

**REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA  
COMUNE DI QUART**

COMMITTENTE

**AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI QUART**

OGGETTO

**LAVORI DI SOMMA URGENZA PER ADEGUAMENTO  
E MESSA IN SICUREZZA DELLA STRADA  
DI VOLLEIN, A MONTE DELL'ABITATO**

NUMERO TAVOLA	TITOLO	SCALA
<b>RC</b>	<b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>	
		DATA
		03 MAGGIO 2024
		AGGIORNAMENTI

PROGETTISTI

Ing. Daniele MONAYA - via delle Betulle 74 - AOSTA - Tel./Fax 0165/34536 - e.mail: monaya@aostaengineering.it

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>IDENTIFICAZIONE DEL SITO</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>OPERE STRUTTURALI</b>	<b>3</b>
3.1	REALIZZAZIONE DI PARATIA TIRANTATA	3
3.2	OPERE COMPLEMENTARI	3
<b>4</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>4</b>
4.1	NORMATIVA ADOTTATA	4
<b>5</b>	<b>MATERIALI</b>	<b>5</b>
5.1	CALCESTRUZZO ARMATO	5
5.1.1	COPRIFERRO	5
5.2	TIRANTI PERMANENTI A TREFOLI	6
5.3	ACCIAIO PER MICROPALI	6
<b>6</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONE DEI CARICHI</b>	<b>7</b>
6.1	COMBINAZIONE DEI CARICHI	7
6.2	ANALISI DEI CARICHI	8
6.2.1	PESI PROPRI STRUTTURALI	8
6.2.2	CARICHI VARIABILI	8
6.2.3	AZIONE SISMICA	8
<b>7</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO</b>	<b>9</b>
<b>8</b>	<b>MODELLAZIONE E VERIFICHE</b>	<b>10</b>
8.1	SOFTWARE DI CALCOLO	10
8.2	SCHEMA DI CALCOLO – TRATTO A (DA SEZ.1 A SEZ.8)	10
8.3	SCHEMA DI CALCOLO – TRATTO B (DA SEZ.8 A SEZ.11)	11
8.4	VERIFICA CORDOLO - TRAVE DI CONTRASTO TIRANTI	12
8.4.1	SCHEMA STATICO E SOLLECITAZIONI	12
8.4.2	VERIFICA A MOMENTO FLETTENTE	12
8.4.3	VERIFICA A TAGLIO	13
<b>9</b>	<b>TABULATI DI CALCOLO</b>	<b>14</b>
9.1	ALLEGATO 1 – VERIFICHE PARATIA E TIRANTI – TRATTO A	14
9.2	ALLEGATO 2 – VERIFICHE PARATIA E TIRANTI – TRATTO B	14

## **1 PREMESSA**

La presente relazione riguarda il progetto degli interventi di messa in sicurezza della strada di Vollein situata nel Comune di Quart.

Il progetto è stato redatto ai sensi delle Norme Tecniche delle costruzioni del 17-01-2018 e relativa Circolare applicativa n°7 del 21-01-2019.

In questa sede si espongono i risultati dei calcoli strutturali e svolti sul modello di calcolo dell'opera di consolidamento. Tutti i dati necessari per le verifiche sono stati ricavati da indagini geofisiche svolte dal geologo incaricato (Dott. Geol. Stefano De Leo).

## **2 IDENTIFICAZIONE DEL SITO**

La presente relazione illustrativa riguarda il progetto di adeguamento e messa in sicurezza della strada di Vollein situata nel Comune di Quart.



**Foto satellitare – Frazione Vollein – Comune di Quart (AO)**

### **3 OPERE STRUTTURALI**

#### **3.1 Realizzazione di paratia tirantata**

Per effettuare il consolidamento del versante si prevede di realizzare una paratia di micropali in acciaio con tiranti permanenti composta da:

- Tratto A (tra le sezioni 1 e 8): Micropali di acciaio  $\phi 114,3$  mm e spessore 8 mm con interasse 45 cm infissi ad una profondità di 6 m rispetto alla quota della strada comunale;
- Tratto B (tra le sezioni 8 e 11): Micropali di acciaio  $\phi 114,3$  mm e spessore 10 mm con interasse 45 cm infissi ad una profondità di 7 m rispetto alla quota della strada comunale;
- Su tutto lo sviluppo: Cordolo di testata con funzione di trave di contrasto dei tiranti in calcestruzzo armato di sezione 50x100 cm;
- Su tutto lo sviluppo: N°1 ordine di tiranti permanenti realizzati con 2 trefoli post-tesati da 0,6", di area 139 mm<sup>2</sup> cadauno realizzati con passo 315 cm con una inclinazione di 30° e una profondità complessiva di 10 m (lunghezza libera 3,0 m, lunghezza sigillata 7,0 m).

Nel tratto in cui si è manifestato il cedimento della carreggiata di circa 60-80 cm, per la realizzazione della paratia sarà necessario effettuare uno scavo preliminare ove verrà realizzata una platea in cls.a. di spessore 20 cm che funge da pista al mezzo che effettuerà le perforazioni. Vista la ridotta larghezza ed il rischio potenziale di ulteriori cedimenti, dovrà essere impiegata una macchina perforatrice di dimensioni ridotte che dovrà operare in avanzamento partendo dalla porzione di strada più a valle in modo che i micropali che verranno man mano realizzati costituiscano una protezione al mezzo ed ai lavoratori presenti.

Per l'esecuzione delle perforazioni, nel tratto tra le sezioni 7 e 10, dovranno essere tagliate porzioni delle piante presenti immediatamente a valle del ciglio stradale e le cui radici, al momento, contribuiscono alla stabilità della sede stradale.

#### **3.2 Opere complementari**

A completamento delle opere strutturali verranno installate in sommità al nuovo cordolo in cls.a. delle barriere stradali di classe N2 e a valle del pendio verrà realizzata una palificata in modo da coprire il fronte esposto dei micropali e stabilizzare la porzione di terreno rimasta a valle mediante una riprofilatura del terreno con un angolo minore e compatibile con le caratteristiche geotecniche dello stesso.

Visti il ridotto traffico veicolare, l'impossibilità di accesso a mezzi pesanti di grandi dimensioni, la ridotta velocità di percorrenza (certamente inferiore a 60 Km/h), il progettista ritiene sia sufficiente installare barriere stradali di tipo N2 con i piantoni adattati alla base inserendo una piastra in acciaio zincato con n° 4 fori per poter essere collegati mediante barre filettate al nuovo cordolo. In alternativa, se possibile, i piantoni potrebbero essere annegati direttamente nel getto del cordolo.

Nel tratto di strada ove sono attualmente presenti i maggiori cedimenti si prevede il rifacimento del manto stradale per tutta la larghezza della sede stradale mentre per le gli altri tratti si prevede il ripristino, ove necessario, in corrispondenza del nuovo cordolo in cls.a.

Si prevede anche la sistemazione definitiva dello scarico delle acque della sede stradale, da eseguirsi in economia, con interrimento della tubazione fuoriuscente della canaletta con griglia in modo che arrivi fino piede della scarpata.

## **4 RIFERIMENTI NORMATIVI**

### **4.1 Normativa adottata**

Elencazione delle principali normative adottate:

- **D.M. del 17.01.2018** - Norme Tecniche Costruzioni;
- **Circolare 21.01.2019 n° 7** - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche delle costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018;
- **UNI EN 1992-1-1:2015** - Eurocodice 2- Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali per gli edifici;
- **UNI EN 206-1:2006** - Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- **UNI 11104:2004** - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1;
- **UNI EN 1993-1-1:2014** - Eurocodice 3 Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per edifici;
- **UNI EN 1993-1-8:2005** - Eurocodice 3 Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti;
- **UNI EN 1997-1:2013** - Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali;
- **UNI EN 1998-5:2005** - Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

## 5 MATERIALI

### 5.1 Calcestruzzo armato

<b>Classe calcestruzzo C35/45 (Cordolo)</b>			
- resistenza a compressione cubica caratteristica	$R_{ck}$	45	[N/mm <sup>2</sup> ]
- resistenza a compressione cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	41.50	[N/mm <sup>2</sup> ]
- resistenza a compressione cilindrica media	$f_{cm}$	45.35	[N/mm <sup>2</sup> ]
- resistenza a trazione media	$f_{ctm}$	3.35	[N/mm <sup>2</sup> ]
- modulo elastico secante medio	$E_{cm}$	34625.5	[N/mm <sup>2</sup> ]
Produzione del calcestruzzo ordinaria Calcestruzzo a prestazione garantita in accordo con la Norma UNI EN 206-1 Cemento conforme alla Norma EN 197-1 Aggregati conformi alla Norma UNI EN 12620 Acqua di impasto conforme alla Norma EN 1008 Additivi conformi alla Norma EN 934-2			
<b>Acciaio B450C</b>			
- resistenza caratteristica a snervamento	$f_{yk}$	450	[N/mm <sup>2</sup> ]
- resistenza caratteristica a rottura	$f_t$	540	[N/mm <sup>2</sup> ]
- modulo elastico secante medio	$E_s$	210000	[N/mm <sup>2</sup> ]
<b>I valori di calcolo delle resistenze dei materiali si ricavano utilizzando i fattori di sicurezza riportati nelle NTC del 17-01-2018</b>			
- fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1.5	[N/mm <sup>2</sup> ]
- coefficiente effetti lungo termine per il calcestruzzo	$\alpha_{cc}$	0.85	[-]
- fattore di sicurezza parziale per l'acciaio	$\gamma_s$	1.15	[N/mm <sup>2</sup> ]
<b>classe calcestruzzo C35/45</b>			
- resistenza a compressione cilindrica di calcolo	$f_{cd}$	21.17	[N/mm <sup>2</sup> ]
- resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd}$	1.56	[N/mm <sup>2</sup> ]
<b>acciaio B450C</b>			
- tensione di snervamento di calcolo	$f_{yd}$	391.30	[N/mm <sup>2</sup> ]
- deformazione di snervamento di calcolo	$\epsilon_{syd}$	1.86	[%o]

#### 5.1.1 Copriferro

Per i muri di completamento della paratia è previsto un copriferro pari a **40 mm**

**Condizioni ambientali: Ordinarie**

**Classe di esposizione: XF4**

$C_{min}$	$C_0$	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi	
			$C \geq C_0$	$C_{min} < C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} < C < C_0$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45

I valori della Tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (Tipo 2 secondo la Tabella 2.4.I delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (Tipo 3 secondo la citata Tabella 2.4.I) i valori della Tabella C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm. Per classi di resistenza inferiori a  $C_{min}$  i valori della tabella sono da aumentare di 5 mm. Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 mm.

## 5.2 Tiranti permanenti a trefoli

### Tirante a trefoli

Diametro della perforazione: 14,00 cm

Coeff. di espansione laterale: 1.20

Malta utilizzata per i tiranti

Classe di Resistenza: Rck 250

Resistenza caratteristica a compressione: Rck250 kg/cm<sup>2</sup>

### Acciaio utilizzato per i tiranti

Acciaio armonico

Tensione di snervamento fyk: 16700 kg/cm<sup>2</sup>

### Tiranti attivi armati con trefoli

Area del singolo trefolo: 1,39 cm<sup>2</sup>

Numero di trefoli del tirante: 4

Coefficiente cadute di tensione: 1.30

## 5.3 Acciaio per micropali

Acciaio per micropali			
Classe acciaio	S355J0		
- resistenza caratteristica a snervamento	fyk	> 355	[N/mm <sup>2</sup> ]
- resistenza caratteristica a rottura	ft	> 490	[N/mm <sup>2</sup> ]
- modulo elastico secante medio	Es	210000	[N/mm <sup>2</sup> ]

EN 10025	UNI 7070	Api 5CT	Snervamento Rs min. (N/mm <sup>2</sup> )	Resistenza R (N/mm <sup>2</sup> )	Allungamento min. %
S235	Fe360	-	235	340 - 470	26
S275	Fe430	-	275	410 - 560	22
S355	Fe510	-	355	490 - 630	22
-	-	J55	379	517	24
-	-	K55	379	655	19,50
-	-	N80	551	689	18,50

## 6 ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONE DEI CARICHI

### 6.1 Combinazione dei carichi

Al fine di effettuare le verifiche agli stati limite ultimi e di esercizio si definiscono le seguenti combinazioni di carico:

- SLU: Combinazione Fondamentale:  $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$
- SLE: Combinazione Rara:  $G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$
- SLE: Combinazione Frequente:  $G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$
- SLE: Combinazione Quasi Permanente:  $G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$
- Combinazione Sismica:  $E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$
- Combinazione eccezionale:  $E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$

dove:

- $G_k$  indicano le azioni permanenti caratteristiche strutturali e non strutturali,
- $Q_k$  indicano le azioni caratteristiche variabili,
- $P$  indicano l'eventuale presenza di pretensioni o precompressioni,
- $AS$  indicano le azioni sismiche,
- $\psi_{i,j}$  indicano i coefficienti di combinazione delle azioni variabili.

Categoria/Azione variabile	$\psi_{0i}$	$\psi_{1i}$	$\psi_{2i}$
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

- $\gamma_{Gi}$ ,  $\gamma_{Qi}$  indicano i coefficienti parziali dei carichi permanenti e dei carichi variabili rispettivamente. I valori dei coefficienti adottati sono relativi alle verifiche di stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione (slu STR):

## 6.2 Analisi dei carichi

I carichi nominali e/o caratteristici sono stati determinati in accordo con le prescrizioni delle NTC 2018.

### 6.2.1 Pesi Propri Strutturali

I pesi propri dei materiali da costruzione adottati risultano:

- calcestruzzo non armato: 24,00 kN/m<sup>3</sup>
- calcestruzzo armato: 25,00 kN/m<sup>3</sup>
- acciaio: 78,50 kN/m<sup>3</sup>

### 6.2.2 Carichi variabili

- Sovraccarico variabile sulla strada – Strada Vollein 10 kN/m<sup>2</sup>

### 6.2.3 Azione sismica

L'azione dovuta al sisma ed applicata alle paratie è calcolata secondo quanto stabilito dal D.M. 17/01/2018. L'azione del sisma è introdotta come carico distribuito. Il sisma è considerato agente sull'intera altezza della paratia. Segue un elenco dei parametri significativi adottati.

Categoria topografica	T2
Categoria suolo	E
fattore di amp. max. Fo	2.6
accel. al sito a <sub>g</sub> [m/s <sup>2</sup> ]	0.83
spostamento tollerabile u <sub>s</sub> [cm]	1
coeff. a	1
coeff. b	0.7
accel. di picco a <sub>max</sub> [m/s <sup>2</sup> ]	1.5936

Tipo di costruzione 2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari

Vn Default (50)

Classe d'uso II

Località: Valle D'aosta/vallée D'aoste, Quart, Vollein  
 Latitudine ED50 45.7516° (45° 45' 6")  
 Longitudine ED50 7.4553° (7° 27' 19")  
 Altitudine s.l.m. 917.02 m

Vr Default (50)

Stato limite	Pvr(%)	Tr(anni)	Ag/g	Fo	Tc*(s)
SLO	Default (81)	30	Default (0.0298)	Default (2.461)	Default (0.2)
SLD	Default (63)	50	Default (0.037)	Default (2.529)	Default (0.22)
SLV	Default (10)	475	Default (0.0846)	Default (2.602)	Default (0.29)
SLC	Default (5)	975	Default (0.1083)	Default (2.591)	Default (0.3)

## 7 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO

A seguito di queste considerazioni per il dimensionamento della paratia sono stati utilizzati i seguenti parametri:

- Angolo di attrito: 31°;
- Coesione nulla;
- Peso di volume 18,5 kN/m<sup>3</sup>.

Il progetto esecutivo sarà aggiornato a seguito delle risultanze dei sondaggi geognostici e delle analisi di laboratorio sui campioni prelevati.

