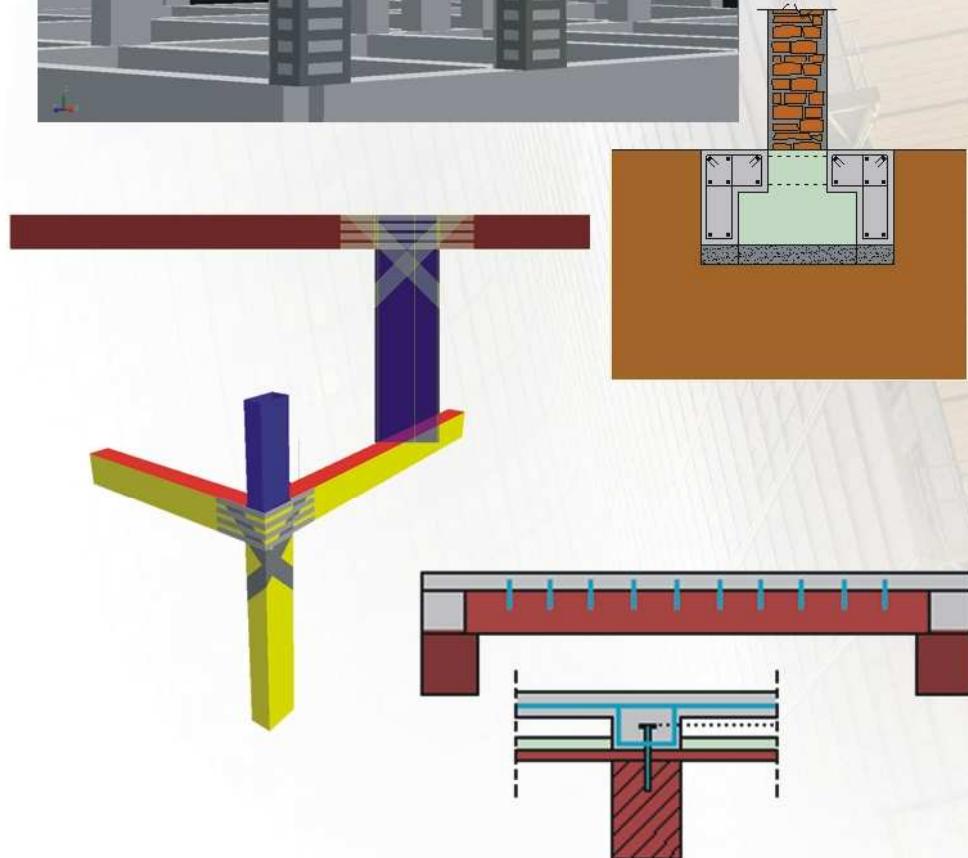
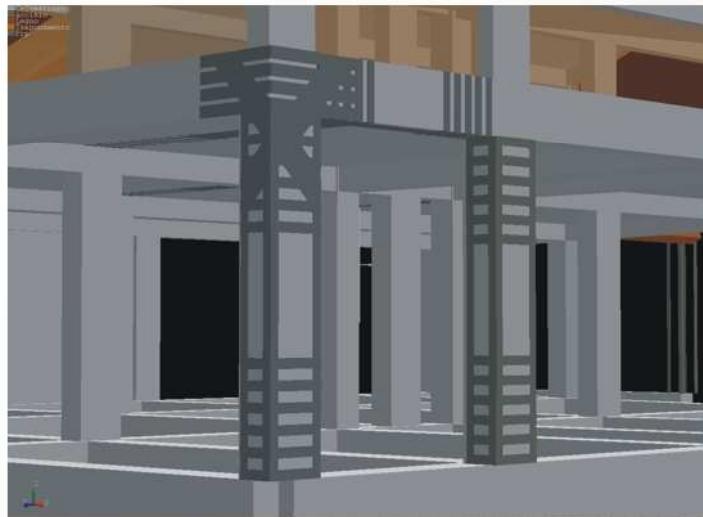


PGA e Consolidamenti

www.stacec.com

FaTA-E

Software per il calcolo strutturale



COPYRIGHT

Tutto il materiale prodotto da Stacec (CD contenente i file dei software, chiave di protezione, altri supporti di consultazione, e altro) è protetto dalle leggi e dai trattati sul copyright, nonché dalle leggi e trattati sulle proprietà intellettuali.

E' vietata la cessione o la sublicenziazione del software a terzi.

E' altresì vietata la riproduzione del presente manuale in qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo senza la preventiva autorizzazione scritta del produttore.

Informazioni e permessi sui prodotti o parti di essi possono essere richiesti a:



Stacec s.r.l.
Software e servizi per l'ingegneria
S.S. 106 – Km 87
89034 – Bovalino (RC)

Tel. 0964/67211
Fax. 0964/61708



STACEC s.r.l. – Software e servizi per l'ingegneria – S.S. 106 – Km 87 – 89034 Bovalino (RC)

FaTA-E

Modulo PGA e Consolidamenti



1. Modulo PGA

1.1 Introduzione

Il **Modulo PGA** di **FaTAe** consente il calcolo della vulnerabilità sismica di edifici esistenti in c.a. e la valutazione dell'"adeguamento sismico" delle strutture alla zone dove sono ubicate. Il metodo utilizzato è quello introdotto dall'OPCM 3274, secondo il quale, per i vari stati limite, viene calcolata l'accelerazione tale da non superare i requisiti di sicurezza per le varie verifiche prescritte per ogni tipologia di elemento. Il software restituisce una scheda riepilogativa (differenziata per Regione) in cui leggere i valori delle PGA, gli indicatori di rischio, le caratteristiche dei materiali, l'analisi effettuata, i fattori di struttura, ecc...

Il software, adeguato alle richieste delle apposite schede da compilare, è adeguato al recente D.M. 14/01/2008 con le specifiche della Circolare n. 617 del 02/02/2009, effettuando anche l'analisi per SLC e SLO e il calcolo dei tempi di ritorno associati.

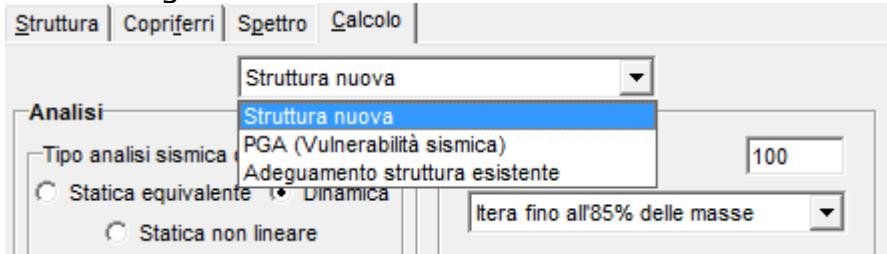
1.2 Attivazione del calcolo PGA

Le funzionalità relative al **Modulo PGA** vengono attivate nella scheda *Calcolo* presente nell'ambiente *Dati Generali*, Scegliendo nel menu a tendina le seguente voce:

- PGA (Vulnerabilità sismica)



- Adeguamento struttura esistente



Come per le strutture nuove sarà possibile scegliere il tipo d'analisi sismica tra "Statica equivalente" e "Dinamica". L'attivazione del PGA comporta la variazione degli ambienti dell'input di FaTAe.

1.3 La gestione delle combinazioni

La gestione delle combinazione viene differenziata dal software a secondo se si effettua un calcolo di "adeguamento" o di "vulnerabilità". Nel caso di adeguamento la gestione delle combinazioni è del tutto analoga a quella per le strutture nuove, per le quali si rimanda all'apposita sezione del Manuale di FaTA-E.

Per la verifica di "vulnerabilità sismica" (chiamata anche "calcolo della PGA"), la gestione delle combinazioni avviene analizzando le singole combinazioni di carico generate automaticamente dal software.

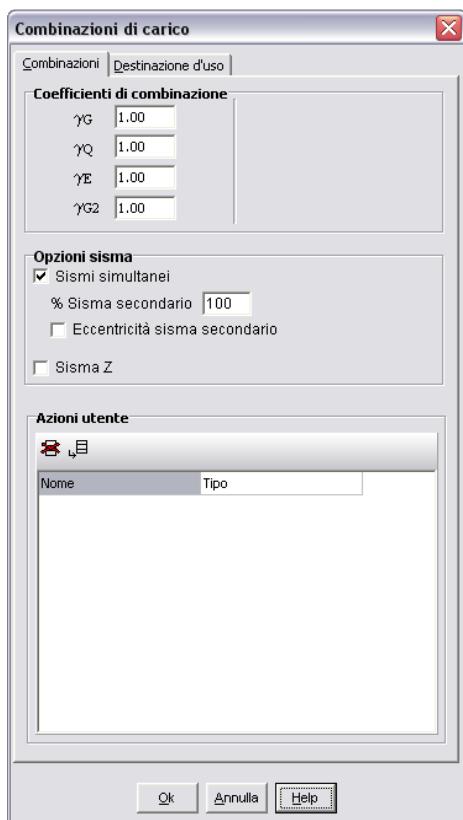
Essendo il fine del calcolo PGA l'identificazione dell'accelerazione che porta almeno un elemento a non superare le verifiche, è opportuno analizzare solo le combinazioni relative alla presenza dell'azione sismica.

Il contributo di altri tipi di azione (come ad esempio dell'azione termica), in questo caso non sarà considerato ai fini delle verifiche, in quanto potrebbe falsare il risultato della verifica. Dall'apposito ambiente visualizzato sarà possibile intervenire esclusivamente sui coefficienti delle singole condizioni di carico.

Inoltre, sarà possibile attribuire ai vari piani dell'edificio una diversa destinazione d'uso.

Se la struttura rientra nei casi considerati dalla normativa, sarà possibile considerare anche l'azione sismica verticale. Ciò modifica il numero delle combinazioni da considerare. È importante notare che, al fine di non sottoporre la struttura a condizioni non realistiche, è doveroso agire sulla scelta del tipo di analisi sismica nella direzione verticale.

Dopo aver attivato il calcolo della PGA (vulnerabilità sismica) al click dell'icona "Combinazioni di carico" viene visualizzata la seguente maschera:



Le combinazioni di carico utili al calcolo della PGA sono automaticamente create da **FaTA-E** secondo la normativa seguita.

I parametri che sono possibile personalizzare sono:

- Coefficiente di combinazione dei carichi permanenti (γ_G);
- Coefficiente di combinazione dei carichi variabili (γ_Q);
- Coefficiente di combinazione dell'azione sismica (γ_E);
- Coefficiente di combinazione destinazione d'uso (ψ_2);
- Utilizza sisma Z: possibilità di considerare il sisma verticale per il calcolo della PGA;

Anche per il calcolo della PGA è possibile definire delle "azioni utente" per poi associare forze, coppie, carichi ripartiti dall'apposito ambiente di modellazione 3D. I coefficienti di combinazione non possono essere personalizzati liberamente, ma è possibile associare i coefficienti attribuiti ai carichi permanenti o d'esercizio, o ignorare l'azione nelle combinazioni per la PGA.



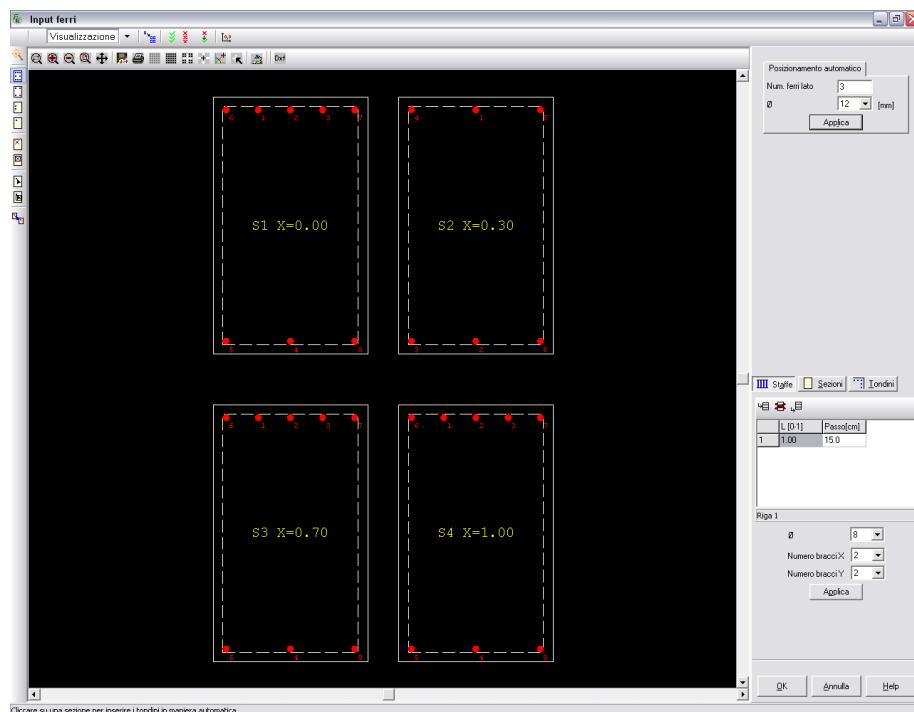
1.4 Input delle armature

Al fine di operare il calcolo della vulnerabilità sismica è necessario introdurre in **FATAE**, per ogni elemento strutturale, le armature presenti. L'operazione viene effettuata mediante il comando "Armature" presente sia nell'Input grafico sia in modellazione 3d.



Una volta selezionato il comando è possibile inserire le armature sia cliccando sui singoli elementi strutturali (pilastri, travi, platee e pareti), sia selezionando più elementi dello stesso tipo aventi la stessa tipologia di sezione.

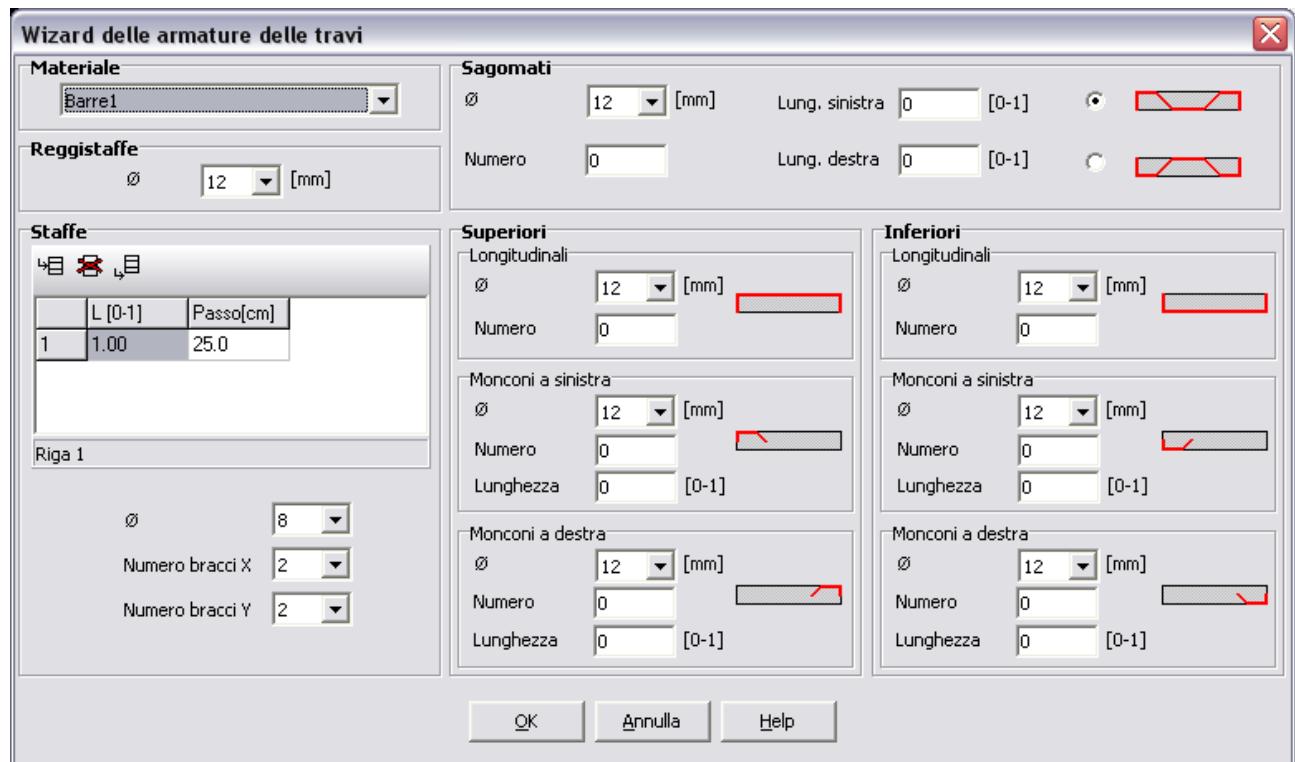
Al fine di inserire le armature è necessario definire tante sezioni quante sono le volte che l'armatura longitudinale cambia all'interno dell'elemento. Per esempio, nel caso di travi con un solo tipo di sagomati, le sezioni da creare saranno quattro.



All'interno di ogni sezione è possibile inserire diversi diametri, assistiti dal software nelle varie operazioni di controllo di congruenza geometrica. Analogamente è possibile specificare la distribuzione delle staffe nei vari elementi "trave" e "pilastro".



In particolare, per le travi, è presente una funzione di input armature "wizard" che consente di inserire direttamente i parametri delle varie tipologie di armature presenti (monconi, sagomati, ecc...):



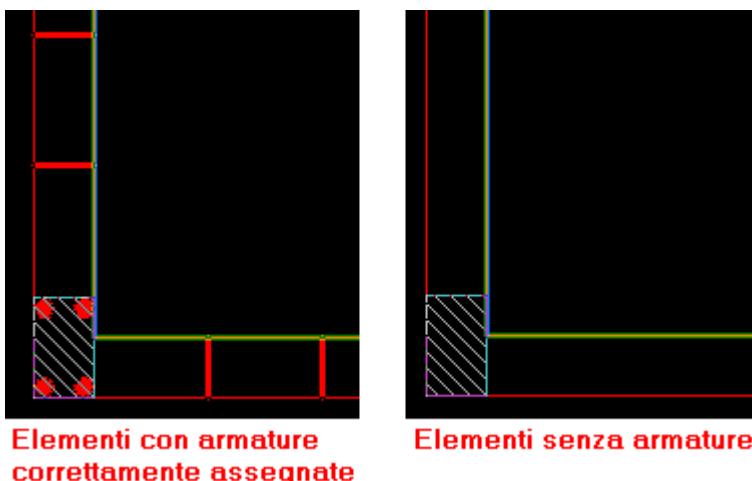
Nel caso di sezioni di fondazione, per l'utilizzo della funzione 'Wizard' è necessario selezionare il campo 'rettangolare' nell'ambiente di definizione delle tipologie delle sezioni.

Nel caso in cui fossero presenti staffe all'interno del nodo, è possibile considerarle nella verifica inserendo il valore del passo e del diametro presente. Il valore zero per il passo è relativo all'assenza di staffe:

Armatura nodo testa	
Passo	0.0 [cm]
\emptyset	8

L'avvenuta assegnazione delle armature ai vari elementi strutturali viene riportata aggiungendo un'opportuna simbologia alla visualizzazione in pianta della struttura ai vari livelli.





1.5 Le opzioni di calcolo

Il calcolo delle varie PGA avviene dopo aver introdotto le armature in tutti gli elementi strutturali. Con il modulo PGA di FaTAe, pensato per strutture interamente in c.a., è anche possibile considerare (sia come rigidezza che nelle verifiche di resistenza) elementi in legno, acciaio e muratura, non significatamente presenti nel modello dell'edificio.

Le opzioni di calcolo del modulo PGA sono differenziate in "Verifiche", "Elementi" e "Varie". Tra le opzioni "Verifiche" ricordiamo:

- Definizione del fattore di struttura differenziato per elementi fragili e duttili;
- Possibilità di considerare tutti gli elementi come fragili;
- Metodo di classificazione fragili/duttili;
- Opzioni di verifica della portanza di fondazione (subordinata al modulo Portanza di StruSec);
- Verifica per lo stato limite di danno lieve da effettuare in termini di drift di piano o capacità di deformazione.

Tra le opzioni "Elementi" ricordiamo:

- Numero di sezioni da verificare per i pilastri;
- Modalità di verifica per i vari elementi;
- Presenza di dettagli antisismici;
- Presenza di staffe nei nodi trave-pilastro;
- Possibilità di considerare le spinte diagonali dei tamponamenti;
- Valori limite della cotangente di θ ;
- Opzioni per i consolidamenti;

Tra le opzioni "Varie" ricordiamo:

- Definizione del campo di variazione del moltiplicatore dell'azione sismica (valore minimo e massimo);

- Definizione del passo di incremento del moltiplicatore (consigliato 0.005);
- PGA di riferimento personalizzati da micro-zonizzazione;
- Possibilità di calcolo dei vari PGA come descritto nelle Linee Guide Regione Lazio (assunte con modalità molto simile da molte Regioni), e cioè quattro differenti PGA in base alle verifiche di: resistenza (o capacità deformativa), taglio, nodo strutturale, portanza del terreno di fondazione;
- Possibilità di differenziazione del modello di rigidezza fessurata per travi e pilastri;
- Possibilità di calcolo del quadro completo delle PGA per elementi (utile alla stima del miglioramento ottenibile);

1.6 Il metodo di calcolo

Il calcolo delle varie PGA viene effettuato considerando i seguenti passi:

1. Classificazione automatica degli elementi in "fragili" e "duttili"
2. Verifica della struttura in assenza di sisma
3. Incremento iterativo del moltiplicatore dell'azione sismica e successiva verifica degli elementi strutturali, in funzione alla loro classificazione (punto 1)

La classificazione automatica viene effettuata analizzando le modalità di collasso e le resistenze alle varie verifiche dei singoli elementi strutturali (vedi paragrafo 1.7).

Gli elementi "fragili" vengono verificati a:

- Flessione composta deviata
- Taglio
- Resistenza dei nodi strutturale travi-pilastri

Gli elementi "duttili" vengono verificati a:

- Flessione composta deviata
- Capacità di rotazione alla corda
- Taglio
- Resistenza dei nodi strutturale travi-pilastri

Le azioni di calcolo per elementi "duttili" e "fragili" vengono differenziate mediante l'uso del relativo fattore di struttura.

In aggiunta alle verifiche descritte, per le travi di fondazione e per i plinti viene effettuata la verifica di portanza del terreno e carico limite.

Il calcolo può essere effettuato secondo le seguenti normative:

- O.P.C.M. 3274
- D.M. 14/09/2005



- D.M. 14/01/2008

In presenza di staffe nel nodo, la verifica effettuata sarà relativa integralmente alle staffe in base alle formule 7.4.11 e 7.4.12 delle NTC 2008, opportunamente adattata considerando l'azione relativa al momento flettente (M / H_{trave}) e al taglio agente sul nodo al posto del prodotto $A_f \cdot f_y$. In assenza di staffe viene considerato il solo contributo del calcestruzzo in base alle seguenti formule:

- per la resistenza a trazione:

$$\sigma_m = \left| \frac{N}{2A_g} - \sqrt{\left(\frac{N}{2A_g} \right)^2 + \left(\frac{V_n}{A_g} \right)^2} \right| \leq 0,3\sqrt{f_c} \quad (f_c \text{ in MPa}) \quad (8.7.2.2)$$

- per la resistenza a compressione:

$$\sigma_m = \frac{N}{2A_g} + \sqrt{\left(\frac{N}{2A_g} \right)^2 + \left(\frac{V_n}{A_g} \right)^2} \leq 0,5f_c \quad (8.7.2.3)$$

1.7 Classificazione elementi fragili/duttili

La classificazione degli elementi in fragili e duttili avviene secondo due diverse modalità scelte alternativamente dall'utente:

- Stato sollecitazioni carichi verticali;
- Valori resistenti dell'elemento.

Scegliendo "Stato sollecitazioni carichi verticali", un elemento viene classificato come "fragile" se:

- Non ha sezione rettangolare;
- Non ha armatura simmetrica;
- Per i carichi verticali, il coefficiente di sic. a taglio è inferiore di quello a flessione;
- Per i carichi verticali, il coefficiente di sic. del nodo al piede è inferiore di quello a flessione (solo per i pilastri);
- Sforzo normale > $0,4 \times A_{cls} \times f_{cd}$.

