

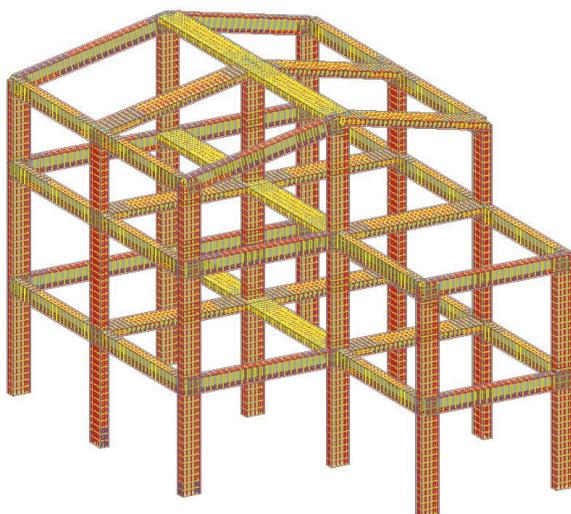
# TUTORIAL 1

A cura di  
Namirial spa

## MODELLAZIONE, PROGETTO E VERIFICA DI UNA STRUTTURA INTELAIATA IN C.A.



**Modellazione**



**Progetto e verifica**

**MODELLAZIONE, PROGETTO E VERIFICA DI UNA STRUTTURA  
INTELAIATA IN C.A.**



ANALISI STRUTTURALE

# INDICE

<b>Presentazione</b>	<b>1</b>
<b>1. Caratteristiche geometriche del modello</b>	<b>3</b>
<b>2. Settaggi generali</b>	<b>6</b>
2.1. <i>Apri e salva modello</i>	6
2.2. <i>Informazioni modello e normativa di riferimento</i>	7
2.3. <i>Materiali</i>	9
2.4. <i>Unità di misura</i>	10
<b>3. Modellazione</b>	<b>12</b>
3.1. <i>Inserimento nodi</i>	12
3.2. <i>Inserimento elementi Beam e Solai</i>	16
3.3. <i>Creazione sezioni</i>	21
3.4. <i>Vincolamenti</i>	24
3.5. <i>Configurazione Beam</i>	25
3.6. <i>Configurazione dei Solai</i>	33
3.7. <i>Parametri sismici</i>	51
3.8. <i>Definizione degli impalcati</i>	57
<b>4. Calcolo del modello</b>	<b>60</b>
<b>5. Progetto e verifica</b>	<b>62</b>
5.1. <i>Inviluppi</i>	62
5.2. <i>Preparazione dell'armatura delle sezioni</i>	63
5.3. <i>Progetto travi</i>	64
5.4. <i>Progetto pilastri</i>	74
5.5. <i>Verifiche di deformabilità</i>	89
5.6. <i>Verifiche sulle travi e sui pilastri</i>	92
5.7. <i>Relazione di calcolo, grafici strutturali e computo</i>	107
5.8. <i>Relazione di calcolo</i>	109
5.9. <i>Grafici strutturali</i>	112



## **Presentazione**

*Molti motivi ci rendono restii ad avviarci all'utilizzo di un nuovo software e tra essi ci sono sicuramente la mancanza di tempo, il pensiero di dovere leggere i manuali, il rifiuto di una nuova logica semmai diversa dallo strumento che si sta utilizzando o che si utilizzava.*

*Tutto questo porta molte volte a rinunciare ad un software più completo ed efficiente o a mettere da parte una licenza acquistata per continuare ad utilizzare il vecchio strumento.*

*Inoltre, c'è da fare una considerazione sulle versioni dimostrative dei programmi; il loro obiettivo fondamentale, di natura commerciale, è quello di pubblicizzare il software consentendo all'utente di conoscerlo facendone uso, anche se in versione limitata. Ogni anno le software house distribuiscono un notevole quantitativo di CD dimostrativi ma solo una piccolissima parte è impiegata per il suo scopo mentre tutto il resto finisce nell'angolo dedicato al materiale pubblicitario e/o informativo raccolto nel tempo.*

*Il presente Tutorial vuole raggiungere due obiettivi fondamentali: il primo è di dare un primo e pratico supporto a coloro che si apprestano all'utilizzo del software; il secondo è di rendere più completo il messaggio che si vuole trasmettere.*

*Per cui il suo contenuto non è di certo di natura teorica ma è semplicemente costituito dalla descrizione pedissequa di un'applicazione; in particolare si tratta della modellazione, del calcolo, del progetto, della verifica e del disegno di una struttura intelaiata in c.a..*

*Questo esempio applicativo sarà impiegato sia per conoscere i comandi fondamentali e/o principali di CMP sia per entrare nella logica dello strumento.*

*Già dall'indice sopra riportato possiamo iniziare ad individuare i tratti essenziali della logica di base di CMP.*

*Il primo blocco di operazioni riguarda la fase di modellazione; esso è suddiviso in ulteriori tre grandi blocchi, ognuno contenente un gruppo*

*specifico di comandi. Il primo blocco riguarda i settaggi generali, il secondo la modellazione degli elementi ed il terzo la configurazione degli stessi.*

*Il passo successivo riguarda il calcolo del modello; esso è la fase in cui il pre e post processore CMP interfaccia con il solutore agli elementi finiti.*

*Una volta terminato il calcolo c'è tutta la fase di progettazione e verifica che vede come step principale la creazione degli involucri (automatica o manuale), dei set di involucri e delle impostazioni di verifica.*

*La progettazione delle sezioni avviene nello stesso ambiente, come qualunque altra operazione; basta soltanto aprire la finestra dedicata a tale operazione (Finestra Sezioni) ed affiancarla a quella dedicata al modello complessivo (Finestra Modello).*

*A quest'ultima fase può seguirne un'altra che dà la possibilità di editare le armature progettate (questa è una parte essenziale nella verifica delle strutture in c.a. esistenti). Ovviamente, una volta eseguita l'editazione, sarà necessario riverificare le sezioni utilizzando il gruppo di comandi che va sotto il nome di “**Strumenti**”.*

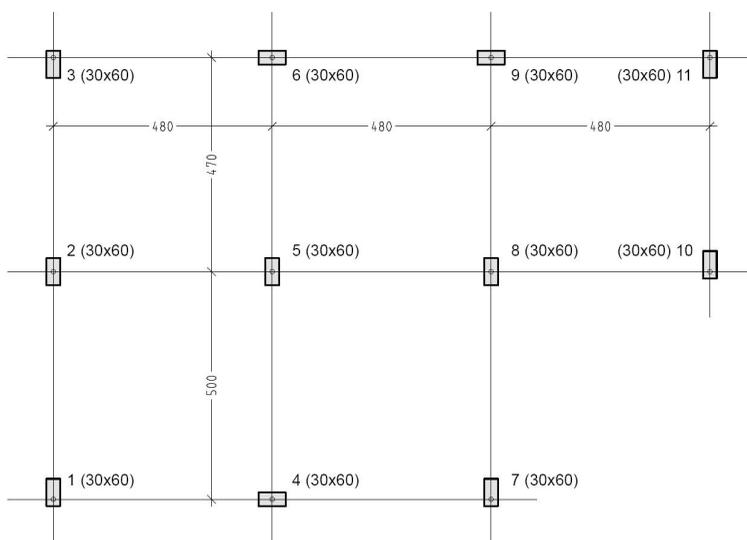
*Per ultimo si può procedere all'editazione degli elaborati: tabulati di calcolo; grafici strutturali; computi.*

## 1. Caratteristiche geometriche del modello

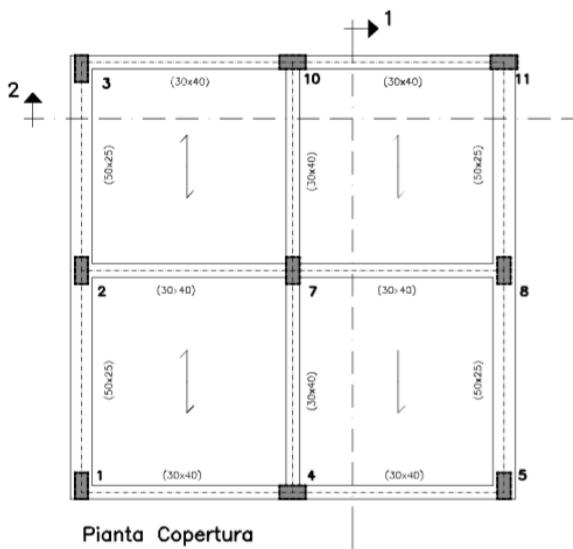
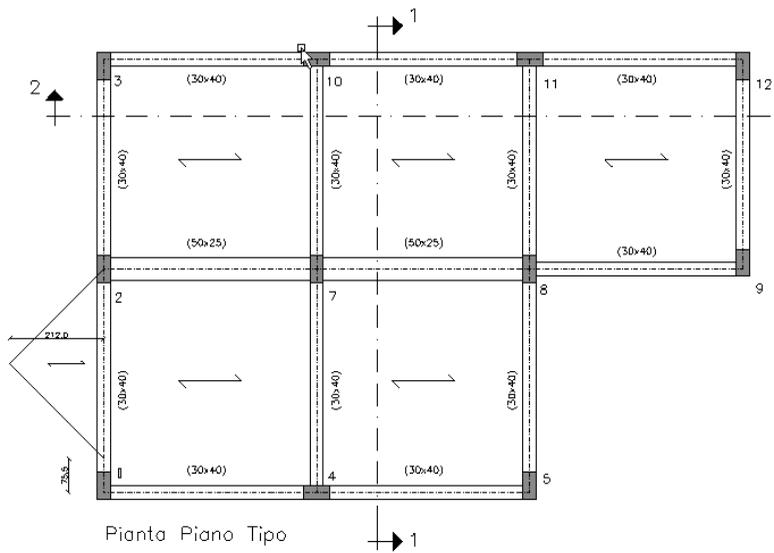
La struttura intelaiata in c.a. di cui si andrà ad effettuare la modellazione, il progetto e la verifica, mediante il codice di calcolo strutturale CMP, ha le caratteristiche geometriche riportate nei grafici seguenti.

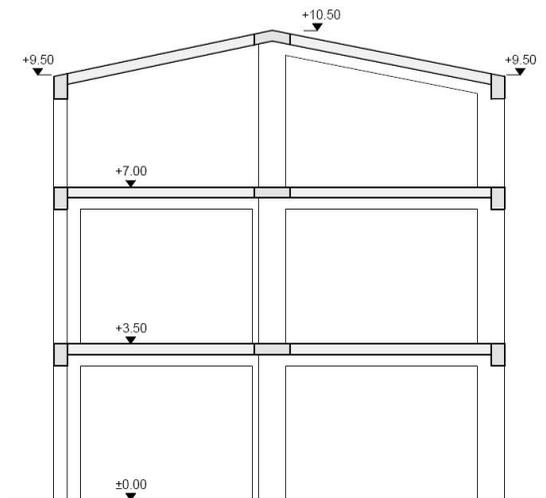
Essa consta di due impalcati orizzontali posti a quota 3.50m e 7.00m e di un impalcato di copertura costituito da due falde aventi il colmo a quota 10.50m. Tutti i pilastri, per tutto il loro sviluppo in altezza, hanno una sezione di 30x60cm, mentre le travi sono di due tipologie differenti; travi emergenti 30x40cm e travi a spessore 50x24cm.

Il primo grafico riporta la maglia di base adottata per l'individuazione dei fili del modello; è buona regola fare in modo, ove possibile, che gli assi congiungenti due nodi coincidano con l'asse longitudinale delle travi. Questa "regola" ci consentirà di ridurre il numero di "offset rigidi" da assegnare ai singoli "beam".

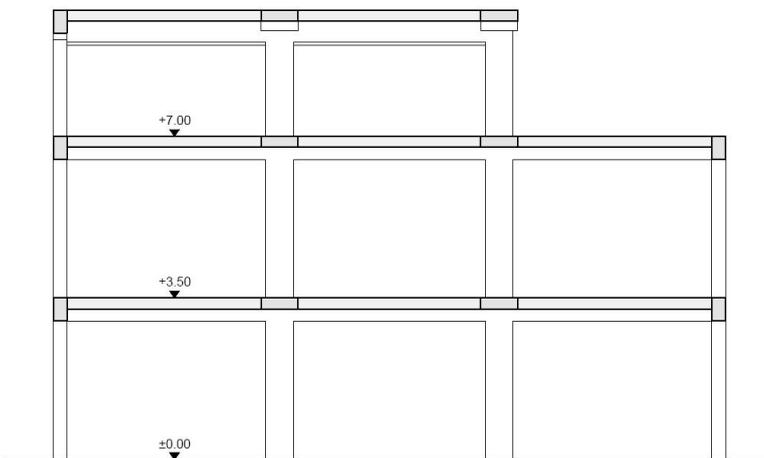


Pianta Fili Fissi



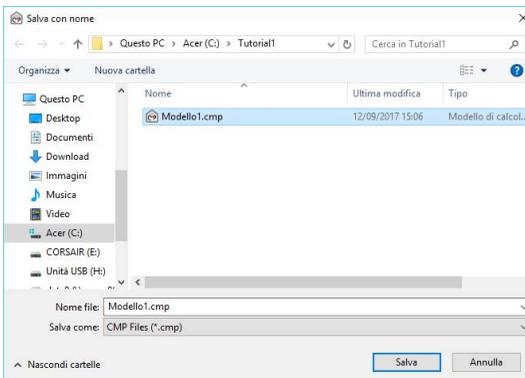
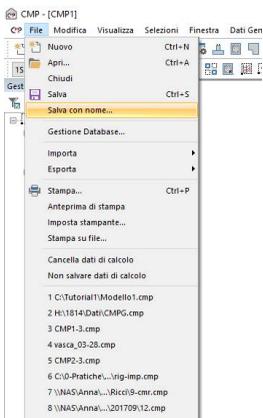


**Sezione 1-1**



**Sezione 2-2**

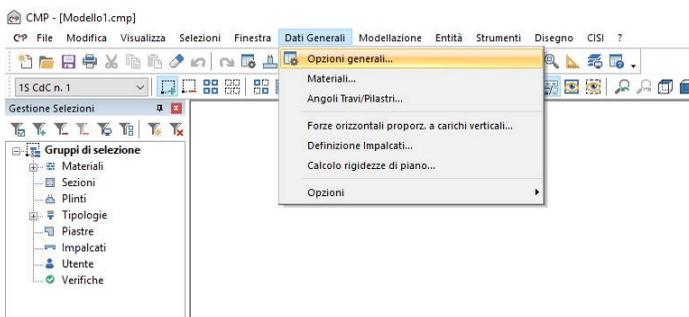




## 2.2. Informazioni modello e normativa di riferimento

Nel menù **Dati Generali** è possibile scegliere di impostare alcuni dati di base del modello ricorrendo al comando “**Opzioni generali**”

Scegliamo nel menù **Dati Generali** il comando “**Opzioni generali**”, si aprirà una finestra multidialogo, attraverso la quale sarà possibile inserire le informazioni di base relative al modello da studiare.



Una volta selezionato tale comando, compare il seguente dialogo:

Nel campo **“Modello”** possiamo digitare il nome del nostro modello **“Modello1”** così come nei tre campi sottostanti si potrebbero inserire le informazioni relative al **“Committente”**, alla **“Località”** ed al **“Progetto”**. Tutte le informazioni di cui sopra andranno a completare le intestazioni della relazione di calcolo.

In particolare, è possibile annotare nel box **“Note sul Modello”** tutto ciò che riguarda il modello. Si può pensare di usare questa opzione per allegare al file da mandare in assistenza un messaggio contenente i problemi riscontrati.

Nella presente finestra devono anche essere inserite le coordinate geografiche del sito della costruzione, oltre che l'altitudine sul livello del mare; inseriamo i valori **“Longitudine =” 10.56°**, **“Latitudine=” 44.36°** e **“Altitudine=**

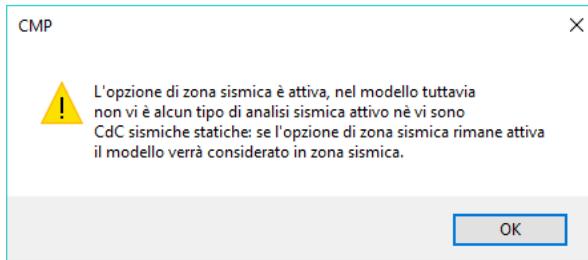
**Alla riga “seleziona norma”** spuntiamo l'opzione **“DM 17/1/2018 S.L.”**, scegliamo la classe d'uso **2**, con vita nominale **VN 50** anni, una classe di duttilità **Media** e premiamo l'opzione **“Zona Sismica”**.

In questo modo abbiamo scelto di condurre il nostro calcolo sulla base del Testo Unitario **“Norme tecniche per le costruzioni”**; che la nostra costruzione avrà una vita utile di 50 anni; che il calcolo deve essere condotto in zona

---

sismica. **NOTA:** La normativa di riferimento, come pure gli altri parametri possono essere modificati nel corso dello sviluppo del progetto.

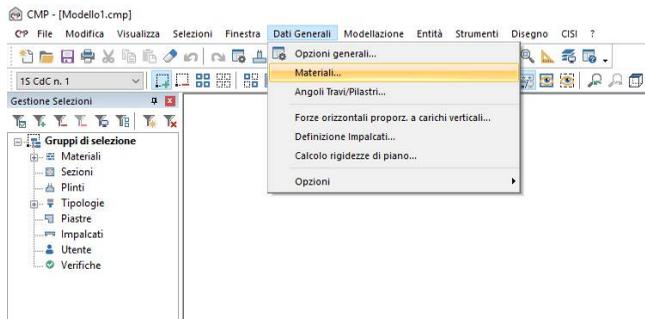
Clicchiamo sui tasti “OK” e “Applica” e chiudiamo per ora il comando: comparirà il seguente avviso:



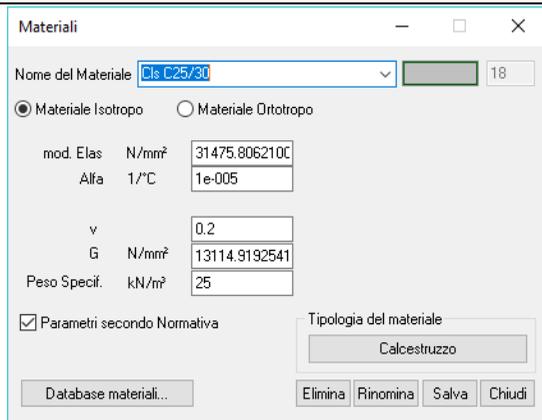
Il quale informa dal fatto che non è ancora stata attivata nessuna tipologia di analisi sismica. Prima di farlo, andiamo invece a vedere come è possibile leggere i legami costitutivi dei materiali in uso e come si possono modificare e/o creare.

### 2.3. Materiali

Sempre dal menù **Dati Generali** clicchiamo sul comando “**Materiali...**”



Come detto sopra, nella finestra di dialogo “**Materiali**” è possibile visionare i legami costitutivi già in archivio e crearne dei nuovi attraverso l’inputazione dei dati descritti nella finestra.

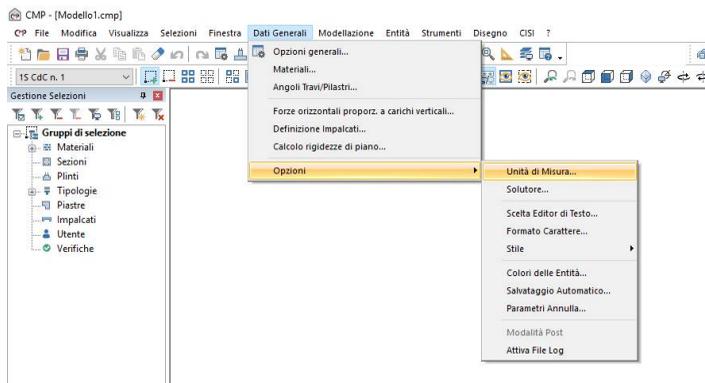


*Oltre ai dati visibili nell'immagine sopra riportata altri sono i parametri che possono essere modificati nella definizione di un materiale. Per ulteriori approfondimenti vi rimandiamo alla consultazione della pratica guida in linea, richiamabile attraverso il tasto F1).*

*Clicchiamo sul tasto “**Chiudi**” per uscire dalla finestra di dialogo.*

## 2.4. Unità di misura

*Impostiamo le unità di misura che vorremo utilizzare scegliendo dal menù “**Dati generali>Opzioni**” il comando “**Unità di misura**”.*



*Scegliamo in tutte le caselle a sinistra i “**daN**”, o l'unità di misura che intendiamo utilizzare, e clicchiamo sul tasto “**OK**” per confermare la nostra scelta.*

*Le impostazioni di questa finestra possono essere salvate una volta per tutte cliccando sul tasto “**Salva come Predefiniti**” e durante il lavoro possono essere cambiate a piacimento in qualunque momento.*

Unità di Misura Utilizzate

Generale  
Forze: daN ▼ DecaNewton      Lunghezze: cm ▼ Centimetri

Sollecitazioni e Carichi  
Forze: daN ▼ DecaNewton      Lunghezze: m ▼ Metri

Tensioni  
Forze: daN ▼ DecaNewton      Lunghezze: cm ▼ Centimetri

Sezioni  
Forze: daN ▼ DecaNewton      Lunghezze: cm ▼ Centimetri

Fattore di conversione fra Newton e Kg forza  
 1 Kgf = 10 Newton     1 Kgf = 9.80665 Newton

Salva come Predefiniti    Annulla    OK

### 3. Modellazione

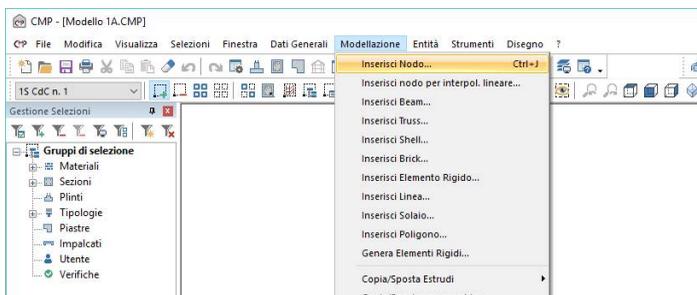
#### 3.1. Inserimento nodi

La modellazione geometrica di una qualunque struttura e quindi anche della nostra può procedere secondo diversi percorsi. Quello di seguito descritto non è il più rapido ma si è ritenuto il più efficace al fine dell'apprendimento delle funzionalità operative di CMP.

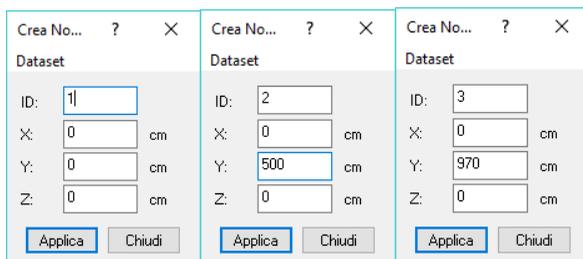
Iniziamo quindi con l'inserimento degli 11 nodi di base del nostro modello posti a quota 0.00m.

Dal menu **Modellazione** scegliamo **"Inserisci Nodo"** ed andiamo a collocare i nodi 1, 2 e 3 per coordinate assolute.

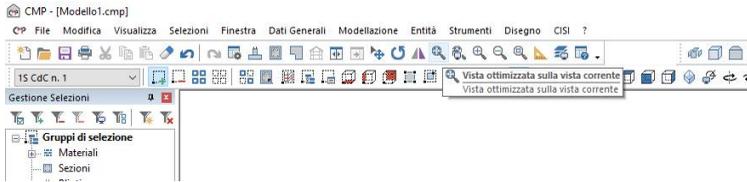
Ogni volta che si inseriscono le coordinate di un nodo clicchiamo sul tasto **"Applica"** per confermare l'operazione (oppure un clic col tasto destro del mouse sulla **"Finestra Modello"**).



Il primo nodo avrà coordinate  $1 \equiv (0,0,0)$  il secondo  $2 \equiv (0,500,0)$  mentre il terzo  $3 \equiv (0,970,0)$ .



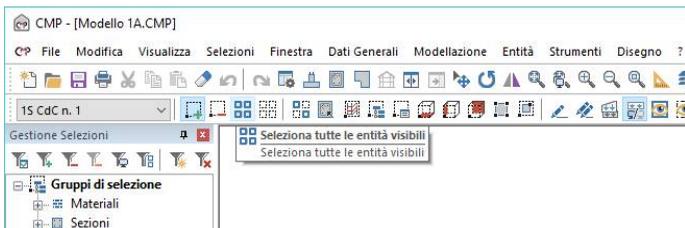
Clicchiamo sul tasto “**Chiudi**”. Scegliamo la vista in pianta dalla **BARRA DEGLI STRUMENTI MODELLO** cliccando sul tasto “**Vista XY**” ed effettuiamo uno zoom estensione con il tasto “**Vista ottimizzata sulla vista corrente**”.



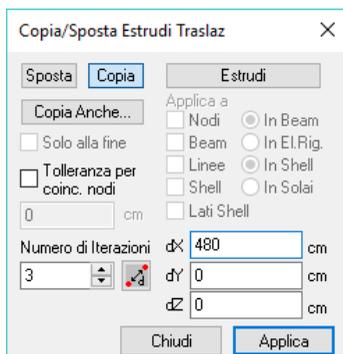
*NOTA: la numerazione dei nodi e degli altri elementi utilizzati per modellare la struttura fa riferimento ai disegni precedentemente inseriti per illustrare il progetto; non corrisponde quindi alla numerazione automatica generata dal programma.*

Passiamo adesso ad inserire gli altri nodi utilizzando il comando “**Muovi selezione**”.

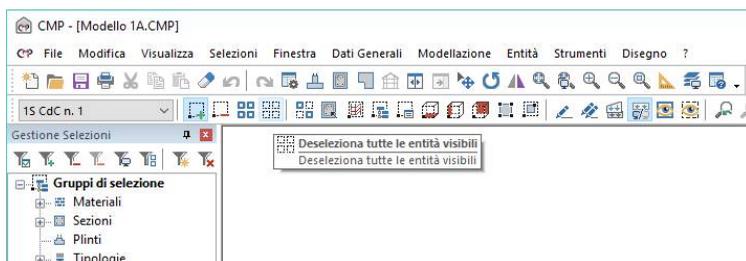
Selezioniamo prima i tre nodi inputati con il comando “**Seleziona tutte le entità visibili**” e poi clicchiamo sul tasto “**Muovi selezione**” della **BARRA DEGLI STRUMENTI**.



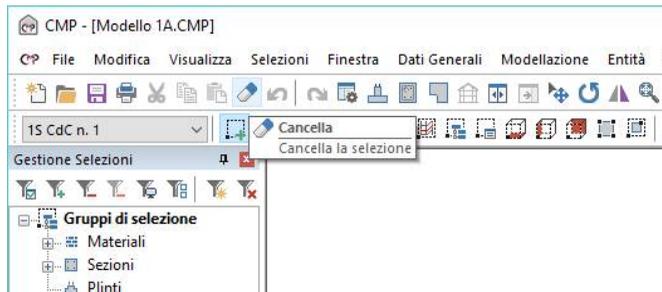
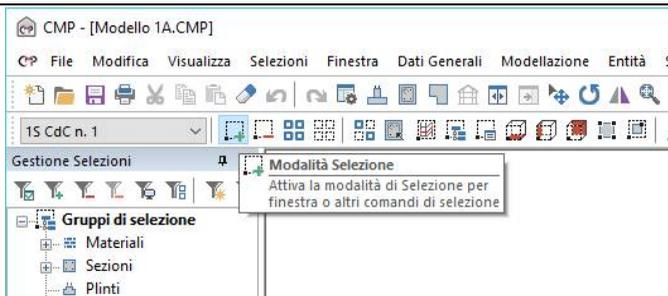
Nella finestra di dialogo attiviamo il comando “**Copia**”, digitiamo il valore 480 nella casella “**dX**”, selezioniamo 3 nella casella “**Numero di Iterazioni**”, clicchiamo sul tasto “**Applica**” per confermare l’operazione e quindi clicchiamo sul tasto “**Chiudi**” per terminare il comando.



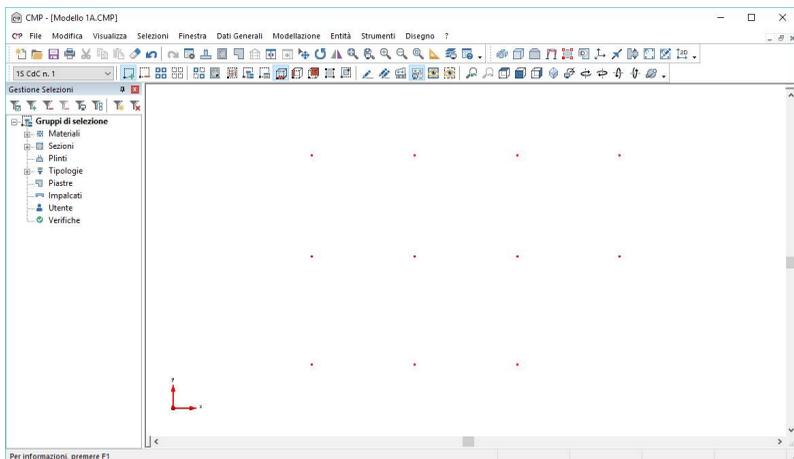
*Deselezioniamo i nodi selezionati con il comando “**Deseleziona tutte le entità visibili**”.*



Per cancellare il nodo in basso a destra, verificiamo che sia attivo il comando “**Seleziona a Finestra**”, selezioniamo il nodo in oggetto cliccando su di esso ed infine clicchiamo sul tasto “**Cancella**” (oppure ricorriamo al tasto *canc/del* della tastiera). Confermiamo l’operazione cliccando sul tasto “**Sì**” della finestra di dialogo successiva.



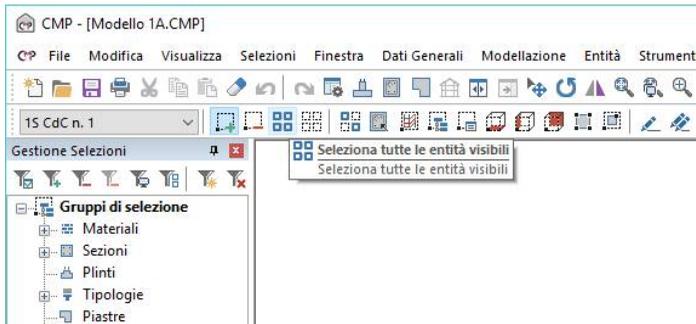
*Di seguito è riportato il risultato fin qui ottenuto.*



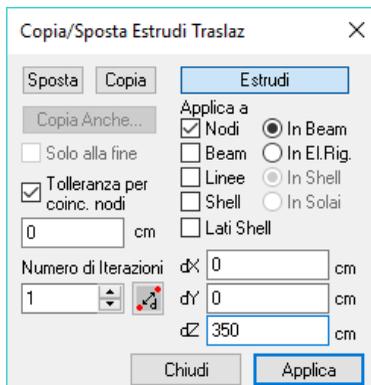
### 3.2. Inserimento elementi Beam e Solai

Passiamo alla realizzazione del primo impalcato.

Selezioniamo prima tutti i nodi con il comando **“Seleziona tutte le entità visibili”**.



