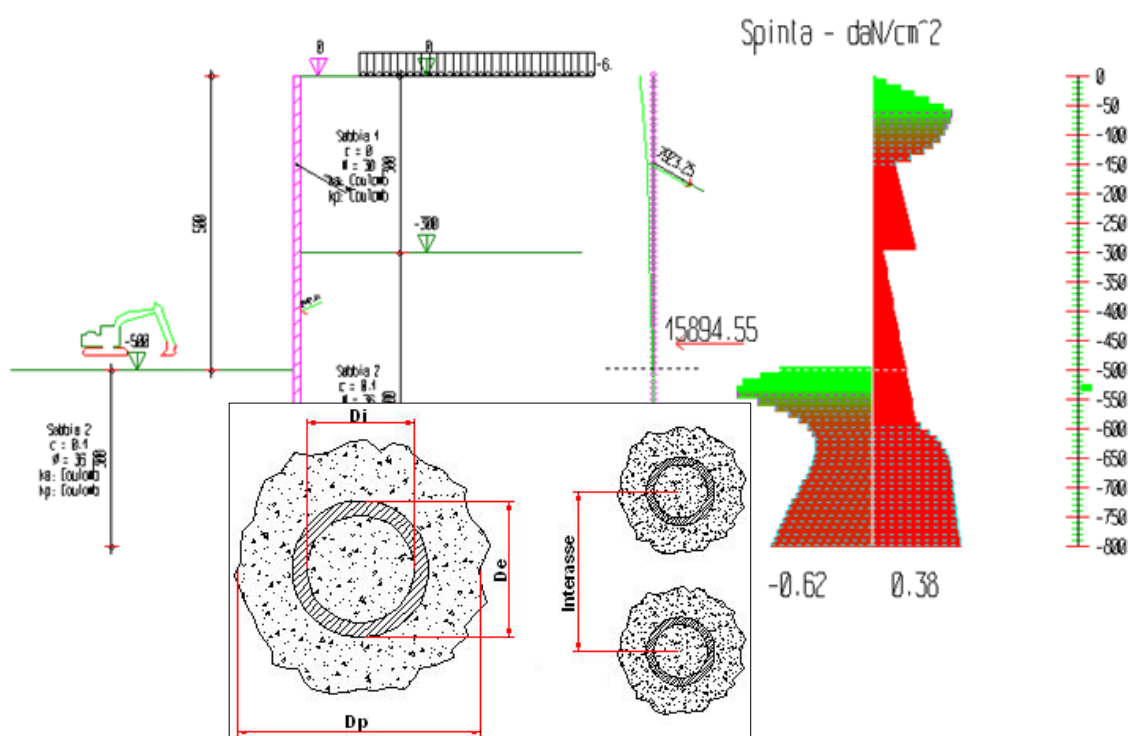




Tutorial IS PARATIE

Applicazioni Pratiche: Calcolo e progetto di una paratia di micropali secondo NTC 2018



Nel seguito si costruirà il modello di una paratia in micropali con una fila di tiranti, un carico stradale a monte e stratigrafia del terreno composta da 2 strati con aggiunta dell'azione sismica.

IS Paratie si apre con un default che dovrà essere modificato per creare il nostro lavoro:

- **Creazione delle sezioni da utilizzare;**

Per creare una paratia di micropali in IS Paratie occorre creare due sezioni, [A] e [B]. La prima corrisponde al tubolare in acciaio al quale si affideranno le verifiche strutturali, l'altra, derivante dall'omogeneizzazione del tubolare d'acciaio con il calcestruzzo iniettato, viene utilizzata dal programma per valutare deformazioni e spostamenti.

Clicchiamo su "Finestre - Sezioni" per aprire la finestra relativa alle sezioni, poi con il comando "Sezioni – Nuova - Standard" creiamo il tubolare:

- [A] (sezione 2): tubolare, diam. Int. = 14; diam. Est. =15, OK,
descr. = "tubo 15", materiale = acciaio, numero al metro = 2.