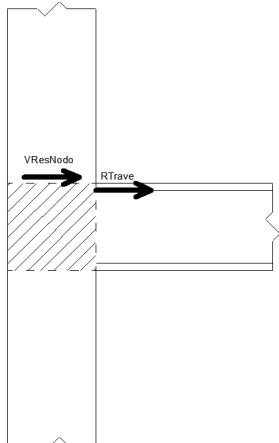
Nel caso di "Valori resistenti dell'elemento" il metodo ha come dati di ingresso i seguenti:

- Momenti resistenti : MRes
- Tagli Resistenti : VResTaglio
- Forze resistenti Nodo : VResNodo



- Lunghezza elemento : L

Le forze resistenti dei nodi non rinforzati (C8.7.2.5) sono calcolate come:

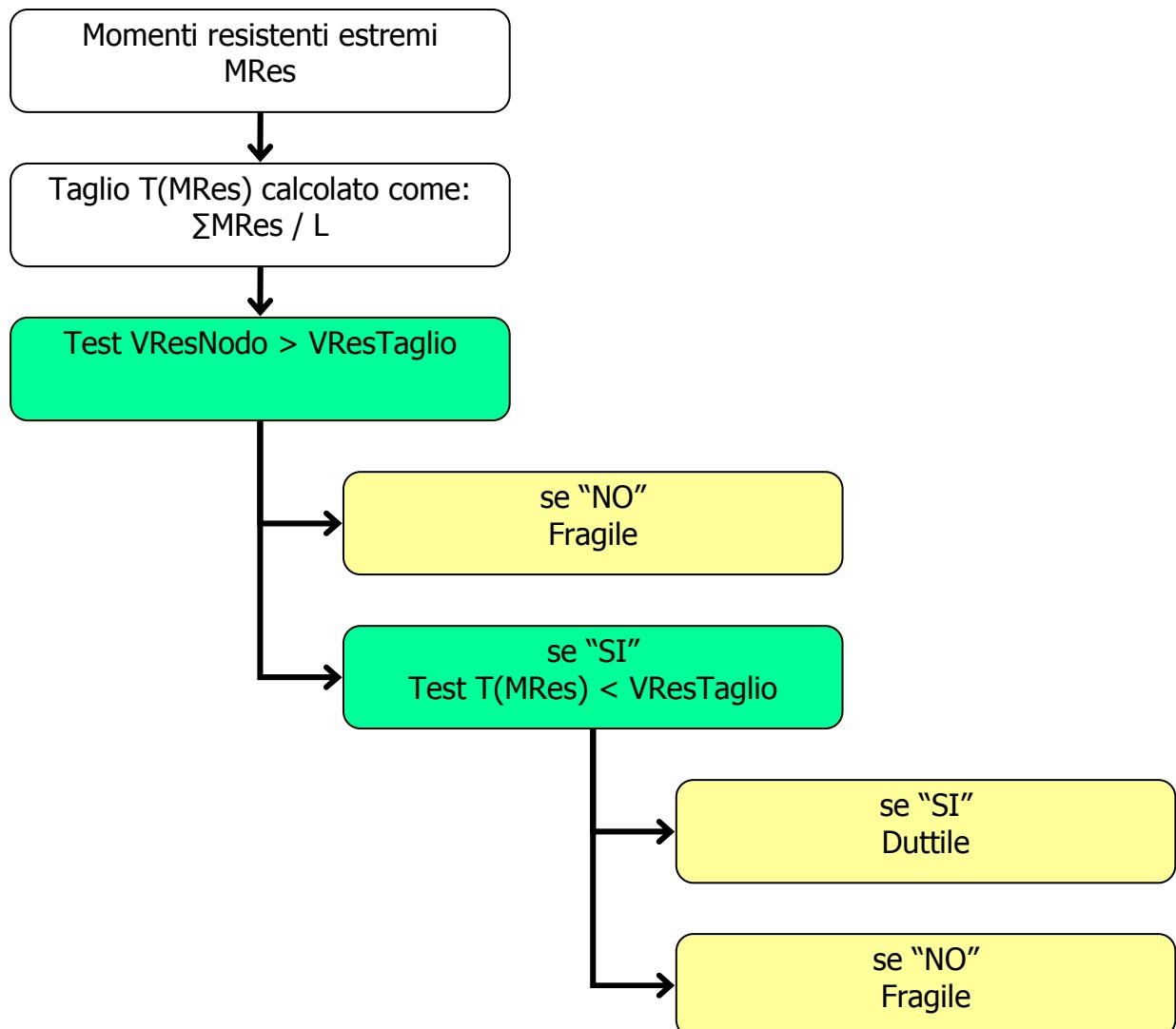


$$V_{r1} = Ag \left[\sqrt{\left(\frac{N}{2Ag} - 0.3\sqrt{fc} \right)^2 - \left(\frac{N}{2Ag} \right)^2} \right]$$

$$V_{r2} = Ag \left[\sqrt{\left(0.5fc - \frac{N}{2Ag} \right)^2 - \left(\frac{N}{2Ag} \right)^2} \right]$$

$$V_{ResNodo} = \min(V_{r1}, V_{r2}) - \sum R_{Travi}$$

Prendendo ad esempio i pilastri, diagramma di flusso seguito per stabilire il tipo di elemento è il seguente:



Per le travi, diversamente dal caso dei pilastri, viene considerato solo il meccanismo inelastico dovuto al taglio, per cui non è necessario il controllo della resistenza del nodo strutturale.

1.8 Restituzione dei risultati

Mediante il **Modulo PGA** di **FaTAe** è possibile produrre una dettagliata relazione di calcolo, contenente i risultati di tutte le analisi e verifiche riferite al valore di PGA calcolato, completa dell'allegato riepilogativo, realizzato appositamente sulla base della scheda sintetica basata sulle varie normative nazionali e sulle linee guida regionali. L'allegato in formato rtf, contiene:

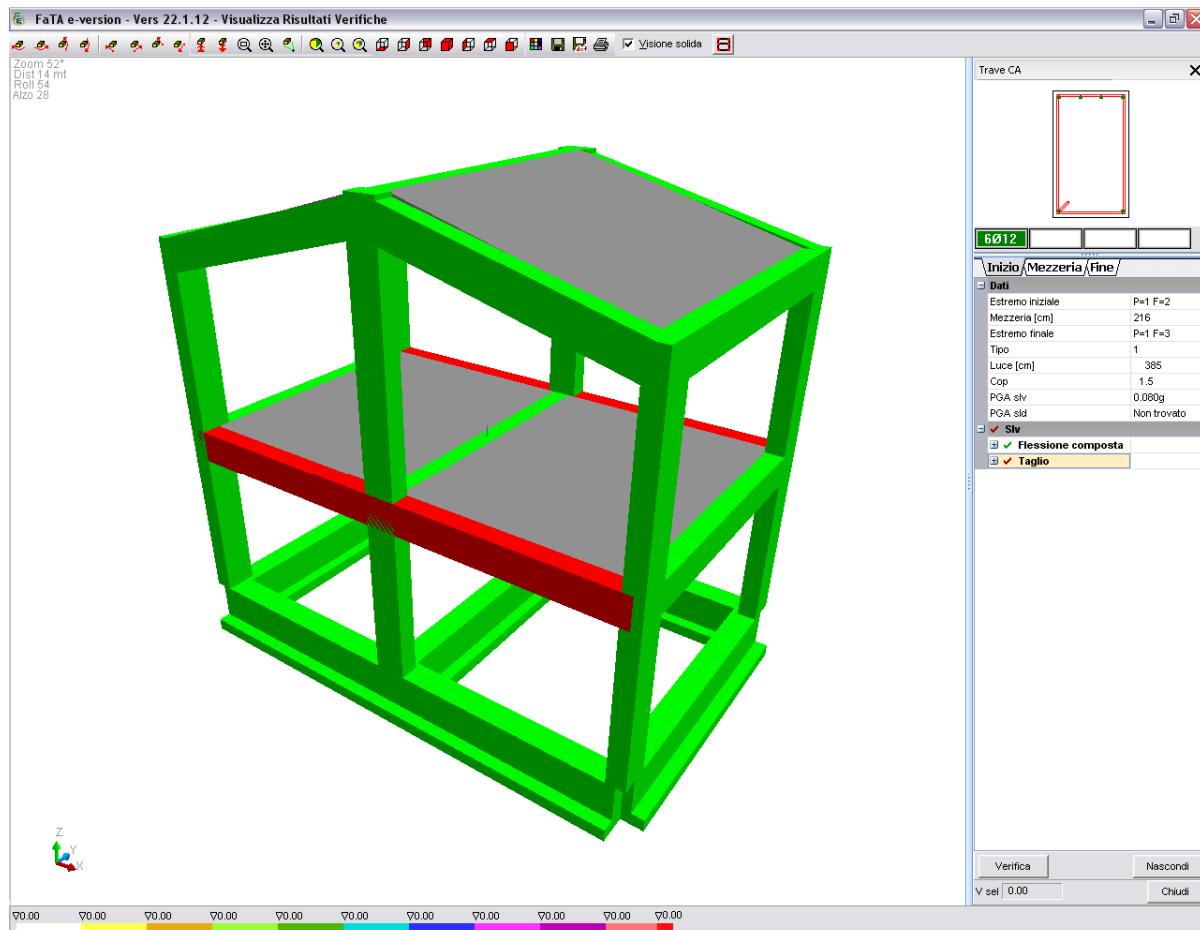
- *Vita nominale*
- *Classe d'uso*
- *Periodo di riferimento*
- *Pericolosità sismica di base*
- *Categoria suolo di fondazione*
- *Coefficiente di amplificazione topografica*
- *Resistenza dei materiali.*
- *Metodo di analisi*
- *Fattori di struttura*
- *Modellazione della struttura*
- *Periodi di vibrazione*
- *Percentuale partecipazione delle masse*
- *Livelli di PGA per diversi stati limite*
- *Tempi di ritorno per i diversi stati limite*
- *Variazioni masse e rigidezze*
- *PGA di riferimento*
- *Indicatori di rischio*

Inoltre tutti i risultati vengono visualizzati, nell'apposito ambiente, mediante restituzione grafica a colormap. Particolarmente utile è la lettura dei risultati dei singoli elementi effettuata selezionando le varie parti strutturali dall'ambiente grafico tridimensionale.

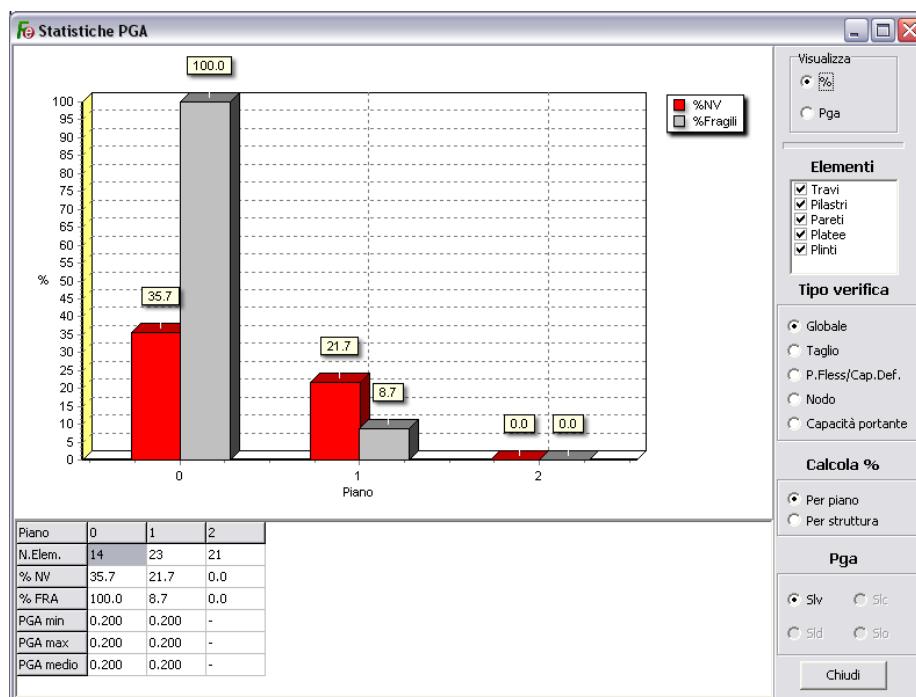
I risultati vengono visualizzati per i vari stati limite SLV, SLC, SLD, SLO, anche scegliendo i singoli parametri delle verifiche come i coefficienti di sicurezza, i valori resistenti, il moltiplicatore di collasso.

In particolare, nella figura seguente, notiamo che gli elementi che condizionano il valore della PGA sono le due travate che il software contrassegna in rosso (la verifica non superata e a taglio, anch'essa evidenziata in rosso)





I risultati in uscita possono essere verificati anche sotto forma di statistiche. In un apposito ambiente è possibile selezionare le varie variabili da controllare:



Mediante istogrammi è possibile stabilire:

- Percentuale globale di elementi non verificati
- Percentuale riferita ai vari elementi delle verifiche non superate
- Valori minimi, massimi e medi delle PGA

I risultati possono essere restituiti sull'intera struttura o per ogni singolo piano.

Abbinato alla funzione di calcolo del quadro completo delle PGA per elementi è possibile stimare numericamente il miglioramento ottenibile tramite eventuali interventi.



2. Modulo CoS.CA

2.1 Introduzione

Il modulo **CoS.CA** è una funzione opzionale di **FaTA-E** e di **VEM_{NL}** che consente l'intervento di consolidamento di pilastri e travi di elevazione. Per il suo funzionamento, **CoS.CA** necessita della presenza del modulo **PGA** (solo per **FaTA-E**).

Il software consente di intervenire su strutture esistenti con delle funzioni aggiuntive rispetto a quelle di base del modulo **CoS.CA** che consentono solo nel software **FaTA-E** di considerare la presenza di consolidamenti con fibre di carbonio, di calastrelli e angolari in acciaio, rinforzi CAM, come meglio esplicato nella Guida :

I tipi di consolidamento utilizzabili sono:

- Consolidamenti con fibre di carbonio;
- Consolidamenti con calastrelli e angolari in acciaio;
- Consolidamenti con rinforzi CAM;
- Consolidamenti mediante allargamento in c.a. della sezione resistente per pilastri;
- Consolidamenti delle travi di elevazione in c.a. mediante diverse tipologie di consolidamento:
 - Rinforzo inferiore trave;
 - Allargamento trave;
 - Rinforzo trave;
 - Nervatura trave a spessore.



I consolidamenti con fibre di carbonio sono calcolati in base alle istruzioni CNR DT-200, e il rinforzo con calastrelli e angolari in acciaio secondo le indicazioni della Circolare 617/2009.

2.2 Effetti della presenza dei rinforzi FRP

I rinforzi **FRP** possono essere applicati su pilastri, travi e nodi strutturali di strutture in c.a.

Per i pilastri il contributo dato dalle fibre riguarda:

- Verifica a presso/tenso-flessione;
- Verifica a taglio;
- Verifica a capacità di deformazione;
- Effetto del confinamento.

Per le travi il contributo dato dalle fibre riguarda:

- Verifica a presso/tenso-flessione;
- Verifica a taglio;
- Verifica a capacità di deformazione.

Per i nodi il contributo dato dalle fibre riguarda:

- Verifica di resistenza.

Il modello per il calcolo della resistenza di sezioni inflesse in presenza di FRP viene descritto nella norma di riferimento CNR DT-200 ai punti 4.2.2.3 e 4.2.2.4.

Ricordiamo che le resistenze unitarie da considerare sono calcolate considerando il fenomeno della "delaminazione". La resistenza finale dell'intervento è condizionata dal "pacchetto" fibra-resina-calcestruzzo.

La resistenza di calcolo effettiva è legata, oltre che alla resistenza e al modulo elastico della fibra, anche alla resistenza del calcestruzzo e alla lunghezza di ancoraggio.

Per tale motivo le fibre hanno maggiore effetto in campata, e minore o nullo alle estremità.

Il parametro che ci consente di considerare un ancoraggio efficace è Kcr. Per le sezioni con un efficace ancoraggio è posto pari a 3. Nelle sezioni di estremità viene per default posto pari a 0, in quanto il valore varia a seconda del tipo di ancoraggio che viene effettuato.



Per le sezioni di estremità di travi e pilastri il valore di default Kcr=0 porta a non considerare la presenza delle fibre per la verifica a flessione. Per gli estremi, quindi se non viene specificato il



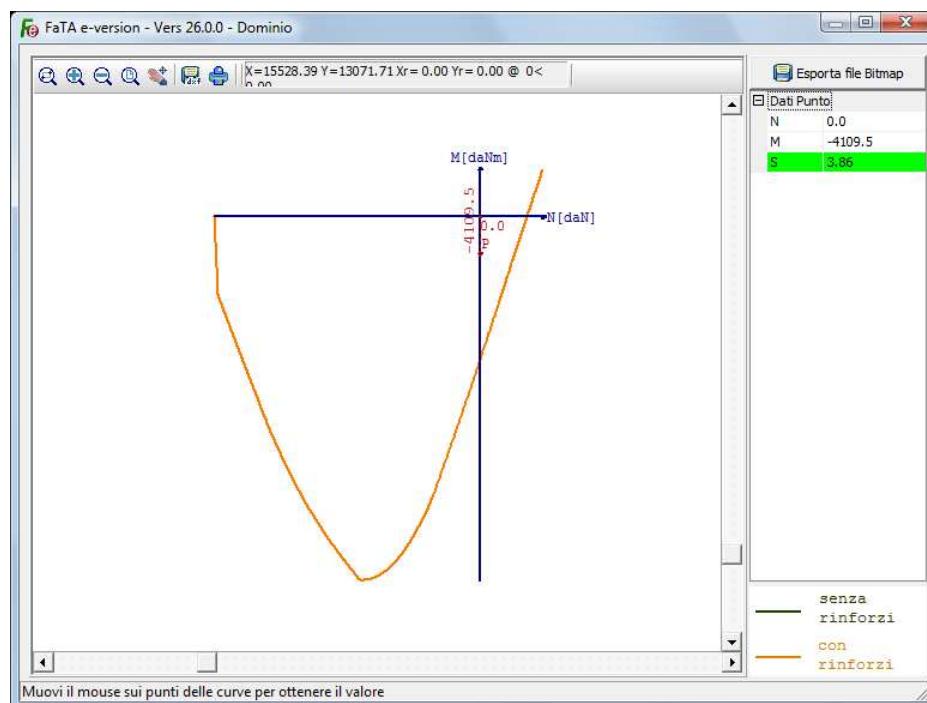
parametro Kcr non si potrà notare il giovamento dovuto alla presenza del rinforzo.

Si possono presentare casi in cui la modalità di rottura della sezione non consente di avere vantaggi dall'utilizzo delle fibre FRP.

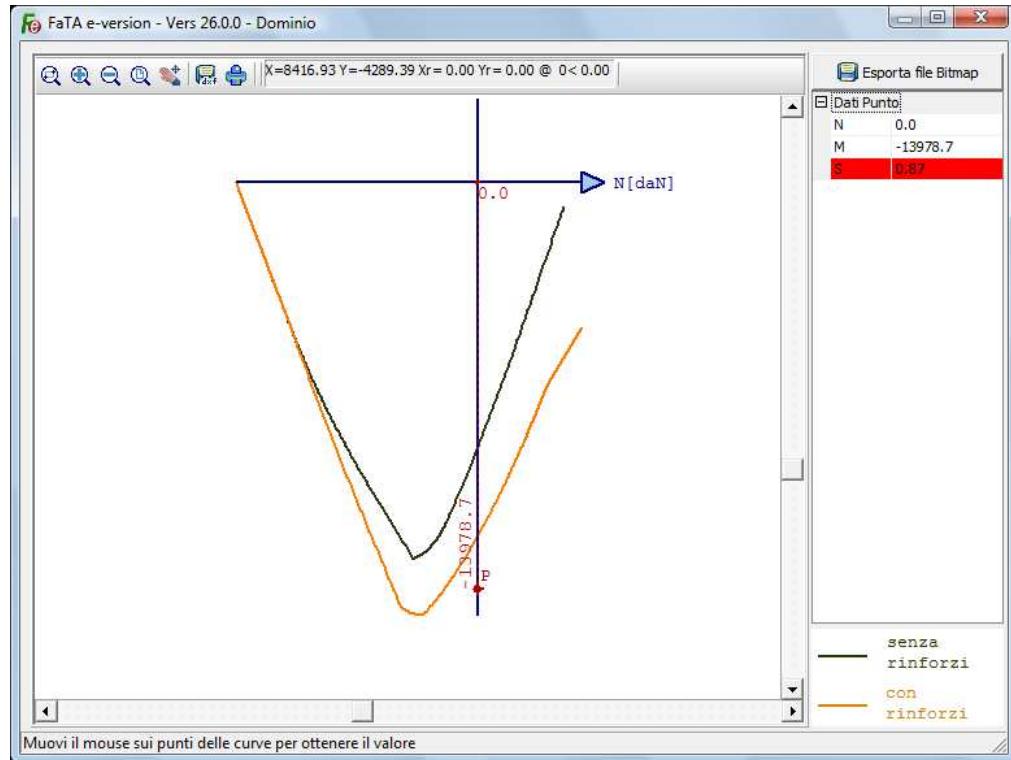
In FaTA-e ci sono tutti gli strumenti necessari per la valutazione dell'efficacia del rinforzo. In particolare, per la verifica a flessione, nell'ambiente di visualizzazione dei risultati è presente un apposito campo, contrassegnato dal colore giallo, che evidenzia l'inefficacia delle fibre inserite.

Mezzeria	
Afsup [cm ²]	7.63
Afinf [cm ²]	12.72
Aftot [cm ²]	20.36
Afsup frp [cm ²]	0.00
Afinf frp [cm ²]	0.50
ffdd [MPa]	1115.65
epsfdd	4.77
Nsd [daN]	0
MsdXZ [daNm]	-4109.46
NRd [daN]	1
MRdXZ [daNm]	-15876.39
Presenza FRP	Inefficace
Dominio	Visualizza

La conferma dell'inefficacia si ha cliccando su "Visualizza" posto accanto a "Dominio":



La figura evidenzia la sovrapposizione delle curve “senza rinforzi” e “con rinforzi”. Si riporta anche un caso in cui si nota l’efficacia delle fibre:



Nel caso riportato sopra il dimensionamento delle FRP, anche se consente un incremento di resistenza, non è sufficiente a garantire il superamento della verifica. Infatti, si nota che il punto P risulta esterno al dominio “con rinforzi”.

La verifica a taglio viene condotta in base alle indicazioni della CNR DT-200 al punto 4.2.2.3, di cui si riporta un estratto:

- (2) Nel caso di disposizione laterale su una sezione rettangolare, il contributo del rinforzo di FRP, $V_{Rd,f}$, può essere valutato in base al meccanismo di “cucitura” delle fessure da taglio, nel modo seguente:

$$V_{Rd,f} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \cdot \min \{0.9 \cdot d, h_w\} \cdot f_{sd} \cdot 2 \cdot t_f \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \theta} \cdot \frac{w_t}{p_f}, \quad (4.25)$$

dove il coefficiente parziale γ_{Rd} deve essere assunto pari a 1.20 (Tabella 3-3, § 3.4.2), d è l’altezza utile della sezione, h_w è l’altezza dell’anima della trave, f_{sd} è la resistenza efficace di calcolo del rinforzo, da valutarsi come indicato nel § 4.3.3.2, t_f è lo spessore del rinforzo di FRP, β è l’angolo di inclinazione delle fibre rispetto all’asse dell’elemento, θ è l’angolo di inclinazione delle fessure da taglio rispetto all’asse dell’elemento (in mancanza di determinazione più accurata, si può assumere $\theta = 45^\circ$), w_t e p_f sono, rispettivamente, la larghezza e il passo delle strisce, misurati ortogonalmente alla direzione delle fibre (Figura 4-9). Si noti che nel caso di strisce poste in adiacenza o di fogli il rapporto w_t/p_f è pari ad 1.0.

- (3) Nel caso di disposizione ad U o in avvolgimento su una sezione rettangolare, il contributo del rinforzo di FRP, $V_{Rd,f}$, può essere valutato in base al meccanismo a traliccio di Moersch e risulta pari a:

$$V_{Rd,f} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \cdot 0.9 \cdot d \cdot f_{sd} \cdot 2 \cdot t_f \cdot (\cot \theta + \cot \beta) \cdot \frac{w_t}{p_f}, \quad (4.26)$$

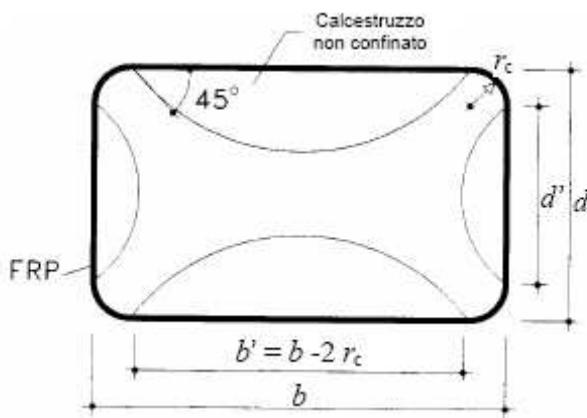
dove, per il significato dei simboli, si rimanda al precedente punto (2).



Il contributo delle fibre, in base alle indicazioni delle istruzioni CNR, viene sommata alla resistenza a taglio della sezione in assenza di fibre. Il valore limite del taglio resistente è in ogni caso pari al contributo del calcestruzzo V_{rdC} .

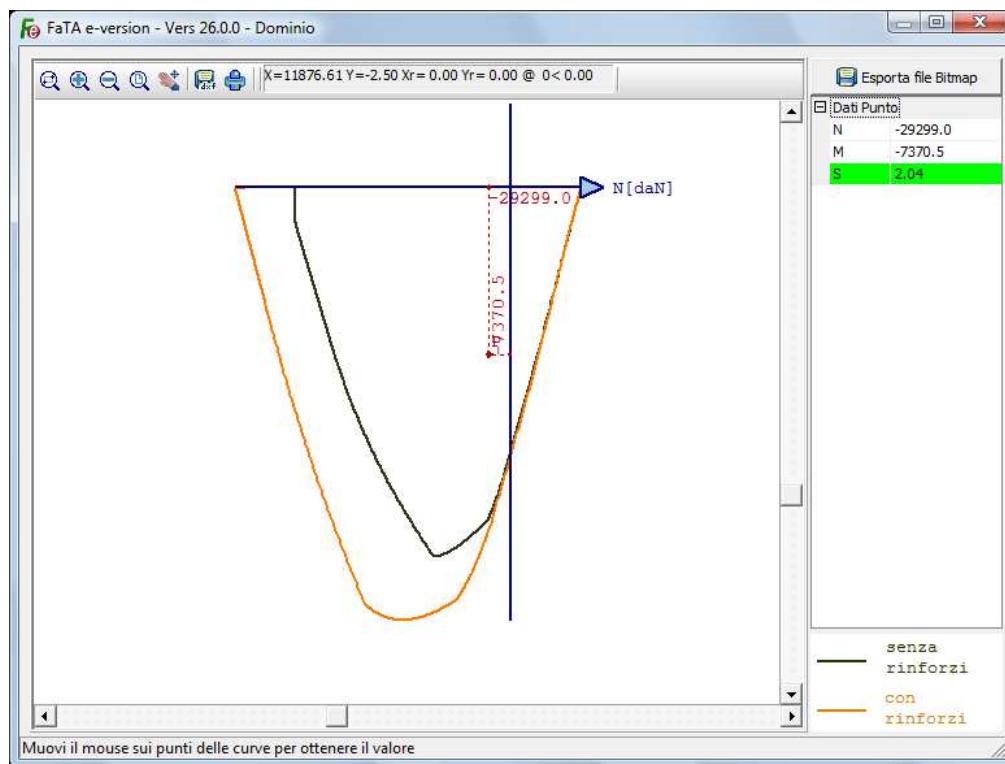
L'effetto del confinamento viene tenuto conto in base alle indicazioni del paragrafo 4.5 delle CNR DT-200. Un adeguato confinamento degli elementi di c.a. può determinare un miglioramento delle prestazioni dell'elemento strutturale.

L'effetto del confinamento è relativo, in funzione della fasciatura effettuata, ad una determinata regione. Nella figura sottostante viene proposto il modello di regione confinata della norma.



Anche gli effetti del confinamento possono essere valutati visualizzando il dominio di resistenza N-M.

