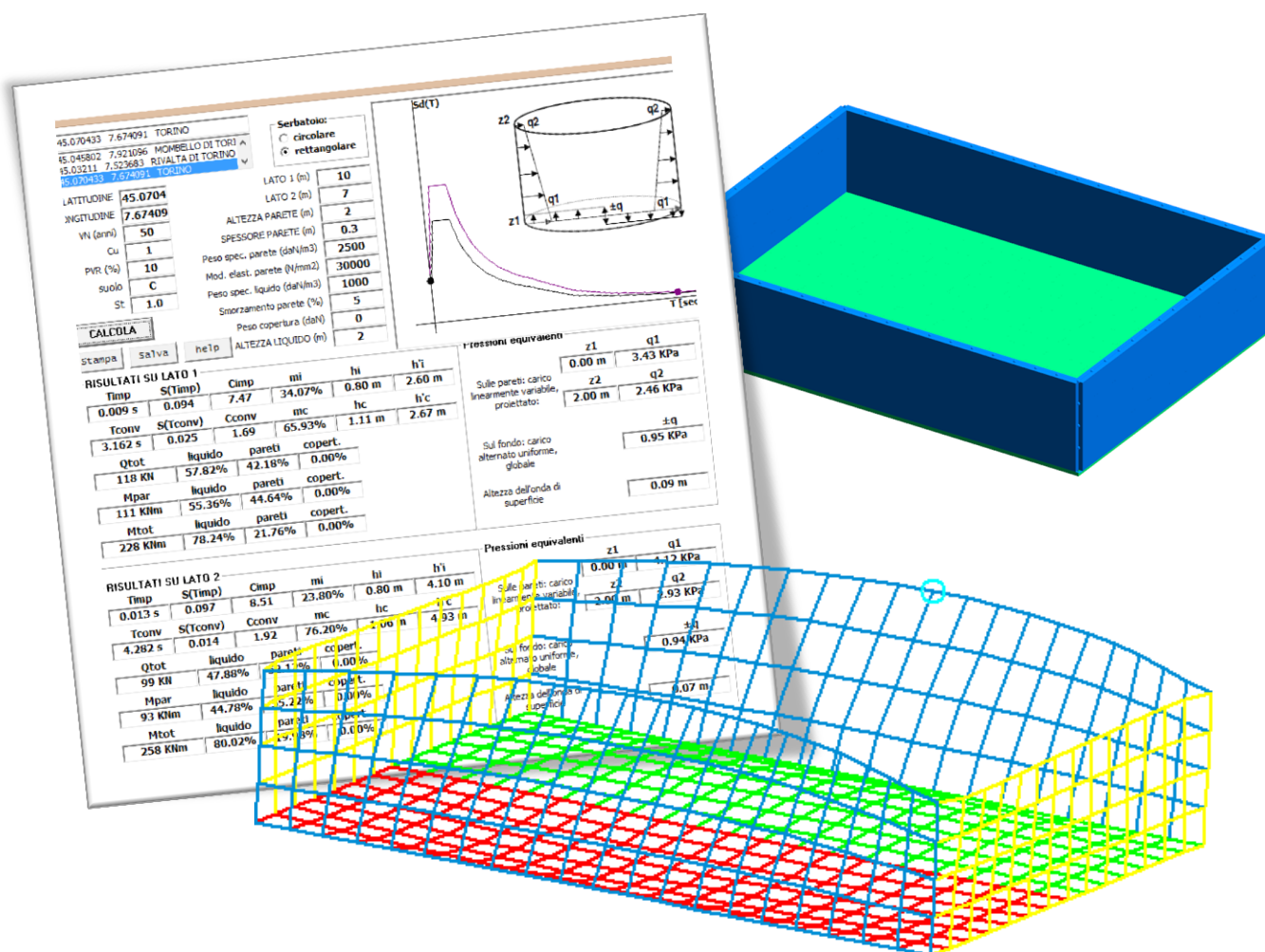




Tutorial VASCA INTERRATA

Applicazioni Pratiche



Nel seguito andremo a verificare una vasca interrata applicando l'azione sismica del fluido valutata con l'applicativo "Spinte Serbatoi EC8".

