

# NUOVA VIABILITA' DI ACCESSO ALLO STABILIMENTO SANPELLEGRINO S.P.A. IN COMUNE DI ZOGNO

**PROVVEDIMENTO AUTORIZZATIVO SPORTELLO UNICO PER LE  
ATTIVITA' PRODUTTIVE (S.U.A.P.)**  
ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. 07/09/2010 N. 160

Committente:

**SANPELLEGRINO S.P.A**  
Località Ruspino  
24016 - San Pellegrino Terme (BG)

Progettista:



Engineering and Technical Services

S.p.A.

Via A. Mazzi, 32 - 24018 Villa d'Almè - (BG)  
T. +39 035/ 63 13 111 F. +39 035/ 54 50 66  
info@etseng.it - www.etseng.it  
Sistema Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2008  
Certificato numero: SQ00461 CSICERT

Titolo elaborato:

**STRUTTURE  
RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE  
BERLINESE**

Numero elaborato

**030S**

Scala: -

Data: 24/05/2018

Commessa: 0142-2017

| Redatto | Verificato | Approvato D.T. | Descrizione | Data       | Rev. |
|---------|------------|----------------|-------------|------------|------|
| Zanchi  | Locatelli  | Parietti       | EMISSIONE   | 24/05/2018 | 00   |
|         |            |                |             |            |      |
|         |            |                |             |            |      |
|         |            |                |             |            |      |
|         |            |                |             |            |      |

## INDICE

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....  | 3  |
| 2     | DESCERZIONE .....   | 3  |
| 3     | METODO DI ANALISI .....   | 5  |
| 3.1   | Calcolo della profondità di infissione.....                           | 5  |
| 3.2   | Calcolo della spinte.....   | 6  |
| 3.2.1 | Spinta in presenza di falda .....                                     | 7  |
| 3.2.2 | Spinta in presenza di sisma.....                                      | 7  |
| 3.3   | Tiranti di ancoraggio .....   | 8  |
| 3.3.1 | Calcolo della lunghezza di ancoraggio .....                           | 8  |
| 4     | ANALISI AD ELEMENTI FINITI .....                                      | 10 |
| 4.1   | Schematizzazione del terreno .....                                    | 10 |
| 4.2   | Modalità di analisi e comportamento elasto-plastico del terreno ..... | 11 |
| 4.3   | Analisi per fasi di scavo .....                                       | 13 |
| 4.4   | Verifica alla stabilità globale .....                                 | 14 |
| 4.5   | Geometria paratia .....   | 14 |
| 4.6   | Geometria profilo terreno.....  | 16 |
| 4.7   | Descrizione terreni.....  | 17 |
| 4.8   | Parametri per il calcolo dei tiranti.....                             | 17 |
| 4.9   | Descrizione stratigrafia .....  | 18 |
| 4.10  | Falda.....  | 18 |
| 4.11  | Caratteristiche materiali utilizzati .....                            | 18 |
| 4.12  | Condizioni di carico.....   | 19 |
| 4.13  | Caratteristiche tiranti di ancoraggio .....                           | 20 |
| 4.14  | Descrizione tiranti di ancoraggio.....                                | 20 |
| 4.15  | Fasi di scavo.....  | 21 |
| 5     | IMPOSTAZIONI DI PROGETTO.....   | 22 |
| 5.1   | Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche.....             | 22 |
| 5.2   | Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche .....            | 23 |
| 5.3   | Tiranti di ancoraggio .....   | 23 |
| 5.4   | Analisi per Fasi di Scavo. ....                                       | 24 |
| 5.5   | Impostazioni analisi sismica .....                                    | 24 |

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 5.6  | Pressioni terreno.....   | 24  |
| 6    | ANALISI DELLA PARATIA .....                                      | 35  |
| 6.1  | L'analisi è stata eseguita per fasi di scavo.....                | 35  |
| 6.2  | Forze agenti sulla paratia .....                                 | 35  |
| 7    | RISULTATI TIRANTI.....   | 40  |
| 7.1  | Caratteristiche dei tiranti utilizzati .....                     | 40  |
| 7.2  | Pressioni orizzontali agenti sulla paratia.....                  | 47  |
| 7.3  | Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia..... | 68  |
| 7.4  | Spostamenti massimi e minimi della paratia.....                  | 70  |
| 7.5  | Stabilità globale .....  | 73  |
| 7.6  | Caratteristiche delle strisce.....                               | 74  |
| 7.7  | Descrizione armatura micropali e caratteristiche sezione.....    | 76  |
| 7.8  | Verifica armatura paratia (Sezioni critiche) .....               | 76  |
| 7.9  | Verifica armatura paratia (Inviluppo).....                       | 79  |
| 7.10 | Verifica a SLU * Diagrammi M-N delle sezioni.....                | 100 |
| 7.11 | Verifica sezione cordoli.....                                    | 102 |

## 1 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.

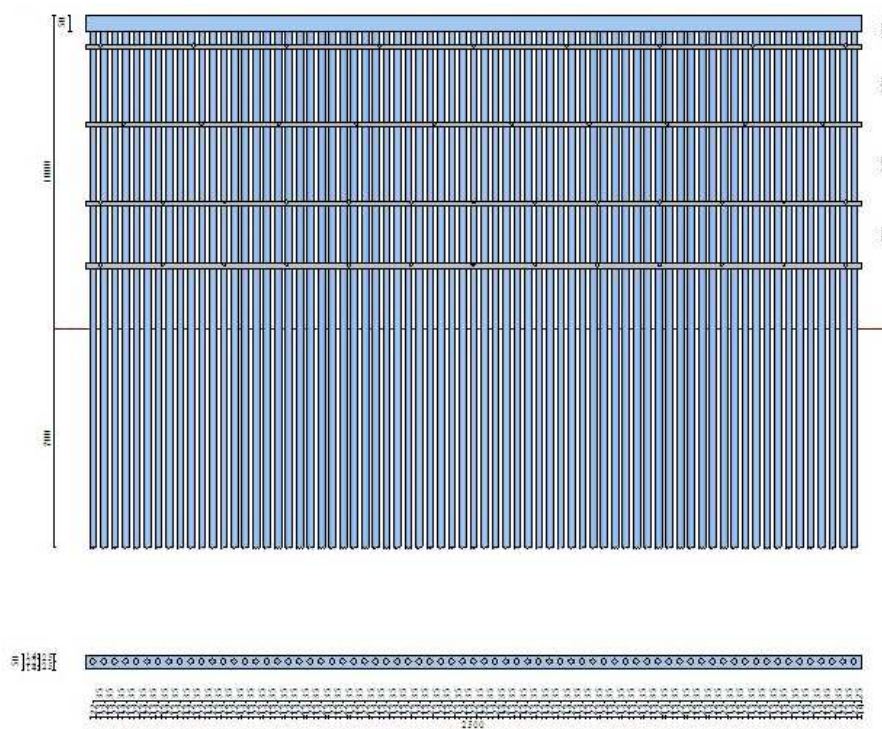
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)

- Circolare 617 del 02/02/2009

Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

## 2 DESCRIZIONE





### **3 METODO DI ANALISI**

---

#### **3.1 Calcolo della profondità di infissione**

Nel caso generale l'equilibrio della paratia è assicurato dal bilanciamento fra la spinta attiva agente da monte sulla parte fuori terra, la resistenza passiva che si sviluppa da valle verso monte nella zona interrata e la controspinta che agisce da monte verso valle nella zona interrata al di sotto del centro di rotazione.

Nel caso di paratia tirantata nell'equilibrio della struttura intervengono gli sforzi dei tiranti (diretti verso monte); in questo caso, se la paratia non è sufficientemente infissa, la controspinta sarà assente.

Pertanto il primo passo da compiere nella progettazione è il calcolo della profondità di infissione necessaria ad assicurare l'equilibrio fra i carichi agenti (spinta attiva, resistenza passiva, controspinta, tiro dei tiranti ed eventuali carichi esterni).

Nel calcolo classico delle paratie si suppone che essa sia infinitamente rigida e che possa subire una rotazione intorno ad un punto (Centro di rotazione) posto al di sotto della linea di fondo scavo (per paratie non tirantate).

Occorre pertanto costruire i diagrammi di spinta attiva e di spinta (resistenza) passiva agenti sulla paratia. A partire da questi si costruiscono i diagrammi risultanti.

Nella costruzione dei diagrammi risultanti si adotterà la seguente notazione:

$K_{am}$  diagramma della spinta attiva agente da monte

$K_{av}$  diagramma della spinta attiva agente da valle sulla parte interrata

$K_{pm}$  diagramma della spinta passiva agente da monte

$K_{pv}$  diagramma della spinta passiva agente da valle sulla parte interrata.

Calcolati i diagrammi suddetti si costruiscono i diagrammi risultanti

$$D_m = K_{pm} - K_{av} \quad \text{e} \quad D_v = K_{pv} - K_{am}$$

Questi diagrammi rappresentano i valori limiti delle pressioni agenti sulla paratia. La soluzione è ricercata per tentativi facendo variare la profondità di infissione e la posizione del centro di rotazione fino a quando non si raggiunge l'equilibrio sia alla traslazione che alla rotazione.

Per mettere in conto un fattore di sicurezza nel calcolo delle profondità di infissione si può agire con tre modalità :

1. applicazione di un coefficiente moltiplicativo alla profondità di infissione strettamente necessaria per l'equilibrio
2. riduzione della spinta passiva tramite un coefficiente di sicurezza
3. riduzione delle caratteristiche del terreno tramite coefficienti di sicurezza su  $\tan(\phi)$  e sulla coesione

### **3.2 Calcolo della spinte**

#### Metodo di Culmann (metodo del cuneo di tentativo)

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb: cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea o spezzata (nel caso di terreno stratificato).

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 valore della 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).

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima nel caso di spinta attiva e minima nel caso di spinta passiva.

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

### 3.2.1 Spinta in presenza di falda

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

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

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

Il regime di filtrazione della falda può essere *idrostatico o idrodinamico*.

Nell'ipotesi di regime idrostatico sia la falda di monte che di valle viene considerata statica, la pressione in un punto a quota  $h$  al di sotto della linea freatica sarà dunque pari a:

$$\gamma_w \times h$$

### 3.2.2 Spinta in presenza di sisma

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

Il metodo di Mononobe-Okabe considera nell'equilibrio del cuneo spingente la forza di inerzia dovuta al sisma. Indicando con  $W$  il peso del cuneo e con  $C$  il coefficiente di intensità sismica la forza di inerzia valutata come

$$F_i = W \cdot C$$

Indicando con  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche e con  $S_s$  la spinta totale in condizioni sismiche l'incremento di spinta è ottenuto come



$$DS = S - S_s$$

L'incremento di spinta viene applicato a 1/3 dell'altezza della parete stessa (diagramma triangolare con vertice in alto).

### **3.3 Tiranti di ancoraggio**

Le paratie possono essere tirantate, con tiranti attivi o con tiranti passivi, realizzati entrambi tramite perforazione e iniezione del foro con malta in pressione previa sistemazione delle armature opportune.

I tiranti attivi, contrariamente ai tiranti passivi, sono sottoposti ad uno sforzo di pretensione prendendo il contrasto sulla struttura stessa. Il tiro finale sul tirante attivo dipende sia dalla pretensione che dalla deformazione della struttura oltre che dalle cadute di tensione. Nel caso di tiranti passivi il tiro dipende unicamente dalla deformabilità della struttura. L'armatura dei tiranti attivi è costituita da trefoli ad alta resistenza (trefoli per c.a.p.), viceversa i tiranti passivi possono essere armati con trefoli o con tondini o, in alcuni casi, con profilati tubolari.

La capacità di resistenza dei tiranti è legata all'attrito e all'aderenza fra superficie del tirante e terreno.

#### **3.3.1 Calcolo della lunghezza di ancoraggio**

La lunghezza di ancoraggio (fondazione) del tirante si calcola determinando la lunghezza massima atta a soddisfare le tre seguenti condizioni:

1. Lunghezza necessaria per garantire l'equilibrio fra tensione tangenziale che si sviluppa fra la superficie laterale del tirante ed il terreno e lo sforzo applicato al tirante;
2. Lunghezza necessaria a garantire l'aderenza malta-armatura;
3. Lunghezza necessaria a garantire la resistenza della malta.

Siano **N** lo sforzo nel tirante,  **$\delta$**  l'angolo d'attrito tirante-terreno,  **$c_a$**  l'adesione tirante-terreno,  **$\gamma$**  il peso di volume del terreno, **D** ed  **$L_f$**  il diametro e la lunghezza di ancoraggio (o lunghezza efficace) del tirante ed **H** la profondità media al di sotto del piano campagna abbiamo la relazione

$$N = \pi D L_f \gamma H K_s \operatorname{tg} \delta + \pi D L_f c_a$$

da cui si ricava la lunghezza di ancoraggio  $L_f$

$$L_f = \frac{N}{\pi D \gamma H K_s \operatorname{tg} \delta + \pi D c_a}$$

$K_s$  rappresenta il coefficiente di spinta che si assume pari al coefficiente di spinta a riposo

$$K_s = K_0 = 1 - \sin \phi$$

Per quanto riguarda la seconda condizione, la lunghezza necessaria atta a garantire l'aderenza malta-armatura è data dalla relazione

$$L_f = \frac{N}{\pi d \tau_{c0} \omega}$$

dove  $d$  è la somma dei diametri dei trefoli disposti nel tirante,  $\tau_{c0}$  è la resistenza tangenziale limite della malta ed  $\omega$  è un coefficiente correttivo dipendente dal numero di trefoli ( $\omega = 1 - 0.075 [n \text{ trefoli} - 1]$ ).

Per quanto riguarda la verifica della terza condizione si impone che la tensione tangenziale limite tirante-terreno non possa superare il valore  $\tau_c$  ottenuto come media fra la  $\tau_{c0}$  e la  $\tau_{c1}$  della malta.

Alla lunghezza efficace determinata prendendo il massimo valore di  $L_f$  si deve aggiungere la lunghezza di franco  $L$  che rappresenta la lunghezza del tratto che compreso fra la paratia e la superficie di ancoraggio.

La lunghezza totale del tirante sarà quindi data da

$$L_t = L_f + L$$

Nel caso di tiranti attivi, cioè tiranti soggetti ad uno stato di pretensione, bisogna considerare le cadute di tensione. A tale scopo è stato introdotto il coefficiente di caduta di tensione,  $\beta$ , che rappresenta il rapporto fra lo sforzo  $N_0$  al momento del tiro e lo sforzo  $N$  in esercizio

$$\beta = N_0 / N$$

## **4 ANALISI AD ELEMENTI FINITI**

---

La paratia è considerata come una struttura a prevalente sviluppo lineare (si fa riferimento ad un metro di larghezza) con comportamento a trave. Come caratteristiche geometriche della sezione si assume il momento d'inerzia  $I$  e l'area  $A$  per metro lineare di larghezza della paratia. Il modulo elastico è quello del materiale utilizzato per la paratia.

La parte fuori terra della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza pari a circa 5 centimetri e più o meno costante per tutti gli elementi. La suddivisione è suggerita anche dalla eventuale presenza di tiranti, carichi e vincoli. Infatti questi elementi devono capitare in corrispondenza di un nodo. Nel caso di tirante è inserito un ulteriore elemento atto a schematizzarlo. Detta  $L$  la lunghezza libera del tirante,  $A_f$  l'area di armatura nel tirante ed  $E_s$  il modulo elastico dell'acciaio è inserito un elemento di lunghezza pari ad  $L$ , area  $A_f$ , inclinazione pari a quella del tirante e modulo elastico  $E_s$ . La parte interrata della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza, come visto sopra, pari a circa 5 centimetri.

I carichi agenti possono essere di tipo distribuito (spinta della terra, diagramma aggiuntivo di carico, spinta della falda, diagramma di spinta sismica) oppure concentrati. I carichi distribuiti sono riportati sempre come carichi concentrati nei nodi (sotto forma di reazioni di incastro perfetto cambiate di segno).

### **4.1 Schematizzazione del terreno**

La modellazione del terreno si rifà al classico schema di Winkler. Esso è visto come un letto di molle indipendenti fra di loro reagenti solo a sforzo assiale di compressione. La rigidità della singola molla è legata alla costante di sottofondo orizzontale del terreno (*costante di Winkler*). La costante di sottofondo,  $k$ , è definita come la pressione unitaria che occorre applicare per ottenere uno spostamento unitario. Dimensionalmente è espressa quindi come rapporto fra una pressione ed uno spostamento al cubo  $[F/L^3]$ . È evidente che i

risultati sono tanto migliori quanto più è elevato il numero delle molle che schematizzano il terreno. Se ( $m$  è l'interasse fra le molle (in cm) e  $b$  è la larghezza della paratia in direzione longitudinale ( $b=100$  cm) occorre ricavare l'area equivalente,  $A_m$ , della molla (a cui si assegna una lunghezza pari a 100 cm). Indicato con  $E_m$  il modulo elastico del materiale costituente la paratia (in Kg/cm<sup>2</sup>), l'equivalenza, in termini di rigidezza, si esprime come

$$A_m = 10000 \times \frac{k \Delta_m}{E_m}$$

Per le molle di estremità, in corrispondenza della linea di fondo scavo ed in corrispondenza dell'estremità inferiore della paratia, si assume una area equivalente dimezzata. Inoltre, tutte le molle hanno, ovviamente, rigidezza flessionale e tagliante nulla e sono vincolate all'estremità alla traslazione. Quindi la matrice di rigidezza di tutto il sistema paratia-terreno sarà data dall'assemblaggio delle matrici di rigidezza degli elementi della paratia (elementi a rigidezza flessionale, tagliante ed assiale), delle matrici di rigidezza dei tiranti (solo rigidezza assiale) e delle molle (rigidezza assiale).

## **4.2 Modalità di analisi e comportamento elasto-plastico del terreno**

A questo punto vediamo come è effettuata l'analisi. Un tipo di analisi molto semplice e veloce sarebbe l'analisi elastica (peraltro disponibile nel programma **PAC**). Ma si intuisce che considerare il terreno con un comportamento infinitamente elastico è una approssimazione alquanto grossolana. Occorre quindi introdurre qualche correttivo che meglio ci aiuti a modellare il terreno. Fra le varie soluzioni possibili una delle più praticabili e che fornisce risultati soddisfacenti è quella di considerare il terreno con comportamento elasto-plastico perfetto. Si assume cioè che la curva sforzi-deformazioni del terreno abbia andamento bilatero. Rimane da scegliere il criterio di plasticizzazione del terreno (molle). Si può fare riferimento ad un criterio di tipo cinematico: la resistenza della molla cresce con la deformazione fino a quando lo spostamento non raggiunge il valore  $X_{max}$ ; una volta superato tale spostamento limite non si ha più incremento di resistenza all'aumentare degli spostamenti. Un altro criterio può essere di tipo statico: si assume che la molla abbia una

resistenza crescente fino al raggiungimento di una pressione  $p_{\max}$ . Tale pressione  $p_{\max}$  può essere imposta pari al valore della pressione passiva in corrispondenza della quota della molla. D'altronde un ulteriore criterio si può ottenere dalla combinazione dei due descritti precedentemente: plasticizzazione o per raggiungimento dello spostamento limite o per raggiungimento della pressione passiva. Dal punto di vista strettamente numerico è chiaro che l'introduzione di criteri di plasticizzazione porta ad analisi di tipo non lineare (non linearità meccaniche). Questo comporta un aggravio computazionale non indifferente. L'entità di tale aggravio dipende poi dalla particolare tecnica adottata per la soluzione. Nel caso di analisi elastica lineare il problema si risolve immediatamente con la soluzione del sistema fondamentale ( $K$  matrice di rigidezza,  $u$  vettore degli spostamenti nodali,  $p$  vettore dei carichi nodali)

$$K u = p$$

Un sistema non lineare, invece, deve essere risolto mediante un'analisi al passo per tener conto della plasticizzazione delle molle. Quindi si procede per passi di carico, a partire da un carico iniziale  $p_0$ , fino a raggiungere il carico totale  $p$ . Ogni volta che si incrementa il carico si controllano eventuali plasticizzazioni delle molle. Se si hanno nuove plasticizzazioni la matrice globale andrà riassemblata escludendo il contributo delle molle plasticizzate. Il procedimento descritto se fosse applicato in questo modo sarebbe particolarmente gravoso (la fase di decomposizione della matrice di rigidezza è particolarmente onerosa). Si ricorre pertanto a soluzioni più sofisticate che escludono il riassemblaggio e la decomposizione della matrice, ma usano la matrice elastica iniziale (*metodo di Riks*).

Senza addentrarci troppo nei dettagli diremo che si tratta di un metodo di Newton-Raphson modificato e ottimizzato. L'analisi condotta secondo questa tecnica offre dei vantaggi immediati. Essa restituisce l'effettiva deformazione della paratia e le relative sollecitazioni; dà informazioni dettagliate circa la deformazione e la pressione sul terreno. Infatti la deformazione è direttamente leggibile, mentre la pressione sarà data dallo sforzo nella molla diviso per l'area di influenza della molla stessa. Sappiamo quindi quale è la zona di terreno effettivamente plasticizzato. Inoltre dalle deformazioni ci si può rendere conto di un possibile meccanismo di rottura del terreno.

### 4.3 Analisi per fasi di scavo

L'analisi della paratia per fasi di scavo consente di ottenere informazioni dettagliate sullo stato di sollecitazione e deformazione dell'opera durante la fase di realizzazione. In ogni fase lo stato di sollecitazione e di deformazione dipende dalla 'storia' dello scavo (soprattutto nel caso di paratie tirantate o vincolate).

Definite le varie altezze di scavo (in funzione della posizione di tiranti, vincoli, o altro) si procede per ogni fase al calcolo delle spinte inserendo gli elementi (tiranti, vincoli o carichi) attivi per quella fase, tenendo conto delle deformazioni dello stato precedente. Ad esempio, se sono presenti dei tiranti passivi si inserirà nell'analisi della fase la 'molla' che lo rappresenta. Indicando con  $u$  ed  $u_0$  gli spostamenti nella fase attuale e nella fase precedente, con  $\sigma$  ed  $\sigma_0$  gli sforzi nella fase attuale e nella fase precedente e con  $K$  la matrice di rigidezza della 'struttura' la relazione sforzi-deformazione è esprimibile nella forma

$$\sigma = \sigma_0 + K(u - u_0)$$

Le modalità di analisi sono più complicate nel caso di tiranti attivi in quanto è importante conoscere la modalità di tiro: infatti il tirante può essere tesato prima dello scavo, oppure tesato alla fine della corrispondente fase di scavo, oppure al termine di tutto lo scavo. Nella fase in cui il tirante è tesato verrà inserita una molla con uno stato di pretensione pari allo sforzo di tesatura. Nelle fasi successive il tirante verrà considerato come una semplice molla che 'ricorda', naturalmente, lo sforzo della fase precedente.

Ovviamente si otterranno soluzioni differenti in funzione della modalità di tiro selezionata.

Nel caso di tiranti attivi, inoltre, è analizzata una fase ulteriore (a lungo termine) nella quale il tiro iniziale è depurato delle cadute di tensione.

In sostanza analizzare la paratia per fasi di scavo oppure 'direttamente' porta a risultati abbastanza diversi sia per quanto riguarda lo stato di deformazione e sollecitazione dell'opera sia per quanto riguarda il tiro dei tiranti.

#### 4.4 Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso paratia più terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a 1,10.

È usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento è supposta circolare.

In particolare il programma esamina, per un dato centro 3 cerchi differenti: un cerchio passante per la linea di fondo scavo, un cerchio passante per il piede della paratia ed un cerchio passante per il punto medio della parte interrata. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 6x6 posta in prossimità della sommità della paratia. Il numero di strisce è pari a 50.

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

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

dove  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $\beta_i$  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 ( $l_i = \beta_i / \cos \alpha_i$ ).

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

#### 4.5 Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di micropali**

|                              |       |     |
|------------------------------|-------|-----|
| Altezza fuori terra          | 10,00 | [m] |
| Profondità di infissione     | 7,00  | [m] |
| Altezza totale della paratia | 17,00 | [m] |
| Lunghezza paratia            | 25,00 | [m] |

|                                       |        |      |
|---------------------------------------|--------|------|
| Numero di file di micropali           | 1      |      |
| Interasse fra i micropali della fila  | 0,35   | [m]  |
| Diametro dei micropali                | 22,00  | [cm] |
| Numero totale di micropali            | 71     |      |
| Numero di micropali per metro lineare | 2.84   |      |
| Diametro esterno del tubolare         | 168,30 | [mm] |
| Spessore del tubolare                 | 10,00  | [mm] |

#### Geometria cordoli

##### *Simbologia adottata*

n° numero d'ordine del cordolo

Y posizione del cordolo sull'asse della paratia espresso in [m]

#### Cordoli in calcestruzzo

B Base della sezione del cordolo espresso in [cm]

H Altezza della sezione del cordolo espresso in [cm]

#### Cordoli in acciaio

A Area della sezione in acciaio del cordolo espresso in [cmq]

W Modulo di resistenza della sezione del cordolo espresso in [cm<sup>3</sup>]

| n° | Y    | Tipo         | B     | H     | A      | W      |
|----|------|--------------|-------|-------|--------|--------|
| 1  | 0,00 | Calcestruzzo | 50,00 | 50,00 | --     | --     |
| 2  | 1,00 | Acciaio      | --    | --    | 130,60 | 852,00 |
| 3  | 3,50 | Acciaio      | --    | --    | 130,60 | 852,00 |
| 4  | 6,00 | Acciaio      | --    | --    | 130,60 | 852,00 |
| 5  | 8,00 | Acciaio      | --    | --    | 130,60 | 852,00 |



#### **4.6 Geometria profilo terreno**

Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

Profilo di monte

| N | X     | Y    | A     |
|---|-------|------|-------|
| 2 | 0,30  | 0,00 | 0,00  |
| 3 | 1,30  | 1,00 | 45,00 |
| 4 | 15,00 | 1,00 | 0,00  |

Profilo di valle - Fase n° 1

| N | X      | Y     | A    |
|---|--------|-------|------|
| 1 | -10,00 | -1,50 | 0,00 |
| 2 | 0,00   | -1,50 | 0,00 |

Profilo di valle - Fase n° 3

| N | X      | Y     | A    |
|---|--------|-------|------|
| 1 | -10,00 | -4,00 | 0,00 |
| 2 | 0,00   | -4,00 | 0,00 |

Profilo di valle - Fase n° 5

| N | X      | Y     | A    |
|---|--------|-------|------|
| 1 | -10,00 | -6,50 | 0,00 |
| 2 | 0,00   | -6,50 | 0,00 |

Profilo di valle - Fase n° 7

| N | X | Y | A |
|---|---|---|---|
|---|---|---|---|

1 -10,00-8,50 0,00

2 0,00 -8,50 0,00

Profilo di valle - Fase n° 9

N X Y A

1 -10,00-10,000,00

2 0,00 -10,000,00

#### 4.7 Descrizione terreni

*Simbologia adottata*

|             |  |
|-------------|--|
| n°          | numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia |
| Descrizione | Descrizione del terreno  |
| $\gamma$    | peso di volume del terreno espresso in [kg/m <sup>3</sup> ]        |
| $\gamma_s$  | peso di volume saturo del terreno espresso [kg/m <sup>3</sup> ]    |
| $\phi$      | angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]               |
| $\delta$    | angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]                   |
| c           | coesione del terreno espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]             |

| n° | Descrizione | $\gamma$ | $\gamma_s$ | $\phi$ | $\delta$ | c     |
|----|-------------|----------|------------|--------|----------|-------|
| 1  | Terreno 1   | 1800,00  | 1800,00    | 27,00  | 21,00    | 0,000 |
| 2  | Terreno 2   | 1900,00  | 1900,00    | 34,00  | 23,00    | 0,000 |
| 3  | Terreno 3   | 2100,00  | 2100,00    | 38,00  | 25,00    | 0,000 |
| 4  | Terreno 4   | 2500,00  | 2500,00    | 29,00  | 19,00    | 0,700 |

#### 4.8 Parametri per il calcolo dei tiranti

*Simbologia adottata*

|                       |   |
|-----------------------|---|
| $\phi_{\min}$         | angolo d'attrito minimo interno del terreno espresso in [°]   |
| $\delta_{\min}$       | angolo d'attrito minimo terreno/paratia espresso in [°]       |
| $c_{\min}$            | coesione minima del terreno espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ] |
| $\phi_{\text{med}}$   | angolo d'attrito medio interno del terreno espresso in [°]    |
| $\delta_{\text{med}}$ | angolo d'attrito medio terreno/paratia espresso in [°]        |

$c_{med}$  coesione media del terreno espressa in [kg/cmq]

| N° | Descrizione | $\phi_{min}$ | $\phi_{med}$ | $\delta_{min}$ | $\delta_{med}$ | $c_{min}$ | $c_{med}$ |
|----|-------------|--------------|--------------|----------------|----------------|-----------|-----------|
| 1  | Terreno 1   | 27,00        | 27,00        | 21,00          | 21,00          | 0,000     | 0,000     |
| 2  | Terreno 2   | 34,00        | 36,00        | 23,00          | 24,00          | 0,000     | 0,000     |
| 3  | Terreno 3   | 38,00        | 40,00        | 25,00          | 27,00          | 0,000     | 0,000     |
| 4  | Terreno 4   | 29,00        | 31,00        | 19,00          | 21,00          | 0,700     | 1,100     |