Nella figura sottostante possiamo notare che i benefici dell'applicazione delle fibre non sono sempre sfruttabili. Nell'esempio, il punto di sollecitazione P è caratterizzato da un basso valore di sforzo normale corrispondente ad una zona del dominio in cui le curve "con rinforzi" e "senza rinforzi" si sovrappongono.



2.3 Comandi di gestione dei rinforzi FRP

Consente di gestire i consolidamenti in fibre "FRP" per gli elementi in calcestruzzo armato. Le funzionalità vengono attivate solo in presenza di calcolo di vulnerabilità sismica (PGA).

I comandi di inserimento di gestione dell'ambiente sono simile a quelli già descritti per le altre funzioni. Le funzionalità vengono attivate dalla seguente icona:



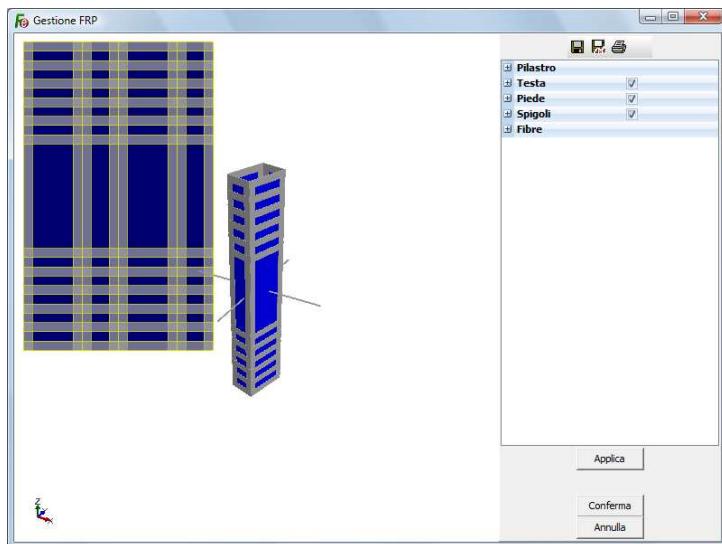
Il comando "FRP" attiva le seguenti funzioni:



Introduci : Consente la definizione delle caratteristiche delle fibre FRP cliccando direttamente sull'asta o sul nodo da consolidare (per i nodi si consiglia la visione filiforme).

Cliccando sui pilastri da rinforzare verrà visualizzata la seguente maschera di inserimento dei dati:





Le opzioni generali per il “**Pilastro**” sono:

- Fasce discontinue (se selezionato imposta le fasce trasversali discontinue);
- Arrotondamento spigoli (valore dell’arrotondamento degli spigoli);
- Unico blocco (imposte le successive impostazioni relative a tutto il pilastro).

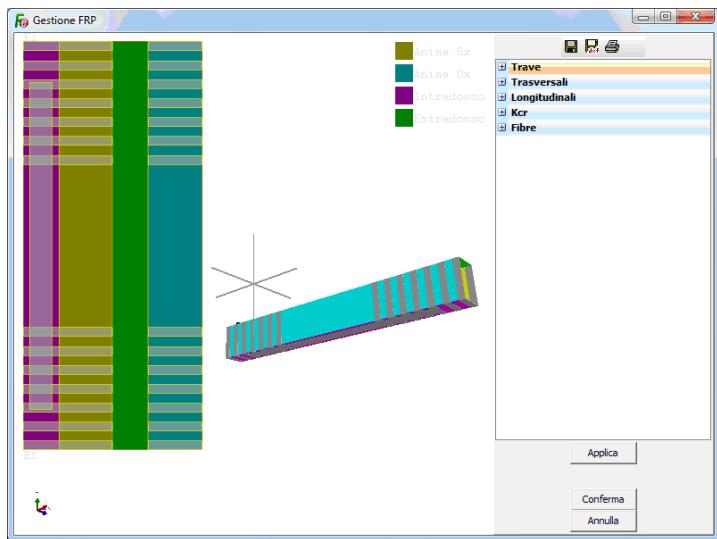
Per inserire le fibre di rinforzo trasversale nelle varie zone del pilastro spuntare l’apposito campo posto a fianco alla relativa zona.

Per ogni zona (testa, piede o blocco) è possibile definire:

- Luce (lunghezza in percentuale della zona da rinforzare a partire dall’estremo selezionato);
- Numero (numero totale delle strisce trasversali all’interno della zona selezionata);
- Larghezza (larghezza della singola striscia);
- Kcr (coefficiente di delaminazione dell’estremo);
- Numero Strati (numero degli strati di fibra da sovrapporre);
- Spessore Strati (spessore del singolo strati di fibra).

Cliccando sulle travi da rinforzare verrà visualizzata la seguente maschera di inserimento dei dati:





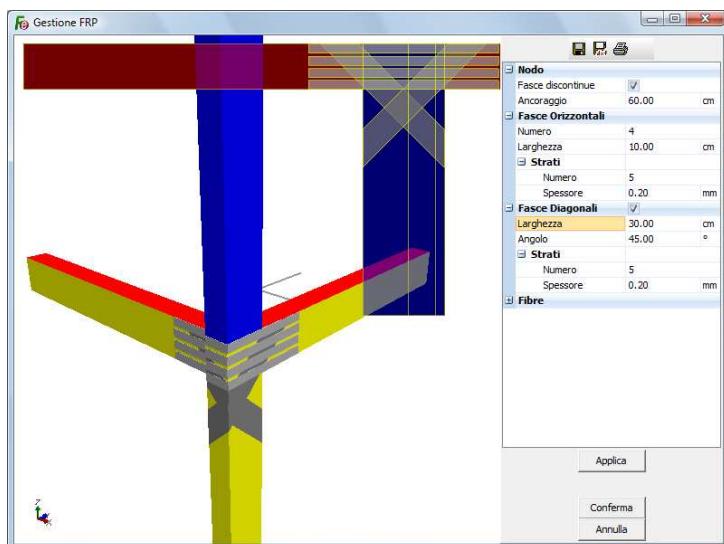
La gestione delle FRP è divisa in:

- Fibre trasversali;
- Fibre longitudinali

I campi in aggiunta al pilastro sono:

- Disposizione (tipo di disposizione: laterali, ad U, ad Ο, in avvolgimento);
- Altezza solai dx (altezza del solaio a destra della trave);
- Altezza solai sx (altezza del solaio a sinistra della trave);

Cliccando sui nodi da rinforzare verrà visualizzata la seguente maschera di inserimento dei dati:



Le opzioni generali per il "**Nodo**" sono:

- Fasce discontinue (se selezionato imposta le fasce orizzontali discontinue);
- Ancoraggio (valore dell'ancoraggio delle fasce sulle travi);



La gestione delle FRP per i nodi è divisa in:

- Fibre orizzontali;
- Fibre diagonali.

Per ogni tipo di disposizione è possibile definire:

- Numero;
- Larghezza;
- Strati.

 **Cancella** : Consente la cancellazione dei rinforzi presenti cliccando sull'elemento voluto.

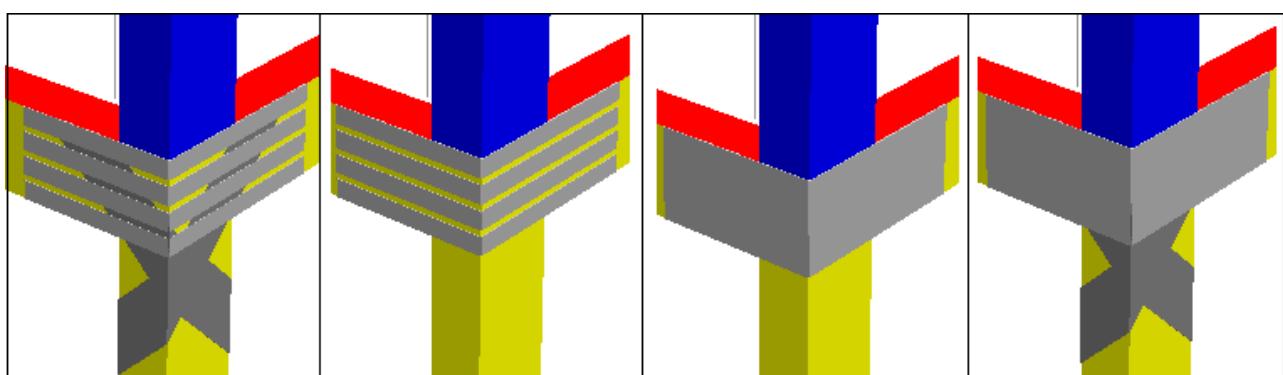
Il rinforzo del nodo avviene disponendo le fibre in modo da assorbire l'azione delle travi e dei tamponamenti. L'intera azione deve essere assegnate alle fibre secondo la formula 7.4.12 del D.M. 14/01/2008, sostituendo i campi con i corrispondenti per le fibre:

$$A_{\text{FRP}} f_{\text{FRP}} \geq \gamma_{\text{Rd}} \cdot A_{\text{s2}} \cdot f_{\text{yd}} \cdot (1 - 0,8v_d) \text{ per nodi esterni}$$

La resistenza f_{FRP} è relativa al fenomeno della delaminazione, condizionata dal sistema fibra-resina-calcestruzzo.

In presenza di elevata spinta dei tamponamenti è consigliabile aggiungere anche le fibre disposte secondo le diagonali del nodo.

Le possibili disposizioni sono per il software libere da vincoli di input, per cui è possibile scegliere tra varie disposizioni di fibre. Allo stesso modo è possibile disporre le fibre trasversali a strisce o con tessuto bidimensionali.



È bene notare che la formula di verifica è completamente diversa dal caso in assenza di FRP. La circolare 617/2009 per i nodi assume la totale assenza di armature all'interno del nodo:

$$\sigma_{\text{nt}} = \left| \frac{N}{2A_{\text{g}}} - \sqrt{\left(\frac{N}{2A_{\text{g}}} \right)^2 + \left(\frac{V_{\text{n}}}{A_{\text{g}}} \right)^2} \right| \leq 0,3\sqrt{f_c} \quad (f_c \text{ in MPa}) \quad (8.7.2.2)$$

$$\sigma_{nc} = \frac{N}{2A_g} + \sqrt{\left(\frac{N}{2A_g}\right)^2 + \left(\frac{V_n}{A_g}\right)^2} \leq 0,5f_c \quad (8.7.2.3)$$

2.4 Effetti della presenza di incamiciature in acciaio

I rinforzi in acciaio adottabili per le strutture in c.a. vengono definiti al punto C8A.7.2.1 della circolare 617/200. Il loro utilizzo è per lo più consigliato su pilastri.

Per i pilastri il contributo dato dalle fibre riguarda:

- Verifica a taglio;
- Effetto del confinamento.

Il contributo delle parti in acciaio per la valutazione della resistenza a flessione, contrariamente al caso delle fibre FRP, è di difficile modellazione, considerando l'assenza di sperimentazione comprovata al fine del calcolo della resistenza unitaria di Acciaio-resina-calcestruzzo (fenomeno tipo "delaminazione").

Il contributo a taglio dell'incamiciatura in acciaio, viene sommato alla resistenza a taglio della sezione in assenza rinforzo, in base alla formula C8A.7.5 della circ. 617/2009:

$$V_j = 0,5 \frac{2t_j b}{s} f_{yw} \frac{1}{\cos \alpha_t} \quad (\text{C8A.7.5})$$

L'effetto del confinamento viene valutato secondo il paragrafo C8A.7.2.2 considerando i fattori di efficienza al confinamento.



2.5 Strategie d'intervento

Ovviamente, i modi con i quali pervenire alla soluzione in merito ai consolidamenti sono molteplici. Partendo da alcune considerazioni è possibile formulare una strategia generalmente valida.

Considerazioni:

1. I meccanismi fragili condizionano enormemente la struttura al punto che sono considerati con un fattore di struttura all'incirca la metà dei duttili;
2. Le strutture esistenti sono deficitarie di armatura a taglio, sia per pratica costruttiva, sia per l'eccessivo utilizzo di sagomati, la cui posizione non sempre è efficace;
3. La resistenza dei nodi è stata ignorata sino alla pubblicazione dell'OPCM 3274.

Queste tre considerazioni portano a formulare una sequenza di operazioni che nella gran parte dei casi portano alla soluzione:

1. Rinforzo della resistenza a taglio degli elementi (FRP o incamiciatura in acciaio);
2. Rinforzo dei nodi strutturali non confinati;
3. Confinamento delle colonne;
4. Eventuali rinforzi a flessione.

In particolare gli interventi 1 e 2 consentono di modificare il comportamento della struttura da fragile a duttile. Ricordiamo che un elemento viene considerato fragile se:

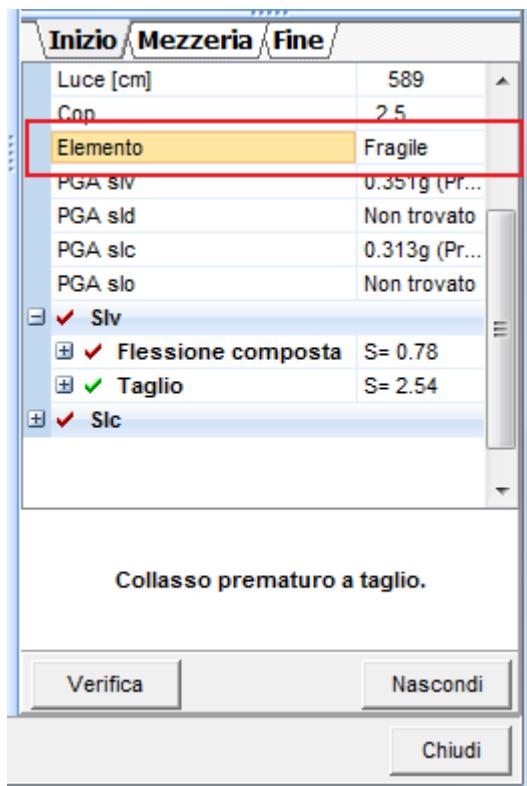
- Non ha sezione rettangolare;
- Non ha armatura simmetrica;
- Per i carichi verticali, il coefficiente di sic. a taglio è inferiore di quello a flessione;
- Per i carichi verticali, il coefficiente di sic. del nodo al piede è inferiore di quello a flessione (solo per i pilastri);
- Sforzo normale $> 0.4 \times A_{cls} \times f_{cd}$;

Per cui il rinforzo dei nodi e a taglio consente, nella maggior parte dei casi, di modificare la classificazione da fragile a duttile. Il riscontro numerico più immediato è rappresentato dal diverso valore del fattore di struttura utilizzato che, nella migliore delle ipotesi, viene raddoppiato. In altri termini, ciò consente di dimezzare le sollecitazioni sismiche agli elementi, consentendo il danneggiamento tipico della rottura duttile.



Uno strumento utile al consolidamento è presente nell'ambiente di visualizzazione dei risultati delle verifiche. Dopo aver selezionato l'asta prescelta, cliccando sul campo "elemento" viene riportata la motivazione determinante alla classificazione in "fragile".

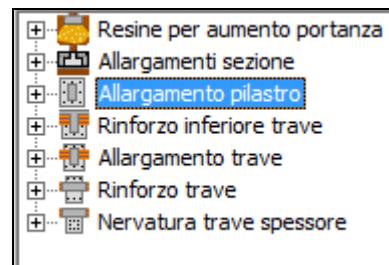
Nell'esempio sottostante, intervenendo sulla resistenza a taglio è possibile far diventare l'elemento duttile.



2.6 Tipologie consolidamento ringrossi in c.a.

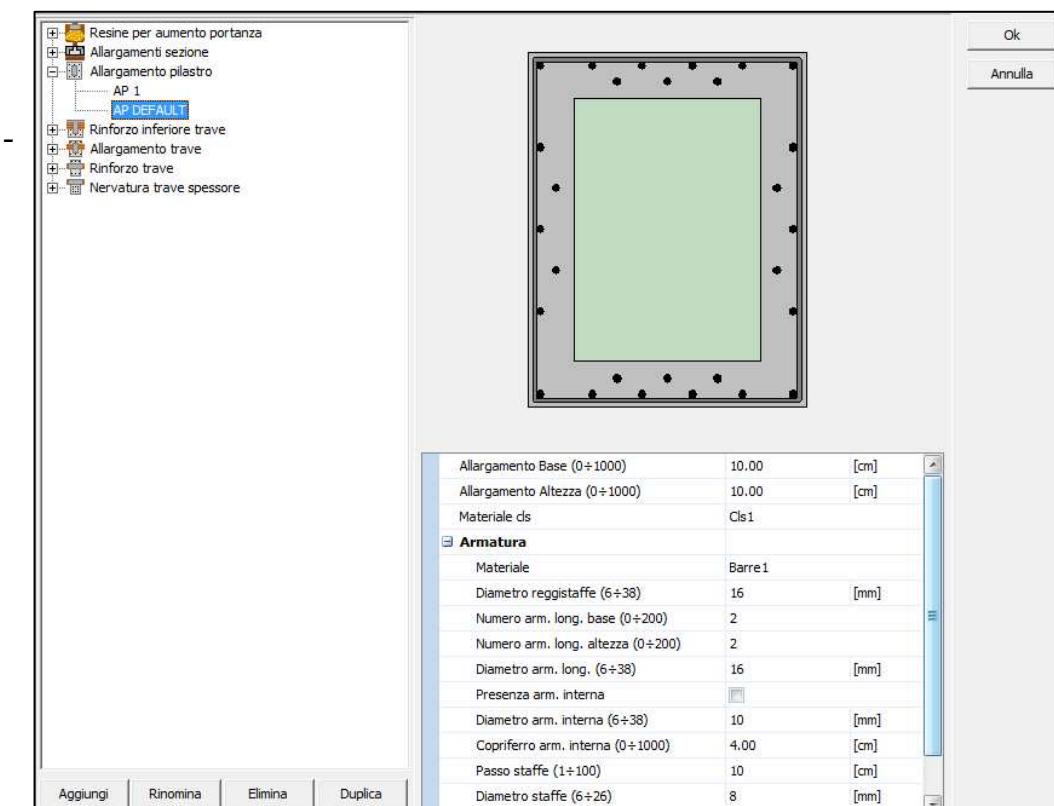
Il modulo **CoS.CA** permette di definire attraverso l'editor dei consolidamenti  le tipologie di consolidamento da assegnare ai pilastri ed alle travi di elevazione;





ALLARGAMENTO PILASTRO

Per il consolidamento dei pilastri il software consente di dimensionare l'allargamento della base e dell'altezza della sezione esistente, di assegnare le armature longitudinali e trasversali per ogni allargamento e di personalizzare i materiali del consolidamento sia il cls che l'acciaio di armatura.



DATI ALLARGAMENTO PILASTRO

Allargamento Base (0÷1000)	10.00	[cm]
Allargamento Altezza (0÷1000)	10.00	[cm]
Materiale cls	Cls1	
Armatura		
Materiale	Barre1	
Diametro reggistaffe (6÷38)	16	[mm]
Numero arm. long. base (0÷200)	2	
Numero arm. long. altezza (0÷200)	2	
Diametro arm. long. (6÷38)	16	[mm]
Presenza arm. interna	<input checked="" type="checkbox"/>	
Diametro arm. interna (6÷38)	10	[mm]
Copriferro arm. interna (0÷1000)	4.00	[cm]
Passo staffe (1÷100)	10	[cm]
Diametro staffe (6÷26)	8	[mm]
Passo staffe Nodo testa (1÷100)	10	[cm]
Diametro staffe Nodo testa (6÷26)	8	[mm]

Nome : Nome del consolidamento applicato per aumento portanza
 All. Base stesso; : allargamento della base del pilastro, per lato, per il consolidamento dello stesso;
 All. Altezza stesso; : allargamento dell'altezza del pilastro, per lato, per il consolidamento dello stesso;
 Materiale cls : tipo di cls usato per il consolidamento;

ARMATURA

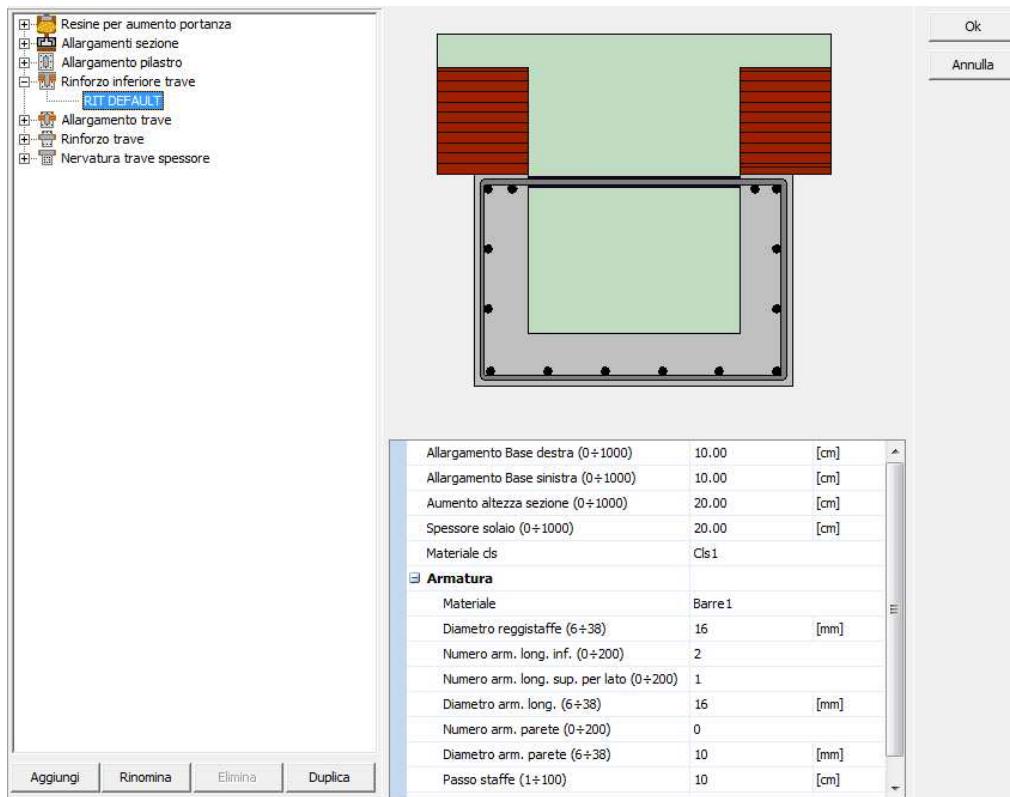
Materiale Barre : tipo di acciaio delle barre usato per il consolidamento;
 Diam. Reggistaffe : diametro barre armature reggistaffe;
 Numero arm. long. Base : numero di ferri longitudinali intermedi presenti nel consolidamento lungo la base della sezione consolidata (esclusi i reggistaffe);
 Numero arm. long. Altezza : numero di ferri longitudinali intermedi presenti nel consolidamento lungo l'altezza della sezione consolidata (esclusi i reggistaffe);
 Diametro arm. long. : diametro barre armature longitudinali lungo la base e l'altezza della sezione consolidata;
 Presenza arm. interna : presenza oppure no di armatura interna longitudinale supplementare;
 Diametro arm. interna : diametro dell'eventuale armatura interna longitudinale supplementare;
 Copriferro arm. interna : copriferro dell'eventuale armatura interna longitudinale supplementare;
 Passo staffe : passo barre armature trasversali;
 Diam. Staffe : diametro barre armature trasversali;
 Passo staffe Nodo testa: passo barre armature trasversali nel nodo in testa al pilastro;
 Diam. staffe Nodo testa : diametro barre armature trasversali nel nodo in testa al pilastro;

Nome	All. Base [cm]	All. Altezza [cm]	Materiale cls	Materiale barre	Diam. reggistaffe [mm]	Numero arm. long. base	Numero arm. long. altezza	Diametro arm. long. [mm]	Presenza arm. interna	Diametro arm. Interna [mm]	Copriferro arm. Interna [cm]	Passo staffe [cm]	Diam. staffe [mm]	Passo staffe Nodo testa [cm]	Diam. staffe Nodo testa [cm]	Armatura	
AP DEFAULT	10.00	10.00	Cls1	Barre1	16	2	2	16	assente	-	-	10	8	10	8		



RINFORZO INFERIORE TRAVE

Per il consolidamento delle travi di elevazione il software consente di dimensionare il rinforzo inferiore della sezione di una trave emergente esistente. Consente di assegnare le armature longitudinali e trasversali del consolidamento e di personalizzare i materiali cls ed acciaio di armatura del consolidamento.