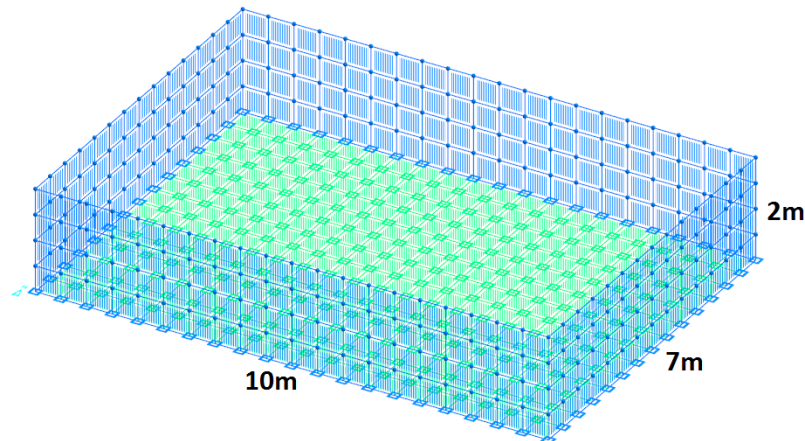
Si darà per scontata la creazione della struttura e l'inserimento dei carichi statici essendo questi argomenti già approfonditamente trattati all'interno del tutorial dedicato alle strutture in CA ("tut strutturainca" presente all'interno della cartella "Manuali".)

- Creiamo una vasca rettangolare in c.a. di dimensioni 10 m x 7 m profonda 2 m; spessore pareti 20 cm, spessore fondazione 30 cm (Winkler 5 daN/cm³). Applichiamo il blocco orizzontale ai nodi della piastra di fondazione.

N.B:

Per la guida dettagliata all'utilizzo del CAD 3D Struttura ed alla creazione della vasca si rimanda al tutorial "[tut_strutturainca](#)" presente all'interno della cartella "Manuali".

Creiamo una pianta 10 m x 7 m ed eseguiamo una mesh avente passo 50 cm delle pareti [BLU] della vasca (spessore 20 cm, altezza 2 m) e della piastra di fondazione [VERDE] (spessore 30 cm, winkler 5 daN/cm³).

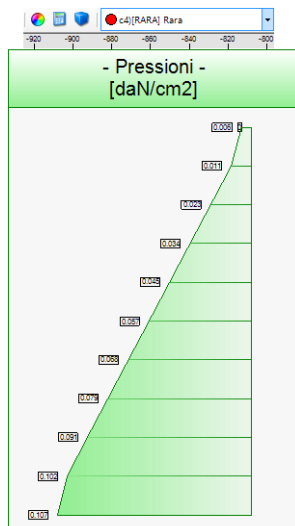
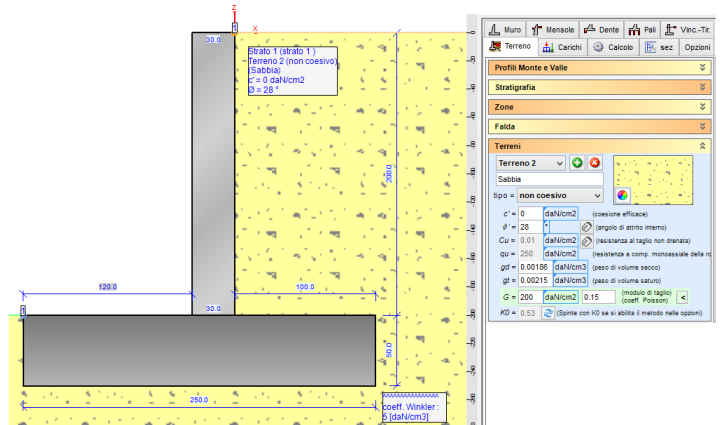


Si consiglia l'utilizzo del comando "Struttura → Gussi → Gestione spessori → Genera mesh a lato fisso" specificando 50 cm come passo.

- Valutiamo l'azione della spinta del terreno in Caso RARA da applicare (terreno $c'=0$ $\phi'=28^\circ$) al paramento interrato.

Utilizziamo IS Muri per valutare la spinta del terreno da applicare sulle pareti della vasca.

Apriamo IS Muri, impostiamo l'altezza paramento pari a 200 cm, impostiamo i parametri di resistenza del terreno, come descritto, e lanciamo l'analisi. Selezioniamo il caso Rara e leggiamo i valori sul grafico verde delle spinte.

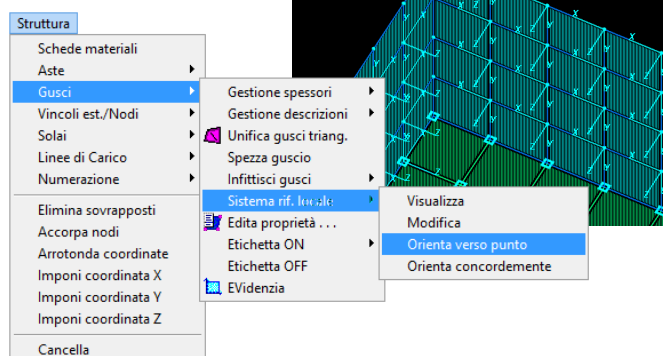


Selezionando la voce Rara vengono visualizzate le pressioni sul paramento in daN/cm², quindi nel CAD 3D Struttura dovremo applicare dei carichi linearmente variabili di intensità:

