

ELEMENTI STRUTTURALI

INDICE

1. Generalità	7
1.1 Copyright	7
1.2 Riconoscimenti	7
1.3 Licenza d'uso	7
1.4 Responsabilità	8
2. Installazione del programma	9
2.1 Requisiti del sistema	9
2.2 Installazione	9
2.3 Estensione delle abilitazioni	10
3. Descrizione del programma	11
3.1 Generalità	11
3.2 Documenti generati	11
3.3 Interfaccia	12
3.3.1 Menù-File	13
3.3.2 Menù-Struttura	14
3.3.3 Menù-Vista	15
3.3.4 Menù-Opzioni	16
3.3.5 Menù-Aiuto	16
3.4 Impostazioni personali	17
3.5 Visualizzazioni	20
3.5.1 Vista Diagrammi	20
3.5.2 Vista Armature	20
3.5.3 Vista Disegni	20
3.5.4 Vista Relazione	21
3.5.5 Vista Pendio	21
4. Modulo SEZIONI	22
4.1 Avvio del modulo Sezioni	22
4.2 Scelta della sezione	23
4.2.1 Disegno libero di una sezione	23
4.2.2 Sezioni parametriche	23
4.2.3 Sezioni normalizzate	24
4.2.4 Sezioni importate	24
4.3 Modifica della sezione	24
4.3.1 Modifiche per immissione coordinate	24
4.3.2 Modifiche grafiche con mouse	25

4.3.3	Spostare e ruotare una sezione	26
4.4	Salvataggio di una sezione	26
4.5	Impostazioni personali	27
4.6	Inserimento dell'armatura nelle sezioni in c.a.	28
4.7	Verifica sezione con le Tensioni Ammissibili	29
4.7.1	Sezioni in calcestruzzo	29
4.7.2	Sezioni in acciaio	30
4.7.3	Sezioni in legno	31
4.8	Verifica sezione agli Stati Limite	32
4.8.1	Sezioni in calcestruzzo	33
4.8.2	Sezioni in acciaio	34
4.8.3	Sezioni in legno	34
4.9	Relazione di calcolo	35
4.10	Esempi di verifica	36
4.10.1	VERIFICA ALLE T.A. DI SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A. PRESSO-INFLESSA	36
4.10.2	VERIFICA ALLO S.L.U. DI SEZIONE A T IN C.A. SOGGETTA A FLESSIONE E TAGLIO	38
4.10.3	VERIFICA ALLO S.L.E. DI SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A.	40
4.10.4	VERIFICA ALLE T.A. DI SEZIONE IN ACCIAIO	42
4.10.5	VERIFICA SEZIONE IN LEGNO AGLI S.L.	43
5.	Modulo SOLAIO	46
5.1	Generalità	46
5.2	Caratteristiche di input e output dei dati	47
5.2.1	Dati Elastici	47
5.2.2	Dati Geometrici	48
5.2.3	Luci e Carichi	49
5.2.4	Risultati dell'elaborazione	49
5.3	Opzioni Solaio	50
5.3.1	Sezione Armatura	50
5.3.2	Sezione Geometria	51
5.3.3	Sezione Peso Proprio	51
5.3.4	Sezione Quotature	52
5.4	Diagrammi e schemi di carico	52
5.5	Armature	53
5.5.1	Predisposizione automatica delle armature	53
5.5.2	Disposizione manuale e modifica delle armature	53
5.5.3	La finestra di interfaccia delle armature	54
5.5.4	La barra delle armature	54
5.5.5	Funzioni sulla barra di stato	55
5.5.6	Finestra proprietà dei ferri longitudinali	56
5.5.7	Modificare senza la finestra proprietà	58
5.6	Esempio di calcolo	59
6.	Modulo TRAVE CONTINUA	64
6.1	Generalità	64
6.2	Caratteristiche di input e output dei dati	65
6.2.1	Dati Elastici	65
6.2.2	Dati Geometrici e Peso Proprio	66
6.2.3	Definizione Appoggi	67

6.2.4	Tipo di Carichi	68
6.2.5	Carichi Distribuiti	68
6.2.6	Carichi Concentrati	69
6.2.7	Coppie Concentrate	70
6.2.8	Risultati dell'elaborazione	70
6.3	Opzioni TraCon	71
6.3.1	Sezione Armatura	71
6.3.2	Sezione Divisioni Luce	72
6.3.3	Sezione Carichi Fissi	72
6.3.4	Sezione Quotature	73
6.4	Diagrammi e schemi di carico	73
6.5	Armature	74
6.5.1	La finestra di interfaccia delle armature	74
6.5.2	Predisposizione automatica delle armature	74
6.5.3	Disposizione manuale e modifica delle armature	75
6.5.4	La barra delle armature	75
6.5.5	Funzioni sulla barra di stato	77
6.5.6	Finestra proprietà dei ferri longitudinali	77
6.5.7	Finestra proprietà delle staffe	80
6.5.8	Modificare senza la finestra proprietà	82
6.6	Esempio di calcolo	84
7.	Modulo SBALZO D'ANGOLO	91
7.1	Generalità	91
7.2	Caratteristiche di input e output dei dati	92
7.2.1	Dati Elastici	92
7.2.2	Geometria Sbalzo	93
7.2.3	Geometria Solaio e Carichi	94
7.3	Opzioni SbAng	95
7.3.1	Sezione Armatura	95
7.3.2	Sezione Geometria	96
7.3.3	Sezione Peso Proprio	96
7.3.4	Sezione Quotature	97
7.4	Esempio di calcolo	97
8.	Modulo SBALZO LATERALE	101
8.1	Generalità	101
8.2	Caratteristiche di input e output dei dati	101
8.2.1	Dati Elastici	102
8.2.2	Geometria Sbalzo e Carichi	103
8.2.3	Geometria Solaio	104
8.3	Opzioni SbaLat	105
8.3.1	Sezione Armatura	105
8.3.2	Sezione Geometria	106
8.3.3	Sezione Peso Proprio	106
8.3.4	Sezione Quotature	107
8.4	Esempio di calcolo	107
9.	Modulo FORO	111

9.1	Metodo di calcolo	111
9.1.1	Schema statico	111
9.1.2	Combinazione dei carichi	112
9.1.3	Controllo della rigidezza	113
9.1.3.1	Rigidezza Flessionale	114
9.1.3.2	Rigidezza Tagliante	114
9.1.3.3	Rigidezza Assiale	115
9.2	Interfaccia	116
9.2.1	Modalità di calcolo	116
9.2.2	Caratteristiche di input e output dei dati	116
9.2.3	Dati Elastici	117
9.2.4	Geometria del Foro	118
9.2.5	Geometria Solaio e Carichi	120
9.3	Opzioni Foro	122
9.3.1	Sezione Armatura	122
9.3.2	Sezione Geometria	123
9.3.3	Sezione Peso Proprio	123
9.3.4	Sezione Quotature	124
9.4	Finestra Armature	124
9.4.1	Vista Pianta Foro	126
9.4.2	Vista Sezione Trave	126
9.4.3	Vista Staffe	126
9.4.4	Vista Armatura Foro Trave Superiore	126
9.4.5	Vista Armatura Foro Trave Sinistra	128
9.4.6	Vista Armatura Foro Trave Inferiore	128
9.4.7	Vista Armatura Foro Trave Destra	128
9.5	Vista Relazione	129
9.6	Vista Esecutivi	129
9.7	Vista Diagrammi	130
9.8	Esempio di calcolo di un foro	131

10. Modulo TRAVE ROVESCIA 142

10.1	Interfaccia	142
10.2	Caratteristiche di input e output dei dati	142
10.2.1	Dati Elastici	143
10.2.2	Dati Geometrici e Peso Proprio	144
10.2.3	Appoggi e Carichi Concentrati	145
10.3	Opzioni TraRov	146
10.3.1	Sezione Armatura	146
10.3.2	Sezione Divisioni Luce	147
10.3.3	Sezione Quotature	147
10.4	Diagrammi e schemi di carico	148
10.5	Armature	148
10.5.1	La finestra di interfaccia delle armature	149
10.5.2	Predisposizione automatica delle armature	149
10.5.3	Disposizione manuale e modifica delle armature	149
10.5.4	La barra delle armature	150
10.5.5	Funzioni sulla barra di stato	151
10.5.6	Finestra proprietà dei ferri longitudinali	151
10.5.7	Finestra proprietà delle staffe	154

10.5.8	Modificare senza la finestra proprietà	156
10.6	Esempio di calcolo	158
11.	Modulo PLINTO DIRETTO	164
11.1	Generalità	164
11.2	Caratteristiche di input e output dei dati	165
11.2.1	Dati Elastici	165
11.2.2	Dati Geometrici	166
11.2.3	Dati Terreno	167
11.2.4	Carichi	168
11.3	Opzioni PliDir	169
11.3.1	Sezione Armatura	169
11.3.2	Sezione Quotature	169
11.4	Esempio di calcolo	170
12.	Modulo PILASTRI	173
12.1	Generalità	173
12.2	Caratteristiche di input e output dei dati	173
12.2.1	Dati Elastici	174
12.2.2	Dati Geometrici e Carichi	175
12.3	Opzioni Pilastr	176
12.3.1	Sezione Armatura	176
12.3.2	Sezione Quotature	176
12.4	Esempio di calcolo	177
13.	Modulo SCALA A SOLETTA RAMPANTE	180
13.1	Generalità	180
13.2	Caratteristiche di input e output dei dati	181
13.2.1	Dati Elastici	181
13.2.2	Dati Geometrici	182
13.2.3	Carichi	183
13.3	Opzioni ScaRam	184
13.3.1	Sezione Armatura	184
13.3.2	Sezione Geometria	185
13.3.3	Sezione Peso Proprio	185
13.3.4	Sezione Quotature	186
13.3.5	Sezione Vincoli	186
13.4	Diagrammi e schemi di carico	187
13.5	Armature	187
13.5.1	Predisposizione automatica delle armature	187
13.5.2	Disposizione manuale e modifica delle armature	188
13.5.3	La finestra di interfaccia delle armature	188
13.5.4	La barra delle armature	188
13.5.5	Funzioni sulla barra di stato	189
13.5.6	Finestra proprietà dei ferri longitudinali	189
13.5.7	Modificare senza la finestra proprietà	192
13.6	Esempio di calcolo	193

14. Modulo SCALA CON TRAVE A GINOCCHIO	199
14.1 Generalità	199
14.2 Caratteristiche di input e output dei dati	200
14.2.1 Dati Elastici	200
14.2.2 Geometria	201
14.2.2.1 Scala	201
14.2.2.2 Pianerottolo	202
14.2.2.3 Trave a ginocchio	202
14.2.2.4 Trave testata dx	203
14.2.2.5 Trave testata sx	203
14.2.3 Carichi	203
14.2.3.1 Scala	203
14.2.3.2 Solaio adiacente	204
14.2.3.3 Trave a ginocchio	204
14.3 Opzioni ScaGin	204
14.3.1 Sezione Armatura	205
14.3.2 Sezione Geometria	205
14.3.3 Sezione Peso Proprio	206
14.3.4 Sezione Quotature	206
14.3.5 Sezione Vincoli	207
14.4 Diagrammi e schemi di carico	207
14.5 Armature	208
14.5.1 La finestra di interfaccia delle armature	208
14.5.2 Predisposizione automatica delle armature	209
14.5.3 Disposizione manuale e modifica delle armature	209
14.5.4 La barra delle armature	209
14.5.5 Funzioni sulla barra di stato	210
14.5.6 Finestra proprietà dei ferri longitudinali	211
14.5.7 Finestra proprietà delle staffe	213
14.5.8 Modificare senza la finestra proprietà	215
14.6 Esempio di calcolo	217
15. Modulo TELAIO PIANO	229
15.1 Avvio del modulo	229
15.2 Inserimento dei dati	230
15.2.1 Geometria e Materiali	230
15.2.2 Numerazione Pilastri	231
15.2.3 Traversi	231
15.2.4 Ritti	232
15.2.5 Carichi Verticali	233
15.2.6 Carichi Nodali	233
15.2.7 Carichi Orizzontali	234
15.3 Opzioni Telaio Piano	234
15.3.1 Sezione Armatura	234
15.3.2 Sezione Carichi Fissi	235
15.3.3 Sezione Quotature	235
15.4 Esempio di calcolo	236

generalità	Capitolo
	1

1.1 Copyright

Ogni componente del programma compreso il presente manuale sono protetti da copyright pertanto ne è concesso l'uso solo all'utente in modo non trasferibile.

È vietata qualsiasi tipo di riproduzione e diffusione del pacchetto ad eccezione della sola copia di backup da parte dell'intestatario della licenza d'uso e per soli motivi di sicurezza.

1.2 Riconoscimenti

WINDOWS è un marchio registrato della Microsoft Corporation;

AutoCAD è un marchio registrato della Autodesk AG.

1.3 Licenza d'uso

L'acquisto di uno o più moduli del programma comporta il conseguimento della sola licenza d'uso non esclusiva e non cedibile del programma. Tale licenza è concessa ai clienti alle seguenti condizioni generali:

- Il cliente acquisisce sul programma solo una licenza d'uso valida per l'installazione su una sola macchina.
- Il cliente non potrà alterare o rimuovere alcun marchio, nome commerciale, numero di serie o altre notifiche di riserva di diritti inseriti nel programma e/o sul suo supporto.
- La licenza d'uso del programma non comprende la facoltà di ottenerlo in formato sorgente, né di disporre della relativa documentazione di progetto, né del tracciato di eventuali files di dati presenti o creati dal programma.
- La verifica dell'idoneità del programma a ottenere certi risultati, la sua installazione, il suo uso e la sua gestione sono onere esclusivo del cliente.
- La licenza non potrà essere in alcun caso ceduta o sub licenziata dal cliente a terzi.

1.4 Responsabilità

I moduli di questo programma sono stati testati a lungo per rendere il più possibile affidabili e precisi i calcoli effettuati.

Rimane, comunque, all'utente la piena responsabilità sull'utilizzo dei risultati ottenuti con l'uso del programma e pertanto è tenuto a verificare personalmente tutti i risultati forniti dal programma prima dell'utilizzo degli stessi.

installazione del programma	Capitolo
	2

2.1 Requisiti del sistema

Il programma Elest è eseguibile su tutti i sistemi Windows 98/2000/NT/XP/Vista/Seven.
La risoluzione video consigliata è di 1024x768 pixels.

2.2 Installazione

Dalla barra di Windows con il mouse selezionare **[Start]** → **[Esegui]**. Cercare il percorso dove risiede il programma con l'opzione **Sfogli** e lanciare il file SETUP.EXE per avviare il programma di installazione.

L'installazione guidata consentirà di scegliere la directory sulla quale installare il programma.

Dopo l'installazione il programma funziona in versione dimostrativa fino all'abilitazione. Al primo avvio o se l'abilitazione non è stata eseguita, il programma si presenta con una finestra di dialogo attraverso la quale è possibile inserire il *Codice di attivazione*, se si è proceduti all'acquisto, oppure attivare la modalità **Demo**.



Fig. 2.1 - Finestra di dialogo al primo avvio.

La richiesta di abilitazione dei moduli del programma si può effettuare via fax o via e-mail indicando il *Numero di serie* e gli estremi del pagamento. Si riceverà così il *Codice di attivazione* necessario per l'utilizzo del programma.

2.3 Estensione delle abilitazioni

Per tutti i moduli di cui non si ha l'abilitazione, il programma continua a funzionare in modalità Demo. E' possibile aggiungere ulteriori abilitazioni per altri moduli in qualsiasi momento.

descrizione del programma	Capitolo
	3

3.1 Generalità

Elest è un programma dedicato al calcolo, alla verifica e alla redazione di relazioni e disegni di quelle tipologie strutturali in c.a. di frequente impiego nel campo della progettazione strutturale edilizia. Il pacchetto si presenta in modo intuitivo ed efficace. Tutti i moduli sono utilizzabili in completa autonomia.

- Modulo Sezioni
- Modulo Solaio in latero-cemento
- Modulo Sbalzo laterale (non in prosecuzione del solaio)
- Modulo Sbalzo d'angolo
- Modulo Foro e Ribassamento solaio
- Modulo Travi continue
- Modulo Travi di fondazione (Winkler)
- Modulo Plinti Diretti
- Modulo Pilastrì
- Modulo Scala a soletta rampante
- Modulo Scala con trave a ginocchio
- Modulo Telaio piano
- Modulo Travi reticolari

Il programma utilizza la stessa interfaccia grafica per l'attivazione di ogni singolo modulo.

I calcoli e le verifiche possono essere eseguiti sia con il metodo delle Tensioni Ammissibili che agli Stati Limite.

Tutti gli elaborati grafici sono esportabili in formato **DXF** di interscambio e le relazioni in formato **RTF**.

All'apertura di un modulo viene automaticamente caricato il file Elest.ini che contiene dei valori preimpostati sia generali che propri della struttura. Per aggiornare questo file con i valori correnti, selezionare dal menù **Opzioni**] → **[Salva Valori di Default]**. Per azzerare tutti i campi, selezionare dal menù **[File]** → **[Nuovo]**.

3.2 Documenti generati

Ogni modulo utilizza una estensione del file di dati che consente il riconoscimento del file stesso e il relativo modulo di appartenenza.

Di seguito sono elencate le estensioni predefinite per ogni modulo del programma:

- Sezioni ***.sez**
- Solaio ***.sol**
- Trave Continua ***.trc**
- Trave Rovescia ***.trv**
- Sbalzo Laterale ***.slt**
- Sbalzo d'Angolo ***.sba**
- Foro - Ribassamento ***.for**
- Plinto Superficiale ***.pls**
- Pilastrini ***.pil**
- Scala a soletta rampante ***.scr**
- Scala con trave a ginocchio ***.scg**
- Telaio Piano ***.tlp**
- Trave Reticolare ***.acc**

La relazione ed il file di disegno hanno rispettivamente estensione **.rtf** e **.dxf** precedute dal nome del lavoro.

3.3 Interfaccia

La finestra principale del programma è la seguente e il suo compito è ospitare le finestre dei singoli moduli del programma.

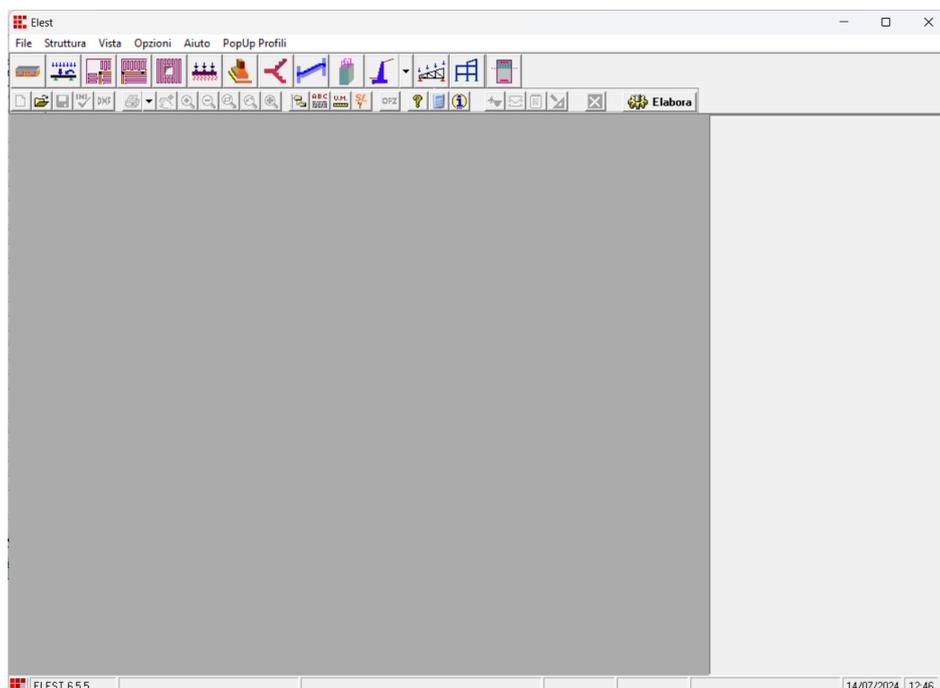


Fig. 3.1 - Interfaccia del programma.

L'accesso a tutti i moduli si può effettuare dalla barra del menù o dalla barra delle **Strutture** qui riprodotta:



Fig. 3.2 - Barra delle strutture.

L'accesso ai comandi avviene utilizzando la barra del menù o la barra degli **Strumenti** qui riprodotta:



Fig. 3.3 - Barra degli strumenti.

3.3.1 Menù → File

-  **Nuovo:** Permette di iniziare un nuovo lavoro azzerando i campi già editati.
-  **Apri...:** Permette di caricare i dati di un lavoro già svolto.
-  **Salva:** Permette di salvare il lavoro in corso.
- **Salva come...:** Permette di salvare il lavoro in corso con un altro nome.
-  **Chiudi Modulo:** Chiude il modulo corrente.
-  **Importa Sezione DXF:** Permette di acquisire una sezione in formato dxf.
-  **Esporta in formato DXF:** Permette di esportare il disegno esecutivo in formato dxf.
-  **Stampa → Stampa Relazione:** Invia alla stampante di sistema la relazione sul lavoro in corso.
-  **Stampa → Stampa Disegno:** Invia alla stampante di sistema il disegno esecutivo sul lavoro in corso.
- **Esci:** Esce dal programma.



3.3.2 Menù → Struttura

Attraverso la voce di menù **Struttura** o dalla barra delle strutture si possono avviare i singoli moduli.



Solaio. Attiva il modulo Solaio in latero-cemento.



Trave Continua. Attiva il modulo TraCon.



Sbalzo d'Angolo. Attiva il modulo SbAng.



Sbalzo Laterale. Attiva il modulo SbaLat.



Foro - Ribassamento. Attiva il modulo Foro.



Trave Rovescia. Attiva il modulo TraRov.



Plinto superficiale. Attiva il modulo PliSup.



Scala a soletta rampante. Attiva il modulo ScaRam.



Scala con trave a ginocchio. Attiva il modulo ScaGin.



Pilastrri. Attiva il modulo Pilastrri.



Muro. Attiva il modulo Muro.



