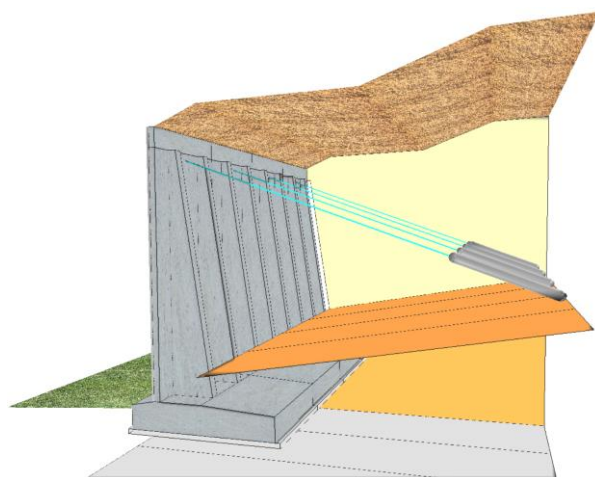


IS Muri



MANUALE UTENTE

Indice:

Premessa	3
1 Utilizzo del Programma	3
1.1 Elementi strutturali	6
1.1.1 Fusto e Fondazione	6
1.1.2 Mensole	7
1.1.3 Dente	7
1.1.4 Pali	7
1.1.5 Tiranti / Vincoli	8
1.2 Terreno	8
1.3 Carichi	10
1.4 Calcolo	11
1.5 Sezioni	12
1.6 Normativa	12
1.7 Materiali	13
1.8 Stabilità Pendio	13
1.9 Sisma	14
1.10 Casi di Carico	15
1.11 Schemi armatura	16
1.12 Armatura longitudinale e staffe	17
1.13 Armatura di fissaggio	18
1.14 Macro	18
1.14.1 Strutturali	18
1.14.2 Geotecniche	18
1.14.3 Muro di cantina	19
1.15 Opzioni Generali	19
1.16 Avvio calcolo	19
1.17 Risultati	20
1.18 Relazione	22
1.18.1 relazioni specifiche	22
1.19 Computo metrico	23
1.20 Visuale 3D	23
2 Approfondimenti	24
2.1 Cosa si intende per CONCIO	24
2.2 Come viene gestita la 3° dimensione; cos'è il MODULO	25
2.3 Metodo di calcolo delle SPINTE	26
2.4 Metodo di calcolo per le Verifiche della Fondazione	27
2.4.1 Capacità portante delle fondazioni dirette	27
2.4.2 Condizioni drenate	27
2.4.3 Condizioni non drenate	28
2.4.4 Rottura generale - la formula di Brinch-Hansen	28
2.4.4.1 Condizioni drenate	28
2.4.4.2 Condizioni non drenate	28

2.4.5	Rottura per punzonamento	28
2.4.6	Rottura locale	28
2.4.7	Collasso per slittamento	28
2.5	Metodo di calcolo dalle stabilità globale	29
2.5.1	Teoria	29
2.5.2	Metodi implementati	30
2.5.2.1	Metodo di Fellenius	30
2.5.2.2	Metodo di Bishop	31
2.6	Metodo di calcolo per le Verifiche Strutturali.....	32
3	<i>Riassunto coefficienti NTC 08'</i>.....	33

Premessa

Il programma **IS Muri** è dedicato all'analisi ad elementi finiti, secondo le *NTC 08* ed *EUROCODICI*, di muri contro terra, a sezione costante o variabile, con contrafforti, mensole, denti, pali e tiranti.

1 Utilizzo del Programma

The diagram illustrates the IS Muri software interface with various components and their functions:

- Toolbar (Left):**
 - Visualizza 3D
 - Calcolatrice
 - Colori di sfondo
 - Avvia la relazione completa
 - Finestra Vista in sezione/Verifica sezione
 - Avvia l'analisi del Muro
 - Visualizza gli Schemi di Armatura
 - Casi di Carico
 - Materiali
 - Normativa
 - Dati Generali
 - Annulla
 - Salva
 - Apri
- Main Menu (Top):**
 - Terreno: Caratterizzazione del terreno (profili, strati, falda, ecc..)
 - Carichi: Disposizione Carichi
 - Calcolo: Avvia analisi, opzioni di calcolo, visualizza risultati
 - sez: Visualizza in sezione fusto e fondazione
 - Opzioni: Opzioni varie
 - Muro: Caratterizzazione del muro (suddivisione in conci, dimensioni, fondazione, ecc...)
 - Mensole: Attivazione e proprietà di Mensole, Denti, Pali e Tiranti
 - Dente
 - Pali
 - Vinc.-Tir.
- Visuali predefinite (personalizzabili dal menu a scomparsa):**
 - Default
 - Default e Armatura
 - Armatura
 - Sollecitazioni
- Main Window (A):** The central workspace showing a 3D model of a wall and foundation.
- Right Panel (B):** A sidebar containing various toolbars and settings, including 'Sezione', 'Materiali', 'Normativa', 'Dati Generali', 'Annulla', 'Salva', and 'Apri'.
- Bottom Panel (C):** A panel showing detailed settings for the analysis, including 'Sezione', 'Materiali', 'Normativa', 'Dati Generali', 'Annulla', 'Salva', and 'Apri'.

Tramite l'utilizzo delle icone presenti a schermo (A), delle finestre laterali suddivise per attinenza (B) e del doppio click sugli elementi interessati è possibile eseguire in modo rapido ed intuitivo l'intera analisi di un muro contro terra.

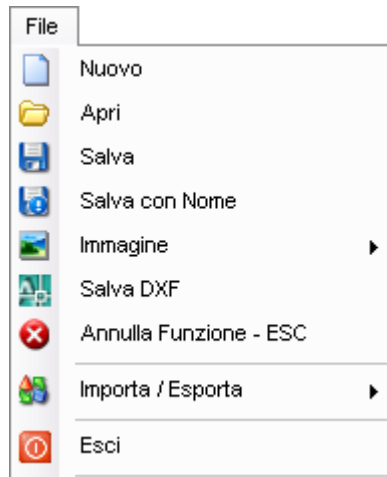
Il Programma parte con un default predefinito di un muro di 3 metri spesso 30 cm, un unico strato di terreno non coesivo con profili di monte e di valle orizzontali, fondazione di 250 cm spessa 50 cm.

Ognuno di questi elementi può essere opportunamente modificato per creare il proprio lavoro e occorrerà ancora definire, se eventualmente presenti, mensole, pali, tiranti e schemi d'armatura.

Ciascuna di queste voci ha una sua finestra dedicata per la personalizzazione degli elementi ed il tutto confluisce sempre nella grafica principale, dove, tramite apposite “viste”(C) , si può scegliere cosa vedere il quel momento.

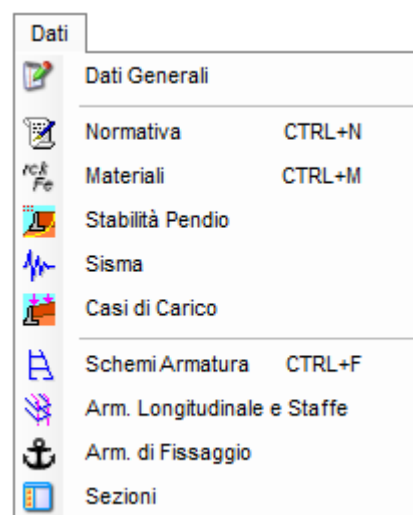
Menu FILE:

tramite questo menu si accede alle classiche voci di salva e apri ed in più è possibile salvare l'immagine della grafica principale visualizzata in quel momento in formato “.jpg” o in formato “.dxf”, esportare od importare una stratigrafia ed esportare la palificata di fondazione direttamente in IS Palificate.



Menu DATI:

da menu dati si possono aprire le finestre inerenti l'immissione dei dati che saranno la copertina della relazione (dati generali), normativa e materiali, attivazione della stabilità di pendio, casi di carico, l'attivazione del sisma e poi l'elenco delle sezioni presenti nel programma e gli schemi armatura da applicare al muro.



Menu OPERAZIONI:

le operazioni lanciabili da questo menu sono tutte attivabili sulla grafica principale o tramite doppio click o con combinazioni di tasti.



Menu FERRI:

durante la visualizzazione dei ferri è possibile modificarli, spostarli, eliminarli ecc.. mediante questi comandi.

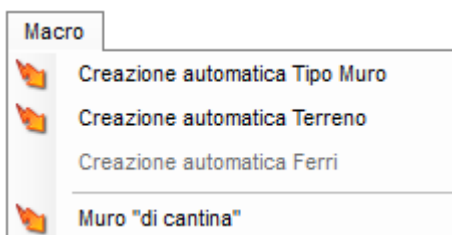


Menu CALCOLO:

come ultimo passo si eseguono i comandi di questo menu. Si avvia l'analisi, si guardano a monitor i risultati, si lancia la relazione (personalizzabile nei contenuti) e, per arricchire la già corposa relazione, si possono lanciare delle sotto-relazioni mirate (ad esempio per vedere nel dettaglio l'analisi della capacità portante)

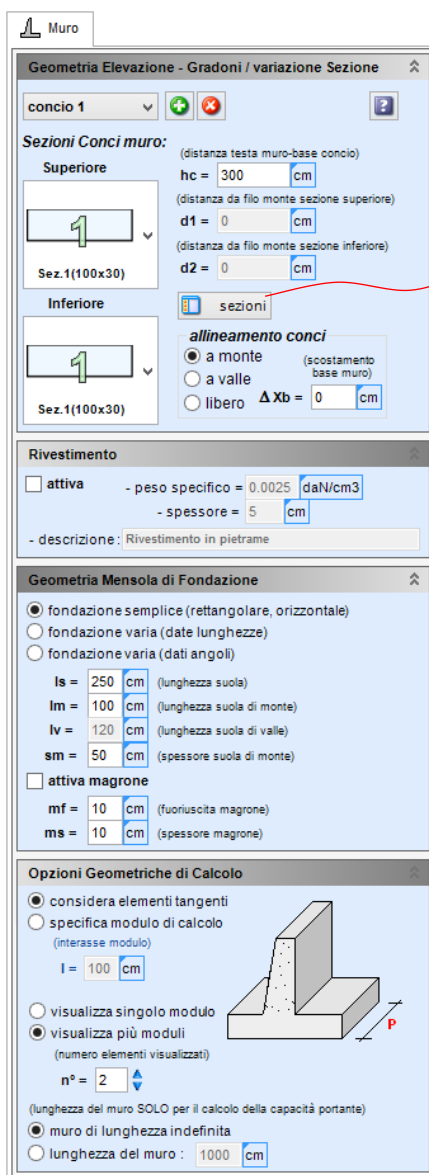
**Menu MACRO:**

qui si trovano degli utili aiuti per creare in modo automatico alcune condizioni tipo, sia di terreno che di struttura.



1.1 Elementi strutturali

1.1.1 Fusto e Fondazione



Finestra SEZIONI:

qui si trova l'elenco delle sezioni presenti nel file. Ogni sezione può essere duplicata, modificata con il mouse o tramite valori inseribili nelle quote.

Di default le sezioni sono "profonde" 100cm, ma è possibile creare ed utilizzare sezioni di qualunque tipo. Ad esempio, per creare un contrafforte, si dovrà creare una sezione a "T".

Nel programma **IS Muri** la definizione della geometria strutturale è divisa in quattro parti:

- 1) fusto (geometria elevazione)
- 2) rivestimento
- 3) fondazione (geometria mensola di fondazione)
- 4) "terza" dimensione (opzioni geometriche, profondità)

Fusto :

Per modificare l'altezza del muro o lo spessore di una delle due basi o qualsiasi altra quota è sufficiente cliccare due volte sulla quota d'interesse.

L'inclinazione del muro e l'allineamento verso valle, verso monte, o personalizzato, si possono specificare nella sezione "allineamento conci" del primo riquadro della finestra "muro".

Per creare sezioni diverse, e quindi poter dare al muro diverse inclinazioni, lo si divide in "conci". Ciascun concio avrà una base inferiore ed una base superiore e queste saranno presenti nella finestra "sezioni"; quindi per creare ad esempio un muro di due conci lo si divide all'altezza voluta (o tramite il comando da menu

"Operazioni → geometria muro → "Spacca" concio alla quota" o premendo il tasto "+" e specificando poi l'altezza del concio). In automatico viene creata la sezione risultante dalla divisione. A questo punto si entra nella finestra "sezioni", ritroviamo le sezioni già presenti, creiamo quelle volute, chiudiamo la finestra e, selezionando il concio voluto, dall'elenco delle sezioni per la base superiore e inferiore selezioniamo quella voluta.

Rivestimento:

Attivando il rivestimento è possibile simulare la presenza di un rivestimento di qualsivoglia materiale e spessore andando ad applicare uno sforzo normale aggiuntivo al fusto del muro. Il rivestimento NON è strutturale.

Fondazione:

Il tipo di fondazione proposto all'avvio è rettangolare orizzontale. Facendo doppio click sulle quote che si vuole modificare o modificando i valori nel secondo riquadro personalizziamo la fondazione. È possibile utilizzare la fondazione "qualsiasi" selezionando "fondazione varia" tra le 3 tipologie di

fondazione presenti; in questo modo, modificando le singole quote, si potrà creare e personalizzare a piacere l'elemento fondale.

“terza” dimensione - profondità:

Il programma ragiona per **MODULO** di profondità.

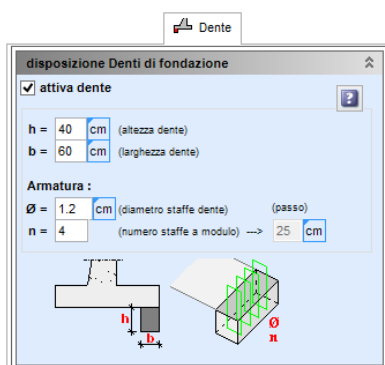
Di default questo modulo è posto 100 cm (come IS Paratie) e le sezioni per l'elevazione, quando vengono create (automaticamente o premendo “Nuovo”) utilizzano come larghezza 100 cm.

È tuttavia possibile personalizzare a piacere sia il modulo che la larghezza delle sezioni per simulare situazioni strutturali realmente presenti ma, per lavori “tipici”, si consiglia di lasciare a 100 cm il suddetto modulo e a 100 cm la larghezza delle sezioni.

1.1.2 Mensole

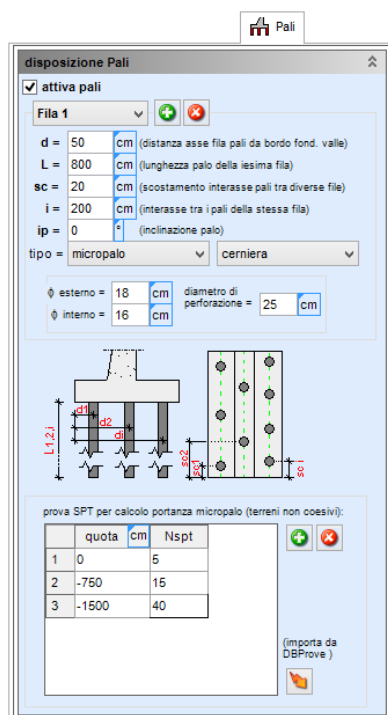
(presto disponibile)

1.1.3 Dente



Il dente di fondazione è attivabile tramite il comando “attiva dente” ed in automatico appare in grafica sulla mensola di fondazione lato monte. La posizione non è modificabile ma sono settabili a piacere dimensioni ed armature.

1.1.4 Pali



Selezionando “attiva pali” vengono inseriti in automatico i pali sotto la fondazione. Questi vengono visualizzati per file e ciascuna fila ha delle proprie caratteristiche che devono essere inserite per poter personalizzare il lavoro.

I pali utilizzabili sono:

- infisso,
- trivellato,
- elica continua,
- micropalo.

Il programma eseguirà il calcolo geotecnico della portata dei pali e fornirà le azioni in testa per il singolo palo di ogni fila.

