

STARS

OpenSees[®]
inside

CDS *Win*

CDS *Win*[®]

Computer Design of Structures

Software Tecnico Scientifico[®]



www.stsweb.it

CDS Win[®] Computer Design of Structures

Chiudete gli occhi e provate ad immaginare il programma per il calcolo strutturale ideale:

il vostro programma affidabile e con un input grafico semplice ed intuitivo, che produce disegni esecutivi chiari, dettagliati e perfettamente cantierabili ma che vi consenta anche di accedere alla potenza di calcolo di **OpenSees[®]** (la libreria software che rappresenta ad oggi lo "stato dell'arte" a livello mondiale per il Calcolo Non Lineare delle Strutture).

Questo "sogno" è oggi una realtà con **CDS Win OpenSees[®]**! Un sogno che può essere realizzato solo

dalla **STS**, in quanto **licenziataria in esclusiva per l'Italia della libreria OpenSees[®]**!!

OpenSees[®]
inside

Oggi quindi inizia una nuova era, un'era in cui alla estrema facilità d'uso ed all'insuperato pregio degli output prodotti dal **CDS Win**, si aggiungono, in

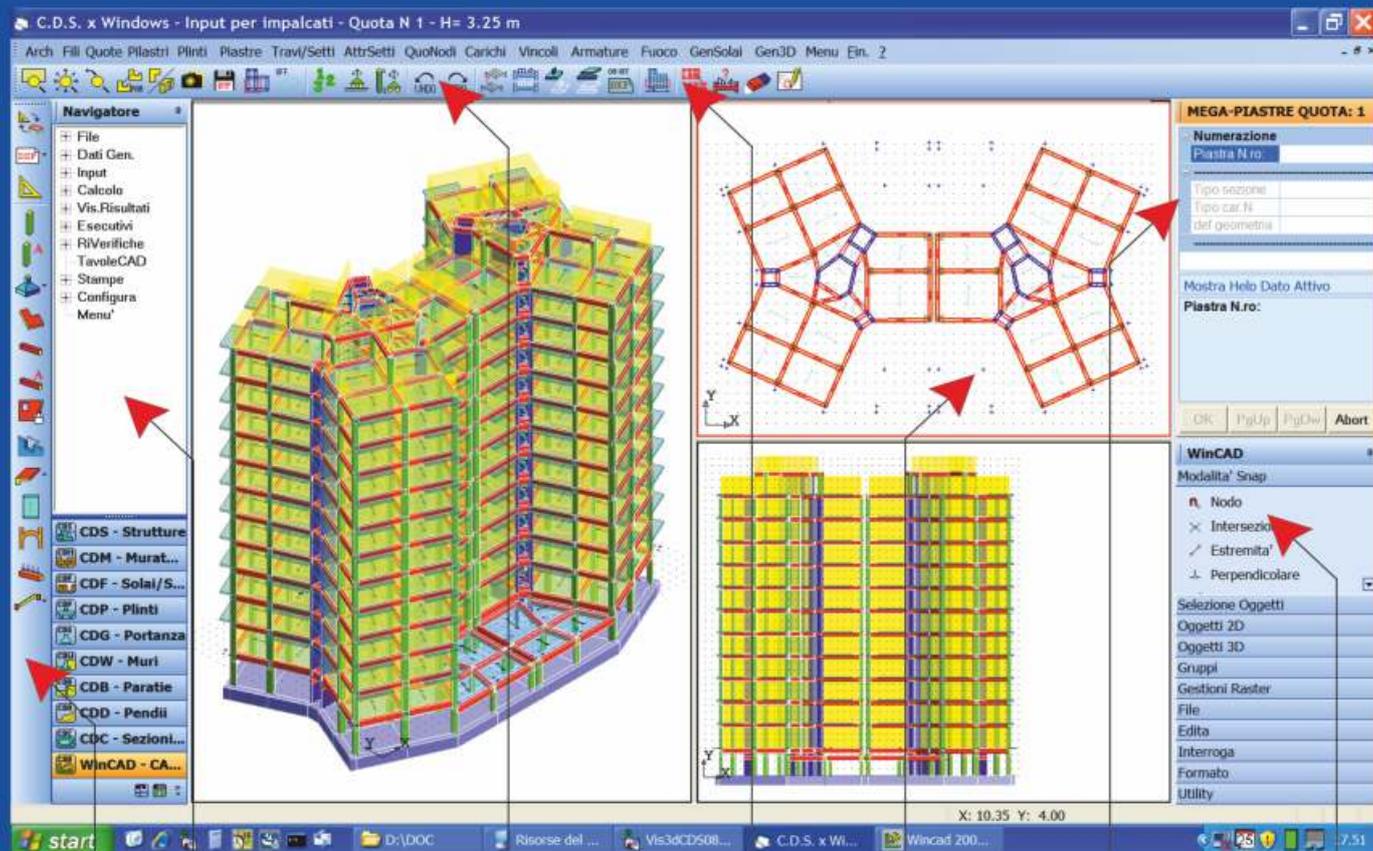
modo del tutto trasparente, le enormi potenzialità di calcolo offerte dalla libreria **OpenSees[®]**

(Open System for Earthquake Engineering Simulation software sviluppato a Berkeley, in California, su finanziamento del governo U.S.A. - Award National Science Foundation Number EEC-9701568)

INTRODUZIONE:

Il package di calcolo strutturale **CDS** è un potente strumento di calcolo che permette di effettuare, con schematizzazione totalmente tridimensionale, l'analisi di una qualsiasi struttura mediante le più sofisticate tecniche f.e.m. (Finite Element Method).

L'input è costituito da un CAD strutturale di facile apprendimento appositamente studiato e dotato di sofisticate caratteristiche di puntamento diretto a video degli elementi strutturali che consentono una rapida immissione della struttura ed un agevole controllo grafico dei dati forniti. Eventuali errori di input possono essere immediatamente corretti grazie ai comandi di undo/redo multilivello che permettono di ripristinare la situazione precedente senza nessuna limitazione del numero di operazioni annullabili.



Navigatore per accesso veloce a tutte le fasi

UNDO REDO multilivello

Finestre multiple per interazione CAD strutturale

Tecnologia **WinCAD Inside**

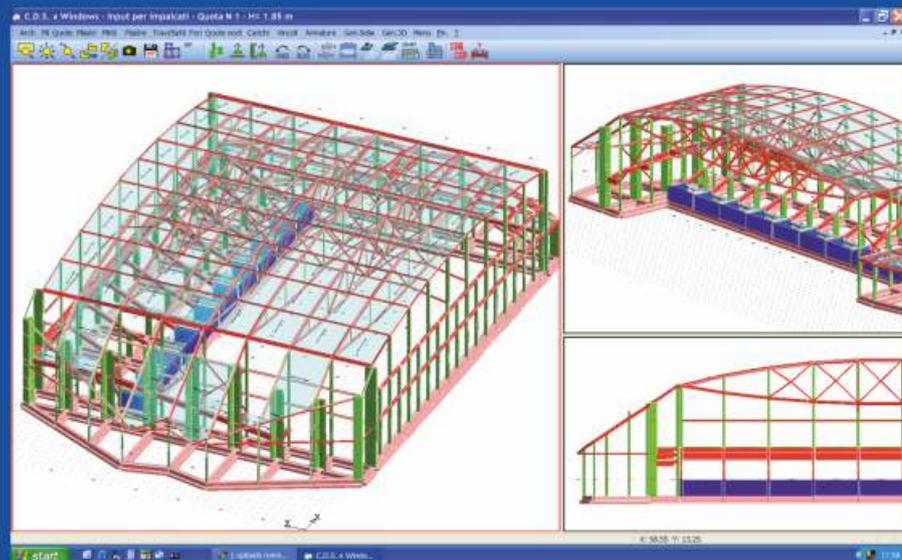
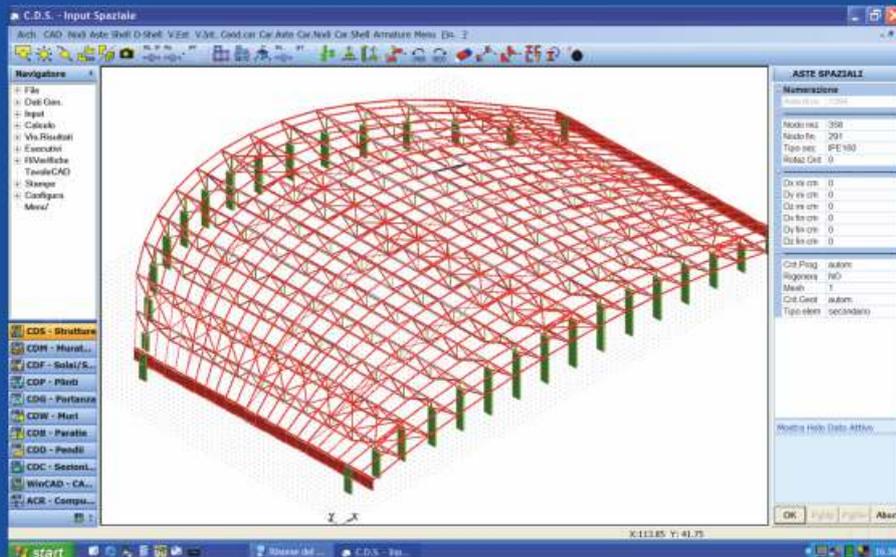
Toolbar per creazione elementi strutturali da DXF

Toolbar comandi personalizzati della fase in uso

Modulo standard per interazione numerica

Organizzazione dell'interfaccia standard

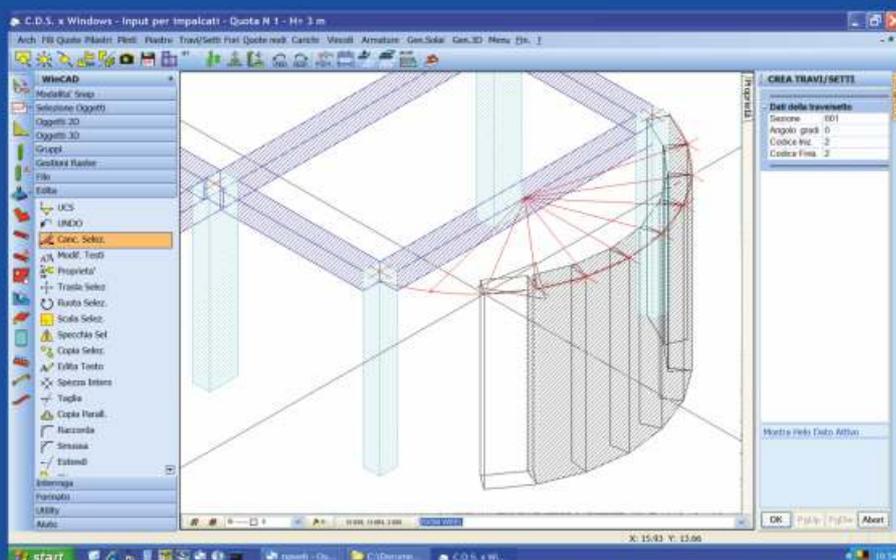
Tutte le fasi di input (Impalcati, Spaziale, Disegno ferri, Nodi Metallici, TavaCAD, etc...) usufruiscono della tecnologia denominata "**WinCAD inside**", appositamente sviluppata dalla **STS**, che permette, attraverso il **WinCAD** (CAD 2d/3d prodotto dalla **STS**), operazioni totalmente grafiche anche in fase di input. Le procedure di input hanno quindi adesso un doppio "motore grafico". Il primo motore grafico (basato sulle librerie grafiche OpenGL di *Windows*) permette una raffinata rappresentazione grafica di tutti gli elementi strutturali ed una comoda interazione con tali oggetti.



Il secondo motore grafico è invece basato sul **WinCAD** e permette di interagire contestualmente sia con gli elementi strutturali creati dal **CDS**, sia con gli oggetti grafici eventualmente creati dall'utente tramite i comandi del **WinCAD** stesso. La potenza di tale approccio è facilmente immaginabile. Tramite **WinCAD** è infatti adesso possibile durante l'input strutturale:

- Misurare angoli, distanze, aree, etc...
- Effettuare costruzioni grafiche che servono di "appoggio" per la immissione degli elementi strutturali
- Modificare il dxf di riferimento e memorizzarlo in modo totalmente automatico e trasparente all'utente
- "Solidificare" linee e polilinee tracciate con comandi CAD trasformandole in travi, pilastri, setti, platee, piastre, etc...
- Effettuare operazioni CAD del tutto generiche finalizzate all'input strutturale; ad esempio si potrebbe

vettorializzare una immagine raster, portarla in scala referenziandola geometricamente ed infine usare il disegno vettoriale così ottenuto come riferimento per l'input grafico degli elementi strutturali. Tutto ciò senza mai abbandonare l'ambiente di lavoro **CDS Win!!!**



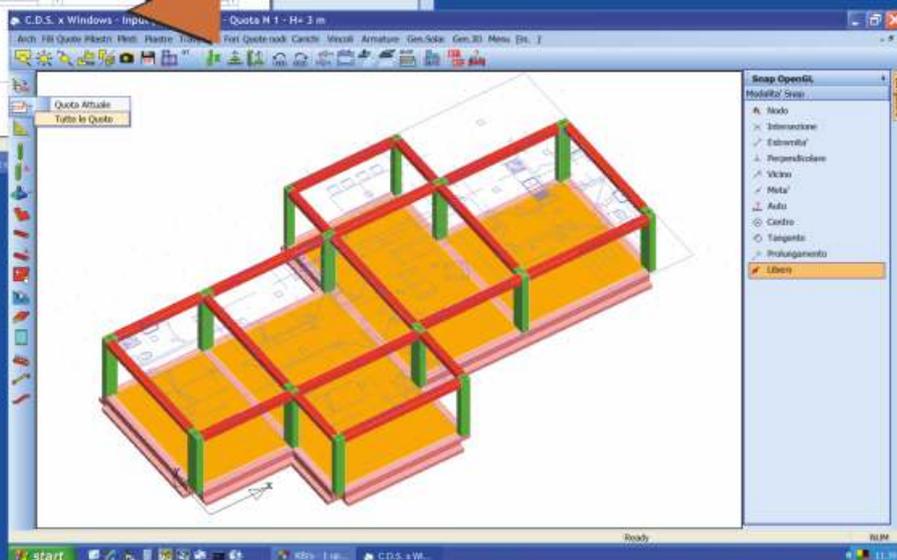
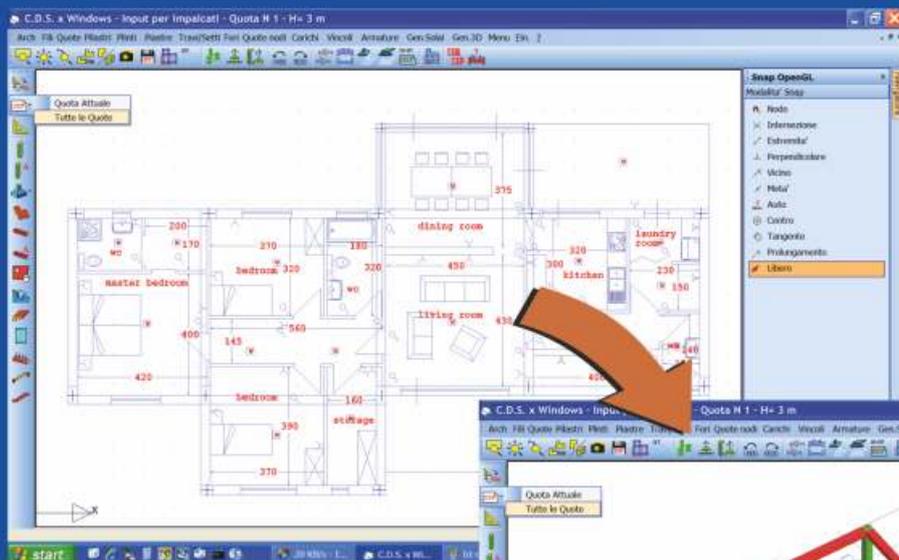
Costruzione grafica con comandi **WinCAD** integrati in **CDS**

CDS è inoltre l'unico programma strutturale dotato di ben due modalità di input studiate al fine di rendere il più agevole possibile la fase di immissione dei dati in funzione della tipologia strutturale.

Abbiamo così, accanto al classico "input per impalcati", particolarmente mirato per la definizione di edifici in c.a., anche una modalità di "input spaziale" studiata per le strutture con geometrie complesse; con **CDS** è quindi possibile effettuare agevolmente anche l'input di strutture in acciaio, quali capriate, tralici, pensiline, cavalcavia, etc... Ovviamente è anche possibile l'input di strutture miste (capannoni o edifici con coperture a travature reticolari).

Per esempio, nel caso di struttura mista c.a. + acciaio si potrà definire la parte in c.a. con l'input per impalcati e la parte residua in acciaio con l'input spaziale.

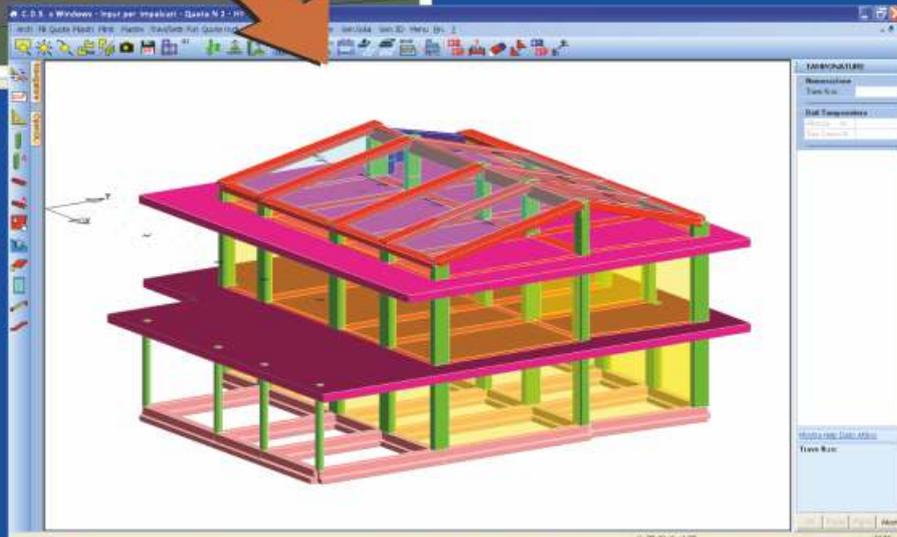
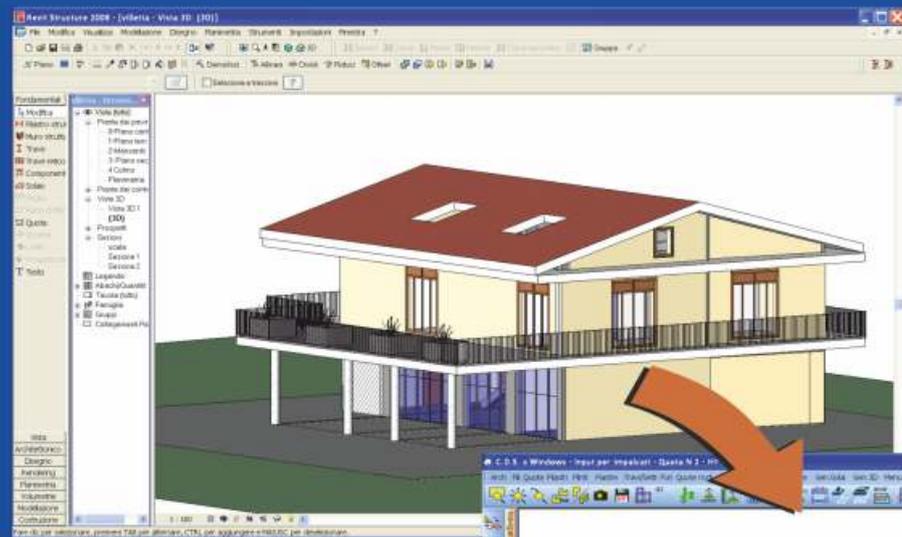
L'import da CAD architettonico riproduce fedelmente qualsiasi geometria (anche tetti a falde, aste inclinate, etc...). Pensate alla comodità di poter ricevere dal progettista della parte architettonica un file in cui gli elementi strutturali sono già impostati nella corretta posizione (dal punto di vista dei vincoli architettonici) e di poter trasferire tutta questa massa di informazione auto-



INPUT PER IMPALCATI

L'input per impalcati prevede la definizione delle singole quote dell'edificio e l'inserimento di punti di riferimento in pianta (fili fissi) che permettono di impostare gli allineamenti verticali della struttura. Per facilitare l'inserimento di tali punti si può importare in **CDS** un disegno architettonico in formato dxf e utilizzare specifiche funzioni di SNAP di

Importazione automatica modello strutturale da file DXF



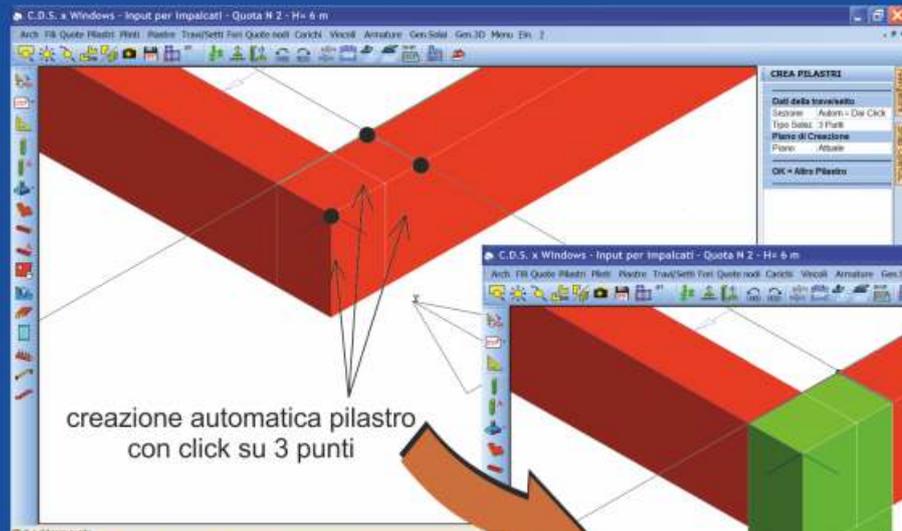
maticamente nell'input per Impalcati! Sicuramente un bel risparmio di tempo e fatica!

È peraltro da sottolineare che il modulo per il link di **CDS Win** con i CAD architettonici comprende in omaggio anche il link tra tali CAD ed **ACR Win** (il programma **STS** per il computo metrico fornito gratuitamente a tutti i possessori di **CDS Win**); è quindi possibile ottenere, senza alcun costo aggiuntivo, il

cui è dotato il programma. In alternativa è possibile inserire direttamente gli elementi strutturali agganciandoli direttamente al disegno architettonico.

È anche possibile procedere all'importazione dell'intera struttura a partire da particolari file dxf o direttamente dai principali CAD architettonici (ad esempio Revit® sia Structural® che Architectural®, ArchiCAD®, Allplan®, ArchLine®, AutoCA® in AutoCAD® (anche LT!), etc...).