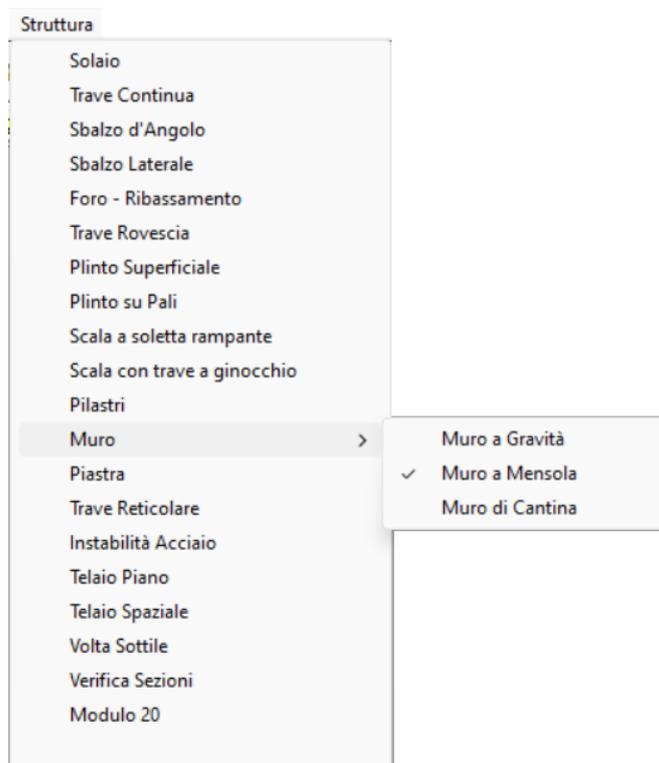
Trave Reticolare. Attiva il modulo TraRet.



Telaio Piano. Attiva il modulo TelPia.



Verifica Sezioni. Attiva il modulo Sezioni.



3.3.3 Menù → Vista

Il menù **Vista** si attiva quando è già stata eseguita l'elaborazione del modulo attivo. Il passaggio tra la visualizzazione del disegno e quella del relazione avviene: dal menù inserendo e togliendo il segno di spunto alle voci *Disegni* e *Relazione*; dalla barra degli strumenti premendo i relativi tasti che assumono l'aspetto di acceso/spento.

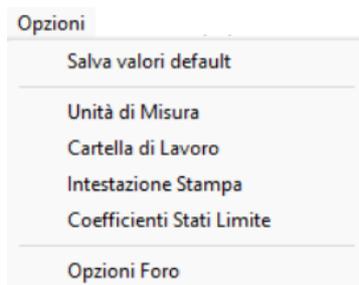
-  **Zoom Avanti.** Permette di ingrandire l'immagine sullo schermo.
-  **Zoom Indietro.** Permette di ridurre l'immagine sullo schermo.
-  **Zoom Finestra.** Permette di ingrandire una zona dell'immagine sullo schermo.
-  **Zoom Precedente.** Permette di tornare all'immagine precedente.
-  **Zoom Estensioni.** Permette di visualizzare tutta l'immagine sullo schermo.
-  **Diagrammi.** Attiva/disattiva la visualizzazione dei diagrammi e degli schemi di carico.
-  **Armatura.** Attiva/disattiva la visualizzazione delle armature per effettuare le modificare e la rielaborazione successiva.
-  **Disegni.** Attiva/disattiva la visualizzazione dei disegni esecutivi.
-  **Relazione.** Attiva/disattiva la visualizzazione della relazione di calcolo.



3.3.4 Menù → Opzioni

Il menù Opzioni consente di effettuare alcune scelte di carattere generale e altre tipiche del modulo attivo.

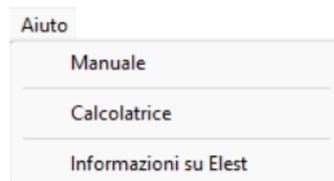
-  **Salva valori default.** Memorizza i dati del lavoro corrente così da averli disponibili ad una nuova apertura del modulo.
- **Parametri Generali.**
 -  **Unità di Misura.** Imposta le unità di misura secondo il Sistema Tecnico o il Sistema Internazionale.
 -  **Cartella di Lavoro.** Permette di scegliere la directory dove memorizzare i lavori svolti.
 -  **Intestazione Stampa.** Imposta e/o attiva l'intestazione per la stampa della relazione.
 -  **Coefficienti Stati Limite.** Imposta/visualizza i coefficienti per le verifiche agli Stati Limite.
-  **Opzioni** relative al modulo corrente. Permette di personalizzare alcuni parametri specifici del modulo.



3.3.5 Menù → Aiuto

-  **Contenuti:** Consente di consultare il manuale.

-  **Calcolatrice:** Consente di utilizzare la calcolatrice del sistema.
-  **Informazioni su Elest:** Visualizza informazioni generali sul programma.



3.4 Impostazioni personali

Alcune impostazioni possono essere definite dall'utente invocando la relativa finestra di dialogo:

- **Unità di Misura.**

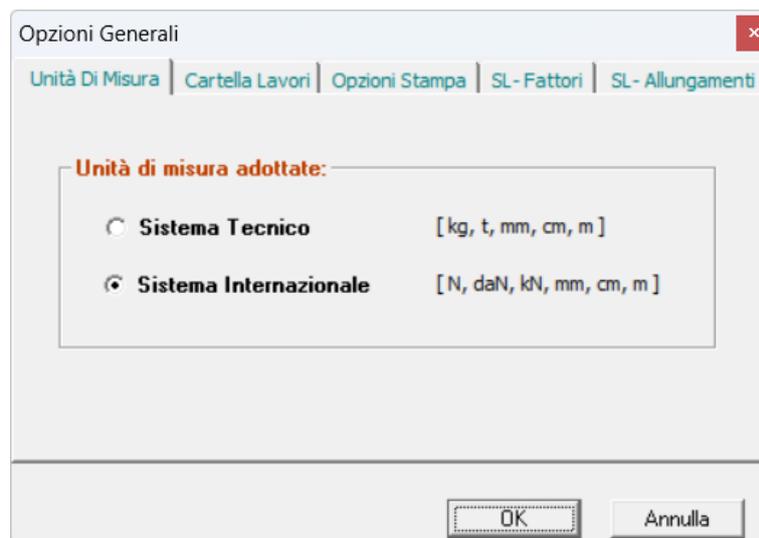


Fig. 3.4 - Finestra di dialogo opzioni generali, scheda unità di misura.

Dà la possibilità di scegliere tra le unità di misura del Sistema Tecnico e quelle del Sistema Internazionale da utilizzare nell'interfaccia e negli elaborati.

- **Cartella Lavori.**

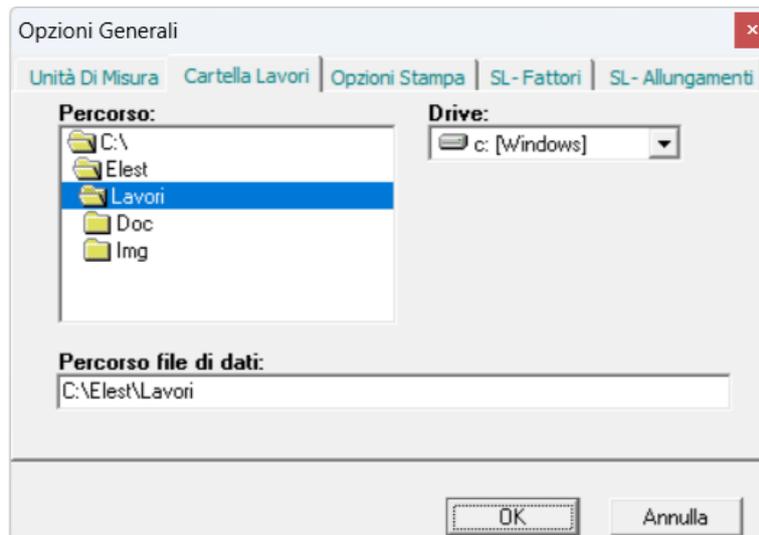


Fig. 3.5 - Finestra di dialogo opzioni generali, scheda cartella lavori.

Consente di scegliere la dislocazione della cartella di default nella quale verranno salvati e aperti i file relativi ai vari lavori.

- **Intestazione Stampa.**

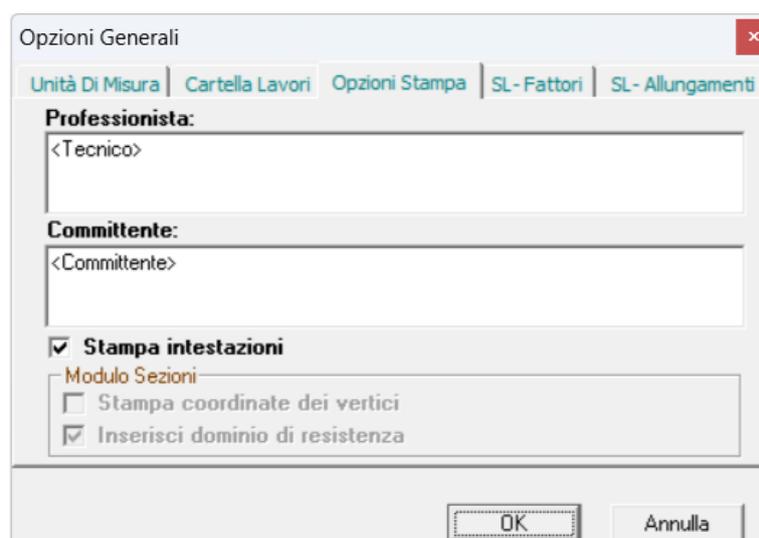


Fig. 3.6 - Finestra di dialogo opzioni generali, scheda intestazioni stampa.

Permette di immettere i dati del professionista e del committente ed inoltre di decidere se tali dati dovranno essere stampati nella relazione di calcolo.

▪ **Coefficienti per Stati Limite.**

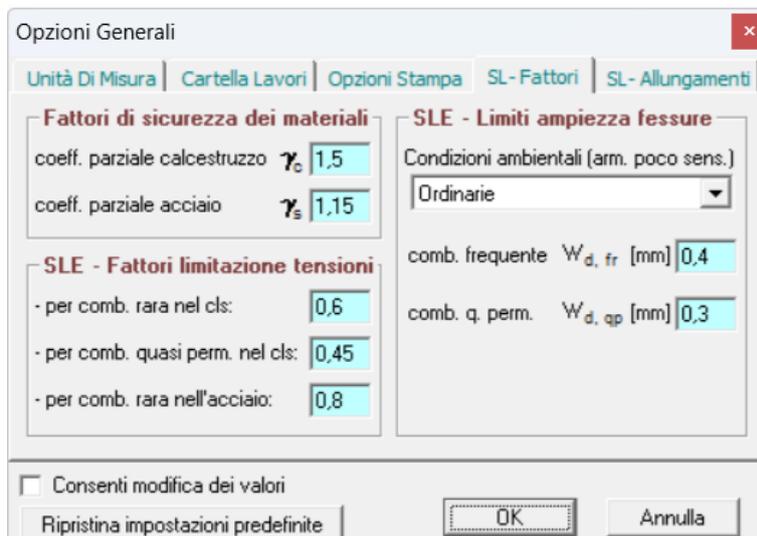


Fig. 3.7 - Finestra Opzioni Generali: Fattori parziali; Limiti SLE.

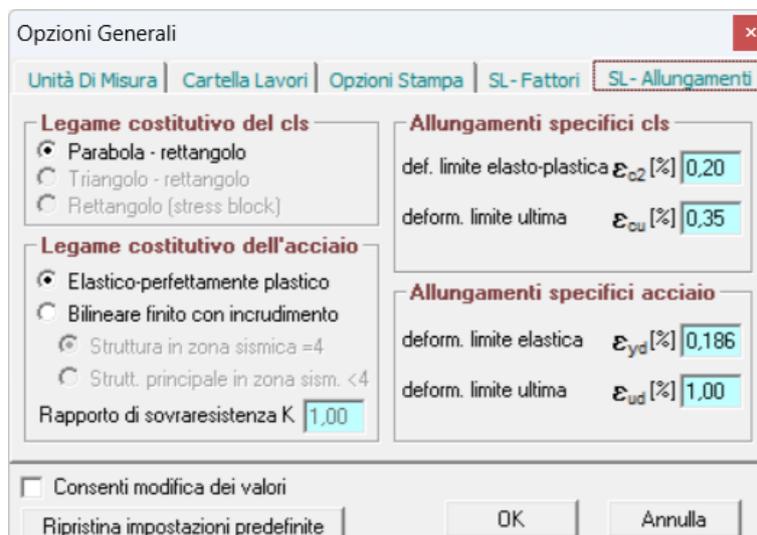


Fig. 3.8 - Finestra Opzioni Generali: Legami costitutivi dei materiali.

Consente di impostare/visualizzare alcuni parametri relativi al calcolo secondo il metodo agli Stati Limite:

- Fattori di sicurezza allo stato limite ultimo e allo stato limite di esercizio per il calcestruzzo ed il ferro.
- Gli allungamenti specifici che determinano il comportamento dei materiali.
- Il tipo di aggressività ambientale che a sua volta definisce i coefficienti per la determinazione delle tensioni limite per combinazioni di carico quasi permanente, rara e ultima.

3.5 Visualizzazioni

L'abilitazione dei tasti  **Diagrammi** e  **Armature** si hanno solo dopo aver eseguito l'elaborazione dei dati (tasto  **Elabora** della barra degli strumenti). Terminata la prima fase di elaborazione il programma propone la finestra delle armature mentre il tasto **Armature** si presenta in modalità premuto . I tasti  **Relazione** e  **Esecutivi** saranno disponibili solo dopo aver eseguito la rielaborazione dei ferri eventualmente modificati usando il tasto  **Aggiorna Calcoli**. Per chiudere una finestra di visualizzazione è necessario fare click sulla stessa icona o su un'altra delle precedenti.

3.5.1 Vista Diagrammi

Premendo il tasto  **Diagrammi** (non valido per i moduli Sbalzi, Pilastrini e Sezioni) sulla barra degli strumenti (oppure facendo clic sulla voce Diagrammi del Menu Vista) viene visualizzata la finestra con i diagrammi delle sollecitazioni e gli schemi di carico. In questo modo si può avere una valutazione dinamica dei valori delle caratteristiche in qualsiasi punto del diagramma.

3.5.2 Vista Armature

Premendo il tasto  **Armature** sulla barra degli strumenti (oppure facendo clic sulla voce Armature del Menu Vista) viene visualizzata una schermata dove è consentito impostare e/o modificare le armature in modo agevole con semplici movimenti del mouse attingendo da un sagomario di ferri longitudinali e di staffe. Contemporaneamente con l'immissione delle armature, in un angolo dello schermo viene rappresentata la sezione con la disposizione dei ferri relativa alla posizione corrente del puntatore. In un'altra parte dello schermo inoltre si può verificare la copertura sia a taglio che a momento flettente dell'armatura predisposta fino a quel momento.

3.5.3 Vista Esecutivi

Premendo il tasto  **Esecutivi** sulla barra degli strumenti (oppure facendo clic sulla voce Disegni del Menu Vista) vengono visualizzati i disegni esecutivi pronti per essere esportati in formato DXF e quindi leggibili da un qualsiasi CAD.

3.5.4 Vista Relazione

Premendo il tasto  **Relazione** sulla barra degli strumenti (oppure facendo clic sulla voce Relazione del Menu Vista) viene visualizzata la relazione di calcolo salvata come NomeFile.rtf.

3.5.5 Vista Pendio

Premendo il tasto  **Pendio** (solo nel modulo Muro) sulla barra degli strumenti (oppure facendo clic sulla voce Pendio del Menu Vista) viene visualizzata la finestra per eseguire la verifica del pendio.



Il modulo **Sezioni** è un programma di facile utilizzo dedicato alla verifica di sezioni omogenee e in c.a. e permette di seguire procedure diverse di verifica: alle *Tensioni Ammissibili*, allo *Stato Limite Ultimo* e allo *Stato Limite di Esercizio*.

Per ogni sezione analizzata viene fornita una dettagliata relazione sulle caratteristiche geometriche ed elastiche in riferimento alla effettiva parte reagente.

Il programma è inoltre in grado di rappresentare e determinare lo stato tensionale per sollecitazioni di presso-flessione deviata, taglio e torsione nonché valutare lo stato deformativo e fessurativo come richiesto dalla normativa.

4.1 Avvio del modulo Sezioni

All'apertura del modulo Sezioni viene caricata l'ultima sezione salvata come default con tutti i parametri preimpostati in quell'occasione. Da questo momento si possono far variare sia le caratteristiche geometriche che quelle elastiche per una nuova verifica.

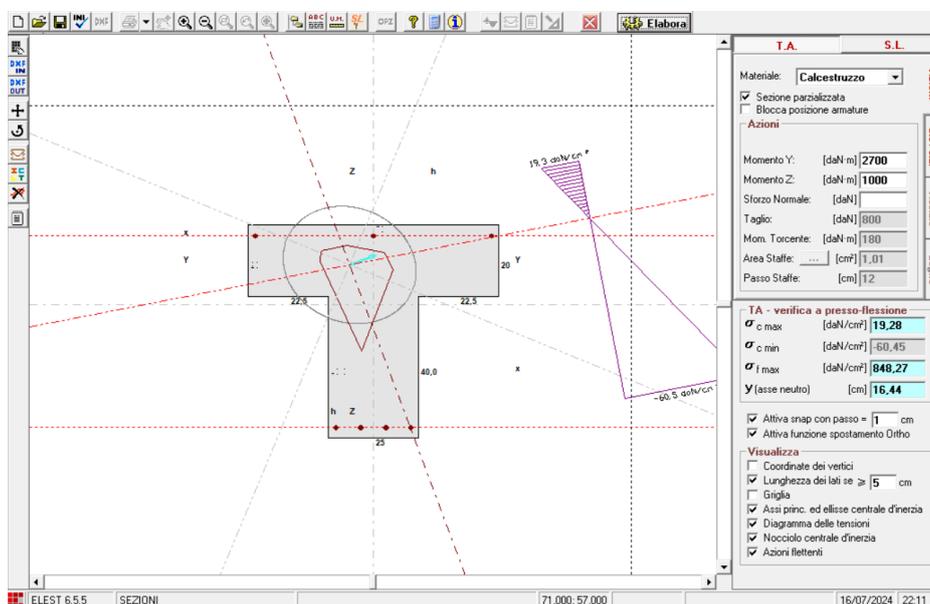


Fig. 4.1 - Interfaccia del modulo Sezioni.

Oltre alla barra degli strumenti orizzontale, in questo modulo, sulla sinistra è presente una barra degli strumenti verticale.

Funzioni della barra degli strumenti verticale:



Coordinate Vertici/Armature. Modifica le coordinate dei vertici e delle armature.

Importa Sezione DXF. Consente di acquisire una sezione dal formato dxf.

Esporta Sezione DXF. Consente di salvare una sezione in formato dxf.

Sposta in Origine Assi. Sposta il baricentro della sezione nell'origine degli assi.

Ruota. Permette di ruotare la sezione dell'angolo voluto.

Disponi Armatura. Permette di introdurre le armature e i copriferri.

Sezioni Tipo. Guida all'introduzione di sezioni parametriche predefinite.

Risultati. Visualizza i risultati dell'elaborazione in una relazione.

4.2 Scelta della sezione

4.2.1 Disegno libero di una sezione

Se si desidera analizzare una nuova sezione personalizzata, premere il tasto  Nuovo dalla barra degli Strumenti (oppure dal menù [File] → [Nuovo]). E' possibile così definire con il mouse la geometria desiderata sfruttando le potenzialità del mini-cad interno.

4.2.2 Sezioni parametriche

Per le sezioni più comuni il programma offre la possibilità di scegliere il tipo di sezione voluta attivando la corrispondente icona  oppure selezionando [Sezione Tipo] dal menù [Sezioni].

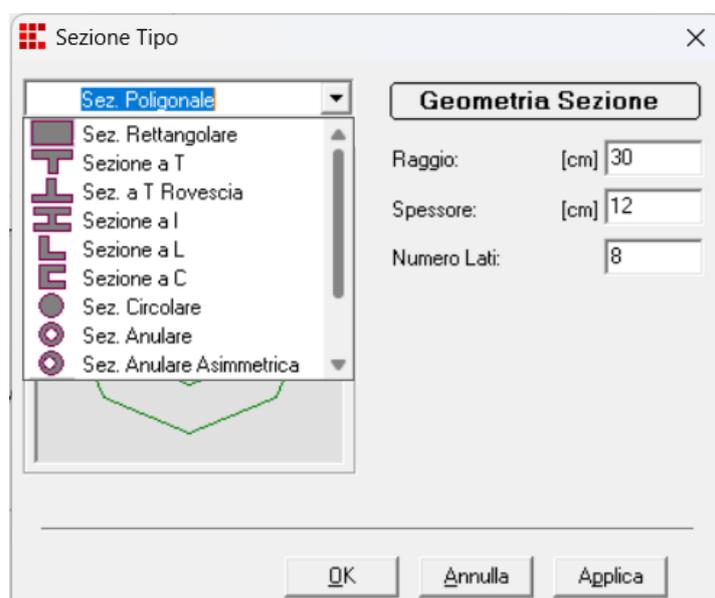


Fig. 4.2 - Scelta di una sezione tipo.

Sono disponibili sezioni Rettangolari, a T, a T rovescia, a I, a L, a C, Circolare, Anulare, Anulare eccentrica, Scatolare, Scatolare eccentrica, Poligonale a n lati. Ogni tipologia richiede l'immissione dei parametri necessari per definirla.

4.2.3 Sezioni normalizzate

Sono disponibili una serie di sezioni normalizzate unificate e non (IPE, IPN, HE, U, L,...) alle quali si accede selezionando [**Sezioni**] dal menù.

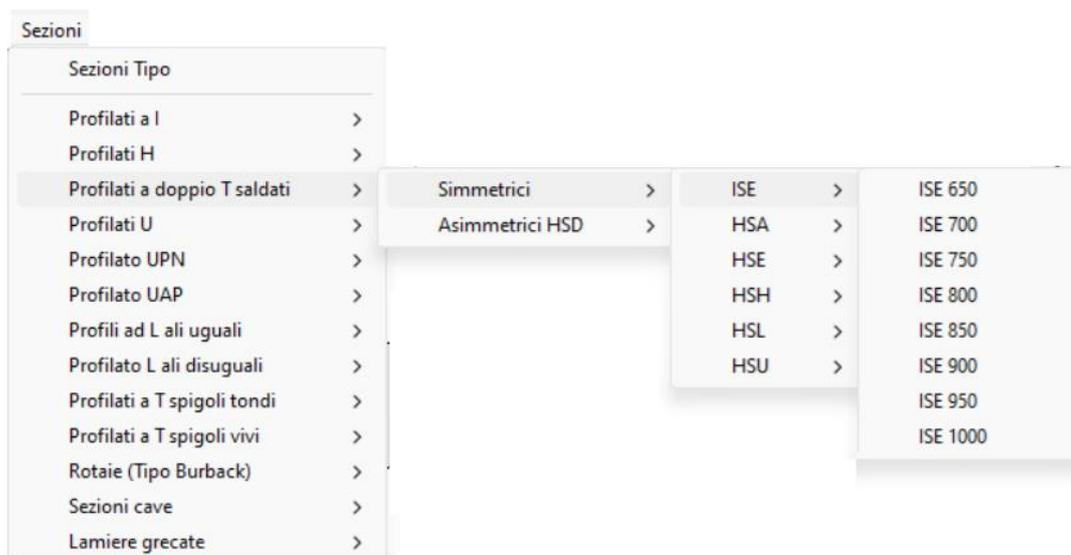


Fig. 4.3 - Scelta di un profilo normalizzato.