E' possibile passare l'intera fondazione su pali direttamente ad IS Palificate per poter personalizzare e modificare il calcolo della portata dei pali ed avere il calcolo dei cedimenti e tutte le verifiche strutturali.

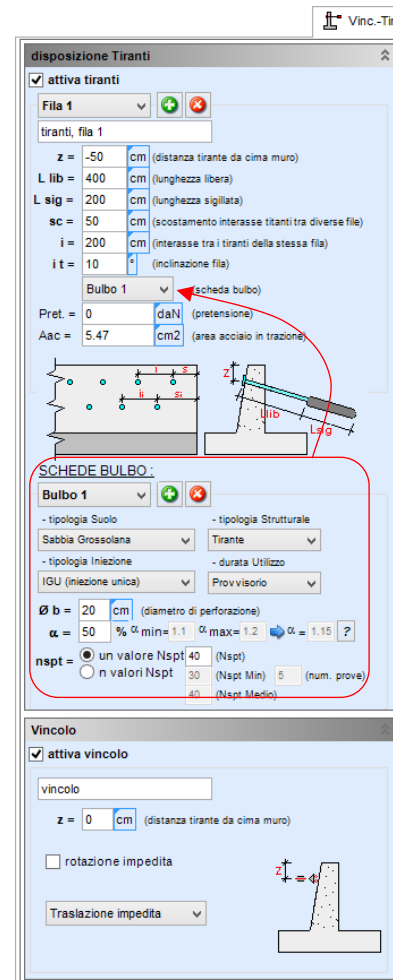
1.1.5 Tiranti / Vincoli

Selezionando “attiva tiranti” vengono inseriti in automatico i tiranti sul muro.

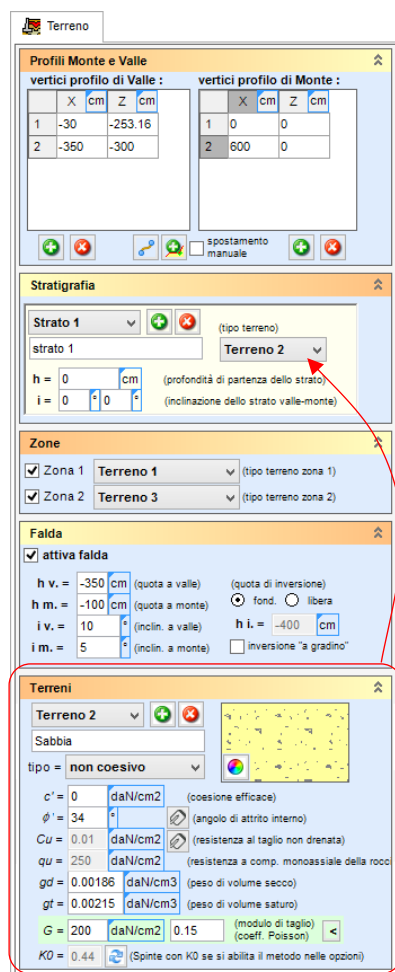
Come per i pali anche i tiranti vengono visti per file e ogni fila deve essere personalizzata. Una volta definiti la quota, le lunghezze libere e sigillata, lo scostamento tra le file, l'interasse tra i tiranti della stessa fila e la loro inclinazione, occorre indicare quale “scheda bulbo” è associata a questa fila; inoltre occorre definire pretensione e area acciaio.

Nelle “schede bulbo” occorre definire i parametri richiesti per la verifica secondo Bustamante-Doix del bulbo di ancoraggio.

Selezionando “attiva vincolo” viene inserito il vincolo a cui è possibile specificare se impedire rotazione e/o traslazione oppure impostare un valore di rigidità orizzontale.




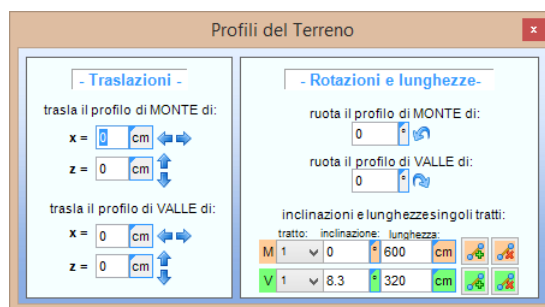
1.2 Terreno



Profili Monte e Valle

Per prima cosa occorre definire i profili di monte e di valle. Questi possono essere liberi a piacere e si può agire sulle coordinate dei singoli vertici o trascinandoli sulla grafica principale modificando in automatico le coordinate dalla tabella.

Premendo il tasto  si apre un apposito pannello nel quale è possibile traslare/ruotare l'intero profilo oppure creare l'intero pendio tramite segmenti di lunghezza ed inclinazione data.



Stratigrafia

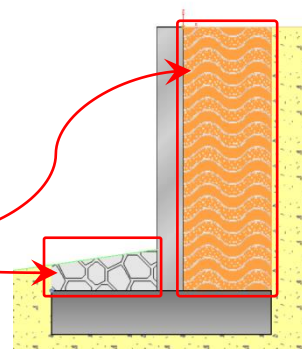
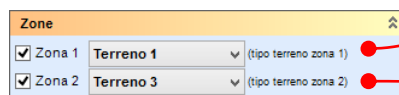
Il secondo passo sarà definire gli “n” strati presenti e di questi, a parte il primo che ha come “tetto” il profilo di monte, si definisce la quota e l'inclinazione di monte e di valle. Per tutti gli strati occorrerà indicare a che “tipo terreno” fanno riferimento.

La creazione dei tipi di terreno viene effettuata in fondo a questa finestra.

Zone

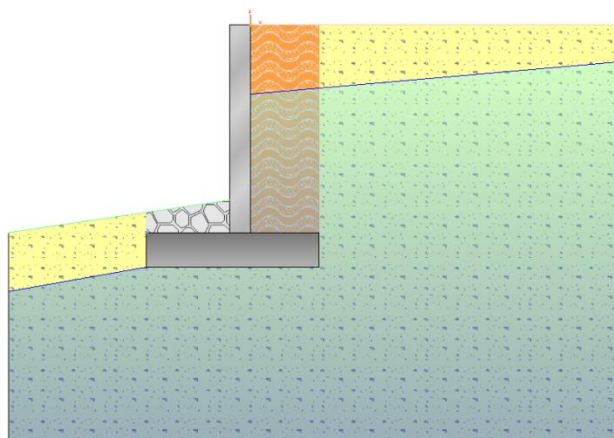
Le zone sono aree di terreno particolari con geometria fissa definita dalla schematizzazione del muro e del profilo di monte e di valle.

Attivando la “zona” occorre specificare a che tipo di terreno fa riferimento.






Falda

La falda richiede l’inserimento della quota di monte e di valle, l’inclinazione lato monte e lato valle e la quota di inversione che può essere esattamente la quota della fondazione (fond.) oppure libera specificando la quota.




Terreni

Ogni terreno dovrà essere definito specificando:

- tipo (coesivo , non coesivo , roccia )
- c' (coesione efficace) [per tutti i tipi di terreno],
- ϕ' (angolo di attrito interno) [per tutti i tipi di terreno],
- C_u (resistenza al taglio non drenata) [solo per terreni coesivi],
- q_u (resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta) [solo per roccia],
- g_d (peso di volume secco)
- g_t (peso di volume saturo)
- G (modulo di taglio) [usato solamente in presenza di pali]
- coeff. di Poisson [usato solamente in presenza di pali]
- k_0 (valore utilizzato nel calcolo se viene eseguita la scelta del metodo k_0 nelle opzioni)

NB: per terreni di tipo Coesivo e Roccia il programma chiederà, nelle caratteristiche del terreno, se seguire nelle verifiche e nel calcolo delle spinte, il comportamento Non Drenato o Drenato.

Tramite il tasto  viene lanciato in automatico il programma GeoRel di IS Progeo che consente di calcolare i parametri di resistenza caratteristici del terreno tramite l’analisi di prove penetrometriche SPT e CPT

1.3 Carichi

Come ogni altro elemento anche i carichi, appena attivati, appaiono nella grafica principale con un default.

È possibile inserire i seguenti carichi:

- carichi sul terreno puntuali,
- carichi sul terreno nastriformi,
- carichi testa muro,
- carichi sulla struttura puntuali.

Per ogni tipo di carico occorre indicarne la tipologia in modo che nella generazione automatica dei casi di carico vengano applicati i giusti coefficienti moltiplicatori a seconda della normativa selezionata.

carichi sul terreno puntuali

attivata la tipologia di carico occorre dare un nome al carico, specificare il tipo (“sul profilo”, oppure “libero” dove occorrerà specificare la quota), posizione (distanza da testa muro) e intensità.

carichi sul terreno nastriformi

attivata la tipologia di carico occorre definire:

- nome del carico,
- specificare il tipo (“sul profilo”, oppure “libero” dove occorrerà specificare la quota),
- proiettato (se “proiettato” il carico è orizzontale, se “non proiettato” il carico seguirà l’andamento del pendio),
- tipologia e diffusione (“etichetta” condizione di carico e scelta tra modello di distribuzione del carico alla Boussinesq o Uniforme)

- posizione (“X iniziale e finale del carico)
- intensità (con carico trapezio occorre specificare due intensità, con Nm si intende l’N lato monte)

carichi testa muro

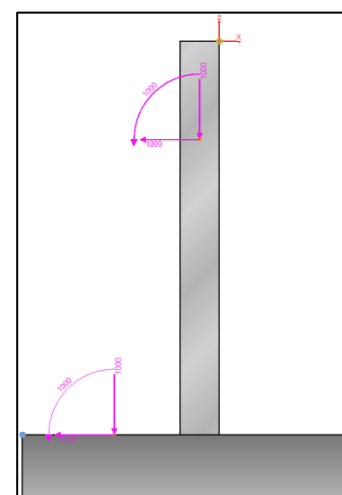
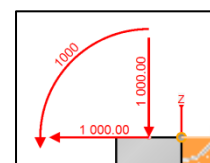
carichi semplificati agenti sulla testa del muro, oltre a definire l’intensità del carico (valore da intendersi a modulo di profondità) occorre solamente specificare la tipologia del carico.

carichi sulla struttura puntuali

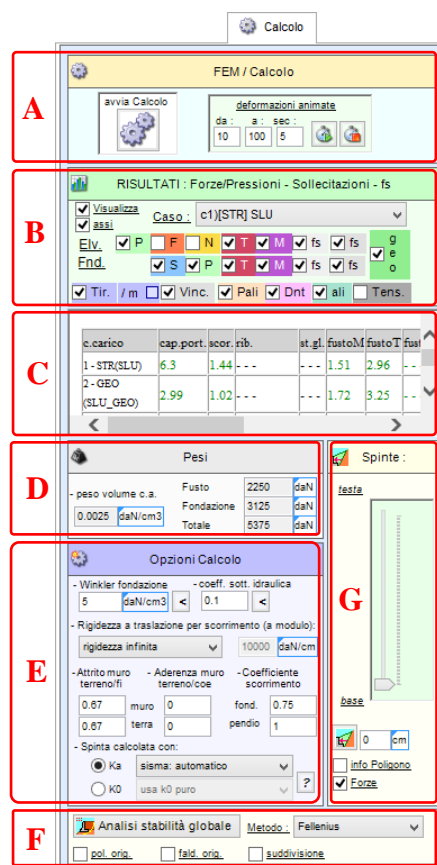
attivato il carico occorre specificare:

- nome del carico,
- tipologia,
- posizione (la distanza “d” che viene chiesta dipende dal tipo di carico selezionato; questo può essere “da testa muro”, “da monte, fondaz.”, “da valle, fondaz.” e per ognuna occorre selezionare se il carico è in mezzzeria, all’estradosso o all’intradosso della sezione in c.a.),
- intensità.

(convenzioni positive)



1.4 Calcolo



A) con “avvia calcolo” si esegue l’analisi del muro; nelle opzioni grafiche sulla destra è possibile avviare l’animazione della deformata.

B) in questa schermata è possibile scegliere quale risultato vedere a monitor dopo l’analisi.

C) riquadro dedicato all’anteprima della tabella riassuntiva dei risultati del calcolo; cliccando la tabella questa viene ingrandita per poter leggere con chiarezza le singole verifiche.

Tabella Riassunto Verifiche

caso di	capacità	scorrimento	ribaltamento	stabilità	FS	FS	FS	FS	FS	FS	FS	FS	FS	FS
carico	portante			globale	strutturale	strutturale	strutturale	strutturale	strutturale	strutturale	strutturale	strutturale	strutturale	strutturale
					Fusto (pressione)	Fusto (taglio)	Fusto (tensione cis)	Fusto (tensione acciaio)	Fusto (apertura fessure)	Fondazione (flessione)	Fondazione (taglio)	Fondazione (tensione cis)	Fondazione (tensione acciaio)	Fondazione (tensione acciaio)
1 - STR(SLU)	8.15	2.16	---	---	3.19	4.47	---	---	---	6.34	3.98	---	---	---
2 - GEO (SLU_GEO)	4.32	1.38	---	---	3.21	4.54	---	---	---	6.68	4.45	---	---	---
3 - EQU (SLU_EQU)	---	---	---	Stabile 3.57 (s max = 0.1 cm)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
4 - RARA(RARA)	---	---	---	---	---	---	5.85	3.88	---	---	---	17.13	6.6	---
5 - FREQ (FREQUENTE)	---	---	---	---	---	---	---	---	3.01	---	---	---	---	---
6 - Q. PERM (QUASI_PERM)	---	---	---	---	---	---	4.38	---	2.26	---	---	12.85	---	---

D) viene evidenziato il peso delle singole parti del muro e il relativo peso di volume utilizzato; questi valori non sono amplificati da nessun coefficiente.

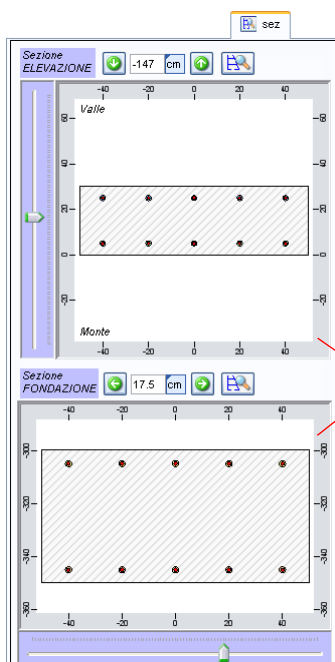
E) nel riquadro “Opzioni Calcolo” sono concentrate molte opzioni fondamentali per l’analisi:

- **Winkler di fondazione** (rappresenta la rigidezza delle molle elasto-plastiche simulanti il contatto verticale fondazione/terreno),
- **coefficiente di sottospinta idraulica** (coefficiente per il calcolo della sottospinta idraulica),
- **rigidezza a traslazione per scorrimento** (lasciando “rigidezza infinita” si simula un blocco orizzontale alla base del muro, selezionando invece “rigidezza definita da utente” è possibile inserire la rigidezza di una molla orizzontale),
- **attrito muro terreno/Ø** (calcolo delle spinte in condizioni drenate: coefficiente applicato all’angolo di resistenza al taglio del terreno per trovare l’angolo di attrito [muro/terreno, prima casella o terreno/terreno, seconda casella]),
- **aderenza muro terreno/coesione** (calcolo delle spinte in condizioni drenate: coefficiente applicato alla coesione efficace del terreno per trovare l’aderenza [muro/terreno, prima casella o terreno/terreno, seconda casella]),
- **coeff. scorrimento** (verifiche in condizioni drenate e non drenate: coefficienti applicati alle caratteristiche meccaniche del terreno (angolo di resistenza al taglio o resistenza al taglio non drenata) per trovare i parametri meccanici da utilizzare nelle verifiche di scorrimento)
- **spinta calcolata con** (opzioni per il calcolo della spinta a monte; il programma in automatico a seconda del grado di vincolo del muro propone l’utilizzo di “ka” o “k0”).

F) l’analisi di stabilità globale viene eseguita in automatico dal programma ma grazie a questo tasto è possibile visualizzare tutte le superfici di calcolo analizzate con alcune opzioni grafiche aggiuntive.