Rispetto le norme tecniche per le costruzioni NTC2018 il sito in esame rientra nella **categoria di sottosuolo E e nella categoria topografica T2 (St = 1,2)**

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



## 8 MODELLAZIONE E VERIFICHE

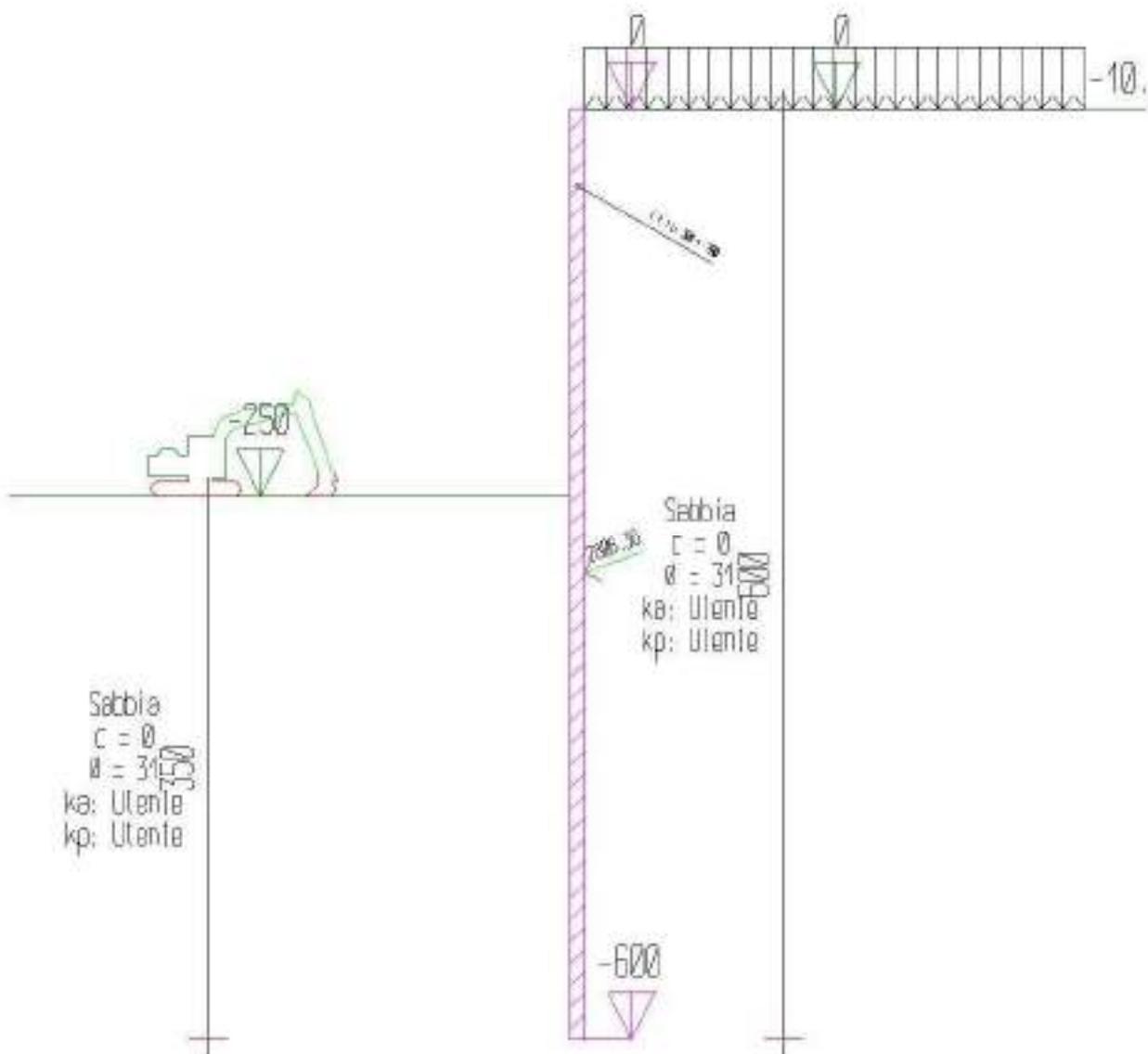
### 8.1 Software di calcolo

#### Dolmen IS Paratie Versione 11

Il programma "IS Paratie 11" utilizza il metodo di calcolo degli elementi finiti con cui schematizza sia la paratia che il terreno. La paratia è schematizzata con elementi trave a sei gradi di libertà (due traslazioni ed una rotazione per nodo) mentre il terreno è schematizzato con una serie di molle distribuite lungo l'altezza della paratia. Il procedimento iterativo di risoluzione del modello considera il comportamento non lineare del terreno (non linearità meccanica), mentre agli altri elementi assegna un comportamento elastico lineare.

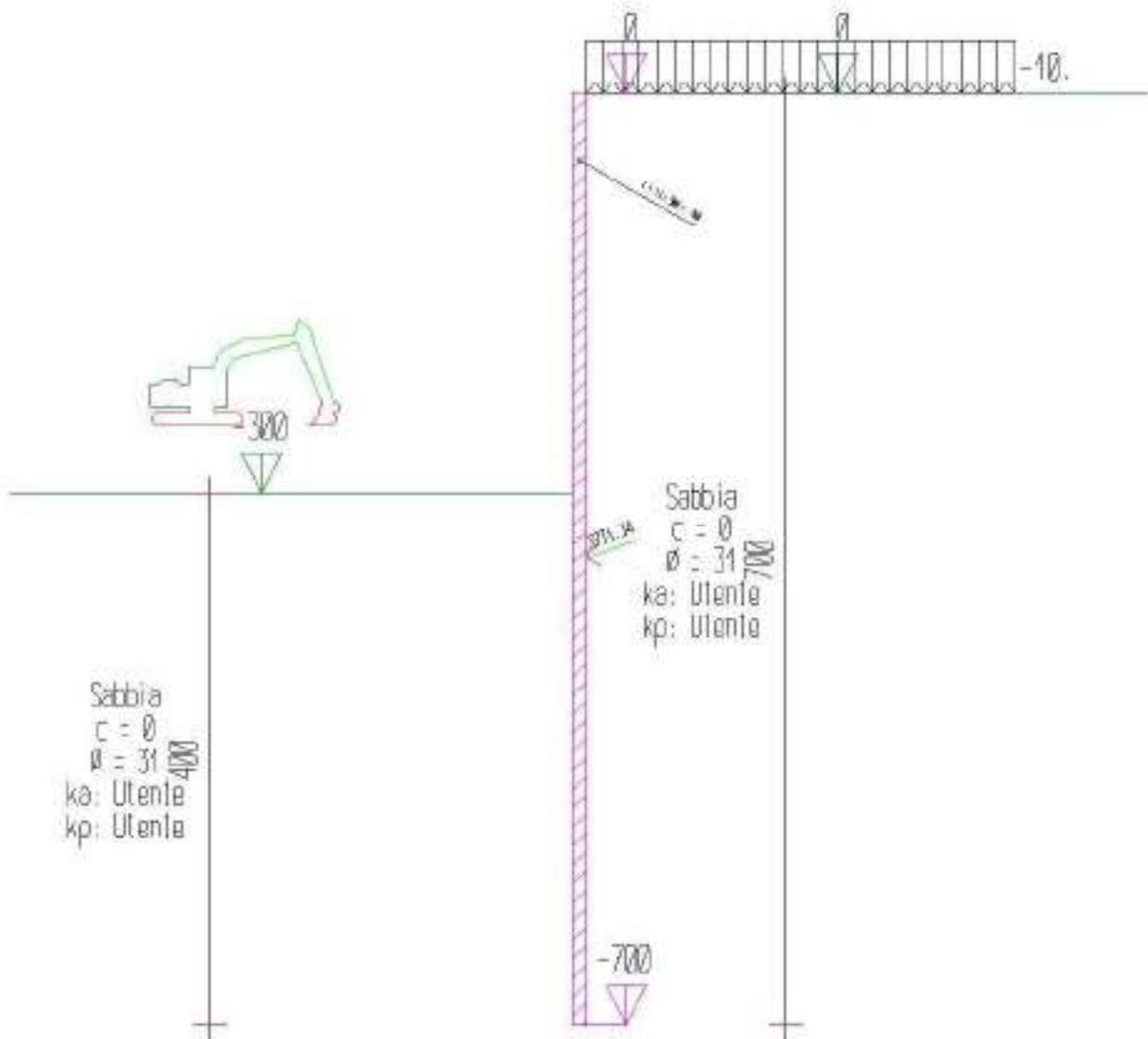
### 8.2 Schema di calcolo – Tratto A (Da sez.1 a sez.8)

A favore di sicurezza e per semplicità di calcolo, il terreno a valle della paratia è stato trascurato rendendo l'opera non contrastata a valle per 250 cm di profondità.



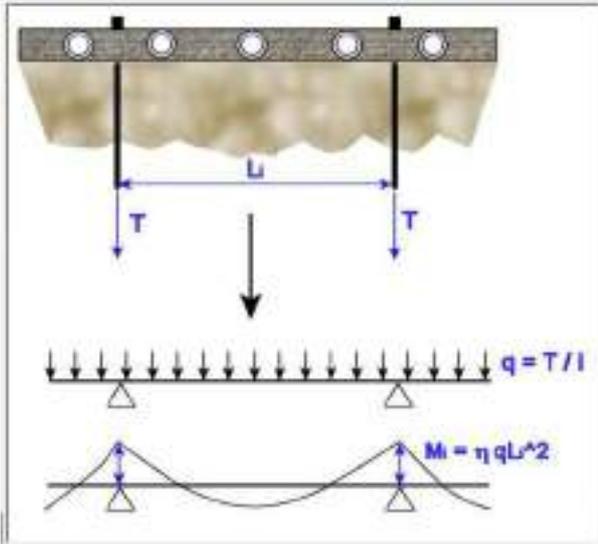
### 8.3 Schema di calcolo – Tratto B (Da sez.8 a sez.11)

A favore di sicurezza e per semplicità di calcolo, il terreno a valle della paratia è stato trascurato rendendo l'opera non contrastata a valle per 300 cm di profondità.



### 8.4 Verifica Cordolo - Trave di contrasto tiranti

#### 8.4.1 Schema statico e sollecitazioni



	TIR_1_1
Sezione	SEZ_1
N° sez. accoppiate	2.22
Tiro max. [daN]	3609.5
Step	STEP_2
Interasse $L_1$ [cm]	315.5
Carico distribuito q [daN/cm]	11.4
Momento $M_1$ [daN cm]	94886.52
Tens. max. [daN/cm <sup>2</sup> ]	-648.13
Defo. max. [%]	-0.31
Verifica	Si

	TIR_1_1
Sezione	SEZ_1
N° sez. accoppiate	2.22
Tiro max. [daN]	3609.5
Step	STEP_2
Interasse $L_1$ [cm]	315.5
Carico distribuito q [daN/cm]	11.4
Momento $M_1$ [daN cm]	94886.52
Tens. max. [daN/cm <sup>2</sup> ]	-547.5
Defo. max. [%]	-0.27
Verifica	Si

Schema statico

Tratto A

Tratto B

#### 8.4.2 Verifica a momento flettente

**TITOLO :** \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	50

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	10.05	5
2	10.05	45

**Tipo Sezione**

Rettan.re  Trapezi

a T  Circolare

Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**

S.L.U.  Metodo n

$N_{Ed}$    kN

$M_{xEd}$    kNm

$M_{yEd}$

**P.to applicazione N**

Centro  Baricentro cls

Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**

**B450C** **C35/45**

$\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰

$f_{yd}$   N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$   ‰

$E_s$   N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$

$E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?

$\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$

$\sigma_{s,adm}$   N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$

$\tau_{c1}$

$M_{xRd}$   kNm

$\sigma_c$   N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_s$   N/mm<sup>2</sup>

$\epsilon_c$   ‰

$\epsilon_s$   ‰

d  cm

x  x/d

$\delta$

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+  S.L.U.-

Metodo n

**Tipo flessione**

Retta  Deviata

N° rett.

Calcola MRd  Dominio M-N

$L_0$   cm Col. modello

Precompresso

$M_{rd} = 178,2 \text{ kNm} > M_{ed} = 9,48 \text{ kNm}$  **VERIFICATO**

8.4.3 Verifica a taglio

Caratteristiche della sezione			
<b>GEOMETRIA</b>			
H =	50	cm	altezza sezione
b <sub>w</sub> =	100	cm	larghezza sezione
h' =	4	cm	copriferro
d =	46	cm	altezza utile
<b>ARMATURA TESA</b>			
ϕ =	16	mm	diametro armatura
n° =	5		numero barre
A <sub>s</sub> =	10.0	cm <sup>2</sup>	area dell'armatura tesa
ρ <sub>l</sub> =	0.0020		rapporto geometrico d'armatura longitudinale (≤0,02)

Caratteristiche della sezione armata a taglio			
<b>ARMATURA A TAGLIO</b>			
ϕ =	8	mm	diametro staffe
n° =	2		numero bracci
A <sub>sw</sub> =	1.0	cm <sup>2</sup>	area dell'armatura trasversale
s =	20	cm	passo delle staffe
α =	90°		angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave
γ =	45°		angolo di inclinazione del puntone compresso rispetto all'asse della trave (22° ÷ 45°)
α <sub>c</sub> =	1.00		coefficiente maggiorativo pari a:
		1	per membrature non compresse
		1 + σ <sub>cp</sub> /f <sub>cd</sub>	per 0 ≤ σ <sub>cp</sub> ≤ 0,25 f <sub>cd</sub>
		1.25	per 0,25 f <sub>cd</sub> ≤ σ <sub>cp</sub> ≤ 0,5 f <sub>cd</sub>
		2,5(1 - σ <sub>cp</sub> /f <sub>cd</sub> )	per 0,5 f <sub>cd</sub> ≤ σ <sub>cp</sub> ≤ f <sub>cd</sub>
v <sub>fcd</sub> =	5.88	Mpa	resistenza a compressione ridotta (v <sub>fcd</sub> = 0,5 f <sub>cd</sub> )

Resistenza con armature trasversali resistenti al taglio			
<b>RES. DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE"</b>	V <sub>Rsd</sub> =	81	kN
Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di progetto a "taglio trazione" si calcola con:			
$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha \quad [4.1.27]$			
<b>RES. DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE"</b>	V <sub>Rcd</sub> =	1217	kN
Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di progetto a "taglio compressione" si calcola con:			
$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot v \cdot f_{cd} (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\theta) / (1 + \operatorname{ctg}^2\theta) \quad [4.1.28]$			
	<b>V<sub>Rd</sub> =</b>	<b>81</b>	<b>kN</b> <i>resistenza di calcolo min(V<sub>Rsd</sub>; V<sub>Rcd</sub>)</i>

**V<sub>rd</sub> = 81 kN > V<sub>ed</sub> = 36 kN VERIFICATO**

**9 TABULATI DI CALCOLO**

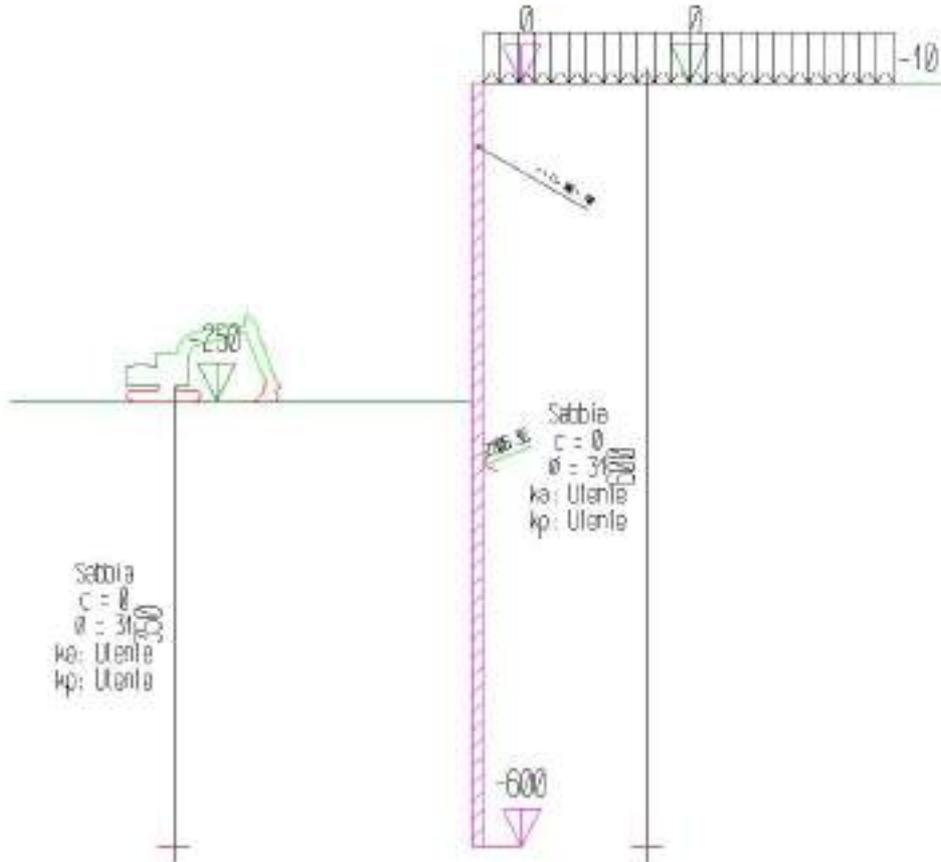
**9.1 Allegato 1 – Verifiche paratia e tiranti – Tratto A**

**9.2 Allegato 2 – Verifiche paratia e tiranti – Tratto B**

# Allegato 1 – Verifiche paratia e tiranti – Tratto A

## Relazione di Calcolo

Descrizione: Paratia flessibile



Modello Strutturale .....	3
Metodo di calcolo .....	3
Materiali da costruzione impiegati .....	4
Elementi strutturali .....	4
Strati .....	4
Spinta a riposo .....	4
Pressione limite attiva e passiva .....	5
Deformabilità .....	6
Paratia .....	6
Sezioni .....	7
Tiranti .....	7
Carichi nastriformi distribuiti sul terreno .....	8
Peso proprio .....	8
Sisma .....	8
Step di progetto .....	9
Tabella riassuntiva .....	11
Modello FEM .....	11
Nodi .....	11
Aste .....	14
Risultati .....	16
Singoli Step .....	16
Step 1 .....	16
Step 2 .....	22
Inviluppo delle sollecitazioni .....	28
Verifiche .....	31
Verifiche tensionali .....	31
Step 1 .....	31
Step 2 .....	35
Storia di carico dei tiranti .....	40
Verifica dell'ancoraggio dei tiranti .....	40
Verifica delle travi di collegamento .....	43
Calcolo dei cedimenti a monte della paratia .....	44

## Modello Strutturale

Segue la descrizione dei materiali da costruzione impiegati nella definizione del modello di calcolo. Oltre a questi vengono elencati gli elementi strutturali elementari che formano il modello.