Ripetendo "Sezioni – Nuova - Standard", creiamo la sezione rettangolare da inerzia:

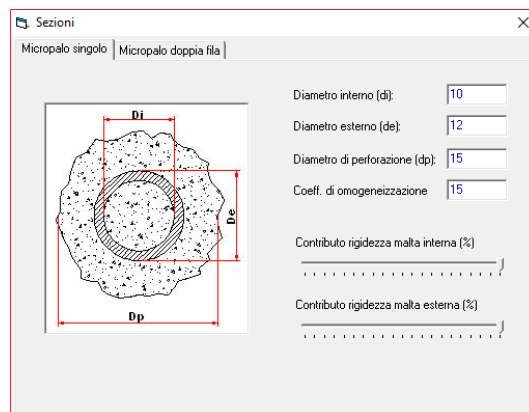
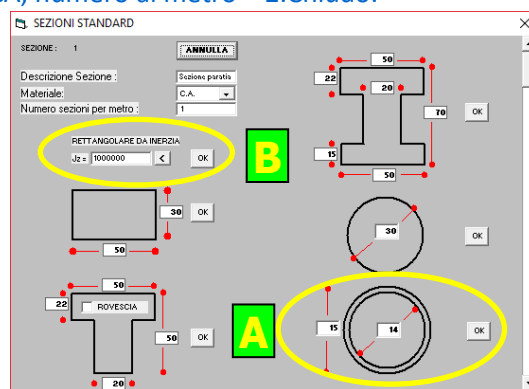
- [B] (sezione 3): diam. Int. = 14; diam. Est. =15 diam perforaz. = 20; coeff.omog.=15
% resist. malta interna = 100%, % resist. malta esterna = 0%, OK, OK,
descr. = "tubo 15 omog", materiale = CA, numero al metro = 2.Chiudo.

- sezione: **A**

la prima sezione che si crea è il tubolare in acciaio; si definiscono i diametri interno ed esterno e si preme OK. Nel riquadro "sezione" del pannello sulla destra occorrerà ancora dare una descrizione alla sezione, specificare il materiale (acciaio) e precisare il numero di sezioni al metro.

- sezione: **B**

la seconda sezione che si crea sarà definita in automatico "per inerzie". Si preme l'icona [<] sotto "rettangolare da inerzia" e si accede al pannello di definizione del micropalo. Specificati i diametri e le % di contributo delle rigidità della malta (si consiglia 0-10% per la malta esterna e 60-70 % per la malta interna) si preme OK e di nuovo OK. Apparirà una sezione rettangolare, risultato dell'omogeneizzazione del micropalo. Si specifica a destra il nome della sezione, il materiale (c.a.) e il numero di sezioni al metro (deve essere coerente con il numero inserito per la sezione A).

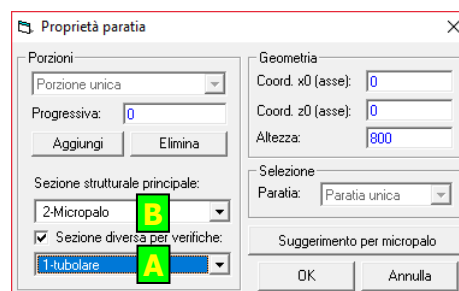


- **Assegnazione sezioni alla paratia;**

Per assegnare le sezioni create all'opera di contenimento occorre cliccare con il tasto destro sulla paratia e scegliere "proprietà paratia". Nel pannello che si apre in automatico, è necessario assegnare la sezione omogeneizzata alla "sezione strutturale principale" e il tubolare in acciaio alla voce "sezione diversa per verifica".

- **Caratterizzazione del terreno;**

Aggiungiamo un secondo strato: "Modello - Strati - Aggiungi" e specifichiamo -300 nel riquadro in alto a destra.



