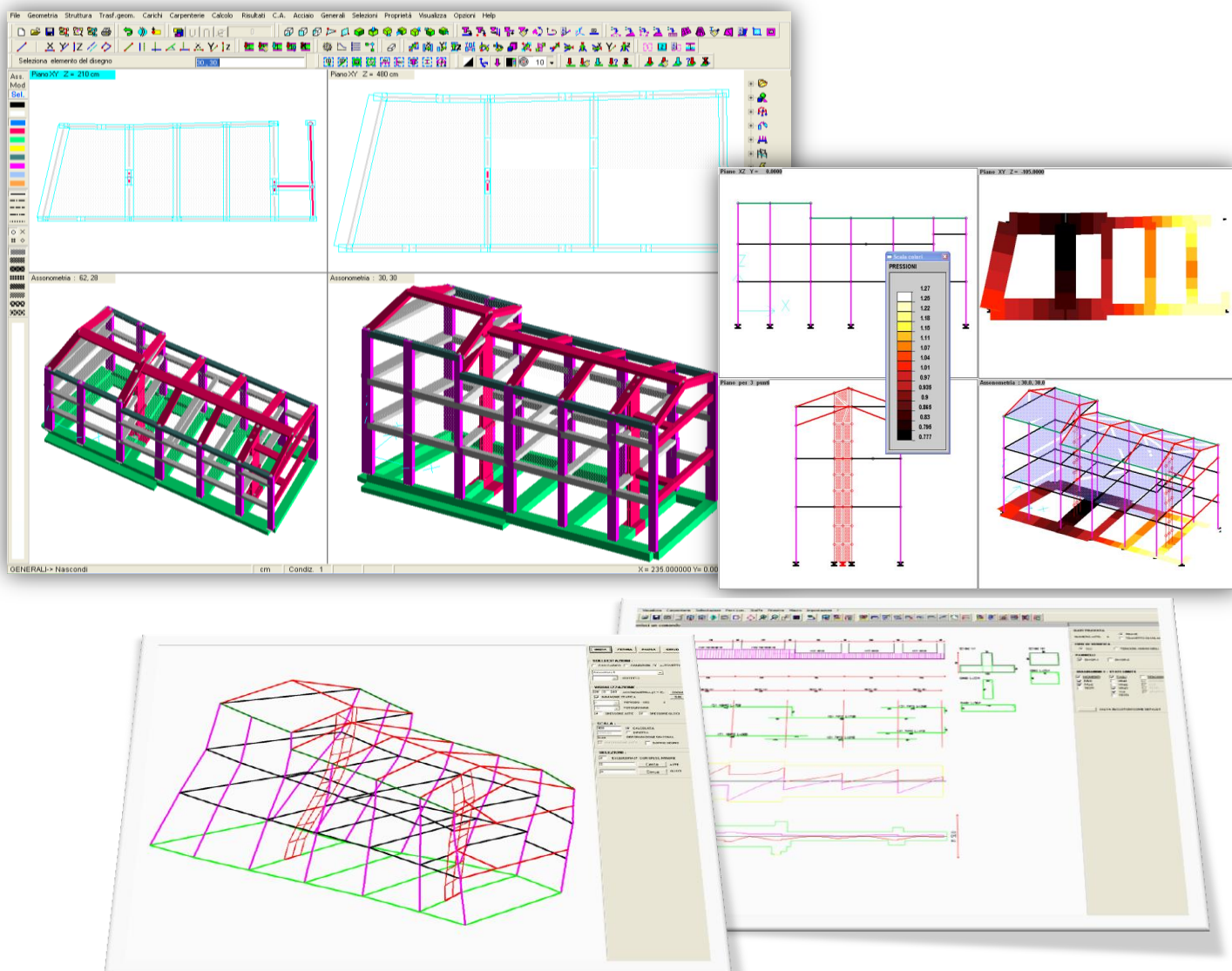


Tutorial CAD 3D STRUTTURA

Applicazioni Pratiche

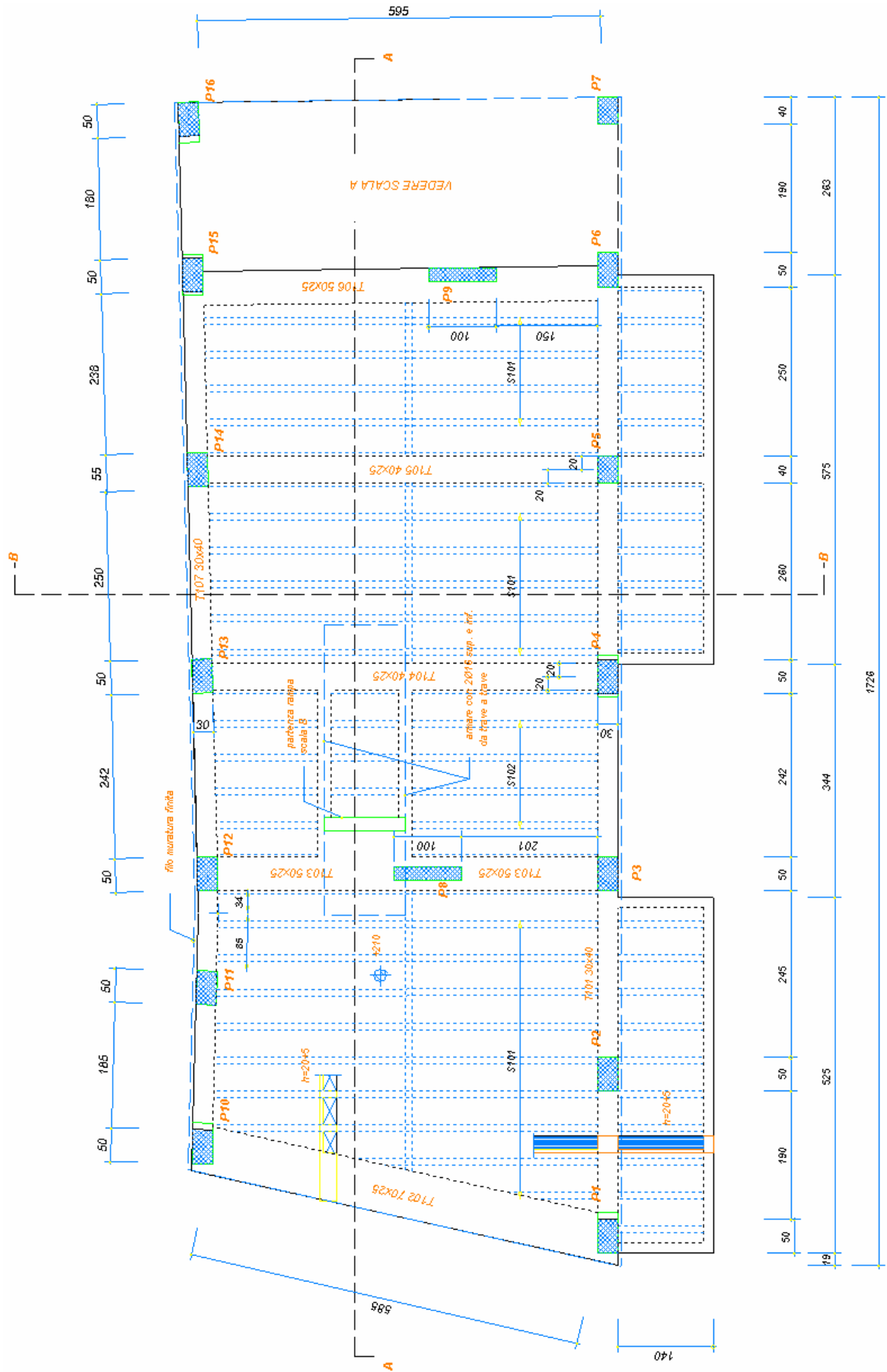
Calcolo e progetto di un edificio in c.a. secondo NTC 2008

Dimensionamento di una piastra in c.a.



Nel seguito si costruirà il modello di una semplice struttura in calcestruzzo armato adibita a civile abitazione: essa sarà realizzata con tecnologia classica in calcestruzzo gettato in opera con struttura portante a telaio e solai in latero-cemento.

I disegni esecutivi sono quelli che seguono.