### Metodo di calcolo

Il programma "IS Paratie 11" utilizza il metodo di calcolo degli elementi finiti con cui schematizza sia la paratia che il terreno. La paratia è schematizzata con elementi trave a sei gradi di libertà (due traslazioni ed una rotazione per nodo) mentre il terreno è schematizzato con una serie di molle distribuite lungo l'altezza della paratia. Il procedimento iterativo di risoluzione del modello considera il comportamento non lineare del terreno (non linearità meccanica), mentre agli altri elementi assegna un comportamento elastico lineare. I valori numerici utilizzati per il calcolo sono introdotti esplicitamente dall'utente attraverso l'interfaccia grafica del programma, e vengono utilizzati direttamente: in particolare **il programma non adotta alcun coefficiente di sicurezza implicito.**

Il programma "IS Paratie 11" verifica i seguenti meccanismi di stato limite ultimo: stabilità dell'opera (rototraslazione), resistenza degli elementi strutturali che compongono la paratia, resistenza strutturale degli eventuali ancoraggi (tiranti), verifica a sfilamento degli eventuali ancoraggi, verifica della resistenza strutturale delle eventuali travi di collegamento degli ancoraggi, verifica della resistenza strutturale di eventuali puntoni. Tutte le verifiche vengono condotte con riferimento alle combinazioni di carico indicate dall'utente, sia statiche che sismiche.

Le deformazioni e le sollecitazioni cui è soggetta l'opera vengono stabilite utilizzando il metodo FEM con un procedimento iterativo che permette di considerare il comportamento non lineare del terreno. Tutti gli elementi strutturali (paratia, eventuali tiranti, eventuali puntoni) ed il terreno stesso sono schematizzati con elementi finiti e partecipano al calcolo con le proprie caratteristiche di rigidità e resistenza. Qualora il procedimento iterativo di soluzione del sistema di equazioni non lineari non trovi l'equilibrio dell'opera o superi lo spostamento massimo (valore parametrizzato e modificabile dall'utente), il calcolo si interrompe, e viene riportato un messaggio esplicito a video e nell'output di stampa. L'esistenza dei risultati è di per se garanzia che il programma è stato in grado di calcolare una configurazione equilibrata e congruente, cioè una situazione di equilibrio tra le azioni applicate all'opera e la resistenza da questa esplicitata, stanti le caratteristiche meccaniche e geometriche della paratia e del terreno ed i coefficienti di sicurezza applicati. Alla situazione di equilibrio determinata, corrispondono spostamenti e sollecitazioni lungo la paratia e gli altri elementi strutturali, che vengono verificati in successione. Tutte queste ulteriori verifiche sono riportate a schermo e nell'output di stampa e devono essere superate per garantire la sicurezza dell'opera.

La sicurezza dell'opera è valutata in relazione al seguente approccio: **NTC 2018.**

### Metodo di verifica degli elementi strutturali.

Le verifiche tensionali degli elementi strutturali vengono eseguite col metodo degli stati limite.

### Coefficienti sulle azioni.

L'intensità delle azioni, o dell'effetto delle azioni, è modificata applicando i seguenti coefficienti di sicurezza parziali ai carichi:  $\gamma_{G1} = 1.3$ ,  $\gamma_{G2} = 1.5$ ,  $\gamma_{Qi} = 1.5$ .

### Coefficienti per il calcolo delle spinte del terreno.

Si applicano coefficienti di sicurezza parziali alle caratteristiche meccaniche del terreno:  $\gamma_\phi = 1$ ,  $\gamma_c = 1$ ,  $\gamma_{su} = 1$ ,  $\gamma_\gamma = 1$ .

### Coefficienti per la resistenza a sfilamento dei tiranti.

Alla resistenza a sfilamento dei tiranti, ottenuta con un metodo analitico, si applicano i coefficienti di sicurezza di seguito elencati. Tirante attivo, permanente:  $\gamma_R = 2.16$ . Tirante attivo, temporaneo:  $\gamma_R = 1.98$ . Tirante passivo, permanente:  $\gamma_R = 2.16$ . Tirante passivo, temporaneo:  $\gamma_R = 1.98$ .

### Unità di misura e convenzioni.

Ove non altrimenti specificato si utilizzano le seguenti unità di misura: daN; cm; cm<sup>2</sup>; daN/cm; daN cm; daN/cm<sup>2</sup>.

Per quanto riguarda lo Step di inserimento di un elemento, si intende che quest'ultimo è presente nel modello dall'inizio dello Step. La stessa regola vale per lo Step di rimozione, cioè si intende che un elemento viene rimosso all'inizio dello Step specificato. Il sistema di riferimento utilizzato vede l'asse delle z verticale, orientato verso l'alto, l'asse delle x parallelo al piano di lavoro ed orientato verso destra, e l'asse delle y parallelo allo sviluppo longitudinale della paratia. In quest'ultima direzione viene convenzionalmente considerata una sezione di paratia larga 100 cm.

### Materiali da costruzione impiegati

**Cemento Armato:** Conglomerato Cementizio Rck 300, Barre d'armatura B450C (cls:  $f_{cd} = 141.1$ ; barre:  $f_{yd} = 3813.04$ ).

Profilati in acciaio: Acciaio Fe510 ( $f_d = 3550$ ).

### Elementi strutturali

La struttura analizzata è formata dai seguenti elementi.

#### Strati

Segue la descrizione della stratigrafia del terreno utilizzata nel modello.

	STR_1	STR_2
Descrizione	Sabbia	Sabbia
Quota iniziale [cm]	0	-250
Grado di preconsolidazione (OCR)	1	1
Angolo d'attrito ( $\phi'$ ) [°]	31	31
Coesione efficace ( $c'$ ) [daN/cm <sup>2</sup> ]	0	0
Resistenza non drenata ( $s_u$ ) [daN/cm <sup>2</sup> ]	0.8	0.8
Permeabilità (m) [cm/s]	0.001	0.001
Peso di unità di volume fuori falda ( $\gamma_d$ ) [daN/cm <sup>3</sup> ]	0.00186	0.00186
Peso di unità di volume sotto falda ( $\gamma_t$ ) [daN/cm <sup>3</sup> ]	0.00215	0.00215

### Spinta a riposo

#### STR\_1

La spinta a riposo viene valutata in termini di tensioni efficaci, con l'espressione seguente:

$$\sigma'_{h0} = k_{0,oc} \sigma'_{v0}, \text{ dove } k_{0,oc} = k_{0,nc} \text{OCR}^\alpha.$$

Metodo *Utente* per il calcolo del coefficiente di spinta normalconsolidato. Il valore di  $k_{0,nc}$  è indicato direttamente dall'utente:  $k_{0,nc} = 0.44$ .

Metodo *Alpan* per il calcolo del coefficiente di spinta sovraconsolidato. Il valore di  $\alpha$  è assunto pari a 0.5.

I valori dei coefficienti di spinta a riposo utilizzati nel calcolo sono i seguenti:

$$k_{0,nc} = 0.44$$

$$k_{0,oc} = 0.44$$

## **STR\_2**

La spinta a riposo viene valutata in termini di tensioni efficaci, con l'espressione seguente:

$$\sigma'_{h0} = k_{0,oc} \sigma'_{v0}, \text{ dove } k_{0,oc} = k_{0,nc} \text{OCR}^\alpha.$$

Metodo *Utente* per il calcolo del coefficiente di spinta normalconsolidato. Il valore di  $k_{0,nc}$  è indicato direttamente dall'utente:  $k_{0,nc} = 0.44$ .

Metodo *Alpan* per il calcolo del coefficiente di spinta sovraconsolidato. Il valore di  $\alpha$  è assunto pari a 0.5.

I valori dei coefficienti di spinta a riposo utilizzati nel calcolo sono i seguenti:

$$k_{0,nc} = 0.44$$

$$k_{0,oc} = 0.44$$

*Pressione limite attiva e passiva*

## **STR\_1**

Metodo *Utente* per il calcolo del limite di spinta attiva.

Il limite di spinta attiva viene valutato in termini di tensioni efficaci, con l'espressione seguente:

$$\sigma'_{ha} = k_{a,h} \sigma'_v - c_a$$

Il valori di  $k_{a,h}$  e  $c_a$  sono indicati direttamente dall'utente e vengono considerati valori di calcolo (non si applicano coefficienti di sicurezza):

$$k_{a,h} = 0.26$$

$$c_a = 0$$

Metodo *Utente* per il calcolo del limite di spinta passiva.

Il limite di spinta passiva viene valutato in termini di tensioni efficaci, con l'espressione seguente:

$$\sigma'_{hp} = k_{p,h} \sigma'_v + c_p$$

Il valori di  $k_{p,h}$  e  $c_p$  sono indicati direttamente dall'utente e vengono considerati valori di calcolo (non si applicano coefficienti di sicurezza):

$$k_{p,h} = 5.2$$

$$c_p = 0$$

## STR\_2

Metodo *Utente* per il calcolo del limite di spinta attiva.

Il limite di spinta attiva viene valutato in termini di tensioni efficaci, con l'espressione seguente:

$$\sigma'_{ha} = k_{a,h} \sigma'_v - c_a$$

Il valori di  $k_{a,h}$  e  $c_a$  sono indicati direttamente dall'utente e vengono considerati valori di calcolo (non si applicano coefficienti di sicurezza):

$$k_{a,h} = 0.26$$

$$c_a = 0$$

Metodo *Utente* per il calcolo del limite di spinta passiva.

Il limite di spinta passiva viene valutato in termini di tensioni efficaci, con l'espressione seguente:

$$\sigma'_{hp} = k_{p,h} \sigma'_v + c_p$$

Il valori di  $k_{p,h}$  e  $c_p$  sono indicati direttamente dall'utente e vengono considerati valori di calcolo (non si applicano coefficienti di sicurezza):

$$k_{p,h} = 5.2$$

$$c_p = 0$$

## Deformabilità

### STR\_1

Metodo *Utente* per il calcolo del modulo di reazione del terreno.

Il modulo di reazione viene valutato secondo l'espressione seguente:

$$k_s = A_s + B_s z$$

I valori di  $A_s$  e di  $B_s$  sono definiti direttamente dall'utente.

$$A_s = 5, B_s = 0$$

Il rapporto fra il modulo in ricarico/scarico rispetto a quello in compressione vergine è altresì definito dall'utente e vale 1.

### STR\_2

Metodo *Utente* per il calcolo del modulo di reazione del terreno.

Il modulo di reazione viene valutato secondo l'espressione seguente:

$$k_s = A_s + B_s z$$

I valori di  $A_s$  e di  $B_s$  sono definiti direttamente dall'utente.

$$A_s = 5, B_s = 0$$

Il rapporto fra il modulo in ricarico/scarico rispetto a quello in compressione vergine è altresì definito dall'utente e vale 1.

## Paratia

Il modello comprende una sola paratia (PAR\_1), alta 600 cm.

La paratia PAR\_1 utilizza la sezione trasversale SEZ\_2. Per la verifica delle tensioni si utilizza la sezione 1.

### Sezioni

Segue la descrizione delle sezioni trasversali utilizzate dagli elementi del modello.

	SEZ_1	SEZ_2
Tipo	TUBO CIRCOLARE	RETTANGOLARE
Descrizione	Micropalo 114.3	Omogeneizzata c.a.
Materiale	Acciaio	C.A.
Modulo di Young [daN/cm <sup>2</sup> ]	2060000.	312202.
Numero di sezioni per metro	2.22	2.22
Area [cm <sup>2</sup> ]	26.68	914.
Momento d'inerzia Z [cm <sup>4</sup> ]	377.	6363.
Momento d'inerzia Y [cm <sup>4</sup> ]	377.	761667.
Ferri superiori	-	nessun ferro
Ferri inferiori	-	nessun ferro

### Tiranti

Segue la descrizione dei tiranti impiegati nel modello.

	TIR_1_1
Quota di applicazione [cm]	-50
Angolo di inclinazione [°]	30
Lunghezza libera [cm]	300
Lunghezza sigillatura [cm]	700
Diametro nominale dei trefoli [cm]	1.33
Numero di trefoli	2
Area resistente [cm <sup>2</sup> ]	2.78
Modulo elastico [daN/cm <sup>2</sup> ]	1950000
Tensione massima [daN/cm <sup>2</sup> ]	16700
Tensione ammissibile [daN/cm <sup>2</sup> ]	16700
Tensione iniziale [daN/cm <sup>2</sup> ]	1500
Numero al metro	0.317

Step di attivazione	2
Step di rimozione	-

Segue la tabella di tesaatura dei tiranti impiegati nel modello.

	TIR_1_1
Step di inserimento	2
Tiro iniziale [daN]	4167.87
Tiro massimo ammesso [daN]	46402.31

#### Carichi nastriformi distribuiti sul terreno

Segue la descrizione dei carichi nastriformi distribuiti sul terreno nella zona a monte. I carichi sono dati in daN/cm, per ogni metro di estensione longitudinale della paratia. Il valore dichiarato rappresenta quindi il carico distribuito su una striscia di 1x100 cm.

	CUD_1_1
Quota di applicazione [cm]	0
Distanza dalla paratia [cm]	0
Larghezza [cm]	320
Carico distribuito [daN/cm]	-10
Carico distribuito [daN/cm <sup>2</sup> ]	-0.1
Tipologia	variabile
Step di attivazione	1
Step di rimozione	-

#### Peso proprio

Alla paratia PAR\_1, viene automaticamente applicato il peso proprio come carico distribuito in direzione verticale, con intensita' definita dalla propria sezione trasversale.

#### Sisma

Metodo *NTC 18* per il calcolo della forza sismica.

L'azione dovuta al sisma ed applicata alle paratie e' calcola secondo quanto stabilito dal D.M. 17/01/2018.

L'azione del sisma è introdotta come carico distribuito. Il sisma è considerato agente sull'intera altezza della paratia. Segue un elenco dei parametri significativi adottati.

Parametro	Valore
-----------	--------

Categoria topografica	T2
Categoria suolo	E
fattore di amp. max. Fo	2.6
accel. al sito $a_g$ [m/s <sup>2</sup> ]	0.83
spostamento tollerabile $u_s$ [cm]	1
coeff. $\alpha$	1
coeff. $\beta$	0.7
accel. di picco $a_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	1.5936

Segue il valore della forza per ciascuno step di applicazione.

