

# Scheda tecnica

## BeamCAD+

Si tratta di un prodotto le cui prime installazioni risalgono al 1987 ed è attualmente utilizzato con soddisfazione da circa 3000 tra studi tecnici professionali, imprese di costruzione e società di progettazione. Il segreto del successo è nella estrema facilità di uso unita a grande rigore formale. L'utente che proviene dal calcolo manuale non trova alcuna difficoltà nell'utilizzo del programma poiché le procedure riproducono il cammino logico usuale del progettista consentendo tutte le libertà di scelta proprie del modo di operare tradizionale. Rispetto al calcolo classico il progettista si può concentrare solo sulle scelte progettuali (forma e posizione delle armature, dimensioni delle sezioni) essendo sollevato dalla necessità di verifiche delle scelte operate; ad esse infatti il programma provvede in modo completo ed affidabile.

Il software adotta per le travature lo schema del telaio parziale; è possibile cioè considerare nel modello di calcolo la presenza dei pilastri. Le campate possono essere ad asse orizzontale, inclinato ed estradossato. E' possibile inoltre considerare l'assenza di uno o più appoggi ed analizzare quindi strutture a nodi spostabili quali scale a ginocchio o travi di copertura senza pilastri di colmo, etc. Gli appoggi possono essere cedevoli con costante elastica verticale definita dall'utente

La trave è caricata con carichi di numero e forma qualsiasi distinti in permanenti e variabili; nella soluzione vengono analizzate tutte le possibili combinazioni dei carichi variabili.

La trave su suolo elastico è risolta tramite un solutore non lineare che consente di assegnare valori diversi al modulo di reazione del terreno in caso di sollevamento o di abbassamento. In particolare se si assegna zero al modulo di reazione per sollevamento la trave non reagisce al distacco dal piano di appoggio.

Le sezioni delle travi in c.a. possono essere rettangolari, a T, a T rovescio, doppio T, variabili per campata e di altezza variabile linearmente all'interno di una campata.

Se impiegato assieme a BeamPianta i dati di geometria e carico sono assunti automaticamente. E' sempre comunque possibile correggere i valori proposti.

### Armature delle travi

La progettazione delle armature delle travi in c.a. può essere svolta in automatico o affidata all'operatore. Il software ha infatti al suo interno un programma di CAD orientato al cemento armato.

Le operazioni di dimensionamento delle armature sia longitudinali che trasversali sono caratterizzate dalla possibilità di un continuo e totale controllo della situazione dell'elemento che si sta dimensionando. In qualunque fase della progettazione si possono richiedere le verifiche di resistenza e deformabilità di qualsiasi sezione.

In ogni momento può essere visualizzata in tempo reale un'anteprima del disegno esecutivo direttamente dalle finestre di manipolazione.

La progettazione automatica delle travi in c.a. prevede la gestione tridimensionale delle barre con controllo di interfero e collisioni. Le armature che non trovano collocazione in un solo strato sono disposte automaticamente su strati successivi. L'operatore può controllare e correggere la posizione di ogni barra all'interno della sezione ed inoltre richiedere il disegno di sezioni di dettaglio con indicazione della esatta posizione dei tondini all'interno del getto. Il non rispetto dell'interfero o la collisione tra barre sono segnalati dal programma.

Per il c.a. si può scegliere tra il metodo di calcolo alle tensioni ammissibili ed il metodo semiprobabilistico agli stati limite secondo normative italiane (DM 9 gennaio 1996, DM14-01-08), o Eurocodice 2, ACI 318 ed NSR-98.

Con il metodo agli stati limite è possibile effettuare ridistribuzioni di momento con controllo della duttilità della sezione; le verifiche interessano sia lo stato limite ultimo che gli stati limite di esercizio (tensioni, fessurazione, deformazione) nelle condizioni rare, frequenti e quasi permanenti. A richiesta gestisce i particolari costruttivi indicati dalla Ordinanza 3431 o dal DM 14-01-08 per la duttilità strutturale.

Le verifiche a taglio considerano la presenza di eventuali sagomati; gli ancoraggi sono valutati sulla base della effettiva tensione nelle barre con distinzione delle zone di buona e cattiva aderenza. Le frecce sono valutate sia a sezione interamente reagente sia considerando la presenza della fessurazione e del contributo irrigidente del calcestruzzo teso tra due fessure successive (stiffening effect). Se si opera con il metodo agli stati limite (DM 9-1-96, EC2 o DM 14-01-08) il programma valuta anche la deformazione della trave a viscosità esaurita in condizione di esercizio quasi permanente e la deformazione da ritiro.

Nelle travi continue di fondazione e in quelle su suolo elastico con sezione a T rovescio o doppio T il programma verifica la sezione della soola a filo anima nel funzionamento trasversale ed inserisce se necessario armature inferiori aggiunte alle staffe.

Gli output grafici dei c.a. consistono in un file dxf con il disegno della trave (prospetto, sezioni e esploso delle armature); il disegno può comprendere anche una serie di formati A4 con la distinta di taglio delle barre. Nel disegno quotato in modo associativo l'utente può personalizzare stili di testo e layer.

Per ogni trave viene prodotto un file di collegamento con il programma di computo per le voci acciaio, casseri e calcestruzzo.

## **Pilastri**

Il progetto dei pilastri a pressione semplice è svolto a partire dalle reazioni vincolari delle travi definendo i livelli del fabbricato e l'appartenenza delle travi agli stessi. Per ogni pilastro è possibile definire ai vari livelli anche carichi in aggiunta alle reazioni delle travi.