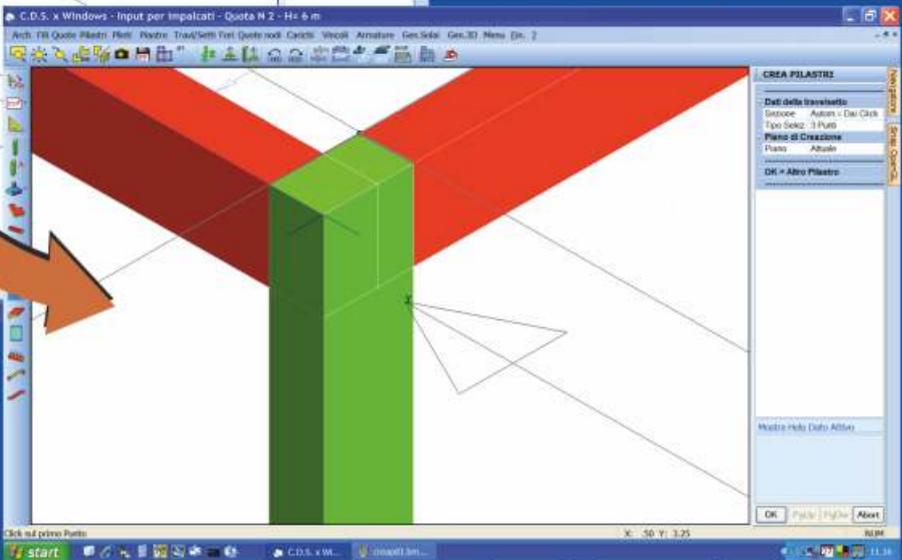
Importazione automatica del modello strutturale da CAD architettonico



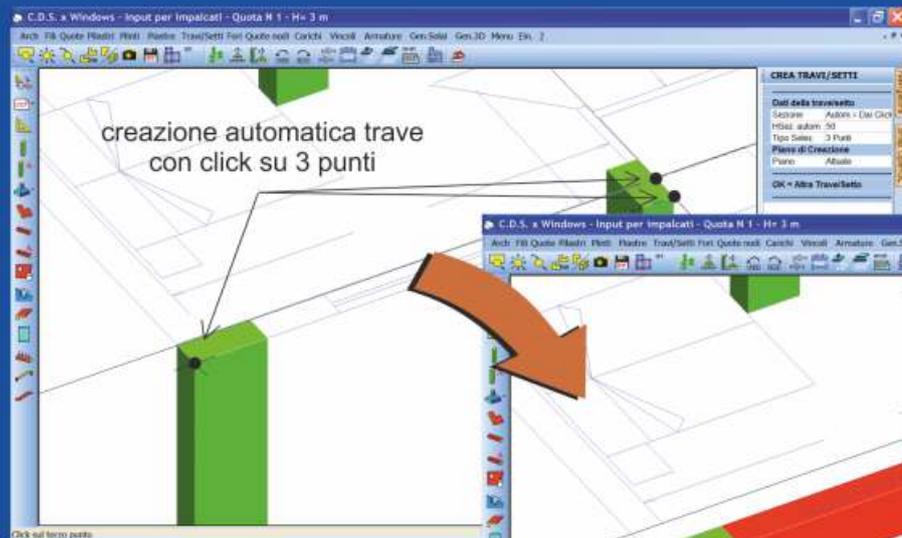
creazione automatico pilastro con click su 3 punti

computo metrico di tutte le entità progettuali presenti nel disegno architettonico (pavimenti, infissi, intonaci, impianti, strutture, etc..).
I comandi della toolbar verticale costituiscono, nel loro insieme, una modalità di input grafico alternativo basato sulla lucidatura del dxf; tali

- comandi comprendono:
- Creazione Standard Pilastrì
 - Creazione Avanzata Pilastrì
 - Creazione Standard Travi/Setti
 - Creazione Avanzata Travi/Setti
 - Creazione Plinti
 - Creazione Piastre e Platee



Creazione automatico pilastro tramite selezione grafica di 3 punti



creazione automatico trave con click su 3 punti

- Creazione fori setti in prospetto
- Creazione fori setti in pianta
- Creazione ballatoi
- Creazione orditure solai
- Creazione carichi espliciti e tamponature

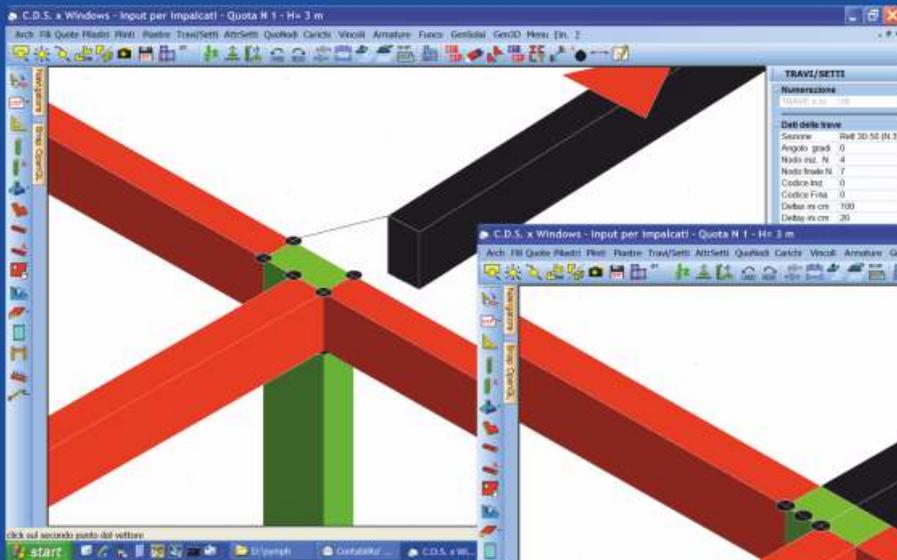


creazione automatico trave con CrossLine

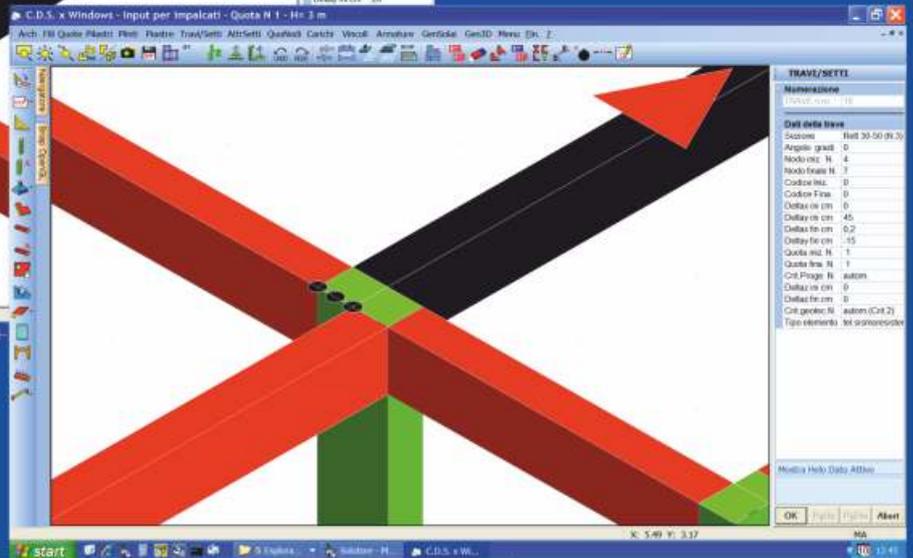
- Creazione automatico corpo scala a soletta rampante
 - Creazione automatico corpo scala a trave ginocchio
- Analizziamo questi comandi in dettaglio.
- Creazione Standard Travi, Setti e Pilastrì: i comandi di creazione standard di travi, setti e pilastrì, prevedono il trascinamento a video degli elementi strutturali e il loro aggancio diretto su entità grafiche.

Creazione tramite CrossLine (segmento che attraversa linee trave)

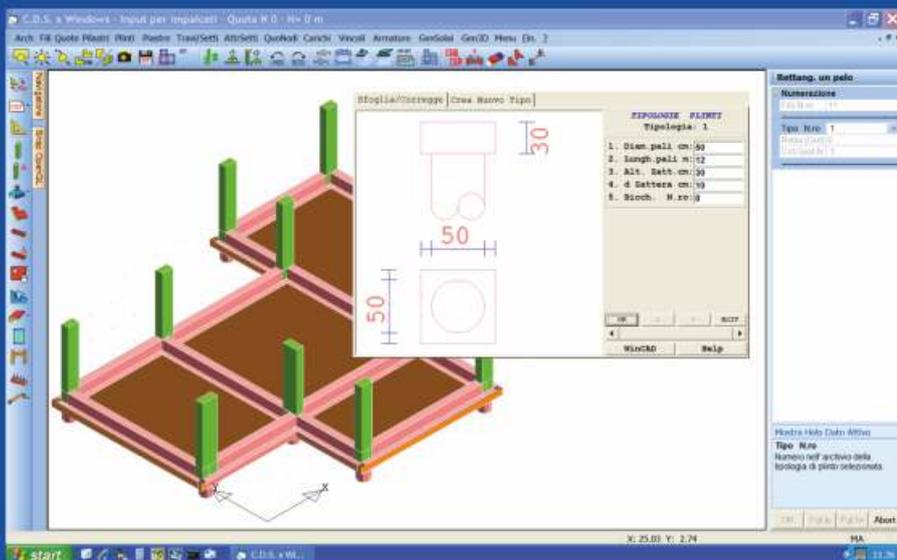
della trave anche dopo averla inserita. Sia le singole travi che i singoli setti possono essere inclinati "abbassando" uno o entrambi gli estremi di un Dz utente. Se si volessero trascinare verso l'alto o il basso tutti gli



- Creazione Avanzata Travi/Setti e Pilastri: i comandi di creazione Avanzata sono molto potenti e presentano una serie di opzioni che li rendono estremamente versatili. Attraverso questi comandi travi, setti e pilastri possono essere creati dal dxf sempli-



Disassamento travi con mouse



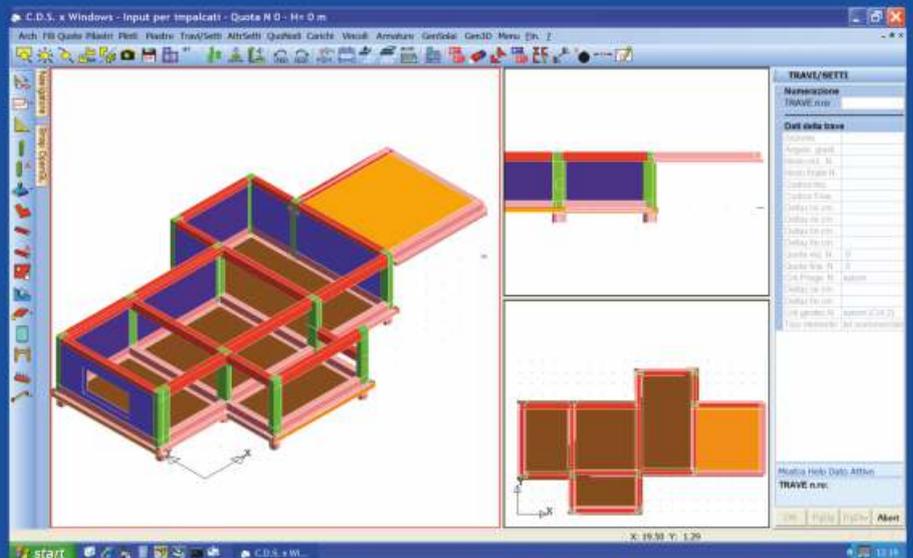
Input pali sotto le travi di fondazione

elementi convergenti in uno stesso filo fisso si potrà farlo usando il comando "Quote Nodi" appositamente realizzato a questo scopo.

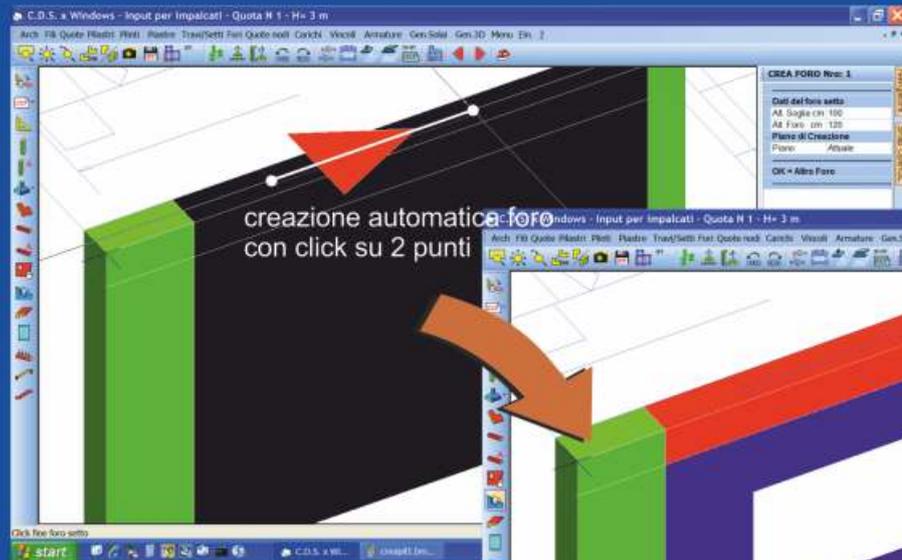
Gli elementi bidimensionali verticali permettono di schematizzare anche elementi in muratura e quindi, grazie all'interazione con il programma **CDMa**, si possono risolvere strutture in muratura o strutture in cui siano presenti contemporaneamente sia elementi in muratura che travi, pilastri e setti in c.a. o acciaio.

- Creazione Plinti: questo comando consente di impostare tramite una maschera il tipo di plinto, la sua geometria, eccentricità, rotazione ed il criterio di progetto associato. Il

cemento cliccando su tre punti oppure selezionando una linea ed un punto o una coppia di linee che ne individuano la sagoma in pianta. È anche possibile impostare esplicitamente la sezione che si intende creare ed individuare graficamente il bordo da non superare e la direzione verso cui sviluppare l'ingombro in pianta dell'elemento strutturale. Le generazioni possono essere eseguite, a scelta dell'utente, sul piano attuale, su tutti i piani, dal piano attuale all'ultimo piano, dal piano attuale alla quota zero oppure dal piano attuale fino ad un piano finale fissato dall'utente. È comunque possibile disassare graficamente le estremità



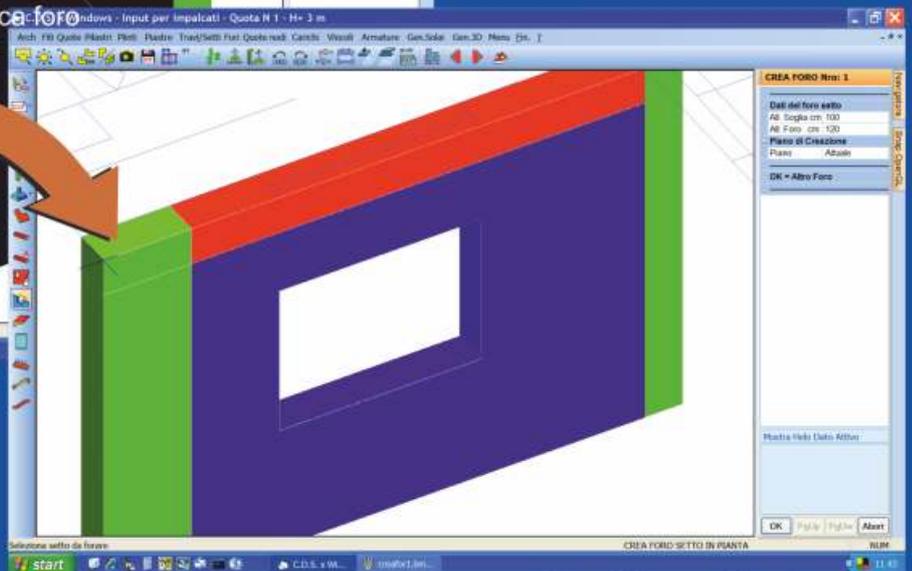
Uso dei setti per definizione cantinato (fondazione a due livelli)



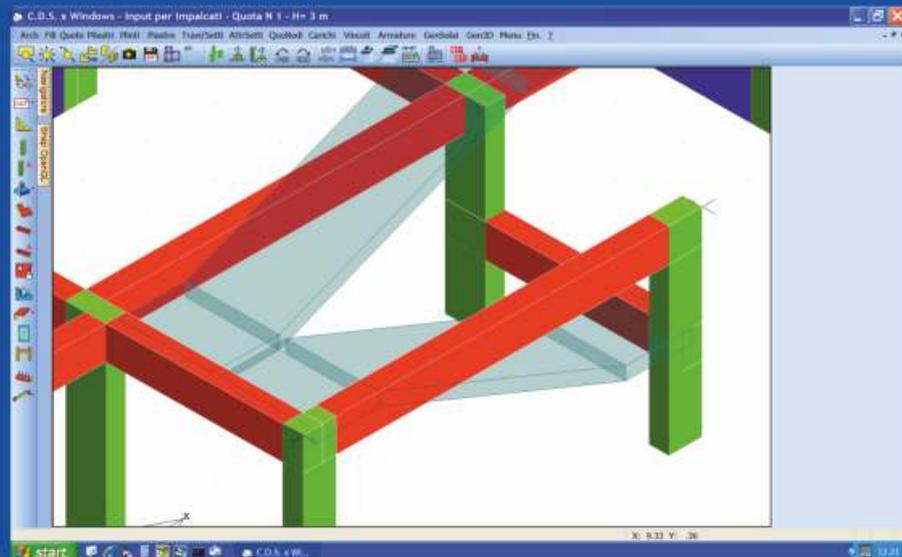
creazione automatica foro con click su 2 punti

plinto così definito potrà essere posizionato con un semplice "click" su un qualsiasi punto del dxf o sui fili fissi o sui pilastri già presenti.

- Creazione Piastre e Platee: con questo comando viene proposta una mascherina in cui è possibile definire



Creazione foro tramite selezione grafica di 2 punti in pianta



Scostamento verticale delle travi senza creare interpiani

il tipo di sezione da associare alla piastra ed il relativo carico verticale. La definizione geometrica è poi totalmente grafica e sfrutta i riferimenti grafici, sia del dxf, sia quelli eventualmente creati "al volo" con il **WinCAD**.

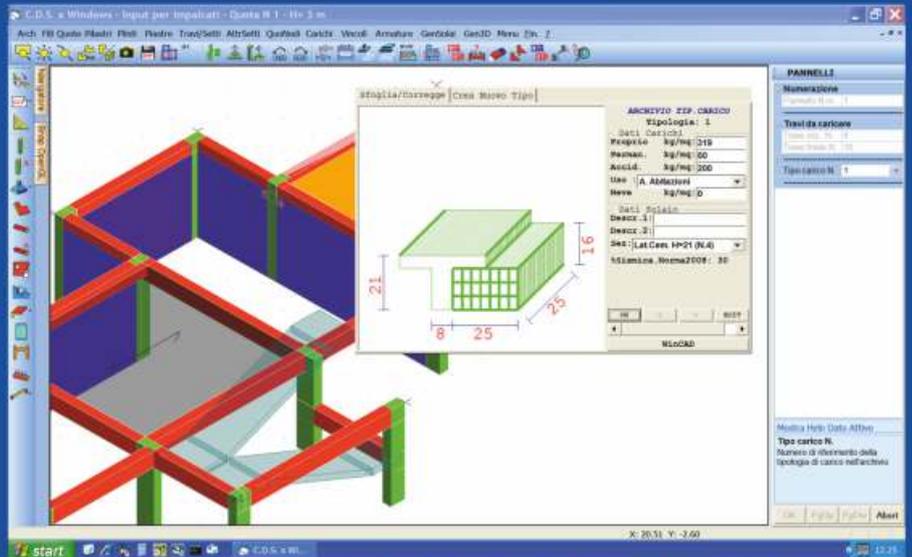
- Creazione fori setti in Prospetto / Pianta: questi comandi permettono di eseguire la foratura dei setti operando sul prospetto del setto o in pianta. Quest'ultima modalità (foro in pianta) è particolarmente comoda poiché permette anche di operare su più quote contemporaneamente, secondo le opzioni del pluripiano sopra descritte. È possibile inserire fino a 10 fori nello stesso setto;

vengono gestiti anche fori a cavallo di due setti.

- Creazione ballatoi: attraverso questo comando anche la creazione dei ballatoi risulta essere una operazione totalmente grafica; basterà

associare il tipo di carico tramite la maschera dedicata e quindi selezionare la trave ed il profilo del ballatoio sul file dxf. Particolarmente comodo è il comando per l'inserimento dei "ballatoi speciali" che permette di inserire ballatoi di forma generica e multitrave definiti graficamente con riconoscimento automatico delle travi da caricare.

- Creazione orditure solai: un comando veramente utile che sicuramente apprezzerete moltissimo è proprio questo, che consente la creazione delle orditure dei solai (come Pannelli Speciali). Inserire i solai adesso è veramente banale! Basta dichiarare il tipo di carico da associa-

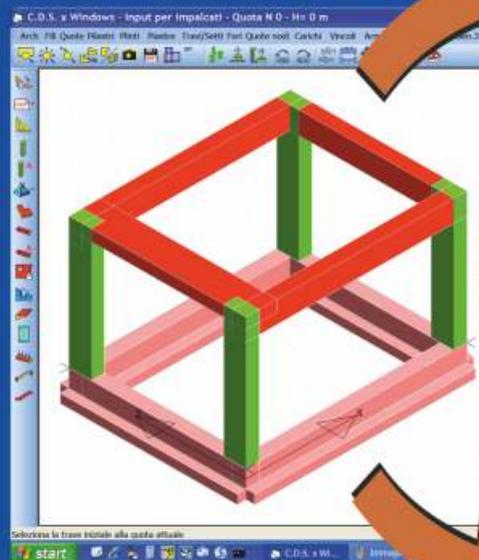


Archivio tipi di carico con rappresentazione del travetto utilizzato



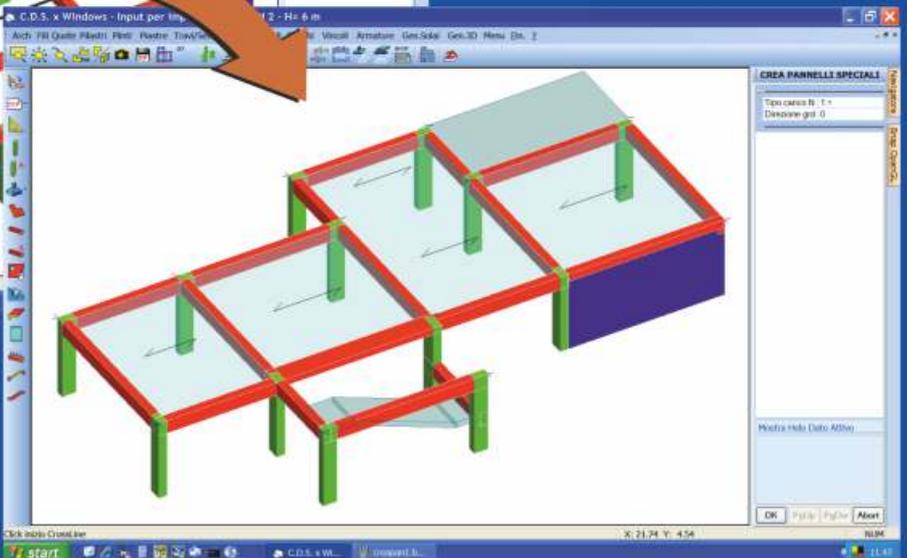
re alla orditura e la direzione dei travetti, che può eventualmente essere impostata graficamente. Per disporre il solaio all'interno di una o più maglie chiuse di travi, basterà poi attraversare tali maglie con una crossline o tracciare una crossline all'interno della maglia stessa che interessa ordire. Il programma si incaricherà di trovare le travi da caricare e di calcolare il relativo valore del carico da attribuire alle varie travi. Esiste anche la possibilità di caricare in automatico le travi parallele all'orditura di carico con un'aliquota del carico delle travi portanti.