Step	Paratia PAR_1
STEP_2	h: -2626; v: -991

#### Step di progetto

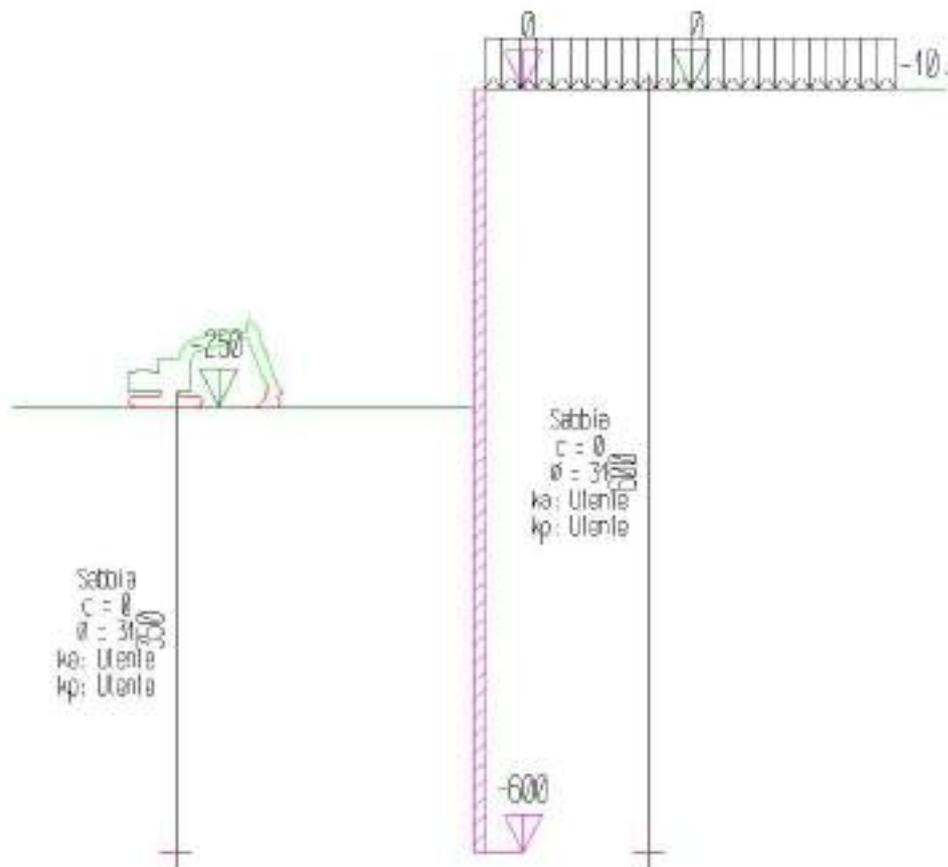
Segue la descrizione dei passi considerati nella definizione del modello per simulare le fasi realizzative dell'opera.

#### Step 1

In questo step vengono effettuate le seguenti modifiche al modello:

Inserimento carico nastriforme su terreno: CUD\_1\_1

Scavo portato a quota: -250

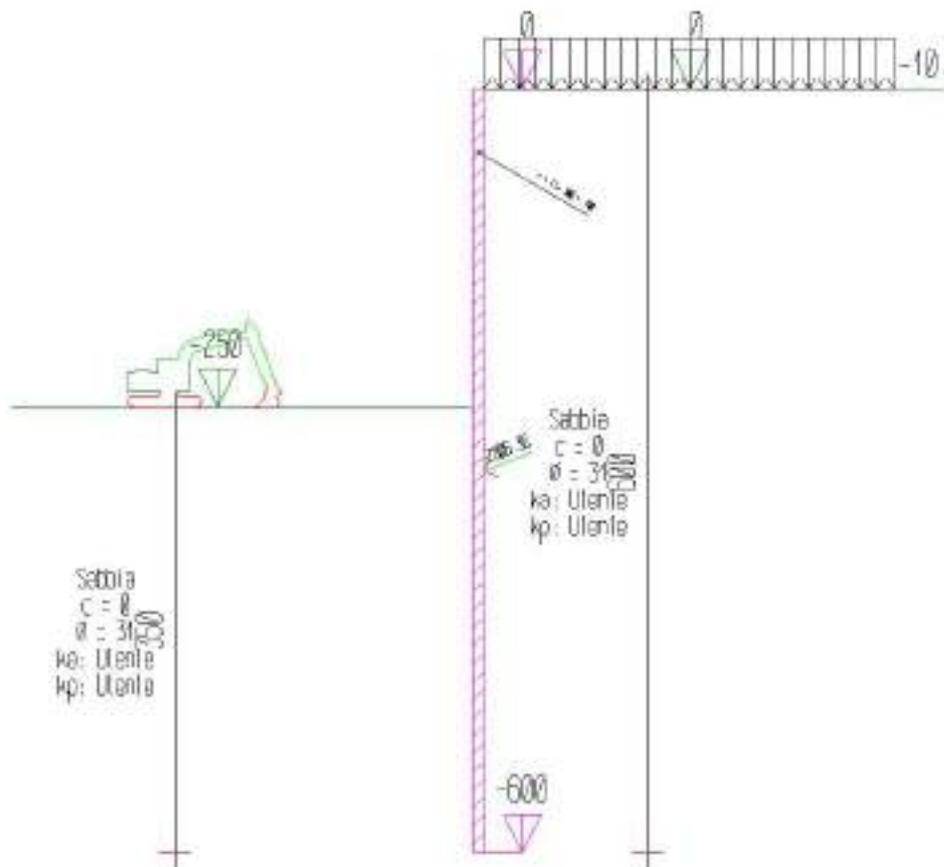


## Step 2

In questo step vengono effettuate le seguenti modifiche al modello:

Inserimento tirante: TIR\_1\_1

Attivazione sollecitazione sismica.



### Tabella riassuntiva

La seguente tabella riassume le caratteristiche del modello strutturale nell'insieme degli step considerati.

Step	Quota scavo	Strati		Tiranti	Carichi terreno
1	-250	STR_2	STR_1		CUD_1_1
2	-250	STR_2	STR_1	TIR_1_1	CUD_1_1

### Modello FEM

Segue la descrizione dello schema ad elementi finiti utilizzato per la risoluzione del modello strutturale e la valutazione di spostamenti e sollecitazioni, aggiornato all'ultimo step di calcolo effettuato.

#### Nodi

Indice	Coord. X	Coord. Z
1.	0.	0.
2.	0.	-8.33
3.	0.	-16.67
4.	0.	-25.
5.	0.	-33.33

6.	0.	-41.67
7.	0.	-50.
8.	0.	-59.09
9.	0.	-68.18
10.	0.	-77.27
11.	0.	-86.36
12.	0.	-95.45
13.	0.	-104.55
14.	0.	-113.64
15.	0.	-122.73
16.	0.	-131.82
17.	0.	-140.91
18.	0.	-150.
19.	0.	-159.09
20.	0.	-168.18
21.	0.	-177.27
22.	0.	-186.36
23.	0.	-195.45
24.	0.	-204.55
25.	0.	-213.64
26.	0.	-222.73
27.	0.	-231.82
28.	0.	-240.91
29.	0.	-250.
30.	0.	-258.97
31.	0.	-267.95
32.	0.	-276.92
33.	0.	-285.9
34.	0.	-294.87
35.	0.	-303.85
36.	0.	-312.82
37.	0.	-321.79

38.	0.	-330.77
39.	0.	-339.74
40.	0.	-348.72
41.	0.	-357.69
42.	0.	-366.67
43.	0.	-375.64
44.	0.	-384.62
45.	0.	-393.59
46.	0.	-402.56
47.	0.	-411.54
48.	0.	-420.51
49.	0.	-429.49
50.	0.	-438.46
51.	0.	-447.44
52.	0.	-456.41
53.	0.	-465.38
54.	0.	-474.36
55.	0.	-483.33
56.	0.	-492.31
57.	0.	-501.28
58.	0.	-510.26
59.	0.	-519.23
60.	0.	-528.21
61.	0.	-537.18
62.	0.	-546.15
63.	0.	-555.13
64.	0.	-564.1
65.	0.	-573.08
66.	0.	-582.05
67.	0.	-591.03
68.	0.	-600.
69.	441.67	-305.

## Aste

Indice	Nodo iniz.	Nodo fin.	Lunghezza	Incognite
1.	2.	1.	8.33	4 5 6 1 2 3
2.	3.	2.	8.33	7 8 9 4 5 6
3.	4.	3.	8.33	10 11 12 7 8 9
4.	5.	4.	8.33	13 14 15 10 11 12
5.	6.	5.	8.33	16 17 18 13 14 15
6.	7.	6.	8.33	19 20 21 16 17 18
7.	8.	7.	9.09	22 23 24 19 20 21
8.	9.	8.	9.09	25 26 27 22 23 24
9.	10.	9.	9.09	28 29 30 25 26 27
10.	11.	10.	9.09	31 32 33 28 29 30
11.	12.	11.	9.09	34 35 36 31 32 33
12.	13.	12.	9.09	37 38 39 34 35 36
13.	14.	13.	9.09	40 41 42 37 38 39
14.	15.	14.	9.09	43 44 45 40 41 42
15.	16.	15.	9.09	46 47 48 43 44 45
16.	17.	16.	9.09	49 50 51 46 47 48
17.	18.	17.	9.09	52 53 54 49 50 51
18.	19.	18.	9.09	55 56 57 52 53 54
19.	20.	19.	9.09	58 59 60 55 56 57
20.	21.	20.	9.09	61 62 63 58 59 60
21.	22.	21.	9.09	64 65 66 61 62 63
22.	23.	22.	9.09	67 68 69 64 65 66
23.	24.	23.	9.09	70 71 72 67 68 69
24.	25.	24.	9.09	73 74 75 70 71 72
25.	26.	25.	9.09	76 77 78 73 74 75
26.	27.	26.	9.09	79 80 81 76 77 78
27.	28.	27.	9.09	82 83 84 79 80 81
28.	29.	28.	9.09	85 86 87 82 83 84
29.	30.	29.	8.97	88 89 90 85 86 87
30.	31.	30.	8.97	91 92 93 88 89 90

31.	32.	31.	8.97	94 95 96 91 92 93
32.	33.	32.	8.97	97 98 99 94 95 96
33.	34.	33.	8.97	100 101 102 97 98 99
34.	35.	34.	8.97	103 104 105 100 101 102
35.	36.	35.	8.97	106 107 108 103 104 105
36.	37.	36.	8.97	109 110 111 106 107 108
37.	38.	37.	8.97	112 113 114 109 110 111
38.	39.	38.	8.97	115 116 117 112 113 114
39.	40.	39.	8.97	118 119 120 115 116 117
40.	41.	40.	8.97	121 122 123 118 119 120
41.	42.	41.	8.97	124 125 126 121 122 123
42.	43.	42.	8.97	127 128 129 124 125 126
43.	44.	43.	8.97	130 131 132 127 128 129
44.	45.	44.	8.97	133 134 135 130 131 132
45.	46.	45.	8.97	136 137 138 133 134 135
46.	47.	46.	8.97	139 140 141 136 137 138
47.	48.	47.	8.97	142 143 144 139 140 141
48.	49.	48.	8.97	145 146 147 142 143 144
49.	50.	49.	8.97	148 149 150 145 146 147
50.	51.	50.	8.97	151 152 153 148 149 150
51.	52.	51.	8.97	154 155 156 151 152 153
52.	53.	52.	8.97	157 158 159 154 155 156
53.	54.	53.	8.97	160 161 162 157 158 159
54.	55.	54.	8.97	163 164 165 160 161 162
55.	56.	55.	8.97	166 167 168 163 164 165
56.	57.	56.	8.97	169 170 171 166 167 168
57.	58.	57.	8.97	172 173 174 169 170 171
58.	59.	58.	8.97	175 176 177 172 173 174
59.	60.	59.	8.97	178 179 180 175 176 177
60.	61.	60.	8.97	181 182 183 178 179 180
61.	62.	61.	8.97	184 185 186 181 182 183
62.	63.	62.	8.97	187 188 189 184 185 186

63.	64.	63.	8.97	190 191 192 187 188 189
64.	65.	64.	8.97	193 194 195 190 191 192
65.	66.	65.	8.97	196 197 198 193 194 195
66.	67.	66.	8.97	199 200 201 196 197 198
67.	68.	67.	8.97	202 0 203 199 200 201
68.	7.	69.	510.	205 20 21 204 0 0

## Risultati

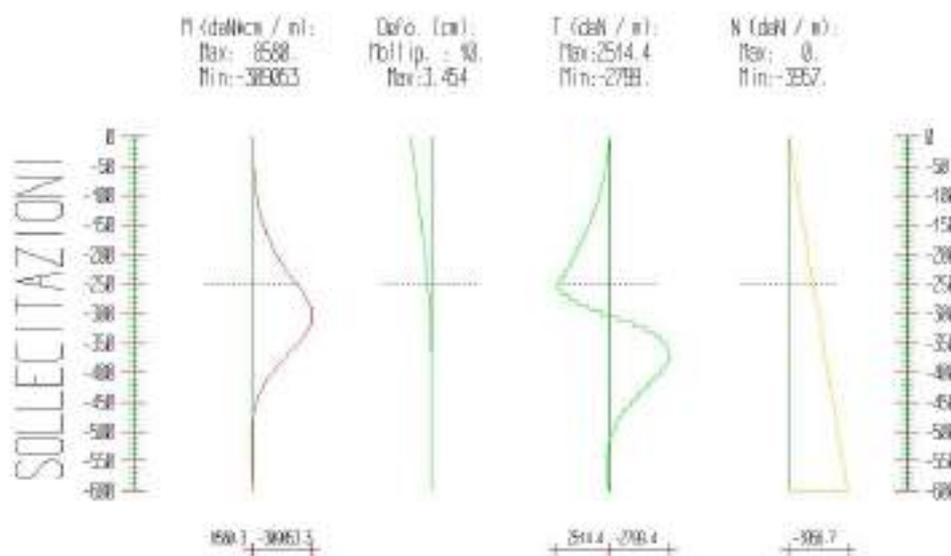
Il calcolo è stato eseguito correttamente per 2 Step.

### Singoli Step

Segue la descrizione dei risultati ottenuti nei diversi Step considerati.

#### Step 1

In questo Step si hanno le seguenti sollecitazioni, deformazioni, reazioni vincolari, pressioni nel terreno e risultanti delle spinte.



Sollecitazioni - Paratia PAR_1					
Progressiva	Spost. x [cm]	Spost. z [cm]	M [daN cm]	T [daN]	N [daN]
-8.3	-3.3532	-0.002	-72.257	8.7	-55
-16.7	-3.2523	-0.002	-316.312	29.3	-109.9
-25	-3.1513	-0.002	-768.541	54.3	-164.9
-33.3	-3.0504	-0.002	-1465.307	83.6	-219.8
-41.7	-2.9495	-0.002	-2442.954	117.3	-274.8
-50	-2.8487	-0.002	-3737.803	155.4	-329.7

-59.1	-2.7387	-0.002	-5554.242	199.8	-389.7
-68.2	-2.6289	-0.002	-7838.444	251.3	-449.6
-77.3	-2.5192	-0.002	-10637.428	307.9	-509.6
-86.4	-2.4097	-0.002	-13998.157	369.7	-569.5
-95.5	-2.3004	-0.002	-17967.526	436.6	-629.5
-104.5	-2.1915	-0.002	-22592.368	508.7	-689.4
-113.6	-2.0831	-0.002	-27919.442	586	-749.4
-122.7	-1.9751	-0.002	-33995.438	668.4	-809.3
-131.8	-1.8678	-0.002	-40866.974	755.9	-869.3
-140.9	-1.7613	-0.002	-48580.595	848.5	-929.2
-150	-1.6556	-0.002	-57182.776	946.2	-989.2
-159.1	-1.5511	-0.002	-66719.924	1049.1	-1049.1
-168.2	-1.4478	-0.002	-77238.377	1157	-1109.1
-177.3	-1.3459	-0.002	-88784.41	1270.1	-1169
-186.4	-1.2458	-0.002	-101404.238	1388.2	-1229
-195.5	-1.1475	-0.002	-115144.018	1511.4	-1288.9
-204.5	-1.0514	-0.002	-130049.855	1639.6	-1348.9
-213.6	-0.9577	-0.002	-146167.804	1773	-1408.8
-222.7	-0.8668	-0.002	-163543.876	1911.4	-1468.8
-231.8	-0.7789	-0.002	-182224.04	2054.8	-1528.7
-240.9	-0.6945	-0.002	-202254.23	2203.3	-1588.7
-250	-0.6138	-0.002	-223680.347	2356.9	-1648.6
-259	-0.5383	-0.002	-246245.82	2514.4	-1707.8
-267.9	-0.4673	-0.002	-266593.301	2267.3	-1767
-276.9	-0.4011	-0.001	-283885.079	1926.8	-1826.2
-285.9	-0.3402	-0.001	-297283.748	1493	-1885.4
-294.9	-0.2846	-0.001	-305952.147	965.9	-1944.5
-303.8	-0.2346	-0.001	-309053.299	345.6	-2003.7
-312.8	-0.1902	-0.001	-305750.36	-368	-2062.9
-321.8	-0.1514	-0.001	-295742.43	-1115.2	-2122.1

