

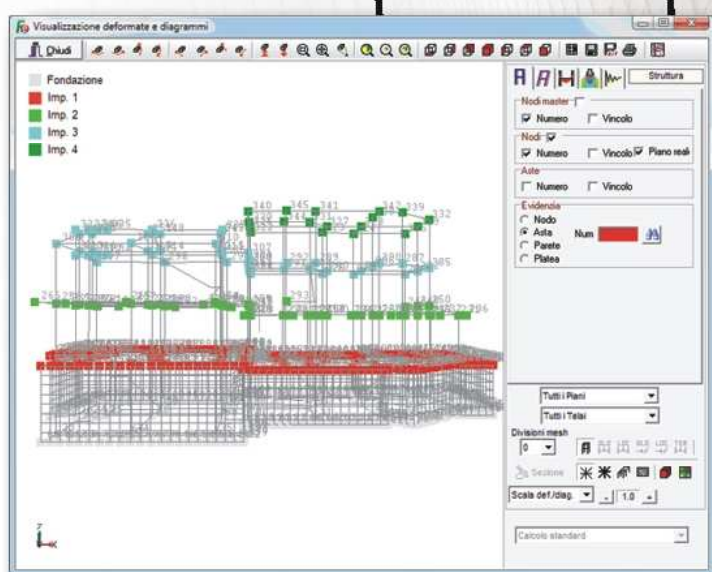
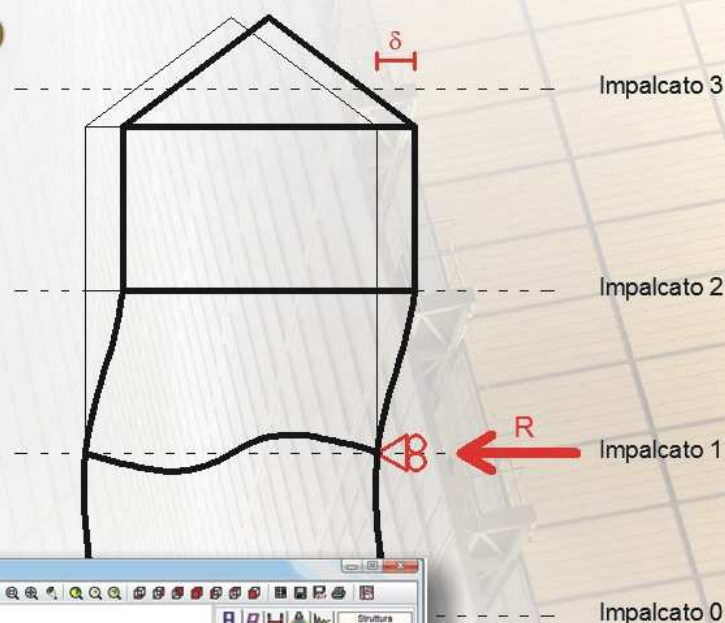
# Piani di input e piani di calcolo reali

www.stacec.com

## FaTA-E

Software per il calcolo strutturale

Piani di input  
e piani di  
calcolo  
reali





### ***Piani di input e piani di calcolo reali in FaTA-e***

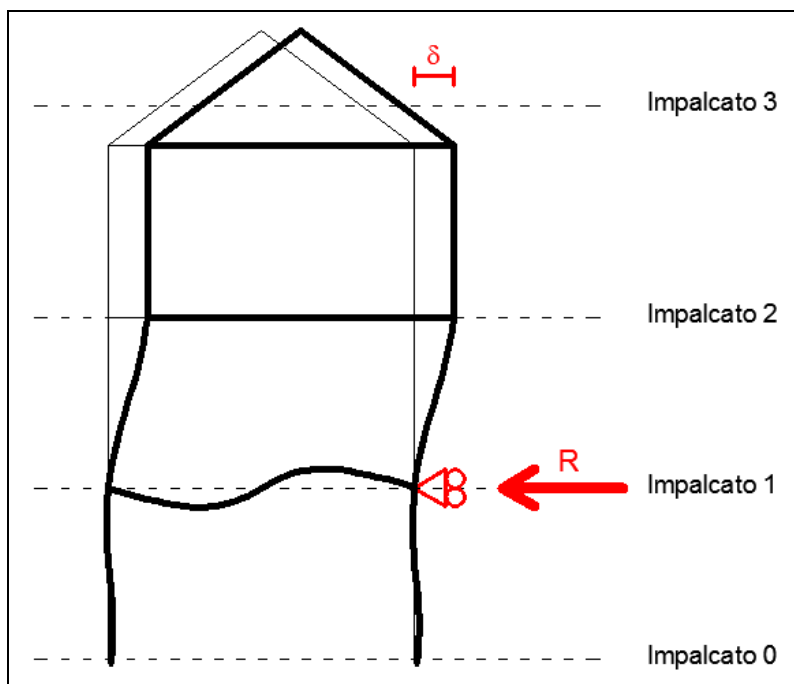
Dalla versione XX di FaTA-e è presente una nuova implementazione per il calcolo dei baricentri di massa e rigidezza. La nuova procedura consente di ottenere una migliore definizione della distribuzione della rigidezza, tenendo conto:

- dell'effettiva rigidezza delle pareti in funzione della rigidezza di vincolo dei piani superiori ed inferiori;
- dell'effettiva rigidezza delle travi;
- del relativo grado di vincolo a rotazione degli elementi resistenti adiacenti al piano;
- dei vincoli esterni, vincoli interni e molle;
- delle zone occupate dai conci rigidi;
- dei diversi tipi di controventamento della struttura;
- dell'accorpamento di più piani di input.

La nuova funzionalità si dimostra particolarmente utile ai fini della correttezza dei modelli di calcolo in quanto spesso è necessaria la definizione di piani di input esclusivamente al fine della completa modellazione della struttura (ad esempio per piani sfalsati, tetti su più falde, scale, ecc...). Tali piani risulterebbero non fisicamente coincidenti con i piani di calcolo reali relativi alla ripartizione dell'azione sismica.

## Metodo di calcolo della rigidezza

Il metodo implementato è basato sull'utilizzo del metodo agli elementi finiti utilizzando direttamente le matrici di calcolo del sistema.



La rigidezza di ogni singolo impalcato viene calcolata applicando a tutti i nodi dello stesso uno spostamento  $\delta$  unitario dopo aver bloccato il corrispondente grado di libertà dell'impalcato sottostante in funzione della direzione di calcolo scelta.

La rigidezza sarà rappresentata dalla reazione  $R$  posta ai vincoli applicati per ogni impalcato.

Dopo l'operazione di assegnazione degli spostamenti imposti mediante le relative operazioni matriciali, la soluzione del problema viene ricondotto alla seguente moltiplicazione:

$$R = K \times U$$

Dove:

$R$  : vettore delle forze

$K$  : matrice di rigidezza

$U$  : vettore degli spostamenti imposti.

Dal vettore delle forze vengono ricavate direttamente le rigidezze puntuali discretizzate.




E' importante notare che il calcolo delle rigidezze è influenzato dalla mesh con la quale la struttura è stata modellata.

La rigidezza torsionale viene calcolata applicando delle rotazioni unitarie all'intero impalcato.

## L'utilizzo in FaTAe

La definizione dei piani reali è utile al calcolo dei baricentri di piano e alla ripartizione dell'azione sismica equivalente e alla definizione della regolarità strutturale. Inoltre nell'ambito dell'esportazione dei parametri richiesti da sistema informativo della Regione Calabria (SI-ERC) consente di "organizzare" i dati compatibilmente con lo stesso.

La funzione, presente nell'ambiente "Modellazione 3D"  viene attivata dalla seguente icona:



Di default il software definisce un piano di calcolo reali per ogni impalcato di input. E' possibile realizzare piani di calcolo anche selezionando nodi a quote e piani di input diverse.



E' importante evidenziare che la definizione dei piani di calcolo reale non sostituisce le relazioni Master/Slave relative all'impalcato rigido. I piani di calcolo reale possono essere anche dei piani deformabili e la loro definizione è fondamentale ai fini dei risultati di calcolo nell'ambito delle azioni sismiche statiche equivalenti.

Cliccando sul pulsante saranno visualizzati tutti i nodi di impalcato di calcolo rappresentativi della struttura, e si potrà intervenire cancellandolo oppure cancellare alcuni nodi associati.

E' possibile inoltre introdurre nuovi nodi di impalcato reale e associare i nodi strutturali di pertinenza.

Alla pressione del tasto vengono attivate le seguenti funzioni:



**Introduci** : Consente la creazione di un piano di calcolo reale relativamente ai nodi selezionati cliccando direttamente con il mouse. I nodi scelti vengono collegati attraverso

una polilinea. La creazione del piano di calcolo avviene confermando alla fine della selezione con il tasto destro del mouse.