- 0.006 daN/cm² (testa muro)
- 0.107 daN/cm² (base paramento)

- **Orientiamo il sistema di riferimento dei gusci di parete concordemente verso l'interno della vasca in modo da poter applicare in modo agevole l'azione statica della spinta del terreno e della spinta dell'acqua.**

Eseguire il comando “Struttura → Gusci → Sistema di rif. locale → Orienta verso punto”, cliccare un nodo qualsiasi della fondazione e poi eseguire “SEL → Blu”. Tutti i gusci di parete verranno orientati in modo da avere le Z locali orientate all'interno della vasca



- **Assegniamo i carichi statici: peso proprio, acqua sulla fondazione, spinta acqua e spinta terreno.**

- “Carichi → Condizioni → Schede condizioni”, selezioniamo la condizione Peso Proprio e poi tramite il comando “Carichi → Peso Proprio → Assegna” selezioniamo tutta la struttura.
- Selezioniamo la condizione “Permanente” e poi tramite il comando “Carichi → Carichi gusci → Assegna” creiamo un nuovo carico “linearmente variabile” impostato in questo modo:

Carico gusci linearmente variabile

Identificatore: spinta terreno

Direzione: Z Sistema di riferimento: Locale

Livello z1: 200 cm Entità q1: 0.006 daN/cm2

Livello z2: 0 cm Entità q2: 0.107 daN/cm2

Ok Annulla

spinta terreno

e premendo “SEL → Blu” applichiamo tale carico su tutte le pareti.

- Realizziamo un altro carico linearmente variabile, impostato come da immagine, applicato anch'esso alle pareti blu:

Carico gusci linearmente variabile

Identificatore: spinta acqua

Direzione: Z Sistema di riferimento: Locale

Livello z1: 200 cm Entità q1: 0 daN/cm2

Livello z2: 0 cm Entità q2: -0.2 daN/cm2

Ok Annulla

spinta acqua

- Creiamo un carico distribuito rappresentante il peso dell'acqua sulla fondazione ed assegniamolo ai gusci verdi:

Carico distribuito gusci

Identificatore: acqua su fondazione

Sistema di riferimento: Globale

Direzione: Z Intensità: -0.2 daN/cm2

Ok Annulla

peso acqua

- **Utilizzo del programma Spinte Serbattoi EC8 per il calcolo dell'azione sismica da applicare al modello 3D; impostare il programma con i dati suddetti.**

Il programma Spinte Serbatoi viene avviato dal menu principale Dolmen. Occorre modificare il default di partenza secondo le seguenti voci:

Serbatoi in zona sismica secondo EC8

DATI

Serbatoio: ☐ circolare ☒ rettangolare

45.070433 7.674091 TORINO

LATITUDINE 45.0704 LONGITUDINE 7.67409

VN (anni) 50 Cu 1 PVR (%) 10 suolo C St 1.0

LATO 1 (m) 10 LATO 2 (m) 7

ALTEZZA PARETE (m) 2 SPESSORE PARETE (m) 0.3

Peso spec. parete (daN/m³) 2500 Mod. elast. parete (N/mm²) 30000

Peso spec. liquido (daN/m³) 1000 Smorzamento parete (%) 5

Peso copertura (daN) 0 ALTEZZA LIQUIDO (m) 2

CALCOLA

Stampa Salva help

RISULTATI

MODALITÀ SU LATO 1

Time	S(Time)	Cimp	mi	hi	h'i
0.009 s	0.094	7.47	34.07%	0.80 m	2.60 m
Tconv	S(Tconv)	Cconv	mc	hc	h'c
3.162 s	0.025	1.69	65.93%	1.11 m	2.67 m

Qtot liquido pareti copert.

118 KN 57.82% 42.18% 0.00%

Mpar liquido pareti copert.

111 KNm 55.36% 44.64% 0.00%

Mtot liquido pareti copert.

228 KNm 78.24% 21.76% 0.00%

Pressioni equivalenti

z1	q1
0.00 m	3.43 KPa
z2	q2
2.00 m	2.46 KPa
Sulle pareti: carico linearmente variabile proiettato:	
Sul fondo: carico alternato uniforme, globale	
±q	
0.95 KPa	
Altezza dell'onda di superficie	
0.09 m	

RISULTATI SU LATO 2

Time	S(Time)	Cimp	mi	hi	h'i
0.013 s	0.097	8.51	23.80%	0.80 m	4.10 m
Tconv	S(Tconv)	Cconv	mc	hc	h'c
4.282 s	0.014	1.92	76.20%	1.06 m	4.93 m

Qtot liquido pareti copert.

99 KN 47.88% 52.12% 0.00%

Mpar liquido pareti copert.

93 KNm 44.78% 55.22% 0.00%

Mtot liquido pareti copert.