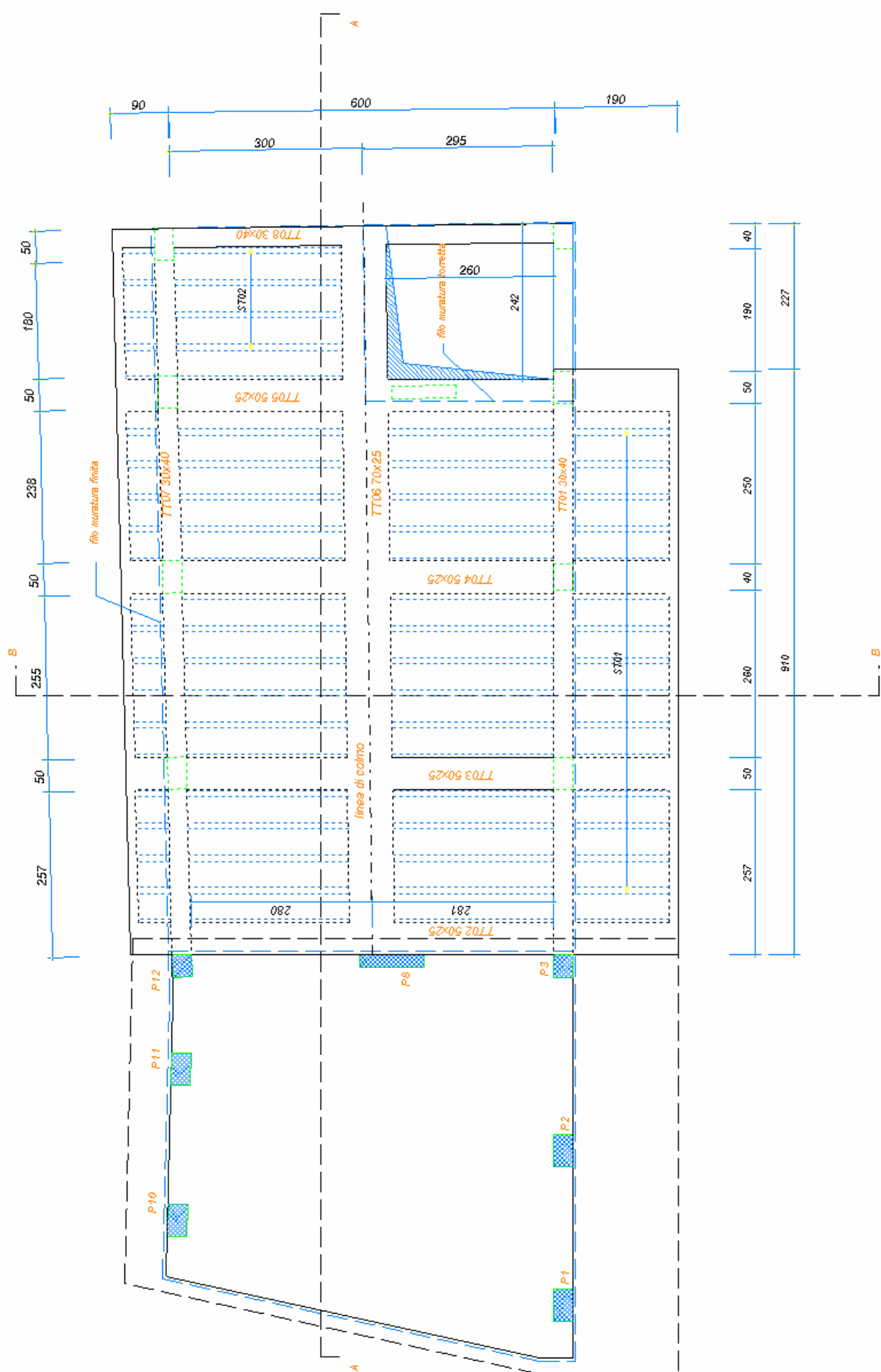


CARPENTERIA SUL PIANO TERRA

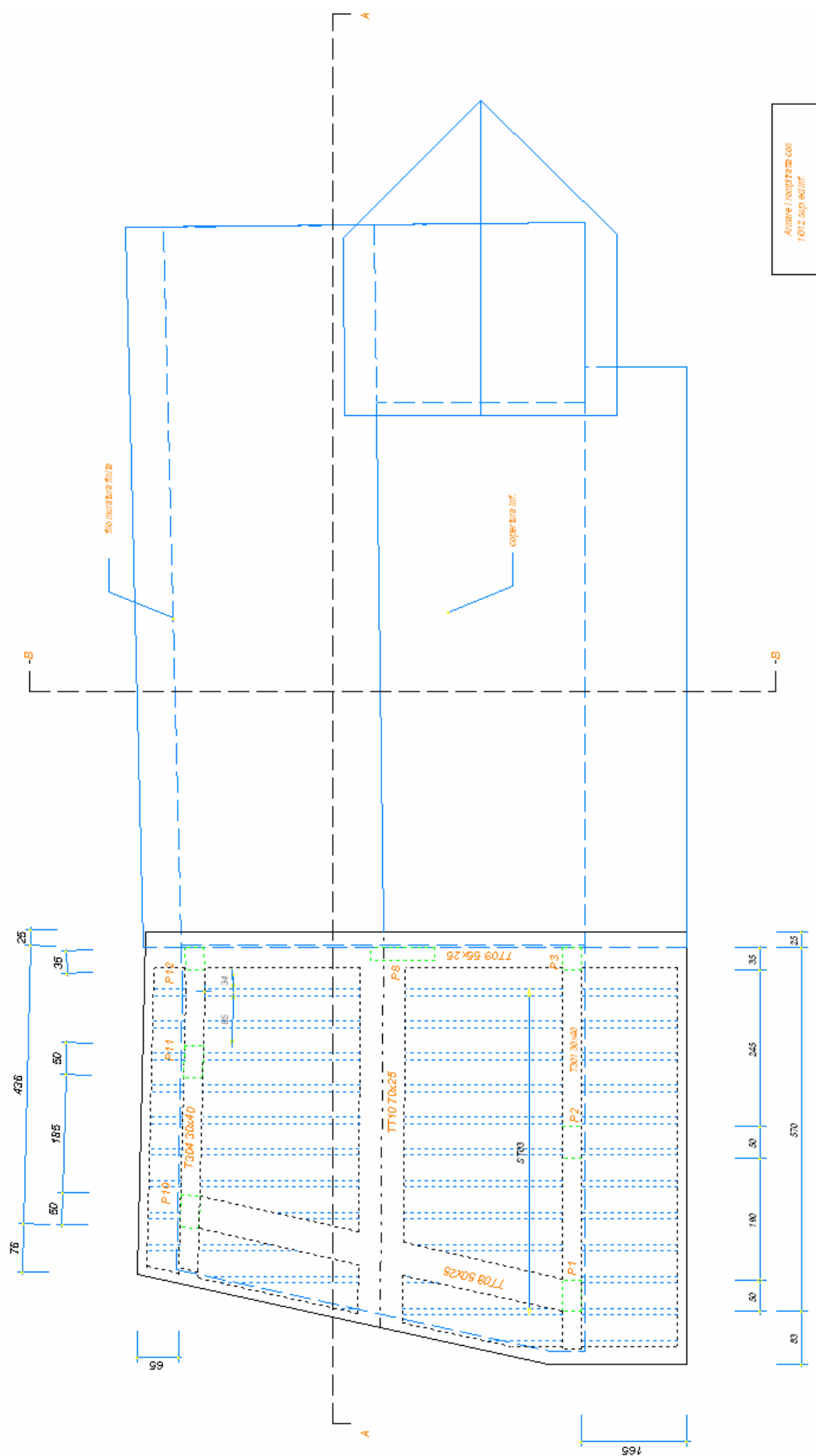




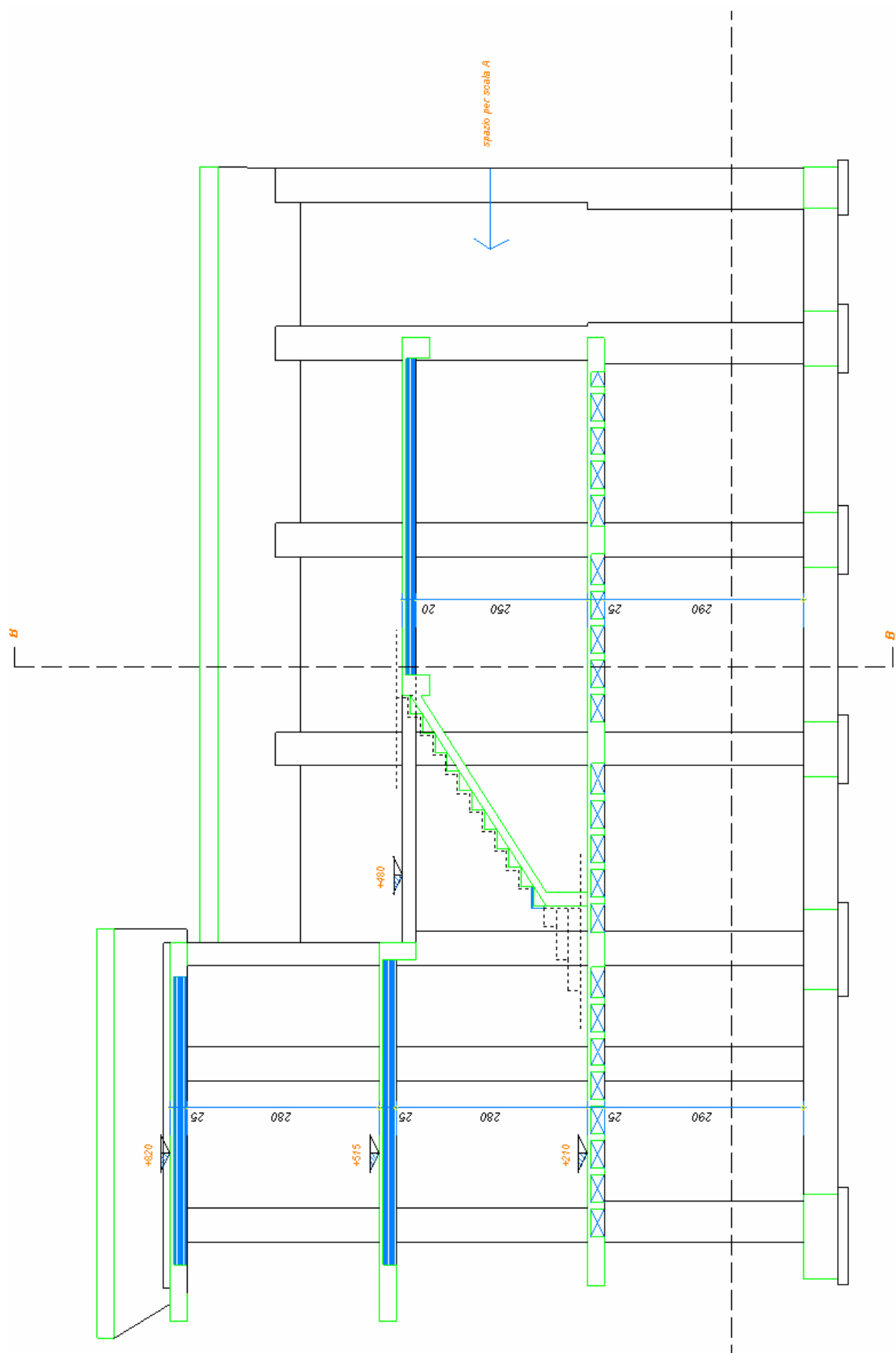
6



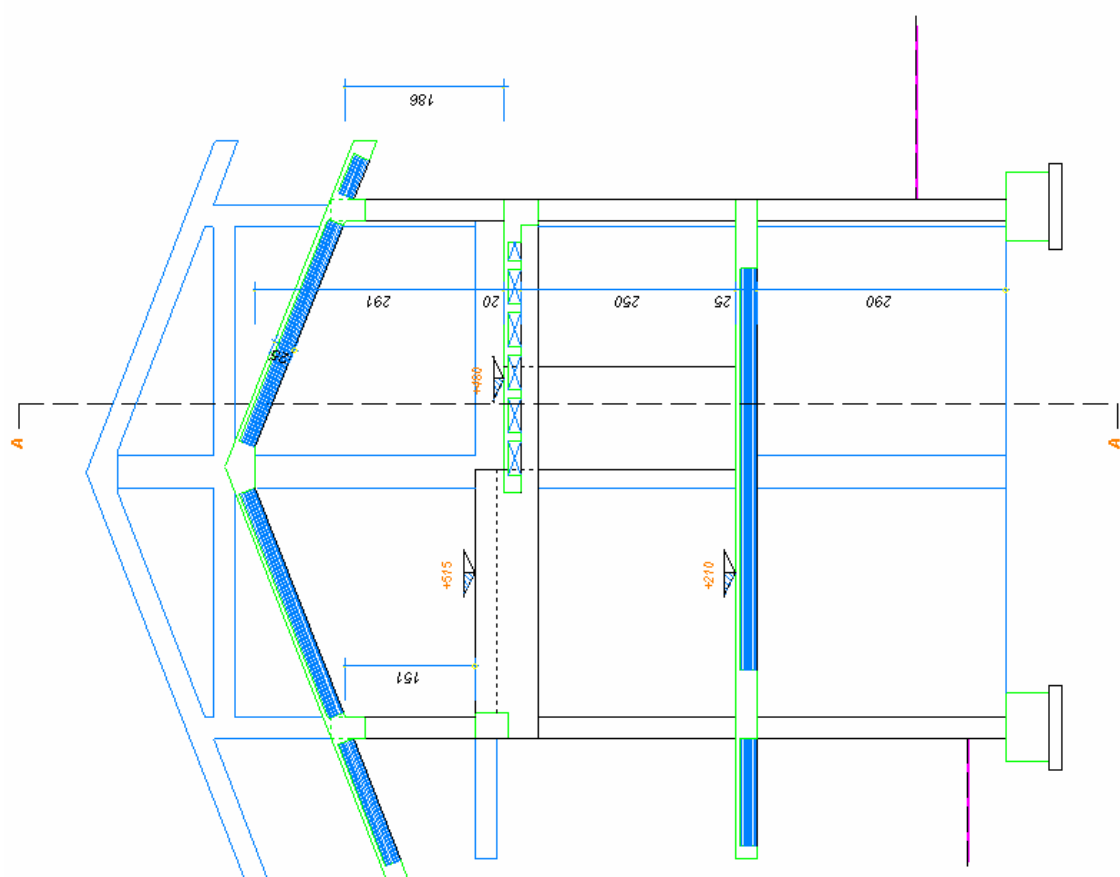
CARPENTERIA COPERTURA INFERIORE



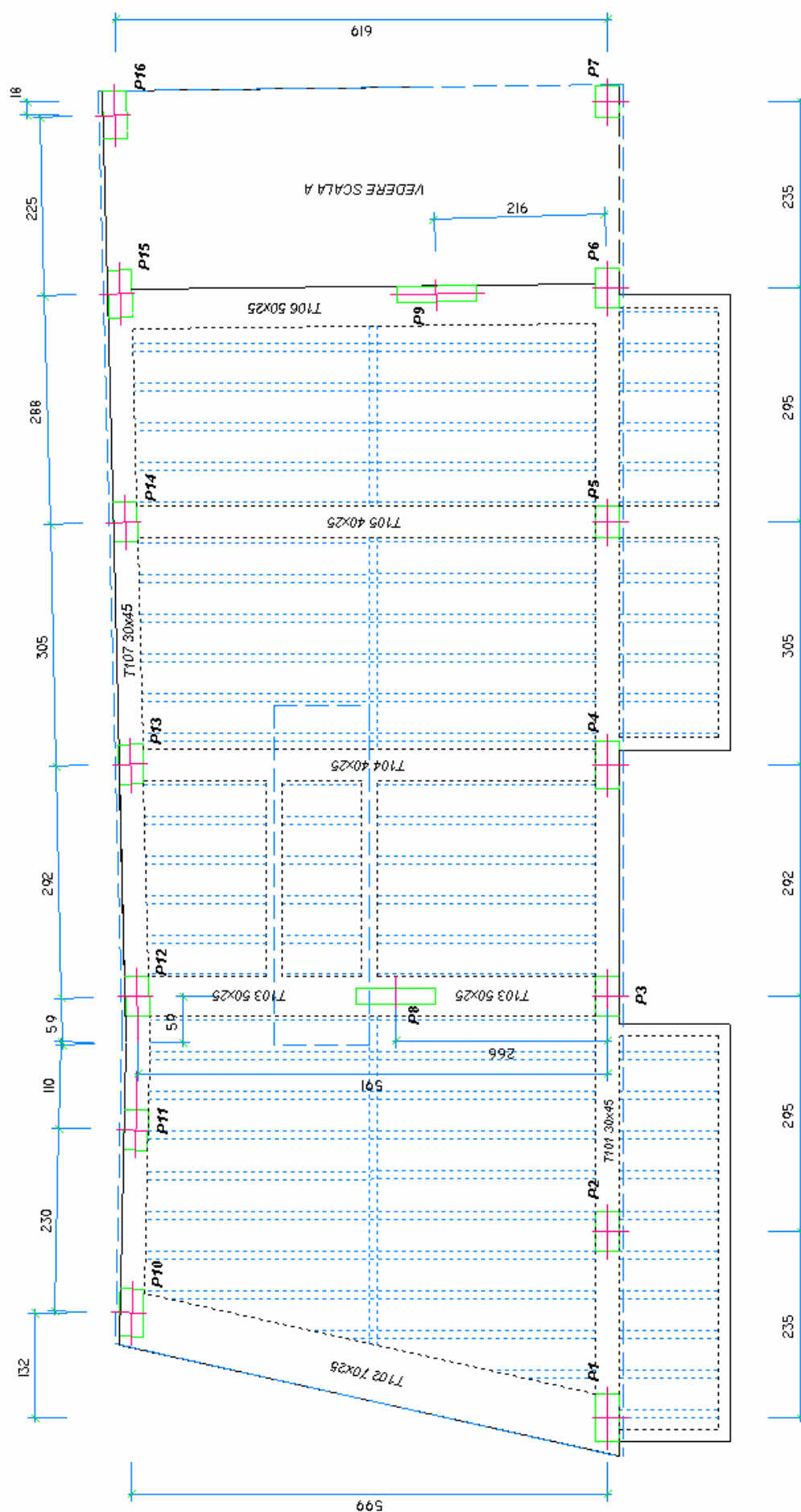
CARPENTERIA COPERTURA SUPERIORE



SEZIONE AA



SEZIONE BB



SOLAIO SU PIANO TERRA PER MODELLO

Creare il modello

Costruiamo la geometria del modello preso ad esempio immaginando di non usufruire dell'importazione dei pilastri da "DXF". Conviene iniziare col tracciare lo schema delle travi al piano primo:

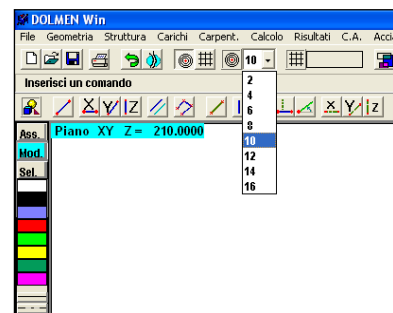
- **impostiamo nella finestra in alto a sinistra un piano XY a quota 210 cm;**

Premere sulla finestra il tasto destro del mouse, scegliere "Piano XY" e scrivere nella casella di risposta "210".

- **tracciamo un segmento parallelo all'asse X dal punto "0,0,210" lungo 235 cm; in questo modo partiamo a disegnare con coordinate 'pulite';**

Usare "Geometria - Disegno - Segmento - Segmento || X" dal punto "0,0,210" con distanza "235"; per tracciare il secondo segmento parallelo a X, essendo la funzione ancora attiva, basta selezionare con il mouse l'estremo destro del primo e dare la nuova misura (in questo caso 295).

Se non si modifica l'impostazione, è sempre attiva una trappola rappresentata dal puntatore azzurro con dimensioni in pixel pari al valore della casella a tendina in figura; è possibile impostare tale valore nel modo che si ritiene più comodo.



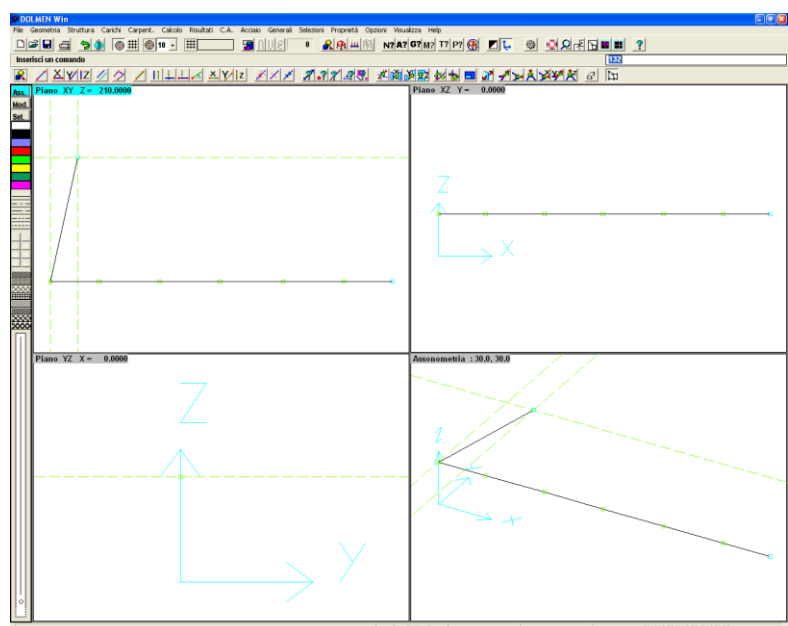
Prima di tracciare un nuovo segmento conviene 'ottimizzare' la vista (comando "Ottimizza" dal tasto destro del mouse) in modo da avere sott'occhio sempre tutti gli oggetti disegnati. Può essere utile attivare la visualizzazione dei vertici con il comando "Geometria - Aiuti disegno - Visualizza vertici".

- **nello stesso modo si possono tracciare tutti i segmenti rappresentanti le aste fino al pilastro P7.**

Notare che i vertici appartenenti ad un solo segmento sono azzurrini, mentre quelli rappresentanti l'intersezione di almeno due segmenti hanno colore ocra.

- **determiniamo la posizione del pilastro P10;**

Per determinare la posizione del pilastro P10 tracciare una linea di costruzione parallela a Y passante per il centro del pilastro P1, quindi una linea parallela a quest'ultima con distanza "132" ed infine una



parallela a P1-P2 con distanza "599". I comandi sono "Geometria - Costruzioni - Linea || asse Y" e "Geometria - Costruzioni - Linea parallela"; ora usare "Geometria - Disegno - Segmento - Segmento 2Pt" per realizzare il congiungimento del centro di P1 con il punto trovato.

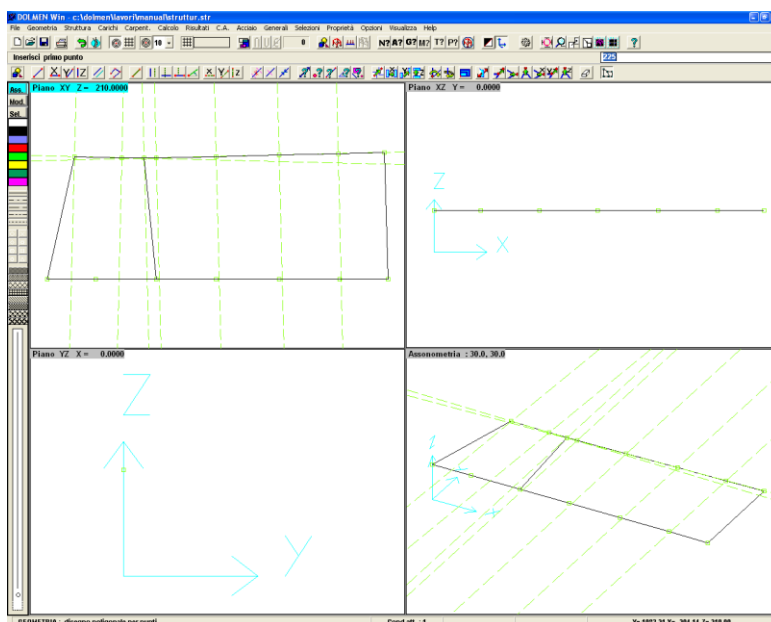
Altro modo è usare "Geometria - Disegno - Segmento - Segmento 2Pt" dal pilastro P1 e dare il II punto con le coordinate relative "#132,599,0".

- **analogamente si possono trovare il centro di P16 ed il punto d'intersezione tra i due allineamenti che costituiscono la parete P10 - P16; infine troviamo la posizione dei pilastri da P11 a P15;**

Dopo aver cancellato tutte le linee di costruzione con "Geometria - Cancella" e "Selezioni - Elem. geom. - Costruzioni", tracciare due linee di costruzione tra il centro di P10 e il punto di deviazione della facciata e tra quest'ultimo e il P16; il comando da usare è "Geometria - Costruzioni - Linea 2Pt" specificando i punti con il mouse nella finestra "Piano XY Z=210".

Per trovare la posizione del pilastro P11 ad esempio, tracciare una linea di costruzione perpendicolare alla congiungente tra P10 e P11 e quindi una linea di costruzione parallela a distanza "230" dalla precedente. Trovati i centri di tutti i pilastri dal P10 al P16, essi possono essere uniti usando "Geometria - Disegno - Poligonale - per punti".

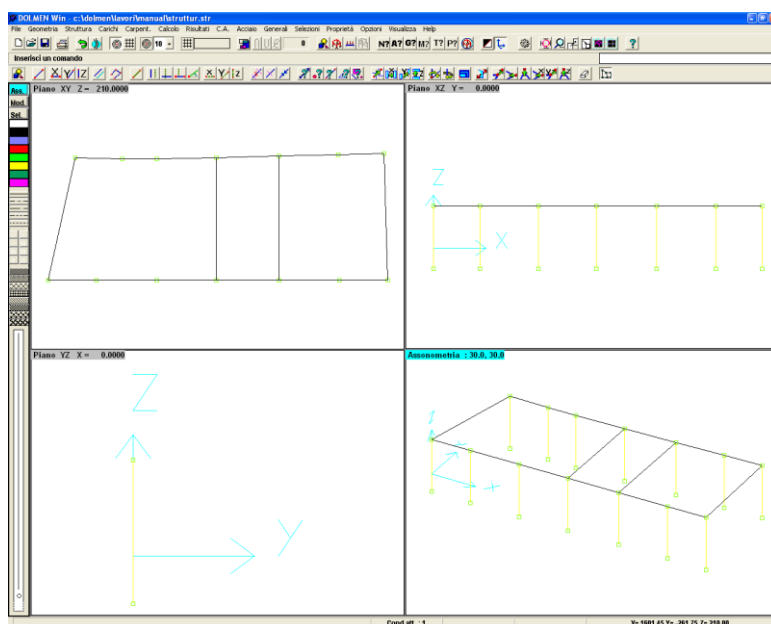
- **completiamo il piano con le 'travi' mancanti tralasciando per ora i pil. P8 e P9;**



Cancellare le linee di costruzione e gli eventuali segmenti che si fossero disegnati per costruzione e usare "Geometria - Costruzioni - Linea 2Pt" specificando i punti con il mouse.

- **tracciamo i pilastri dalla quota del piano XY Z=210 con lunghezza 315;**

Utilizzare "Geometria - Disegno - Segmento - Segmento || Z" dando il primo

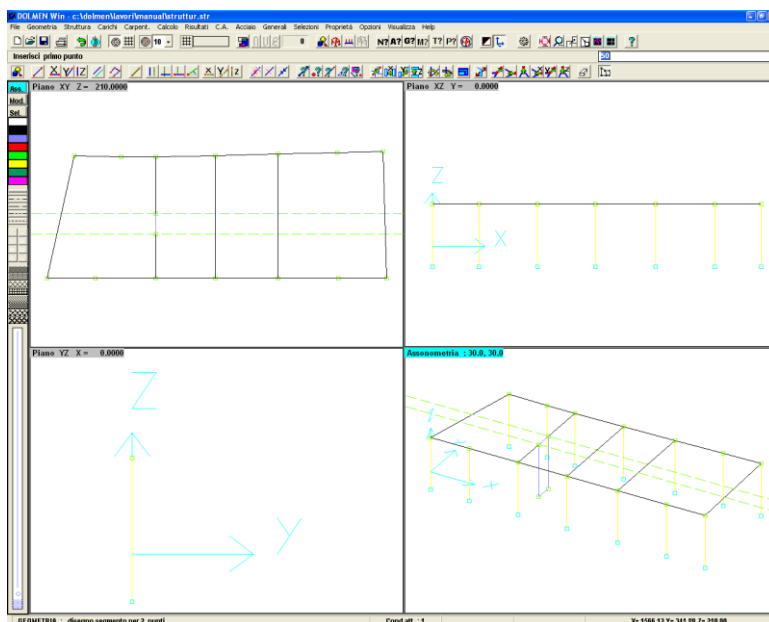


punto sul piano XY Z=210 e distanza "-315" (fino a estradosso fondazioni).

Prima di fare questa operazione conviene cambiare il colore operativo premendo il mouse sul colore voluto nella barra disposta lateralmente a sinistra (es. giallo).

Per modificare il colore di un segmento esistente selezionare il tasto "Mod" nella stessa barra, cliccare sul colore voluto e quindi sui segmenti da modificare.

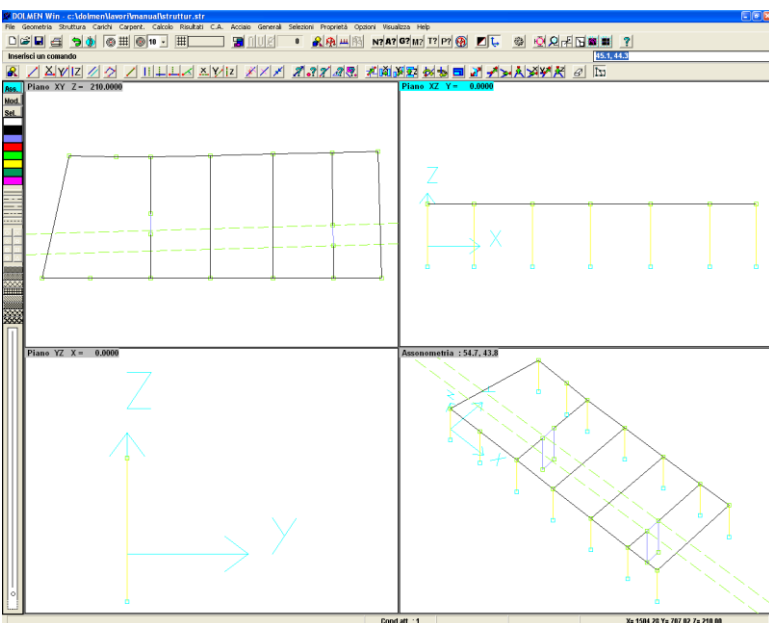
- i pilastri P8 e P9 hanno un rapporto tra i lati maggiore di 3, quindi, vanno trattati come setti: in "Dolmen" vanno utilizzati gli elementi bidimensionali; per ora tracciamo solamente il perimetro (sezione verticale del setto in mezzeria) in modo analogo a quanto già fatto.
- il piano superiore (1°) può essere ottenuto copiando quanto disegnato finora e applicando poi le modifiche necessarie;



Copiare con "Trasf. geom. - Traslazione - Asse Z": distanza "315", numero copie "1", quindi "Selezioni - Tutto".

Il piano secondo è disposto su due livelli con 35 cm di differenza: questo dislivello può essere tranquillamente trascurato in quanto non crea apprezzabili variazioni sulle sollecitazioni; inoltre le dimensioni dei pilastri variano leggermente ma non bisogna preoccuparsi di modificare la posizione del loro asse, almeno nel modello di calcolo.

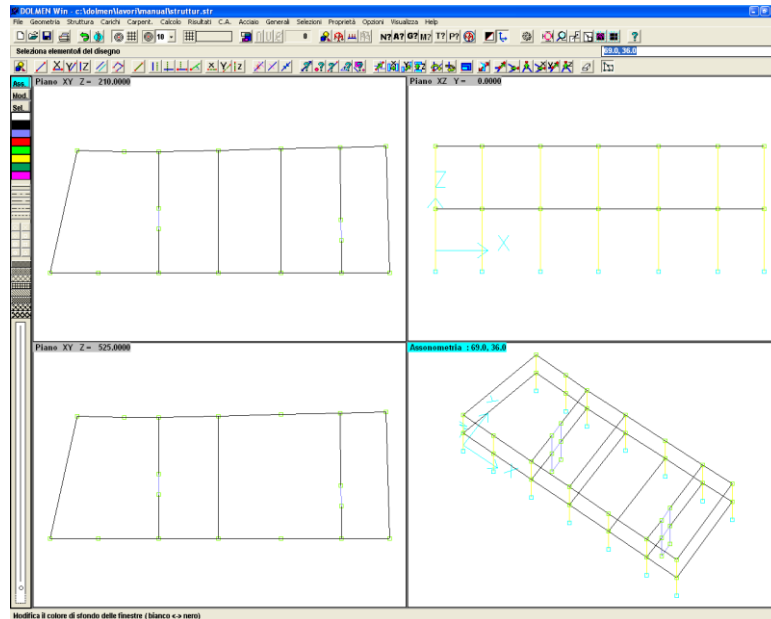
Dopo una traslazione conviene utilizzare la funzione "Geometria - Elimina sovrapposti" per evitare segmenti doppi che potranno in futuro dare problemi.



- cancelliamo la trave T105 che al piano superiore non è presente; la trave T204 non cade in corrispondenza dei pilastri e quindi va cancellata e tracciata ex-novo;

Per cancellare, usare "Geometria - Cancella" e selezionare con il mouse l'oggetto.

Nel tracciare la trave T204, attenzione a spezzare i segmenti su cui la nuova trave incide (utilizzare "Geometria - Operazioni - Divisione", selezionare il segmento da dividere ed il punto).



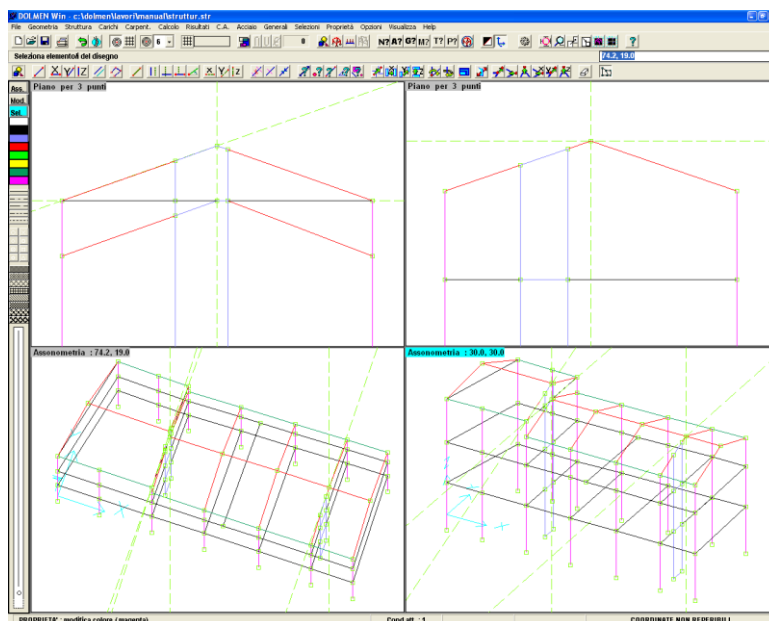
- **stiriamo il secondo solaio per riportarlo alla quota giusta (nell'esempio +480);**

Operare con "Trasf. geom. - Stiramento - Asse Z": la distanza va da 525 (attuale) a 480, cioè "-45" e selezionare ponendosi in un piano XY passante per uno dei punti a quota 525 e aprendo una finestra.

- **possiamo ora tracciare i pilastri della mansarda e le travi della copertura, quindi completare i setti fino in copertura;**

Per tracciare le travi della copertura porsi in un piano per 2 punti (tasto destro del mouse, "Piano per 2Pt", cliccare su due punti che stanno sul piano voluto) e determinare il colmo intersecando una linea parallela alla trave di sottotetto distante "291" con una linea a quest'ultima perpendicolare e mediana sulla larghezza dell'edificio (questa può essere ottenuta con "Geometria - Costruzioni - Perpendicolare per 2Pt").

