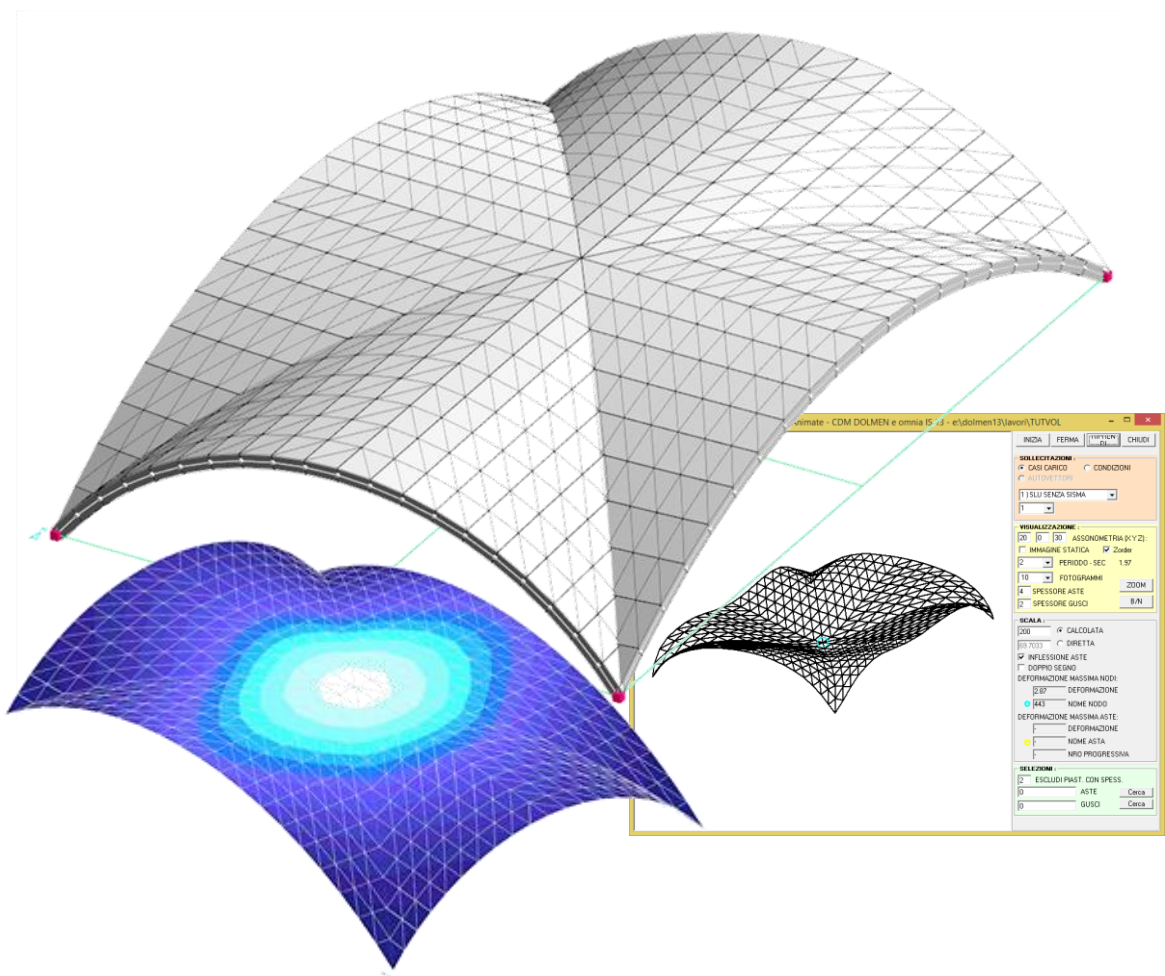


Tutorial VOLTE

Applicazioni Pratiche: Calcolo e progetto di una volta in muratura



Nel seguito si costruirà il modello di una volta in mattoni pieni.

Nell'ambiente grafico tridimensionale è possibile modellare qualsiasi tipo di volta in materiale qualsivoglia tramite la discretizzazione in elementi guscio.

Si potrebbe creare la volta direttamente nel modello di una struttura in muratura ma si appesantirebbe il modello per nulla; nel modello della struttura in muratura portante simuleremo la ripartizione dei carichi delle volte tramite appositi solai e in un secondo lavoro modelleremo la volta con la sua esatta geometria.