258 KNm 80.02% 19.98% 0.00%

Pressioni equivalenti

z1	q1
0.00 m	4.12 KPa
z2	q2
2.00 m	2.93 KPa
Sulle pareti: carico linearmente variabile proiettato:	
Sul fondo: carico alternato uniforme, globale	
±q	
0.94 KPa	
Altezza dell'onda di superficie	
0.07 m	

Grazie a questo applicativo otteniamo le azioni da applicare sui gusci del modello 3D per rappresentare l'effetto del fluido e della vasca in condizioni sismiche.

Si ottengono i seguenti risultati:

- Lato 10m:
 - spinta su parete linearm. variabile = 3.43 KPa (0.0343 daN/cm²) [quota 0cm]
2.46 KPa (0.0246 daN/cm²) [quota 200cm]
 - Carico uniforme sul fondo = ± 0.95 KPa (0.0095 daN/cm²)
- Lato 7m:
 - spinta su parete linearm. variabile = 4.12 KPa (0.0412 daN/cm²) [quota 0cm]
2.93 KPa (0.0293 daN/cm²) [quota 200cm]
 - Carico uniforme sul fondo = ± 0.94 KPa (0.0094 daN/cm²)

N.B. Per maggiori dettagli e spiegazioni sul modulo Spinte Serbatoi EC8 si rimanda al file ["Serbatoi ec8.pdf"](#) presente nella cartella "Manuali".

- Applichiamo i carichi appena calcolati alle pareti ed alla fondazione della vasca interrata inserendoli in due condizioni create a mano: SISMAX (per i carichi relativi al lato da 7m) e SISMAX (per i carichi relativi al lato da 10m).

N.B.

Non è necessario eseguire il calcolo sismico automatico della struttura nell'ambiente 3D, in quanto il programma "Spinte Serbatoi EC8" fornisce dei valori di azioni agenti che contemplano anche le masse sismiche delle pareti e della eventuale copertura del serbatoio.

È possibile inserire i carichi aiutandosi con dei cambi di colore ad hoc.

Creiamo due condizioni di carico:

- nome: SismaX
categoria NTC18 : SismaX SLU (st lin)
- nome: SismaY
categoria NTC18 : SismaY SLU (st lin)

Schede condizioni

Num.	Nome	Coeff.	N° carichi	Categoria in NTC2018	Categoria in norme preced
001)	Peso proprio	1	0	Peso proprio	Altro ...
002)	Permanente	1	0	Permanente	Altro ...
003)	SISMAX	1	0	Sisma X SLU (st lin)	Altro ...
004)	SISMAX	1	0	Sisma Y SLU (st lin)	Altro ...

Condizione

Nome: [max 20 caratteri]
SISMAX

Coefficiente:
1.

Categoria secondo NTC 2018
Sisma X SLU (st lin)

Categoria secondo norme precedenti
Permanente

Ok Annulla

Condizione

Nome: [max 20 caratteri]
SISMAX

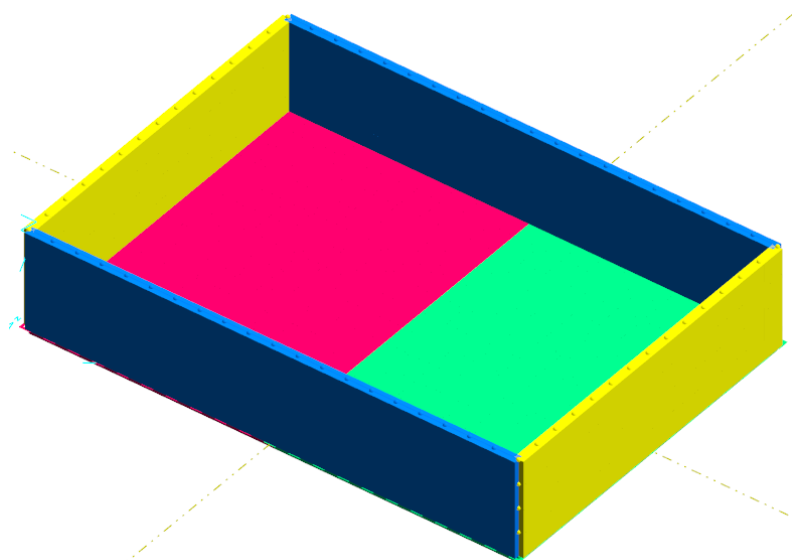
Coefficiente:
1.