**Cancella** : Consente la cancellazione di un piano di calcolo reale o l'esclusione di un nodo strutturale dal gruppo di nodi associati ad un piano. Nel primo caso l'eliminazione del piano di calcolo reale avviene cliccando direttamente su nodo di piano (simbolo asterisco in verde) da cancellare, nel secondo caso basta cliccare sul nodo voluto per escluderlo dal gruppo corrente e liberarlo da ogni relazione di piano.



**Modifica** : Consente di modificare l'assegnazione del piano di calcolo reale corrente aggiungendo ulteriori nodi strutturali. Per fare ciò cliccare sul nodo di piano e successivamente sui nodi da assegnare a quel piano di calcolo reale. Per rendere attive le modifiche concludere la polilinea utilizzando il tasto destro del mouse. La stessa funzione può essere effettuata invertendo le operazioni. Ovvero cliccando prima sui nodi da assegnare a poi sul piano di calcolo reale.



**Introduci multiplo** : Consente la creazione di un piano di calcolo reale mediante la selezione a box dei nodi desiderati.



**Cancella box** : Consente di eliminare dal piano di calcolo reale un gruppo di nodi selezionati attraverso il box di selezione.



**Modifica box** : Consente di modificare il master assegnato ad un gruppo di nodi. Per realizzare la modifica basta racchiudere nel "box di selezione" i nodi da modificare e il nodo master a cui riferire i nodi scelti.

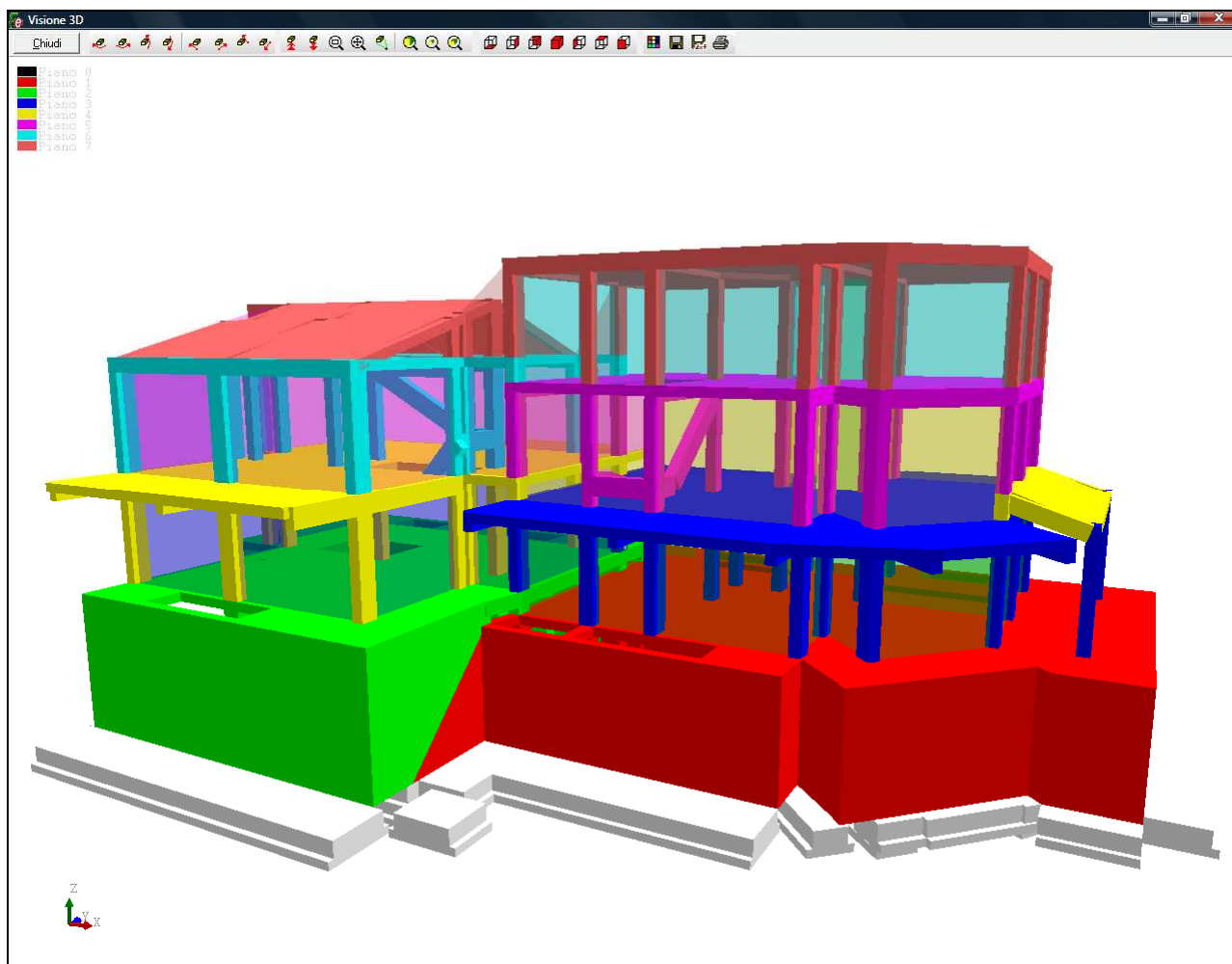
I nodi di piano di calcolo reale non sono nodi di calcolo aggiuntivi a quelli strutturali. La loro posizione è solo simbolica per la gestione del piano. Il codice identificativo del piano di calcolo reale è formato dalle lettere "PR" più un numero progressivo.