Specifichiamo le caratteristiche degli strati:

- primo strato:

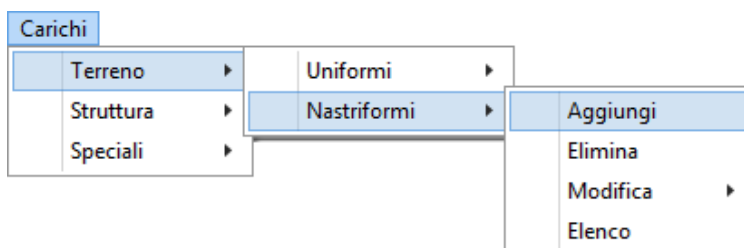
click destro sulla linea che divide lo strato dal successivo e nel pannello delle proprietà impostiamo: [Terreno-Generali] nome = sabbia1, $gd = 0.00186$, $gt = 0.00215$; [Terreno-Resistenza] $c' = 0$, $\phi' = 30$; [Modello] spinta a riposo = correlazione di jaky, comportamento drenato = teoria di Coulomb, rigidezza = indicativi/mediamente compatto.

- secondo strato:

click destro sullo strato e nel pannello delle proprietà impostiamo: [Terreno-Generali] nome = sabbia2, $gd = 0.00186$, $gt = 0.00215$; [Terreno-Resistenza] $c' = 0.1$, $\phi' = 36$; [Modello] spinta a riposo = correlazione di jaky, comportamento drenato = teoria di Coulomb, rigidezza = indicativi/compatto.

• **Inserimento carico stradale;**

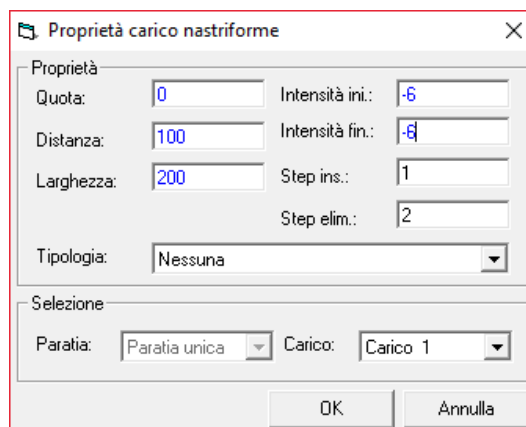
Aggiungiamo un carico sul terreno a monte (carico stradale) selezionando “Carichi – Terreno -Nastriformi - Aggiungi” e specifichiamo la quota a cui inserire questo carico (scriviamo 0 in alto a destra nell’apposito riquadro).



Click destro per personalizzare il carico e lo impostiamo in questo modo:

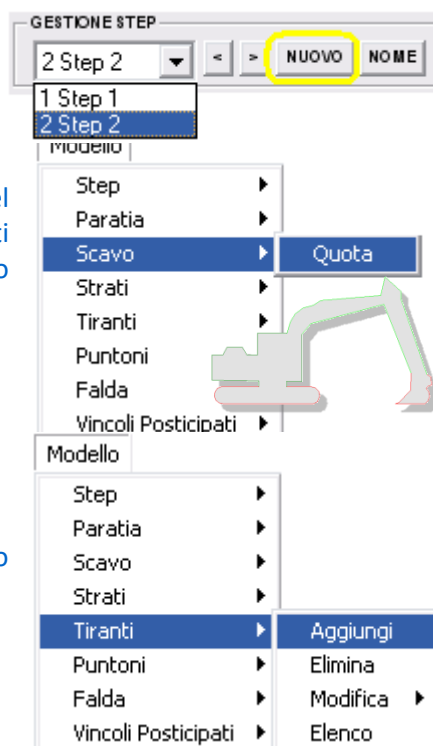
- quota = 0
- distanza = 100
- larghezza = 400
- intensità ini. = -6 daN/cm (600 Kg/m²)
- intensità fin. = -6 daN/cm (600 Kg/m²)
- tipologia = variabile

Il carico viene discretizzato per strisce larghe 10 cm e lunghe 100 cm (vedere il manuale di IS Paratie per ulteriori dettagli).



• **Creazione nuovo Step [STEP 2] (scavo);**

IS Paratie gestisce per step le diverse fasi di cantiere e per impostare correttamente il modello occorre seguire tale ordine. Creiamo un nuovo step premendo il tasto “Nuovo” in alto a destra nel riquadro “Gestione Step”. Le modifiche che faremo da qui in avanti saranno presenti a partire dallo step 2 (a meno che non si specifichino eventuali step di eliminazione nelle impostazioni dei vari elementi).