Nell'intersezione tra i due livelli di copertura conviene semplificare evitando di introdurre inutili nodi a breve distanza.

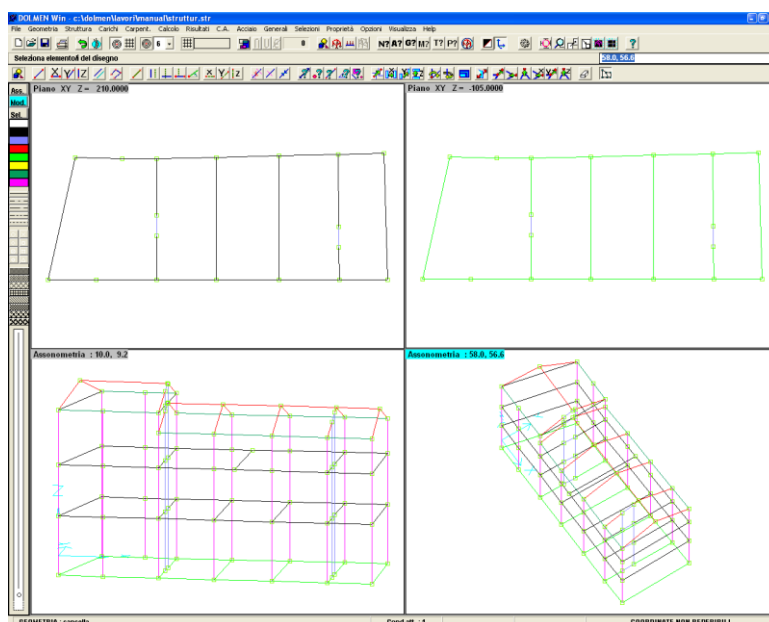


- copiando le travi del primo solaio verso il basso otteniamo anche le fondazioni.

Utilizzare "Trasf. geom. - Traslazione - Asse Z", distanza "-315", numero copie "1" e selezionare le travi dal piano XY a quota Z=210.

Meglio ricordarsi di eseguire "Geometria - Elimina sovrapposti".

Per maggiore chiarezza, cambiare il colore delle travi in fondazione attraverso l'uso della barra laterale, come spiegato in precedenza.



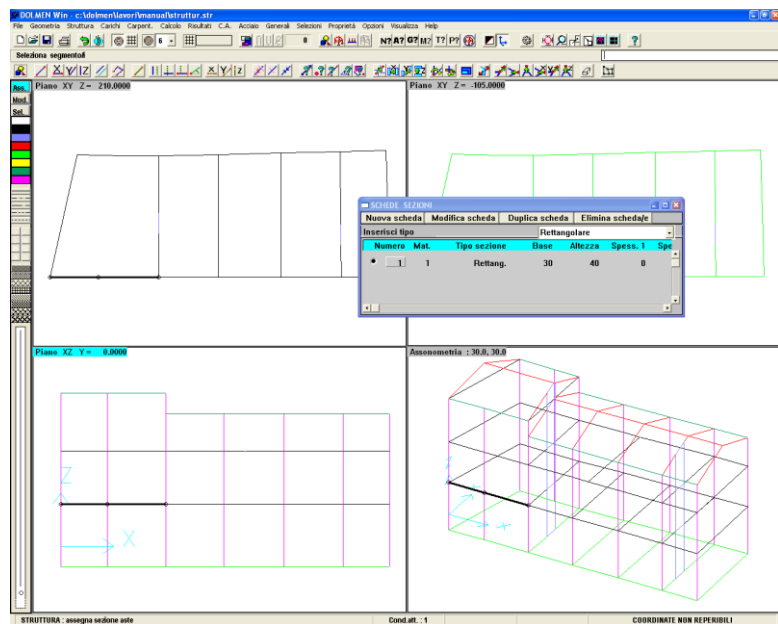
- [1] assegniamo le sezioni alle aste;
 - Scegliere "Struttura - Aste - Gestione sezioni - Assegna";
 - Creare una nuova scheda scegliendo dalla tendina il tipo "rettangolare";
 - inserire i dati: base "30", altezza "40", materiale "CALCESTRUZZO", coefficiente di Winckler "0" (utilizzare 5 per le travi di fondazione) e dare "OK";
 - attivare con il mouse la scheda interessata se esiste più di una scheda;

- selezionare uno o più segmenti.

[2] La selezione può essere fatta in più modi: se ad esempio si è pensato di un colore comune una serie di segmenti che avranno la stessa sezione, può essere utilizzata la selezione per colore:

- quando la domanda è "Selezionare ..." premere nella barra laterale "Sel";
- toccare nella stessa barra il colore voluto.

Il coefficiente di Winckler è inteso in tutte le direzioni ortogonali all'asta.

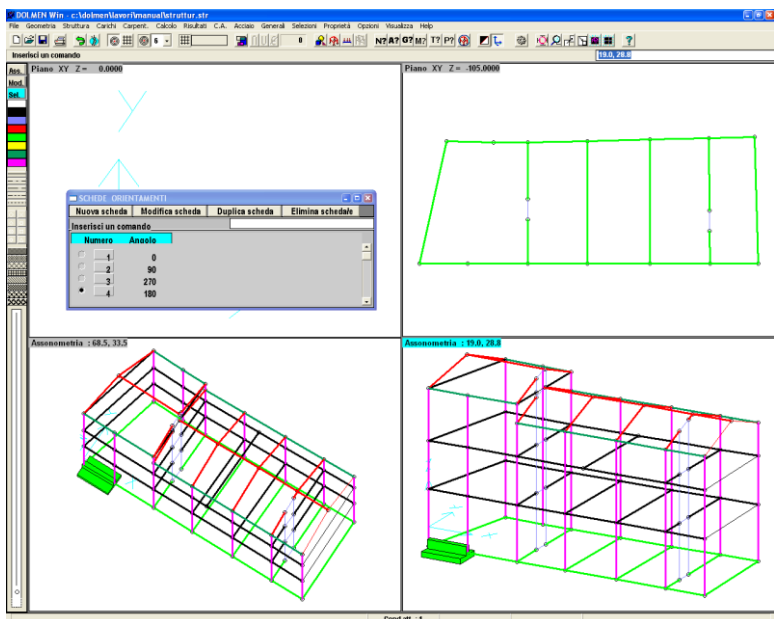


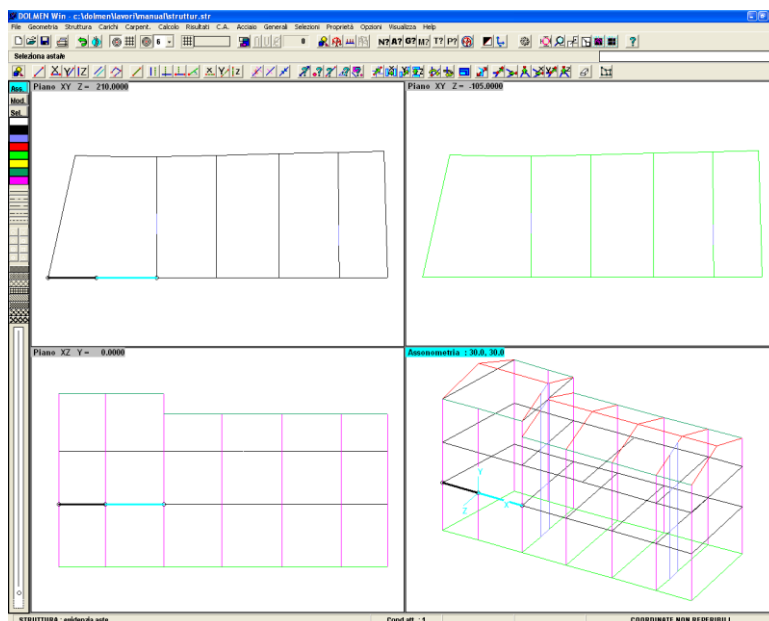
- **modifica dell'orientamento delle travi di fondazione;**

- Scegliere "Struttura - Aste - Gestione orientamenti - Modifica";
- Creare (se non esiste già) una nuova scheda e inserire "180";
- attivare con il mouse la scheda interessata;
- selezionare una o più aste [2].

Attivando gli ingombri si vede anche graficamente l'effetto della rotazione.

Per visualizzare le attuali proprietà di un'asta si può utilizzare il comando "Struttura - Aste - Informazioni" selezionando poi l'oggetto. Nel pannello possono leggersi le coordinate dei vertici, la sezione, l'orientamento, ecc. Per vedere il sistema di riferimento locale si può invece adoperare il comando "Struttura - Aste - Evidenzia". Cliccando due volte su un'asta (e su qualsiasi altro oggetto, preferibilmente non con comandi attivi) si visualizza sia il sistema di riferimento locale, sia il pannello delle proprietà.



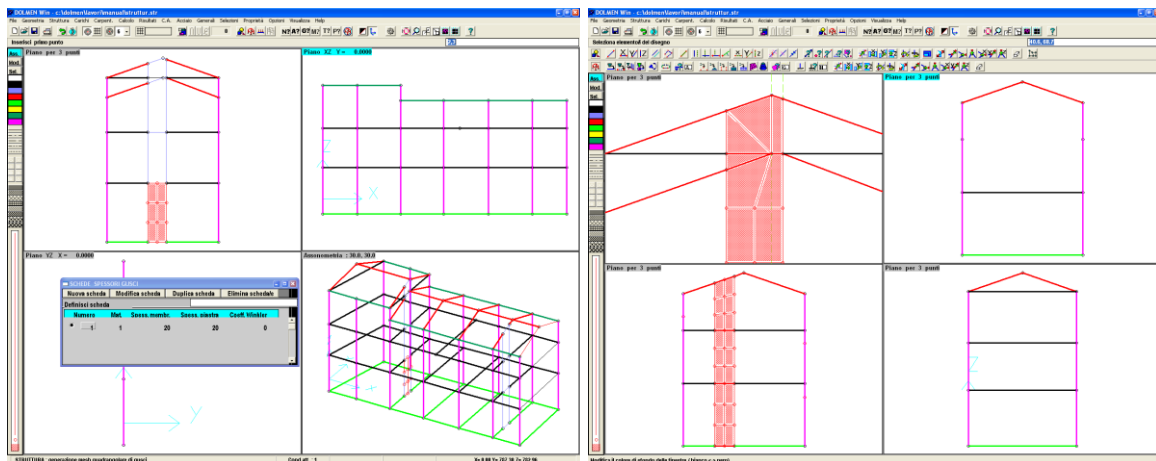


- **Generiamo la meshatura dei pilastri P8 e P9 con spessore pari a 20;**
 - Scegliere "Struttura - Gusci - Gestione spessori - Genera mesh quadrangolare";
 - creare una nuova scheda;
 - inserire i dati: materiale "CALCESTRUZZO", sp.piastra "20", sp.membrana "20", coefficiente di Winckler "0" e dare "OK";
 - attivare con il mouse la scheda interessata se esiste più di una scheda;
 - dare passi "2,3";
 - precisare i quattro punti della sagoma del setto P8 al piano terra;
- **operiamo in modo analogo per gli altri piani;**

Per il setto P8 porre attenzione all'ultimo piano: i nodi esistenti vanno rispettati per cui conviene tracciare gli ultimi gusci con le funzioni "Struttura - Gusci - Gestione spessori - Assegna 4L per punti" o "Struttura - Gusci - Gestione spessori - Assegna 3L per punti" uno alla volta.

- **operiamo in modo analogo per il setto P9;**
- **cancelliamo i segmenti blu usati come appoggio;**

Usare anche "Geometria - Elimina sovrapposti".



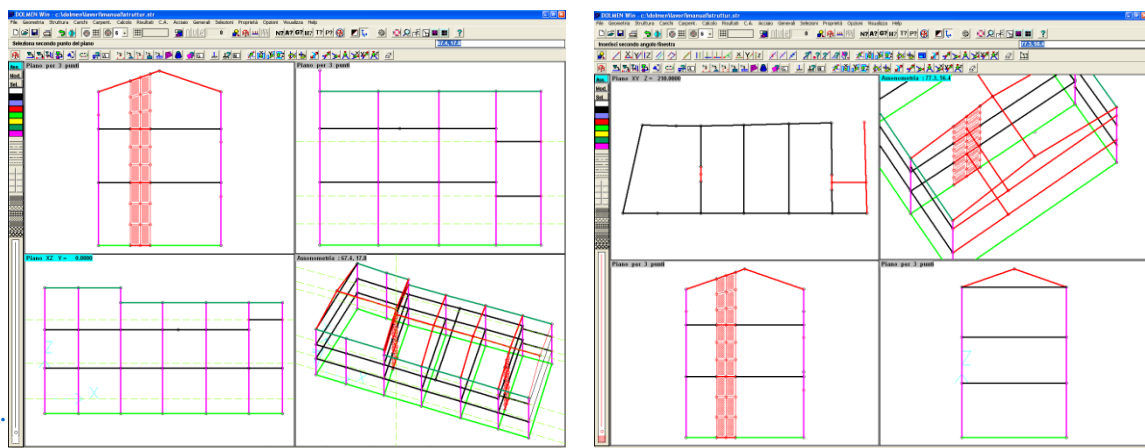
- completiamo le travi che possono essere associate anche sopra ai setti; ricordiamoci di ruotare le aste poste come fondazioni dei setti;

Usare "Struttura - Aste - Gestione sezioni - Assegna" e operare come descritto al punto [1] e seguenti;

- rimane da completare la zona della scala laterale posizionando al loro posto le travi che la sostengono; per fare questo si possono spostare le travi tracciate in precedenza della quota necessaria, spezzare i pilastri P6 e P15 all'intersezione con le travi appena ottenute, e stirare il nodo rimasto a metà altezza sui pilastri P7 e P16 sul vertice della trave che ciascuno interseca;

Determinare la posizione delle travi attraverso "Geometria - Costruzioni - Linea parallela"; spostare le travi delle due facciate utilizzando "Trasf. geom. - Traslazione - Asse Z" (numero copie = 0) ; spezzare i pilastri P6 e P15 all'intersezione con le travi con "Struttura - Aste - Spezza asta"; stirare i nodi dei pilastri P7 e P16 rimasti dallo spostamento della trave originale verso la nuova utilizzando "Trasf. geom. - Stiramento - Asse Z" dando i punti con il mouse.

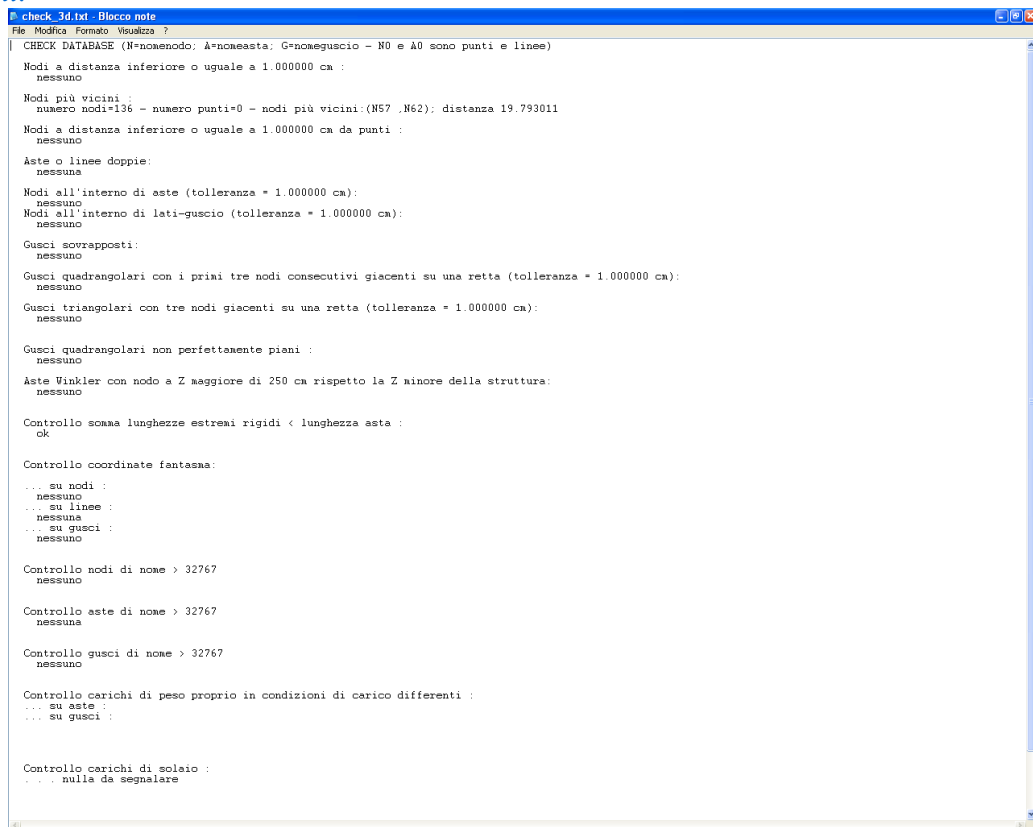
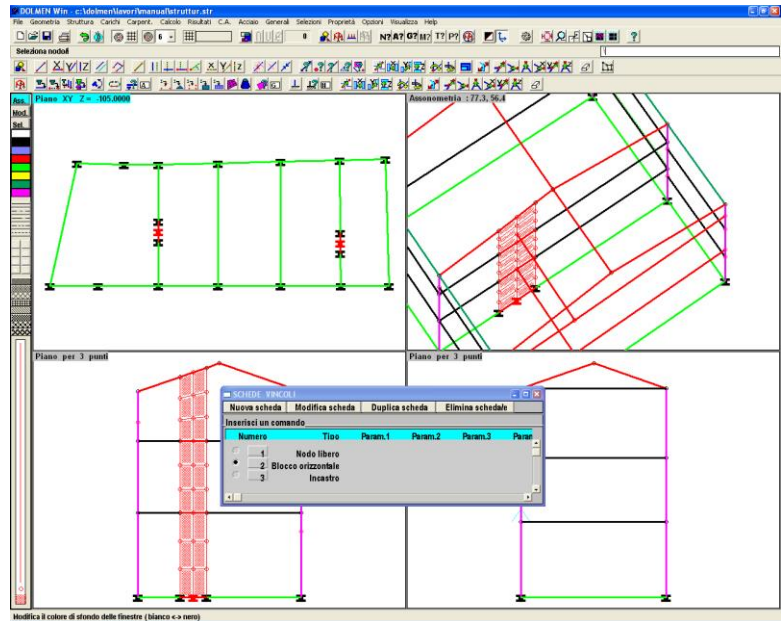
Quando due nodi distano pochi cm meglio approssimare



- **assegniamo i vincoli esterni alla fondazione: usiamo i blocchi orizzontali;**

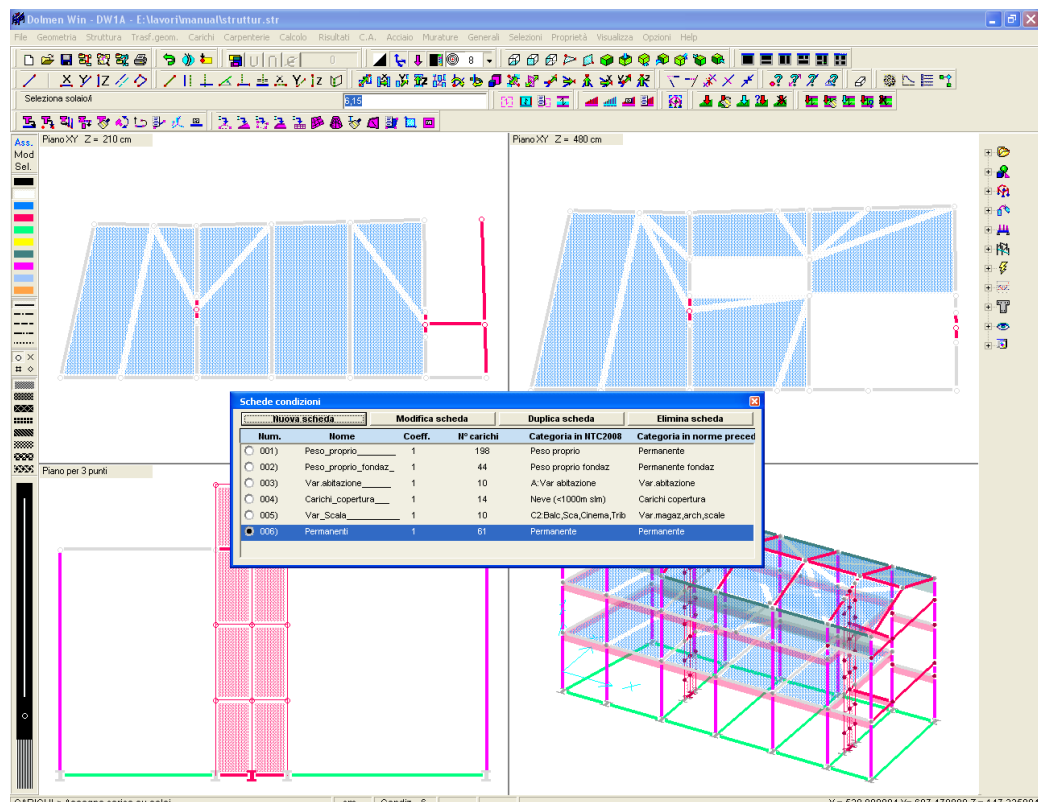
- Scegliere "Struttura - Vincoli esterni - Modifica";
- se necessario creare una nuova scheda scegliendo dalla tendina il tipo "blocco orizzontale";
- attivare con il mouse la scheda interessata se esiste più di una scheda;
- selezionare i nodi ponendosi nel piano XY a -105.

La struttura risulta completata. Conviene in genere utilizzare il comando "File - Check DB" che permette di avere un controllo sui possibili errori commessi nella schematizzazione. Può essere utile rilanciare il comando anche dopo aver inserito i carichi.



- **creata la struttura si può passare a caricarla. Per prima cosa controlliamo le condizioni: il programma propone 4 condizioni di carico (secondo le impostazioni della versione) già adatte a questo caso; aggiungiamo una condizione per i variabili scala e una per i permanenti portati;**

La gestione delle schede è uguale a quella delle proprietà utilizzate precedentemente. Se si vuole creare una nuova condizione, dare sempre il "Tipo condizione" sia per le "NTC 2008" che per le normative precedenti.