4.2.4 Sezioni importate

E' possibile anche importare una sezione preesistente in formato DXF selezionando [**Importa sezione DXF**] dal menù [**File**] oppure premendo il tasto .

4.3 Modifica della sezione

4.3.1 Modifiche per immissione coordinate

Dal menù Modifica oltre che dal pulsante  si accede alla finestra di dialogo che consente di modificare e/o visualizzare le coordinate dei vertici della sezione e gli eventuali ferri presenti in essa. Sono anche visualizzabili le coordinate dei vertici del nocciolo centrale d'inerzia.

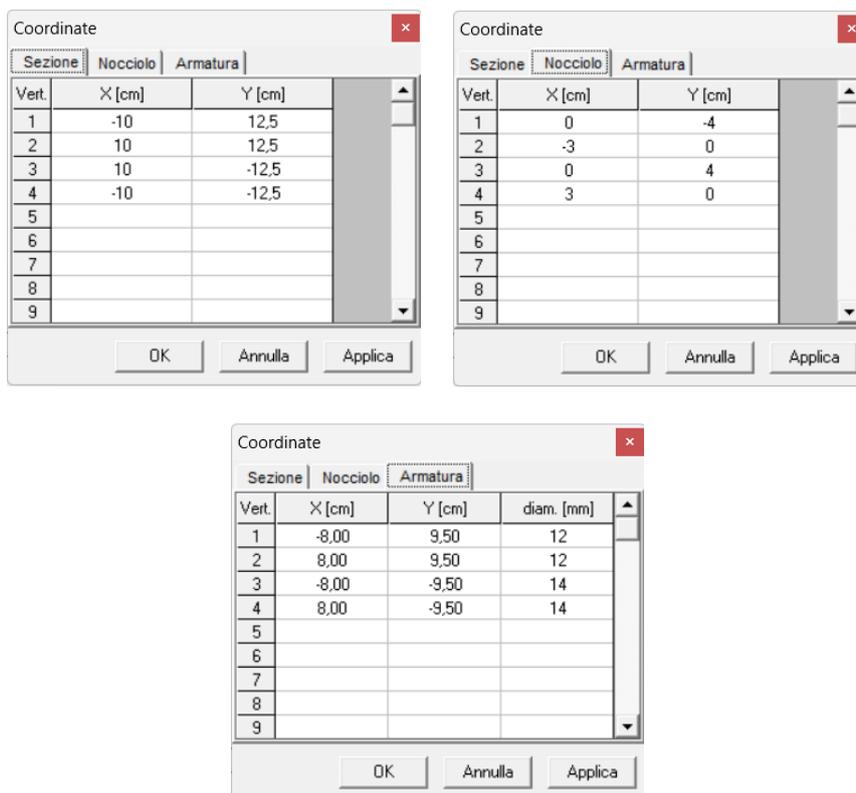


Fig. 4.4 - Coordinate geometria e armature.

- **Coordinate vertici.** Permette di modificare i vertici della sezione oppure di disegnare l'intera sezione per coordinate cartesiane.
- **Coordinate ferri.** Permette di modificare o introdurre le coordinate di ogni singolo ferro e di assegnarne il diametro.
- **Mostra coordinate nocciolo.** Permette di visualizzare le coordinate del nocciolo centrale d'inerzia della sezione. Tale eventualità è subordinata alla scelta di aver spuntato la casella Visualizza Nocciolo centrale d'inerzia.

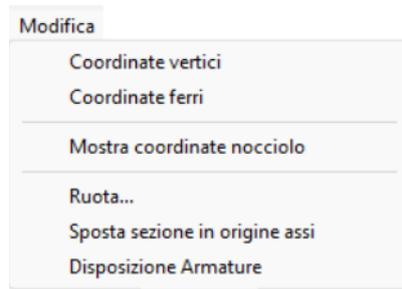


Fig. 4.5 - Menù Modifica.

4.3.2 Modifiche grafiche con mouse

La sezione può essere modificata anche con il puntatore del mouse. E' sufficiente posizionarsi sui vertici o sui ferri, tenere premuto il tasto sinistro del mouse e trascinare in una nuova posizione. Sulla barra di stato viene indicata la posizione corrente del puntatore.

4.3.3 Spostare e ruotare una sezione

La sezione può essere spostata semplicemente cliccando in un punto qualsiasi dello schermo (eccetto i vertici, le estremità di linea o l'area dei ferri) e trascinare in una nuova posizione.

E' possibile far traslare la sezione in modo che il suo baricentro coincida con l'origine degli assi. Per fare ciò premere il pulsante  sulla barra degli strumenti verticale oppure selezionare **[Sposta sezione in origine assi]** dal menù **[Modifica]**.

Per ruotare una sezione premere il pulsante  sulla barra degli strumenti verticale oppure selezionare **[Ruota...]** dal menù **[Modifica]**. Verrà visualizzata una finestra di dialogo con la quale è possibile scegliere uno degli angoli predefiniti oppure immetterne uno in gradi sessagesimali. Le rotazioni sono valutate dall'orizzontale in senso antiorario. Si può immettere anche un valore negativo e in tal caso il senso di rotazione sarà orario.



Fig. 4.6 - Ruota la sezione di un angolo stabilito.

4.4 Salvataggio di una sezione

Il salvataggio di una sezione può avvenire in diversi modi:

1. Se si tratta di una nuova sezione mai salvata prima, premere il pulsante  o selezionare **[Salva]** dal menù **[File]** oppure selezionare **[Salva con nome...]** dal menù **[File]**, quindi selezionare la cartella di destinazione e digitare il nome del file.
2. Se la sezione è già stata salvata in precedenza, premere il pulsante  o selezionare **[Salva]** dal menù **[File]**.
3. Se la sezione è già stata salvata in precedenza e si desidera fare una copia nella stessa cartella, selezionare **[Salva con nome...]** dal menù **[File]**.

4. Se si desidera salvare tutti i dati della sezione per poterli avere disponibili come valori di default ad una nuova apertura del modulo Sezioni, premere il pulsante  o selezionare **[Salva valori default]** dal menù **[Opzioni]**.
5. E' possibile anche esportare una sezione con tutti gli elementi grafici visibili sullo schermo nel formato DXF premendo il pulsante  o selezionando **[Esporta in formato DXF]** dal menù **[File]**.

4.5 Impostazioni personali

Una serie di caselle di controllo, in basso a destra dello schermo, consente di attivare e disattivare la visibilità e alcune funzionalità molto utili in fase di disegno e modifica della sezione:

- **Attiva snap con passo.** Selezionando questa casella, il puntatore si muoverà su di una griglia di riferimento con passo pari al valore specificato a fianco. Il passo è espresso in centimetri e può assumere anche valori decimali.
- **Ortho.** Questa funzione, se attiva, consente di disegnare o di spostare elementi solo lungo linee orizzontali e verticali.
- **Coordinate dei vertici.** Mostra le coordinate dei vertici della sezione in prossimità di questi.
- **Lunghezza dei lati.** Mostra la quotatura dei lati della sezione solo se il loro valore supera quello indicato a fianco.
- **Griglia.** Mostra un reticolo con passo pari a quello indicato dallo snap.
- **Ellisse centrale d'inerzia.** Mostra l'ellisse centrale d'inerzia della sola parte di sezione reagente e delle armature.
- **Assi principali d'inerzia.** Mostra la posizione degli assi principali d'inerzia.
- **Diagramma delle tensioni (deformazioni).** Mostra l'andamento del diagramma (deformazioni) con l'indicazione dei valori di estremità.
- **Nocciolo centrale d'inerzia.** Mostra il nocciolo centrale d'inerzia.
- **Azioni flettenti.** Mostra la posizione della risultante delle azioni flettenti Mx ed My.

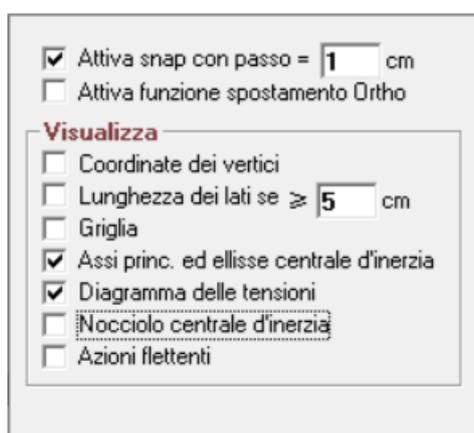


Fig. 4.7 - Impostazioni utilità e di visualizzazione.

4.6 Inserimento dell'armatura nelle sezioni in c.a.

Dopo aver disegnato una sezione con uno dei metodi disponibili, per le sezioni in c.a., è possibile inserire o modificare i ferri ed i copriferro inferiore e superiore premendo sull'icona  o selezionando la voce **[Disposizione Armature]** dal menù **[Modifica]**.



Fig. 4.8 - Impostazioni delle armature e del copriferro.

L'inserimento dei ferri può avvenire in duplice modo:

- Indicando l'area di ferro ed il diametro minimo da utilizzare.
- Inserendo il numero di ferri e fino a due diametri. E' possibile comunque inserire più di due diametri intervenendo sulla finestra Coordinate descritta al punto 4.3.1

Selezionando la casella **Disponi armatura perimetrale**, si consente al programma di sistemare i ferri inseriti lungo il perimetro della sezione ad interasse costante.



Fig. 4.9 - Impostazione di armatura perimetrale.

Per sezioni omogenee si possono sospendere le armature selezionando la casella **Escludi le armature**.

4.7 Verifica sezione con le Tensioni Ammissibili

Disegnata la geometria e l'armatura, è possibile passare alla verifica sotto l'azione dei carichi agenti. Premendo il tasto **T.A.**, a destra dello schermo, il programma si predispose ad effettuare la verifica secondo il metodo delle Tensioni Ammissibili che prevede il non superamento dei valori massimi ammissibili per le tensioni nel calcestruzzo e nell'acciaio per sezioni in c.a. o del materiale per sezioni omogenee.

Infine premendo il tasto  **Elabora** viene calcolato il regime tensionale. Sulla parte destra dello schermo, in un riquadro, sono visualizzati i risultati principali per un resoconto immediato. Informazioni più dettagliate sono invece disponibili nella relazione alla quale si accede dalla barra degli strumenti verticale.

4.7.1 Sezioni in calcestruzzo

Prima di passare al calcolo sono necessarie alcune operazioni:

- Scelta del tipo di verifica. Dal menù [**Verifiche**] selezionare la voce [**TA - Tenso/Presso-flessione...**] oppure [**TA - Taglio e/o Torsione...**].
- Spuntare la casella **Sezione parzializzata** se si vuole non tenere conto della capacità di resistenza a trazione del calcestruzzo.
- Scelta del tipo di acciaio, la classe del calcestruzzo, il modulo elastico del ferro e il coefficiente di omogeneizzazione. In seguito a tali impostazioni vengono visualizzate le tensioni ammissibili calcolate automaticamente (solo se viene spuntata la casella **Metodo tensioni automatico**):

- $\sigma_{c\text{ amm}}$ tensione ammissibile principale del cls
 - $\sigma_{f\text{ amm}}$ tensione ammissibile principale del ferro
 - τ_{c0} tensione tangenziale minima del cls che non richiede armatura a taglio
 - τ_{c1} tensione tangenziale limite del cls con armatura a taglio
 - τ_{c2} tensione tangenziale limite del cls con armatura a taglio in presenza di torsione
- Inserire le sollecitazioni e l' eventuale armatura trasversale.

Fig. 4.10 - Immissione dati per sezione in c.a. nel metodo alle T.A.

4.7.2 Sezioni in acciaio

Prima di passare al calcolo sono necessarie alcune operazioni:

- Scelta della classe dell'acciaio. In seguito a tale impostazione vengono visualizzate le tensioni ammissibili calcolate automaticamente:
 - σ_{amm} tensione principale ammissibile
 - τ_{amm} tensione tangenziale ammissibile
- Inserimento delle sollecitazioni.

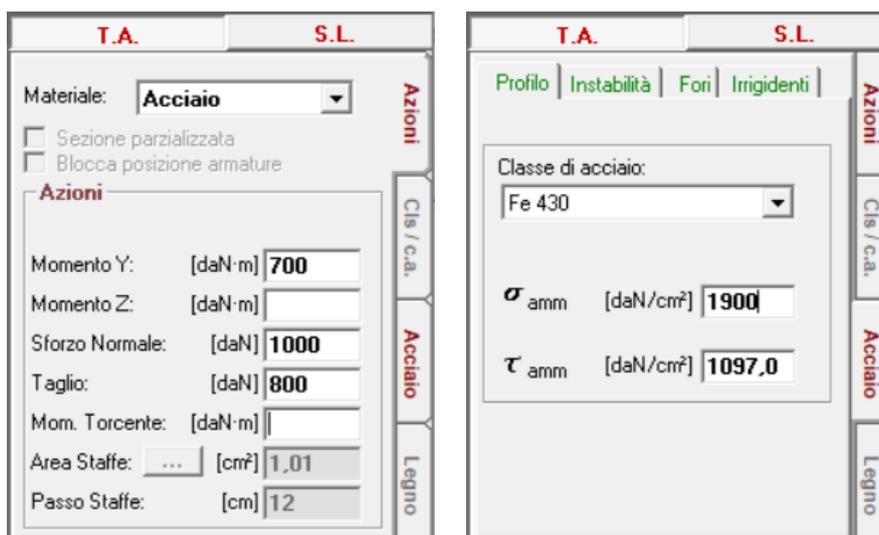


Fig. 4.11 - Immissione dati per sezione in acciaio nel metodo alle T.A.

4.7.3 Sezioni in legno

Prima di passare al calcolo sono necessarie alcune operazioni:

- Scelta del tipo di verifica. Dal menù [Verifiche] selezionare la voce [TA - Tenso/Presso-flessione...] oppure [TA - Taglio e/o Torsione...].
- Scelta della categoria del legno. La selezione viene effettuata da un elenco di voci tra latifoglie e conifere.
- Scelta della specie arborea. Selezionare una voce dall'elenco: castagno, quercia, pioppo, altro.
- Scelta del coefficiente parziale di sicurezza del materiale.
- Scelta del coefficiente di modello. Premendo il tasto **Coeff. di modello...** si apre una finestra dalla quale è possibile scegliere tale coefficiente in funzione della classe di durata del carico e della classe di servizio (umidità).

Classi di durata del carico		Classi di servizio		
Classe	Durata	1	2	3
		20*· Ur<65%	20*· Ur<85%	20*· Ur>85%
Permanente	Più di 10 anni	0,60	0,60	0,50
Lunga durata	6 mesi - 10 anni	0,70	0,70	0,55
Media durata	1 settimana - 6 mesi	0,80	0,80	0,65
Breve durata	meno di 1 settimana	0,90	0,90	0,70
Istantaneo	-	1,10	1,10	0,90

Ur = umidità relativa dell'aria

K_{mod} 0,8

OK Annulla

Fig. 4.12 - Finestra di dialogo per la scelta del coefficiente di modello.

- Operate le scelte precedenti, vengono proposte le tensioni ammissibili di riferimento:
 - $\sigma_{t, amm}$ tensione ammissibile a trazione parallela alle fibre.
 - $\sigma_{c, amm}$ tensione ammissibile a compressione parallela alle fibre.
 - $\sigma_{f, amm}$ tensione ammissibile a flessione.
 - $\tau_{ amm}$ tensione tangenziale ammissibile.
- Inserimento delle sollecitazioni.

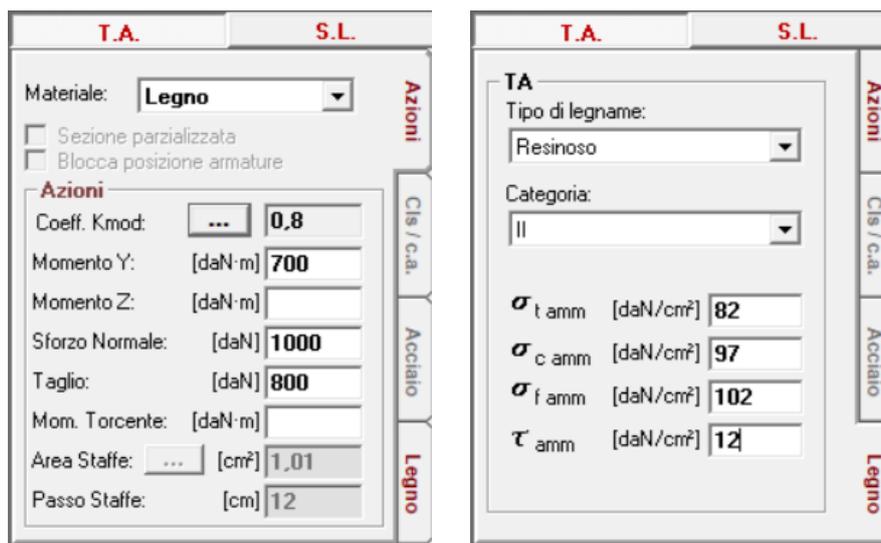


Fig. 4.13 - Immissione dati per sezione in legno nel metodo alle T.A.

4.8 Verifica sezione agli Stati Limite

Il programma è in grado di effettuare sia verifiche agli stati limite ultimi che agli stati limite di esercizio. La verifica della sicurezza, in entrambi i casi, consiste nell'accertare che i valori delle sollecitazioni prodotte dai carichi di calcolo S_d non superino le resistenze di calcolo R_d , relative allo stato limite considerato, cioè:

$$S_d \leq R_d$$

Verifiche agli stati limite ultimi. Si tiene conto della non linearità del legame costitutivo σ - ϵ del materiale. Si controlla che l'effetto di un carico che abbia probabilità estremamente ridotta di essere superato (e quindi adeguatamente più grande del valore caratteristico) non mandi in crisi la struttura anche se la resistenza del materiale assume un valore al di sotto del quale è estremamente ridotta la probabilità di scendere (e quindi adeguatamente più piccolo del valore caratteristico).

Il valore di calcolo delle azioni è ottenuto moltiplicando il valore caratteristico F_k per il coefficiente parziale γ_F : $F_d = \gamma_F F_k$

Il valore di calcolo della proprietà è ottenuto dividendo il valore caratteristico f_k per il coefficiente parziale γ_M : $f_d = f_k / \gamma_M$

Verifiche agli stati limite di esercizio. Oltre a tenere conto della non linearità del legame costitutivo σ - ϵ del materiale, si definiscono diverse combinazioni di azioni (rara, frequente, quasi permanente) che corrispondono a carichi con probabilità di occorrenza via via maggiore. I coefficienti parziali dei materiali sono posti pari a 1. Questo tipo di verifica è possibile solo per sezioni in cemento armato.

Per eseguire una verifica secondo il metodo agli Stati Limite premere il tasto **S.L.** sulla parte destra dello schermo.

4.8.1 Sezioni in calcestruzzo

Prima di passare al calcolo sono necessarie alcune operazioni:

- Scelta del tipo di verifica. Dal menù [**Verifiche**] selezionare una voce:
 - [**SLU - Dominio M-N...**]
 - [**SLU - Tenso/Presso-flessione...**]
 - [**SLU - Taglio e/o Torsione...**]
 - [**SLE - Fessurazione...**]
 - [**SLE - Tensioni di Esercizio...**]
- Dalla scheda **Cls/c.a.** selezionare il tipo di acciaio, la classe del calcestruzzo, il modulo elastico del ferro e il coefficiente di omogeneizzazione. In seguito a tali impostazioni vengono visualizzate le resistenze caratteristiche e di calcolo del calcestruzzo e del ferro:
 - f_{ck} resistenza caratteristica del calcestruzzo
 - $\alpha \cdot f_{cd}$ resistenza di calcolo del calcestruzzo per carichi di lunga durata
 - τ_{Rd} resistenza di calcolo tangenziale del calcestruzzo
 - f_{yk} resistenza caratteristica del ferro
 - f_{yd} resistenza di calcolo del ferro
- Inserire le sollecitazioni e l' eventuale armatura trasversale.

Fig. 4.14 - Immissione dati per sezione in calcestruzzo nel metodo agli Stati Limite.

4.8.2 Sezioni in acciaio

Per le sezioni in acciaio è necessario specificare le seguenti scelte:

- Scelta del tipo di verifica. Dal menù [**Verifiche**] selezionare una voce:
[**SLU - Tenso/Presso-flessione...**]
[**SLU - Taglio e/o Torsione...**]
- Selezione della classe dell'acciaio dalla scheda **Acciaio**. In seguito a tale impostazione vengono visualizzate le tensioni ammissibili calcolate automaticamente:
 - f_{yd} resistenza principale di calcolo
 - τ_{Rd} resistenza tangenziale di calcolo
- Inserimento delle sollecitazioni nella scheda **Azioni**.

Fig. 4.15 - Immissione dati per sezione in acciaio nel metodo agli Stati Limite.

4.8.3 Sezioni in legno

Per sezioni in legno sono necessarie le seguenti scelte:

- Scelta del tipo di verifica. Dal menù [**Verifiche**] selezionare una voce:
[**SLU - Tenso/Presso-flessione...**]
[**SLU - Taglio e/o Torsione...**]
- Scelta della categoria del legno. Dalla scheda **Legno** si seleziona la categoria da un elenco di voci tra latifoglie e conifere.
- Scelta della specie arborea. Dalla scheda **Legno** si seleziona una voce dell'elenco tra: castagno, quercia, pioppo, altro.
- Scelta del coefficiente parziale di sicurezza del materiale.
- Scelta del coefficiente di modello. Premendo il tasto **Coeff. di modello...** si apre una finestra dalla quale è possibile scegliere tale coefficiente in funzione della classe di durata del carico e della classe di servizio (umidità).