• **Esecuzione del primo scavo;**

Per eseguire uno scavo ci sono due possibili strade

- 1 = “Modello – Scavo - Quota”;
- 2 = doppio click sull’escavatore

Inseriamo in alto a destra il valore voluto (-200) e premiamo invio.

• **Creazione nuovo Step [STEP 3] (tirante);**

• **Inserimento tirante;**

Inseriamo una fila di tiranti premendo: “Modello –Tiranti - Aggiungi” e in alto a destra specifichiamo la quota di inserimento (-150) .

Personalizzazione del tirante:

Click col destro sul tirante, “Proprietà Tirante” per accedere al pannello dei dati,

- quota iniz. = -150
- inclinazione = 30°
- lunghezza libera = 700 *[entrando nelle opzioni poteri personalizzare. Lascio default]*
- lunghezza sigillata = 500 *[entrando nelle opzioni poteri personalizzare. Lascio default]*
- tens. Max = 18600 *[default per acciaio armonico da precompressione]*
- M. elastico = 1950000 *[default per acciaio armonico da precompressione]*
- Area = 5.47 *[entrando nelle opzioni specifico 3 trefoli da 0.6 pollici (1.524 cm), tiro iniziale = 15000 e tensione massima per verifica al 0.625 * tens. max]*
- Pretensione = 2741 *[calcolata in automatico dopo aver impostato il tiro iniziale]*
- n°/al metro = 0.5 *[ovvero uno ogni 2 metri]*

- **Creazione nuovo Step [STEP 4] (scavo);**

- **Eseguiamo il secondo scavo;**

Scavo per arrivare a quota fondo scavo (-500).



- **Creazione nuovo Step [STEP 5] (sisma);**

- **Inserimento dell’azione sismica;**

A meno che non si tratti di una paratia “a breve termine”, occorrerà considerare l’eventualità che essa sia soggetta ad un’azione sismica.

Selezioniamo “Carichi – Speciali - Sisma”.

Impostiamo il Sisma per le NTC 18 in questo modo:

- cat. Topografica = T1
- cat. Sottosuolo = C
- $F_0 = 2.7579$ [Torino]
- $ag = 0.554$ [Torino]
- $d/fi = 0.667$
- $us = 1$
- applica come forza distribuita sulla paratia
- altezza totale della paratia
- Step ins = 5 ←
- Step elim = 6

- **Impostazione della Normativa;**

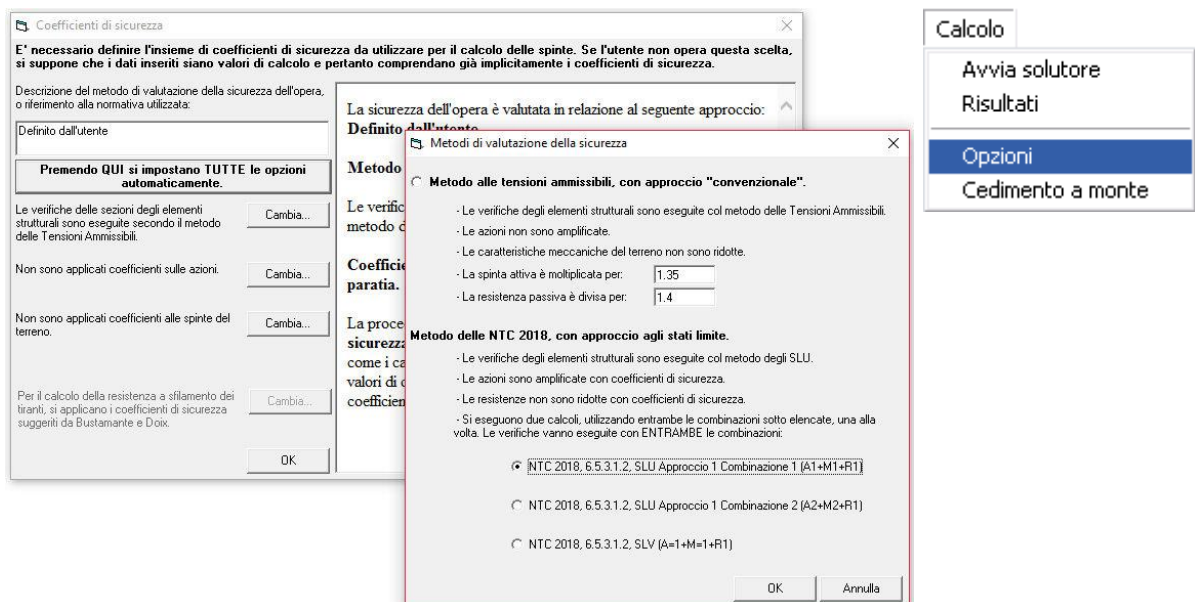
Metodo NTC 18 per il calcolo della forza sismica.