-330.8	-0.118	-0.001	-280561.679	-1691.6	-2181.3
-339.7	-0.0897	-0.001	-261523.418	-2121.4	-2240.4
-348.7	-0.0662	-0.001	-239737.092	-2427.6	-2299.6
-357.7	-0.047	-0.001	-216120.155	-2631.6	-2358.8
-366.7	-0.0318	-0.001	-191413.968	-2753	-2418
-375.6	-0.02	-0.001	-166290.743	-2799.4	-2477.2
-384.6	-0.0114	-0.001	-141695.146	-2740.7	-2536.4
-393.6	-0.0053	-0.001	-118327.127	-2603.9	-2595.5
-402.6	-0.0013	-0.001	-96677.921	-2412.3	-2654.7
-411.5	0.0008	-0.001	-77064.3	-2185.5	-2713.9
-420.5	0.0016	-0.001	-59660.34	-1939.3	-2773.1
-429.5	0.0012	-0.001	-44526.225	-1686.4	-2832.3
-438.5	0.0001	-0.001	-31633.831	-1436.6	-2891.4
-447.4	-0.0017	-0.001	-20888.994	-1197.3	-2950.6
-456.4	-0.0038	-0.001	-12150.493	-973.7	-3009.8
-465.4	-0.0062	-0.001	-5245.891	-769.4	-3069
-474.4	-0.0087	-0.001	15.567	-586.3	-3128.2
-483.3	-0.0111	-0.001	3832.759	-425.3	-3187.3
-492.3	-0.0135	-0.001	6404.891	-286.6	-3246.5
-501.3	-0.0158	-0.001	7925.838	-169.5	-3305.7
-510.3	-0.018	-0.001	8580.313	-72.9	-3364.9
-519.2	-0.02	0	8541.583	4.3	-3424.1
-528.2	-0.0218	0	7970.463	63.6	-3483.3
-537.2	-0.0235	0	7015.337	106.4	-3542.4
-546.2	-0.0251	0	5812.959	134	-3601.6
-555.1	-0.0266	0	4489.827	147.4	-3660.8
-564.1	-0.0279	0	3163.915	147.7	-3720
-573.1	-0.0293	0	1946.597	135.6	-3779.2
-582.1	-0.0306	0	944.565	111.7	-3838.3
-591	-0.0318	0	261.597	76.1	-3897.5

-600	-0.0331	0	0	29.1	-3956.7
------	---------	---	---	------	---------

Reazioni vincolari				
Descrizione	Nome	Orizzontale [daN]	Verticale [daN]	Momento [daN cm]
Base Paratia	PAR_1	-	3956.7	-

Pressioni nel terreno, Paratia PAR_1												
Quota [cm]	Pres. Monte [daN/cm <sup>2</sup> ]						Pres. Valle [daN/cm <sup>2</sup> ]					
z	$\sigma_v$	$\sigma_h$	u	$\sigma'_v$	$\sigma'_h$	$\tau$	$\sigma_v$	$\sigma_h$	u	$\sigma'_v$	$\sigma'_h$	$\tau$
0	0.08	0.021	0	0.08	0.021	0	0	0	0	0	0	0
-8.33	0.095	0.025	0	0.095	0.025	0	0	0	0	0	0	0
-16.67	0.115	0.03	0	0.115	0.03	0	0	0	0	0	0	0
-25	0.135	0.035	0	0.135	0.035	0	0	0	0	0	0	0
-33.33	0.156	0.04	0	0.156	0.04	0	0	0	0	0	0	0
-41.67	0.176	0.046	0	0.176	0.046	0	0	0	0	0	0	0
-50	0.196	0.051	0	0.196	0.051	0	0	0	0	0	0	0
-59.09	0.218	0.057	0	0.218	0.057	0	0	0	0	0	0	0
-68.18	0.24	0.062	0	0.24	0.062	0	0	0	0	0	0	0
-77.27	0.261	0.068	0	0.261	0.068	0	0	0	0	0	0	0
-86.36	0.283	0.074	0	0.283	0.074	0	0	0	0	0	0	0
-95.45	0.305	0.079	0	0.305	0.079	0	0	0	0	0	0	0
-104.55	0.327	0.085	0	0.327	0.085	0	0	0	0	0	0	0
-113.64	0.349	0.091	0	0.349	0.091	0	0	0	0	0	0	0
-122.73	0.37	0.096	0	0.37	0.096	0	0	0	0	0	0	0
-131.82	0.392	0.102	0	0.392	0.102	0	0	0	0	0	0	0
-140.91	0.414	0.108	0	0.414	0.108	0	0	0	0	0	0	0
-150	0.435	0.113	0	0.435	0.113	0	0	0	0	0	0	0
-159.09	0.457	0.119	0	0.457	0.119	0	0	0	0	0	0	0
-168.18	0.478	0.124	0	0.478	0.124	0	0	0	0	0	0	0
-177.27	0.5	0.13	0	0.5	0.13	0	0	0	0	0	0	0

-186.36	0.521	0.136	0	0.521	0.136	0	0	0	0	0	0	0
-195.45	0.543	0.141	0	0.543	0.141	0	0	0	0	0	0	0
-204.55	0.564	0.147	0	0.564	0.147	0	0	0	0	0	0	0
-213.64	0.586	0.152	0	0.586	0.152	0	0	0	0	0	0	0
-222.73	0.607	0.158	0	0.607	0.158	0	0	0	0	0	0	0
-231.82	0.628	0.163	0	0.628	0.163	0	0	0	0	0	0	0
-240.91	0.65	0.169	0	0.65	0.169	0	0	0	0	0	0	0
-250	0.671	0.174	0	0.671	0.174	0	0	0	0	0	0	0
-258.97	0.692	0.18	0	0.692	0.18	0	0.088	0.455	0	0.088	0.455	0
-267.95	0.713	0.185	0	0.713	0.185	0	0.109	0.565	0	0.109	0.565	0
-276.92	0.734	0.191	0	0.734	0.191	0	0.13	0.674	0	0.13	0.674	0
-285.9	0.755	0.196	0	0.755	0.196	0	0.151	0.784	0	0.151	0.784	0
-294.87	0.776	0.202	0	0.776	0.202	0	0.172	0.893	0	0.172	0.893	0
-303.85	0.797	0.207	0	0.797	0.207	0	0.193	1.002	0	0.193	1.002	0
-312.82	0.818	0.213	0	0.818	0.213	0	0.214	1.045	0	0.214	1.045	0
-321.79	0.839	0.218	0	0.839	0.218	0	0.235	0.861	0	0.235	0.861	0
-330.77	0.86	0.224	0	0.86	0.224	0	0.256	0.703	0	0.256	0.703	0
-339.74	0.881	0.229	0	0.881	0.229	0	0.277	0.57	0	0.277	0.57	0
-348.72	0.902	0.235	0	0.902	0.235	0	0.298	0.462	0	0.298	0.462	0
-357.69	0.923	0.24	0	0.923	0.24	0	0.319	0.375	0	0.319	0.375	0
-366.67	0.945	0.257	0	0.945	0.257	0	0.34	0.308	0	0.34	0.308	0
-375.64	0.966	0.325	0	0.966	0.325	0	0.361	0.259	0	0.361	0.259	0
-384.62	0.987	0.377	0	0.987	0.377	0	0.382	0.225	0	0.382	0.225	0
-393.59	1.008	0.417	0	1.008	0.417	0	0.403	0.204	0	0.403	0.204	0
-402.56	1.029	0.446	0	1.029	0.446	0	0.424	0.193	0	0.424	0.193	0
-411.54	1.05	0.466	0	1.05	0.466	0	0.445	0.192	0	0.445	0.192	0
-420.51	1.071	0.479	0	1.071	0.479	0	0.466	0.197	0	0.466	0.197	0
-429.49	1.092	0.487	0	1.092	0.487	0	0.487	0.208	0	0.487	0.208	0
-438.46	1.113	0.49	0	1.113	0.49	0	0.509	0.223	0	0.509	0.223	0
-447.44	1.134	0.491	0	1.134	0.491	0	0.53	0.241	0	0.53	0.241	0

-456.41	1.155	0.489	0	1.155	0.489	0	0.551	0.261	0	0.551	0.261	0
-465.38	1.176	0.487	0	1.176	0.487	0	0.572	0.283	0	0.572	0.283	0
-474.36	1.197	0.484	0	1.197	0.484	0	0.593	0.304	0	0.593	0.304	0
-483.33	1.219	0.48	0	1.219	0.48	0	0.614	0.326	0	0.614	0.326	0
-492.31	1.24	0.478	0	1.24	0.478	0	0.635	0.347	0	0.635	0.347	0
-501.28	1.261	0.476	0	1.261	0.476	0	0.656	0.368	0	0.656	0.368	0
-510.26	1.282	0.474	0	1.282	0.474	0	0.678	0.388	0	0.678	0.388	0
-519.23	1.303	0.473	0	1.303	0.473	0	0.699	0.407	0	0.699	0.407	0
-528.21	1.324	0.474	0	1.324	0.474	0	0.72	0.426	0	0.72	0.426	0
-537.18	1.346	0.474	0	1.346	0.474	0	0.741	0.444	0	0.741	0.444	0
-546.15	1.367	0.476	0	1.367	0.476	0	0.762	0.461	0	0.762	0.461	0
-555.13	1.388	0.478	0	1.388	0.478	0	0.783	0.478	0	0.783	0.478	0
-564.1	1.409	0.48	0	1.409	0.48	0	0.805	0.494	0	0.805	0.494	0
-573.08	1.43	0.483	0	1.43	0.483	0	0.826	0.51	0	0.826	0.51	0
-582.05	1.452	0.486	0	1.452	0.486	0	0.847	0.526	0	0.847	0.526	0
-591.03	1.473	0.489	0	1.473	0.489	0	0.868	0.541	0	0.868	0.541	0
-600	1.489	0.49	0	1.489	0.49	0	0.884	0.555	0	0.884	0.555	0

$\sigma_v$  = tensione verticale totale

$\sigma_h$  = tensione orizzontale totale

u = pressione neutra

$\sigma'_v$  = tensione verticale efficace

$\sigma'_h$  = tensione orizzontale efficace

Risultanti delle pressioni [daN] e bracci [cm], Paratia PAR_1							
Monte				Valle			
R <sub>h</sub>	-15688.7	b <sub>h</sub>	408.8	R <sub>h</sub>	15688.6	b <sub>h</sub>	408.8
R' <sub>h</sub>	-15688.7	b' <sub>h</sub>	408.8	R' <sub>h</sub>	15688.6	b' <sub>h</sub>	408.8
R <sub>u</sub>	0	b <sub>u</sub>	0	R <sub>u</sub>	0	b <sub>u</sub>	0

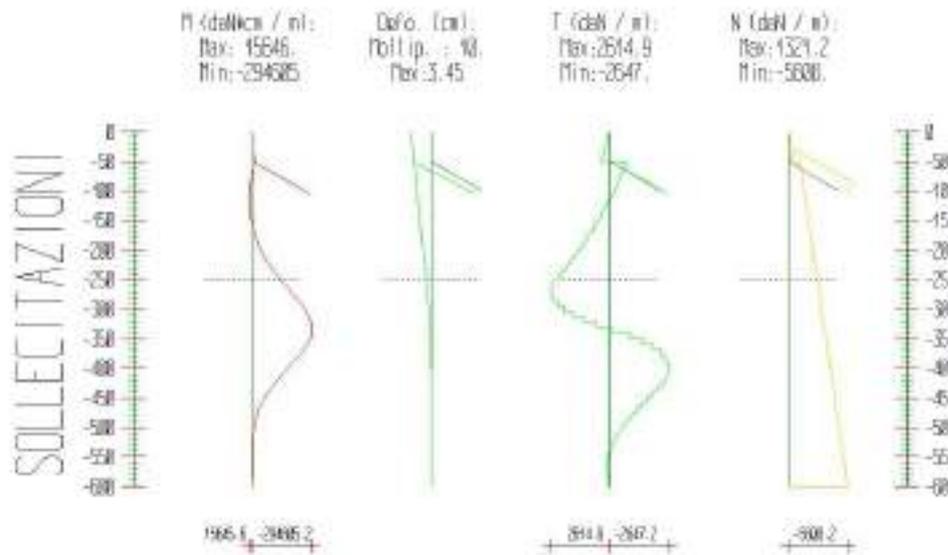
R = risultanti delle spinte, b = bracci rispetto alla testa della paratia.  
pedice h = risultante delle pressioni totali sulla paratia.

pedice 'h = risultante delle pressioni efficaci sulla paratia.

pedice u = risultante delle pressioni neutre sulla paratia.

## Step 2

In questo Step si hanno le seguenti sollecitazioni, deformazioni, reazioni vincolari, pressioni nel terreno e risultanti delle spinte.



Sollecitazioni - Paratia PAR_1					
Progressiva	Spost. x [cm]	Spost. z [cm]	M [daN cm]	T [daN]	N [daN]
-8.3	-3.3636	-0.003	-297.096	53.9	-68.7
-16.7	-3.2772	-0.003	-1069.878	111	-137.4
-25	-3.1908	-0.003	-2354.722	172.4	-206.2
-33.3	-3.1045	-0.003	-4187.991	238.2	-274.9
-41.7	-3.0182	-0.003	-6606.029	308.4	-343.6
-50	-2.932	-0.003	-9645.158	382.9	-412.3
-59.1	-2.8382	-0.003	-3309.155	-677.1	-1147.9
-68.2	-2.7444	-0.003	2197.433	-585.8	-1222.8
-77.3	-2.6506	-0.003	6827.586	-489.4	-1297.8
-86.4	-2.5566	-0.003	10534.343	-387.9	-1372.8
-95.5	-2.4625	-0.003	13270.806	-281.1	-1447.7
-104.5	-2.3681	-0.003	14990.145	-169.2	-1522.7
-113.6	-2.2734	-0.003	15645.598	-52.2	-1597.7

-122.7	-2.1785	-0.003	15190.477	70	-1672.6
-131.8	-2.0832	-0.003	13578.163	197.2	-1747.6
-140.9	-1.9877	-0.003	10762.111	329.7	-1822.6
-150	-1.8921	-0.003	6695.846	467.2	-1897.5
-159.1	-1.7962	-0.003	1332.962	609.8	-1972.5
-168.2	-1.7004	-0.003	-5372.88	757.5	-2047.4
-177.3	-1.6047	-0.003	-13467.955	910.3	-2122.4
-186.4	-1.5092	-0.003	-22998.478	1068.2	-2197.4
-195.5	-1.4142	-0.003	-34010.606	1231.2	-2272.3
-204.5	-1.3198	-0.002	-46550.444	1399.3	-2347.3
-213.6	-1.2262	-0.002	-60664.045	1572.4	-2422.3
-222.7	-1.1339	-0.002	-76397.422	1750.6	-2497.2
-231.8	-1.0429	-0.002	-93796.542	1933.8	-2572.2
-240.9	-0.9538	-0.002	-112907.34	2122.1	-2647.2
-250	-0.8667	-0.002	-133775.717	2315.4	-2722.1
-259	-0.7832	-0.002	-156145.324	2512.2	-2796.1
-267.9	-0.7026	-0.002	-179407.727	2611.7	-2870.1
-276.9	-0.6252	-0.002	-202698.209	2614.9	-2944.1
-285.9	-0.5516	-0.002	-225152.04	2521.6	-3018.1
-294.9	-0.482	-0.002	-245904.477	2332.1	-3092.1
-303.8	-0.417	-0.002	-264090.767	2046.1	-3166.1
-312.8	-0.3567	-0.002	-278846.153	1663.8	-3240.1
-321.8	-0.3015	-0.002	-289305.872	1185.1	-3314.1
-330.8	-0.2516	-0.002	-294605.16	610.1	-3388.2
-339.7	-0.2071	-0.002	-293879.256	-61.3	-3462.2
-348.7	-0.1679	-0.002	-286263.399	-829	-3536.2
-357.7	-0.1339	-0.002	-273282.439	-1426.8	-3610.2
-366.7	-0.1049	-0.002	-256272.184	-1875.8	-3684.2
-375.6	-0.0806	-0.002	-236367.989	-2198.3	-3758.2
-384.6	-0.0605	-0.002	-214517.124	-2415.2	-3832.2

-393.6	-0.0444	-0.002	-191493.3	-2545.9	-3906.2
-402.6	-0.0318	-0.001	-167912.641	-2607.9	-3980.2
-411.5	-0.0223	-0.001	-144461.141	-2593.5	-4054.2
-420.5	-0.0153	-0.001	-121905.984	-2493.7	-4128.2
-429.5	-0.0107	-0.001	-100801.723	-2332	-4202.2
-438.5	-0.0078	-0.001	-81523.316	-2128.5	-4276.2
-447.4	-0.0065	-0.001	-64297.082	-1899.9	-4350.2
-456.4	-0.0063	-0.001	-49228.994	-1659.4	-4424.2
-465.4	-0.0071	-0.001	-36330	-1417.7	-4498.2
-474.4	-0.0085	-0.001	-25538.175	-1182.9	-4572.2
-483.3	-0.0104	-0.001	-16737.717	-961	-4646.2
-492.3	-0.0125	-0.001	-9774.843	-756.2	-4720.2
-501.3	-0.0149	-0.001	-4470.773	-571.4	-4794.2
-510.3	-0.0174	-0.001	-632.017	-408.1	-4868.2
-519.2	-0.0199	-0.001	1941.778	-267.2	-4942.2
-528.2	-0.0223	-0.001	3452.134	-148.7	-5016.2
-537.2	-0.0247	-0.001	4097.901	-52.3	-5090.2
-546.2	-0.027	0	4072.995	22.4	-5164.2
-555.1	-0.0292	0	3565.394	76.2	-5238.2
-564.1	-0.0314	0	2757.131	109.7	-5312.2
-573.1	-0.0335	0	1825	123.5	-5386.2
-582.1	-0.0356	0	941.774	118.1	-5460.2
-591	-0.0377	0	277.302	93.7	-5534.2
-600	-0.0398	0	0	50.5	-5608.2