- **Creare una scheda di materiale contenente le proprietà del materiale muratura:**

[muratura di mattoni pieni]

$E = 18000 \text{ daN/cm}^2$

$\nu = 0.2$

$G = 3000 \text{ daN/cm}^2$

$\gamma = 1800 \text{ daN/m}^3$

modulo di elasticità normale

coeff. di Poisson

modulo di elasticità tangenziale

peso specifico

Utilizzare “Struttura – Schede materiali” e creare una “Nuova Scheda”.

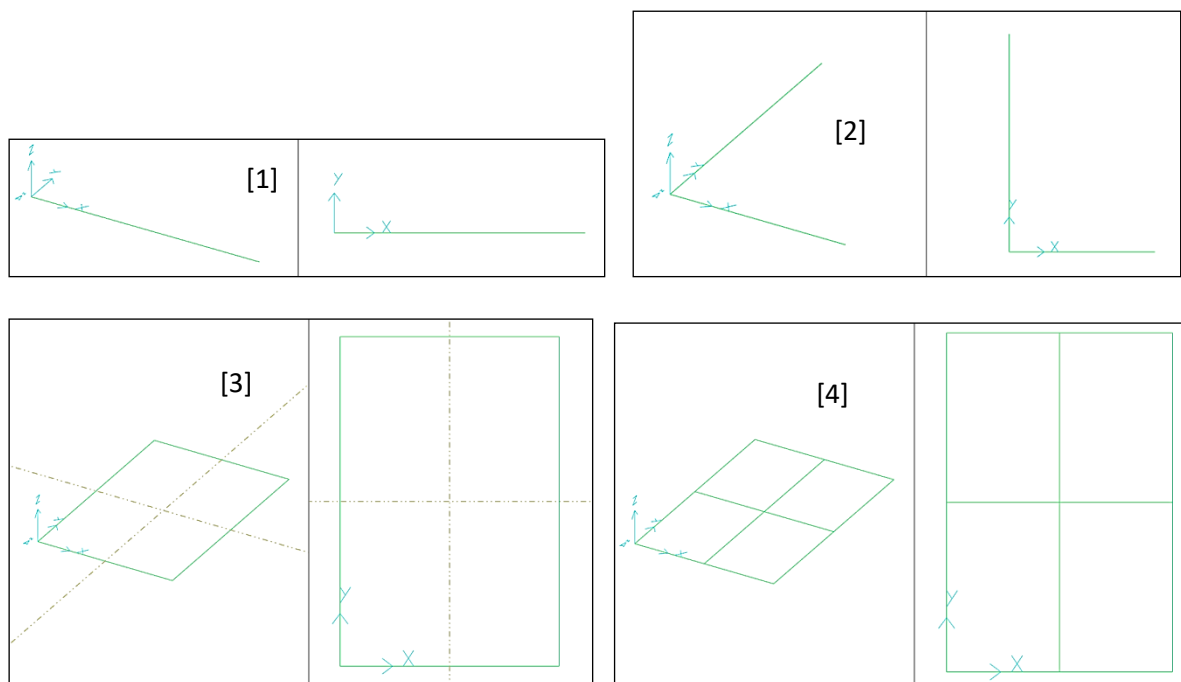
- **Disegno della proiezione orizzontale della volta;**

Disegnare in un piano XY a quota zero un rettangolo di 6m per 9m con le rispettive linee medie.

Lanciare il comando “Geometria → Disegno → Segmento → Segmento // X”, cliccare l’origine (primo punto del segmento), digitare 600 (cm) e premere invio [1].

Lanciare il comando “Geometria → Disegno → Segmento → Segmento // Y”, cliccare l’origine (primo punto del segmento appena creato), digitare 900 (cm) e premere invio [2], cliccare il secondo vertice del segmento creato prima lungo X e premere invio e con il comando “Geometria → Disegno → Segmento → Segmento per 2 punti” chiudere il rettangolo. Creare le linee di costruzione medie con il comando “Geometria → Costruzioni → Linea media” e cliccare i due segmenti tra loro paralleli facendo apparire le linee di costruzione medie [3].