L'azione dovuta al sisma ed applicata alle paratie e' 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.

Parametro	Valore
Categoria topografica	T1
Categoria suolo	D
fattore di amp. max. F_0	2.45
accel. al sito a_g [m/s^2]	0.5
spostamento tollerabile u_s [cm]	1
coeff. α	0.825
coeff. β	0.83

Dal menu “Calcolo - Opzioni” si accede al pannello per la scelta della normativa da utilizzare durante il calcolo. Premiamo il tasto “Premendo QUI si impostano TUTTE le opzioni automaticamente” e selezioniamo NTC 18 Combinazione 2.

In teoria occorrerebbe eseguire i calcoli con entrambe le combinazioni e assumere i risultati peggiori, ma si è visto che generalmente si ottengono risultati più cautelativi utilizzando la combinazione 2.

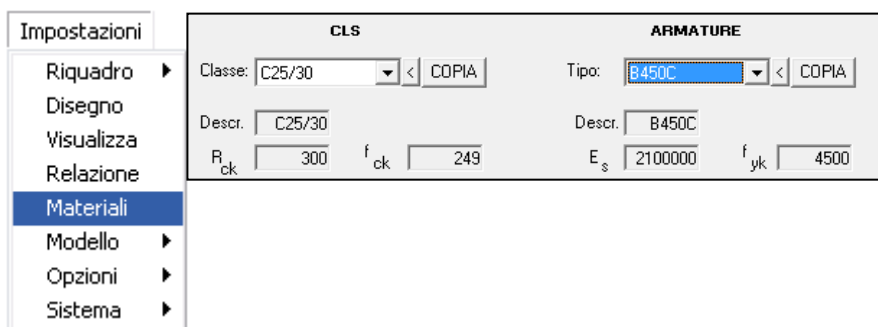


- **Scelta materiali;**

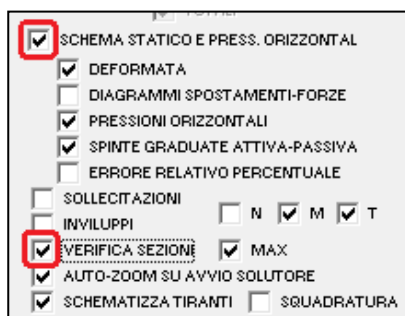
Con il menu “Impostazioni - Materiali” apriamo il pannello delle caratteristiche dei materiali;

impostiamo:

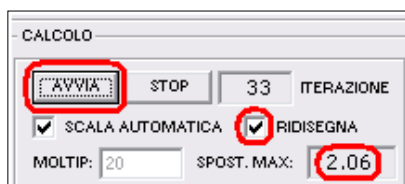
- CLS classe C25/30
- Armature Tipo B450C