#### 4.9 Descrizione stratigrafia

*Simbologia adottata*

$n^\circ$  numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia

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

$kw$  costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm

$\alpha$  inclinazione dello strato espressa in GRADI(°)

Terreno Terreno associato allo strato

| $n^\circ$ | $sp$  | $\alpha$ | $kw$ | Terreno   |
|-----------|-------|----------|------|-----------|
| 1         | 11,00 | 0,00     | 1,51 | Terreno 1 |
| 2         | 5,00  | 0,00     | 5,33 | Terreno 2 |
| 3         | 3,00  | 0,00     | 8,58 | Terreno 3 |
| 4         | 5,00  | 0,00     | 9,21 | Terreno 4 |

#### 4.10 Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia 11,00 [m]

Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia 11,00 [m]

Regime delle pressioni neutre: **Idrostatico**

#### 4.11 Caratteristiche materiali utilizzati

##### **Calcestruzzo**

Peso specifico 2500 [kg/mc]

Classe di Resistenza C25/30

|   |      |          |
|---|------|----------|
| Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$ | 306  | [kg/cmq] |
| Tensione di progetto a compressione $\sigma_c$    | 99   | [kg/cmq] |
| Tensione tangenziale ammissibile $\tau_{c0}$      | 6,1  | [kg/cmq] |
| Tensione tangenziale ammissibile $\tau_{c1}$      | 18,5 | [kg/cmq] |

#### **Acciaio**

|                                  |        |          |
|----------------------------------|--------|----------|
| Tipo                             | Fe 510 |          |
| Tensione di snervamento $f_{yk}$ | 3600   | [kg/cmq] |

#### **Caratteristiche acciaio cordoli in c.a.**

|                                  |       |          |
|----------------------------------|-------|----------|
| Tipo                             | B450C |          |
| Tensione di snervamento $f_{yk}$ | 4500  | [kg/cmq] |

#### **Malta utilizzata per i tiranti**

|   |        |          |
|---|--------|----------|
| Classe di Resistenza                              | C25/30 |          |
| Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$ | 306    | [kg/cmq] |
| Tensione tangenziale ammissibile $\tau_{c0}$      | 6,1    | [kg/cmq] |
| Tensione tangenziale ammissibile $\tau_{c1}$      | 18,5   | [kg/cmq] |

#### **Acciaio utilizzato per i tiranti**

|                                    |         |          |
|------------------------------------|---------|----------|
| Tipo                               | Precomp |          |
| Tensione di progetto $\sigma_{fa}$ | 10000,0 | [kg/cmq] |
| Tensione di snervamento $f_{yk}$   | 16000,0 | kg/cmq   |

### **4.12 Condizioni di carico**

#### *Simbologia e convenzioni adottate*

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

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

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

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

$M$  Momento espresso in [kgm], positivo ribaltante

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

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

R Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kg]

#### Condizione n° 1

Carico distribuito sul profilo  $X_i = 1,50$   $X_f = 15,00$   $Q_i = 2500$   $Q_f = 2500$

### **4.13 Caratteristiche tiranti di ancoraggio**

Calcolo tiranti: PROGETTO

I parametri di interazione tiranti-terreno sono stati definiti per ogni fila di tiranti

Numero di file di tiranti 4

#### **Tiranti attivi armati con trefoli**

Coefficiente cadute di tensione 1,30

Superficie di ancoraggio Angolo di attrito

Coefficiente di spinta Spinta attiva

Franco laterale 0,20 [m]

### **4.14 Descrizione tiranti di ancoraggio**

#### *Simbologia adottata - Caratteristiche geometriche*

N numero d'ordine della fila

Y ordinata della fila espressa in [m] misurata dalla testa della paratia

I interasse tra le file di tiranti espressa in [m]

alfa inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]

D diametro della perforazione espresso in [cm]

Cesp coeff. di espansione laterale

ALL allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)

nr numero di tiranti della fila

#### *Simbologia adottata - Caratteristiche armatura e di interazione con il terreno*

N numero d'ordine della fila

At area del singolo trefolo espressa in [cmq]

|          |  |
|----------|--|
| nt       | numero di trefoli del tirante                            |
| T        | tiro iniziale espresso in [kg]                           |
| $\delta$ | angolo di attrito medio tirante-terreno espresso in [°]  |
| $\delta$ | angolo di attrito minimo tirante-terreno espresso in [°] |
| ca       | adesione media tirante-terreno espresso in [kg/mq]       |
| ca       | adesione minima tirante-terreno espresso in [kg/mq]      |

### Caratteristiche geometriche

| N | Y    | I    | Alfa  | D     | Cesp | ALL      | nr |
|---|------|------|-------|-------|------|----------|----|
| 1 | 1,00 | 3,00 | 20,00 | 17,00 | 1,00 | Centrati | 9  |
| 2 | 3,50 | 2,50 | 20,00 | 17,00 | 1,00 | Sfalsati | 10 |
| 3 | 6,00 | 2,00 | 20,00 | 17,00 | 1,00 | Centrati | 13 |
| 4 | 8,00 | 2,00 | 20,00 | 17,00 | 1,00 | Centrati | 13 |

### Caratteristiche armatura e di interazione con il terreno

| N | At   | nt | T     | $\delta_{med}$ | ca <sub>med</sub> | $\delta_{min}$ | ca <sub>min</sub> |
|---|------|----|-------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|
| 1 | 1,39 | 3  | 35000 | 32,00          | 1,30              | 31,00          | 1,30              |
| 2 | 1,39 | 3  | 40000 | 32,00          | 1,30              | 31,00          | 1,30              |
| 3 | 1,39 | 4  | 50000 | 32,00          | 1,30              | 31,00          | 1,30              |
| 4 | 1,39 | 4  | 50000 | 32,00          | 1,30              | 31,00          | 1,30              |

### 4.15 Fasi di scavo

#### Simbologia adottata

n° identificativo della fase nell'elenco definito

Fase Descrizione dell'i-esima fase

Tempo Tempo in cui avviene la fase di scavo

| n° | Fase  | Tempo |
|----|---|-------|
| 1  | Scavo fino alla profondità di 1.50 metri            | 0     |
| 2  | Inserimento tirante 1 (X=1.00) [Hscavo=1.50]        | 1     |
| 3  | Tesatura tirante 1 N=35000 [Hscavo=1.50]            | 1     |
| 4  | Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=1.50] | 1     |

|    |  |    |
|----|--|----|
| 5  | Scavo fino alla profondità di 4.00 metri                                     | 2  |
| 6  | Tesatura tirante 2 N=40000 [Hscavo=4.00]                                     | 3  |
| 7  | Inserimento tirante 2 (X=3.50) [Hscavo=4.00]                                 | 3  |
| 8  | Scavo fino alla profondità di 6.50 metri                                     | 4  |
| 9  | Tesatura tirante 3 N=50000 [Hscavo=6.50]                                     | 5  |
| 10 | Inserimento tirante 3 (X=6.00) [Hscavo=6.50]                                 | 5  |
| 11 | Scavo fino alla profondità di 8.50 metri                                     | 6  |
| 12 | Tesatura tirante 4 N=50000 [Hscavo=8.50]                                     | 7  |
| 13 | Inserimento tirante 4 (X=8.00) [Hscavo=8.50]                                 | 7  |
| 14 | Scavo fino alla profondità di 10.00 metri                                    | 8  |
| 15 | Cadute di tensione tirante 2 [Hscavo=10.00]                                  | 9  |
| 16 | Cadute di tensione tirante 3 [Hscavo=10.00]                                  | 9  |
| 17 | Cadute di tensione tirante 4 [Hscavo=10.00]                                  | 9  |
| 18 | Cadute di tensione tirante 1 [Hscavo=10.00]                                  | 9  |
| 19 | Quota falda valle 11.00 metri - Quota falda monte 11.00 metri [Hscavo=10.00] | 10 |

## 5 IMPOSTAZIONI DI PROGETTO

Spinte e verifiche secondo :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

### 5.1 Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

| Carichi    | Effetto     |                  | A1   | A2   |
|------------|-------------|------------------|------|------|
| Permanenti | Favorevole  | $\gamma_{Gfav}$  | 1,00 | 1,00 |
| Permanenti | Sfavorevole | $\gamma_{Gsfav}$ | 1,30 | 1,00 |
| Variabili  | Favorevole  | $\gamma_{Qfav}$  | 0,00 | 0,00 |
| Variabili  | Sfavorevole | $\gamma_{Qsfav}$ | 1,50 | 1,30 |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| Parametri                       |                      | M1   | M2   |
|---------------------------------|----------------------|------|------|
| Tangente dell'angolo di attrito | $\gamma_{\tan\phi'}$ | 1,00 | 1,25 |

|                                      |                 |      |      |
|--------------------------------------|-----------------|------|------|
| Coesione efficace                    | $\gamma_c'$     | 1,00 | 1,25 |
| Resistenza non drenata               | $\gamma_{cu}$   | 1,00 | 1,40 |
| Resistenza a compressione uniassiale | $\gamma_{qu}$   | 1,00 | 1,60 |
| Peso dell'unità di volume            | $\gamma_\gamma$ | 1,00 | 1,00 |

## 5.2 Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

| <i>Carichi</i> | <i>Effetto</i> |                  | <i>A1</i> | <i>A2</i> |
|----------------|----------------|------------------|-----------|-----------|
| Permanenti     | Favorevole     | $\gamma_{Gfav}$  | 1,00      | 1,00      |
| Permanenti     | Sfavorevole    | $\gamma_{Gsfav}$ | 1,00      | 1,00      |
| Variabili      | Favorevole     | $\gamma_{Qfav}$  | 0,00      | 0,00      |
| Variabili      | Sfavorevole    | $\gamma_{Qsfav}$ | 1,00      | 1,00      |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

## 5.3 Tiranti di ancoraggio

Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche dei tiranti

| <b>Resistenza</b> | <b>Tiranti</b>           |
|-------------------|--------------------------|
| Laterale          | $\gamma_{\sigma t}$ 1,20 |

Coefficienti di riduzione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei tiranti.

|                              |   |              |              |
|------------------------------|---|--------------|--------------|
| Numero di verticali indagate | 3 | $\xi_3=1,70$ | $\xi_4=1,65$ |
|------------------------------|---|--------------|--------------|



Verifica materiali : Stato Limite Ultimo

Impostazioni di analisi

## **5.4 Analisi per Fasi di Scavo.**

Rottura del terreno

Impostazioni analisi per fasi di scavo:

Analisi per condizioni di esercizio

Analisi per coefficienti tipo A1-M1

Analisi per coefficienti tipo A2-M2

Influenza  $\delta$  (angolo di attrito terreno-paratia)

Stabilità globale: Metodo di Fellenius

## **5.5 Impostazioni analisi sismica**

Non sono state analizzate Combinazioni/Fasi sismiche.

Analisi della spinta

## **5.6 Pressioni terreno**

*Simbologia adottata*

Sono riportati i valori delle pressioni in corrispondenza delle sezioni di calcolo

Y ordinata rispetto alla testa della paratia espressa in [m] e positiva verso il basso.

Le pressioni sono tutte espresse in [kg/mq]

$\sigma_{am}$  sigma attiva da monte

$\sigma_{av}$  sigma attiva da valle

$\sigma_{pm}$  sigma passiva da monte

$\sigma_{pv}$  sigma passiva da valle

$\delta_a$  inclinazione spinta attiva espressa in [°]

$\delta_p$  inclinazione spinta passiva espressa in [°]

**Fase n° 1 - [ESE]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 97            | 0             | 0             | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 2065          | 597           | 16856         | 4793          | 21,0       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 3577          | 2090          | 28773         | 16777         | 21,0       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 5073          | 3582          | 40747         | 28760         | 21,0       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 6567          | 5075          | 52728         | 40743         | 21,0       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 6141          | 4977          | 85141         | 69222         | 23,0       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 7325          | 6184          | 101941        | 86023         | 23,0       | 0,0        |

**Fase n° 2 - [ESE]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 378           | 0             | 0             | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 2795          | 597           | 24102         | 4793          | 21,0       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 4375          | 2090          | 35529         | 16777         | 21,0       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 5889          | 3582          | 41766         | 28760         | 21,0       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 7389          | 5075          | 53325         | 40743         | 21,0       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 6830          | 4977          | 86803         | 69222         | 23,0       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 7957          | 6184          | 103346        | 86023         | 23,0       | 0,0        |

**Fase n° 3 - [ESE]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 378           | 0             | 0             | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 2795          | 0             | 24102         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 4375          | 597           | 35529         | 4793          | 21,0       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 5889          | 2090          | 41766         | 16777         | 21,0       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 7389          | 3582          | 53325         | 28760         | 21,0       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 6830          | 3832          | 86803         | 53305         | 23,0       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 7957          | 5039          | 103346        | 70106         | 23,0       | 0,0        |

**Fase n° 4 - [ESE]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 378           | 0             | 0             | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 2795          | 0             | 24102         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 4375          | 597           | 35529         | 4793          | 21,0       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 5889          | 2090          | 41766         | 16777         | 21,0       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 7389          | 3582          | 53325         | 28760         | 21,0       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 6830          | 3832          | 86803         | 53305         | 23,0       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 7957          | 5039          | 103346        | 70106         | 23,0       | 0,0        |

**Fase n° 5 - [ESE]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 378           | 0             | 0             | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 2795          | 0             | 24102         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 4375          | 0             | 35529         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 5889          | 597           | 41766         | 4793          | 21,0       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 7389          | 2090          | 53325         | 16777         | 21,0       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 6830          | 2687          | 86803         | 37387         | 23,0       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 7957          | 3895          | 103346        | 54189         | 23,0       | 0,0        |

**Fase n° 6 - [ESE]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 378           | 0             | 0             | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 2795          | 0             | 24102         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 4375          | 0             | 35529         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 5889          | 597           | 41766         | 4793          | 21,0       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 7389          | 2090          | 53325         | 16777         | 21,0       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 6830          | 2687          | 86803         | 37387         | 23,0       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 7957          | 3895          | 103346        | 54189         | 23,0       | 0,0        |

**Fase n° 7 - [ESE]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 378           | 0             | 0             | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 2795          | 0             | 24102         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 4375          | 0             | 35529         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 5889          | 0             | 41766         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 7389          | 896           | 53325         | 7190          | 21,0       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 6830          | 1772          | 86803         | 24654         | 23,0       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 7957          | 2979          | 103346        | 41455         | 23,0       | 0,0        |

**Fase n° 8 - [ESE]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 378           | 0             | 0             | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 2795          | 0             | 24102         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 4375          | 0             | 35529         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 5889          | 0             | 41766         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 7389          | 896           | 53325         | 7190          | 21,0       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 6830          | 1772          | 86803         | 24654         | 23,0       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 7957          | 2979          | 103346        | 41455         | 23,0       | 0,0        |

**Fase n° 9 - [ESE]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 378           | 0             | 0             | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 2795          | 0             | 24102         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 4375          | 0             | 35529         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 5889          | 0             | 41766         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 7389          | 0             | 53325         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 6830          | 1086          | 86803         | 15104         | 23,0       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 7957          | 2293          | 103346        | 31905         | 23,0       | 0,0        |

**Fase n° 10 - [ESE]**

| n° | Y(m) | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|----|------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1  | 0,00 | 378           | 0             | 0             | 0             | 21,0       | 0,0        |

|     |       |      |      |        |       |      |     |
|-----|-------|------|------|--------|-------|------|-----|
| 26  | 2,50  | 2795 | 0    | 24102  | 0     | 21,0 | 0,0 |
| 51  | 5,00  | 4375 | 0    | 35529  | 0     | 21,0 | 0,0 |
| 76  | 7,50  | 5889 | 0    | 41766  | 0     | 21,0 | 0,0 |
| 101 | 10,00 | 7389 | 0    | 53325  | 0     | 21,0 | 0,0 |
| 126 | 12,30 | 6830 | 1086 | 86803  | 15104 | 23,0 | 0,0 |
| 151 | 14,80 | 7957 | 2293 | 103346 | 31905 | 23,0 | 0,0 |

**Fase n° 11 - [ESE]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 378           | 0             | 0             | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 2795          | 0             | 24102         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 4375          | 0             | 35529         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 5889          | 0             | 41766         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 7389          | 0             | 53325         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 6500          | 755           | 82184         | 10505         | 23,0       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 6995          | 1327          | 89888         | 18464         | 23,0       | 0,0        |

**Fase n° 1 - [A1-M1]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 126           | 0             | 0             | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 2685          | 776           | 21913         | 6231          | 21,0       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 4650          | 2717          | 37404         | 21809         | 21,0       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 6595          | 4657          | 52971         | 37388         | 21,0       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 8537          | 6598          | 68547         | 52966         | 21,0       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 7983          | 6470          | 110683        | 89988         | 23,0       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 9523          | 8040          | 132523        | 111830        | 23,0       | 0,0        |

**Fase n° 2 - [A1-M1]**

| n° | Y(m) | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|----|------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1  | 0,00 | 408           | 0             | 0             | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 26 | 2,50 | 3414          | 776           | 29120         | 6231          | 21,0       | 0,0        |
| 51 | 5,00 | 5449          | 2717          | 44154         | 21809         | 21,0       | 0,0        |

|     |       |       |      |        |        |      |     |
|-----|-------|-------|------|--------|--------|------|-----|
| 76  | 7,50  | 7411  | 4657 | 56035  | 37388  | 21,0 | 0,0 |
| 101 | 10,00 | 9359  | 6598 | 69038  | 52966  | 21,0 | 0,0 |
| 126 | 12,30 | 8672  | 6470 | 112242 | 89988  | 23,0 | 0,0 |
| 151 | 14,80 | 10159 | 8040 | 133875 | 111830 | 23,0 | 0,0 |

**Fase n° 3 - [A1-M1]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 408           | 0             | 0             | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 3414          | 0             | 29120         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 5449          | 776           | 44154         | 6231          | 21,0       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 7411          | 2717          | 56035         | 21809         | 21,0       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 9359          | 4657          | 69038         | 37388         | 21,0       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 8672          | 4982          | 112242        | 69296         | 23,0       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 10159         | 6550          | 133875        | 91138         | 23,0       | 0,0        |

**Fase n° 4 - [A1-M1]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 408           | 0             | 0             | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 3414          | 0             | 29120         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 5449          | 776           | 44154         | 6231          | 21,0       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 7411          | 2717          | 56035         | 21809         | 21,0       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 9359          | 4657          | 69038         | 37388         | 21,0       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 8672          | 4982          | 112242        | 69296         | 23,0       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 10159         | 6550          | 133875        | 91138         | 23,0       | 0,0        |

**Fase n° 5 - [A1-M1]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 408           | 0             | 0             | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 3414          | 0             | 29120         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 5449          | 0             | 44154         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 7411          | 776           | 56035         | 6231          | 21,0       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 9359          | 2717          | 69038         | 21809         | 21,0       | 0,0        |

|     |       |       |      |        |       |      |     |
|-----|-------|-------|------|--------|-------|------|-----|
| 126 | 12,30 | 8672  | 3493 | 112242 | 48604 | 23,0 | 0,0 |
| 151 | 14,80 | 10159 | 5063 | 133875 | 70446 | 23,0 | 0,0 |

**Fase n° 6 - [A1-M1]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 408           | 0             | 0             | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 3414          | 0             | 29120         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 5449          | 0             | 44154         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 7411          | 776           | 56035         | 6231          | 21,0       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 9359          | 2717          | 69038         | 21809         | 21,0       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 8672          | 3493          | 112242        | 48604         | 23,0       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 10159         | 5063          | 133875        | 70446         | 23,0       | 0,0        |

**Fase n° 7 - [A1-M1]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 408           | 0             | 0             | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 3414          | 0             | 29120         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 5449          | 0             | 44154         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 7411          | 0             | 56035         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 9359          | 1164          | 69038         | 9347          | 21,0       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 8672          | 2304          | 112242        | 32050         | 23,0       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 10159         | 3873          | 133875        | 53892         | 23,0       | 0,0        |

**Fase n° 8 - [A1-M1]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 408           | 0             | 0             | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 3414          | 0             | 29120         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 5449          | 0             | 44154         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 7411          | 0             | 56035         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 9359          | 1164          | 69038         | 9347          | 21,0       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 8672          | 2304          | 112242        | 32050         | 23,0       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 10159         | 3873          | 133875        | 53892         | 23,0       | 0,0        |

**Fase n° 9 - [A1-M1]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 408           | 0             | 0             | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 3414          | 0             | 29120         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 5449          | 0             | 44154         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 7411          | 0             | 56035         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 9359          | 0             | 69038         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 8672          | 1411          | 112242        | 19635         | 23,0       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 10159         | 2981          | 133875        | 41476         | 23,0       | 0,0        |

**Fase n° 10 - [A1-M1]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 408           | 0             | 0             | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 3414          | 0             | 29120         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 5449          | 0             | 44154         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 7411          | 0             | 56035         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 9359          | 0             | 69038         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 8672          | 1411          | 112242        | 19635         | 23,0       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 10159         | 2981          | 133875        | 41476         | 23,0       | 0,0        |

**Fase n° 11 - [A1-M1]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 408           | 0             | 0             | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 3414          | 0             | 29120         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 5449          | 0             | 44154         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 7411          | 0             | 56035         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 9359          | 0             | 69038         | 0             | 21,0       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 8342          | 1081          | 107630        | 15036         | 23,0       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 9194          | 2015          | 120425        | 28035         | 23,0       | 0,0        |

**Fase n° 1 - [A2-M2]**



| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 276           | 0             | 0             | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 2485          | 718           | 14044         | 3983          | 17,1       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 4301          | 2512          | 23913         | 13940         | 17,1       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 6099          | 4307          | 33859         | 23897         | 17,1       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 7895          | 6101          | 43813         | 33854         | 17,1       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 7644          | 6204          | 67607         | 54965         | 18,8       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 9136          | 7711          | 80947         | 68307         | 18,8       | 0,0        |

**Fase n° 2 - [A2-M2]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 995           | 0             | 0             | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 3373          | 718           | 20532         | 3983          | 17,1       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 5262          | 2512          | 29572         | 13940         | 17,1       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 7080          | 4307          | 39436         | 23897         | 17,1       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 8884          | 6101          | 44467         | 33854         | 17,1       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 8490          | 6204          | 68956         | 54965         | 18,8       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 9928          | 7711          | 82018         | 68307         | 18,8       | 0,0        |

**Fase n° 3 - [A2-M2]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 995           | 0             | 0             | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 3373          | 0             | 20532         | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 5262          | 718           | 29572         | 3983          | 17,1       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 7080          | 2512          | 39436         | 13940         | 17,1       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 8884          | 4307          | 44467         | 23897         | 17,1       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 8490          | 4778          | 68956         | 42327         | 18,8       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 9928          | 6284          | 82018         | 55668         | 18,8       | 0,0        |

**Fase n° 4 - [A2-M2]**

| n° | Y(m) | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|----|------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1  | 0,00 | 995           | 0             | 0             | 0             | 17,1       | 0,0        |

|     |       |      |      |       |       |      |     |
|-----|-------|------|------|-------|-------|------|-----|
| 26  | 2,50  | 3373 | 0    | 20532 | 0     | 17,1 | 0,0 |
| 51  | 5,00  | 5262 | 718  | 29572 | 3983  | 17,1 | 0,0 |
| 76  | 7,50  | 7080 | 2512 | 39436 | 13940 | 17,1 | 0,0 |
| 101 | 10,00 | 8884 | 4307 | 44467 | 23897 | 17,1 | 0,0 |
| 126 | 12,30 | 8490 | 4778 | 68956 | 42327 | 18,8 | 0,0 |
| 151 | 14,80 | 9928 | 6284 | 82018 | 55668 | 18,8 | 0,0 |

**Fase n° 5 - [A2-M2]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 995           | 0             | 0             | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 3373          | 0             | 20532         | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 5262          | 0             | 29572         | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 7080          | 718           | 39436         | 3983          | 17,1       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 8884          | 2512          | 44467         | 13940         | 17,1       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 8490          | 3352          | 68956         | 29688         | 18,8       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 9928          | 4857          | 82018         | 43029         | 18,8       | 0,0        |

**Fase n° 6 - [A2-M2]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 995           | 0             | 0             | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 3373          | 0             | 20532         | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 5262          | 0             | 29572         | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 7080          | 718           | 39436         | 3983          | 17,1       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 8884          | 2512          | 44467         | 13940         | 17,1       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 8490          | 3352          | 68956         | 29688         | 18,8       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 9928          | 4857          | 82018         | 43029         | 18,8       | 0,0        |

**Fase n° 7 - [A2-M2]**

| n° | Y(m) | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|----|------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1  | 0,00 | 995           | 0             | 0             | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 26 | 2,50 | 3373          | 0             | 20532         | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 51 | 5,00 | 5262          | 0             | 29572         | 0             | 17,1       | 0,0        |

|     |       |      |      |       |       |      |     |
|-----|-------|------|------|-------|-------|------|-----|
| 76  | 7,50  | 7080 | 0    | 39436 | 0     | 17,1 | 0,0 |
| 101 | 10,00 | 8884 | 1077 | 44467 | 5974  | 17,1 | 0,0 |
| 126 | 12,30 | 8490 | 2210 | 68956 | 19576 | 18,8 | 0,0 |
| 151 | 14,80 | 9928 | 3716 | 82018 | 32918 | 18,8 | 0,0 |

**Fase n° 8 - [A2-M2]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 995           | 0             | 0             | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 3373          | 0             | 20532         | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 5262          | 0             | 29572         | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 7080          | 0             | 39436         | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 8884          | 1077          | 44467         | 5974          | 17,1       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 8490          | 2210          | 68956         | 19576         | 18,8       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 9928          | 3716          | 82018         | 32918         | 18,8       | 0,0        |

**Fase n° 9 - [A2-M2]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 995           | 0             | 0             | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 3373          | 0             | 20532         | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 5262          | 0             | 29572         | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 7080          | 0             | 39436         | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 8884          | 0             | 44467         | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 8490          | 1354          | 68956         | 11993         | 18,8       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 9928          | 2860          | 82018         | 25334         | 18,8       | 0,0        |

**Fase n° 10 - [A2-M2]**

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 995           | 0             | 0             | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 3373          | 0             | 20532         | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 5262          | 0             | 29572         | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 7080          | 0             | 39436         | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 8884          | 0             | 44467         | 0             | 17,1       | 0,0        |

|     |       |      |      |       |       |      |     |
|-----|-------|------|------|-------|-------|------|-----|
| 126 | 12,30 | 8490 | 1354 | 68956 | 11993 | 18,8 | 0,0 |
| 151 | 14,80 | 9928 | 2860 | 82018 | 25334 | 18,8 | 0,0 |

#### Fase n° 11 - [A2-M2]

| n°  | Y(m)  | $\sigma_{am}$ | $\sigma_{av}$ | $\sigma_{pm}$ | $\sigma_{pv}$ | $\delta_a$ | $\delta_p$ |
|-----|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 1   | 0,00  | 995           | 0             | 0             | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 26  | 2,50  | 3373          | 0             | 20532         | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 51  | 5,00  | 5262          | 0             | 29572         | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 76  | 7,50  | 7080          | 0             | 39436         | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 101 | 10,00 | 8884          | 0             | 44467         | 0             | 17,1       | 0,0        |
| 126 | 12,30 | 8079          | 942           | 65281         | 8342          | 18,8       | 0,0        |
| 151 | 14,80 | 8723          | 1655          | 71326         | 14661         | 18,8       | 0,0        |

## 6 ANALISI DELLA PARATIA

### 6.1 L'analisi è stata eseguita per fasi di scavo

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 200 elementi fuori terra e 140 elementi al di sotto della linea di fondo scavo.