Categoria secondo NTC 2018
Sisma Y SLU (st lin)

Categoria secondo norme precedenti
norme precedenti

Annulla

Modifichiamo i colori della vasca nel seguente modo:



- pareti 7 m = gialle
- pareti 10 m = blu
- metà fondazione lato 7 m = rosso (// asse Y)
- metà fondazione lato 7 m = verde (// asse Y)

Assegniamo i carichi sismici:

- “Carichi → Condizioni → Schede condizioni”, selezioniamo la condizione SISMAX. Tramite il comando “Carichi → Carichi gusci → Assegna”, creiamo un carico linearmente variabile impostato nel seguente modo:

Carico gusci linearmente variabile

Identificatore: SismaX parete 7

Direzione: X Sistema di riferimento: Globale

Livello z1: 200 cm Entità q1: 0.0293 daN/cm2

Livello z2: 0 cm Entità q2: 0.0412 daN/cm2

Ok Annulla

SismaX pareti 7m

lo applichiamo alle pareti gialle da 7 m tramite il comando “SEL→ Giallo”

- Mantenendo attiva la condizione SISMAX, assegniamo un carico distribuito sulla fondazione. Tale valore, dato in doppio segno dal programma “SpinteSerbatoiEC8”, deve essere applicato in compressione sul tratto di fondazione verde e in trazione sul tratto rosso. Creiamo i seguenti carichi:

Carico distribuito gusci

Identificatore: q fond pos 7 m

Sistema di riferimento: Globale

Direzione: Z

Intensità: 0.0094 daN/cm2

Ok Annulla

SismaX fondazione 7m

carico positivo da applicare alla parte rossa della fondazione tramite il comando SEL Rosso

Carico distribuito gusci

Identificatore: q fond neg 7 m

Sistema di riferimento: Globale

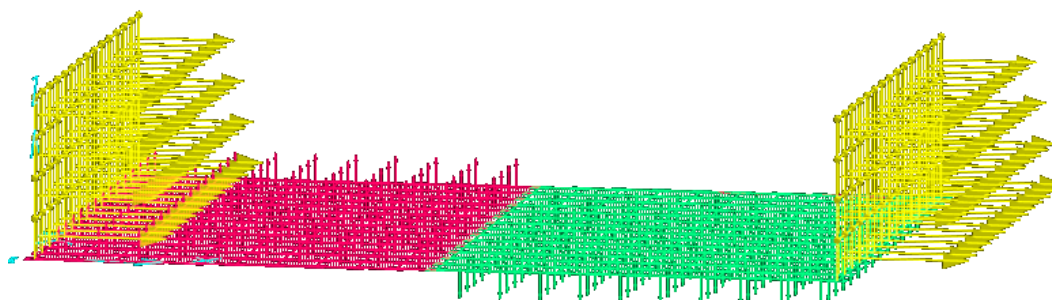
Direzione: Z

Intensità: -0.0094 daN/cm2

Ok Annulla

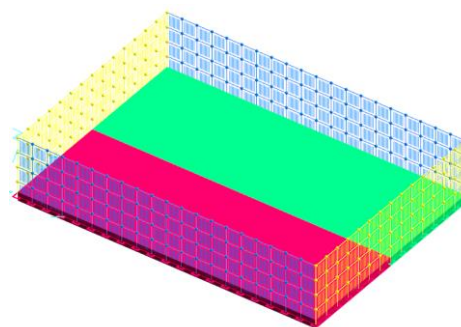
carico negativo da applicare alla parte verde della fondazione tramite il comando SEL Verde

Aumentando la scala grafica dei vettori dei carichi (“Carichi → Fattori di scala... → Carichi distribuit. Superficie”) si vedrà una distribuzione di carichi di questo tipo per la condizione SISMAX:



Cambiamo direzione al colore della fondazione: zona rossa (vicino all'origine) e zona verde // ad X (come in figura).

- “Carichi → Condizioni → Schede condizioni”, selezioniamo la condizione SISMAY. Tramite il comando “Carichi → Carichi gusci → Assegna”, creiamo un carico linearmente variabile impostato nel seguente modo:



SismaY pareti 10m

Carico gusci linearmente variabile

Identificatore: SismaY parete 10

Direzione: Y Sistema di riferimento: Globale

Livello z1: 0 cm Entità q1: 0.0343 daN/cm2

Livello z2: 200 cm Entità q2: 0.0246 daN/cm2

Ok Annulla

lo applichiamo alle pareti blu da 10 m tramite il comando SEL Blu

- Mantenendo attiva la condizione SISMAY, assegniamo un carico distribuito sulla fondazione. Tale valore, dato in doppio segno dal programma “SpinteSerbatoiEC8”, deve essere applicato in compressione sul tratto di fondazione verde e in trazione sul tratto rosso. Creiamo i seguenti carichi:

Carico distribuito gusci

Identificatore: q fond pos 10 m

Sistema di riferimento: Globale

Direzione: Z

Intensità: 0.0095 daN/cm2

Ok Annulla

SismaY fondazione 10m

carico positivo da applicare alla parte rossa della fondazione tramite il comando SEL Rosso