Clicchiamo sul tasto **“Muovi selezione”** della **BARRA DEGLI STRUMENTI**, clicchiamo sul tasto **“Estrudi”** e spuntiamo la casella **“Nodi”** del riquadro **“Applica a”** in modo tale da ottenere, nella copia dei nodi, gli elementi Beam verticali. Dovendo realizzare l’impalcato a quota 350 digitiamo nella casella **“dZ”** il numero 350.



Fin qui abbiamo visto che il comando **“Muovi selezione”** serve per copiare gli elementi selezionati e per estrarre gli elementi in modo tale da ottenere, attraverso la loro traslazione, il disegno di altri elementi (Es. la traslazione dei nodi porta alla realizzazione dei beam); in seguito vedremo che lo stesso comando può essere utilizzato per spostare gli elementi o per copiare, insieme

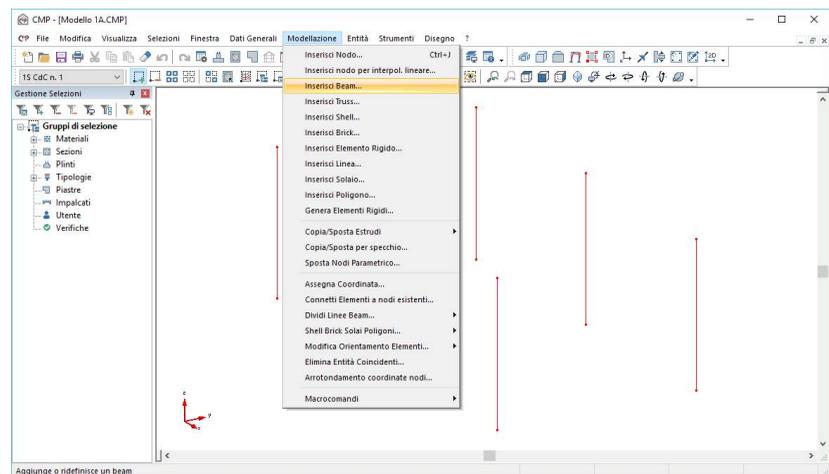
---

agli elementi selezioni, anche le caratteristiche associate ad essi.

Dopo aver confermato l'operazione con il tasto **“Applica”** chiudiamo con **“Chiudi”** la finestra di dialogo ed effettuiamo una vista 3D con il comando **“Vista XYZ”** della **BARRA DEGLI STRUMENTI MODELLO**.

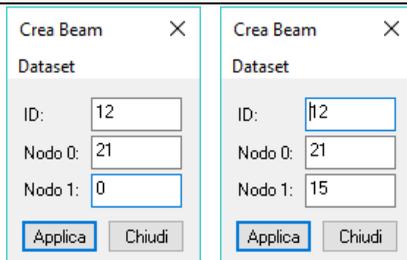


Per inserire le travi del primo impalcato scegliamo nel menu **Modellazione** il comando **“Inserisci Beam...”**.



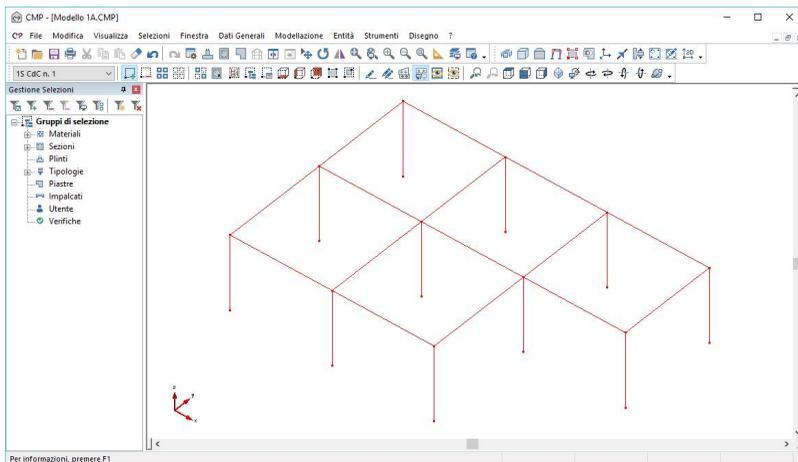
Per inserire i Beam basterà cliccare sui due nodi di estremità dell'elemento da creare e confermare poi con il tasto **“Applica”** (oppure con un clic del tasto destro del mouse sulla finestra modello).

Per cui, senza intervenire nella finestra di dialogo, clicchiamo prima sul nodo superiore del pilastro 3, poi sul nodo superiore del pilastro 6 e quindi sul tasto **“Applica”** della finestra di dialogo (oppure con un clic del tasto destro del mouse sulla finestra modello).

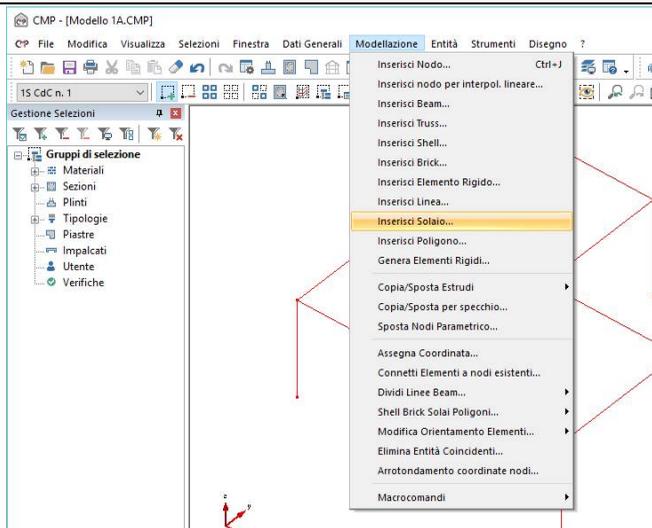


Ripetiamo la stessa operazione per le altre travi del primo impalcato (l'esercizio ci consentirà di prendere confidenza con il comando) e, una volta finito, clicchiamo sul tasto **“Chiudi”**.

Salviamo il lavoro finora effettuato cliccando sul tasto **“Salva”** della **BARRA DEGLI STRUMENTI**.



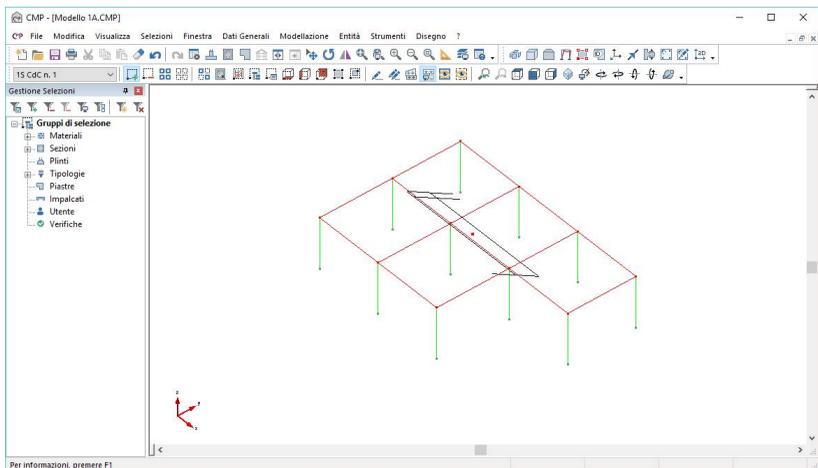
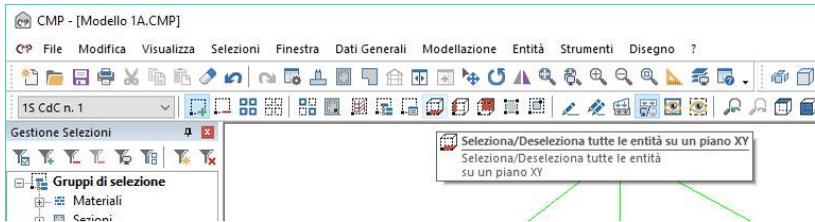
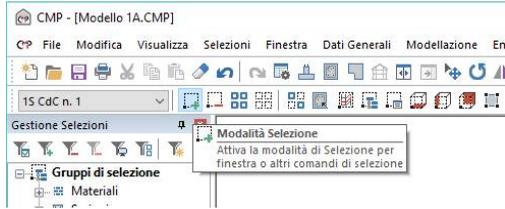
Per inserire i solai del primo impalcato, scegliamo nel menu **Modellazione** il comando **“Inserisci Solaio...”**. Invece di disegnare le singole campate di solaio andiamo a disegnare un unico grande solaio che segua il perimetro esterno dell'impalcato in oggetto; iniziamo ad inputare cliccando in senso orario sul nodo visualizzato a sinistra in figura e proseguendo sui cinque nodi di vertice del primo impalcato.



Una volta terminato confermiamo con il tasto **“Applica”** (oppure con un clic del tasto destro del mouse sull’area bianca della finestra modello). Alla fine chiudiamo la finestra di dialogo con il tasto **“Chiudi”**.

Il Solaio di CMP non è l’elemento strutturale solaio ma un elemento utile ad individuare in automatico i carichi da solaio sugli elementi di appoggio. Per questo motivo può essere utilizzato per qualunque area di carico; in questa applicazione lo impiegheremo per schematizzare i solai di piano ma potremmo, per esempio, utilizzarlo per schematizzare anche le tamponature. Per ottenere i solai relativi ad ogni campata dobbiamo esplodere il macrosolaio disegnato.

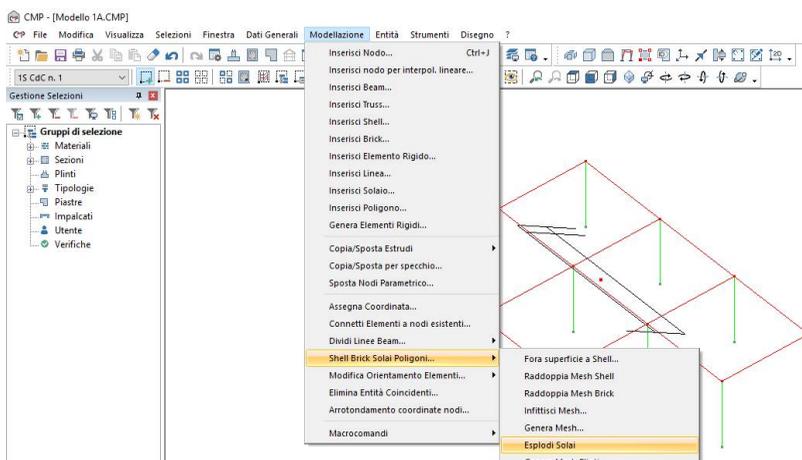
In primo luogo selezioniamo tutti gli elementi dell’impalcato: controlliamo che il comando **“Seleziona a Finestra”** sia attivo, attiviamo il comando **“Seleziona\Deseleziona tutte le entità su un piano XY”**; clicchiamo su uno dei nodi appartenenti al primo impalcato.



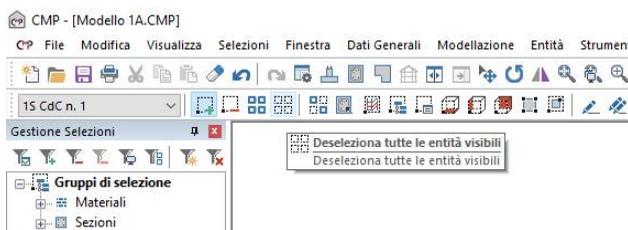
*Il comando “Seleziona\Deseleziona tutte le entità su un piano XY” può funzionare da comando di selezione o deselegione a seconda che sia attivo il comando “Seleziona a Finestra” o “Deseleziona a Finestra”.*

*E’ importante ricordarsi di disattivare il comando “Seleziona\Deseleziona tutte le entità su un piano XY” prima di continuare a lavorare: clicchiamo nuovamente su di esso o due volte col tasto destro del mouse sull’area bianca della **Finestra Modello**.*

Dal menù **Modellazione** scegliamo nel sottomenù **Shell, Brick, Solai, Poligoni...** il comando **“Esplosi Solai”**.



Come si può notare dal risultato finale, l'operazione ultimata ci ha consentito di ottenere da ogni macrosolaio le singole campate di solaio (il comando **“Esplosi Solai”** non può essere applicato su solai verticali). Clicchiamo sul comando **“Deseleziona tutte le entità visibili”** per deselezionare tutte le entità visibili.



### 3.3. Creazione sezioni

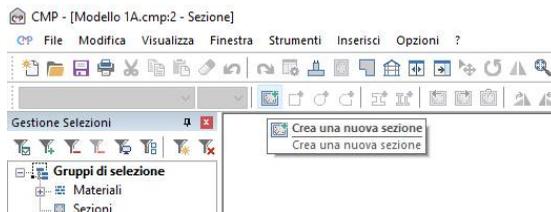
Per poter assegnare le giuste sezioni agli elementi beam disegnati è necessario crearle e/o richiamarle da un archivio. In questo esercizio vedremo come è possibile creare nuove sezioni.

Dalla **Barra degli strumenti** scegliamo il comando **“Vista delle Sezioni”**. In questo modo si passa dalla **Finestra Modello** alla **Finestra Sezioni**.

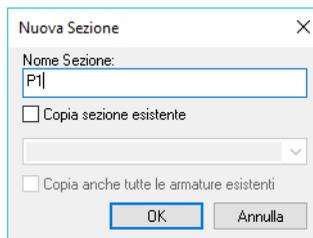
N.B. Nel passare dalla **Finestra Modello** alla **Finestra Sezioni** la **BARRA DEGLI STRUMENTI MODELLO** è sostituita dalla **BARRA DEGLI STRUMENTI SEZIONI**.



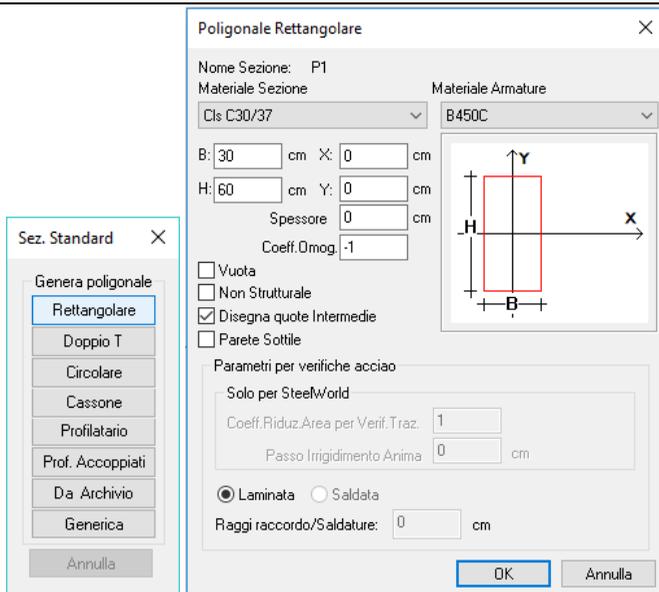
Dalla **BARRA DEGLI STRUMENTI SEZIONI** della **Finestra Sezioni** scegliamo il comando “**Crea una nuova sezione**”.



Nella finestra di dialogo digitiamo il nome della sezione **P1** e clicchiamo sul tasto “**OK**”.



Scegliamo la poligonale rettangolare e nella finestra di dialogo “**Poligonale Rettangolare**” digitiamo **30** nella casella “**B:**” e **60** nella casella “**H:**”. Una volta terminato clicchiamo sul tasto “**OK**”.



Ripetiamo la stessa operazione per le due sezioni da assegnare alle travi. Ne chiameremo una TE1 di dimensioni 30x40cm ed una TE2 di dimensioni 50x25cm (l'esercizio ci consentirà di prendere confidenza con il comando).

Una volta terminato chiudiamo la **Finestra Sezioni** per tornare alla **Finestra Modello**; per fare questo clicchiamo sulla X nera posta nell'angolo alto a destra della **Finestra Sezioni**.

**N.B.** Nel caso in cui avessimo sbagliato ad imputare i dati delle sezioni possiamo cancellarle e ricrearle nel modo seguente.

Nella **Finestra Sezioni** scegliamo nel menù **Strumenti** il comando "**Cancella Sezione...**", selezioniamo nel riquadro "**Sezioni**" la sezione da cancellare e quindi confermiamo l'operazione con il tasto "**Ok**". Alla domanda "L'eliminazione di una sezione base cancella anche tutte le armature da essa derivate! Continuo?" clicchiamo sul tasto "**Si**". Per completare l'operazione clicchiamo sul tasto "**Chiudi**" della finestra di dialogo.

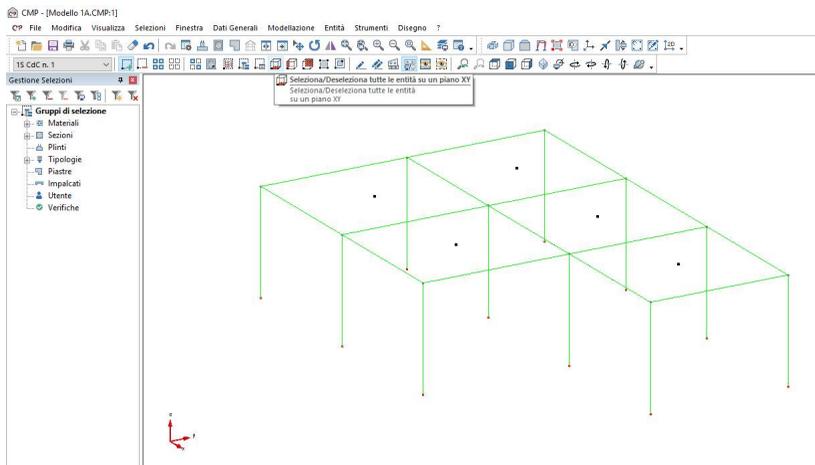
Nel momento in cui andremo a creare le armature, sarà possibile cancellarle sempre con lo stesso comando "**Cancella Sezione ...**". In questo caso, basterà evidenziare nel riquadro "**Armature**" non il numero "0", che indica

la sezione base, ma i numeri che descriveranno le singole configurazioni di armatura.

### 3.4. Vincolamenti

Prima di configurare i beam ed i solai assegniamo ai nodi di base la loro condizione di vincolo.

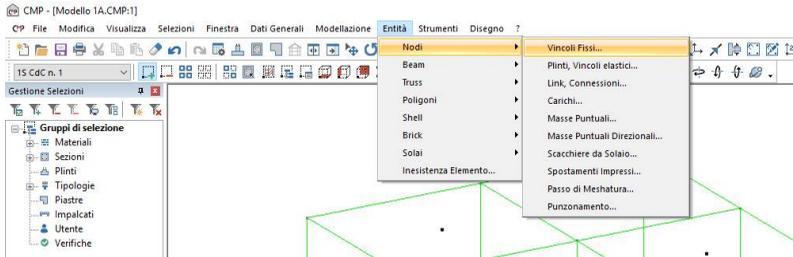
Per selezionare i nodi di base attiviamo il tasto “**Seleziona a Finestra**”, clicchiamo sul comando “**Seleziona\**~~Deseleziona~~ tutte le entità su un piano XY” e poi su di uno dei nodi di base.



Ricordiamoci sempre di cliccare sul tasto “**Seleziona\**~~Deseleziona~~ tutte le entità su un piano XY” per disattivare il comando.

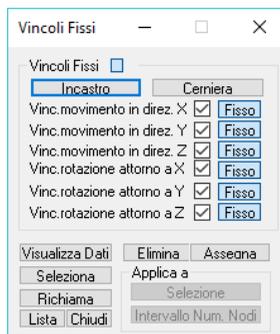


Nel menù **Entità** scegliamo **“Nodi/Vincoli fissi”** e, nella finestra di dialogo, clicchiamo prima sul quadratino in alto **“Vincoli Fissi”** e poi sul tasto **“Incastro”**.



Per assegnare le informazioni scelte ai nodi di base è possibile cliccare prima sul tasto **“Assegna”** e poi su ognuno dei nodi di base. In questo caso, avendo già selezionato i nodi di base, possiamo eseguire la stessa operazione nel modo seguente: clicchiamo sul tasto **“Assegna”** e poi sul tasto **“Selezione”**.

**N.B.** Nell'utilizzare l'opzione **“Selezione”** è importante accertarsi che siano selezionate solo le entità da considerare.



Clicchiamo sul tasto **“Chiudi”** per chiudere la finestra di dialogo.

### 3.5. Configurazione Beam

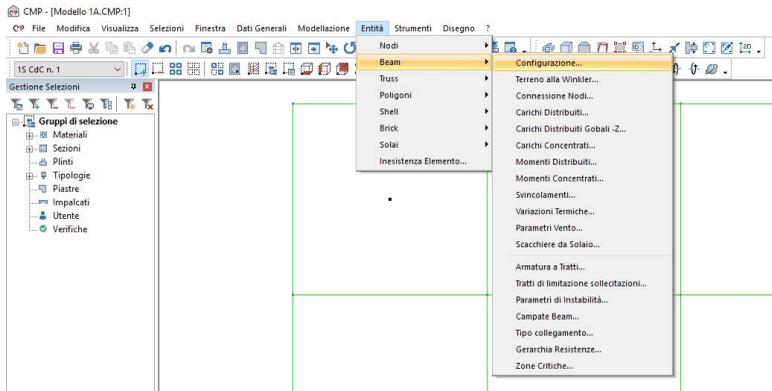
Procediamo quindi alla definizione della configurazione dei Beam. In questo paragrafo, infatti, andremo ad assegnare ai beam inseriti i seguenti tipi di dati: le sezioni trasversali create precedentemente; gli eventuali offset di

posizione; l'orientamento del sistema di riferimento locale.

Attiviamo la vista nel piano XY con un clic sul tasto “**Vista XY**”.

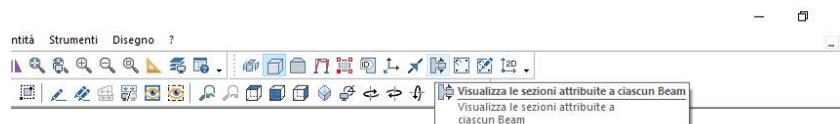


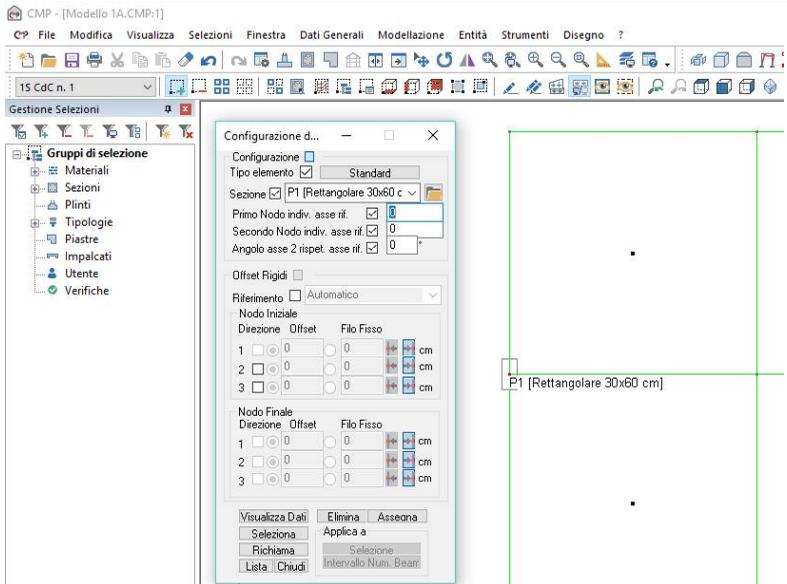
Dal menù **Entità** scegliamo il comando “**Beam/Configurazione...**”.



Nella finestra di dialogo attiviamo il tasto “**Configurazione**” e scegliamo nel menù a tendina “**Sezione**” la sezione da assegnare ai pilastri (P1).

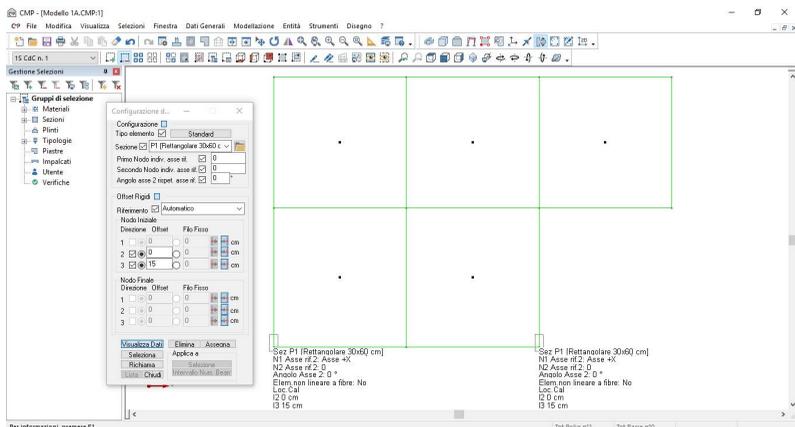
Attiviamo il comando “**Assegna**” e selezioniamo con una finestra, tracciata da sinistra verso destra tenendo premuto il tasto sinistro del mouse, prima il filo 2, poi il 5 e quindi l'8. (La selezione deve riguardare solamente il nodo e non altri elementi per non assegnare questa sezione da altre componenti del modello). Prima però attiviamo il comando “**Visualizza le sezioni attribuite a ciascun beam**”.



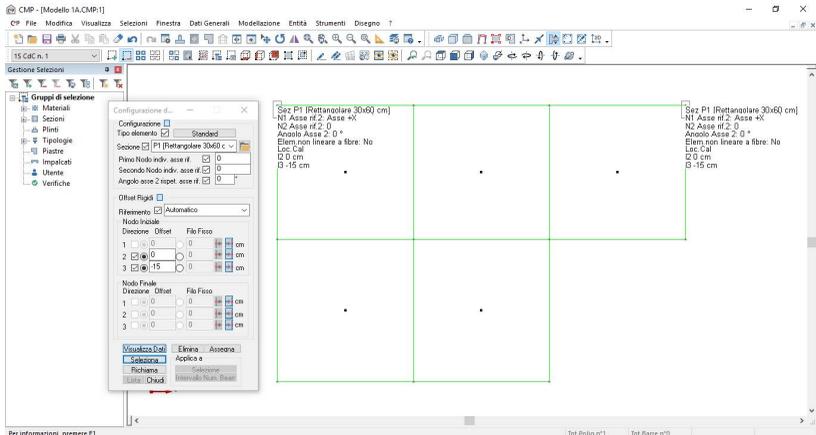


Per configurare i pilastri 1, 7 e 10 attiviamo il tasto **“Offset Rigidi”** e digitiamo 15 nella casella **“3”**. In questo modo i pilastri vengono inseriti in modo già allineato, infatti abbiamo spostato di 15 cm la sezione sul sistema di riferimento locale 3, proprio di ogni elemento.

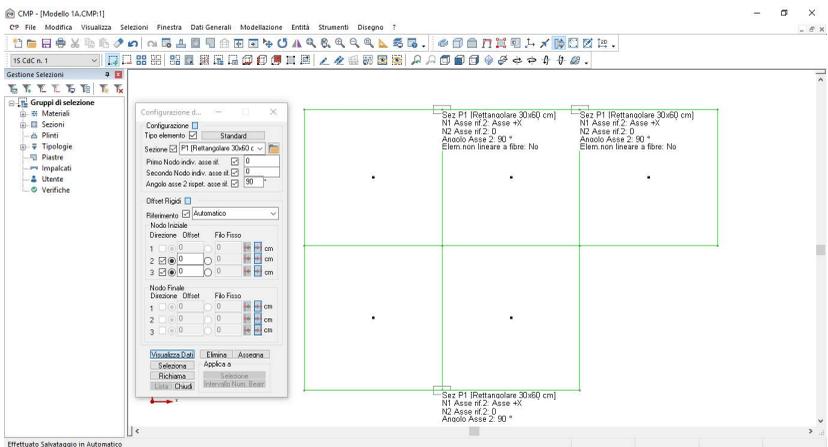
Con il tasto **“Assegna”** già attivo selezioniamo singolarmente i nodi 1, 7, e 10 con una finestra tracciata da sinistra verso destra tenendo premuto il tasto sinistro del mouse.



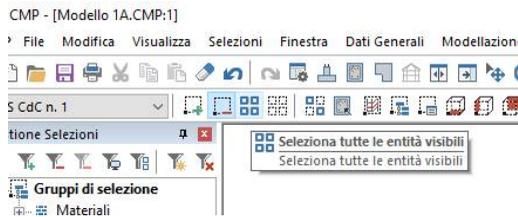
Sostituiamo nella casella “3” il numero 15 con il numero -15 e, sempre con il tasto “Assegna” attivo, selezioniamo con una finestra tracciata da sinistra verso destra, tenendo premuto il tasto sinistro del mouse, prima il nodo 3 e poi il nodo 11.



Per configurare i pilastri 4, 6 e 9 digitiamo 0 nella casella “3” e 90 nella casella “Angolo asse 2 rispet. asse rif.”, quindi clicchiamo su “Assegna” e selezioniamo ogni pilastro da configurare con una finestra tracciata da sinistra verso destra tenendo premuto il tasto sinistro del mouse.

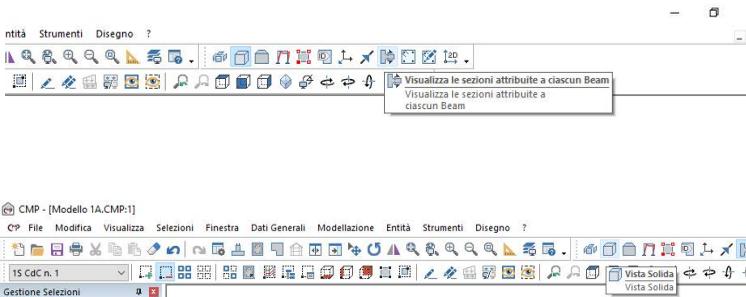


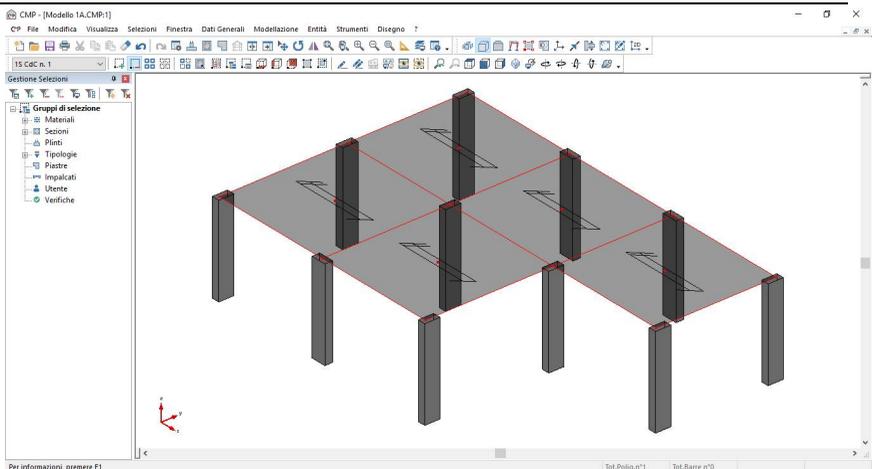
Una volta terminato, clicchiamo sul tasto “**Chiudi**” e selezioniamo tutto con il comando “**Seleziona tutte le entità visibili**”.



**N.B.** Nel digitare nella casella “**Angolo asse 2 rispet. asse rif.**” il numero 90 non abbiamo fatto altro che ruotare il sistema di riferimento locale dei beam. In ogni momento è possibile visualizzare il sistema di riferimento locale dell’elemento selezionato cliccando sul tasto  della **BARRA DEI COMANDI**.