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

|                                   |       |     |
|-----------------------------------|-------|-----|
| Altezza fuori terra della paratia | 10,00 | [m] |
| Profondità di infissione          | 7,00  | [m] |
| Altezza totale della paratia      | 17,00 | [m] |

### 6.2 Forze agenti sulla paratia

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

#### Simbologia adottata

n°      Indice della Combinazione/Fase

Tipo Tipo della Combinazione/Fase

Pa Spinta attiva, espressa in [kg]

Is Incremento sismico della spinta, espressa in [kg]

Pw Spinta della falda, espressa in [kg]

Pp Resistenza passiva, espressa in [kg]

Pc Controspinta, espressa in [kg]

| n° | Tipo    | Pa    | Y <sub>Pa</sub> | Is | Y <sub>Is</sub> | Pw | Y <sub>Pw</sub> | Pp     | Y <sub>Pp</sub> | Pc   | Y <sub>Pc</sub> |
|----|---------|-------|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|--------|-----------------|------|-----------------|
| 1  | [ESE]   | 1433  | 1,03            | -- | --              | 0  | 0,00            | -2224  | 2,82            | 791  | 6,07            |
| 2  | [ESE]   | 10735 | 1,06            | -- | --              | 0  | 0,00            | -939   | 3,73            | 2044 | 1,95            |
| 3  | [ESE]   | 15867 | 2,04            | -- | --              | 0  | 0,00            | -4740  | 6,15            | 872  | 10,04           |
| 4  | [ESE]   | 26794 | 2,51            | -- | --              | 0  | 0,00            | -3219  | 6,38            | 3366 | 5,29            |
| 5  | [ESE]   | 33152 | 3,37            | -- | --              | 0  | 0,00            | -7376  | 9,12            | 1832 | 12,46           |
| 6  | [ESE]   | 51598 | 4,24            | -- | --              | 0  | 0,00            | -6344  | 9,35            | 6486 | 8,25            |
| 7  | [ESE]   | 58822 | 4,78            | -- | --              | 0  | 0,00            | -9486  | 11,31           | 3201 | 13,76           |
| 8  | [ESE]   | 76739 | 5,51            | -- | --              | 0  | 0,00            | -8687  | 11,40           | 7756 | 10,63           |
| 9  | [ESE]   | 83255 | 5,87            | -- | --              | 0  | 0,00            | -9665  | 12,18           | 2674 | 14,72           |
| 10 | [ESE]   | 68867 | 6,02            | -- | --              | 0  | 0,00            | -9955  | 12,19           | 2856 | 14,73           |
| 11 | [ESE]   | 68352 | 6,00            | -- | --              | 0  | 0,00            | -8981  | 12,49           | 2649 | 15,11           |
| 1  | [A1-M1] | 1863  | 1,03            | -- | --              | 0  | 0,00            | -2890  | 2,82            | 1028 | 6,07            |
| 2  | [A1-M1] | 11080 | 1,03            | -- | --              | 0  | 0,00            | -1237  | 3,18            | 1996 | 2,21            |
| 3  | [A1-M1] | 16924 | 2,18            | -- | --              | 0  | 0,00            | -5916  | 6,09            | 1145 | 9,93            |
| 4  | [A1-M1] | 27779 | 2,57            | -- | --              | 0  | 0,00            | -4168  | 6,27            | 3483 | 5,61            |
| 5  | [A1-M1] | 35820 | 3,59            | -- | --              | 0  | 0,00            | -9965  | 9,10            | 2589 | 12,40           |
| 6  | [A1-M1] | 54183 | 4,33            | -- | --              | 0  | 0,00            | -8663  | 9,27            | 7058 | 8,65            |
| 7  | [A1-M1] | 62593 | 4,94            | -- | --              | 0  | 0,00            | -13020 | 11,30           | 4607 | 13,74           |
| 8  | [A1-M1] | 80449 | 5,60            | -- | --              | 0  | 0,00            | -12040 | 11,38           | 9050 | 11,10           |
| 9  | [A1-M1] | 87918 | 6,00            | -- | --              | 0  | 0,00            | -13483 | 12,20           | 4051 | 14,71           |
| 10 | [A1-M1] | 60715 | 6,45            | -- | --              | 0  | 0,00            | -14586 | 12,24           | 4599 | 14,75           |
| 11 | [A1-M1] | 60754 | 6,44            | -- | --              | 0  | 0,00            | -13711 | 12,45           | 4378 | 15,03           |
| 1  | [A2-M2] | 1998  | 1,06            | -- | --              | 0  | 0,00            | -3353  | 3,22            | 1355 | 6,41            |
| 2  | [A2-M2] | 11831 | 1,18            | -- | --              | 0  | 0,00            | -2927  | 3,54            | 2935 | 2,79            |
| 3  | [A2-M2] | 17387 | 2,41            | -- | --              | 0  | 0,00            | -6963  | 6,94            | 1745 | 10,62           |

|    |         |       |      |    |    |   |      |        |       |       |       |
|----|---------|-------|------|----|----|---|------|--------|-------|-------|-------|
| 4  | [A2-M2] | 28885 | 2,77 | -- | -- | 0 | 0,00 | -6554  | 7,06  | 4784  | 6,49  |
| 5  | [A2-M2] | 37275 | 3,86 | -- | -- | 0 | 0,00 | -13088 | 10,42 | 4995  | 13,23 |
| 6  | [A2-M2] | 56456 | 4,55 | -- | -- | 0 | 0,00 | -13576 | 10,49 | 10445 | 10,04 |
| 7  | [A2-M2] | 65389 | 5,18 | -- | -- | 0 | 0,00 | -17139 | 12,11 | 6753  | 14,59 |
| 8  | [A2-M2] | 83907 | 5,80 | -- | -- | 0 | 0,00 | -17656 | 12,14 | 12051 | 12,11 |
| 9  | [A2-M2] | 88817 | 6,06 | -- | -- | 0 | 0,00 | -15184 | 13,17 | 5648  | 15,73 |
| 10 | [A2-M2] | 57052 | 6,77 | -- | -- | 0 | 0,00 | -16815 | 13,26 | 6512  | 15,83 |
| 11 | [A2-M2] | 58565 | 6,77 | -- | -- | 0 | 0,00 | -15363 | 14,44 | 7275  | 16,65 |

*Simbologia adottata*

n° Indice della Combinazione/Fase

Tipo Tipo della Combinazione/Fase

Rc Risultante carichi esterni applicati, espressa in [kg]

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

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

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

| n° | Tipo    | Rc | Y <sub>Rc</sub> | Rt    | Y <sub>Rt</sub> | Rv | Y <sub>Rv</sub> | Rp | Y <sub>Rp</sub> |
|----|---------|----|-----------------|-------|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|
| 1  | [ESE]   | 0  | 0,00            | 0     | 0,00            | -- | --              | -- | --              |
| 2  | [ESE]   | 0  | 0,00            | 11840 | 1,00            | -- | --              | -- | --              |
| 3  | [ESE]   | 0  | 0,00            | 12001 | 1,00            | -- | --              | -- | --              |
| 4  | [ESE]   | 0  | 0,00            | 26941 | 2,40            | -- | --              | -- | --              |
| 5  | [ESE]   | 0  | 0,00            | 27614 | 2,44            | -- | --              | -- | --              |
| 6  | [ESE]   | 0  | 0,00            | 51741 | 4,11            | -- | --              | -- | --              |
| 7  | [ESE]   | 0  | 0,00            | 52547 | 4,15            | -- | --              | -- | --              |
| 8  | [ESE]   | 0  | 0,00            | 75808 | 5,36            | -- | --              | -- | --              |
| 9  | [ESE]   | 0  | 0,00            | 76252 | 5,38            | -- | --              | -- | --              |
| 10 | [ESE]   | 0  | 0,00            | 61784 | 5,43            | -- | --              | -- | --              |
| 11 | [ESE]   | 0  | 0,00            | 61999 | 5,44            | -- | --              | -- | --              |
| 1  | [A1-M1] | 0  | 0,00            | 0     | 0,00            | -- | --              | -- | --              |
| 2  | [A1-M1] | 0  | 0,00            | 11840 | 1,00            | -- | --              | -- | --              |
| 3  | [A1-M1] | 0  | 0,00            | 12155 | 1,00            | -- | --              | -- | --              |
| 4  | [A1-M1] | 0  | 0,00            | 27094 | 2,39            | -- | --              | -- | --              |

|    |         |   |      |       |      |    |    |    |    |
|----|---------|---|------|-------|------|----|----|----|----|
| 5  | [A1-M1] | 0 | 0,00 | 28453 | 2,47 | -- | -- | -- | -- |
| 6  | [A1-M1] | 0 | 0,00 | 52579 | 4,10 | -- | -- | -- | -- |
| 7  | [A1-M1] | 0 | 0,00 | 54198 | 4,17 | -- | -- | -- | -- |
| 8  | [A1-M1] | 0 | 0,00 | 77460 | 5,35 | -- | -- | -- | -- |
| 9  | [A1-M1] | 0 | 0,00 | 78511 | 5,39 | -- | -- | -- | -- |
| 10 | [A1-M1] | 0 | 0,00 | 50698 | 5,54 | -- | -- | -- | -- |
| 11 | [A1-M1] | 0 | 0,00 | 51379 | 5,57 | -- | -- | -- | -- |
| 1  | [A2-M2] | 0 | 0,00 | 0     | 0,00 | -- | -- | -- | -- |
| 2  | [A2-M2] | 0 | 0,00 | 11840 | 1,00 | -- | -- | -- | -- |
| 3  | [A2-M2] | 0 | 0,00 | 12175 | 1,00 | -- | -- | -- | -- |
| 4  | [A2-M2] | 0 | 0,00 | 27117 | 2,39 | -- | -- | -- | -- |
| 5  | [A2-M2] | 0 | 0,00 | 29201 | 2,52 | -- | -- | -- | -- |
| 6  | [A2-M2] | 0 | 0,00 | 53329 | 4,11 | -- | -- | -- | -- |
| 7  | [A2-M2] | 0 | 0,00 | 55050 | 4,18 | -- | -- | -- | -- |
| 8  | [A2-M2] | 0 | 0,00 | 78306 | 5,34 | -- | -- | -- | -- |
| 9  | [A2-M2] | 0 | 0,00 | 79345 | 5,39 | -- | -- | -- | -- |
| 10 | [A2-M2] | 0 | 0,00 | 46837 | 5,70 | -- | -- | -- | -- |
| 11 | [A2-M2] | 0 | 0,00 | 50580 | 5,87 | -- | -- | -- | -- |

*Simbologia adottata*

n° Indice della Combinazione/Fase

Tipo Tipo della Combinazione/Fase

P<sub>NUL</sub> Punto di nullo del diagramma, espresso in [m]

P<sub>INV</sub> Punto di inversione del diagramma, espresso in [m]

C<sub>ROT</sub> Punto Centro di rotazione, espresso in [m]

MP Percentuale molle plasticizzate, espressa in [%]

R/R<sub>MAX</sub> Rapporto tra lo sforzo reale nelle molle e lo sforzo che le molle sarebbero in grado di esplicare, espresso in [%]

Pp Portanza di punta, espressa in [kg]

| n° | Tipo  | P <sub>NUL</sub> | P <sub>INV</sub> | C <sub>ROT</sub> | MP   | R/R <sub>MAX</sub> | Pp    |
|----|-------|------------------|------------------|------------------|------|--------------------|-------|
| 1  | [ESE] | 1,82             | 2,35             | 4,14             | 5.79 | 0,39               | 18023 |
| 2  | [ESE] | 1,97             | 2,85             | 2,30             | 0.00 | 0,39               | 18023 |

|    |         |       |       |       |       |       |       |
|----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 3  | [ESE]   | 4,83  | 5,70  | 7,96  | 13.03 | 0,91  | 18023 |
| 4  | [ESE]   | 4,83  | 5,70  | 5,23  | 0.00  | 1,01  | 18023 |
| 5  | [ESE]   | 7,67  | 8,90  | 11,07 | 22.75 | 1,87  | 18023 |
| 6  | [ESE]   | 7,67  | 8,90  | 8,07  | 0.00  | 2,28  | 18023 |
| 7  | [ESE]   | 9,93  | 11,15 | 12,36 | 30.41 | 2,89  | 18023 |
| 8  | [ESE]   | 9,93  | 11,15 | 10,23 | 0.00  | 3,17  | 18023 |
| 9  | [ESE]   | 11,01 | 12,25 | 13,38 | 31.91 | 3,29  | 18023 |
| 10 | [ESE]   | 11,01 | 12,25 | 13,39 | 32.62 | 3,42  | 18023 |
| 11 | [ESE]   | 11,01 | 12,85 | 13,82 | 41.13 | 3,95  | 18023 |
| 1  | [A1-M1] | 1,82  | 2,35  | 4,14  | 5.79  | 0,39  | 18023 |
| 2  | [A1-M1] | 1,94  | 2,40  | 2,22  | 0.00  | 0,32  | 18023 |
| 3  | [A1-M1] | 4,79  | 5,65  | 7,86  | 12.64 | 0,88  | 18023 |
| 4  | [A1-M1] | 4,79  | 5,65  | 5,13  | 0.00  | 0,91  | 18023 |
| 5  | [A1-M1] | 7,63  | 8,90  | 11,01 | 22.75 | 1,97  | 18023 |
| 6  | [A1-M1] | 7,63  | 8,90  | 7,97  | 0.00  | 2,17  | 18023 |
| 7  | [A1-M1] | 9,89  | 11,15 | 12,34 | 30.99 | 3,10  | 18023 |
| 8  | [A1-M1] | 9,89  | 11,15 | 10,15 | 0.00  | 3,13  | 18023 |
| 9  | [A1-M1] | 11,01 | 12,30 | 13,37 | 33.33 | 3,61  | 18023 |
| 10 | [A1-M1] | 11,01 | 12,35 | 13,41 | 34.04 | 3,99  | 18023 |
| 11 | [A1-M1] | 11,01 | 12,80 | 13,72 | 40.43 | 4,46  | 18023 |
| 1  | [A2-M2] | 2,01  | 2,95  | 4,48  | 9.32  | 0,80  | 8268  |
| 2  | [A2-M2] | 2,26  | 3,00  | 2,46  | 1.29  | 0,96  | 8268  |
| 3  | [A2-M2] | 5,32  | 6,75  | 8,57  | 21.46 | 1,90  | 8268  |
| 4  | [A2-M2] | 5,32  | 6,75  | 5,61  | 0.00  | 2,26  | 8268  |
| 5  | [A2-M2] | 8,35  | 11,05 | 11,83 | 36.97 | 4,87  | 8268  |
| 6  | [A2-M2] | 8,35  | 11,05 | 8,54  | 10.90 | 5,37  | 8268  |
| 7  | [A2-M2] | 10,76 | 12,40 | 13,24 | 46.20 | 7,75  | 8268  |
| 8  | [A2-M2] | 10,76 | 12,45 | 10,85 | 14.62 | 7,36  | 8268  |
| 9  | [A2-M2] | 11,48 | 13,65 | 14,47 | 52.48 | 8,39  | 8268  |
| 10 | [A2-M2] | 11,48 | 13,80 | 14,57 | 54.61 | 9,64  | 8268  |
| 11 | [A2-M2] | 12,00 | 15,40 | 15,98 | 77.30 | 21,37 | 8268  |



## 7 RISULTATI TIRANTI

### 7.1 Caratteristiche dei tiranti utilizzati

#### Simbologia adottata

|            |  |
|------------|--|
| Y          | ordinata della fila rispetto alla testa della paratia espressa in [m]                  |
| nt         | numero di tiranti della fila   |
| N          | sforzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]                                     |
| L          | lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]                               |
| $L_f$      | lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]                        |
| $A_f$      | area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]                                     |
| Rt/ml      | reazione a metro lineare del tirante della fila espresso in [kg]                       |
| $\sigma_f$ | tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cmq]                     |
| u          | spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm] |

4 file di tiranti attivi armati con trefoli

| n° | Y    | nt | $A_f$ | L     | $L_f$ |
|----|------|----|-------|-------|-------|
| 1  | 1,00 | 9  | 4,17  | 21,70 | 8,30  |
| 2  | 3,50 | 10 | 4,17  | 20,30 | 9,90  |
| 3  | 6,00 | 13 | 5,56  | 19,10 | 11,80 |
| 4  | 8,00 | 13 | 5,56  | 16,50 | 11,60 |

**Fase n° 1 - [ESE]** - sono presenti tiranti.

**Fase n° 2 - [ESE]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 1.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u        |
|----|-------|----------|------------|----------|
| 1  | 35000 | 12600,00 | 8393,29    | -0,02374 |

**Fase n° 3 - [ESE]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 1.

| N° | N | Rt/ml | $\sigma_f$ | u |
|----|---|-------|------------|---|
|----|---|-------|------------|---|

| N° | N | Rt/ml | $\sigma_f$ | u |
|----|---|-------|------------|---|
|----|---|-------|------------|---|

|   |       |          |         |         |
|---|-------|----------|---------|---------|
| 1 | 35475 | 12771,04 | 8507,22 | 0,05372 |
|---|-------|----------|---------|---------|

**Fase n° 4 - [ESE]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 2.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u       |
|----|-------|----------|------------|---------|
| 1  | 35195 | 12670,05 | 8439,95    | 0,01575 |
| 2  | 40000 | 16000,00 | 9592,33    | 0,24674 |

**Fase n° 5 - [ESE]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 2.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u        |
|----|-------|----------|------------|----------|
| 1  | 34547 | 12437,02 | 8284,72    | -0,08931 |
| 2  | 42373 | 16949,36 | 10161,49   | 0,54567  |

**Fase n° 6 - [ESE]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 3.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u        |
|----|-------|----------|------------|----------|
| 1  | 34699 | 12491,67 | 8321,12    | -0,05447 |
| 2  | 41424 | 16569,67 | 9933,85    | 0,43638  |
| 3  | 50000 | 26000,00 | 8992,81    | 0,69722  |

**Fase n° 7 - [ESE]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 3.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u        |
|----|-------|----------|------------|----------|
| 1  | 34678 | 12484,22 | 8316,16    | -0,05751 |
| 2  | 41150 | 16459,92 | 9868,06    | 0,40219  |
| 3  | 51876 | 26975,27 | 9330,13    | 0,82245  |

**Fase n° 8 - [ESE]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 4.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u        |
|----|-------|----------|------------|----------|
| 1  | 34675 | 12483,16 | 8315,45    | -0,05006 |
| 2  | 41218 | 16487,18 | 9884,40    | 0,41869  |
| 3  | 49429 | 25703,26 | 8890,17    | 0,66748  |
| 4  | 50000 | 26000,00 | 8992,81    | 0,72037  |

**Fase n° 9 - [ESE]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 4.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u        |
|----|-------|----------|------------|----------|
| 1  | 34684 | 12486,18 | 8317,47    | -0,04855 |
| 2  | 41175 | 16470,05 | 9874,13    | 0,41344  |
| 3  | 49175 | 25570,89 | 8844,39    | 0,65067  |
| 4  | 51189 | 26618,08 | 9206,58    | 0,77328  |

**Fase n° 10 - [ESE]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 4.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u       |
|----|-------|----------|------------|---------|
| 1  | 27203 | 9793,20  | 6523,58    | 0,04199 |
| 2  | 32712 | 13084,99 | 7844,72    | 0,50376 |
| 3  | 39746 | 20667,91 | 7148,56    | 0,78538 |
| 4  | 42698 | 22202,74 | 7679,42    | 0,90355 |

**Fase n° 11 - [ESE]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 4.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u       |
|----|-------|----------|------------|---------|
| 1  | 27206 | 9794,32  | 6524,33    | 0,04257 |
| 2  | 32695 | 13078,08 | 7840,58    | 0,50165 |
| 3  | 39673 | 20629,81 | 7135,38    | 0,78057 |
| 4  | 43223 | 22475,79 | 7773,86    | 0,92693 |

**Fase n° 1 - [A1-M1]** - sono presenti tiranti.

**Fase n° 2 - [A1-M1]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 1.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u       |
|----|-------|----------|------------|---------|
| 1  | 35000 | 12600,00 | 8393,29    | 0,10368 |

**Fase n° 3 - [A1-M1]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 1.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u       |
|----|-------|----------|------------|---------|
| 1  | 35930 | 12934,91 | 8616,38    | 0,25534 |

**Fase n° 4 - [A1-M1]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 2.

| N° | N | Rt/ml | $\sigma_f$ | u |
|----|---|-------|------------|---|
|----|---|-------|------------|---|

|   |       |          |         |         |
|---|-------|----------|---------|---------|
| 1 | 35648 | 12833,15 | 8548,60 | 0,21703 |
| 2 | 40000 | 16000,00 | 9592,33 | 0,41640 |

**Fase n° 5 - [A1-M1]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 2.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u       |
|----|-------|----------|------------|---------|
| 1  | 34763 | 12514,52 | 8336,34    | 0,07360 |
| 2  | 44412 | 17764,69 | 10650,29   | 0,97211 |

**Fase n° 6 - [A1-M1]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 3.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u       |
|----|-------|----------|------------|---------|
| 1  | 34912 | 12568,21 | 8372,11    | 0,10801 |
| 2  | 43463 | 17385,22 | 10422,80   | 0,86289 |
| 3  | 50000 | 26000,00 | 8992,81    | 1,19088 |

**Fase n° 7 - [A1-M1]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 3.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u       |
|----|-------|----------|------------|---------|
| 1  | 34856 | 12548,11 | 8358,72    | 0,09958 |
| 2  | 43085 | 17233,88 | 10332,06   | 0,81596 |
| 3  | 53644 | 27894,70 | 9648,14    | 1,43420 |

**Fase n° 8 - [A1-M1]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 4.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u       |
|----|-------|----------|------------|---------|
| 1  | 34853 | 12547,00 | 8357,98    | 0,10701 |
| 2  | 43153 | 17261,27 | 10348,48   | 0,83250 |
| 3  | 51197 | 26622,54 | 9208,13    | 1,27920 |
| 4  | 50000 | 26000,00 | 8992,81    | 1,29202 |

**Fase n° 9 - [A1-M1]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 4.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u       |
|----|-------|----------|------------|---------|
| 1  | 34864 | 12551,17 | 8360,76    | 0,10923 |
| 2  | 43071 | 17228,35 | 10328,75   | 0,82249 |
| 3  | 50865 | 26449,77 | 9148,37    | 1,25743 |

4            52539            27320,02            9449,37            1,40505

**Fase n° 10 - [A1-M1]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 4.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u       |
|----|-------|----------|------------|---------|
| 1  | 20309 | 7311,33  | 4870,32    | 0,35688 |
| 2  | 26754 | 10701,45 | 6415,74    | 1,08007 |
| 3  | 32293 | 16792,15 | 5808,02    | 1,54627 |
| 4  | 36821 | 19146,71 | 6622,41    | 1,72209 |

**Fase n° 11 - [A1-M1]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 4.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u       |
|----|-------|----------|------------|---------|
| 1  | 20309 | 7311,36  | 4870,35    | 0,35714 |
| 2  | 26723 | 10689,01 | 6408,28    | 1,07639 |
| 3  | 32367 | 16831,07 | 5821,48    | 1,55150 |
| 4  | 38163 | 19844,65 | 6863,81    | 1,78190 |

**Fase n° 1 - [A2-M2]** - sono presenti tiranti.

**Fase n° 2 - [A2-M2]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 1.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u       |
|----|-------|----------|------------|---------|
| 1  | 35000 | 12600,00 | 8393,29    | 0,32560 |

**Fase n° 3 - [A2-M2]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 1.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u       |
|----|-------|----------|------------|---------|
| 1  | 35989 | 12956,14 | 8630,52    | 0,48688 |

**Fase n° 4 - [A2-M2]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 2.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u       |
|----|-------|----------|------------|---------|
| 1  | 35715 | 12857,22 | 8564,63    | 0,44985 |
| 2  | 40000 | 16000,00 | 9592,33    | 0,93249 |

**Fase n° 5 - [A2-M2]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 2.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u       |
|----|-------|----------|------------|---------|
| 1  | 33668 | 12120,39 | 8073,80    | 0,11762 |
| 2  | 47387 | 18954,66 | 11363,70   | 1,86282 |

**Fase n° 6 - [A2-M2]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 3.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u       |
|----|-------|----------|------------|---------|
| 1  | 33835 | 12180,62 | 8113,92    | 0,15499 |
| 2  | 46428 | 18571,31 | 11133,88   | 1,75238 |
| 3  | 50000 | 26000,00 | 8992,81    | 2,63988 |

**Fase n° 7 - [A2-M2]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 3.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u       |
|----|-------|----------|------------|---------|
| 1  | 33793 | 12165,32 | 8103,73    | 0,14877 |
| 2  | 45885 | 18353,97 | 11003,58   | 1,68473 |
| 3  | 53968 | 28063,26 | 9706,44    | 2,90482 |

**Fase n° 8 - [A2-M2]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 4.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u       |
|----|-------|----------|------------|---------|
| 1  | 33792 | 12165,10 | 8103,58    | 0,15660 |
| 2  | 45951 | 18380,42 | 11019,44   | 1,70097 |
| 3  | 51512 | 26786,20 | 9264,73    | 2,74920 |
| 4  | 50000 | 26000,00 | 8992,81    | 2,93721 |

**Fase n° 9 - [A2-M2]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 4.

| N° | N     | Rt/ml    | $\sigma_f$ | u       |
|----|-------|----------|------------|---------|
| 1  | 33814 | 12172,90 | 8108,78    | 0,16045 |
| 2  | 45849 | 18339,71 | 10995,03   | 1,68850 |
| 3  | 50897 | 26466,48 | 9154,15    | 2,70859 |
| 4  | 52804 | 27458,00 | 9497,09    | 3,06202 |

**Fase n° 10 - [A2-M2]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 4.

| N° | N | Rt/ml | $\sigma_f$ | u |
|----|---|-------|------------|---|
|----|---|-------|------------|---|

|   |       |          |         |         |
|---|-------|----------|---------|---------|
| 1 | 15709 | 5655,08  | 3767,04 | 1,14280 |
| 2 | 25071 | 10028,38 | 6012,22 | 2,54386 |
| 3 | 28667 | 14906,98 | 5155,98 | 3,52027 |
| 4 | 37024 | 19252,26 | 6658,92 | 3,88680 |

**Fase n° 11 - [A2-M2]** - numero di tiranti presenti nella fase sono 4.

| <b>N°</b> | <b>N</b> | <b>Rt/ml</b> | <b><math>\sigma_f</math></b> | <b>u</b> |
|-----------|----------|--------------|------------------------------|----------|
| 1         | 15731    | 5663,08      | 3772,37                      | 1,14771  |
| 2         | 24899    | 9959,51      | 5970,93                      | 2,52350  |
| 3         | 29007    | 15083,70     | 5217,11                      | 3,54420  |
| 4         | 44462    | 23120,16     | 7996,74                      | 4,21823  |

**7.2 Pressioni orizzontali agenti sulla paratia***Simbologia adottata*

N° numero d'ordine della sezione

Y ordinata della sezione espressa in [m]

P pressione sulla paratia espressa in [kg/mq] positiva da monte verso valle

**Fase n° 1 - [ESE]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 1147,30  |
| 26        | 2,75     | -1498,09 |
| 51        | 4,00     | -79,43   |
| 76        | 5,25     | 283,82   |
| 101       | 6,50     | 217,17   |
| 126       | 7,75     | 88,31    |
| 151       | 9,00     | 13,87    |
| 176       | 10,25    | -7,73    |
| 201       | 11,50    | -19,52   |
| 226       | 12,75    | -3,92    |
| 251       | 14,00    | 1,09     |
| 276       | 15,25    | 0,94     |
| 301       | 16,50    | 0,06     |

**Fase n° 2 - [ESE]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 7044,14  |
| 26        | 2,75     | -402,45  |



|     |       |         |
|-----|-------|---------|
| 51  | 4,00  | -289,68 |
| 76  | 5,25  | -112,10 |
| 101 | 6,50  | -13,02  |
| 126 | 7,75  | 16,22   |
| 151 | 9,00  | 14,16   |
| 176 | 10,25 | 5,96    |
| 201 | 11,50 | 3,02    |
| 226 | 12,75 | -1,58   |
| 251 | 14,00 | -1,01   |
| 276 | 15,25 | -0,19   |
| 301 | 16,50 | 0,17    |

**Fase n° 3 - [ESE]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 5179,19  |
| 51        | 2,45     | 2577,54  |
| 76        | 3,70     | 3333,03  |
| 76        | 5,25     | -1764,87 |
| 101       | 6,50     | -1716,25 |
| 126       | 7,75     | -134,43  |
| 151       | 9,00     | 282,96   |
| 176       | 10,25    | 205,14   |
| 201       | 11,50    | 202,72   |
| 226       | 12,75    | -16,70   |
| 251       | 14,00    | -33,34   |
| 276       | 15,25    | -10,91   |
| 301       | 16,50    | 4,08     |

**Fase n° 4 - [ESE]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 6113,24  |
| 51        | 2,45     | 5710,80  |
| 76        | 3,70     | 7255,74  |
| 76        | 5,25     | -124,42  |
| 101       | 6,50     | -1384,82 |
| 126       | 7,75     | -272,81  |
| 151       | 9,00     | 113,82   |
| 176       | 10,25    | 123,50   |
| 201       | 11,50    | 149,45   |
| 226       | 12,75    | 0,42     |
| 251       | 14,00    | -19,70   |
| 276       | 15,25    | -7,79    |
| 301       | 16,50    | 1,95     |

**Fase n° 5 - [ESE]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 7405,57  |
| 51        | 2,45     | 4671,49  |
| 76        | 3,70     | 3333,03  |
| 101       | 4,95     | 4055,59  |
| 126       | 6,20     | 4765,44  |
| 151       | 7,45     | 915,88   |
| 126       | 7,75     | -353,63  |

|     |       |          |
|-----|-------|----------|
| 151 | 9,00  | -4744,50 |
| 176 | 10,25 | -968,95  |
| 201 | 11,50 | 694,54   |
| 226 | 12,75 | 710,33   |
| 251 | 14,00 | 180,15   |
| 276 | 15,25 | -22,18   |
| 301 | 16,50 | -49,36   |