Carico distribuito gusci

Identificatore: q fond neg 10 m

Sistema di riferimento: Globale

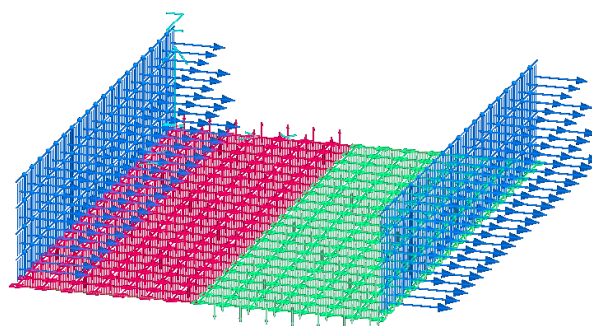
Direzione: Z

Intensità: -0.0095 daN/cm2

Ok Annulla

carico negativo da applicare alla parte verde della fondazione tramite il comando SEL Verde

Aumentando la scala grafica dei vettori dei carichi, per la condizione SISMAY si vedrà una distribuzione di carichi di questo tipo:



Riassumendo:

- condizioni di carico:

Schede condizioni					
Nuova scheda		Modifica scheda		Elimina scheda	
Num.	Nome	Coeff.	N° carichi	Categoria in NTC2018	Categoria in norme prec
<input checked="" type="radio"/> 001)	Peso_proprio	1	552	Peso proprio	Altro ...
<input type="radio"/> 002)	Permanente	1	824	Permanente	Altro ...
<input type="radio"/> 003)	SISMAX	1	392	Sisma X SLU (st lin)	Permanente
<input type="radio"/> 004)	SISMAY	1	440	Sisma Y SLU (st lin)	Permanente

- schede carichi guscio:

Schede carichi gusci

Nuova scheda

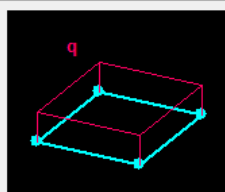
Modifica scheda

Duplica scheda

Elimina scheda

<<

Num.	Tipo	Dir.	Sist. rif.
<input type="radio"/> 001)	Linearm. variab.	Z	locale
<input type="radio"/> 002)	Linearm. variab.	Z	locale
<input type="radio"/> 003)	Distribuito	Z	globale
<input type="radio"/> 004)	Linearm. variab.	X	globale
<input type="radio"/> 005)	Distribuito	Z	globale
<input type="radio"/> 006)	Distribuito	Z	globale
<input type="radio"/> 007)	Linearm. variab.	Y	globale
<input type="radio"/> 008)	Distribuito	Z	globale
<input checked="" type="radio"/> 009)	Distribuito	Z	globale



Intensità $q = -0.009 \text{ daN/cm}^2$

CARICO GUSCI 009

Carico distribuito

qfondneg10m

Riferimento globale

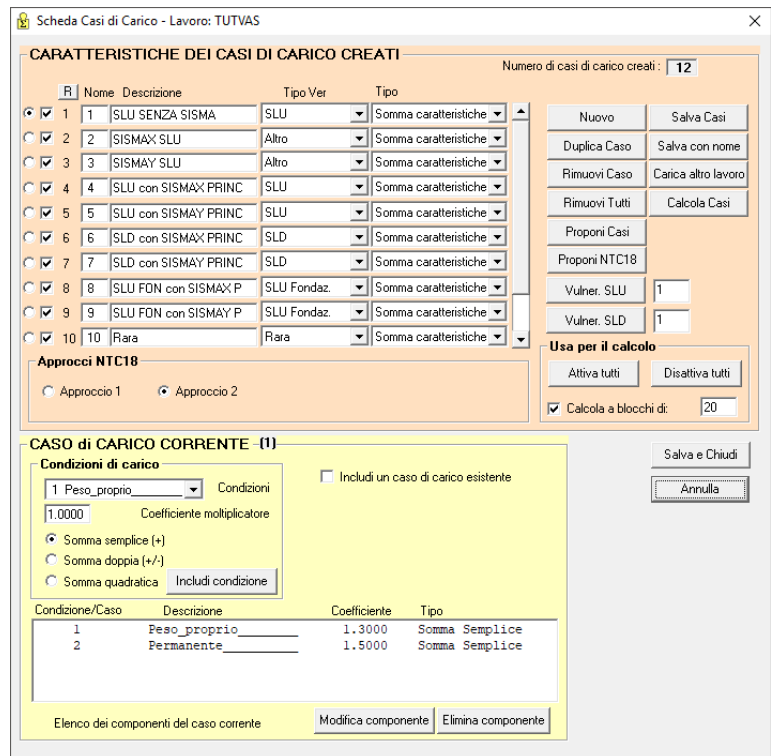
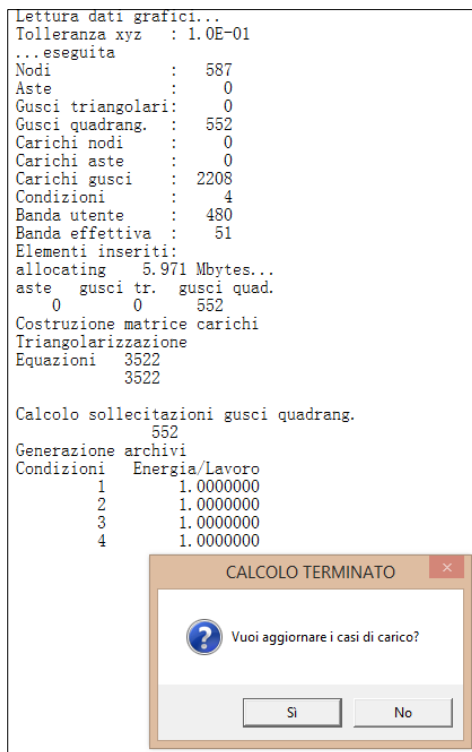
Direzione Z