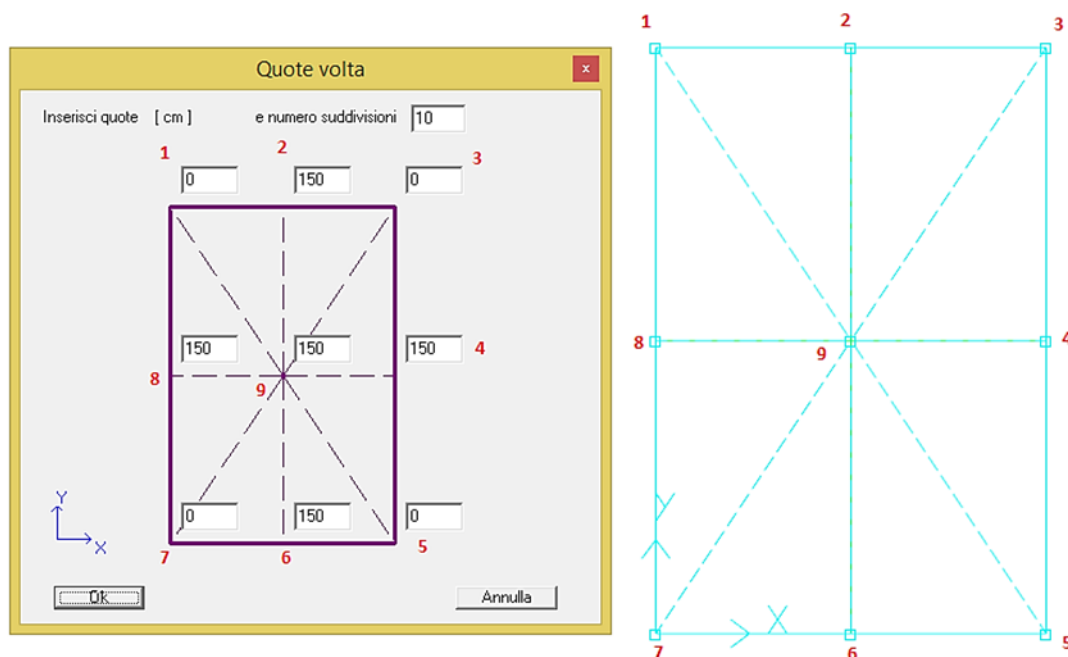
Lanciare il comando “Geometria → Disegno → Segmento → Segmento per 2 punti” creare i due segmenti rappresentanti le mediane dei lati del rettangolo [4].



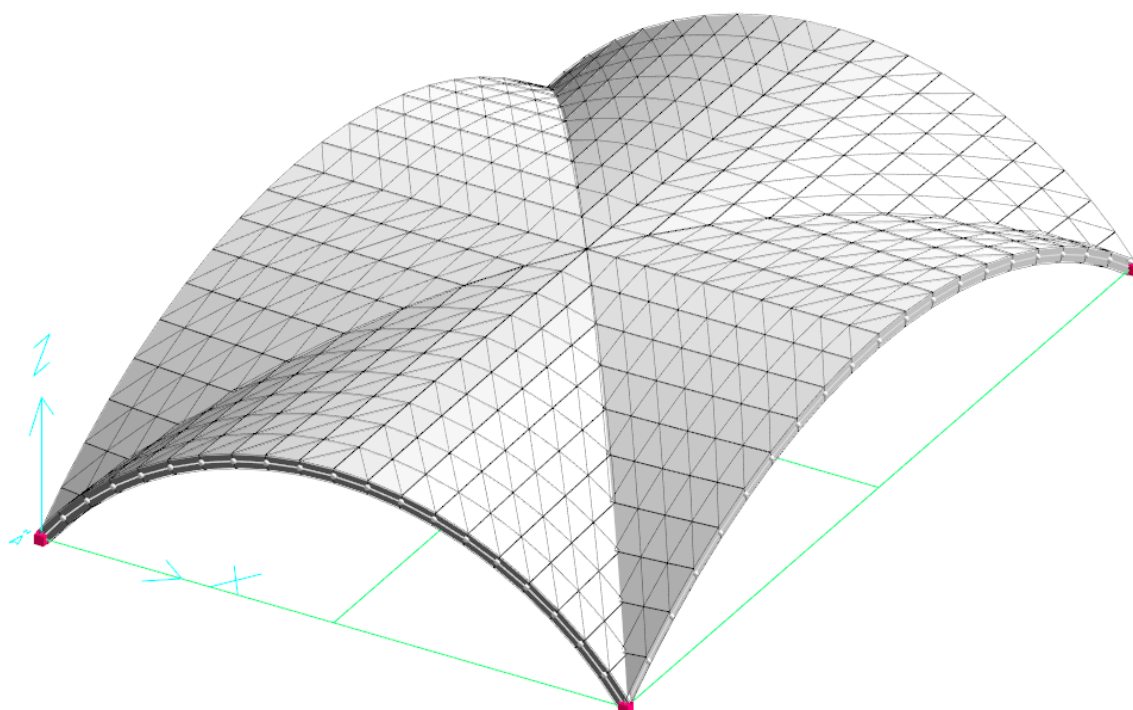
- **Creazione della volta di spessore 20 cm con appoggi incastrati sui 4 estremi e altezza 1.5m negli altri punti notevoli;**