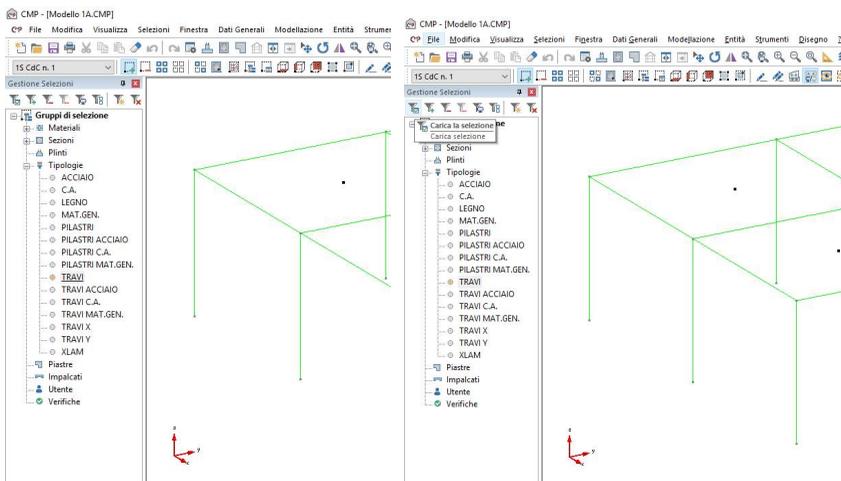
Disattiviamo il comando “**Visualizza le sezioni attribuite a ciascun beam**” e attiviamo la vista solida con il comando “**Vista Solida**” della **Barra dei Comandi** ed effettuiamo una vista 3D cliccando sul tasto “**Vista XYZ**”.





*Continuiamo col configurare le travi.*

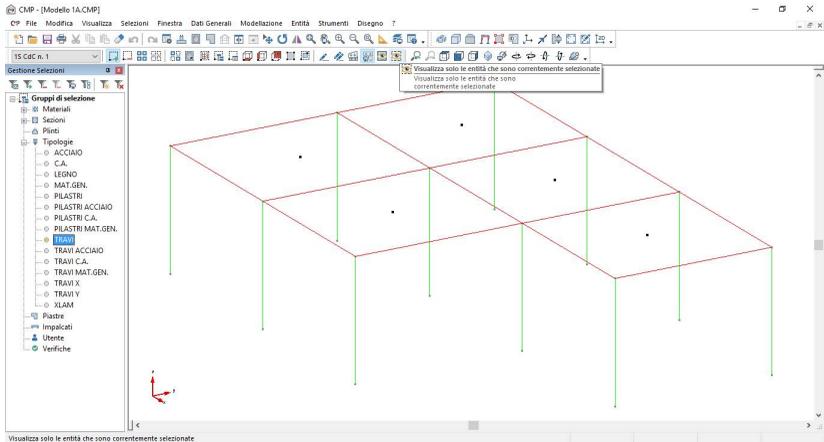
*Andiamo sul comando **“Gestione selezioni”**, sempre aperto sulla parte destra dello schermo e premiamo sul simbolo **“+”** che precede la voce **“Tipologie”**; così facendo si apre un elenco di selezioni predefinite, generate automaticamente dal software. Tra quelle proposte, scegliamo **“TRAVI”**, attivando il pallino che precede il nome, quindi clicchiamo sul tasto **“Carica la selezione”**.”*



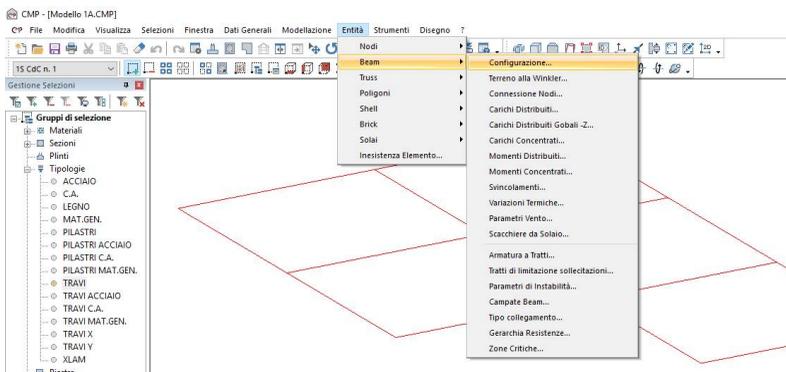
*N.B. Il comando appena utilizzato può essere impiegato, come abbiamo fatto, per caricare dei gruppi di selezione creati in automatico dal programma oppure per crearne dei nuovi e caricarli quando è necessario.*

*A questo punto possiamo spegnere la parte di struttura non selezionata, in modo tale da poter lavorare più facilmente sugli elementi da configurare.*

*Per fare questo, clicchiamo sul tasto “Visualizza solo le entità che sono correntemente selezionate”; in questo modo andremo a nascondere tutti gli elementi non selezionati.*



*Ritorniamo alla procedura di configurazione degli elementi Beam: clicchiamo sul menù Entità, scegliamo il comando “Beam/Configurazione...”.*

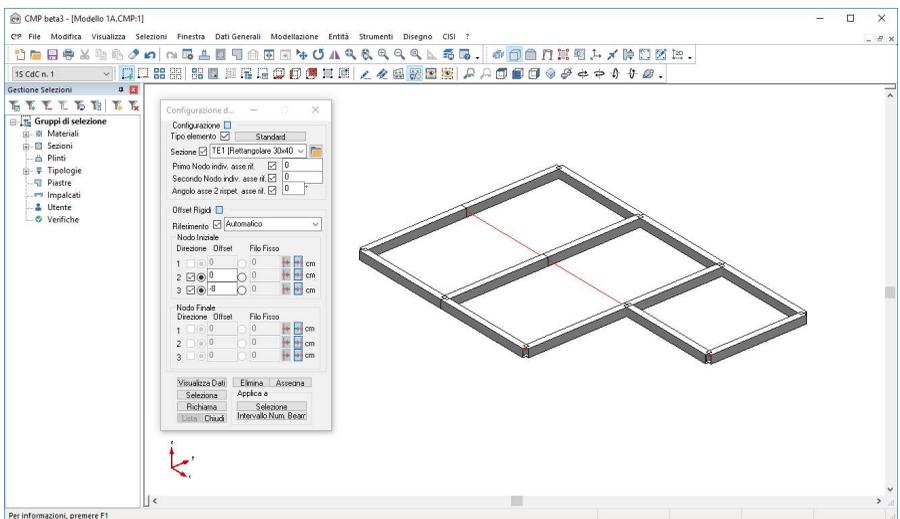


Attiviamo il tasto “**Configurazione**” e scegliamo, nel menù a tendina “**Sezione**”, la sezione da assegnare alle travi emergenti (TE1).

In questo caso si è scelto di assegnare ai nodi inputati coordinata z coincidente con la quota di asse geometrico dei solai per cui sarà necessario offsettare le sezioni che andremo ad associare alle travi.

Nel caso specifico attiviamo il tasto “**Offset Rigidi**” e digitiamo il numero **-8** nella casella “**3**”, in modo che l’estradosso sia +12 cm.

Per poter assegnare i dati selezionati attiviamo con un clic il tasto “**Assegna**” e clicchiamo su tutti i Beam che dovranno avere una sezione 30x50cm.

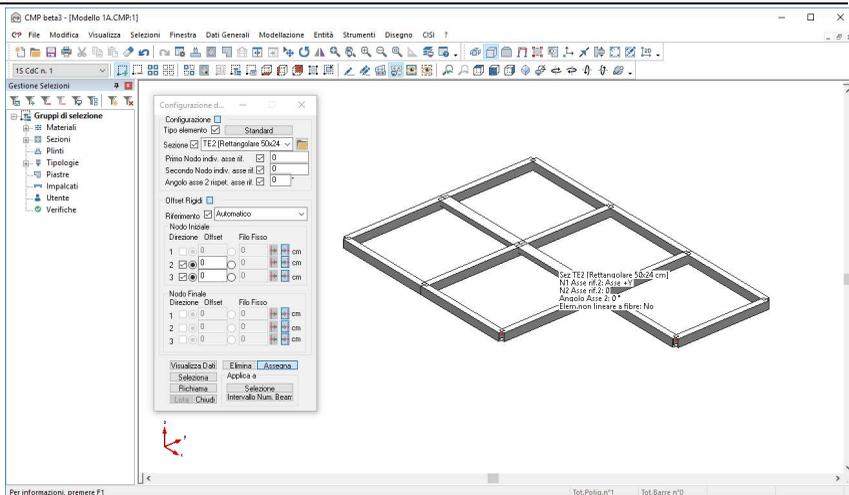


Nel cliccare sui singoli Beam il programma assocerà ad ogni singola asta una sorta di tabella che sintetizza i dati assegnati all’elemento. Durante la selezione dei Beam potrebbe risultare utile pulire la **Finestra Modello**

cliccando sul tasto “**Ridisegna tutto**” .

Ci resta da configurare le travi in spessore, cui non verrà assegnato nessun offset (l’esercizio ci consentirà di prendere confidenza con il comando).

Una volta terminata la configurazione delle travi clicchiamo sul tasto “**Chiudi**” per uscire dal comando “**Configurazione dei Beam**”.



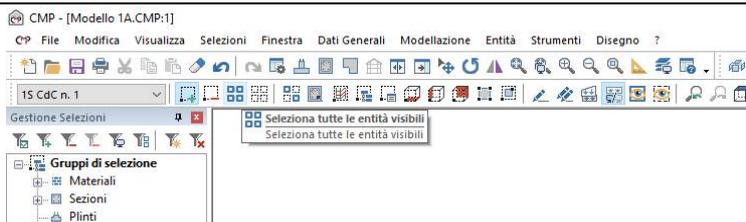
Per verificare il risultato ottenuto o riprendere il lavoro da questo punto in poi è possibile aprire il file denominato **“Modello1A”** contenuto nella cartella **“Tutorial1”**.

### 3.6. Configurazione dei Solai

Terminata la configurazione dei Vincoli e dei Beam, possiamo passare a configurare i Solai. Prima però è necessario riaccendere l'intera struttura cliccando sul tasto **“Visualizza tutte le entità correntemente presenti”**.

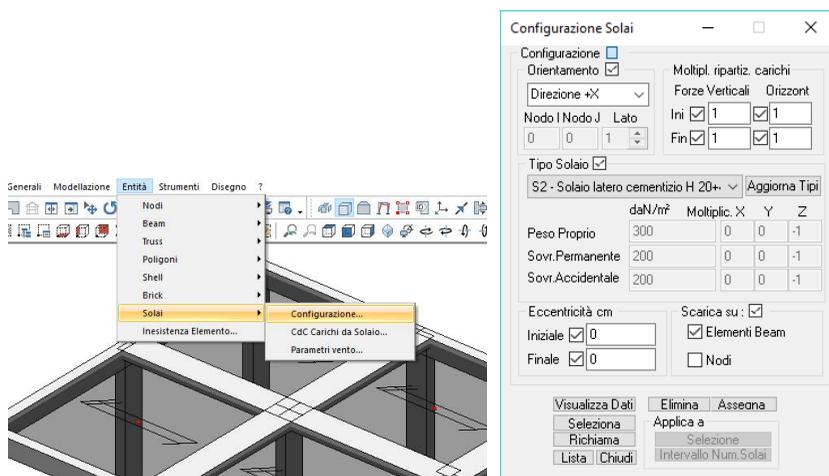


Selezioniamo tutto con il tasto **“Seleziona tutte le entità visibili”** e, se volessimo estendere l'immagine all'intera finestra, effettuiamo uno zoom estensione cliccando sul tasto **“Vista ottimizzata sulla vista corrente”**.



Nel menù **Entità** selezioniamo il comando **“Solai/Configurazione...”**, attiviamo il tasto **“Configurazione”**, scegliamo in **“Orientamento”** l’opzione **“Direzione +X”** ed in **“Tipo Solaio”** il carico **“S2 – solaio latero cementizio H 20+4”**.

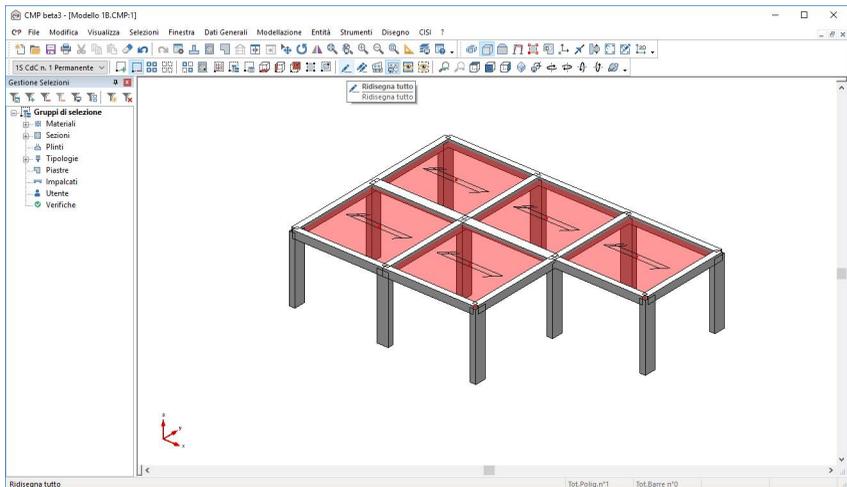
Per poter assegnare tutti i parametri scelti attiviamo con un clic il comando **“Assegna”** e clicchiamo sul tasto **“Selezione”**.



Una volta terminato clicchiamo sul tasto **“Chiudi”**.

*N.B. Per questo esercizio si è scelto di utilizzare lo stesso "Tipo Solaio", è comunque possibile creare nuovi carichi cliccando sul tasto "Aggiorna Tipi". Nel caso si stesse utilizzando la versione demo del programma, non è possibile utilizzare nuovi carichi al di fuori di quelli di default.*

*Per rigenerare il contenuto della **Finestra Modello** clicchiamo sul tasto "Ridisegna tutto".*



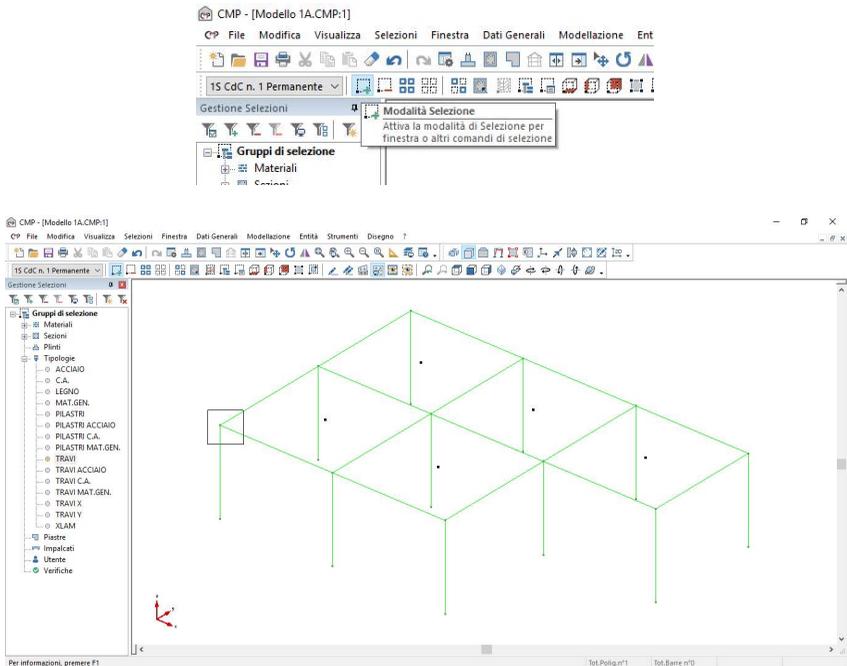
*Per realizzare lo sbalzo in corrispondenza della trave 1-2 dobbiamo creare, in primo luogo, dei nodi ausiliari in modo tale da poter disegnare l'elemento solaio.*

*Prima di fare questo, deseleggiamo l'intero modello con un clic sul tasto "Deseleziona tutte le entità visibili".*

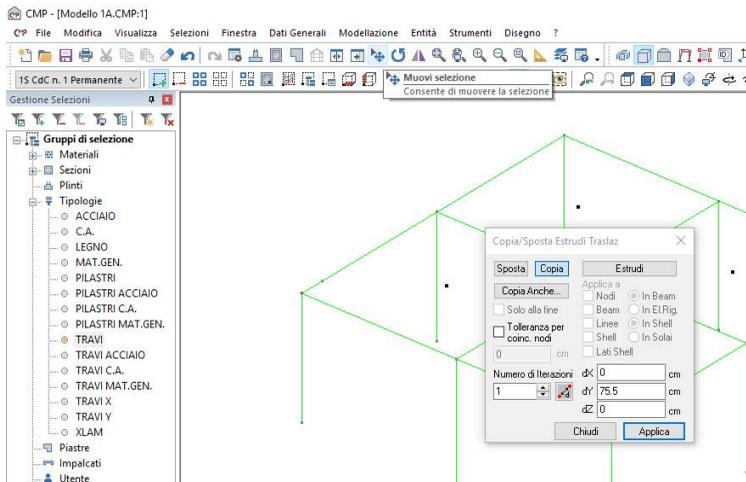


*Controlliamo che il tasto "Seleziona a Finestra" della **BARRA DEGLI STRUMENTI MODELLO** sia attivo ed andiamo a selezionare il nodo in alto del*

*pilastro 1 con una finestra di selezione tracciata da sinistra verso destra tenendo premuto il tasto sinistro del mouse.*

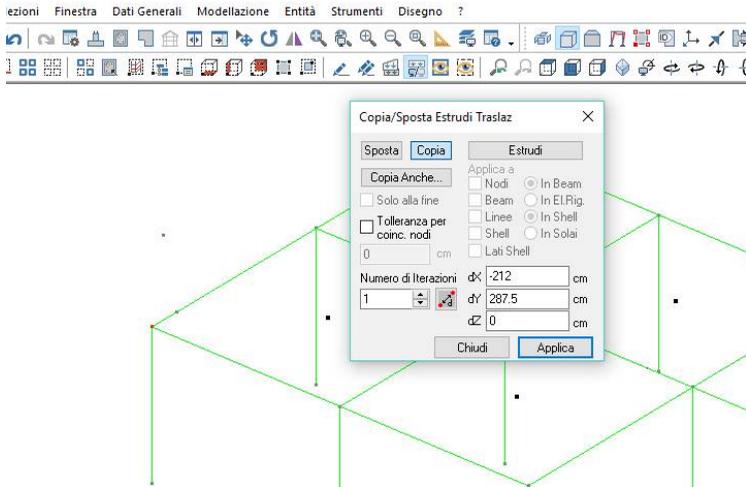


*Selezioniamo, quindi, il comando “Muovi selezione”, attiviamo il tasto “Copia”, digitiamo 75.5 nella casella “dY” e clicchiamo sul tasto “Applica”.*

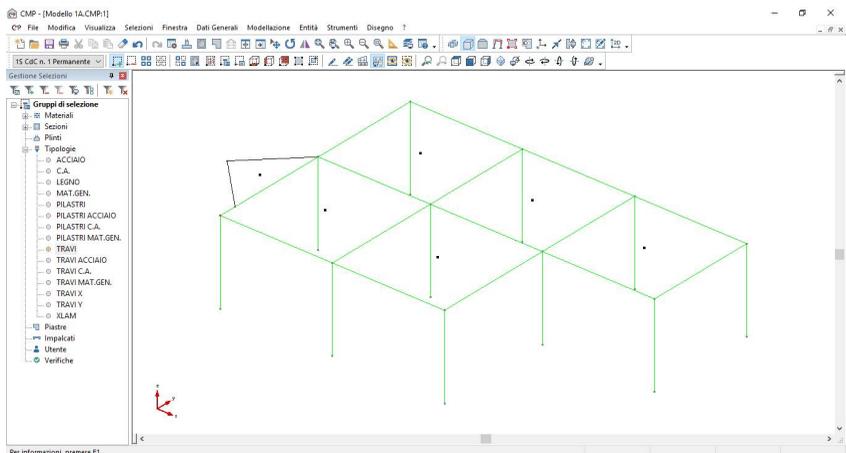


Per creare i due nodi corrispondenti ai vertici dei triangoli digitiamo -212 in “dX” e 287.5 in “dY”.

Clicchiamo su “**Applica**” e poi su “**Chiudi**” per uscire dal comando.



Al fine di fissare l'operazione di imputazione dei solai andiamo a disegnare lo sbalzo ricorrendo alla procedura già descritta sopra, iniziando a selezionare i nodi posti sulla trave dell'edificio. Una volta terminato si dovrà ottenere il risultato raffigurato di seguito.



---

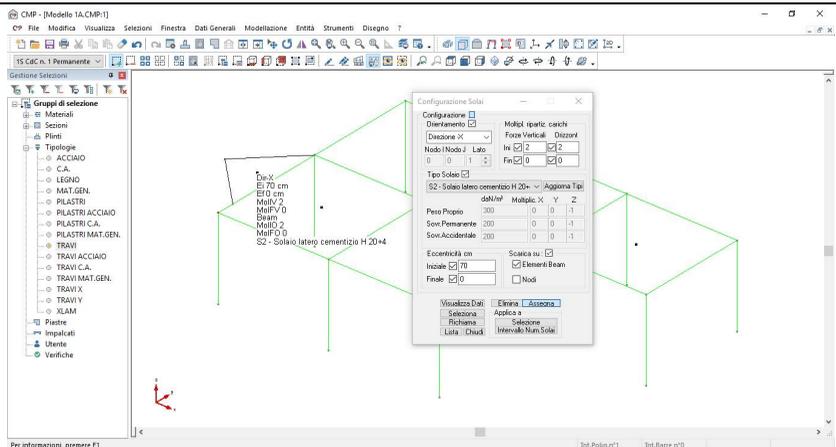
A questo punto andiamo a configurare lo sbalzo.

Selezioniamo nel menù **Entità** il comando “**Solai/Configurazione**”, attiviamo il tasto “**Configurazione**”, scegliamo nella casella “**Orientamento**” l’opzione “**Direzione -X**”, selezioniamo in “**Tipo Solaio**” il carico “**S2 – solaio latero cementizio H 20+4**”, digitiamo nel box “**Moltipl. ripartiz. carichi**” il numero 2 nelle caselle della riga “**Ini**” e 0 nelle caselle della riga “**Fin**” ed infine digitiamo 70 nella casella “**Iniziale**” del box “**Eccentricità cm**” per ottenere, sulla trave di appoggio, oltre ad un carico uniformemente distribuito anche un momento torcente uniformemente distribuito.

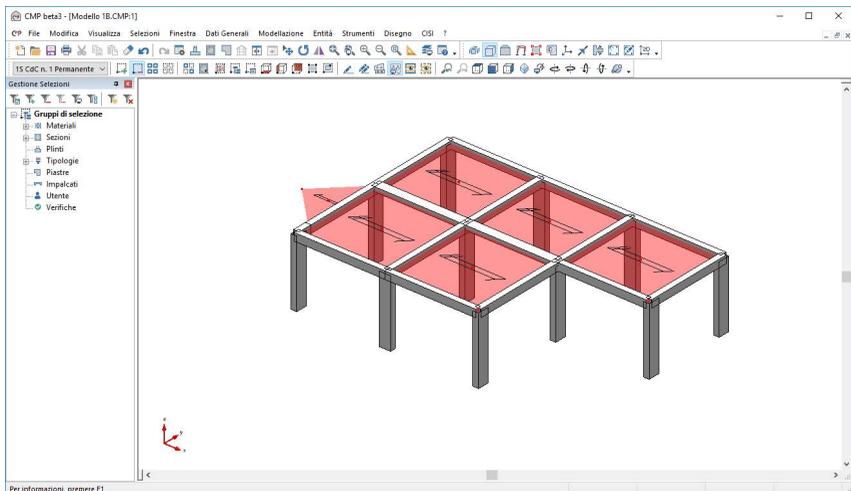
Attiviamo il tasto “**Assegna**” e clicchiamo sulla maniglia del solaio da configurare. La maniglia è rappresentata da un punto nero posto al centro dell’area descritta dal solaio.

**N.B.** I moltiplicatori di ripartizione dei carichi servono a distribuire diversamente le azioni dei solai sugli elementi interessati; di default il programma individua il carico complessivo e lo ripartisce in ugual misura tra gli elementi di appoggio. Nel caso dello sbalzo è stato necessario assegnare alla trave di appoggio il coefficiente 2 in modo tale da modificare il carico assegnato in automatico da  $q/2$  a  $q$ , mentre è stato assegnato 0 al lato libero in modo tale da trasformare il valore di default  $q/2$  in 0.

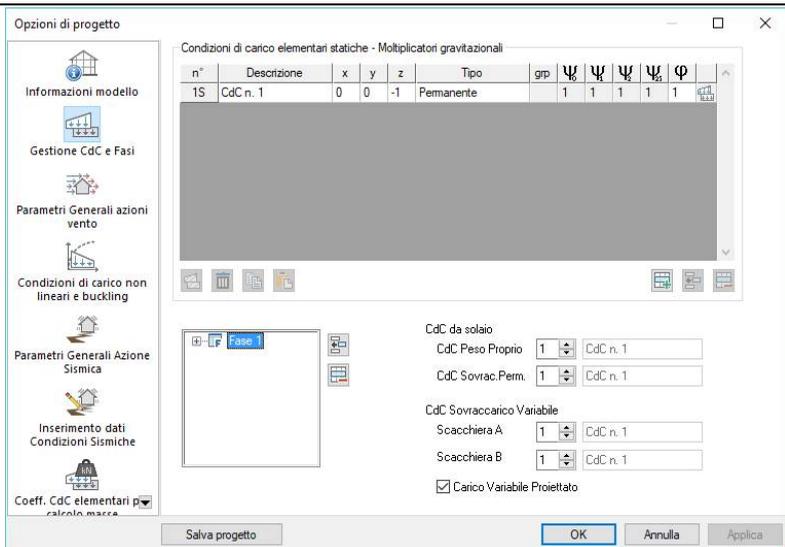
Tale distribuzione dei carichi può essere differente per le forze verticali ed orizzontali; le prime riguardano la distribuzione dei carichi verticali le seconde la distribuzione delle masse sismiche da considerare nel calcolo delle forze orizzontali da sisma.



Una volta terminato clicchiamo sul tasto **“Chiudi”** per terminare il comando e selezioniamo l'intero modello con il comando **“Seleziona tutte le entità visibili”**.



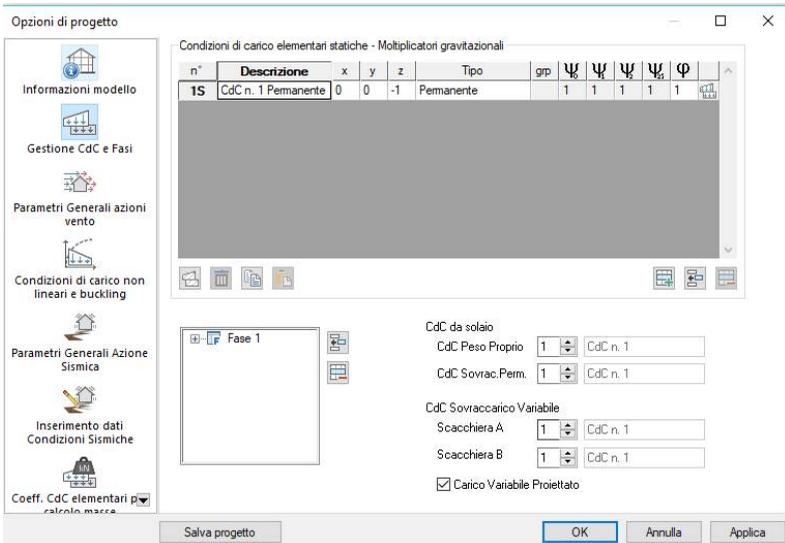
Il passo successivo sarà definire le condizioni di carico elementari. Per fare questo andiamo nel menu **“Dati Generali”**, apriamo il comando **“Opzioni generali”** e selezioniamo la voce **“Gestione cdc e fasi”**.



*Nota: il comando “Opzioni generali” è accessibile anche dalle icone presenti nella finestra modello: l’icona corrispondente è  .*

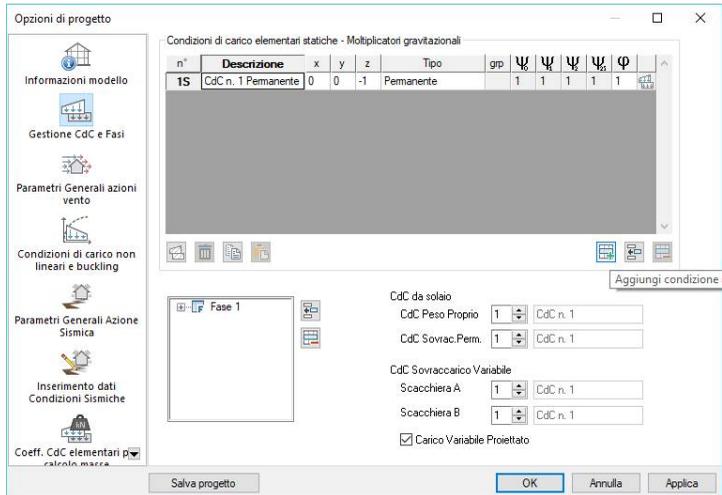
*Nella finestra “Condizioni di carico elementari statiche-..”.*

*Clicchiamo nel riquadro “CdC n. 1” e rinominiamo la condizione di carico con “CdC n.1 Permanente”.*

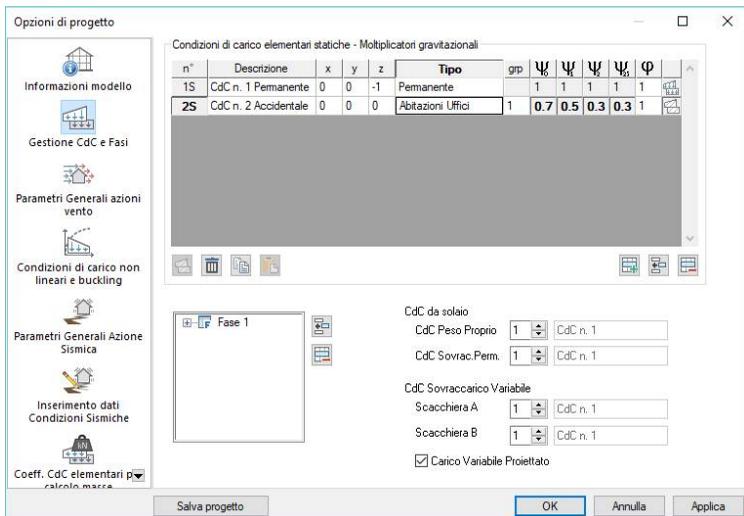


*N.B. Il numero -1 nella casella “z” sta ad indicare il calcolo in automatico del peso proprio degli elementi.*

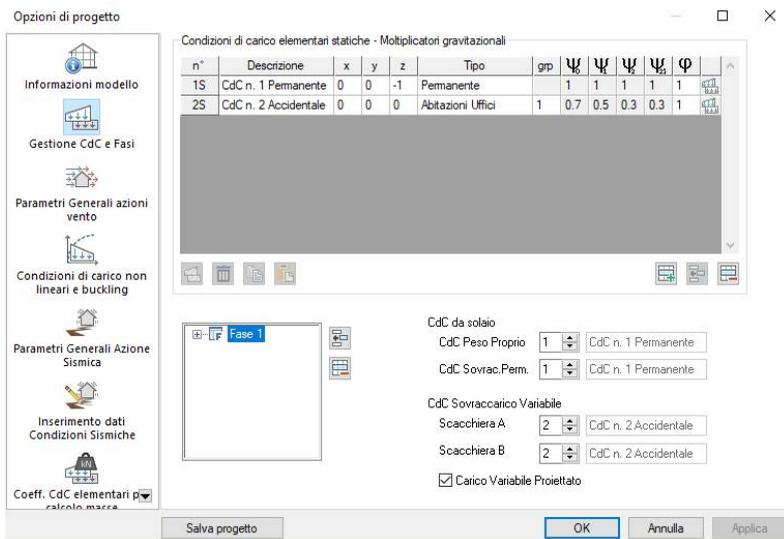
*Clicchiamo sul tasto “**Aggiungi condizione di carico**” e rispondiamo “**Si**” alla domanda “**Si vuole inserire una nuova Condizione di Carico?**”.*



*Chiamiamo la condizione di carico “**CdC n.2 Accidentale**” e scegliamo nella colonna “**Tipo**” quello Abitazioni Uffici.*

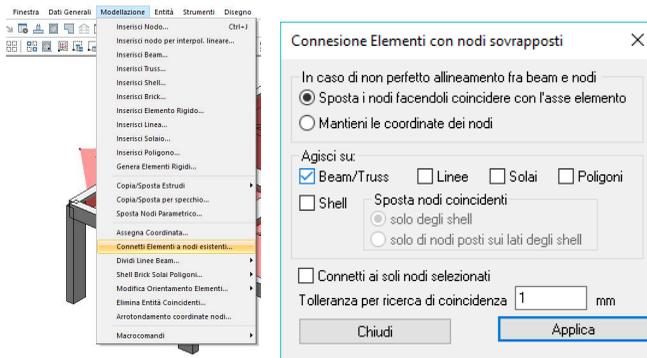


Ci restano da assegnare i carichi dei solai alle corrispondenti condizioni di carico statiche elementari: per farlo, utilizziamo la serie di comandi in basso a destra nella finestra che abbiamo davanti. Lasciamo inalterati i dati nelle prime due righe, scegliamo nelle caselle “Scacchiera A” e “Scacchiera B” l’opzione “CdC n. 2 Accidentale”. Le impostazioni settate in questa finestra valgono di default per tutti i solai del modello.