- Creazione carichi espliciti e tamponature: con questo comando è

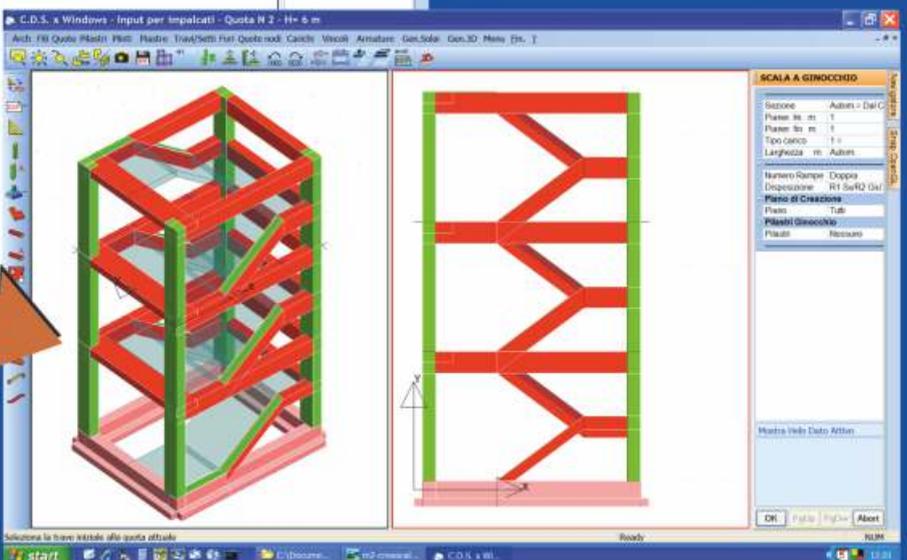
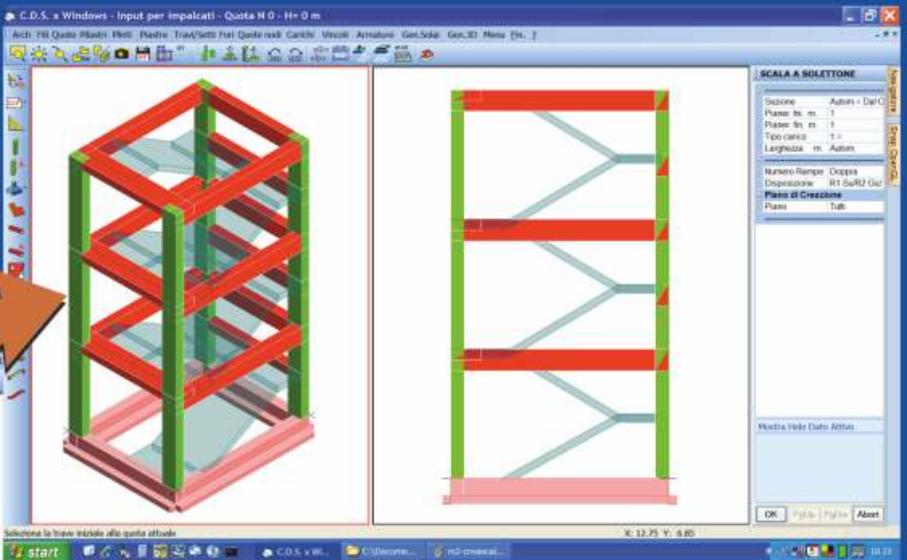


possibile impostare tramite una apposita maschera di input i dati relativi a carichi di varia natura (tamponature, carichi distribuiti verticali, torcenti, laterali, etc...). Tali carichi verranno poi applicati in un colpo solo alle travi selezionate graficamente. Sono anche disponibili sul menù carichi

apposite fasi per l'input dei carichi concentrati F_x F_y F_z M_x M_y M_z e le spinte orizzontali sui setti. È sempre possibile richiedere informazioni sui pesi che vengono a scaricarsi sulle travi dovuti all'input carichi effettuato.

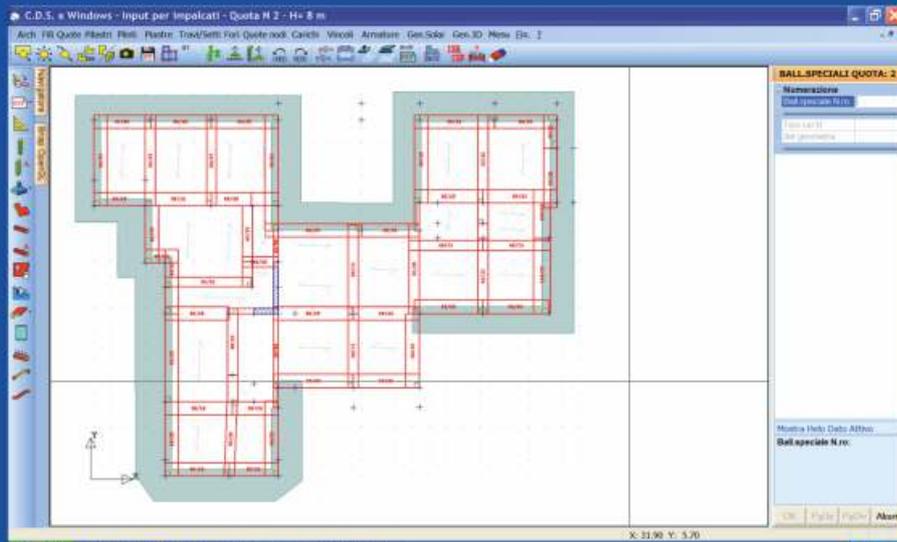


Creazione automatica pannelli tramite CrossLine

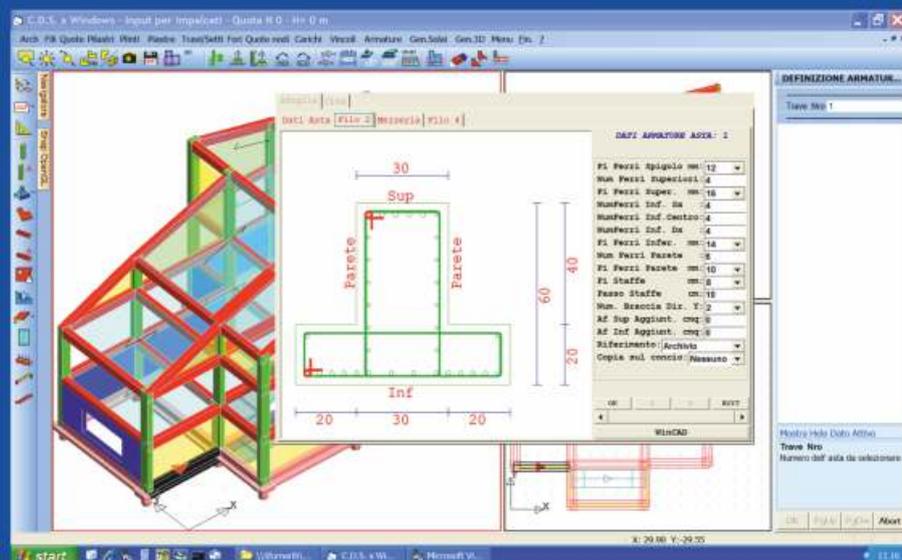


Creazione automatica scale a soletta rampante o a ginocchio

- Creazione corpo scala: di notevole interesse sono infine gli ultimi due comandi che permettono la creazione di tutto il corpo scala (sia a soletta rampante che con travi a ginocchio) tramite due semplici click sulle due travi "generatrici". La creazione della scala è infatti una operazione complessa che necessita di un notevole tempo ed un impegno non trascurabile da parte del progettista. I nuovi comandi permettono adesso di automatizzare totalmente tale operazione; basterà infatti impostare i dati della generazione e selezionare le due travi che individuano nell'impalcato rispettivamente la trave di piano e la trave omologa alla



Procedura per l'inserimento di ballatoi multitrave di forma qualsiasi



Input armature per verifica edifici esistenti

trave di interpiano della scala.

Una volta esaurita la definizione dei carichi sarà possibile identificare i solai in pianta dichiarando semplicemente le linee di sezione. Tale semplice operazione consente il collegamento automatico con il programma **CDF** per il calcolo dei solai e delle scale ed il disegno automatico dei ferri sulla pianta di carpenteria. L'interfacciamento semplifica il lavoro connesso al calcolo dei solai stessi poiché la procedura, in modo totalmente automatico, genera i dati per il programma **CDF** (geometria del solaio, entità dei carichi, alternanze dei carichi secondo le linee di influenza del solaio in esame, etc..) e questo, una volta lanciato, oltre ad eseguire il calcolo di detti solai permette la stampa dei tabulati di calcolo ed anche la restituzione delle carpenterie di piano con l'esplosivo dei ferri di

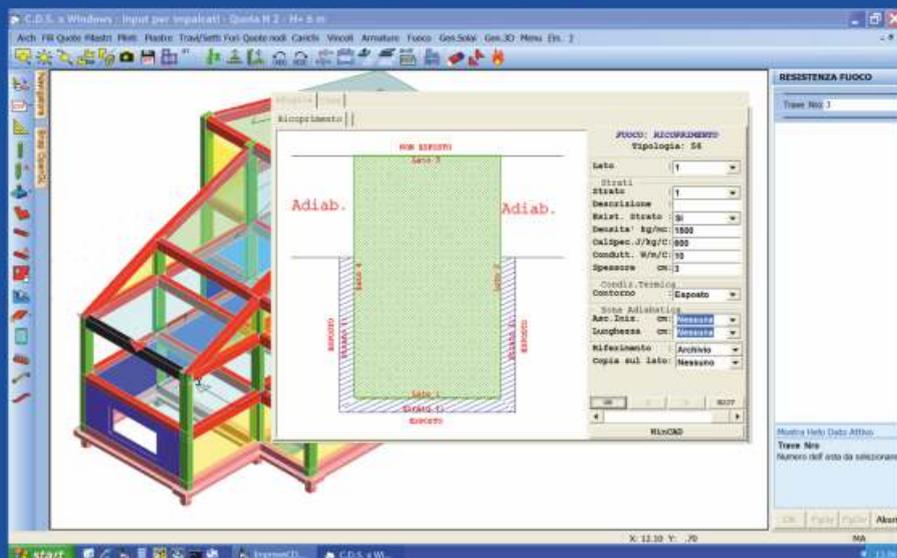
solaio; il tutto perfettamente congruente ed integrato con gli output di **CDS** per fornire un allegato progettuale completo e di facile interpretazione.

CDS permette anche di inserire

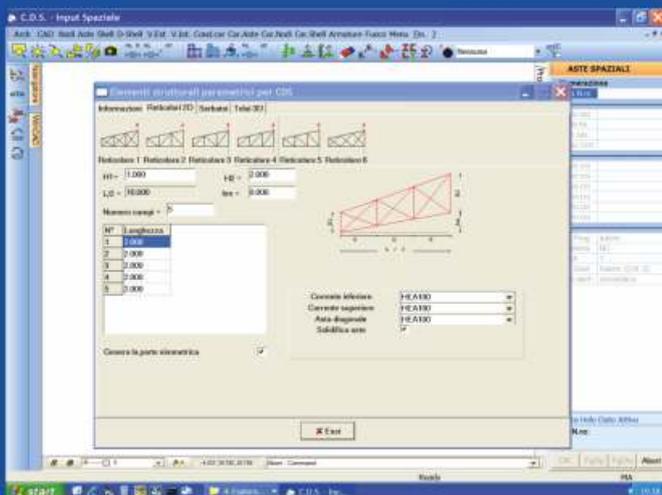
vincoli interni ed esterni quali cerniere, bipendoli orizzontali e verticali, carrelli, etc...

È infine possibile per particolari tipi di calcolo (Push-Over e Resistenza al Fuoco) definire con appositi comandi sia l'armatura presente in qualsiasi trave o pilastro, sia la eventuale presenza di strati ignifughi.

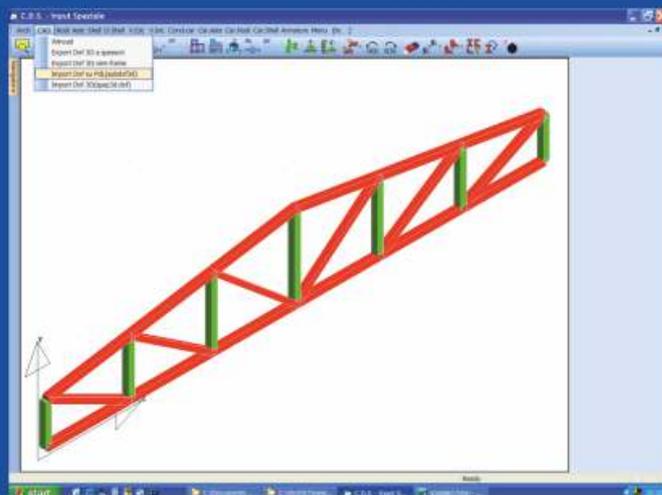
La fase **generazione per spaziale** effettua la trasformazione dei dati dal formato impalcato al formato rileggibile dall'input spaziale. La generazione effettua tutta una serie di controlli sulla validità dei dati di input forniti e, in assenza di vincoli definiti dall'utente, crea automaticamente tutti i vincoli della struttura; inoltre la generazione definisce automaticamente la mesh degli elementi bidimensionali; nel caso di aste adiacenti a tali elementi verrà creata una mesh corrispondente anche per le aste per garantire la congruenza degli spostamenti.



Input stratigrafia per Resistenza al Fuoco



Definizione automatica di una reticolare con **WinCad Inside**



Importazione in **CDS** della sottostruttura creata con **WinCad Inside**

INPUT SPAZIALE

La modalità di input spaziale, che si rivolge alla definizione di strutture particolarmente complesse, si articola nelle seguenti fasi:

1. Archivi
2. Import/Export CAD
3. Nodi 3d
4. Aste 3d
5. Shell/Disassamenti shell
7. Vincoli Interni/Esterni/Cedimenti
9. Condiz. di carico
10. Carichi (aste/nodi/shell)

In tutte le fasi del programma è possibile operare su piani generici comunque orientati nello spazio (piani di lavoro); la gestione di tali piani permette l'inserimento di nodi in coordinate locali con notevole semplificazione dell'input di strutture complesse. Inoltre in tutte le fasi è attiva una funzione di clipping che permette la visualizzazione di una porzione della struttura. Anche l'input Spaziale, come gli Impalcati, è dotato di tecnologia "**WinCAD Inside**" che permette di eseguire contemporaneamente input strutturali ed input di entità grafiche di appoggio. Con la gestione multifinestre si ha poi la possibilità di visualizzare contemporaneamente differenti

punti di vista e diverse porzioni della struttura.

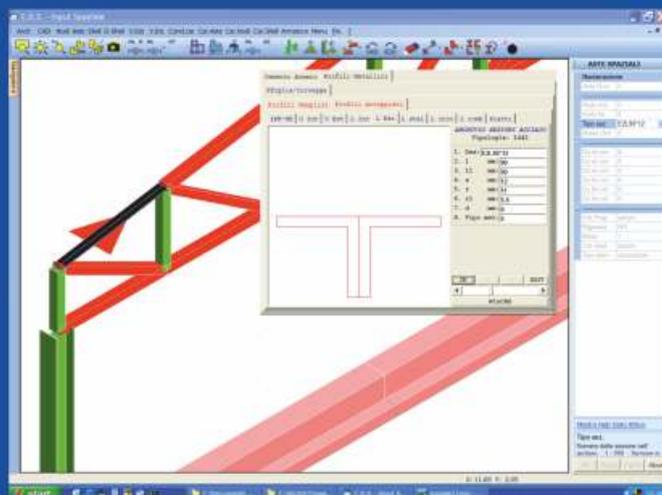
La fase nodi 3d consente l'inserimento e la modifica di nodi nello spazio. Se è attivato un piano di lavoro, l'inserimento avviene tramite coordinate nel riferimento locale del PdL, altrimenti le coordinate vengono riferite al sistema di riferimento globale.

La fase aste 3d permette l'inserimento e la modifica di aste comunque disposte nello spazio. Per facilitare l'inserimento in serie di aste con uguali attributi (rotazione, disassamenti, tipo di sezione, etc..) è possibile definire un "elemento corrente" e creare le successive aste specificando soltanto il nodo iniziale e finale. È anche possibile disegnare, tramite **WinCAD**, i segmenti rappresentanti le singole aste, per poi operare una "solidificazione" di questi segmenti tra-

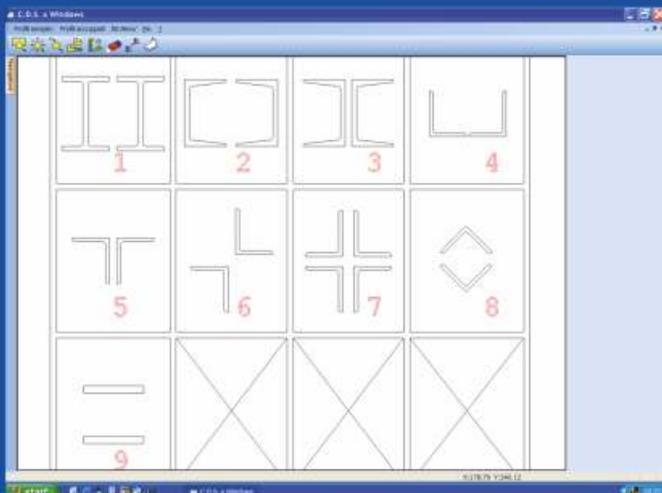
sotto-elementi indipendenti che possono essere a loro volta suddivisi, modificati o cancellati.

Anche in questa fase è possibile disegnare, tramite **WinCAD**, le 3Dface rappresentanti i singoli shell, per poi operare una "solidificazione" di queste 3Dface trasformandole in shell.

Dalla fase archivi si accede alla gestione dei profili metallici. Il gestore dell'archivio delle sezioni metalliche consente l'input e la correzione di tutte le tipologie metalliche di interesse nella



Archivio in linea profili metallici



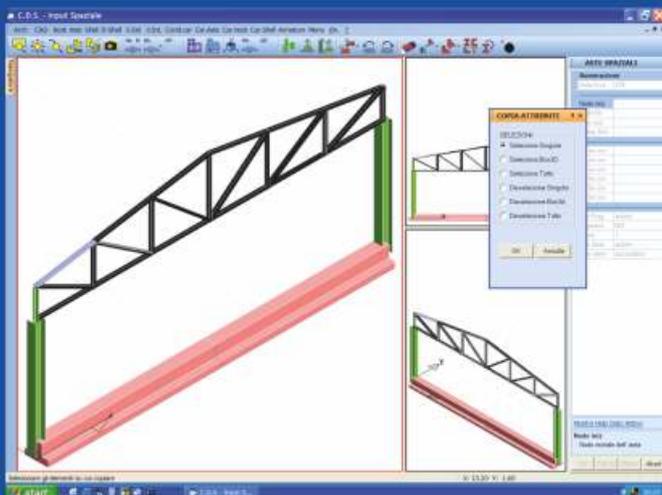
Archivio generale profili accoppiati

sformandoli in aste.

La fase elementi shell consente l'inserimento e la modifica di elementi bidimensionali comunque disposti nello spazio. In particolare si evidenzia la possibilità di scegliere il passo della mesh interna di qualsiasi elemento shell su ciascun lato e la possibilità di "esplodere" un elemento shell in più

pratica tecnica, sia come profili semplici che come accoppiati.

È anche possibile definire graficamente profili monoconnessi di forma qualsiasi con una immissione minima di dati poichè tutte le grandezze statiche di interesse per il calcolo verranno calcolate in automatico. Ovviamente i valori di inerzia, momento statico, etc... calcolati in automatico possono essere eventualmente corretti ed impostati dall'utente. La stessa procedura permette l'inserimento di aste in legno che vengono anche verificate. Tutte le aste (anche quelle di forma generica) verranno rappresentate nel modello strutturale con la loro reale forma.



Copia del tipo di sezione sulle aste della reticolare

Con il programma viene anche fornito un archivio con circa mille profili metallici già inseriti.

La fase import/export permette la costruzione di sottostrutture anche su CAD esterni e la loro importazione nel contesto strutturale di **CDS**. Il programma è inoltre dotato di uno specifico comando per la creazione parametrica di travature reticolari che possono essere inserite nel modello con due semplici click!. L'input spaziale è stato dotato inoltre di potenti funzioni di copiatura di blocchi di struttura (traslanti, rotazionali e roto-traslanti) e di attributi da un elemento strutturale ad un gruppo di altri elementi.

Le figure a lato mostrano l'effetto di una copia multipla traslazionale di telai in acciaio. L'ultima immagine mostra l'effetto di una copia roto-traslata per la creazione di una scala a chiocciola. Tutte le fasi sono dotate di una specifica funzione di undo che permette il ripristino della struttura nella situazione precedente all'operazione effettuata; ciò permette di recuperare tutto il lavoro svolto anche nel caso di vistosi errori nelle fasi di input.

La fase vincoli interni ed esterni è dotata di grande flessibilità. I vincoli possono essere predefiniti (cerniere, inca-

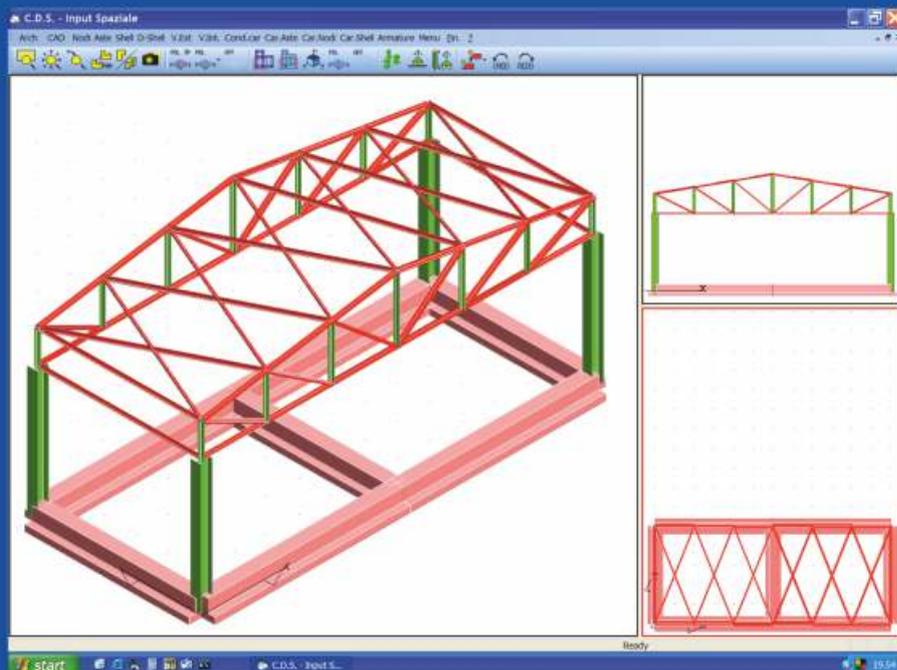
stro, bipendolo, etc..) o costruiti direttamente dall'utente. In particolare i vincoli esterni possono essere anche inclinati e traslati rispetto al nodo strutturale. La rappresentazione grafica dei vincoli può avvalersi anche di icone e simboli; in alternativa si può ottenere la visualizzazione di terne di versori che evidenziano le direzioni o

con asse vettore ortogonale al piano reticolare).

Una importante caratteristica è la gestione delle condizioni di carico multiple. Ciò consente di analizzare separatamente i carichi dovuti a condizioni indipendenti, quali ad esempio quelli derivanti da neve, vento, etc...

Tali condizioni possono essere comunque combinate attraverso coefficienti moltiplicativi da impostare nella fase di pre-calcolo. Per quanto riguarda i carichi aste, sono previsti carichi distribuiti trapezoidali in qualunque direzione (x,y,z) sia nel sistema di riferimento locale che in quello globale.