- Operate le scelte precedenti, vengono proposte le tensioni di calcolo di riferimento:
 - $f_{t,0,d}$ resistenza di calcolo a trazione parallela alle fibre.
 - $f_{c,0,d}$ resistenza di calcolo a compressione parallela alle fibre.
 - $f_{m,d}$ resistenza di calcolo a flessione.
 - $f_{v,d}$ resistenza di calcolo tangenziale.
- Inserimento delle sollecitazioni.

Fig. 4.16 - Immissione dati per sezione in legno nel metodo agli Stati Limite.

4.9 Relazione di calcolo

Per visualizzare la relazione della sezione bisogna selezionare dalla barra degli strumenti verticale l'icona **Risultati**.

I dati geometrici della sezione resi disponibili sono:

- Area sezione
- Area sezione reagente omogeneizzata
- Posizione del baricentro X_G e Y_G
- Momenti statici S_x e S_y
- Momenti di inerzia rispetto agli assi x e y J_x e J_y
- Momenti di inerzia rispetto agli assi principali J_1 e J_2
- Momento centrifugo J_{xy}
- Inclinazioni degli assi principali α_1 e α_2
- Raggi principali di inerzia ρ_1 e ρ_2
- Inclinazione dell'asse neutro β

A questi seguono i dati inerenti al materiale, alla eventuale armatura e le caratteristiche delle sollecitazioni.

Infine sono evidenziati i risultati della verifica.

4.10 Esempi di verifica

4.10.1 VERIFICA ALLE T.A. DI SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A. PRESSO-INFLESSA

Verifica di una trave in cemento armato di sezione $30 \times 50 \text{ cm}$, con armatura tesa costituita da $5\phi 10$ e armatura compressa da $3\phi 10$ soggetta a momento flettente $M_x = 3000 \text{ Kgm}$, $M_y = 500 \text{ Kgm}$ ed uno sforzo di compressione pari a 2000 Kg .

Sono utilizzati calcestruzzo di classe Rck 250 e barre del tipo Feb38k.

Parametro	Valore	Unità
Momento Y	3000	[daN·m]
Momento Z	500	[daN·m]
Sforzo Normale	2000	[daN]
Area Staffe	1,01	[cm²]
Passo Staffe	12	[cm]
$\sigma_{c \text{ max}}$	56,66	[daN/cm²]
$\sigma_{c \text{ min}}$	-138,17	[daN/cm²]
$\sigma_{f \text{ max}}$	1893,92	[daN/cm²]
y (asse neutro)	16,57	[cm]
R _{ck}	250	[daN/cm²]
$\sigma_{c \text{ amm}}$	85	[daN/cm²]
$\sigma_{f \text{ amm}}$	2200	[daN/cm²]
τ_{c0}	5,33	[daN/cm²]
τ_{c1}	16,85	[daN/cm²]
τ_{ct}	18,53	[daN/cm²]

Fig. 4.17 - Immissione dati e risultati della verifica

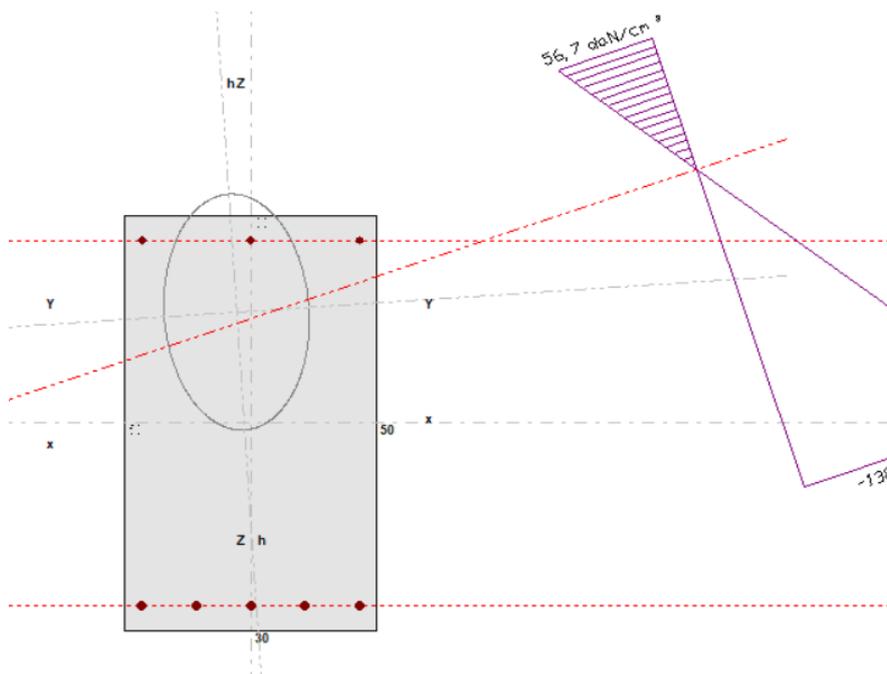


Fig. 4.18 - Verifica grafica di una sezione rettangolare presso-inflessa.

RELAZIONE DI CALCOLO

Sezione rettangolare

Materiale: Calcestruzzo armato

Metodo di verifica: Tensioni Ammissibili

DATI GEOMETRICI ED ELASTICI

Area sezione	[cm ²]	1500,00
Area sezione reagente omogeneizzata	[cm ²]	459,41
Ascissa baricentro (X _G)	[cm]	-1,65
Ordinata baricentro (Y _G)	[cm]	13,63
Momento statico (S _x)	[cm ³]	0,00
Momento statico (S _y)	[cm ³]	0,00
Momento d'inerzia (J _x)	[cm ⁴]	177484,20
Momento d'inerzia (J _y)	[cm ⁴]	36352,68
Momento centrifugo (J _{xy})	[cm ⁴]	-14078,36
Momento principale d'inerzia (J ₁)	[cm ⁴]	92414,98
Momento principale d'inerzia (J ₂)	[cm ⁴]	34856,25
Inclinazione asse principale 1 (α ₁)	[°]	3,7373
Inclinazione asse principale 2 (α ₂)	[°]	93,7373
Raggio principale d'inerzia 1 (ρ ₁)	[cm]	14,18
Raggio principale d'inerzia 2 (ρ ₂)	[cm]	8,71
Inclinazione dell'asse neutro (β)	[°]	18,6226
Coeff. di omogeneizzazione		15
Copriferro superiore	[cm]	3,0
Copriferro inferiore	[cm]	3,0
Classe di resistenza del calcestruzzo (R _{ck})	[kg/cm ²]	250
Tensione principale ammissibile del cls (σ _{amm})	[kg/cm ²]	85
Tensione principale ammissibile dell'acciaio (σ _{f, amm})	[kg/cm ²]	2200
Tensione tang. minima ammissibile da taglio (τ _{co, amm})	[kg/cm ²]	5,3
Tensione tang. massima ammissibile da taglio (τ _{c1, amm})	[kg/cm ²]	16,9

SOLLECITAZIONI E ARMATURE

Momento in direzione X	[kgm]	3000
Momento in direzione Y	[kgm]	500
Sforzo Normale	[kg]	2000
Taglio	[kg]	2000
Momento Torcente	[kgm]	400
Armatura longitudinale inferiore	[cm ²]	3,93 (5ø10)
Armatura longitudinale superiore	[cm ²]	2,36 (3ø10)

VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE DEVIATA

Sezione parzializzata		
Distanza asse neutro dal lembo compresso	[cm]	16,33
Tensione principale massima nel cls (σ _{c max})	[kg/cm ²]	55,3
Tensione principale massima nell'acciaio (σ _{f max})	[kg/cm ²]	1888,4

4.10.2 VERIFICA ALLO S.L.U. DI SEZIONE A T IN C.A. SOGGETTA A FLESSIONE E TAGLIO

Verificare la sezione in cemento armato di fig. 20, con armatura tesa costituita da 4 ϕ 14 e armatura compressa da 4 ϕ 12 soggetta a un momento flettente $M_x = 7100 \text{ Kg}\cdot\text{m}$ e ad uno sforzo di taglio pari a 13000 Kg . L'armatura trasversale è costituita da staffe $\phi 8$ ogni 18 cm .

Sono utilizzati calcestruzzo di classe Rck 300 e barre del tipo Feb44k.

The image shows two software input panels. The left panel is for 'Azioni' (Actions) and 'Cis / c.a.' (Concrete/Steel). It includes a material dropdown set to 'Calcestruzzo' (Concrete), checkboxes for 'Sezione parzializzata' (checked) and 'Blocca posizione armature' (unchecked), and a section for 'Azioni' (Actions) with the following values: Momento Y: 7100 [daN·m], Momento Z: [empty], Sforzo Normale: [empty], Taglio: 13000 [daN], Mom. Torcente: [empty], Area Staffe: 1,01 [cm²], and Passo Staffe: 12 [cm]. The right panel is for 'Azioni' (Actions), 'Cis / c.a.' (Concrete/Steel), 'Acciaio' (Steel), and 'Legno' (Wood). It includes dropdowns for 'Tipo di acciaio' (B450C) and 'Tipo di cls' (C25/30), a 'Coeff. di omogeneizzazione' of 15, and 'R_{ck}' of 300 [daN/cm²]. A checked option 'Modo tensioni Automatico' is present, followed by a list of material strengths: f_{ck}: 249,0 [daN/cm²], f_{cd}: 117,6 [daN/cm²], f_{bd}: 25,2 [daN/cm²], f_{yk}: 4500,0 [daN/cm²], and f_{yd}: 3913,0 [daN/cm²].

Fig. 4.19 - Immissione dati e caratteristiche dei materiali.

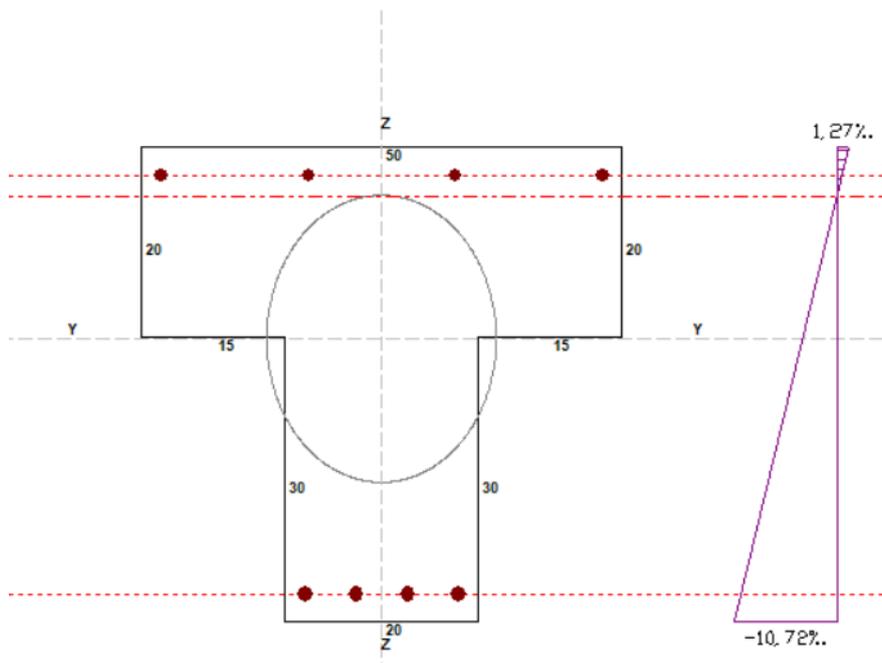


Fig. 4.20 - Verifica a SLU di una sezione a T con diagramma delle deformazioni.

RELAZIONE DI CALCOLO

Sezione a T
 Materiale: Calcestruzzo armato
 Metodo di verifica: Stati Limite

DATI GEOMETRICI ED ELASTICI

Area sezione	[cm ²]	1600,00
Area sezione reagente omogeneizzata	[cm ²]	426,34
Ascissa baricentro (X _G)	[cm]	0,00
Ordinata baricentro (Y _G)	[cm]	0,00
Momento statico (S _x)	[cm ³]	-11286,84
Momento statico (S _y)	[cm ³]	0,00
Momento d'inerzia (J _x)	[cm ⁴]	142451,92
Momento d'inerzia (J _y)	[cm ⁴]	36352,68
Momento centrifugo (J _{xy})	[cm ⁴]	0,00
Momento principale d'inerzia (J ₁)	[cm ⁴]	142451,92
Momento principale d'inerzia (J ₂)	[cm ⁴]	78685,78
Inclinazione asse principale 1 (α ₁)	[°]	0,0000
Inclinazione asse principale 2 (α ₂)	[°]	90,0000
Raggio principale d'inerzia 1 (ρ ₁)	[cm]	18,28
Raggio principale d'inerzia 2 (ρ ₂)	[cm]	13,59
Inclinazione dell'asse neutro (β)	[°]	0,0000
Coeff. di omogeneizzazione		15
Copriferro superiore	[cm]	3,0
Copriferro inferiore	[cm]	3,0
Classe di resistenza del calcestruzzo (R _{ck})	[kg/cm ²]	300
Modulo elastico del calcestruzzo (E _c)	[kg/cm ²]	312201,9
Resistenza a trazione semplice (f _{ct})	[kg/cm ²]	33,9
Resistenza a trazione per flessione (f _{ctk})	[kg/cm ²]	21,9
Resistenza cilindrica di calcolo (f _{cd})	[kg/cm ²]	155,6
Resistenza tangenziale di calcolo (τ _{Rd})	[kg/cm ²]	2,85
Tipo di acciaio		FeB44k
Modulo elastico dell'acciaio (E _s)	[kg/cm ²]	2100000
Tensione di snervamento di calcolo (f _{yd})	[kg/cm ²]	3739,1

SOLLECITAZIONI E ARMATURE

Momento in direzione X	[kgm]	7100
Momento in direzione Y	[kgm]	0
Sforzo Normale	[kg]	0
Taglio	[kg]	13000
Momento torcente	[kgm]	0
Armatura longitudinale inferiore	[cm ²]	6,16 (4ø14)
Armatura longitudinale superiore	[cm ²]	4,52 (4ø12)
Armatura trasversale (staffe a 2 bracci)	[cm ²]	1,01 (ø8/18)

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

Raggiungimento dello S.L.U. per accrescimento dei carichi con sforzo normale costante.

Sezione verificata.

Coefficiente di sicurezza (N=cost)		1,45
Momento resistente ultimo (M _{Rd})	[tm]	10,31
Campo di rottura		B-B'
Distanza asse neutro dal lembo compresso	[cm]	5,32
Deformazione superiore del cls (ε _{c sup})		0,001277
Deformazione superiore dell'acciaio (ε _{s sup})		0,000557
Deformazione inferiore dell'acciaio (ε _{s inf})		-0,010000
Deformazione inferiore del cls (ε _{c inf})		-0,010720
Tensione superiore nel cls (σ _{c sup})	[kg/cm ²]	115,0

Tensione superiore nell'acciaio ($\sigma_{s\ sup}$)	[kg/cm ²]	1170,2
Tensione inferiore nell'acciaio ($\sigma_{s\ inf}$)	[kg/cm ²]	-3739,1
Tensione inferiore nel cls ($\sigma_{c\ inf}$)	[kg/cm ²]	0,0

VERIFICA A TAGLIO

Sezione verificata.

Resistenza del cls senza armatura a taglio (V_{Rd1})	[kg]	4020,5
Resistenza del cls con armatura a taglio (V_{Rd2})	[kg]	43886,3
Resistenza della sezione con armatura a taglio (V_{Rd3})	[kg]	15307,2
Valori limite secondo il D.M. 5/2/96:		
Armatura trasversale minima	[cm ² /m]	2,7
Passo massimo delle staffe	[cm]	33,3

4.10.3 VERIFICA ALLO S.L.E. DI SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A.

Verificare una sezione 30 x 40 in cemento armato, con armatura tesa costituita da 4 ϕ 12 e armatura compressa da 3 ϕ 12 soggetta a un momento flettente $M_x = 3200\ Kgm$.

Sono utilizzati calcestruzzo di classe Rck 300 e barre del tipo Feb44k.

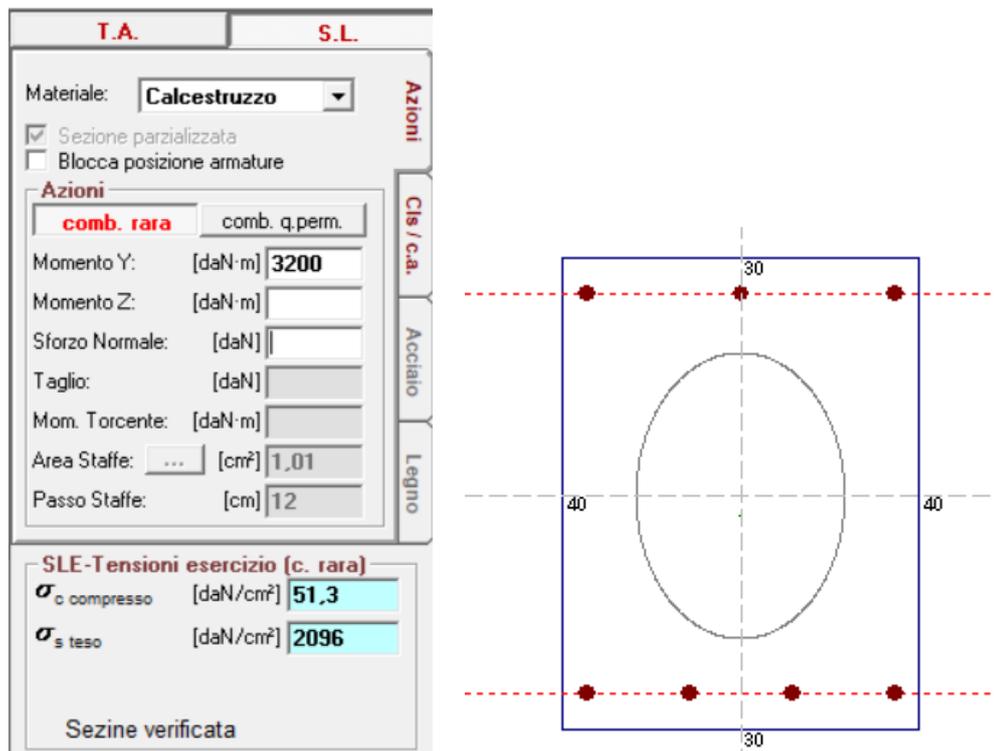


Fig. 4.21 - Verifica sezione in c.a. allo stato limite di esercizio.

RELAZIONE DI CALCOLO

Sezione rettangolare
 Materiale: Calcestruzzo armato
 Metodo di verifica: Stati Limite

DATI GEOMETRICI ED ELASTICI

Area sezione	[cm ²]	1200,00
Area sezione reagente omogeneizzata	[cm ²]	1318,75
Ascissa baricentro (X _G)	[cm]	0,00
Ordinata baricentro (Y _G)	[cm]	0,00
Momento statico (S _x)	[cm ³]	262,43
Momento statico (S _y)	[cm ³]	0,00
Momento d'inerzia (J _x)	[cm ⁴]	194267,00
Momento d'inerzia (J _y)	[cm ⁴]	102115,87
Momento centrifugo (J _{xy})	[cm ⁴]	0,00
Momento principale d'inerzia (J ₁)	[cm ⁴]	194267,00
Momento principale d'inerzia (J ₂)	[cm ⁴]	102115,87
Inclinazione asse principale 1 (α ₁)	[°]	0,0000
Inclinazione asse principale 2 (α ₂)	[°]	90,0000
Raggio principale d'inerzia 1 (ρ ₁)	[cm]	12,14
Raggio principale d'inerzia 2 (ρ ₂)	[cm]	8,80
Inclinazione dell'asse neutro (β)	[°]	0,0000
Coeff. di omogeneizzazione		15
Copriferro superiore	[cm]	3,0
Copriferro inferiore	[cm]	3,0
Classe di resistenza del calcestruzzo (R _{ck})	[kg/cm ²]	300
Modulo elastico del calcestruzzo (E _c)	[kg/cm ²]	312201,9
Resistenza a trazione semplice (f _{ct})	[kg/cm ²]	33,9
Resistenza a trazione per flessione (f _{ctk})	[kg/cm ²]	21,9
Resistenza cilindrica di calcolo (f _{cd})	[kg/cm ²]	155,6
Resistenza tangenziale di calcolo (τ _{Rd})	[kg/cm ²]	2,85
Tipo di acciaio		FeB44k
Modulo elastico dell'acciaio (E _s)	[kg/cm ²]	2100000
Tensione di snervamento di calcolo (f _{yd})	[kg/cm ²]	3739,1

SOLLECITAZIONI E ARMATURE

Momento in direzione X	[kgm]	3200
Momento in direzione Y	[kgm]	0
Sforzo Normale	[kg]	0
Taglio	[kg]	0
Momento torcente	[kgm]	0
Armatura longitudinale inferiore	[cm ²]	4,52 (4ø12)
Armatura longitudinale superiore	[cm ²]	3,39 (3ø12)

VERIFICA A FESSURAZIONE

Aggressività ambientale lieve		
Momento fessurazione (M _{fess})	[kgm]	2127
Ampiezza delle fessure (w _k)	[mm]	0,14
Tensione nel cls compresso (σ _{c compr})	[kg/cm ²]	-51,34
Tensione nel cls teso (σ _{c traz})	[kg/cm ²]	155,21
Tensione massima nel ferro (σ _{s max})	[kg/cm ²]	-2095,73

VERIFICA ALLE TENSIONI DI ESERCIZIO

Combinazione di carico rara		
Tensione nel calcestruzzo (σ _c)	[kg/cm ²]	51,3 < 149,4
Tensione nell'acciaio (σ _s)	[kg/cm ²]	2096 < 3010
Combinazione di carico quasi permanente		

Tensione nel calcestruzzo (σ_c) [kg/cm²] 51,3 < 112,1
 Tensione nell'acciaio (σ_s) [kg/cm²] 2096 < 2150

4.10.4 VERIFICA ALLE T.A. DI SEZIONE IN ACCIAIO

Verifica di una Profilato HEA 200 soggetto a momento flettente $M_x = 3700 \text{ Kgm}$, $M_y = 700 \text{ Kgm}$, uno sforzo di compressione di 9000 Kg ed un taglio pari a 10000 Kg .

Viene utilizzato acciaio di classe Fe 360.