**Fase n° 6 - [ESE]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 6953,52  |
| 51        | 2,45     | 4949,60  |
| 76        | 3,70     | 5354,51  |
| 101       | 4,95     | 8917,02  |
| 126       | 6,20     | 10764,58 |
| 151       | 7,45     | 3960,85  |
| 126       | 7,75     | 1990,02  |
| 151       | 9,00     | -4336,34 |
| 176       | 10,25    | -1148,52 |
| 201       | 11,50    | 199,18   |
| 226       | 12,75    | 603,42   |
| 251       | 14,00    | 204,97   |
| 276       | 15,25    | 1,56     |
| 301       | 16,50    | -47,13   |

**Fase n° 7 - [ESE]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 7043,52  |
| 51        | 2,45     | 5316,85  |
| 76        | 3,70     | 5869,30  |
| 101       | 4,95     | 8869,51  |
| 126       | 6,20     | 8319,15  |
| 151       | 7,45     | 5469,51  |
| 176       | 8,70     | 5212,02  |
| 176       | 10,25    | -1350,27 |
| 201       | 11,50    | -6384,33 |
| 226       | 12,75    | 1120,31  |
| 251       | 14,00    | 1278,02  |
| 276       | 15,25    | 355,41   |
| 301       | 16,50    | -177,38  |

**Fase n° 8 - [ESE]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 6903,12  |
| 51        | 2,45     | 5030,41  |
| 76        | 3,70     | 5665,82  |
| 101       | 4,95     | 9483,96  |
| 126       | 6,20     | 11106,41 |
| 151       | 7,45     | 11089,76 |
| 176       | 8,70     | 10058,35 |
| 176       | 10,25    | -89,50   |

|     |       |          |
|-----|-------|----------|
| 201 | 11,50 | -6285,84 |
| 226 | 12,75 | 579,14   |
| 251 | 14,00 | 1057,37  |
| 276 | 15,25 | 339,55   |
| 301 | 16,50 | -131,43  |

**Fase n° 9 - [ESE]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 6884,12  |
| 51        | 2,45     | 5047,05  |
| 76        | 3,70     | 5761,51  |
| 101       | 4,95     | 9699,41  |
| 126       | 6,20     | 11345,07 |
| 151       | 7,45     | 10843,22 |
| 176       | 8,70     | 9116,64  |
| 201       | 9,95     | 6870,25  |
| 201       | 11,50    | -3776,20 |
| 226       | 12,75    | -3478,34 |
| 251       | 14,00    | 1240,87  |
| 276       | 15,25    | 942,52   |
| 301       | 16,50    | 29,07    |

**Fase n° 10 - [ESE]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 5555,24  |
| 51        | 2,45     | 3844,45  |

|     |       |          |
|-----|-------|----------|
| 76  | 3,70  | 4368,23  |
| 101 | 4,95  | 8035,17  |
| 126 | 6,20  | 9277,95  |
| 151 | 7,45  | 8784,77  |
| 176 | 8,70  | 7443,99  |
| 201 | 9,95  | 6870,25  |
| 201 | 11,50 | -3776,20 |
| 226 | 12,75 | -3744,07 |
| 251 | 14,00 | 1322,60  |
| 276 | 15,25 | 1009,39  |
| 301 | 16,50 | 32,60    |

**Fase n° 11 - [ESE]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 5548,40  |
| 51        | 2,45     | 3853,06  |
| 76        | 3,70     | 4405,71  |
| 101       | 4,95     | 8109,57  |
| 126       | 6,20     | 9340,76  |
| 151       | 7,45     | 8640,84  |
| 176       | 8,70     | 6699,51  |
| 201       | 9,95     | 6870,25  |
| 201       | 11,50    | -2124,44 |
| 226       | 12,75    | -5870,86 |
| 251       | 14,00    | 558,83   |
| 276       | 15,25    | 1239,24  |
| 301       | 16,50    | 287,61   |

**Fase n° 1 - [A1-M1]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 1491,49  |
| 26        | 2,75     | -1946,95 |
| 51        | 4,00     | -103,20  |
| 76        | 5,25     | 368,89   |
| 101       | 6,50     | 282,25   |
| 126       | 7,75     | 114,77   |
| 151       | 9,00     | 18,03    |
| 176       | 10,25    | -10,04   |
| 201       | 11,50    | -25,38   |
| 226       | 12,75    | -5,09    |
| 251       | 14,00    | 1,42     |
| 276       | 15,25    | 1,22     |
| 301       | 16,50    | 0,08     |

**Fase n° 2 - [A1-M1]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 7199,75  |
| 26        | 2,75     | -822,75  |
| 51        | 4,00     | -265,83  |
| 76        | 5,25     | -0,09    |
| 101       | 6,50     | 60,18    |
| 126       | 7,75     | 42,29    |
| 151       | 9,00     | 16,26    |

|     |       |       |
|-----|-------|-------|
| 176 | 10,25 | 2,41  |
| 201 | 11,50 | -3,88 |
| 226 | 12,75 | -2,59 |
| 251 | 14,00 | -0,48 |
| 276 | 15,25 | 0,15  |
| 301 | 16,50 | 0,16  |

**Fase n° 3 - [A1-M1]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 4002,81  |
| 51        | 2,45     | 3146,97  |
| 76        | 3,70     | 4116,83  |
| 76        | 5,25     | -2517,56 |
| 101       | 6,50     | -2006,67 |
| 126       | 7,75     | -84,89   |
| 151       | 9,00     | 381,20   |
| 176       | 10,25    | 258,34   |
| 201       | 11,50    | 243,23   |
| 226       | 12,75    | -25,64   |
| 251       | 14,00    | -42,15   |
| 276       | 15,25    | -13,20   |
| 301       | 16,50    | 5,35     |

**Fase n° 4 - [A1-M1]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 4941,84  |



|     |       |          |
|-----|-------|----------|
| 51  | 2,45  | 6288,59  |
| 76  | 3,70  | 8059,18  |
| 76  | 5,25  | -849,99  |
| 101 | 6,50  | -1660,31 |
| 126 | 7,75  | -218,93  |
| 151 | 9,00  | 211,82   |
| 176 | 10,25 | 175,73   |
| 201 | 11,50 | 188,47   |
| 226 | 12,75 | -8,64    |
| 251 | 14,00 | -28,36   |
| 276 | 15,25 | -10,01   |
| 301 | 16,50 | 3,22     |

**Fase n° 5 - [A1-M1]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 6532,53  |
| 51        | 2,45     | 3541,65  |
| 76        | 3,70     | 4116,83  |
| 101       | 4,95     | 5050,02  |
| 126       | 6,20     | 5969,43  |
| 151       | 7,45     | 962,98   |
| 126       | 7,75     | -687,74  |
| 151       | 9,00     | -6393,95 |
| 176       | 10,25    | -1237,59 |
| 201       | 11,50    | 1049,04  |
| 226       | 12,75    | 969,16   |
| 251       | 14,00    | 232,31   |

|     |       |        |
|-----|-------|--------|
| 276 | 15,25 | -35,56 |
| 301 | 16,50 | -65,99 |

**Fase n° 6 - [A1-M1]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 6085,62  |
| 51        | 2,45     | 3819,43  |
| 76        | 3,70     | 6137,51  |
| 101       | 4,95     | 9915,73  |
| 126       | 6,20     | 11984,71 |
| 151       | 7,45     | 4037,76  |
| 126       | 7,75     | 1686,65  |
| 151       | 9,00     | -5965,36 |
| 176       | 10,25    | -1409,91 |
| 201       | 11,50    | 555,76   |
| 226       | 12,75    | 859,73   |
| 251       | 14,00    | 255,89   |
| 276       | 15,25    | -11,98   |
| 301       | 16,50    | -63,53   |

**Fase n° 7 - [A1-M1]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 6278,32  |
| 51        | 2,45     | 4402,88  |
| 76        | 3,70     | 6811,22  |
| 101       | 4,95     | 9409,83  |

|     |       |          |
|-----|-------|----------|
| 126 | 6,20  | 7410,47  |
| 151 | 7,45  | 6882,69  |
| 176 | 8,70  | 6546,67  |
| 176 | 10,25 | -1985,32 |
| 201 | 11,50 | -8824,54 |
| 226 | 12,75 | 1671,21  |
| 251 | 14,00 | 1813,56  |
| 276 | 15,25 | 493,69   |
| 301 | 16,50 | -255,30  |

**Fase n° 8 - [A1-M1]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 6138,16  |
| 51        | 2,45     | 4116,19  |
| 76        | 3,70     | 6607,07  |
| 101       | 4,95     | 10023,55 |
| 126       | 6,20     | 10198,40 |
| 151       | 7,45     | 12508,13 |
| 176       | 8,70     | 11406,62 |
| 176       | 10,25    | -705,93  |
| 201       | 11,50    | -8700,03 |
| 226       | 12,75    | 1131,45  |
| 251       | 14,00    | 1590,00  |
| 276       | 15,25    | 476,50   |
| 301       | 16,50    | -209,12  |

**Fase n° 9 - [A1-M1]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 6112,38  |
| 51        | 2,45     | 4159,43  |
| 76        | 3,70     | 6784,82  |
| 101       | 4,95     | 10371,07 |
| 126       | 6,20     | 10478,27 |
| 151       | 7,45     | 11792,96 |
| 176       | 8,70     | 9106,37  |
| 201       | 9,95     | 8701,51  |
| 201       | 11,50    | -5099,40 |
| 226       | 12,75    | -5141,40 |
| 251       | 14,00    | 1891,60  |
| 276       | 15,25    | 1415,72  |
| 301       | 16,50    | 37,21    |

**Fase n° 10 - [A1-M1]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 2353,17  |
| 51        | 2,45     | 3146,97  |
| 76        | 3,70     | 4116,83  |
| 101       | 4,95     | 6564,68  |
| 126       | 6,20     | 6042,97  |
| 151       | 7,45     | 7064,99  |
| 176       | 8,70     | 7792,92  |
| 201       | 9,95     | 8701,51  |

|     |       |          |
|-----|-------|----------|
| 201 | 11,50 | -5099,40 |
| 226 | 12,75 | -6335,91 |
| 251 | 14,00 | 2099,83  |
| 276 | 15,25 | 1653,81  |
| 301 | 16,50 | 69,02    |

**Fase n° 11 - [A1-M1]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 2353,77  |
| 51        | 2,45     | 3177,12  |
| 76        | 3,70     | 4176,03  |
| 101       | 4,95     | 6610,46  |
| 126       | 6,20     | 5969,43  |
| 151       | 7,45     | 6882,69  |
| 176       | 8,70     | 7792,92  |
| 201       | 9,95     | 8701,51  |
| 201       | 11,50    | -3447,69 |
| 226       | 12,75    | -9556,75 |
| 251       | 14,00    | 1277,94  |
| 276       | 15,25    | 1946,04  |
| 301       | 16,50    | 358,56   |

**Fase n° 1 - [A2-M2]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 1422,12  |
| 26        | 2,75     | -2427,25 |

|     |       |         |
|-----|-------|---------|
| 51  | 4,00  | -570,16 |
| 76  | 5,25  | 429,05  |
| 101 | 6,50  | 430,29  |
| 126 | 7,75  | 205,14  |
| 151 | 9,00  | 48,50   |
| 176 | 10,25 | -7,60   |
| 201 | 11,50 | -36,09  |
| 226 | 12,75 | -10,31  |
| 251 | 14,00 | 0,84    |
| 276 | 15,25 | 1,68    |
| 301 | 16,50 | 0,37    |

**Fase n° 2 - [A2-M2]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 7859,76  |
| 26        | 2,75     | -1539,67 |
| 51        | 4,00     | -976,10  |
| 76        | 5,25     | -57,08   |
| 101       | 6,50     | 181,16   |
| 126       | 7,75     | 140,15   |
| 151       | 9,00     | 57,89    |
| 176       | 10,25    | 10,55    |
| 201       | 11,50    | -10,57   |
| 226       | 12,75    | -8,89    |
| 251       | 14,00    | -2,00    |
| 276       | 15,25    | 0,38     |
| 301       | 16,50    | 0,59     |

**Fase n° 3 - [A2-M2]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 3962,76  |
| 51        | 2,45     | 3186,12  |
| 76        | 3,70     | 4108,08  |
| 101       | 4,95     | 1211,22  |
| 101       | 6,50     | -3881,08 |
| 126       | 7,75     | -1400,59 |
| 151       | 9,00     | 340,74   |
| 176       | 10,25    | 479,14   |
| 201       | 11,50    | 628,66   |
| 226       | 12,75    | 20,32    |
| 251       | 14,00    | -75,74   |
| 276       | 15,25    | -32,41   |
| 301       | 16,50    | 6,69     |

**Fase n° 4 - [A2-M2]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 4882,01  |
| 51        | 2,45     | 6277,05  |
| 76        | 3,70     | 7909,49  |
| 101       | 4,95     | 3093,90  |
| 101       | 6,50     | -3682,62 |
| 126       | 7,75     | -1585,03 |
| 151       | 9,00     | 168,68   |

|     |       |        |
|-----|-------|--------|
| 176 | 10,25 | 404,28 |
| 201 | 11,50 | 588,03 |
| 226 | 12,75 | 39,16  |
| 251 | 14,00 | -63,12 |
| 276 | 15,25 | -29,92 |
| 301 | 16,50 | 4,59   |

**Fase n° 5 - [A2-M2]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 8661,75  |
| 51        | 2,45     | 3186,12  |
| 76        | 3,70     | 4108,08  |
| 101       | 4,95     | 4994,90  |
| 126       | 6,20     | 5867,65  |
| 151       | 7,45     | 2950,18  |
| 151       | 9,00     | -2153,52 |
| 176       | 10,25    | -6271,32 |
| 201       | 11,50    | -2634,91 |
| 226       | 12,75    | 2489,67  |
| 251       | 14,00    | 1305,00  |
| 276       | 15,25    | 186,84   |
| 301       | 16,50    | -240,45  |

**Fase n° 6 - [A2-M2]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 8179,90  |



|     |       |          |
|-----|-------|----------|
| 51  | 2,45  | 3471,51  |
| 76  | 3,70  | 6146,46  |
| 101 | 4,95  | 9846,92  |
| 126 | 6,20  | 11772,56 |
| 151 | 7,45  | 5762,02  |
| 151 | 9,00  | -1994,11 |
| 176 | 10,25 | -6271,32 |
| 201 | 11,50 | -3250,97 |
| 226 | 12,75 | 2400,55  |
| 251 | 14,00 | 1352,68  |
| 276 | 15,25 | 217,23   |
| 301 | 16,50 | -241,30  |

**Fase n° 7 - [A2-M2]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 8364,28  |
| 51        | 2,45     | 4215,23  |
| 76        | 3,70     | 7157,28  |
| 101       | 4,95     | 9646,69  |
| 126       | 6,20     | 6641,81  |
| 151       | 7,45     | 6733,86  |
| 176       | 8,70     | 6800,17  |
| 201       | 9,95     | 2682,67  |
| 201       | 11,50    | -7701,93 |
| 226       | 12,75    | -6048,39 |
| 251       | 14,00    | 3343,13  |
| 276       | 15,25    | 2104,54  |

301 16,50 -68,17

**Fase n° 8 - [A2-M2]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 8219,15  |
| 51        | 2,45     | 3929,10  |
| 76        | 3,70     | 6958,42  |
| 101       | 4,95     | 10270,35 |
| 126       | 6,20     | 9437,99  |
| 151       | 7,45     | 12341,30 |
| 176       | 8,70     | 11565,66 |
| 201       | 9,95     | 4295,91  |
| 201       | 11,50    | -7701,93 |
| 226       | 12,75    | -6901,89 |
| 251       | 14,00    | 3078,51  |
| 276       | 15,25    | 2112,28  |
| 301       | 16,50    | -4,04    |

**Fase n° 9 - [A2-M2]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 8170,48  |
| 51        | 2,45     | 3967,34  |
| 76        | 3,70     | 7186,23  |
| 101       | 4,95     | 10786,45 |
| 126       | 6,20     | 10016,54 |
| 151       | 7,45     | 11772,43 |

|     |       |          |
|-----|-------|----------|
| 176 | 8,70  | 7844,74  |
| 201 | 9,95  | 8457,76  |
| 226 | 11,20 | 1313,51  |
| 201 | 11,50 | -118,54  |
| 226 | 12,75 | -6107,96 |
| 251 | 14,00 | -5067,70 |
| 276 | 15,25 | 2870,62  |
| 301 | 16,50 | 2145,38  |

**Fase n° 10 - [A2-M2]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 2156,26  |
| 51        | 2,45     | 3186,12  |
| 76        | 3,70     | 4108,08  |
| 101       | 4,95     | 4994,90  |
| 126       | 6,20     | 5867,65  |
| 151       | 7,45     | 6733,86  |
| 176       | 8,70     | 7596,73  |
| 201       | 9,95     | 8457,76  |
| 226       | 11,20    | 1313,51  |
| 201       | 11,50    | -118,54  |
| 226       | 12,75    | -6107,96 |
| 251       | 14,00    | -7647,36 |
| 276       | 15,25    | 3137,86  |
| 301       | 16,50    | 2835,17  |

**Fase n° 11 - [A2-M2]**

| <b>N°</b> | <b>Y</b> | <b>P</b> |
|-----------|----------|----------|
| 1         | 0,00     | 0,00     |
| 26        | 1,20     | 2156,26  |
| 51        | 2,45     | 3336,03  |
| 76        | 3,70     | 4439,21  |
| 101       | 4,95     | 5281,05  |
| 126       | 6,20     | 5867,65  |
| 151       | 7,45     | 6733,86  |
| 176       | 8,70     | 7596,73  |
| 201       | 9,95     | 8457,76  |
| 226       | 11,20    | 1815,30  |
| 226       | 12,75    | -1717,71 |
| 251       | 14,00    | -4595,86 |
| 276       | 15,25    | -7418,39 |
| 301       | 16,50    | 7450,28  |

### 7.3 Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia

#### Simbologia adottata

|      |   |
|------|---|
| n°   | Indice della combinazione/fase  |
| Tipo | Tipo della combinazione/fase  |
| Y    | ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]                  |
| M    | momento flettente massimo e minimo espresso in [kgm]                        |
| N    | sforzo normale massimo e minimo espresso in [kg] (positivo di compressione) |
| T    | taglio massimo e minimo espresso in [kg]                                    |

| n° | Tipo  | M     | Y <sub>M</sub> | T      | Y <sub>T</sub> | N     | Y <sub>N</sub> |     |
|----|-------|-------|----------------|--------|----------------|-------|----------------|-----|
| 1  | [ESE] | 1973  | 2,80           | 1433   | 1,80           | 4588  | 17,00          | MAX |
| -- | --    | -87   | 8,10           | -755   | 4,10           | 0     | 0,00           | MIN |
| 2  | [ESE] | 1735  | 1,00           | 5126   | 1,00           | 8898  | 17,00          | MAX |
| -- | --    | -1300 | 1,90           | -6714  | 1,00           | 0     | 0,00           | MIN |
| 3  | [ESE] | 2096  | 6,65           | 4942   | 1,00           | 8956  | 17,00          | MAX |
| -- | --    | -5394 | 3,25           | -7059  | 1,00           | 0     | 0,00           | MIN |
| 4  | [ESE] | 1617  | 1,00           | 7381   | 3,50           | 14394 | 17,00          | MAX |
| -- | --    | -3005 | 2,40           | -7654  | 3,50           | 0     | 0,00           | MIN |
| 5  | [ESE] | 4344  | 3,50           | 6344   | 3,50           | 14639 | 17,00          | MAX |
| -- | --    | -8059 | 5,95           | -9584  | 3,50           | 0     | 0,00           | MIN |
| 6  | [ESE] | 2866  | 9,85           | 11387  | 6,00           | 23420 | 17,00          | MAX |
| -- | --    | -5357 | 7,10           | -13045 | 6,00           | 0     | 0,00           | MIN |
| 7  | [ESE] | 5766  | 11,40          | 11902  | 6,00           | 23714 | 17,00          | MAX |
| -- | --    | -8048 | 8,15           | -13446 | 6,00           | 0     | 0,00           | MIN |
| 8  | [ESE] | 4360  | 11,55          | 12784  | 6,00           | 32180 | 17,00          | MAX |
| -- | --    | -5949 | 9,10           | -14272 | 8,00           | 0     | 0,00           | MIN |
| 9  | [ESE] | 4878  | 12,40          | 13284  | 6,00           | 32341 | 17,00          | MAX |
| -- | --    | -6754 | 9,65           | -14373 | 8,00           | 0     | 0,00           | MIN |
| 10 | [ESE] | 5211  | 12,45          | 10758  | 6,00           | 27076 | 17,00          | MAX |
| -- | --    | -6673 | 9,65           | -12266 | 8,00           | 0     | 0,00           | MIN |

|    |         |        |       |        |       |       |       |     |
|----|---------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-----|
| 11 | [ESE]   | 4970   | 12,85 | 10935  | 6,00  | 27154 | 17,00 | MAX |
| -- | --      | -7018  | 9,75  | -12448 | 8,00  | 0     | 0,00  | MIN |
| 1  | [A1-M1] | 2564   | 2,80  | 1862   | 1,80  | 4588  | 17,00 | MAX |
| -- | --      | -112   | 8,10  | -981   | 4,10  | 0     | 0,00  | MIN |
| 2  | [A1-M1] | 1970   | 1,00  | 5516   | 1,00  | 8898  | 17,00 | MAX |
| -- | --      | -686   | 1,80  | -6324  | 1,00  | 0     | 0,00  | MIN |
| 3  | [A1-M1] | 2754   | 6,55  | 4939   | 1,00  | 9012  | 17,00 | MAX |
| -- | --      | -6262  | 3,25  | -7216  | 1,00  | 0     | 0,00  | MIN |
| 4  | [A1-M1] | 1765   | 1,00  | 7646   | 3,50  | 14450 | 17,00 | MAX |
| -- | --      | -3713  | 2,45  | -7389  | 3,50  | 0     | 0,00  | MIN |
| 5  | [A1-M1] | 5865   | 9,45  | 7375   | 7,60  | 14944 | 17,00 | MAX |
| -- | --      | -10581 | 5,85  | -11364 | 3,50  | 0     | 0,00  | MIN |
| 6  | [A1-M1] | 4492   | 9,65  | 12017  | 6,00  | 23725 | 17,00 | MAX |
| -- | --      | -6798  | 4,90  | -12415 | 6,00  | 0     | 0,00  | MIN |
| 7  | [A1-M1] | 8297   | 11,35 | 11895  | 6,00  | 24315 | 17,00 | MAX |
| -- | --      | -10543 | 8,10  | -14317 | 6,00  | 0     | 0,00  | MIN |
| 8  | [A1-M1] | 6832   | 11,50 | 12775  | 6,00  | 32781 | 17,00 | MAX |
| -- | --      | -7321  | 8,95  | -13895 | 8,00  | 0     | 0,00  | MIN |
| 9  | [A1-M1] | 7387   | 12,40 | 13609  | 6,00  | 33164 | 17,00 | MAX |
| -- | --      | -8651  | 9,60  | -14849 | 8,00  | 0     | 0,00  | MIN |
| 10 | [A1-M1] | 8405   | 12,45 | 10001  | 11,00 | 23041 | 17,00 | MAX |
| -- | --      | -9288  | 9,55  | -11998 | 8,00  | 0     | 0,00  | MIN |
| 11 | [A1-M1] | 8156   | 12,75 | 9354   | 11,00 | 23289 | 17,00 | MAX |
| -- | --      | -9794  | 9,60  | -12642 | 8,00  | 0     | 0,00  | MIN |
| 1  | [A2-M2] | 3379   | 3,15  | 1997   | 2,00  | 4588  | 17,00 | MAX |
| -- | --      | -149   | 8,45  | -1293  | 4,45  | 0     | 0,00  | MIN |
| 2  | [A2-M2] | 1491   | 1,00  | 4608   | 1,00  | 8898  | 17,00 | MAX |
| -- | --      | -1687  | 1,85  | -7232  | 1,00  | 0     | 0,00  | MIN |
| 3  | [A2-M2] | 4195   | 7,25  | 5217   | 5,30  | 9019  | 17,00 | MAX |
| -- | --      | -8367  | 3,45  | -7975  | 1,00  | 0     | 0,00  | MIN |
| 4  | [A2-M2] | 3505   | 7,40  | 6873   | 3,50  | 14458 | 17,00 | MAX |
| -- | --      | -6003  | 4,45  | -8162  | 3,50  | 0     | 0,00  | MIN |
| 5  | [A2-M2] | 9271   | 10,60 | 8090   | 8,30  | 15216 | 17,00 | MAX |

|    |         |        |       |        |       |       |       |     |
|----|---------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-----|
| -- | --      | -14698 | 6,10  | -12612 | 3,50  | 0     | 0,00  | MIN |
| 6  | [A2-M2] | 8854   | 10,80 | 10630  | 6,00  | 23999 | 17,00 | MAX |
| -- | --      | -12126 | 7,05  | -13802 | 6,00  | 0     | 0,00  | MIN |
| 7  | [A2-M2] | 12277  | 12,25 | 11446  | 6,00  | 24625 | 17,00 | MAX |
| -- | --      | -14620 | 8,25  | -14925 | 6,00  | 0     | 0,00  | MIN |
| 8  | [A2-M2] | 11607  | 12,35 | 12348  | 6,00  | 33089 | 17,00 | MAX |
| -- | --      | -12317 | 9,05  | -14988 | 8,00  | 0     | 0,00  | MIN |
| 9  | [A2-M2] | 10940  | 13,45 | 13542  | 6,00  | 33467 | 17,00 | MAX |
| -- | --      | -12208 | 9,75  | -15177 | 8,00  | 0     | 0,00  | MIN |
| 10 | [A2-M2] | 12620  | 13,55 | 10272  | 11,45 | 21635 | 17,00 | MAX |
| -- | --      | -13447 | 9,65  | -12743 | 8,00  | 0     | 0,00  | MIN |
| 11 | [A2-M2] | 10544  | 14,65 | 8042   | 12,00 | 22998 | 17,00 | MAX |
| -- | --      | -15056 | 10,00 | -15590 | 8,00  | 0     | 0,00  | MIN |

#### 7.4 Spostamenti massimi e minimi della paratia

*Simbologia adottata*

*n° Indice della combinazione/fase*

*Tipo Tipo della combinazione/fase*

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

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

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

| <b>n°</b> | <b>Tipo</b> | <b>U</b> | <b>Y<sub>U</sub></b> | <b>V</b> | <b>Y<sub>V</sub></b> |     |
|-----------|-------------|----------|----------------------|----------|----------------------|-----|
| 1         | [ESE]       | 0,5575   | 0,00                 | 0,0113   | 0,00                 | MAX |
| --        | --          | -0,0191  | 5,45                 | 0,0000   | 0,00                 | MIN |
| 2         | [ESE]       | 0,0268   | 2,85                 | 0,0312   | 0,00                 | MAX |
| --        | --          | -0,0518  | 0,00                 | 0,0000   | 0,00                 | MIN |
| 3         | [ESE]       | 0,5139   | 3,50                 | 0,0315   | 0,00                 | MAX |
| --        | --          | -0,2049  | 0,00                 | 0,0000   | 0,00                 | MIN |
| 4         | [ESE]       | 0,2572   | 4,15                 | 0,0526   | 0,00                 | MAX |
| --        | --          | -0,1246  | 0,00                 | 0,0000   | 0,00                 | MIN |

|    |         |         |      |        |      |     |
|----|---------|---------|------|--------|------|-----|
| 5  | [ESE]   | 1,1077  | 5,90 | 0,0535 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,3244 | 0,00 | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 6  | [ESE]   | 0,7018  | 6,45 | 0,0814 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,2673 | 0,00 | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 7  | [ESE]   | 1,1202  | 7,90 | 0,0823 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,2559 | 0,00 | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 8  | [ESE]   | 0,7249  | 7,40 | 0,1040 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,2578 | 0,00 | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 9  | [ESE]   | 0,8580  | 9,20 | 0,1044 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,2551 | 0,00 | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 10 | [ESE]   | 0,9557  | 9,00 | 0,0864 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,1549 | 0,00 | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 11 | [ESE]   | 1,0239  | 9,25 | 0,0866 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,1537 | 0,00 | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 1  | [A1-M1] | 0,7245  | 0,00 | 0,0113 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,0249 | 5,45 | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 2  | [A1-M1] | 0,1482  | 0,00 | 0,0312 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,0040 | 6,55 | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 3  | [A1-M1] | 0,6881  | 3,30 | 0,0317 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,0254 | 9,10 | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 4  | [A1-M1] | 0,4227  | 3,05 | 0,0529 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,0151 | 9,40 | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 5  | [A1-M1] | 1,6140  | 5,75 | 0,0547 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,2513 | 0,00 | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 6  | [A1-M1] | 1,2136  | 5,40 | 0,0826 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,1952 | 0,00 | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 7  | [A1-M1] | 1,7142  | 7,60 | 0,0844 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,1821 | 0,00 | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 8  | [A1-M1] | 1,3460  | 7,10 | 0,1062 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,1841 | 0,00 | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 9  | [A1-M1] | 1,4314  | 8,70 | 0,1071 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,1794 | 0,00 | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 10 | [A1-M1] | 1,7337  | 8,45 | 0,0724 | 0,00 | MAX |



|    |         |         |       |        |      |     |
|----|---------|---------|-------|--------|------|-----|
| -- | --      | -0,0447 | 14,40 | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 11 | [A1-M1] | 1,8219  | 8,75  | 0,0730 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,0434 | 14,70 | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 1  | [A2-M2] | 1,0876  | 0,00  | 0,0113 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,0327 | 5,80  | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 2  | [A2-M2] | 0,3975  | 0,00  | 0,0312 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,0122 | 6,75  | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 3  | [A2-M2] | 1,1926  | 3,50  | 0,0317 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,0351 | 9,75  | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 4  | [A2-M2] | 0,9369  | 3,80  | 0,0529 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,0281 | 9,95  | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 5  | [A2-M2] | 3,0444  | 6,00  | 0,0557 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,5846 | 0,00  | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 6  | [A2-M2] | 2,6438  | 6,20  | 0,0835 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,5217 | 0,00  | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 7  | [A2-M2] | 3,3559  | 7,70  | 0,0855 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,4982 | 0,00  | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 8  | [A2-M2] | 2,9729  | 7,45  | 0,1072 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,4994 | 0,00  | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 9  | [A2-M2] | 3,0973  | 8,65  | 0,1081 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,4926 | 0,00  | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 10 | [A2-M2] | 3,8978  | 8,35  | 0,0669 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,0620 | 15,50 | 0,0000 | 0,00 | MIN |
| 11 | [A2-M2] | 4,4883  | 9,30  | 0,0705 | 0,00 | MAX |
| -- | --      | -0,1566 | 17,00 | 0,0000 | 0,00 | MIN |