I carichi concentrati (forze e coppie) si possono inserire su qualunque nodo



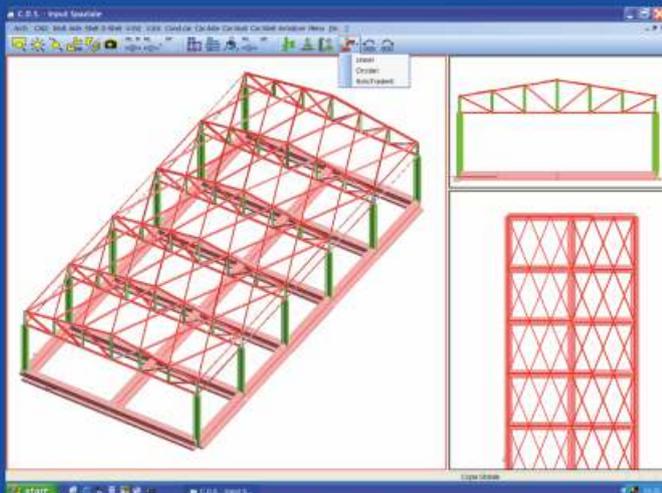
Duplicazione della reticolare e inserimento dei controventi

gli assi vettori svincolati dal vincolo stesso. È possibile anche definire cedimenti imposti sia rotazionali che traslazionali.

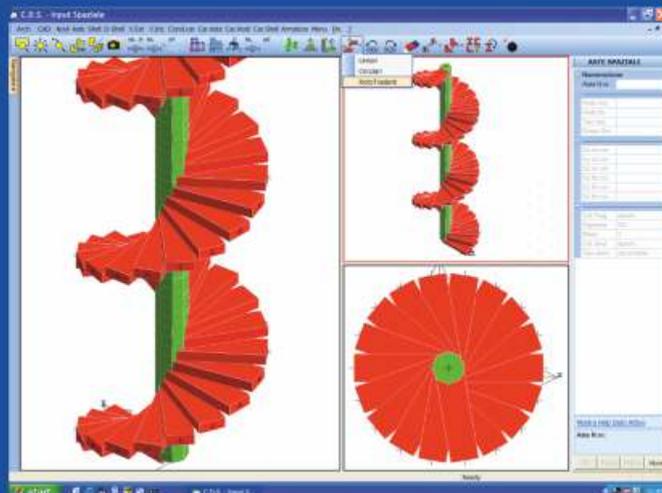
Nel caso di sottostrutture reticolari piane è possibile utilizzare una funzione per la definizione automatica dei vincoli (ovvero cerniere all'estremità delle aste,

3d e in qualsiasi direzione.

I carichi shell consentono l'inserimento di pressioni trapezoidali e carichi distribuiti laterali. Tutti i tipi di carico sono dotati di una rappresentazione grafica proporzionale all'entità del carico.



Completamento della struttura tramite copia



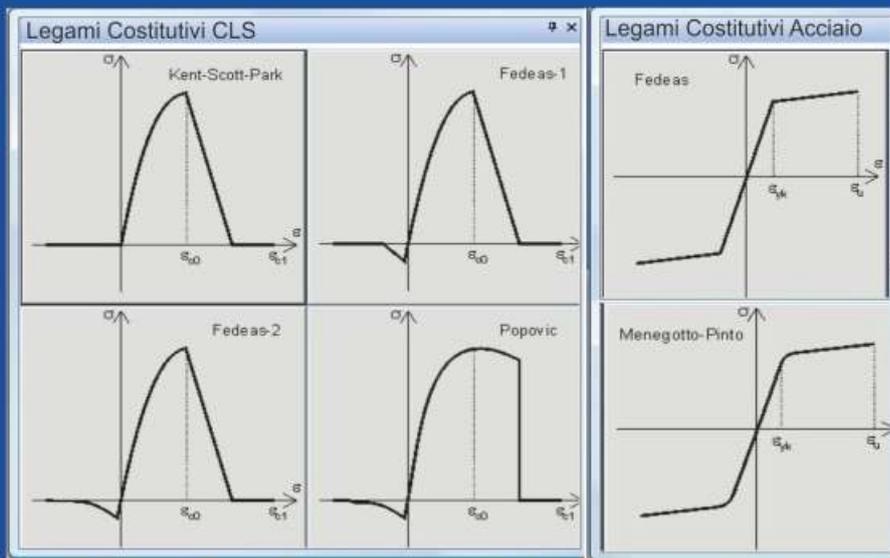
Copiatura roto-traslante

SOLUTORI E POST-PROCESSORE

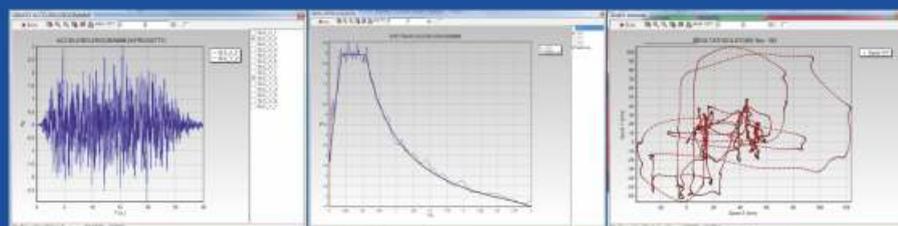
Solutore OPEN SEES

Ai solutori lineari e NON lineari **STS**, è stato affiancato anche il solutore NON lineare **OpenSees** che permette di effettuare sofisticate analisi con calcolo parallelo. Tale solutore tiene in conto, oltre a quanto già considerato dal solutore NON lineare **STS**, anche:

- Legami costitutivi secondo varie schematizzazioni (CLS: Ken-Scott-Park, Fedeas e Popovic; Acciaio: Menegotto-Pinto o Fedeas).
- La modellazione della sezione delle aste tramite fibre, con localizzazione della cerniera plastica nelle analisi



CDS Win OpenSees - Legami Costitutivi Materiali CLS ed Acciaio



Generazione autom. Accelerogrammi

Verifica di Spettro-compatibilità

Traiettoria isolatore

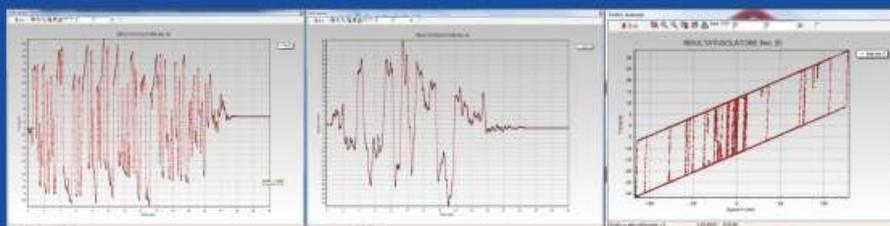
PushOver in base all'effettiva distribuzione di deformazioni alle estremità delle aste.

- La presenza di eventuali vincoli nodali Dissipativi e/o Elastici sia lineari che NON lineari. Tali vincoli sono particolarmente utili nel caso si vogliano modellare particolari dispositivi di nuova concezione; i dissipatori nodali. Tali dispositivi secondo recenti studi possono

trovare utile applicazione, per esempio, per la riparazione di capannoni industriali.

- La modellazione NON lineare delle tamponature secondo il modello indicato dalla agenzia americana FEMA.

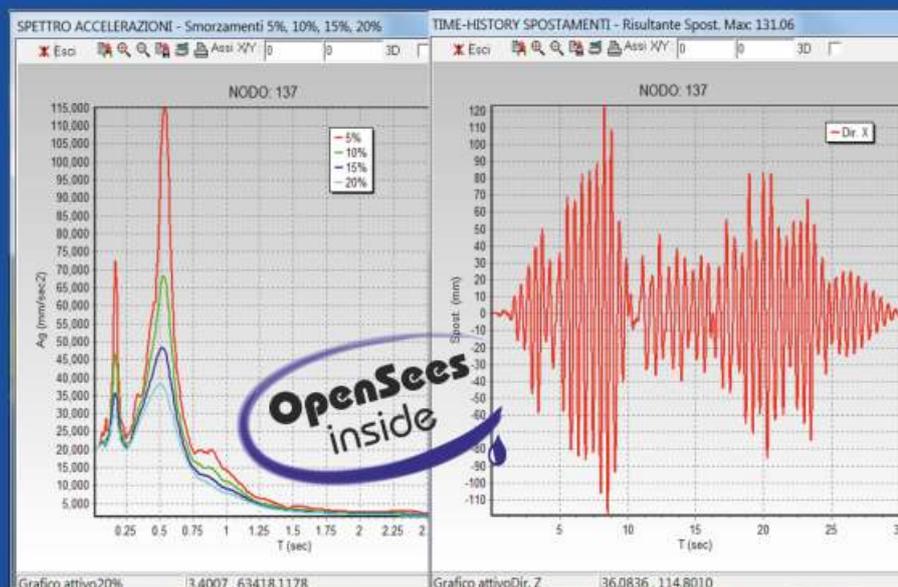
I tipi di calcolo strutturale che possono effettuarsi tramite la libreria **OpenSees**, sono:



Time-History forze isolatore

Time-History spostamenti isolatore

Ciclo di isteresi isolatore elastomero



CDS Win OpenSees - Spettro delle Accelerazioni e Time History Spostamenti nodali

- PushOver con modellazione a fibre delle sezioni

- Calcolo Dinamico NON lineare (Time History NON lineare) di strutture sia isolate che NON isolate.

- Calcolo I.D.A. (Incremental Dynamic Analysis): le analisi I.D.A. rappresentano lo stato dell'arte per l'analisi sismica delle strutture. Le analisi I.D.A., in particolare, superano a piè pari tutti i limiti del calcolo Push-Over previsti nella NTC 2008, ed i casi di struttura prive di impalcato rigido.

Solutori STS

Il **CDS Win** è dotato di due solutori lineari sviluppati dalla **STS**: lo **SkyLine** e il **WarpSolver**; quest'ultimo raddoppia la velocità dei più prestanti solutori sul mercato.

Per sfruttare appieno i computer di nuova generazione che sono equipaggiati con più processori il **CDS Win** è stato anche dotato di una versione **WarpSolver parallelo** che abbatta ulteriormente i tempi di calcolo.

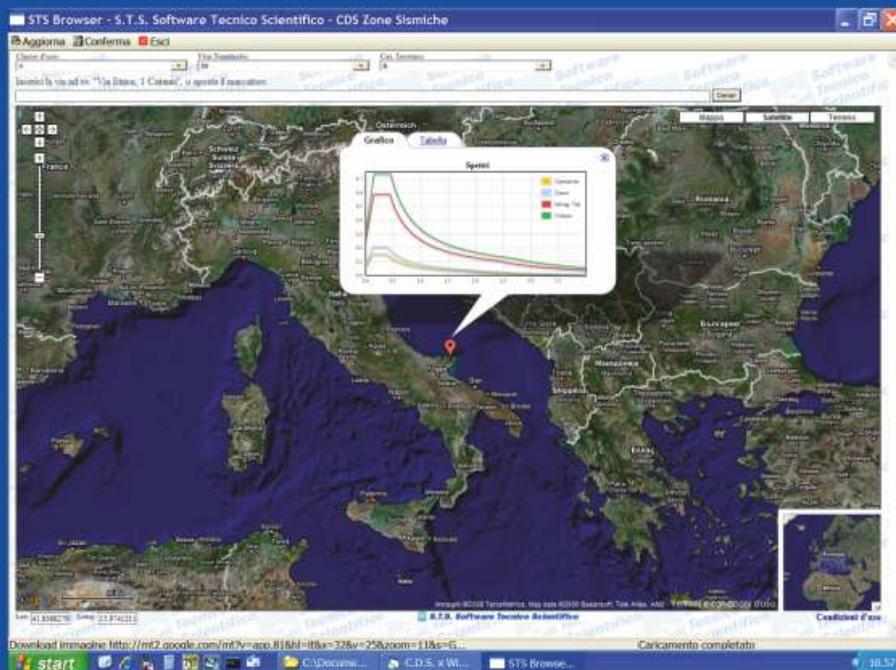
Il **CDS Win WarpSolver** è inoltre dotato di un accurato controllo della soluzione, a mezzo di appositi algoritmi, tra cui quelli per il calcolo del numero di condizionamento e del raffinamento iterativo della soluzione.

Il solutore è stato sottoposto a severi test di validazione, mettendolo a confronto sia con le soluzioni teoriche che con i più quotati solutori agli elementi finiti.

L'esito di tali test ha evidenziato la notevole precisione ed affidabilità del solutore **STS** che sostanzialmente riproduce gli stessi risultati dei migliori solutori attualmente disponibili sul mercato mondiale.

I risultati dei test sono visionabili direttamente sul sito della **STS**.

La struttura può essere costituita da aste metalliche, in cemento armato, in legno o altro materiale, elementi bidimensionali a comportamento lastra-piastra in c.a., acciaio, legno o altro materiale isotropo od ortotropo; può inoltre avere vincoli e geometria di qualsiasi tipo. Vengono pertanto analizzate anche strutture con controventi, tetti a falda, aste inclinate, piastre in elevazione ed in fondazione (platee), setti verticali o comunque inclinati, anche forati, con comportamento a lastra e/o a



Determinazione parametri sismici con tecnologia Google Maps

lastra-piastra, assialsimmetriche, etc...

I plinti, sia diretti che su pali, sono schematizzati automaticamente nel modello con rigidzze equivalenti, valutando quindi l'interazione fondazione-struttura. È infine possibile inserire fondazioni su più livelli (con travi alla Winkler, plinti diretti e su pali, platee dirette e su pali).

È anche possibile considerare dei cedimenti imposti sui nodi esterni della struttura.

CDS Win, inoltre, tiene in conto la deformabilità a taglio delle aste e la presenza di eventuali tratti iniziali e finali infinitamente rigidi.

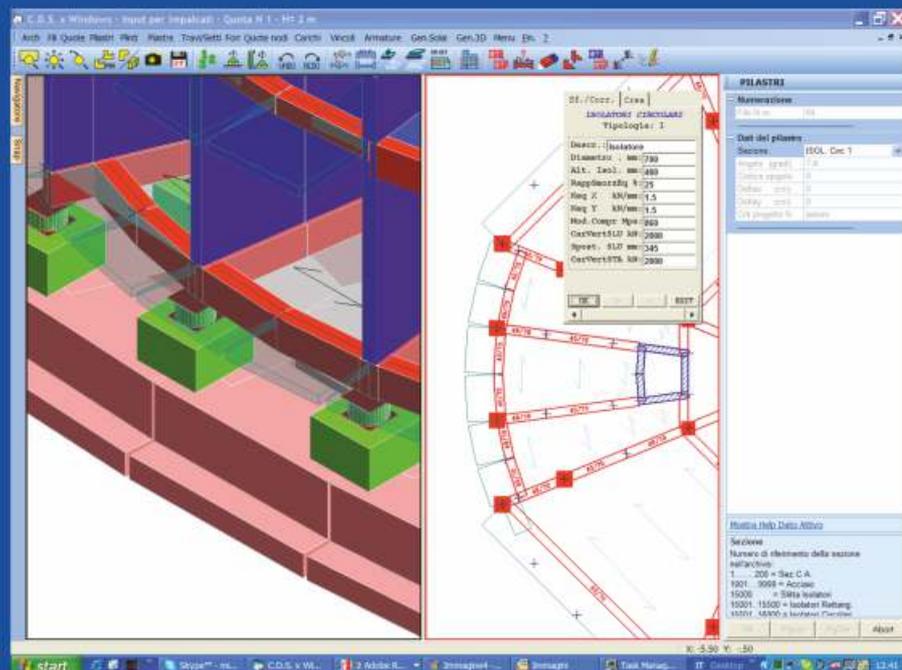
Il **CDS Win** permette anche di effettuare il progetto di strutture dotate di **isolatori sismici**, da disporsi tra la fondazione e lo spiccato dell'edificio capaci di impedire l'ingresso dell'eccitazione sismica.

Con **CDS Win** è anche possibile modellare nella struttura i **dissipatori sismici**. Questi dispositivi permettono di studiare, in modo relativamente semplice (tramite la **PushOver**), un adeguamento sismico, economicamente realistico, di strutture esistenti (in cemento armato, acciaio e muratura) altrimenti non recuperabili.

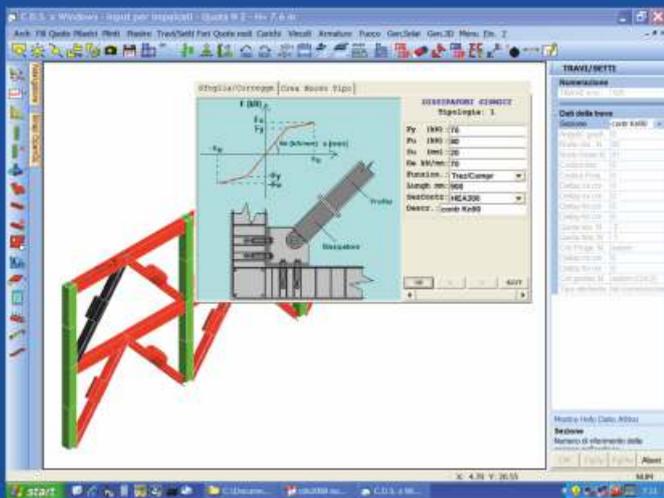
CDS è dotato di elementi finiti (denominati Extreme Precision Shell), triangolari a 3 nodi e quadrangolari a 4 nodi, che differiscono da quelli tradizionali per la presenza dei gradi di libertà di drilling, ovvero delle rotazione nodali nel piano dell'elemento. Tali elementi finiti consentono di trattare in modo esatto il problema della connessione fra elementi strutturali mono e bi-dimensionali giacenti su uno stesso piano.

L'analisi sismica prevede la possibilità di scelta tra:

- statica lineare;
- dinamica (eseguita con il metodo delle iterazioni nel sottospazio), con possibilità di decidere il numero dei modi, il numero dei sismi e le rispettive direzioni di ingresso, il numero delle condizioni di carico e le relative combinazioni di carico;



Struttura con isolatori sismici



Dissipatori sismici per calcolo Push-Over

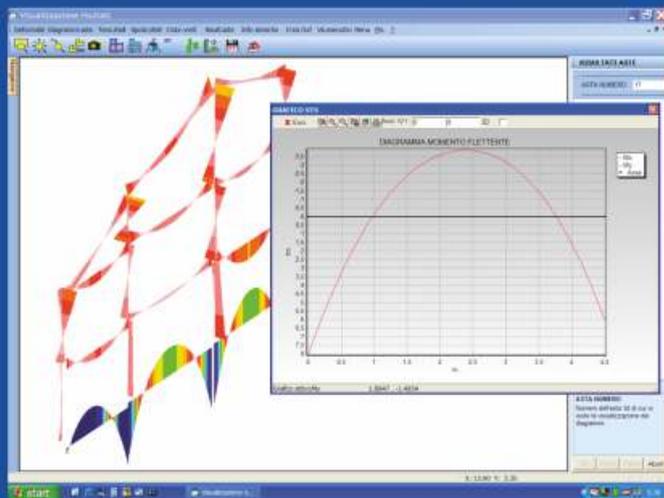


Grafico del momento flettente su trave selezionata

- statica non lineare "push-over".
È possibile effettuare calcoli sismici con o senza impalcato rigido (analisi sismica nodale).

Il calcolo sismico di una struttura ad impalcati rigidi viene automaticamente involupato con la risoluzione termica della stessa priva di impalcati rigidi.

PUSH-OVER STS

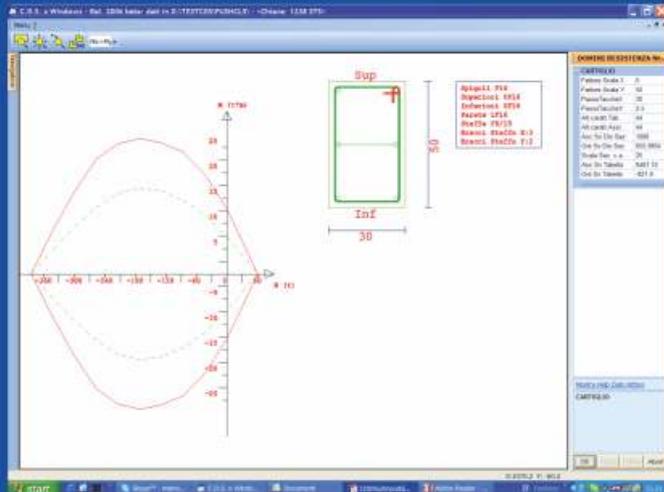
Le principali caratteristiche del solutore push-over sono:

- Analisi incrementale di tipo "event by event" che tiene conto del collasso dei vari elementi strutturali, man mano che questi si verificano, valutando anche la necessaria redistribuzione delle azioni attraverso la tecnica dello scarico generale. Sono tenuti in conto gli effetti P-Delta con l'eventuale softening della risposta strutturale.

- Modellazione degli elementi asta di tipo elastoplastico a plasticità concentrata e duttilità limitata. Le cerniere plastiche sono localizzate nelle sezioni critiche e vengono caratterizzate in funzione del tipo di

materiale, della geometria e, per le aste in c.a., in base anche alle armature presenti. Sia i valori resistenti ultimi, per i vari tipi di sollecitazione, che le capacità rotazionali delle cerniere vengono calcolate in base alla nuova normativa sismica ed agli eurocodici.

Per le sezioni in c.a. è possibile tenere in conto il confinamento delle staffe ai fini della valutazione della resistenza e deformazione ultima del calcestruzzo, conformemente alle più recenti teorie riportate nelle nuove versioni degli eurocodici EC2 ed EC 8. Oltre ai meccanismi duttili sono tenuti in conto anche i meccanismi fragili quali ad esempio il meccansimo di collasso a taglio per gli elementi in c.a., l'instabilità per la aste in acciaio

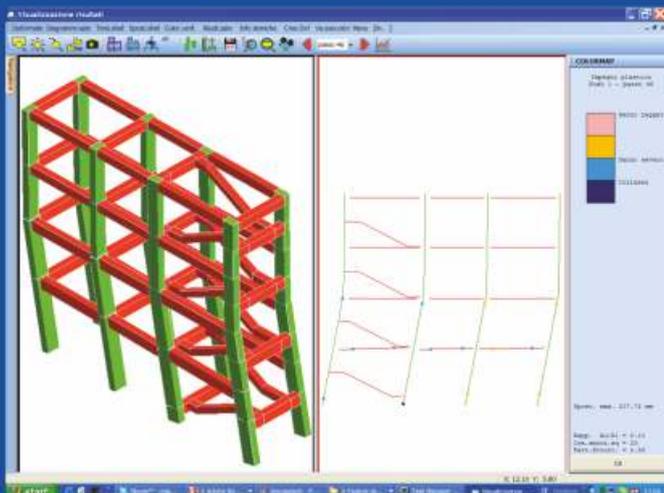


Domínio di resistenza di una sezione in c.a.

ed il collasso dei nodi non confinati delle strutture in c.a.

L'analisi Push-Over fornisce il meccanismo di collasso con la progressione della formazione delle cerniere plastiche ed il loro impegno in termini di deformazioni anelastiche.

Nella visualizzazione risultati le cerniere plastiche sono colorate in base al loro impegno in termini di deformazioni anelastiche. Valori più



Analisi Push-Over di un edificio in c.a.



Curva di capacità Push-over con ramo softening

scuri evidenziano una maggiore domanda in termini di deformazioni plastiche.

Mentre per l'acciaio l'analisi non lineare dipende solamente dalla geometria delle sezioni e dalle caratteristiche meccaniche del materiale, per le verifiche delle strutture in c.a. è necessario conoscere le armature. Si tratta quindi di una riverifica in base alle armature di progetto nel caso di nuove costruzioni, mentre per gli edifici esistenti è necessario definire le armature nelle sezioni con le nuove fasi di input.