I carichi da inserire sono:

"Peso_proprio":

- peso struttura principale escl. fondazioni;
- peso proprio solai h=20+5: 295 daN/m²;
- peso proprio solai h=16+4: 250 daN/m²;
- scala A: 575 daN/m²;
- scala B: 500 daN/m²;

"Permanenti"

- permanente solai: 330 daN/m²;
- peso manto di copertura: 145 daN/m²;
- tamponamenti est.: ~850 daN/m;

"Var.abitazione":

- civile ab.: 200 daN/m²;

"Var_scala":

- scale: 400 daN/m²;

"Carichi_copertura":

- carico neve: ~320 daN/m²;

"Peso_proprio_fondaz":

- peso fondazioni.

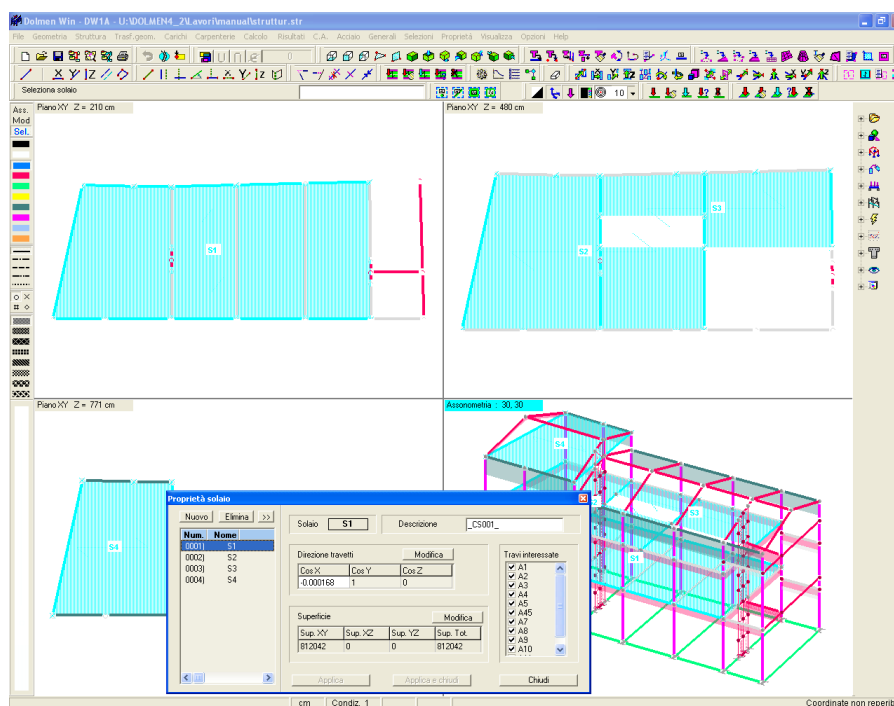
Conviene inserire i carichi della copertura separandoli sulle singole aste; immaginando che questa sia non spingente il carico sarà diviso tra le due travate laterali;

- inseriamo il peso proprio di fondazione e di elevazione;
 - Tra le schede delle condizioni, attivare la scheda "Peso_proprio";
 - scegliere "Carichi - Peso proprio - Assegna";
 - attivare "Selezioni - Multiple" e con una finestra selezionare tutta la struttura;

- visualizzare un'assonometria con angoli di vista 0 e 0, scegliere "Selezioni - Multiple - Per esclusione" e selezionare con una finestra la zona delle fondazioni;
- scegliere "Selezioni - Multiple" per disattivare la selezione;
- attivare ora la condizione "Peso_proprio_fondaz";
- tramite l'assonometria creata in precedenza selezionare con una finestra tutte le fondazioni (il comando "... - Peso proprio - Assegna" è ancora attivo).

Con "Carichi - Carichi aste - Informazioni" si può controllare se è effettivamente preso in conto il peso proprio.

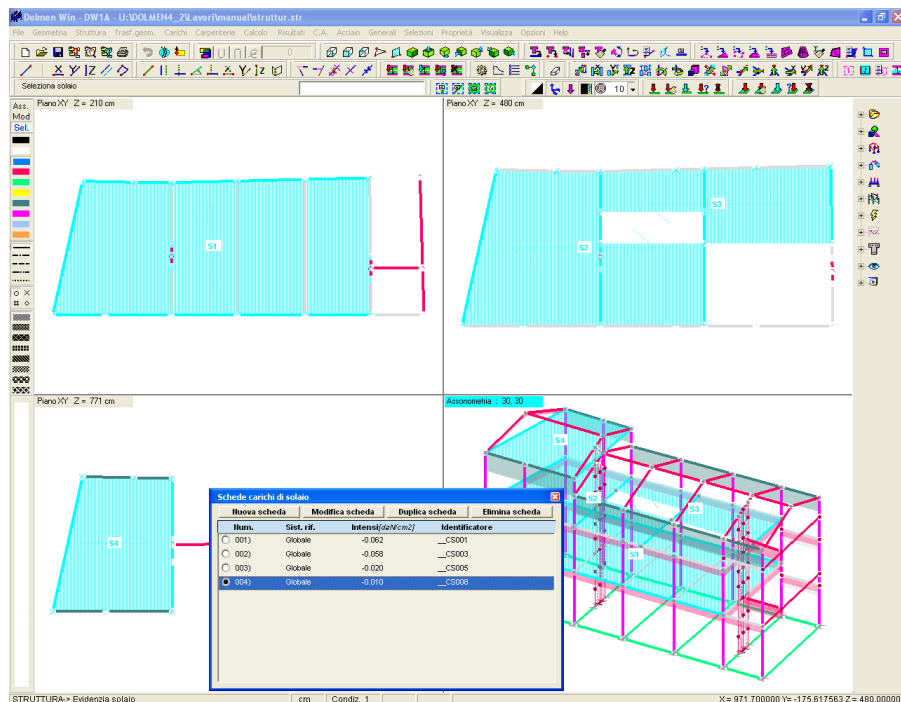
- **inseriamo i carichi permanenti derivanti dai solai creando per ciascun piano la geometria dei "solai" e poi associandovi i relativi carichi; oltre al primo piano, saranno necessari due solai al secondo piano ed uno nel sottotetto;**
- Con "Struttura - Solai - Nuovo", inserire la descrizione ("PPh=20+5"), la direzione di orditura ed i vertici del piano primo;
- tra le schede delle condizioni, attivare la scheda "Peso_proprio";
- con "Carichi - Carichi solai - Assegna", creare una nuova scheda con valore "-295" daN/m2, quindi toccare il solaio S1;



Tenere conto che i pilastri non sono tutti allineati, nel definire il solaio precisare quindi tutti i vertici dove c'è una variazione. Trascurare per ora i balconi.

- **analogo discorso vale per gli altri piani;**

Le aste su cui il solaio incide solo in parte (vedi S2 e S3) vanno spezzate (intercettare il punto di deviazione della forma con una linea di costruzione // X e poi usare "Struttura - Aste - Spezza" come già visto in precedenza).



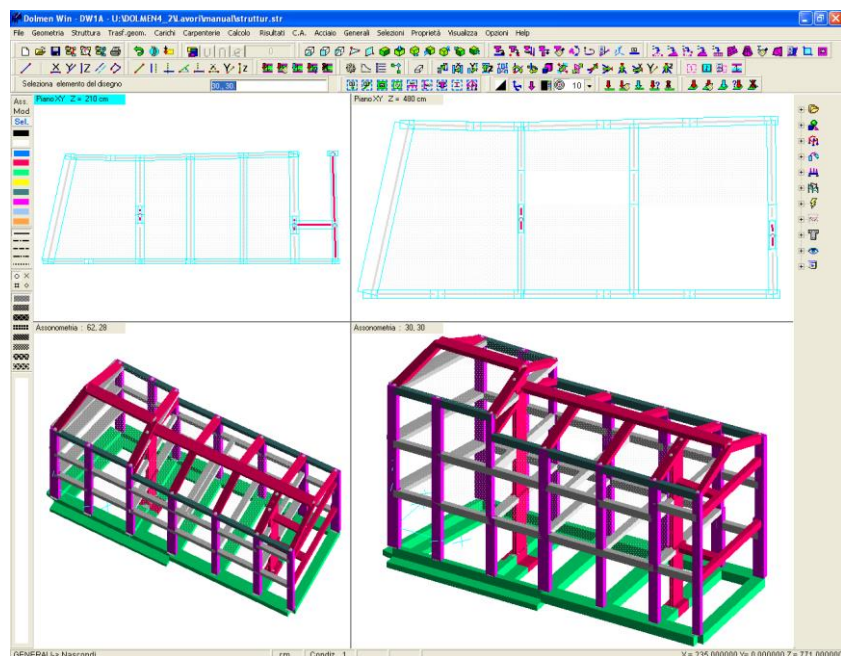
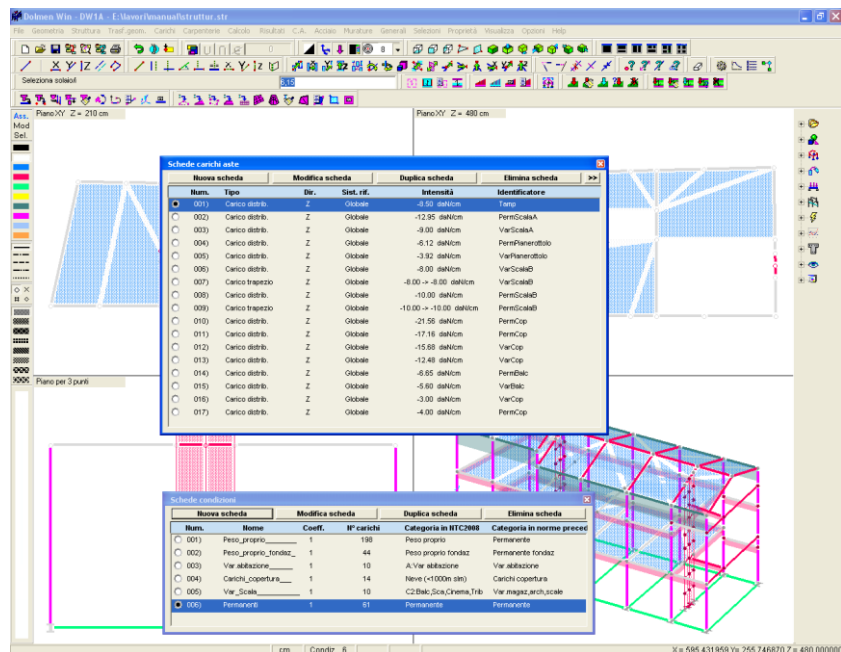
- per i variabili è sufficiente cambiare la condizione attiva ed assegnare delle nuove schede di "Carichi solaio".
- Le tamponature saranno carichi distribuiti su asta, così come i balconi.
 - tra le schede delle condizioni, attivare la scheda "Permanenti";
 - scegliere "Carichi - Carichi aste - Assegna" e se necessario creare una nuova scheda scegliendo dalla tendina il tipo "Carico distribuito" con valore "-850" daN/m (tamponature);
 - attivare con il mouse la scheda interessata se esiste più di una scheda;
 - selezionare le aste;
 - inserire gli altri carichi.

Mettere i carichi che agiscono sulla fondazione nella condizione apposita; a fianco alle schede condizioni viene visualizzato il numero di carichi presenti.

Da "Carichi - Fattori di scala..." è possibile modificare la scala di rappresentazione delle azioni agenti sulle aste; per i carichi di solaio esiste la funzione "Carichi - Carichi solai - Evidenzia".

Controllare la risultante dei carichi introdotti con la funzione "Carichi - Condizioni - Componenti Risultante" per rendersi conto di eventuali errori che possono farsi, tipicamente sulle unità di misura.

Salvo i carichi sismici, l'edificio è calcolabile. Conviene in genere eseguire un primo calcolo per controllare che non ci siano errori di modellazione, più difficili da ravvedere in seguito. Basterà controllare le deformate e sommariamente alcuni risultati.

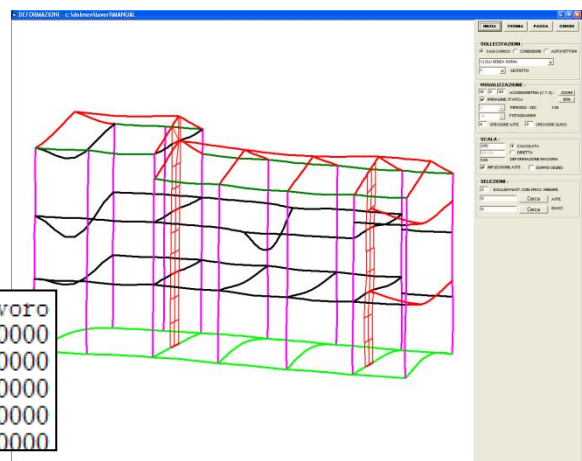


- Lanciamo il calcolo sollecitazioni (operazione non obbligatoria) e controlliamo qualche risultato.

I rapporti Energia/Lavoro devono essere pari a 1.000.

Ad esempio si può controllare la deformata per pesi propri.

Condizioni	Energia/Lavoro
1	1.000000
2	1.000000
3	1.000000
4	1.000000
5	1.000000



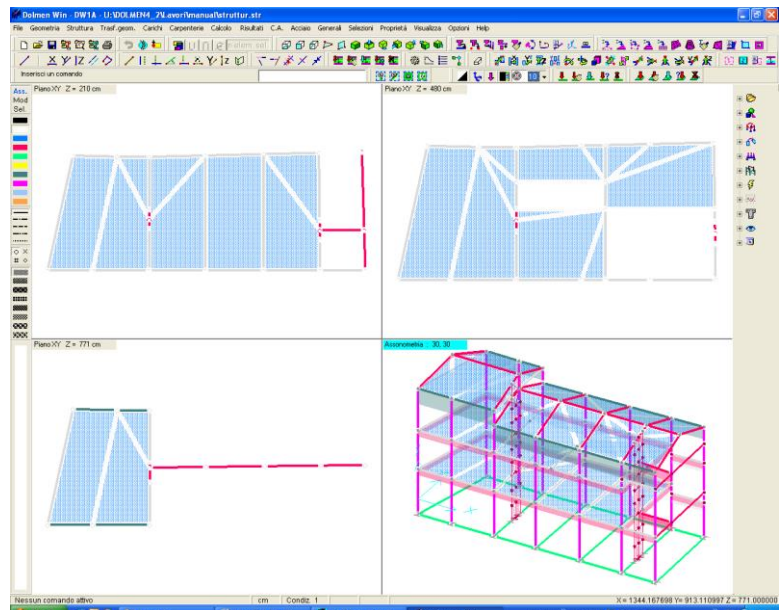
- L'edificio sarà soggetto anche a carichi orizzontali: è necessario quindi introdurre l'informazione di piani di tipo rigido; per fare questo si possono introdurre ai vari piani degli elementi finiti bidimensionali con solo effetto membranale, collegando puramente i nodi esistenti, senza creare nuovi nodi. Definire i livelli orizzontali.

Creare una scheda per gusci in cui lo spessore di piastra è pari a 0 e lo spessore di membrana pari allo spessore del solaio oppure un valore equivalente alla parte piena dello stesso e utilizzare le funzioni "Struttura - Gusci - Gestione spessori - Assegna 4L per pt" e "Struttura - Gusci - Gestione spessori - Assegna 3L per pt" per assegnare i singoli gusci.

Se i "campi" racchiusi dalle travi hanno già 3 o 4 lati si può utilizzare la funzione

"Struttura - Gusci - Gestione spessori - Assegna su mesh preesistente" selezionando con una finestra ciascuno dei solai alle varie quote. Non usare questa tecnica per la copertura: essendo formata da superfici non piane è necessario infatti inserire direttamente soli gusci triangolari.

Non è indispensabile collegare tutti i punti: ad esempio in presenza di un muro di contenimento al piano interrato si dovranno collegare i punti di partenza dei pilastri e pochi altri, con la semplice logica di impedire uno spostamento della parete rispetto al resto del piano. Vincolare bene una parete al resto della struttura è molto importante quando si parla di setti ad esempio, in quanto tali elementi garantiscono buona parte della rigidità alle azioni orizzontali e sarebbe sbagliato non sfruttarla.



Tramite il comando "Calcolo → Livelli..." impostare le seguenti quote come livelli:

- -105 cm
- 210 cm
- 480 cm
- 771 cm

non è necessario spuntare l'opzione "Piano rigido" in quanto i piani rigidi sono già stati simulati con la creazione dei gusci con solo spessore di membrana.

Calcolo

Livelli...

Livelli				
Nuovo	Quota	Tolleranza	Piano rigido	Reset per verif. spostam.
Fondazione	-105.0	1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Livello 1	210.0	1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Livello 2	480.0	1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Livello 3	771.0	1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Applica Applica e chiudi Chiudi

- Introduciamo i carichi sismici: si possono utilizzare, se permesso dalla normativa, le due procedure di "Analisi statica lineare" o di "Analisi dinamica". In DOLMEN, se si sceglie l'analisi di tipo dinamico secondo NTC 08, è necessario eseguire anche un'analisi di tipo statico lineare per inserire i cosiddetti "Torcenti aggiuntivi".

Per prima cosa, dal menu "Calcolo" scegliere "Sismica (NTC 2008) – Dati sismici" e:

- Impostare il comune di edificazione;
- scegliere la categoria del sottosuolo sul quale verrà edificata la costruzione (C);
- impostare i dati di progetto come in figura;

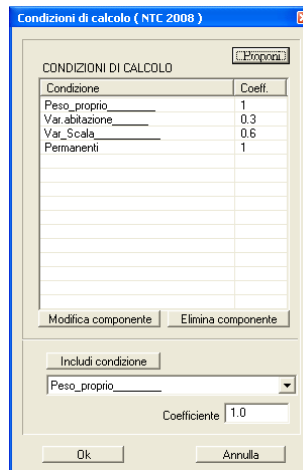
- calcolare il fattore di struttura parametrizzato come in figura;
- scegliere "Applica e chiudi".

specificando i

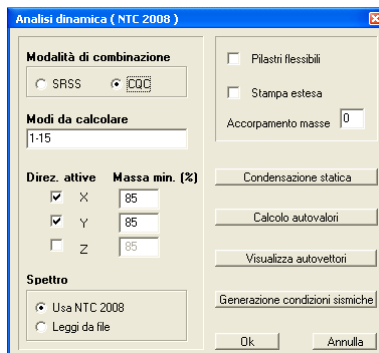
Con la freccetta in alto a destra si attiva la visualizzazione dello spettro delle accelerazioni.

Con la voce "Calcolo - Sismica (NTC 2008) - Condizioni di calcolo":

- premere "Proponi" per avere l'elenco delle condizioni con il rispettivo coefficiente ψ_{2i} come da espressione $W = \sum G_{ki} + \sum \psi_{2i} Q_{ki}$;
- scegliere "Ok".



Eseguiamo l'analisi dinamica con la voce "Calcolo - Sismica (NTC 2008) – Analisi dinamica":



- scegliere "Modalità di combinazione CQC";
- impostare come numero max di modi 15 ("1-15");

La norma prevede di utilizzare la combinazione completa solo in casi particolari: non volendo dissertare sulla necessità di tale metodo lo si può scegliere comunque in luogo della comb. SRSS. La voce "Pilastri flessibili" va usata per accelerare i tempi di

calcolo (semplificazione) quando la rigidezza degli elementi verticali è molto inferiore alla rigidezza estensionale del solaio.

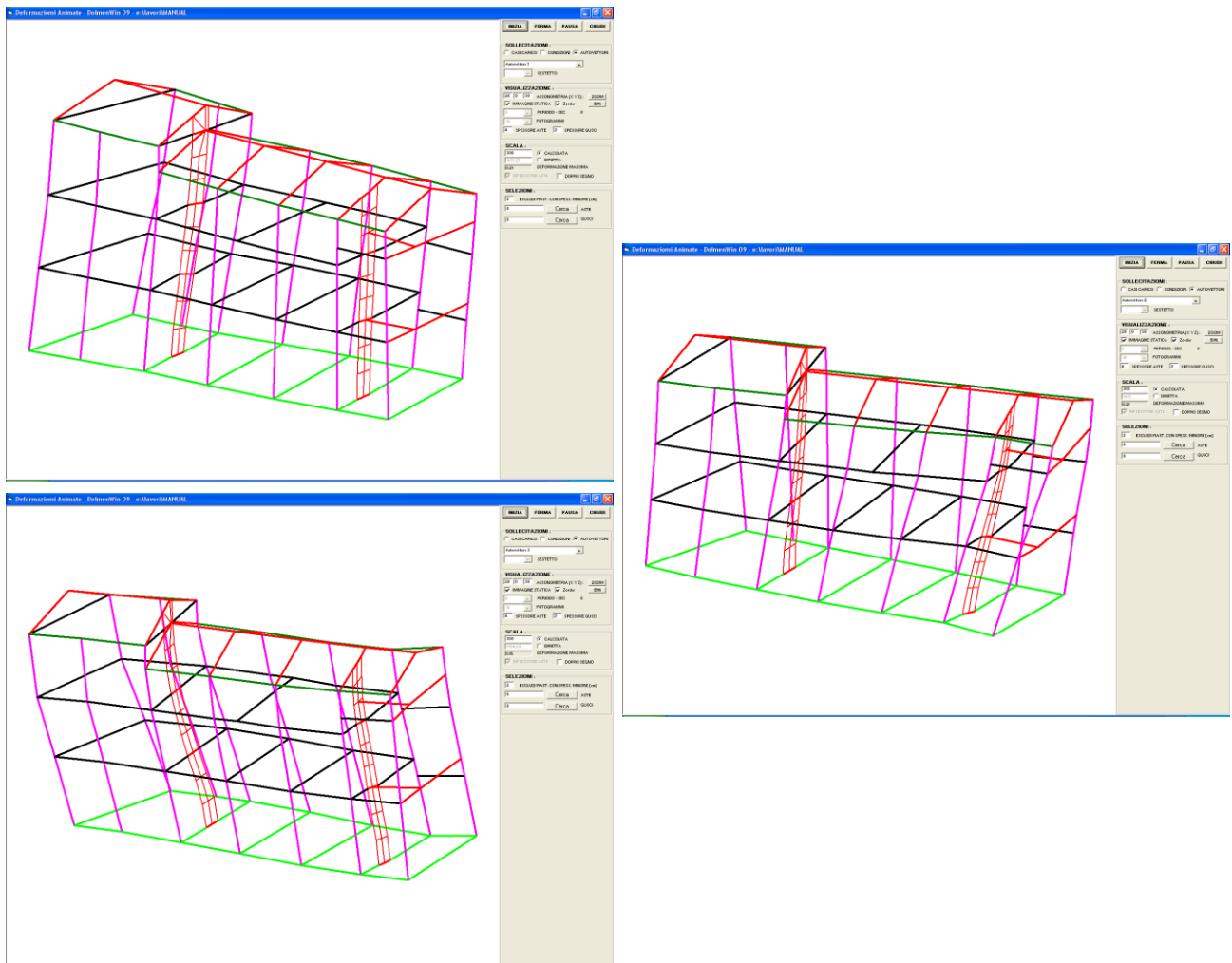
- Eseguire le operazioni:

1. "Condensazione statica" (calcolo delle matrici [Masse] e [Rigidezze])
2. "Calcolo autovalori" (periodi propri e forme di vibrazione)

Questa operazione calcola i periodi propri maggiori di 0.005 s e le forme di vibrazione fermandosi al raggiungimento dell'85% di massa attivata.