- esplora carichi:
(comando “Carichi
→ Condizioni →
Esplora”)

Carichi nelle condizioni	
<ul style="list-style-type: none"> 001) Peso_proprio [Peso proprio] <ul style="list-style-type: none"> 552 pesi propri gusci 002) Permanente [Permanente] <ul style="list-style-type: none"> 824 carichi su gusci <ul style="list-style-type: none"> 272 tipo n. 001) Linearm. variab. Z locale 0.107 -> 0.006 daN/cm2 spintaterreno 272 tipo n. 002) Linearm. variab. Z locale -0.200 -> 0.000 daN/cm2 spintaacqua 280 tipo n. 003) Distribuito Z globale -0.200 daN/cm2 acquasufondazione 003) SISMAX [Sisma X SLU (st lin)] <ul style="list-style-type: none"> 392 carichi su gusci <ul style="list-style-type: none"> 112 tipo n. 004) Linearm. variab. X globale 0.041 -> 0.029 daN/cm2 SismaXparete7 140 tipo n. 005) Distribuito Z globale 0.009 daN/cm2 qfondpos7m 140 tipo n. 006) Distribuito Z globale -0.009 daN/cm2 qfondneg7m 004) SISMAY [Sisma Y SLU (st lin)] <ul style="list-style-type: none"> 440 carichi su gusci <ul style="list-style-type: none"> 160 tipo n. 007) Linearm. variab. Y globale 0.034 -> 0.025 daN/cm2 SismaYparete10 140 tipo n. 008) Distribuito Z globale 0.009 daN/cm2 qfondpos10m 140 tipo n. 009) Distribuito Z globale -0.009 daN/cm2 qfondneg10m 	<ul style="list-style-type: none"> Evidenzia Taglia Copia Incolla Elimina Report

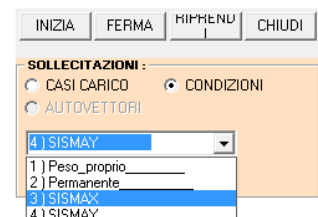
- Eseguiamo il calcolo delle sollecitazioni e creiamo i Casi di carico di default.

Tramite il menu “Calcolo → Calcolo Sollecitaz.” avviamo l’analisi delle sollecitazioni. Al termine del calcolo premiamo “Sì” per aggiornare i casi di carico e creiamo quelli di default cliccando “Proponi NTC18”. Premiamo “Calcola Casi” poi “Salva e Chiudi”.

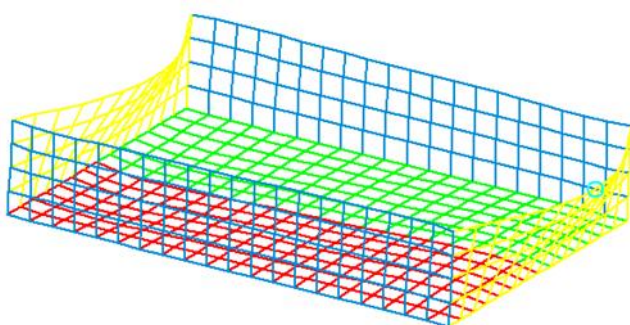


- Visualizziamo le deformazioni animate e le pressioni sul terreno nelle condizioni SismaX e SismaY.