Le verifiche di sicurezza in questo tipo di analisi si ottengono confrontando la Curva di Capacità, che descrive come varia il taglio resistente totale alla base in funzione dello spostamento del baricentro dell'ultimo piano, con la domanda del sisma espressa in termini di spostamento.

Le verifiche saranno effettuate definendo sulla curva i vari livelli di

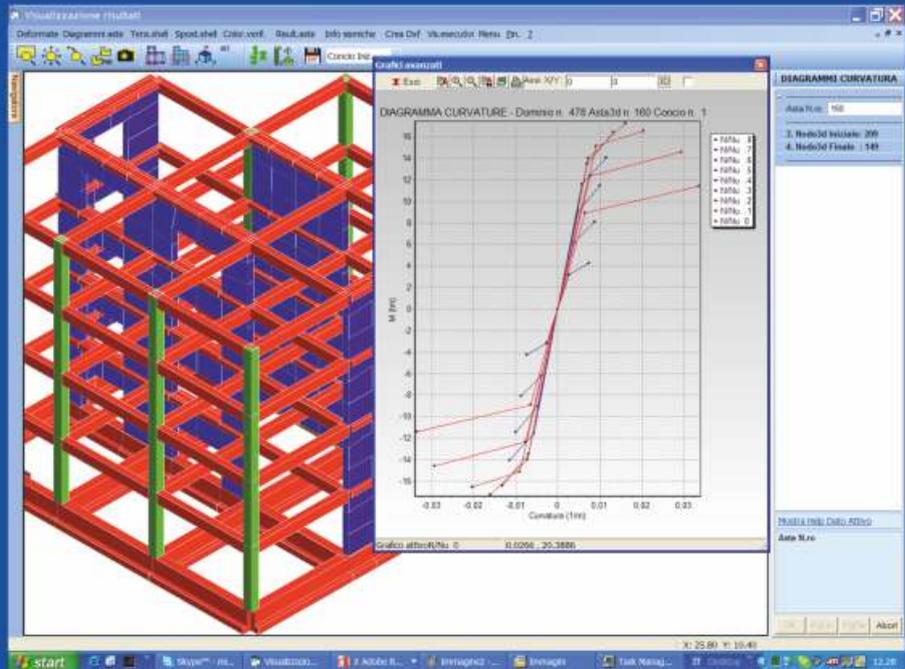


Diagramma curvatura di una sezione in c.a. al variare dello sforzo normale

prestazioni in termini di capacità di spostamento dell'edificio, e verificando che la domanda di spostamen-

to dovuto al sisma atteso nel sito per quel livello di prestazione sia inferiore.

CDS Win riporta inoltre i valori limite di PGA per i vari livelli di prestazione richiesti dalla norma.

VERIFICHE

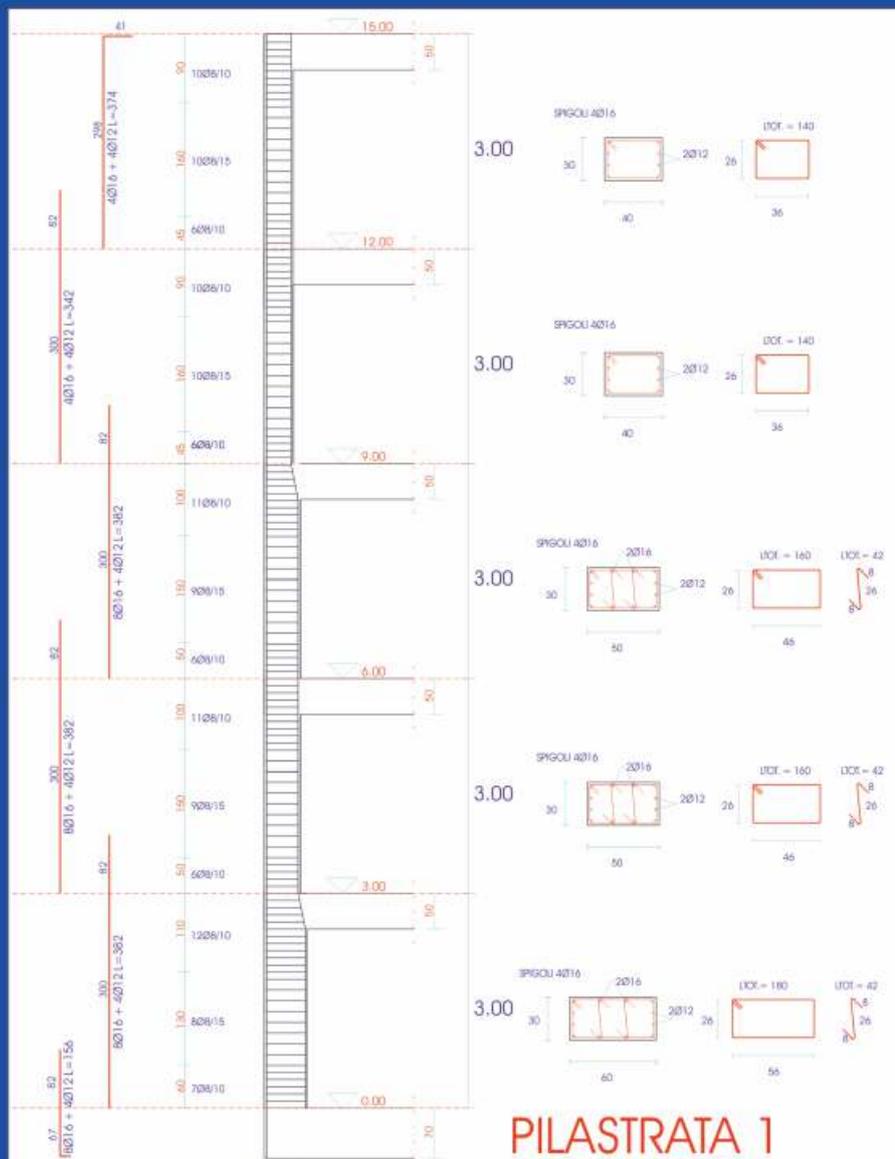
Le verifiche di resistenza seguono le direttive imposte dall'utente tramite gli appositi criteri di progetto, gestibili asta per asta.

Attraverso i criteri di progetto è quindi possibile differenziare vari parametri, quali le caratteristiche dei materiali, il tipo di staffatura (solo staffe, staffe e ferri di parete), diametri e braccia staffe, diametri dei reggistaffe, percentuali di rigidità torsionale e moltissimi altri che, in definitiva, determinano l'armatura risultante.

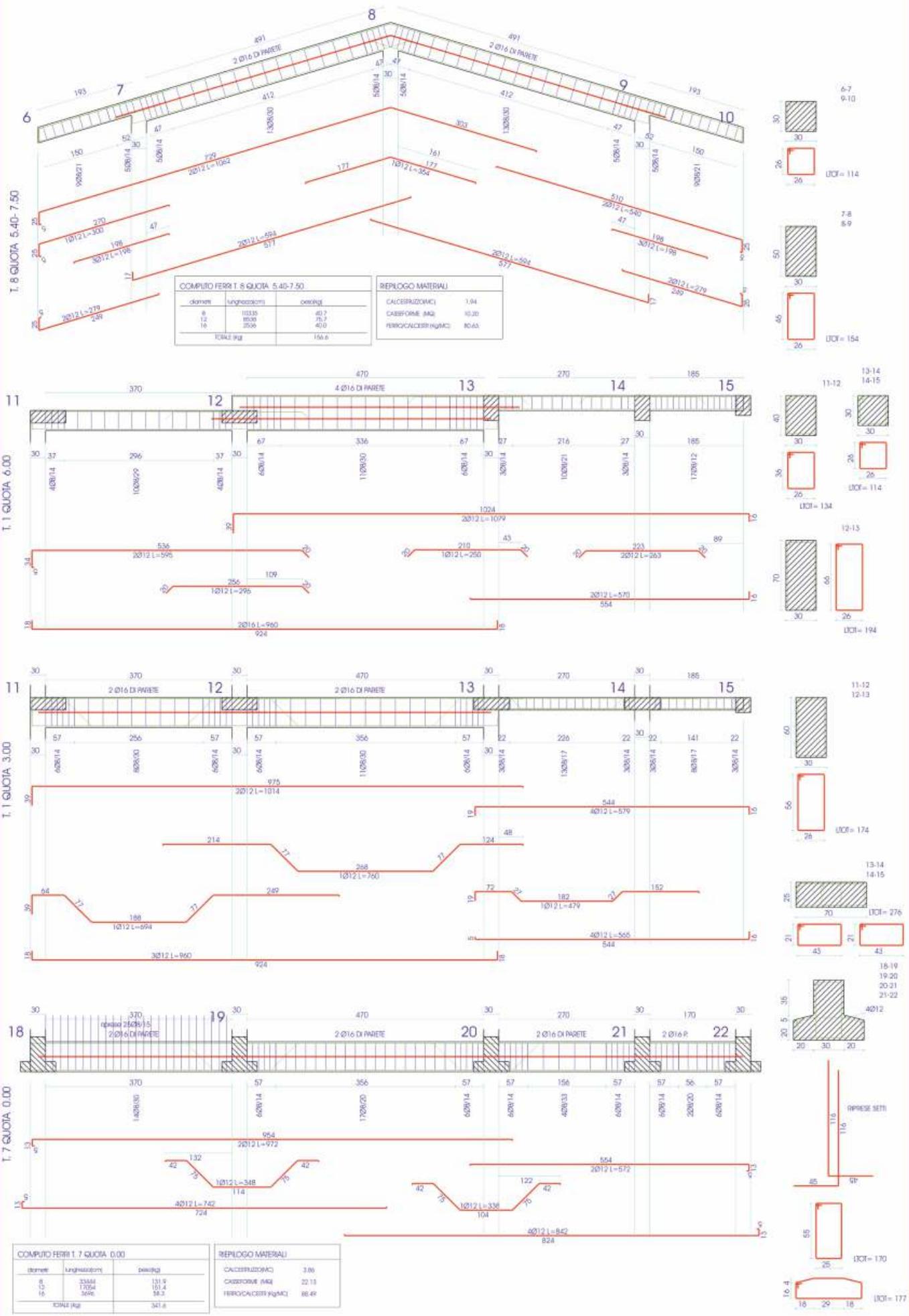
Il programma di calcolo determina le caratteristiche della sollecitazione ed effettua tutte le verifiche di resistenza per le aste in c.a., per le aste metalliche, quelle in legno e per gli elementi bidimensionali in c.a..

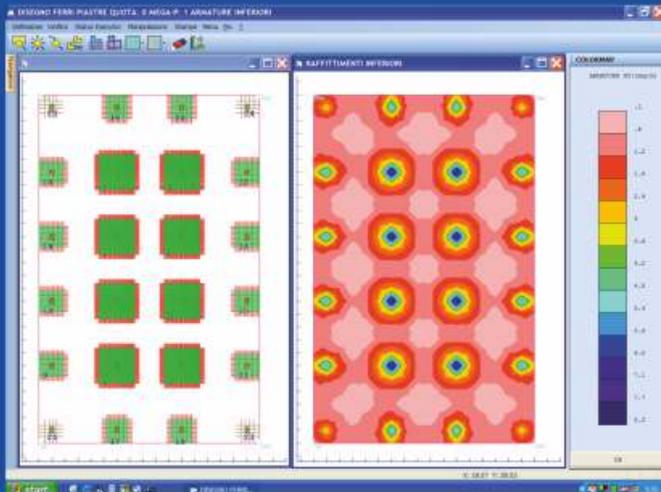
Il progetto delle armature nelle travi tiene conto, sia dei minimi di normativa, che dei minimi imposti dal criterio di progetto (ad es. q_l^2/n). Nel caso di travi a T o ad L di fondazione il programma provvede affinché la staffatura dell'ala sia sufficiente come armatura per la flessione indotta dalla tensione sul terreno.

Gli elementi bidimensionali sia verticali (setti) che orizzontali o

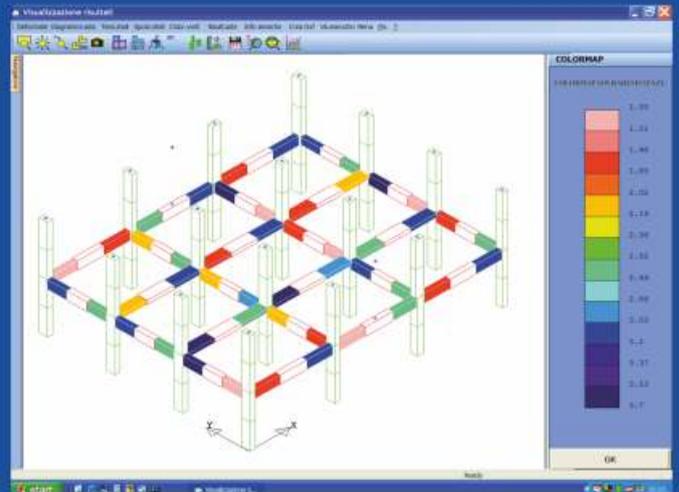


Esecutivo ferri pilastri con vista laterale





Raffittimenti piastre e colormap dell'armatura di calcolo



Gerarchia Resistenze: Colormap sovrarresistenze

comunque inclinati (piastre/platee) vengono verificati a flessione e anche a punzonamento.

Il programma di verifica è dotato di un sofisticato algoritmo che consente la determinazione automatica non solo dell'armatura diffusa di base, ma anche degli eventuali raffittimenti che si rendono necessari per coprire i picchi di armatura, onde evitare inutili sprechi di ferro.

Per le pareti sismiche la nuova norma prescrive delle verifiche da effettuarsi allo S.L.U. per garantire dei modi di collasso di tipo duttile. Tali verifiche vengono effettuate dal **CDS Win** in maniera rigorosa. In particolare verranno verificati i vari modi di collasso a taglio e per flessione composta. Nel caso di pareti accoppiate vengono eseguite anche le verifiche delle travi di accoppiamento, predisponendo, se necessarie, le armature ad X previste dalla norma per le travi soggette ad elevati sforzi di taglio.

Il **CDS Win** incorpora potenti

automatismi che permettono di rispettare la gerarchia delle resistenze che con la nuova normativa è ormai obbligatoria per le strutture di qualsiasi classe di duttilità.

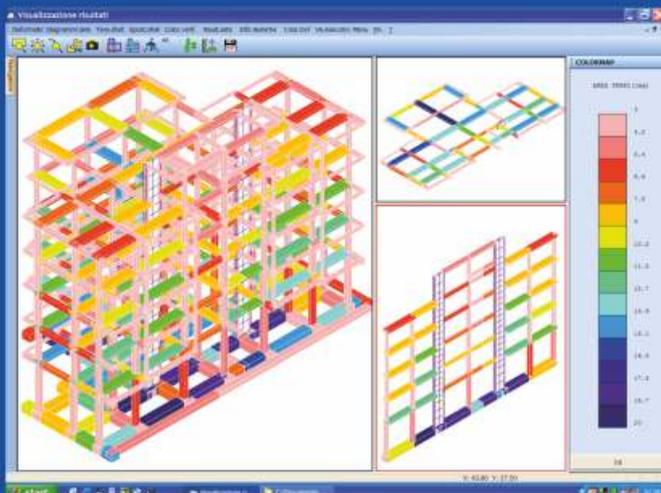
Nel caso in cui si richieda, il **CDS Win** esegue anche la verifica della resistenza al fuoco delle aste in c.a., valutandone la capacità portante secondo i criteri delle nuove NTC. Viene quindi determinata l'evoluzione temporale della distribuzione delle temperature, tenendo conto sia delle armature disposte nella sezione, sia gli eventuali strati di ricoprimento isolante definibili dall'utente. Oltre alle condizioni al contorno sulla sezione l'utente può definire la curva di incendio da considerare (da Norma, da Idrocarburi o Incendio Esterno). Le verifiche sezionali sono eseguite agli SLU usando un modello a fibre che tiene conto della variazione delle caratteristiche meccaniche dei materiali in funzione delle temperature.

CONTROLLO RISULTATI

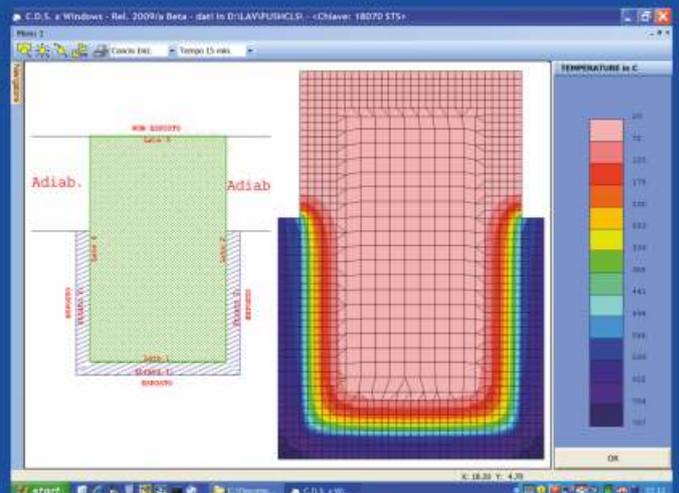
Il programma è anche dotato di potenti procedure per il controllo dei risultati di calcolo che consentono la immediata individuazione delle aste sottodimensionate, sovradimensionate o con problemi particolari. È inoltre possibile la visualizzazione del regime di deformazione e/o sollecitazione di qualsiasi elemento strutturale (asta o lastra-piastra).

È prevista la scelta fra "deformate" statiche, sismiche e termiche relative alle singole condizioni o combinazioni di carico; si può scegliere inoltre fra deformata elastica e deformata cinematica, ed attivare la colormap delle deformate, che permette di identificare visualmente i valori degli spostamenti in base alla colorazione. È anche possibile utilizzare una modalità di "animazione", che mostra la deformazione in movimento della struttura, sfruttando in pieno le possibilità di accelerazione grafica dell'hardware.

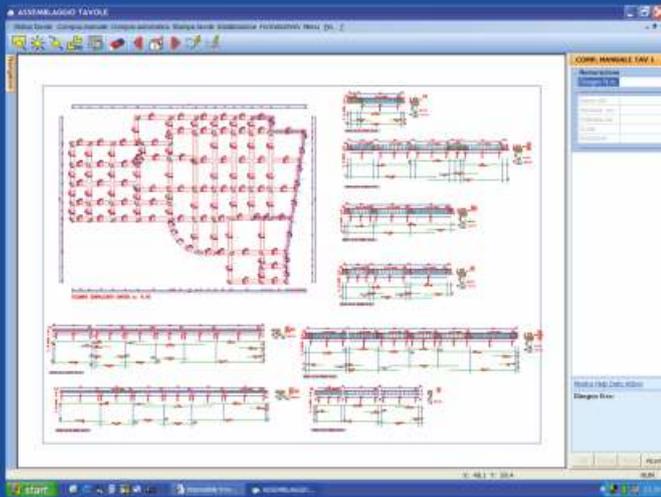
È anche disponibile la visualizza-



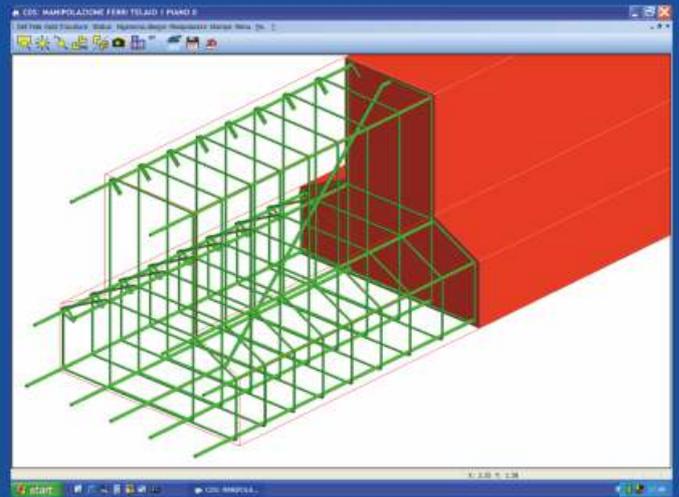
Area ferri nelle aste: a colore più scuro corrisponde asta più armata



Resistenza al Fuoco: Colormap Temperature



Assemblaggio di più disegni su una tavola



Vista 3D armature trave fondazione a T

zione dei diagrammi delle caratteristiche della sollecitazione (T_x , T_y , N , M_x , M_y , M_z); anche in questa fase è attiva una modalità di colormap che permette di identificare visualmente i valori delle caratteristiche in base alla colorazione.

La rappresentazione di "tensioni shell" e "spostamenti shell" è ottenuta con mappe di colore che rappresentano il tensore delle caratteristiche, la pressione sul terreno e gli spostamenti xyz degli elementi shell.

Un'altra opzione grafica è quella di "colorazione verifiche" che consente la visualizzazione a scala di colore di tutti i risultati delle verifiche per elementi asta (c.a. e acciaio) ed

elementi shell.

Con la procedura "risultati aste" si può selezionare una qualsiasi asta con il mouse ed ottenere direttamente a video la stampa dei risultati delle verifiche a flessione, taglio, torsione, etc...

Sempre tramite diagrammi a colori è possibile visualizzare gli spostamenti relativi tra la testa ed il piede dei pilastri, per controllare i limiti imposti dalla normativa a tale grandezza. Inoltre è disponibile la visualizzazione a mappa di colori dei coefficienti di sovraresistenza derivanti dall'applicazione della gerarchia delle resistenze.

Queste rappresentazioni grafiche permettono di evitare una faticosa

analisi manuale dei tabulati.

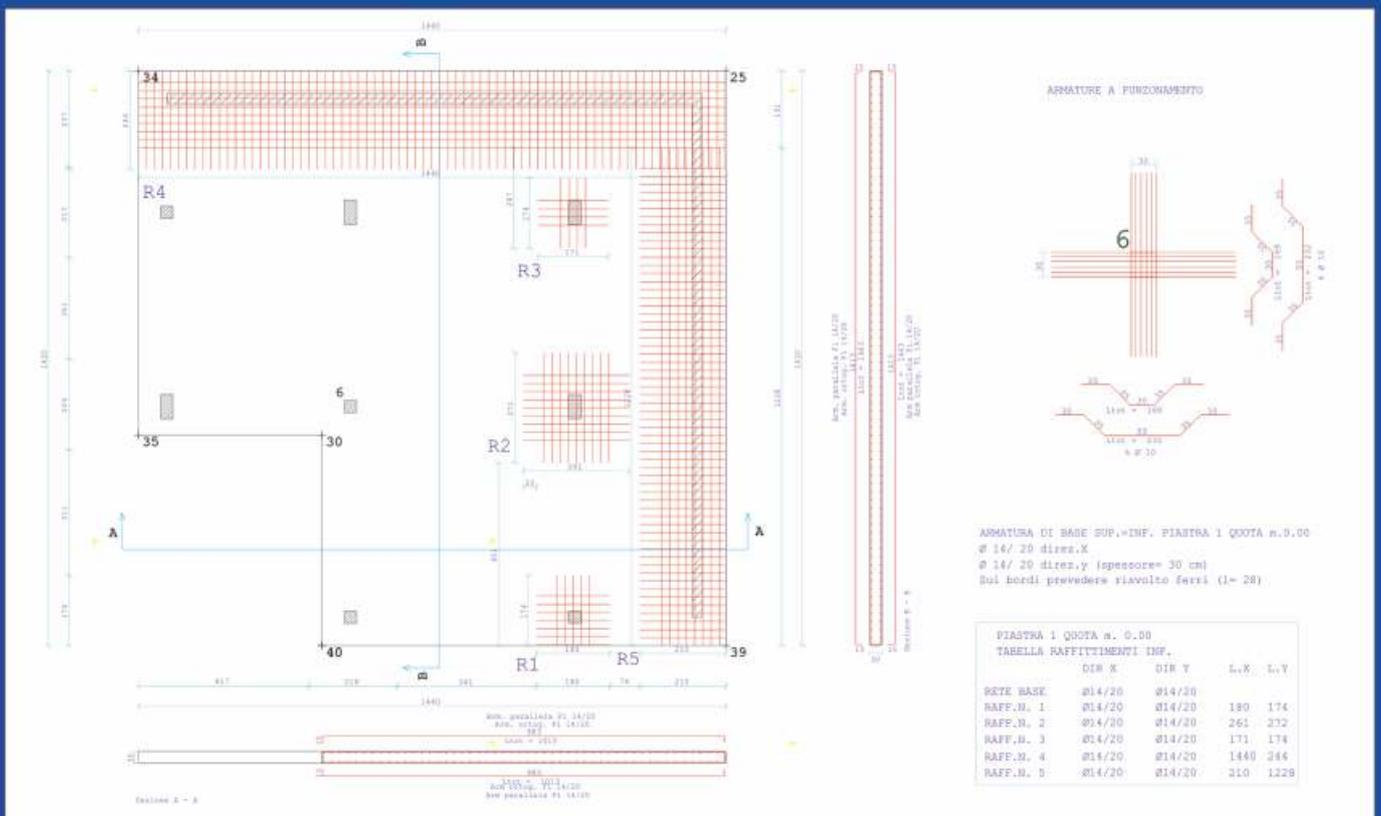
In questa fase è attivo infine un collegamento dinamico con il disegno ferri: selezionando con il mouse una trave o un pilastro viene visualizzato il relativo disegno esecutivo.