Avviamo il comando “Struttura → Gusci → Gestione spessori → Genera mesh per volta”, creiamo una scheda con spessori 20cm sia di piastra che di membrana e selezioniamo i 9 punti notevoli in pianta; nei 4 punti sui 4 estremi impostiamo 0 come quota e impostiamo 150 in tutti gli altri. Infine modifichiamo in “incastro” i 4 nodi di appoggio.

Nella schermata dedicata all'inserimento delle quote inserirle come da immagine sottostante avendo selezionato i punti in pianta nell'ordine specificato in questo esempio:



Premendo "Ok" verrà generata nell'ambiente grafico la volta; tramite il comando "Struttura → Vincoli est.nodi → Gestione vincoli → Modifica" selezioniamo il tipo vincolo "Incastro" e assegniamolo ai 4 nodi di appoggio.



- Assegniamo i carichi sulla volta: peso proprio, 200 daN/m² di permanente e 200 daN/m² di variabile;

Comando "Carichi → Condizioni → Schede condizioni", selezionare la condizione 1 (peso proprio) e lanciare il comando "Carichi → Peso proprio → Assegna" e selezionare tutto.

Spostare la selezione della condizione sulla seconda (permanente), creare il carico su gusci con il comando “Carichi → Carichi gusci → Assegna”, quindi “Nuova → Carico distribuito” e impostiamo:

- Identificatore = permanente
- Sistema di riferimento = Globale
- Direzione = Z
- Intensità = -200 daN/m^2

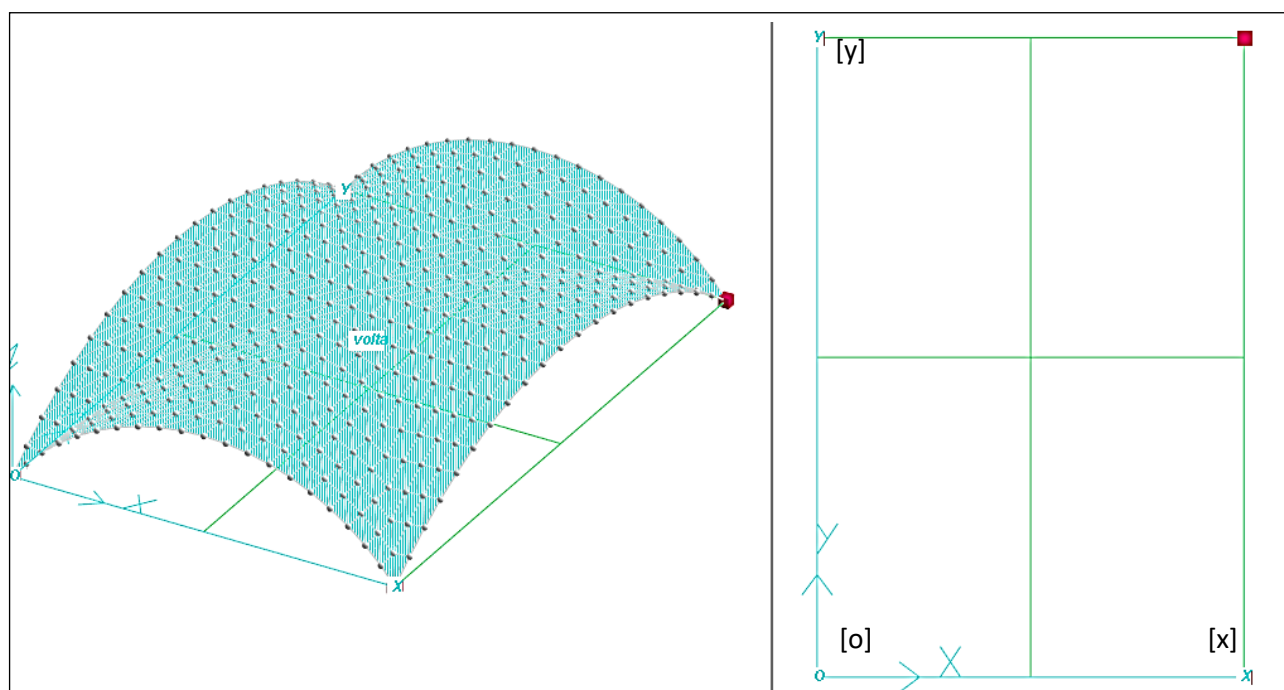
e selezioniamo tutta la volta per assegnare questo carico; il comando è ancora attivo, quindi spostiamo la selezione delle condizioni di carico su “Variabile”, creiamo un nuovo carico su gusci nell’apposito pannello ancora aperto impostandolo come segue:

- Identificatore = variabile
- Sistema di riferimento = Globale
- Direzione = Z
- Intensità = -200 daN/m^2

e selezioniamo tutta la volta per assegnare questo carico.

- **Creazione del macroguscio della volta;**

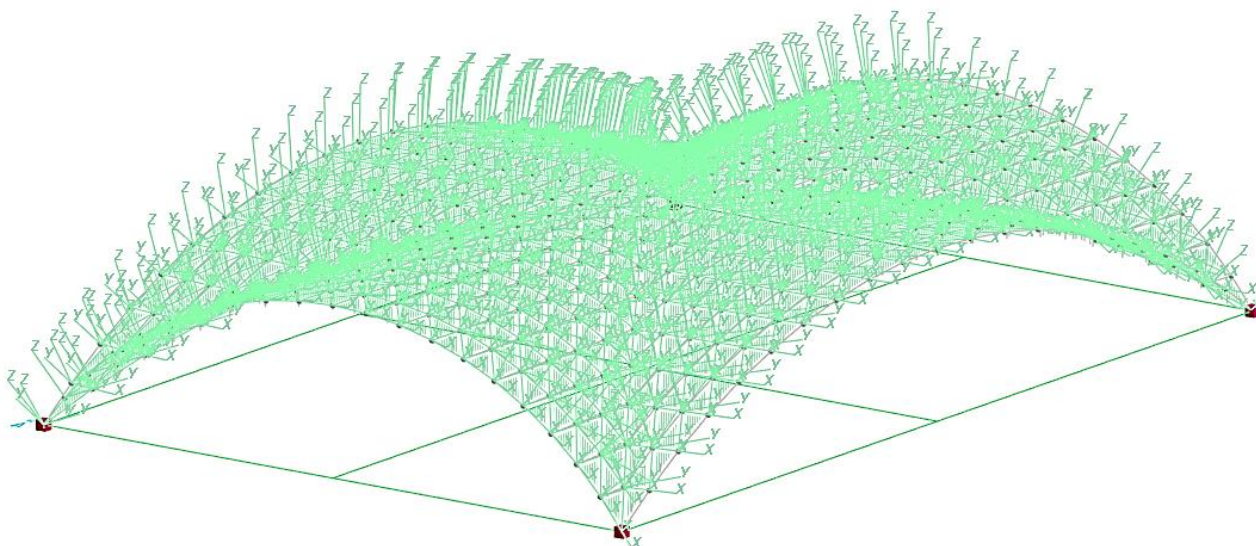
Tramite il comando “Carpenterie → Macrogetti → Crea” si deve definire il macroguscio della volta: inserire una definizione (volta), cliccare il punto di origine (nodo incastrato in basso a sinistra) [o], punto per direzione X (nodo incastrato in basso a destra) [x], punto per direzione Y (nodo incastrato in alto a sinistra) [y] e selezioniamo tutti i gusci.