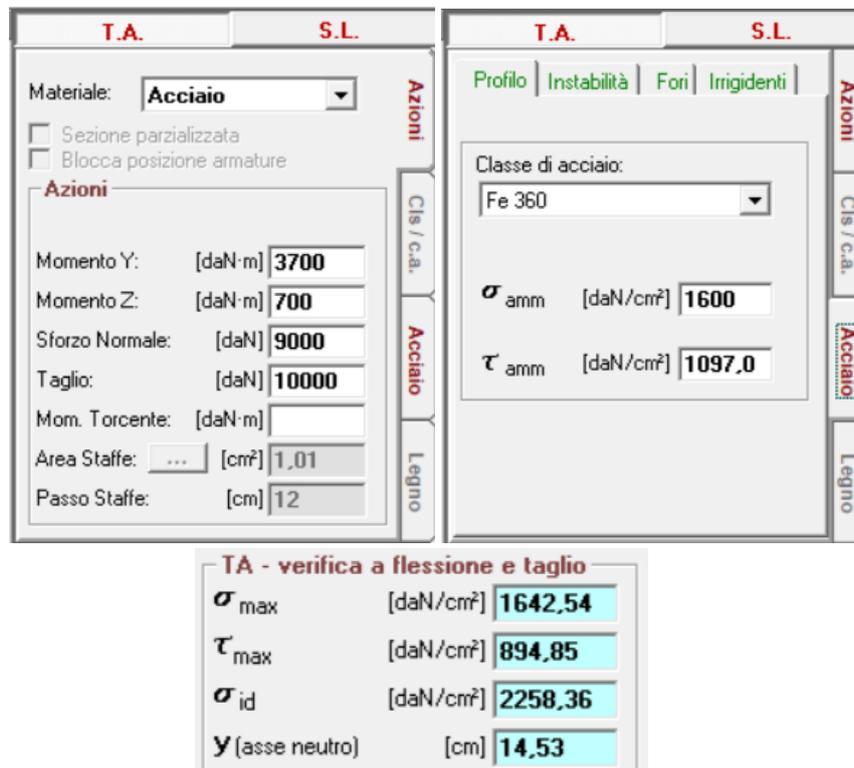


Fig. 4.22 - Immissione dati e risultati della verifica.

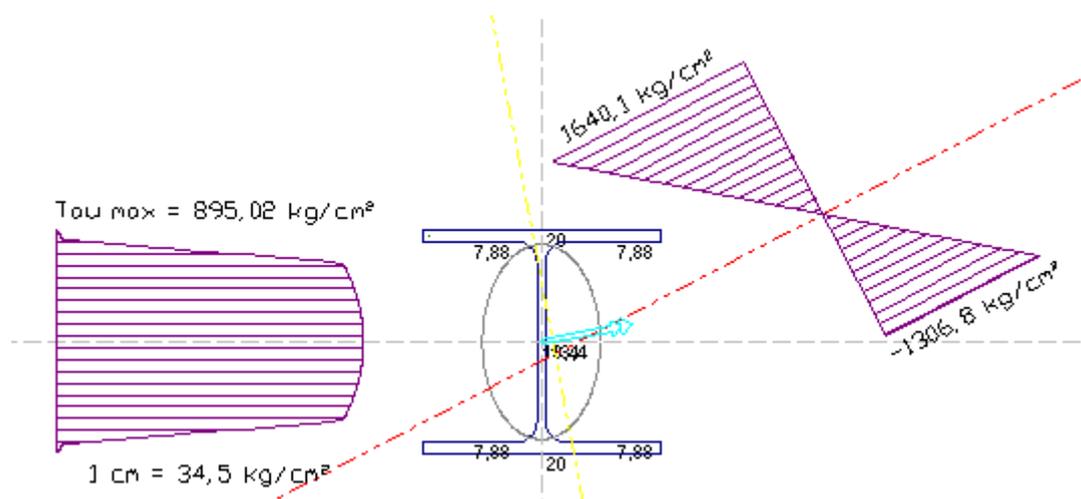


Fig. 4.23 - Verifica grafica di un profilato in acciaio.

RELAZIONE DI CALCOLO

Profilato HEA 200 - UNI 5397

Materiale: Acciaio

Metodo di verifica: Tensioni Ammissibili

DATI GEOMETRICI ED ELASTICI

Area sezione	[cm ²]	54,00
Ascissa baricentro (X_G)	[cm]	0,00
Ordinata baricentro (Y_G)	[cm]	0,00
Momento statico (S_x)	[cm ³]	0,00
Momento statico (S_y)	[cm ³]	0,00
Momento d'inerzia (J_x)	[cm ⁴]	3702,46
Momento d'inerzia (J_y)	[cm ⁴]	1335,72
Momento centrifugo (J_{xy})	[cm ⁴]	0,00
Momento principale d'inerzia (J_1)	[cm ⁴]	3702,46
Momento principale d'inerzia (J_2)	[cm ⁴]	1335,72
Inclinazione asse principale 1 (α_1)	[°]	0,0000
Inclinazione asse principale 2 (α_2)	[°]	90,0000
Raggio principale d'inerzia 1 (ρ_1)	[cm]	8,28
Raggio principale d'inerzia 2 (ρ_2)	[cm]	4,97
Inclinazione dell'asse neutro (β)	[°]	27,6730
Classe dell'acciaio		Fe 360
Tensione principale ammissibile dell'acciaio (σ_{amm})	[kg/cm ²]	1600
Tensione tangenziale ammissibile dell'acciaio (τ_{amm})	[kg/cm ²]	923,8

SOLLECITAZIONI

Momento in direzione X	[kgm]	3700
Momento in direzione Y	[kgm]	700
Sforzo Normale	[kg]	9000
Taglio	[kg]	10000
Momento Torcente	[kgm]	0

VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE DEVIATA E A TAGLIO

Distanza asse neutro dal lembo compresso	[cm]	14,53
Tensione principale massima (σ_{max})	[kg/cm ²]	1640,1
Tensione principale minima (σ_{min})	[kg/cm ²]	-1306,8
Tensione tangenziale massima da taglio (τ_{tag})	[kg/cm ²]	895,0
Tensione massima ideale (σ_{id})	[kg/cm ²]	1559,2

4.10.5 VERIFICA SEZIONE IN LEGNO AGLI S.L.

Verifica di una sezione in legno 20 x 30 soggetta a momento flettente $M_x = 2500 \text{ Kgm}$, $M_y = 700 \text{ Kgm}$, uno sforzo di compressione di 9000 Kg .

Viene impiegato legno di Classe di qualità S1.

T.A.		S.L.				
Materiale:	Legno					Azioni Cis / c.a. Acciaio Legno
<input checked="" type="checkbox"/> Sezione parzializzata						
Azioni						
Sforzo Normale:	[kg]	9000				
Momento X:	[kgm]	2500				
Momento Y:	[kgm]	700				
Taglio:	[kg]					
Mom. torcente:	[kgm]					
Area staffe:	[cm ²]	1,01				
Passo staffe:	[cm]	18				
T.A.		S.L.				
Categoria del legno:						
S1 - Conifere						
Specie Arborea (Conifere):						
Larice						
Coeff. parziale di sicurezza:						
1,35 - Legno lamellare						
Coeff. di modello...						
f _{t,o,d}	[Kg/cm ²]	74,074				
f _{c,o,d}	[Kg/cm ²]	80				
f _{m,d}	[Kg/cm ²]	124,444				
f _{v,d}	[Kg/cm ²]	11,852				

Fig. 4.24 - Immissione dati della sezione.

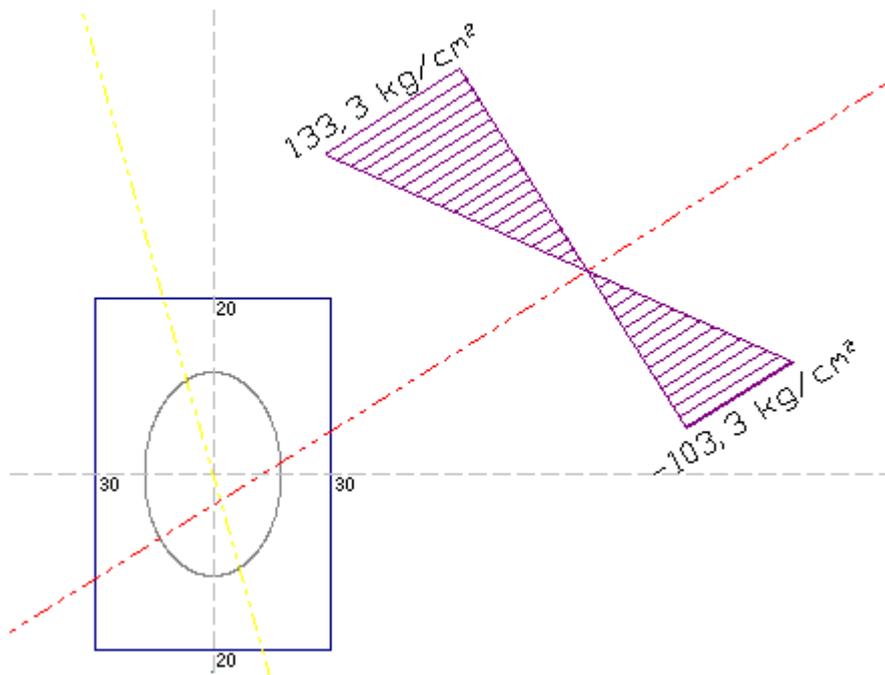


Fig. 4.25 - Diagramma delle tensioni.

RELAZIONE DI CALCOLO

Profilato rettangolare

Materiale: Legno

Metodo di verifica: Stati Limite

DATI GEOMETRICI ED ELASTICI

Area sezione	[cm ²]	600
Ascissa baricentro (X _G)	[cm]	0,00
Ordinata baricentro (Y _G)	[cm]	0,00
Momento statico (S _x)	[cm ³]	0,00
Momento statico (S _y)	[cm ³]	0,00
Momento d'inerzia (J _x)	[cm ⁴]	45000

Momento d'inerzia (J_y)	[cm ⁴]	20000
Momento centrifugo (J_{xy})	[cm ⁴]	0,00
Momento principale d'inerzia (J_1)	[cm ⁴]	45000
Momento principale d'inerzia (J_2)	[cm ⁴]	20000
Inclinazione asse principale 1 (α_1)	[°]	0,0000
Inclinazione asse principale 2 (α_2)	[°]	90,0000
Raggio principale d'inerzia 1 (ρ_1)	[cm]	8,66
Raggio principale d'inerzia 2 (ρ_2)	[cm]	5,77
Inclinazione dell'asse neutro (β)	[°]	32,2109
Specie arborea		Larice
Classe di qualità		S1 - Conifere
Coefficiente di sicurezza parziale del materiale		1,35
Coefficiente di modello		1,7
Tensione di calcolo a trazione assiale ($f_{t,o,d}$)	[kg/cm ²]	74,1
Tensione di calcolo a compressione assiale ($f_{c,o,d}$)	[kg/cm ²]	80
Tensione di calcolo a flessione ($f_{m,d}$)	[kg/cm ²]	124,4
Tensione di calcolo a taglio ($f_{v,d}$)	[kg/cm ²]	11,9

SOLLECITAZIONI

Momento in direzione X	[kgm]	2500
Momento in direzione Y	[kgm]	700
Sforzo Normale	[kg]	9000
Taglio	[kg]	0
Momento Torcente	[kgm]	0

VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE DEVIATA E A TAGLIO

Distanza asse neutro dal lembo compresso	[cm]	20,31
Coefficiente di forma (k_m)		0,7
Tensione principale a compressione ($\sigma_{c,o,d}$)	[kg/cm ²]	15,0
Tensione principale a flessione ($\sigma_{f,o,d}$)	[kg/cm ²]	118,3
Tensione totale massima (σ_{max})	[kg/cm ²]	133,3
Tensione totale minima (σ_{min})	[kg/cm ²]	-103,3
$(\sigma_{c,o,d} / f_{c,o,d})^2 + (\sigma_{m,x,d} / f_{m,d}) + k_m \cdot (\sigma_{m,y,d} / f_{m,d}) =$		0,9 < 1
$(\sigma_{c,o,d} / f_{c,o,d})^2 + k_m \cdot (\sigma_{m,x,d} / f_{m,d}) + (\sigma_{m,y,d} / f_{m,d}) =$		0,79 < 1
Sezione verificata		

 solaio	Capitolo
	5

5.1 Generalità

Il modulo Solaio guida il progettista verso la definizione geometrica ed elastica di un solaio in latero-cemento e, dopo aver definito le armature opportune in modo automatico o secondo le esigenze dell'utente, fornisce le verifiche sia con le Tensioni Ammissibili che con il metodo agli Stati Limite.

Ad ogni nuovo avvio vengono caricati dei valori predefiniti che permettono, con poche variazioni, il quadro dei dati di input voluto.

Dopo l'avvio del modulo appaiono, sulla destra, le opzioni relative ai carichi, alle tensioni ammissibili e alle condizioni di carico:

- Opzione **Metodo di Verifica**: impostandola su **TA (SL)**, le elaborazioni e le verifiche verranno eseguite secondo il metodo delle Tensioni Ammissibili (Stati Limite).
- Opzione **Modalità Tensioni**: se impostata su **Automatico**, dopo l'immissione della resistenza caratteristica del calcestruzzo e del tipo di acciaio, il programma calcola automaticamente le relative tensioni ammissibili principali e tangenziali. In alternativa è possibile digitare manualmente i valori voluti.
- Opzione **Modalità Carichi**: se impostata su **Automatico** consente di calcolare automaticamente il peso proprio del solaio mentre si digitano i parametri geometrici necessari. In alternativa è possibile digitare manualmente il valore voluto.
- Opzione **Analisi per tutte le condizioni di carico**:
 - Se attivata, il programma individua automaticamente, durante l'elaborazione, tutte le possibili condizioni di carico che producono le condizioni più sfavorevoli e quindi le sollecitazioni massime.
 - Se disattivata, il programma elabora i dati considerando le campate tutte caricate con i valori digitati.

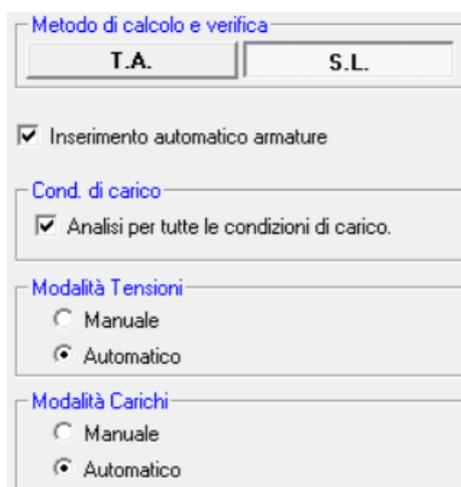


Fig. 5.1 - Scelta modalità di calcolo.

5.2 Caratteristiche di input e output dei dati

L'input dei dati è accompagnato da una guida grafica sulla destra dello schermo.

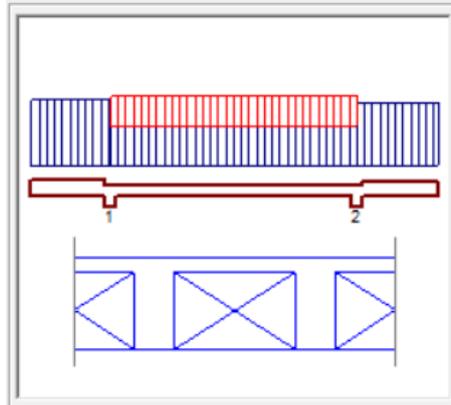


Fig. 5.2 - Guida grafica di aiuto all'input dei dati.

5.2.1 Dati Elastici

In questa cartella vengono richieste le caratteristiche dei materiali:

- Coefficiente di omogeneizzazione.
- Classe del calcestruzzo.
- Tipo di acciaio utilizzato.

Inoltre, se l'opzione Modalità Tensioni non è impostata su Automatico, verranno richiesti:

- La tensione ammissibile del calcestruzzo.
- La tensione ammissibile del ferro.
- La tensione tangenziale minima del calcestruzzo al disotto della quale non è necessario armare a taglio.
- La tensione tangenziale limite del calcestruzzo che non deve essere superata nella verifica a solo taglio.
- La tensione tangenziale limite del calcestruzzo che non deve essere superata qualora sia presente taglio e torsione.

Dati Elastici	Dati Geometrici	Luci e Carichi	Appoggi
Calcestruzzo			
Classe del calcestruzzo:		C25/30	
Resistenza caratteristica cubica (R _{ck}):	[daN/cm ²]	300	
Resistenza di calcolo:	[daN/cm ²]	141,10	
Resistenza di calcolo tangenziale:	[daN/cm ²]	11,94	
Resistenza di calcolo a trazione:	[daN/cm ²]	30,70	
Acciaio			
Tipo di acciaio:		Fe B44k	
Resistenza caratteristica di snervamento:	[daN/cm ²]	4300	
Resistenza di calcolo:	[daN/cm ²]	3739,13	
Coefficiente di omogeneizzazione:		15	

Fig. 5.3 - Scheda Dati Elastici.

5.2.2 Dati Geometrici

In questa cartella vengono richiesti i dati geometrici del solaio e degli eventuali sbalzi:

- **Numero campate:** numero delle campate (senza limitazioni) che formano il solaio.
- **Altezza solaio:** altezza complessiva del solaio.
- **Spessore soletta:** spessore della soletta.
- **Spessore nervatura:** larghezza del travetto.
- **Interasse travetti:** distanza in asse tra due travetti.
- **Copriferro:** distanza dall'asse del tondino al filo travetto.
- **Fascia piena:** distanza tra i laterizi e il filo della trave-appoggio.

Per gli sbalzi sinistro e destro, se presenti, inserire:

- **Luce:** luce computata dall'asse della trave.
- **Altezza:** altezza complessiva dello sbalzo che può essere diversa dall'altezza del solaio.
- **Carico fisso:** carico permanente agente sullo sbalzo. Se l'opzione Modalità Carichi è impostata su Automatico, il campo non è editabile e il programma valuta automaticamente il peso proprio relativo alla fascia di un metro di sbalzo.
- **Carico accidentale:** carico accidentale agente sullo sbalzo.

Dati Elastici	Dati Geometrici	Luci e Carichi	Appoggi
Solaio		Sbalzo Sinistro	
Numero di campate:	<input type="text" value="1"/>	Luce:	<input type="text" value="205"/> [cm]
Altezza solaio:	<input type="text" value="24"/> [cm]	Altezza:	<input type="text" value="35"/> [cm]
Spessore soletta:	<input type="text" value="4"/> [cm]	Carico fisso strutturale:	<input type="text" value="427,4"/> [daN/m ²]
Spessore Nervatura:	<input type="text" value="12"/> [cm]	Carico fisso non strutt.:	<input type="text" value="163,0"/> [daN/m ²] ...
Interasse travetti:	<input type="text" value="50"/> [cm]	Carico acc.:	<input type="text" value="400"/> [daN/m ²]
Copriferro:	<input type="text" value="3"/> [cm]	Sbalzo Destro	
Fascia piena:	<input type="text" value="10"/> [cm]	Luce:	<input type="text" value="210"/> [cm]
		Altezza:	<input type="text" value="30"/> [cm]
		Carico fisso strutturale:	<input type="text" value="374,6"/> [daN/m ²]
		Carico fisso non strutt.:	<input type="text" value="163,0"/> [daN/m ²] ...
		Carico acc.:	<input type="text" value="400"/> [daN/m ²]

Fig. 5.4 - Scheda Dati Geometrici.

5.2.3 Luci e Carichi

In questa cartella vanno inseriti per ogni campata del solaio:

- **Luce:** luce tra due appoggi.
- **Carico fisso:** carico permanente agente sullo sbalzo. Se l'opzione Modalità Carichi è impostata su Automatico, il campo non è editabile e il programma valuta automaticamente il peso proprio relativo alla fascia di un metro di solaio.
- **Carico accidentale:** carico accidentale agente sulla campata.

Dati Elastici	Dati Geometrici	Luci e Carichi	Appoggi	
Luci e Carichi				
...				
Campata numero	Luce [cm]	G1 fisso [daN/m ²]	G2 fisso [daN/m ²]	Qk1 var. [daN/m ²]
1	640	311.2	283.0	450
Carico accidentale della campata 1. Il carico è positivo se verso il basso.				
Selezione celle: D1:D1				

Fig. 5.5 - Scheda Luci e Carichi.

5.2.4 Risultati dell'elaborazione

Nella relazione sono evidenziati oltre ai dati elastici e geometrici:

- I valori caratteristici e di calcolo dei carichi per elaborazioni eseguite con il metodo degli stati limite.
- Le caratteristiche della sollecitazione Momento flettente e Taglio per un numero di sezioni preimpostato e per ogni condizione di carico. Tutti i valori sono riferiti alla fascia di solaio larga un metro.
- Le sollecitazioni massime in campata e sugli appoggi riferite ad un solo travetto.
- L'abbassamento massimo.
- L'area di ferro longitudinale massima necessaria superiormente ed inferiormente per un solo travetto.
- L'armatura di ripartizione della soletta.
- Le tensioni massime nel cls e nel ferro in campata e sugli appoggi.
- L'area di ferro longitudinale necessaria superiormente ed inferiormente.
- Il prospetto delle armature consigliate per un travetto con riferimento ai minimi diametri preimpostati.

5.3 Opzioni Solaio

Per accedere alle Opzioni Solaio, cliccare sull'icona  sulla barra degli Strumenti oppure dalla barra Menù selezionare Opzioni e poi Solaio o ancora premendo il tasto visualizzato nel campo Carico Permanente in modalità automatico.

5.3.1 Sezione Armatura

- **Diametro minimo armatura principale.** Immettendo un valore compreso tra 5 e 30 si impone al programma di valutare la scelta dei diametri da utilizzare per l'armatura longitudinale principale a partire da quello indicato.
- **Diametro minimo armatura di ripartizione.** Immettendo un valore compreso tra 5 e 30 si impone al programma di valutare la scelta del diametro da utilizzare per l'armatura di ripartizione a partire da quello indicato.
- **Diametro minimo armatura a staffe.** Immettendo un valore compreso tra 5 e 26 si impone al programma di valutare la scelta del diametro da utilizzare per le staffe a partire da quello indicato.
- **Passo minimo delle staffe.** Distanza minima che si vuole assegnare tra due staffe consecutive (valore compreso tra 5 e 33 cm).
- **Ancoraggio diritto.** Lunghezza di ancoraggio da adottare per i ferri longitudinali oltre i punti di lavoro di estremità del ferro.
- **Piega estremità.** Lunghezza da adottare per le estremità dei ferri diritti superiori ed inferiori e dei cavallotti secondo il modello scelto nel menu a tendina proposto.