3. "Visualizza autovettori" (valutazione forme di vibrazione)

In questo caso la struttura presenta 3 forme di vibrare che possono essere rappresentate graficamente con la funzione "Visualizza autovettori" (dal programma di rappresentazione, scegliere autovettori e dare "INIZIA").



4. "Generazione forze sismiche"

Tra le condizioni di carico nel "CAD3D", noteremo 6 nuove condizioni corrispondenti ai tre autovettori nelle due direzioni.

- Ora è possibile generare le azioni corrispondenti al torcente addizionale tramite l'analisi statica lineare.

- Scegliere "Calcolo – Sismica (NTC 2008) - Analisi statica";
- scegliere il valore di λ ;
- impostare "Calcolato" per il valore di $S_d(T_1)$ e $T_1 = "0.447"$;
- premere "Aggiorna";
- premere "Calcola" e poi "OK".

In genere non è necessario cambiare i termini "Quota di partenza", "Quota massima", ecc. in quanto sono già impostati dal programma sulla base del modello.

Il periodo T_1 è il primo periodo di vibrazione (vedere il file "dinamica.txt").

Nel "CAD3D" noteremo 4 nuove condizioni:

- "Sisma X"
- "Sisma Y"
- "Torcente add. X"
- "Torcente add. Y".

Le prime due non saranno usate.

Schede condizioni							
Nuova scheda		Modifica scheda		Duplica scheda		Elimina scheda	
Num.	Nome	Coeff.	N° carichi	Categoria in NTC2008	Categoria in norme preced		
<input checked="" type="radio"/> 001)	Peso_proprio_____	1	198	Peso proprio	Permanente		
<input type="radio"/> 002)	Peso_proprio_fondaz_	1	44	Peso proprio fondaz	Permanente fondaz		
<input type="radio"/> 003)	Var.abitazione_____	1	10	A:Var abitazione	Var abitazione		
<input type="radio"/> 004)	Carichi_copertura____	1	14	Neve (<1000m slm)	Carichi copertura		
<input type="radio"/> 005)	Var_Scala_____	1	10	C2:Balc,Sca,Cinema,Trib	Var magaz,arch,scale		
<input type="radio"/> 006)	Permanenti	1	61	Permanente	Permanente		
<input type="radio"/> 007)	Autovett_001_(X)	1	101	Modo proprio X	Altro ...		
<input type="radio"/> 008)	Autovett_001_(Y)	1	120	Modo proprio Y	Altro ...		
<input type="radio"/> 009)	Autovett_002_(X)	1	120	Modo proprio X	Altro ...		
<input type="radio"/> 010)	Autovett_002_(Y)	1	120	Modo proprio Y	Altro ...		
<input type="radio"/> 011)	Autovett_003_(X)	1	120	Modo proprio X	Altro ...		
<input type="radio"/> 012)	Autovett_003_(Y)	1	106	Modo proprio Y	Altro ...		
<input type="radio"/> 013)	Sisma X	1	120	Sisma X SLU (st lin)	Altro ...		
<input type="radio"/> 014)	Sisma Y	1	120	Sisma Y SLU (st lin)	Altro ...		
<input type="radio"/> 015)	Torcente add. X	1	120	Torcente addiz X SLU	Altro ...		
<input type="radio"/> 016)	Torcente add. Y	1	120	Torcente addiz Y SLU	Altro ...		

- Lanciamo ora il calcolo sollecitazioni vero e proprio.

Comando "Calcolo → Calcolo Sollecitaz."

- Passiamo ai casi di carico utilizzando la definizione automatica.
 - Alla domanda "Vuoi aggiornare i casi di carico?" rispondere "Sì";
 - sul pannello scegliere "Proponi casi NTC08";
 - nel riquadro "Crea casi per:" togliere l'opzione "Azione del vento";
 - per creare i casi per SLD viene automaticamente usato il rapporto tra spettro di SLU e SLD;
 - dare "Esegui";
 - premere ora "Calcola casi".

I casi per lo stato limite di danno possono essere creati a partire dal sisma calcolato a stato limite ultimo senza compiere approssimazioni se la struttura ha un periodo di vibrazione che ricade nel secondo tratto dello spettro di progetto (tratto ad accelerazione costante).

Scheda Casi di Carico - Lavoro: TUTCA1

CARATTERISTICHE DEI CASI DI CARICO CREATI

Numero di casi di carico creati: 12

R.	Nome	Descrizione	Tipo Ver	Tipo	Somma caratteristiche
3	SISMA Y SLU	Altro	SLU	Somma caratteristiche	
4	SLU con SISMA PRINC	SLU	Somma caratteristiche		
5	SLU con SISMA PRINC	SLU	Somma caratteristiche		
6	SLD con SISMA PRINC	SLD	Somma caratteristiche		
7	SLD con SISMA PRINC	SLD	Somma caratteristiche		
8	SLU FON con SISMA P	SLU Fondaz	Somma caratteristiche		
9	SLU FON con SISMA P	SLU Fondaz	Somma caratteristiche		
10	Rara	Rara	Somma caratteristiche		
11	Frequente	Frequente	Somma caratteristiche		
12	Quasi Perm	Quasi Perm	Somma caratteristiche		

Approcci NTC08

Approccio 1 ☒ Approccio 2

CASO DI CARICO CORRENTE (12)

Condizioni di carico ☐ Includi un caso di carico esistente

2 Peso proprio_fondaz_ Condizioni

1.0000 Coefficiente moltiplicatore

☒ Somma semplice (+)

☐ Somma doppia (+/-)

☐ Somma quadratica

☒ Includi condizione

Condizione/Caso	Descrizione	Coefficiente	Tipo
1	Peso proprio	1.0000	Somma Semplice
2	Peso proprio_fondaz_	1.0000	Somma Semplice
3	Var.abitazione	.300	Somma Semplice
5	Var_Scala	.600	Somma Semplice

Elenco dei componenti del caso corrente Modifica componente Elimina componente

Proponi casi NTC08

Crea casi per:

☐ Prevedi carichi variabili principali e secondari

☒ Elimina casi esistenti

☐ Genera per "Zona 4"

☒ S.L.U. senza sisma (STR)

☒ S.L.U. con sisma (STR)

☒ S.L.D.

☒ S.L.E.

☒ Azione del vento

☐ S.L.U. Geotecnica (GEO)

☐ S.L.U. Equilibrio (EQU)

☒ S.L.U. Fondazioni

☐ S.L.U. Gerarchia

☐ Incendio

Coefficienti

S.L.U. senza sisma (NTC08 - 2.6.1)

Pesi propri struttura: 1.3

Carichi Permanenti: 1.5

Carichi Variabili, Neve, Vento: 1.5

S.L.U. GEO (NTC08 - 2.6.1)

Pesi propri struttura: 1

Carichi Permanenti: 1.3

Carichi Variabili, Neve, Vento: 1.3

S.L.U. EQU (NTC08 - 2.6.1)

Pesi propri struttura: 1.1

Carichi Permanenti: 1.5

Carichi Variabili, Neve, Vento: 1.5

S.L.U. Fondazioni (NTC08 - 7.2.5)

☒ CD "A"

☐ CD "B"

Coeff. applicato al sisma: 1.3

S.L.E., S.L.U. e S.L.D. Sismico e S.L.U. Eccezionale (NTC08 - 2.5.3)

	ψ0	ψ1	ψ2
Categoria A Ambienti uso residenziale	0.7	0.5	0.3
Categoria B Uffici	0.7	0.5	0.3
Categoria C Ambienti con affollamento	0.7	0.7	0.6
Categoria D Ambienti uso commerciale	0.7	0.7	0.6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e amb. ind.	1	0.9	0.8
Categoria F Rimesse e parcheggi (peso autov. < 30kN)	0.7	0.7	0.6
Categoria G Rimesse e parcheggi (peso autov. > 30kN)	0.7	0.5	0.3
Categoria H Coperture:	0	0	0
Vento:	0.6	0.2	0
Neve (quota < 1000 m s.l.m.)	0.5	0.2	0
Neve (quota > 1000 m s.l.m.)	0.7	0.5	0.2
Variazioni termiche:	0.6	0.5	0

Applica per SLD il coefficiente: 1.201

Riemposta valori di default

Esegui Annulla

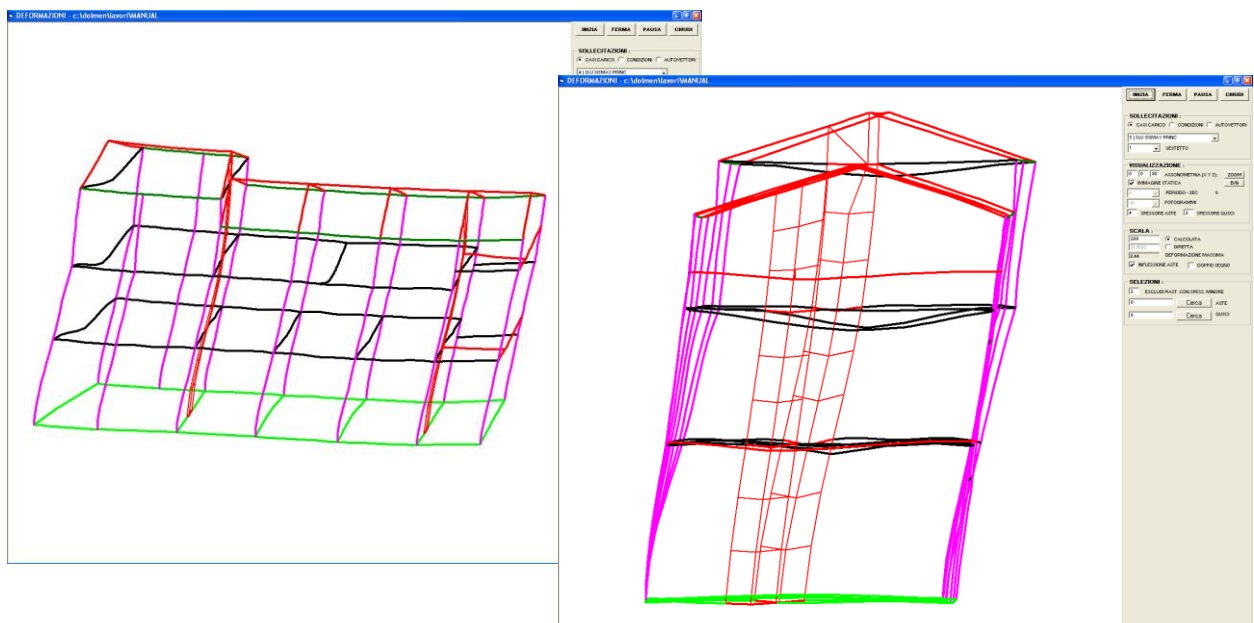
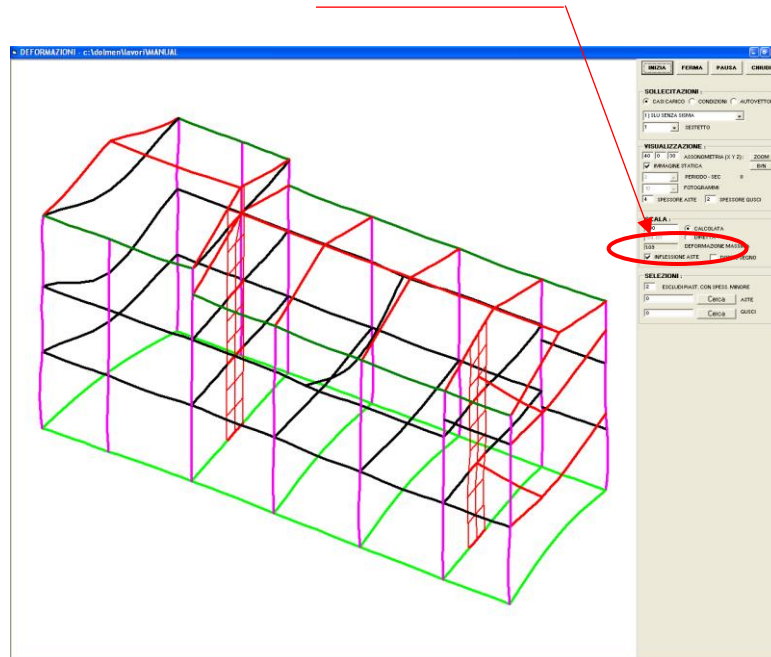
- Controlliamo le deformate per assicurarsi che il funzionamento sia verosimile.

Dal menu "Risultati" scegliere "Deformate - Animate", quindi:

- nel riquadro "Sollecitazioni", impostare il "pallino" su "Casi di carico";

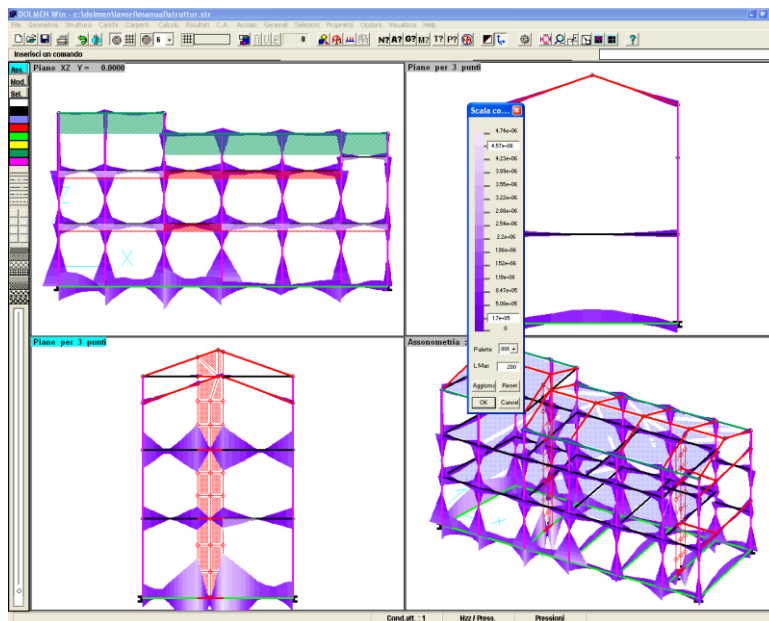
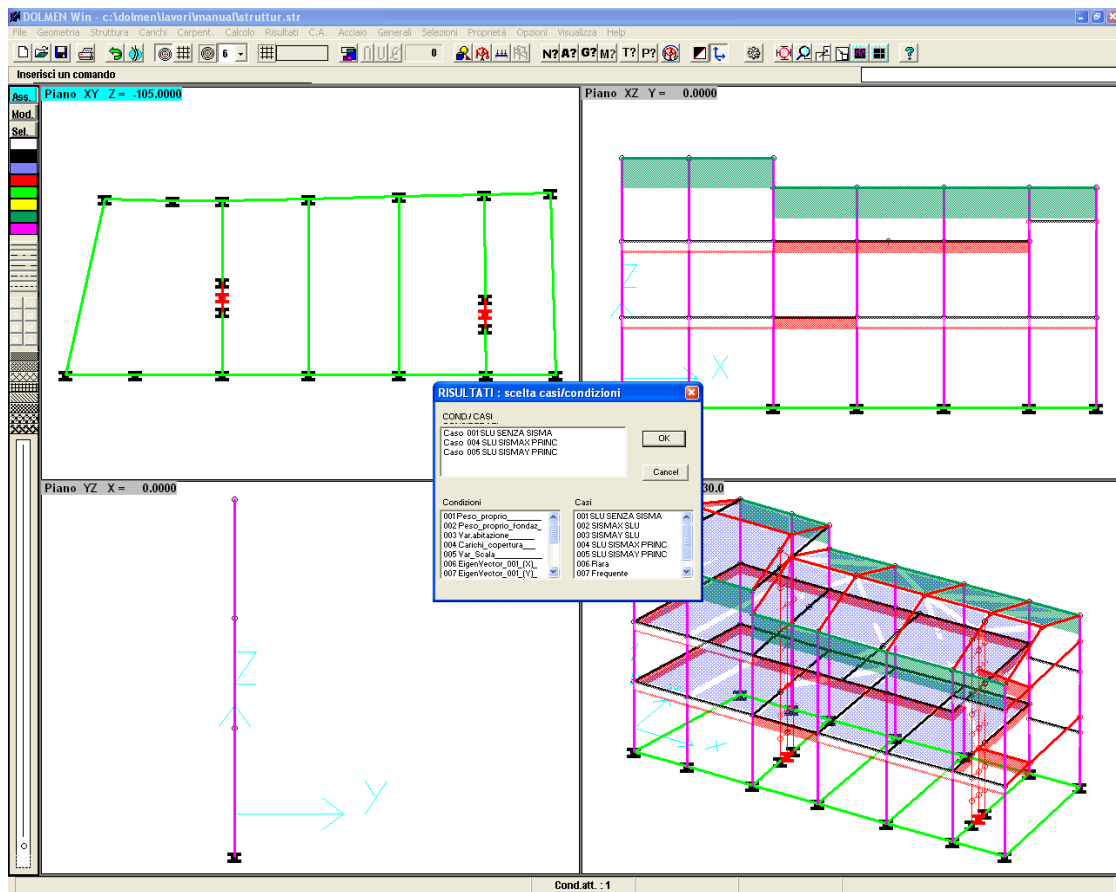
- scegliere la situazione voluta;
- eventualmente porre la crocetta sul check "Immagine statica" nel riquadro "Visualizzazione" e premere "INIZIA".

Di regola, valutare l'entità massima dello spostamento sul pannello "Deformazioni animate".

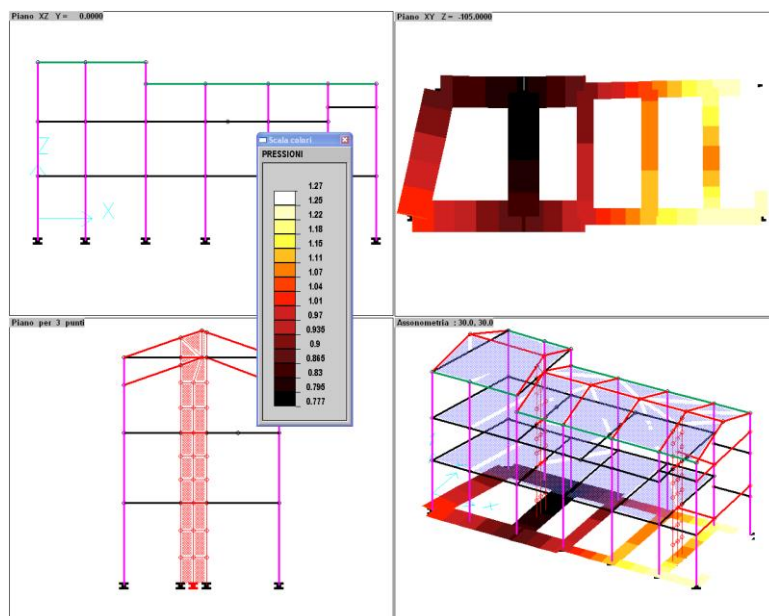


- **Prima di caricare una rappresentazione di risultati scegliamo i casi di carico dai quali leggere i valori (per più casi di carico i valori vengono involuppati).**

[3] Si usa la voce "Risultati - Scelta casi/cond." selezionando con un doppio click i casi di carico voluti; per eliminarli dalla scelta: selezionarli nella finestra in alto e premere il tasto "Canc" della tastiera. Dare "OK", scegliere il risultato voluto e chiedere "Carica" dal sottomenu omonimo (ad esempio "Sollecitazioni aste - Carica").



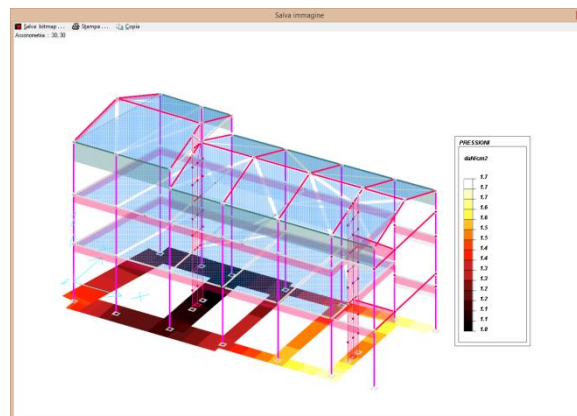
Sollecitazioni flessionali per combinazioni di SLU



Pressioni sul terreno per combinazione "Rara"

Con "Visualizza valore" vengono riportati a video i valori numerici della grandezza caricata nel punto richiesto (ricordiamoci che ogni immagine è stampabile facilmente utilizzando una procedura di Windows secondo la quale premendo il tasto "STAMP" tutto ciò che è a video verrà copiato negli "Appunti" e potrà quindi essere incollato in una qualsiasi applicazione che accetta immagini).

È consigliato tutta via utilizzare il comando "File → Salva Immagine" che apre in automatico un pannello di anteprima con sfondo bianco permettendo di Salvare/Stampare/Copiare l'immagine dell'anteprima.