DATI RINFORZO INFERIORE TRAVE

Allargamento Base destra (0÷1000)	10.00	[cm]
Allargamento Base sinistra (0÷1000)	10.00	[cm]
Aumento altezza sezione (0÷1000)	20.00	[cm]
Spessore solaio (0÷1000)	20.00	[cm]
Materiale cls	cls1	
Armatura		
Materiale	Barre1	
Diametro reggistaffe (6÷38)	16	[mm]
Numero arm. long. inf. (0÷200)	2	
Numero arm. long. sup. per lato (0÷200)	1	
Diametro arm. long. (6÷38)	16	[mm]
Numero arm. parete (0÷200)	0	
Diametro arm. parete (6÷38)	10	[mm]
Passo staffe (1÷100)	10	[cm]
Diametro staffe (6÷38)	8	[mm]



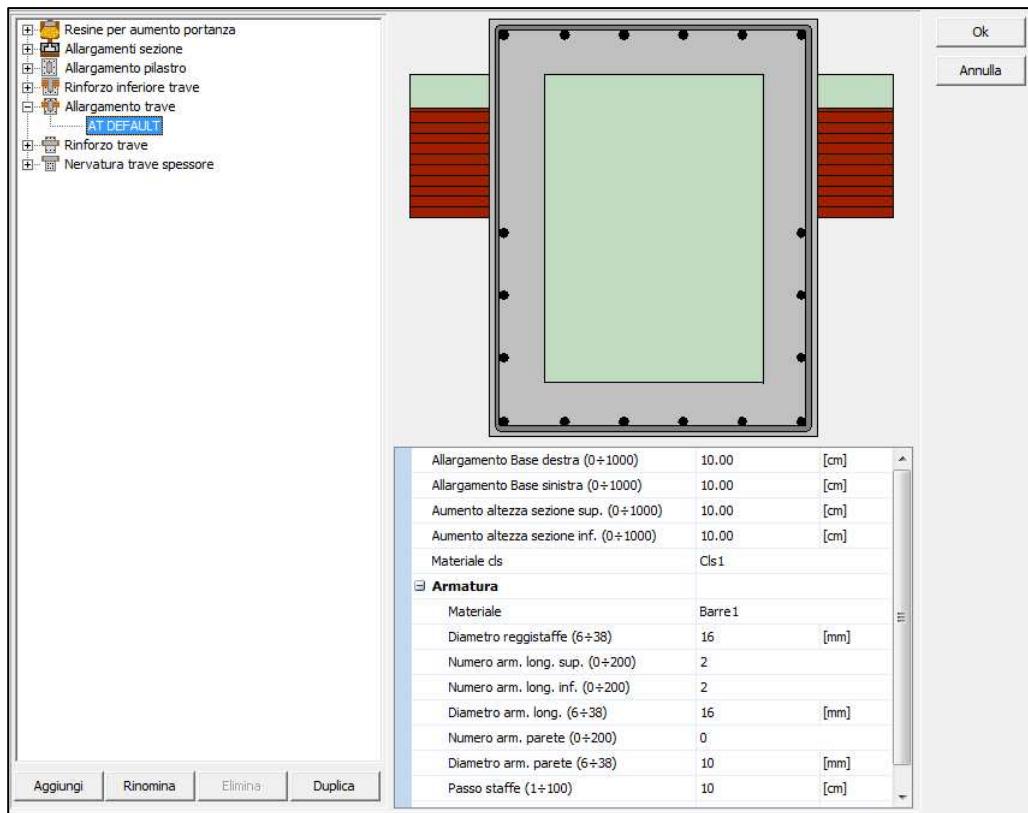
Nome	: nome della tipologia di consolidamento;
All. Base DX della	: allargamento della base della trave a destra per il consolidamento stessa;
All. Base SX della	: allargamento della base della trave a sinistra per il consolidamento stessa;
Aumento Altezza consolidamento	: allargamento dell'altezza della trave dal lato inferiore per il della stessa;
Spess. solaio	: spessore del solaio adiacente a partire dall'estradosso della trave.
Materiale cls	: tipo di cls usato per il consolidamento
ARMATURA	
Materiale Barre	: tipo di acciaio delle barre usato per il consolidamento
Diam. Reggistaffe	: diametro barre armature reggistaffe;
Numero arm. long. Inf.	: numero di ferri long. Inf. intermedi presenti nel consolidamento (esclusi i reggistaffe);
Numero arm. long. Sup per lato	: numero di ferri long. Sup. per lato presenti nel consolidamento (esclusi i reggistaffe)
Diametro arm. long.	: diametro barre armature longitudinali della sezione consolidata;
Num. arm parete	: numero di ferri long. di parete per lato presenti nel consolidamento
Diam. arm. parete	: diametro barre armature di parte presenti nel consolidamento;
Passo staffe	: passo barre armature trasversali;
Diam. Staffe	: diametro barre armature trasversali;

Nome	All. Base DX [cm]	All. Base SX [cm]	Aumento Altezza [cm]	Spess. Solaio [cm]	Materiale cls	Armatura								
						Materiale barre	Diam. reggistaffe [mm]	Numero arm. long. inf.	Numero arm. long. sup. per lato	Diametro arm. long. [mm]	Num. arm. parete	Diam. arm. parete [mm]	Passo staffe [cm]	Diam. staffe [mm]
RIT DEFAULT	10.00	10.00	20.00	20.00	Clsl	Barrel	16	2	1	16	1	12	10	8



ALLARGAMENTO TRAVE

Per il consolidamento delle travi di elevazione il software consente di dimensionare l'allargamento della sezione di una trave esistente. Consente di assegnare le armature longitudinali e trasversali del consolidamento e di personalizzare i materiali cls ed acciaio di armatura del consolidamento.



DATI ALLARGAMENTO TRAVE

Allargamento Base destra (0÷1000)	10.00	[cm]
Allargamento Base sinistra (0÷1000)	10.00	[cm]
Aumento altezza sezione sup. (0÷1000)	10.00	[cm]
Aumento altezza sezione inf. (0÷1000)	10.00	[cm]
Materiale cls	Cls1	
Armatura		
Materiale	Barre1	
Diametro reggistaffe (6÷38)	16	[mm]
Numero arm. long. sup. (0÷200)	2	
Numero arm. long. inf. (0÷200)	2	
Diametro arm. long. (6÷38)	16	[mm]
Numero arm. parete (0÷200)	0	
Diametro arm. parete (6÷38)	10	[mm]
Passo staffe (1÷100)	10	[cm]

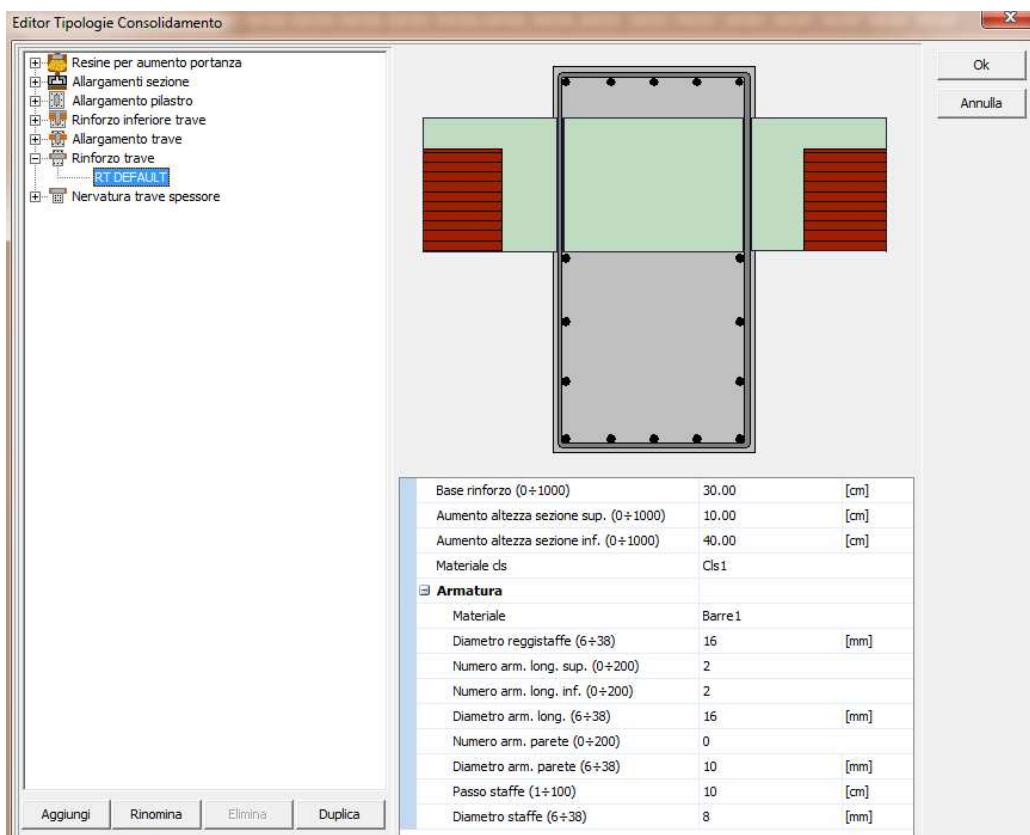


Nome	: nome della tipologia di consolidamento;
All. Base DX	: allargamento della base della trave a destra per il consolidamento della stessa;
All. Base SX	: allargamento della base della trave a sinistra per il consolidamento della stessa;
Aumento Altezza sup.	: allargamento dell'altezza della trave dal lato superiore per il consolid. della stessa;
Aumento Altezza inf.	: allargamento dell'altezza della trave dal lato inferiore per il consolid. della stessa;
Materiale cls	: tipo di cls usato per il consolidamento

ARMATURA

Materiale Barre	: tipo di acciaio delle barre usato per il consolidamento
Diam. Reggistaffe	: diametro barre armature reggistaffe;
Numero arm. long. Inf.	: numero di ferri long. Inf. intermedi presenti nel consolidamento (esclusi i reggistaffe);
Numero arm. long. Sup	: numero di ferri long. Sup. intermedi presenti nel consolidamento (esclusi i reggistaffe)
Diametro arm. long.	: diametro barre armature longitudinali della sezione consolidata;
Num. arm parete	: numero di ferri long. di parete per lato presenti nel consolidamento;
Diam. arm. parete	: diametro barre armature di parte presenti nel consolidamento;
Passo staffe	: passo barre armature trasversali;
Diam. Staffe	: diametro barre armature trasversali;

Nome	All. Base DX [cm]	All. Base SX [cm]	Aumento Altezza Sup. [cm]	Aumento Altezza Inf. [cm]	Materiale cls	Materiale barre	Diam. reggistaffe [mm]	Numero arm. long. inf.	Numero arm. long. sup.	Diametro arm. long. [mm]	Num. arm. parete	Diam. arm. parete [mm]	Passo staffe [cm]	Diam. staffe [mm]	Armatura		
															AT DEFAULT	10.00	
																	10.00

RINFORZO TRAVE

Per il consolidamento delle travi di elevazione il software consente di dimensionare il rinforzo superiore ed inferiore della sezione di una trave esistente. Consente di assegnare le armature longitudinali e trasversali del consolidamento e di personalizzare i materiali cls ed acciaio di armatura del consolidamento.

DATI RINFORZO TRAVE

Base rinforzo (0÷1000)	30.00	[cm]
Aumento altezza sezione sup. (0÷1000)	10.00	[cm]
Aumento altezza sezione inf. (0÷1000)	40.00	[cm]
Materiale cls	Cls1	
Armatura		
Materiale	Barre1	
Diametro reggistaffe (6÷38)	16	[mm]
Numero arm. long. sup. (0÷200)	2	
Numero arm. long. inf. (0÷200)	2	
Diametro arm. long. (6÷38)	16	[mm]
Numero arm. parete (0÷200)	0	
Diametro arm. parete (6÷38)	10	[mm]
Passo staffe (1÷100)	10	[cm]
Diametro staffe (6÷38)	8	[mm]

Nome : nome della tipologia di consolidamento;
 Base rinforzo : larghezza del rinforzo della trave per il consolidamento della stessa;
 Aumento Altezza sez. sup.: altezza del rinforzo della trave dal lato superiore per il consolid. della stessa;
 Aumento Altezza sez. inf. : altezza del rinforzo della trave dal lato inferiore per il consolid. della stessa;
 Materiale cls : tipo di cls usato per il consolidamento

ARMATURA

Materiale Barre : tipo di acciaio delle barre usato per il consolidamento
 Diam. Reggistaffe : diametro barre armature reggistaffe;
 Numero arm. long. Inf. : numero di ferri long. Inf. intermedi presenti nel consolid. (esclusi i reggistaffe);
 Numero arm. long. Sup.: numero di ferri long. Sup. intermedi presenti nel consolid. (esclusi i reggistaffe)
 Diametro arm. long. : diametro barre armature longitudinali della sezione consolidata;
 Num. arm parete : numero di ferri long. di parete per lato presenti nel consolidamento
 Diam. arm. parete : diametro barre armature di parte presenti nel consolidamento;
 Passo staffe : passo barre armature trasversali;
 Diam. Staffe : diametro barre armature trasversali;

Nome	Base rinforzo [cm]	Aumento Altezza Sup. [cm]	Aumento Altezza Inf. [cm]	Materiale cls	Materiale barre	Diam. reggistaffe [mm]	Numero arm. long. inf.	Numero arm. long. sup.	Diametro arm. long. [mm]	Num. arm. parete	Diam. arm. parete [mm]	Passo staffe [cm]	Diam. staffe [mm]	Armatura
RT DEFAULT	30.00	10.00	40.00	Cls1	Barre1	16	2	2	16	1	12	10	8	



NERVATURA TRAVE A SPESSORE

NTS DEFAULT

Base nervatura (0÷1000)	30.00	[cm]
Altezza nervatura (0÷1000)	40.00	[cm]
Materiale ds	Cl1	
Armatura		
Materiale	Barre1	
Diametro reggistaffe (6÷38)	16	[mm]
Numero arm. long. sup. (0÷200)	4	
Numero arm. long. inf. (0÷200)	4	
Diametro arm. long. (6÷38)	16	[mm]
Distanza arm. sup. (0÷1000)	5.00	[cm]
Numero arm. parete (0÷200)	0	
Diametro arm. parete (6÷38)	10	[mm]
Passo staffe (1÷100)	10	[cm]
Diametro staffe (6÷38)	8	[mm]

Aggiungi Rinomina Elimina Duplica

DATI NERVATURA TRAVE A SPESSORE

Base nervatura (0÷1000)	30.00	[cm]
Altezza nervatura (0÷1000)	40.00	[cm]
Materiale ds	Cl1	
Armatura		
Materiale	Barre1	
Diametro reggistaffe (6÷38)	16	[mm]
Numero arm. long. sup. (0÷200)	4	
Numero arm. long. inf. (0÷200)	4	
Diametro arm. long. (6÷38)	16	[mm]
Distanza arm. sup. (0÷1000)	5.00	[cm]
Numero arm. parete (0÷200)	0	
Diametro arm. parete (6÷38)	10	[mm]
Passo staffe (1÷100)	10	[cm]
Diametro staffe (6÷38)	8	[mm]



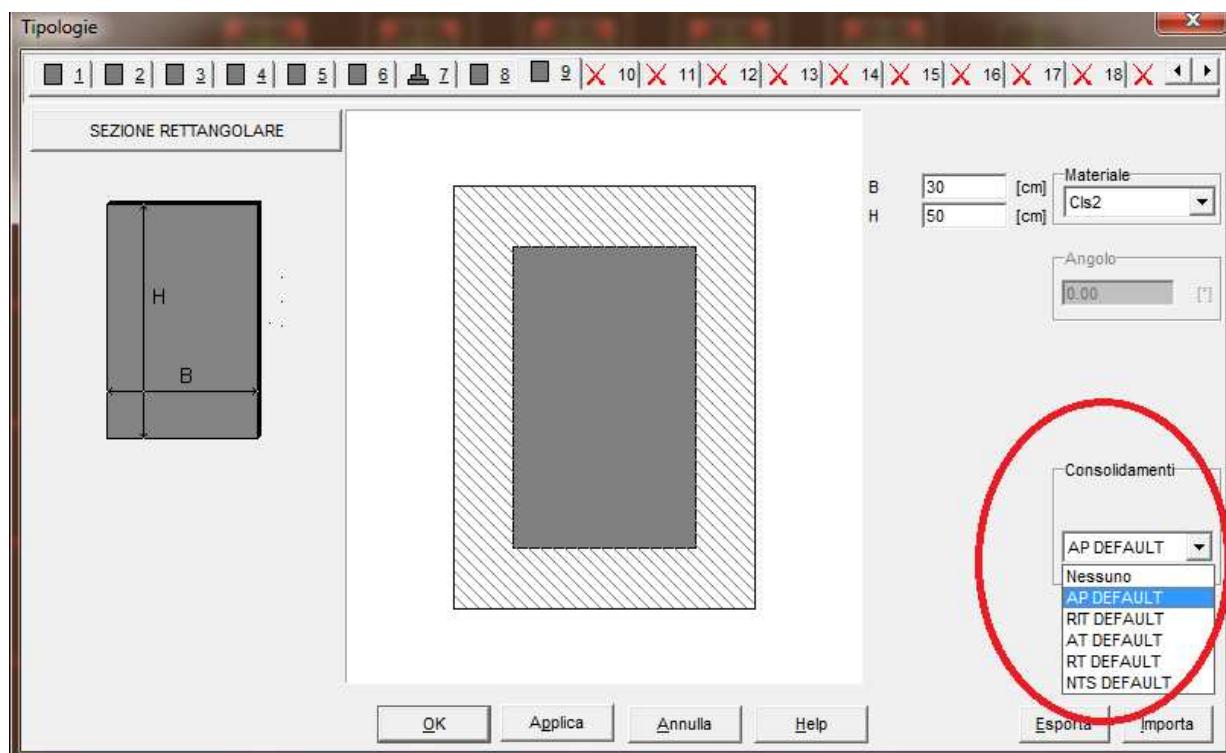
Nome	: nome della tipologia di consolidamento;
Base nervatura trave;	: larghezza della nervatura inferiore di rinforzo per il consolidamento della trave;
Altezza nervatura	: altezza della nervatura inferiore di rinforzo per il consolidamento della trave;
Materiale cls	: tipo di cls usato per il consolidamento
ARMATURA	
Materiale Barre	: tipo di acciaio delle barre usato per il consolidamento
Diam. Reggistaffe	: diametro barre armature reggistaffe;
Numero arm. long. Inf.	: numero di ferri long. Inf. intermedi presenti nel consolid. (esclusi i reggistaffe);
Numero arm. long. Sup.:	numero di ferri long. Sup. intermedi presenti nel consolid. (esclusi i reggistaffe)
Diametro arm. long.	: diametro barre armature longitudinali della sezione consolidata;
Distanza arm. sup.	: distanza dall'estremo superiore del rinforzo delle armature longitudinali sup. intermedie;
Num. arm parete	: numero di ferri long. di parete per lato presenti nel consolidamento
Diam. arm. parete	: diametro barre armature di parte presenti nel consolidamento;
Passo staffe	: passo barre armature trasversali;
Diam. Staffe	: diametro barre armature trasversali;

Nome	Base nervatura [cm]	Altezza nervatura [cm]	Materiale cls	Materiale barre	Armatura								
					Diam. reggistaffe [mm]	Numero arm. long. inf.	Numero arm. long. sup.	Diametro arm. long. [mm]	Distanza arm. sup. [mm]	Num. arm. parete	Diam. arm. parete [mm]	Passo staffe [cm]	Diam. staffe [mm]
NTS DEFAULT	30.00	40.00	Clsl	Barrel	16	4	4	16	5	1	12	10	8



2.7 Inserimento del consolidamento

L'inserimento del consolidamento in fondazione avviene nell'ambiente relativo alle Tipologie travi e pilastri  in cui oltre a definire le caratteristiche geometriche della sezione rettangolare esistente da consolidare ed il suo materiale permette di inserire i consolidamenti. Risulta possibile assegnare la tipologia di consolidamento voluta selezionandola fra le tipologie inserite nell'editor tipologie consolidamenti.

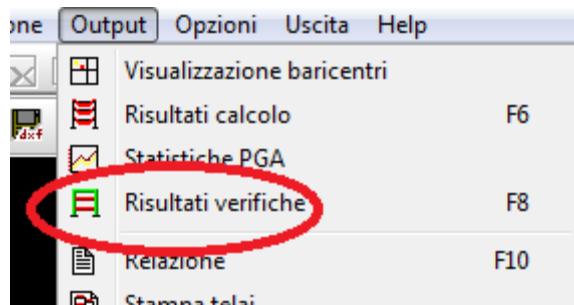


Dopo aver inserito il consolidamento già in input grafico ed in visione 3D il software consente di visionare la variazione al modello strutturale.



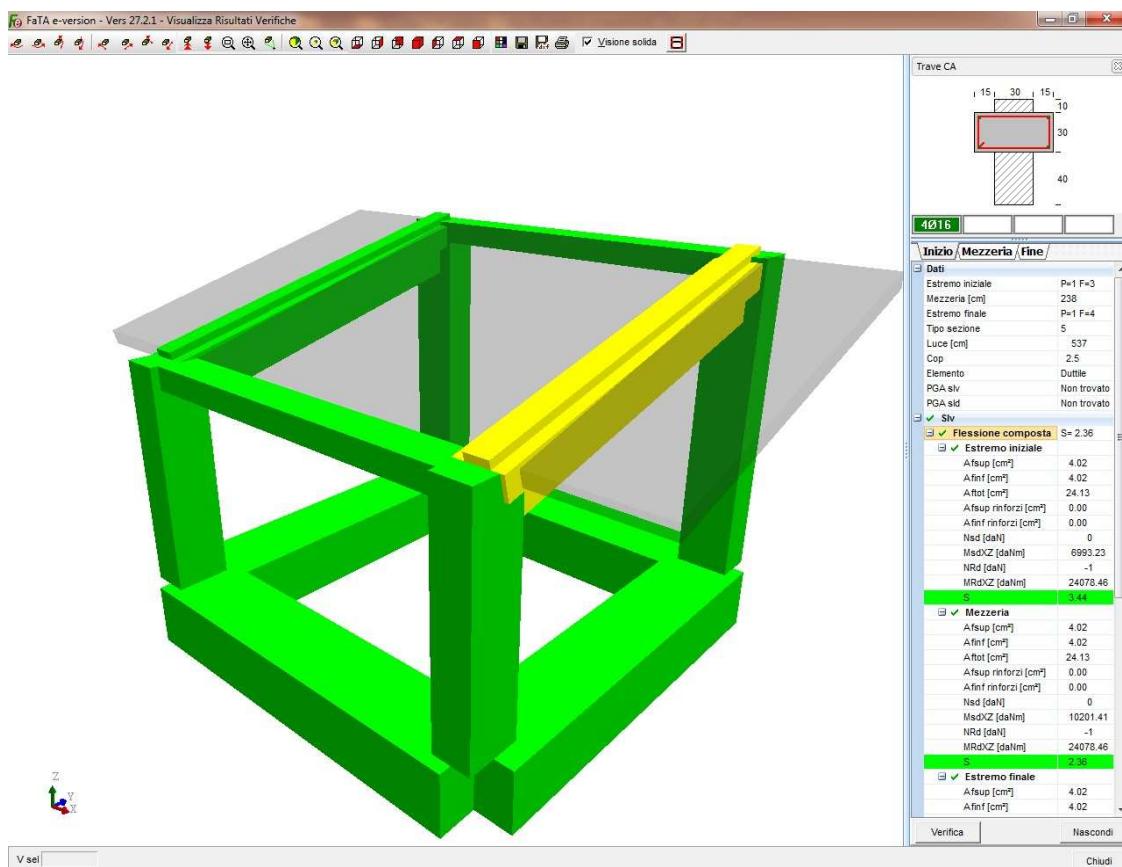
2.8 Analisi dei risultati

Per visualizzare i risultati delle verifiche eseguite e quindi valutare il margine di sicurezza ottenuto nei vari elementi consolidati basta selezionare il comando Risultati verifiche

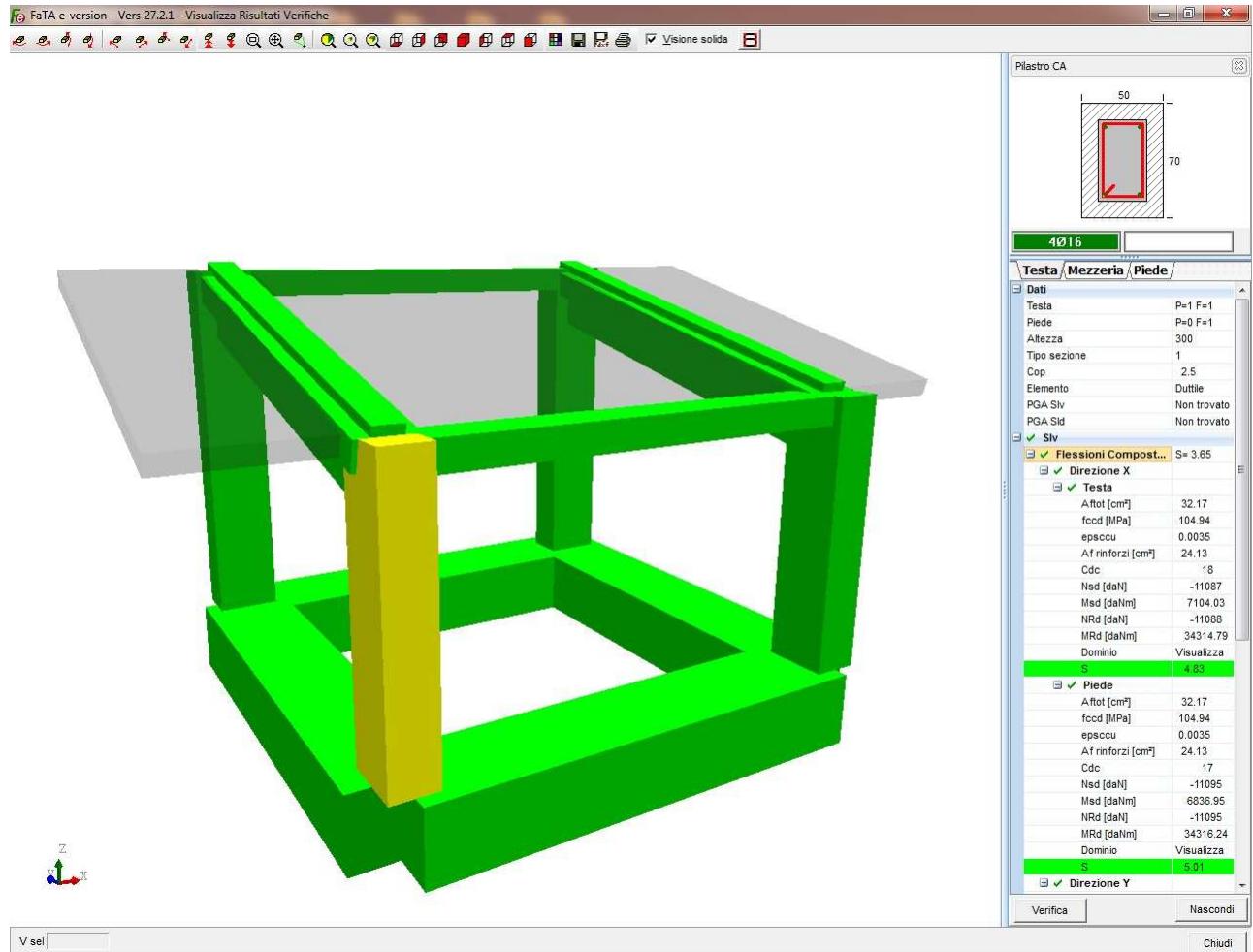


Selezionando il singolo elemento strutturale si visualizzerà una sintesi dei risultati di calcolo dell'elemento consolidato e si potranno valutare gli interventi di consolidamento effettuati o prevederne degli altri.