Chiudiamo il comando selezionando prima “Applica” e quindi “Ok”.

Per fare in modo che il nodo posto a 75.5 cm dal filo 1 faccia parte del beam su cui si trova, selezioniamo nel menù **Modellazione** il comando “**Connetti Elementi a nodi esistenti...**”, spuntiamo le opzioni “Mantieni le coordinate dei nodi” e “Beam\Truss” ed infine clicchiamo sul tasto “Applica”.



*Per verificare il risultato ottenuto o riprendere il lavoro da questo punto in poi è possibile aprire il file denominato “**Modello1B**” contenuto nella cartella “**Tutorial1**”.*

*Ci resta da realizzare il secondo impalcato e quindi la copertura.*

*Come detto sopra sfrutteremo il comando “**Muovi selezione**” per copiare tutti gli elementi fin qui creati con associate tutte le configurazioni assegnate. In questo modo otterremo altri due impalcati identici al primo ed in un secondo momento andremo a cancellare tutti gli elementi non presenti all’ultimo piano e a modificare l’orditura dei solai di copertura.*

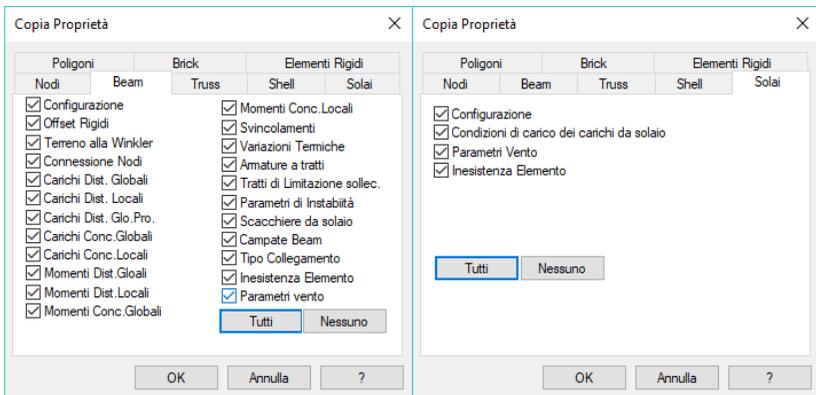
*Clicchiamo sul tasto “**Muovi selezione**” della **BARRA DEGLI STRUMENTI**.*



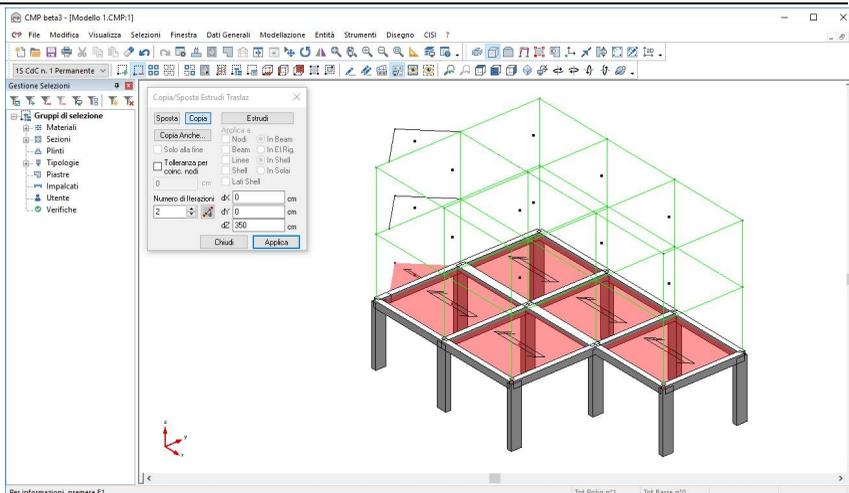
*In questo caso, oltre ad attivare nella finestra di dialogo il tasto “**Copia**”, clicchiamo sul tasto “**Copia Anche...**”.*



Nella finestra di dialogo clicchiamo sul tasto “**Tutti**” sia nella scheda “**Beam**” che nella scheda “**Solai**” e poi sul tasto “**OK**” per confermare le scelte fatte.



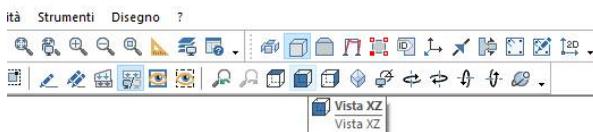
Dovendo realizzare gli impalcati a quota 700 e 1050 digitiamo nella casella “**dZ**” il numero 350, selezioniamo 2 in “**Numero di Iterazioni**” in modo tale da ripetere l’operazione di copia due volte. Si spunta l’opzione “**Tolleranza per coincidenza nodi**”, si imposta pari a 10 cm e clicchiamo sul tasto “**Applica**”. La tolleranza è un parametro che consente ai beam di collegarsi a nodi esistenti senza crearne di nuovi nell’estensione dell’area indicata. In questo modo si evita la sovrapposizione di nodi.



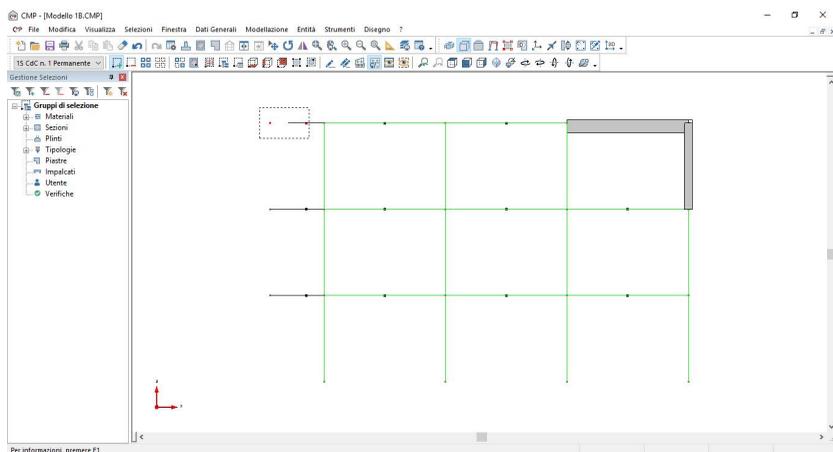
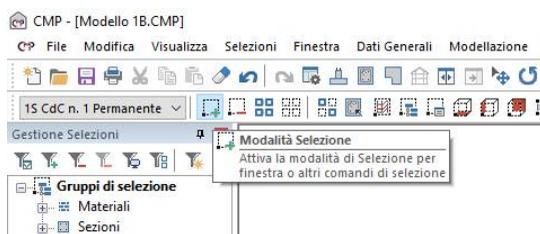
Per far sì che l'estradosso dei solai sia posizionato come da disegno, dobbiamo spostare i piani di 12 cm verso il basso, scegliendo di posizionare l'asse geometrico della struttura in posizione baricentrica del solaio. Si selezionano gli elementi appartenenti ai tre piani con il comando **“Seleziona/Deseleziona tutte le entità del piano xy”** e si utilizza il comando **“Sposta”** lungo  $z$  di  $-12$  cm. In questo modo nei disegni la quota estradosale delle travi si troverà a 350cm, 700cm, 1050cm.

Deselezioniamo tutte le entità selezionate con il comando **“Deseleziona tutte le entità visibili”** ed effettuiamo una vista nel piano XZ con il comando **“Vista XZ”** della **BARRA DEGLI STRUMENTI MODELLO**.

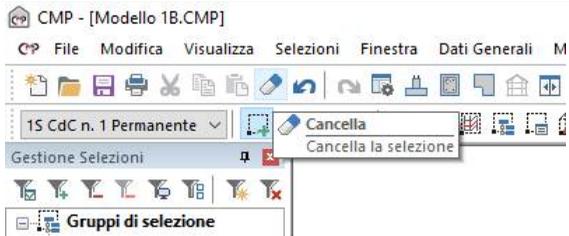




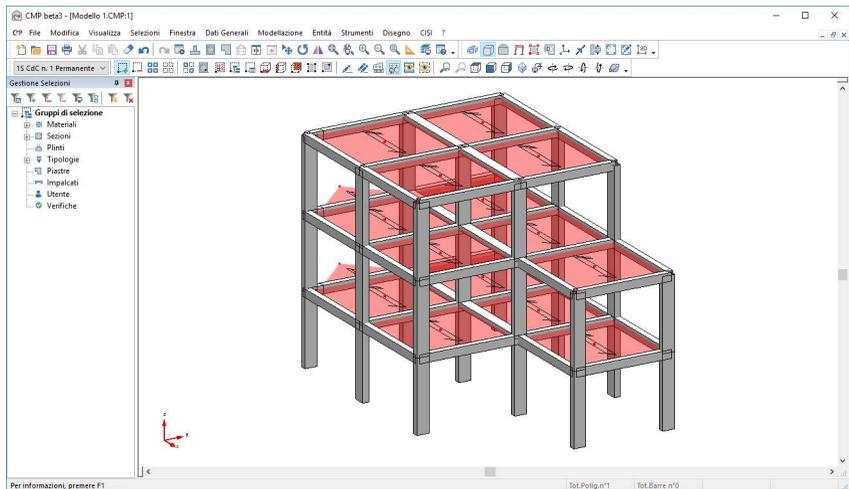
Con il comando **“Seleziona a Finestra”** attivo, selezioniamo con una finestra, tracciata da destra verso sinistra (in questo modo è possibile selezionare tutti gli elementi intersecati), gli elementi trave e pilastro in alto a destra ed in un secondo momento l'ultimo sbalzo.



Una volta effettuata la selezione clicchiamo sul tasto **“Cancella”** e confermiamo col tasto **“Sì”** l'operazione (in alternativa al tasto **“Cancella”** possiamo utilizzare il tasto **“canc/del”** della tastiera).

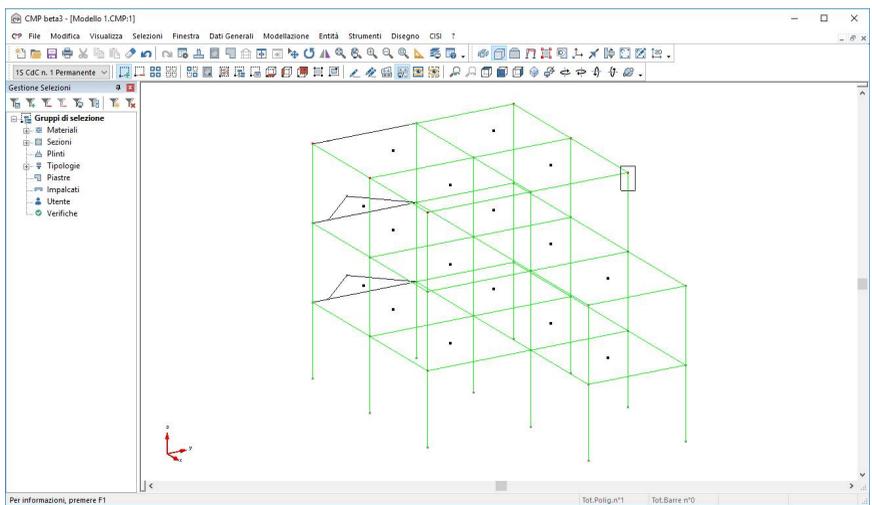
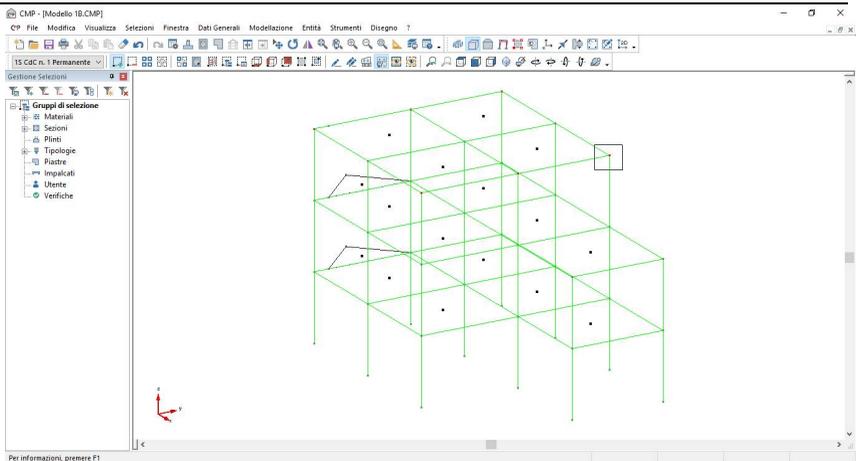


Una volta terminato effettuiamo una vista 3D cliccando sul tasto “**Vista XYZ**”.

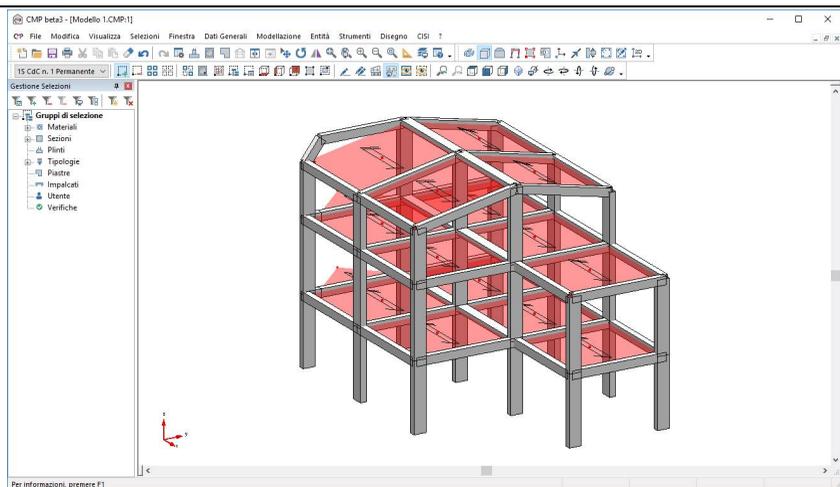


Per realizzare le due falde del tetto dovremo andare a spostare verso il basso i sei nodi appartenenti alle due linee di gronda.

Attiviamo il comando “**Seleziona a Finestra**” e selezioniamo ognuno dei sei nodi di gronda con una finestra tracciata da sinistra verso destra tenendo premuto il tasto sinistro del mouse oppure con un clic del tasto sinistro del mouse su ciascuno di essi.



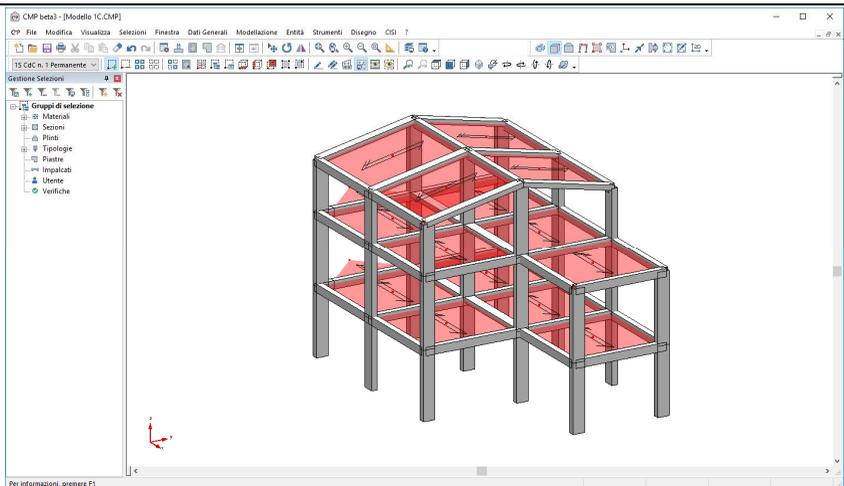
Clicchiamo sul tasto **“Muovi selezione”**, attiviamo il comando **“Sposta”**, digitiamo -100 nella casella **“dZ”** e confermiamo l’operazione con il tasto **“Applica”**.



*Come è possibile notare il nodo intermedio della trave su cui insisteva lo sbalzo cancellato non è allineato; sulla base delle informazioni ottenute fin qui proviamo a risolvere il problema seguendo i seguenti passi: deseleggiamo tutte le entità selezionate; cancelliamo i due tratti della trave da correggere; inputiamo una nuova trave; configuriamola assegnando ad essa la giusta sezione e l'offset rigido.*

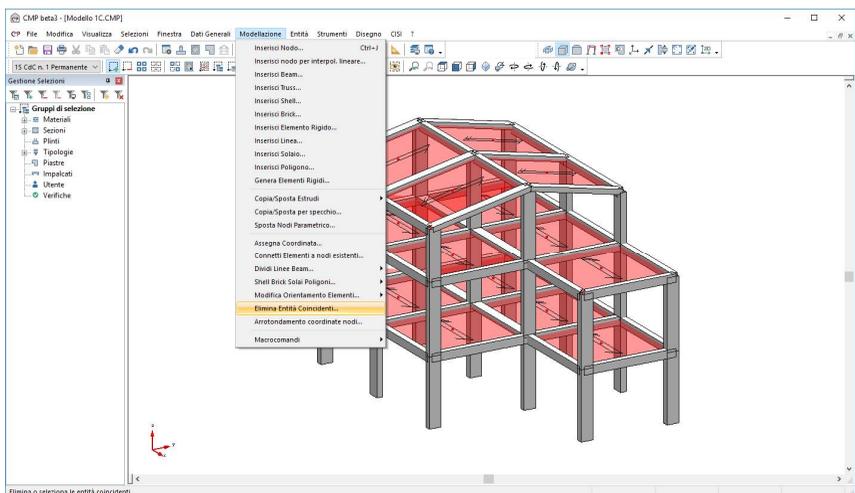
*Sempre per esercizio andiamo a modificare l'orientamento dei solai di copertura, questa volta saranno orientati in direzione +Y. A differenza dello sbalzo i coefficienti di ripartizione saranno tutti pari ad 1; selezioniamo tutte le entità ed attiviamo la vista solida se non ancora attiva. Inoltre, assegniamo la sezione TE1 alle travi della copertura parallele all'asse X e la sezione TE2 alle travi parallele a Y*

*Una volta terminato dovremo ottenere il risultato seguente.*

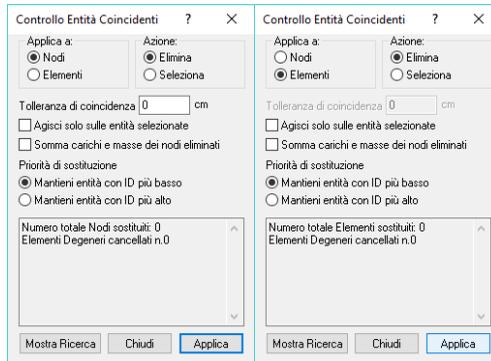


*Prima di passare alla configurazione dei dati di calcolo e quindi al calcolo del modello è sempre consigliato effettuare una semplice operazione di controllo del modello per accertarci che durante le fasi di modellazione (inserisci, copia, estrudi, sposta,...) non si sia verificata la generazione di nodi doppi o elementi sovrapposti che, costituendo errore di modellazione , genererebbero sicuramente problemi durante il calcolo.*

*Per cui, scegliamo nel menù **Modellazione** il comando “**Elimina Entità Coincidenti...**”.*



Spuntiamo l'opzione “**Nodi**” nel box “**Applica a:**” e clicchiamo sul tasto “**Applica**”, poi spuntiamo l'opzione “**Elementi**” sempre nel box “**Applica a:**” e clicchiamo sul tasto “**Applica**”.



Clicchiamo sul tasto “**Chiudi**” per uscire dalla finestra di dialogo e quindi salviamo con il tasto “**Salva**” il lavoro fin qui fatto.

Per verificare il risultato ottenuto o riprendere il lavoro da questo punto in poi è possibile aprire il file denominato “**Modello1C**” contenuto nella cartella “**Tutorial1**”.

### 3.7. Parametri sismici

Passiamo ora alla configurazione dei parametri sismici.

Apriamo il comando “**Opzioni generali**” dalla corrispondente icona ; nell'elenco a sinistra, scegliamo il comando “**Parametri Generali per azione sismica**”.

Nella finestra di dialogo è già attiva la sola parte relativa alla normativa scelta come riferimento nella fase iniziale di impostazione generale; se volessimo modificare la normativa di riferimento sarà necessario selezionare nell'elenco “**Informazioni modello**” e ripetere le operazioni descritte al paragrafo 2.2.

Nel nostro caso è attivo il box relativo al D.M. 17/1/2018.

Iniziamo col settare i seguenti parametri: nel box “**Categoria suolo**”

fondazione:” scegliamo “**B**”; nella casella “Categoria Topografica” selezioniamo “2”. Per definire il fattore di struttura clicchiamo sul tasto “**qx**” della scheda.

Nella finestra di dialogo apertasi effettuiamo le operazioni seguenti: rimuoviamo il segno di spunta dalla casella “**Imposto**” del box “Fattore di Struttura  $q$ ”; selezioniamo “**Edifici non regolari in altezza 7.2.2**” e “**Edifici regolari in pianta 7.2.2**” nel box “**KR**”; scegliamo “**Strutture telaio, a pareti accoppiate, miste**” nel box “**Tipologia (Tab.7.4.1)**”; selezioniamo “**a) Struttura a telaio con più piani e più campate**” nel box “**Da Tipologia Edificio**”; clicchiamo sul tasto “**OK**”.

Fattore di Struttura qx

Edifici con Struttura in C.A. (par.7.4.3.2) e Prefabbricate (par.7.4.5.1)

Tipo Struttura  
 In Opera     Prefabbricato

KR: Edifici non regolari in altezza  
 Edifici regolari in pianta

Tipologia (tab.7.4.I)  
 Strutture a telaio, a pareti accoppiate

$\alpha_u / \alpha_1$   
 Da Analisi Non Lineare  
 $\alpha_1$  0     $\alpha_u$  0

Da Tipologia Edificio  
 a) Edifici a telaio con più piani e più campate

$\alpha_u / \alpha_1$  1.3

q0 3.9    kw 1

Edifici in Acciaio (par.7.5.2.2) e miste Acciaio-Calcestruzzo (par.7.6.2.2)

KR: Edifici non regolari in altezza  
 Edifici regolari in pianta

Tipologia (tab.7.5.II)  
 b2) Controventi concentrici a V

$\alpha_u / \alpha_1$   
 Da Analisi Non Lineare  
 $\alpha_1$  0     $\alpha_u$  0

Da Tipologia Edificio  
 Edifici a un piano

$\alpha_u / \alpha_1$  0

Fattore di Struttura q per stati limite ultimi  
 Imposto    q = 3.12    da usare: 3.12  
 q0 = 3.9    da usare: 3.9

Controllo massimo fattore di struttura SLV  
 Fattore di struttura per SLD: 1.5

OK    Annulla

Lo stesso procedimento lo eseguiamo per il fattore di struttura “qy”.

Ci resta da selezionare il tipo di analisi da condurre; spuntiamo l’opzione “Analisi dinamica” e clicchiamo sul tasto “Parametri Analisi Modale”.

Dati Generali Analisi Modale

Numero autovalori 50

Metodo di Calcolo Rest. Lanczos

Matrici di Massa CONSISTENT matrice di massa completa

Matrice geometrica a seguito di analisi NL     Comb. assegnata

Sequenza di STURM     Consentii moto rigido

Escludi Masse

sui gradi di libertà vincolati    Massa x  
 da nodi selezione    Massa y  
 Massa z

Tolleranza (Wilson)/Contr. norma (Lanczos) 0

Numero massimo iteraz. nel calcolo autovalori 24

Numero autovettori (0-> default) 0

Parametri per metodo di Ritz

	N. vettori	C.d.C	
Direzione x	0	1	CdC n. 1 Permanente
Direzione y	0	1	CdC n. 1 Permanente
Direzione z	0	1	CdC n. 1 Permanente

Metodo di combinazione CQC combinazione quadratica completa    CF 0.1

Segno del risultato della combinazione:  
 Segno del modo prevalente distinto per ogni elemento

Permutazione segni per involuppi con sigma combinata:  
 Con segno deli risultati sempre positivo

OK    Annulla

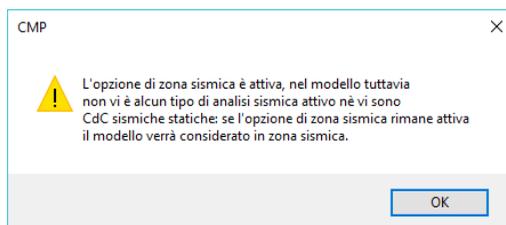
---

La finestra di dialogo aperta offre la possibilità di scegliere diverse metodologie di calcolo; per la nostra applicazione lasceremo invariate le impostazioni di default mentre andremo ad imputare come metodo di calcolo quello “**Rest. Lanczos**” e come numero di autovalori da considerare nell’analisi digitiamo nel box “Numero autovalori” il numero “50” e clicchiamo sul tasto “ok”.

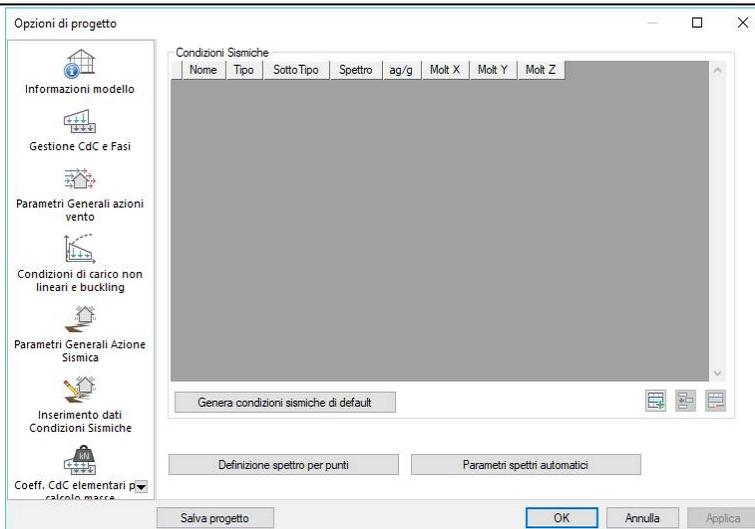
Alla voce “**Metodo di combinazione**” controlliamo che sia selezionato “**CQC combinazione quadratica modale**”.

Nota: l’opzione “**Segno del risultato della combinazione**” serve a ripristinare il segno di una qualunque grandezza (spostamento, reazione vincolare, sollecitazione, ...) risultante dalla combinazione quadratica completa. Selezionando “**Segno del modo prevalente distinto per ogni elemento**” tra gli  $n$  valori della stessa grandezza considerati nella combinazione quadratica ( $n$  numero di modi analizzati) si assume il segno della componente associata al modo di vibrare più significativo.

Per confermare tutte le impostazioni facciamo un clic sul tasto “**Applica**”; comparirà il seguente messaggio:



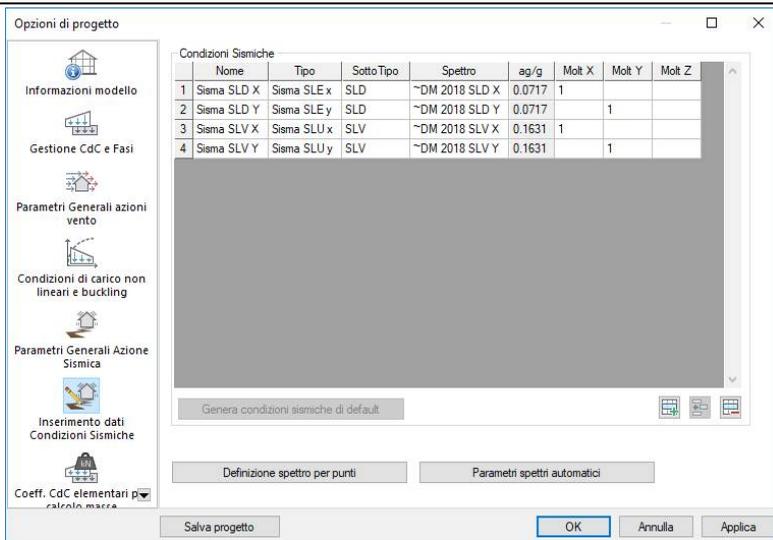
Pertanto, continuiamo col definire le condizioni sismiche, selezionando nell’elenco di sinistra “**Inserimento dati Condizioni Sismiche**”



*Cliccando su “**Genera condizioni sismiche di default**”, vengono create in automatico le cdc sismiche. È possibile anche in questa scheda modificare l’accelerazione massima al sito “ag/g”, cliccando sul tasto “**Parametri Spettri Automatici**”.*

*Al fine di considerare, unicamente, il sisma lungo x ed y rimuoviamo le condizioni di sisma lungo z, quindi le righe 3 e 6. Per fare ciò clicchiamo sulla riga 3 e quindi sul tasto “**Cancella elemento dalla griglia**”* 

*Per esercizio ripetiamo la stessa operazione per l’ultima riga ed una volta terminato confermiamo le scelte con un clic sul tasto “**Ok**”.*



*Per verificare il risultato ottenuto o riprendere il lavoro da questo punto in poi è possibile aprire il file denominato “**Modello1D**” contenuto nella cartella “**Tutorial1**”.*

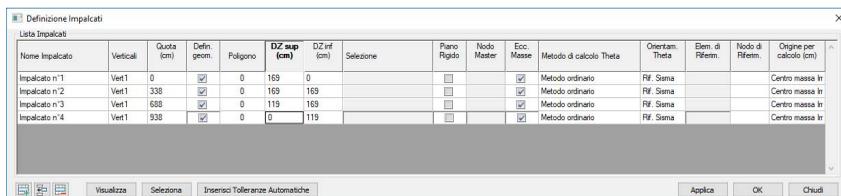
### 3.8. Definizione degli impalcati

Prima di passare al calcolo del modello rimane da definire i vari impalcati del modello. Il concetto di “Impalcato” all’interno di CMP corrisponde a quello intuitivo: un insieme di elementi che fanno parte dello stesso orizzontamento.