G) muovendo il cursore viene mostrata a monitor il cuneo di spinta alla quota voluta.

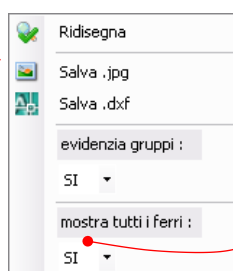
1.5 Sezioni



Una volta caricato uno schema ferri è possibile da questa finestra visionare l'armatura in sezione sia dell'elevazione che della fondazione.

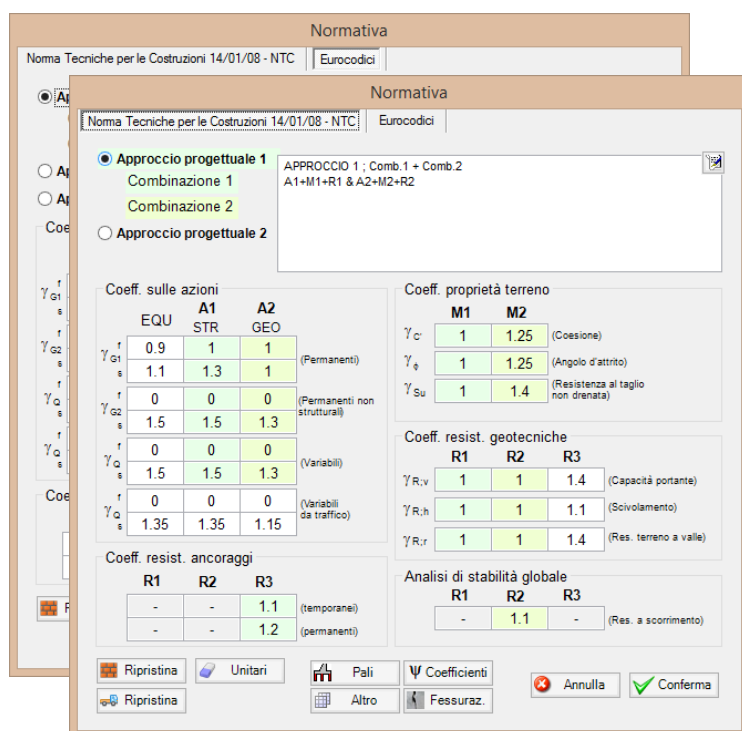
Muovendo i relativi cursori, quello per l'elevato e quello per l'elemento fondale, nella grafica principale apparirà una retta tratteggiata che indica la quota alla quale la sezione vista fa riferimento.

con click destro..




SI = si vedrà sempre il ferro sezionato
NO = si vedrà il ferro sezionato solo se questo, alla quota in esame, è considerato attivo nella verifica strutturale (lunghezze di ancoraggio...)

1.6 Normativa



IS Muri esegue il calcolo agli SLU secondo le NTC 08 e secondo gli EUROCODICI.


A seconda dell'approccio scelto il programma riassume nel riquadro a destra i gruppi di coefficienti che saranno utilizzati e in automatico genererà le combinazioni di carico per le diverse verifiche.

Premendo il tastino  vengono mostrate le tabelle di normativa di riferimento.


Ulteriori sotto gruppi di coefficienti, visibili premendo i tasti sottostanti, rappresentano:

 **Ripristina**


: reimposta tutti i coefficienti al default di normativa;

 **Unitari**


: imposta ad 1 tutti i coefficienti

 **Ripristina**


: imposta i coeff. di normativa secondo la tabella 5.1.V (azioni sui ponti stradali)

 **Pali**


: coefficienti di normativa sulla portata dei pali

 **Coefficienti**

: coefficienti di combinazione (Psi0, Psi1, Psi2)

 **Altro**

: coefficienti di correlazione per ancoraggi e altre impostazioni a carico dell'utente

 **Fessuraz.**

: pannello con opzioni per la verifica delle tensioni e fessurazione.

Tutti i coefficienti presenti sono modificabili manualmente per simulazioni qualsiasi.

1.7 Materiali

A) in IS Muri è possibile creare muri in C.A., muri in muratura (o materiale sciolto qualunque) oppure muri con fusto in muratura e fondazione in c.a. e tramite questa scelta si abilitano o bloccano alcune sotto sezioni di questo pannello;

B) in questa sezione si sceglie il tipo di cls in uso, opzionalmente diverso tra fusto e fondazione;

C) riquadro che consente di inserire le caratteristiche del materiale muratura;

D) caratteristiche dell'armatura lenta utilizzata nelle parti in c.a.;

E) in questa sezione si caratterizza l'acciaio in uso nei tiranti e si sceglie il livello di

“massima tensione per verifica”, in pratica il programma non considera se l'acciaio dei trefoli si sia plasticizzato o meno e quindi impostando ad esempio “0.625*Tens.Max” si è sicuri di rimanere nel campo elastico.

F) le condizioni ambientali possono essere impostate in questo pannello differenziate tra monte, valle e fondazione.

Il tasto **Reimposta** ricarica il default iniziale per tutti i materiali e le impostazioni.

1.8 Stabilità Pendio

In IS Muri la stabilità globale inizialmente è disattivata, occorre abilitarla creando una maglia dei centri.

A) premendo il tasto “Crea” viene generata la maglia dei centri secondo i valori impostati nelle celle di dati presenti;

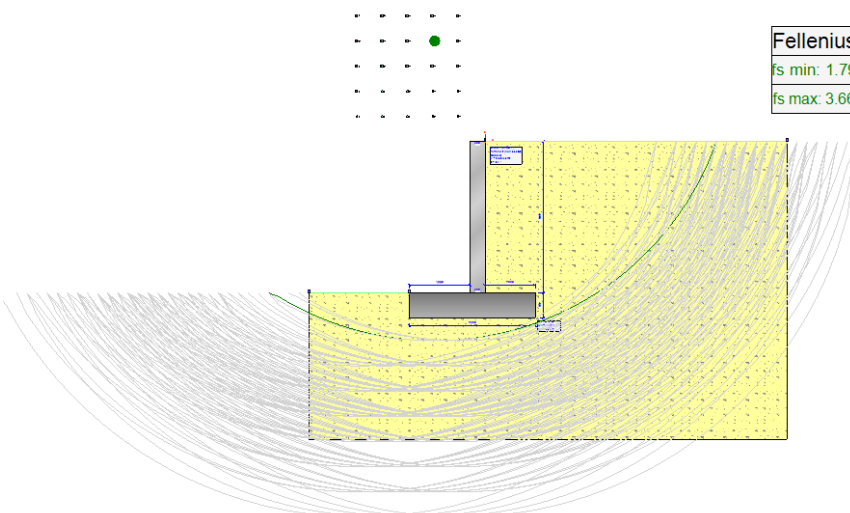
B) opzioni per spostare e ruotare la maglia dei centri;

C) la definizione dei raggi può essere manuale oppure automatica premendo il tasto “Proponi”

D) IS Muri utilizza sia il metodo di Fellenius che il metodo di Bishop e lasciando la scelta “Entrambi” il programma eseguirà il calcolo con i due metodi mostrando poi a monitor il risultato con fattore di sicurezza più basso. Selezionando un metodo specifico forzerò IS Muri ad utilizzare solo quello durante l'analisi.

E) le coordinate della maglia dei centri possono essere inserite manualmente, possono essere generate tramite l'apposito tasto “Crea” oppure possono essere importare da file formato csv (Excel® ad esempio).

Alla fine dell'analisi il programma mostrerà solamente la superficie con fattore di sicurezza più basso colorandola in verde o in rosso a seconda che sia verificata o meno. E' tuttavia possibile vedere tutte le superfici che il programma ha considerato tramite l'apposito tasto nella sezione "Calcolo"; se si osservano superfici che fuoriescono dal terreno non è un problema, il programma suppone che il terreno sia lato monte che lato valle continui orizzontalmente laddove la campitura dello strato non è stata modellata e quindi non è necessario aumentare l'area di terreno modellata al fine di racchiudere tutte le superfici mostrate a video.



1.9 Sisma

Sisma - Metodo NTC 08 per il calcolo della forza sismica

☒ **attiva Sisma** (Rif.: Decreto Ministeriale 14/01/2008)

Cat. Topografica = categoria T2 (categoria topografica (Tab. 3.2.IV))

Cat. Sottosuolo = cat. sottosuolo C (categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II))

Località = ONCINO [44.67591400,7.18971700]

Vita nominale = 50 anni Classe d'uso = II Tipo di SLU = SLV

Fo = 2.4743 (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro di accelerazione orizzontale (3.2))

ag = 1.3239 (accelerazione orizzontale massima al sito [m/s²] (3.2))

☒ kh e kv calcolati ☐ solo kh calcolato (kv = 0) ☐ kh e kv "manuali"

beta = 0.24 (muro) 0.24 (pendio)

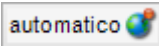
kh = 0.0583 (muro) 0.0583 (pendio)

kv = 0.0291 (muro) 0.0291 (pendio)

☒ automatico ☐ da DW ☐ C.S.LL.PP.

L'analisi sismica in IS Muri deve essere attivata tramite l'apposita opzione nel pannello dedicato al sisma.

Selezionata la categoria topografica e la categoria di sottosuolo occorre inserire i parametri Fo ed ag.

Tramite il comando  è possibile ricavare in automatico questi parametri grazie al pannello dedicato "Parametri spettrali NTC08".

Parametri Spettrali NTC 08

☒ Ricerca per nome località: ONCINO [7.189717,44.675914]

Coordinate della località:

Longitudine: 7.189717

Latitudine: 44.675914

Vita nominale: 50

Classe d'uso: Classe II

Cur: 1.00

Vr: 50

SLV: Stato Limite di Salvaguardia della Vita

SLD: Stato Limite di Danno

Tr: 475

Tr: 50

ag: 1.3239 [m/s²]

ag: 0.5306 [m/s²]

Fo: 2.4743

Fo: 2.4357

Tc: 0.27

Tc: 0.23

Calcolo eseguito correttamente.

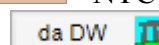
☒ Mappa (solo a titolo informativo - necessario collegamento a internet) ☒ Dettaglio ☐ Globale

ID 15117 lon 7.157 lat 44.717

ID 15118 lon 7.2271 lat 44.721

ID 15339 lon 7.1622 lat 44.667

ID 15340 lon 7.2323 lat 44.671

Il tasto  serve per importare tutti i valori in automatico da Dolmen se nel 3D è stata eseguita l'analisi sismica.

I coefficienti "beta", "kh" e "kv" sono separati tra muro e pendio secondo le indicazioni di normativa.

Ogni parametro è liberamente modificabile dall'utente al fine di poter simulare qualsiasi situazione.

1.10 Casi di Carico

I casi di carico (combinazioni) sono gestiti in automatico da IS Muri in base alla normativa ed all'approccio scelto, alla presenza di carichi, di sisma e di verifiche richieste.

Nel riquadro di sinistra sono elencati i casi di carico, con i relativi coefficienti moltiplicatori, e selezionandoli vengono mostrati nella parte di destra i carichi presenti sull'opera ed i corrispondenti coefficienti di amplificazione legati alla tipologia del carico.

Casi di Carico

Nome	Tipo	descrizione	cFp	cFterM	cFidM	cFterC	cFidC	sisma	su/riu
1 STR	SLU	SLU_Str (appr.1;comb.1)	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	<input type="checkbox"/>	---
2 GEO	SLU_Geo	SLU_Geo (appr.1;comb.2)	1	1	1	1	1	<input type="checkbox"/>	---
3 EQU	SLU_EQU	SLU_Equ (per equilibrio)	0.9	0.9	0.9	1.1	1.1	<input type="checkbox"/>	---
4 STR_SISM...	SLU	SLU_Str_Sisma_Su (appr.1;comb.1)	1	1	1	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Su
5 GEO_SISM...	SLU_Geo	SLU_Geo_Sisma_Su (appr.1;comb.2)	1	1	1	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Su
6 EQU_SISM...	SLU_EQU	SLU_Equ_Sisma_Su (per equilibrio)	1	1	1	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Su
7 STR_SISM...	SLU	SLU_Str_Sisma_Giu (appr.1;comb.1)	1	1	1	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Giu
8 GEO_SISM...	SLU_Geo	SLU_Geo_Sisma_Giu (appr.1;comb.2)	1	1	1	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Giu
9 EQU_SISM...	SLU_EQU	SLU_Equ_Sisma_Giu (per equilibrio)	1	1	1	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Giu
10 RARA	Rara	Combinazione caratteristica...	1	1	1	1	1	<input type="checkbox"/>	---
11 FREQ.	Frequente	Combinazione frequente...	1	1	1	1	1	<input type="checkbox"/>	---
12 Q.PERM.	Quasi P...	Combinazione quasi perma...	1	1	1	1	1	<input type="checkbox"/>	---

Valori per singolo caso di carico
caso evidenziato : STR_SISMA_SU [SLU] SLU_Str_Sisma_Su (appr.1;comb.1)

Carico	coef.	coef.ssm.	ic
1 Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastroforme 1	1	0.3	TN1
2 Car.Pun.(mur) --- 1) carico testa muro	1	1	MP1

ATTENZIONE! I casi di carico sono in SOLA LETTURA perché sono creati e gestiti in automatico in base all'approccio scelto. Per poterli personalizzare occorre disabilitare l'apposita opzione.

Opzioni

☒ proponi sempre in automatico i casi di carico necessari

Considera come carico principale variabile (per coeff. psi [NTC 08 2.5.3]) :

casi di tipo: tutti

⌛ Annulla ✓ Conferma

Opzioni

☒ proponi sempre in automatico i casi di carico necessari

Togliendo il segno di spunta da “proponi sempre in automatico i casi di carico necessari” i casi di carico saranno modificabili liberamente, potranno essere eliminati, aggiunti e duplicati ma attenzione che in questo modo qualsiasi modifica nei carichi o nelle impostazioni globali di normativa non modificheranno più i casi di carico in quanto è stata disattivata l'opzione.

Nel caso di compresenza di più carichi di tipologia “variabile” il programma consente di scegliere quale sia il variabile principale, in questo modo verranno applicati i coefficienti psi della tabella 2.5.3 delle NTC 08 a tutti gli altri variabili.

Cautelativamente è impostato di default che tutti i variabili siano impostati come principali in questo modo lo psi unitario viene applicato a tutti i variabili.