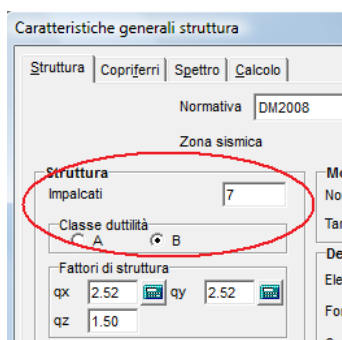
## Esempio di definizione dei piani di calcolo in FaTAe

Affrontiamo adesso un esempio applicativo al fine di evidenziare l'utilità del nuovo comando.

Utilizziamo a tal fine il seguente esempio:



Per poter effettuare agevolmente l'input è stato necessario definire 7 piani nell'ambiente dei dati generali:

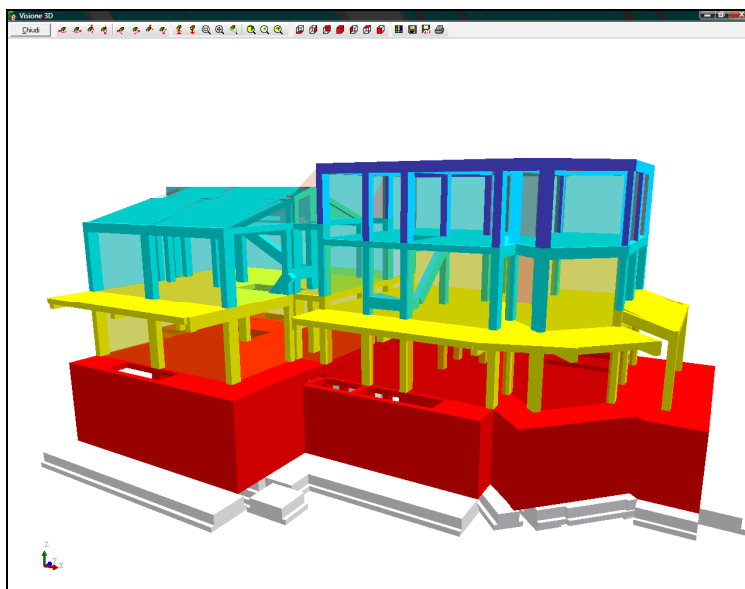




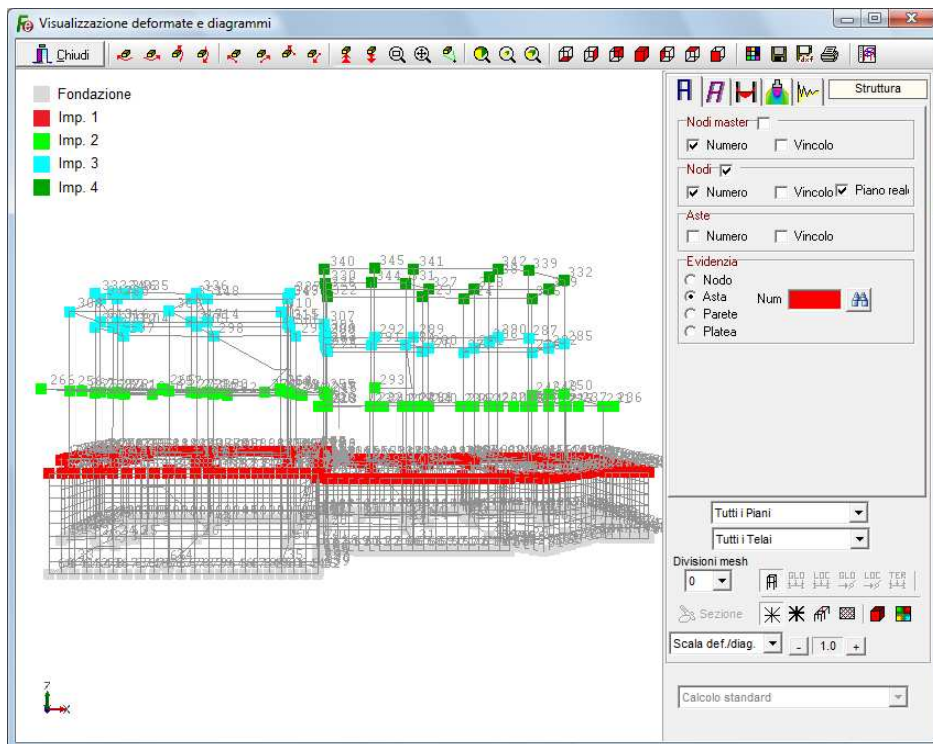