- **Uniformiamo l’orientamento dei gusci con il comando “orienta concordemente”;**

Ai fini di ottenere un risultato numericamente più preciso e graficamente più uniforme sarebbe utile utilizzare un comando apposito per riordinare in modo concorde tutti i gusci.

Tale comando si attiva dal menu “Struttura → Gusci → Sistema rif. Locale → orienta concordemente” e chiede di ridefinire un sistema di riferimento, diamo nuovamente il riferimento come al punto precedente della presente guida. Selezioniamo tutti i gusci per ottenere graficamente:



Eeguire tale orientamento non è fondamentale ai fini del calcolo e della successiva verifica ma è raccomandato in quanto migliora la precisione del calcolo e permette di ottenere graficamente risultati più uniformi e facilmente leggibili.

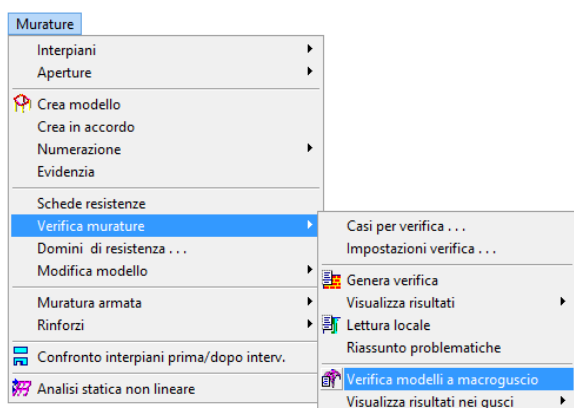
- **Eseguiamo il calcolo delle sollecitazioni, creiamo i casi di carico standard;**

Tramite il comando “Calcolo → Calcolo sollecitaz.” avviamo l’analisi e alla domanda “Vuoi aggiornare i casi di carico” premiamo “SI” selezionando poi il tasto “Proponi NTC18” per far generare tramite il tasto “Esegui” tutti i casi di carico in automatico.

Premiamo “Calcola Casi” per avviare il calcolo automatico delle combinazioni appena create e al termine chiudiamo tramite il tasto “Salva e chiudi”.

- **Eseguiamo la verifica della volta impostando come tensioni massime i valori 85 daN/cm² a compressione e 2 daN/cm² a trazione;**

Tramite il comando “Murature → Verifica murature → Verifica modelli a macroguscio”, impostiamo i valori di tensione massima separando con la virgola la tensione massima di compressione da quella a trazione (85, 2) e selezioniamo il macroguscio in oggetto.



Con il comando “Risultati → Altri risultati → Carica → MURATURE: coeff. sic.” viene visualizzata a monitor la mappatura colorata di fattori di sicurezza calcolati su tutti gli elementi.

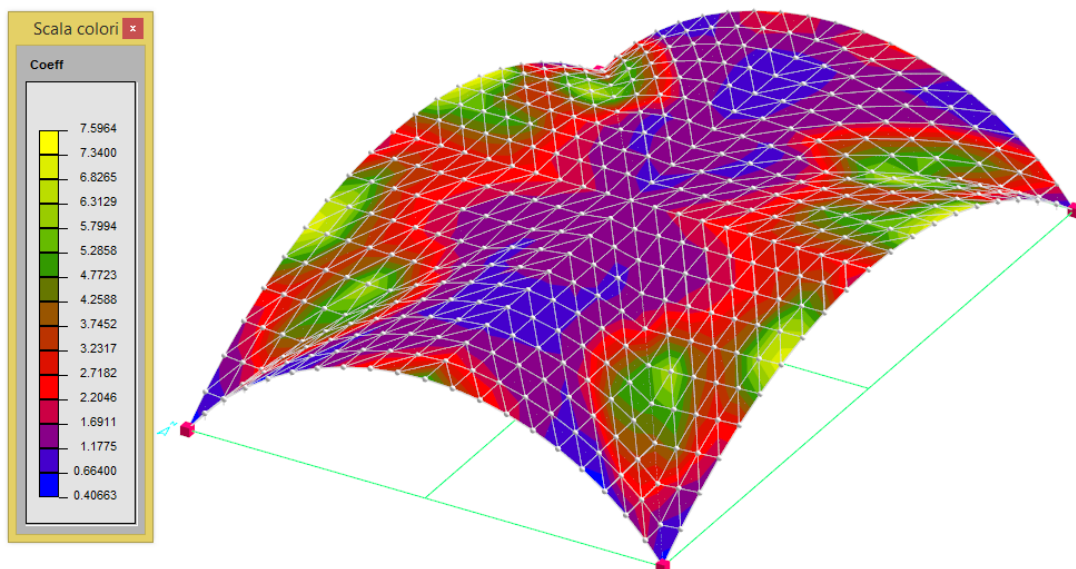


Fig.1 - Fattori di sicurezza

Le zone con valore di fattore di sicurezza < 1 risultano non verificate (in colore blu in questo esempio).

