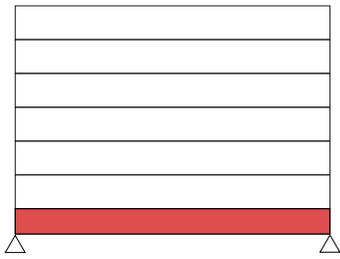


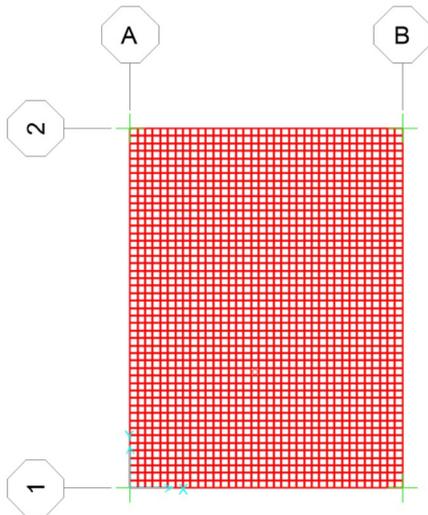
ESERCITAZIONE DIMENSIONAMENTO GRATICCIO



In questa esercitazione si proverà a dimensionare un graticcio in **cls** di dimensioni **18m x 24m**, poggiato su **4 pilastri** disposti ai rispettivi vertici.

Si ipotizza che il graticcio dovrà sostenere **6 piani** e il **proprio peso** e che il peso di un piano equivale a **12 KN/m²** (coeff. di sicurezza inclusi). Il peso complessivo dei 6 piani sarà pertanto uguale a **72 KN/m²**.

1. STRUTTURA CONTINUA EQUIVALENTE



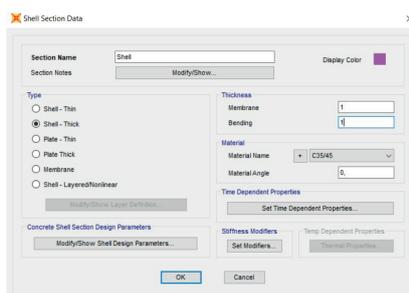
Prima di iniziare con il vero e proprio dimensionamento del graticcio lavoreremo con una **struttura continua equivalente** avente le medesime dimensioni del nostro graticcio.

Questa fase è importante perchè ci permette di avere un ordine di grandezza delle sollecitazioni che poi utilizzeremo per progettare il graticcio.

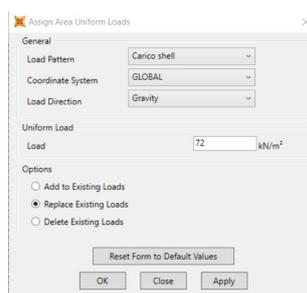
Una volta definita l'area e assegnato i 4 vincoli cerniera ai vertici della shell è importante che tale area venga **discretizzata** per ottenere dei risultati più accurati, pertanto usiamo il comando Divide Areas dando ai quadrilateri una dimensione di **0,50x 0,50m**.

Succesivamente definisco i seguenti passaggi:

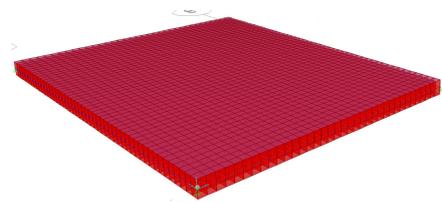
- Inserimento Load pattern senza considerare il peso proprio
- Definizione del materiale (C35/45)
- Definizione Area Section (Shell- Thick) con spessore di membrana e bending pari a 1m (fig.1)
- Assegnazione carico shell uniformemente distribuito di tutti i piani pari a 72 KN/m² (fig.2)



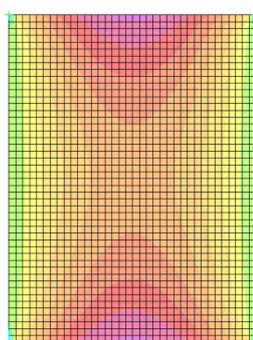
(fig. 1)



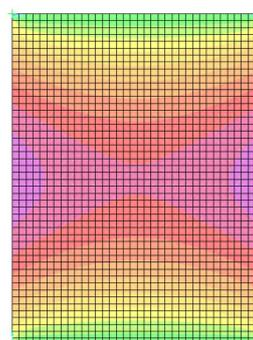
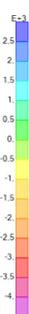
(fig. 2)



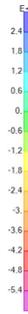
La sollecitazione prevalente in un graticcio è il **momento flettente**, pertanto lanciando l'analisi posso visualizzare, mediante scala di colori, i relativi risultati osservando M11 E M22.