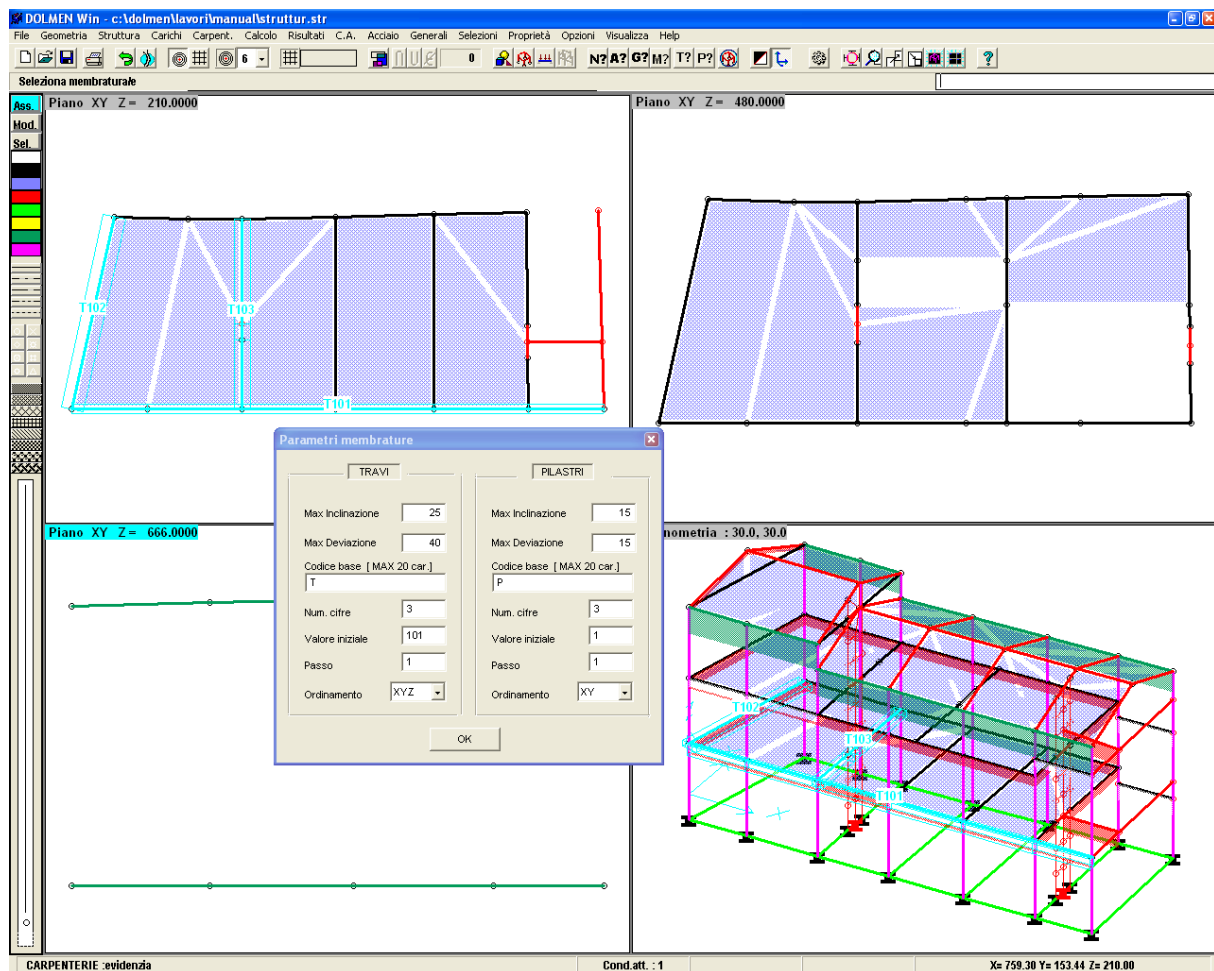
- Le operazioni successive vanno condotte sulle cosiddette "membrature" separate in "pilastrate" e "travate". La prima cosa da fare è quindi definire tali oggetti.

Dal menu "Carpenterie" definire le travate con "Membrature - Travi - Assegnazione automatica": impostare il pannello in modo da ottenere la nomenclatura voluta e selezionare le membrature cliccando su una delle aste di appartenenza o con una finestra. Nello stesso modo si possono definire i pilastri.

Selezionando con una finestra, l'ordine con cui vengono nominate le membrature è quello previsto dalla voce "Ordinamento".

Se si sbaglia, si può ridefinire una membratura con la voce ".. - Assegnazione manuale", selezionando la membratura in questione, dando la nuova descrizione e toccando una per una le aste che la costituiscono (l'ultima va toccata due volte).

Per rispettare la numerazione dei pilastri nelle carpenterie, agire sui parametri del pannello per saltare i pilastri P8 e P9.



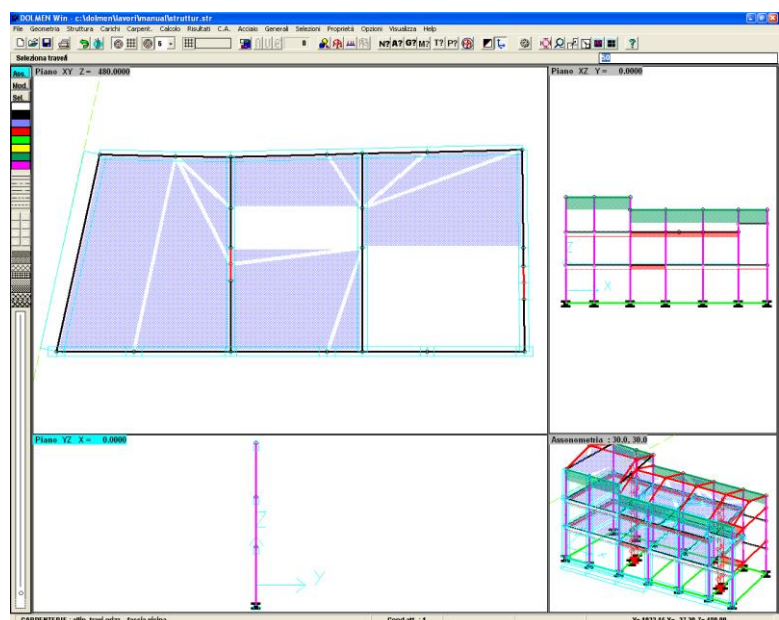
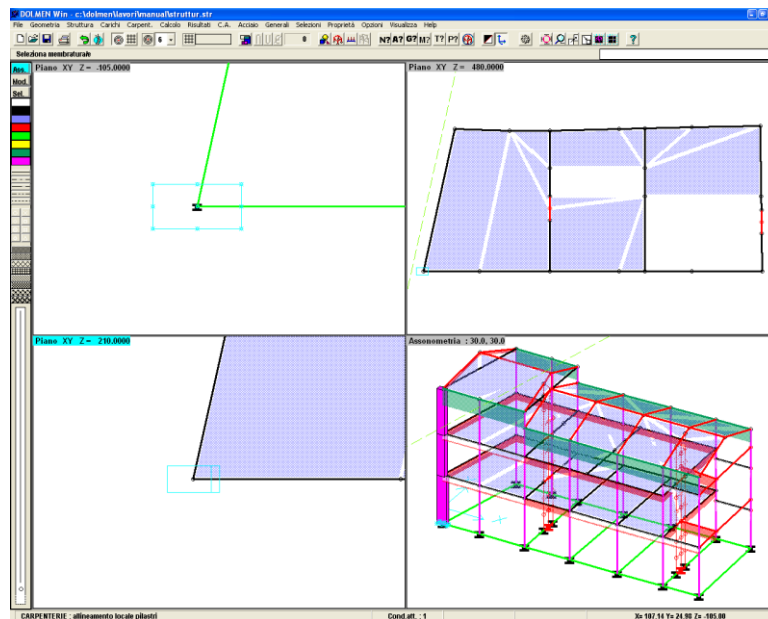
- **Gli ingombri delle membrature o delle semplici aste possono essere riposizionati rispetto all'asse teorico in modo da recuperare le approssimazioni del modello di calcolo. E' indispensabile eseguire questa operazione sui pilastri per ottenere un disegno corretto delle travate, mentre su queste ultime serve solo se si richiederanno le carpenterie di piano.**

Per spostare il pilastro P1, prendere la voce "Carpenterie - Membrature - Pilastri - Allineamento - intrinseco", selezionare l'asta di base del pilastro, poi, posizionandosi in un piano XY passante per la fondazione, selezionare il punto medio del lato da 30 cm più esterno al fabbricato, quindi cliccare su un'asta qualsiasi del pilastro.

In modo analogo si allineano rispetto alla sezione del piano più basso i pilastri P3, P10, P12 e P16.

Come semplice esempio spostiamo anche l'ingombro della trave T202 del secondo piano.

Tracciare una linea parallela all'asse della trave distante 50 cm; dal menu "Carpenterie - Membrature - Travi" prendere la voce "Allineamento orizzontale - Faccia vicina", selezionare la costruzione, quindi la trave.



L'allineamento eseguito in questo modo agisce direttamente su tutta la membratura e viene memorizzato come proprietà della stessa. Se in seguito sarà modificato l'asse di un'asta o una sezione, il programma manterrà automaticamente l'allineamento impostato.

La funzione "Allineamento - Intrinseco" esegue un allineamento della membratura rispetto alla sezione dell'asta di base. Le funzioni "Allineamento - Per spigolo" o "Allineamento - Per faccia" permettono invece di spostare tutta la membratura riferendosi ad uno spigolo o ad una faccia dell'asta base.

Gli stessi risultati si possono ottenere con le funzioni del menu "Carpenterie - Ingombri - Spostamenti" operando sulle singole aste.

Controllo preliminare

- Eseguiamo un primo controllo non obbligatorio sulle sezioni di alcuni pilastri con "Verifica sezione".

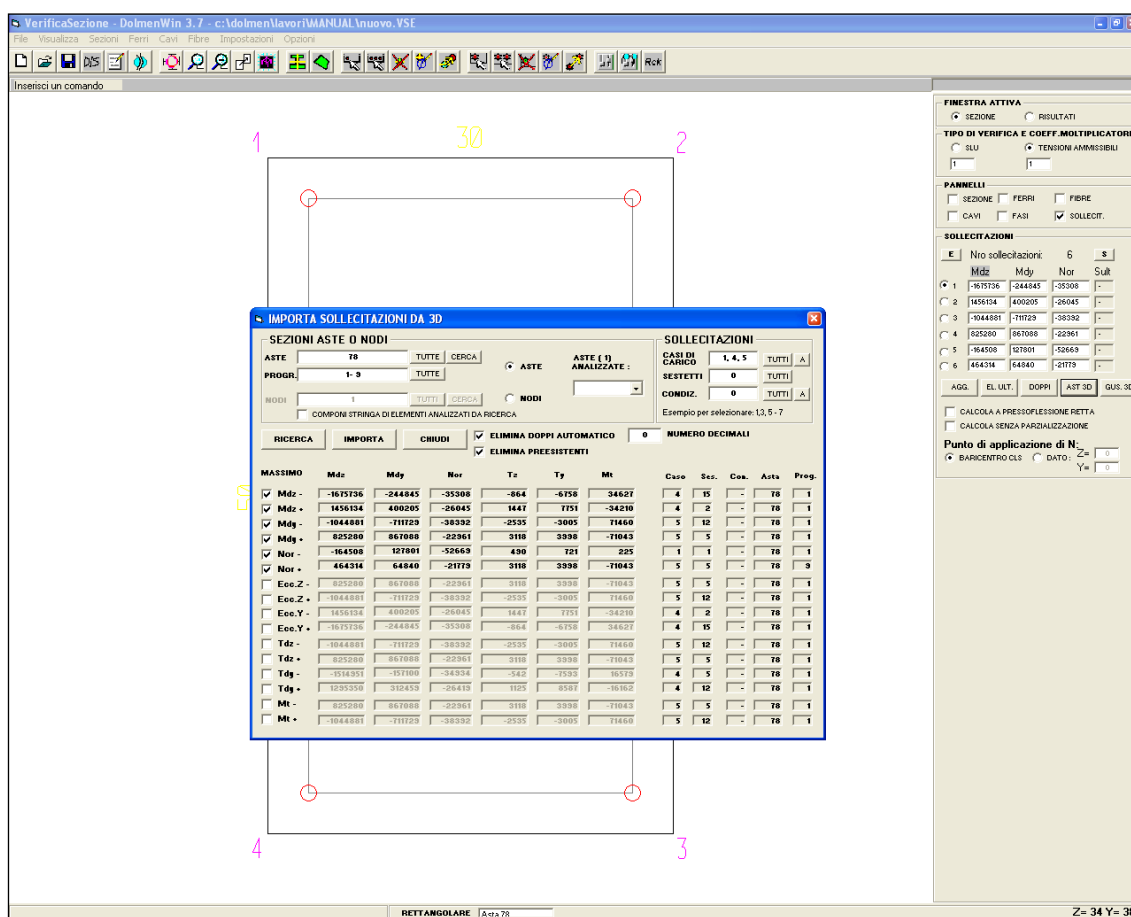
Dal "CAD3D" selezionare i casi di carico di SLU come indicato in [3], quindi prendere la voce "C.A. - Sezione - Multipla"; selezionare l'asta di base del pilastro P2, dare progressive

"0", quindi risSelected la stessa asta per definire le sollecitazioni da caricare: verrà aperto il modulo "Verifica sezione" dove è già stato determinato il peggiore stato sollecitante per l'asta specificata ed è stata ipotizzata una prima situazione di armatura.

Usando "C.A. - Sezione - Locale" si può eseguire la verifica di una sezione con le sole sollecitazioni del punto selezionato. "C.A. - Sezione - Membratura" carica invece le azioni interne delle sezioni di tutta una pilastrata o una travata (è utile se la membratura ha sempre le stesse dimensioni).

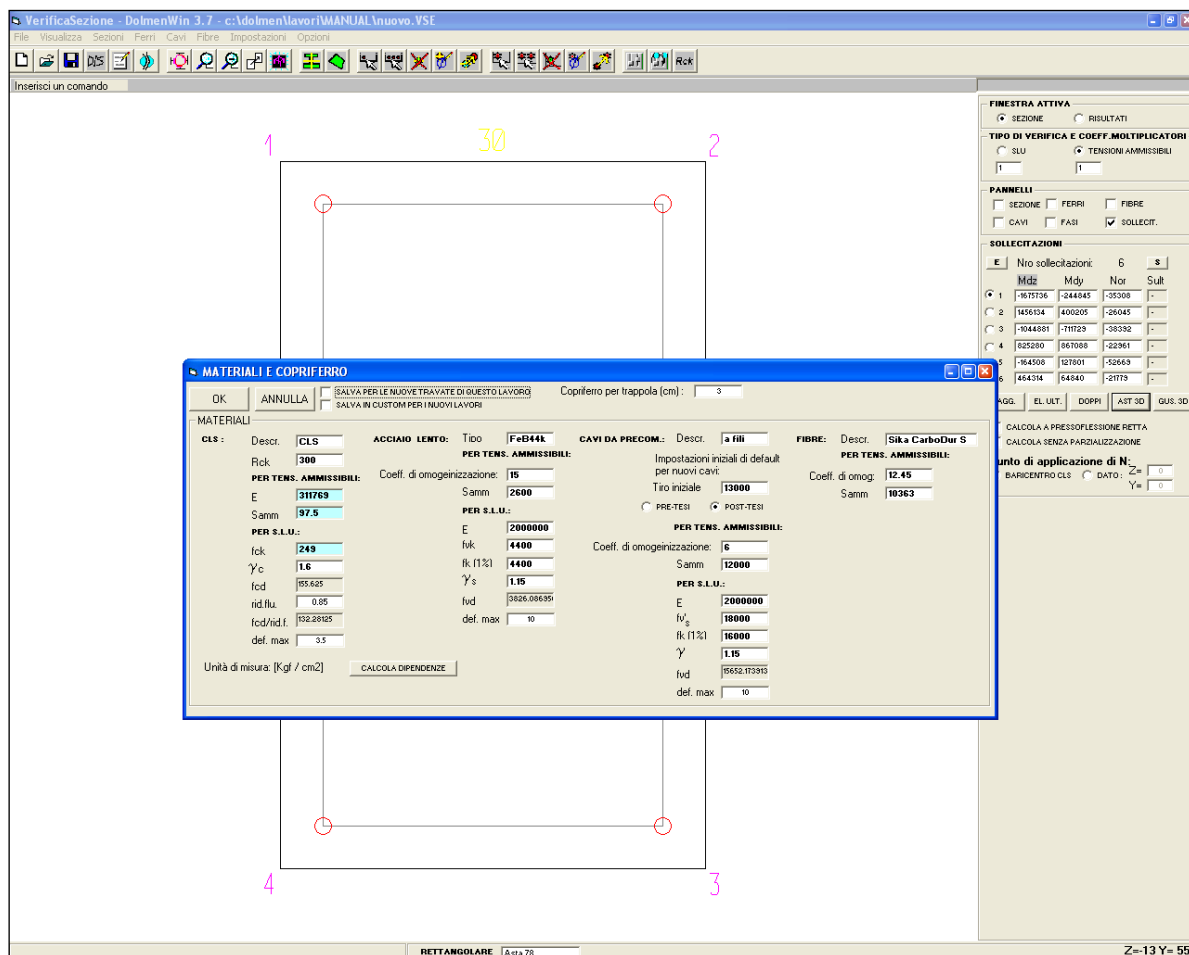
In pratica il programma ha eseguito automaticamente una serie di operazioni, e più precisamente:

1. lettura della sezione dal modello tridimensionale (manualmente corrisponde ad utilizzare "Sezioni - Importa" selezionando "Aste 3D" dall'elenco delle tipologie e scegliendo l'asta con il tasto "Cerca");
2. caricamento delle sollecitazioni agenti per i casi di carico precisati (corrisponde a usare "Aste 3D" dal pannello "Sollecitazioni" impostando l'asta o le aste da cui leggere i valori, le progressive ed i casi di carico; manualmente sarebbe ancora necessario premere i tasti "Ricerca" e poi "Importa").



- **Impostiamo i materiali corretti.**

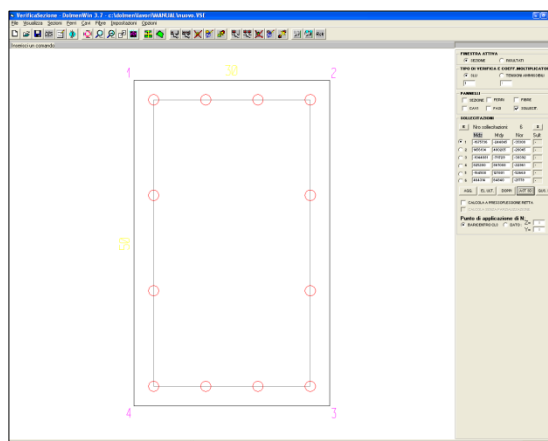
Selezionare "Impostazioni - Materiali e copriferrì" ed impostare il giusto Rck (300) e l'acciaio (B450C), premere "Calcola dipendenze" per aggiornare i valori delle altre caselle, quindi selezionare "Salva per le nuove travate di questo lavoro" e premere "OK".



- **Inseriamo come armature longitudinali 12 barre da 16;**

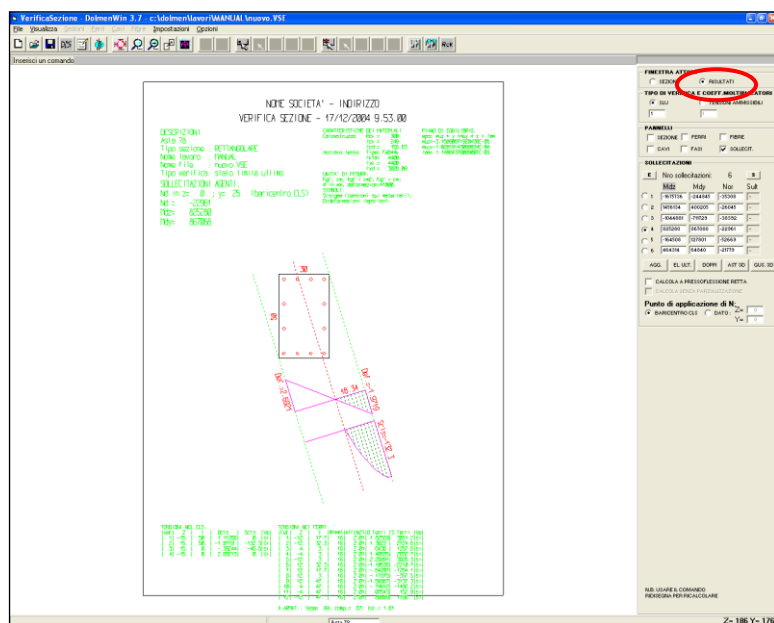
Con "Ferri - Inserisci per strati" scrivere nello spazio a destra a fianco della domanda "Inserisci il numero ferri e il diametro in mm [n,d]..." i valori "4,16"; cliccare sulla traccia del copriferro due vertici dello stesso lato; ripetere la selezione per gli altri lati.

Risulteranno 4 ferri per ogni lato per un totale di 12 barre. Non è necessario eliminare le armature sovrapposte in quanto l'operazione viene eseguita automaticamente; eventualmente si può usare la voce "Ferri - Elimina sovrapposti". I ferri possono essere inseriti anche puntualmente (con "Ferri - Inserisci per punti") o su base circolare (con "Ferri - Inserisci polari").



- attiviamo la verifica a stato limite ultimo e passiamo alla finestra risultati.

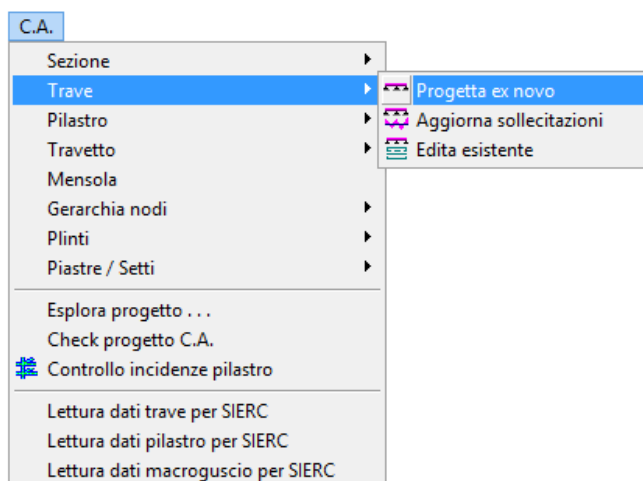
Usare i comandi della barra laterale e, nel pannello "Sollecitazioni", scorrere le varie terne di sforzo modificando l'"Option" attivo.