Dal menù “Dati generali” scegliamo “Definizione impalcati...”.

Nella nuova finestra di dialogo aggiungiamo un numero di righe pari al numero di livelli d’impalcato presenti nell’edificio incluso quello di fondazione. Per farlo, clicchiamo 4 volte il pulsante “**Aggiungi impalcato**”, quindi rinomiamoli cominciando dal piano di fondazione, utilizzando ad esempio i termini “fondazione, impalcato n°1, 2, ecc. ”. Per ogni impalcato assegniamo il nome identificativo alla “verticale”: in questo caso abbiamo dato lo stesso nome “**Vert1**” a tutte le verticali poiché i vari impalcati appartengono tutti alla stessa verticale.

Successivamente definiamo la quota di ogni impalcato, cliccando prima nella casella numerica della colonna “**quota**” e poi cliccando su un nodo appartenente al livello considerato e in questo modo per tutti gli impalcati verranno visualizzate in automatico nella colonna le quote individuate; selezioniamo col baffo la casella “**definizione geometrica**”, clicchiamo il tasto “**applica**” e poi “**inserisci tolleranze automatiche**”, e in questo modo CMP calcola in automatico le coordinate delle altezze intermedie tra i vari livelli “**DZ sup**” e “**DZ inf**” rispetto alla quota di riferimento dell’impalcato.



Nome Impalcato	Verticali	Quota (cm)	Defin. geom.	Poligono	DZ sup (cm)	DZ inf (cm)	Selezione	Piano Rigido	Nodo Master	Ecc. Masse	Metodo di calcolo Theta	Orientam. Theta	Elem. di Riferim.	Nodo di Riferim.	Origine per calcolo (cm)
Impalcato n°1	Vert1	0	<input checked="" type="checkbox"/>	0	169	0		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	Metodo ordinario	Rif. Sisma			Centro massa li
Impalcato n°2	Vert1	338	<input checked="" type="checkbox"/>	0	169	169		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	Metodo ordinario	Rif. Sisma			Centro massa li
Impalcato n°3	Vert1	683	<input checked="" type="checkbox"/>	0	119	169		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	Metodo ordinario	Rif. Sisma			Centro massa li
Impalcato n°4	Vert1	938	<input checked="" type="checkbox"/>	0	0	119		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	Metodo ordinario	Rif. Sisma			Centro massa li

Nota: per il livello copertura abbiamo cliccato su un nodo alla quota della linea di gronda, CMP non rilevando superiormente la continuità della

pilastrata considera “**DZ sup**” nulla, escludendo erroneamente la massa delle due falde, quindi modifichiamo manualmente cliccando sulla casella “**DZ sup**” e inserendo “100”.

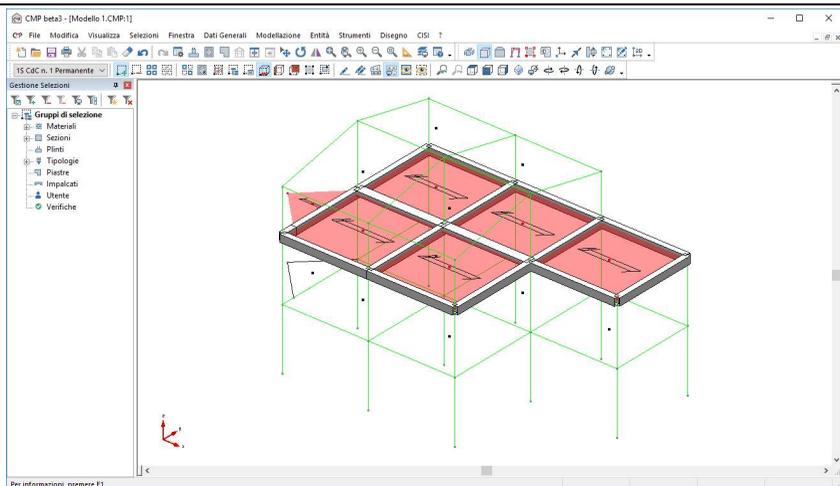
L’analisi del modello deriva dall’assunzione di semplificazioni. Una di esse è, per esempio, l’introduzione di piani rigidi. I punti appartenenti a tali piani mantengono le distanze relative tra di loro invariate. Tale facilitazione è ammissibile in quanto la differenza in termini di risultati tra la schematizzazione in solai o in lastre risulta essere minima.

Clicchiamo nelle caselle relative alla colonna “**piano rigido**” di tutti i piani tranne quello di fondazione e di copertura, poiché quest’ultimo non è propriamente corretto considerarlo “piano rigido”, lasciando il numero “0” nella colonna “**nodo master**” così che CMP individui in automatico come nodo master il nodo più vicino al baricentro di piano corrispondente alla distribuzione di masse della prima CdC sismica SLU disponibile, e segniamo col baffo la casella “**ecc. masse**” in modo da considerare l’eccentricità delle masse dell’impalcato in condizione sismica per tutti gli impalcati, definita nei “**Parametri generali dell’azione sismica**” nel menù “**Opzioni generali progetto**”.

Successivamente selezioniamo come metodo di calcolo del fattore theta in modalità Theta il “**metodo ordinario**” e come riferimento Theta indichiamo “**riferimento sisma**” per tutti gli impalcati e poi “**ok**”.

Nome Impalcato	Verticali	Quota (cm)	Defin. geom.	Poligono	DZ sup (cm)	DZ inf (cm)	Selezione	Piano Rigido	Nodo Master	Ecc. Masse	Metodo di calcolo Theta	Orientam. Theta	Elem. di Riferim.	Nodo di Riferim.	Origine per calcolo (cm)
Impalcato n°1	Vert1	0	<input checked="" type="checkbox"/>	0	169	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Metodo ordinario	Rif. Sisma			Centro massa tr
Impalcato n°2	Vert1	338	<input checked="" type="checkbox"/>	0	169	169	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Metodo ordinario	Rif. Sisma			Centro massa tr
Impalcato n°3	Vert1	668	<input checked="" type="checkbox"/>	0	119	169	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Metodo ordinario	Rif. Sisma			Centro massa tr
Impalcato n°4	Vert1	938	<input checked="" type="checkbox"/>	0	100	119	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Metodo ordinario	Rif. Sisma			Centro massa tr

Cliccando sul nome di un impalcato e poi “**seleziona**” possiamo visualizzare gli elementi che sono compresi al livello considerato; per l’esempio indicato in figura è stato richiesto l’impalcato n°2.

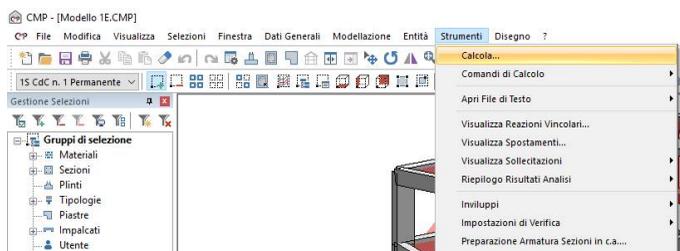


*Per verificare il risultato ottenuto o riprendere il lavoro da questo punto in poi è possibile aprire il file denominato “**Modello1E**” contenuto nella cartella “**Tutorial1**”.*

#### 4. Calcolo del modello

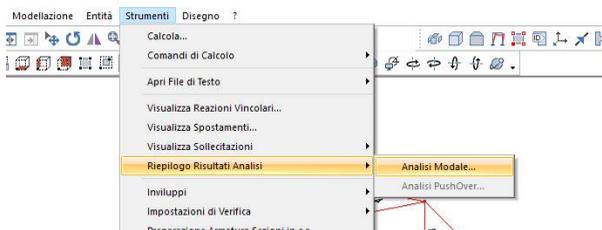
A questo punto siamo pronti a lanciare il calcolo del nostro modello.

Dal menù **Strumenti** selezioniamo il comando “**Calcola...**” e clicchiamo sul tasto “**Si**” alla domanda “**Il modello è stato cambiato, Salvo?**”.



Una volta terminato il calcolo possiamo passare alla seconda fase della nostra analisi.

Visto che abbiamo eseguito un'analisi di tipo di dinamico, un primo passo da fare è controllare l'eccitazione delle masse raggiunta nelle direzioni  $x$  e  $y$ . Per cui, sempre da menù **Strumenti** selezioniamo il comando “**Riepilogo Risultati Analisi Modale...**”.



La finestra di dialogo che abbiamo aperto ci consente di controllare la percentuale complessiva delle masse sismiche movimentate nelle due direzioni scelte per il sisma, i periodi e le frequenze della struttura per ogni modo di vibrare e la partecipazione di ogni modo.

Riepilogo Risultati Analisi Modale

Riepilogo  
  Periodo  
  Hz  
  Mx%  
  My%  
  Mz%  
  MxTot%  
  MyTot%  
  MzTot%

	L1	L2	L3	L4
MxTot%	100.015	99.9939	99.9734	99.9939
MyTot%	100.004	100.004	99.9837	99.9631
MzTot%	89.7424	93.4786	92.12	93.8801

Periodi Fondamentali Struttura:  
 Sisma x: T = 0.47394 s, Lancio n°3, Modo n°1  
 Sisma y: T = 0.42341 s, Lancio n°1, Modo n°2  
 Sisma z: T = 0.047368 s, Lancio n°4, Modo n°20

Chiudi

*Sempre dal menù **Strumenti** potremmo scegliere di visualizzare reazioni vincolari, spostamenti e sollecitazioni per ogni condizione di carico elementare (statica o dinamica). Per potere invece visualizzare le stesse caratteristiche derivanti dalle combinazioni delle condizioni di carico elementari dobbiamo procedere alla generazione automatica degli involuipi così come descritto di seguito.*

*Per verificare il risultato ottenuto o riprendere il lavoro da questo punto in poi è possibile aprire il file denominato “**Modello1F**” contenuto nella cartella “**Tutorial1**”.*

## 5. Progetto e verifica

### 5.1. Involuppi

Scegliamo dal menù **Strumenti** il comando **“Involuppi, Wizard Involuppi...”**.

The image shows the software interface with the 'Strumenti' menu open. The 'Wizard Involuppi...' option is highlighted. Below it, the 'Wizard Involuppi' dialog box is displayed. The dialog box contains the following information:

Nome impostaz. Wizard: Default\_SL18  
Descrizione: [Empty field]  
Applica a:  Tutto  Selezione

Normativa: DM 17/1/2018 S.L.  
Passo di calcolo lungo i Beam: 0.2 m  
 Set involuppi  Disabilita trasl. momento SLU  No sigma combinata involuppi  
 Considera la classe di durata del carico  Genera impost. ver. di default  Non includere invol. in set invol. automatico

Parametri CdC involuppi

CdC	Tipo	grp	Mol.Min	Mol.Max	C
1 S	Permanente		1	1	Per
2 S	Variable		1	1	Me

Sistema orizzontale  Sistema verticale  
Molt. 1 Molt. 1 Coeff. gamma

In inv. sismici considera CdC non sismiche variabili come perm.

Tabella di generazione involuppi

	Reaz. Vinc	Soll. Plinti	Soll. Beam	Soll. Shell	Soll. Brick	Spot. As
SLE quasi perm.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SLE frequenti	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SLE caratterist.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
STR SLV	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Spot. sism. SLV	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SLD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
GEO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EQU	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SLO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SLC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

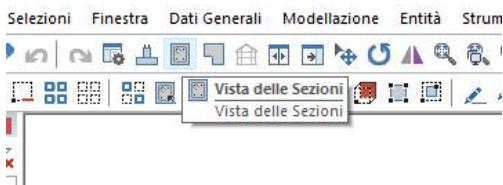
Buttons: Parametri di default, Converti involuppi, Elimina impostazione, **Salva impostazione**, Chiudi

Confermiamo le impostazioni di default cliccando sul tasto **“Salva impostazioni”** e chiudiamo la finestra di dialogo con il tasto **“Chiudi”**.

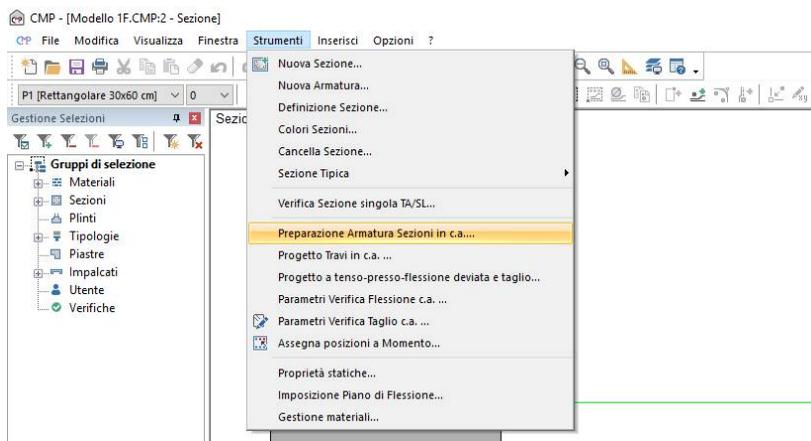
L'operazione compiuta ha generato in ogni punto della struttura tutte le combinazioni significative per la verifica/progetto di ogni membratura in accordo alle specifiche della normativa di riferimento, senza richiedere al progettista la compilazione di una tabella di combinazioni e senza trascurare alcuna delle combinazioni possibili.

## 5.2. Preparazione dell'armatura delle sezioni

Per la preparazione delle sezioni passiamo alla **Finestra Sezioni** con un clic sul tasto “**Vista delle Sezioni**” della **BARRA DEGLI STRUMENTI**.



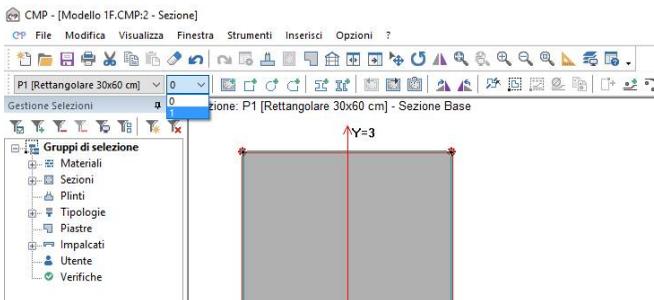
Per associare ad ogni sezione un'armatura base selezioniamo nel menù **Strumenti** il comando “**Preparazione Armatura Sezioni in c.a...**”.



Sostituiamo nel box “**Diametro**” relativo alle armature di vertice il numero 16 con il numero 14 e confermiamo tutti i dati contenuti nella finestra di dialogo cliccando su “**Applica**”.

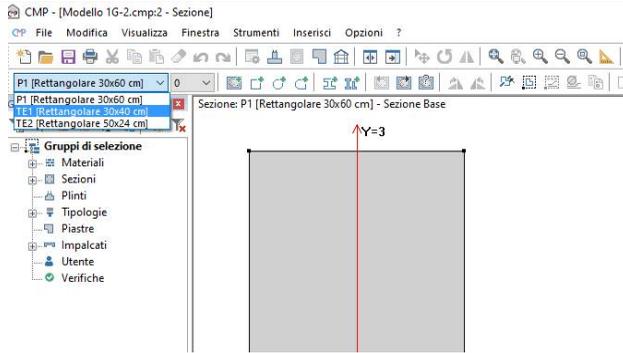


*Una volta terminato il comando utilizzato avrà associato a tutte le sezioni disponibili un'armatura base costituita dai quattro ferri di vertice, aventi un diametro di 14mm, e da una staffa avente un diametro di 8mm. L'armatura base potrà essere integrata e/o modificata nel corso della progettazione della singola sezione. Per visualizzare l'armatura disegnata scegliamo "1" nel riquadro in alto a sinistra.*

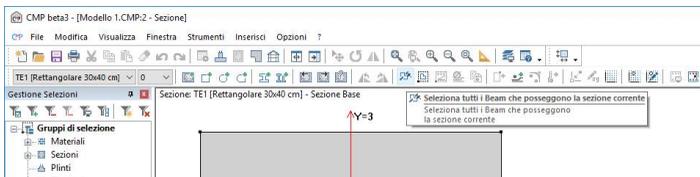


### 5.3. Progetto travi

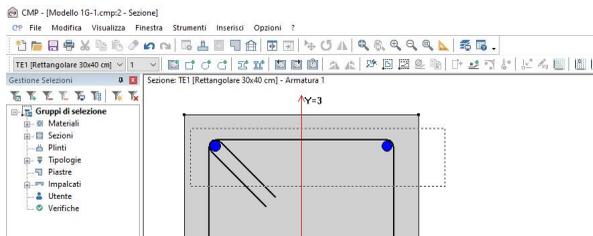
*Per il progetto delle travi condurremo una progettazione a flessione semplice e taglio. Per fare questo, selezioniamo la sezione TE1 dal box in alto a sinistra della Finestra Sezioni.*



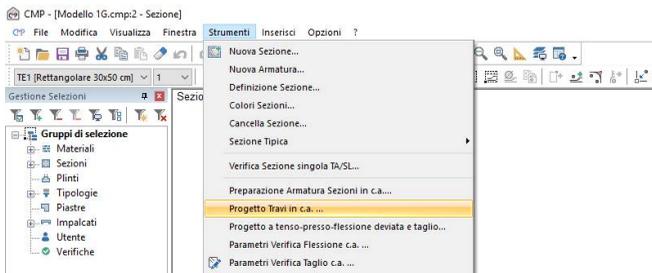
Una volta scelta la sezione da progettare selezioniamo tutti i beam che hanno la sezione in oggetto; per fare questo clicchiamo sul tasto **“Seleziona tutti i Beam che hanno la sezione corrente”** della **BARRA DEGLI STRUMENTI SEZIONI**.



Visualizziamo l'armatura n.1; prima di effettuare il progetto, aggiungiamo aggiungendo tre ferri dello stesso diametro sia superiormente che inferiormente. Per fare ciò, evidenziamo con un riquadro (tracciato da sinistra verso destra tenendo il tasto sinistro del mouse premuto) i due ferri all'estradosso:



Clicchiamo, quindi, sul comando “**Armature lineari**”  della **BARRA DEGLI STRUMENTI SEZIONI**; inseriamo 3 nel numero di armature e confermiamo i rimanenti parametri esistenti con “**OK**”; ripetiamo l’operazione con le barre all’intradosso. Una volta terminato con il disegno dell’armatura passiamo alla fase di progetto: scegliamo dal menù **Strumenti** l’opzione “**Progetto Travi in c.a....**” .



Si aprirà la seguente finestra:

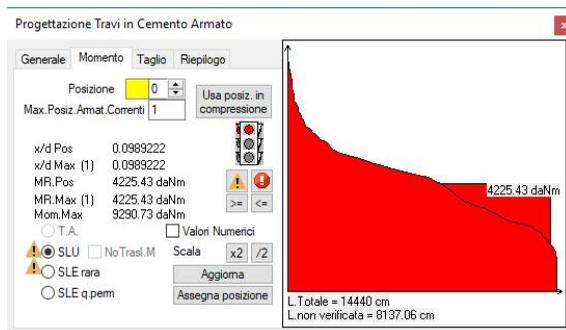


Per la progettazione a flessione semplice il programma suggerisce l’utilizzo di una impostazione di verifica creata in automatico, “**Fless. CA**”; inoltre imposta in automatico l’altezza e la larghezza utile da considerare nel calcolo del taglio (come precedentemente indicato questi valori possono essere forzati dall’utente).

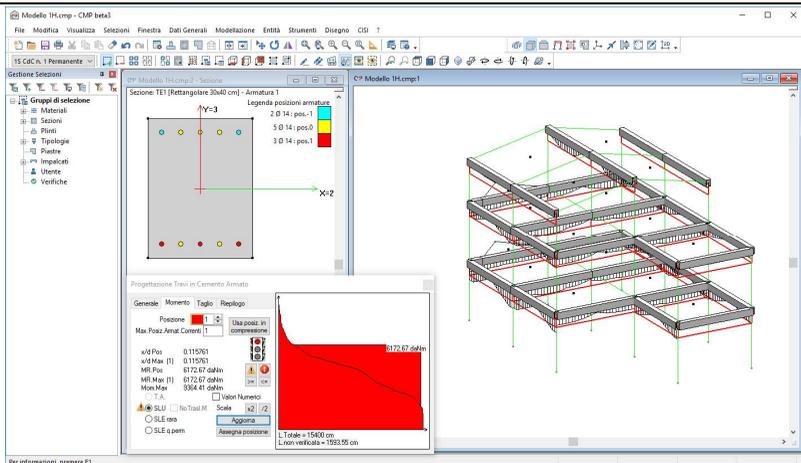
Prima di procedere alla finestra successiva, attiviamo tutti i controlli normativi cliccando sulle apposite caselle.

**NOTA BENE:** i controlli normativi selezionati saranno efficaci anche nella fase di progetto: questo significa che, in caso di controllo non soddisfatto, sarà possibile intervenire in questo comando integrando l'armatura fino alla quantità minima richiesta.

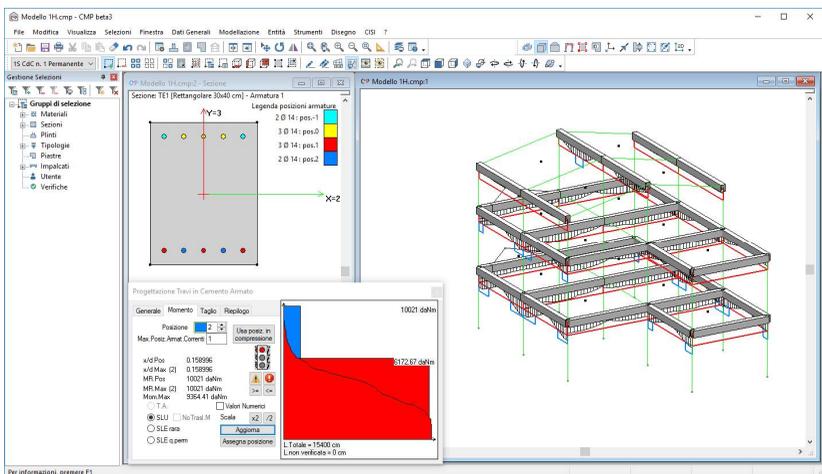
**Passiamo ora alla finestra Momento:** per una migliore lettura riduciamo la scala di rappresentazione del diagramma di involuppo dei momenti con il tasto “/2” e spuntiamo l'opzione “SLU” in basso a sinistra.



**N.B.** L'ultima scelta ci consentirà di “visualizzare” in tempo reale il risultato della verifica/progetto delle armature nella condizione di stato limite ultimo mentre CMP realizza in contemporanea la verifica/progetto anche agli stati limite di esercizio. E' possibile passare alla visualizzazione di una qualsiasi condizione di progetto attraverso la selezione del corrispondente bottone tra quelli posti in basso a sinistra accanto alle tre opzioni SLU, SLE rara e SLE q.perm. Durante il processo di progetto a fianco di queste compariranno dei punti esclamativi nel caso in cui la verifica corrispondente non fosse ancora soddisfatta su tutti i beam aventi la sezione in oggetto. Iniziamo con il progetto delle armature inferiori selezionando la posizione “1” (posizione corrente a momento positivo) nella casella “Posizione”, attiviamo il tasto “Assegna posizione” e clicchiamo sul ferro centrale.

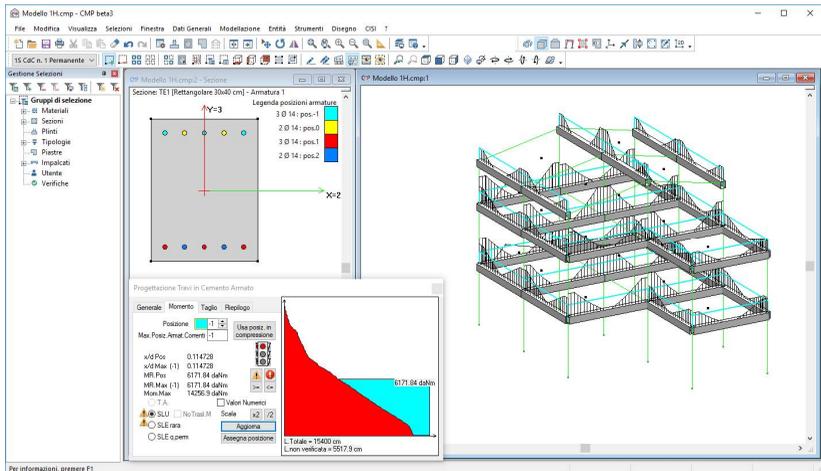


Sia dal riquadro a destra che nella **Finestra Modello** si nota che il momento resistente della sezione, armata con i tre ferri selezionati, copre solamente in parte le azioni di progetto. Per integrare i tratti dei beam non ancora verificati con altra armatura andiamo ad assegnare la posizione “2” ai due ferri inferiori nel modo seguente: selezioniamo “2” nella casella “Posizione” e clicchiamo sui due ferri.

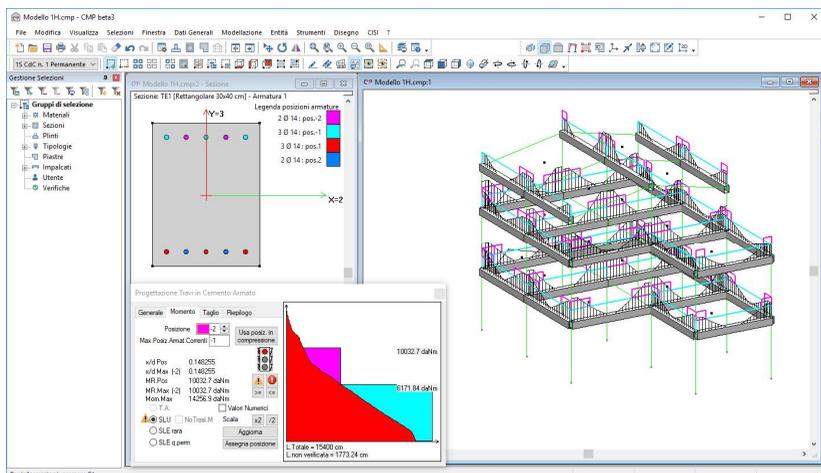


Come si può notare nell'angolo in basso a sinistra della finestra di dialogo, le verifiche risultano tutte soddisfatte. Una volta terminato (nel grafico della scheda Momento è indicato che non ci sono più tratti non verificati “L. non

verificata = 0cm”), passiamo all’armatura superiore scegliendo “-1” nella casella “Posizione”, attiviamo il tasto “Assegna posizione” e clicchiamo su quello centrale.

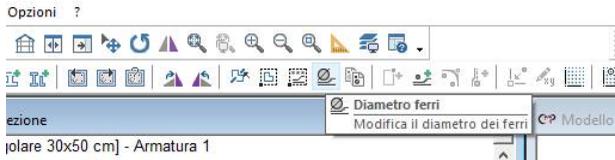


Procediamo con l’integrare l’armatura base nelle sezioni non ancora verificate: selezioniamo “-2” nella casella “Posizione” e clicchiamo sui due ferri non ancora selezionati.

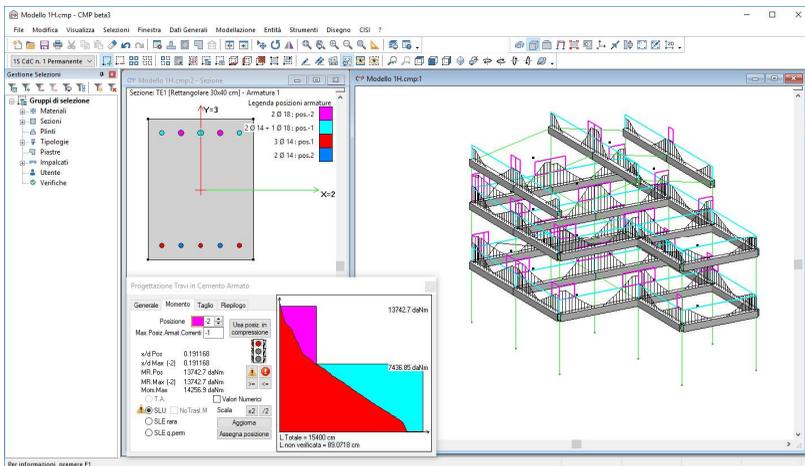


Visto che resta ancora da verificare alcune sezioni, aumentiamo il diametro di alcuni ferri. Per cui, disattiviamo il tasto “Assegna posizione” della

finestra di dialogo **“Progettazione Travi in Cemento Armato”**, selezioniamo i due ferri in posizione **“-2”** e il ferro centrale in posizione **“-1”** con una finestra di selezione su ciascuno di essi, clicchiamo sul tasto **“Diametro ferri”**, digitiamo **18** nella finestra di dialogo apertasi, chiudiamo il comando con un clic sul tasto **“OK”** e deseleggiamo i due ferri con un clic sull’area libera della **Finestra Sezioni**.

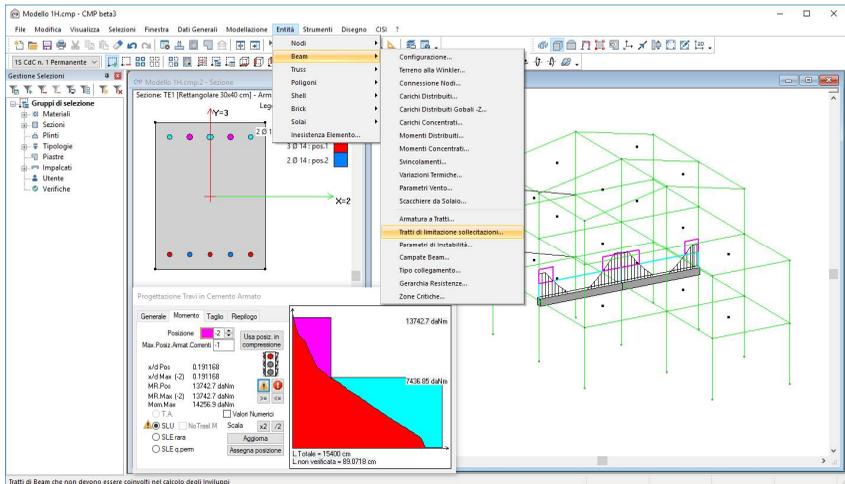


Una volta terminato clicchiamo sul tasto **“Aggiorna”** per vedere lo stato finale delle verifiche.