POST-PROCESSORE

Una volta effettuato il calcolo è possibile avvalersi dei post-processi grafici per ottenere i disegni esecutivi della struttura.

Il disegno automatico degli esecutivi comprende:

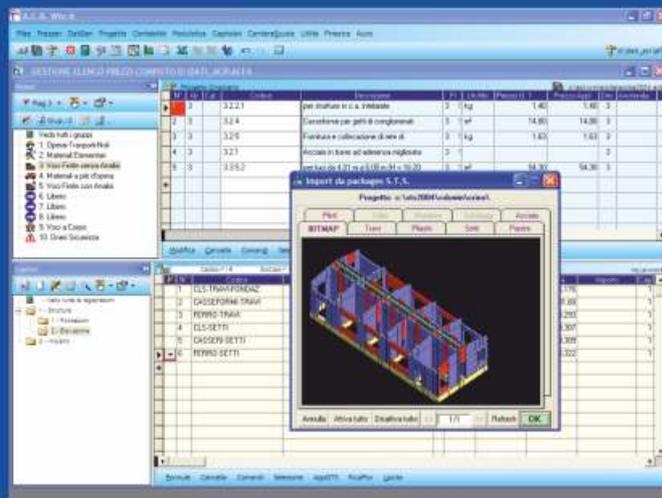
- 1) Piante di carpenteria con quotatura automatica.
- 2) Prospettiva con rimozione linee nascoste.



Esecutivo di piastra con raffittimenti, armatura a punzonamento e sezioni trasversali



Tabulati in formato RTF avanzato



Esportazione automatica del computo su ACR Win

3) Armatura travi anche inclinate ed estradossate.

4) Tabella pilastri e plinti (sia diretti che su pali e armature a punzonamento).

5) Armature di piastre e/o platee (armature distribuite e raffittimenti locali).

6) Armature di elementi lastra-piastra verticali con armature delle travi di collegamento delle pareti sismiche.

L'esecutivo dei setti verticali mostra con dettaglio sia le armature delle travi di collegamento delle pareti sismiche, sia le armature laterali di rinforzo (staffature e ferri longitudinali).

Ogni fase di creazione automatica dei disegni è personalizzabile tramite una serie di parametri che permettono di ottimizzare gli esecutivi.

Il post-processo grafico comprende dei moduli software che permettono la personalizzazione interattiva dei disegni esecutivi. Tali manipolazioni vengono effettuate dall'utente grazie all'ausilio del raffronto dei diagrammi delle armature di calcolo con quelle di disegno, ottimizzando in tal modo la distribuzione delle armature negli elementi manipolati, siano questi aste che elementi bidimensionali. Tutti gli esecutivi sono poi ulteriormente personalizzabili grazie al "WinCAD Inside" che permette di arricchire il disegno con qualsiasi particolare senza che tali aggiunte siano perse alla prima rigenerazione dell'esecutivo!

Dopo aver realizzato i disegni esecutivi e le eventuali manipolazioni è possibile effettuare la riverifica degli elementi con le armature effettivamente disposte, per determi-

nare il moltiplicatore di collasso dei carichi.

COMPUTO CON ACR Win (OMAGGIO)

Ciascun disegno esecutivo generato automaticamente da CDS Win, viene corredato da un dettagliato computo dei materiali, rileggibile dal programma di computo ACR Win. Il programma ACR Win è un potente e versatile programma di computo metrico conosciuto ed apprezzato da decine di migliaia di utenti in tutta Italia.

L'integrazione tra CDS Win ed ACR Win permette quindi di evitare la ridigitazione dei dati per il computo dei materiali, annullando la relativa possibilità di errore.

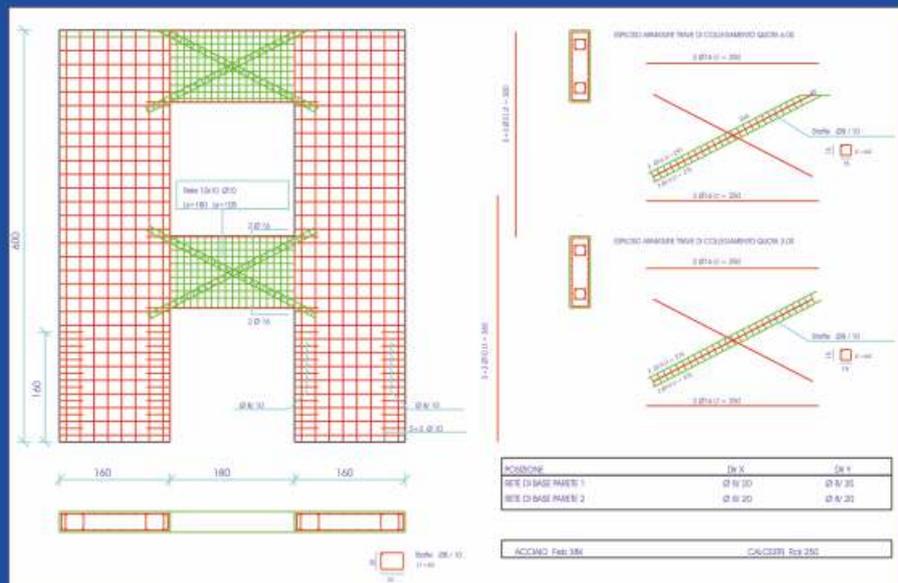
È da sottolineare che la versione junior light di ACR Win, fornita in omaggio ai possessori di CDS Win, permette di redigere computi

completi anche indipendentemente dal CDS Win, poiché include i moduli per il Computo Metrico, l'Analisi Prezzi, il Cronoprogramma e la gestione dei Capitolati.

Vengono inoltre messi a disposizione, sempre gratuitamente, tutti i prezzi regionali in vigore, oltre 5000 voci in archivio analisi precaricate per impianti elettrici, termici, edili, idraulici, etc.. e circa una ventina di Capitolati Speciali di Appalto.

È quindi possibile, senza costi aggiuntivi, usare un software altamente professionale per ottenere computi completi e graficamente eleganti, creando, aggiungendo e/o modificando prezzi, voci, analisi e quantità, secondo le necessità dell'utente.

Computare il costo delle opere non è mai stato così semplice, divertente ed... economico!



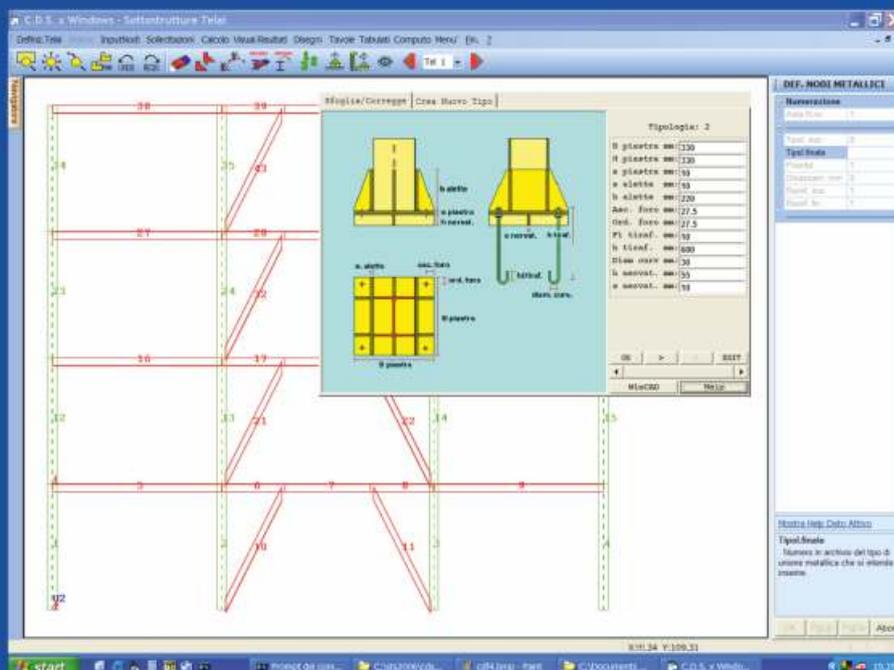
Esecutivo pareti c.a. e travi di collegamento

ESECUTIVI ACCIAIO

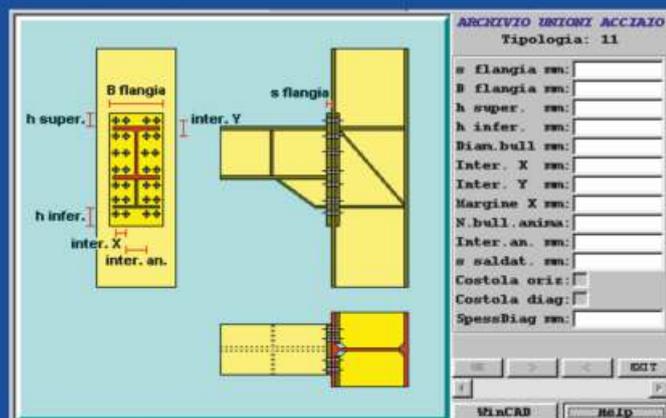
Per le strutture in acciaio è disponibile il modulo per la verifica nodi strutturali in acciaio e il disegno automatico carpenterie metalliche.

Nella fase di **Definizione nodi**, sulle sottostrutture definite in precedenza, si seleziona l'estremità di una delle aste interessate dal collegamento, (generalmente l'asta portata), e si sceglie la tipologia di nodo tra quelle previste dal programma:

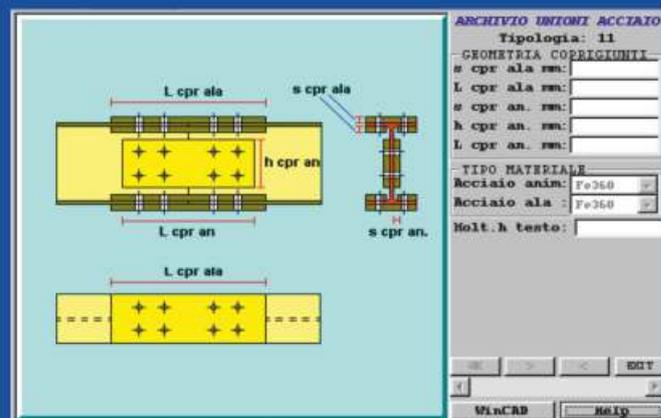
- 1) TraveTrave Appoggiata (squadrette d'anima)
- 2) TraveTrave Continua (squadrette d'anima e coprigiunto d'ala.)
- 3) TraveColonna Appoggiata (squadrette su anima colonna)
- 4) TraveColonna Appoggiata (squadrette su ala colonna)



Definizione nodo colonna plinto



Nodo trave colonna con flangia



Nodo trave-trave con coprigiunti

- 5) TraveTrave Appoggiata (piastra saldata e bulloni)
- 6) TraveTrave Appoggiata (piastra saldata e coprigiunti bullonati)

- 7) ColonnaPlinto Incernierato (piastra e tirafondi ad ombrello, uncino, con rosette o martello)
- 8) Controvento Incernierato

- (fazzoletto e bulloni o saldature)
- 9) TraveTrave o ColonnaColonna Incastro (coprigiunti bullonati o saldati)

- 10) TraveTrave o ColonnaColonna Incastro (doppi coprigiunti bullonati o saldati)

- 11) TraveTrave o ColonnaColonna Incastro (con flangia ed eventuale ginocchio, anche per travi inclinate)

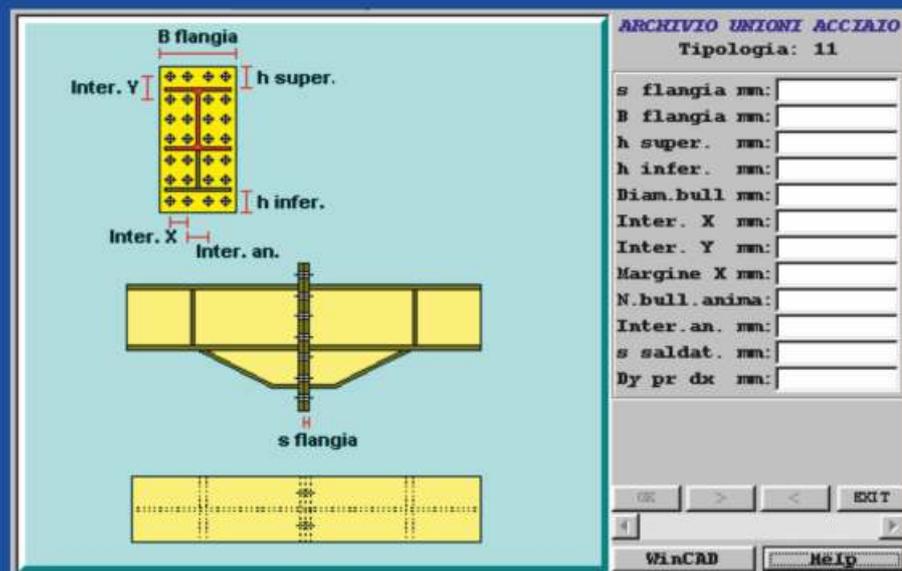
- 12) TraveTrave o ColonnaColonna Incastro (Saldatura Testa a Testa a completa penetrazione)

- 13) TraveColonna Incastrata (con flangia ed eventuale ginocchio, anche per travi inclinate)

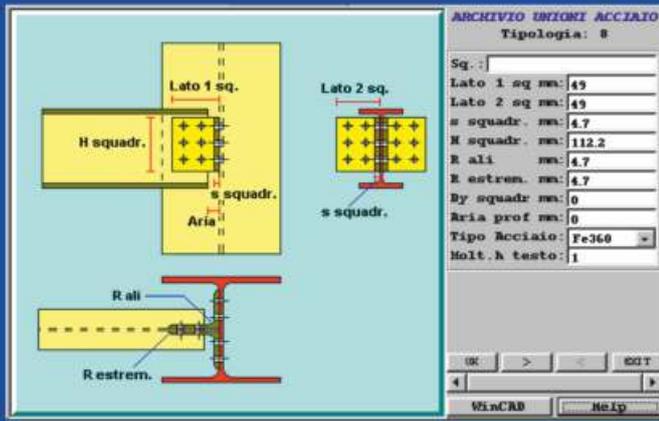
- 14) TraveColonna Incastrata (saldata con eventuale ginocchio)

- 15) Colonna-Trave: Flangiato sull'Ala della trave passante

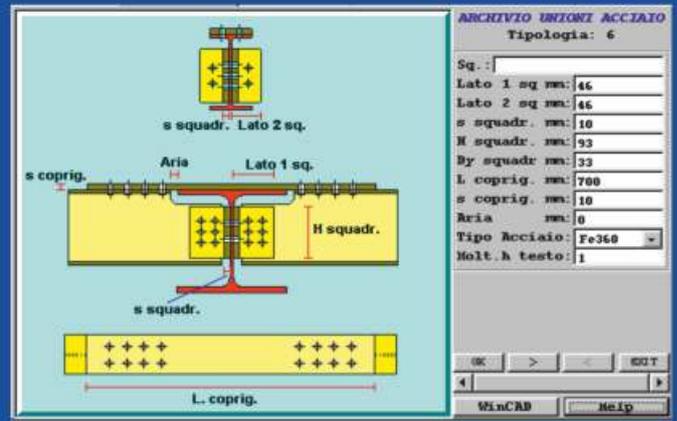
- 16) Colonna-Trave: Saldato sull'Ala della trave passante
- 17) Trave flangiata su elemento C.A.



Nodo trave-trave con flangia



Nodo trave - colonna con squadrette - help grafico



Nodo trave-trave continua - help grafico

- 18) ColonnaPlinto Incastrato (piastra e tirafondi ad ombrello, uncino, con rosette o con martello) con inclinazione qualsiasi
- 19) Unione Cerniera per Reticolare bullonata (fazzoletto e bulloni)
- 20) Unione Cerniera per reticolare saldata.
- 21) Unioni tubolari saldate per tubolari tondi e quadri ed anche tra tubolari e profili IPE-HE.

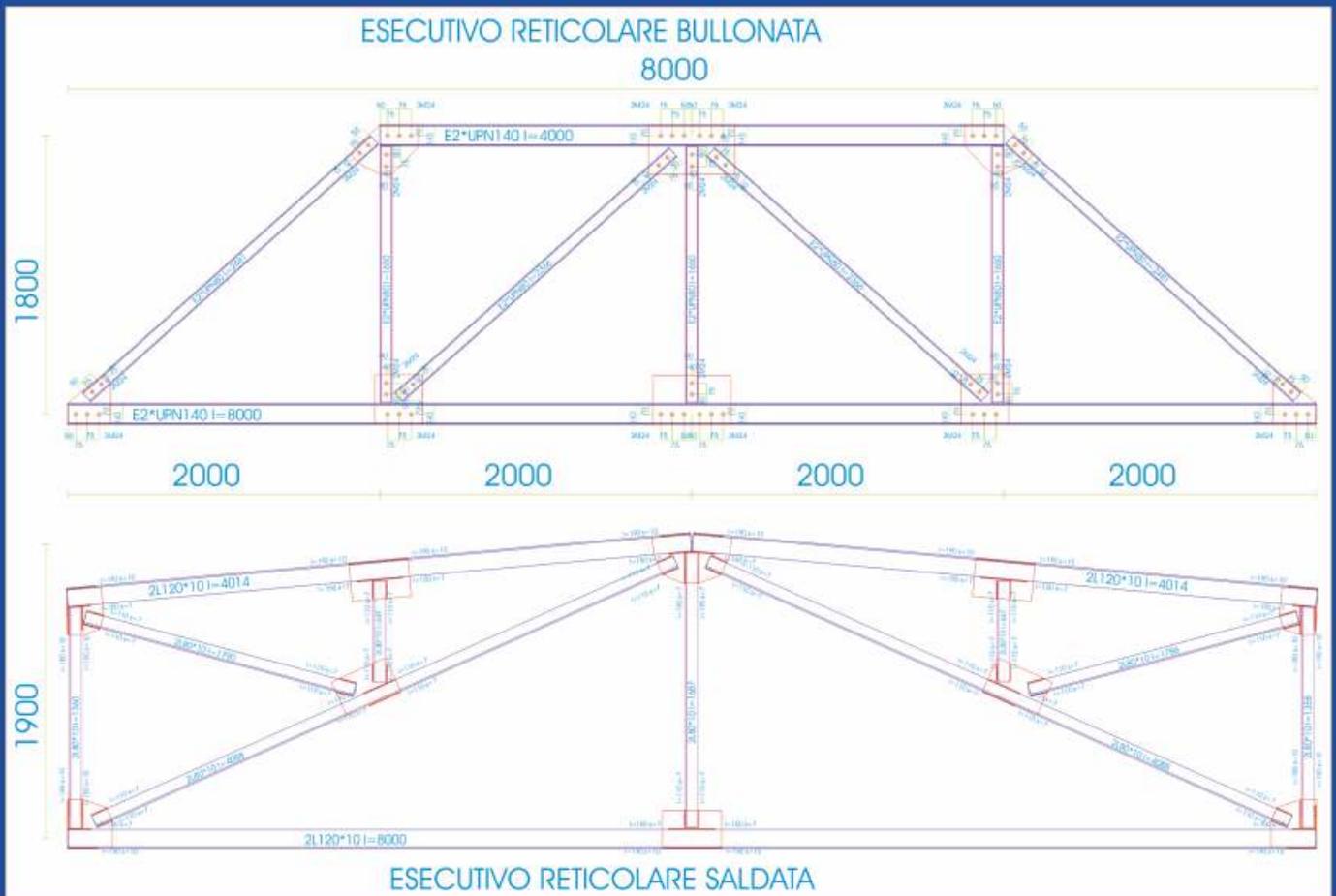
Allo scopo di semplificare la scelta della tipologia di nodo appropriata,

una volta effettuata la selezione dell'estremo d'asta cui associare il nodo, il programma propone automaticamente solo le tipologie compatibili e permette di selezionare una di queste.

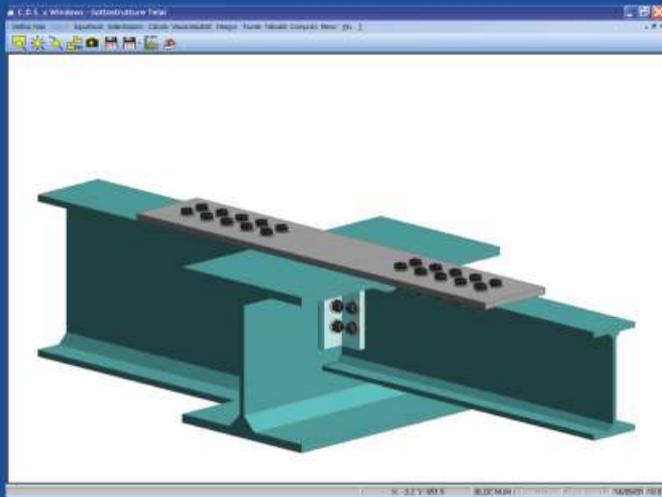
Si passa quindi al dimensionamento geometrico del nodo; in questa fase esiste una visualizzazione interattiva del nodo personalizzato: questo evita molti errori di realizzazione visto il numero e la complessità dei vincoli geometrico-costruttivi di questo tipo di nodi. È inoltre

possibile visualizzare On-Fly sul **WinCAD** il modello del nodo in 2D in modo da rendere possibile un preciso controllo geometrico tramite CAD.