M11



M22



Individuo la **sollecitazione massima di momento**, rilevabile in M22, pari a circa 6000 KNm (senza aver considerato il peso proprio).

Una volta ottenuta la sollecitazione massima, apro il foglio di calcolo excel per il dimensionamento a flessione e inserendo Mmax, fck e b, ottengo un'altezza della piastra pari a 132,92 cm

M _{max} (KN*m)	f _{yk} (N/mm ²)	f _{yd} (N/mm ²)	f _{ck} (N/mm ²)	f _{cd} (N/mm ²)	β	r	b (cm)	h _u (cm)	δ (cm)	H _{min} (cm)	H	H/I	area (m ²)
6000.00	450.00	391.30	35.00	19.83	0.43	2.33	100.00	127.92	5.00	132.92	55.00	0.17	0.55

Questi risultati, seppur abbozzati, mi permettono già di fare dei primi ragionamenti per quanto riguarda il dimensionamento effettivo del mio graticcio.

In un graticcio di queste dimensioni è preferibile avere un **passo di 1,5 m** tra le travi, anche per non rendere troppo complessa la cantierizzazione.

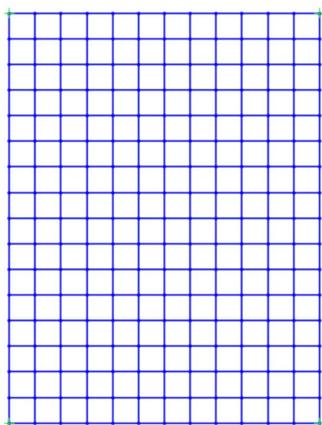
Dato che utilizzo un passo di 1,5 m, dovrò considerare un momento massimo pari a 1,5 x il momento iniziale (6000 x 1,5= 9000 KNm)

Inoltre aggiungiamo approssimativamente, a tale carico, un certa quantità che tiene conto del **peso proprio della struttura**, all'incirca altri 3000 KN.

M _{max} (KN*m)	f _{yk} (N/mm ²)	f _{yd} (N/mm ²)	f _{ck} (N/mm ²)	f _{cd} (N/mm ²)	β	r	b (cm)	h _u (cm)	δ (cm)	H _{min} (cm)	H	H/I	area (m ²)
6000.00	450.00	391.30	35.00	19.83	0.43	2.33	30.00	233.56	5.00	238.56	55.00	0.30	0.17
9000.00	450.00	391.30	35.00	19.83	0.43	2.33	30.00	286.05	5.00	291.05	52.00	0.07	0.16
12000.00	450.00	391.30	35.00	19.83	0.43	2.33	40.00	286.05	5.00	291.05	80.00	0.10	0.32

Inserendo 12000 KN otteniamo un'altezza delle travi pari a 291 cm.

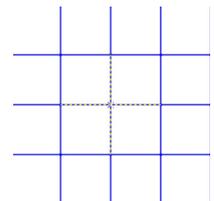
2. COSTRUZIONE DEL GRATICCIO



A questo punto inizio con la vera e propria modellazione del graticcio, definendo:

- Dimensioni graticcio (18 x 24 m) e passo delle travi (1,5 m)
- Sezione travi (2,9 x 0,40 m)
- Materiale (cls C35/45)
- Assegnazione dei 4 vincoli cerniera ai vertici

Adesso dobbiamo spezzare tutte le nostre travi affinché la struttura modellata venga analizzata da SAP come graticcio, pertanto mediante il comando Divide Frames posso **spezzare i frames** nei punti di intersezione.

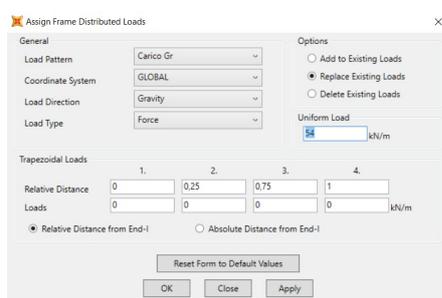


Fatto ciò provvedo a :

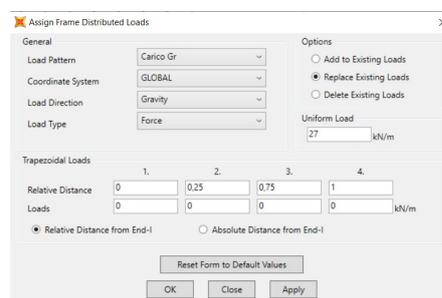
- Definire i Load Pattern (Peso Proprio e Carico Graticcio)
- Assegnare la sezione al mio graticcio (Gr), avendo selezionato tutte le travi escluse quelle di bordo. Dato che in un graticcio non c'è una gerarchia degli elementi strutturali, a parte le travi di bordo, tutte le travi avranno la stessa area di influenza.