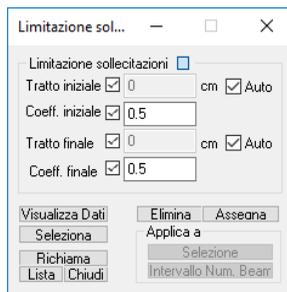


Il semaforo rosso indica che c’è ancora una verifica non soddisfatta. Per individuare il punto, selezioniamo il pulsante con il punto esclamativo nel triangolo giallo. Come possiamo vedere, la verifica è non soddisfatta solo all’estremità di una trave, nel punto in cui appoggia sul pilastro. Invece di aumentare ancora l’armatura, in casi come questo è preferibile **“smussare”** i picchi dei diagrammi dei momenti agli appoggi per tenere conto dell’effettivo

ingombro dei pilastri. Tale operazione si può fare in CMP utilizzando l'opzione "tratti di limitazione delle sollecitazioni" dal menù "Entità>beam":



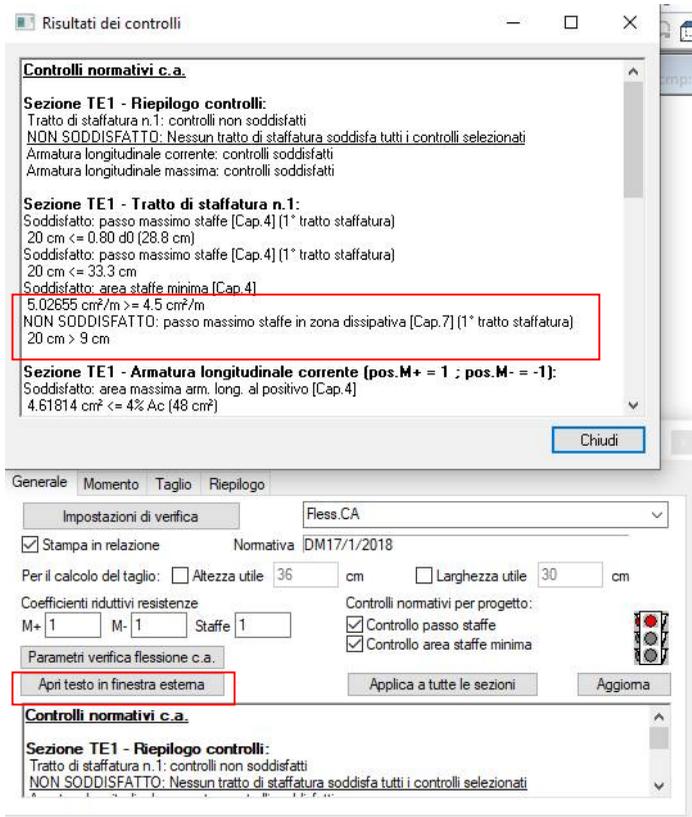
Come primo tentativo, decidiamo di interrompere il diagramma dei momenti ad una distanza dal nodo pari al 50% della semi-dimensione del piastro:



Chiudiamo il comando e selezioniamo "Aggiorna" in "Progetto travi a flessione".



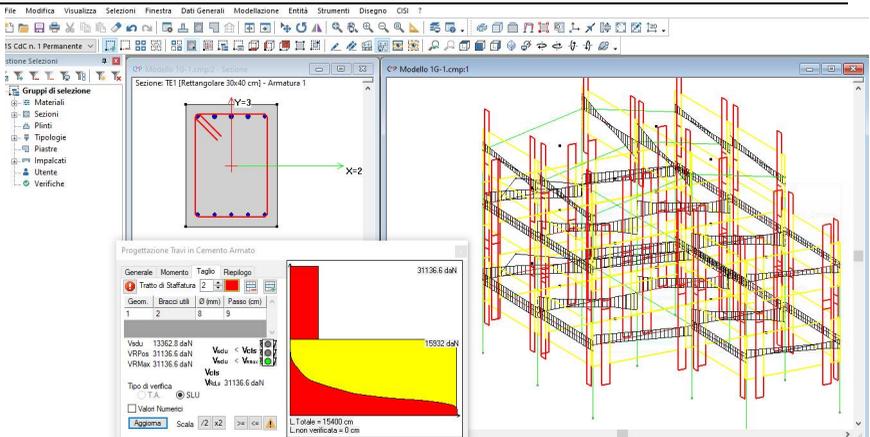
generale e quindi visualizzare in forma estesa i controlli normativi, utilizzando l'opzione "Apri testo in finestra esterna"



Torniamo nella finestra **Taglio** e andiamo integrare la staffatura base (tratto di staffatura base 1) con una staffatura più fitta, secondo questi passaggi:

- selezioniamo "2" nel box "Tratto di Staffatura";
- Rispondiamo "sì" al messaggio "si vuole creare un nuovo tratto di staffatura";
- sostituiamo 9 con 20 nella colonna "Passo (cm)" e clicchiamo sul tasto "Aggiorna".

Il semaforo verde indica che le verifiche e i controlli normativi sono tutti soddisfatti.



*Al fine di prendere praticità con la procedura di progettazione delle travi in c.a., passiamo al progetto della sezione “TE2” ripercorrendo i passi descritti in questo paragrafo.*

*N.B. Per passare al progetto/verifica della sezione “TE2” non è necessario chiudere la finestra di dialogo “Progettazione Travi in Cemento Armato” ma semplicemente tornare alla scheda “Generale” e visualizzare la sezione.*

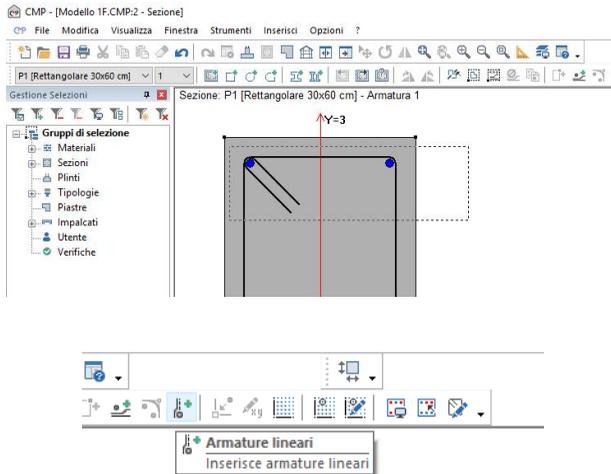
*Una volta terminato chiudiamo la finestra di dialogo “Progettazione Travi in Cemento Armato” e passiamo al progetto a pressoflessione e taglio dei pilastri.*

*Per verificare il risultato ottenuto o riprendere il lavoro da questo punto in poi è possibile aprire il file denominato “ModelloIG” contenuto nella cartella “Tutorial1”.*

#### **5.4. Progetto pilastri**

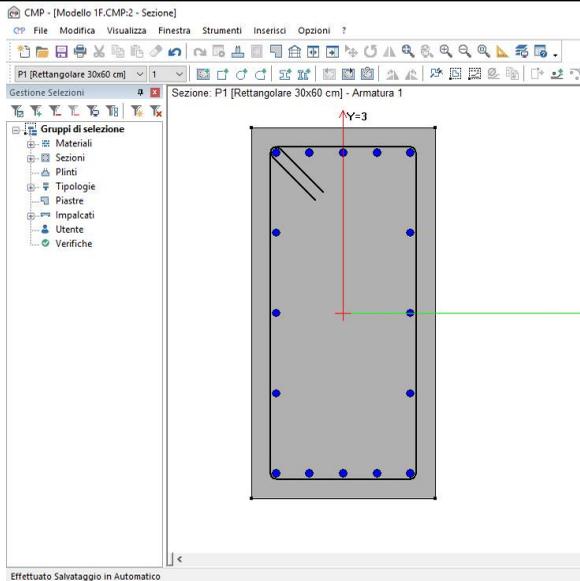
*Sempre nella finestra “Sezioni”, apriamo la sezione PI assegnata ai pilastri. Prima di effettuare la verifica a presso/tenso flessione deviata e taglio, aggiungiamo altri ferri  $\phi 14$  per ogni lato: evidenziamo con un riquadro (tracciato da sinistra verso destra tenendo il tasto sinistro del mouse premuto) i due ferri del lato superiore; clicchiamo, quindi, sul comando*

*“Armature lineari” della **BARRA DEGLI STRUMENTI SEZIONI**; inseriamo 3 nel numero di armature e confermiamo i rimanenti parametri esistenti con “OK”.*

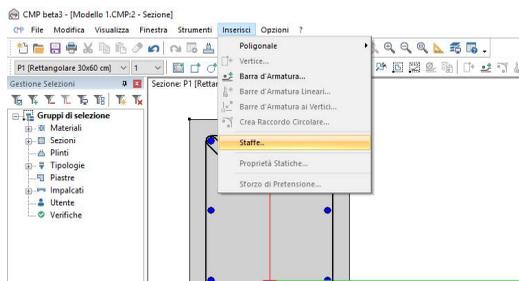


*Al fine di prendere confidenza con la procedura sopra descritta ripetiamo l'operazione per gli altri tre lati: aggiungiamo tre ferri sul lato corto inferiore e tre sui lati lunghi.*

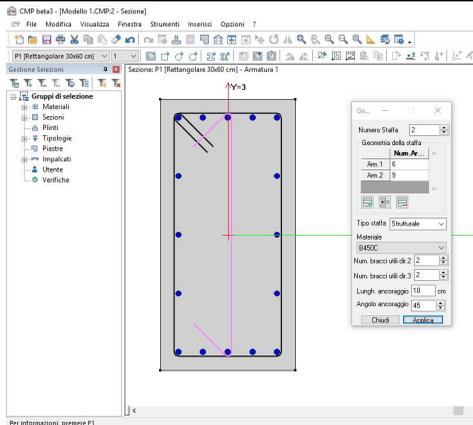
***N.B.** Per ripetere il procedimento è necessario deselezionare i ferri che non interessano cliccando nell'area libera della **Finestra Sezioni**.*



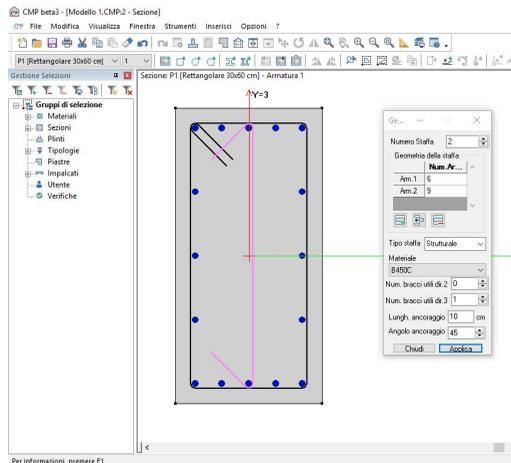
*Una volta inserite le barre longitudinali, passiamo all’inserimento di nuove staffe. Per farlo, andiamo sul comando “Staffe” dal menù “Inserisci”.*



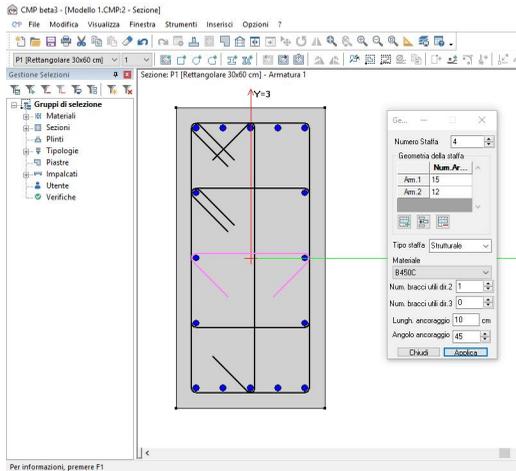
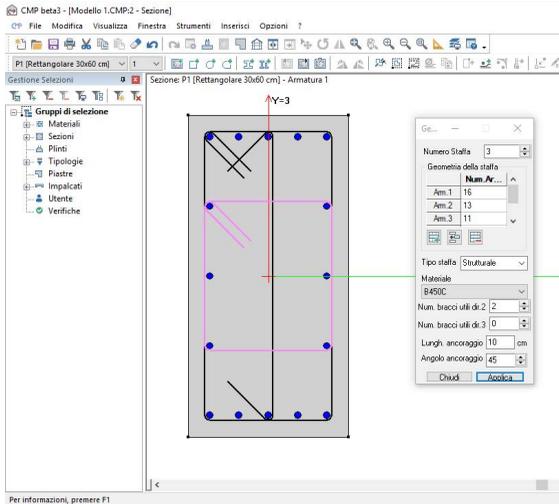
*Con le frecce che si trovano nella parte superiore del comando, andiamo a selezionare “Numero di staffa”=2; quindi per inserirla, clicchiamo le barre longitudinali tra le quali vogliamo definirla procedendo in senso orario:*



*E' importante ricordarsi di controllare il n. di bracci utili; per la staffa in questione saranno 0 in direzione 2 e 1 in direzione 3.*

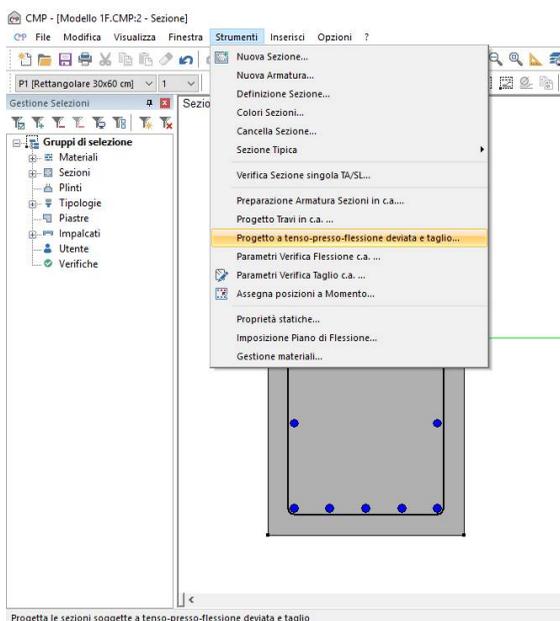


*Terminiamo il comando premendo “**Applica**”. Nello stesso modo inseriamo le altre 2 staffe che completano la sezione:*



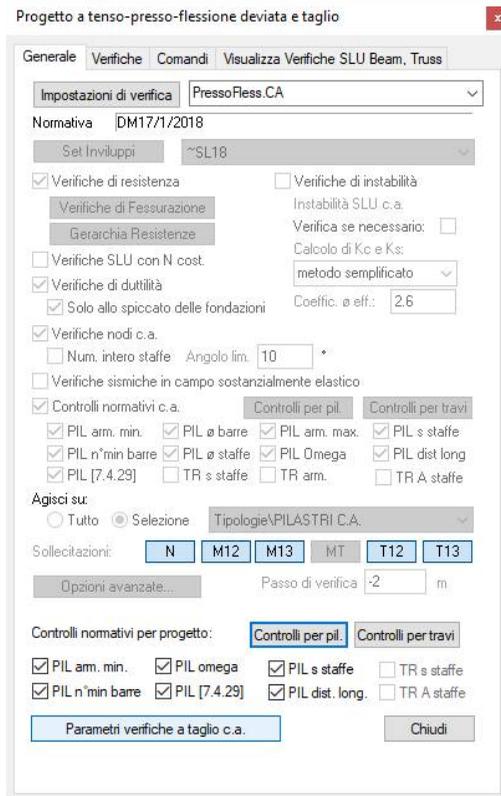
*Tutte le barre associate alla sezione non sono ancora ferri strutturali; fin qui non abbiamo fatto altro che disegnare la configurazione di armatura che riteniamo più opportuna, contemplando non solo l'armatura minima ma eventuali ferri da posizionare nei soli tratti più sollecitati. Nel caso della sezione in oggetto l'armatura base ipotizzata vede l'impiego di quattro ferri di vertice, un ferro sui lati corti e tre ferri sui lati lunghi, mentre sono stati inseriti quattro ferri aggiuntivi ripartiti sui due lati corti che andremo a inserire nelle zone non verificate con l'armatura base.*

Passiamo ora al progetto e verifica della sezione: andiamo nel menù **Strumenti** e selezioniamo il comando **“Progetto a tenso-presso-flessione deviata e taglio...”**.

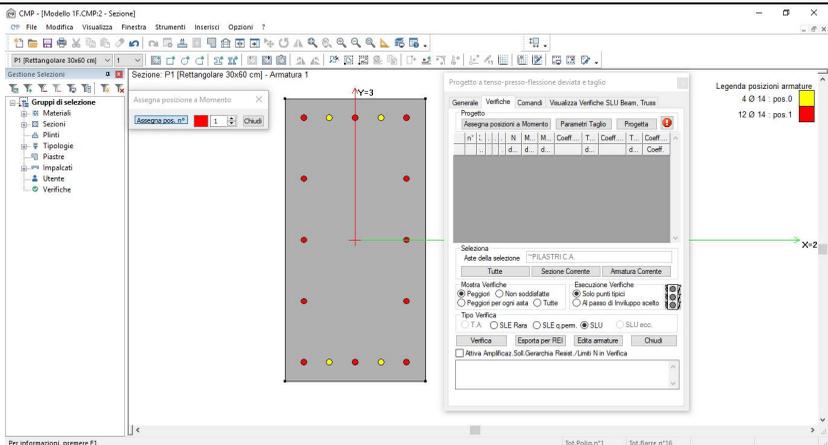


Iniziamo ad analizzare la scheda **Generale**; nel box **“Impostazioni di Verifica”** viene richiamata in modo automatico l’impostazione **“PressoFless.CA”** e attiviamo tutte le caselle dei **“Controlli normativi”** relative ai pilastri. Tali controlli normativi saranno considerati nel progetto della sezione.

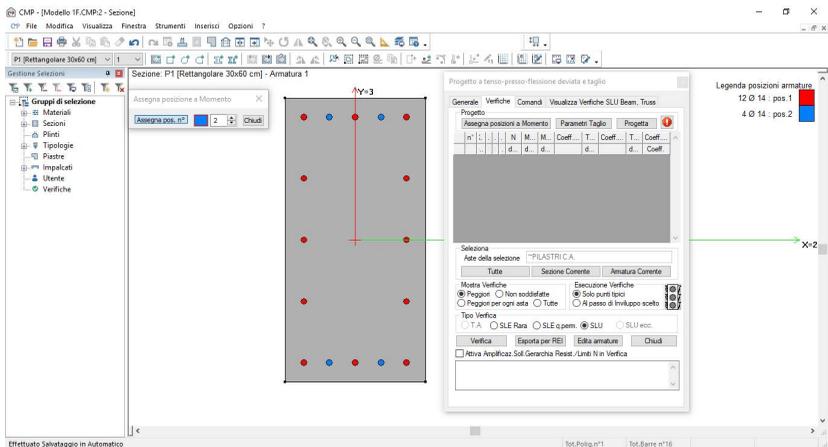
**N.B.** L’impostazione **“PressoFless.CA”** è stata creata in automatico dal programma nel momento in cui abbiamo generato gli involuipi tramite il wizard. L’impostazione di verifica può essere controllata cliccando sul tasto **“Impostazioni di Verifica”**.



Nella scheda **Verifiche** clicchiamo sul tasto **“Assegna posizioni a Momento”**. Nell’ultima finestra di dialogo aperta clicchiamo sul tasto **“Assegna pos. n°”**, selezioniamo **“1”** nel box accanto e clicchiamo su tutti i ferri che dovranno costituire l’armatura base (se, come nel caso in esame, questa è l’assegnazione iniziale, possiamo anche assegnare la posizione 1 a tutti i ferri con una finestra e poi riassegnare le posizioni successive a quelli che non dovranno essere di base come effettuato di seguito).



Per assegnare la posizione successiva ai quattro ferri, che vogliamo siano presenti nelle sezioni non ancora verificate, selezioniamo “2” nel box della finestra “Assegna posizione a Momento” e clicchiamo sui quattro ferri disposti sui lati corti.



Una volta terminato clicchiamo sul tasto “Chiudi” della finestra “Assegna posizione a Momento”.

**N.B.** Le posizioni “1” e “-1” sono di quei ferri che saranno presenti per tutta la lunghezza del beam (pilastro o trave); le posizioni successive, 2, 3,... per le armature positive e -2,-3,... per le armature negative, sono relative a quei

ferri da aggiungere alle sezioni non ancora verificate con l'armatura base (Per i pilastri la posizione è assunta in valore assoluto e cioè i valori 2 e -2 sono a fine della verifica la stessa cosa non potendosi individuare un “negativo” o un “positivo” in senso strutturale).

Per configurare i parametri di verifica a taglio clicchiamo sul tasto “Parametri Taglio” nella scheda **Verifiche** della finestra di dialogo “Progetto a tenso-pressione deviata e taglio”.

Geom.	Bracci utili	Ø (mm)	Passo (cm)
1	dir.2=2 dir.3=2	8	20

In automatico nella finestra “Parametri Verifiche Taglio c.a.” vengono calcolati i parametri “d”, che rappresentano l’altezza utile ed i parametri “bw” che rappresentano la base della sezione da sottoporre alla verifica a taglio. (Le direzioni 2 e 3 sono quelle direttamente leggibili nella sezione che si sta progettando). Questi valori derivano dalla conformazione geometrica della sezione, ma possono essere modificati manualmente dall’utente.

Modifichiamo il passo delle staffe inserendo nell’apposita casella “15”, mentre lasciamo invariato il diametro di 8mm. Inoltre aggiungiamo nel

comando le altre staffe inserite, associando anche ad esse un diametro di 8 mm e un passo di 15 cm.

Parametri verifiche a taglio c.a.

Tratto di staffatura: 1

Geom.	Bracci utili	Ø (mm)	Passo (cm)
1	dir.2=2 dir.3=2	8	15
2	dir.2=0 dir.3=1	8	15
3	dir.2=2 dir.3=0	8	15
4	dir.2=1 dir.3=0	8	15

d2: 26 cm     bw2: 60 cm  
 d3: 56 cm     bw3: 30 cm  
 Lato minore sez. per controllo passo staffe: 30 cm  
 Confinamento sezione:  
 Fattore di efficienza     bst2: 24.2 cm  
 Imposto: 0.4558758     bst3: 54.2 cm  
 Coeff. riduttivo resistenza taglio staffe: 1

per Tensioni Ammissibili    Inserisci staffe  
 Tag.resistente da Tco    Parametri DM'18

Così come per le armature longitudinali, anche in questo caso potevamo inserire un secondo tratto di staffatura che in fase di progettazione sarebbe stato assegnato alle sezioni non ancora verificate a taglio.

Parametri verifiche a taglio c.a.

Tratto di staffatura: 2

Geom.	Bracci utili	Ø (mm)	Passo (cm)
1	dir.2=2 dir.3=2	10	7
2	dir.2=0 dir.3=1	10	7
3	dir.2=2 dir.3=0	10	7
4	dir.2=1 dir.3=0	10	7

d2: 26 cm     bw2: 60 cm  
 d3: 56 cm     bw3: 30 cm  
 Lato minore sez. per controllo passo staffe: 30 cm  
 Confinamento sezione:  
 Fattore di efficienza     bst2: 24.2 cm  
 Imposto: 0.4558758     bst3: 54.2 cm  
 Coeff. riduttivo resistenza taglio staffe: 1

per Tensioni Ammissibili    Inserisci staffe  
 Tag.resistente da Tco    Parametri DM'18

---

Confermiamo le impostazioni con un clic sul tasto “**Applica**” della finestra di dialogo “**Parametri Verifiche Taglio c.a.**” e poi chiudiamo la finestra col tasto “**Chiudi**”.

Il passo successivo consiste nel lanciare la progettazione della sezione: clicchiamo sul tasto “**Sezione Corrente**” per attivare, nella vista modello, tutti e soli i beam che posseggono la sezione in oggetto e selezioniamo il tasto “**Progetta**”. Il programma seguirà i seguenti passi:

- assegnazione della posizione 1 a tutti i beam aventi la sezione in oggetto;
- individuazione delle sezioni non ancora verificate;
- assegnazione della posizione successiva alle sezioni in cui necessita;
- riverifica della sezione.

Questo processo, valido sia per l’armatura a presso-tenso-flessione che per quella a taglio, termina o quando le verifiche sono tutte soddisfatte o quando non vi sono più a disposizione delle posizioni aggiuntive. Nel secondo caso, se nella visualizzazione delle verifiche ne usciranno alcune non soddisfatte, dovremo andare ad aggiungere altri ferri all’armatura già presente, assegnare ad essi una posizione strutturale e quindi rilanciare la progettazione.

A questo punto lanciamo le verifiche con un clic sul tasto “**Verifica**”. Prima di lanciare la verifica, dal box “**Tipo Verifica**” possiamo scegliere il tipo di verifica da eseguire.

Progetto a tenso-presso-flessione deviata e taglio

Generale Verifiche Comandi Visualizza Verifiche SLU Beam, Truss

Progetto

Controlli normativi per progetto: attivi Progetta

M12	M13	Coeff.MN	T12	Coeff.T12	T13	Coeff.
daNm	daNm		daN		daN	Coef
-2084.75	-1501.31	0.173	-3820...	0.065	213.38	0.003
-670.32	331.443	0.043	-3820.37	<b>0.100</b>	213.38	0.005
-5151.19	-3180.97	0.584	2274.45	0.038	-347.747	0.005
-3100.43	<b>-2462...</b>	0.819	-238.909	0.004	-9820.4	0.153
1269.53	<b>25043.7</b>	0.804	1858.24	0.031	9675.5	0.151
-3192.34	-24606	0.809	-157.536	0.003	<b>-982...</b>	0.153
1361.45	25020.2	0.818	1776.86	0.030	<b>9683.7</b>	0.151

Selezione

Aste della selezione: ~PILASTRI C.A.

Tutte Sezione Corrente Amatura Corrente

Mostra Verifiche

Peggiori  Non soddisfatte

Peggiori per ogni asta  Tutte

Esecuzione Verifiche

Solo punti tipici

Al passo di involuppo scelto

Tipo Verifica

T.A.  SLE Rara  SLE q.perm.  SLU  SLU ecc.

Verifica Esporta per REI Edita armature

Attiva Amplificaz.Soll.Gerarchia Resist./Limiti N in Verifica

**Controlli normativi c.a.**

Comportamento strutturale dissipativo

- Sezione P1, am. 1 - posiz. M +1 / -1, posiz. V +1 : controlli sodc

Soddisfatto: diametro delle barre am. long. minimo

14 mm >= 12 mm

Soddisfatto: ...

Apri testo in finestra esterna Chiudi

*Tutti i coefficienti risultano inferiori all'unità; questo significa che le verifiche, eseguite considerando le sollecitazioni derivate dall'analisi, sono tutte soddisfatte. Il semaforo rosso indica tuttavia la presenza di verifiche non soddisfatte. Per capire precisamente di cosa si tratta, spuntiamo l'opzione "non soddisfatte" nel riquadro "mostra verifiche" ed apriamo la finestra con il riepilogo dei controlli normativi, attraverso l'apposito comando in basso a sinistra:*

Generale Verifiche Comandi Visualizza Verifiche SLU Beam, Truss

Progetto

Controlli normativi per progetto: attivi Progetta

M12	M13	Coeff. MN	T12	Coeff. T12	T13	Coeff. T13
daNm	daNm		daN		daN	Coeff.

Selezione

Aste della selezione: ~PILASTRI C.A.

Tutte Sezione Corrente Armatura Corrente

Mostra Verifiche  
 Peggiori  Non soddisfatte  
 Peggiori per ogni asta  Tutte

Esecuzione Verifiche  
 Solo punti tipici  
 Al passo di involuppo scelto

Tipo Verifica  
 T.A.  SLE Rara  SLE q.perm.  SLU  SLU ecc.

Verifica Esporta per REI Edita armature

Attiva Amplificaz. Soll. Gerarchia Resist./Limiti N in Verifica

**Controlli normativi c.a.**  
 Comportamento strutturale dissipativo

- Sezione P1, arm. 1 - posiz. M +1 / -1, posiz. V +1 : controlli sodc

- Sezione P1, arm. 1 - posiz. M +1 / -1, posiz. V +2 : controlli sodc

Apri testo in finestra esterna Chiudi

Risultati dei controlli

Verifiche di duttilità soddisfatte.

**Verifiche dei nodi in c.a.**

**Verifica del nodo n.14 (beam n.2) - piano 13**  
 Sezione pil: P1 (B13 = 30 cm, L13 = 60 cm)  
 Tipologia di nodo nella direzione: interno, NON interamente confinato.  
 $h_{jc} = 52$  cm,  $h_{jw} = 32$  cm,  $b_j = 30$  cm, Area staffe: Ash, 13 = 10.771 cm<sup>2</sup>  
 (tratto 2, St.1.n.5010/7 + St.2.n.5010/7 + St.3.n.5010/7 + St.4.n.5010/7)

**Taglio su nodo in +P13 (estradosso trave +P13 tesoro)**  
 Arm. sup.  $A_{s1} = 10.713$  cm<sup>2</sup>, arm. inf.  $A_{s2} = 7.6969$  cm<sup>2</sup>  
 $N_{pil\ inf} = -27714$  daN,  $N_{pil\ sup} = -12508$  daN, VC = 5883.9 daN  
 Compr. cls:  $V_{bnd} = -73358$  daN; capac. = 1.345e+005 daN; **coeff = 0.545**  
 Traz. cls: domanda = 0.94532 daN/mm<sup>2</sup>; capac. = 0.43904 daN/mm<sup>2</sup>; coeff = 2.153  
 Traz. staffe: domanda = 76651 daN; capac. = 42148 daN; coeff = 1.819  
 Verifica del nodo a trazione: STAFFE (cls tessur.) **coeff = 1.819 (\*)**

**Taglio su nodo in -P13 (estradosso trave +P13 tesoro)**  
 Arm. sup.  $A_{s1} = 10.713$  cm<sup>2</sup>, arm. inf.  $A_{s2} = 7.6969$  cm<sup>2</sup>  
 $N_{pil\ inf} = -18139$  daN,  $N_{pil\ sup} = -11523$  daN, VC = -5553.5 daN  
 Compr. cls:  $V_{bnd} = 73688$  daN; capac. = 1.3494e+005 daN; **coeff = 0.546**  
 Traz. cls: domanda = 0.98502 daN/mm<sup>2</sup>; capac. = 0.43904 daN/mm<sup>2</sup>; coeff = 2.244  
 Traz. staffe: domanda = 76655 daN; capac. = 42148 daN; coeff = 1.823  
 Verifica del nodo a trazione: STAFFE (cls tessur.) **coeff = 1.823 (\*)**

Chiudi

---

Il “**progetto a pressoflessione deviata e taglio**” non agisce sulle verifiche del nodo; in seguito, vedremo come poter intervenire per infittire le staffe nei nodi trave-pilastro direttamente sul beam nella finestra del modello.

Per potere visualizzare le armature associate a ciascun pilastro dobbiamo affiancare, in primo luogo, la **Finestra Sezioni** e la **Finestra Modello**. Clicchiamo in punto generico della finestra modello per renderla attiva e quindi sul tasto “**Affianca due viste con dimensioni 2/3 ed 1/3**” della **BARRA DEGLI STRUMENTI**.

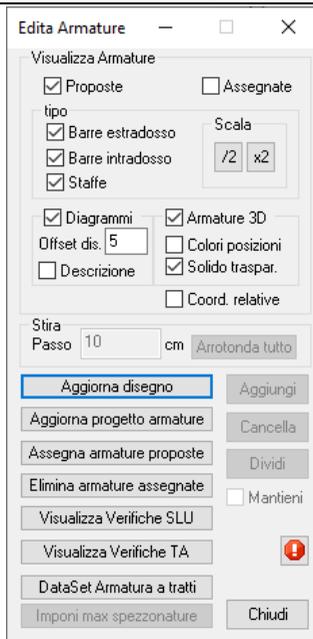


**N.B.** Per operare nella **Finestra Sezioni** o nella **Finestra Modello** è necessario attivarle cliccando su di esse. Assieme al colore più intenso della barra azzurra superiore la presenza della **Barra degli strumenti Modello** o della **Barra degli strumenti Sezioni** indica quale delle due finestre è attiva.