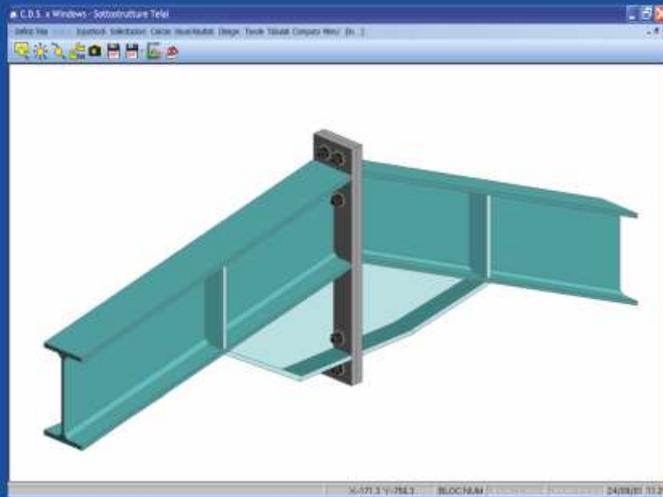
Per ciascuna delle tipologie è possibile attingere a nodi predefiniti in archivio o procedere ad input di nuovi nodi. In tal caso il programma automaticamente riconosce le aste convergenti sull'unione e predisporre un dimensionamento geometrico del nodo, rendendo immediatamente visibile, in un'apposita finestra, la



Esempio di elaborato grafico di travature reticolari saldate e bullonate



Nodo trave-trave continua



Nodo trave - trave con flangia - modello 3D

vista frontale, laterale e superiore. Tutte queste viste sono già quotate e prevedono marche di evidenziazione del numero e tipo di bulloni usati e delle dimensioni degli eventuali cordoni di saldatura.

Per le strutture reticolari esiste anche la possibilità di ottenere il predimensionamento automatico (fase di progetto) di tutti i collegamenti, sia saldati che bullonati; il progetto automatico si basa su una serie di valori predefiniti dall'utente

che può così ottenere un dimensionamento ottimale e personalizzato.

Per le tipologie più complesse di nodi è disponibile una visualizzazione ed animazione tridimensionale fotorealistica con ombreggiature, che permette un ulteriore controllo sulla congruenza dei dati forniti in input.

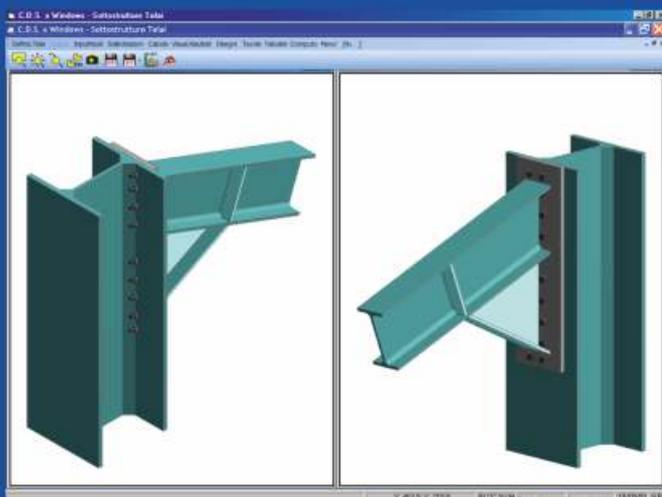
Una volta definiti geometricamente i nodi si passa alla **Verifica dei collegamenti**; i valori delle sollecitazioni agenti sugli estremi d'asta

convergenti sull'unione sono passati automaticamente dalla fase di calcolo del **CDS**, tenendo conto delle condizioni e combinazioni di carico, e possono essere controllati dall'utente ed eventualmente variati.

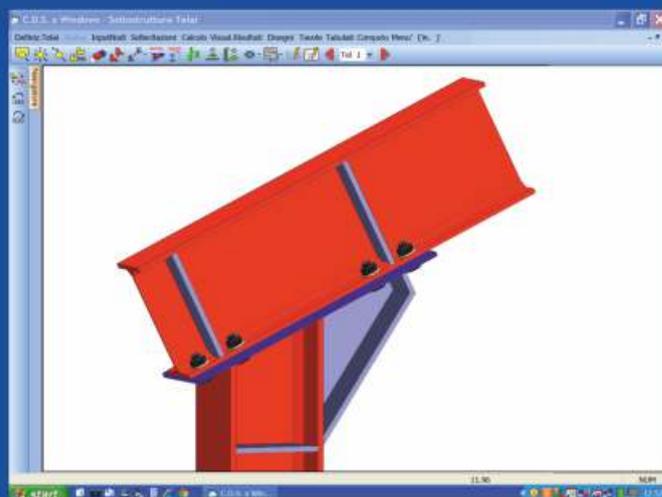
Ciò consente di verificare il funzionamento degli schemi di calcolo dei nodi (si può ad esempio verificare la mancanza di significativi momenti agenti in corrispondenza di nodi di tipo appoggio) ed inoltre permette la verifica di singoli nodi

<p>NODO TRAVE-COLONNA CON FLANGIA E GINOCCHIO</p> <p>LAYOUT NODO 3D</p> <p>TRELLA 1 ESTREMO 3T</p> <p>TECNOLOGIA E PREDEFINIZIONI</p> <ul style="list-style-type: none"> Trave HD200 Colonna HD400 Altezza 400 mm Spessore 12 mm Calcestruzzo tipo PA400 Spessore minimo 10 mm Calcestruzzo fino 100 Tirafondo Spessore 216 mm Spessore 10 mm Spessore 10 mm Spessore 10 mm Altezza 230 mm Altezza 10 mm Altezza 10 mm <p>Una rete dimensionale indicata in corrispondenza delle sollecitazioni e completa l'analisi globale e il calcolo globale di progetto e di controllo globale della struttura.</p>		<p>NODO TRAVE-COLONNA SALDATO</p> <p>LAYOUT NODO 3D</p> <p>TRELLA 2 ESTREMO 4T</p> <p>TECNOLOGIA E PREDEFINIZIONI</p> <ul style="list-style-type: none"> Trave HD200 Colonna HD400 Altezza 400 mm Spessore 12 mm Calcestruzzo tipo PA400 Spessore minimo 10 mm Calcestruzzo fino 100 Tirafondo Spessore 216 mm Spessore 10 mm Spessore 10 mm Spessore 10 mm Altezza 230 mm Altezza 10 mm Altezza 10 mm <p>Una rete dimensionale indicata in corrispondenza delle sollecitazioni e completa l'analisi globale e il calcolo globale di progetto e di controllo globale della struttura.</p>	
<p>NODO DI BASE COLONNA-PLINTO CON TIRAFONDI A ROSETTA</p> <p>TRELLA 1 ESTREMO 4</p> <p>TECNOLOGIA E PREDEFINIZIONI</p> <ul style="list-style-type: none"> Colonna HD200 Plintone 50 mm Altezza 400 mm Spessore 12 mm Calcestruzzo tipo PA400 Spessore minimo 10 mm Calcestruzzo fino 100 Tirafondo Spessore 216 mm Spessore 10 mm Spessore 10 mm Spessore 10 mm Altezza 230 mm Altezza 10 mm Altezza 10 mm 		<p>NODO DI BASE COLONNA-PLINTO CON TIRAFONDI AD UNCINO</p> <p>LAYOUT NODO 3D</p> <p>TECNOLOGIA E PREDEFINIZIONI</p> <ul style="list-style-type: none"> Colonna HD200 Plintone 50 mm Altezza 400 mm Spessore 12 mm Calcestruzzo tipo PA400 Spessore minimo 10 mm Calcestruzzo fino 100 Tirafondo Spessore 216 mm Spessore 10 mm Spessore 10 mm Spessore 10 mm Altezza 230 mm Altezza 10 mm Altezza 10 mm 	

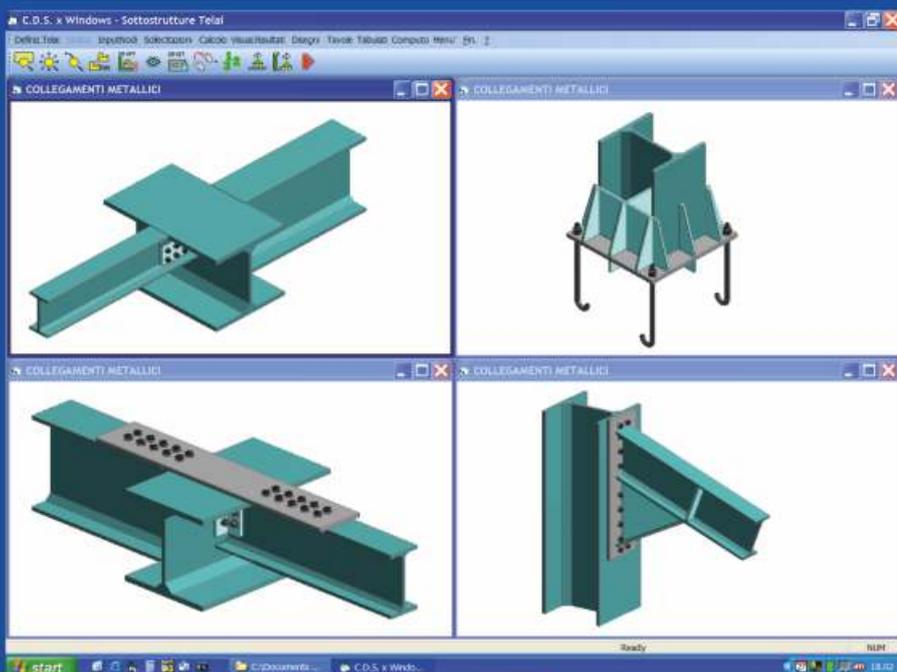
Esempi esecutivi acciaio



Nodo trave - colonna con flangia e ginocchio



Vista 3D Unione metallica trave inclinata flangiata su pilastro



Vari nodi in multifinestra

10) Costola diagonale pannello d'anima

11) Nervature a taglio della piastra di base etc...

Le verifiche possono essere svolte tanto con il metodo delle tensioni ammissibili quanto con il metodo degli stati limite ultimi.

La fase di **visualizzazione risultati** permette di evidenziare graficamente con colori differenziati i nodi in cui non siano state soddisfatte le verifiche.

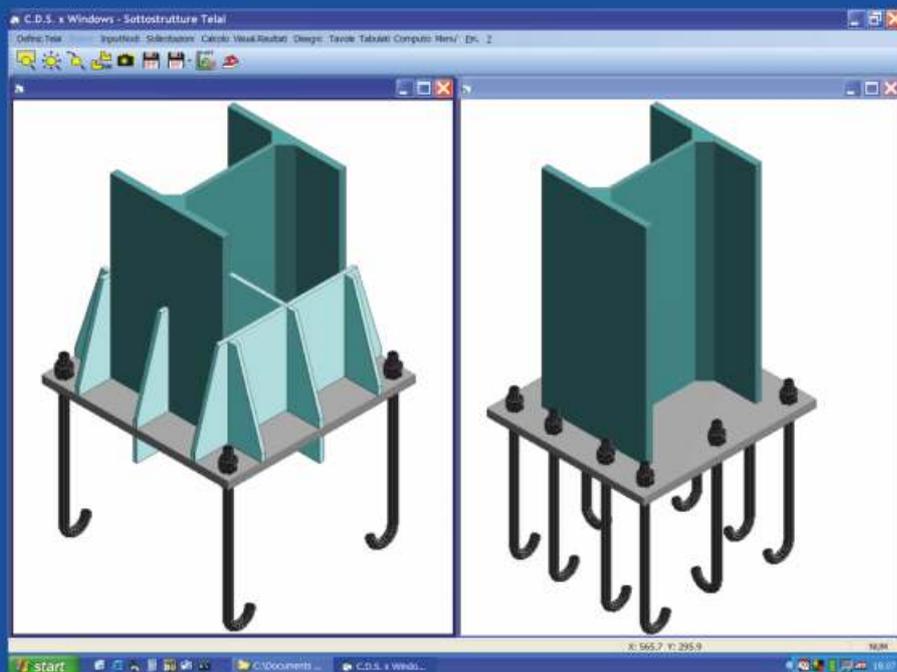
Per ultimo si accede alla fase di **Produzione disegni esecutivi e tabulati**. Per rendere più semplice l'analisi dei risultati, vengono presentati dei quadri sinottici che raggruppano i nodi verificati e rendono immediatamente comprensibile quale delle verifiche non è stata soddisfatta. Da menzionare che

sottoposti a sollecitazioni note anche in assenza di un contesto strutturale.

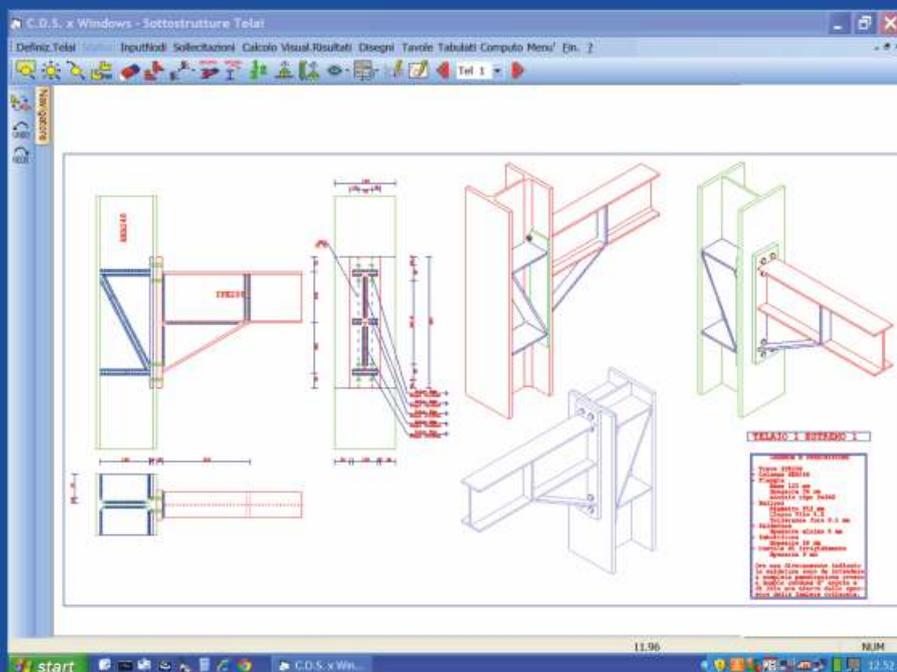
Le verifiche svolte variano a seconda della tipologia del nodo, e coprono tutti gli elementi componenti il nodo stesso quali: bulloni, squadrette, profili, flange, piastre, fazzoletti, saldature etc...

Ad esempio vengono svolte le verifiche di:

- 1) Profili ed elementi d'unione a rifollamento
- 2) Bulloni a taglio e trazione
- 3) Piastre e flange a pressoflessione
- 4) Sezioni dei profili forati
- 5) Saldature coinvolte nei collegamenti
- 6) Coprigiunti a ripristino o calcolo tensioni
- 7) Squadrette a taglio e flessione
- 8) Pannelli d'anima di nodi flangiati
- 9) Tirafondi



Definizione nodo colonna plinto



Creazione automatica tavola con varie viste del nodo

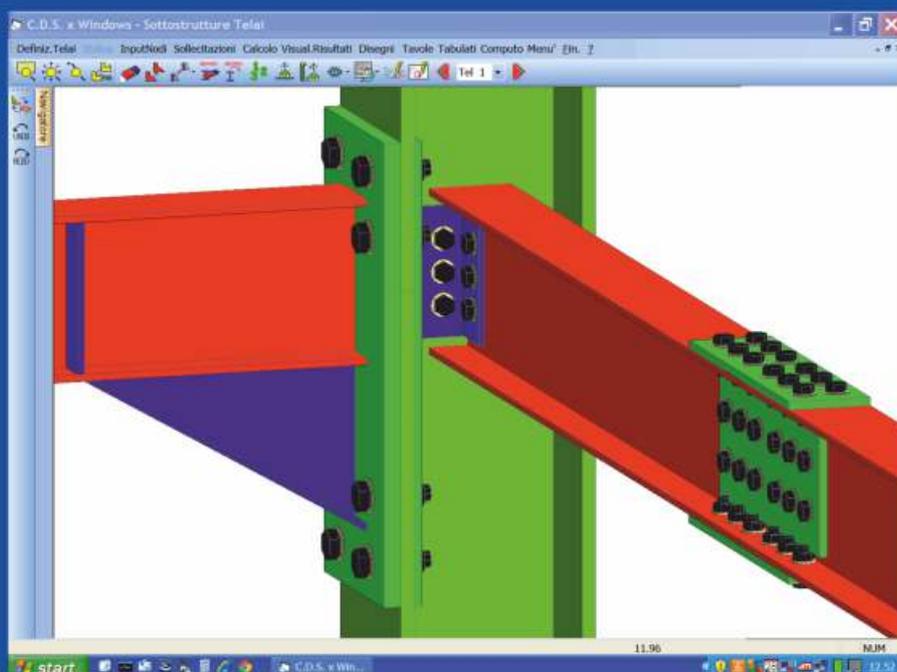
le stampe comprendono delle dettagliate tabelle di computo dei materiali di ogni sottostruttura. Tali computi sono direttamente esportabili sul programma di contabilità **ACR Win**.

È possibile ottenere automaticamente:

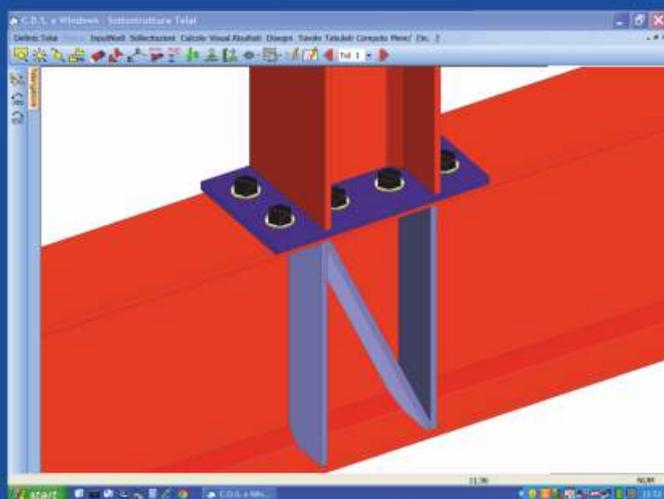
- 1) Disegno degli schemi unifilari di telai o reticolari con indicazione del profilo utilizzato e relativa lunghezza con quotatura dell'insieme.
- 2) Disegno esecutivo di strutture reticolari o tralicciate, con reali dimensioni e indicazione del profilo usato e relativa lunghezza, inserimento dei bulloni, quotature delle bullonature e dell'insieme.
- 3) Disegno esecutivo di telai, con reali dimensioni e vista dei profili

con tratteggio delle linee nascoste, indicazione del profilo e della relativa lunghezza e vista3d dettagliata di tutti i singoli nodi.

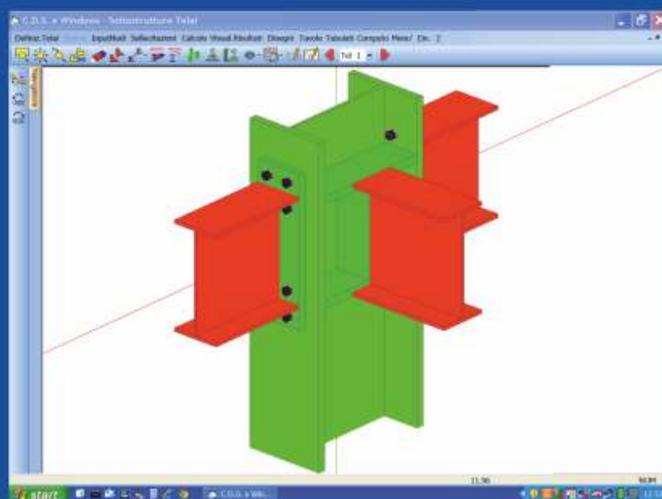
- 4) Disegno automatico dei particolari dei nodi completi di quotature e marche indicanti numero e dimensioni di bulloni e saldature.
- 5) Disegno automatico delle viste tridimensionali dei singoli nodi con ombreggiatura anche in animazione.
- 6) Visualizzazione dei nodi metallici inseriti nella vista3d dell'intera struttura. In questo modo è possibile valutare spazialmente l'interazione geometrica del nodo con gli altri elementi strutturali siano queste aste o altri nodi.
- 7) Visualizzazione 3D del singolo telaio comprensivo dei nodi metallici.



Vista 3D di unioni metalliche con aste a spessore



Vista 3D Unione Metallica pilastro flangiato su trave passante



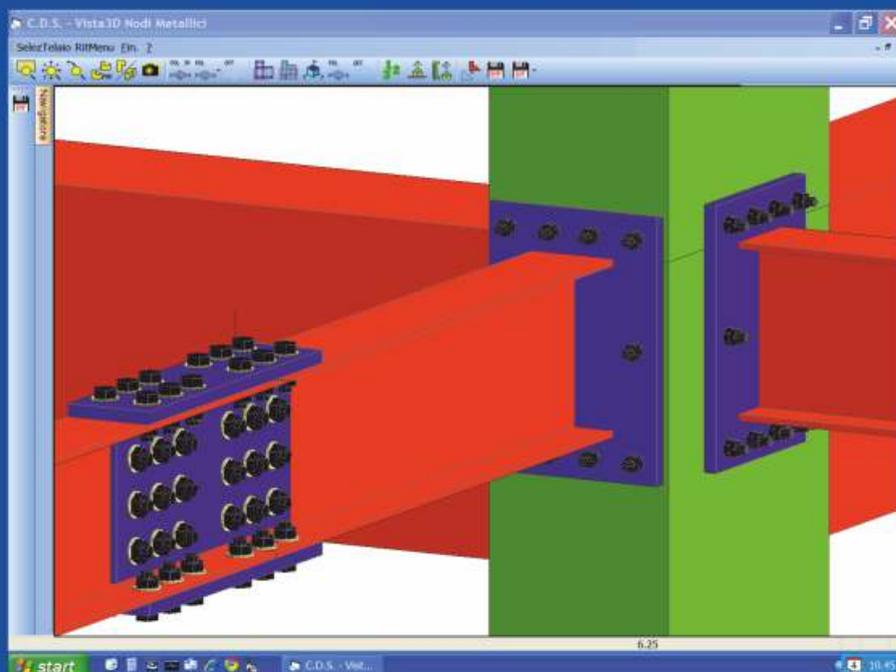
Assemblaggio 3D di unioni definite in sottostrutture diverse

In particolare per quanto riguarda i disegni esecutivi di telai e reticolari è da notare che il programma tiene conto delle compenetrazioni e riunificazioni tra i profili presenti nello schema di calcolo.

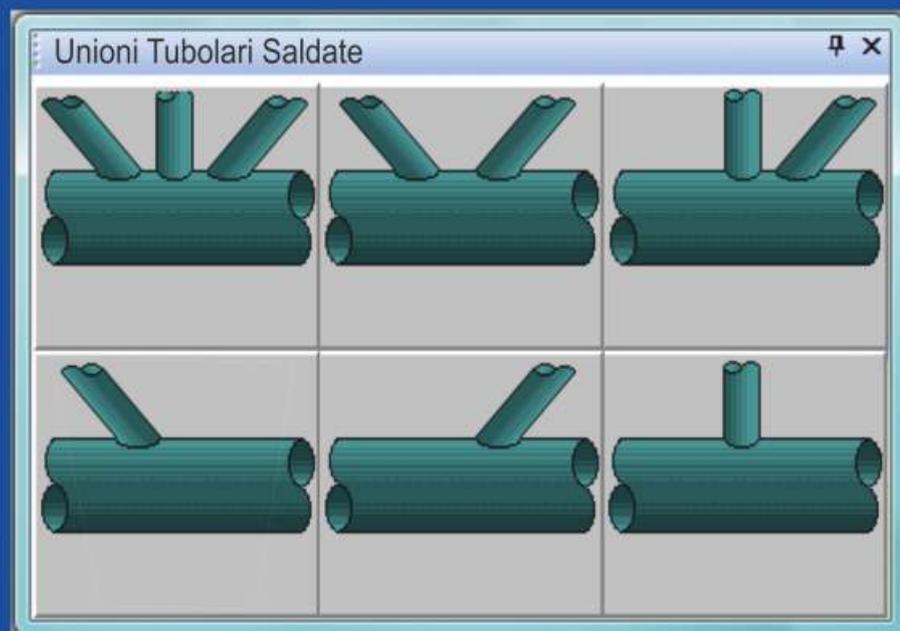
Nel caso di disegno di nodi di tipo reticolare il programma è in grado di tracciare automaticamente i fazzoletti che possono essere a scelta rettangolari o poligonali.