La struttura è realizzata con impalcati sfalsati di 60 cm, i quali dal punto sismico sono da considerare come un unico sistema orizzontale.

Pertanto è opportuno raggruppare i piani in modo da calcolare un unico baricentro delle rigidezze e delle masse per la due zone sfalsate.

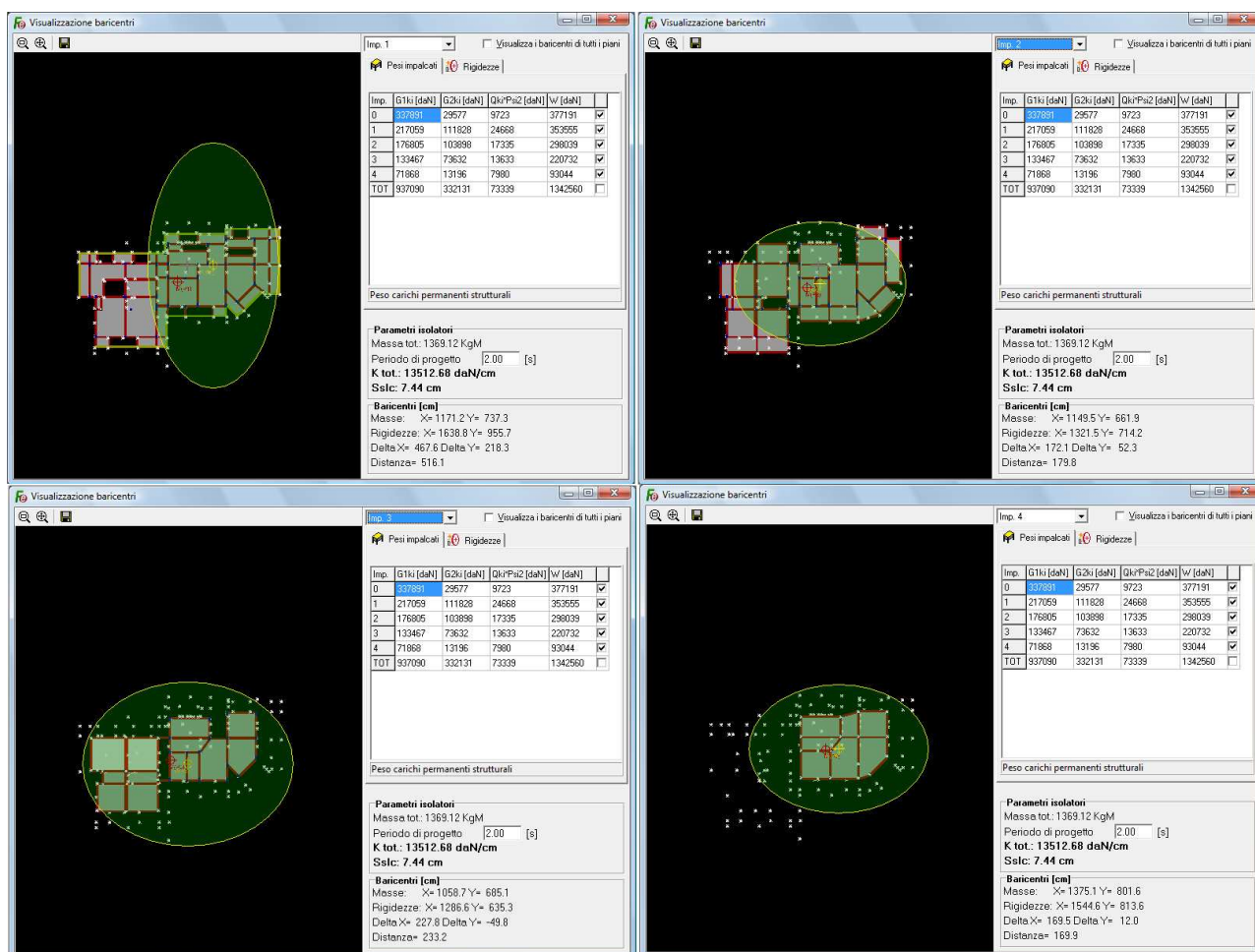
In conclusione, la struttura possiede 5 impalcati di calcolo, compreso quello di fondazione, definiti nel seguente modo:



Dall'ambiente di visualizzazione dei risultati di calcolo notiamo l'impostazione relativi ai nodi utilizzando una mappa a colori:



Riportiamo infine la posizione in pianta dei baricentri con le relative ellissi delle rigidzze:



Lo strumento descritto nella presente nota tecnica consente di migliorare ancora di più le potenzialità e la correttezza di calcolo di FaTA-e, liberandolo ulteriormente dalla logica “ad impalcati” in modo da consentire la modellazione di strutture sempre più complesse.

## **Perché tra piani uguali la rigidezza varia da un piano all'altro?**

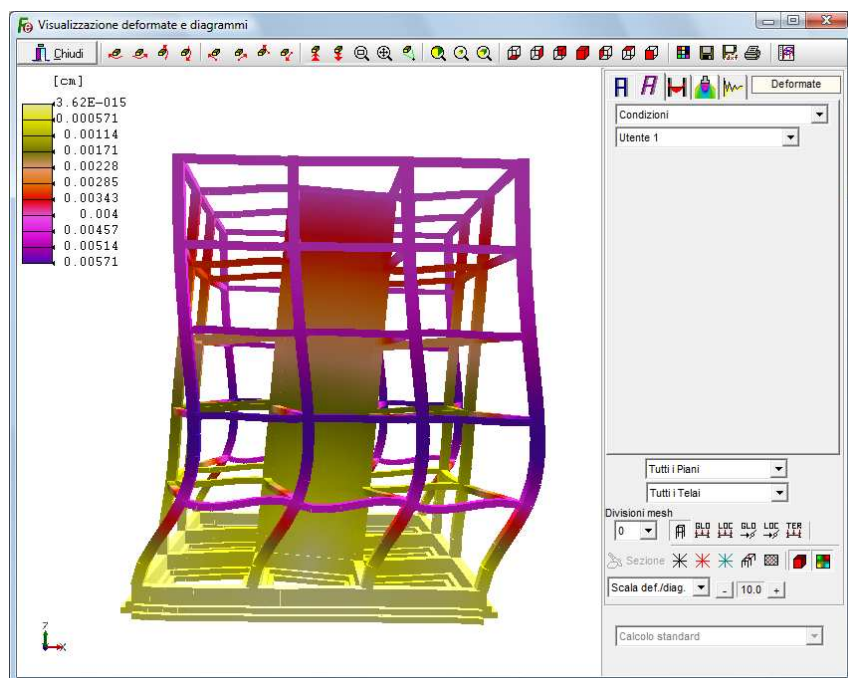
Come descritto precedentemente, la procedura di calcolo delle rigidezze di piano contenuta in FaTA-e, consente di ottenere una migliore definizione della distribuzione della rigidezza, tenendo conto:

- dell'effettiva rigidezza delle pareti in funzione della rigidezza di vincolo dei piani superiori ed inferiori;
- dell'effettiva rigidezza delle travi;
- del relativo grado di vincolo a rotazione degli elementi resistenti adiacenti al piano;
- dei vincoli esterni, vincoli interni e molle;
- delle zone occupate dai conci rigidi;
- dei diversi tipi di controventamento della struttura;
- dell'accorpamento di più piani di input.