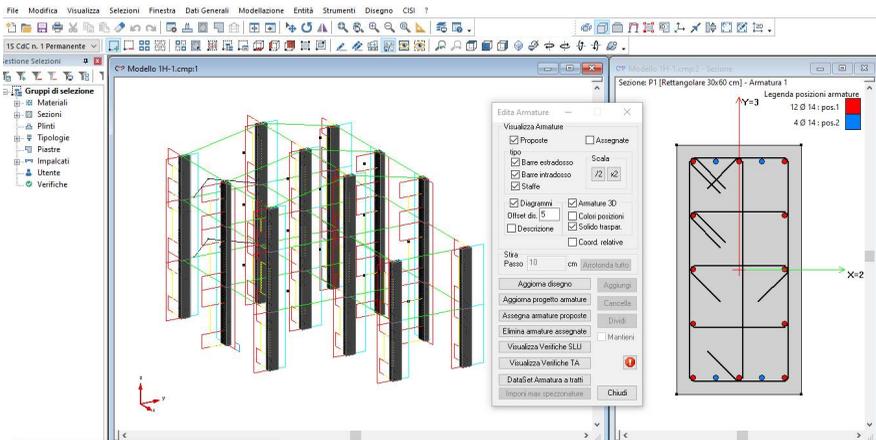
Sempre nella scheda **Verifiche** della finestra di dialogo “**Progetto a tenso-pressoflessione deviata e taglio**” clicchiamo sul tasto “**Edita armature**”.

Il comando attivato offre una serie di opzioni; in questa applicazione vedremo come è possibile visualizzare le armature progettate e verificate mentre si rimanda ad un successivo step più avanzato la descrizione dettagliata del comando.

Nella finestra attiva spuntiamo le opzioni “**Proposte**”, “**Armature 3D**” e “**Solido trasparente**” clicchiamo sul tasto “**Aggiorna disegno**”.



Come si può notare dalla **Finestra Modello**, è comparsa a video la distribuzione tridimensionale delle armature. Se osserviamo le basi dei pilastri 1, 4 e 11 vediamo che per un tratto iniziale è stata aggiunta l'armatura aggiuntiva in posizione 2 che avevamo previsto.



---

Terminiamo questa fase di lavoro andando ad assegnare le armature proposte utilizzando il comando “assegna armature proposte”.

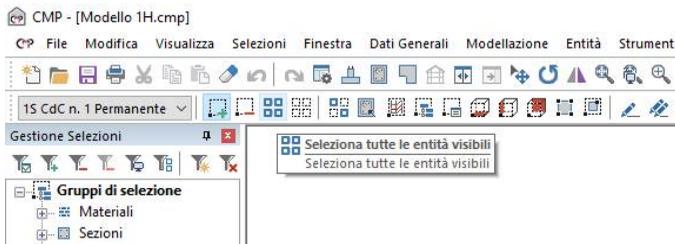
Chiudiamo tutte le finestre di dialogo aperte cliccando sui tasti “**Chiudi**” e la **Finestra Sezioni**, ingrandiamo la **Finestra Modello**, e salviamo il lavoro.

Per verificare il risultato ottenuto o riprendere il lavoro da questo punto in poi è possibile aprire il file denominato “**Modello1H**” contenuto nella cartella “**Tutorial1**”.

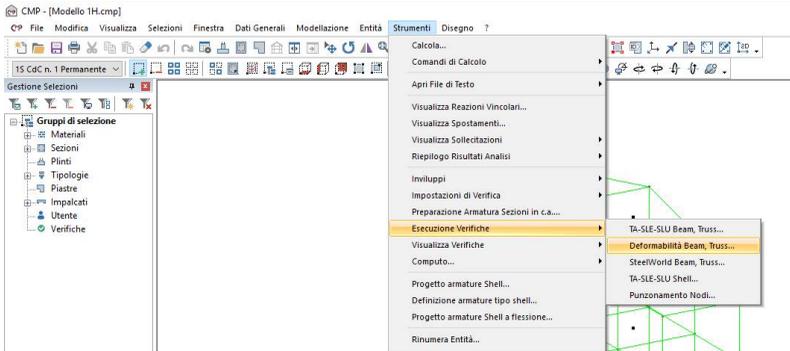
### 5.5. Verifiche di deformabilità

Vediamo adesso come è possibile eseguire la verifica a danneggiamento per lo stato limite di danno.

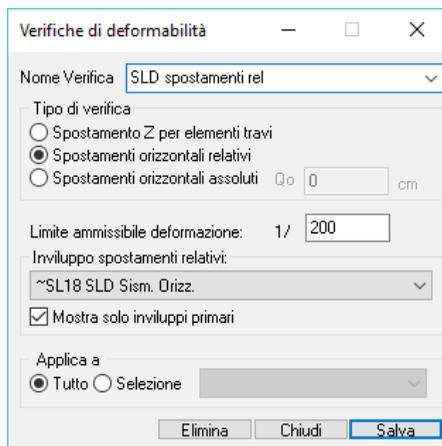
In primo luogo accertiamoci che tutto il modello sia selezionato; quindi, clicchiamo sul tasto “**Seleziona tutte le entità visibili**”.



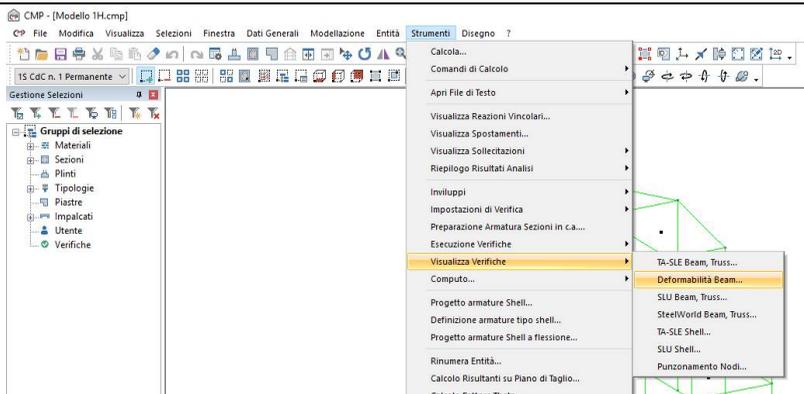
Per poter effettuare la verifica degli spostamenti relativi allo stato limite di danno attiviamo nel menù **Strumenti** il comando “**Esecuzione Verifiche/Deformabilità Beam, Truss...**”.



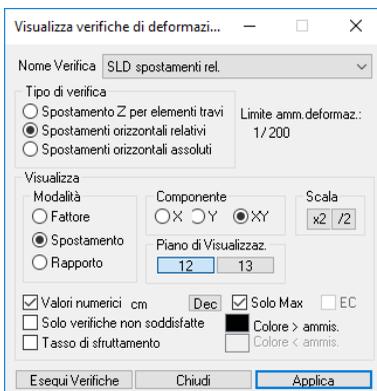
Spuntiamo l'opzione “*Spostamenti orizzontali relativi*” in “*Tipo verifica*”, digitiamo in “*Nome Verifica*” SLD Spostamenti Rel., inseriamo il numero 200 in “*Limite ammissibile deformazione*”, scegliamo “*~SL18 SLD*” in “*Inviluppo spostamenti relativi:*”, confermiamo la verifica con il tasto “*Salva*” e chiudiamo la finestra di dialogo con “*Chiudi*”.



Per visualizzare le verifiche appena fatte andiamo nel menù **Strumenti** e scegliamo il comando “**Visualizza Verifiche/Deformabilità Beam...**”.

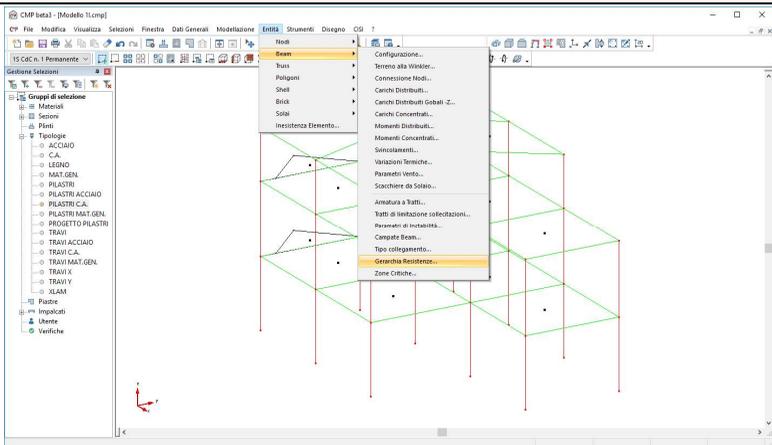


*Spuntiamo in “Tipo di verifica” l’opzione “Spostamenti orizzontali relativi”, scegliamo in “Nome Verifica” la verifica “SLD Spostamenti Rel.”, attiviamo “Spostamento” in “Visualizza/Modalità” e selezioniamo “XY” in “Visualizza/Componente”.*



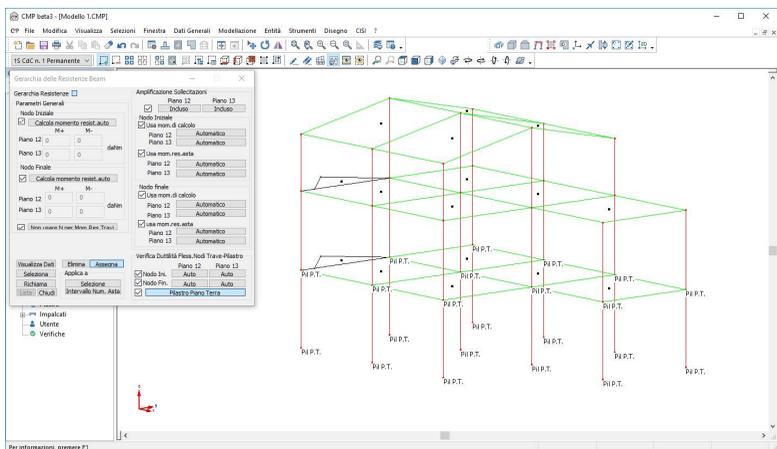
*Per visualizzare gli spostamenti relativi di tutti i nodi, attiviamo il gruppo di selezione “Pilastrini in c.a.”, selezioniamo i nodi di estremità dei pilastri e spuntiamo le opzioni “Valori numerici cm” e “Solo Max”; infine clicchiamo su “Applica”.*



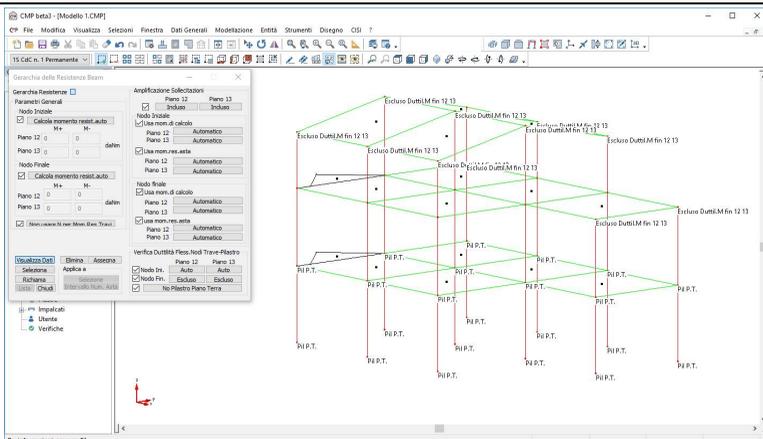


*In particolare, occorrerà:*

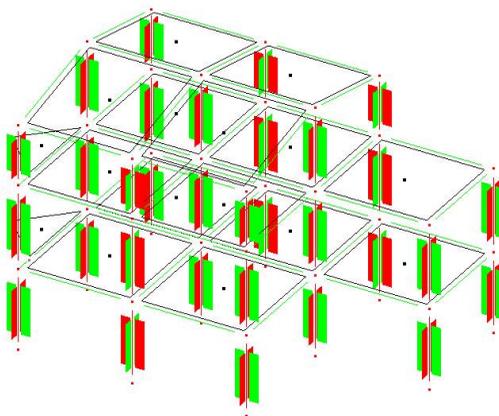
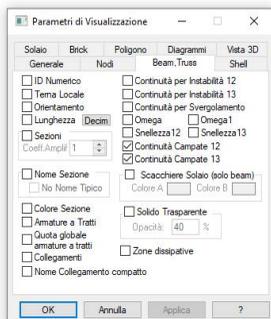
- *Assegnare la proprietà “pilastro piano terra” ai pilastri allo spiccato fondazioni:*



- *Escludere la parte superiore dei pilastri di dell'ultimo piano dalle verifiche del nodo trave/pilastro:*



Un'altra cosa importante da verificare è che la “campata beam” di ogni pilastro sia correttamente assegnata. Per fare ciò, occorre innanzitutto aprire il comando “Parametri di visualizzazione” e attivare le due opzioni “Continuità campate 12” e “Continuità campate 13”:



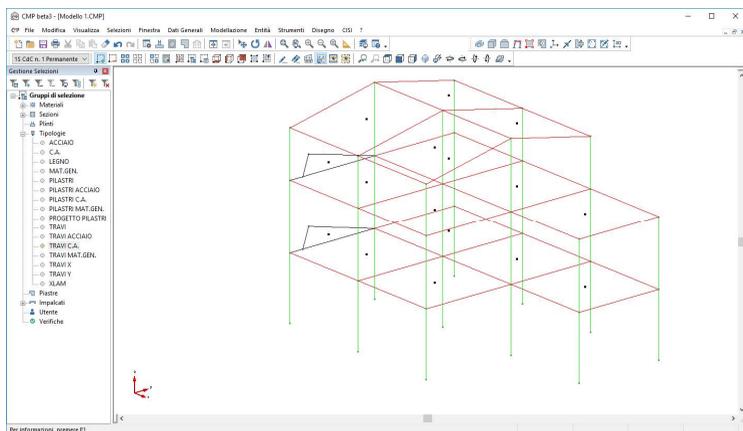
La lunghezza della campata di un elemento in ciascun piano piano è definita dai rettangoli verdi e rossi; quando i rettangoli sono interrotti significa che la campata termina in quel punto. La continuità o meno di una campata alle estremità di un beam viene assegnata automaticamente da CMP; non sempre però l'assegnazione automatica risulta corretta, per cui è bene fare un

controllo. Solitamente, la campata alle estremità di un pilastro si considera interrotta se:

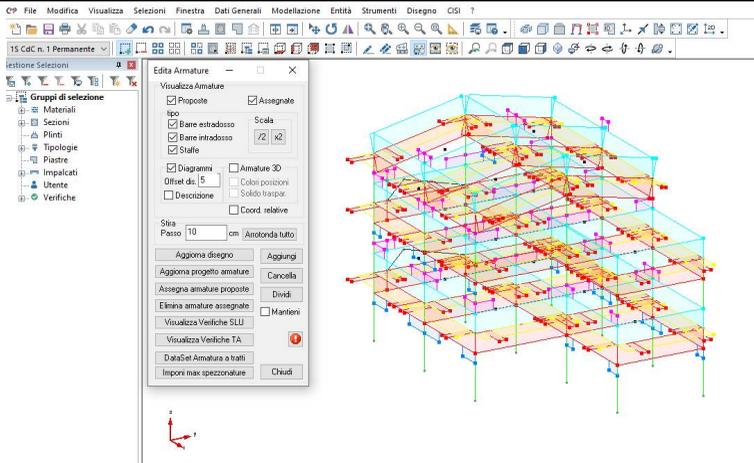
- è presente un solaio;
- sono presenti delle travi in c.a.

Nel caso del modello in oggetto, le campate beam assegnate in automatico sono corrette.

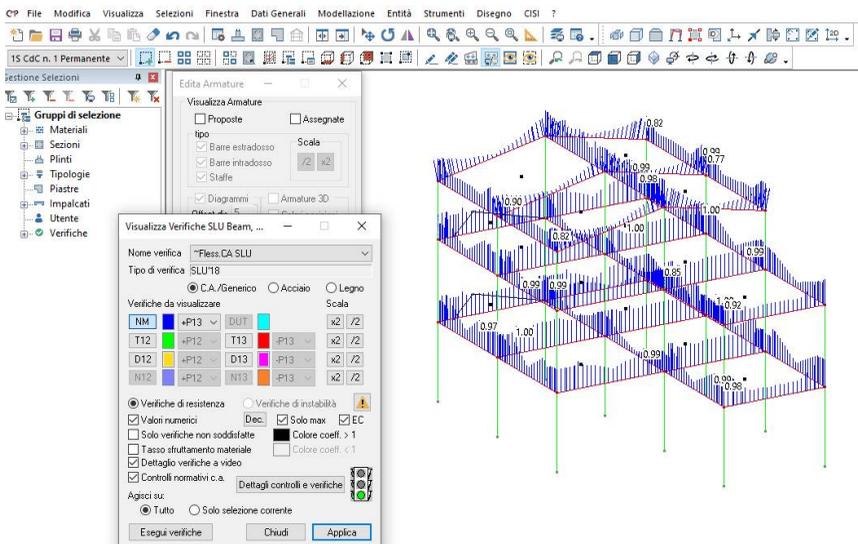
Fatto questo controllo, disattiviamo la proprietà “campate beam” da “Parametri di visualizzazione”, deseleggiamo i pilastri e selezioniamo tutte le travi, utilizzando i gruppi di selezione automatici:



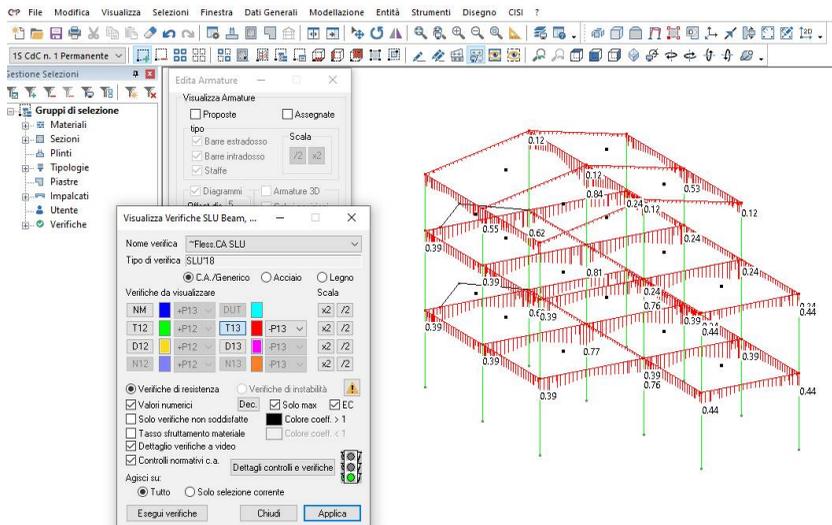
Quindi apriamo il comando “edita armature” e selezioniamo l’opzione “assegna armatura proposta”, come abbiamo già fatto per i pilastri:



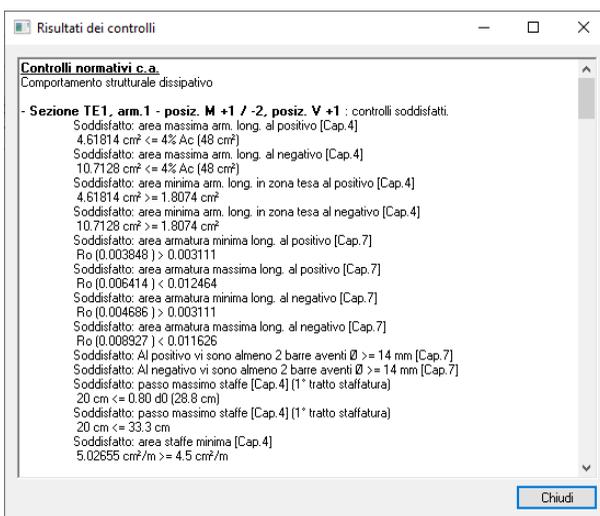
*E' possibile accedere al comando “visualizza verifiche SLU” direttamente da “edita armature”: eseguiamo questa operazione, scegliendo di visualizzare i coefficienti delle verifiche a flessione. Per avere un risultato più leggibile, togliamo la spunta da “Visualizza armature proposte ed assegnate” e scegliamo le opzioni “Solo max” ed “EC”, dopo aver selezionato i nodi appartenenti ai beam delle travi:*



*Eseguiamo la stessa operazione con il taglio:*



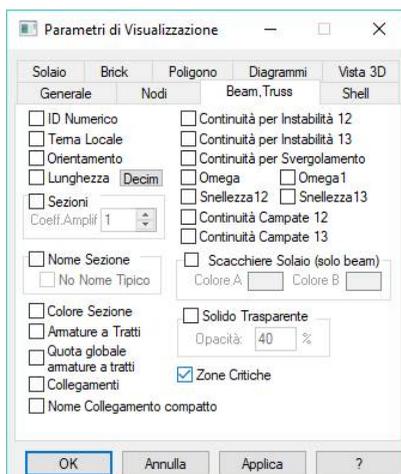
*La presenza del semaforo verde indica che sia le verifiche che i controlli normativi sono soddisfatti. Per avere maggiori dettagli è possibile selezionare "Dettagli controlli e verifiche". Si aprirà la seguente finestra:*



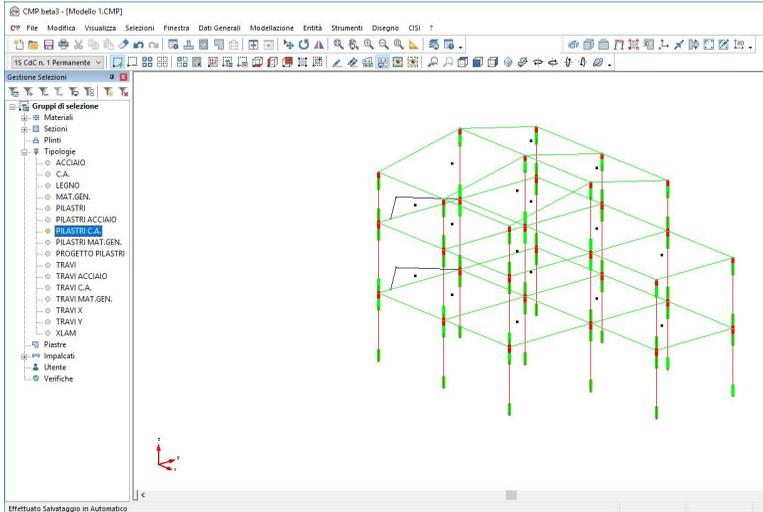
---

contenete la descrizione dettagliata dei controlli normativi effettuati.

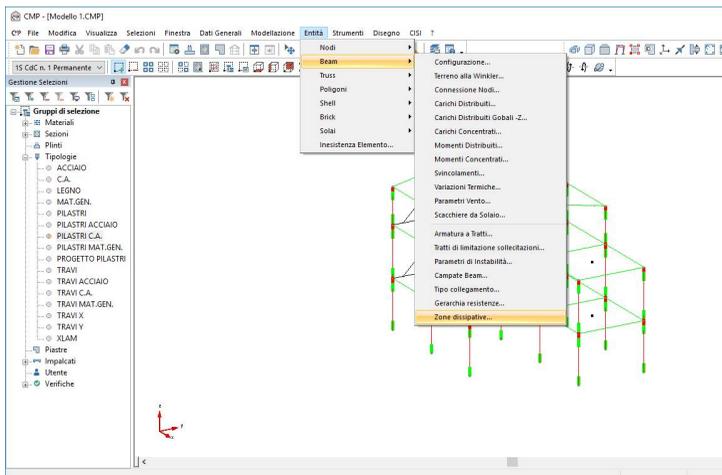
Nel caso dei pilastri, prima di procedere con la fase di verifica, assicuriamoci che la procedura automatica abbia assegnato a tutti gli elementi i dati corretti per le verifiche di duttilità. Per fare questo, iniziamo visualizzando le zone critiche assegnate in automatico ai pilastri, attraverso l'apposito pulsante nel comando "**Parametri di visualizzazione**":



Selezionando tutti i pilastri, è possibile vedere direttamente sugli elementi l'altezza della zona critica (tratto verde) e l'ingombro dei nodi (tratto rosso).

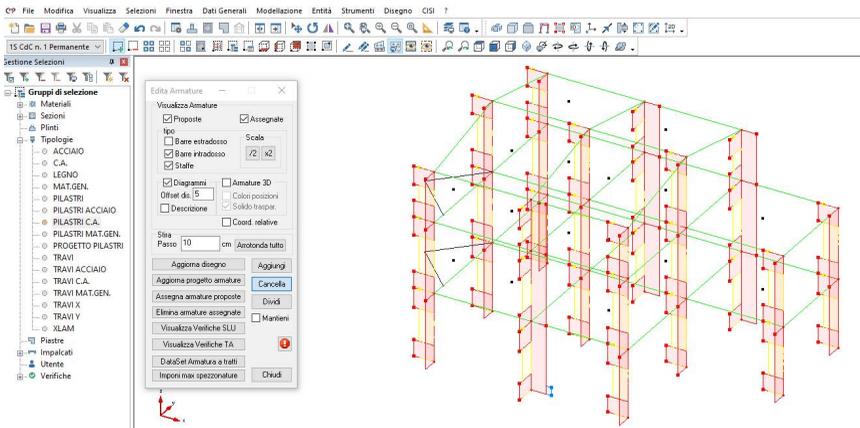


*Eventuali modifiche potranno essere fatte utilizzando il comando “Entità>beam>zone dissipative”:*

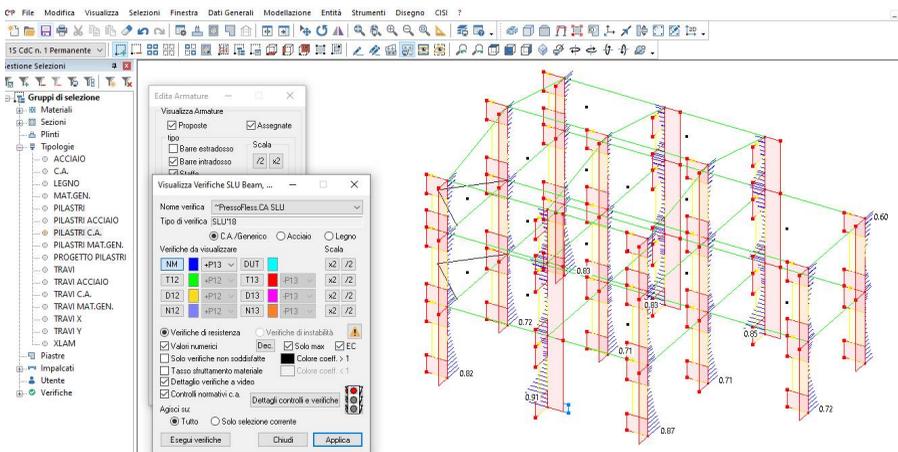


*Se all’interno di questo comando si seleziona “visualizza dati”, sarà possibile verificare la corretta attribuzione del dato “Spiccato pil. Fond.” alle estremità inferiori dei pilastri del piano terra. Tale dato è particolarmente importante perché serve a riconoscere le sezioni in cui di default sarà*

*eseguita la verifica di duttilità. Fatto ciò, disattiviamo la visualizzazione delle zone critiche e attiviamo la visualizzazione delle armature precedentemente assegnate ai pilastri, attraverso il comando “**edita armature**”, tenendo attive nella visualizzazione solo “barre di intradosso” e “staffe”:*

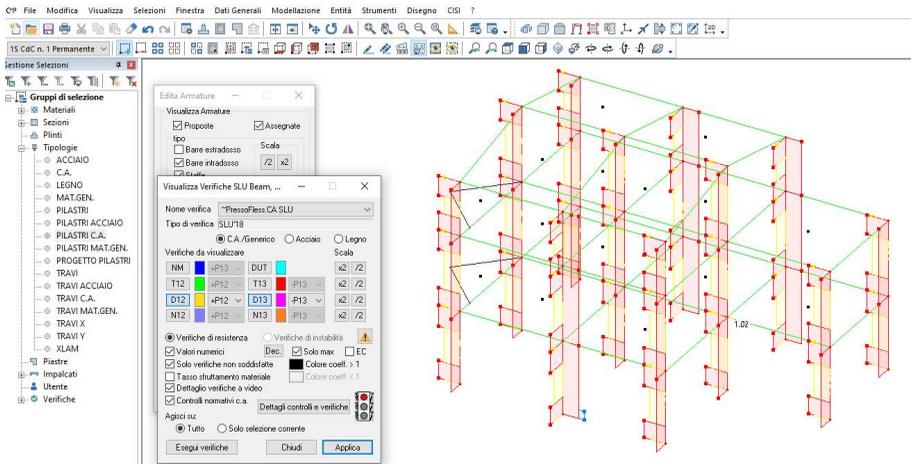


*Apriamo il comando “**visualizza verifiche a SLU**” e quindi selezioniamo le verifiche a pressoflessione. Di default, il primo coefficiente visualizzato è quello relativo alle verifiche di resistenza N-M, i cui coefficienti sono a seguito illustrati:*



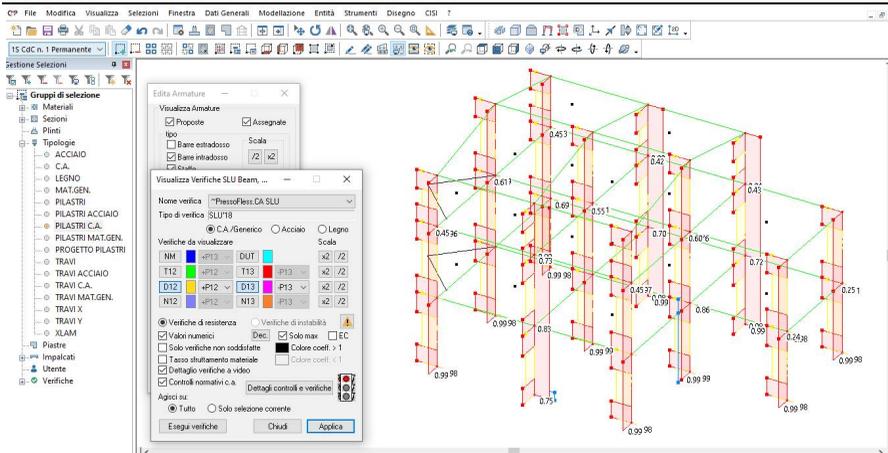


*In questo caso compaiono verifiche non soddisfatte. Per risolvere questa situazione, innanzitutto occorrerà individuare la verifica non soddisfatta, utilizzando l'opzione “solo verifiche non soddisfatte”:*

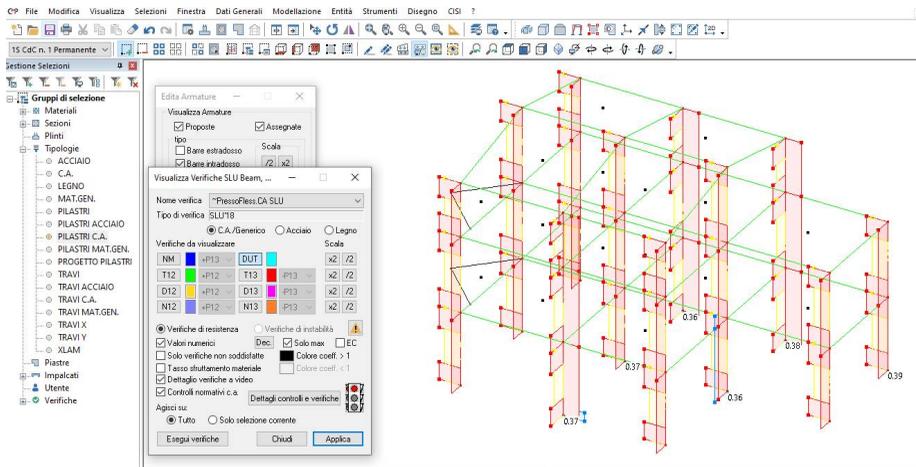


*Fatto questo, selezioniamo la sola asta con la verifica non soddisfatta; occorrerà aggiungere spezzoni di armatura longitudinale (in posizione 2 o anche superiori) nei tratti di estremità dei pilastri nei punti di alle travi. Per fare questo, si possono alternativamente utilizzare i comandi “aggiungi” o “dataset armature a tratti”, disponibili nel comando “edita armature”.*