Considera come carico principale variabile (per coeff. psi [NTC 08 2.5.3]) :

casi di tipo: tutti

- tutti
- nessuno
- variabile (psi=1)
- variabile Categoria A
- variabile Categoria B
- variabile Categoria C
- variabile Categoria D
- variabile Categoria E
- variabile Categoria F
- variabile Categoria G
- variabile Categoria H
- variabile Vento
- variabile Neve (<1000 m)
- variabile Neve (>1000 m)
- variabile Variaz.Termiche
- variabile da traffico (tandem)
- variabile da traffico (distribuiti)
- variabile da traffico (folla)

1.11 Schemi armatura

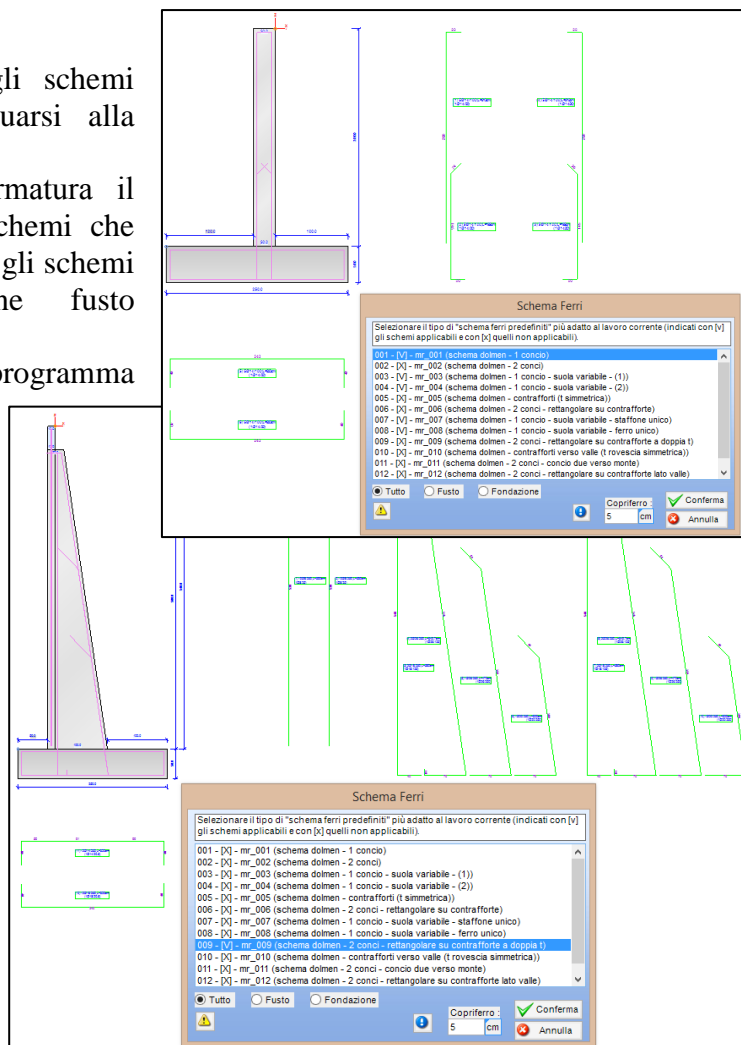
IS Muri gestisce i ferri secondo degli schemi parametrici creati e settati per adeguarsi alla geometria del muro ed alla fondazione.


All'avvio del pannello dedicato all'armatura il programma segnala con una [V] gli schemi che potrebbero essere utilizzati e con una [X] gli schemi non applicabili alla configurazione fusto fondazione.

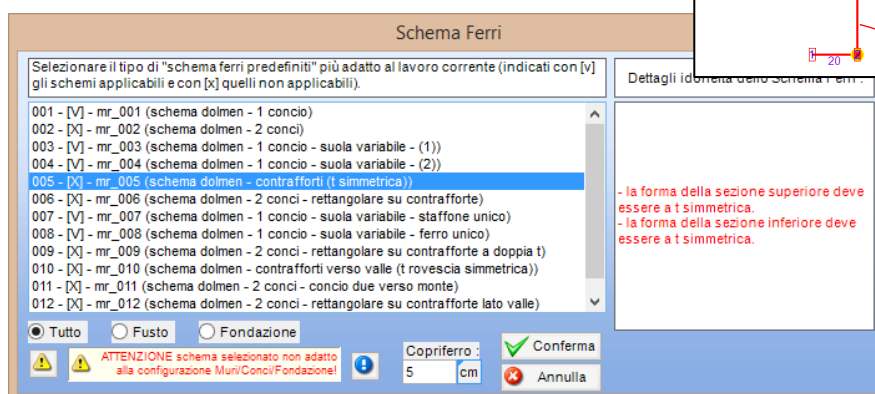
Selezionando uno schema applicabile il programma mostra in tempo reale l'anteprima dell'applicabilità dello schema al muro in oggetto e selezionando il tasto "conferma" si applicherà lo schema per poterlo poi comodamente modificare tramite appositi comandi del menu "Ferri".

Selezionando uno schema non applicabile viene evidenziata una "i" rossa e cliccandola viene mostrata nella schermata di destra la descrizione dello schema e l'elenco di condizioni che questo deve poter rispettare per poter essere applicato.

Opzionalmente è possibile poter applicare uno schema a tutto il muro, solamente al fusto o solamente alla fondazione.



Applicato uno schema è possibile modificare / duplicare / copiare / eliminare e traslare qualsiasi ferro tramite i comandi del menu "Ferri" e facendo doppio click sull'esploso del ferro appare un pannello di proprietà del singolo ferro dove si può modificare numero di ferri (a modulo) e diametro. Premendo il tastino  in alto a destra vengono mostrate le coordinate del ferro modificabili completamente.



1.12 Armatura longitudinale e staffe

Armatura Longitudinale e Staffe

☒ **attiva Staffe per Verifica a TAGLIO**

numero bracci = 4
 passo staffe = 20 cm
 diametro staffe = 8 mm

tratto n° 1° altezza 300 cm

(la verifica a taglio viene comunque eseguita verificando il cls; QUI si attivano le eventuali staffe per i contrafforti.)

☒ **verifica interfaccia tra CLS**

coefficienti di scabrezza
 sigma_n di compressione c 0.025 mu 0.5
 coefficienti di scabrezza
 sigma_n di trazione c 0 mu 0.5

☐ Larghezza totale dell'interfaccia: 10 cm

(si verifica l'azione tagliante tra calcestruzzi gettati in tempi diversi; con riferimento alla superficie tra il pannello ed i contrafforti.)

☒ **attiva arm. longitudinale per verifica flessionale estremi**

passo = 20 cm [valle]
 diametro = 8 mm

tratto n° 1° altezza 300 cm

passo = 20 cm [monte]
 diametro = 8 mm

copriferro = 3 cm

☒ **attiva armatura a TAGLIO per verifica in FONDAZIONE**

Mensola di VALLE
 numero bracci = 4
 passo arm. = 20 cm
 diametro arm. = 12 mm

Mensola di MONTE
 numero bracci = 4
 passo arm. = 20 cm
 diametro arm. = 12 mm

(la verifica prescinde dal tipo di armatura effettivamente disposta; QUI si definisce la quantità di armatura PER MODULO.)

Conferma

In questo pannello è possibile attivare e precisare apposite armature aggiuntive per verifiche al taglio e flessione orizzontale delle ali delle sezioni a contrafforte.

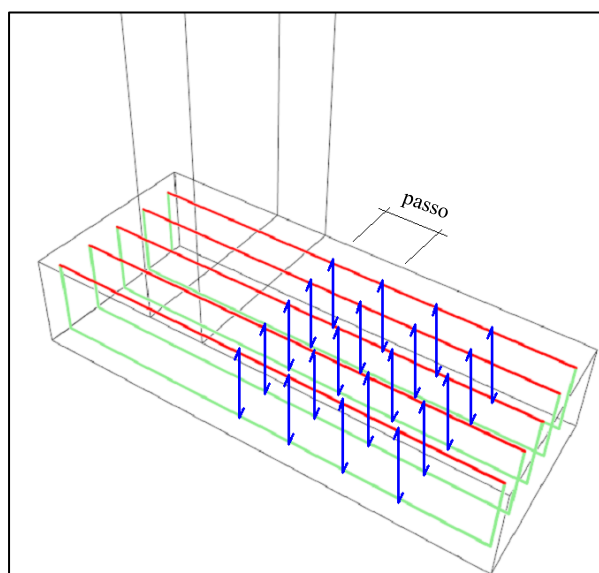
A) anche se non viene attivata la presenza di staffe IS Muri esegue in ogni caso la verifica a taglio affidando la verifica alla sezione in c.a. senza armatura a taglio. Attivando invece questa opzione è possibile discretizzare per tratti la presenza delle staffe precisando passo, diametro e numero bracci per ogni tratto verticale.

Nel caso di pannelli prefabbricati con contrafforte gettato in una seconda fase è disponibile la verifica dell'interfaccia tra i diversi cls.

B) le armature longitudinali vanno attivate nel caso di elementi a contrafforte prefabbricati accostati l'un l'altro in modo da verificare la flessione delle ali esterne; attivare questa armatura in altri casi non serve alla verifica del

muro, ma questi ferri vengono riportati nel computo metrico del cls e del ferro presente in un modulo di profondità

C) in assenza di staffe in fondazione il programma comunque esegue la verifica a taglio utilizzando la formulazione di elementi non armati a taglio; invece attivando tale opzione è possibile stabilire lungo la mensola di valle e di monte quante staffe sono presenti.



Il programma chiede n° bracci, passo armature e diametro; guardando l'esempio sulla sinistra i dati inseriti sono:

Mensola di MONTE:

- numero bracci = 5
- passo arm. = 30 cm
- diametro arm. = 12 mm

1.13 Armatura di fissaggio

Armatura di Fissaggio

☒ attiva Armatura per ANCORAGGIO costole

☒ armatura longitudinale (a)

☒ alfa: 1.3 $\alpha \cdot \sum A_{s,i} \cdot \sqrt{f_{cd} \cdot f_{yd}}$

☒ beta: 0.25 $\beta \cdot f_{yd} \cdot \sum A_{s,i}$

MOMENTO ANTIORARIO (ribaltante)

numero barre = 4 diametro barre = 24 mm

MOMENTO ORARIO

numero barre = 4 diametro barre = 24 mm

(si verifica l'ancoraggio della costola che fuoriesce dalla fondazione; con riferimento alle armature longitudinali di fissaggio.)

☒ staffatura (b)

MOMENTO ANTIORARIO (ribaltante)

passo staffe = 10 cm numero bracci = 2

diámetro = 10 mm bw = 40 cm d = 30 cm

MOMENTO ORARIO

passo staffe = 10 cm numero bracci = 2

diámetro = 10 mm bw = 40 cm d = 30 cm

(si verifica l'azione tagliante della costola sulla zona di ancoraggio; con riferimento al cordolo definito dalle armature di fissaggio.)

☒ Conferma

In questo pannello è possibile attivare alcune verifiche puntuali sull'ancoraggio tra i contrafforti e la mensola di fondazione.

La verifica di ancoraggio dei contrafforti (o "costole") alla trave di fondazione, tramite apposite armature correnti di fissaggio, permette di verificare i meccanismi di rottura per **splitting**, per **tranciamento** delle barre, per taglio del cordolo definito dalle armature correnti in fondazione.

Tali verifiche sono altamente parametrizzate secondo i parametri definiti dall'utente. Il controllo viene eseguito sia per momento "antiorario" che "orario", in modo indipendente.

1.14 Macro

L'utilizzo delle macro è consigliata per l'inizio del lavoro, una volta confermate le scelte si può poi comunque modificare e personalizzare il tutto.

1.14.1 Strutturali

Utilizzando la macro strutturale è possibile creare in un attimo un muro a due conci o a contrafforti semplicemente inserendo i valori voluti, senza dover passare per la gestione delle sezioni e senza dover spezzare il fusto in più conci.

Selezionando la tipologia di macro più adatta e modificati i numeri relativi alla dimensione di un modulo, si preme il tasto "Crea" per sostituire il muro attualmente presente in grafica con quello generato dalla macro. Se era stata inserita un'armatura quasi sicuramente non andrà bene per il nuovo muro e quindi sarà necessario reinserire un'armatura dall'apposito pannello degli schemi di armatura.

Macro Strutturale : imposta elevato

sezione rettangolare

sezione rettangolare a due conci

contrafforte (lato monte)

contrafforte (lato valle)

rettangolare su contrafforte (lato monte)

rettangolare su contrafforte (lato valle)

rettangolare su contrafforte (lato monte) (prefabbricato)

aggiungi le sezioni in coda a quelle presenti

annulla

Crea...

1.14.2 Geotecniche

Tramite questa macro si può impostare in modo semplice ed intuitivo una stratigrafia semplificata, uno o due strati, profili orizzontali, quota a valle, caratteristiche del terreno.

Poi tramite il menu "Terreno" si potranno modificare e personalizzare tutti i parametri

Macro Geotecnica : imposta stratigrafia

monostato orizzontale

due strati (terreno di fondazione)

TabPage1

TabPage2

600 cm

non coesivo

c' = 0 daN/cm2

phi' = 28 °

Su = 0.08 daN/cm2

qu = 250 daN/cm2

gd = 0.00185 daN/cm3

qt = 0.0021 daN/cm3

non coesivo

c' = 0 daN/cm2

phi' = 30 °

Su = 0.08 daN/cm2

qu = 250 daN/cm2

gd = 0.00185 daN/cm3

qt = 0.0021 daN/cm3

annulla

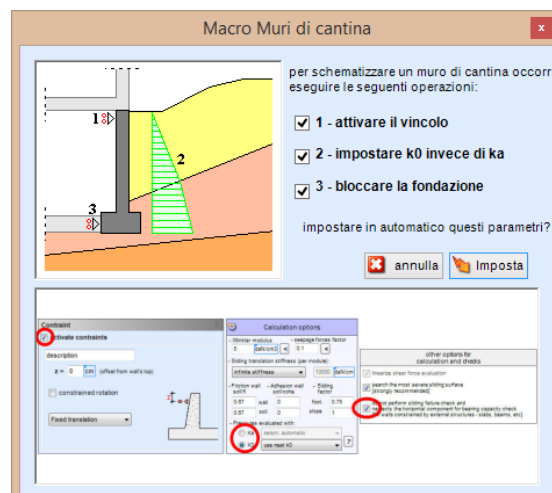
imposta

1.14.3 Muro di cantina

Tramite questo pannello è possibile impostare velocemente un muro di cantina scegliendo di:

- **attivare il vincolo** (cioè applicare un blocco orizzontale alla sommità del fusto);
- **impostare k_0 invece di k_a** (in genere se un muro è vincolato è solito calcolare le spinte in condizioni k_0);
- **bloccare la fondazione** (attivandolo si dà per scontato che la fondazione sia unita alla fondazione superficiale dell'edificio).

I singoli parametri sono poi modificabili all'interno del programma.

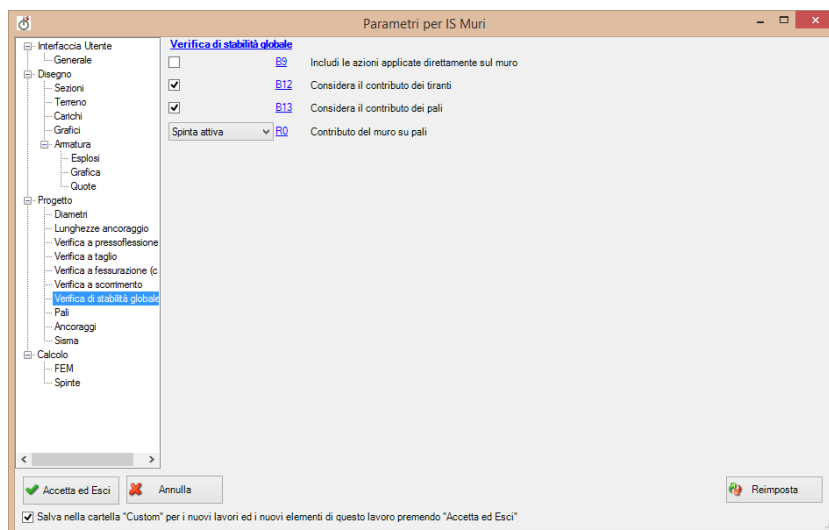


1.15 Opzioni Generali

Lanciando il comando dal menu “opzioni → generali” si apre questa schermata che al suo interno contiene gran parte delle opzioni, alcune grafiche ed altre inerenti il calcolo e l'analisi.

Le modifiche qui impostate possono essere rese “permanenti” lasciando spuntata la dicitura “salva in Custom”; in questo modo anche al prossimo riavvio e per i prossimi lavori IS Muri avrà queste impostazioni.

Tramite il tasto “Reimposta” è possibile tornare al settaggio di default di questo pannello ed in ogni caso ogni parametro presente è ben delineato dall'etichetta presente sulla destra.



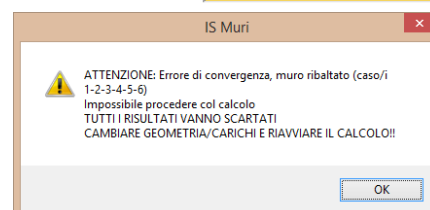
1.16 Avvio calcolo



La prima voce del menu calcolo permette di avviare l'analisi e a monitor appare l'animazione dell' “Analisi in corso”.

Se il calcolo termina e l'animazione scompare senza messaggi allora il muro è stabile, non si ribalta, e quindi si procede con il controllo dei risultati del calcolo.