- **Avvio analisi;**



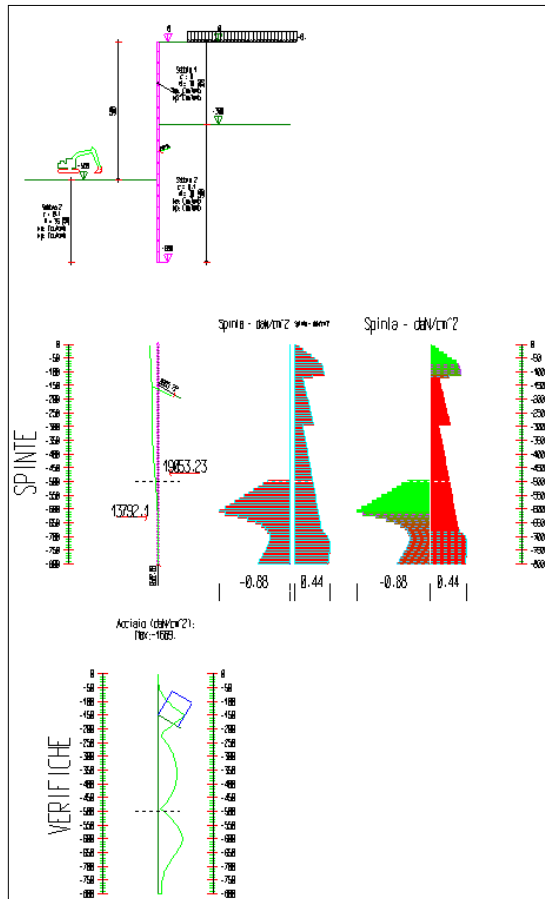
Prima di avviare l’analisi, mettiamo il check su “Schema statico e pressioni orizzontali” e su “Verifica Tensioni” presenti nel riquadro a destra della grafica principale.



Premendo il tasto “Avvia”, IS Paratie inizia ad analizzare l’opera step per step. Alla fine di ciascuno di essi apparirà un messaggio da confermare con “OK” e si vedranno scorrere in alto a destra le iterazioni di calcolo e l’indicazione del massimo spostamento calcolato fino a quel momento.

Se il procedere dell’analisi è troppo lento si consiglia di togliere il check da “Ridisegna”.

- **Analisi dei risultati step per step;**



attiva (■) o per spinta passiva (■). Se si fa doppio-click in queste zone viene indicata la pressione orizzontale ed il suo valore percentuale rispetto al massimo a quella quota. Le zone in cui riappare il tratteggio interno sono caratterizzate da una pressione del terreno intermedia tra i due valori limite.

- **Tensioni:**

I grafici delle tensioni vengono suddivisi per tipo di materiale; avendo assegnato solo il tubolare alla "sezione diversa per verifiche", avremo un solo grafico. Dallo Step 3 in poi, si vedrà apparire anche la parte di grafico relativa all'acciaio dei trefoli del tirante.

Il titolo del grafico riporta il valore massimo della tensione per quello Step e il doppio-click sul grafico mostra i valori puntuali.

- **Altri grafici:**

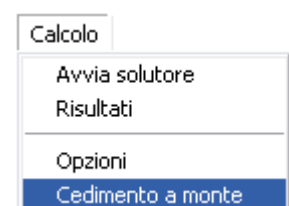
è possibile far comparire a monitor molte altre informazioni, ad esempio le sollecitazioni sulla paratia, la vista delle molle elasto-plastiche con le quali è stato discretizzato il terreno di contatto ecc. In ogni caso, i grafici già presenti sono più che sufficienti per la verifica della paratia.

- **Visualizzazione dei singoli risultati;**

Prima di lanciare la relazione di calcolo, in cui sono presenti tutti i risultati, è possibile vedere nel dettaglio singolarmente alcuni di essi.

- **Calcolo dei cedimenti a monte:**

Tramite la voce di menu "Calcolo - Cedimento a monte" si arriva ad un pannello che permette di attivare la verifica dei cedimenti verticali sul terreno a monte della paratia.



Selezionando in ordine tutti gli step dal 1° al 5° verranno mostrati a monitor i risultati "essenziali", cioè la *DEFORMATA*, il grafico delle *SPINTE* e quello delle *TENSIONI* nei materiali.