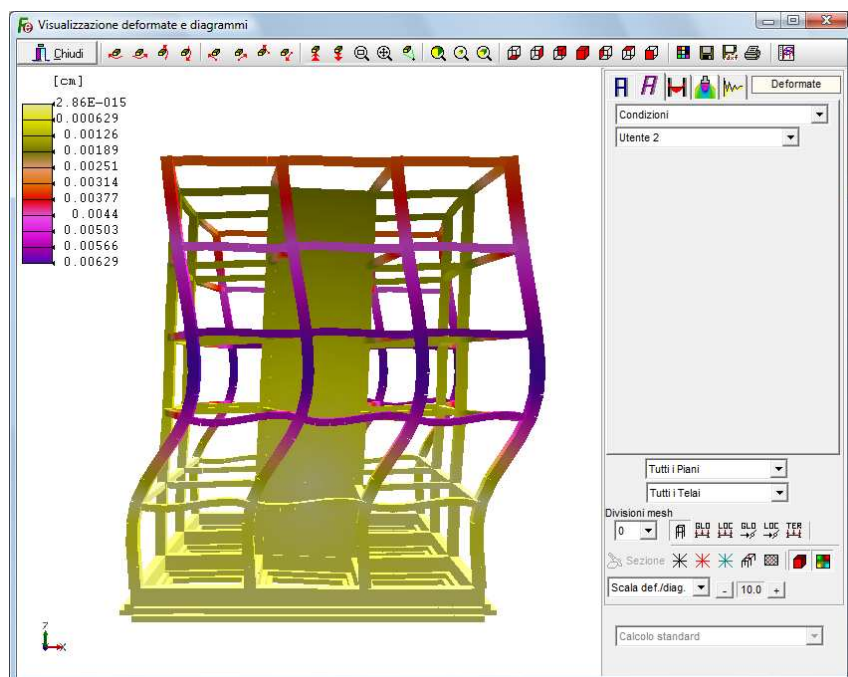
Per tale motivo anche se si hanno piani con le stesse caratteristiche troveremo che la rigidezza varia tra un piano e l'altro. Ciò è dovuto all'effettivo grado di vincolo a flessione alla base delle colonne, in quanto il metodo blocca gli spostamenti del solo piano immediatamente inferiore.

Se prendiamo la struttura in oggetto, applicando forze costanti a tutti i nodi dell'impalcato corrente e vincolando i soli spostamenti orizzontali dei nodi del piano inferiore notiamo la diversità di deformata e i diversi valori degli spostamenti a parità di forze orizzontali sollecitanti:

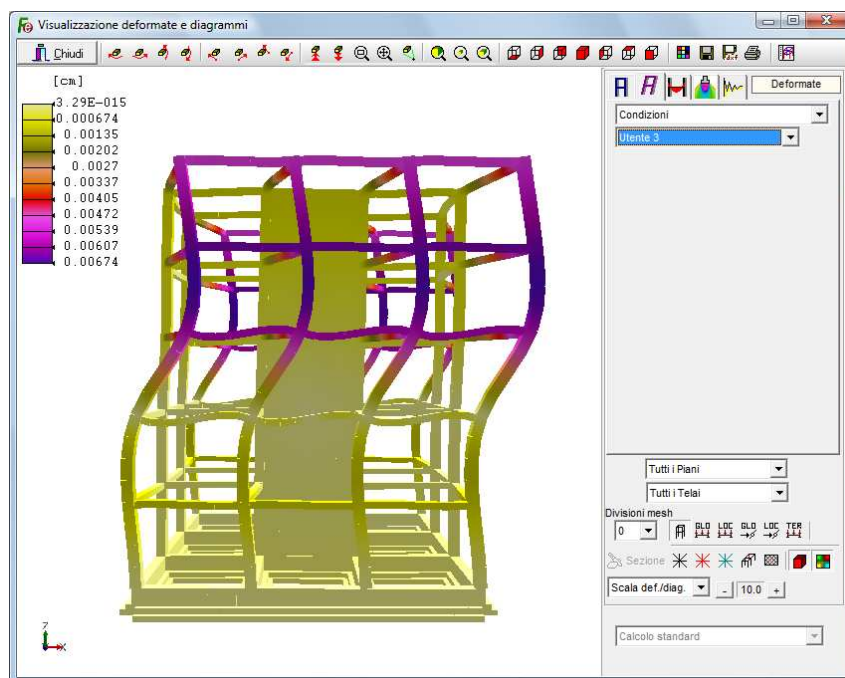
## Piano 1



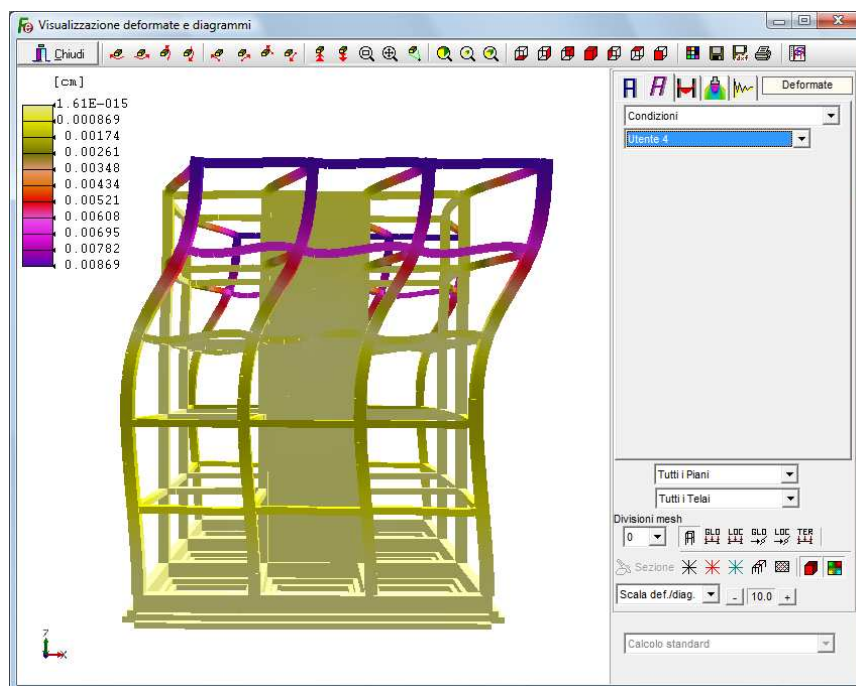
## Piano 2



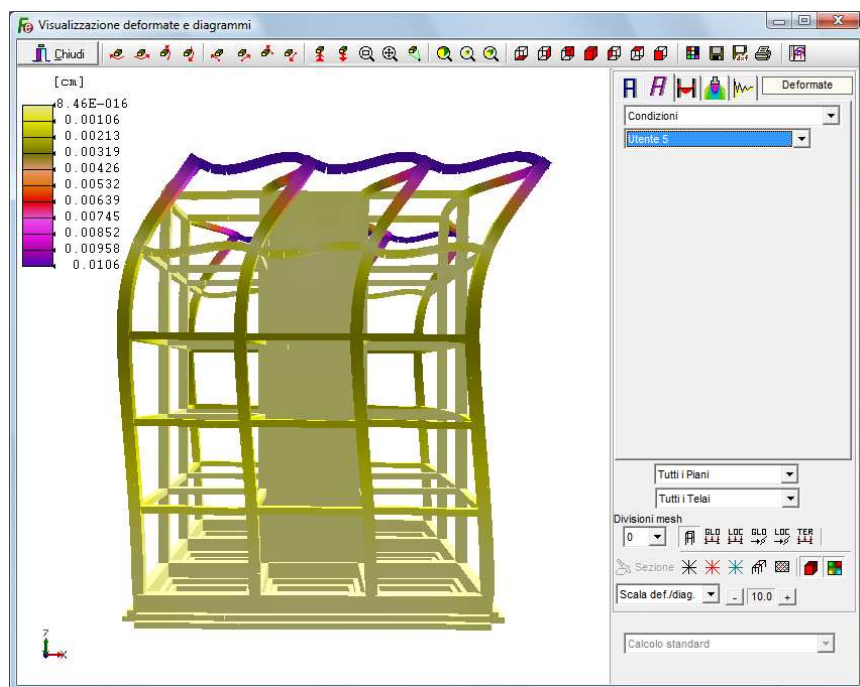
### Piano 3



### Piano 4



## Piano 5



Risulta chiaro che il metodo utilizzato consente di tener conto di un comportamento più vicino al vero, rispetto al classico metodo a piani rigidi legato a semplici calcoli manuali o a visioni ormai superate del calcolo strutturale.