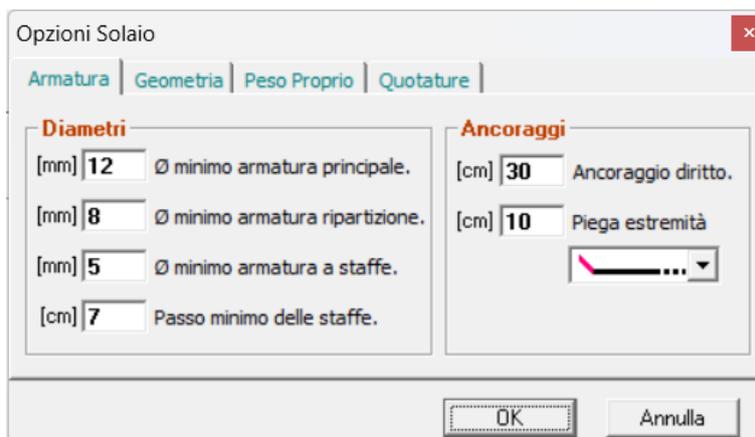


Fig. 5.6 - Finestra opzioni, scheda Armatura.

5.3.2 Sezione Geometria

- **Luce limite inserimento travetto di ripartizione.** Valore oltre il quale per la campata è previsto l'inserimento del travetto di ripartizione (non superiore a 5 m).
- **Dimensione del cordolo estremità sbalzi.** Larghezza del cordolo in prossimità degli estremi degli eventuali sbalzi.
- **Dimensione profondità delle pignatte.** Dimensione delle pignatte nella direzione parallela all'orditura del solaio.
- **Numero di divisioni da elaborare.** Indica il numero delle parti in cui suddividere la luce della campata e per le quali poter disporre delle caratteristiche della sollecitazione nella relazione.

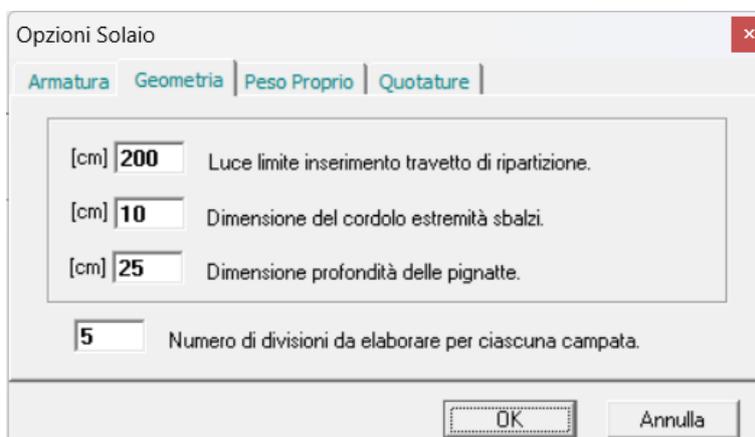


Fig. 5.7 - Finestra opzioni, scheda Geometria.

5.3.3 Sezione Peso Proprio

- Se si è scelto il calcolo automatico del carico permanente, questa opzione aiuta a valutare, selezionando ciascuna voce, il contributo del peso proprio dovuto all'**intonaco**, al **massetto** ed al **pavimento**. Per ogni voce è necessario poi inserire lo spessore ed il peso dell'unità di volume. L'ultimo campo, non editabile, indica il valore del peso proprio come risultato dei dati immessi nei campi che lo precedono.

- **Incidenza Tramezzi.** Spuntando questa voce si abilita l'inserimento di un sovraccarico forfettario dovuto alla presenza dei tramezzi altrimenti non computabili.

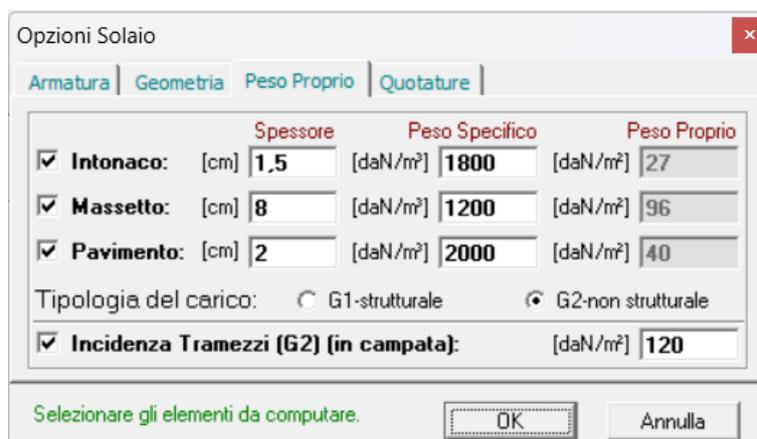


Fig. 5.8 - Finestra opzioni, scheda Peso Proprio.

5.3.4 Sezione Quotature

- **Altezza del font per i titoli.** Altezza da dare al font per il testo nelle intestazioni.
- **Altezza del font per le indicazioni.** Altezza da dare al font per il testo nelle indicazioni.
- **Altezza del font per quotatura ferri.** Altezza da dare al font per il testo nelle intestazioni.

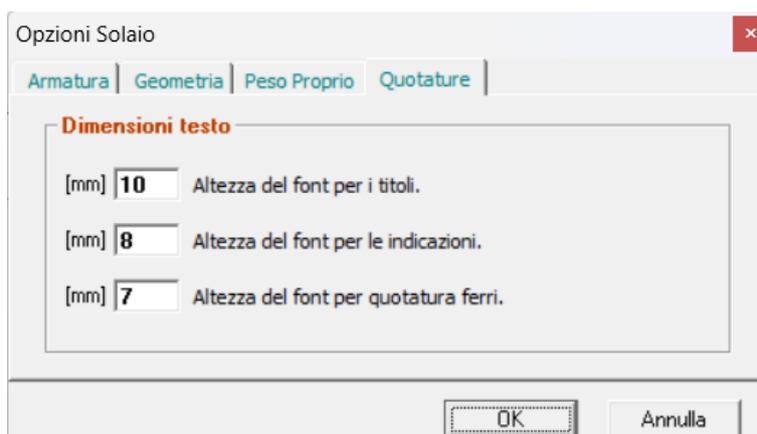


Fig. 5.9 - Finestra opzioni, scheda Quotature.

5.4 Diagrammi e schemi di carico

Premendo il tasto Diagrammi della barra degli strumenti (oppure facendo clic sulla voce Diagrammi del Menu Vista) si apre una finestra divisa in tre riquadri. Sulla sinistra sono rappresentati gli schemi di carico che producono le sollecitazioni massime. Nella

parte alta è riprodotto il diagramma involucro dei momenti flettenti relativo ad un solo travetto e, al passaggio del mouse, vengono evidenziati l'ascissa misurata a partire dall'appoggio di sinistra ed il valore del momento. In basso è rappresentato il diagramma del taglio con analoghe caratteristiche descritte per il momento.

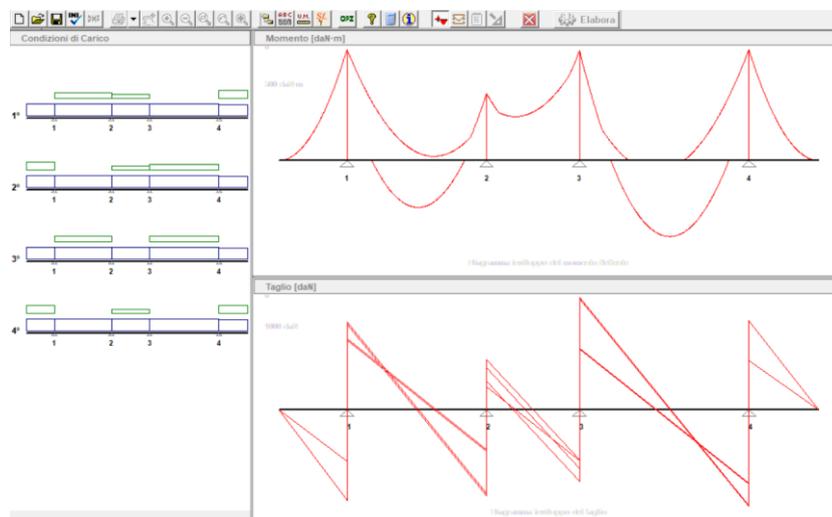


Fig. 5.10 - Finestra diagrammi e schemi di carico.

5.5 Armatura

Dopo l'immissione dei dati della struttura, all'avvio dell'elaborazione, viene richiesto di scegliere tra la predisposizione del tutto automatica delle armature necessarie e la possibilità di gestire i ferri secondo le proprie esigenze.

5.5.1 Predisposizione automatica delle armature

Le armature vengono individuate a partire dai valori massimi delle caratteristiche di sollecitazione ed assegnando ai travetti un massimo di due ferri nella parte tesa. La scelta dei diametri (al massimo due) viene eseguita a partire dal diametro minimo indicato nelle opzioni del modulo.

5.5.2 Disposizione manuale e modifica delle armature

Scegliendo di personalizzare le armature o anche decidendo di modificare quelle proposte dal programma, basta selezionare con il mouse le armature desiderate per poi trascinarle nel punto voluto e rilasciare il tasto del puntatore. Dalla finestra delle proprietà che appare a questo punto, si possono fare tutte le scelte inerenti al ferro.

5.5.3 La finestra di interfaccia delle armature

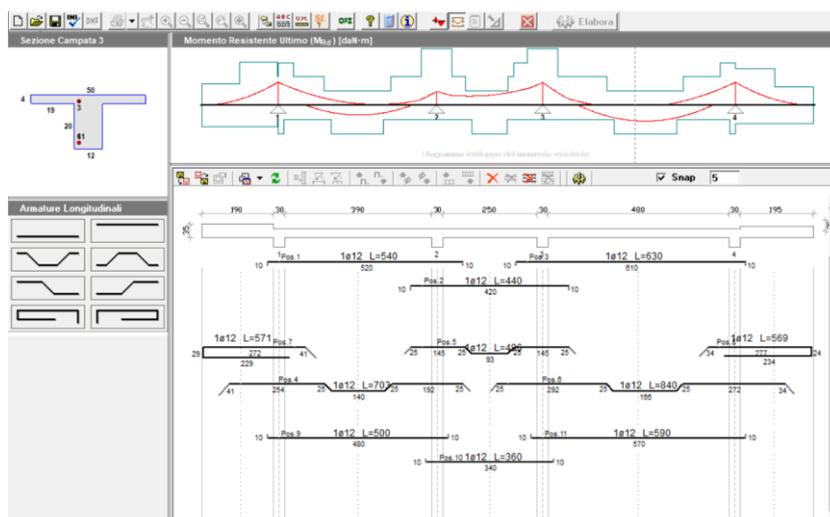


Fig. 5.11 - Finestra di interfaccia delle armature del solaio.

L'interfaccia permette di analizzare e/o modificare le armature e comprende:

- la finestra principale dove, oltre alla sezione longitudinale del solaio, sono disegnati i ferri con le loro quotature;
- una finestra laterale dove sono elencate le icone delle armature longitudinali;
- una finestra superiore dove è possibile visualizzare alternativamente il diagramma del momento e del taglio con sovrapposizione dei rispettivi valori resistenti;
- una finestra nell'angolo superiore sinistro dove è visibile, in modo interattivo, la sezione del solaio, corredata di quote e posizione dei ferri, relativa alla posizione corrente del mouse nella finestra principale.

5.5.4 La barra delle armature

Sulla barra delle armature della finestra principale si trovano le icone che permettono una gestione agevole di alcune proprietà e funzioni dei ferri introdotti.



Fig. 5.12 - Barra delle armature.

-  **Carica armatura ultimo salvataggio:** se esistente, permette di caricare l'armatura precedentemente salvata eliminando quella corrente.
-  **Salva armatura corrente:** salva l'armatura disposta previo salvataggio della struttura.
-  **Proprietà:** visualizza la finestra Proprietà del ferro selezionato.
-  **Finestra grafici → Momento resistente:** visualizza nella finestra superiore il diagramma del momento flettente e aggiorna quello resistente.

-  **Finestra grafici → Taglio resistente:** visualizza nella finestra superiore il diagramma del taglio e aggiorna quello resistente.
-  **Aggiorna finestra grafici:** aggiorna il diagramma corrente della finestra superiore.
-  **Allinea agli appoggi:** estende le estremità del ferro selezionato fino agli assi degli appoggi della campata corrente.
-  **Centra sull'appoggio:** sposta il ferro selezionato fino a centrarlo sull'appoggio prossimo al puntatore.
-  **Aumenta numero ferri:** aumenta il numero di ferri rappresentato dal ferro selezionato.
-  **Riduci numero ferri:** riduce il numero di ferri rappresentato dal ferro selezionato.
-  **Aumenta diametro:** aumenta il diametro del ferro selezionato.
-  **Riduci diametro:** riduce il diametro del ferro selezionato.
-  **Elimina selezione:** elimina il ferro selezionato.
-  **Elimina longitudinali:** permette di eliminare tutti i ferri longitudinali presenti.
-  **Aggiorna calcoli:** riesegue le verifiche necessarie dopo una variazione delle armature.
-  **Snap** permette, se attivato, spostamenti del mouse su una griglia con passo indicato a fianco.

5.5.5 Funzioni sulla barra di stato

Sulla barra di stato, nella parte bassa dello schermo, sono presenti un campo che indica lo stato attuale dello SNAP (ON/OFF) ed un campo che indica lo stato attuale della funzione ORTHO (ON/OFF). Lo stato di queste funzioni può essere cambiato facendo un doppio clic sul campo medesimo.



Fig. 5.13 - Funzioni sulla barra di stato

Con la funzione ORTHO si limita il puntatore a spostamenti solo orizzontali o verticali. Tale funzione si rende utile per spostare un ferro senza perdere l'allineamento oppure per ottenere uno stiramento del ferro lungo il suo asse.

5.5.6 Finestra proprietà dei ferri longitudinali

La visualizzazione della finestra delle proprietà di un ferro si attiva ad ogni nuovo inserimento di armatura. Per visualizzare o modificare le proprietà di un ferro già introdotto si può procedere in due modi:

- selezionare un ferro e premere il tasto **Proprietà** sulla barra delle armature;
- posizionare il puntatore su un ferro, premere il tasto destro del mouse e selezionare la voce di menù **Proprietà**.

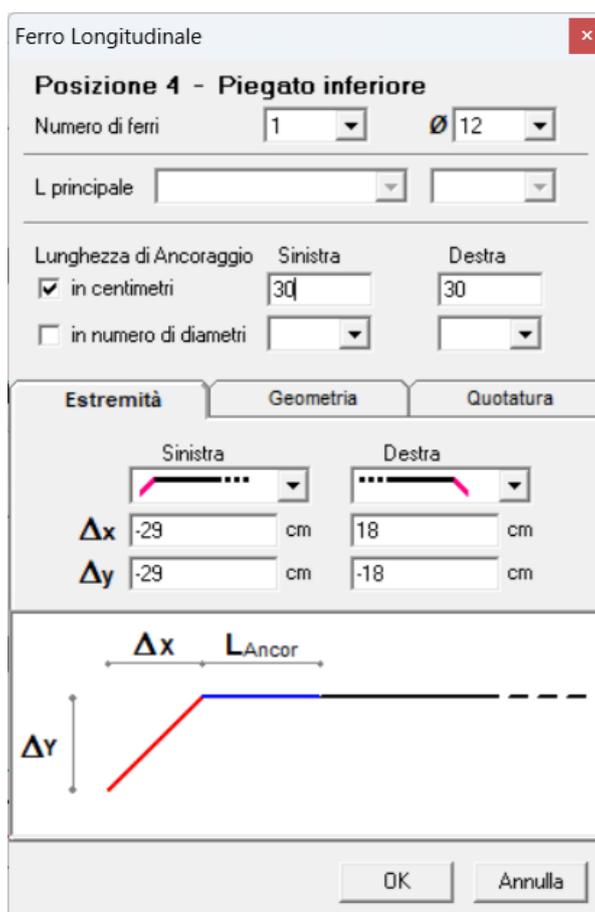


Fig. 5.14 - Finestra proprietà delle armature longitudinali.

La finestra delle proprietà consente di configurare o modificare le caratteristiche di un ferro.

- **Posizione e denominazione del ferro:** indicano la posizione che il ferro occupa nella lista dei ferri e la tipologia del ferro selezionato.
- **Numero dei ferri e diametro:** il diametro ed il numero di ferri rappresentati da quello selezionato.
- **Lunghezza principale e riferimento:** da due liste a discesa si possono selezionare la lunghezza principale espressa in termini di campata ed il riferimento a partire dal quale va valutata la lunghezza stessa (es.: se le scelte fatte fossero **1+1/4 di**

campata e da sinistra, avremmo, partendo da sinistra, una lunghezza principale pari alla luce della campata corrente più un quarto della luce della campata successiva). In fase di inserimento di un nuovo ferro, viene proposta una lunghezza iniziale pari alla luce della campata corrente e che potrà essere modificata sia operando una scelta diversa dalla lista e sia intervenendo sulla scheda **Geometria** descritta in seguito. Nel caso in cui la lunghezza principale venga assegnata tramite la scheda Geometria, i due campi predisposti risulteranno vuoti.

- **Lunghezza di ancoraggio:** è la lunghezza in aggiunta a quella principale e della quale non se ne tiene conto nelle verifiche e nella definizione dei diagrammi resistenti. questo parametro può essere inserito in duplice modo:
 - esprimendolo in centimetri;
 - esprimendolo in numero di diametri.
- **Scheda Estremità.** In questa scheda vanno inseriti il tipo di estremità sia destra che sinistra da selezionare da un elenco a discesa ed i valori come indicato nell'immagine di fig. 5.13.

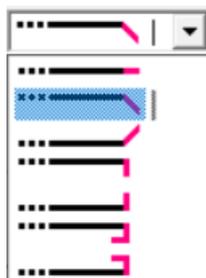


Fig. 5.15 - Tipi di estremità per le armature longitudinali.

- **Scheda Geometria.** In questa sezione è possibile modificare il punto di inserimento del ferro (estremo di sinistra) attraverso le coordinate X e Y e la geometria mediante una tabella dove il ferro viene suddiviso in singoli tratti ad ogni deviazione lungo il suo sviluppo. Per ogni tratto si possono modificare la lunghezza assoluta del tratto stesso e/o le proiezioni sugli assi x e y mentre la colonna relativa all'inclinazione del tratto è solo di tipo informativo. Il tratto interessato dalla modifica viene evidenziato in rosso.

Estremità		Geometria			Quotatura
Coord. origine [cm]:		X	178	Y	580
Tratto	L [cm]	Dx [cm]	Dy [cm]	Angolo [°]	
1	224,000	224,000	0,000	0,000000	
2	25,456	18,000	18,000	-45,000000	
3	140,000	140,000	0,000	0,000000	
4	25,456	18,000	-18,000	45,000000	
5	162,000	162,000	0,000	0,000000	

Fig. 5.16 - Scheda di modifica della geometria del ferro longitudinale.

- **Scheda Quotatura.** In questa scheda è possibile selezionare il font ed il colore per le varie visualizzazioni delle quote in prossimità del ferro nonché decidere se mostrare:
 - la scritta **Pos.** seguita da un numero identificativo;
 - la scritta **inf, sup, par** ad indicare la posizione del tratto (inferiore, superiore o intermedia per ferri di parete). - Solo per i moduli ScaRam e ScaGin-;
 - la lunghezza totale del ferro comprendente le lunghezze di ancoraggio e le estremità;
 - il numero dei ferri ed il diametro;
 - le quotature parziali dei singoli tratti.

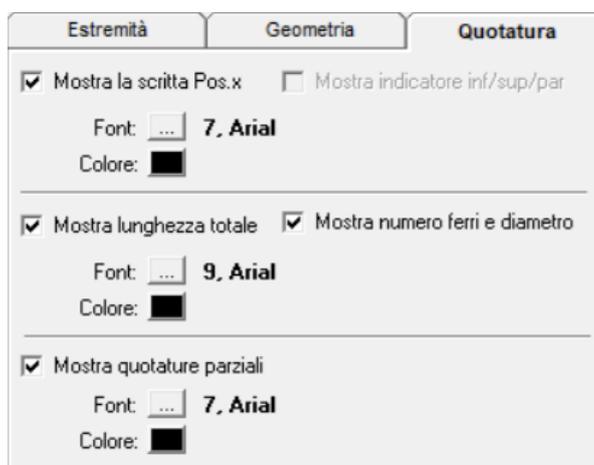


Fig. 5.17 - Scheda di modifica delle quotature del ferro longitudinale.

5.5.7 Modificare senza la finestra proprietà

Alcune caratteristiche del ferro possono essere modificate senza l'ausilio della finestra proprietà.

- **Punto origine:** selezionare il ferro e tenendo premuto il tasto sinistro del mouse trascinare il ferro nel punto voluto. In alternativa, dopo la selezione del ferro, si possono utilizzare i tasti direzionali della tastiera. In entrambi i casi il movimento avviene lungo una griglia definita con la funzione SNAP e può essere vincolato dalla funzione ORTHO.
- **Numero di ferri:** selezionare il ferro con il mouse e, sulla barra delle armature, premere il tasto una sola volta per aumentare il numero di ferri di una unità, invece il tasto per ridurlo. Lo stesso risultato si ha premendo il tasto destro del mouse quando è posizionato sopra al ferro e scegliere **Aumenta numero ferri** oppure **Riduce numero ferri** dal menù che appare.
- **Diametro:** selezionare il ferro e, sulla barra delle armature, premere il tasto per aumentare il diametro ed il tasto per

diminuirlo. Anche in questo caso si può usare il tasto destro del mouse e quindi selezionare **Aumenta diametro ferro** oppure **Riduce diametro ferro** per ottenere lo stesso effetto.

- **Allinea agli appoggi:** per riposizionare un ferro in modo da estendere gli estremi fino agli assi degli appoggi della campata corrente, premere il tasto  sulla barra delle armature oppure scegliere **Allinea agli appoggi** dal menu che appare premendo il tasto destro.
- **Centra sull'appoggio:** per riposizionare un ferro in modo da risultare centrato sull'appoggio più vicino al puntatore, premere il tasto  sulla barra delle armature oppure scegliere **Centra sull'appoggio** dal menu che appare premendo il tasto destro.
- **Elimina selezione:** elimina il ferro selezionato se viene premuto il tasto  sulla barra delle armature oppure selezionando **Elimina ferro** dal menù tasto destro del mouse.
- **Elimina longitudinali:** elimina in modo permanente tutti i ferri quando viene premuto il tasto  sulla barra delle armature.
- **Modifica geometria:** con il solo uso del mouse e con l'aiuto delle funzioni SNAP e ORTHO si può modificare nel modo voluto la lunghezza di un singolo tratto del ferro. Al momento della selezione, sugli estremi di ogni singolo tratto del ferro appaiono delle maniglie di colore grigio; facendo doppio clic su una maniglia, questa assume il colore rosso. A questo punto cliccando su una maniglia diversa da quella selezionata e trascinando il mouse col tasto sinistro premuto, l'effetto sarà quello di uno stiramento del solo tratto attiguo alla maniglia rossa e dalla parte del puntatore.