È disponibile un comando per la creazione, dalla Vista3d della struttura, del dxf a linee nascoste della intera struttura o di una sua porzione (telaio o zona clippata) completo di particolari dei Nodi 3D.

È inoltre presente una fase per la "Preview degli esecutivi". In tale fase, oltre ad ottenere una "anteprima" dell'esecutivo, è possibile anche personalizzarlo inserendo, ad



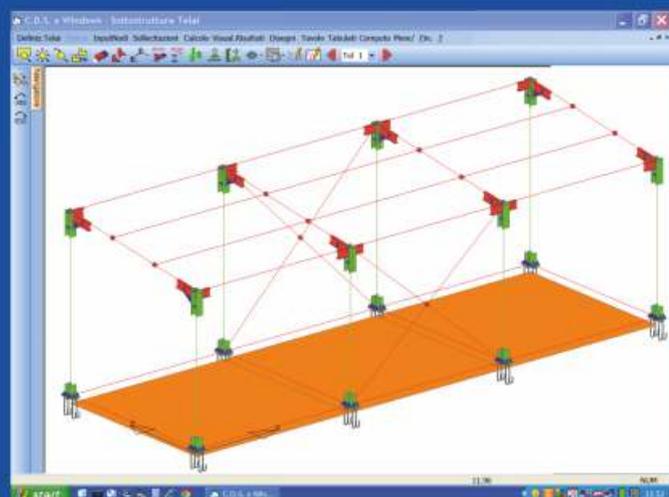
Vista 3D Esecutivo di Nodo metallico Flangia-pilastro c.a.



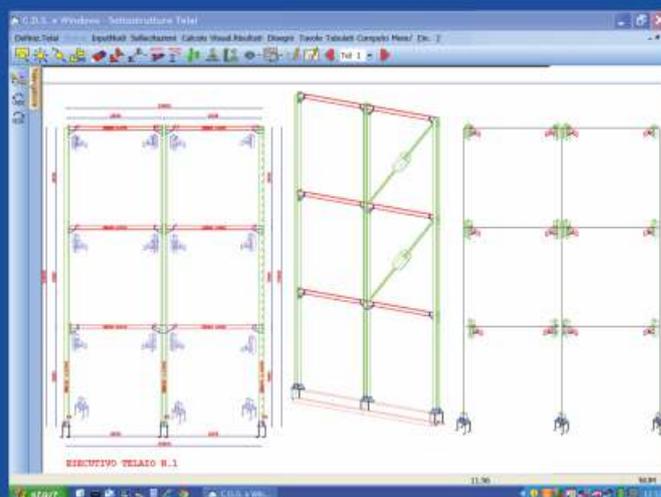
Archivio delle tipologie delle Unioni Tubolari Saldate

esempio, particolari e/o commenti tramite la tecnologia "WinCAD inside". Inoltre è generata in automatico una tavola contenente sia il disegno del telaio completo dei nodi, sia una ulteriore rappresentazione unifilare del telaio con nodi in vista3D e a richiesta anche una vista prospettica del telaio a spessori. L'esecutivo di ciascun telaio è inoltre personalizzabile, potendo l'utente decidere sia la visibilità che la posizione delle varie rappresentazioni prodotte in automatico.

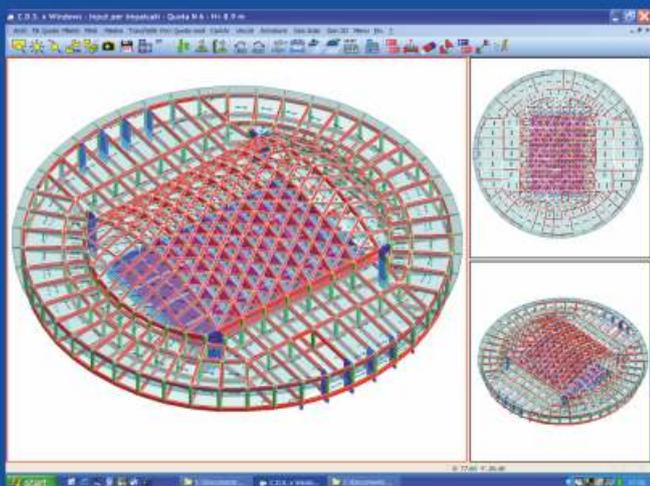
Infine è presente una fase per la **personalizzazione dell'esecutivo automatico dei singoli nodi**. L'utente può posizionare o rendere visibili/invisibili sia la tabella delle prescrizioni che la vista 3d del nodo in qualsiasi punto desideri.



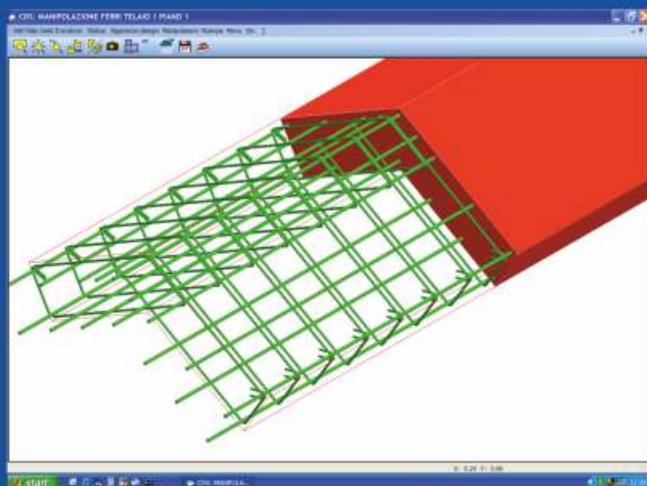
Vista 3D di unioni metalliche con aste wire-frame



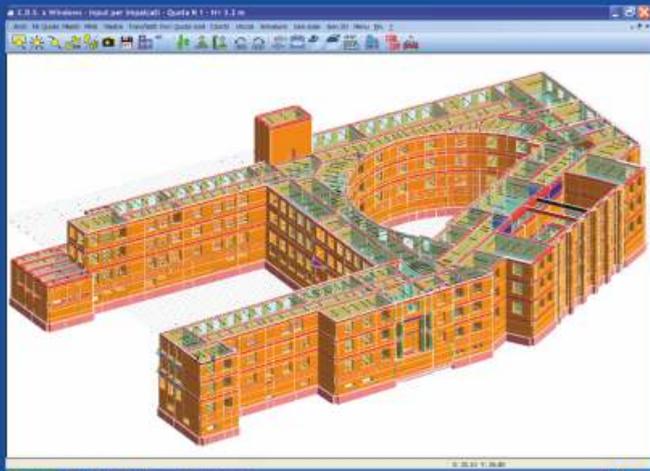
Creazione automatica tavola esecutivo telaio con viste 3D nodi



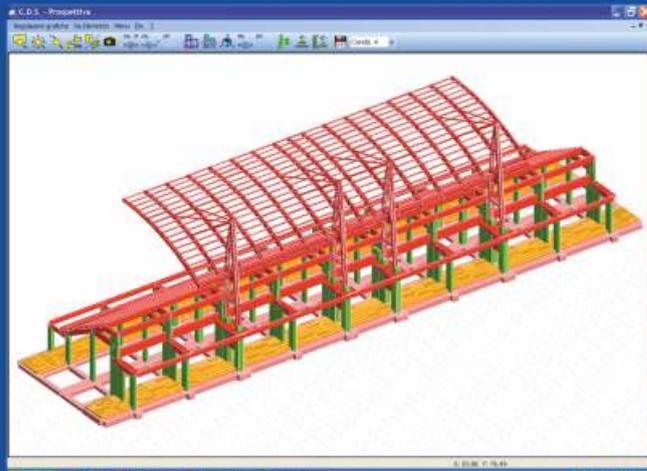
Struttura con volta a maglia triangolare



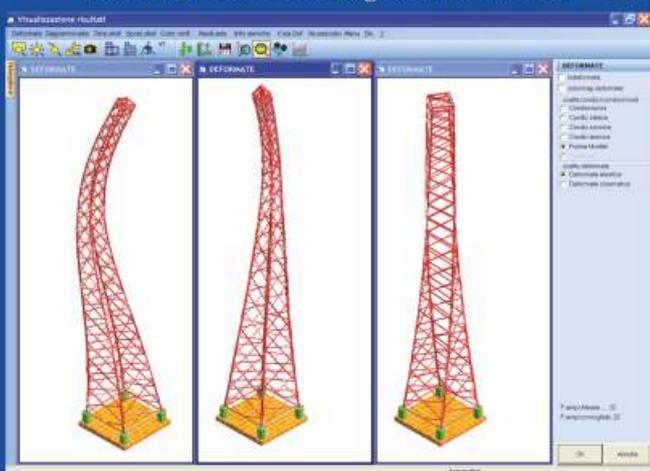
vista 3D armature trave di colmo



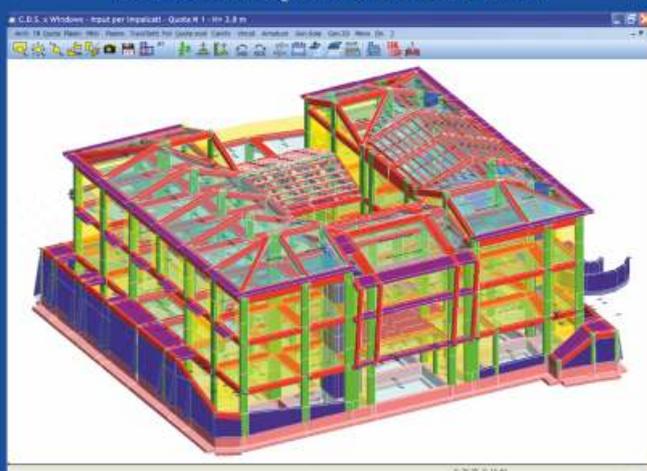
Struttura in muratura di grandi dimensioni



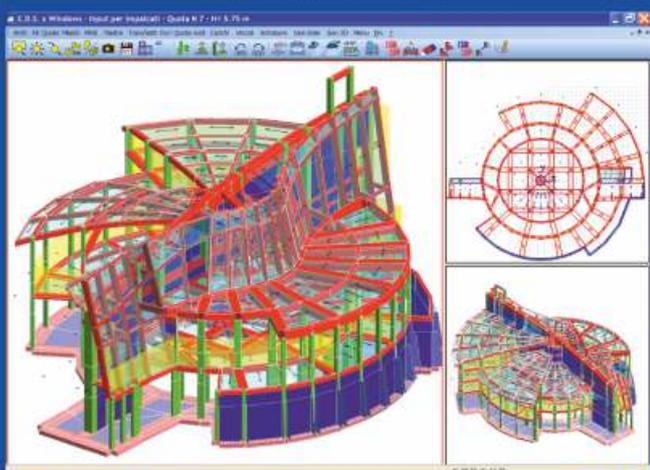
Tribuna con copertura in c.a. e acciaio



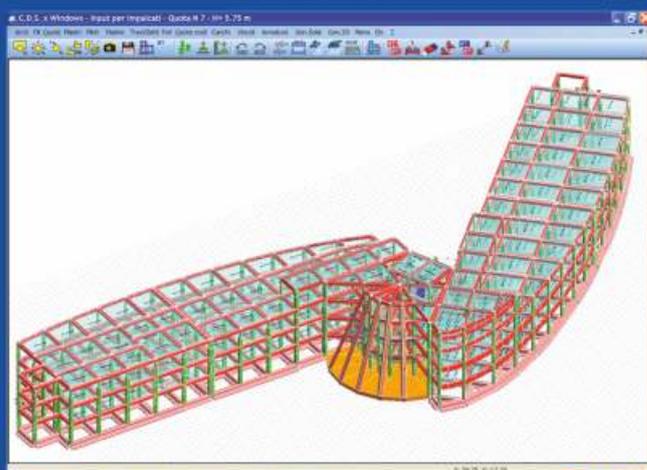
Deformate modali di un traliccio



Edificio in c.a.



Edificio in c.a. a sviluppo circolare



Struttura in c.a.

NODO TRAVE-TRAVE FLANGIATO

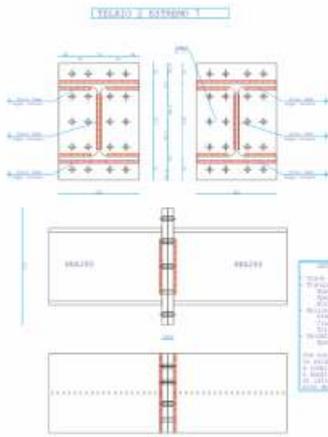


TABELLA 1

Materiali e dimensioni:
 - Trave generica: IPE100
 - Trave generica: IPE120
 - Trave generica: IPE140
 - Trave generica: IPE160
 - Trave generica: IPE180
 - Trave generica: IPE200
 - Trave generica: IPE220
 - Trave generica: IPE240
 - Trave generica: IPE260
 - Trave generica: IPE280
 - Trave generica: IPE300
 - Trave generica: IPE320
 - Trave generica: IPE340
 - Trave generica: IPE360
 - Trave generica: IPE380
 - Trave generica: IPE400
 - Trave generica: IPE420
 - Trave generica: IPE440
 - Trave generica: IPE460
 - Trave generica: IPE480
 - Trave generica: IPE500

NODO DI IMPALCATO TRAVE-TRAVE CON SQUADRE

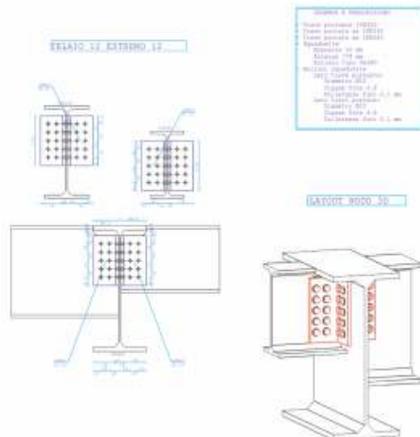


TABELLA 2

Materiali e dimensioni:
 - Trave generica: IPE100
 - Trave generica: IPE120
 - Trave generica: IPE140
 - Trave generica: IPE160
 - Trave generica: IPE180
 - Trave generica: IPE200
 - Trave generica: IPE220
 - Trave generica: IPE240
 - Trave generica: IPE260
 - Trave generica: IPE280
 - Trave generica: IPE300
 - Trave generica: IPE320
 - Trave generica: IPE340
 - Trave generica: IPE360
 - Trave generica: IPE380
 - Trave generica: IPE400
 - Trave generica: IPE420
 - Trave generica: IPE440
 - Trave generica: IPE460
 - Trave generica: IPE480
 - Trave generica: IPE500

NODO TRAVE-TRAVE CON COPRIGIUNTI BULLONATI

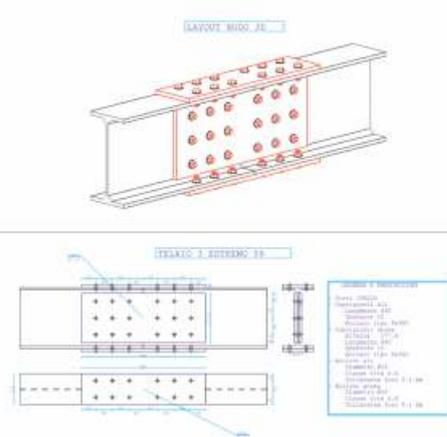


TABELLA 3

Materiali e dimensioni:
 - Trave generica: IPE100
 - Trave generica: IPE120
 - Trave generica: IPE140
 - Trave generica: IPE160
 - Trave generica: IPE180
 - Trave generica: IPE200
 - Trave generica: IPE220
 - Trave generica: IPE240
 - Trave generica: IPE260
 - Trave generica: IPE280
 - Trave generica: IPE300
 - Trave generica: IPE320
 - Trave generica: IPE340
 - Trave generica: IPE360
 - Trave generica: IPE380
 - Trave generica: IPE400
 - Trave generica: IPE420
 - Trave generica: IPE440
 - Trave generica: IPE460
 - Trave generica: IPE480
 - Trave generica: IPE500

NODO TRAVE-COLONNA CON SQUADRE

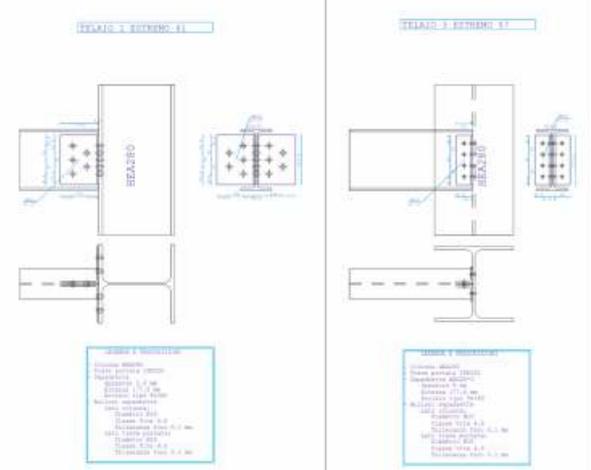


TABELLA 4

Materiali e dimensioni:
 - Trave generica: IPE100
 - Trave generica: IPE120
 - Trave generica: IPE140
 - Trave generica: IPE160
 - Trave generica: IPE180
 - Trave generica: IPE200
 - Trave generica: IPE220
 - Trave generica: IPE240
 - Trave generica: IPE260
 - Trave generica: IPE280
 - Trave generica: IPE300
 - Trave generica: IPE320
 - Trave generica: IPE340
 - Trave generica: IPE360
 - Trave generica: IPE380
 - Trave generica: IPE400
 - Trave generica: IPE420
 - Trave generica: IPE440
 - Trave generica: IPE460
 - Trave generica: IPE480
 - Trave generica: IPE500

NODO DI IMPALCATO TRAVE-TRAVE CON PIASTRA E COPRIGIUNTI

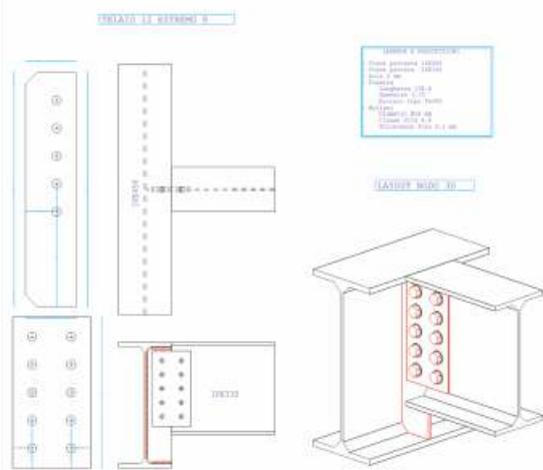


TABELLA 5

Materiali e dimensioni:
 - Trave generica: IPE100
 - Trave generica: IPE120
 - Trave generica: IPE140
 - Trave generica: IPE160
 - Trave generica: IPE180
 - Trave generica: IPE200
 - Trave generica: IPE220
 - Trave generica: IPE240
 - Trave generica: IPE260
 - Trave generica: IPE280
 - Trave generica: IPE300
 - Trave generica: IPE320
 - Trave generica: IPE340
 - Trave generica: IPE360
 - Trave generica: IPE380
 - Trave generica: IPE400
 - Trave generica: IPE420
 - Trave generica: IPE440
 - Trave generica: IPE460
 - Trave generica: IPE480
 - Trave generica: IPE500

NODO DI BASE COLONNA-PLINTO CON TIRAFONDI A MARTELLO

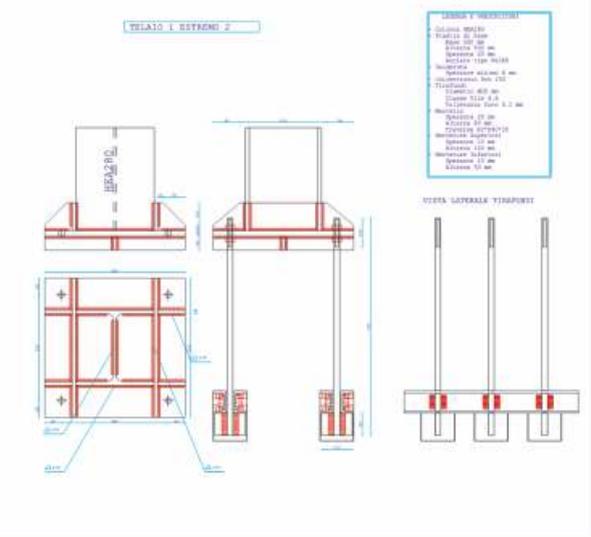


TABELLA 6

Materiali e dimensioni:
 - Trave generica: IPE100
 - Trave generica: IPE120
 - Trave generica: IPE140
 - Trave generica: IPE160
 - Trave generica: IPE180
 - Trave generica: IPE200
 - Trave generica: IPE220
 - Trave generica: IPE240
 - Trave generica: IPE260
 - Trave generica: IPE280
 - Trave generica: IPE300
 - Trave generica: IPE320
 - Trave generica: IPE340
 - Trave generica: IPE360
 - Trave generica: IPE380
 - Trave generica: IPE400
 - Trave generica: IPE420
 - Trave generica: IPE440
 - Trave generica: IPE460
 - Trave generica: IPE480
 - Trave generica: IPE500

NODI TRAVE-TRAVE SALDATI TESTA A TESTA

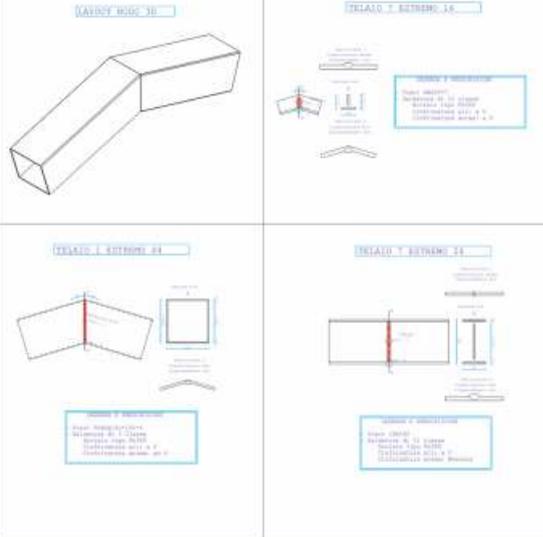


TABELLA 7

Materiali e dimensioni:
 - Trave generica: IPE100
 - Trave generica: IPE120
 - Trave generica: IPE140
 - Trave generica: IPE160
 - Trave generica: IPE180
 - Trave generica: IPE200
 - Trave generica: IPE220
 - Trave generica: IPE240
 - Trave generica: IPE260
 - Trave generica: IPE280
 - Trave generica: IPE300
 - Trave generica: IPE320
 - Trave generica: IPE340
 - Trave generica: IPE360
 - Trave generica: IPE380
 - Trave generica: IPE400
 - Trave generica: IPE420
 - Trave generica: IPE440
 - Trave generica: IPE460
 - Trave generica: IPE480
 - Trave generica: IPE500

Assistenza: 095/7252560 E-Mail(assistenza): cds@stsweb.it
 0931/66220

www.stsweb.it



Software Tecnico Scientifico®

Via Tre Torri, 11 - 95030 S. Agata li Battiati (CT) Corso Gelone, 39 - 96100 Siracusa
 e-mail: sts@stsweb.it e-mail: sts.siracusa@stsweb.it
 tel. 095/7252559-7254855 fax 095/213813 tel. 0931/66220