Sollecitazioni - Tirante TIR_1_1					
Progressiva	Spost. x [cm]	Spost. z [cm]	M [daN cm]	T [daN]	N [daN]
56.7	-2.606	-0.003	0	0	1321.2
113.3	-2.28	-0.002	0	0	1321.2
170	-1.955	-0.002	0	0	1321.2

226.7	-1.629	-0.002	0	0	1321.2
283.3	-1.303	-0.001	0	0	1321.2
340	-0.977	-0.001	0	0	1321.2
396.7	-0.652	-0.001	0	0	1321.2
453.3	-0.326	0	0	0	1321.2
510	0	0	0	0	1321.2

Reazioni vincolari				
Descrizione	Nome	Orizzontale [daN]	Verticale [daN]	Momento [daN cm]
Base Paratia	PAR_1	-	5608.2	-

Pressioni nel terreno, Paratia PAR_1												
Quota [cm]	Pres. Monte [daN/cm <sup>2</sup> ]						Pres. Valle [daN/cm <sup>2</sup> ]					
	$\sigma_v$	$\sigma_h$	u	$\sigma'_v$	$\sigma'_h$	$\tau$	$\sigma_v$	$\sigma_h$	u	$\sigma'_v$	$\sigma'_h$	$\tau$
0	0.08	0.042	0	0.08	0.042	0	0	0	0	0	0	0
-8.33	0.095	0.025	0	0.095	0.025	0	0	0	0	0	0	0
-16.67	0.115	0.03	0	0.115	0.03	0	0	0	0	0	0	0
-25	0.135	0.035	0	0.135	0.035	0	0	0	0	0	0	0
-33.33	0.156	0.04	0	0.156	0.04	0	0	0	0	0	0	0
-41.67	0.176	0.046	0	0.176	0.046	0	0	0	0	0	0	0
-50	0.196	0.051	0	0.196	0.051	0	0	0	0	0	0	0
-59.09	0.218	0.057	0	0.218	0.057	0	0	0	0	0	0	0
-68.18	0.24	0.062	0	0.24	0.062	0	0	0	0	0	0	0
-77.27	0.261	0.068	0	0.261	0.068	0	0	0	0	0	0	0
-86.36	0.283	0.074	0	0.283	0.074	0	0	0	0	0	0	0
-95.45	0.305	0.079	0	0.305	0.079	0	0	0	0	0	0	0
-104.55	0.327	0.085	0	0.327	0.085	0	0	0	0	0	0	0
-113.64	0.349	0.091	0	0.349	0.091	0	0	0	0	0	0	0
-122.73	0.37	0.096	0	0.37	0.096	0	0	0	0	0	0	0
-131.82	0.392	0.102	0	0.392	0.102	0	0	0	0	0	0	0

-140.91	0.414	0.108	0	0.414	0.108	0	0	0	0	0	0	0
-150	0.435	0.113	0	0.435	0.113	0	0	0	0	0	0	0
-159.09	0.457	0.119	0	0.457	0.119	0	0	0	0	0	0	0
-168.18	0.478	0.124	0	0.478	0.124	0	0	0	0	0	0	0
-177.27	0.5	0.13	0	0.5	0.13	0	0	0	0	0	0	0
-186.36	0.521	0.136	0	0.521	0.136	0	0	0	0	0	0	0
-195.45	0.543	0.141	0	0.543	0.141	0	0	0	0	0	0	0
-204.55	0.564	0.147	0	0.564	0.147	0	0	0	0	0	0	0
-213.64	0.586	0.152	0	0.586	0.152	0	0	0	0	0	0	0
-222.73	0.607	0.158	0	0.607	0.158	0	0	0	0	0	0	0
-231.82	0.628	0.163	0	0.628	0.163	0	0	0	0	0	0	0
-240.91	0.65	0.169	0	0.65	0.169	0	0	0	0	0	0	0
-250	0.671	0.174	0	0.671	0.174	0	0	0	0	0	0	0
-258.97	0.692	0.18	0	0.692	0.18	0	0.022	0.113	0	0.022	0.113	0
-267.95	0.713	0.185	0	0.713	0.185	0	0.043	0.226	0	0.043	0.226	0
-276.92	0.734	0.191	0	0.734	0.191	0	0.065	0.339	0	0.065	0.339	0
-285.9	0.755	0.196	0	0.755	0.196	0	0.087	0.451	0	0.087	0.451	0
-294.87	0.776	0.202	0	0.776	0.202	0	0.108	0.564	0	0.108	0.564	0
-303.85	0.797	0.207	0	0.797	0.207	0	0.13	0.677	0	0.13	0.677	0
-312.82	0.818	0.213	0	0.818	0.213	0	0.152	0.79	0	0.152	0.79	0
-321.79	0.839	0.218	0	0.839	0.218	0	0.174	0.903	0	0.174	0.903	0
-330.77	0.86	0.224	0	0.86	0.224	0	0.195	1.016	0	0.195	1.016	0
-339.74	0.881	0.229	0	0.881	0.229	0	0.217	1.128	0	0.217	1.128	0
-348.72	0.902	0.235	0	0.902	0.235	0	0.239	0.945	0	0.239	0.945	0
-357.69	0.923	0.24	0	0.923	0.24	0	0.26	0.784	0	0.26	0.784	0
-366.67	0.945	0.246	0	0.945	0.246	0	0.282	0.649	0	0.282	0.649	0
-375.64	0.966	0.251	0	0.966	0.251	0	0.304	0.537	0	0.304	0.537	0
-384.62	0.987	0.257	0	0.987	0.257	0	0.326	0.446	0	0.326	0.446	0
-393.59	1.008	0.262	0	1.008	0.262	0	0.347	0.375	0	0.347	0.375	0
-402.56	1.029	0.294	0	1.029	0.294	0	0.369	0.321	0	0.369	0.321	0

-411.54	1.05	0.351	0	1.05	0.351	0	0.391	0.283	0	0.391	0.283	0
-420.51	1.071	0.394	0	1.071	0.394	0	0.412	0.258	0	0.412	0.258	0
-429.49	1.092	0.427	0	1.092	0.427	0	0.434	0.244	0	0.434	0.244	0
-438.46	1.113	0.451	0	1.113	0.451	0	0.456	0.24	0	0.456	0.24	0
-447.44	1.134	0.467	0	1.134	0.467	0	0.477	0.242	0	0.477	0.242	0
-456.41	1.155	0.477	0	1.155	0.477	0	0.499	0.251	0	0.499	0.251	0
-465.38	1.176	0.482	0	1.176	0.482	0	0.521	0.264	0	0.521	0.264	0
-474.36	1.197	0.485	0	1.197	0.485	0	0.542	0.281	0	0.542	0.281	0
-483.33	1.219	0.484	0	1.219	0.484	0	0.564	0.3	0	0.564	0.3	0
-492.31	1.24	0.483	0	1.24	0.483	0	0.586	0.321	0	0.586	0.321	0
-501.28	1.261	0.48	0	1.261	0.48	0	0.608	0.342	0	0.608	0.342	0
-510.26	1.282	0.477	0	1.282	0.477	0	0.629	0.364	0	0.629	0.364	0
-519.23	1.303	0.474	0	1.303	0.474	0	0.651	0.386	0	0.651	0.386	0
-528.21	1.324	0.471	0	1.324	0.471	0	0.673	0.408	0	0.673	0.408	0
-537.18	1.346	0.469	0	1.346	0.469	0	0.694	0.429	0	0.694	0.429	0
-546.15	1.367	0.466	0	1.367	0.466	0	0.716	0.45	0	0.716	0.45	0
-555.13	1.388	0.464	0	1.388	0.464	0	0.738	0.471	0	0.738	0.471	0
-564.1	1.409	0.463	0	1.409	0.463	0	0.76	0.491	0	0.76	0.491	0
-573.08	1.43	0.462	0	1.43	0.462	0	0.781	0.511	0	0.781	0.511	0
-582.05	1.452	0.461	0	1.452	0.461	0	0.803	0.531	0	0.803	0.531	0
-591.03	1.473	0.46	0	1.473	0.46	0	0.825	0.551	0	0.825	0.551	0
-600	1.489	0.456	0	1.489	0.456	0	0.841	0.569	0	0.841	0.569	0

$\sigma_v$  = tensione verticale totale  
 $\sigma_h$  = tensione orizzontale totale  
u = pressione neutra  
 $\sigma'_v$  = tensione verticale efficace  
 $\sigma'_h$  = tensione orizzontale efficace

Risultanti delle pressioni [daN] e bracci [cm], Paratia PAR_1	
Monte	Valle

$R_h$	-14821.5	$b_h$	407.4	$R_h$	16302.9	$b_h$	415.2
$R'_h$	-14821.5	$b'_h$	407.4	$R'_h$	16302.9	$b'_h$	415.2
$R_u$	0	$b_u$	0	$R_u$	0	$b_u$	0

R = risultanti delle spinte, b = bracci rispetto alla testa della paratia.

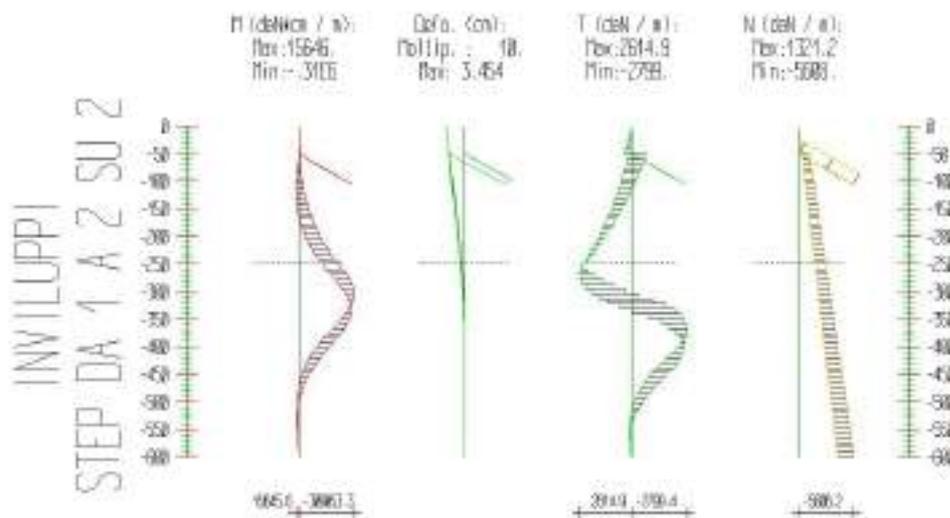
pedice h = risultante delle pressioni totali sulla paratia.

pedice 'h = risultante delle pressioni efficaci sulla paratia.

pedice u = risultante delle pressioni neutre sulla paratia.

### Inviluppo delle sollecitazioni

Segue l'inviluppo dei risultati ottenuti negli Step considerati.



Inviluppo - Paratia PAR_1						
Progressiva	M [daN cm]		T [daN]		N [daN]	
	Min.	Max	Min.	Max	Min.	Max
-8.3	-297.1	-72.3	8.7	53.9	-68.7	-55.
-16.7	-1070.	-316.3	29.3	111.	-137.4	-109.9
-25.	-2355.	-768.5	54.3	172.4	-206.2	-164.9
-33.3	-4188.	-1465.	83.6	238.2	-274.9	-219.8
-41.7	-6606.	-2443.	117.3	308.4	-343.6	-274.8
-50.	-9645.	-3738.	155.4	382.9	-412.3	-329.7
-59.1	-5554.	-3309.	-677.1	199.8	-1148.	-389.7
-68.2	-7838.	2197.4	-585.8	251.3	-1223.	-449.6

-77.3	-10637	6827.6	-489.4	307.9	-1298.	-509.6
-86.4	-13998	10534.	-387.9	369.7	-1373.	-569.5
-95.5	-17968	13271.	-281.1	436.6	-1448.	-629.5
-104.5	-22592	14990.	-169.2	508.7	-1523.	-689.4
-113.6	-27919	15646.	-52.2	586.	-1598.	-749.4
-122.7	-33995	15191.	70.	668.4	-1673.	-809.3
-131.8	-40867	13578.	197.2	755.9	-1748.	-869.3
-140.9	-48581	10762.	329.7	848.5	-1823.	-929.2
-150.	-57183	6695.8	467.2	946.2	-1898.	-989.2
-159.1	-66720	1333.	609.8	1049.1	-1973.	-1049.
-168.2	-77238	-5373.	757.5	1157.	-2047.	-1109.
-177.3	-88784	-13468	910.3	1270.1	-2122.	-1169.
-186.4	-.1E6	-22999	1068.2	1388.2	-2197.	-1229.
-195.5	-.12E6	-34011	1231.2	1511.4	-2272.	-1289.
-204.5	-.13E6	-46550	1399.3	1639.6	-2347.	-1349.
-213.6	-.15E6	-60664	1572.4	1773.	-2422.	-1409.
-222.7	-.16E6	-76397	1750.6	1911.4	-2497.	-1469.
-231.8	-.18E6	-93797	1933.8	2054.8	-2572.	-1529.
-240.9	-.2E6	-.11E6	2122.1	2203.3	-2647.	-1589.
-250.	-.22E6	-.13E6	2315.4	2356.9	-2722.	-1649.
-259.	-.25E6	-.16E6	2512.2	2514.4	-2796.	-1708.
-267.9	-.27E6	-.18E6	2267.3	2611.7	-2870.	-1767.
-276.9	-.28E6	-.2E6	1926.8	2614.9	-2944.	-1826.
-285.9	-.3E6	-.23E6	1493.	2521.6	-3018.	-1885.
-294.9	-.31E6	-.25E6	965.9	2332.1	-3092.	-1945.
-303.8	-.31E6	-.26E6	345.6	2046.1	-3166.	-2004.
-312.8	-.31E6	-.28E6	-368.	1663.8	-3240.	-2063.
-321.8	-.3E6	-.29E6	-1115.	1185.1	-3314.	-2122.
-330.8	-.29E6	-.28E6	-1692.	610.1	-3388.	-2181.
-339.7	-.29E6	-.26E6	-2121.	-61.3	-3462.	-2240.

-348.7	-.29E6	-.24E6	-2428.	-829.	-3536.	-2300.
-357.7	-.27E6	-.22E6	-2632.	-1427.	-3610.	-2359.
-366.7	-.26E6	-.19E6	-2753.	-1876.	-3684.	-2418.
-375.6	-.24E6	-.17E6	-2799.	-2198.	-3758.	-2477.
-384.6	-.21E6	-.14E6	-2741.	-2415.	-3832.	-2536.
-393.6	-.19E6	-.12E6	-2604.	-2546.	-3906.	-2596.
-402.6	-.17E6	-96678	-2608.	-2412.	-3980.	-2655.
-411.5	-.14E6	-77064	-2594.	-2186.	-4054.	-2714.
-420.5	-.12E6	-59660	-2494.	-1939.	-4128.	-2773.
-429.5	-.1E6	-44526	-2332.	-1686.	-4202.	-2832.
-438.5	-81523	-31634	-2129.	-1437.	-4276.	-2891.
-447.4	-64297	-20889	-1900.	-1197.	-4350.	-2951.
-456.4	-49229	-12151	-1659.	-973.7	-4424.	-3010.
-465.4	-36330	-5246.	-1418.	-769.4	-4498.	-3069.
-474.4	-25538	15.6	-1183.	-586.3	-4572.	-3128.
-483.3	-16738	3832.8	-961.	-425.3	-4646.	-3187.
-492.3	-9775.	6404.9	-756.2	-286.6	-4720.	-3247.
-501.3	-4471.	7925.8	-571.4	-169.5	-4794.	-3306.
-510.3	-632.	8580.3	-408.1	-72.9	-4868.	-3365.
-519.2	1941.8	8541.6	-267.2	4.3	-4942.	-3424.
-528.2	3452.1	7970.5	-148.7	63.6	-5016.	-3483.
-537.2	4097.9	7015.3	-52.3	106.4	-5090.	-3542.
-546.2	4073.	5813.	22.4	134.	-5164.	-3602.
-555.1	3565.4	4489.8	76.2	147.4	-5238.	-3661.
-564.1	2757.1	3163.9	109.7	147.7	-5312.	-3720.
-573.1	1825.	1946.6	123.5	135.6	-5386.	-3779.
-582.1	941.8	944.6	111.7	118.1	-5460.	-3838.
-591.	261.6	277.3	76.1	93.7	-5534.	-3898.
-600.	0.	0.	29.1	50.5	-5608.	-3957.