## 7.5 Stabilità globale

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 100

### Simbologia adottata

n° Indice della combinazione/fase

Tipo Tipo della combinazione/fase

(X<sub>C</sub>; Y<sub>C</sub>) Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]

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

(X<sub>V</sub>; Y<sub>V</sub>) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]

(X<sub>M</sub>; Y<sub>M</sub>) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]

FS Coefficiente di sicurezza

| n° | Tipo    | (X <sub>C</sub> , Y <sub>C</sub> ) | R     | (X <sub>V</sub> , Y <sub>V</sub> ) | (X <sub>M</sub> , Y <sub>M</sub> ) | FS    |
|----|---------|------------------------------------|-------|------------------------------------|------------------------------------|-------|
| 1  | [A2-M2] | (0,00; 3,40)                       | 20,40 | (-19,81; -1,47)                    | (20,27; 1,00)                      | 10,29 |
| 2  | [A2-M2] | (-1,70; 0,00)                      | 17,08 | (-18,72; -1,43)                    | (15,36; -0,83)                     | 7,20  |
| 3  | [A2-M2] | (-1,70; 0,00)                      | 17,08 | (-18,32; -3,96)                    | (15,36; -0,83)                     | 3,98  |
| 4  | [A2-M2] | (-1,70; 0,00)                      | 17,08 | (-18,32; -3,96)                    | (15,36; -0,83)                     | 4,08  |
| 5  | [A2-M2] | (-1,70; 0,00)                      | 17,08 | (-17,51; -6,48)                    | (15,36; -0,83)                     | 2,68  |
| 6  | [A2-M2] | (-1,70; 0,00)                      | 17,08 | (-17,51; -6,48)                    | (15,36; -0,83)                     | 2,79  |
| 7  | [A2-M2] | (-3,40; 0,00)                      | 17,34 | (-18,52; -8,49)                    | (13,92; -0,83)                     | 2,11  |
| 8  | [A2-M2] | (-1,70; 0,00)                      | 17,08 | (-16,53; -8,48)                    | (15,36; -0,83)                     | 2,20  |
| 9  | [A2-M2] | (-3,40; 0,00)                      | 17,34 | (-17,57; -9,99)                    | (13,92; -0,83)                     | 1,82  |
| 10 | [A2-M2] | (-3,40; 0,00)                      | 17,34 | (-17,57; -9,99)                    | (13,92; -0,83)                     | 1,74  |
| 11 | [A2-M2] | (-5,10; 0,00)                      | 17,75 | (-19,77; -9,98)                    | (12,63; -0,84)                     | 1,27  |

### Fase n° 11 - [A2-M2]

Numero di strisce 50

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa alla paratia (spigolo contro terra)

Le strisce sono numerate da monte verso valle

N° numero d'ordine della striscia

W peso della striscia espresso in [kg]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in gradi (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/cm<sup>2</sup>]

b larghezza della striscia espressa in [m]

L sviluppo della base della striscia espressa in [m] ( $L=b/\cos\alpha$ )

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

Ctn, Ctt contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espressa in [kg]

## 7.6 Caratteristiche delle strisce

| N° | W       | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | L    | $\phi$ | c     | u     | (Ctn; Ctt) |
|----|---------|--------------------|---------------|------|--------|-------|-------|------------|
| 1  | 486,88  | -54,01             | -393,96       | 1,09 | 22,18  | 0,000 | 0,000 | (0; 0)     |
| 2  | 1454,35 | -50,64             | -1124,43      | 1,01 | 28,35  | 0,000 | 0,025 | (0; 0)     |
| 3  | 2346,43 | -47,49             | -1729,69      | 0,94 | 28,35  | 0,000 | 0,099 | (0; 0)     |
| 4  | 3148,21 | -44,52             | -2207,48      | 0,89 | 28,35  | 0,000 | 0,165 | (0; 0)     |
| 5  | 3872,69 | -41,70             | -2576,18      | 0,85 | 28,35  | 0,000 | 0,225 | (0; 0)     |
| 6  | 4529,99 | -38,99             | -2850,51      | 0,82 | 28,35  | 0,000 | 0,279 | (0; 0)     |
| 7  | 5127,80 | -36,39             | -3042,29      | 0,79 | 28,35  | 0,000 | 0,328 | (0; 0)     |
| 8  | 5672,13 | -33,87             | -3161,29      | 0,77 | 28,35  | 0,000 | 0,373 | (0; 0)     |
| 9  | 6167,75 | -31,43             | -3215,77      | 0,75 | 28,35  | 0,000 | 0,414 | (0; 0)     |
| 10 | 6618,52 | -29,04             | -3212,85      | 0,73 | 28,35  | 0,000 | 0,451 | (0; 0)     |
| 11 | 7027,64 | -26,71             | -3158,80      | 0,71 | 28,35  | 0,000 | 0,485 | (0; 0)     |
| 12 | 7417,64 | -24,43             | -3067,45      | 0,70 | 32,01  | 0,000 | 0,516 | (0; 0)     |
| 13 | 7785,87 | -22,18             | -2939,84      | 0,69 | 32,01  | 0,000 | 0,543 | (0; 0)     |
| 14 | 8115,37 | -19,98             | -2772,52      | 0,68 | 32,01  | 0,000 | 0,568 | (0; 0)     |
| 15 | 8407,82 | -17,80             | -2570,20      | 0,67 | 32,01  | 0,000 | 0,590 | (0; 0)     |
| 16 | 8664,65 | -15,65             | -2337,26      | 0,66 | 32,01  | 0,000 | 0,609 | (0; 0)     |
| 17 | 8887,05 | -13,52             | -2077,80      | 0,66 | 32,01  | 0,000 | 0,625 | (0; 0)     |

|    |          |        |          |      |       |       |       |               |
|----|----------|--------|----------|------|-------|-------|-------|---------------|
| 18 | 9076,01  | -11,41 | -1795,74 | 0,65 | 32,01 | 0,000 | 0,639 | (0; 0)        |
| 19 | 9232,33  | -9,32  | -1494,81 | 0,65 | 32,01 | 0,000 | 0,651 | (0; 0)        |
| 20 | 9356,67  | -7,24  | -1178,62 | 0,64 | 32,01 | 0,000 | 0,660 | (0; 0)        |
| 21 | 9449,52  | -5,16  | -850,66  | 0,64 | 32,01 | 0,000 | 0,667 | (0; 0)        |
| 22 | 9511,27  | -3,10  | -514,34  | 0,64 | 32,01 | 0,000 | 0,672 | (0; 0)        |
| 23 | 9542,16  | -1,04  | -173,02  | 0,64 | 32,01 | 0,000 | 0,674 | (0; 0)        |
| 24 | 9542,29  | 1,02   | 169,97   | 0,64 | 32,01 | 0,000 | 0,674 | (0; 0)        |
| 25 | 9511,69  | 3,08   | 511,31   | 0,64 | 32,01 | 0,000 | 0,672 | (0; 0)        |
| 26 | 9450,21  | 5,15   | 847,69   | 0,64 | 32,01 | 0,000 | 0,667 | (0; 0)        |
| 27 | 9357,63  | 7,22   | 1175,74  | 0,64 | 32,01 | 0,000 | 0,660 | (0; 0)        |
| 28 | 9233,58  | 9,30   | 1492,05  | 0,65 | 32,01 | 0,000 | 0,651 | (0; 0)        |
| 29 | 9077,54  | 11,39  | 1793,13  | 0,65 | 32,01 | 0,000 | 0,640 | (0; 0)        |
| 30 | 8888,88  | 13,50  | 2075,38  | 0,66 | 32,01 | 0,000 | 0,626 | (0; 0)        |
| 31 | 8666,78  | 15,63  | 2335,05  | 0,66 | 32,01 | 0,000 | 0,609 | (0; 0)        |
| 32 | 20840,81 | 17,83  | 6380,03  | 0,70 | 32,01 | 0,000 | 0,589 | (0; 0)        |
| 33 | 21235,35 | 20,10  | 7296,24  | 0,71 | 32,01 | 0,000 | 0,566 | (0; 0)        |
| 34 | 22472,70 | 22,40  | 8563,17  | 0,72 | 32,01 | 0,000 | 0,541 | (0; 0)        |
| 35 | 22494,78 | 24,74  | 9414,23  | 0,73 | 32,01 | 0,000 | 0,512 | (0; 0)        |
| 36 | 22070,65 | 27,13  | 10063,51 | 0,75 | 28,35 | 0,000 | 0,479 | (0; 0)        |
| 37 | 21617,55 | 29,57  | 10666,75 | 0,76 | 28,35 | 0,000 | 0,443 | (0; 0)        |
| 38 | 21116,55 | 32,07  | 11210,65 | 0,78 | 28,35 | 0,000 | 0,404 | (0; 0)        |
| 39 | 20563,72 | 34,64  | 11687,60 | 0,81 | 28,35 | 0,000 | 0,360 | (0; 0)        |
| 40 | 19954,23 | 37,29  | 12088,86 | 0,84 | 28,35 | 0,000 | 0,312 | (0; 0)        |
| 41 | 19282,01 | 40,04  | 12404,17 | 0,87 | 28,35 | 0,000 | 0,258 | (0; 0)        |
| 42 | 18539,32 | 42,90  | 12621,23 | 0,91 | 28,35 | 0,000 | 0,200 | (0; 0)        |
| 43 | 17716,00 | 45,91  | 12724,84 | 0,96 | 28,35 | 0,000 | 0,134 | (0; 0)        |
| 44 | 16798,38 | 49,09  | 12695,64 | 1,01 | 28,35 | 0,000 | 0,062 | (0; 0)        |
| 45 | 15782,53 | 52,49  | 12519,97 | 1,09 | 25,26 | 0,000 | 0,000 | (10598; 3343) |
| 46 | 14668,85 | 56,18  | 12187,24 | 1,19 | 22,18 | 0,000 | 0,000 | (8245; 2028)  |
| 47 | 13378,93 | 60,28  | 11618,56 | 1,34 | 22,18 | 0,000 | 0,000 | (0; 0)        |
| 48 | 11830,79 | 64,98  | 10720,35 | 1,57 | 22,18 | 0,000 | 0,000 | (6649; 584)   |
| 49 | 9838,95  | 70,77  | 9290,21  | 2,02 | 22,18 | 0,000 | 0,000 | (4356; 0)     |
| 50 | 6282,34  | 80,66  | 6198,99  | 4,09 | 22,18 | 0,000 | 0,000 | (0; 0)        |

$$\Sigma W_i = 562111,80 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 162307,07 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 270615,59 \text{ [kg]}$$

## 7.7 Descrizione armatura micropali e caratteristiche sezione

|                                |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
| Diametro del micropalo         | 22,00 cm                |
| Area della sezione trasversale | 380,13 cmq              |
| Diametro esterno del tubolare  | 168,30 mm               |
| Spessore del tubolare          | 10,00 mm                |
| Area della sezione tubolare    | 49,73 cmq               |
| Inerzia della sezione tubolare | 1563,98 cm <sup>4</sup> |

## 7.8 Verifica armatura paratia (Sezioni critiche)

*Simbologia adottata*

n° Indice della combinazione/fase

Tipo Tipo della Combinazione/Fase

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

M momento flettente espresso in [kgm]

N sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)

Mu momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]

Nu sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]

FS fattore di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

T taglio espresso in [kg]

Tr taglio resistente espresso in [kg]

FS<sub>T</sub> fattore di sicurezza a taglio

| n° | Tipo    | Y    | M     | N    | Mu    | Nu    | FS    |
|----|---------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| 1  | [A1-M1] | 2,80 | 903   | 266  | 8447  | 2490  | 9.36  |
| 2  | [A1-M1] | 1,00 | 694   | 95   | 8444  | 1157  | 12.17 |
| 3  | [A1-M1] | 3,25 | -2205 | 1867 | -8458 | 7160  | 3.84  |
| 4  | [A1-M1] | 2,45 | -1307 | 1778 | -8469 | 11518 | 6.48  |

|            |       |       |       |       |       |       |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5 [A1-M1]  | 5,85  | -3726 | 4202  | -8464 | 9547  | 2.27  |
| 6 [A1-M1]  | 4,90  | -2394 | 4073  | -8476 | 14421 | 3.54  |
| 7 [A1-M1]  | 8,10  | -3712 | 7716  | -8483 | 17632 | 2.29  |
| 8 [A1-M1]  | 8,95  | -2578 | 10778 | -8401 | 35125 | 3.26  |
| 9 [A1-M1]  | 9,60  | -3046 | 10974 | -8458 | 30470 | 2.78  |
| 10 [A1-M1] | 9,55  | -3270 | 7405  | -8487 | 19217 | 2.60  |
| 11 [A1-M1] | 9,60  | -3449 | 7497  | -8485 | 18445 | 2.46  |
| 1 [A2-M2]  | 3,15  | 1190  | 299   | 8446  | 2125  | 7.10  |
| 2 [A2-M2]  | 1,85  | -594  | 1693  | -8499 | 24233 | 14.31 |
| 3 [A2-M2]  | 3,45  | -2946 | 1888  | -8454 | 5418  | 2.87  |
| 4 [A2-M2]  | 4,45  | -2114 | 3898  | -8478 | 15637 | 4.01  |
| 5 [A2-M2]  | 6,10  | -5175 | 4322  | -8458 | 7063  | 1.63  |
| 6 [A2-M2]  | 7,05  | -4270 | 7505  | -8477 | 14899 | 1.99  |
| 7 [A2-M2]  | 8,25  | -5148 | 7839  | -8472 | 12901 | 1.65  |
| 8 [A2-M2]  | 9,05  | -4337 | 10896 | -8492 | 21335 | 1.96  |
| 9 [A2-M2]  | 9,75  | -4299 | 11095 | -8494 | 21924 | 1.98  |
| 10 [A2-M2] | 9,65  | -4735 | 6920  | -8471 | 12379 | 1.79  |
| 11 [A2-M2] | 10,00 | -5301 | 7433  | -8469 | 11874 | 1.60  |

| n°         | Tipo | Y    | T     | Tr    | FS <sub>T</sub> |
|------------|------|------|-------|-------|-----------------|
| 1 [A1-M1]  |      | 1,80 | 656   | 89882 | 137.08          |
| 2 [A1-M1]  |      | 1,00 | -2227 | 89882 | 40.36           |
| 3 [A1-M1]  |      | 1,00 | -2541 | 89882 | 35.38           |
| 4 [A1-M1]  |      | 3,50 | 2692  | 89882 | 33.38           |
| 5 [A1-M1]  |      | 3,50 | -4001 | 89882 | 22.46           |
| 6 [A1-M1]  |      | 6,00 | -4371 | 89882 | 20.56           |
| 7 [A1-M1]  |      | 6,00 | -5041 | 89882 | 17.83           |
| 8 [A1-M1]  |      | 8,00 | -4893 | 89882 | 18.37           |
| 9 [A1-M1]  |      | 8,00 | -5229 | 89882 | 17.19           |
| 10 [A1-M1] |      | 8,00 | -4224 | 89882 | 21.28           |
| 11 [A1-M1] |      | 8,00 | -4451 | 89882 | 20.19           |
| 1 [A2-M2]  |      | 2,00 | 703   | 89882 | 127.80          |
| 2 [A2-M2]  |      | 1,00 | -2547 | 89882 | 35.30           |

|            |      |       |       |       |
|------------|------|-------|-------|-------|
| 3 [A2-M2]  | 1,00 | -2808 | 89882 | 32.01 |
| 4 [A2-M2]  | 3,50 | -2874 | 89882 | 31.28 |
| 5 [A2-M2]  | 3,50 | -4441 | 89882 | 20.24 |
| 6 [A2-M2]  | 6,00 | -4860 | 89882 | 18.49 |
| 7 [A2-M2]  | 6,00 | -5255 | 89882 | 17.10 |
| 8 [A2-M2]  | 8,00 | -5277 | 89882 | 17.03 |
| 9 [A2-M2]  | 8,00 | -5344 | 89882 | 16.82 |
| 10 [A2-M2] | 8,00 | -4487 | 89882 | 20.03 |
| 11 [A2-M2] | 8,00 | -5490 | 89882 | 16.37 |

*Simbologia adottata*

n° Indice della combinazione/fase

Tipo Tipo della Combinazione/Fase

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

$\sigma_f$  tensione normale nell'armatura, espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]

$\tau_f$  tensione tangenziale nell'armatura, espresso in [kg/cm<sup>2</sup>]

$\sigma_{id}$  tensione ideale ( $\sigma_{id} = (\sigma_f^2 + 3 \tau_f^2)^{0.5}$ ) nella sezione del tubolare, espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]

| n° | Tipo  | $\sigma_f$ | Y( $\sigma_f$ ) | $\tau_f$ | Y( $\tau_f$ ) | $\sigma_{id}$ | Y( $\sigma_{id}$ ) |
|----|-------|------------|-----------------|----------|---------------|---------------|--------------------|
| 1  | [ESE] | 379,10     | 2,80            | 20,29    | 1,80          | 379,10        | 2,80               |
| 2  | [ESE] | 361,17     | 1,00            | 95,08    | 1,00          | 361,17        | 1,00               |
| 3  | [ESE] | 1059,10    | 3,25            | 99,95    | 1,00          | 1059,10       | 3,25               |
| 4  | [ESE] | 610,84     | 4,45            | 108,38   | 3,50          | 610,84        | 4,45               |
| 5  | [ESE] | 1609,36    | 5,95            | 135,71   | 3,50          | 1609,36       | 5,95               |
| 6  | [ESE] | 1161,75    | 7,10            | 184,72   | 6,00          | 1161,77       | 7,10               |
| 7  | [ESE] | 1675,84    | 8,20            | 190,41   | 6,00          | 1675,84       | 8,20               |
| 8  | [ESE] | 1339,83    | 9,10            | 202,10   | 8,00          | 1339,83       | 9,10               |
| 9  | [ESE] | 1494,49    | 9,70            | 203,54   | 8,00          | 1494,49       | 9,70               |
| 10 | [ESE] | 1441,94    | 9,65            | 173,69   | 8,00          | 1441,95       | 9,65               |
| 11 | [ESE] | 1508,06    | 9,75            | 176,27   | 8,00          | 1508,06       | 9,75               |

## 7.9 Verifica armatura paratia (Inviluppo)

### Simbologia adottata

n° Indice della Combinazione/Fase

Tipo Tipo della Combinazione/Fase

Y ordinata della sezione con fattore di sicurezza minimo, espressa in [m]

M momento flettente, espresso in [kgm]

N sforzo normale, espresso in [kg] (positivo di compressione)

Mu momento ultimo di riferimento, espresso in [kgm]

Nu sforzo normale ultimo di riferimento, espresso in [kg]

FS fattore di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

T taglio, espresso in [kg]

Tr Taglio resistente, espresso in [kg]

FS<sub>T</sub> fattore di sicurezza a taglio

| n° | Tipo    | Y    | M   | N  | Mu   | Nu            | FS | T          | Tr           | FS <sub>T</sub> |
|----|---------|------|-----|----|------|---------------|----|------------|--------------|-----------------|
| 1  | [A1-M1] | 0,00 | 0   | 0  | 0    | 01000.00      |    | 0100000.00 |              |                 |
| 8  | [A2-M2] | 0,05 | 0   | 5  | 7334 | 7189515130.42 |    | 20         | 898824602.74 |                 |
| 8  | [A2-M2] | 0,10 | 2   | 10 | 8358 | 386284064.65  |    | 44         | 898822060.94 |                 |
| 8  | [A2-M2] | 0,15 | 5   | 14 | 8500 | 244781717.17  |    | 72         | 898821241.47 |                 |
| 8  | [A2-M2] | 0,20 | 9   | 19 | 8482 | 17150 902.30  |    | 106        | 89882 848.83 |                 |
| 8  | [A2-M2] | 0,25 | 15  | 24 | 8472 | 12993 546.89  |    | 138        | 89882 651.34 |                 |
| 8  | [A2-M2] | 0,30 | 23  | 29 | 8466 | 10494 368.08  |    | 164        | 89882 547.86 |                 |
| 8  | [A2-M2] | 0,35 | 32  | 33 | 8462 | 8889 267.26   |    | 195        | 89882 459.88 |                 |
| 2  | [A2-M2] | 0,40 | 42  | 38 | 8459 | 7595 199.79   |    | 278        | 89882 323.29 |                 |
| 2  | [A2-M2] | 0,45 | 55  | 43 | 8457 | 6541 152.96   |    | 385        | 89882 233.45 |                 |
| 2  | [A1-M1] | 0,50 | 72  | 48 | 8454 | 5605 117.96   |    | 519        | 89882 173.07 |                 |
| 2  | [A1-M1] | 0,55 | 101 | 52 | 8451 | 4358 83.39    |    | 683        | 89882 131.66 |                 |
| 5  | [A1-M1] | 0,60 | 140 | 57 | 8449 | 3443 60.38    |    | 869        | 89882 103.39 |                 |
| 5  | [A1-M1] | 0,65 | 188 | 62 | 8447 | 2772 44.87    |    | 1060       | 89882 84.76  |                 |
| 5  | [A1-M1] | 0,70 | 246 | 67 | 8446 | 2284 34.33    |    | 1245       | 89882 72.18  |                 |
| 5  | [A1-M1] | 0,75 | 313 | 71 | 8445 | 1924 27.00    |    | 1424       | 89882 63.14  |                 |
| 5  | [A1-M1] | 0,80 | 388 | 76 | 8445 | 1653 21.74    |    | 1595       | 89882 56.34  |                 |



|   |         |      |       |      |       |       |       |       |       |       |
|---|---------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5 | [A1-M1] | 0,85 | 472   | 81   | 8444  | 1444  | 17.88 | 1761  | 89882 | 51.05 |
| 5 | [A1-M1] | 0,90 | 565   | 86   | 8444  | 1279  | 14.96 | 1920  | 89882 | 46.82 |
| 5 | [A1-M1] | 0,95 | 664   | 90   | 8444  | 1147  | 12.71 | 2072  | 89882 | 43.38 |
| 5 | [A1-M1] | 1,00 | 772   | 95   | 8443  | 1040  | 10.94 | -2808 | 89882 | 32.01 |
| 5 | [A1-M1] | 1,05 | 679   | 1607 | 8489  | 20087 | 12.50 | -2706 | 89882 | 33.21 |
| 5 | [A1-M1] | 1,10 | 593   | 1612 | 8496  | 23080 | 14.32 | -2613 | 89882 | 34.39 |
| 5 | [A1-M1] | 1,15 | 514   | 1616 | 8503  | 26745 | 16.55 | -2530 | 89882 | 35.53 |
| 5 | [A1-M1] | 1,20 | 441   | 1621 | 8450  | 31091 | 19.18 | -2456 | 89882 | 36.60 |
| 5 | [A1-M1] | 1,25 | 373   | 1626 | 8384  | 36539 | 22.47 | -2390 | 89882 | 37.60 |
| 5 | [A1-M1] | 1,30 | 311   | 1631 | 8262  | 43332 | 26.57 | -2334 | 89882 | 38.50 |
| 4 | [A2-M2] | 1,35 | -370  | 1677 | -8367 | 37875 | 22.59 | -2288 | 89882 | 39.29 |
| 3 | [A2-M2] | 1,40 | -482  | 1693 | -8467 | 29729 | 17.56 | -2246 | 89882 | 40.02 |
| 3 | [A2-M2] | 1,45 | -594  | 1698 | -8499 | 24318 | 14.32 | -2204 | 89882 | 40.78 |
| 3 | [A2-M2] | 1,50 | -703  | 1703 | -8490 | 20576 | 12.08 | -2162 | 89882 | 41.57 |
| 3 | [A2-M2] | 1,55 | -810  | 1708 | -8484 | 17892 | 10.48 | -2119 | 89882 | 42.42 |
| 3 | [A2-M2] | 1,60 | -915  | 1712 | -8479 | 15876 | 9.27  | -2075 | 89882 | 43.31 |
| 3 | [A2-M2] | 1,65 | -1017 | 1717 | -8475 | 14307 | 8.33  | -2031 | 89882 | 44.26 |
| 3 | [A2-M2] | 1,70 | -1118 | 1722 | -8472 | 13053 | 7.58  | -1985 | 89882 | 45.27 |
| 3 | [A2-M2] | 1,75 | -1216 | 1727 | -8470 | 12029 | 6.97  | -1939 | 89882 | 46.34 |
| 3 | [A2-M2] | 1,80 | -1312 | 1731 | -8468 | 11178 | 6.46  | -1893 | 89882 | 47.49 |
| 3 | [A2-M2] | 1,85 | -1405 | 1736 | -8466 | 10461 | 6.03  | -1845 | 89882 | 48.71 |
| 3 | [A2-M2] | 1,90 | -1496 | 1741 | -8465 | 9850  | 5.66  | -1797 | 89882 | 50.01 |
| 3 | [A2-M2] | 1,95 | -1585 | 1746 | -8463 | 9323  | 5.34  | -1748 | 89882 | 51.41 |
| 3 | [A2-M2] | 2,00 | -1671 | 1750 | -8462 | 8865  | 5.06  | -1699 | 89882 | 52.91 |
| 3 | [A2-M2] | 2,05 | -1755 | 1755 | -8461 | 8464  | 4.82  | -1648 | 89882 | 54.53 |
| 3 | [A2-M2] | 2,10 | -1836 | 1760 | -8460 | 8111  | 4.61  | -1597 | 89882 | 56.27 |
| 3 | [A2-M2] | 2,15 | -1914 | 1765 | -8460 | 7798  | 4.42  | -1546 | 89882 | 58.15 |
| 3 | [A2-M2] | 2,20 | -1990 | 1769 | -8459 | 7520  | 4.25  | -1493 | 89882 | 60.19 |
| 3 | [A2-M2] | 2,25 | -2064 | 1774 | -8458 | 7272  | 4.10  | -1440 | 89882 | 62.40 |
| 3 | [A2-M2] | 2,30 | -2134 | 1779 | -8458 | 7049  | 3.96  | -1387 | 89882 | 64.82 |
| 3 | [A2-M2] | 2,35 | -2202 | 1784 | -8457 | 6850  | 3.84  | -1332 | 89882 | 67.47 |
| 3 | [A2-M2] | 2,40 | -2267 | 1788 | -8457 | 6670  | 3.73  | -1277 | 89882 | 70.38 |
| 3 | [A2-M2] | 2,45 | -2330 | 1793 | -8456 | 6508  | 3.63  | -1221 | 89882 | 73.59 |