La verifica è positiva per tutte le situazioni di sollecitazione. L'armatura, come si può leggere in basso sul disegno, costituisce l'1.61% della sezione di calcestruzzo, di poco superiore al minimo richiesto dalla norma (1%) ed è quindi più che accettabile. La verifica può essere ripetuta per altri pilastri in modo da accertarsi della fattibilità del progetto con le dimensioni ipotizzate.

Progetto delle travi

In generale occorre progettare tutte le travi tramite il comando "C.A. → Trave → Progetta ex novo"; il programma TraveContinua si avvierà automaticamente cercando di progettare la trave selezionata.



N.B.:

Per il progetto delle travi si rimanda al file "[tut_travecontinua.pdf](#)" presente nella cartella "Manuali".

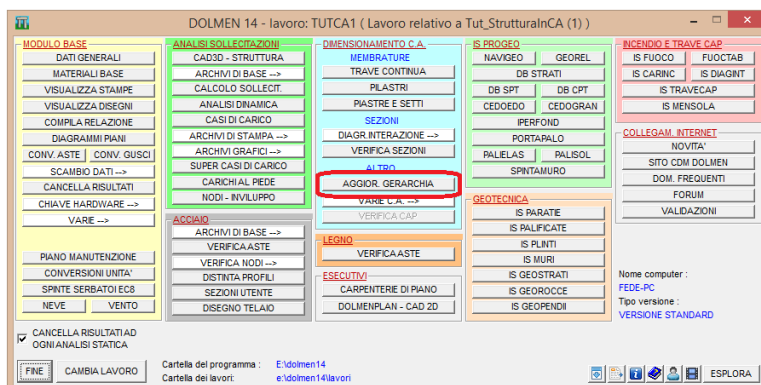
Progetto dei pilastri

N.B.:

Per maggiori dettagli sul progetto dei pilastri e sull'utilizzo del programma Pilastri si rimanda al file [“tut_pilastri.pdf”](#) presente nella carella “Manuali”; di seguito verrà ora illustrato l'utilizzo in cascata di Pilastri per la verifica della gerarchia delle resistenze.

- Il progetto dei pilastri viene eseguito direttamente dal menù C.A. del CAD3D scegliendo di controllare il singolo elemento oppure calcolando in un'unica sessione tutte le pilastrate.

Se è necessaria la gerarchia delle resistenze, l'operazione di progetto delle pilastrate va eseguita dopo il progetto delle travi. Inoltre, in questo caso, prima di lanciare il progetto, bisogna attivare la voce “C.A. – Gerarchia”. Se non si sono creati i casi di carico di tipo “SLU GER” il progetto verrà comunque condotto senza tenere conto della gerarchia delle resistenze e sarà possibile successivamente verificare il soddisfacimento di tali requisiti. Nel caso si voglia progettare con le sollecitazioni modificate con i criteri della gerarchia è necessario creare, prima del calcolo dei pilastri, i casi di carico “SLU GER” (vedi pannello “Proponi NTC08”) e lanciare sul pannello principale di Dolmen la funzione “Aggior. Gerarchia”.

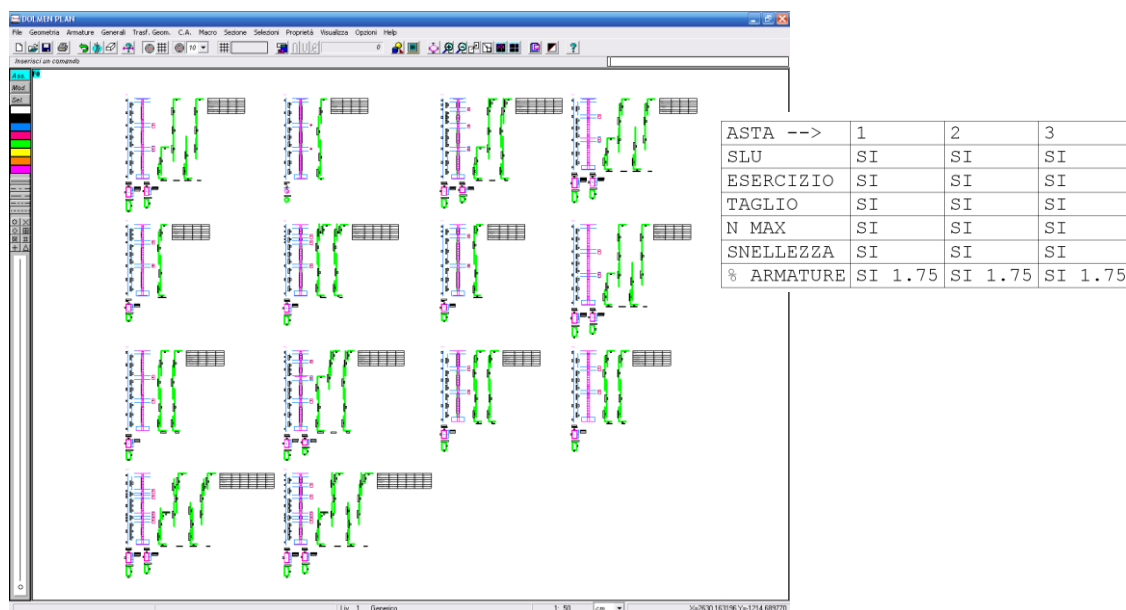


Usare la funzione “C.A. – Pilastro – Progetto multiplo” e selezionare tutti i pilastri. L'operazione può risultare lunga se è attiva la gerarchia.

Il modulo pilastro esegue il progetto allo stato limite ultimo per presso-flessione deviata e taglio in due direzioni. Le armature longitudinali vengono definite a livello di sezione e poi costruite lungo la direzione dell'asse della pilastrata in modo da risultare sempre ancorate nelle sezioni dove servono.

Lo schema dei ferri longitudinali è studiato con una logica un po' differente da quella dell'analogo delle travi: in particolare ogni schema, valido per una sezione rettangolare o circolare, prevede diversi livelli e la procedura di progetto esegue una serie di iterazioni di verifica andando a scegliere il livello che soddisfa tutte le richieste di normativa. Lo schema n° 1 per le sezioni rettangolari ad esempio contempla 4 ferri negli angoli di un primo diametro al primo livello, 4 ferri negli angoli di diametro maggiore al secondo livello, quindi 4 ferri angolari più i ferri a metà lato, e così via. Non si può intervenire sulla disposizione delle barre a livello di sezione verticale, ma solo nella sezione orizzontale.

Durante l'elaborazione viene riportato l'esito di ogni verifica e alla fine viene richiesto se si vogliono controllare i risultati, proposti come tavola grafica in cui vengono rappresentate le varie pilastrate con l'armatura definita e una tabella riassuntiva delle verifiche condotte (il disegno viene aperto con “Dolmen Plan”).



- Eseguiamo la verifica di gerarchia per flessione nel “CAD3D”.

Entrare nel “CAD3D” e scegliere la voce “C.A. – Gerarchia nodi – Carica coeff. di sovraresistenza”.

Appariranno dei cerchi verdi o rossi in corrispondenza dei singoli nodi. La verifica è positiva (coeff. maggiore di 1.1 o 1.3 rispettivamente per bassa o alta duttilità) se il cerchio è verde, viceversa se rosso. È anche possibile vedere una stampa da unire alla relazione di calcolo con la voce “C.A. – Gerarchia nodi – Genera relazione” o chiedere i valori dei coefficienti in un determinato nodo (“C.A. – Gerarchia nodi – Verifica locale nodo”).

Il programma sceglie automaticamente quali sono i nodi su cui eseguire la gerarchia; qualora si voglia attivare la verifica su alcuni nodi esclusi o viceversa disattivarla su altri, si può utilizzare il comando “Carpenterie – Membrature – Pilastri – Riattiva nodi in gerarchia res.” o il comando “Carpenterie – Membrature – Pilastri – Escludi nodi in gerarchia res.”.

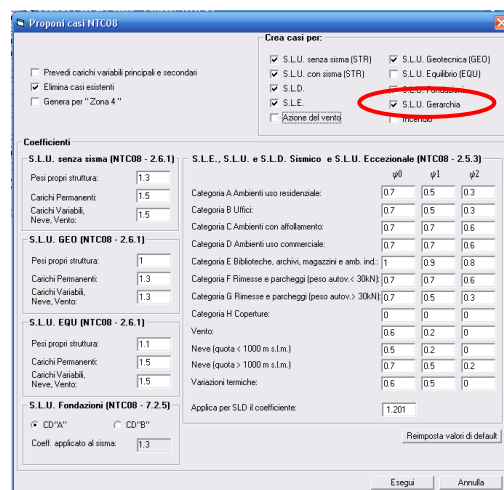
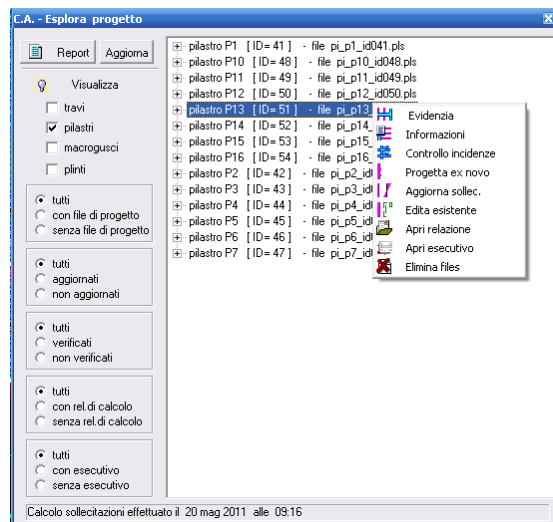
Se la verifica non è positiva si può:

1. lavorare sull’armatura delle travi in modo da ridurre il momento resistente in corrispondenza dei nodi;
2. modificare l’armatura dei pilastri nel relativo modulo;
3. progettare i pilastri con i casi “SLU GER”.

La gerarchia per taglio viene sempre controllata dal modulo “Pilastri” nell’ambito delle operazioni di progetto.

- **Riprogettiamo i pilastri con i casi “SLU GER” creandoli nel pannello “Casi di carico” e aggiornandoli dal pannello principale di Dolmen.**

Dal pannello principale entrare in “Casi di carico”, scegliere “Proponi NTC08” e spuntare tra i casi da creare anche quelli “S.L.U. Gerarchia”; generare i casi e calcolarli; quindi, sempre sul pannello principale lanciare la funzione “Aggior. Gerarchia” ed attendere l’elaborazione. Infine progettare i pilastri come fatto al punto precedente.



- **Controlliamo un pilastro attraverso la funzione “C.A. – Esplora progetto”.**

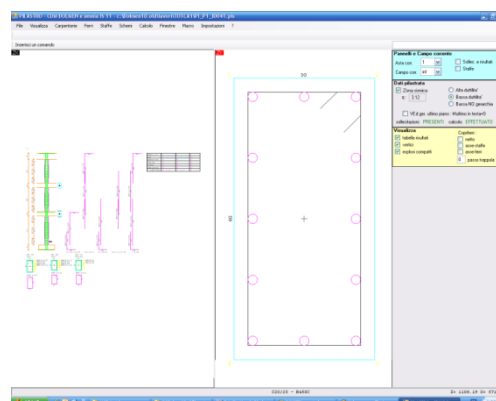
Nel “CAD3D” scegliere la voce “C.A. – Esplora progetto”, quindi “Edita esistente” dal menù contestuale a cui si accede selezionando con il tasto destro del mouse un pilastro.

Per facilitare la ricerca dei pilastri si può disattivare la visualizzazione degli altri elementi attraverso le voci elencate sulla sinistra del pannello. È possibile visualizzare anche i soli elementi non verificati.

Viene aperto il modulo “Pilastri”.

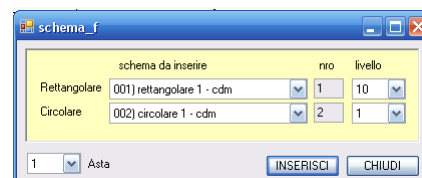
- **A puro titolo di esempio, possiamo editare l’armatura scegliendo un nuovo “schema” (o meglio livello) o inserire ferri liberamente nella sezione. Nel pilastro, eliminare l’armatura della prima asta dal basso e inserire 12Ø20, 6 su ognuno dei 2 lati lunghi.**

Usare la funzione “Ferri – Elimina” e selezionare con una finestra nel disegno di destra tutte le barre esistenti. Poi scegliere la funzione “Ferri – Inserisci per strati”, scrivere nella casella per le risposte (in alto a destra) “6,20”, attivare nella barra laterale destra l’opzione “Copriferro – Asse ferri” e cliccare sulla traccia del copriferro nei due vertici sul lato lungo; ripetere l’operazione sul lato opposto.



In alternativa i ferri possono anche essere disposti con la funzione “Ferri – Inserisci per punti”: il programma aiuta nell’inserimento catturando la traccia del copriferro (ricordarsi di attivare l’opzione nella barra laterale) e visualizzando la distanza dal vertice più vicino (c’è anche la possibilità di dare un passo obbligato – barra laterale, opzione “passo trappola”).

Per inserire un livello di armatura a scelta dallo schema si può usare la funzione “Schemi – Per selezione”: si precisa l’asta da modificare e il numero del livello da inserire.



- Chiediamo la verifica della nuova disposizione delle armature.

Usare la funzione “Calcolo – Verifica” e controllare la tabella riassuntiva riportata a lato della sezione verticale.

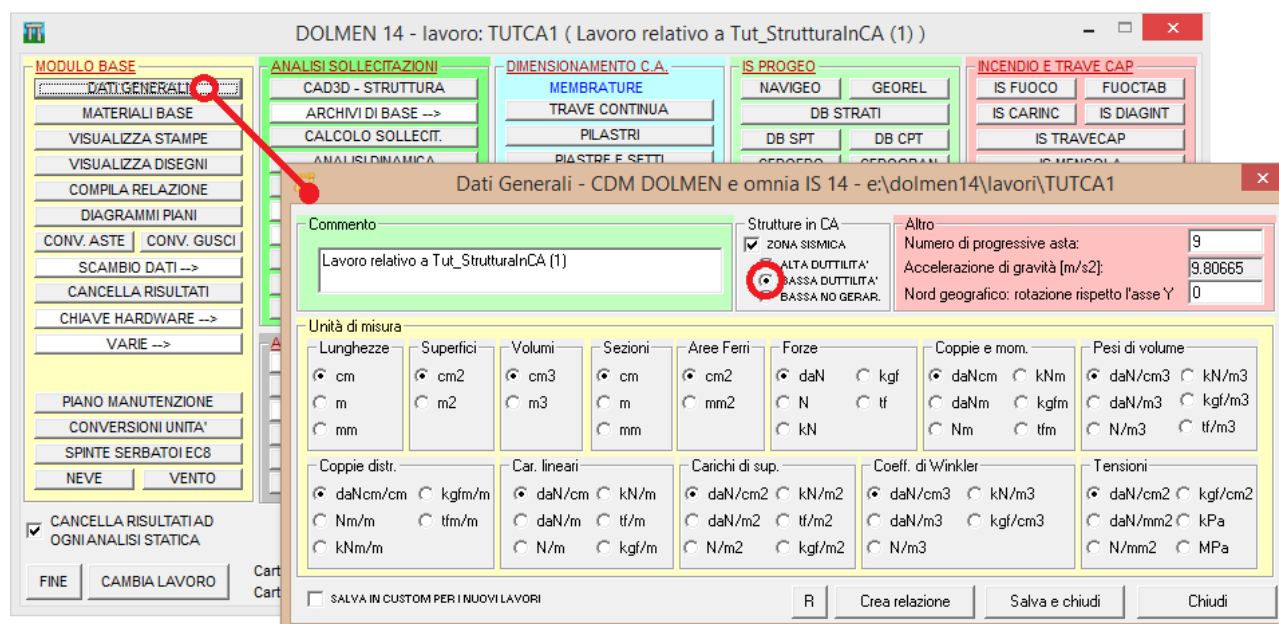
La funzione di verifica controlla che le richieste di normativa siano soddisfatte senza modificare l’armatura. “Calcolo – Progetto” invece inserisce le armature di default e, modificando il “livello”, determina la configurazione che soddisfa alle varie condizioni (vedere i punti precedenti). La verifica definitiva è comunque quella prodotta con la creazione della relazione di calcolo (“File – Relazione – Crea ex novo”).

N.B.: in questo caso i pilastri sono stati pensati senza tenere conto degli effetti della gerarchia delle resistenze e presentano molti problemi: sarebbe necessario rivedere la loro dimensione e rieseguire il calcolo dall’inizio.

Progetto pilastri, metodo alternativo

- impostare la classe di duttilità BASSA con verifica di gerarchia

Nel menu principale premere “DATI GENERALI” per accedere alla nuova finestra e selezionare in “ZONA SISMICA” **BASSA DUTTILITA’**.



È possibile fare questa scelta a questo punto della modellazione in quanto tale opzione verrà letta e gestita dai programmi di verifica del C.A.: Trave Continua e Pilastri.

Lasciando la spunta su “BASSA NO GERAR” non verrà verificata la gerarchia delle resistenze, invece impostando come nell’esempio “BASSA DUTTILITA’” i pilastri non verranno progettati automaticamente in funzione del momento resistente delle travi competenti ma sarà comunque possibile verificare nodo per nodo l’equilibrio tra i momenti resistenti trave/pilastro modificando eventualmente i singoli elementi per portare a verifica la gerarchia delle resistenze.

Utilizzando questa strada NON è necessario creare i Casi di carico SLU-GER in quanto il pilastro verrà progettato esattamente sul momento resistente delle travi di competenza (oltre che alle altre azioni calcolate nell'ambiente grafico tridimensionale ovviamente); inoltre con questo modo di procedere è possibile ottimizzare al meglio le armature di travi e pilastri.

Progetto di elementi bidimensionali

In generale occorre progettare tutte le piastre ed i setti tramite il comando "C.A. → Piastre e setti → Progetta ex novo" presente nel menu del Cad3D; preventivamente occorre creare i Macrogsuci (macro elementi costituiti da più gusci) e ciascun Macrogsucio dovrà essere verificato.

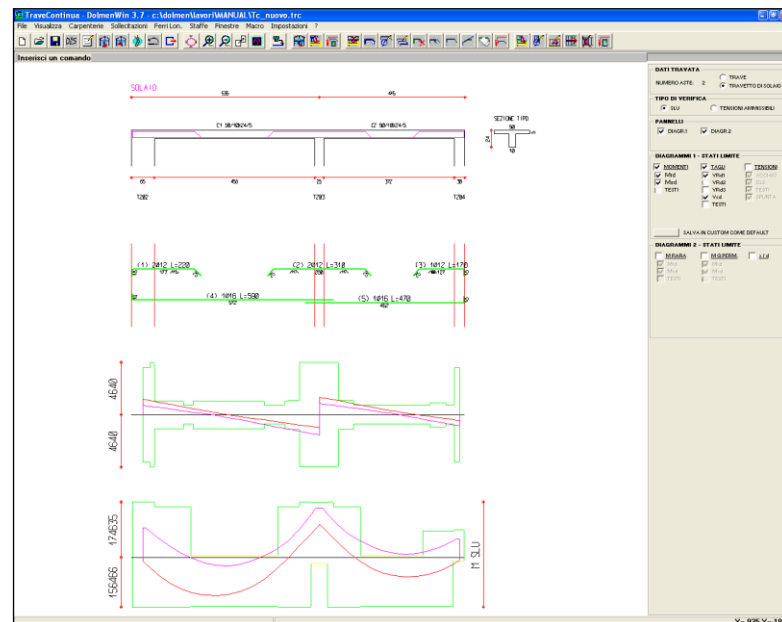
N.B.:

Per il progetto delle piastre e dei setti e per la creazione dei Macrogsuci si rimanda al file "[tut_piastresetti.pdf](#)" presente nella cartella "Manuali".

Progetto di un solaio

- In genere l'armatura dei solai si ottiene con il modulo "Trave continua";

Entrare nel "CAD3D", scegliere la voce "C.A. - Travetto – da solaio" e selezionare un punto in mezzo al solaio S201 del secondo impalcato.



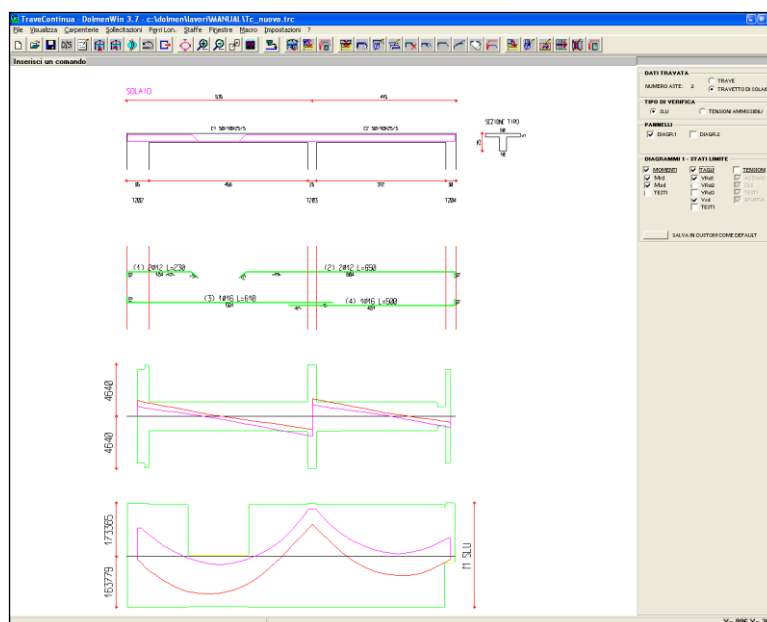
Si aprirà il programma "Trave continua" dove è stata letta la conformazione del travetto, sono state calcolate le sollecitazioni sulla base dei carichi importati dal modello tridimensionale (i valori di sollecitazione sono determinati localmente con uno schema a trave su più appoggi visualizzabile premendo il tasto "F4" sulla tastiera o scegliendo la voce "Finestre - Sollecitazioni"), è stato deciso uno schema d'armatura ed è stato progettato.

Le differenze rispetto alla trave semplice risiedono in alcuni parametri differenziati e pensati specificatamente per la tipologia del travetto da solaio, e più precisamente:

1. le opzioni di modifica delle sollecitazioni agenti ("Sollecitazioni - Agenti - Modifica/Criteri");
2. le dimensioni preferite per la sezione trasversale ("Impostazioni - Disegno - Default > Travetti");
3. lo schema ferri di default ("Impostazioni - Disegno - Default > Ferri");
4. i diametri delle armature ("Impostazioni - Disegno - Ferri > Ferri Long.");
5. i minimi di armatura ("Impostazioni - Calcolo - Regole pratiche").