Inviluppo - Tirante TIR_1_1						
Progressiva	M [daN cm]		T [daN]		N [daN]	
	Min.	Max	Min.	Max	Min.	Max
56.7	0.	0.	0.	0.	1321.2	1321.2
113.3	0.	0.	0.	0.	1321.2	1321.2
170.	0.	0.	0.	0.	1321.2	1321.2
226.7	0.	0.	0.	0.	1321.2	1321.2
283.3	0.	0.	0.	0.	1321.2	1321.2
340.	0.	0.	0.	0.	1321.2	1321.2
396.7	0.	0.	0.	0.	1321.2	1321.2
453.3	0.	0.	0.	0.	1321.2	1321.2
510.	0.	0.	0.	0.	1321.2	1321.2

## Verifiche

Il calcolo è stato eseguito correttamente per 2 Step.

### Verifiche tensionali

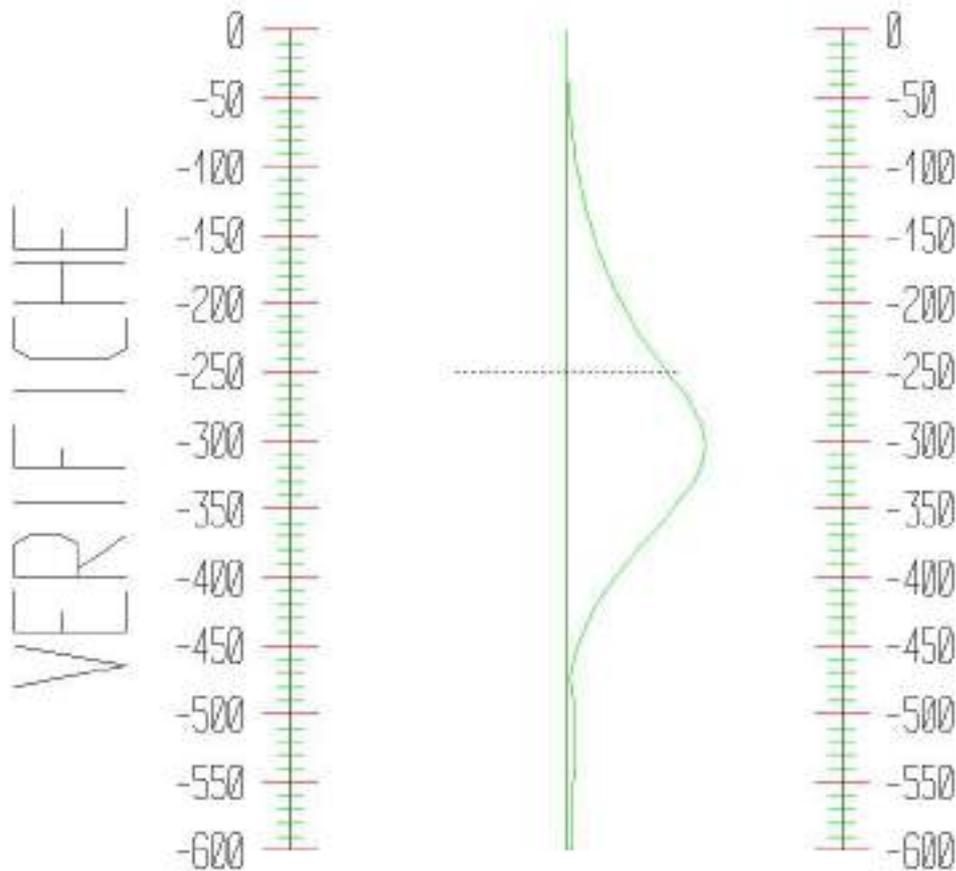
Le verifiche tensionali vengono eseguite col metodo degli stati limite. Le sezioni degli elementi strutturali sono verificate a pressoflessione retta, sollecitate dai valori di momento flettente e sforzo normale derivanti dal calcolo.

Segue la descrizione dei risultati ottenuti nei diversi Step considerati.

#### Step 1

In questo Step si hanno i seguenti valori di tensione:

Acciaio (daN/cm<sup>2</sup>):  
Max: -2145.



Tensioni - Paratia PAR_1 - Porzione 1 (acciaio:3550)							
Progressiva	M [daN cm]	N [daN]	$\sigma$ max [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ max2 [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon$ max [‰]	$\epsilon$ max2 [‰]	Verifica
-8.3	-32.5	-24.8	-1.4	-0.4	0	0	Soddisfatta
-16.7	-142.5	-49.5	-4	0.3	0	0	Soddisfatta
-25	-346.2	-74.3	-8	2.5	0	0	Soddisfatta
-33.3	-660	-99	-13.7	6.3	-0.01	0	Soddisfatta
-41.7	-1100.4	-123.8	-21.3	12	-0.01	0.01	Soddisfatta
-50	-1683.7	-148.5	-31.1	20	-0.02	0.01	Soddisfatta
-59.1	-2501.9	-175.5	-44.5	31.4	-0.02	0.02	Soddisfatta

-68.2	-3530.8	-202.5	-61.1	46	-0.03	0.02	Soddisfatta
-77.3	-4791.6	-229.5	-81.3	64.1	-0.04	0.03	Soddisfatta
-86.4	-6305.5	-256.5	-105.2	86	-0.05	0.04	Soddisfatta
-95.5	-8093.5	-283.5	-133.4	112.1	-0.06	0.05	Soddisfatta
-104.5	-10176.7	-310.6	-166	142.7	-0.08	0.07	Soddisfatta
-113.6	-12576.3	-337.6	-203.4	178.1	-0.1	0.09	Soddisfatta
-122.7	-15313.3	-364.6	-245.9	218.5	-0.12	0.11	Soddisfatta
-131.8	-18408.5	-391.6	-293.8	264.5	-0.14	0.13	Soddisfatta
-140.9	-21883.2	-418.6	-347.5	316.1	-0.17	0.15	Soddisfatta
-150	-25758	-445.6	-407.3	373.9	-0.2	0.18	Soddisfatta
-159.1	-30054	-472.6	-473.5	438	-0.23	0.21	Soddisfatta
-168.2	-34792.1	-499.6	-546.3	508.9	-0.27	0.25	Soddisfatta
-177.3	-39993	-526.6	-626.2	586.7	-0.3	0.28	Soddisfatta
-186.4	-45677.6	-553.6	-713.4	671.9	-0.35	0.33	Soddisfatta
-195.5	-51866.7	-580.6	-808.3	764.7	-0.39	0.37	Soddisfatta
-204.5	-58581	-607.6	-911.1	865.6	-0.44	0.42	Soddisfatta
-213.6	-65841.4	-634.6	-1022.2	974.6	-0.5	0.47	Soddisfatta
-222.7	-73668.4	-661.6	-1141.9	1092.3	-0.55	0.53	Soddisfatta
-231.8	-82082.9	-688.6	-1270.5	1218.9	-0.62	0.59	Soddisfatta
-240.9	-91105.5	-715.6	-1408.3	1354.7	-0.68	0.66	Soddisfatta
-250	-100756.9	-742.6	-1555.7	1500	-0.76	0.73	Soddisfatta
-259	-110921.5	-769.3	-1710.8	1653.2	-0.83	0.8	Soddisfatta
-267.9	-120087.1	-795.9	-1850.8	1791.2	-0.9	0.87	Soddisfatta
-276.9	-127876.2	-822.6	-1969.9	1908.3	-0.96	0.93	Soddisfatta
-285.9	-133911.6	-849.3	-2062.5	1998.8	-1	0.97	Soddisfatta
-294.9	-137816.3	-875.9	-2122.7	2057	-1.03	1	Soddisfatta
-303.8	-139213.2	-902.6	-2144.9	2077.2	-1.04	1.01	Soddisfatta
-312.8	-137725.4	-929.2	-2123.3	2053.6	-1.03	1	Soddisfatta
-321.8	-133217.3	-955.9	-2055.9	1984.3	-1	0.96	Soddisfatta
-330.8	-126379.1	-982.6	-1953.2	1879.6	-0.95	0.91	Soddisfatta

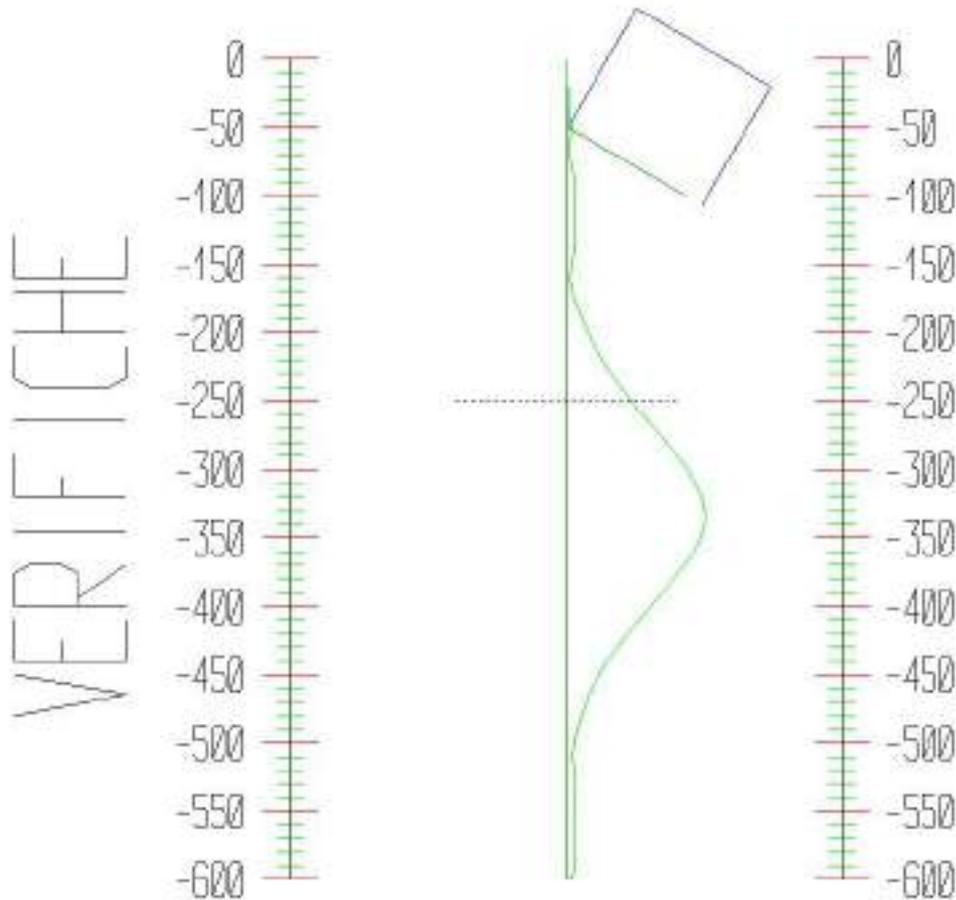
-339.7	-117803.3	- 1009.2	-1824.2	1748.5	-0.89	0.85	Soddisfatta
-348.7	-107989.7	- 1035.9	-1676.4	1598.7	-0.81	0.78	Soddisfatta
-357.7	-97351.4	- 1062.5	-1516.1	1436.4	-0.74	0.7	Soddisfatta
-366.7	-86222.5	- 1089.2	-1348.3	1266.7	-0.65	0.61	Soddisfatta
-375.6	-74905.7	- 1115.8	-1177.7	1094.1	-0.57	0.53	Soddisfatta
-384.6	-63826.6	- 1142.5	-1010.7	925	-0.49	0.45	Soddisfatta
-393.6	-53300.5	- 1169.2	-852.1	764.4	-0.41	0.37	Soddisfatta
-402.6	-43548.6	- 1195.8	-705.2	615.6	-0.34	0.3	Soddisfatta
-411.5	-34713.6	- 1222.5	-572.2	480.6	-0.28	0.23	Soddisfatta
-420.5	-26874	- 1249.1	-454.3	360.7	-0.22	0.18	Soddisfatta
-429.5	-20056.9	- 1275.8	-352	256.3	-0.17	0.12	Soddisfatta
-438.5	-14249.5	- 1302.5	-264.9	167.3	-0.13	0.08	Soddisfatta
-447.4	-9409.5	- 1329.1	-192.5	92.9	-0.09	0.05	Soddisfatta
-456.4	-5473.2	- 1355.8	-133.8	32.2	-0.06	0.02	Soddisfatta
-465.4	-2363	- 1382.4	-87.6	-16	-0.04	-0.01	Soddisfatta
-474.4	7	- 1409.1	-52.9	-52.7	-0.03	-0.03	Soddisfatta
-483.3	1726.5	- 1435.7	-80	-27.6	-0.04	-0.01	Soddisfatta
-492.3	2885.1	- 1462.4	-98.6	-11.1	-0.05	-0.01	Soddisfatta
-501.3	3570.2	-	-109.9	-1.7	-0.05	0	Soddisfatta

		1489.1					
-510.3	3865	- 1515.7	-115.4	1.8	-0.06	0	Soddisfatta
-519.2	3847.6	- 1542.4	-116.1	0.5	-0.06	0	Soddisfatta
-528.2	3590.3	-1569	-113.2	-4.4	-0.05	0	Soddisfatta
-537.2	3160.1	- 1595.7	-107.7	-11.9	-0.05	-0.01	Soddisfatta
-546.2	2618.5	- 1622.4	-100.5	-21.1	-0.05	-0.01	Soddisfatta
-555.1	2022.4	-1649	-92.5	-31.1	-0.04	-0.02	Soddisfatta
-564.1	1425.2	- 1675.7	-84.4	-41.2	-0.04	-0.02	Soddisfatta
-573.1	876.8	- 1702.3	-77.1	-50.5	-0.04	-0.02	Soddisfatta
-582.1	425.5	-1729	-71.3	-58.3	-0.03	-0.03	Soddisfatta
-591	117.8	- 1755.6	-67.6	-64	-0.03	-0.03	Soddisfatta
-600	0	- 1782.3	-66.8	-66.8	-0.03	-0.03	Soddisfatta

## Step 2

In questo Step si hanno i seguenti valori di tensione:

Acciaio (daN/cm<sup>2</sup>):  
Max: -2070.