5.6 Esempio di calcolo

Calcolo e verifica agli Stati Limite di un solaio in latero-cemento a tre campate gettato in opera di altezza $(20+4)$ cm con sbalzo sinistro di luce 120 cm e altezza $(16+4)$ cm.

Sono utilizzati calcestruzzo di classe Rck 300 e barre del tipo Feb38k.

ELABORATI GRAFICI PRODOTTI:

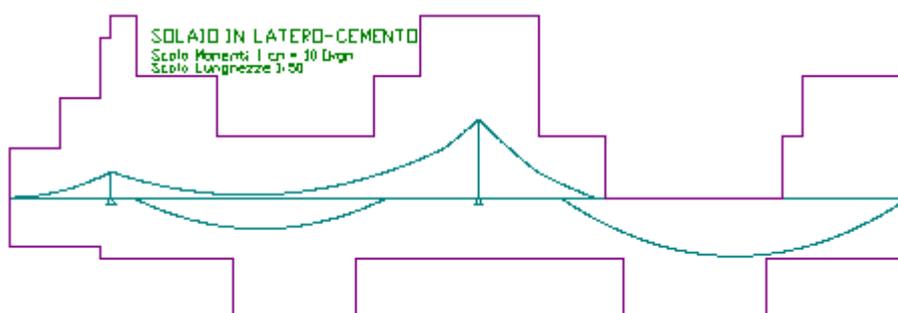


Fig. 5.18 - Involuppo dei diagrammi del momento e momento resistente.

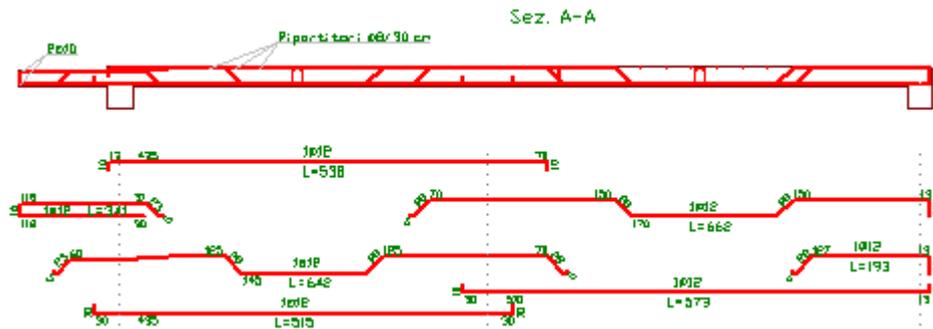


Fig. 5.19 - Sezione longitudinale del travetto e distinta armatura.

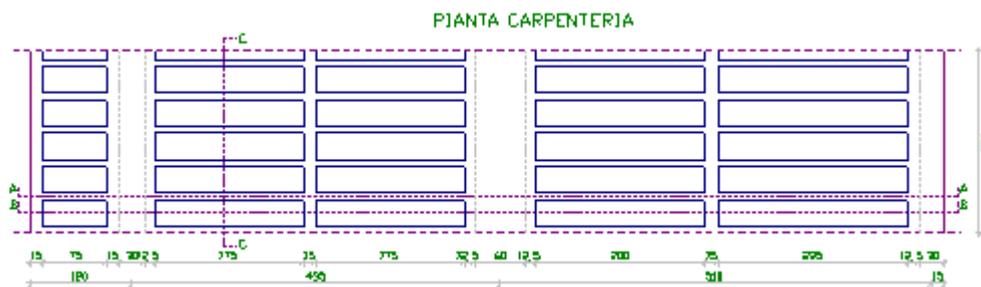


Fig. 5.20 - Disegno della pianta carpenteria.

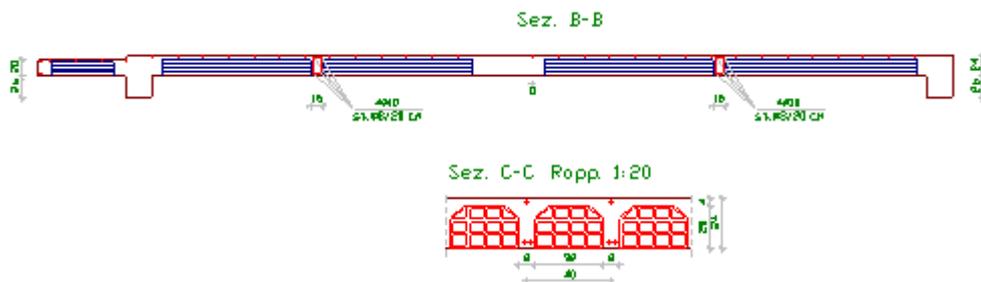


Fig. 5.21 - Sezione longitudinale e trasversale del solaio.

RELAZIONE DI CALCOLO

SOLAIO IN LATERO-CEMENTO

Metodo di verifica: Stati Limite

DATI GEOMETRICI ED ELASTICI

Numero di campate		2
Interasse Travetti	[cm]	40
Spessore Travetti	[cm]	8
Spessore Soletta	[cm]	4
Larghezza fascia piena	[cm]	10
Copriferro	[cm]	2
Coeff. di omogeneizzazione		15
Classe di resistenza del calcestruzzo (R_{ck})	[kg/cm ²]	300
Resistenza caratteristica del cls (f_{ck})	[kg/cm ²]	249

Resistenza di calcolo del cls ($\alpha \cdot f_{cd}$)	[kg/cm ²]	132,3
Tipo di acciaio		Fe B 38k
Tensione caratteristica di snervamento (f_{yk})	[kg/cm ²]	3750
Resistenza di calcolo dell'acciaio (f_{yd})	[kg/cm ²]	3260,9

Geometria e valori caratteristici e di calcolo dei carichi

Campata	Luce	Altezza	Inerzia	G _{k perm.}	Q _{k var.}	G _{d perm.}	Q _{d var.}
n.	[cm]	[cm]	[m ⁴]	[kg/m ²]	[kg/m ²]	[kg/m ²]	[kg/m ²]
1	435	24	0,000427	373,5	200	522,9	300
2	510	24	0,000427	373,5	200	522,9	300
Sbalzo							
sin.	120	20	0,000251	334,3	400	468,0	600

Dimensioni appoggi

Appoggio	Base	Altezza
n.	[cm]	[cm]
1	30	50
2	60	24
3	30	50

CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI

Sezione	Momento	Taglio
[m]	[kgm]	[kg]
Condizione di carico n. 1:		
campata 1		
0,00	-337,0	1329,4
1,09	622,1	434,5
2,18	608,0	-460,4
3,26	-379,3	-1355,3
4,35	-2339,9	-2250,2
campata 2		
0,00	-2339,9	2557,2
1,28	251,7	1508,0
2,55	1505,5	458,8
3,83	1421,6	-590,4
5,10	0,0	-1639,6
Condizione di carico n. 2:		
campata 1		
0,00	-337,0	1450,4
1,09	753,7	555,5
2,18	871,2	-339,4

3,26	15,5	-1234,3
4,35	-1813,5	-2129,2
campata 2		
0,00	-1813,5	1689,0
1,28	-85,0	1022,3
2,55	793,3	355,6
3,83	821,7	-311,1
5,10	0,0	-977,8

Condizione di carico n. 3:

campata 1		
0,00	-769,0	851,3
1,09	-152,4	282,6
2,18	-154,3	-286,0
3,26	-774,5	-854,7
4,35	-2013,2	-1423,3
campata 2		
0,00	-2013,2	2493,1
1,28	496,7	1443,9
2,55	1668,8	394,8
3,83	1503,3	-654,4
5,10	0,0	-1703,6

SOLLECITAZIONI MASSIME E ARMATURE (per un travetto)

Momento massimo positivo (campata 2)	[kgm]	705,4
Momento massimo negativo (appoggio 2)	[kgm]	-935,9
Taglio massimo (appoggio 2)	[kg]	2557,2
Armatura massima inferiore (campata 2)	[cm ²]	1,1
Armatura massima superiore (appoggio 2)	[cm ²]	1,4
Armatura di ripartizione soletta		ø8/30 cm

Verifica allo S.L.U. (sez. app. 2)

Asse neutro ($x/d = 0,14 < 0,45$)	[cm]	3,1
Momento resistente ultimo (M_{Rd})	[kgm]	2303,5
Resistenza a taglio del cls (V_{Rd1})	[kg]	3685,0

Verifica allo S.L.U. (sez. campata 2)

Asse neutro ($x/d = 0,12 < 0,45$)	[cm]	2,6
Momento resistente ultimo (M_{Rd})	[kgm]	1553,0

Verifica allo stato limite di deformazione (camp. 2)

Abbassamento max per comb. rara	[mm]	3,8
Abbassamento max per comb. quasi perm.	[mm]	4,4

PROSPETTO ARMATURE (per un solo travetto)

	Arm. inf.	Arm. sup.		Monconi
Campata 1	2ø12	1ø12	Appoggio 1	---
Campata 2	2ø12	---	Appoggio 2	---
Sbalzo sin.	1ø12	1ø12	Appoggio 3	1ø12
Sbalzo des.	---	---		

COMPUTO MATERIALI (per un metro di solaio)

Lista Ferri Longitudinali per travetto

Pos.	Ø [mm]	L [cm]	n.	Ltot [cm]	Massa [kg]
1	12	568	1	568	5,04
2	12	193	1	193	1,71
3	12	692	1	692	6,14
4	12	703	1	703	6,24
5	12	400	1	400	3,55
6	12	498	1	498	4,42
7	12	573	1	573	5,09

Totali Longitudinali per travetto

	Ltot [m]	Massa [kg]
Totale Ferri Ø12	36,27	32,19

Lista Ripartitori e Staffe

Riferimento	Ø [mm]	L [cm]	n.	Ltot [cm]	Massa [kg]
ripartitori solaio	8	100	33	3300	13,02
cordolo sbalzo sin.	10	100	2	200	1,23
travetto ripartizione	10	100	8	800	4,93
staffe trav. ripart.	8	72	10	720	2,84

Totali Ripartitori e Staffe

	Ltot [m]	Massa [kg]
Totale Ø8	40,2	15,86
Totale Ø10	10	6,16

Armatura (Fe B 38 k controllato)	[kg]	88
Calcestruzzo ($R_{ck}=300$)	[m ³]	1,12
Laterizi (H=20)	[n.]	62
Laterizi (H=16)	[n.]	6
Percentuale di armatura in peso	[%]	3,12
Incidenza peso armatura sul volume cls	[kg/m ³]	78,07



trave continua

Capitolo

6

6.1 Generalità

All'inizio di un nuovo lavoro occorre accertarsi che le opzioni correnti corrispondano alle proprie esigenze. Infatti tali opzioni rimangono valide per tutti i moduli fino a quando non interviene una nuova modifica. Sono ammesse modifiche anche in momenti successivi.

Dopo l'avvio del modulo appaiono, sulla destra, opzioni relative ai carichi, alle tensioni ammissibili e alle condizioni di carico:

- Opzione Metodo di Verifica: impostandola su TA (SL), le elaborazioni e le verifiche verranno eseguite secondo il metodo delle Tensioni Ammissibili (Stati Limite).
- Opzione Modalità Tensioni: se impostata su Automatico, dopo l'immissione della resistenza caratteristica del calcestruzzo e del tipo di acciaio, il programma calcola automaticamente le relative tensioni ammissibili principali e tangenziali. In alternativa è possibile digitare manualmente i valori voluti.
- Opzione Modalità Carichi: se impostata su Automatico consente di calcolare automaticamente il peso proprio del solaio mentre si digitano i parametri geometrici necessari. In alternativa è possibile digitare manualmente il valore voluto.
- Opzione Analisi per tutte le condizioni di carico:
 - Se attivata, il programma individua automaticamente, durante l'elaborazione, tutte le possibili condizioni di carico che producono le condizioni più sfavorevoli e quindi le sollecitazioni massime.
 - Se disattivata, il programma elabora i dati considerando le campate tutte caricate con i valori digitati.

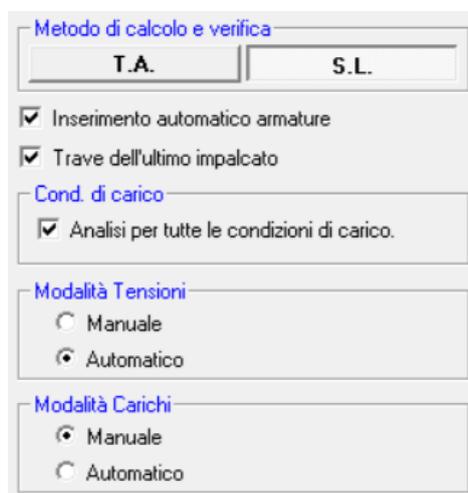


Fig. 6.1 - Scelta modalità di calcolo.

6.2 Caratteristiche di input e output dei dati

L'input dei dati è accompagnato da una guida grafica sulla destra dello schermo.

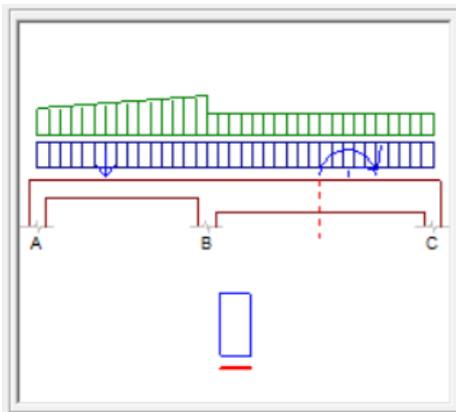


Fig. 6.2 - Guida grafica all'input dei dati.

6.2.1 Dati Elastici

In questa cartella vengono richieste le caratteristiche dei materiali:

- Coefficiente di omogeneizzazione.
- Classe del calcestruzzo.
- Tipo di acciaio utilizzato.

Inoltre, se l'opzione Modalità Tensioni non è impostata su Automatico, verranno richiesti:

- La tensione ammissibile del calcestruzzo.
- La tensione ammissibile del ferro.
- La tensione tangenziale minima del calcestruzzo al disotto della quale non è necessario armare a taglio.
- La tensione tangenziale limite del calcestruzzo che non deve essere superata nella verifica a solo taglio.
- La tensione tangenziale limite del calcestruzzo che non deve essere superata qualora sia presente taglio e torsione.

Dati Elastici	Campate	Appoggi	Tipo Carichi	Distribuiti	Concentrati	Coppie
Trave						
Numero di campate:		<input type="text" value="2"/>				
Copriferro:		<input type="text" value="2"/> [cm]				
Calcestruzzo						
Classe del calcestruzzo:		<input type="text" value="C25/30"/>				
Resistenza caratteristica cubica (R _{ck}):		<input type="text" value="300"/> [daN/cm ²]				
Resistenza di calcolo:		<input type="text" value="141,1"/> [daN/cm ²]				
Resistenza di calcolo tangenziale:		<input type="text" value="11,94"/> [daN/cm ²]				
Resistenza di calcolo a trazione:		<input type="text" value="30,7"/> [daN/cm ²]				
Acciaio						
Tipo di acciaio:		<input type="text" value="B450C"/>				
Resistenza caratteristica di snervamento:		<input type="text" value="4500"/> [daN/cm ²]				
Resistenza di calcolo:		<input type="text" value="3913,04"/> [daN/cm ²]				
Coefficiente di omogeneizzazione:		<input type="text" value="15"/>				

Fig. 6.3 - Scheda Dati Elastici.

6.2.2 Dati Geometrici e Peso Proprio

In questa cartella vanno inseriti per ogni campata le caratteristiche geometriche ed il peso proprio:

- Luce: distanza tra due appoggi.
- Peso Proprio: peso di un metro di trave. Se l'opzione Modalità Carichi è impostata su Automatico, il campo non è editabile e il programma valuta automaticamente il peso proprio sulla base dei dati della sezione per quella campata.
- Base Anima: per sezioni a T è il valore della base minore; per sezioni rettangolari può essere posto pari a zero oppure pari alla base maggiore indifferentemente.
- Base Maggiore: rappresenta il valore della base maggiore.
- Altezza Ala: per sezioni a T è lo spessore dell'ala; per sezioni rettangolari può essere posto pari a zero oppure pari all'altezza totale indifferentemente.

Dati Elastici **Campate** Appoggi Tipo Carichi Distribuiti Concentrati Coppie

Dati Geometrici e Peso Proprio

Camp. n.	Luce [cm]	Peso perm. G1 [daN/m]	Peso perm. G2 [daN/m]	Base Anima [cm]	Base Maggiore [cm]	Altezza Ala [cm]	Altezza Totale [cm]
sb. sx	0	0	0	0	0	0	0
1	300	390	0	60	60	26	26
2	400	375	0	30	30	50	50
sb. dx	0	0	0	0	0	0	0

Base minore campata 2

Selezione celle: D3:D3

Copia
Incolla
Cancella
Annulla

Fig. 6.4 - Scheda Campate.

6.2.3 Definizione Appoggi

In questa cartella vanno inseriti il nome e le dimensioni degli appoggi:

- Denominazione: carattere alfanumerico atto a descrivere il singolo appoggio.
- Larghezza Appoggio: ingombro del pilastro.

Dati Elastici **Campate** **Appoggi** Tipo Carichi Distribuiti Concentrati Coppie

Definizione Appoggi

Appoggio n.	Denominazione	Larghezza Appoggio [cm]
1	A	30
2	B	30
3	C	40

Denominazione appoggio 1

Selezione celle: A1:A1

Copia
Incolla
Cancella
Annulla

Fig. 6.5 - Scheda Appoggi.

6.2.4 Tipo di Carichi

In questa cartella è possibile inserire il tipo ed il numero di carichi che si desidera assumere per ogni campata:

- Carichi Distribuiti: numero di carichi distribuiti di tipo lineare che si prevedono per la campata.
- Carichi Concentrati: numero di carichi concentrati che si prevedono per la campata.
- Coppie: numero di coppie concentrate che si prevedono per la campata.

Campata n.	Carichi Distribuiti	Carichi Concentrati	Coppie
1	1	1	
2	1		1

Fig. 6.6 - Scheda Tipo Carichi.

6.2.5 Carichi Distribuiti

In questa cartella, se abilitata, vanno definiti i carichi distribuiti per ogni campata.

Tali carichi devono essere di tipo lineare (rettangolari, trapezoidali, triangolari) e possono avere qualsiasi ampiezza ed occupare qualsiasi posizione:

- Carico Iniziale: valore iniziale del carico distribuito previsto per la campata.
- Carico Finale: valore finale del carico distribuito previsto per la campata.
- Distanza da sinistra: ascissa, dall'appoggio sinistro, alla quale il carico inizia ad essere presente.
- Ampiezza: porzione della luce sulla quale agisce il carico.

Dati Elastici Campate Appoggi Tipo Carichi **Distribuiti** Concentrati Coppie

Carichi Distribuiti

Luce (cm) = 300

Camp. n.	Carico n.	Carico Iniziale [daN/m]	Carico Finale [daN/m]	Distanza da Sinistra [cm]	Ampiezza [cm]	Codice Carico	Favorevole alle verifiche
1	1	1000	1500	0	300	2	
2	1	800	800	0	400	2	

Valore iniziale del carico distribuito n. 1 sulla campata 1.
 Il carico è positivo se verso il basso.

Selezione celle: **A1:A1**

Fig. 6.7 - Scheda Carichi Distribuiti.

6.2.6 Carichi Concentrati

In questa cartella, se abilitata, vanno definiti i carichi concentrati per ogni campata:

- Forza: valore della forza concentrata.
- Distanza da sinistra: ascissa, dall'appoggio sinistro, alla quale la forza è applicata.

Dati Elastici Campate Appoggi Tipo Carichi Distribuiti **Concentrati** Coppie

Carichi Concentrati

Luce (cm) = 300

Camp. n.	Carico n.	Forza [daN]	Distanza da Sinistra [cm]	Codice Forza	Favorevole alle verifiche
1	1	400	120	5	

Forza concentrata n. 1 sulla campata 1.
 La forza è positiva se verso il basso.

Selezione celle: **A1:A1**

Fig. 6.8 - Scheda Carichi Concentrati.

6.2.7 Coppie Concentrate

In questa cartella, se abilitata, vanno definiti i momenti applicati per ogni campata:

- Coppia: valore della coppia concentrata.
- Distanza da sinistra: ascissa, dall'appoggio sinistro, alla quale la coppia è applicata.

Luce (cm) = 400

Camp. n.	Carico n.	Coppia [daNm]	Distanza da Sinistra [cm]	Codice Coppia	Favorevole alle verifiche
2	1	500	250	1	

Coppia applicata n. 1 sulla campata 2.
La coppia è positiva se oraria.

Selezione celle: A1:A1

Fig. 6.9 - Scheda Coppie Concentrate.

6.2.8 Risultati dell'elaborazione

Nella relazione sono evidenziati oltre ai dati elastici e geometrici:

- I valori caratteristici e di calcolo dei carichi per elaborazioni eseguite con il metodo degli stati limite.
- Le caratteristiche della sollecitazione Momento flettente e Taglio per un numero di sezioni preimpostato e per ogni condizione di carico.
- Le sollecitazioni massime in campata e sugli appoggi.
- L'abbassamento massimo.
- L'area di ferro longitudinale principale massima necessaria.
- L'area di ferro longitudinale di parete massima necessaria.
- Il diametro e il passo minimo per le staffe.
- Le tensioni massime nel cls e nel ferro in campata e sugli appoggi.
- L'area di ferro longitudinale necessaria superiormente ed inferiormente.
- Il prospetto di tutte le armature consigliate con riferimento ai minimi diametri preimpostati.

6.3 Opzioni Trave Continua

Per accedere alle Opzioni Trave Continua, cliccare sull'icona  sulla barra degli Strumenti oppure dalla barra Menù selezionare Opzioni e poi Trave Continua o ancora premendo il tasto visualizzato nel campo Carico Permanente in modalità automatico.