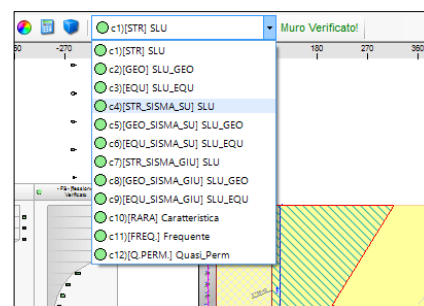
Se invece il calcolo viene interrotto dal messaggio di instabilità del muro allora tutti i risultati saranno inutili ed occorrerà rivedere quantomeno la geometria del muro per trovare una configurazione stabile del manufatto.



1.17 Risultati

Tutti i risultati a monitor vengono mostrati in base al caso (combinazione delle azioni) di carico selezionato. Modificando tale selezione il programma aggiorna i risultati a monitor.

Una scritta posta sulla destra di questo elenco ricorda se il muro è completamente verificato o meno ed eventualmente per quali casi di carico la verifica non è andata a buon fine. Cliccando su tale scritta viene richiamata in grafica una tabella riassuntiva completa di ogni verifica e di ogni caso di carico; tale tabella viene riportata in relazione.



caso di carico	capacità portante	scorrimento	ribaltamento	stabilità globale	FS strutturale Fusto (pressione)	FS strutturale Fusto (taglio)	FS strutturale Fusto (tensione cls)	FS strutturale Fusto (tensione acciaio)	FS strutturale Fusto (apertura fessure)	FS strutturale Fondazione (flessione)	FS strutturale Fondazione (taglio)	FS strutturale Fondazione (tensione cls)	FS strutturale Fondazione (tensione acciaio)
1 - STR(SLU)	8.15	2.16	---	---	3.19	4.47	---	---	---	6.34	3.98	---	---
2 - GEO(SLU_GEO)	4.32	1.38	---	1.3	3.21	4.54	---	---	---	6.68	4.45	---	---
3 - EQU(SLU_EQU)	---	---	Stabile 3.57 (s.max.=0.1 [cm])	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
4 - STR_SISMA_SU (SLU)	10.24	2.02	---	---	3.88	5.54	---	---	---	7.89	5.03	---	---
5 - GEO_SISMA_SU (SLU_GEO)	4.13	1.31	---	1.29	3.06	4.37	---	---	---	6.43	4.33	---	---
6 - EQU_SISMA_SU (SLU_EQU)	---	---	Stabile 4.07 (s.max.=0.1 [cm])	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
7 - STR_SISMA_GIU (SLU)	10.08	2.02	---	---	3.82	5.46	---	---	---	7.77	4.95	---	---
8 - GEO_SISMA_GIU (SLU_GEO)	4.07	1.31	---	1.29	3.02	4.3	---	---	---	6.33	4.27	---	---
9 - EQU_SISMA_GIU (SLU_EQU)	---	---	Stabile 4.07 (s.max.=0.1 [cm])	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
10 - RARA(RARA)	---	---	---	---	---	---	5.85	3.88	---	---	---	17.13	6.6
11 - FREQ. (FREQUENTE)	---	---	---	---	---	---	---	---	3.01	---	---	---	---
12 - Q.PERM. (QUASI_PERM)	---	---	---	---	---	---	4.38	---	2.26	---	---	12.85	---

Una volta terminata l'analisi del muro verranno mostrati a monitor i risultati del calcolo del primo caso.

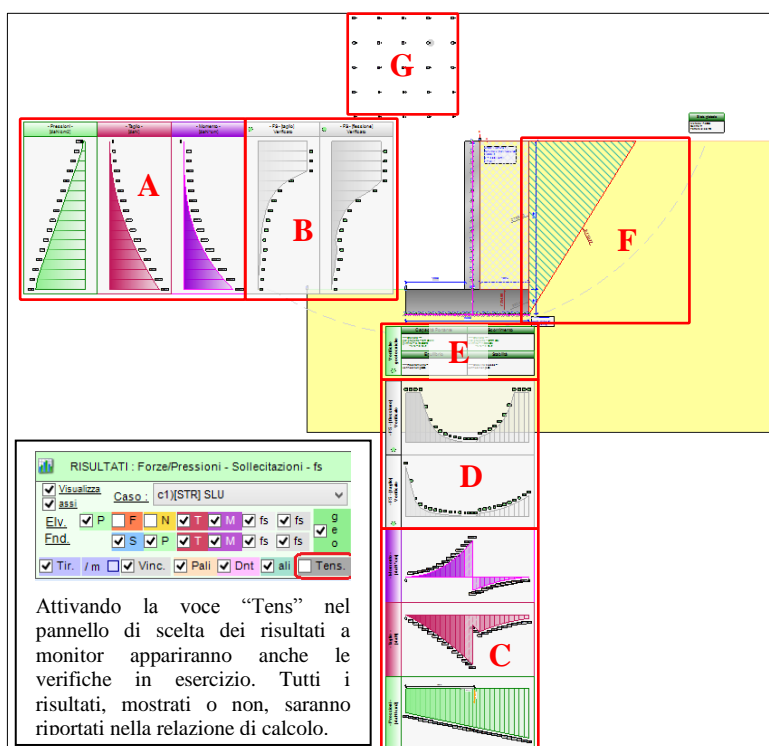
In grafica appariranno grafici e tabelle riferiti alle verifiche del fusto, della fondazione e di ogni altro elemento inserito o verifica richiesta.

A) azioni agenti sul fusto (pressione, taglio e momento, ecc..);

B) verifiche strutturali del fusto, sono riportati i fattori di sicurezza quindi valori superiori ad "1" sono considerati verificati (**verdi**), valori inferiori all'unità saranno mostrati in **rosso** in quanto non verificati;

C) azioni agenti sulla fondazione (pressione, taglio e momento);

D) verifiche strutturali della mensola



di fondazione, sono riportati i fattori di sicurezza quindi valori superiori ad “1” sono considerati verificati (**verdi**), valori inferiori all’unità saranno mostrati in **rosso** in quanto non verificati;

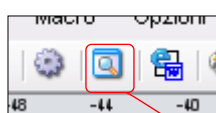
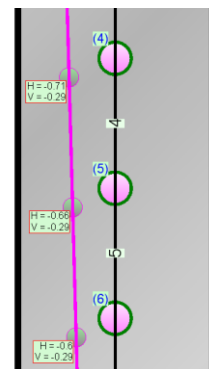
E) verifiche geotecniche (capacità portante, ribaltamento, scorrimento, verifica di stabilità globale).


F) superficie di scorrimento, suddivisione in poligoni e forze agenti; per il calcolo delle spinte il programma utilizza il metodo di Culman (metodo del cuneo di tentativo) se si è selezionato “ka” come metodo, altrimenti utilizza il coeff. di spinta a riposo “k0”.

G) viene evidenziato nella maglia dei centri il centro riferito alla superficie circolare con fattore di sicurezza minore (verde se verificato, rosso altrimenti)

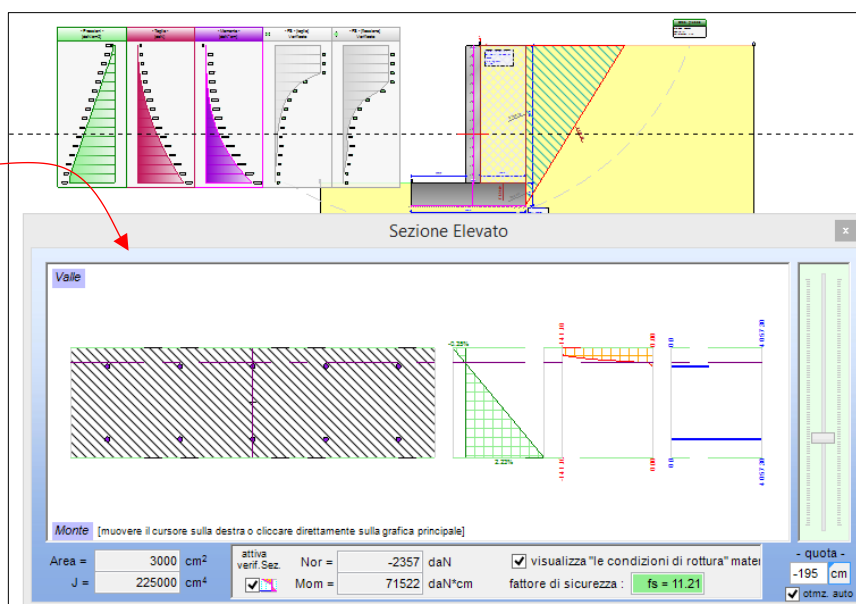
In viola è visibile la deformata del modello ad elementi finiti, riferita al caso di carico selezionato, e sui singoli vertici di questi sono visibili gli spostamenti orizzontali e verticali.

Il programma, per completezza, mostra sempre tutti i grafici delle azioni e tutti i risultati per ogni caso di carico limitandosi a segnalare in **VERDE** se la verifica è andata a buon fine, **ROSSO** altrimenti e **GRIGIO** quando la verifica richiesta e mostrata non può dare risultati per il caso di carico selezionato.



Mediante l'icona sopra riportata si apre la schermata dedicata alla verifica sezionale dove, premendo il tasto , compare la verifica sezionale in termini di condizioni di rottura dei materiali o tasso di lavoro degli stessi.

Muovendo il cursore sulla destra o cliccando direttamente sulla grafica principale alla quota voluta viene riportato lo stato deformativo e tensionale della sezione interessata.



A monitor possono ancora essere visualizzati i seguenti risultati:

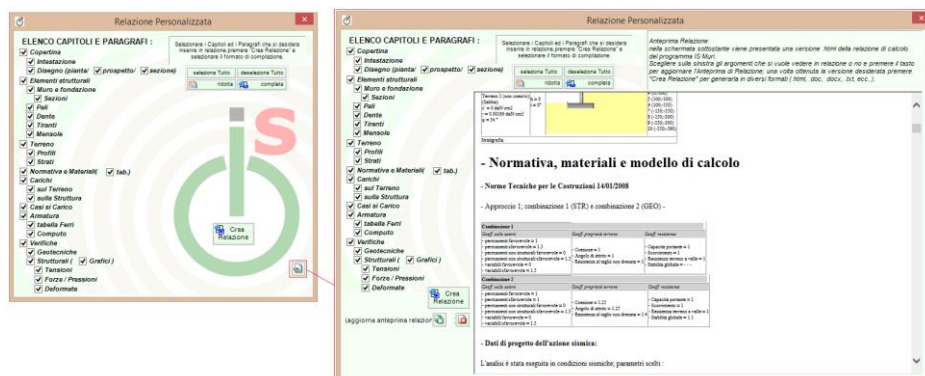
- verifica strutturale e geotecnica del tirante;
- verifica del dente di fondazione;
- portata dei pali di fondazione e azioni testa palo;
- verifiche in esercizio del c.a. sia per fusto che per fondazione.


1.18 Relazione

La relazione di calcolo può essere redatta in diversi formati di impaginazione e contenuti.

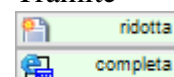
Alla voce di menu “Calcolo” è possibile lanciare le seguenti voci:

- Relazione di calcolo (**ridotta**) = genera una relazione con settaggio automatico impostato su “ridotto” e quindi senza immagini, tabelle compresse ed altre impostazioni;
- Relazione di calcolo (**completa**) = formato classico con tutte le informazioni in formato grafico e testuale
- Relazione **personalizzata** = in questa finestra si dovrà scegliere che capitoli e sotto capitoli



inserire in relazione e premendo l'icona  apparirà l'anteprima della relazione in modo da poter vedere le scelte fatte.

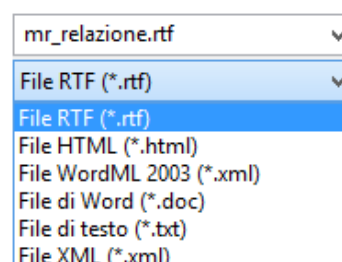
Tramite i tasti:



vengono attivati / disattivati in automatico i capitoli della relazione.

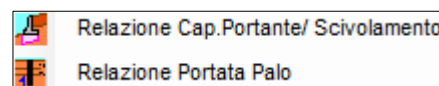
E' possibile salvare la relazione nei formati:

- ***.rtf** = formato consigliato, genera istantaneamente un file “.rtf” modificabile direttamente in qualsiasi programma di edit testuale;
- ***.html** = molto rapido ma non editabile (una volta aperta la relazione in html si seleziona tutto, copia, si apre word®, incolla);
- ***.xml** = formato di Microsoft, da aprire poi con word (se non lo fa in automatico), rapido ed editabile;
- ***.doc** = vecchio formato di word, molto lento;
- ***.txt** = sequenza di numeri senza immagini e tabelle;
- ***.xml** = formato interno.

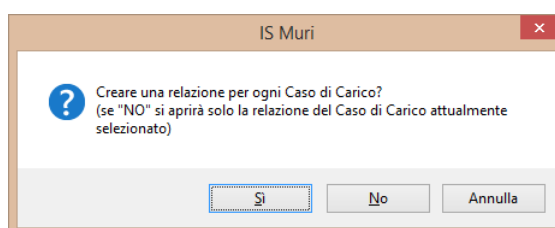


1.18.1 relazioni specifiche

“Relazione cap. portante/scivolamento” e “Relazione portata palo” permettono la redazione di relazioni specifiche e dettagliate sulle verifiche geotecniche eseguite.



Appena lanciato il comando il programma chiederà se generare tante relazioni di calcolo, una per ogni caso di carico presente, oppure se creare solo la relazione del caso evidenziato in quel momento; si consiglia di selezionare il caso voluto e poi creare la relazione voluta.



1.19 Computo metrico

Tramite il comando “Calcolo → Info Muro” viene visualizzato il pannello dedicato al calcolo dei volumi e dei pesi in gioco per un modulo di muro. Specificando un costo unitario per il calcestruzzo e per l'acciaio il programma riporta il costo a modulo del manufatto.

Info Muro

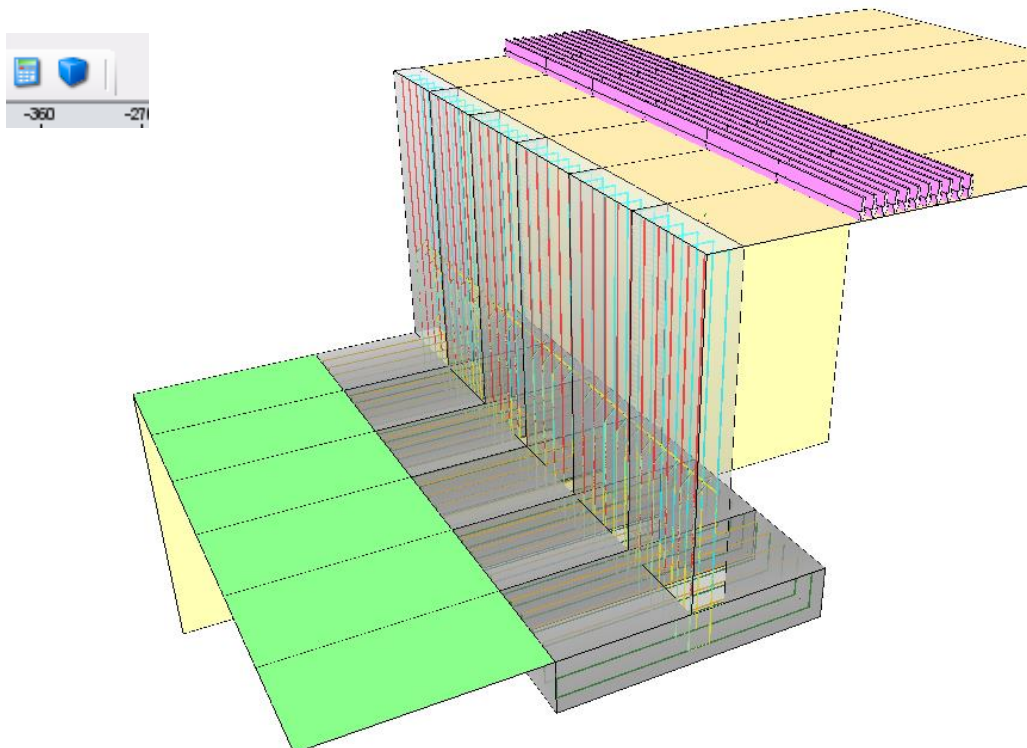
- CALCESTRUZZO -				- ACCIAIO -			
Volumi :		Pesi :		Lunghezze :		Pesi :	
Fusto =	1.320 m ³	3 300.0 daN	Fusto =	49.5 m	59.8 daN		
Fond. =	1.500 m ³	3 750.0 daN	Fond. =	17.4 m	21 daN		
↓			↓				
	2.820 m ³	7 050.0 daN		66.9 m	80.8 daN		

- Prezzi unitari e Computo -			
(valori da intendersi a modulo di calcolo)			
Cis =	90.00	€/ m ³	253.8 €
Acciaio =	0.90	€/ daN	72.72 €
			326.52 €

✓ Conferma

1.20 Visuale 3D

Tramite l'apposita icona, o con il tasto "F5" della tastiera, e se le DirectX® sono correttamente installate, l'intero lavoro verrà mostrato in versione 3D.