*Dopo la modifica, selezioniamo di nuovo tutte le pilastarte: è possibile prendere atto del fatto che le verifiche in gerarchia delle resistenze nei nodi trave-pilastro sono ora tutte soddisfatte:*

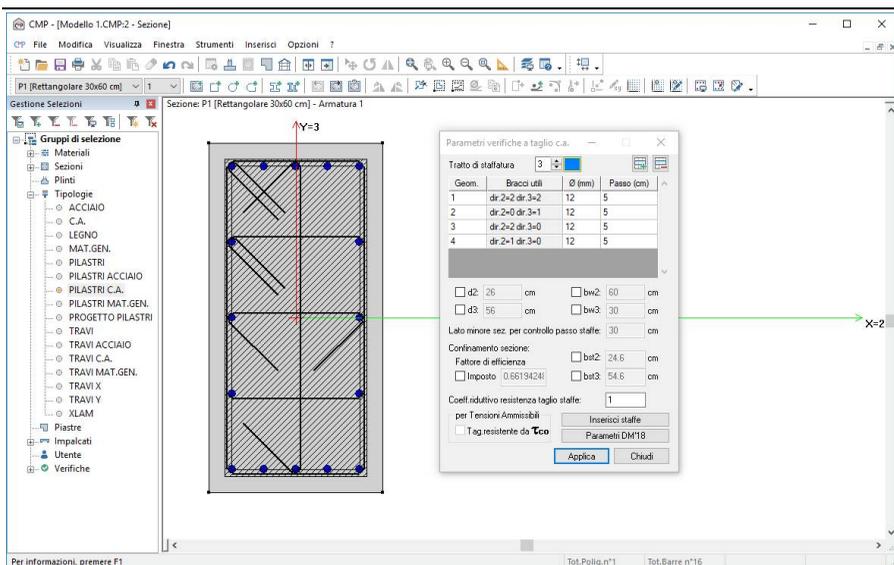


*Il passo successivo consiste nel deselezionare i pulsanti D12 e D13 e selezionare DUT, ovvero le verifiche di duttilità. Anche qui i coefficienti <1 indicano verifiche soddisfatte:*



*Nonostante ciò, il semaforo continua ad essere rosso; andiamo quindi a visualizzare le ultime verifiche rimaste, ovvero quelle dei nodi:*

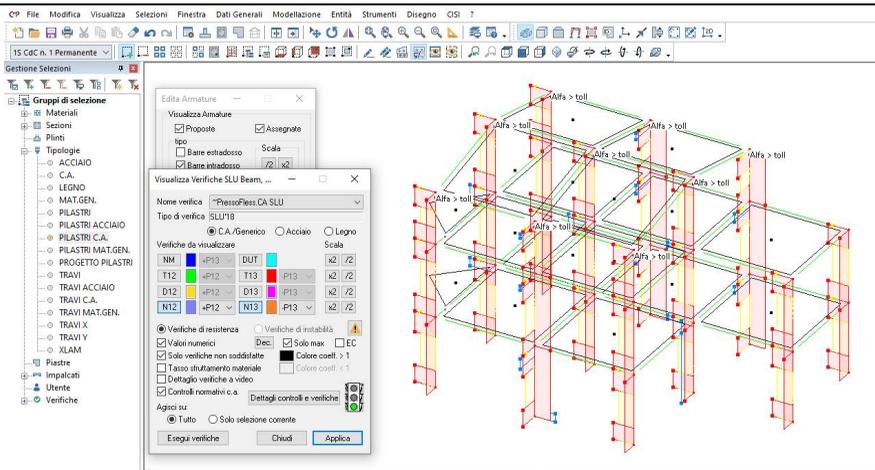




*NOTA BENE: dato che il diametro associato a queste staffe è 12 mm, per garantire l'efficacia in termini di confinamento è necessario aumentare la lunghezza di ancoraggio, portandola a 12 cm.*

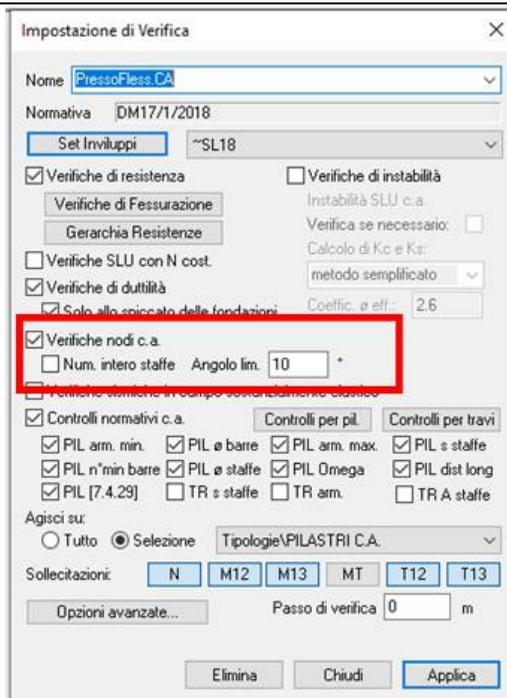
*Questo terzo tratto di staffatura sarà destinato alle estremità dei pilastri, in corrispondenza dei nodi con le travi. Per assegnare il terzo tratto di staffatura, procediamo come fatto per l'armatura longitudinale, attraverso il comando “**edita armature beam**”.*

*Assegnando il nuovo tratto nei punti in cui i coefficienti di verifica risultano >1, otteniamo i seguenti risultati:*



*Il semaforo ora è verde; questo significa che sia le verifiche che i controlli normativi risultano soddisfatti.*

*NOTA: La scritta Alfa > toll che compare nella sommità dei pilastri dipende dal fatto che la trave converge nel nodo con una certa inclinazione. Dal momento che le NTC 2018 non prevedono esplicitamente questa possibilità, in CMP è stata inserita una tolleranza di inclinazione (pari a 10°), tale per cui, nei casi in cui l'inclinazione sia inferiore a questa quantità, la verifica dei nodi viene eseguita secondo le indicazioni normative. Se invece l'inclinazione è maggiore, la verifica non viene eseguita. E' possibile intervenire modificando quest'angolo dal comando "Impostazioni di verifica", dal menù "Strumenti":*



Per verificare il risultato ottenuto o riprendere il lavoro da questo punto in poi è possibile aprire il file denominato “**Modello1L**” contenuto nella cartella “**Tutorial1**”.

## 6. **Relazione di calcolo, grafici strutturali e computo**

Una volta terminato con il progetto e la verifica dell'intero modello è possibile passare all'editazione del tabulato di calcolo, dei grafici strutturali e del computo.

I tabulati di calcolo vengono generati in formato “.rtf” e quindi possono essere letti con Microsoft Word; essi saranno composti di tutti quei paragrafi che intendiamo stampare e conterranno, nelle prime pagine, informazioni relative al modello (sono quelle che possiamo inserire col comando “**Informazioni Progetto...**”) ed alla licenza d'uso del programma.

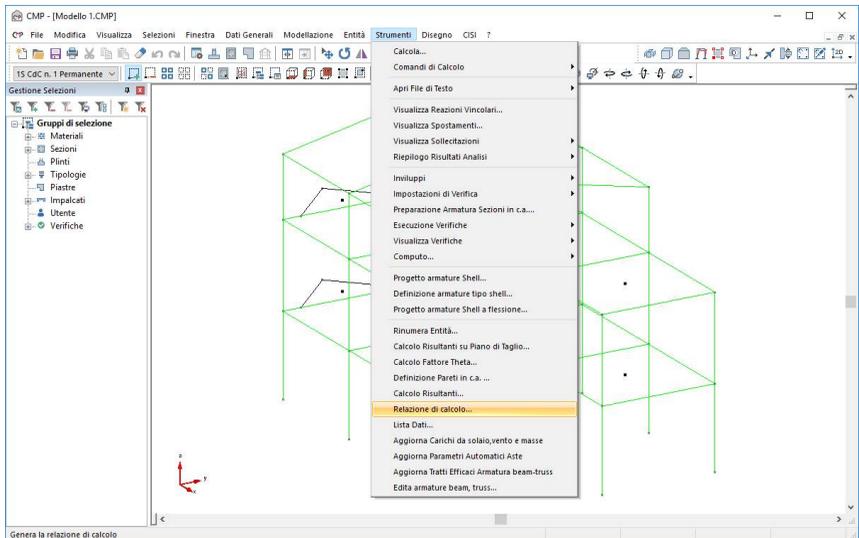
---

*I grafici strutturali vengono generati in formato “.dxf” e possono essere relativi alle distinte delle travi, alle distinte dei pilastri ed alle cassature contenute in uno dei tre piani coordinati.*

*I computi possono contabilizzare, per la parte di modello selezionata, tutte le quantità utilizzate relativamente a qualunque materiale impiegato (calcestruzzo, acciaio da carpenteria, legno,...), all'acciaio per armatura, al cls, alle casseforme necessarie al getto degli elementi strutturali in cls suddivise per superfici orizzontali e verticali e infine alle superfici di solai e tamponamenti . Mentre il computo delle quantità di acciaio per cls avviene nello stesso momento in cui generiamo i disegni di armatura, in quanto è solo in quel momento che vengono completate e definite le dimensioni e lo sviluppo degli ancoraggi (oltre al file “.dxf” il programma genera due file di computo; uno con estensione “.cmt” leggibile con il blocco note di Window ed uno con estensione “.xml” leggibile da Exellent software di contabilità e computazione di STR basato sull'utilizzo di Microsoft Excel), tutte le rimanenti quantità sono ottenute ricorrendo al comando “**Computo**” nel menù “**Strumenti**” della Finestra Modello.*

## 6.1. Relazione di calcolo

Passiamo, quindi, a generare i tabulati di calcolo; dal menù **Strumenti** scegliamo il comando “**Relazione di calcolo...**”. Nella scheda **Generale** spuntiamo le opzioni: Dati Analisi; Descrizione Nodi; Descrizione Beam; Descrizione Solai; Materiali; Geometria Sezioni; Carichi sui Beam. Nella scheda **Verifiche e Progettazioni** selezioniamo tutto ciò che compare nei box “**Verifiche TA/SL Beam, Truss**”, scegliendo l’opzione “**Più gravose per ogni sez./armatura**” dal menù a tendina. Infine, nella scheda **Verifiche di deformabilità**, selezioniamo “**SLD spostamenti rel.**”.



Lista Dati/Relazione di Calcolo

Generale Involuppi Verifiche e Progettazioni Verifiche di Deformabilità

Selezione/Deselezione tutto

Indice Generale  Risultante carichi applicati  Relazione in formato TXT

Dati Analisi  Def. torsionale struttura  Carichi Nodali  Modalità RTF Compatta

Introduzione  Carichi sui Beam  Carichi sui Shell

Descrizione Nodi  Carichi sui Brick  CdC dei Carichi sui Solai

Descrizione Beam  Peso Proprio Nodi  Peso Proprio Beam

Descrizione Truss  Peso Proprio Truss  Peso Proprio Shell

Descrizione Shell  Peso Proprio Brick  Peso Proprio Aste

Descrizione Brick  Relazione di Calcolo

Descrizione Solai  Agisci solo sulla selezione corrente  Mostra la relazione creata

Materiali  Modello RTF da usare

Geometria Sezioni  C:\PROGRA~2\Namin\CMF30~1\Modelo\_Relaz ...

Geometria Plinti  Salva come Default

Risultati di Calcolo

Selezione/Deselezione tutto

Spostamenti nodali

Reazioni Vincolari

Sollecitazioni sui Beam

Sollecitazioni sugli Shell

Sollecitazioni sui Brick

Sollecitazioni sui Truss

Risultati Analisi Pushover

OK Annulla ?

Lista Dati/Relazione di Calcolo

Generale Involuppi Verifiche e Progettazioni Verifiche di Deformabilità

Verifiche TA/SL Beam, Truss:

- Fless CA SLE freq
- Fless CA SLE q piem
- Fless CA SLE rare
- Fless CA SLU
- PressoFless CA SLE freq
- PressoFless CA SLE q piem
- PressoFless CA SLE rare
- PressoFless CA SLU

Più gravose per ogni Beam, Truss

Verifiche TA/SL Shell:

Più gravose per ogni shell

Verifiche TA/SLU Punzonam. Nodi

Verifiche TA/SL Flessione Shell

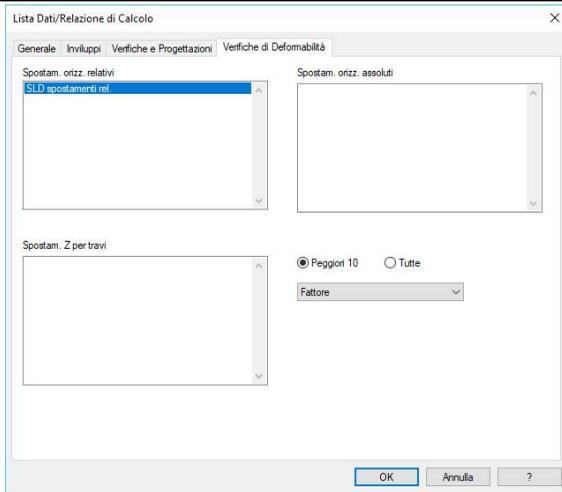
Peggiori  Tutte

Verifiche con SteelWorld

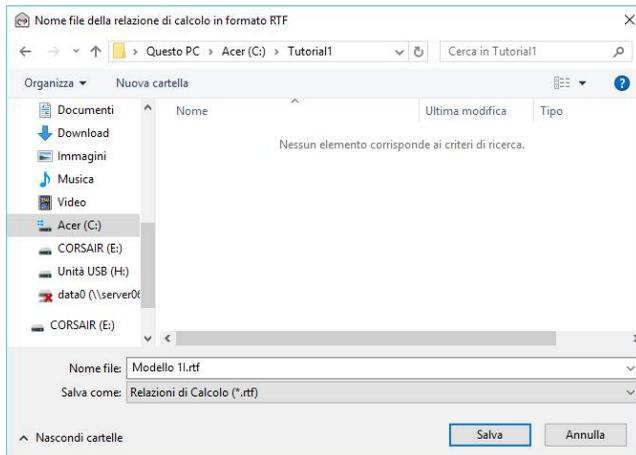
Progettazione Travi c.a.  Calcolo fattore Theta

Progettazione Plinti  Verifiche Pushover

OK Annulla ?



Clicchiamo su “**OK**” e confermiamo il nome e la collocazione del file con “**Salva**”. Il programma andrà a salvare il file nella cartella “**TutorialI**” che abbiamo creato in C.



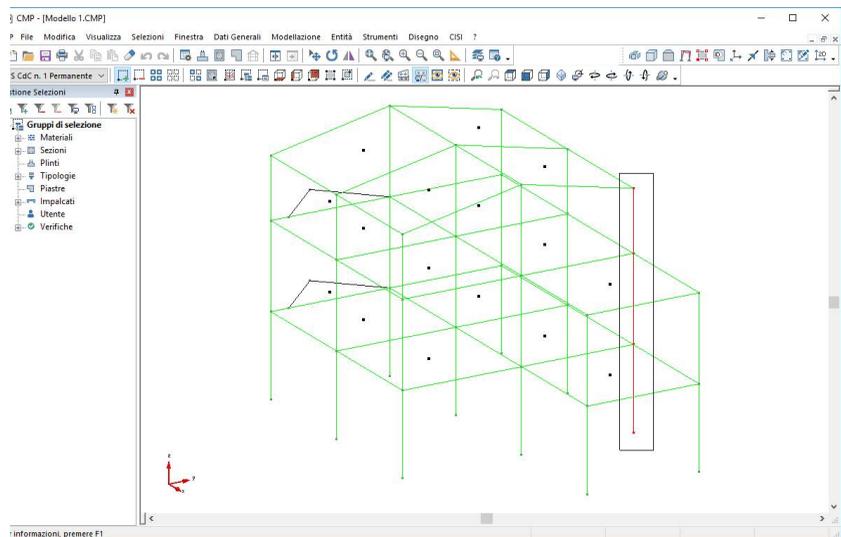
Chiudiamo la finestra “**Creazione Relazione RTF**” con “**Chiudi**”

La relazione potrà essere personalizzata inserendo figure a piacimento sfruttando le procedure previste da Windows per la Copia/Incolla di immagini.

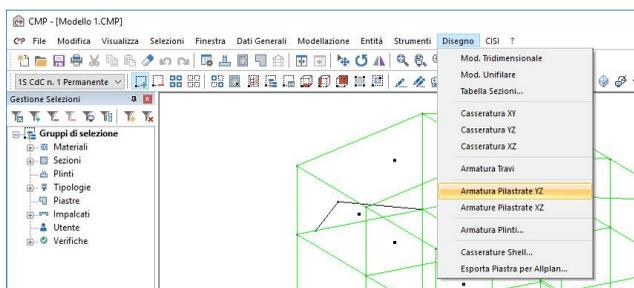
## 6.2. Grafici strutturali

Passiamo, adesso, all'editazione dei grafici strutturali.

Deselezioniamo tutto con il comando **“Deseleziona tutte le entità visibili”** e con il comando **“Selezione a Finestra”** già attivo evidenziamo, tracciando una finestra di selezione da sinistra verso destra, la pilastrata 11.



Dal menù **Disegno** scegliamo **“Armatura Pilastrate YZ”**.



---

Spuntiamo, nella scheda **Generali**, l'opzione “**Gruppo di selezione Layer**”, e selezioniamo nel menù a tendina accanto il gruppo “**ARMATURAPIL**”.

Parametri di Disegno >

Generali Pilastrate Avanzate

Unità di disegno per le lunghezze modello mm cm m

Selezione Aste fittizie

Gruppo di selezione Layer ARMATURAPIL

Scala di plottaggio del disegno 50

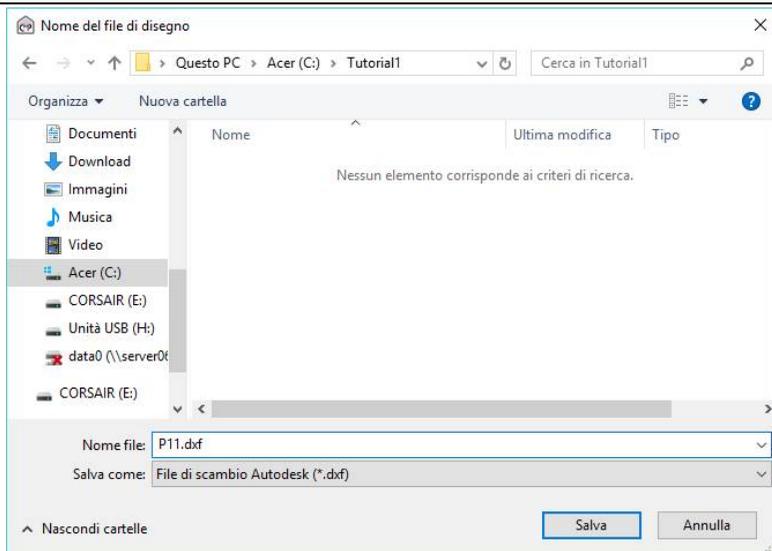
Scala di plottaggio sez. trasversali disegno 20

Altezza massima disegno (cm) 84

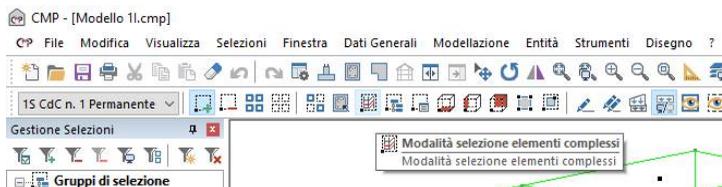
***N.B.** Tutti i disegni sono editati in modo tale da avere una ben precisa gerarchia di layer. Nel momento in cui andiamo a scegliere un gruppo di selezione layer non facciamo altro che scegliere di generare solo i layer e quindi gli elementi che dovranno costituire il nostro disegno. Il programma propone una serie di gruppi già impostati ma è possibile generarne dei propri andando a modificare il file “**Cmpdwggl.sly**” contenuto nella cartella “**INIDIS**” del programma.*

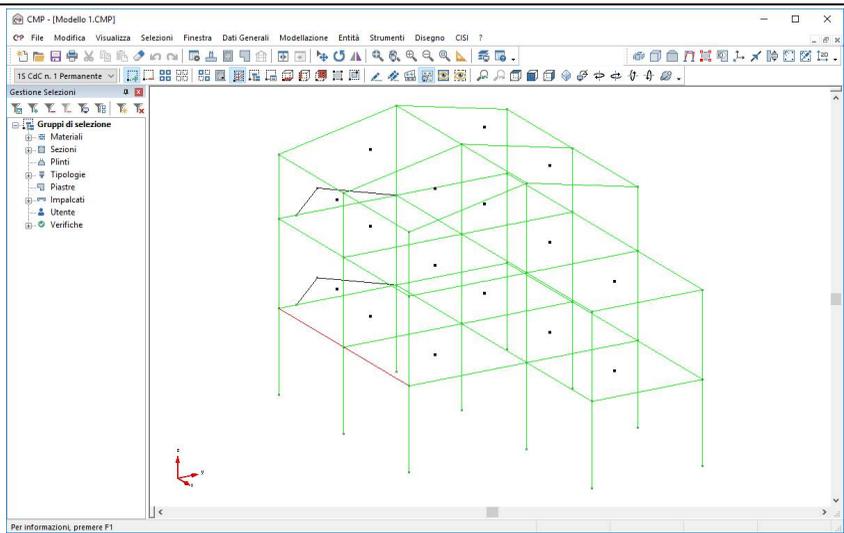
Nella scheda **Avanzate** attiviamo la scelta “**Cad Generico**” e confermiamo con un clic sul tasto “**OK**”.

Chiamiamo il file **P11.dxf** e clicchiamo su “**Salva**”.

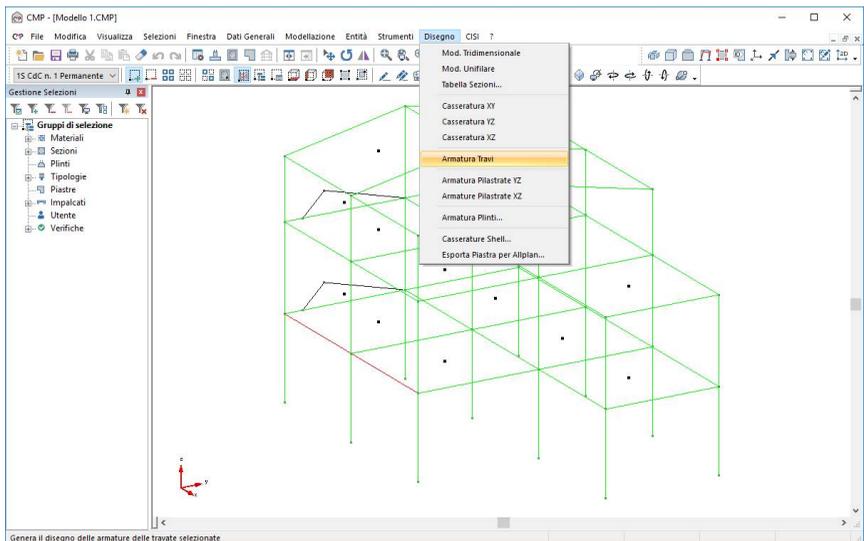


*Deselezioniamo di nuovo tutto con il comando “**Deseleziona tutte le entità visibili**” e con il comando “**Modalità selezione elementi complessi**” della **BARRA DEGLI STRUMENTI MODELLO** evidenziamo la travata 19-20-23 del primo impalcato.*



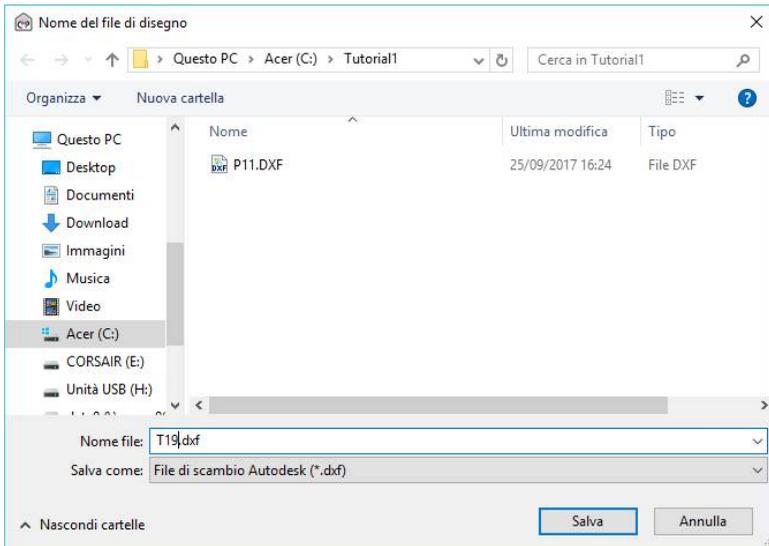


*Sempre nel menù **Disegno** clicchiamo “Armatura Travi”, spuntiamo, nella scheda **Generali**, l’opzione “Gruppo di selezione Layer”, spuntiamo nel menù a tendina accanto il gruppo “**ARMATURATRAVI+ST**” e confermiamo, accettando le impostazioni di default, con un clic sul tasto “**OK**”.*





Chiamiamo il file T19.dxf e clicchiamo su **“Salva”**.

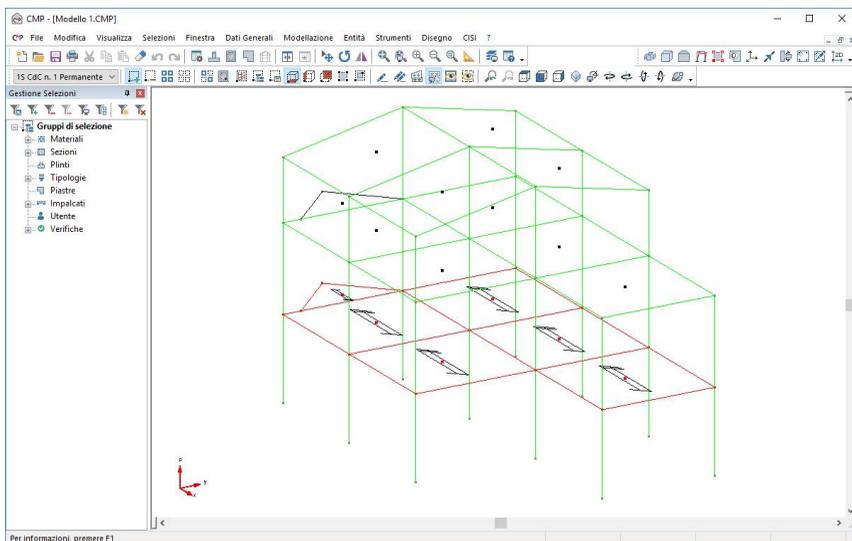


Una volta terminato, deseleggiamo di nuovo tutto con il comando **“Deseleziona tutte le entità visibili”**

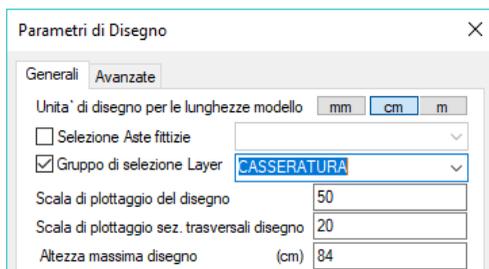
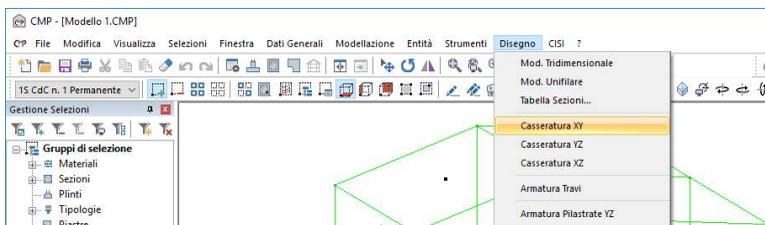
Ci resta da vedere come si realizza il disegno delle piante.

Per selezionare il primo impalcato procediamo nel modo seguente: accertiamoci che il comando **“Seleziona a Finestra”** sia attivo; clicchiamo sul comando **“Seleziona/Deseleziona tutte le entità su un piano XY”**, clicchiamo su una dei nodi del primo impalcato.

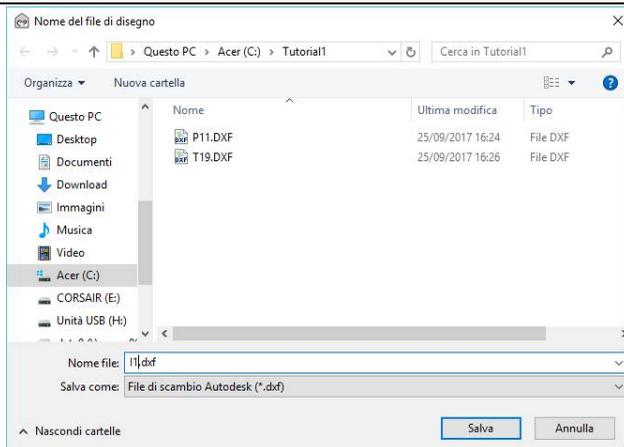




Sempre dal menù **Disegno** clicchiamo su “Casseratura xy”, spuntiamo, nella scheda **Generali**, l’opzione “Gruppo di selezione Layer”, spuntiamo nel menù a tendina accanto il gruppo “CASSERATURA” e confermiamo, accettando le impostazioni di default, con un clic sul tasto “OK”.



Chiamiamo il file 11.dxf e clicchiamo su “Salva”.



*A questo punto chiudiamo la finestra del CMP dopo aver salvato il lavoro. Per convertire i file \*.dxf in \*.dwg, avviamo il software di cad attraverso la sua icona di lancio. Con le procedure tipiche del software in uso attiviamo il comando di lettura di un file di tipo “.dxf” e quindi apriamo il file P11.dxf contenuto in C:\Tutorial1.*

*Salviamo infine il file come “.dwg”.*

*Ripetiamo la stessa operazione per gli altri due file T19dxf e I1.dxf.*

---

### 6.3. Computo

*Come detto sopra una parte della computazione si ottiene automaticamente generando i disegni.*

*Infatti, ogni file “.dxf” è generato assieme ad altri due files contenuti nella stessa cartella di salvataggio del “.dxf” ed aventi lo stesso nome ma estensione diversa. Il file con estensione “.cmt” può essere aperto con il blocco note (Notepad) di Window e contiene la computazione del calcestruzzo e dell'acciaio necessari alla realizzazione dell'elemento o degli elementi disegnati.*

*La computazione dei casseri può essere fatta dalla finestra modello, basta scegliere dal menù **Strumenti** il comando “**Computo...**”. Anche in questo, la computazione riguarda tutti gli elementi selezionati a video.*