|   |         |      |       |      |       |      |      |       |       |       |
|---|---------|------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| 3 | [A2-M2] | 2,50 | -2390 | 1798 | -8456 | 6362 | 3.54 | -1165 | 89882 | 77.16 |
| 3 | [A2-M2] | 2,55 | -2446 | 1803 | -8456 | 6231 | 3.46 | -1108 | 89882 | 81.14 |
| 3 | [A2-M2] | 2,60 | -2500 | 1807 | -8456 | 6112 | 3.38 | -1050 | 89882 | 85.60 |
| 3 | [A2-M2] | 2,65 | -2551 | 1812 | -8455 | 6005 | 3.31 | -992  | 89882 | 90.65 |
| 3 | [A2-M2] | 2,70 | -2599 | 1817 | -8455 | 5910 | 3.25 | -932  | 89882 | 96.39 |
| 3 | [A2-M2] | 2,75 | -2645 | 1822 | -8455 | 5824 | 3.20 | 915   | 89882 | 98.23 |
| 3 | [A2-M2] | 2,80 | -2687 | 1826 | -8455 | 5747 | 3.15 | 997   | 89882 | 90.13 |
| 3 | [A2-M2] | 2,85 | -2726 | 1831 | -8454 | 5680 | 3.10 | 1081  | 89882 | 83.12 |
| 3 | [A2-M2] | 2,90 | -2762 | 1836 | -8454 | 5620 | 3.06 | 1170  | 89882 | 76.85 |
| 3 | [A2-M2] | 2,95 | -2795 | 1841 | -8454 | 5568 | 3.03 | 1262  | 89882 | 71.21 |
| 3 | [A2-M2] | 3,00 | -2825 | 1845 | -8454 | 5523 | 2.99 | 1357  | 89882 | 66.24 |
| 3 | [A2-M2] | 3,05 | -2851 | 1850 | -8454 | 5486 | 2.97 | 1455  | 89882 | 61.76 |
| 3 | [A2-M2] | 3,10 | -2875 | 1855 | -8454 | 5455 | 2.94 | 1588  | 89882 | 56.59 |
| 3 | [A2-M2] | 3,15 | -2895 | 1860 | -8454 | 5431 | 2.92 | 1723  | 89882 | 52.17 |
| 3 | [A2-M2] | 3,20 | -2912 | 1864 | -8454 | 5413 | 2.90 | 1858  | 89882 | 48.37 |
| 3 | [A2-M2] | 3,25 | -2925 | 1869 | -8454 | 5402 | 2.89 | 1995  | 89882 | 45.05 |
| 3 | [A2-M2] | 3,30 | -2936 | 1874 | -8454 | 5397 | 2.88 | 2133  | 89882 | 42.14 |
| 3 | [A2-M2] | 3,35 | -2942 | 1879 | -8454 | 5398 | 2.87 | 2272  | 89882 | 39.57 |
| 3 | [A2-M2] | 3,40 | -2946 | 1883 | -8454 | 5405 | 2.87 | 2411  | 89882 | 37.28 |
| 3 | [A2-M2] | 3,45 | -2946 | 1888 | -8454 | 5418 | 2.87 | 2551  | 89882 | 35.23 |
| 3 | [A2-M2] | 3,50 | -2943 | 1893 | -8454 | 5438 | 2.87 | -4441 | 89882 | 20.24 |
| 3 | [A2-M2] | 3,55 | -2936 | 1898 | -8454 | 5464 | 2.88 | -4371 | 89882 | 20.57 |
| 3 | [A2-M2] | 3,60 | -2925 | 1902 | -8454 | 5498 | 2.89 | -4300 | 89882 | 20.90 |
| 3 | [A2-M2] | 3,65 | -2912 | 1907 | -8454 | 5538 | 2.90 | -4228 | 89882 | 21.26 |
| 3 | [A2-M2] | 3,70 | -2894 | 1912 | -8454 | 5585 | 2.92 | -4156 | 89882 | 21.63 |
| 3 | [A2-M2] | 3,75 | -2873 | 1917 | -8454 | 5640 | 2.94 | -4084 | 89882 | 22.01 |
| 3 | [A2-M2] | 3,80 | -2848 | 1921 | -8455 | 5704 | 2.97 | -4010 | 89882 | 22.41 |
| 3 | [A2-M2] | 3,85 | -2820 | 1926 | -8455 | 5776 | 3.00 | -3936 | 89882 | 22.83 |
| 3 | [A2-M2] | 3,90 | -2787 | 1931 | -8455 | 5857 | 3.03 | -3862 | 89882 | 23.27 |
| 3 | [A2-M2] | 3,95 | -2752 | 1936 | -8455 | 5948 | 3.07 | -3787 | 89882 | 23.74 |
| 3 | [A2-M2] | 4,00 | -2712 | 1940 | -8455 | 6050 | 3.12 | -3711 | 89882 | 24.22 |
| 3 | [A2-M2] | 4,05 | -2668 | 1945 | -8456 | 6164 | 3.17 | -3634 | 89882 | 24.73 |
| 3 | [A2-M2] | 4,10 | -2621 | 1950 | -8456 | 6290 | 3.23 | -3557 | 89882 | 25.27 |

|   |         |      |       |      |       |       |      |       |       |       |
|---|---------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| 3 | [A2-M2] | 4,15 | -2571 | 1955 | -8456 | 6430  | 3.29 | -3480 | 89882 | 25.83 |
| 3 | [A2-M2] | 4,20 | -2517 | 1959 | -8457 | 6584  | 3.36 | -3401 | 89882 | 26.43 |
| 3 | [A2-M2] | 4,25 | -2459 | 1964 | -8457 | 6754  | 3.44 | -3322 | 89882 | 27.05 |
| 6 | [A2-M2] | 4,30 | -2427 | 4112 | -8475 | 14358 | 3.49 | -3243 | 89882 | 27.72 |
| 6 | [A2-M2] | 4,35 | -2543 | 4117 | -8474 | 13719 | 3.33 | -3163 | 89882 | 28.42 |
| 6 | [A2-M2] | 4,40 | -2651 | 4122 | -8473 | 13170 | 3.20 | -3082 | 89882 | 29.17 |
| 6 | [A2-M2] | 4,45 | -2753 | 4126 | -8471 | 12698 | 3.08 | -3000 | 89882 | 29.96 |
| 6 | [A2-M2] | 4,50 | -2847 | 4131 | -8470 | 12291 | 2.98 | -2918 | 89882 | 30.80 |
| 6 | [A2-M2] | 4,55 | -2933 | 4136 | -8470 | 11941 | 2.89 | -2836 | 89882 | 31.70 |
| 5 | [A2-M2] | 4,60 | -3068 | 4180 | -8469 | 11536 | 2.76 | -2752 | 89882 | 32.66 |
| 5 | [A2-M2] | 4,65 | -3204 | 4184 | -8467 | 11059 | 2.64 | -2668 | 89882 | 33.69 |
| 5 | [A2-M2] | 4,70 | -3335 | 4189 | -8466 | 10635 | 2.54 | -2584 | 89882 | 34.79 |
| 5 | [A2-M2] | 4,75 | -3462 | 4194 | -8466 | 10255 | 2.45 | -2498 | 89882 | 35.97 |
| 5 | [A2-M2] | 4,80 | -3585 | 4199 | -8465 | 9914  | 2.36 | -2413 | 89882 | 37.25 |
| 5 | [A2-M2] | 4,85 | -3703 | 4203 | -8464 | 9607  | 2.29 | -2326 | 89882 | 38.64 |
| 5 | [A2-M2] | 4,90 | -3817 | 4208 | -8463 | 9329  | 2.22 | -2239 | 89882 | 40.14 |
| 5 | [A2-M2] | 4,95 | -3927 | 4213 | -8463 | 9078  | 2.15 | -2152 | 89882 | 41.78 |
| 5 | [A2-M2] | 5,00 | -4033 | 4218 | -8462 | 8850  | 2.10 | -2063 | 89882 | 43.56 |
| 5 | [A2-M2] | 5,05 | -4133 | 4222 | -8462 | 8643  | 2.05 | -1974 | 89882 | 45.53 |
| 5 | [A2-M2] | 5,10 | -4230 | 4227 | -8461 | 8455  | 2.00 | -1885 | 89882 | 47.69 |
| 5 | [A2-M2] | 5,15 | -4322 | 4232 | -8461 | 8284  | 1.96 | 1820  | 89882 | 49.37 |
| 5 | [A2-M2] | 5,20 | -4409 | 4237 | -8460 | 8129  | 1.92 | 1829  | 89882 | 49.15 |
| 5 | [A2-M2] | 5,25 | -4492 | 4241 | -8460 | 7987  | 1.88 | 1834  | 89882 | 49.00 |
| 5 | [A2-M2] | 5,30 | -4571 | 4246 | -8460 | 7859  | 1.85 | 2022  | 89882 | 44.45 |
| 5 | [A2-M2] | 5,35 | -4644 | 4251 | -8459 | 7743  | 1.82 | 2217  | 89882 | 40.54 |
| 5 | [A2-M2] | 5,40 | -4713 | 4256 | -8459 | 7637  | 1.79 | 2414  | 89882 | 37.24 |
| 5 | [A2-M2] | 5,45 | -4778 | 4260 | -8459 | 7543  | 1.77 | 2611  | 89882 | 34.42 |
| 5 | [A2-M2] | 5,50 | -4837 | 4265 | -8459 | 7458  | 1.75 | 2809  | 89882 | 32.00 |
| 5 | [A2-M2] | 5,55 | -4892 | 4270 | -8459 | 7382  | 1.73 | 3008  | 89882 | 29.88 |
| 5 | [A2-M2] | 5,60 | -4943 | 4275 | -8458 | 7315  | 1.71 | 3207  | 89882 | 28.02 |
| 5 | [A2-M2] | 5,65 | -4988 | 4279 | -8458 | 7257  | 1.70 | 3407  | 89882 | 26.38 |
| 5 | [A2-M2] | 5,70 | -5029 | 4284 | -8458 | 7206  | 1.68 | 3607  | 89882 | 24.92 |
| 5 | [A2-M2] | 5,75 | -5064 | 4289 | -8458 | 7163  | 1.67 | 3806  | 89882 | 23.62 |

|   |         |      |       |      |       |       |      |       |       |       |
|---|---------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| 5 | [A2-M2] | 5,80 | -5095 | 4294 | -8458 | 7128  | 1.66 | 4005  | 89882 | 22.44 |
| 5 | [A2-M2] | 5,85 | -5121 | 4298 | -8458 | 7099  | 1.65 | 4203  | 89882 | 21.38 |
| 5 | [A2-M2] | 5,90 | -5142 | 4303 | -8458 | 7078  | 1.64 | 4401  | 89882 | 20.42 |
| 5 | [A2-M2] | 5,95 | -5158 | 4308 | -8458 | 7064  | 1.64 | 4597  | 89882 | 19.55 |
| 5 | [A2-M2] | 6,00 | -5169 | 4313 | -8458 | 7057  | 1.64 | -5255 | 89882 | 17.10 |
| 5 | [A2-M2] | 6,05 | -5174 | 4317 | -8458 | 7057  | 1.63 | -5120 | 89882 | 17.56 |
| 5 | [A2-M2] | 6,10 | -5175 | 4322 | -8458 | 7063  | 1.63 | -4989 | 89882 | 18.02 |
| 5 | [A2-M2] | 6,15 | -5171 | 4327 | -8458 | 7077  | 1.64 | -4864 | 89882 | 18.48 |
| 5 | [A2-M2] | 6,20 | -5162 | 4332 | -8458 | 7098  | 1.64 | -4744 | 89882 | 18.95 |
| 5 | [A2-M2] | 6,25 | -5147 | 4336 | -8458 | 7126  | 1.64 | -4630 | 89882 | 19.41 |
| 5 | [A2-M2] | 6,30 | -5127 | 4341 | -8458 | 7161  | 1.65 | -4522 | 89882 | 19.88 |
| 5 | [A2-M2] | 6,35 | -5102 | 4346 | -8458 | 7204  | 1.66 | -4417 | 89882 | 20.35 |
| 5 | [A2-M2] | 6,40 | -5072 | 4351 | -8458 | 7256  | 1.67 | -4312 | 89882 | 20.85 |
| 5 | [A2-M2] | 6,45 | -5036 | 4355 | -8458 | 7315  | 1.68 | -4206 | 89882 | 21.37 |
| 5 | [A2-M2] | 6,50 | -4995 | 4360 | -8459 | 7383  | 1.69 | -4099 | 89882 | 21.93 |
| 5 | [A2-M2] | 6,55 | -4949 | 4365 | -8459 | 7460  | 1.71 | -3992 | 89882 | 22.52 |
| 5 | [A2-M2] | 6,60 | -4898 | 4370 | -8459 | 7547  | 1.73 | -3884 | 89882 | 23.14 |
| 5 | [A2-M2] | 6,65 | -4841 | 4374 | -8459 | 7644  | 1.75 | -3775 | 89882 | 23.81 |
| 5 | [A2-M2] | 6,70 | -4780 | 4379 | -8459 | 7750  | 1.77 | -3666 | 89882 | 24.52 |
| 5 | [A2-M2] | 6,75 | -4714 | 4384 | -8460 | 7868  | 1.79 | -3556 | 89882 | 25.27 |
| 5 | [A2-M2] | 6,80 | -4643 | 4389 | -8460 | 7997  | 1.82 | -3446 | 89882 | 26.08 |
| 5 | [A2-M2] | 6,85 | -4567 | 4393 | -8460 | 8138  | 1.85 | -3335 | 89882 | 26.95 |
| 5 | [A2-M2] | 6,90 | -4488 | 4398 | -8461 | 8292  | 1.89 | -3223 | 89882 | 27.88 |
| 5 | [A2-M2] | 6,95 | -4404 | 4403 | -8461 | 8459  | 1.92 | -3111 | 89882 | 28.89 |
| 5 | [A2-M2] | 7,00 | -4316 | 4408 | -8462 | 8641  | 1.96 | -2998 | 89882 | 29.98 |
| 6 | [A2-M2] | 7,05 | -4270 | 7505 | -8477 | 14899 | 1.99 | -2885 | 89882 | 31.16 |
| 6 | [A2-M2] | 7,10 | -4265 | 7509 | -8477 | 14927 | 1.99 | -2771 | 89882 | 32.44 |
| 6 | [A2-M2] | 7,15 | -4249 | 7514 | -8477 | 14990 | 1.99 | -2656 | 89882 | 33.84 |
| 6 | [A2-M2] | 7,20 | -4224 | 7519 | -8477 | 15089 | 2.01 | -2541 | 89882 | 35.37 |
| 6 | [A2-M2] | 7,25 | -4190 | 7524 | -8477 | 15224 | 2.02 | 2461  | 89882 | 36.53 |
| 6 | [A2-M2] | 7,30 | -4146 | 7528 | -8478 | 15394 | 2.04 | 2495  | 89882 | 36.03 |
| 7 | [A2-M2] | 7,35 | -4156 | 7754 | -8479 | 15818 | 2.04 | 2524  | 89882 | 35.61 |
| 7 | [A2-M2] | 7,40 | -4263 | 7758 | -8478 | 15430 | 1.99 | 2548  | 89882 | 35.27 |

|   |         |      |       |       |       |       |      |       |       |       |
|---|---------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| 7 | [A2-M2] | 7,45 | -4364 | 7763  | -8477 | 15082 | 1.94 | 2568  | 89882 | 35.01 |
| 7 | [A2-M2] | 7,50 | -4458 | 7768  | -8476 | 14769 | 1.90 | 2582  | 89882 | 34.81 |
| 7 | [A2-M2] | 7,55 | -4547 | 7773  | -8476 | 14488 | 1.86 | 2592  | 89882 | 34.68 |
| 7 | [A2-M2] | 7,60 | -4630 | 7777  | -8475 | 14236 | 1.83 | 2597  | 89882 | 34.61 |
| 7 | [A2-M2] | 7,65 | -4707 | 7782  | -8475 | 14011 | 1.80 | 2594  | 89882 | 34.65 |
| 7 | [A2-M2] | 7,70 | -4778 | 7787  | -8474 | 13812 | 1.77 | 2607  | 89882 | 34.48 |
| 7 | [A2-M2] | 7,75 | -4842 | 7792  | -8474 | 13635 | 1.75 | 2776  | 89882 | 32.38 |
| 7 | [A2-M2] | 7,80 | -4901 | 7796  | -8473 | 13479 | 1.73 | 2984  | 89882 | 30.12 |
| 7 | [A2-M2] | 7,85 | -4953 | 7801  | -8473 | 13344 | 1.71 | 3193  | 89882 | 28.15 |
| 7 | [A2-M2] | 7,90 | -5000 | 7806  | -8473 | 13228 | 1.69 | 3400  | 89882 | 26.44 |
| 7 | [A2-M2] | 7,95 | -5040 | 7811  | -8472 | 13131 | 1.68 | 3606  | 89882 | 24.93 |
| 7 | [A2-M2] | 8,00 | -5073 | 7815  | -8472 | 13051 | 1.67 | -5490 | 89882 | 16.37 |
| 7 | [A2-M2] | 8,05 | -5101 | 7820  | -8472 | 12988 | 1.66 | -5364 | 89882 | 16.76 |
| 7 | [A2-M2] | 8,10 | -5122 | 7825  | -8472 | 12942 | 1.65 | -5238 | 89882 | 17.16 |
| 7 | [A2-M2] | 8,15 | -5137 | 7830  | -8472 | 12912 | 1.65 | -5111 | 89882 | 17.59 |
| 7 | [A2-M2] | 8,20 | -5146 | 7834  | -8472 | 12898 | 1.65 | -4984 | 89882 | 18.04 |
| 7 | [A2-M2] | 8,25 | -5148 | 7839  | -8472 | 12901 | 1.65 | -4856 | 89882 | 18.51 |
| 7 | [A2-M2] | 8,30 | -5144 | 7844  | -8472 | 12919 | 1.65 | -4727 | 89882 | 19.01 |
| 7 | [A2-M2] | 8,35 | -5133 | 7849  | -8472 | 12954 | 1.65 | -4598 | 89882 | 19.55 |
| 7 | [A2-M2] | 8,40 | -5116 | 7853  | -8472 | 13006 | 1.66 | -4468 | 89882 | 20.12 |
| 7 | [A2-M2] | 8,45 | -5092 | 7858  | -8472 | 13074 | 1.66 | -4337 | 89882 | 20.72 |
| 7 | [A2-M2] | 8,50 | -5062 | 7863  | -8473 | 13161 | 1.67 | -4206 | 89882 | 21.37 |
| 7 | [A2-M2] | 8,55 | -5025 | 7868  | -8473 | 13265 | 1.69 | -4075 | 89882 | 22.06 |
| 7 | [A2-M2] | 8,60 | -4982 | 7872  | -8473 | 13389 | 1.70 | -3942 | 89882 | 22.80 |
| 7 | [A2-M2] | 8,65 | -4933 | 7877  | -8473 | 13532 | 1.72 | -3810 | 89882 | 23.59 |
| 7 | [A2-M2] | 8,70 | -4877 | 7882  | -8474 | 13695 | 1.74 | -3676 | 89882 | 24.45 |
| 7 | [A2-M2] | 8,75 | -4815 | 7887  | -8474 | 13879 | 1.76 | -3542 | 89882 | 25.38 |
| 7 | [A2-M2] | 8,80 | -4748 | 7891  | -8475 | 14085 | 1.78 | -3407 | 89882 | 26.38 |
| 7 | [A2-M2] | 8,85 | -4675 | 7896  | -8475 | 14315 | 1.81 | -3272 | 89882 | 27.47 |
| 7 | [A2-M2] | 8,90 | -4596 | 7901  | -8476 | 14570 | 1.84 | -3136 | 89882 | 28.66 |
| 7 | [A2-M2] | 8,95 | -4512 | 7906  | -8477 | 14852 | 1.88 | -3000 | 89882 | 29.97 |
| 7 | [A2-M2] | 9,00 | -4423 | 7910  | -8477 | 15163 | 1.92 | 2891  | 89882 | 31.09 |
| 8 | [A2-M2] | 9,05 | -4337 | 10896 | -8492 | 21335 | 1.96 | 2852  | 89882 | 31.52 |

|    |         |       |       |       |       |       |      |      |       |       |
|----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| 8  | [A2-M2] | 9,10  | -4329 | 10900 | -8492 | 21383 | 1.96 | 2810 | 89882 | 31.99 |
| 10 | [A2-M2] | 9,15  | -4366 | 6872  | -8473 | 13337 | 1.94 | 2764 | 89882 | 32.52 |
| 10 | [A2-M2] | 9,20  | -4435 | 6877  | -8472 | 13138 | 1.91 | 2714 | 89882 | 33.11 |
| 10 | [A2-M2] | 9,25  | -4496 | 6882  | -8472 | 12966 | 1.88 | 2662 | 89882 | 33.77 |
| 11 | [A2-M2] | 9,30  | -4588 | 7366  | -8474 | 13605 | 1.85 | 2625 | 89882 | 34.24 |
| 11 | [A2-M2] | 9,35  | -4686 | 7371  | -8473 | 13328 | 1.81 | 2680 | 89882 | 33.54 |
| 11 | [A2-M2] | 9,40  | -4776 | 7376  | -8472 | 13083 | 1.77 | 2730 | 89882 | 32.93 |
| 11 | [A2-M2] | 9,45  | -4860 | 7380  | -8472 | 12865 | 1.74 | 2775 | 89882 | 32.39 |
| 11 | [A2-M2] | 9,50  | -4936 | 7385  | -8471 | 12673 | 1.72 | 2815 | 89882 | 31.93 |
| 11 | [A2-M2] | 9,55  | -5006 | 7390  | -8471 | 12505 | 1.69 | 2850 | 89882 | 31.53 |
| 11 | [A2-M2] | 9,60  | -5068 | 7395  | -8471 | 12360 | 1.67 | 2881 | 89882 | 31.20 |
| 11 | [A2-M2] | 9,65  | -5123 | 7399  | -8470 | 12235 | 1.65 | 2928 | 89882 | 30.70 |
| 11 | [A2-M2] | 9,70  | -5170 | 7404  | -8470 | 12130 | 1.64 | 2991 | 89882 | 30.05 |
| 11 | [A2-M2] | 9,75  | -5211 | 7409  | -8470 | 12043 | 1.63 | 3051 | 89882 | 29.46 |
| 11 | [A2-M2] | 9,80  | -5243 | 7414  | -8470 | 11975 | 1.62 | 3109 | 89882 | 28.91 |
| 11 | [A2-M2] | 9,85  | -5269 | 7418  | -8470 | 11924 | 1.61 | 3164 | 89882 | 28.41 |
| 11 | [A2-M2] | 9,90  | -5287 | 7423  | -8469 | 11891 | 1.60 | 3215 | 89882 | 27.95 |
| 11 | [A2-M2] | 9,95  | -5298 | 7428  | -8469 | 11874 | 1.60 | 3264 | 89882 | 27.53 |
| 11 | [A2-M2] | 10,00 | -5301 | 7433  | -8469 | 11874 | 1.60 | 3310 | 89882 | 27.15 |
| 11 | [A2-M2] | 10,05 | -5297 | 7437  | -8469 | 11891 | 1.60 | 3353 | 89882 | 26.80 |
| 11 | [A2-M2] | 10,10 | -5286 | 7442  | -8470 | 11925 | 1.60 | 3394 | 89882 | 26.49 |
| 11 | [A2-M2] | 10,15 | -5267 | 7447  | -8470 | 11975 | 1.61 | 3431 | 89882 | 26.20 |
| 11 | [A2-M2] | 10,20 | -5242 | 7452  | -8470 | 12041 | 1.62 | 3503 | 89882 | 25.66 |
| 11 | [A2-M2] | 10,25 | -5209 | 7456  | -8470 | 12124 | 1.63 | 3572 | 89882 | 25.16 |
| 11 | [A2-M2] | 10,30 | -5170 | 7461  | -8470 | 12225 | 1.64 | 3636 | 89882 | 24.72 |
| 11 | [A2-M2] | 10,35 | -5124 | 7466  | -8471 | 12343 | 1.65 | 3694 | 89882 | 24.33 |
| 11 | [A2-M2] | 10,40 | -5071 | 7471  | -8471 | 12479 | 1.67 | 3746 | 89882 | 23.99 |
| 11 | [A2-M2] | 10,45 | -5012 | 7475  | -8471 | 12634 | 1.69 | 3793 | 89882 | 23.70 |
| 11 | [A2-M2] | 10,50 | -4948 | 7480  | -8472 | 12808 | 1.71 | 3835 | 89882 | 23.44 |
| 11 | [A2-M2] | 10,55 | -4877 | 7485  | -8472 | 13004 | 1.74 | 3871 | 89882 | 23.22 |
| 11 | [A2-M2] | 10,60 | -4800 | 7490  | -8473 | 13221 | 1.77 | 3902 | 89882 | 23.04 |
| 11 | [A2-M2] | 10,65 | -4717 | 7494  | -8473 | 13462 | 1.80 | 3928 | 89882 | 22.88 |
| 11 | [A2-M2] | 10,70 | -4629 | 7499  | -8474 | 13728 | 1.83 | 3949 | 89882 | 22.76 |

|    |         |       |       |      |       |       |      |      |       |       |
|----|---------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| 11 | [A2-M2] | 10,75 | -4535 | 7504 | -8475 | 14022 | 1.87 | 3965 | 89882 | 22.67 |
| 11 | [A2-M2] | 10,80 | -4436 | 7509 | -8475 | 14345 | 1.91 | 3972 | 89882 | 22.63 |
| 11 | [A2-M2] | 10,85 | -4332 | 7513 | -8476 | 14700 | 1.96 | 3972 | 89882 | 22.63 |
| 11 | [A2-M2] | 10,90 | -4223 | 7518 | -8477 | 15092 | 2.01 | 3969 | 89882 | 22.65 |
| 11 | [A2-M2] | 10,95 | -4109 | 7523 | -8478 | 15522 | 2.06 | 3962 | 89882 | 22.68 |
| 11 | [A2-M2] | 11,00 | -3990 | 7528 | -8479 | 15997 | 2.13 | 3911 | 89882 | 22.98 |
| 11 | [A2-M2] | 11,05 | -3868 | 7532 | -8481 | 16514 | 2.19 | 3817 | 89882 | 23.55 |
| 11 | [A2-M2] | 11,10 | -3744 | 7537 | -8482 | 17074 | 2.27 | 3719 | 89882 | 24.17 |
| 11 | [A2-M2] | 11,15 | -3618 | 7542 | -8483 | 17682 | 2.34 | 3615 | 89882 | 24.86 |
| 11 | [A2-M2] | 11,20 | -3491 | 7547 | -8485 | 18342 | 2.43 | 3550 | 89882 | 25.32 |
| 11 | [A2-M2] | 11,25 | -3362 | 7551 | -8487 | 19062 | 2.52 | 3572 | 89882 | 25.16 |
| 11 | [A2-M2] | 11,30 | -3231 | 7556 | -8489 | 19850 | 2.63 | 3590 | 89882 | 25.04 |
| 11 | [A2-M2] | 11,35 | -3099 | 7561 | -8491 | 20713 | 2.74 | 3603 | 89882 | 24.95 |
| 7  | [A2-M2] | 11,40 | 3089  | 8138 | 8495  | 22377 | 2.75 | 3612 | 89882 | 24.88 |
| 7  | [A2-M2] | 11,45 | 3223  | 8143 | 8493  | 21458 | 2.64 | 3617 | 89882 | 24.85 |
| 7  | [A2-M2] | 11,50 | 3350  | 8148 | 8491  | 20652 | 2.53 | 3615 | 89882 | 24.86 |
| 7  | [A2-M2] | 11,55 | 3470  | 8153 | 8489  | 19945 | 2.45 | 3609 | 89882 | 24.90 |
| 7  | [A2-M2] | 11,60 | 3583  | 8157 | 8487  | 19323 | 2.37 | 3599 | 89882 | 24.97 |
| 7  | [A2-M2] | 11,65 | 3689  | 8162 | 8486  | 18776 | 2.30 | 3585 | 89882 | 25.07 |
| 7  | [A2-M2] | 11,70 | 3788  | 8167 | 8485  | 18295 | 2.24 | 3566 | 89882 | 25.20 |
| 7  | [A2-M2] | 11,75 | 3879  | 8172 | 8484  | 17874 | 2.19 | 3543 | 89882 | 25.37 |
| 7  | [A2-M2] | 11,80 | 3962  | 8176 | 8483  | 17508 | 2.14 | 3516 | 89882 | 25.56 |
| 7  | [A2-M2] | 11,85 | 4037  | 8181 | 8482  | 17190 | 2.10 | 3485 | 89882 | 25.79 |
| 7  | [A2-M2] | 11,90 | 4104  | 8186 | 8482  | 16919 | 2.07 | 3449 | 89882 | 26.06 |
| 7  | [A2-M2] | 11,95 | 4162  | 8191 | 8481  | 16690 | 2.04 | 3410 | 89882 | 26.36 |
| 7  | [A2-M2] | 12,00 | 4212  | 8195 | 8481  | 16502 | 2.01 | 3366 | 89882 | 26.70 |
| 7  | [A2-M2] | 12,05 | 4253  | 8200 | 8480  | 16352 | 1.99 | 3318 | 89882 | 27.09 |
| 7  | [A2-M2] | 12,10 | 4284  | 8205 | 8480  | 16240 | 1.98 | 3265 | 89882 | 27.53 |
| 7  | [A2-M2] | 12,15 | 4307  | 8210 | 8480  | 16164 | 1.97 | 3209 | 89882 | 28.01 |
| 7  | [A2-M2] | 12,20 | 4320  | 8214 | 8480  | 16125 | 1.96 | 3148 | 89882 | 28.55 |
| 7  | [A2-M2] | 12,25 | 4323  | 8219 | 8480  | 16122 | 1.96 | 3083 | 89882 | 29.16 |
| 7  | [A2-M2] | 12,30 | 4316  | 8224 | 8480  | 16157 | 1.96 | 3013 | 89882 | 29.83 |
| 7  | [A2-M2] | 12,35 | 4299  | 8229 | 8480  | 16230 | 1.97 | 2940 | 89882 | 30.58 |