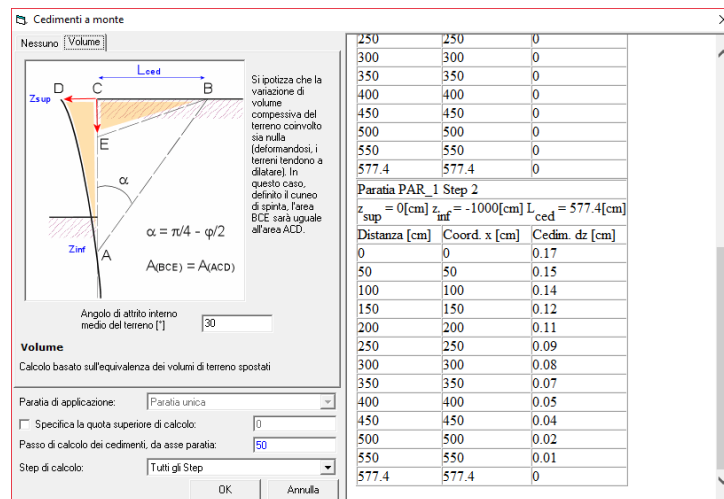
- **Deformata:**

viene mostrata in verde chiaro la deformata del corpo della paratia moltiplicata per un apposito coefficiente che ne migliora la visualizzazione. Eseguendo uno zoom su di essa e facendo doppio-click su un punto qualsiasi, il programma ne mostra i valori di spostamento orizzontale e verticale.

Inoltre, sulla deformata vengono indicate le azioni presenti in quella fase del lavoro. I valori sono espressi "a metro di profondità" (ad esempio, se allo step 5 leggo sul tirante il valore 8665, considerando che avevamo inserito un tirante ogni due metri, sul singolo tirante agirà una forza di $8665 * 2 = 17330$).

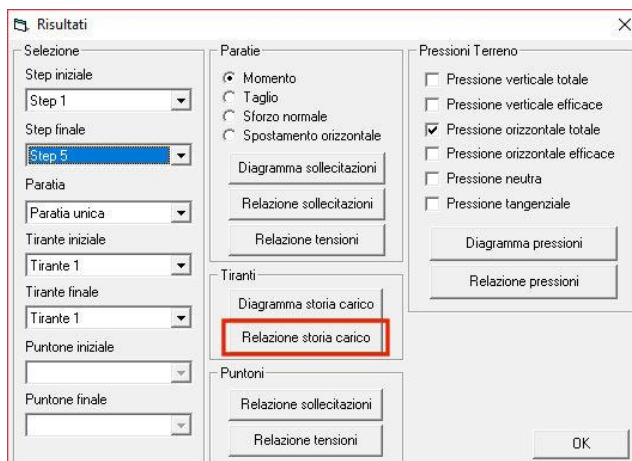
- **Spinte:**

Il grafico delle spinte deve essere letto nel seguente modo: zone completamente verdi o completamente rosse senza tratteggi orizzontali interni stanno ad indicare zone in cui il terreno a contatto con la paratia è andata in completa rottura per spinta

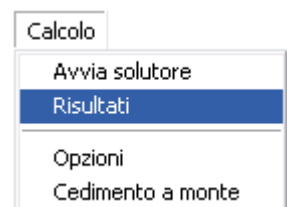


Selezioniamo “Volume” e “Solo per lo Step peggiore”, verrà visualizzata sulla destra una tabella con i cedimenti verticali che potrebbero verificarsi a quota piano di campagna a seconda della distanza dalla testa della paratia.

- Storia di carico dei tiranti:



Tramite la voce di menu “Calcolo - Risultati” si accede ad una finestra che gestisce singolarmente la visualizzazione

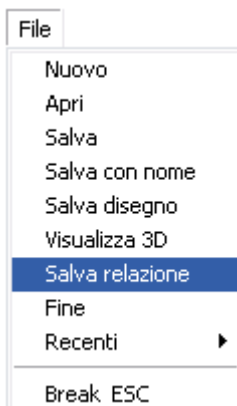


dettagliata di qualsiasi verifica sugli elementi presenti.

Tutti i risultati, che possono essere indagati singolarmente in questo pannello, saranno poi riportati in relazione.

Selezioniamo “Step iniziale” = Step 1, “Step finale” = Step 5 e premiamo “relazione storia di carico”. Si aprirà una relazione in formato *.html che farà vedere nel dettaglio le verifiche strutturali e geotecniche del tirante nelle varie fasi.

• Relazione di calcolo;



Il programma permette di selezionare il formato per il salvataggio della relazione (*.doc, *.xml, *.txt, *.html). Tale scelta è ovviamente influenzata dalla compatibilità con il

proprio sistema operativo e con le applicazioni Microsoft office® installate sul proprio PC; per il nostro esempio scegliamo “relazione completa”, formato “*.html”.