Esempio trave di elevazione consolidata



Esempio pilastro consolidato

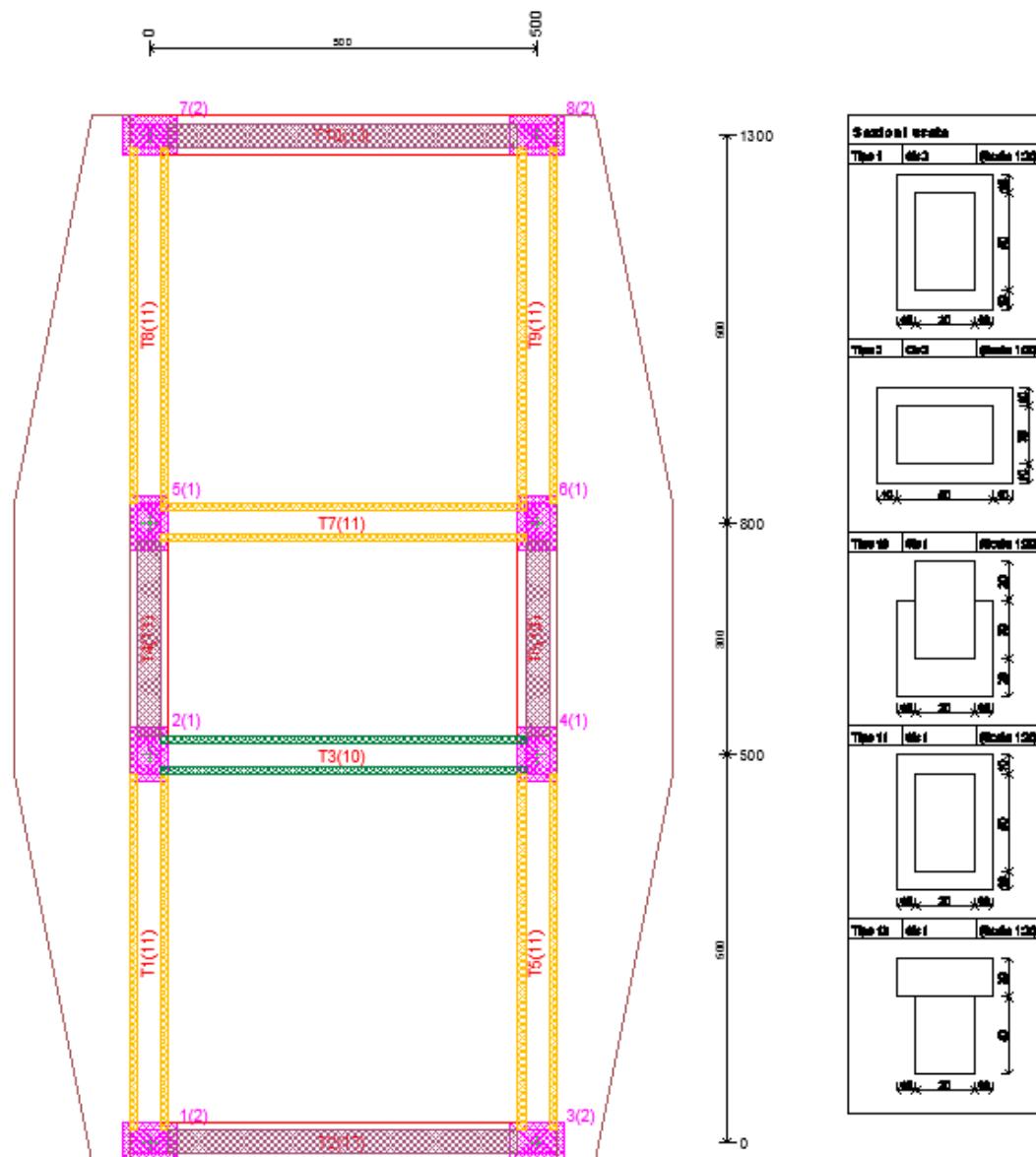


2.9 Elaborati grafici

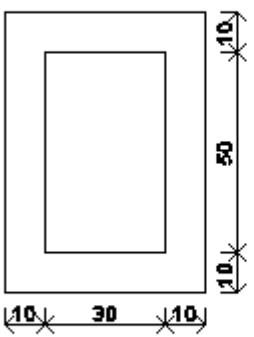
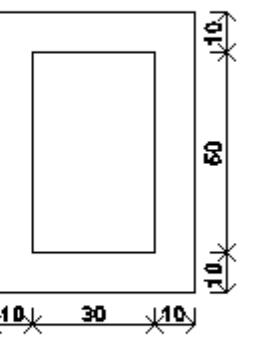
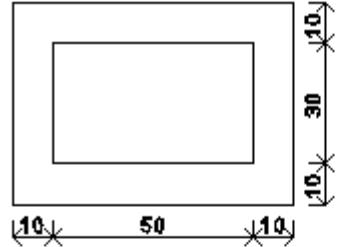
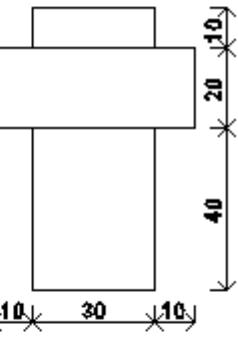
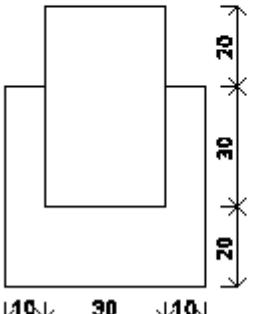
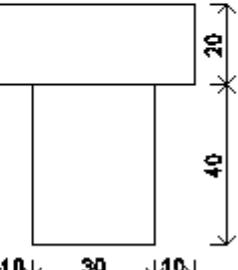
Il software genera la pianta delle carpenterie evidenziando gli elementi di elevazione, sia travi che pilastri, consolidati e le tipologie delle sezioni consolidate

Pianta carpenteria tipo

Carpenteria Piano 1 (Scala 1:50)



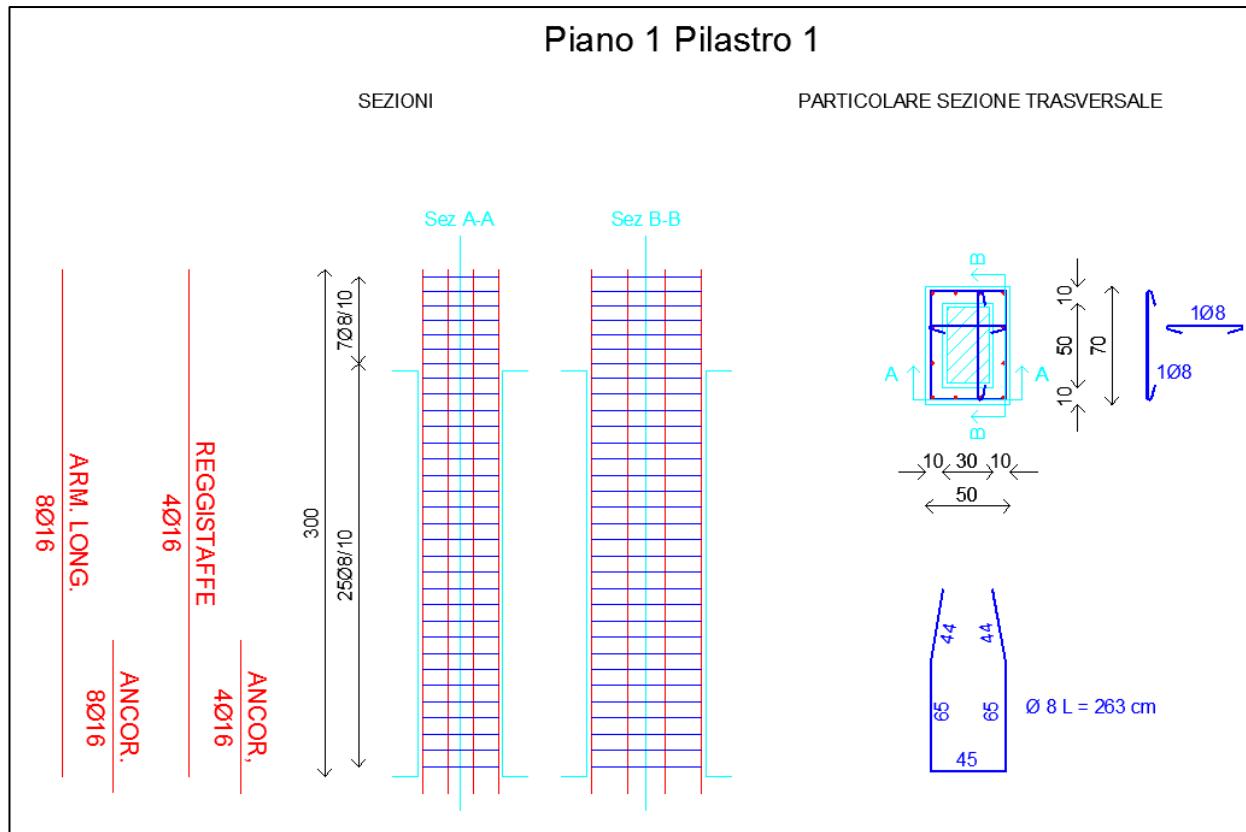
Tipologie sezioni consolidate

Sezioni usate					
Type 1	Cls2	(Scala 1:20)	Type 11	Cls1	(Scala 1:20)
					
Type 2	Cls2	(Scala 1:20)	Type 12	Cls1	(Scala 1:20)
					
Type 10	Cls1	(Scala 1:20)	Type 13	Cls1	(Scala 1:20)
					

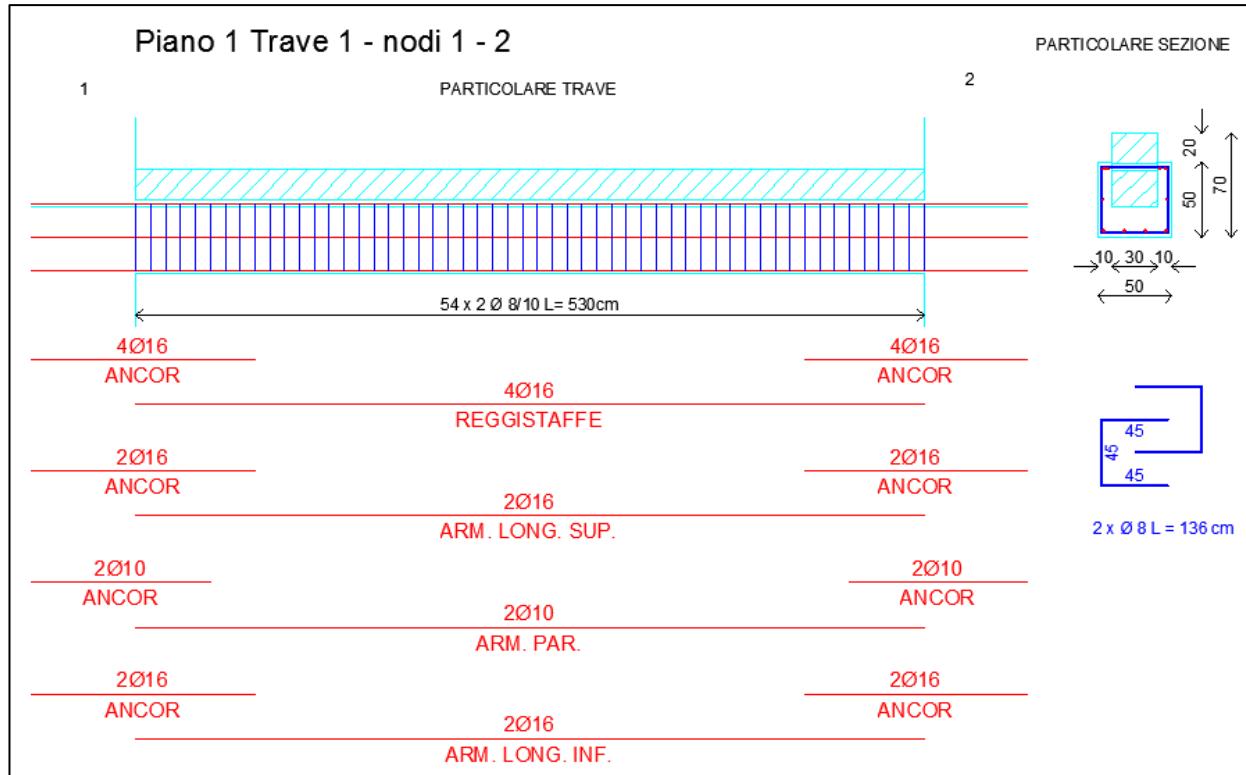
I software origina inoltre in Graficizzazione gli esecutivi dei Consolidamenti in c.a. in elevazione con gli elaborati delle travi e dei pilastri consolidati.



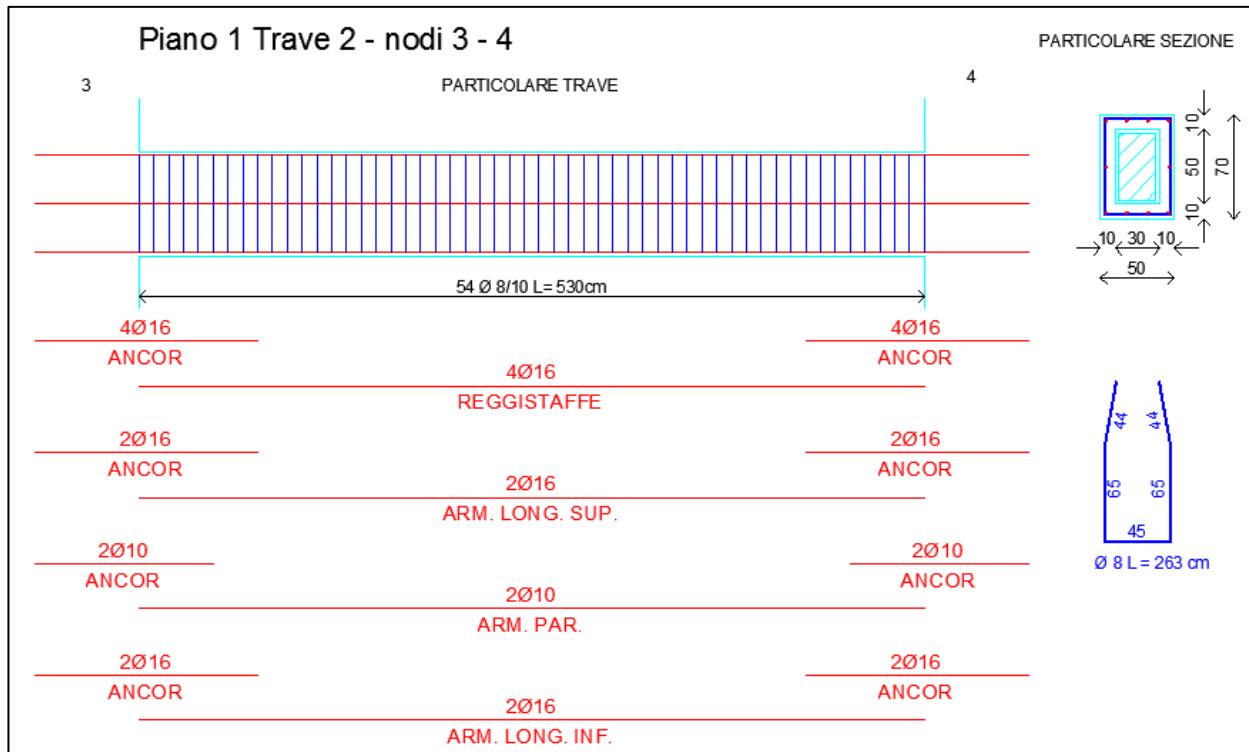
Esempio 1 – Elaborato pilastro consolidato mediante allargamento pilastro esistente



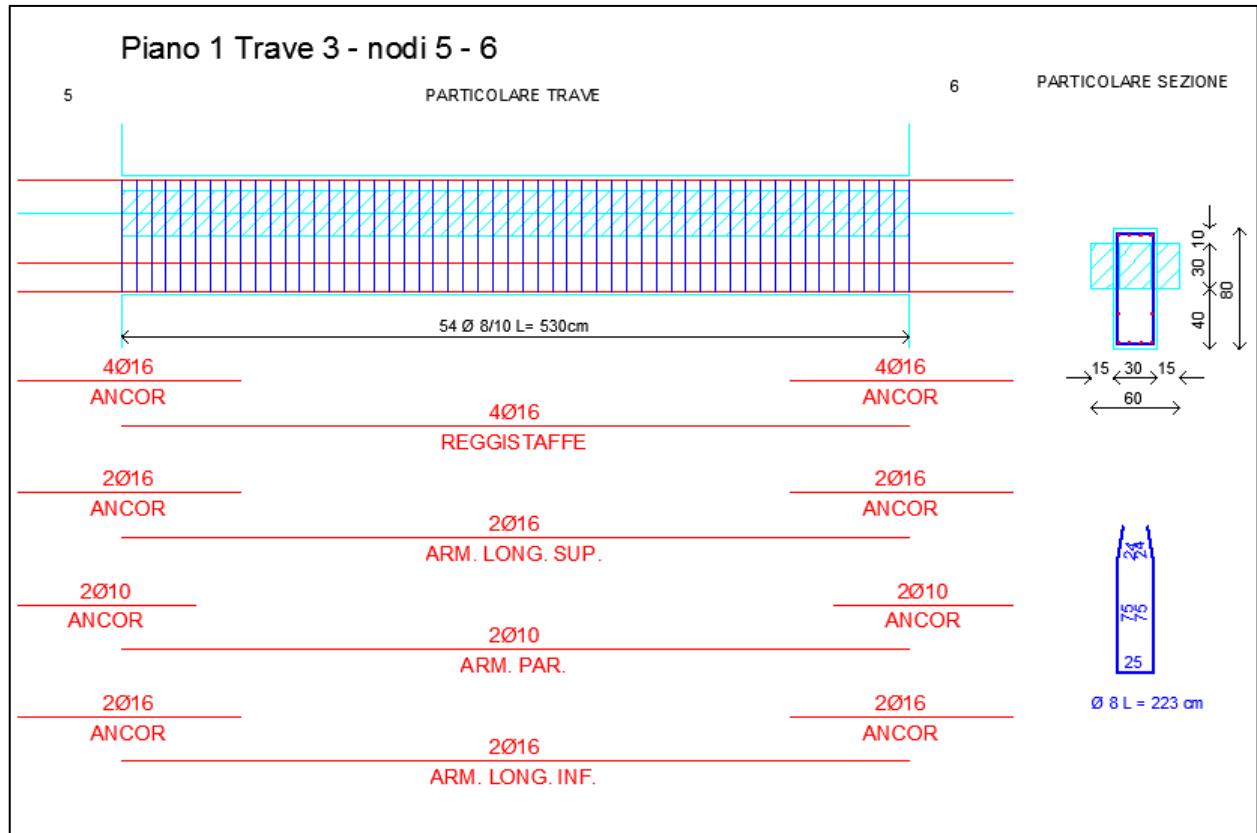
Esempio 2 – Elaborato trave consolidata mediante rinforzo inferiore trave



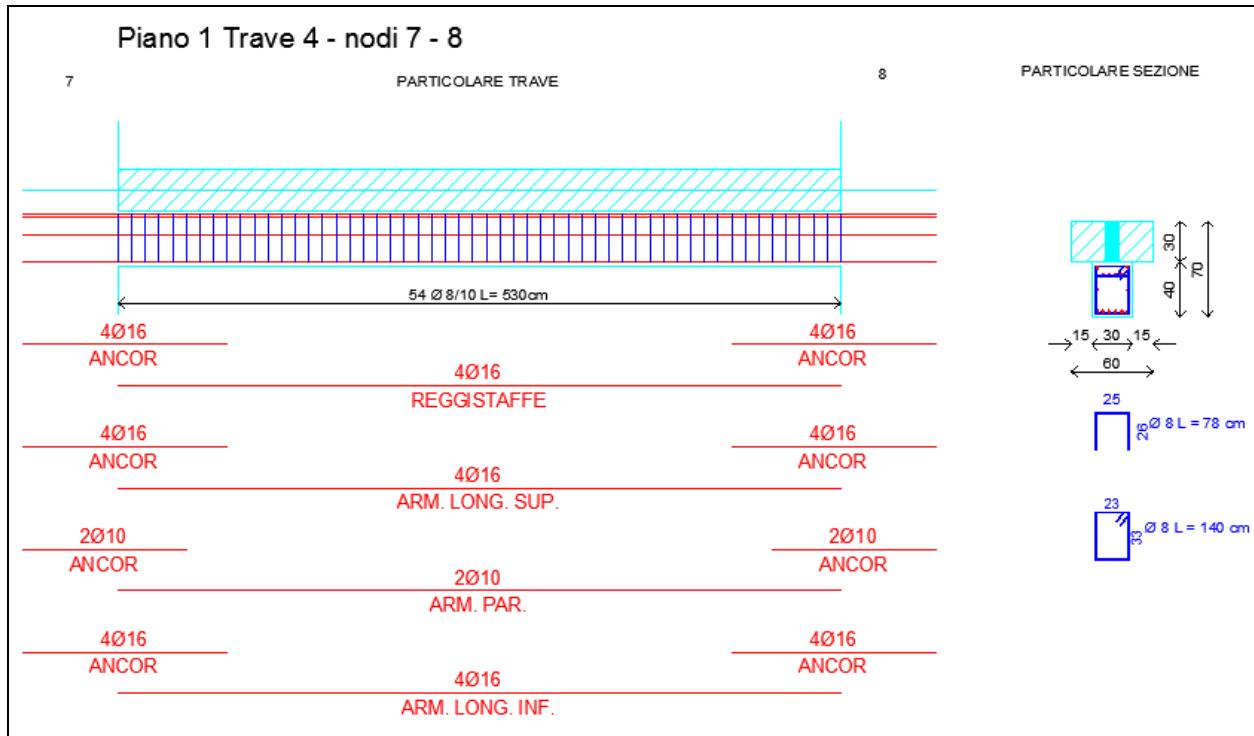
Esempio 3 – Elaborato trave consolidata mediante allargamento trave



Esempio 4 – Elaborato trave consolidata mediante rinforzo trave



Esempio 5 – Elaborato trave consolidata mediante nervatura trave a spessore



3. Modulo CoS.SOLAI

3.1 Introduzione

Il modulo **CoS.SOLAI** è una funzione opzionale di **FaTA-E** e di **VEM_{NL}** che consente la verifica ed eventualmente l'intervento di consolidamento di solai in latero-cemento, in cap ed in legno.

Per il suo funzionamento, **CoS.SOLAI** necessita della presenza del modulo **PGA** (solo per **FaTA-E**). Per il consolidamento dei solai in legno e tavolato è necessario il modulo **SoVar**.

Per i solai in latero-cemento ed in cap il software consente di intervenire sulle strutture esistenti inserendo l'armatura presente nei solai da verificare ed eventualmente valutare degli interventi di consolidamento come meglio esplicato nella Guida :

I tipi di consolidamento utilizzabili sono:

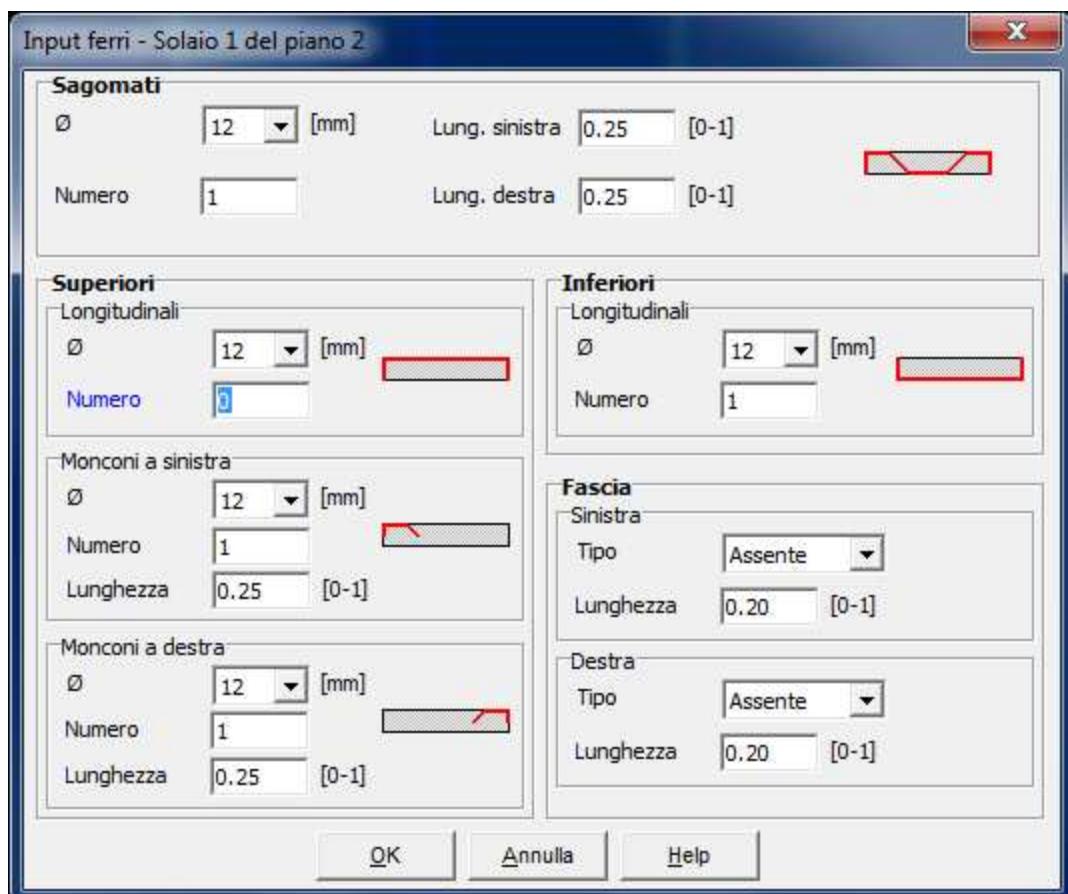
- Rinforzo intradosso con fibre di carbonio;
- Rinforzo con Beton Plaquè;
- Soletta in cemento armato e connettori.

Per i solai in cap ed in legno e tavolato di strutture esistenti il software consente di intervenire mediante un consolidamento realizzato con soletta in cemento armato e connettori.