Sempre in “Risultati → Altri risultati → Carica” selezioniamo le sigma inferiori e poi quelle superiori per vedere nel dettaglio le sigma differenziate fra le fibre al lembo superiore e inferiore:

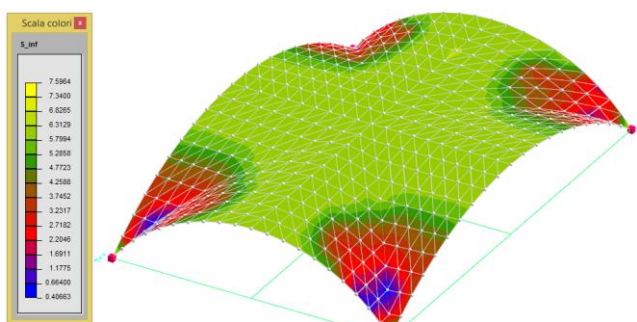


Fig.2 – Sigma inferiori

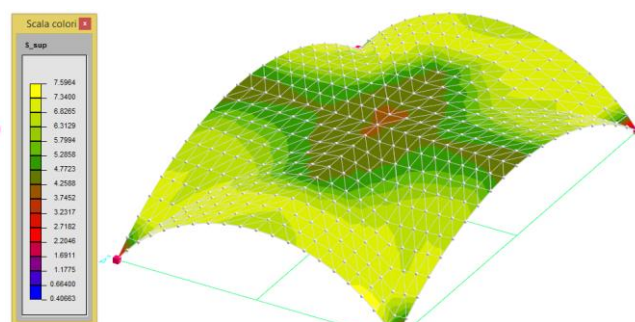


Fig.3 – Sigma superiori

Ulteriori utili risultati li si ottiene tramite il Menu dei risultati e ad esempio selezionando gli spostamenti lungo l’asse Z si ottiene il seguente risultato:

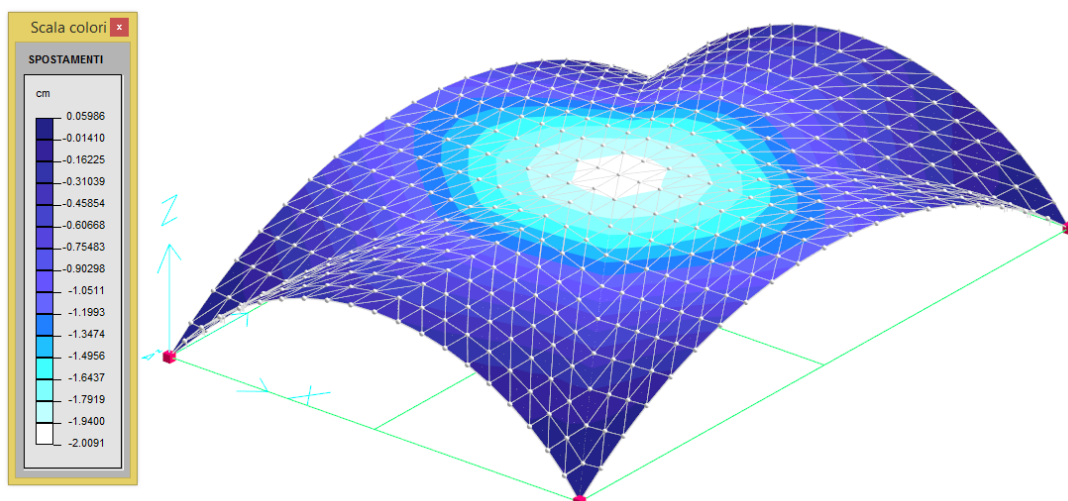


Fig.4 – Spostamenti massimi lungo Z