Tramite la rotella centrale del mouse e la barra spazio della tastiera è possibile girare agevolmente nello spazio 3d, precisamente:

- rotella centrale:
 - “scroll” avanti e indietro → visuale “Zoom IN” e “Zoom OUT”
 - “rotella tenuta premuta”: → rotazione modello (*)
 - spostamento (*)
- barra spazio:
 - ogni volta che la si preme ci cambia il comando (*) della rotella tenuta premuta; il comando passa da *traslazione* del modello a *rotazione* del modello.

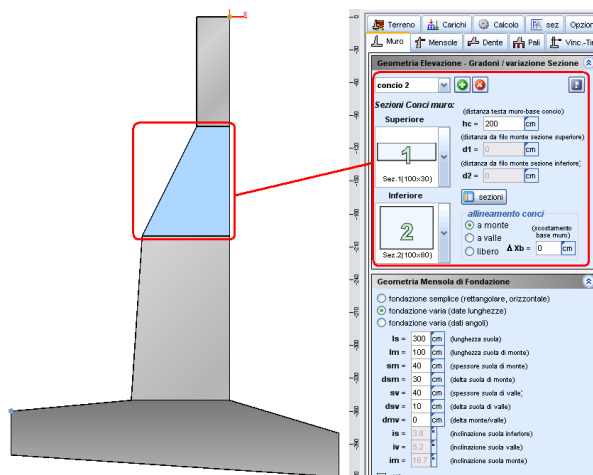


2 Approfondimenti

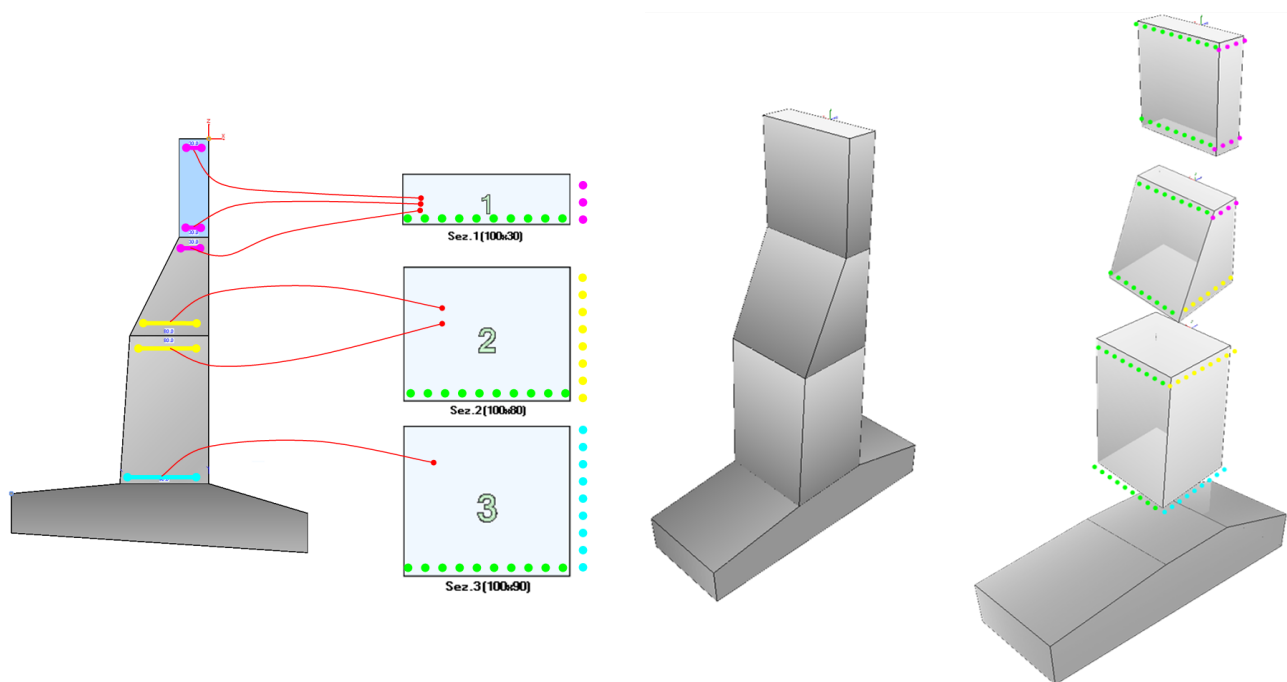
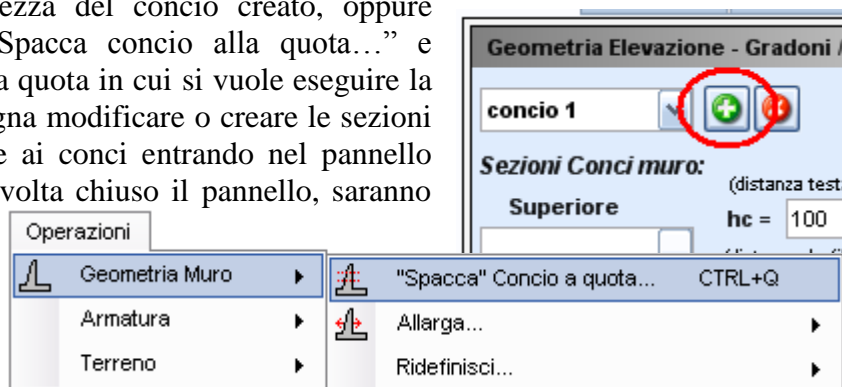
2.1 Cosa si intende per CONCIO

In IS Muri la libertà di creare sezioni e muri “particolari” è praticamente totale.

Per poter modellare il muro a piacimento bisogna agire sul numero di conci di cui è composto e sulle sezioni che questi avranno, rispettivamente come base superiore e come base inferiore.



Per aumentare il numero di conci occorre premere il tasto “+” nel pannello dedicato alla gestione dei conci e poi modificare l’altezza del concio creato, oppure bisogna chiamare la funzione “Spacca concio alla quota...” e cliccare sulla grafica principale alla quota in cui si vuole eseguire la suddivisione. A questo punto bisogna modificare o creare le sezioni che si vuole assegnare come base ai conci entrando nel pannello dedicato alle sezioni; queste, una volta chiuso il pannello, saranno visibili e selezionabili dal menu sulla destra. Si seleziona il concio a cui assegnare la sezione come base e nelle due tendine a destra si sceglie l’opportuna sezione.

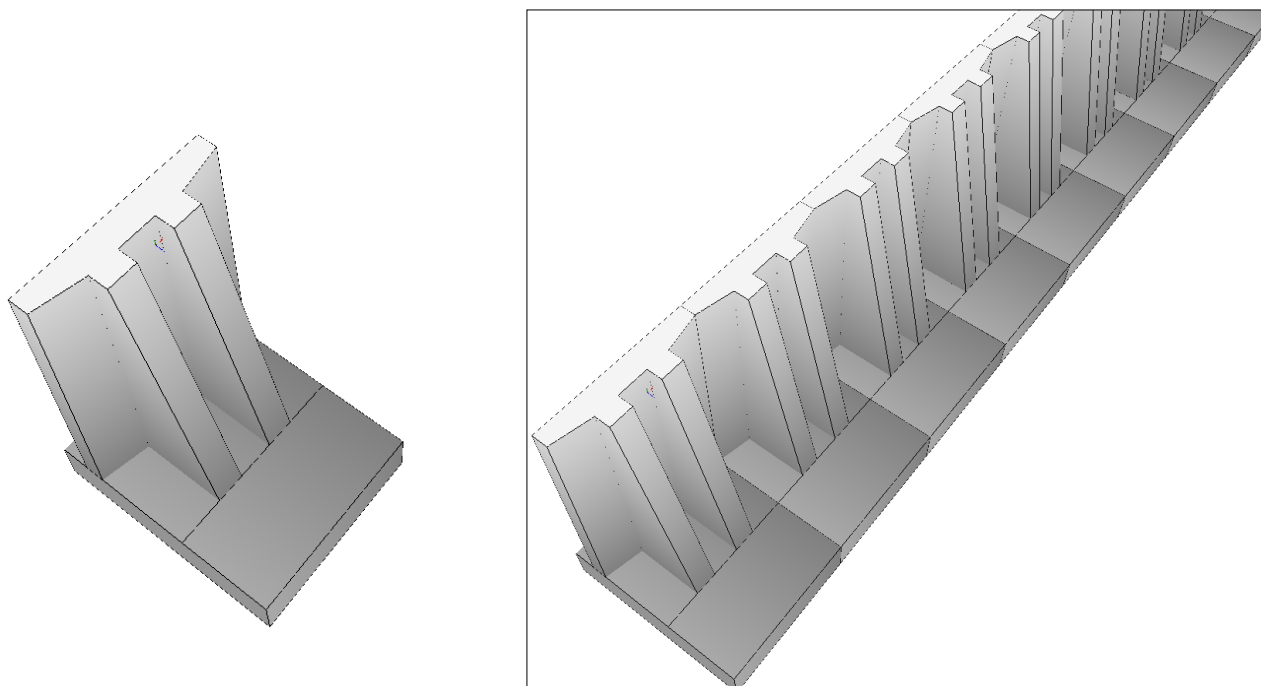


2.2 Come viene gestita la 3° dimensione; cos'è il MODULO

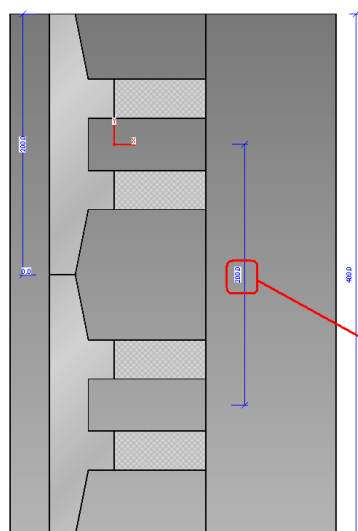
Di default il programma gestisce e propone una profondità di 1 metro (come in IS Paratie); tuttavia è possibile gestire a piacere la 3° dimensione, variando tale valore.

Sia chiaro, comunque, che il programma calcola e verifica nel bidimensionale, non gestisce il modello tridimensionale del muro ma considera e verifica il comportamento del manufatto nel piano XZ.

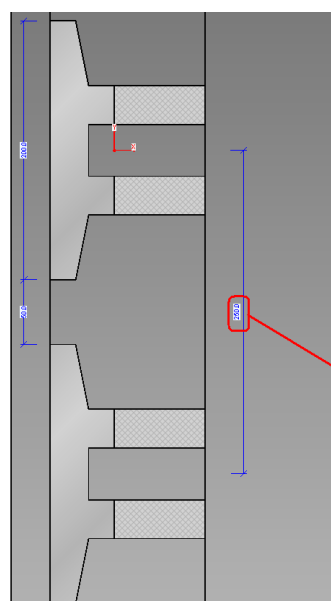
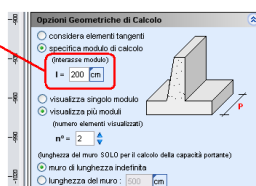
La “libertà” nella 3° dimensione è stata inserita e pensata per quando non si ha un muro omogeneo nella profondità, cioè quando il classico modulo da 1 metro non schematizza perfettamente “una fetta” di muro ma ho ad esempio una sezione a C o una a doppio contrafforte.



In questi casi per personalizzare completamente la dimensione lungo l'asse Y si devono creare le sezioni volute (con larghezza diversa da 100 cm...), le si applica ai conci (o al solo concio presente), si impone il valore del modulo o si dice al programma di considerare tangenti gli elementi (verrà calcolato automaticamente il modulo e verrà applicato in modo da avere congruenza tra larghezza sezioni e profondità di calcolo).

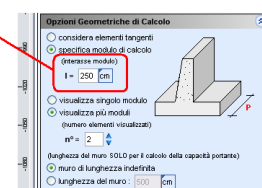


modulo = alla
larghezza della
sezione



Potenziale errore

modulo > alla
larghezza della
sezione !!!

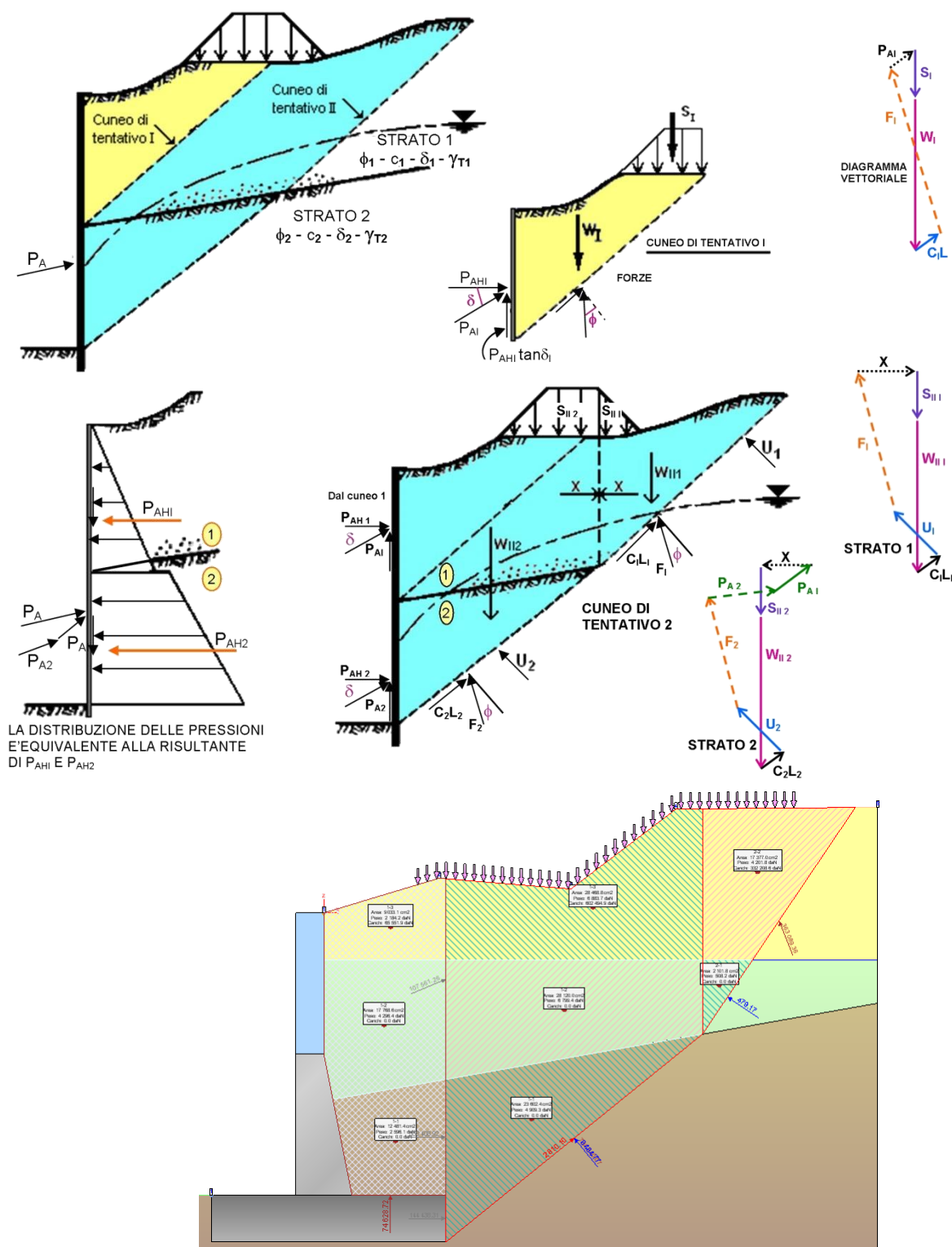


2.3 Metodo di calcolo delle SPINTE

Il metodo che viene utilizzato in IS Muri per il calcolo della spinta attiva sul paramento di monte è il *Metodo di Culmann, o Metodo del Cuneo di Tentativo*;

in pratica è una generalizzazione della teoria di Coulomb per poter risolvere i casi più particolari che con le teorie classiche che spesso schematizzano e semplificano troppo.