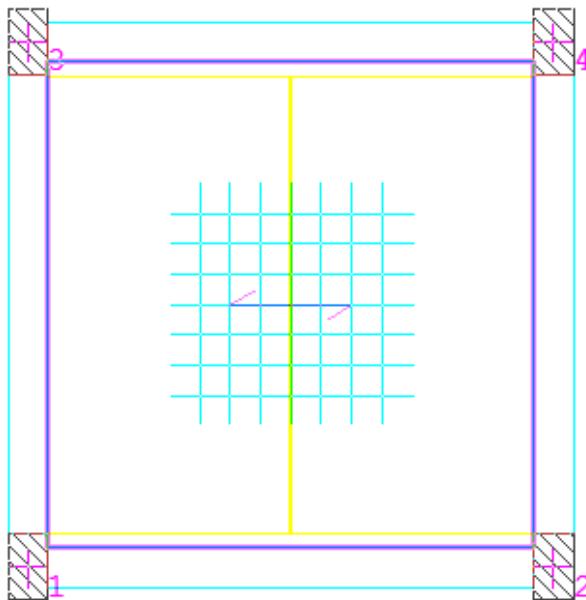


3.2 Inserimento Armature solai esistenti

Il modulo **CoS.SOLAI** consente di assegnare le armature esistenti per i solai in latero cemento ed in cap attraverso il comando  Armature . Il comando consente di inserire o modificare l'armatura presenti in un solaio esistente selezionando semplicemente la maglia di solaio a cui si vuole associare l'armatura esistente per singolo travetto. Dopo aver selezionato la maglia di solaio la finestra di seguito indicata consente di assegnare il numero ed il diametro dei ferri longitudinali del travetto più sollecitato (eventuali sagomati, longitudinali superiori ed inferiori, monconi superiori a destra ed a sinistra) ed eventuali fasce di solaio piene o semipiene sia a destra che a sinistra.
Input ferri della generica maglia di solaio



La maglia di solaio con le armature inserite sarà definita in input grafico come in figura:



In relazione le armature saranno riportate nell'allegato solai come segue:

- ARMATURA TRAVETTO E FASCE SEMIPIENE/PIENE -

Asta	: numerazione interna dell'asta;
Luce	: lunghezza dell'asta proiettata sull'orizzontale;
Materiale	: nome materiale armatura;
Nsag	: numero sagomati;
ϕ_s	: diametro sagomati;
Nds	: numero dritti superiori;
ϕ_{ds}	: diametro dritti superiori;
Ndi	: numero dritti inferiori;
ϕ_{di}	: diametro dritti inferiori;
Nmsx	: numero monconi a sinistra;
ϕ_{msx}	: diametro monconi a sinistra;
Nmdx	: numero monconi a destra;
ϕ_{mdx}	: diametro monconi a destra;
FasciaSx	: presenza di fascia piena/semipiena a sinistra;
FasciaDx	: presenza di fascia piena/semipiena a destra;

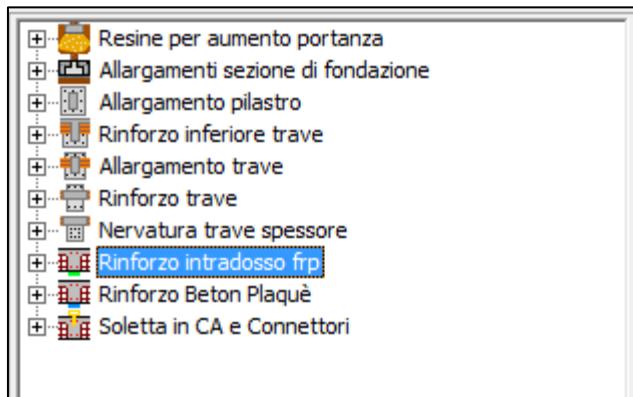
- ARMATURA TRAVETTO E FASCE SEMIPIENE/PIENE -

Asta	Luce [cm]	Materiale	Nsag	ϕ_s [mm]	Nds	ϕ_{ds} [mm]	Ndi	ϕ_{di} [mm]	Nmsx	ϕ_{msx} [mm]	Nmdx	ϕ_{mdx} [mm]	FasciaSx	FasciaDx
1	400.00	Barrel1	1	12	-	-	1	12	1	12	1	12	Assente	Assente



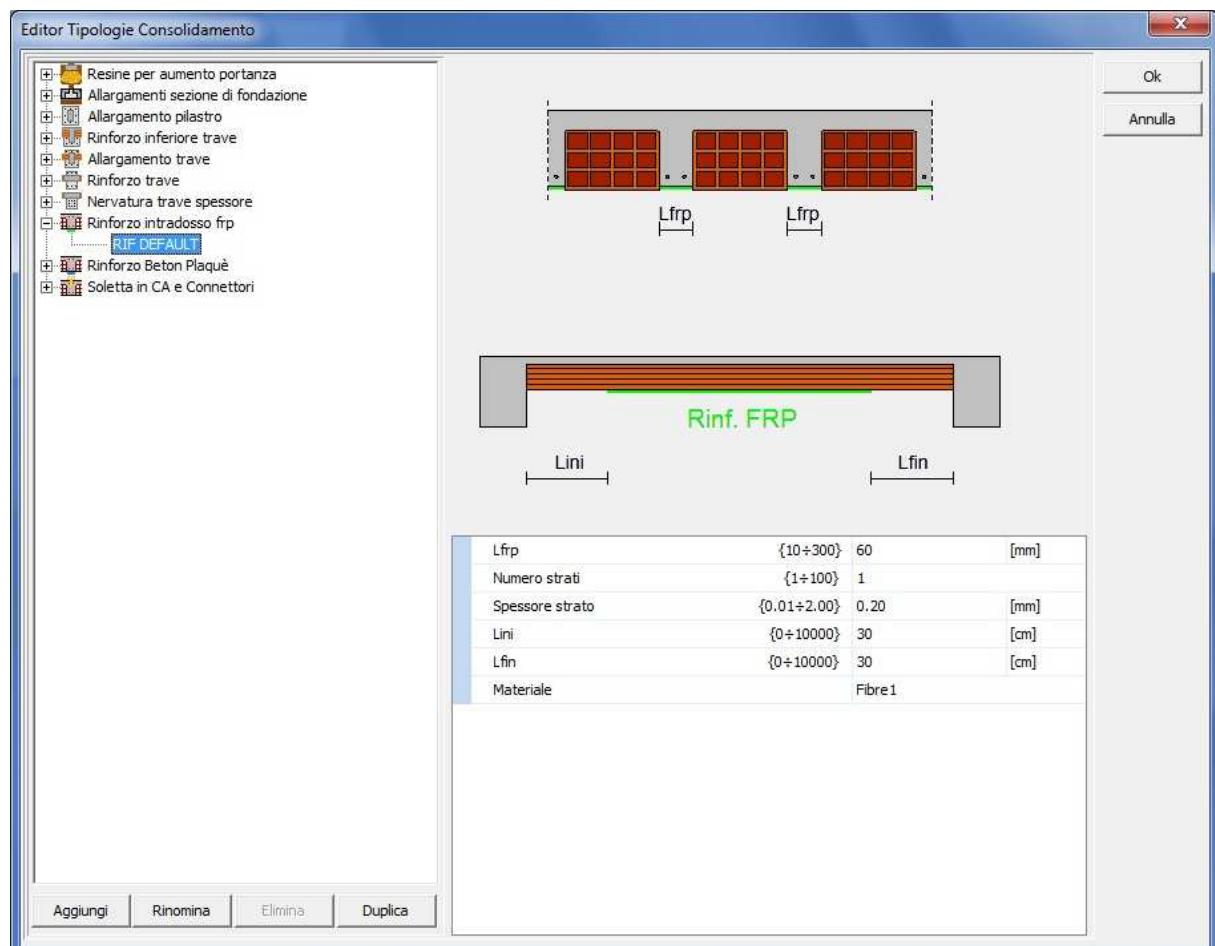
3.3 Tipologie consolidamento solai

Il modulo **CoS.SOLAI** permette di definire attraverso l'editor dei consolidamenti  le tipologie di consolidamento da assegnare ai solai in latero cemento, in cap ed in legno e tavolato;



RINFORZO INTRADOSSO FRP

Per il consolidamento di solai in latero cemento il software consente di dimensionare il rinforzo di ogni travetto mediante l'applicazione di frp all'intradosso dello stesso.



DATI RINFORZO INTRADOSSO FRP

Lfrp	{10÷300}	60	[mm]
Numero strati	{1÷100}	1	
Spessore strato	{0.01÷2.00}	0.20	[mm]
Lini	{0÷10000}	0	[cm]
Lfin	{0÷10000}	0	[cm]
Materiale		Fibre1	

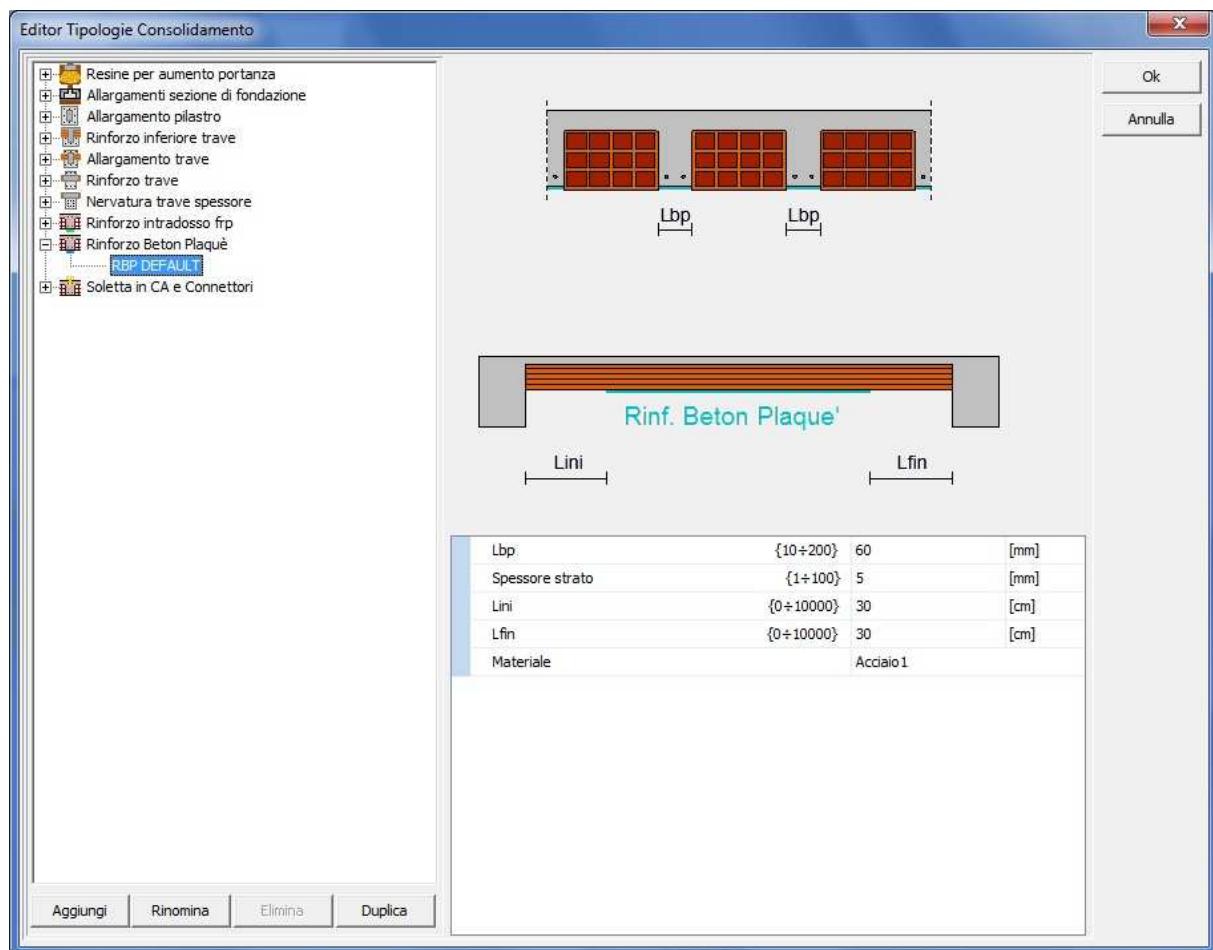
Asta : numerazione interna dell'asta;
 Tipo Consol. : rinforzo intradosso con frp;
 Nome Consol. : nome rinforzo intradosso con frp;
 Lfrp : larghezza rinforzo;
 ns : numero strati rinforzo;
 sp : spessore strati di rinforzo;
 Lini : lunghezza iniziale travetto senza rinforzo;
 LFin : lunghezza finale travetto senza rinforzo;
 frp rinforzo : nome materiale di rinforzo;

Asta	Tipo Consol.	Nome Consol.	Lfrp [mm]	ns	Sp [mm]	Lini [cm]	Lfin [cm]	frp rinforzo
1	Rinforzo intradosso con frp	RIF DEFAULT	60.00	1	0.20	30.00	30.00	Fibre1

RINFORZO BETON PLAQUE'

Per il consolidamento di solai in latero cemento il software consente di dimensionare il rinforzo di ogni travetto mediante la tecnica del beton plaqué all'intradosso dello stesso.





DATI RINFORZO BETON PLAQUÉ

Lbp	{10÷200}	60	[mm]
Spessore strato	{1÷100}	5	[mm]
Lini	{0÷10000}	30	[cm]
Lfin	{0÷10000}	30	[cm]
Materiale		Acciaio1	

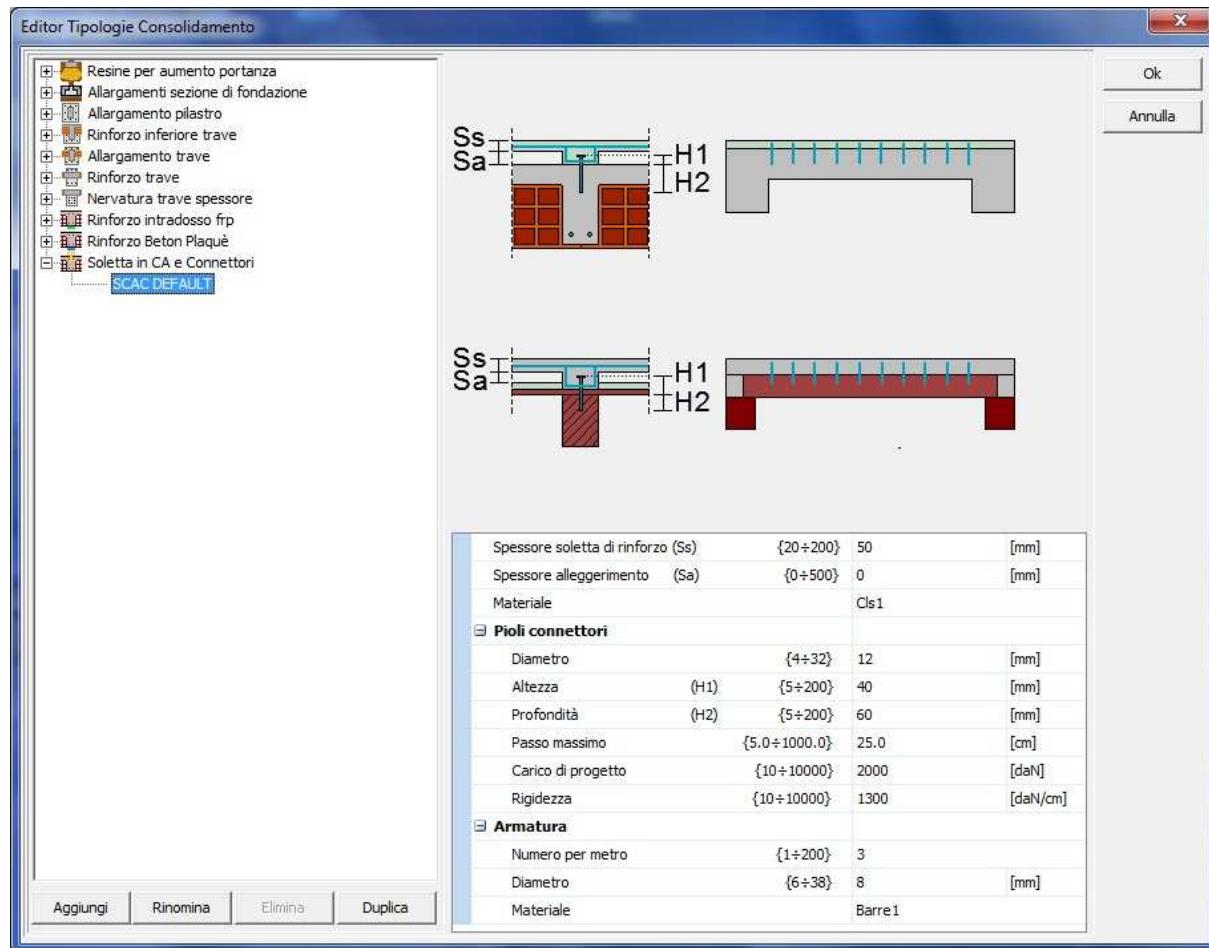
Asta : numerazione interna dell'asta;
 Tipo Consol. : rinforzo intradosso con betone plaquè;
 Nome Consol. : nome rinforzo con betone plaquè;
 Lbp : larghezza rinforzo;
 sp : spessore strato di rinforzo ;
 Lini : lunghezza iniziale travetto senza rinforzo;
 LFin : lunghezza finale travetto senza rinforzo;
 Acciaio rinforzo : nome acciaio rinforzo

Asta	Tipo Consol.	Nome Consol.	Lbp [mm]	Sp [mm]	Lini [cm]	Lfin [cm]	Acciaio rinforzo
1	Rinforzo con Betone Plaque	RBP DEFAULT	60.00	5.00	30.00	30.00	Acciaio1



RINFORZO CON SOLETTA IN CA E CONNETTORI

Per il consolidamento di solai in latero cemento, in cap ed in legno e tavolato il software consente di dimensionare un intervento realizzato con una soletta in ca e pioli connettori



DATI SOLETTA IN CA E CONNETTORI

Spessore soletta di rinforzo (Ss)	{20÷200}	50	[mm]
Spessore alleggerimento (Sa)	{0÷500}	0	[mm]
Materiale		Cls1	
Pioli connettori			
Diametro	{4÷32}	12	[mm]
Altezza (H1)	{5÷200}	40	[mm]
Profondità (H2)	{5÷200}	60	[mm]
Passo massimo	{5.0÷1000.0}	25.0	[cm]
Carico di progetto	{10÷10000}	2000	[daN]
Rigidezza	{10÷10000}	1300	[daN/cm]
Armatura			
Numero per metro	{1÷200}	3	
Diametro	{6÷38}	8	[mm]
Materiale		Barre1	



Asta : numerazione interna dell'asta;
 Tipo Consol. : rinforzo con coletta in ca e connettori;
 Nome Consol. : nome rinforzo con soletta in ca e connettori;
 Ss : spessore soletta di rinforzo;
 Sa : spessore eventuale spessore di alleggerimento;
 Mat Cls : materiale cls di rinforzo

Pioli Connatori:

Dc : diametro pioli connettori;
 Hc : altezza pioli connettori;
 Profc : profondità pioli connettori;
 PassoPc : passo max pioli connettori;
 Prc : carico di progetto pioli connettori;
 Rig Pc : rigidezza pioli connettori;

Armatura:

NFe : numero ferri per metro;
 ϕ : diametro ferri armatura;
 MatFe : materiale armature presente nel rinforzo
 Tipo Consol. : rinforzo intradosso con betone plaquè;
 Nome Consol. : nome rinforzo con betone plaquè;
 Lbp : larghezza rinforzo;
 sp : spessore strato di rinforzo ;
 Lini : lunghezza iniziale travetto senza rinforzo;
 LFin : lunghezza finale travetto senza rinforzo;
 Acciaio rinforzo : nome acciaio rinforzo

Asta	Tipo Consol.	Nome Consol.	Ss [mm]	Sa [mm]	Mat Cls	Dc [mm]	Hc [mm]	ProfC [mm]	Passo Pc [mm]	Prc [daN]	Rig Pc daN/cm	NFe	ϕ [mm]	Mat Fe
1	Soletta in CA e connettori	SCAC DEFAULT	50.00	0.00	Clsl	12	40	60	25.00	2000.00	1300.00	3	8	Barre1

3.4 Inserimento del consolidamento solaio

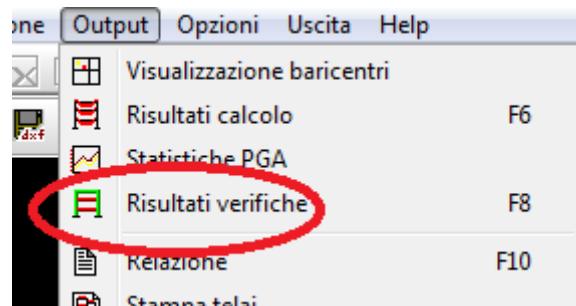
L'inserimento del consolidamento del solaio avviene nell'ambiente relativo alle Tipologie solai in cui oltre a definire i materiali cls e acciaio, del solaio esistente risulta possibile assegnare la tipologia di consolidamento voluta selezionandola fra le tipologie inserite attraverso l'editor tipologie consolidamenti.

Tipologie solai e balconi									
N. tipo	Tipologia	Calcestruzzo	Acciaio barre	Acciaio carpente	Legno travi	Legno tavolato	Consolidamento	P. proprio [daN/mq]	
1	SLC_Default	ClEs	BarreEs	.....	.....	.....	Nessuno	277	
2	SLC_DEFAULT(5)	ClEs	BarreEs	.....	.....	.....	SCAC DEFAULT	402	
3	SLC_DEFAULT(7)	ClEs	BarreEs	.....	.....	.....	RIF DEFAULT	277	
4	SLC_DEFAULT(6)	ClEs	BarreEs	.....	.....	.....	RBP DEFAULT	277	
5	CAP_Default	ClEs	BarreEs	.....	.....	.....	Nessuno	24	
6	CAP_DefConsol	ClEs	BarreEs	.....	.....	.....	SCAC DEFAULT	449	



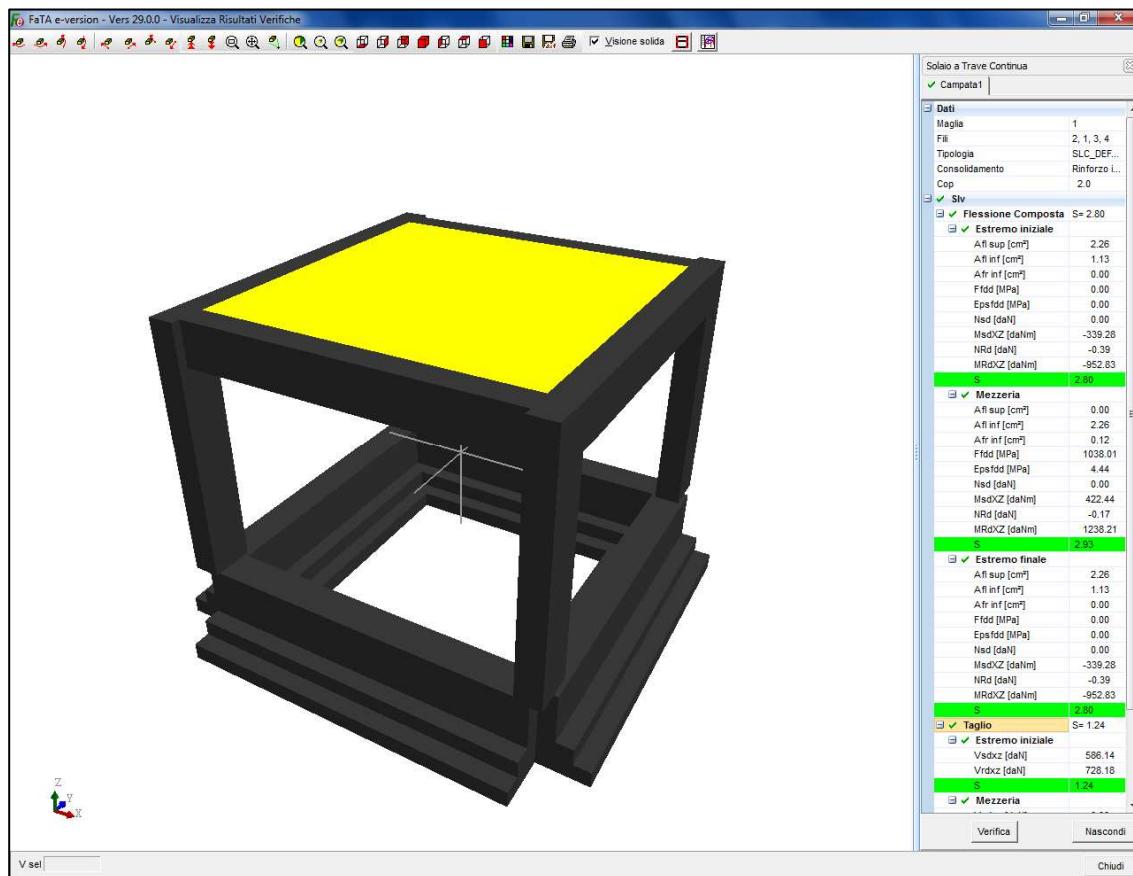
3.5 Analisi dei risultati

Per visualizzare i risultati delle verifiche eseguite e quindi valutare il margine di sicurezza ottenuto nei vari elementi consolidati basta selezionare il comando Risultati verifiche

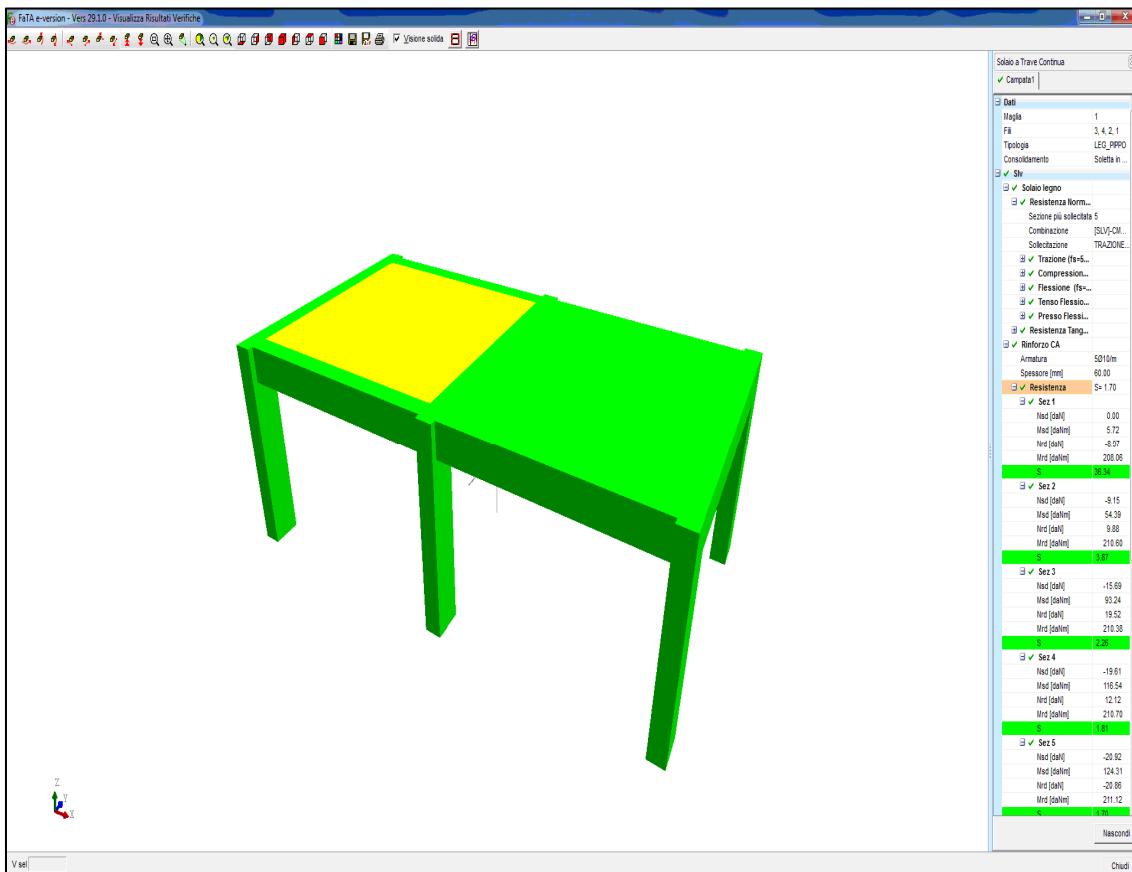


Selezionando il singolo solaio si visualizzerà una sintesi dei risultati di calcolo dell'elemento consolidato e si potranno valutare gli effetti degli interventi di consolidamento adottati.