|    |         |       |      |      |      |       |      |       |       |       |
|----|---------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| 7  | [A2-M2] | 12,40 | 4272 | 8233 | 8480 | 16344 | 1.99 | 2862  | 89882 | 31.41 |
| 7  | [A2-M2] | 12,45 | 4234 | 8238 | 8481 | 16500 | 2.00 | 2780  | 89882 | 32.33 |
| 7  | [A2-M2] | 12,50 | 4186 | 8243 | 8481 | 16701 | 2.03 | 2723  | 89882 | 33.00 |
| 7  | [A2-M2] | 12,55 | 4128 | 8248 | 8482 | 16946 | 2.05 | 2701  | 89882 | 33.27 |
| 7  | [A2-M2] | 12,60 | 4062 | 8252 | 8482 | 17235 | 2.09 | 2678  | 89882 | 33.57 |
| 7  | [A2-M2] | 12,65 | 3987 | 8257 | 8483 | 17567 | 2.13 | 2652  | 89882 | 33.90 |
| 7  | [A2-M2] | 12,70 | 3906 | 8262 | 8484 | 17944 | 2.17 | 2624  | 89882 | 34.26 |
| 7  | [A2-M2] | 12,75 | 3819 | 8267 | 8485 | 18366 | 2.22 | 2594  | 89882 | 34.65 |
| 7  | [A2-M2] | 12,80 | 3727 | 8271 | 8486 | 18835 | 2.28 | 2562  | 89882 | 35.08 |
| 10 | [A2-M2] | 12,85 | 3688 | 7224 | 8481 | 16612 | 2.30 | 2528  | 89882 | 35.56 |
| 10 | [A2-M2] | 12,90 | 3786 | 7228 | 8480 | 16188 | 2.24 | 2492  | 89882 | 36.07 |
| 10 | [A2-M2] | 12,95 | 3879 | 7233 | 8479 | 15811 | 2.19 | 2454  | 89882 | 36.63 |
| 10 | [A2-M2] | 13,00 | 3965 | 7238 | 8478 | 15475 | 2.14 | 2414  | 89882 | 37.23 |
| 10 | [A2-M2] | 13,05 | 4045 | 7243 | 8477 | 15178 | 2.10 | 2372  | 89882 | 37.90 |
| 10 | [A2-M2] | 13,10 | 4119 | 7247 | 8477 | 14916 | 2.06 | 2327  | 89882 | 38.62 |
| 10 | [A2-M2] | 13,15 | 4185 | 7252 | 8476 | 14688 | 2.03 | 2281  | 89882 | 39.41 |
| 10 | [A2-M2] | 13,20 | 4245 | 7257 | 8476 | 14491 | 2.00 | -2260 | 89882 | 39.78 |
| 10 | [A2-M2] | 13,25 | 4297 | 7262 | 8475 | 14324 | 1.97 | -2257 | 89882 | 39.82 |
| 10 | [A2-M2] | 13,30 | 4341 | 7266 | 8475 | 14186 | 1.95 | -2248 | 89882 | 39.98 |
| 10 | [A2-M2] | 13,35 | 4378 | 7271 | 8475 | 14075 | 1.94 | -2233 | 89882 | 40.26 |
| 10 | [A2-M2] | 13,40 | 4407 | 7276 | 8475 | 13992 | 1.92 | -2211 | 89882 | 40.65 |
| 10 | [A2-M2] | 13,45 | 4428 | 7281 | 8474 | 13935 | 1.91 | -2184 | 89882 | 41.16 |
| 10 | [A2-M2] | 13,50 | 4440 | 7285 | 8474 | 13905 | 1.91 | -2152 | 89882 | 41.77 |
| 10 | [A2-M2] | 13,55 | 4444 | 7290 | 8474 | 13902 | 1.91 | -2115 | 89882 | 42.49 |
| 10 | [A2-M2] | 13,60 | 4439 | 7295 | 8474 | 13927 | 1.91 | -2075 | 89882 | 43.33 |
| 10 | [A2-M2] | 13,65 | 4425 | 7300 | 8475 | 13980 | 1.92 | -2030 | 89882 | 44.27 |
| 10 | [A2-M2] | 13,70 | 4402 | 7304 | 8475 | 14063 | 1.93 | -1983 | 89882 | 45.33 |
| 10 | [A2-M2] | 13,75 | 4369 | 7309 | 8475 | 14178 | 1.94 | -1933 | 89882 | 46.50 |
| 10 | [A2-M2] | 13,80 | 4327 | 7314 | 8475 | 14326 | 1.96 | -1880 | 89882 | 47.80 |
| 10 | [A2-M2] | 13,85 | 4275 | 7319 | 8476 | 14510 | 1.98 | -1826 | 89882 | 49.23 |
| 10 | [A2-M2] | 13,90 | 4214 | 7324 | 8476 | 14732 | 2.01 | -1770 | 89882 | 50.79 |
| 10 | [A2-M2] | 13,95 | 4144 | 7328 | 8477 | 14991 | 2.05 | -1712 | 89882 | 52.51 |
| 10 | [A2-M2] | 14,00 | 4066 | 7333 | 8478 | 15288 | 2.08 | -1683 | 89882 | 53.41 |



|    |         |       |      |      |      |       |      |       |       |       |
|----|---------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| 10 | [A2-M2] | 14,05 | 3982 | 7338 | 8478 | 15622 | 2.13 | -1802 | 89882 | 49.89 |
| 10 | [A2-M2] | 14,10 | 3892 | 7343 | 8479 | 15996 | 2.18 | -1905 | 89882 | 47.18 |
| 10 | [A2-M2] | 14,15 | 3797 | 7347 | 8480 | 16410 | 2.23 | -1995 | 89882 | 45.06 |
| 10 | [A2-M2] | 14,20 | 3697 | 7352 | 8481 | 16865 | 2.29 | -2071 | 89882 | 43.41 |
| 10 | [A2-M2] | 14,25 | 3594 | 7357 | 8483 | 17365 | 2.36 | -2134 | 89882 | 42.12 |
| 11 | [A2-M2] | 14,30 | 3587 | 7841 | 8486 | 18551 | 2.37 | -2186 | 89882 | 41.12 |
| 11 | [A2-M2] | 14,35 | 3619 | 7846 | 8485 | 18394 | 2.34 | -2226 | 89882 | 40.37 |
| 11 | [A2-M2] | 14,40 | 3647 | 7851 | 8485 | 18263 | 2.33 | -2257 | 89882 | 39.83 |
| 11 | [A2-M2] | 14,45 | 3670 | 7856 | 8485 | 18159 | 2.31 | -2277 | 89882 | 39.47 |
| 11 | [A2-M2] | 14,50 | 3689 | 7860 | 8484 | 18080 | 2.30 | -2289 | 89882 | 39.26 |
| 11 | [A2-M2] | 14,55 | 3702 | 7865 | 8484 | 18026 | 2.29 | -2293 | 89882 | 39.20 |
| 11 | [A2-M2] | 14,60 | 3710 | 7870 | 8484 | 17998 | 2.29 | -2289 | 89882 | 39.26 |
| 11 | [A2-M2] | 14,65 | 3713 | 7875 | 8484 | 17995 | 2.29 | -2278 | 89882 | 39.45 |
| 11 | [A2-M2] | 14,70 | 3710 | 7879 | 8484 | 18018 | 2.29 | -2261 | 89882 | 39.75 |
| 11 | [A2-M2] | 14,75 | 3702 | 7884 | 8484 | 18068 | 2.29 | -2238 | 89882 | 40.16 |
| 11 | [A2-M2] | 14,80 | 3689 | 7889 | 8485 | 18146 | 2.30 | -2210 | 89882 | 40.67 |
| 11 | [A2-M2] | 14,85 | 3670 | 7894 | 8485 | 18252 | 2.31 | -2177 | 89882 | 41.29 |
| 11 | [A2-M2] | 14,90 | 3645 | 7898 | 8485 | 18388 | 2.33 | -2139 | 89882 | 42.01 |
| 11 | [A2-M2] | 14,95 | 3614 | 7903 | 8486 | 18556 | 2.35 | -2098 | 89882 | 42.83 |
| 11 | [A2-M2] | 15,00 | 3577 | 7908 | 8486 | 18758 | 2.37 | -2054 | 89882 | 43.76 |
| 11 | [A2-M2] | 15,05 | 3535 | 7913 | 8487 | 18997 | 2.40 | -2007 | 89882 | 44.79 |
| 11 | [A2-M2] | 15,10 | 3486 | 7917 | 8487 | 19276 | 2.43 | -1957 | 89882 | 45.93 |
| 11 | [A2-M2] | 15,15 | 3431 | 7922 | 8488 | 19598 | 2.47 | -1905 | 89882 | 47.19 |
| 11 | [A2-M2] | 15,20 | 3370 | 7927 | 8489 | 19969 | 2.52 | -1851 | 89882 | 48.56 |
| 11 | [A2-M2] | 15,25 | 3302 | 7932 | 8490 | 20393 | 2.57 | -1796 | 89882 | 50.05 |
| 11 | [A2-M2] | 15,30 | 3228 | 7936 | 8491 | 20877 | 2.63 | -1739 | 89882 | 51.67 |
| 11 | [A2-M2] | 15,35 | 3147 | 7941 | 8492 | 21430 | 2.70 | -1752 | 89882 | 51.30 |
| 11 | [A2-M2] | 15,40 | 3059 | 7946 | 8494 | 22061 | 2.78 | -1888 | 89882 | 47.60 |
| 11 | [A2-M2] | 15,45 | 2965 | 7951 | 8496 | 22782 | 2.87 | -2013 | 89882 | 44.65 |
| 11 | [A2-M2] | 15,50 | 2864 | 7955 | 8498 | 23602 | 2.97 | -2123 | 89882 | 42.33 |
| 11 | [A2-M2] | 15,55 | 2758 | 7960 | 8500 | 24531 | 3.08 | -2220 | 89882 | 40.49 |
| 11 | [A2-M2] | 15,60 | 2647 | 7965 | 8502 | 25583 | 3.21 | -2303 | 89882 | 39.03 |
| 11 | [A2-M2] | 15,65 | 2532 | 7970 | 8503 | 26764 | 3.36 | -2374 | 89882 | 37.86 |

|    |         |       |      |       |      |        |       |       |       |        |
|----|---------|-------|------|-------|------|--------|-------|-------|-------|--------|
| 11 | [A2-M2] | 15,70 | 2413 | 7974  | 8487 | 28045  | 3.52  | -2432 | 89882 | 36.95  |
| 11 | [A2-M2] | 15,75 | 2292 | 7979  | 8470 | 29490  | 3.70  | -2479 | 89882 | 36.25  |
| 11 | [A2-M2] | 15,80 | 2168 | 7984  | 8450 | 31121  | 3.90  | -2515 | 89882 | 35.73  |
| 11 | [A2-M2] | 15,85 | 2042 | 7989  | 8427 | 32970  | 4.13  | -2541 | 89882 | 35.38  |
| 11 | [A2-M2] | 15,90 | 1915 | 7993  | 8402 | 35071  | 4.39  | -2556 | 89882 | 35.17  |
| 11 | [A2-M2] | 15,95 | 1787 | 7998  | 8372 | 37471  | 4.68  | -2562 | 89882 | 35.09  |
| 11 | [A2-M2] | 16,00 | 1659 | 8003  | 8335 | 40209  | 5.02  | -2557 | 89882 | 35.16  |
| 11 | [A2-M2] | 16,05 | 1531 | 8008  | 8265 | 43222  | 5.40  | -2536 | 89882 | 35.44  |
| 11 | [A2-M2] | 16,10 | 1404 | 8012  | 8183 | 46688  | 5.83  | -2502 | 89882 | 35.93  |
| 11 | [A2-M2] | 16,15 | 1279 | 8017  | 8089 | 50694  | 6.32  | -2454 | 89882 | 36.63  |
| 11 | [A2-M2] | 16,20 | 1157 | 8022  | 7958 | 55200  | 6.88  | -2393 | 89882 | 37.56  |
| 11 | [A2-M2] | 16,25 | 1037 | 8027  | 7779 | 60217  | 7.50  | -2320 | 89882 | 38.74  |
| 11 | [A2-M2] | 16,30 | 921  | 8031  | 7571 | 66028  | 8.22  | -2235 | 89882 | 40.22  |
| 11 | [A2-M2] | 16,35 | 809  | 8036  | 7307 | 72568  | 9.03  | -2137 | 89882 | 42.05  |
| 11 | [A2-M2] | 16,40 | 702  | 8041  | 6999 | 80133  | 9.97  | -2029 | 89882 | 44.31  |
| 11 | [A2-M2] | 16,45 | 601  | 8046  | 6638 | 88883  | 11.05 | -1909 | 89882 | 47.09  |
| 11 | [A2-M2] | 16,50 | 505  | 8050  | 6211 | 98927  | 12.29 | -1777 | 89882 | 50.57  |
| 11 | [A2-M2] | 16,55 | 417  | 8055  | 5707 | 110373 | 13.70 | -1635 | 89882 | 54.96  |
| 11 | [A2-M2] | 16,60 | 335  | 8060  | 5120 | 123262 | 15.29 | -1483 | 89882 | 60.63  |
| 9  | [A2-M2] | 16,65 | 18   | 11751 | 308  | 197003 | 16.76 | -1319 | 89882 | 68.14  |
| 9  | [A2-M2] | 16,70 | 13   | 11756 | 212  | 197763 | 16.82 | -1145 | 89882 | 78.50  |
| 9  | [A2-M2] | 16,75 | 8    | 11761 | 137  | 198356 | 16.87 | -960  | 89882 | 93.58  |
| 9  | [A2-M2] | 16,80 | 5    | 11765 | 81   | 198799 | 16.90 | -766  | 89882 | 117.42 |
| 9  | [A2-M2] | 16,85 | 2    | 11770 | 41   | 199109 | 16.92 | -560  | 89882 | 160.46 |
| 9  | [A2-M2] | 16,90 | 1    | 11775 | 16   | 199306 | 16.93 | -344  | 89882 | 261.00 |
| 9  | [A2-M2] | 16,95 | 0    | 11780 | 3    | 199408 | 16.93 | -118  | 89882 | 760.09 |

*Simbologia adottata*

n° Indice della combinazione/fase

Tipo Tipo della Combinazione/Fase

Y ordinata della sezione, espressa in [m]

$\sigma_{td}$  tensione ideale nell'acciaio, espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]

$\sigma_f$  tensione normale in [kg/cm<sup>2</sup>]

$\tau_f$  tensione tangenziale in [kg/cm<sup>2</sup>]

| <b>Y</b> | <b><math>\sigma_{id}n^\circ</math> - Tipo</b> | <b><math>\sigma_f n^\circ</math> - Tipo</b> | <b><math>\tau_f n^\circ</math> - Tipo</b> |
|----------|---|---|---|
| 0,00     | 0,008 - [ESE]                                 | 0,005 - [ESE]                               | 0,008 - [ESE]                             |
| 0,05     | 0,598 - [ESE]                                 | 0,208 - [ESE]                               | 0,328 - [ESE]                             |
| 0,10     | 1,488 - [ESE]                                 | 0,668 - [ESE]                               | 0,778 - [ESE]                             |
| 0,15     | 2,758 - [ESE]                                 | 1,468 - [ESE]                               | 1,358 - [ESE]                             |
| 0,20     | 4,478 - [ESE]                                 | 2,698 - [ESE]                               | 2,068 - [ESE]                             |
| 0,25     | 6,813 - [ESE]                                 | 4,418 - [ESE]                               | 3,013 - [ESE]                             |
| 0,30     | 10,243 - [ESE]                                | 6,873 - [ESE]                               | 4,383 - [ESE]                             |
| 0,35     | 15,083 - [ESE]                                | 10,433 - [ESE]                              | 6,293 - [ESE]                             |
| 0,40     | 21,783 - [ESE]                                | 15,483 - [ESE]                              | 8,843 - [ESE]                             |
| 0,45     | 30,783 - [ESE]                                | 22,473 - [ESE]                              | 12,153 - [ESE]                            |
| 0,50     | 42,633 - [ESE]                                | 31,943 - [ESE]                              | 16,303 - [ESE]                            |
| 0,55     | 57,843 - [ESE]                                | 44,483 - [ESE]                              | 21,353 - [ESE]                            |
| 0,60     | 77,005 - [ESE]                                | 60,713 - [ESE]                              | 27,365 - [ESE]                            |
| 0,65     | 100,675 - [ESE]                               | 81,275 - [ESE]                              | 34,305 - [ESE]                            |
| 0,70     | 128,835 - [ESE]                               | 106,795 - [ESE]                             | 41,615 - [ESE]                            |
| 0,75     | 161,035 - [ESE]                               | 137,145 - [ESE]                             | 48,735 - [ESE]                            |
| 0,80     | 197,335 - [ESE]                               | 172,185 - [ESE]                             | 55,655 - [ESE]                            |
| 0,85     | 237,775 - [ESE]                               | 211,805 - [ESE]                             | 62,395 - [ESE]                            |
| 0,90     | 282,345 - [ESE]                               | 255,865 - [ESE]                             | 68,935 - [ESE]                            |
| 0,95     | 330,995 - [ESE]                               | 304,225 - [ESE]                             | 75,285 - [ESE]                            |
| 1,00     | 413,385 - [ESE]                               | 386,895 - [ESE]                             | 99,953 - [ESE]                            |
| 1,05     | 359,235 - [ESE]                               | 332,785 - [ESE]                             | 95,543 - [ESE]                            |
| 1,10     | 309,135 - [ESE]                               | 282,585 - [ESE]                             | 91,333 - [ESE]                            |
| 1,15     | 262,995 - [ESE]                               | 236,165 - [ESE]                             | 87,343 - [ESE]                            |
| 1,20     | 220,765 - [ESE]                               | 193,395 - [ESE]                             | 83,573 - [ESE]                            |
| 1,25     | 182,415 - [ESE]                               | 154,125 - [ESE]                             | 80,013 - [ESE]                            |
| 1,30     | 147,995 - [ESE]                               | 118,225 - [ESE]                             | 76,673 - [ESE]                            |
| 1,35     | 168,904 - [ESE]                               | 119,284 - [ESE]                             | 73,543 - [ESE]                            |

|      |                  |                  |                |
|------|------------------|------------------|----------------|
| 1,40 | 199,843 - [ESE]  | 164,264 - [ESE]  | 70,633 - [ESE] |
| 1,45 | 235,863 - [ESE]  | 206,754 - [ESE]  | 67,933 - [ESE] |
| 1,50 | 273,673 - [ESE]  | 249,093 - [ESE]  | 65,453 - [ESE] |
| 1,55 | 311,993 - [ESE]  | 292,173 - [ESE]  | 63,183 - [ESE] |
| 1,60 | 350,193 - [ESE]  | 333,803 - [ESE]  | 61,133 - [ESE] |
| 1,65 | 387,963 - [ESE]  | 374,133 - [ESE]  | 59,283 - [ESE] |
| 1,70 | 425,183 - [ESE]  | 413,293 - [ESE]  | 57,643 - [ESE] |
| 1,75 | 461,783 - [ESE]  | 451,433 - [ESE]  | 56,123 - [ESE] |
| 1,80 | 497,633 - [ESE]  | 488,563 - [ESE]  | 54,613 - [ESE] |
| 1,85 | 532,673 - [ESE]  | 524,673 - [ESE]  | 53,073 - [ESE] |
| 1,90 | 566,823 - [ESE]  | 559,753 - [ESE]  | 51,513 - [ESE] |
| 1,95 | 600,043 - [ESE]  | 593,773 - [ESE]  | 49,933 - [ESE] |
| 2,00 | 632,303 - [ESE]  | 626,733 - [ESE]  | 48,323 - [ESE] |
| 2,05 | 663,553 - [ESE]  | 658,613 - [ESE]  | 46,693 - [ESE] |
| 2,10 | 693,783 - [ESE]  | 689,383 - [ESE]  | 45,033 - [ESE] |
| 2,15 | 722,953 - [ESE]  | 719,043 - [ESE]  | 43,363 - [ESE] |
| 2,20 | 751,043 - [ESE]  | 747,573 - [ESE]  | 41,663 - [ESE] |
| 2,25 | 778,033 - [ESE]  | 774,953 - [ESE]  | 39,933 - [ESE] |
| 2,30 | 803,903 - [ESE]  | 801,183 - [ESE]  | 38,183 - [ESE] |
| 2,35 | 828,633 - [ESE]  | 826,223 - [ESE]  | 36,423 - [ESE] |
| 2,40 | 852,193 - [ESE]  | 850,083 - [ESE]  | 34,623 - [ESE] |
| 2,45 | 874,583 - [ESE]  | 872,733 - [ESE]  | 32,813 - [ESE] |
| 2,50 | 895,773 - [ESE]  | 894,163 - [ESE]  | 33,035 - [ESE] |
| 2,55 | 915,743 - [ESE]  | 914,353 - [ESE]  | 36,325 - [ESE] |
| 2,60 | 934,493 - [ESE]  | 933,303 - [ESE]  | 39,595 - [ESE] |
| 2,65 | 951,993 - [ESE]  | 950,973 - [ESE]  | 42,845 - [ESE] |
| 2,70 | 968,223 - [ESE]  | 967,373 - [ESE]  | 46,065 - [ESE] |
| 2,75 | 983,183 - [ESE]  | 982,473 - [ESE]  | 49,245 - [ESE] |
| 2,80 | 996,843 - [ESE]  | 996,273 - [ESE]  | 52,405 - [ESE] |
| 2,85 | 1009,193 - [ESE] | 1008,743 - [ESE] | 55,515 - [ESE] |
| 2,90 | 1020,223 - [ESE] | 1019,873 - [ESE] | 58,575 - [ESE] |
| 2,95 | 1029,913 - [ESE] | 1029,643 - [ESE] | 61,585 - [ESE] |
| 3,00 | 1038,243 - [ESE] | 1038,053 - [ESE] | 64,535 - [ESE] |

3,05 1045,213 - [ESE] 1045,083 - [ESE] 68,327 - [ESE]  
3,10 1050,793 - [ESE] 1050,723 - [ESE] 72,177 - [ESE]  
3,15 1054,983 - [ESE] 1054,943 - [ESE] 76,007 - [ESE]  
3,20 1057,753 - [ESE] 1057,743 - [ESE] 79,817 - [ESE]  
3,25 1059,103 - [ESE] 1059,103 - [ESE] 83,577 - [ESE]  
3,30 1059,013 - [ESE] 1059,003 - [ESE] 87,307 - [ESE]  
3,35 1057,463 - [ESE] 1057,453 - [ESE] 90,997 - [ESE]  
3,40 1054,453 - [ESE] 1054,403 - [ESE] 94,647 - [ESE]  
3,45 1049,963 - [ESE] 1049,873 - [ESE] 99,404 - [ESE]  
3,50 1043,983 - [ESE] 1043,823 - [ESE] 135,715 - [ESE]  
3,55 1036,493 - [ESE] 1036,263 - [ESE] 133,425 - [ESE]  
3,60 1027,483 - [ESE] 1027,153 - [ESE] 131,115 - [ESE]  
3,65 1016,933 - [ESE] 1016,493 - [ESE] 128,785 - [ESE]  
3,70 1004,853 - [ESE] 1004,273 - [ESE] 126,435 - [ESE]  
3,75 991,203 - [ESE] 990,473 - [ESE] 124,065 - [ESE]  
3,80 975,993 - [ESE] 975,083 - [ESE] 121,675 - [ESE]  
3,85 959,203 - [ESE] 958,083 - [ESE] 119,265 - [ESE]  
3,90 940,823 - [ESE] 939,463 - [ESE] 116,835 - [ESE]  
3,95 920,843 - [ESE] 919,213 - [ESE] 114,375 - [ESE]  
4,00 899,253 - [ESE] 897,313 - [ESE] 111,905 - [ESE]  
4,05 876,063 - [ESE] 873,773 - [ESE] 109,415 - [ESE]  
4,10 851,333 - [ESE] 848,673 - [ESE] 106,895 - [ESE]  
4,15 825,163 - [ESE] 822,113 - [ESE] 104,355 - [ESE]  
4,20 797,653 - [ESE] 794,193 - [ESE] 101,805 - [ESE]  
4,25 768,913 - [ESE] 765,003 - [ESE] 99,225 - [ESE]  
4,30 739,023 - [ESE] 734,653 - [ESE] 96,625 - [ESE]  
4,35 708,113 - [ESE] 703,243 - [ESE] 94,015 - [ESE]  
4,40 736,596 - [ESE] 731,016 - [ESE] 91,375 - [ESE]  
4,45 768,676 - [ESE] 764,346 - [ESE] 88,715 - [ESE]  
4,50 797,426 - [ESE] 794,146 - [ESE] 86,035 - [ESE]  
4,55 822,756 - [ESE] 820,356 - [ESE] 83,335 - [ESE]  
4,60 872,225 - [ESE] 860,975 - [ESE] 80,615 - [ESE]  
4,65 923,975 - [ESE] 914,075 - [ESE] 77,875 - [ESE]

4,70 974,065 - [ESE] 965,345 - [ESE] 75,115 - [ESE]  
4,75 1022,455 - [ESE] 1014,755 - [ESE] 72,335 - [ESE]  
4,80 1069,095 - [ESE] 1062,295 - [ESE] 69,535 - [ESE]  
4,85 1113,965 - [ESE] 1107,955 - [ESE] 66,715 - [ESE]  
4,90 1157,025 - [ESE] 1151,725 - [ESE] 63,865 - [ESE]  
4,95 1198,255 - [ESE] 1193,585 - [ESE] 61,005 - [ESE]  
5,00 1237,625 - [ESE] 1233,525 - [ESE] 58,125 - [ESE]  
5,05 1275,125 - [ESE] 1271,525 - [ESE] 55,225 - [ESE]  
5,10 1310,715 - [ESE] 1307,585 - [ESE] 52,305 - [ESE]  
5,15 1344,395 - [ESE] 1341,675 - [ESE] 56,157 - [ESE]  
5,20 1376,145 - [ESE] 1373,795 - [ESE] 62,687 - [ESE]  
5,25 1405,935 - [ESE] 1403,925 - [ESE] 69,257 - [ESE]  
5,30 1433,765 - [ESE] 1432,055 - [ESE] 76,409 - [ESE]  
5,35 1459,605 - [ESE] 1458,165 - [ESE] 84,009 - [ESE]  
5,40 1483,445 - [ESE] 1482,245 - [ESE] 91,689 - [ESE]  
5,45 1505,265 - [ESE] 1504,285 - [ESE] 99,449 - [ESE]  
5,50 1525,055 - [ESE] 1524,275 - [ESE] 107,279 - [ESE]  
5,55 1542,795 - [ESE] 1542,185 - [ESE] 115,169 - [ESE]  
5,60 1558,475 - [ESE] 1558,015 - [ESE] 123,129 - [ESE]  
5,65 1572,085 - [ESE] 1571,745 - [ESE] 131,139 - [ESE]  
5,70 1583,605 - [ESE] 1583,375 - [ESE] 139,199 - [ESE]  
5,75 1593,015 - [ESE] 1592,875 - [ESE] 147,299 - [ESE]  
5,80 1600,315 - [ESE] 1600,235 - [ESE] 155,439 - [ESE]  
5,85 1605,485 - [ESE] 1605,445 - [ESE] 163,589 - [ESE]  
5,90 1608,505 - [ESE] 1608,495 - [ESE] 171,759 - [ESE]  
5,95 1609,365 - [ESE] 1609,365 - [ESE] 179,939 - [ESE]  
6,00 1608,065 - [ESE] 1608,045 - [ESE] 190,417 - [ESE]  
6,05 1604,575 - [ESE] 1604,525 - [ESE] 184,127 - [ESE]  
6,10 1598,885 - [ESE] 1598,785 - [ESE] 177,937 - [ESE]  
6,15 1590,995 - [ESE] 1590,815 - [ESE] 171,867 - [ESE]  
6,20 1580,875 - [ESE] 1580,595 - [ESE] 165,917 - [ESE]  
6,25 1568,525 - [ESE] 1568,125 - [ESE] 160,087 - [ESE]  
6,30 1553,935 - [ESE] 1553,385 - [ESE] 154,407 - [ESE]