IS Muri grazie a questa teoria è perfettamente in grado di calcolare la spinta attiva in presenza di pendio di forma qualunque anche multistrato (avente anche inclinati), con carichi, in presenza di falda...ecc.



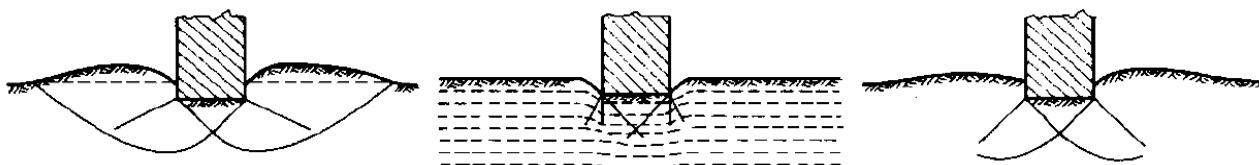
2.4 Metodo di calcolo per le Verifiche della Fondazione

2.4.1 Capacità portante delle fondazioni dirette

Il carico unitario ammissibile q_{amm} di una fondazione deve essere tale da assicurare un adeguato margine di sicurezza rispetto al carico limite q_{lim} .

Secondo la compressibilità del terreno su cui poggia la fondazione, la “rottura” può verificarsi secondo uno dei seguenti meccanismi:

- **Rottura generale:** si formano superfici di scorrimento, con origine ai bordi della fondazione, che si propagano fino alla superficie. Il terreno sotto la fondazione rifluisce lateralmente e verso l’alto, e si solleva ai lati della fondazione. Il collasso è di tipo fragile.
- **Rottura per punzonamento:** la fondazione affonda nel terreno, senza che si formino superfici di scivolamento. Questo tipo di “rottura” è caratteristico di terreni altamente compressibili. Non è identificabile un ben preciso punto di collasso.
- **Rottura locale:** questo caso è intermedio fra i due precedenti: si formano superfici di scorrimento, che però non si propagano fino in superficie, e la compressibilità del terreno ha un ruolo notevole.



Gli approcci di tipo “classico”, analizzati nel seguito, sono teoricamente applicabili solo ad una rottura di tipo generale. In genere, è lecito affermare che la rottura di tipo generale, per una fondazione diretta, prevale nei seguenti casi:

- Nei terreni sabbiosi di elevata densità relativa (in condizioni drenate).
- Nei terreni fini (in condizioni non drenate, per l’ipotesi di incompressibilità del mezzo)

In altri casi (ad esempio per terreni sabbiosi molto sciolti e fondazioni profonde) può prevalere la rottura per punzonamento.

2.4.2 Condizioni drenate

Quando si può supporre che l’applicazione dei carichi sia così lenta da permettere la dissipazione delle pressioni interstiziali si può eseguire l’analisi di capacità portante in termini di tensioni efficaci, ossia in condizioni drenate. Un semplice modello di calcolo di riferimento si ottiene ipotizzando che una fondazione superficiale trasmetta un carico unitario, e che il terreno sotto di essa si trovi in condizioni di collasso per cui si formi una zona di equilibrio limite per spinta attiva ed una zona di equilibrio limite per spinta passiva. Tramite la teoria di Rankine si può ricavare il regime di spinta ed il valore del carico limite, ottenuto imponendo l’equilibrio tra spinta attiva e spinta passiva:

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_{\gamma} + c' \cdot N_c + q' \cdot N_q$$

In cui compaiono γ' (peso per unità di volume del terreno), B (larghezza della base), c' (coesione efficace), q' (sovraccarico laterale), e N_{γ} , N_c e N_q , detti coefficienti di capacità portante. Questa formula evidenzia come la capacità portante dipenda da tre contributi:

- Le forze d’attrito lungo la superficie di scorrimento, dovute al peso del terreno sotto la fondazione e compreso all’interno delle stesse.
- La coesione distribuita lungo le superfici di scorrimento.
- Il sovraccarico applicato in superficie ai lati della fondazione (ad esempio dovuto all’approfondimento del piano di posa rispetto al piano campagna).

2.4.3 Condizioni non drenate

In un terreno argilloso, l'applicazione di un carico avvia il “lento” processo di consolidazione, per cui il terreno diminuisce il proprio contenuto d'acqua, diminuiscono le pressioni neutre ed aumentano le tensioni efficaci, cioè il carico viene progressivamente trasferito allo “scheletro solido”. Col trascorrere del tempo aumenta la resistenza al taglio, perciò le condizioni peggiori sono quelle iniziali. La consolidazione è un processo lento, mentre l'applicazione del carico avviene in un tempo breve, perciò la verifica viene svolta con l'ipotesi che non ci sia diminuzione di contenuto d'acqua e che le pressioni interstiziali non siano ancora dissipate, e viene svolta in termini di tensioni totali con riferimento alla resistenza al taglio non drenata s_u . In pratica si utilizza la stessa formula descritta per le condizioni drenate, in cui si impone $\varphi' = 0$ e $c' = s_u$.

2.4.4 Rottura generale - la formula di Brinch-Hansen

Sono state sviluppate molte distinte analisi per la definizione numerica dei coefficienti di capacità portante. È pratica comune utilizzare l'equazione di Brinch-Hansen (1970) che esprime il valore della capacità portante sommando i contributi di attrito, coesione e carico ed aggiungendo dei coefficienti correttivi.

2.4.4.1 Condizioni drenate

L'espressione da adottare è la seguente:

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma + c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q$$

2.4.4.2 Condizioni non drenate

Per il caso non drenato, la formula generale si riduce alla seguente espressione ($\varphi' = 0$):

$$q_{lim} = s_u \cdot N_c \cdot s_c^o \cdot d_c^o \cdot i_c^o \cdot b_c^o \cdot g_c^o + q + t_\gamma^o$$

2.4.5 Rottura per punzonamento

Questo tipo di rottura richiede una significativa variazione di volume del terreno, perciò non può verificarsi in condizioni non drenate, in cui per ipotesi il terreno è incompressibile. La verifica si applica perciò soprattutto a depositi di terreni sabbiosi sciolti. Lo studio di questo fenomeno è stato approfondito da Vesic (1973), approssimando il terreno ad un mezzo elasto-plastico e la rottura all'espansione di una cavità cilindrica.

2.4.6 Rottura locale

Questo tipo di rottura costituisce un caso intermedio fra i due precedenti, e come per il punzonamento non si verifica in condizioni non drenate, per l'ipotesi di terreno incompressibile. La capacità portante q_{lim} può essere calcolata con la stessa espressione utilizzata per la rottura generale, introducendovi però un angolo di resistenza al taglio corretto.

2.4.7 Collasso per slittamento

Il collasso per slittamento è scongiurato se il contributo dell'attrito e della coesione sull'area efficace della fondazione più il contributo della resistenza passiva laterale è maggiore delle forze orizzontali sollecitanti, $V < F + E$.

2.5 Metodo di calcolo dalle stabilità globale

2.5.1 Teoria

All'interno di un pendio molto esteso e sottoposto a deformazione piana si isola un volume mediante una superficie cilindrica. Il terreno è in equilibrio limite quando viene soddisfatta la condizione di rottura, che nell'ipotesi del criterio di Mohr - Coulomb è funzione della coesione, dell'angolo di resistenza al taglio e della pressione interstiziale:

$$\tau = c' + (\sigma - u) \cdot \tan \phi$$

In cui:

τ = tensione tangenziale mobilitata

c' = coesione efficace intercetta

u = pressione idrostatica

ϕ = angolo di resistenza al taglio

Se lungo la superficie la tensione tangenziale applicata, detta resistenza mobilitata, è minore della resistenza a rottura disponibile, si può determinare una condizione di equilibrio limite tramite un coefficiente di sicurezza, che rappresenta il fattore per cui dividere i parametri di resistenza del terreno ed avere la rottura del pendio lungo la superficie considerata.

$$\tau = \frac{c'}{F} + \frac{1}{F} (\sigma - u) \cdot \tan \phi$$

Questo valore è utilizzato per determinare la sicurezza del pendio nei confronti della rottura per taglio e viene assunto costante lungo tutta la superficie, in modo che in ogni punto di essa venga mobilitata la stessa aliquota di resistenza al taglio. Si ricava che il fattore di sicurezza è dato dal rapporto tra la resistenza disponibile e quella mobilitata. Per determinare tale valore si utilizzano le equazioni dell'equilibrio dei corpi rigidi ossia le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale ed alla rotazione rispetto ad un punto del piano delle forze.

Nel pendio viene definito un numero elevato di superfici di scorrimento, ad ognuna di queste è possibile associare un fattore di sicurezza. Il fattore di sicurezza minore definisce la cosiddetta superficie critica e viene assunto come rappresentativo delle condizioni di stabilità del pendio.

Nell'ambito della teoria dell'equilibrio limite sono stati sviluppati numerosi metodi per il calcolo del fattore di sicurezza. Fra questi vi sono i cosiddetti metodi delle strisce, che prevedono di suddividere il volume di terreno considerato in blocchi di spessore finito, ma piccolo, di cui è possibile scrivere le equazioni di equilibrio. Si riescono a considerare, grazie all'efficacia ed alla flessibilità di questi metodi, pendii di forma complessa e costituiti da terreni aventi caratteristiche fisiche e meccaniche diverse.

Per mantenere le strisce in condizione di equilibrio bisogna applicare sui lati e sulla base le risultanti degli sforzi efficaci e delle pressioni interstiziali, che si trasmettono mutuamente tra i blocchi. Per il volume suddiviso in n strisce si ha che il problema è $n-2$ volte iperstatico e le incognite sono le forze di interazione tra le strisce (X_i ed E_i), i bracci di queste, valutate rispetto al limite inferiore del lato considerato, e le forze normali alla base (N_i). Complessivamente si hanno $4n-2$ incognite. Avendo a disposizione $3n$ equazioni di equilibrio, ossia 3 per ciascuna striscia, il problema risulta affetto da un alto grado di indeterminatezza.

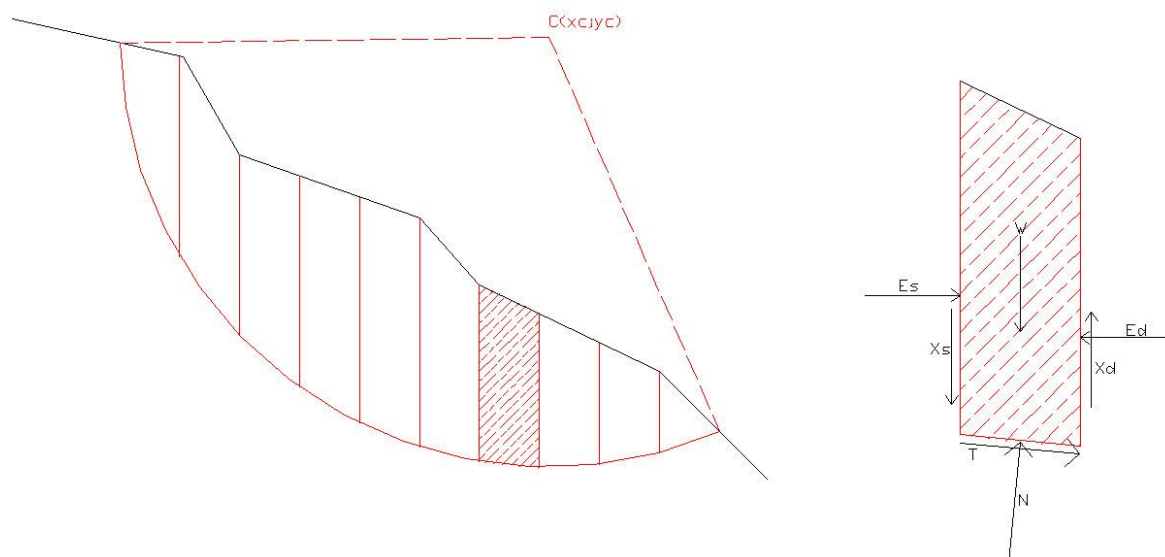


Figura 1. 1 Suddivisione della superficie in strisce e forze agenti su una di esse

I metodi di calcolo vengono suddivisi in due grandi gruppi: i metodi “semplificati” ed i metodi “rigorosi”. Nei primi si adottano semplificazioni che trascurano alcune forze che agiscono sulle strisce o fissano la loro direzione ed il loro punto di applicazione. La soluzione che si ricava non consente di soddisfare tutte le condizioni di equilibrio delle strisce. Per quanto riguarda il secondo tipo di metodi si ricercano le $n-2$ equazioni mancanti, rispettando così l'equilibrio globale delle strisce.

2.5.2 Metodi implementati

I metodi di calcolo implementati da **IS Muri** sono:

- Fellenius (1927)
- Bishop (1955)

2.5.2.1 Metodo di Fellenius

Il metodo calcola l'equilibrio alla traslazione in direzione normale alla base della striscia. L'ipotesi semplificativa prevede di assumere che la risultante delle forze, agente sui lati di ogni striscia, non abbia componenti in direzione normale alla base di questa, oppure si trascurano le forze interstriscia ($X_i = E_i = 0$).

La formula per valutare il fattore di sicurezza risulta quindi:

$$F = \frac{\sum [c' \cdot l_i + (W_i \cdot \cos \alpha_i - U_{bi}) \cdot \tan \phi]}{\sum W_i \cdot \sin \alpha_i}$$

In cui:

c' = coesione efficace

l_i = lunghezza della base della striscia i-esima

W_i = peso della striscia i-esima

α_i = inclinazione della base della striscia

U_{bi} = pressione interstiziale agente alla base della striscia i-esima

ϕ = angolo di resistenza al taglio

La formula per valutare il fattore di sicurezza in presenza di sisma risulta:

$$F = \frac{\sum [c' l_i + [W_i (1 + K_v) \cdot \cos \alpha_i - K_H \cdot W_i \cdot \sin \alpha_i - U_{bi} (1 + K_v)] \cdot \tan \phi]}{\sum W_i \cdot \left[(1 + K_v) \cdot \sin \alpha_i + K_H \left(\frac{d_G}{R} \right) \right]}$$

In cui:

R = raggio della superficie circolare

d_G = distanza tra il baricentro della striscia i-esima ed il centro della superficie circolare

Il calcolo in presenza di sisma vale solo per le superfici di forma circolare, per quelle generiche è applicabile solo il caso statico.