ESEMPIO 1: SOLAIO CONSOLIDATO CON RINFORZO INTRADOSSO FRP



ESEMPIO 2: SOLAIO IN LEGNO E TAVOLATO CONSOLIDATO CON SOLETTA IN CA E CONNETTORI

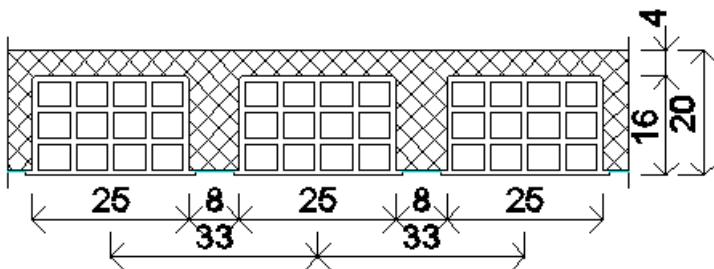


3.6 Elaborati grafici

Il software genera la pianta delle carpenterie evidenziando i solai consolidati e restituisce i particolari delle tipologie di consolidamento adottate.

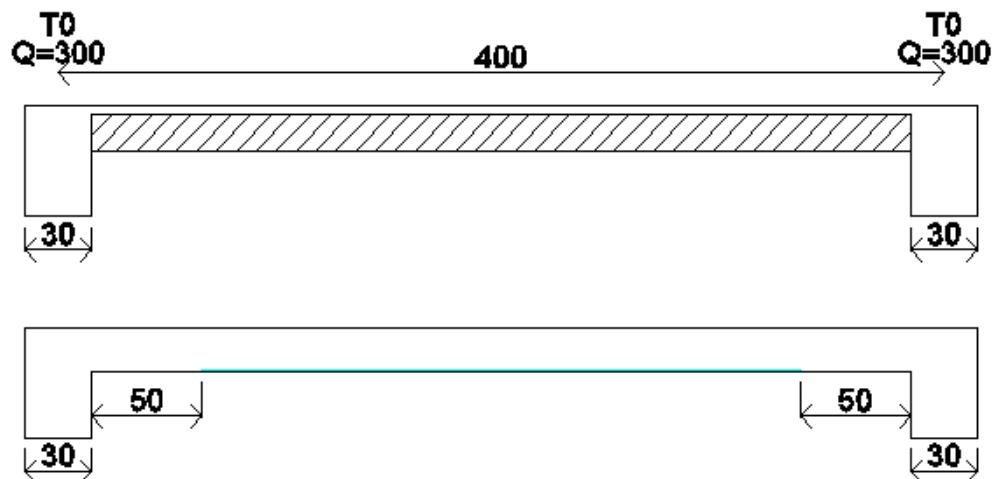


*Esempio 1*PART. CONSOLIDAMENTO SOLAIO CON RINFORZO INTRADOSSO FRP

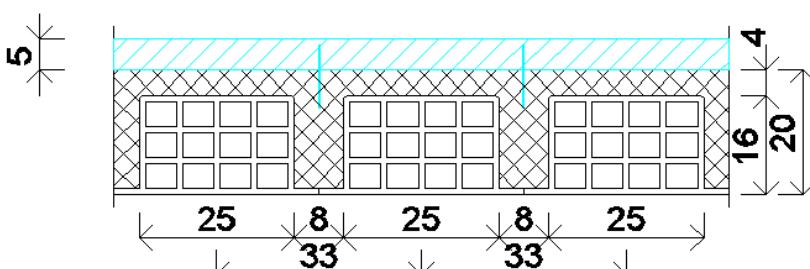
Tipo 3	SLC_DEFAULT	(Scala 1:20)
		
Tipo rinforzo: Rinforzo intradosso frp		
Dati Frp: Larghezza: 60.00 mm Numero fasce: 1 Spessore: 0.20 mm		

Schema STC5 Tipo 3

CONS.: Rinf. Intr. FRP n. str.=1 - L=60 mm - spess.=0.2 mm

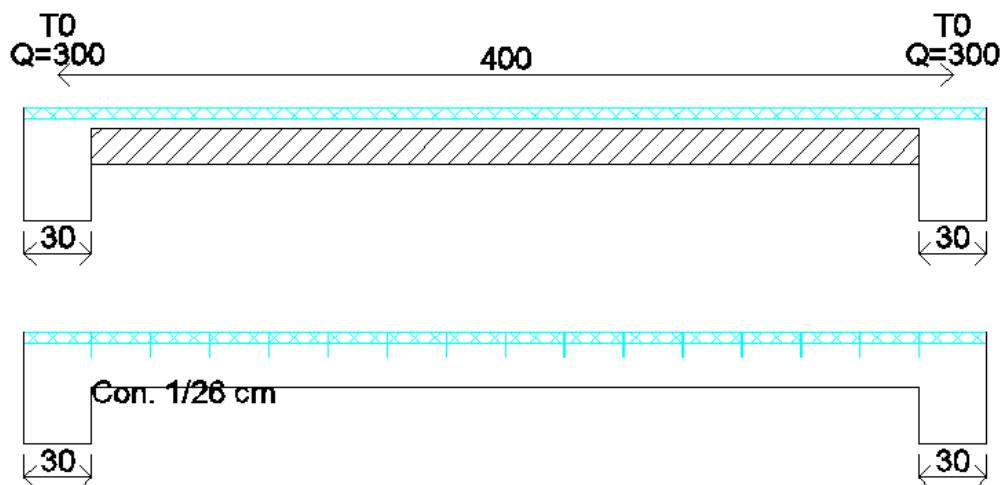


*Esempio 2*PART. CONSOLIDAMENTO CON SOLETTINA IN CA E CONNETTORI

Tipo 2	SLC_DEFAULT	(Scala 1:20)
		
Tipo rinforzo: Soletta in CA e Connettori		
Dati connettori: Altezza: 40 mm Profondità: 60 mm Diametro: 12 mm		

Schema STC6 Tipo 2

CONS.: Rinf. con soletta in ca (Armatura 308/m) e connettori



4. Modulo CoS.FOND

4.1 Introduzione

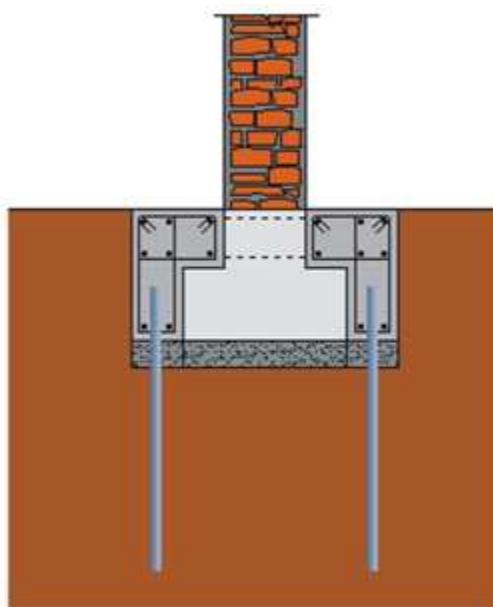
Il modulo **CoSFOND** è una funzione opzionale di **FaTA-E** e di **VEM_{NL}** che consente l'intervento di consolidamento nelle travi di fondazione.

Per il suo funzionamento, **CoSFOND** necessita della presenza dei moduli **PGA** (solo per **FaTA-E**) e 29 - Portanza terreno di fondazione di **StruSec**.

Le funzioni base del modulo consentono di:

- consolidare il terreno mediante georesine;
- aumentare la resistenza e portanza mediante l'allargamento della sezione;
- fondare su strati migliori con l'utilizzo di pali in resina rinforzati.

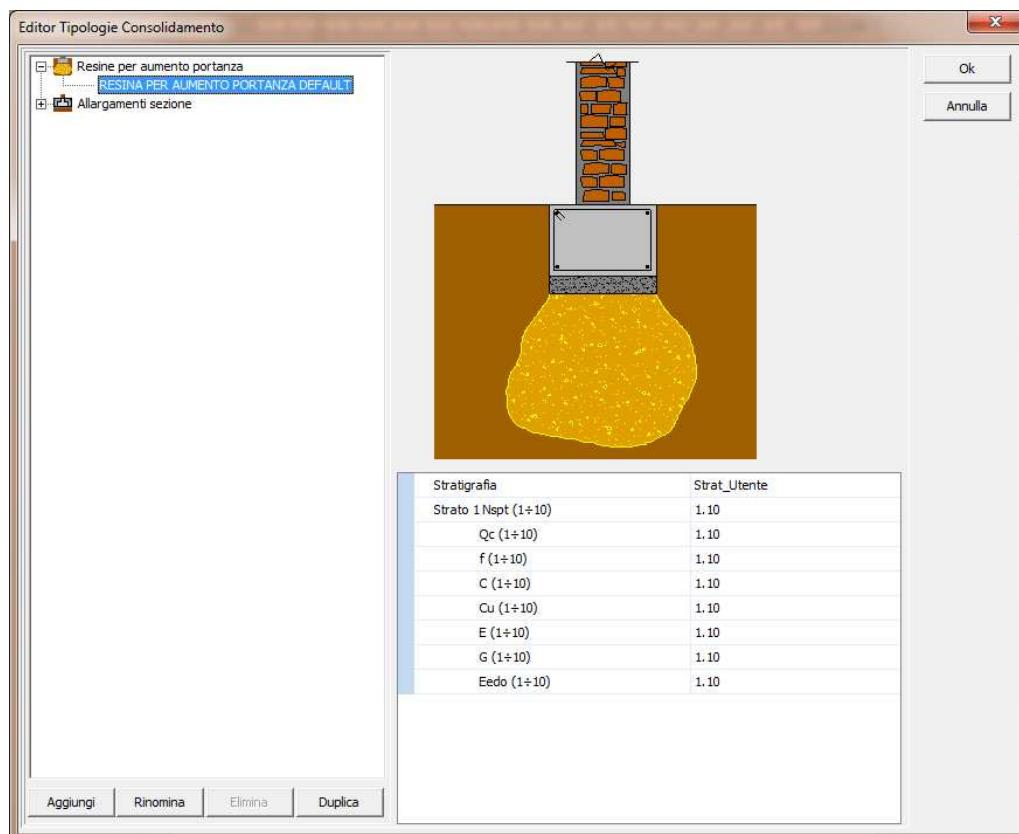
Oltre a queste tipologie, grazie all'interazione con i moduli **16-Pali di fondazione** e **49-Micropali** di **StruSec**, è possibile utilizzare l'allargamento della sezione, accoppiato alla presenza di pali in c.a. e micropali con camicia in acciaio.



4.2 Tipologie consolidamento

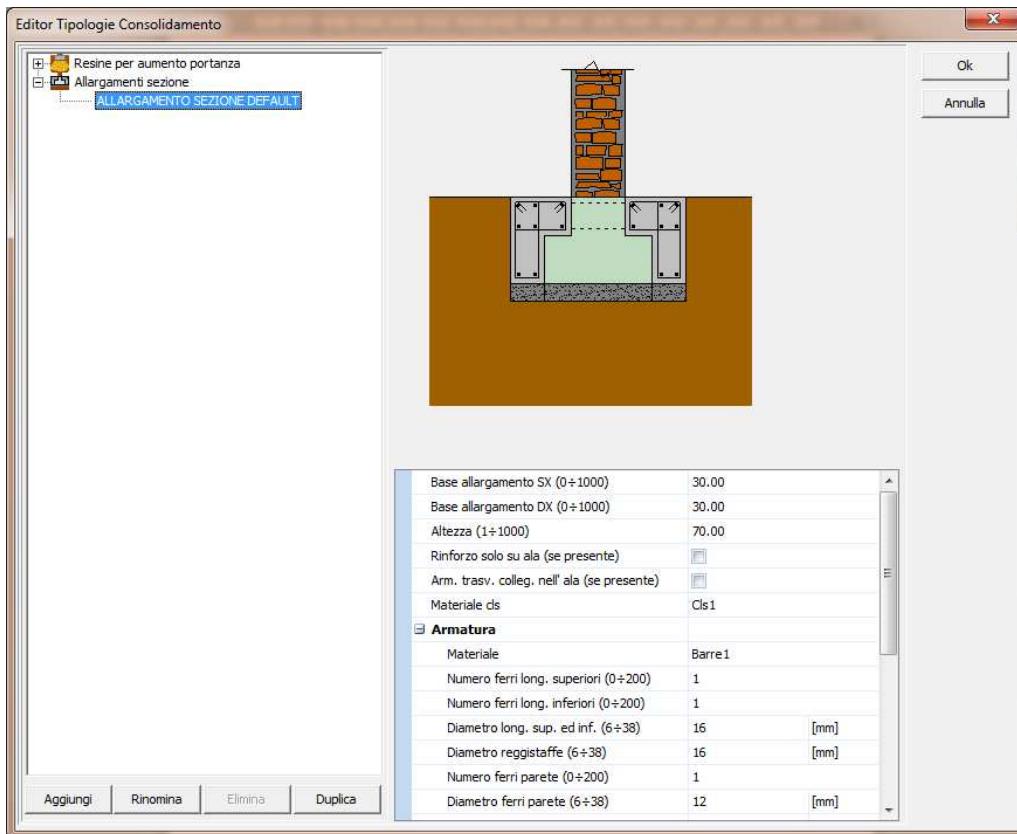
Il modulo *CoSFOND* permette di definire attraverso l'editor dei consolidamenti  le tipologie di consolidamento da assegnare alle travi di fondazione:

- RESINE PER AUMENTO PORTANZA



Per il consolidamento del terreno di fondazione tramite resine espandenti il software consente di assegnare l'incremento delle caratteristiche meccaniche, per la stratigrafia in esame, rilevate da prove in situ successive alle iniezioni di resine oppure stimate in fase di progetto e da verificare con ulteriori prove in situ.

- ALLARGAMENTI SEZIONE



L'editor delle tipologie di consolidamento allargamento della sezione permette di dimensionare l'allargamento della sezione a destra ed a sinistra della sezione esistente di assegnare le armature longitudinali e trasversali per ogni allargamento e di personalizzare il collegamento alla struttura esistente.

Allargamenti Sezione

- Nome : nome della tipologia di consolidamento;
 Base allargamento SX : base allargamento a sinistra della trave
 (presente se >0)
 Base allargamento DX : base allargamento a destra della trave
 (presente se >0)
 Altezza : altezza dell'allargamento a destra ed a sinistra
 della trave esist.
 Rinforzo solo su ala : presenza dei rinforzi solo sulle ali se presenti;
 Arm. trasv. colleg.
 nell'ala se presente : presenza delle armature trasversali dei
 rinforzi anche nelle ali se presenti;
 Materiale cls : tipo di cls usato per il consolidamento;

Armatura

Materiale Barre	: tipo di acciaio delle barre usato per il consolidamento
Num. ferri long. superiori	: numero di ferri longitudinali superiori presenti nell'anima del consolidamento presente (esclusi i reggistaffe);
Num. ferri long. Inferiori	: numero di ferri longitudinali inferiori presenti nell'anima del consolidamento presente (esclusi i reggistaffe);
Diametro long. sup. ed inf.	: diametro barre armature longitudinali sup. ed inferiori;
Diametro reggistaffe	: diametro barre armature reggistaffe;
Numero ferri parete	: numero ferri di parete negli allargamento;
Diametro ferri parete	: diametro barre armature di parete;
Diametro Staffe	: diametro barre armature trasversali;
Passo staffe	: passo barre armature trasversali;

Collegamenti

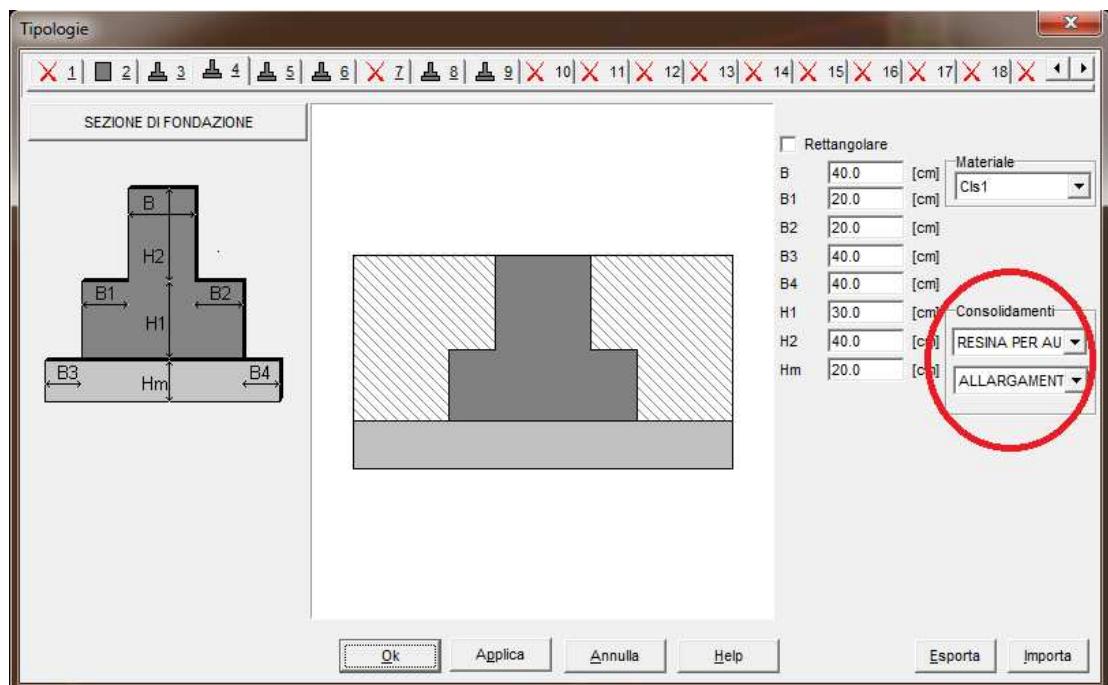
Tipo : tipologia collegamenti alla struttura esistente (travi in c.a., trave in acciaio, doppia fila di barre trasversali);

In funzione della tipologia di collegamento scelta il software consentirà di inserire le informazioni necessarie per personalizzare gli esecutivi relativi alla trave di fondazione consolidata. I dati per il collegamento con la struttura esistente variano in funzione della tipologia (interasse collegamenti, armature longitudinali e trasversali tipologia profilato ecc.)

4.3 Inserimento del consolidamento

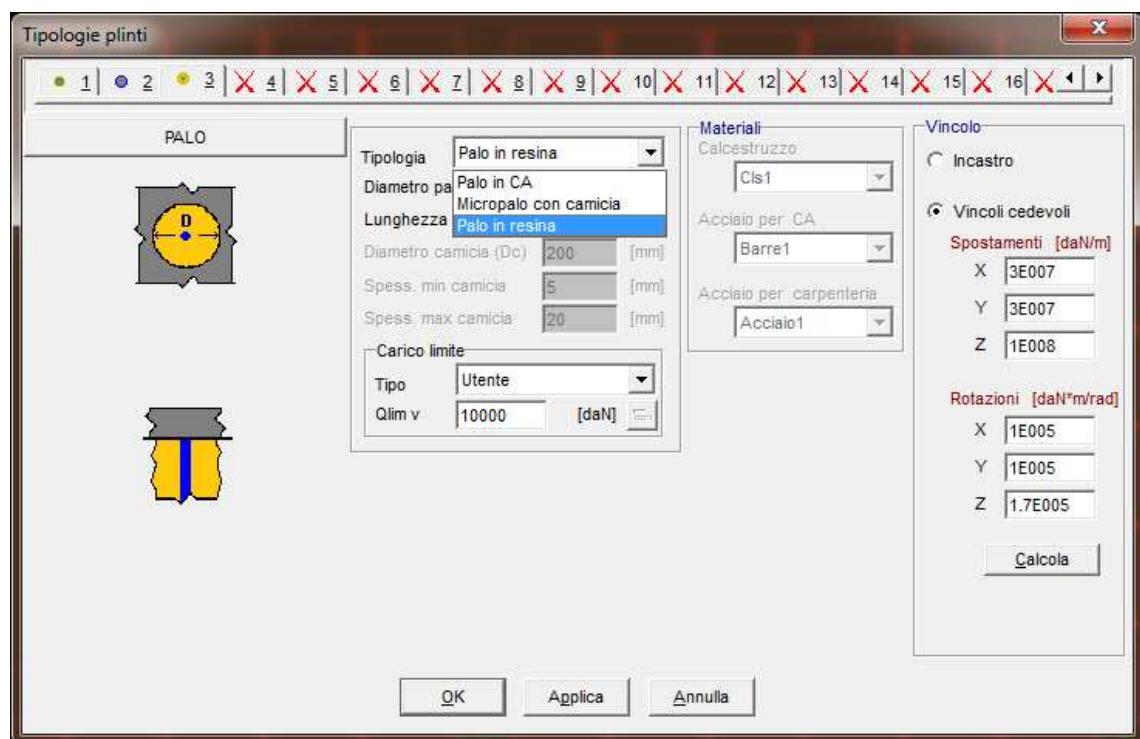
L'inserimento del consolidamento in fondazione avviene nell'ambiente relativo alle Tipologie travi e pilastri  in cui oltre a definire le caratteristiche geometriche della trave di fondazione esistente ed il suo materiale permette di inserire i consolidamenti. Risulta possibile assegnare al massimo una tipologia di consolidamento con resina per aumento portanza ed una di allargamento sezione selezionandole fra le tipologie inserite nell'editor tipologie consolidamenti .



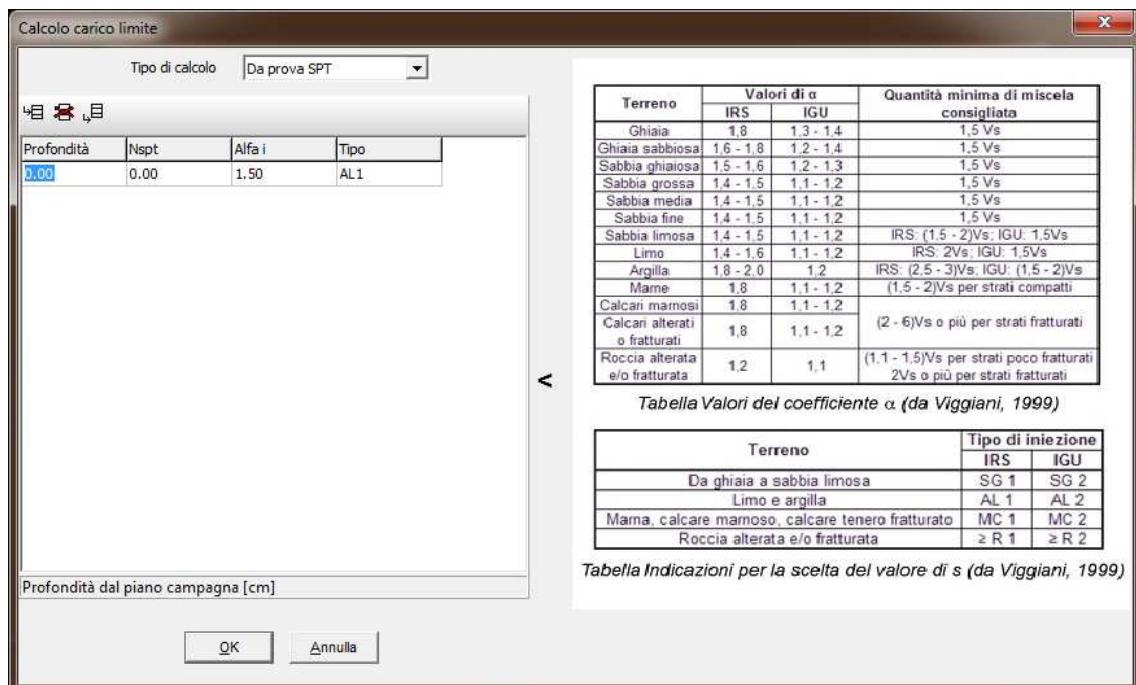


4.4 Inserimento di consolidamenti con pali e micropali

Dopo aver assegnato un consolidamento con allargamento della sezione il software consente di inserire dei pali in c.a., micropali con camicia o micropali con resina per trasferire il carico agli strati più profondi del terreno di fondazione.



Per i pali in resina oltre alle caratteristiche geometriche il software consente di definire il carico limite da Utente, assegnando il valore del carico limite rilevato



direttamente da prove di carico, oppure da Prove in sito inserendo i parametri necessari per il calcolo del carico limite di progetto per pali iniettati.