- si possono eseguire tutte le operazioni già viste per le travi (modifica dei materiali, stiramenti delle armature, ecc.); in particolare è necessario modificare la sezione, reinserire lo schema d'armatura e progettare.

In corrispondenza della sezione del travetto, cliccare sulla quota che ne rappresenta l'altezza e modificare il valore in "25"; usare "Macro - Inserisci schemi di default" e "Macro - Progetto ferri L. e T." per inserire una nuova armatura adattata alla carpenteria.

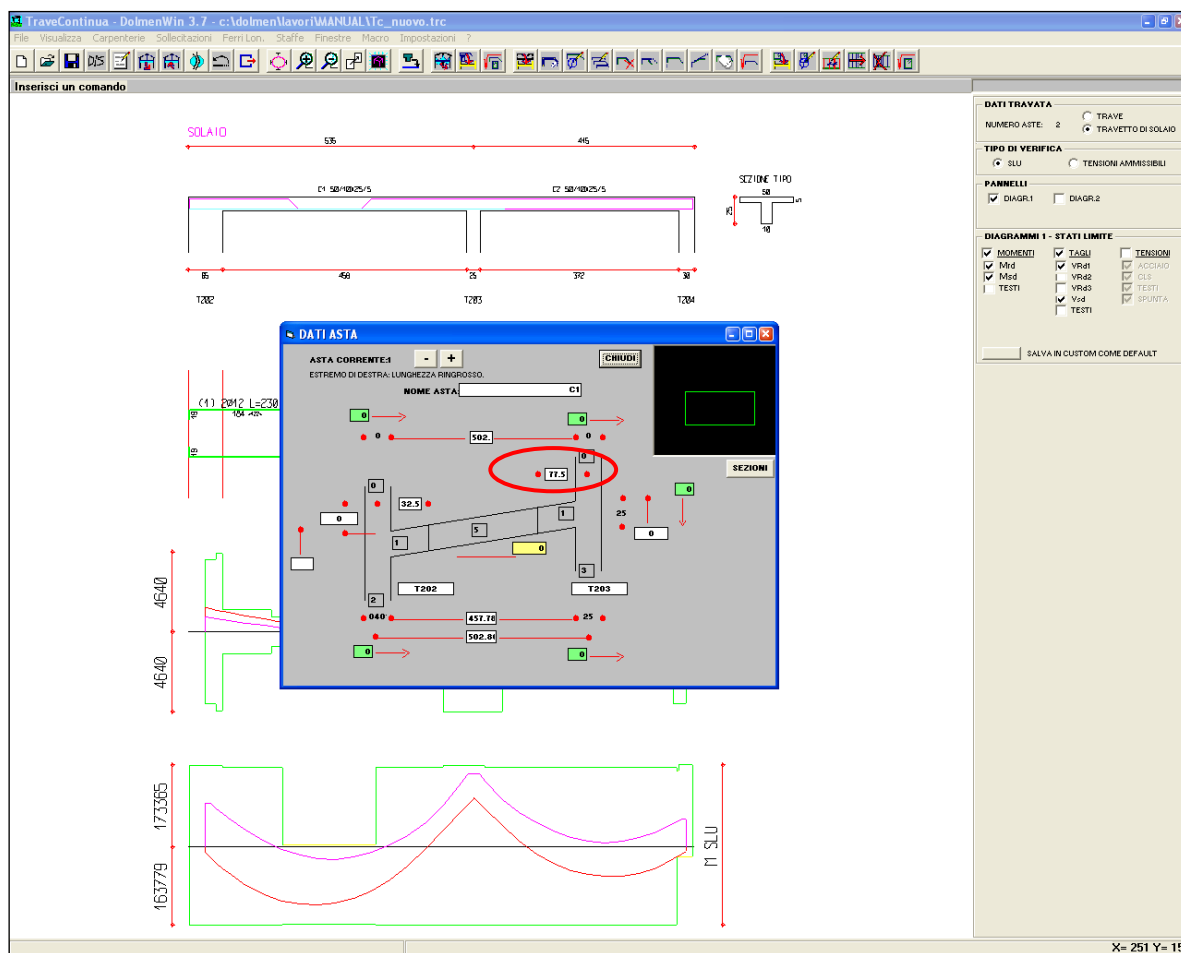


- modifichiamo leggermente l'armatura longitudinale eliminando il cavalletto sull'appoggio di destra ed allungando il ferro centrale.

Inoltre, si può notare un'insufficienza della resistenza a taglio nella zona centrale del solaio e sulla trave finale; un tentativo di soluzione può essere aumentare la zona di calcestruzzo piena o eliminare parzialmente una fila di pignatte (una sì ed una no);

Per eseguire questa operazione è sufficiente utilizzare "Carpenterie - Modifica asta" o cliccare due volte sulla prima asta e modificare il valore indicato in figura ("Estremo di destra: lunghezza ringrosso") ponendo "77.5" (40 cm di "cordolo" + 25 cm di pignatta oltre alla misura già presente). La stessa cosa va fatta all'estremo sinistro della seconda asta modificando il valore in "37.5" (una fila di pignatte) e all'estremo destro della stessa portandolo a "40" cm.

- infine creiamo la relazione di calcolo per avere tutte le verifiche e salviamo la trave come già fatto per le precedenti.



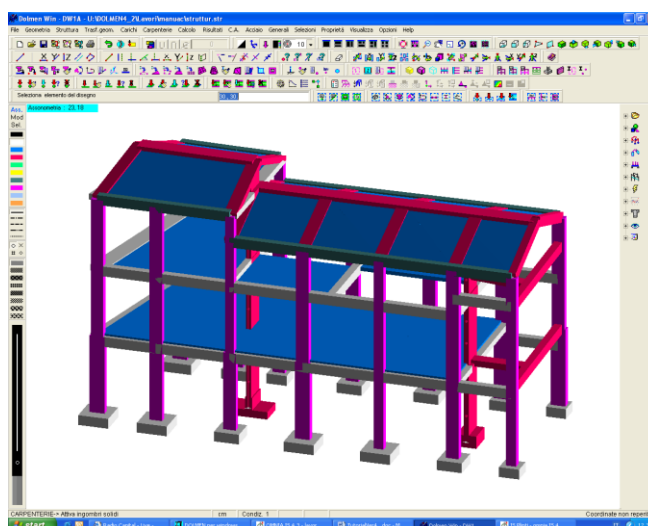
Progetto di una fondazione a plinti

N.B.:

verrà ora mostrato come utilizzare IS Plinti in cascata dal Cad3D per la verifica strutturale e geotecnica dei plinti; per maggiori dettagli sull'utilizzo del programma IS Plinti e per vedere un esempio autonomo di IS Plinti si rimanda al file ["tut_plinti.pdf"](#) presente nella cartella "Manuali".

Verifichiamo una fondazione a plinti usando la stessa struttura vista finora.

Dalla pianta si deducono le dimensioni previste.



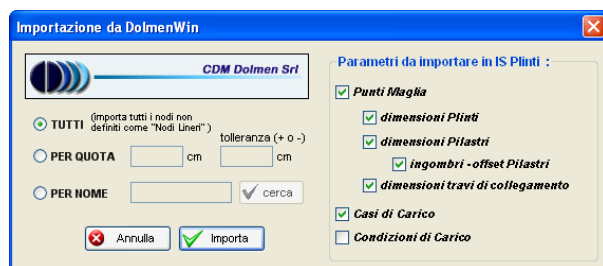


Sono state eliminate le condizioni di carico sismiche e rifatti i casi di carico includendo S.L.U., S.L.E. e “casi geotecnici”.

Il modulo “Is-Plinti” permette la verifica di una fondazione costituita da plinti mettendo in conto stratigrafia del terreno, parametri geotecnici derivanti da una prova in sito, interferenza tra fondazioni vicine per plinti gettati in opera e a bicchiere.

- Nel "CAD3D" usiamo la voce “C.A. – Plinti”;

Scelta la voce "C.A. – Plinti: progetta ex-novo" porsi su un piano XY a quota -105 e selezionare con una finestra tutti i plinti di fondazione.

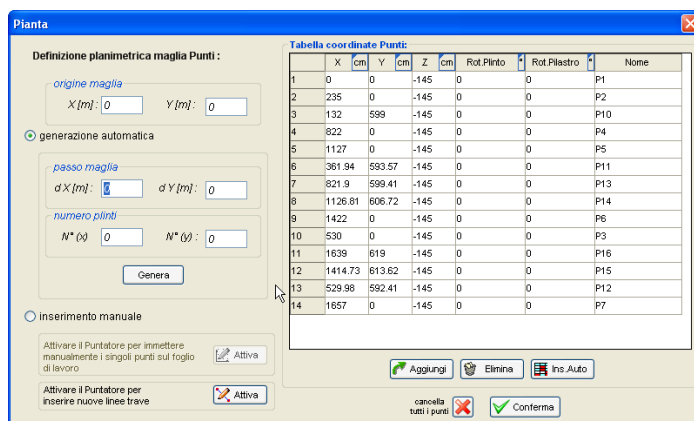


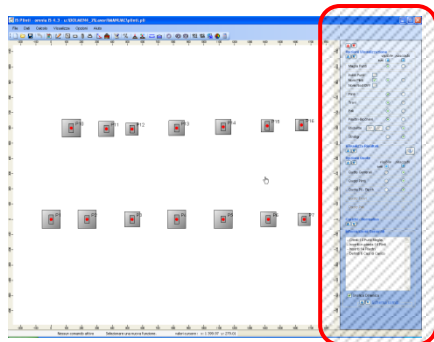
Si aprirà il programma "Plinti" dove sono state lette la geometria della selezione e le sollecitazioni di ciascun plinto per tutti i casi di carico definiti.

Dal programma si possono caricare le stesse informazioni usando “File – Importa da Dolmen ...”; utile soprattutto per eseguire un aggiornamento di sollecitazioni.

- Modifichiamo il nome dei singoli punti;

Per eseguire questa operazione è sufficiente utilizzare "Dati – Schema Pianta" e modificare le stringhe nella colonna “Nome” della “Tabella coordinate punti”.





Per una buona lettura delle informazioni a video si possono impostare le opzioni di visualizzazione della barra laterale.

- impostiamo la stratigrafia del terreno con 2 strati, sabbia fino a -2.2 m e poi argilla, e falda a -4 m;

Descrizione Terreno di Fondazione :

- Stratigrafia n°1 -

0
strato n° 1
Sabbia (non coesivo)
-220
strato n° 2
Argilla (coesivo)
-400

- Descrivere la stratigrafia ed i Plinti agenti:

Elenco Stratigrafie e strati che le compongono
Definire la stratigrafia e specificare i Plinti che ne fanno parte.

Stratigr. n°1	Strato	quota	cm	nome	tipo Terreno
Stratigr. n°1	Strato 1	0		strato n° 1	Sabbia (non coesi...
	Strato 2	-220		strato n° 2	Argilla (coesivo)

- Tipologia di Terreno:

Tipi di Terreno
tipologie Terreno Create:

Argilla (coesivo)
Sabbia (non coesivo)

nome: Argilla
coesione efficace
 $c' = 0$ daN/cm2
angolo di attrito interno
 $\phi' = 28$ °
resistenza al taglio non drenata
 $S_u = 2$ daN/cm2
peso di volume secco
 $g_d = 0.0016$ daN/cm3
peso di volume saturo
 $g_t = 0.00195$ daN/cm3
modulo di taglio
 $G = 200$ daN/cm2
coeff. Poisson
0.150

Sabbia (non coesivo)
nome: Sabbia
coesione efficace
 $c' = 0$ daN/cm2
angolo di attrito interno
 $\phi' = 32$ °
resistenza al taglio non drenata
 $S_u = 2$ daN/cm2
peso di volume secco
 $g_d = 0.00186$ daN/cm3
peso di volume saturo
 $g_t = 0.00215$ daN/cm3
modulo di taglio
 $G = 200$ daN/cm2
coeff. Poisson
0.150

Scegliere "Dati – Terreno - Stratigrafia" e impostare 2 strati: il primo di tipo “sabbia” ed il secondo di tipo “argilla”. Le proprietà sono:

- Tipologia di Terreno:

Tipi di Terreno
tipologie Terreno Create:

Argilla (coesivo)
Sabbia (non coesivo)

nome: Argilla
coesione efficace
 $c' = 0$ daN/cm2
angolo di attrito interno
 $\phi' = 28$ °
resistenza al taglio non drenata
 $S_u = 2$ daN/cm2
peso di volume secco
 $g_d = 0.0016$ daN/cm3
peso di volume saturo
 $g_t = 0.00195$ daN/cm3
modulo di taglio
 $G = 200$ daN/cm2
coeff. Poisson
0.150

Sabbia (non coesivo)
nome: Sabbia
coesione efficace
 $c' = 0$ daN/cm2
angolo di attrito interno
 $\phi' = 32$ °
resistenza al taglio non drenata
 $S_u = 2$ daN/cm2
peso di volume secco
 $g_d = 0.00186$ daN/cm3
peso di volume saturo
 $g_t = 0.00215$ daN/cm3
modulo di taglio
 $G = 200$ daN/cm2
coeff. Poisson
0.150

Qualora si fosse in possesso di una prova SPT o CPT è possibile inserirla per valutare gli spostamenti del terreno. In questo caso si usa “Dati - Terreno – Prove SPT e CPT”:

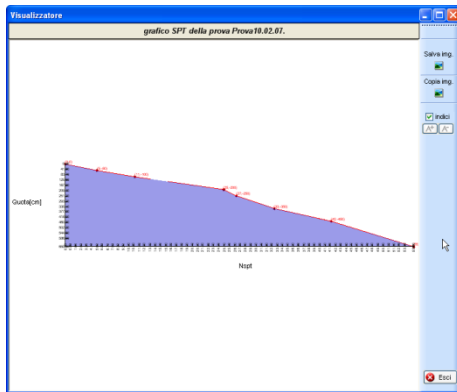
Prove Penetrometriche

Prove definite
- Elenco prove
Prova10.02.07

Prova SPT
Prova10.02.07
dati della prova a diverse quote

z	cm	Nspt
Titolo	0	0
Titolo	-50	5
Titolo	-100	11
Titolo	-200	25
Titolo	-250	27
Titolo	-350	33
Titolo	-450	42
Titolo	-650	55

Quota = -650 cm
Nspt = 55
Inserisci
Incolla da Excel
Elimina



digitare il “nome prova” e premere “Crea”;

- inserire le coppie di valori <quota – Nspt>;
- premere “Conferma”;
- premere “Visualizza” se si vuole visualizzare il grafico del diagramma;
- tornare in “Dati – Terreno - Stratigrafia” e impostare la prova nella sezione “selezionare prova per definizione cedimenti”.

- scegliamo la normativa italiana D.M. 2008;

Scegliere “Dati – Normativa” e attivare “Norme tecniche per le costruzioni”, quindi con “Continua” verranno visualizzati i coefficienti di sicurezza imposti: scegliere “Approccio 1” e confermare.

- impostiamo i materiali: Rck 250 e B450C e il metodo degli “Stati limite ultimi”;

Scegliere “Dati – Materiali”, impostare un Rck250 ed un acciaio tipo B450C. Spuntare “usa Cls uguale per TUTTO” e attivare “Stati limite ultimi”.

- controlliamo le sollecitazioni (non obbligatorio);

Tramite “Dati – Carichi – Casi di carico” si possono vedere le azioni caricate per le diverse combinazioni.

Volendo aggiungere nuove azioni:

- sbloccare le tabelle;
- aggiungere un nuovo caso (“Aggiungi” – “Aggiungi caso vuoto”);
- compilare i valori nella tabella di destra.

- impostiamo l'armatura da disporre;

Selezionare la prima tipologia di plinto (“RET1”) e:

- impostare la tipologia centrale sia per l'armatura inferiore che per quella superiore;
- modificare l'armatura inferiore con 6x6 barre;
- modificare l'armatura superiore con 5x5 barre;
- premere “Assegna”.

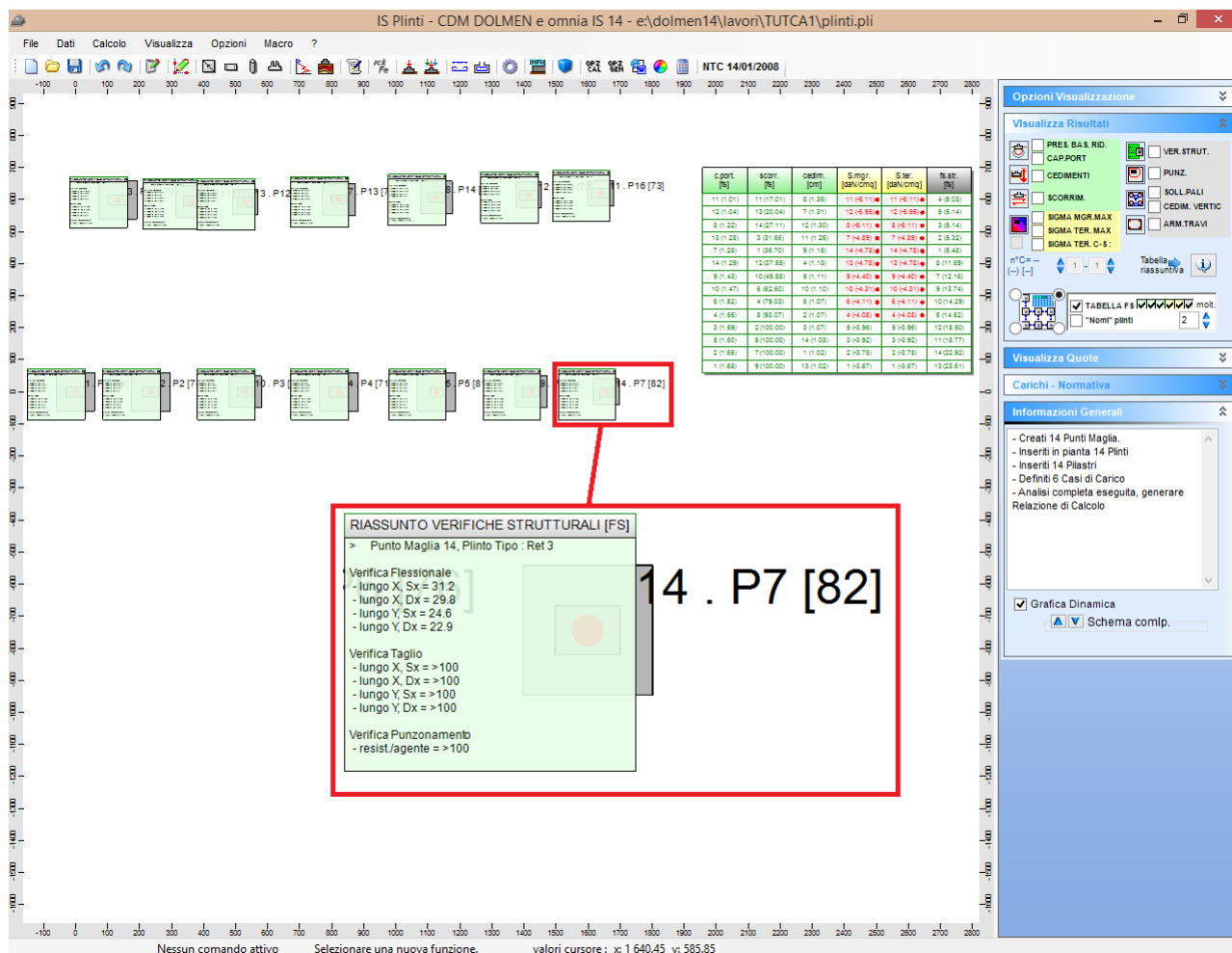
Ripetere le operazioni per “RET2” con 5x5 barre inf. e 4x4 barre sup. e per “RET3” con 4x4 barre sup. e inf.

Chiudere con “Conferma”.

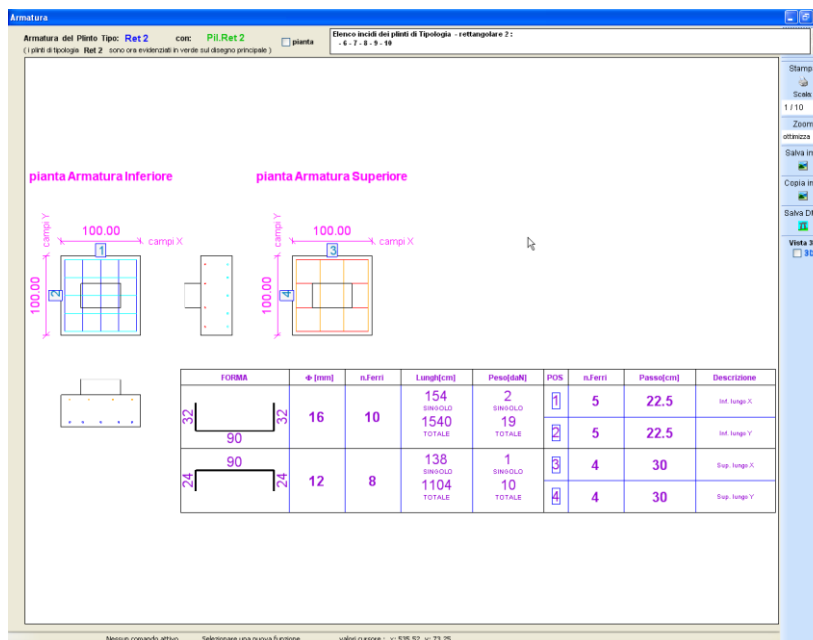
- eseguiamo l'analisi;

Usiamo “Calcolo – Avvio analisi”. Nella finestra di report possono ritrovarsi eventuali messaggi di ‘errore’: verifiche non positive, mancanza di dati, ecc.

Il menu “Visualizza” permette di visualizzare in anteprima tutte le categorie di valori determinati, dalla capacità portante ai cedimenti.



Premendo il tasto destro del mouse sul disegno di un plinto si può attivare la visualizzazione delle armature esportabile in "Dolmen Plan" con "Salva DMP".



- creiamo la relazione di calcolo.

Usiamo “File – Relazione completa” o “Calcolo – Relazione completa” per generare la relazione di calcolo; tra i vari formati scegliamo “.rtf”