6,35 1537,085 - [ESE] 1536,355 - [ESE] 148,877 - [ESE]  
6,40 1517,965 - [ESE] 1517,025 - [ESE] 143,497 - [ESE]  
6,45 1496,565 - [ESE] 1495,385 - [ESE] 138,287 - [ESE]  
6,50 1472,875 - [ESE] 1471,425 - [ESE] 133,257 - [ESE]  
6,55 1446,915 - [ESE] 1445,155 - [ESE] 128,397 - [ESE]  
6,60 1418,735 - [ESE] 1416,645 - [ESE] 123,717 - [ESE]  
6,65 1388,445 - [ESE] 1385,995 - [ESE] 119,237 - [ESE]  
6,70 1356,135 - [ESE] 1353,315 - [ESE] 114,947 - [ESE]  
6,75 1321,925 - [ESE] 1318,695 - [ESE] 110,857 - [ESE]  
6,80 1285,895 - [ESE] 1282,235 - [ESE] 106,967 - [ESE]  
6,85 1248,155 - [ESE] 1244,035 - [ESE] 103,267 - [ESE]  
6,90 1208,805 - [ESE] 1204,195 - [ESE] 99,617 - [ESE]  
6,95 1167,955 - [ESE] 1162,825 - [ESE] 95,957 - [ESE]  
7,00 1154,886 - [ESE] 1154,716 - [ESE] 92,267 - [ESE]  
7,05 1160,806 - [ESE] 1160,786 - [ESE] 88,567 - [ESE]  
7,10 1161,776 - [ESE] 1161,756 - [ESE] 84,837 - [ESE]  
7,15 1158,006 - [ESE] 1157,846 - [ESE] 81,097 - [ESE]  
7,20 1169,817 - [ESE] 1162,127 - [ESE] 77,327 - [ESE]  
7,25 1219,357 - [ESE] 1212,687 - [ESE] 73,547 - [ESE]  
7,30 1266,477 - [ESE] 1260,697 - [ESE] 74,465 - [ESE]  
7,35 1311,147 - [ESE] 1306,167 - [ESE] 75,495 - [ESE]  
7,40 1353,347 - [ESE] 1349,067 - [ESE] 76,365 - [ESE]  
7,45 1393,047 - [ESE] 1389,397 - [ESE] 77,095 - [ESE]  
7,50 1430,227 - [ESE] 1427,127 - [ESE] 77,665 - [ESE]  
7,55 1464,867 - [ESE] 1462,257 - [ESE] 80,219 - [ESE]  
7,60 1496,937 - [ESE] 1494,767 - [ESE] 87,999 - [ESE]  
7,65 1526,427 - [ESE] 1524,647 - [ESE] 95,809 - [ESE]  
7,70 1553,317 - [ESE] 1551,877 - [ESE] 103,639 - [ESE]  
7,75 1577,597 - [ESE] 1576,457 - [ESE] 111,489 - [ESE]  
7,80 1599,237 - [ESE] 1598,367 - [ESE] 119,349 - [ESE]  
7,85 1618,237 - [ESE] 1617,587 - [ESE] 127,199 - [ESE]  
7,90 1634,577 - [ESE] 1634,107 - [ESE] 135,049 - [ESE]  
7,95 1648,227 - [ESE] 1647,917 - [ESE] 142,869 - [ESE]

8,00 1659,197 - [ESE] 1659,007 - [ESE] 203,549 - [ESE]  
8,05 1667,447 - [ESE] 1667,357 - [ESE] 195,789 - [ESE]  
8,10 1672,987 - [ESE] 1672,957 - [ESE] 188,079 - [ESE]  
8,15 1675,797 - [ESE] 1675,787 - [ESE] 180,429 - [ESE]  
8,20 1675,847 - [ESE] 1675,847 - [ESE] 172,839 - [ESE]  
8,25 1673,147 - [ESE] 1673,107 - [ESE] 165,339 - [ESE]  
8,30 1667,677 - [ESE] 1667,577 - [ESE] 157,909 - [ESE]  
8,35 1659,417 - [ESE] 1659,217 - [ESE] 150,579 - [ESE]  
8,40 1648,357 - [ESE] 1648,027 - [ESE] 143,349 - [ESE]  
8,45 1634,497 - [ESE] 1633,997 - [ESE] 136,219 - [ESE]  
8,50 1617,817 - [ESE] 1617,117 - [ESE] 129,209 - [ESE]  
8,55 1598,327 - [ESE] 1597,377 - [ESE] 122,309 - [ESE]  
8,60 1576,097 - [ESE] 1574,877 - [ESE] 115,529 - [ESE]  
8,65 1551,237 - [ESE] 1549,707 - [ESE] 108,879 - [ESE]  
8,70 1523,827 - [ESE] 1521,957 - [ESE] 102,359 - [ESE]  
8,75 1493,977 - [ESE] 1491,747 - [ESE] 95,969 - [ESE]  
8,80 1461,787 - [ESE] 1459,157 - [ESE] 89,719 - [ESE]  
8,85 1427,367 - [ESE] 1424,307 - [ESE] 84,9211 - [ESE]  
8,90 1390,797 - [ESE] 1387,277 - [ESE] 80,4911 - [ESE]  
8,95 1352,197 - [ESE] 1348,187 - [ESE] 76,0311 - [ESE]  
9,00 1327,708 - [ESE] 1327,418 - [ESE] 71,5511 - [ESE]  
9,05 1336,448 - [ESE] 1336,378 - [ESE] 67,0611 - [ESE]  
9,10 1339,838 - [ESE] 1339,838 - [ESE] 68,257 - [ESE]  
9,15 1338,098 - [ESE] 1338,028 - [ESE] 70,677 - [ESE]  
9,20 1354,569 - [ESE] 1352,339 - [ESE] 72,947 - [ESE]  
9,25 1382,489 - [ESE] 1380,769 - [ESE] 75,067 - [ESE]  
9,30 1407,239 - [ESE] 1405,929 - [ESE] 77,037 - [ESE]  
9,35 1428,889 - [ESE] 1427,919 - [ESE] 78,857 - [ESE]  
9,40 1447,509 - [ESE] 1446,819 - [ESE] 80,527 - [ESE]  
9,45 1463,069 - [ESE] 1462,609 - [ESE] 82,047 - [ESE]  
9,50 1475,559 - [ESE] 1475,279 - [ESE] 83,417 - [ESE]  
9,55 1484,959 - [ESE] 1484,819 - [ESE] 84,637 - [ESE]  
9,60 1491,259 - [ESE] 1491,209 - [ESE] 85,707 - [ESE]



9,65 1498,9111 - [ESE] 1498,7811 - [ESE] 86,627 - [ESE]  
9,70 1505,0611 - [ESE] 1505,0111 - [ESE] 87,397 - [ESE]  
9,75 1508,0611 - [ESE] 1508,0611 - [ESE] 88,017 - [ESE]  
9,80 1507,9111 - [ESE] 1507,9011 - [ESE] 88,497 - [ESE]  
9,85 1504,5911 - [ESE] 1504,5411 - [ESE] 88,817 - [ESE]  
9,90 1498,1011 - [ESE] 1497,9411 - [ESE] 88,987 - [ESE]  
9,95 1488,4111 - [ESE] 1488,1111 - [ESE] 88,927 - [ESE]  
10,00 1475,5211 - [ESE] 1475,0211 - [ESE] 88,727 - [ESE]  
10,05 1459,4511 - [ESE] 1458,7011 - [ESE] 88,367 - [ESE]  
10,10 1440,2511 - [ESE] 1439,2111 - [ESE] 88,198 - [ESE]  
10,15 1418,0411 - [ESE] 1416,6611 - [ESE] 88,558 - [ESE]  
10,20 1392,9111 - [ESE] 1391,1411 - [ESE] 88,698 - [ESE]  
10,25 1364,9511 - [ESE] 1362,7611 - [ESE] 88,638 - [ESE]  
10,30 1334,2911 - [ESE] 1331,6211 - [ESE] 88,368 - [ESE]  
10,35 1301,0111 - [ESE] 1297,8111 - [ESE] 87,898 - [ESE]  
10,40 1265,2111 - [ESE] 1261,4411 - [ESE] 87,218 - [ESE]  
10,45 1227,0111 - [ESE] 1222,6011 - [ESE] 86,338 - [ESE]  
10,50 1186,5111 - [ESE] 1181,4111 - [ESE] 85,268 - [ESE]  
10,55 1143,8111 - [ESE] 1137,9511 - [ESE] 83,988 - [ESE]  
10,60 1099,0211 - [ESE] 1092,3311 - [ESE] 82,528 - [ESE]  
10,65 1052,2611 - [ESE] 1044,6511 - [ESE] 83,4210 - [ESE]  
10,70 1003,6311 - [ESE] 995,0111 - [ESE] 86,2810 - [ESE]  
10,75 953,2511 - [ESE] 943,5111 - [ESE] 89,0010 - [ESE]  
10,80 955,437 - [ESE] 948,777 - [ESE] 91,5610 - [ESE]  
10,85 998,227 - [ESE] 992,377 - [ESE] 93,9810 - [ESE]  
10,90 1039,247 - [ESE] 1034,147 - [ESE] 96,2510 - [ESE]  
10,95 1078,437 - [ESE] 1073,977 - [ESE] 98,3910 - [ESE]  
11,00 1115,457 - [ESE] 1111,917 - [ESE] 100,4110 - [ESE]  
11,05 1148,777 - [ESE] 1146,287 - [ESE] 99,6310 - [ESE]  
11,10 1177,267 - [ESE] 1175,617 - [ESE] 98,7210 - [ESE]  
11,15 1200,797 - [ESE] 1199,807 - [ESE] 97,6010 - [ESE]  
11,20 1219,337 - [ESE] 1218,797 - [ESE] 96,2710 - [ESE]  
11,25 1233,187 - [ESE] 1232,937 - [ESE] 94,7110 - [ESE]

11,301242,637 - [ESE] 1242,557 - [ESE] 92,9310 - [ESE]  
11,351247,987 - [ESE] 1247,987 - [ESE] 90,9310 - [ESE]  
11,401249,537 - [ESE] 1249,527 - [ESE] 88,7110 - [ESE]  
11,451247,567 - [ESE] 1247,487 - [ESE] 86,2610 - [ESE]  
11,501242,337 - [ESE] 1242,147 - [ESE] 83,6010 - [ESE]  
11,551234,117 - [ESE] 1233,777 - [ESE] 80,7010 - [ESE]  
11,601223,167 - [ESE] 1222,657 - [ESE] 77,5910 - [ESE]  
11,651209,727 - [ESE] 1209,017 - [ESE] 74,2510 - [ESE]  
11,701194,027 - [ESE] 1193,117 - [ESE] 72,3011 - [ESE]  
11,751176,287 - [ESE] 1175,167 - [ESE] 70,2611 - [ESE]  
11,801156,727 - [ESE] 1155,397 - [ESE] 68,1111 - [ESE]  
11,851135,557 - [ESE] 1133,997 - [ESE] 65,8611 - [ESE]  
11,901112,947 - [ESE] 1111,187 - [ESE] 63,5111 - [ESE]  
11,951089,087 - [ESE] 1087,127 - [ESE] 61,0411 - [ESE]  
12,001064,157 - [ESE] 1062,007 - [ESE] 58,4711 - [ESE]  
12,051065,8610 - [ESE] 1063,6610 - [ESE] 55,8011 - [ESE]  
12,101091,8010 - [ESE] 1090,1910 - [ESE] 53,0111 - [ESE]  
12,151114,2510 - [ESE] 1113,1510 - [ESE] 50,1311 - [ESE]  
12,201133,0710 - [ESE] 1132,3810 - [ESE] 47,1311 - [ESE]  
12,251148,1110 - [ESE] 1147,7410 - [ESE] 44,0311 - [ESE]  
12,301159,2210 - [ESE] 1159,0710 - [ESE] 42,827 - [ESE]  
12,351166,4510 - [ESE] 1166,4210 - [ESE] 42,857 - [ESE]  
12,401170,0710 - [ESE] 1170,0710 - [ESE] 42,747 - [ESE]  
12,451170,3310 - [ESE] 1170,3110 - [ESE] 42,507 - [ESE]  
12,501167,4910 - [ESE] 1167,3910 - [ESE] 42,157 - [ESE]  
12,551161,8010 - [ESE] 1161,5910 - [ESE] 41,697 - [ESE]  
12,601153,4810 - [ESE] 1153,1310 - [ESE] 41,137 - [ESE]  
12,651142,7710 - [ESE] 1142,2610 - [ESE] 40,497 - [ESE]  
12,701129,8810 - [ESE] 1129,2010 - [ESE] 39,767 - [ESE]  
12,751119,1011 - [ESE] 1119,0311 - [ESE] 38,977 - [ESE]  
12,801123,9511 - [ESE] 1123,9411 - [ESE] 38,127 - [ESE]  
12,851126,0011 - [ESE] 1126,0011 - [ESE] 37,217 - [ESE]  
12,901125,1811 - [ESE] 1125,1411 - [ESE] 36,257 - [ESE]

12,951121,4911 - [ESE] 1121,3611 - [ESE] 35,257 - [ESE]  
13,001115,1711 - [ESE] 1114,9211 - [ESE] 34,4910 - [ESE]  
13,051106,4311 - [ESE] 1106,0511 - [ESE] 35,6310 - [ESE]  
13,101095,4811 - [ESE] 1094,9511 - [ESE] 36,5710 - [ESE]  
13,151082,5511 - [ESE] 1081,8511 - [ESE] 37,3110 - [ESE]  
13,201067,8111 - [ESE] 1066,9411 - [ESE] 37,8710 - [ESE]  
13,251051,4511 - [ESE] 1050,4111 - [ESE] 38,2710 - [ESE]  
13,301033,6611 - [ESE] 1032,4511 - [ESE] 38,5110 - [ESE]  
13,351014,6011 - [ESE] 1013,2211 - [ESE] 38,6110 - [ESE]  
13,40 994,4311 - [ESE] 992,8911 - [ESE] 38,5810 - [ESE]  
13,45 973,3111 - [ESE] 971,6111 - [ESE] 38,4310 - [ESE]  
13,50 951,3611 - [ESE] 949,5211 - [ESE] 38,1610 - [ESE]  
13,55 928,7411 - [ESE] 926,7611 - [ESE] 37,7910 - [ESE]  
13,60 905,5611 - [ESE] 903,4611 - [ESE] 37,3210 - [ESE]  
13,65 881,9511 - [ESE] 879,7311 - [ESE] 36,7710 - [ESE]  
13,70 858,0011 - [ESE] 855,6811 - [ESE] 36,4011 - [ESE]  
13,75 833,8411 - [ESE] 831,4311 - [ESE] 36,5711 - [ESE]  
13,80 809,5511 - [ESE] 807,0611 - [ESE] 36,6111 - [ESE]  
13,85 785,2111 - [ESE] 782,6611 - [ESE] 36,5311 - [ESE]  
13,90 760,9311 - [ESE] 758,3211 - [ESE] 36,3311 - [ESE]  
13,95 736,7611 - [ESE] 734,1111 - [ESE] 36,0311 - [ESE]  
14,00 712,7811 - [ESE] 710,1011 - [ESE] 35,6411 - [ESE]  
14,05 689,0611 - [ESE] 686,3611 - [ESE] 35,1511 - [ESE]  
14,10 665,6411 - [ESE] 662,9411 - [ESE] 34,5911 - [ESE]  
14,15 642,5911 - [ESE] 639,8911 - [ESE] 33,9611 - [ESE]  
14,20 619,9511 - [ESE] 617,2711 - [ESE] 33,2711 - [ESE]  
14,25 597,7711 - [ESE] 595,1111 - [ESE] 32,5211 - [ESE]  
14,30 576,0811 - [ESE] 573,4511 - [ESE] 31,7211 - [ESE]  
14,35 554,9111 - [ESE] 552,3311 - [ESE] 30,8811 - [ESE]  
14,40 534,3011 - [ESE] 531,7611 - [ESE] 30,0011 - [ESE]  
14,45 514,2611 - [ESE] 511,7911 - [ESE] 29,1011 - [ESE]  
14,50 494,8311 - [ESE] 492,4211 - [ESE] 28,1611 - [ESE]  
14,55 476,0111 - [ESE] 473,6811 - [ESE] 27,2011 - [ESE]

14,60 457,8311 - [ESE] 455,5711 - [ESE] 26,2311 - [ESE]  
14,65 440,3011 - [ESE] 438,1211 - [ESE] 25,2511 - [ESE]  
14,70 423,4111 - [ESE] 421,3211 - [ESE] 24,2611 - [ESE]  
14,75 407,1911 - [ESE] 405,1911 - [ESE] 23,2611 - [ESE]  
14,80 391,6311 - [ESE] 389,7311 - [ESE] 22,2711 - [ESE]  
14,85 376,7311 - [ESE] 374,9311 - [ESE] 21,2711 - [ESE]  
14,90 362,5011 - [ESE] 360,7911 - [ESE] 20,2911 - [ESE]  
14,95 348,9211 - [ESE] 347,3211 - [ESE] 19,3111 - [ESE]  
15,00 336,0011 - [ESE] 334,5011 - [ESE] 18,3411 - [ESE]  
15,05 323,7311 - [ESE] 322,3211 - [ESE] 17,3911 - [ESE]  
15,10 312,0911 - [ESE] 310,7911 - [ESE] 16,4511 - [ESE]  
15,15 301,0811 - [ESE] 299,8711 - [ESE] 15,5311 - [ESE]  
15,20 290,6911 - [ESE] 289,5811 - [ESE] 14,6311 - [ESE]  
15,25 280,9011 - [ESE] 279,8811 - [ESE] 13,7611 - [ESE]  
15,30 271,7011 - [ESE] 270,7811 - [ESE] 12,9011 - [ESE]  
15,35 263,0711 - [ESE] 262,2411 - [ESE] 12,0711 - [ESE]  
15,40 255,0111 - [ESE] 254,2611 - [ESE] 11,2711 - [ESE]  
15,45 253,408 - [ESE] 253,398 - [ESE] 10,4911 - [ESE]  
15,50 252,988 - [ESE] 252,988 - [ESE] 9,7411 - [ESE]  
15,55 252,478 - [ESE] 252,468 - [ESE] 9,0211 - [ESE]  
15,60 251,858 - [ESE] 251,848 - [ESE] 8,3211 - [ESE]  
15,65 251,148 - [ESE] 251,138 - [ESE] 7,6611 - [ESE]  
15,70 250,358 - [ESE] 250,348 - [ESE] 7,0311 - [ESE]  
15,75 249,498 - [ESE] 249,488 - [ESE] 6,4311 - [ESE]  
15,80 248,578 - [ESE] 248,558 - [ESE] 5,8511 - [ESE]  
15,85 247,598 - [ESE] 247,578 - [ESE] 5,3111 - [ESE]  
15,90 246,568 - [ESE] 246,558 - [ESE] 4,8111 - [ESE]  
15,95 245,508 - [ESE] 245,488 - [ESE] 4,3311 - [ESE]  
16,00 244,408 - [ESE] 244,388 - [ESE] 3,7511 - [ESE]  
16,05 243,278 - [ESE] 243,258 - [ESE] 3,0811 - [ESE]  
16,10 242,118 - [ESE] 242,098 - [ESE] 2,487 - [ESE]  
16,15 241,419 - [ESE] 241,419 - [ESE] 2,467 - [ESE]  
16,20 241,019 - [ESE] 241,009 - [ESE] 2,437 - [ESE]

|       |                 |                 |                |
|-------|-----------------|-----------------|----------------|
| 16,25 | 240,449 - [ESE] | 240,439 - [ESE] | 2,387 - [ESE]  |
| 16,30 | 239,729 - [ESE] | 239,709 - [ESE] | 2,327 - [ESE]  |
| 16,35 | 238,889 - [ESE] | 238,869 - [ESE] | 2,247 - [ESE]  |
| 16,40 | 237,959 - [ESE] | 237,939 - [ESE] | 2,147 - [ESE]  |
| 16,45 | 236,959 - [ESE] | 236,939 - [ESE] | 2,037 - [ESE]  |
| 16,50 | 235,919 - [ESE] | 235,909 - [ESE] | 1,907 - [ESE]  |
| 16,55 | 234,869 - [ESE] | 234,849 - [ESE] | 1,8110 - [ESE] |
| 16,60 | 233,829 - [ESE] | 233,819 - [ESE] | 1,7510 - [ESE] |
| 16,65 | 232,829 - [ESE] | 232,809 - [ESE] | 1,6510 - [ESE] |
| 16,70 | 231,889 - [ESE] | 231,869 - [ESE] | 1,5110 - [ESE] |
| 16,75 | 231,029 - [ESE] | 231,019 - [ESE] | 1,3310 - [ESE] |
| 16,80 | 230,299 - [ESE] | 230,289 - [ESE] | 1,1010 - [ESE] |
| 16,85 | 229,699 - [ESE] | 229,689 - [ESE] | 0,8410 - [ESE] |
| 16,90 | 229,259 - [ESE] | 229,259 - [ESE] | 0,5410 - [ESE] |
| 16,95 | 229,019 - [ESE] | 229,019 - [ESE] | 0,1910 - [ESE] |

### 7.10 Verifica a SLU \* Diagrammi M-N delle sezioni

Di seguito sono riportati per ogni tratto di armatura i diagrammi di interazione  $M_u-N_u$  della sezione; sono stati calcolati 16 punti per ogni sezione analizzata.

Per la costruzione dei diagrammi limiti si sono assunti i seguenti valori:

|   |  |
|---|--|
| Tensione caratteristica cubica del cls                              | $R_{bk} = 306 \text{ [kg/cmq]}$          |
| Tensione caratteristica cilindrica del cls ( $0.83 \times R_{bk}$ ) | $R_{ck} = 254 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$  |
| Fattore di riduzione per carico di lunga permanenza                 | $\psi = 0.85$                            |
| Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio                 | $f_{yk} = 3600 \text{ [kg/cmq]}$         |
| Coefficiente di sicurezza cls                                       | $\gamma_c = 1.50$                        |
| Coefficiente di sicurezza acciaio                                   | $\gamma_s = 1.15$                        |
| Resistenza di calcolo del cls ( $\psi R_{ck} / \gamma_c$ )          | $R_c^* = 144 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$   |
| Resistenza di calcolo dell'acciaio ( $f_{yk} / \gamma_s$ )          | $R_s^* = 3130 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$  |
| Modulo elastico dell'acciaio  | $E_s = 2100000 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$ |
| Deformazione ultima del calcestruzzo                                | $\epsilon_{cu} = 0.0035 (0.35\%)$        |

Deformazione del calcestruzzo al limite elastoplastico  $\varepsilon_{ck} = 0.0020 (0.20\%)$

Deformazione ultima dell'acciaio  $\varepsilon_{yu} = 0.0100 (1.00\%)$

Deformazione dell'acciaio al limite elastico ( $R_s^*/E_s$ )  $\varepsilon_{yk} = 0.0011 (0.15\%)$

#### *Legame costitutivo del calcestruzzo*

Per il legame costitutivo del calcestruzzo si assume il diagramma parabola-rettangolo espresso dalle seguenti relazioni:

*Tratto parabolico:*  $0 \leq \varepsilon_c \leq \psi \varepsilon_{ck}$

$$\sigma_c = \frac{R_c^* (2\varepsilon_c \varepsilon_{ck} - \varepsilon_c^2)}{\varepsilon_{ck}^2}$$

*Tratto rettangolare:*  $\varepsilon_{ck} < \varepsilon_c \leq \varepsilon_{cu}$

$$\sigma_c = R_c^*$$

#### *Legame costitutivo dell'acciaio*

Per l'acciaio si assume un comportamento elastico-perfettamente plastico espresso dalle seguenti relazioni:

$$\sigma_s = E_s \varepsilon_s \quad \text{per } 0 \leq \varepsilon_s \leq \varepsilon_{sy}$$

$$\sigma_s = R_s^* \quad \text{per } \varepsilon_{sy} < \varepsilon_s \leq \varepsilon_{su}$$

#### **Tratto armatura 1**

| <b>Nr</b> | <b>N<sub>u</sub></b> | <b>M<sub>u</sub></b> |
|-----------|----------------------|----------------------|
| 1         | -155680,94           | 0,00                 |
| 2         | 0,00                 | 8440,80              |
| 3         | 26591,42             | 8504,91              |
| 4         | 39887,13             | 8342,86              |
| 5         | 53182,84             | 8030,67              |
| 6         | 66478,55             | 7554,71              |
| 7         | 79774,25             | 7013,52              |
| 8         | 93069,96             | 6464,94              |

|    |            |          |
|----|------------|----------|
| 9  | 106365,67  | 5887,85  |
| 10 | 119661,38  | 5289,46  |
| 11 | 132957,09  | 4662,65  |
| 12 | 146252,80  | 3992,77  |
| 13 | 159548,51  | 3276,98  |
| 14 | 172844,22  | 2507,08  |
| 15 | 186139,93  | 1684,24  |
| 16 | 199435,64  | 0,00     |
| 17 | 199435,64  | 0,00     |
| 18 | 186139,93  | -1684,24 |
| 19 | 172844,22  | -2507,08 |
| 20 | 159548,51  | -3276,98 |
| 21 | 146252,80  | -3992,77 |
| 22 | 132957,09  | -4662,65 |
| 23 | 119661,38  | -5289,46 |
| 24 | 106365,67  | -5887,85 |
| 25 | 93069,96   | -6464,94 |
| 26 | 79774,25   | -7013,52 |
| 27 | 66478,55   | -7554,71 |
| 28 | 53182,84   | -8030,67 |
| 29 | 39887,13   | -8342,86 |
| 30 | 26591,42   | -8504,91 |
| 31 | 0,00       | -8440,80 |
| 32 | -155680,94 | 0,00     |

## 7.11 Verifica sezione cordoli

*Simbologia adottata*

- $M_h$  momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale  
 $T_h$  taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale  
 $M_v$  momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale  
 $T_v$  taglio espresso in [kg] nel piano verticale

**Cordolo N° 1 (X=0,00 m) (Cordolo in c.a.)**

|                              |                              |                          |               |
|------------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------|
| B=50,00 [cm]                 | H=50,00 [cm]                 |                          |               |
| A <sub>fv</sub> =12,06 [cmq] | A <sub>fh</sub> =4,02 [cmq]  | Staffe $\phi$ 10/20      | Nbh=2 - Nbv=2 |
| M <sub>h</sub> =2176 [kgm]   | M <sub>uh</sub> =20497 [kgm] | FS=9.42                  |               |
| T <sub>h</sub> =4352 [kg]    | T <sub>Rh</sub> =30038 [kg]  | FS <sub>T</sub> =6.90    |               |
| M <sub>v</sub> =38 [kgm]     | M <sub>uv</sub> =13751 [kgm] | FS=359.21                |               |
| T <sub>v</sub> =219 [kg]     | T <sub>R</sub> =30038 [kg]   | FS <sub>Tv</sub> =137.32 |               |

**Cordolo N° 2 (X=1,00 m) (Cordolo in acciaio) 2HEB180**

|  |                             |   |   |
|--|-----------------------------|---|---|
| A=130,60 [cmq]                             | W=852,00 [cm <sup>3</sup> ] |   |   |
| M <sub>h</sub> =13697 [kgm]                | T <sub>h</sub> =18262 [kg]  | M <sub>v</sub> =5023 [kgm]              | T <sub>v</sub> =6866 [kg]                     |
| $\sigma_f = 1607,59$ [kg/cm <sup>2</sup> ] |                             | $\tau_f = 139,83$ [kg/cm <sup>2</sup> ] | $\sigma_{id} = 1625,73$ [kg/cm <sup>2</sup> ] |

**Cordolo N° 3 (X=3,50 m) (Cordolo in acciaio) 2HEB180**

|  |                             |   |   |
|--|-----------------------------|---|---|
| A=130,60 [cmq]                             | W=852,00 [cm <sup>3</sup> ] |   |   |
| M <sub>h</sub> =13915 [kgm]                | T <sub>h</sub> =22264 [kg]  | M <sub>v</sub> =5103 [kgm]              | T <sub>v</sub> =8322 [kg]                     |
| $\sigma_f = 1633,25$ [kg/cm <sup>2</sup> ] |                             | $\tau_f = 170,48$ [kg/cm <sup>2</sup> ] | $\sigma_{id} = 1659,73$ [kg/cm <sup>2</sup> ] |

**Cordolo N° 4 (X=6,00 m) (Cordolo in acciaio) 2HEB180**

|  |                             |   |   |
|--|-----------------------------|---|---|
| A=130,60 [cmq]                             | W=852,00 [cm <sup>3</sup> ] |   |   |
| M <sub>h</sub> =13185 [kgm]                | T <sub>h</sub> =26371 [kg]  | M <sub>v</sub> =4837 [kgm]              | T <sub>v</sub> =9817 [kg]                     |
| $\sigma_f = 1547,58$ [kg/cm <sup>2</sup> ] |                             | $\tau_f = 201,92$ [kg/cm <sup>2</sup> ] | $\sigma_{id} = 1586,61$ [kg/cm <sup>2</sup> ] |

**Cordolo N° 5 (X=8,00 m) (Cordolo in acciaio) 2HEB180**

|  |                             |   |   |
|--|-----------------------------|---|---|
| A=130,60 [cmq]                             | W=852,00 [cm <sup>3</sup> ] |   |   |
| M <sub>h</sub> =12901 [kgm]                | T <sub>h</sub> =25802 [kg]  | M <sub>v</sub> =4734 [kgm]              | T <sub>v</sub> =9610 [kg]                     |
| $\sigma_f = 1514,21$ [kg/cm <sup>2</sup> ] |                             | $\tau_f = 197,57$ [kg/cm <sup>2</sup> ] | $\sigma_{id} = 1552,39$ [kg/cm <sup>2</sup> ] |