I dati di verifica, organizzati automaticamente dal programma, sono evidenziati in un foglio elettronico nel quale l'operatore può con facilità intervenire per modificare dimensioni e armature avendo in tempo reale aggiornata la situazione di verifica sia in termini di resistenza che di minimi di armatura. Al termine della progettazione è prodotto un file dxf con la tabella dei pilastri, una sezione verticale schematica con indicazioni per la giunzione delle armature longitudinali e per gli infittimenti di staffatura e le diverse sezioni orizzontali delle pilastrate con estrazione delle relative staffe.

E' inoltre fornita la relazione di calcolo dettagliata per ogni pilastrata.

Si può scegliere tra il metodo di calcolo alle tensioni ammissibili ed il metodo semiprobabilistico agli stati limite normative italiane (DM 9 gennaio 1996), o Eurocodice 2.

## **Acciaio**

Le sezioni in acciaio sono gestite da un database con più di 3000 profili fornito con il pacchetto. Per le aste in acciaio sono disponibili le verifiche secondo CNR 10011 (tensioni ammissibili e stati limite), Eurocodice 3, DM 14-01-08 o AISC (ASD o LRFD); per profili a freddo le verifiche sono condotte secondo CNR-UNI 10022 o Eurocodice 3. Sono disponibili verifiche di resistenza, deformabilità ed instabilità flessione-torsionale attraverso la definizione della posizione dei ritegni torsionali.

## **Legno**

Le sezioni in legno sono gestite da uno specifico database che consente all'utente ampia libertà nella forma delle stesse. Per le aste in legno le verifiche di resistenza e deformabilità sono condotte con il metodo delle tensioni ammissibili (seguendo le direttive proposte dalle DIN 1052), oppure con il metodo degli stati limite secondo l'Eurocodice 5 o DM 14-01-08. E' prevista la verifica di solai X-LAM.

## **Sezioni miste legno-calcestruzzo**

Le sezioni miste legno-calcestruzzo sono gestite da un apposito editor che prevede per il legno sezioni circolari o rettangolari eventualmente arrotondate negli spigoli e per il calcestruzzo sezioni rettangolari o a T; tra legno e calcestruzzo può essere previsto uno strato di materiale non strutturale.

La connessione può essere realizzata con tondi verticali (connessione a taglio o taglio+flessione), con tondi inclinati (connessione assiale) e con viti singole o doppie. In alternativa la connessione può essere personalizzata dall'utente attraverso la definizione della rigidità a taglio e della resistenza ultima convenzionale del piolo.

Le modalità di verifica e di modellazione numerica della struttura mista legno-calcestruzzo si rifanno alle indicazioni proposte dai professori Giancarlo Turrini e Maurizio Piazza dell'Università di Padova nei numeri 5, 6 e 7 della rivista RECUPERARE ANNO 2 del 1983.

Il modello matematico è risolto tramite un solutore agli elementi finiti allegato al pacchetto. I risultati numerici della modellazione sono stati validati riproducendo tramite il programma con ottima approssimazione prove sperimentali descritte nel n.6 della rivista sopra citata.

Le verifiche di resistenza e deformabilità sono condotte sia per la fase iniziale che per la fase finale a fenomeni lenti (ritiro e viscosità) esauriti. Può essere adottato il metodo alle tensioni ammissibili (DM 9 gennaio 1996 per il c.a., DIN 1052 per il legno) o agli stati limite (DM 9 gennaio 1996 o EC2 per il c.a., EC5 per il legno).

## **Sezioni miste acciaio-calcestruzzo**

Le sezioni miste acciaio-calcestruzzo sono definite utilizzando l'archivio dei profili. La soletta in calcestruzzo può essere di sezione rettangolare, oppure rastremata in corrispondenza del profilo. Le modalità di connessione sono quelle indicate in CNR 10016-85. Le verifiche di resistenza del profilo in acciaio, della soletta in calcestruzzo e della connessione, e le verifiche di deformabilità sono svolte considerando la presenza dei fenomeni di ritiro e viscosità del calcestruzzo. Le verifiche di resistenza

sono svolte secondo CNR 10016-85 con il metodo alle tensioni ammissibili o agli stati limite e secondo EC4 calcolando l'opportuna larghezza della soletta collaborante.

Vengono considerate le due situazioni: a breve e a lungo termine, consentendo la schematizzazione della travatura in autoportanza o puntellata in fase di getto della soletta in calcestruzzo. La viscosità del calcestruzzo viene valutata con il metodo AAEM imponendo condizioni di equilibrio e congruenza, così pure per il ritiro, al quale vengono affiancati i diagrammi di coazione nel caso di strutture iperstatiche.

## **Rinforzi FRP**

Le travi possono essere rinforzate con l'impiego di FRP in accordo con le *"Linee guida per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo di interventi di rinforzo di strutture in c.a. c.a.p. e strutture murarie mediante FRP"* approvato in data 24 luglio 2009 dal Consiglio Superiore LL PP.

## **Output**

Gli output consistono in un file dxf con il disegno della trave (prospetto, sezioni e esploso delle armature) in un file di computo e in un file con la relazione di calcolo descritti sopra.

Le relazioni di calcolo possono essere prodotte in formato ASCII o direttamente in file di formato RFT per Word; in essa possono essere inserite automaticamente immagini in formato metafile sia dei dati di input (prospetto, schema statico, carichi) che dei risultati di verifica (flessione, taglio, deformazioni) per un'agevole comprensione dei tabulati numerici.

I file dxf possono essere rigenerati ed impaginati in tavole utilizzando la apposita procedura.

Il software lavora in lingua italiana, inglese, tedesca e spagnola.