2.5.2.2 Metodo di Bishop

Si suppone che le forze interstriscia abbiano direzione orizzontale e che le forze di taglio siano nulle, questo è alla base del metodo di Bishop semplificato, che non presenta svantaggi rispetto al metodo rigoroso. Dall'equazione d'equilibrio alla traslazione in direzione normale alla base della striscia si ricava l'espressione del fattore di sicurezza:

$$F = \frac{\sum [c' b_i + (W_i - u_{bi} \cdot b) \cdot \tan \phi] \left[\frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \cdot \frac{\tan \phi}{F}} \right]}{\sum W_i \cdot \sin \alpha_i}$$

In cui:

b_i = larghezza della base della striscia i-esima

c' = coesione efficace

W_i = peso della striscia i-esima

α_i = inclinazione della base della striscia

U_{bi} = pressione interstiziale agente alla base della striscia i-esima

ϕ = angolo di resistenza al taglio

Il calcolo segue una procedura iterativa, partendo, come primo tentativo, dal valore del fattore di sicurezza calcolato con il metodo di Fellenius.

Questo metodo non tiene conto dell'equilibrio alla traslazione orizzontale della striscia, che, quindi, non è verificato. Nonostante ciò il metodo dà risultati molto simili a quelli ottenuti con i cosiddetti metodi "rigorosi".

La formula per valutare il fattore di sicurezza in presenza di sisma risulta:

$$F = \frac{\sum [c' b_i + W_i (1 + K_v) \cdot \tan \phi - u_{bi} \cdot b \cdot \tan \phi] \left[\frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \cdot \frac{\tan \phi}{F}} \right]}{\sum W_i \cdot \left[(1 + K_v) \cdot \sin \alpha_i + K_H \left(\frac{d_G}{R} \right) \right]}$$

In cui:

R = raggio della superficie circolare

d_G = distanza tra il baricentro della striscia i -esima ed il centro della superficie circolare

Il calcolo in presenza di sisma vale solo per le superfici di forma circolare, per quelle generiche è applicabile solo il caso statico.

2.6 Metodo di calcolo per le Verifiche Strutturali

L'analisi meccanica della sezione è condotta con riferimento alle leggi costitutive definite per il materiale impiegato, stabilite dalla normativa selezionata. La sezione può essere composta di materiali differenti, ed il progettista ha la possibilità di agire sui parametri che definiscono la legge costitutiva di ciascuno dei materiali, ma la procedura adottata dal codice di calcolo è generica e può essere in ogni caso. La verifica a presso-flessione o presso-tensione (eventualmente deviata), viene svolta utilizzando il seguente diagramma di flusso:

1. suddivisione della sezione in aree elementari
 - a. definizione delle proprietà lineari elastiche di ciascuna area elementare secondo le proprietà del materiale di cui è composta
2. calcolo iterativo fino a convergenza (attivazione della condizione di “non verifica” se questa non viene raggiunta)
 - a. calcolo della deformazione corrispondente alle sollecitazioni applicate
 - b. integrazione delle tensioni all'interno di ciascuna area secondo la legge costitutiva (in genere non lineare) del materiale corrispondente
 - c. confronto tra la reazione risultante e le sollecitazioni applicate
 - d. aggiornamento delle lineari elastiche di ciascuna area elementare e passaggio alla successiva iterazione
3. ottenuta la convergenza, confronto tra le deformazioni calcolate e gli eventuali limiti deformativi imposti dalla normativa secondo il materiale utilizzato (attivazione della condizione di “non verifica” se questi non sono rispettati)

Questa procedura conduce alla calcolo di una configurazione equilibrata e congruente, corrispondente alla condizione di “verifica superata”, oppure all'attivazione della condizione di “non verifica”.

3 Riassunto coefficienti NTC 08'

Verifiche per muri (opere di sostegno)

Casi di carico da considerare e relative verifiche				
Verifiche in condizioni statiche				
SLU	STR	Raggiungimento della resistenza ultima degli elementi strutturali	Verifiche strutturali	
	GEO	Raggiungimento della resistenza ultima del terreno	Capacità portante Scorrimento Stabilità globale	
	EQU	Perdita di equilibrio della struttura considerata come corpo rigido	Ribaltamento	
	UPL	Perdita di equilibrio della struttura considerata come corpo rigido sotto azioni idrauliche	Galggiamento	
	HYD	Perdita di equilibrio della struttura per sifonamento	Sifonamento	
SLE	RARA	Verifica delle tensioni di esercizio	Tensione	
	FREQ	Verifica allo stato limite di fessurazione	Fessurazione	
	QPER	Verifica delle tensioni di esercizio Verifica allo stato limite di fessurazione	Tensione Fessurazione	
Verifiche in condizioni sismiche				
SLD	SLC	Stato Limite di prevenzione del Collasso	$P_{VR} = 5\%$	
	SLV	Stato Limite di salvaguardia della Vita	$P_{VR} = 10\%$	
	SLD	Stato Limite di Danno	$P_{VR} = 63\%$	
	SLO	Stato Limite di Operatività	$P_{VR} = 81\%$	

A - Coefficienti di sicurezza parziali sulle azioni γ_F o γ_E (Tabella 6.2.I - Tabella 6.2.III - Tabella 6.2.IV)						
	Permanenti ⁽¹⁾ γ_{G1}		Permanenti non strutturali ⁽²⁾ γ_{G2}		Variabili γ_{Qk}	
	Favorevole	Sfavorevole	Favorevole	Sfavorevole	Favorevole	Sfavorevole
Verifiche in condizioni statiche						
STR (A ₁)	1.0	1.3	0.0	1.5	0.0	1.5
GEO (A ₂)	1.0	1.0	0.0	1.3	0.0	1.3
EQU	0.9	1.1	0.0	1.5	0.0	1.5
UPL	0.9	1.1	0.0	1.5	0.0	1.5
HYD	0.9	1.3	0.0	1.5	0.0	1.5
Verifiche in condizioni sismiche						
TUTTT ⁽³⁾	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

⁽¹⁾ Permanenti strutturali e permanenti non strutturali compiutamente definiti.

⁽²⁾ Permanenti non compiutamente definiti.

Riferimento punto 6.2.3.1.1: "I coefficienti parziali γ_F relativi alle azioni sono indicati nella Tab. 6.2.I. Ad essi deve essere fatto riferimento con le precisazioni riportate nel § 2.6.1. Si deve comunque intendere che il terreno e l'acqua costituiscono carichi permanenti (strutturali) quando, nella modellazione utilizzata, contribuiscono al comportamento dell'opera con le loro caratteristiche di peso, resistenza e rigidità. Nella valutazione della combinazione delle azioni i coefficienti di combinazione ψ_i devono essere assunti come specificato nel Cap. 2."

⁽³⁾ Riferimento: punto 7.1.1.1: "Sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto, definita al Cap. 3, le opere e i sistemi geotecnici devono rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, con i requisiti di sicurezza indicati nel § 7.1. Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto, con i valori dei coefficienti parziali indicati nel Cap. 6."

M - Coefficienti di sicurezza parziali per i parametri geotecnici del terreno γ_M (Tabella 6.2.II)					
	$\tan(\varphi')$	c'	c_u	q_u	γ
Verifiche in condizioni statiche					
(M ₁)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
(M ₂)	1.25	1.25	1.4	1.6	1.0
EQU ⁽¹⁾	1.25	1.25	1.4	1.6	1.0
UPL ⁽²⁾	1.25	1.25	1.4	1.6	1.0
HYD	-	-	-	-	-
Verifiche in condizioni sismiche					
TUTTT ⁽³⁾	come sopra	come sopra	come sopra	come sopra	come sopra

⁽¹⁾ Riferimento: punto 6.3.3.1.1.

⁽²⁾ Riferimento: punto 6.3.2.

⁽³⁾ Riferimento: punto 7.1.1.1: "Sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto, definita al Cap. 3, le opere e i sistemi geotecnici devono rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, con i requisiti di sicurezza indicati nel § 7.1. Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto, con i valori dei coefficienti parziali indicati nel Cap. 6."

R - Coefficienti di sicurezza parziali per le resistenze γ_R (Tabella 6.5.I - Tabella 6.8.I)				
Verifiche in condizioni statiche				
	Capacità portante	Scorrimento	Resistenza del terreno a valle	Stabilità globale
(R ₁)	1.0	1.0	1.0	-
(R ₂)	1.0	1.0	1.0	1.1
(R ₃)	1.4	1.1	1.4	-
Verifiche in condizioni sismiche				
TUTTT ⁽¹⁾	come sopra	come sopra	come sopra	come sopra

⁽¹⁾ Riferimento: punto 7.1.1.1: "Sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto, definita al Cap. 3, le opere e i sistemi geotecnici devono rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, con i requisiti di sicurezza indicati nel § 7.1. Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto, con i valori dei coefficienti parziali indicati nel Cap. 6."

Resistenza strutturale – Capacità portante – Scorrimento						
Approccio 1						
Verifiche in condizioni statiche						
Combinazione 1: A1 + M1 + R1						
Azioni A1	p. p. muro	spinte terre	vento	traffico	urto	sisma
	$\gamma_{G1} = 1.3$	$\gamma_{G1} = 1.3$	$\gamma_{Q1} = 1.5$	$\gamma_{Q2} \gamma_{Q3} = 1.5 \cdot 0.6 = 0.9$	$\gamma_{Q3} \gamma_{Q4} = 1.5 \cdot 0.6 = 0.9$	-
Materiali M1	$\tan(\varphi')$	c'	c_u	q_u	γ	
	$\gamma_{\varphi'} = 1.0$	$\gamma_{c'} = 1.0$	$\gamma_{cu} = 1.0$	$\gamma_{qu} = 1.0$	$\gamma_{\gamma} = 1.0$	
Resistenze R1	Capacità portante		Scorrimento		Resistenza terreno a valle	
	$\gamma_R = 1.0$		$\gamma_R = 1.0$		$\gamma_R = 1.0$	
Combinazione 2: A2 + M2 + R2						
Azioni A2	p. p. muro	spinte terre	vento	traffico	urto	sisma
	$\gamma_{G1} = 1.0$	$\gamma_{G1} = 1.0$	$\gamma_{Q1} = 1.3$	$\gamma_{Q2} \gamma_{Q3} = 1.3 \cdot 0.6 = 0.78$	$\gamma_{Q3} \gamma_{Q4} = 1.3 \cdot 0.6 = 0.78$	-
Materiali M2	$\tan(\varphi')$	c'	c_u	q_u	γ	
	$\gamma_{\varphi'} = 1.25$	$\gamma_{c'} = 1.25$	$\gamma_{cu} = 1.4$	$\gamma_{qu} = 1.6$	$\gamma_{\gamma} = 1.0$	
Resistenze R2	Capacità portante		Scorrimento		Resistenza terreno a valle	
	$\gamma_R = 1.0$		$\gamma_R = 1.0$		$\gamma_R = 1.0$	
Verifiche in condizioni sismiche						
Approccio 1 Combinazione 1: A1 unitari + M1 + R1						
Azioni A1 unitari	p. p. muro	spinte terre	vento	traffico	urto	sisma
	$\gamma_{G1} = 1.0$	$\gamma_{G1} = 1.0$	$\psi_{21} = 0.0$	$\psi_{22} = 0.0$	$\psi_{23} = 0.0$	1.0
Materiali M1	$\tan(\varphi')$	c'	c_u	q_u	γ	
	$\gamma_{\varphi'} = 1.0$	$\gamma_{c'} = 1.0$	$\gamma_{cu} = 1.0$	$\gamma_{qu} = 1.0$	$\gamma_{\gamma} = 1.0$	
Resistenze R1	Capacità portante		Scorrimento		Resistenza terreno a valle	
	$\gamma_R = 1.0$		$\gamma_R = 1.0$		$\gamma_R = 1.0$	
Approccio 1 Combinazione 2: A2 unitari + M2 + R2						
Azioni A2 unitari	p. p. muro	spinte terre	vento	traffico	urto	sisma
	$\gamma_{G1} = 1.0$	$\gamma_{G1} = 1.0$	$\psi_{21} = 0.0$	$\psi_{22} = 0.0$	$\psi_{23} = 0.0$	1.0
Materiali M2	$\tan(\varphi')$	c'	c_u	q_u	γ	
	$\gamma_{\varphi'} = 1.25$	$\gamma_{c'} = 1.25$	$\gamma_{cu} = 1.4$	$\gamma_{qu} = 1.6$	$\gamma_{\gamma} = 1.0$	
Resistenze R2	Capacità portante		Scorrimento		Resistenza terreno a valle	
	$\gamma_R = 1.0$		$\gamma_R = 1.0$		$\gamma_R = 1.0$	

Resistenza strutturale – Capacità portante – Scorrimento Approccio 2						
Verifiche in condizioni statiche						
A1 + M1 + R3						
Azioni A1	p. p. muro	spinte terre	vento	traffico	urto	sisma
	$\gamma_{G1} = 1.3$	$\gamma_{G1} = 1.3$	$\gamma_{Q1} = 1.5$	$\gamma_{Q2} \gamma_{Q3} = 1.5*0.6 = 0.9$	$\gamma_{Q3} \gamma_{Q4} = 1.5*0.6 = 0.9$	-
Materiali M1	$\tan(\varphi')$	c'	c_u	q_u	γ	
	$\gamma_{\varphi'} = 1.0$	$\gamma_{c'} = 1.0$	$\gamma_{cu} = 1.0$	$\gamma_{qu} = 1.0$	$\gamma_{\gamma} = 1.0$	
Resistenze R3	Capacità portante			Scorrimento		Resistenza terreno a valle
	$\gamma_R = 1.4$			$\gamma_R = 1.1$		$\gamma_R = 1.4$
Verifiche in condizioni sismiche						
A1 unitari + M1 + R3						
Azioni A1 unitari	p. p. muro	spinte terre	vento	traffico	urto	sisma
	$\gamma_{G1} = 1.0$	$\gamma_{G1} = 1.0$	$\psi_{21} = 0.0$	$\psi_{22} = 0.0$	$\psi_{23} = 0.0$	1.0
Materiali M1	$\tan(\varphi')$	c'	c_u	q_u	γ	
	$\gamma_{\varphi'} = 1.0$	$\gamma_{c'} = 1.0$	$\gamma_{cu} = 1.0$	$\gamma_{qu} = 1.0$	$\gamma_{\gamma} = 1.0$	
Resistenze R3	Capacità portante			Scorrimento		Resistenza terreno a valle
	$\gamma_R = 1.4$			$\gamma_R = 1.1$		$\gamma_R = 1.4$

Ribaltamento						
Verifiche in condizioni statiche						
EQU + M2 + R2						
Azioni A2	p. p. muro	spinte terre	vento	traffico	urto	sisma
	$\gamma_{G1} = 0.9$	$\gamma_{G1} = 1.1$	$\gamma_{Q1} = 1.5$	$\gamma_{Q2} \gamma_{Q3} = 1.5 \cdot 0.6 = 0.9$	$\gamma_{Q3} \gamma_{Q4} = 1.5 \cdot 0.6 = 0.9$	-
Materiali M2	$\tan(\varphi')$	c'	c_u	q_u	γ	
	$\gamma_{\varphi'} = 1.25$	$\gamma_{c'} = 1.25$	$\gamma_{cu} = 1.4$	$\gamma_{qu} = 1.6$	$\gamma_{\gamma} = 1.0$	
Resistenze R2	Capacità portante		Scorrimento		Resistenza terreno a valle	
	$\gamma_R = 1.0$		$\gamma_R = 1.0$		$\gamma_R = 1.0$	
Verifiche in condizioni sismiche						
EQU unitari + M2 + R2						
Azioni A2 unitari	p. p. muro	spinte terre	vento	traffico	urto	sisma
	$\gamma_{G1} = 1.0$	$\gamma_{G1} = 1.0$	$\psi_{21} = 0.0$	$\psi_{22} = 0.0$	$\psi_{23} = 0.0$	1.0
Materiali M2	$\tan(\varphi')$	c'	c_u	q_u	γ	
	$\gamma_{\varphi'} = 1.25$	$\gamma_{c'} = 1.25$	$\gamma_{cu} = 1.4$	$\gamma_{qu} = 1.6$	$\gamma_{\gamma} = 1.0$	
Resistenze R2	Capacità portante		Scorrimento		Resistenza terreno a valle	
	$\gamma_R = 1.0$		$\gamma_R = 1.0$		$\gamma_R = 1.0$	