Tensioni - Paratia PAR_1 - Porzione 1 (acciaio:3550)							
Progressiva	M [daN cm]	N [daN]	$\sigma$ max [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ max2 [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon$ max [‰]	$\epsilon$ max2 [‰]	Verifica
-8.3	-133.8	-31	-3.2	0.9	0	0	Soddisfatta
-16.7	-481.9	-61.9	-9.6	5	0	0	Soddisfatta
-25	-1060.7	-92.9	-19.6	12.6	-0.01	0.01	Soddisfatta
-33.3	-1886.5	-123.8	-33.2	24	-0.02	0.01	Soddisfatta
-41.7	-2975.7	-154.8	-50.9	39.3	-0.02	0.02	Soddisfatta
-50	-4344.7	-185.7	-72.8	58.9	-0.04	0.03	Soddisfatta
-59.1	-1490.6	-517.1	-42	3.2	-0.02	0	Soddisfatta

-68.2	989.8	-550.8	-35.7	-5.6	-0.02	0	Soddisfatta
-77.3	3075.5	-584.6	-68.5	24.7	-0.03	0.01	Soddisfatta
-86.4	4745.2	-618.4	-95.1	48.8	-0.05	0.02	Soddisfatta
-95.5	5977.8	-652.1	-115.1	66.2	-0.06	0.03	Soddisfatta
-104.5	6752.3	-685.9	-128.1	76.7	-0.06	0.04	Soddisfatta
-113.6	7047.6	-719.7	-133.8	79.9	-0.06	0.04	Soddisfatta
-122.7	6842.6	-753.4	-132	75.5	-0.06	0.04	Soddisfatta
-131.8	6116.3	-787.2	-122.2	63.2	-0.06	0.03	Soddisfatta
-140.9	4847.8	-821	-104.3	42.7	-0.05	0.02	Soddisfatta
-150	3016.1	-854.7	-77.8	13.7	-0.04	0.01	Soddisfatta
-159.1	600.4	-888.5	-42.4	-24.2	-0.02	-0.01	Soddisfatta
-168.2	-2420.2	-922.3	-71.3	2.1	-0.03	0	Soddisfatta
-177.3	-6066.6	-956	-127.8	56.2	-0.06	0.03	Soddisfatta
-186.4	-10359.7	-989.8	-194.2	120	-0.09	0.06	Soddisfatta
-195.5	-15320.1	- 1023.6	-270.7	194	-0.13	0.09	Soddisfatta
-204.5	-20968.7	- 1057.3	-357.6	278.3	-0.17	0.14	Soddisfatta
-213.6	-27326.1	- 1091.1	-455.3	373.5	-0.22	0.18	Soddisfatta
-222.7	-34413.3	- 1124.9	-564	479.7	-0.27	0.23	Soddisfatta
-231.8	-42250.7	- 1158.6	-684.1	597.3	-0.33	0.29	Soddisfatta
-240.9	-50859.2	- 1192.4	-815.9	726.5	-0.4	0.35	Soddisfatta
-250	-60259.3	- 1226.2	-959.7	867.8	-0.47	0.42	Soddisfatta
-259	-70335.7	- 1259.5	-1113.8	1019.4	-0.54	0.49	Soddisfatta
-267.9	-80814.3	- 1292.9	-1273.9	1177	-0.62	0.57	Soddisfatta
-276.9	-91305.5	- 1326.2	-1434.3	1334.9	-0.7	0.65	Soddisfatta

-285.9	-101419.8	- 1359.5	-1588.9	1487	-0.77	0.72	Soddisfatta
-294.9	-110767.8	- 1392.9	-1731.9	1627.5	-0.84	0.79	Soddisfatta
-303.8	-118959.8	- 1426.2	-1857.4	1750.5	-0.9	0.85	Soddisfatta
-312.8	-125606.4	- 1459.5	-1959.4	1850	-0.95	0.9	Soddisfatta
-321.8	-130318	- 1492.9	-2032.1	1920.2	-0.99	0.93	Soddisfatta
-330.8	-132705	- 1526.2	-2069.5	1955.1	-1	0.95	Soddisfatta
-339.7	-132378	- 1559.5	-2065.8	1948.9	-1	0.95	Soddisfatta
-348.7	-128947.5	- 1592.9	-2015.1	1895.7	-0.98	0.92	Soddisfatta
-357.7	-123100.2	- 1626.2	-1927.6	1805.7	-0.94	0.88	Soddisfatta
-366.7	-115437.9	- 1659.5	-1812.7	1688.3	-0.88	0.82	Soddisfatta
-375.6	-106472.1	- 1692.9	-1678	1551.1	-0.81	0.75	Soddisfatta
-384.6	-96629.3	- 1726.2	-1530	1400.6	-0.74	0.68	Soddisfatta
-393.6	-86258.2	- 1759.5	-1374	1242.1	-0.67	0.6	Soddisfatta
-402.6	-75636.3	- 1792.9	-1214.1	1079.8	-0.59	0.52	Soddisfatta
-411.5	-65072.6	- 1826.2	-1055.2	918.3	-0.51	0.45	Soddisfatta
-420.5	-54912.6	- 1859.5	-902.4	763	-0.44	0.37	Soddisfatta
-429.5	-45406.2	- 1892.9	-759.5	617.6	-0.37	0.3	Soddisfatta
-438.5	-36722.2	- 1926.2	-629	484.7	-0.31	0.24	Soddisfatta
-447.4	-28962.6	-	-512.6	365.8	-0.25	0.18	Soddisfatta

		1959.5					
-456.4	-22175.2	- 1992.9	-411	261.6	-0.2	0.13	Soddisfatta
-465.4	-16364.9	- 2026.2	-324.1	172.2	-0.16	0.08	Soddisfatta
-474.4	-11503.7	- 2059.5	-251.6	97.3	-0.12	0.05	Soddisfatta
-483.3	-7539.5	- 2092.9	-192.8	35.9	-0.09	0.02	Soddisfatta
-492.3	-4403.1	- 2126.2	-146.5	-12.9	-0.07	-0.01	Soddisfatta
-501.3	-2013.9	- 2159.6	-111.5	-50.4	-0.05	-0.02	Soddisfatta
-510.3	-284.7	- 2192.9	-86.5	-77.9	-0.04	-0.04	Soddisfatta
-519.2	874.7	- 2226.2	-96.7	-70.2	-0.05	-0.03	Soddisfatta
-528.2	1555	- 2259.6	-108.3	-61.1	-0.05	-0.03	Soddisfatta
-537.2	1845.9	- 2292.9	-113.9	-57.9	-0.06	-0.03	Soddisfatta
-546.2	1834.7	- 2326.2	-115	-59.4	-0.06	-0.03	Soddisfatta
-555.1	1606	- 2359.6	-112.8	-64.1	-0.05	-0.03	Soddisfatta
-564.1	1242	- 2392.9	-108.5	-70.8	-0.05	-0.03	Soddisfatta
-573.1	822.1	- 2426.2	-103.4	-78.5	-0.05	-0.04	Soddisfatta
-582.1	424.2	- 2459.6	-98.6	-85.7	-0.05	-0.04	Soddisfatta
-591	124.9	- 2492.9	-95.3	-91.5	-0.05	-0.04	Soddisfatta
-600	0	- 2526.2	-94.7	-94.7	-0.05	-0.05	Soddisfatta

Tensioni - TIR\_1\_1 (tirante:16700)

Progressiva	Tensioni	Verifica
56.7	475.5	Soddisfatta
113.3	475.5	Soddisfatta
170	475.5	Soddisfatta
226.7	475.5	Soddisfatta
283.3	475.5	Soddisfatta
340	475.5	Soddisfatta
396.7	475.5	Soddisfatta
453.3	475.5	Soddisfatta
510	475.5	Soddisfatta

### Storia di carico dei tiranti

Segue la tabella del tiro massimo in ogni step per i tiranti definiti.

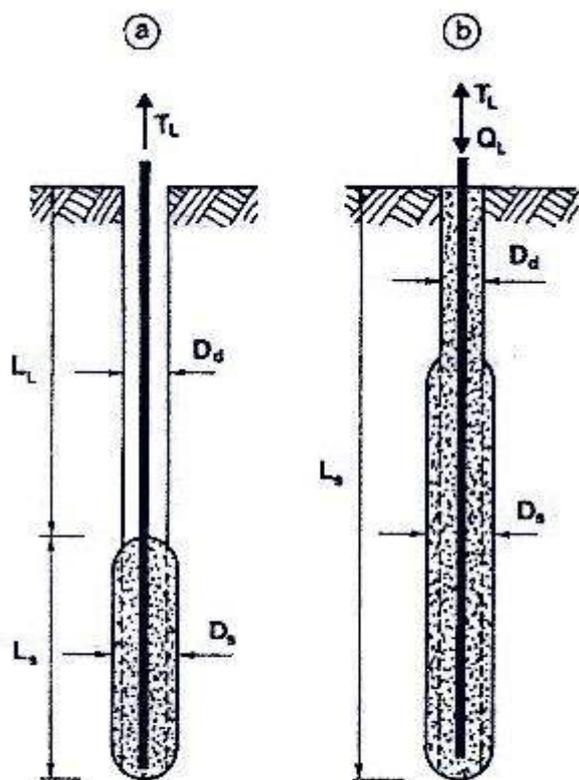
	TIR_1_1 (46402[daN])
Step 1	-
Step 2	4168

### Verifica dell'ancoraggio dei tiranti

La verifica della lunghezza del bulbo di ancoraggio viene eseguita secondo il metodo proposto e discusso da Bustamante e Doix (1985), per il quale si adotta l'espressione:

$$T_L = \pi D_s L_s q_s$$

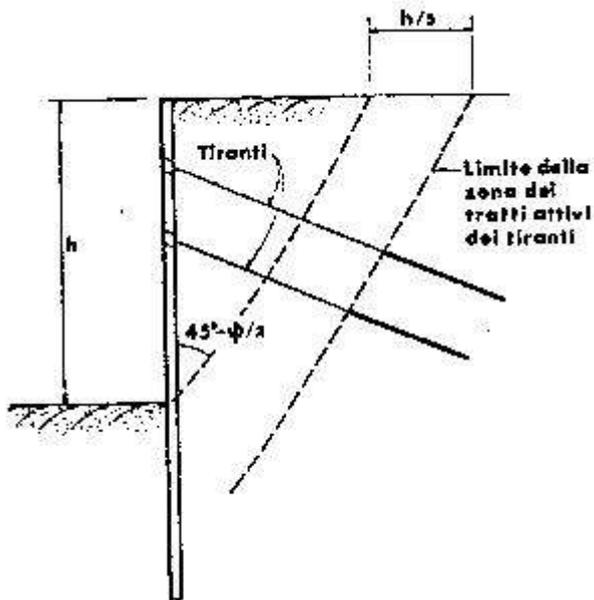
dove  $T_L$  è la trazione limite del tirante o del micropalo isolato,  $D_s$  è il diametro medio del bulbo della sigillatura,  $L_s$  è la lunghezza del tratto sigillato, e  $q_s$  è l'attrito laterale unitario limite lungo la superficie laterale del bulbo.



**Fig35 Rappresentazione schematica di un tirante(a) e di un micropalo (b)**

Il valore del diametro del bulbo di ancoraggio  $D_s$  viene valutato in funzione del diametro di perforazione  $D_d$  e della natura del terreno, con la relazione  $D_s = \alpha D_d$ , in cui il coefficiente di maggiorazione dipende dal metodo di iniezione (IRS o IGU) oltre che dalla natura del terreno, e viene quantificato per mezzo di apposite tabelle. Le stesse forniscono anche il quantitativo minimo di malta  $V_i$  che è consigliato immettere nel tratto  $L_s$ . Il valore di  $q_s$  dipende dal metodo di iniezione (IRS o IGU) e dalla natura del terreno, e viene quantificato con appositi abaci. La verifica viene effettuata considerando un fattore di sicurezza  $\eta$  che dipende dalla tipologia strutturale (tirante o micropalo) e dalla durata di utilizzo (provvisorio o permanente).

La lunghezza libera di un tirante deve essere sufficiente per garantire che il volume di suolo raccolto nell'intorno dell'elemento e ad esso strettamente associato nel tratto della sigillatura non corra alcun rischio di rottura d'insieme.



In quest'ottica si valuterà che tale lunghezza sia sufficiente a portare le fondazioni oltre il cuneo di spinta, con un ulteriore franco di sicurezza pari ad un terzo dell'altezza di scavo.

Segue la descrizione dei dati relativi all'ancoraggio.

	SVA_1
Suolo	Sabbia media
Iniezione	IGU
Tipologia	Tirante
Durata	Permanente
$\eta$	2
$D_d$ [cm]	14
$\alpha$	1.2
$N_{SPT}$	18
usa $l_{eff}$	no
$\varphi$ $l_{lib}$	33
sisma $l_{lib}$	no

Segue la verifica della lunghezza sigillata e della lunghezza libera per i tiranti definiti.

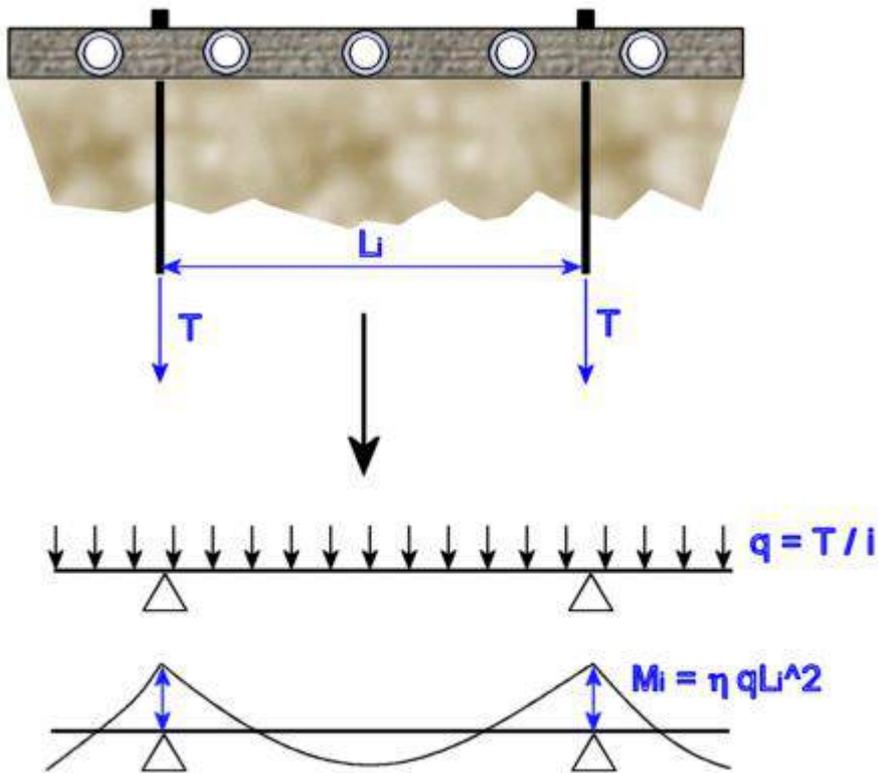
	TIR_1_1
Tiro max. [daN]	4167.9
Step	STEP_2

Dati	SVA_1
$D_s$	16.8
$q_s$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	0.715
$V_{i,min}$ [cm <sup>3</sup> ]	36739
$L_{sig}$ [cm]	700
$L_{sig,min}$ [cm]	238.7
$\eta_{eff}$	6.3
$L_{sig} > L_{sig,min}$ ?	Si

	TIR_1_1
Dati	SVA_1
$L_{lib}$ [cm]	300
$L_{lib,min}$ [cm] (STEP_2)	-23.9
$L_{lib} > L_{lib,min}$ ? (STEP_2)	Si

### Verifica delle travi di collegamento

La verifica delle travi di collegamento fra i tiranti viene eseguita con il modello di trave continua sollecitata da un carico uniformemente distribuito. Gli appoggi intermedi sono posti ad una distanza pari all'interasse fra i tiranti, e l'entità del carico distribuito viene valutata come rapporto fra il tiro massimo e tale distanza. Si utilizza per la verifica la sola componente orizzontale del tiro, mentre quella verticale si assume sia sopportata dalla paratia.



Il valore del momento di verifica viene valutato con la formula  $M_i = \eta q L_i^2$ , in cui  $\eta$  assume il valore di  $1/12$ .

Segue la verifica per i tiranti definiti.

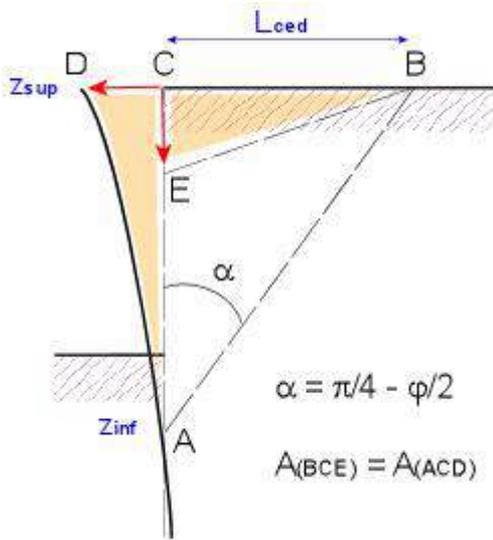
	TIR_1_1
Sezione	SEZ_1
N° sez. accoppiate	2.22
Tiro max. [daN]	3609.5
Step	STEP_2
Interasse $L_i$ [cm]	315.5
Carico distribuito $q$ [daN/cm]	11.4
Momento $M_i$ [daN cm]	94886.52
Tens. max. [daN/cm <sup>2</sup> ]	-648.13
Defo. max. [%]	-0.31
Verifica	Si

### Calcolo dei cedimenti a monte della paratia

Metodo *Volume* per il calcolo dei cedimenti a monte della paratia.

Si ipotizza che la variazione di volume complessiva del terreno coinvolto nel processo deformativo sia nulla (deformandosi, i terreni tendono a dilatare). In questo caso, definito il cuneo di spinta, si ha uguaglianza tra

il volume che il terreno occupa in seguito allo spostamento della paratia e quello che il terreno libera per i cedimenti verticali a monte dell'opera.



Segue il calcolo per tutti gli Step (Da Step 1 a Step 2).

Paratia PAR_1 Step 1		
$z_{sup} = 0[\text{cm}]$ $z_{inf} = -411.5[\text{cm}]$ $L_{ced} = 237.6[\text{cm}]$		
Distanza [cm]	Coord. x [cm]	Cedim. dz [cm]
0	0	1.1
50	50	0.87
100	100	0.64
150	150	0.41
200	200	0.17
237.6	237.6	0

Paratia PAR_1 Step 2		
$z_{sup} = 0[\text{cm}]$ $z_{inf} = -600[\text{cm}]$ $L_{ced} = 346.4[\text{cm}]$		
Distanza [cm]	Coord. x [cm]	Cedim. dz [cm]
0	0	0.86
50	50	0.73
100	100	0.61
150	150	0.49
200	200	0.36
250	250	0.24

300	300	0.11
346.4	346.4	0