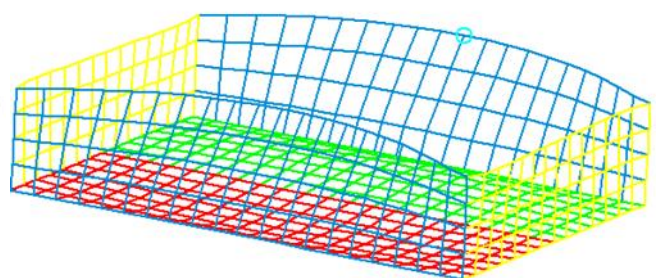
Selezioniamo il comando “Risultati → Deformate animate”;
 posizioniamo il pallino su “Condizioni” e poi scegliamo, una alla volta, le condizioni sismiche per vedere i movimenti della struttura:



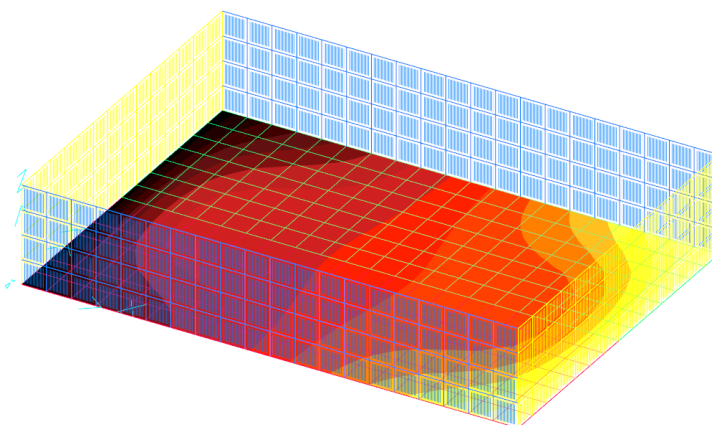
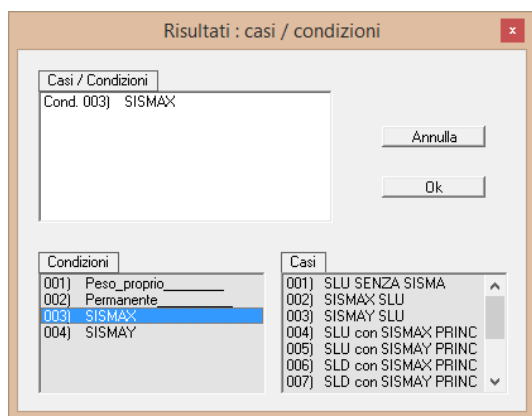
3) SISMAX



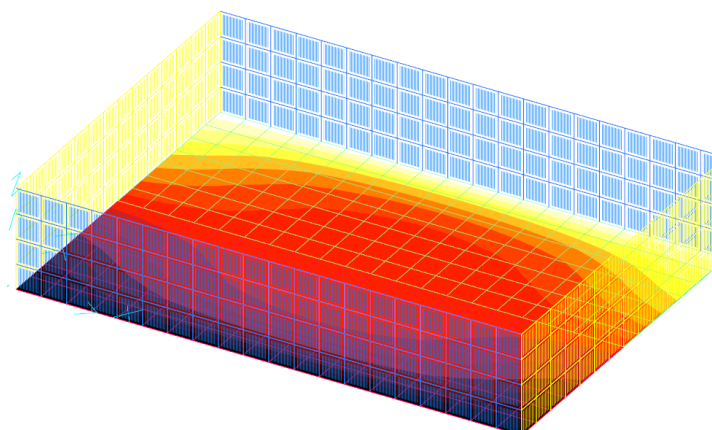
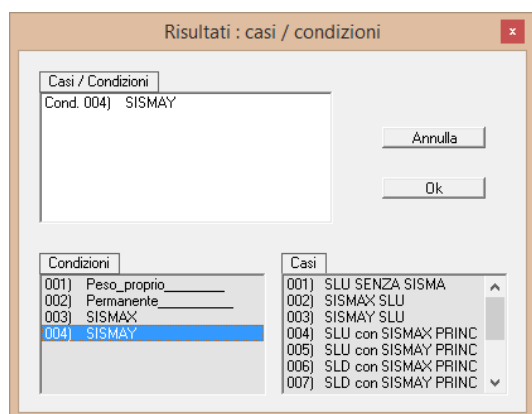
4) SISMAY



Selezioniamo il comando “Risultati → Scelta casi e condizioni”. Si aprirà un pannello nel quale si deve selezionare “003) SISMAX” nella colonna delle condizioni, poi premere “Ok”; ora con il comando “Risultati → Pressioni → Carica” e poi “Ok”, a monitor verranno mostrate le pressioni sul terreno nella condizione SISMAX:



Selezioniamo il comando “Risultati → Scelta casi e condizioni”. Si aprirà un pannello nel quale si deve selezionare “004) SISMAX” nella colonna delle condizioni, poi premere “Ok”; ora con il comando “Risultati → Pressioni → Carica” e poi “OK”, a monitor verranno mostrate le pressioni sul terreno nella condizione SISMAX:



La vasca interrata è calcolata; ora occorre verificare ogni singolo elemento parete e la piastra di fondazione tramite il programma “Piastr e Setti”. Per la verifica dei singoli elementi bidimensionali si rimanda al file “[tut_piastr e setti.pdf](#)” presente nella cartella “Manuali”.