Il carico lineare da assegnare alle **travi interne** sarà pari a $(72 \text{ KN/m} \times 1,5 \text{ m})/2 = \mathbf{54 \text{ KN/m}}$

Il carico lineare da assegnare alle **travi di bordo** sarà pari a $54 \text{ KN}/2 = \mathbf{27 \text{ KN/m}}$



Travi interne

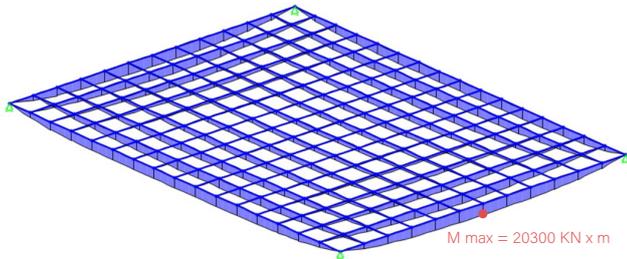


Travi di bordo

Lanciando una prima analisi e osservando i risultati delle reazioni vincolari e del peso proprio del graticcio **è evidente quanto sia importante e impattante il solo peso proprio del graticcio**, che arriva ad essere circa oltre il 50% del peso portato.

Per ottenere le corrette sollecitazioni della struttura devo considerare quindi sia il peso dei vari piani sia il peso proprio del graticcio; per fare ciò creo una **combinazione di carico**, facendo attenzione a moltiplicare il carico del peso proprio per il coefficiente 1,3.

A questo punto, lancio l'analisi con la combinazione di carico.



Avendo il **momento massimo** ($M_{max} = 20300 \text{ KN x m}$), posso ritornare sulla tabella excel della flessione e inserendo tale valore ottengo un'altezza delle travi pari a 3,7 m.

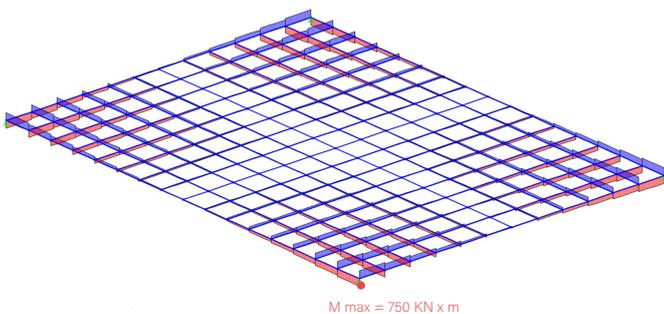
Da questo momento in poi posso ragionare sui valori ottenuti e fare delle considerazioni.

Per ridurre l'altezza considerevole delle travi potrei agire in diversi modi:

- **Utilizzare un calcestruzzo più performante**
- **Modificare lo schema strutturale del graticcio (esempio spostando i pilastri verso l'interno)**

Così agendo otterrò sicuramente dei momenti flettenti più contenuti e di conseguenza si abbasserà notevolmente l'altezza delle mie travi.

Effettuata la verifica a flessione potremo proseguire con la verifica di un'altra caratteristica di sollecitazione estremamente importante, la **torsione**.



Individuato il **momento torcente** ($M_{max} = 750 \text{ KN x m}$), posso utilizzare la relativa tabella excel della verifica a torsione nel cls.

Inserendo il momento torcente massimo e le dimensioni della sezione (2,9 m x 0,40 m) posso capire se la mia trave viene verificata o meno.

M_t (KNm)	f_{ck} (N/mm ²)	f_{tk} (N/mm ²)	f_{td} (N/mm ²)	a (cm)	b (cm)	a/b	α	T_{max} (N/mm ²)
750.00	35.0	4.38	2.92	40.0	290.0	0.1	3.25	2.23

Se $T_{max} < f_{td}$ la verifica è soddisfatta.

Solitamente in un graticcio è preferibile rendere più tozze le travi di bordo, questo permette di avere un ulteriore abbattimento dei momenti e delle deformazioni nelle travi interne.