Per i pali di piccolo diametro in resina, iniettati in pressione, si farà riferimento alla teoria di Bustamante e Doix (1985) per la previsione del carico limite di progetto basando la caratterizzazione del terreno essenzialmente sui valori della pressione limite o dei risultati di prove in sito.

L'espressione generale della capacità portante verticale del palo(Qult) viene ottenuta dalla somma della portata limite di base (Qbase) e dalla portata limite per attrito laterale (Qlaterale):

$$\text{Qult} = \text{Qbase} + \text{Qlaterale} = 0.15 * \text{Qlaterale} + \text{Qlaterale}$$

Dove:

$$\text{Qbase} = 0.15 * \text{Qlaterale};$$

$$\text{Qlaterale} = \pi * D_s * L_s * s$$

Con:

$D_s = \alpha D$ con α coefficiente maggiorativo del diametro della perforazione
funzione della tipologia di terreno

L_s = lunghezza della zona iniettata;

s = resistenza tangenziale all'interfaccia fra zona iniettata e terreno



Dopo aver definito in tipologie plinti almeno una di tipo 13, solo palo

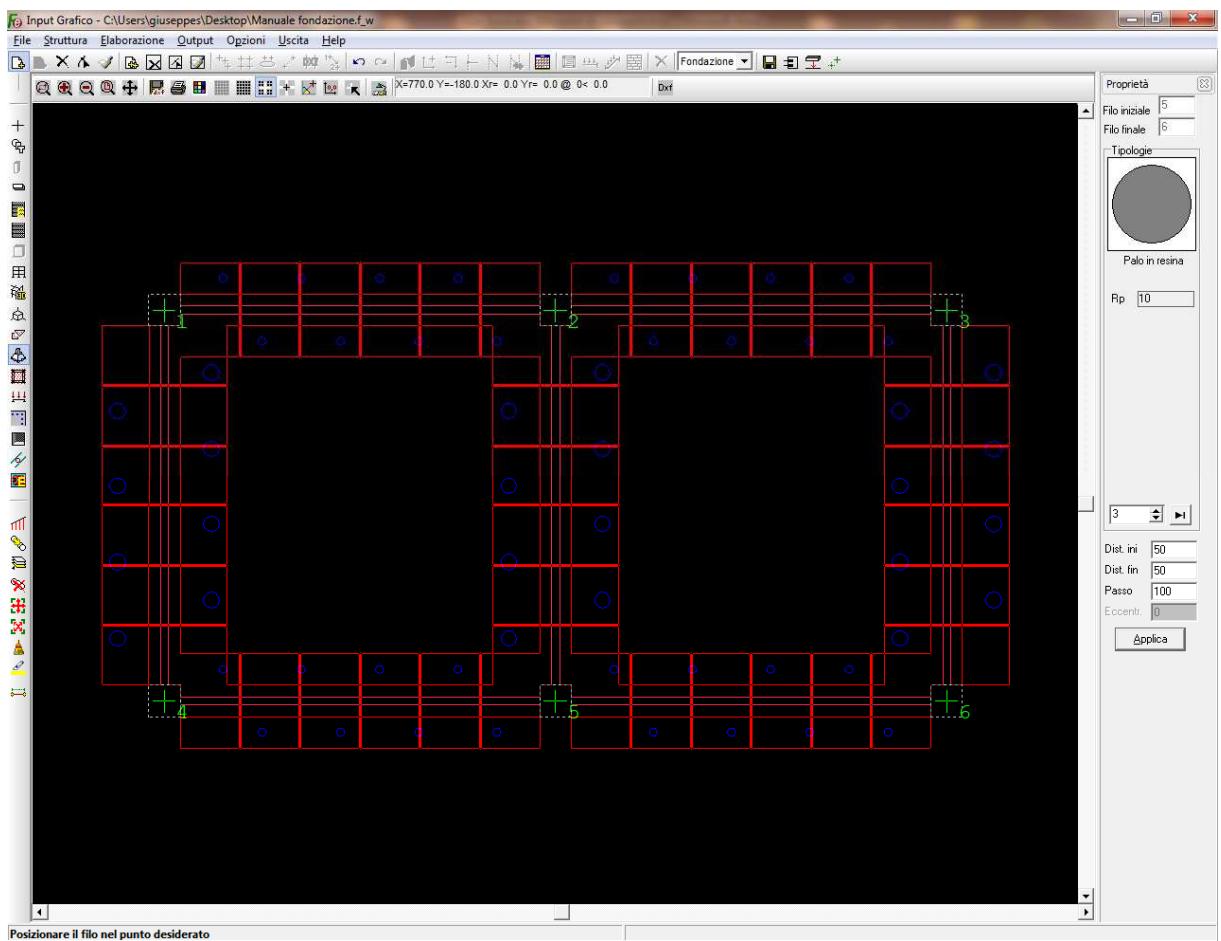


per il consolidamento il software permette di inserire in Input Grafico i pali di fondazione anche alle travi consolidate.

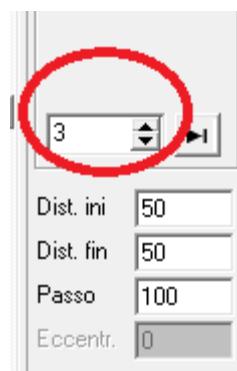
Attivando prima il comando Plinti e poi Introduci Multiplo i pali di fondazione potranno essere inseriti sotto i fili fissi, sotto le travi o le platee.



Selezionando l'inserimento dei pali sotto travi di fondazioni il software consente di definire la singola trave di fondazione oppure il gruppo di travi di fondazione consolidate oppure no, in cui inserire le fondazioni indirette.



Selezionando la tipologia di palo fra le tipologie di plinto tipo 13 editate

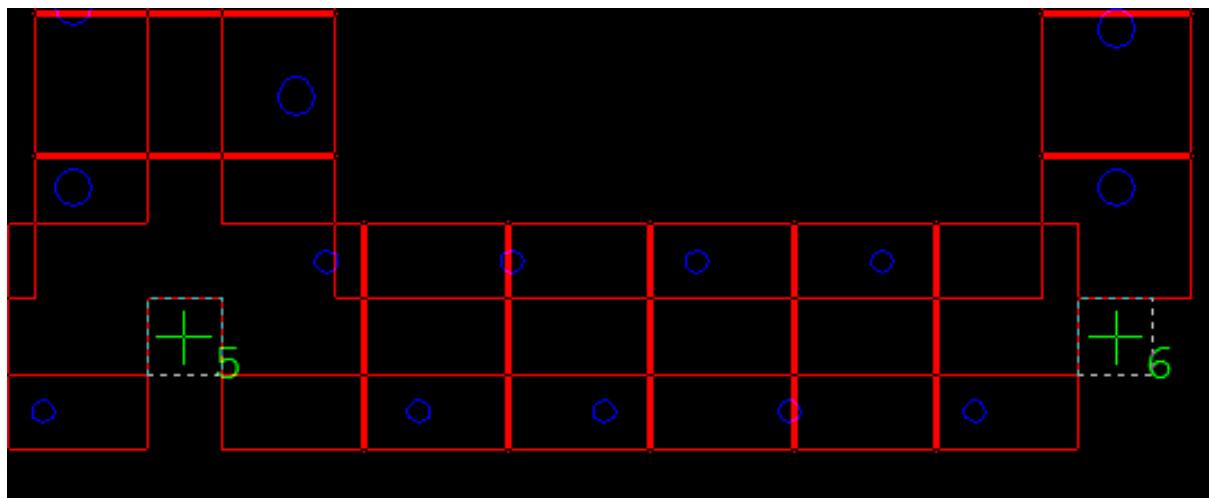


il software richiede dei parametri per l'inserimento dei pali nella trave consolidata:

Dist. Ini. = Distanza dall'estremo iniziale in cm del primo palo di fondazione;



Dist. Fin.= Distanza dall'estremo finale in cm dell'ultimo palo di fondazione;
 Passo = Interasse massimo dei pali in cm per ogni lato del consolidamento;

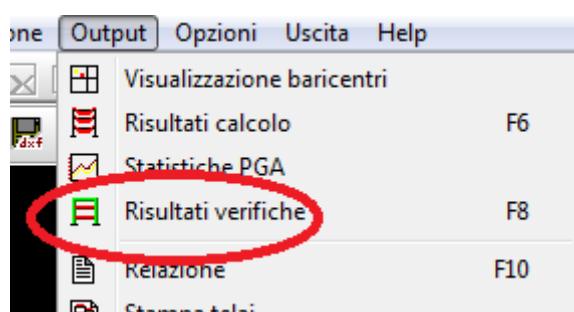


Per le travi di fondazione non consolidate il software consente di inserire un'unica fila di pali con gli stessi parametri richiesti per la trave consolidata ed in più la possibilità di attribuire un'eccentricità in cm dei pali rispetto all'asse della trave .

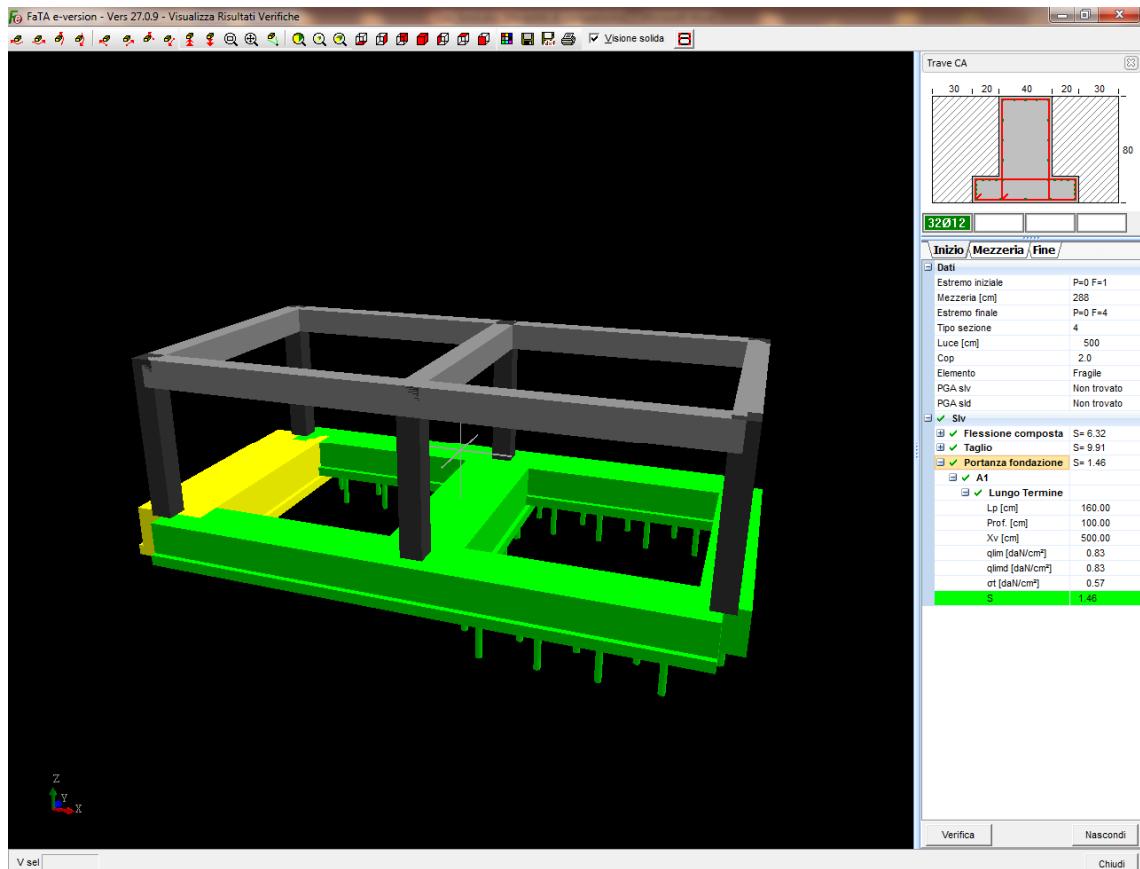
Dist. ini	<input type="text" value="0"/>
Dist. fin	<input type="text" value="0"/>
Passo	<input type="text" value="50"/>
Eccentr.	<input type="text" value="0"/>
<input type="button" value="Cancella"/>	

4.5 Analisi dei risultati

Per visualizzare i risultati delle verifiche eseguite e quindi valutare il margine di sicurezza ottenuto nelle varie travi di fondazioni consolidate basta selezionare il comando Risultati verifiche



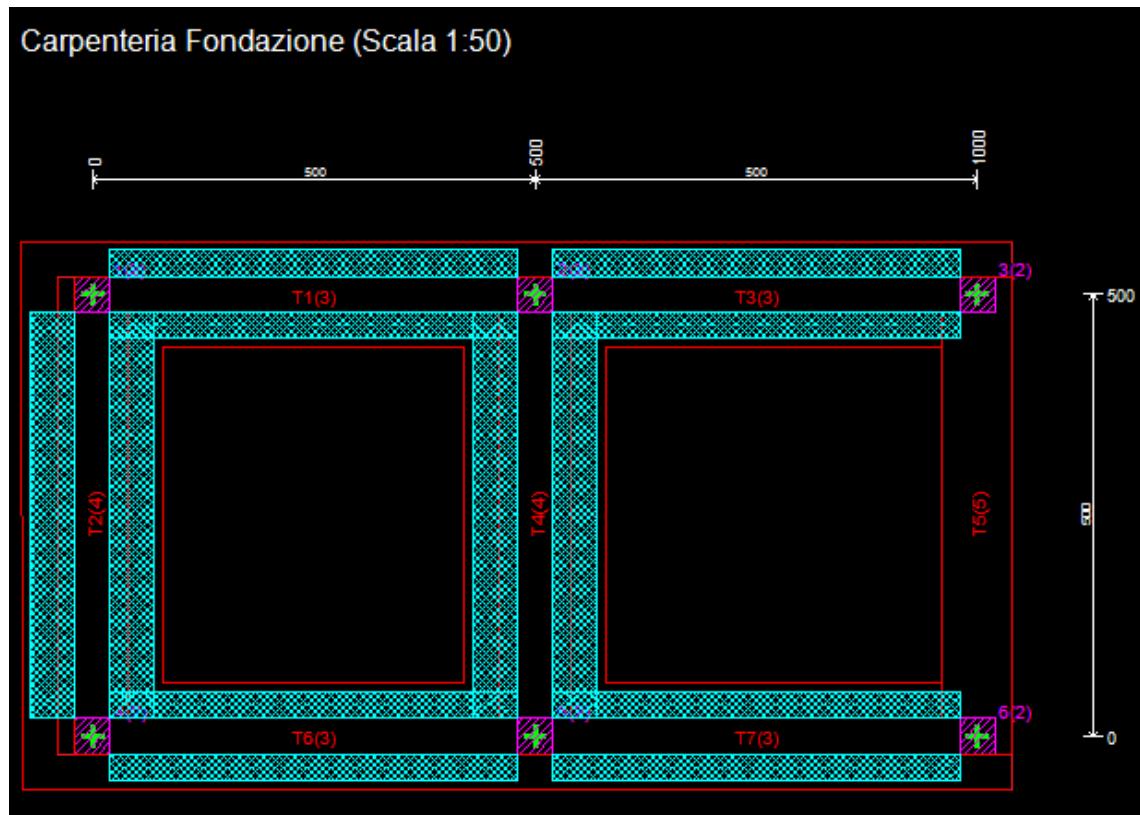
Selezionando il singolo elemento strutturale si visualizzerà una sintesi dei risultati di calcolo dell'elemento consolidato e si potranno valutare gli interventi di consolidamento effettuati o prevederne degli altri.



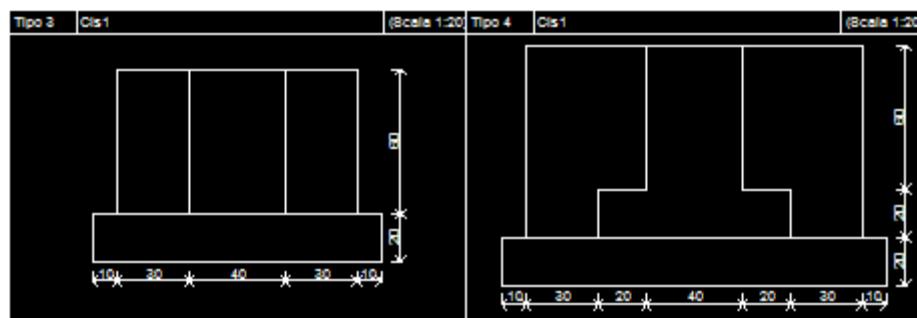
4.6 Elaborati grafici

Il software genera la pianta delle carpenterie evidenziando gli elementi di fondazione consolidati e le tipologie delle sezioni consolidate

Pianta carpenteria



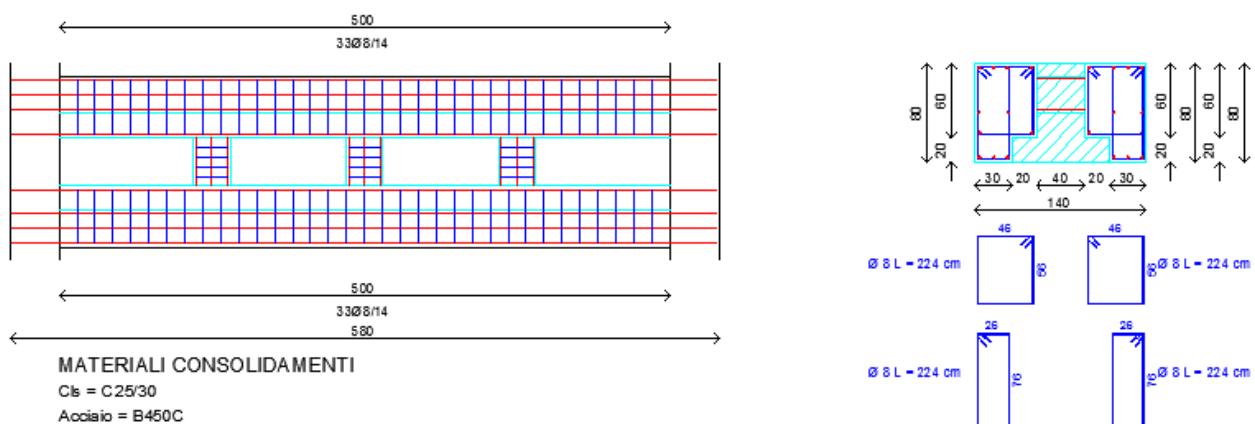
Tipologie sezioni consolidate



Il software origina inoltre in Graficizzazione gli esecutivi dei Consolidamenti in fondazione con gli elaborati delle travi di fondazione consolidate.

Esempio 1 -Elaborati trave di fondazione consolidata

Fondazione Trave 2 - nodi 1 - 4
1 PARTICOLARE PIANTA 4 PARTICOLARE SEZIONE



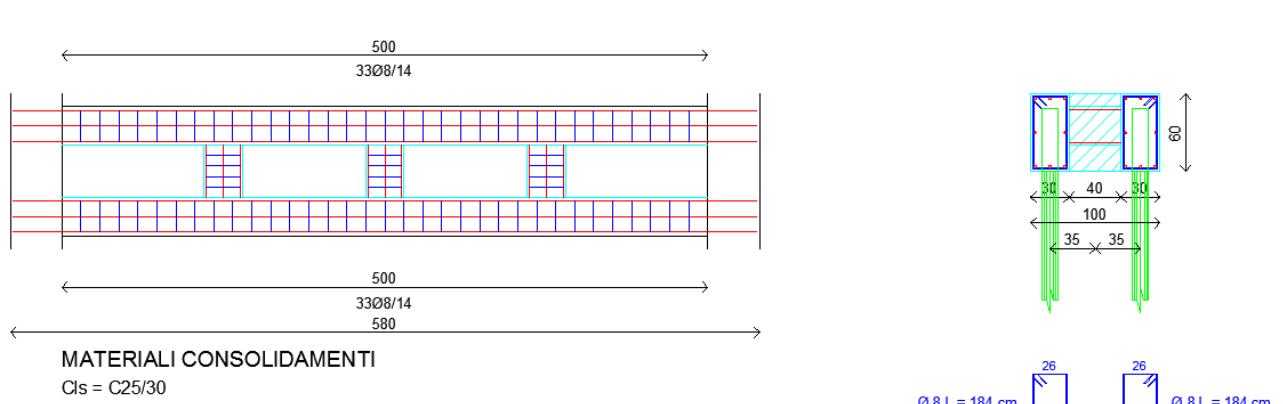
Armature Long. Consolidamenti Dx - Sx: Collegamenti con struttura esistente

Long. Sup.= Ø16(Reggistaffe) + 1 Ø16
Long. Inf.= Ø16(Reggistaffe) + 1 Ø16
Ferri Parete= 2 x 1 Ø12

Travi di colleg. in c.a. ad int. max di 125 cm. - Sez. 30 x 30 cm.
Arm. Long. Collegamento 3Ø 16 Sup. + 3Ø 16 Inf.
Arm. Trasversale Ø 6/8 cm.

Esempio 2 -Elaborati trave di fondazione consolidata

Fondazione Trave 7 - nodi 5 - 6
5 PARTICOLARE PIANTA 6 PARTICOLARE SEZIONE



Armature Long. Consolidamenti Dx - Sx:

Long. Sup.= Ø16(Reggistaffe) + 1 Ø16
Long. Inf.= Ø16(Reggistaffe) + 1 Ø16
Ferri Parete= 2 x 1 Ø12
Collegamenti con struttura esistente
Travi di colleg. in c.a. ad int. max di 125 cm. - Sez. 30 x 30 cm.
Arm. Long. Collegamento 3Ø 16 Sup. + 3Ø 16 Inf.
Arm. Trasversale Ø 6/8 cm.



4. Domande frequenti

1. Per effettuare il calcolo è obbligatorio definire tutte le armature?

Sì. Il calcolo della PGA, essendo relativo a strutture esistenti, viene effettuato in condizioni di verifica. Gli elementi la cui armatura non è assegnata non verranno in fase di verifica.

2. Cosa significa “PGA non trovato”?

Il messaggio viene restituito dal calcolo nei casi in cui una o più specifica PGA ha valori più alti del valore finale del moltiplicatore. Ciò vuol dire che basta aumentare il valore finale del moltiplicatore dell’azione sismica.

3. Qual è il passo di calcolo consigliato?

Ai fini della consegna agli organi di controllo è opportuno definire un passo pari a 0.005.

4. Come si calcolano i fattori di struttura?

Per gli elementi fragili il valore da utilizzare è pari a 1.5. Per gli elementi duttili, salvo specifiche indicazioni delle Linee Guida regionali, il calcolo può essere fatto con il valore:

$$q = q_0 \times K_R \times K_M \times K_D,$$

dove:

$$q_0=3;$$

$K_R = 0.8$ in condizioni di irregolarità in altezza, altrimenti 1.0 (5.3.2; 4.3);

$K_M=0.8$ se $v_{max}=\max[N/(A_{fc})]>0.4$, con N=sforzo normale nei pilastri per carichi gravitazionali, altrimenti 1.0;

$K_D=0.8$ in presenza di staffe aperte o ad interasse maggiore di 25 cm, altrimenti 1.0.

5. Cosa significa “Presenza dettagli antisismici”?

Riguarda generalmente la presenza di staffe efficacemente chiuse poste a un passo non eccessivo (≤ 25 cm), in quanto il meccanismo di rottura duttile (da preferire in zona sismica) è garantito dall’elevata resistenza a taglio degli elementi strutturali.

6. Come avere un quadro completo della PGA della struttura?

Per stimare i possibili incrementi di PGA ottenibili con gli interventi è possibile “forzare” l’algoritmo in modo che non si fermi dopo aver trovato il primo elemento non verificato. L’opzione è presente nella



maschera “Calcolo PGA” al pannello varie, spuntando “PGA differenziata per elemento”. Nell’ambiente “Visualizza risultati verifiche” si possono leggere i valori secondo la colormap, o selezionando ogni singolo elemento.

7. Come vengono calcolati i tempi di ritorno?

Il primo passo è il calcolo del parametro a_g (relativo alle coordinate del sito) per i vari tempi di ritorno della tabella: 30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975, 2475. Ciò viene fatto tramite la formula descritta in allegato A del D.M. 14/01/2008:

$$a_g = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{a_{gi}}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

Il tempo di ritorno T_R , associato al valore di a_g dello stato limite considerato, sarà ricavato dalla seguente formula:

$$\log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) = [\log(a_g) - \log(a_{g1})] \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right) \right] \times \left[\log\left(\frac{a_{g2}}{a_{g1}}\right) \right]^{-1}$$

Dove:

a_g : valore dell’accelerazione di base

T_{R1}, T_{R2} : periodi di ritorno più prossimi a TR per i quali si dispone dei valori a_{g1} e a_{g2} del parametro a_g .



Sommario

1. Modulo PGA	4
1.1 Introduzione	4
1.2 Attivazione del calcolo PGA.....	4
1.3 La gestione delle combinazioni	5
1.4 Input delle armature	7
1.5 Le opzioni di calcolo.....	9
1.6 Il metodo di calcolo.....	10
1.7 Classificazione elementi fragili/duttili	11
1.8 Restituzione dei risultati	13
2. Modulo CoS.CA	16
2.1 Introduzione	16
2.2 Effetti della presenza dei rinforzi FRP	17
2.3 Comandi di gestione dei rinforzi FRP	21
2.4 Effetti della presenza di incamiciature in acciaio	25
2.5 Strategie d'intervento	26
2.6 Tipologie consolidamento ringrossi in c.a.....	27
2.7 Inserimento del consolidamento	37
2.8 Analisi dei risultati	38
2.9 Elaborati grafici.....	40
3. Modulo CoS.SOLAI	45
3.1 Introduzione	45
3.2 Inserimento Armature solai esistenti.....	46
3.3 Tipologie consolidamento solai.....	48
3.4 Inserimento del consolidamento solaio	52
3.5 Analisi dei risultati	53
3.6 Elaborati grafici.....	54
4. Modulo CoS.FOND	57
4.1 Introduzione	57
4.2 Tipologie consolidamento	58
4.3 Inserimento del consolidamento	60
4.4 Inserimento di consolidamenti con pali e micropali.....	61
4.5 Analisi dei risultati	65
4.6 Elaborati grafici.....	67
4. Domande frequenti	69
Sommario	71