6.3.1 Sezione Armatura

- Diametro minimo armatura principale. Immettendo un valore compreso tra 5 e 30 si impone al programma di valutare la scelta dei diametri da utilizzare per l'armatura longitudinale principale a partire da quello indicato.
- Diametro minimo ferri di parete. Immettendo un valore compreso tra 5 e 30 si impone al programma di valutare la scelta del diametro da utilizzare per eventuali ferri di parete a partire da quello indicato.
- Diametro minimo armatura a staffe. Immettendo un valore compreso tra 5 e 26 si impone al programma di valutare la scelta del diametro da utilizzare per le staffe a partire da quello indicato.
- Passo minimo delle staffe. Distanza minima che si vuole assegnare tra due staffe consecutive (valore compreso tra 5 e 33 cm).
- Ancoraggio longitudinale. Lunghezza di ancoraggio da adottare per i ferri diritti superiori ed inferiori e per i cavallotti.
- Piega estremità. Lunghezza da adottare per le estremità dei ferri diritti superiori ed inferiori e dei cavallotti secondo il modello scelto nel menu a tendina proposto.
- Ancoraggio staffa. Lunghezza di ancoraggio delle estremità delle staffe.
- Taglio affidato ai ferri di parete. Percentuale del taglio da affidare ai ferri di parete con valore limite pari al 50%.
- Taglio affidato ai sagomati. Percentuale del taglio affidato a ferri sagomati con valore limite pari al 40%.

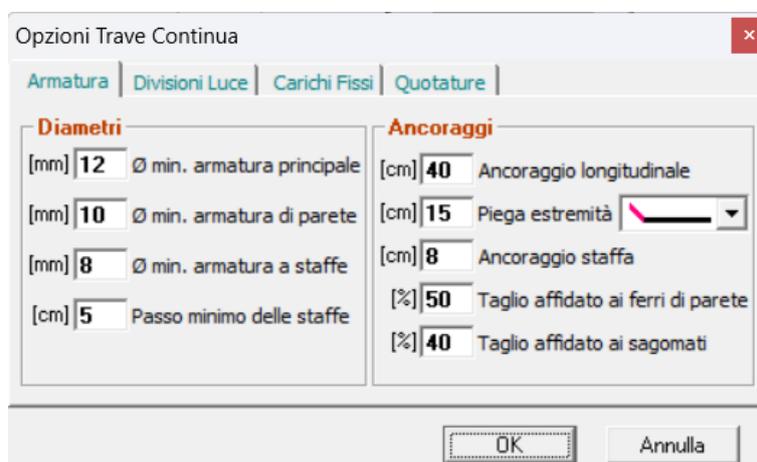


Fig. 6.10 - Finestra opzioni, scheda Armatura.

6.3.2 Sezione Divisioni campata

Numero di divisioni da elaborare. Indica il numero delle parti in cui suddividere la luce della scala e per le quali poter disporre delle caratteristiche della sollecitazione nella relazione.

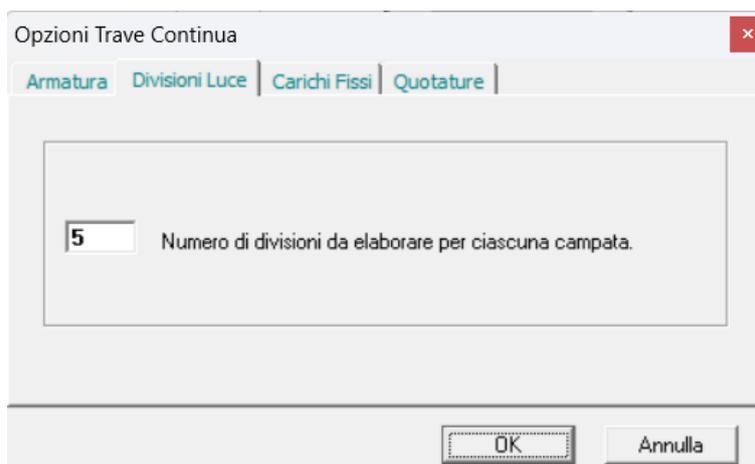


Fig. 6.11 - Finestra opzioni, scheda Divisioni Luce.

6.3.3 Sezione Carichi Fissi

Incidenza Muratura. Spuntando questa voce si abilita l'inserimento del sovraccarico dovuto alla presenza della muratura. Successivamente è possibile scegliere di inserire le dimensioni ed il peso specifico del muro o, in alternativa, direttamente il valore del carico distribuito.

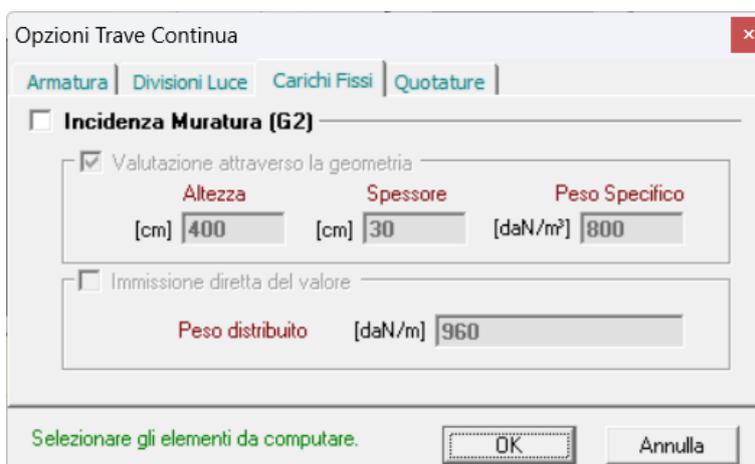


Fig. 6.12 - Finestra opzioni, scheda Carichi Fissi.

6.3.4 Sezione Quotature

- Altezza del font per i titoli. Altezza da dare al font per il testo nelle intestazioni.
- Altezza del font per le indicazioni. Altezza da dare al font per il testo nelle indicazioni.
- Altezza del font per quotatura ferri. Altezza da dare al font per il testo nelle intestazioni.

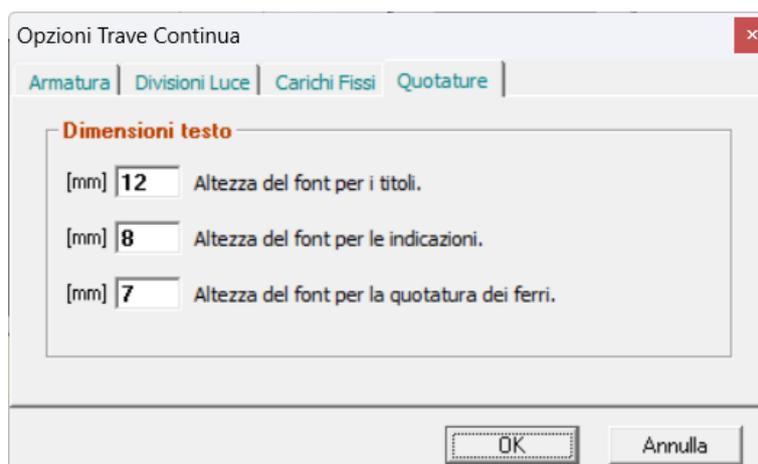


Fig. 6.13 - Finestra opzioni, scheda Quotature.

6.4 Diagrammi e schemi di carico

Premendo il tasto Diagrammi della barra degli strumenti (oppure facendo clic sulla voce Diagrammi del Menu Vista) si apre una finestra divisa in tre riquadri. Sulla sinistra sono rappresentati gli schemi di carico che producono le sollecitazioni massime. Nella parte alta è riprodotto il diagramma involuppo dei momenti flettenti e, al passaggio del mouse, vengono evidenziati l'ascissa misurata a partire dall'appoggio di sinistra ed il valore del momento. In basso è rappresentato il diagramma del taglio con analoghe caratteristiche descritte per il momento.

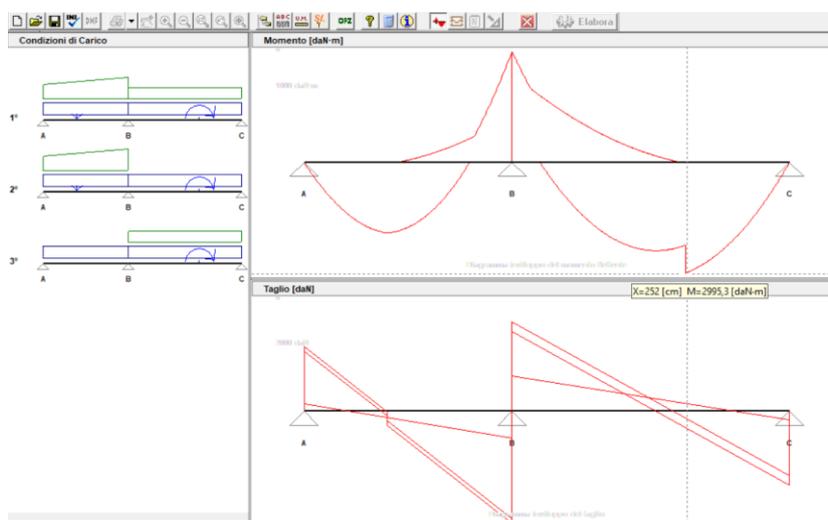


Fig. 6.14 - Finestra diagrammi e schemi di carico.

6.5 Armatura

Dopo l'immissione dei dati della struttura, all'avvio dell'elaborazione, viene richiesto di scegliere tra la predisposizione del tutto automatica delle armature necessarie e la possibilità di gestire i ferri secondo le proprie esigenze.

6.5.1 La finestra di interfaccia delle armature

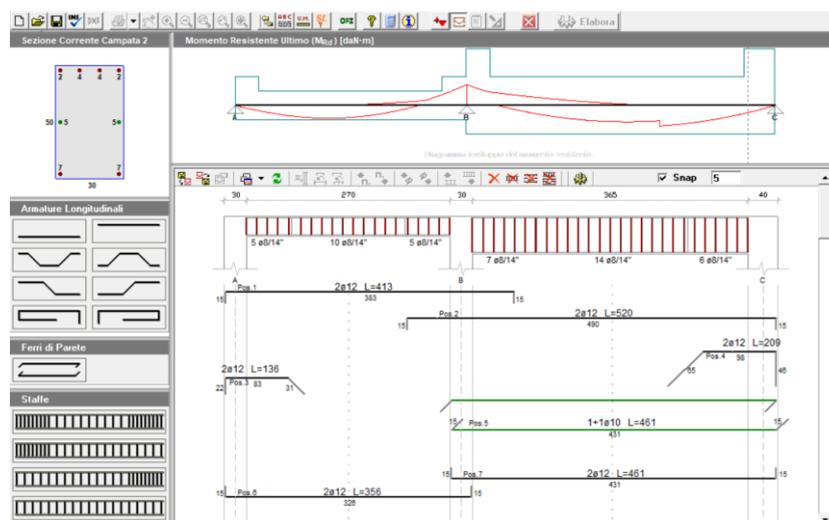


Fig. 6.15 - Finestra di interfaccia delle armature della trave continua.

L'interfaccia permette di analizzare e/o modificare le armature e comprende:

- la finestra principale dove, oltre alla sezione longitudinale della trave, sono disegnati i ferri con le loro quotature;
- tre finestre laterali dalle quali si selezionano i ferri longitudinali, i ferri di parete e le staffe da inserire nella trave;
- una finestra superiore dove, ad ogni clic del mouse, si alternano le visualizzazioni della distinta staffe, del diagramma del momento e del taglio con sovrapposizione dei rispettivi valori resistenti;
- una finestra nell'angolo superiore sinistro dove è visibile, in modo interattivo, la sezione della trave con quote e posizione dei ferri, relativa alla posizione corrente del mouse nella finestra principale.

6.5.2 Predisposizione automatica delle armature

In fase di elaborazione dei dati introdotti per la trave, rispondere affermativamente alla richiesta di scegliere il tipo di inserimento automatico per le armature. Le armature vengono individuate a partire dai valori massimi delle caratteristiche di sollecitazione. La scelta dei diametri (al massimo due) viene eseguita a partire dal diametro minimo indicato nelle opzioni del modulo.

6.5.3 Disposizione manuale e modifica delle armature

Scegliendo di personalizzare le armature basta selezionare con il tasto sinistro del mouse le armature desiderate, trascinarle nel punto voluto e rilasciare il tasto del puntatore. Dalla finestra delle proprietà che appare a questo punto, si possono effettuare tutte le scelte inerenti al ferro.

- **Introdurre un ferro longitudinale.** Nella finestra Armature Longitudinali sono elencati 8 tipi di ferro longitudinale che è possibile inserire nella trave. Ogni tipo di ferro è rappresentato da un'icona che lascia intendere quale sia la sua morfologia e la posizione che prenderà all'interno della trave. Sono disponibili due ferri dritti (inferiore e superiore), quattro piegati e due sagomati a molla per gli sbalzi.
- **Introdurre un ferro di parete.** Nella finestra Ferri di Parete è raffigurata un'icona con la quale si possono inserire nella trave i ferri di parete utili per assorbire parte del taglio
- **Introdurre un blocco di staffe.** Nella finestra Staffe si hanno a disposizione 4 tipologie di icone il cui scopo è solo quello di migliorare e velocizzare l'inserimento delle staffe.
 - Disposizione differenziata agli estremi: questo tipologia consente di posizionare contemporaneamente tre blocchi di staffe, due in prossimità degli appoggi ed uno centrale in modo da poterne differenziare il passo e, allo stesso tempo, possano risultare contigui.
 - Disposizione differenziata a sinistra: in questo caso i blocchi introdotti sono due con quello più corto a sinistra.
 - Disposizione differenziata a destra: qui i blocchi introdotti sono ancora due con quello più corto a destra.
 - Disposizione uniforme: con questa scelta si ottiene un solo blocco uniforme che occupa l'intera campata.

Dopo aver effettuato la scelta desiderata e trascinato il mouse in corrispondenza della campata voluta, appare la finestra proprietà attraverso la quale si possono modificare i parametri relativi ad ogni ferro o gruppo di staffe prima di premere il tasto di conferma.

6.5.4 La barra delle armature

Sulla barra delle armature della finestra principale si trovano le icone che permettono una gestione agevole di alcune proprietà e funzioni dei ferri introdotti.



Fig. 6.16 - Barra delle armature.

-  Carica armatura ultimo salvataggio: se esistente, permette di caricare l'armatura precedentemente salvata eliminando quella corrente.

-  Salva armatura corrente: salva l'armatura disposta previo salvataggio della struttura.
-  Proprietà: visualizza la finestra Proprietà del ferro selezionato.
-  Finestra grafici → Momento resistente: visualizza nella finestra superiore il diagramma del momento flettente e aggiorna quello resistente.
-  Finestra grafici → Taglio resistente: visualizza nella finestra superiore il diagramma del taglio e aggiorna quello resistente.
-  Finestra grafici → Distinta staffe: visualizza nella finestra superiore la distinta delle staffe per ogni campata.
-  Aggiorna finestra grafici: aggiorna la visualizzazione corrente della finestra superiore.
-  Allinea al copriferro: adegua l'altezza del blocco di staffe selezionato alla campata corrente e lo riposiziona rispettando il copriferro.
-  Allinea agli appoggi: estende le estremità del ferro selezionato fino agli assi degli appoggi della campata corrente.
-  Centra sull'appoggio: sposta il ferro selezionato fino a centrarlo sull'appoggio prossimo al puntatore.
-  n. Aumenta numero ferri: aumenta il numero di ferri rappresentato dal ferro selezionato.
-  n. Riduci numero ferri: riduce il numero di ferri rappresentato dal ferro selezionato.
-  ϕ Aumenta diametro: aumenta il diametro del ferro selezionato.
-  ϕ Riduci diametro: riduce il diametro del ferro selezionato.
-  Aumenta passo staffe: aumenta il passo del blocco di staffe selezionato.
-  Riduci passo staffe: riduce il passo del blocco di staffe selezionato.
-  Elimina selezione: elimina il ferro selezionato.
-  Elimina staffe: permette di eliminare tutti i blocchi di staffe presenti.
-  Elimina longitudinali: permette di eliminare tutti i ferri longitudinali presenti.
-  Elimina tutto: elimina sia i ferri longitudinali che i blocchi di staffe presenti.
-  Aggiorna calcoli: riesegue le verifiche necessarie dopo una variazione delle armature.

-  permette, se attivato, spostamenti del mouse su una griglia con passo indicato a fianco.

6.5.5 Funzioni sulla barra di stato

Sulla barra di stato, nella parte bassa dello schermo, sono presenti un campo che indica lo stato attuale dello SNAP (ON/OFF) ed un campo che indica lo stato attuale della funzione ORTHO (ON/OFF). Lo stato di queste funzioni può essere cambiato facendo un doppio clic sul campo medesimo.



Fig. 6.17 - Funzioni sulla barra di stato

Con la funzione ORTHO si limita il puntatore a spostamenti solo orizzontali o verticali. Tale funzione si rende utile per spostare un ferro senza perdere l'allineamento oppure per ottenere uno stiramento del ferro lungo il suo asse.

6.5.6 Finestra proprietà dei ferri longitudinali

La visualizzazione della finestra delle proprietà di un ferro si attiva ad ogni nuovo inserimento di armatura. Per visualizzare o modificare le proprietà di un ferro già introdotto si può procedere in due modi:

- selezionare un ferro e premere il tasto Proprietà sulla barra delle armature;
- posizionare il puntatore su un ferro, premere il tasto destro del mouse e selezionare la voce di menù Proprietà.

Fig. 6.18 - Finestra proprietà delle armature longitudinali.

La finestra delle proprietà consente di configurare o modificare le caratteristiche di un ferro.

- Posizione e denominazione del ferro: indicano la posizione che il ferro occupa nella lista dei ferri e la tipologia del ferro selezionato.
- Numero dei ferri e diametro: il diametro ed il numero di ferri rappresentati da quello selezionato.
- Lunghezza principale e riferimento: da due liste a discesa si possono selezionare la lunghezza principale espressa in termini di campata ed il riferimento a partire dal quale va valutata la lunghezza stessa (es.: se le scelte fatte fossero 1+1/4 di campata e da sinistra, avremmo, partendo da sinistra, una lunghezza principale pari alla luce della campata corrente più un quarto della luce della campata successiva). In fase di inserimento di un nuovo ferro, viene proposta una lunghezza iniziale pari alla luce della campata corrente e che potrà essere modificata sia operando una scelta diversa dalla lista e sia intervenendo sulla scheda Geometria descritta in seguito. Nel caso in cui la lunghezza principale venga assegnata tramite la scheda Geometria, i due campi predisposti risulteranno vuoti.
- Lunghezza di ancoraggio: è la lunghezza in aggiunta a quella principale e della quale non se ne tiene conto nelle verifiche e nella definizione dei diagrammi resistenti. questo parametro può essere inserito in duplice modo:

- esprimendolo in centimetri;
 - esprimendolo in numero di diametri.
- Scheda Estremità. In questa scheda vanno inseriti il tipo di estremità sia destra che sinistra da selezionare da un elenco a discesa ed i valori come indicato nell'immagine di fig. 6.18.

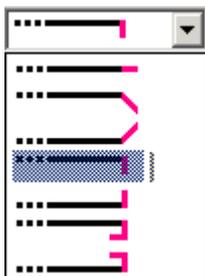


Fig. 6.19 - Tipi di estremità per le armature longitudinali.

- Scheda Geometria. In questa sezione è possibile modificare il punto di inserimento del ferro (estremo di sinistra) attraverso le coordinate X e Y e la geometria mediante una tabella dove il ferro viene suddiviso in singoli tratti ad ogni deviazione lungo il suo sviluppo. Per ogni tratto si possono modificare la lunghezza assoluta del tratto stesso e/o le proiezioni sugli assi x e y mentre la colonna relativa all'inclinazione del tratto è solo di tipo informativo. Il tratto interessato dalla modifica viene evidenziato in rosso.

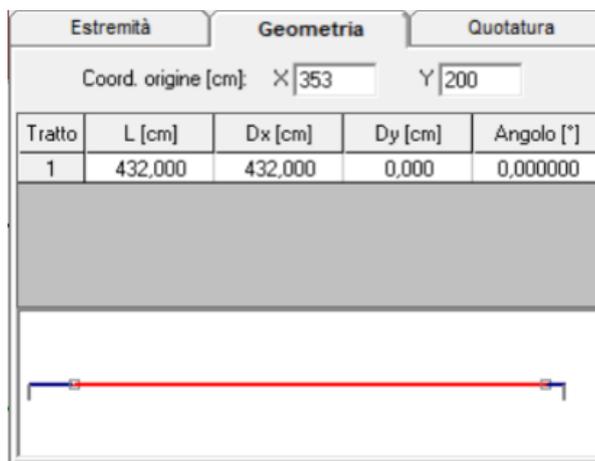


Fig. 6.20 - Scheda di modifica della geometria del ferro longitudinale.

- Scheda Quotatura. In questa scheda è possibile selezionare il font ed il colore per le varie visualizzazioni delle quote in prossimità del ferro nonché decidere se mostrare:
- la scritta **Pos.** seguita da un numero identificativo;
 - la scritta **inf, sup, par** ad indicare la posizione del tratto (inferiore, superiore o intermedia per ferri di parete). - Solo per i moduli ScaRam e ScaGin -;
 - la lunghezza totale del ferro comprendente le lunghezze di ancoraggio e le estremità;
 - il numero dei ferri ed il diametro;
 - le quotature parziali dei singoli tratti.

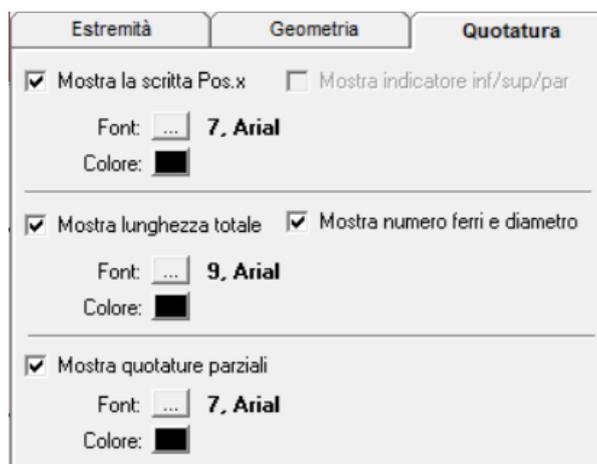


Fig. 6.21 - Scheda di modifica delle quotature del ferro longitudinale.

6.5.7 Finestra proprietà delle staffe

La visualizzazione della finestra proprietà delle staffe si attiva ad ogni nuovo inserimento di armatura. Per visualizzare o modificare le proprietà di un blocco staffe già introdotto si può procedere in due modi:

- selezionare il blocco e premere il tasto Proprietà sulla barra delle armature;
- posizionare il puntatore su un blocco staffe, premere il tasto destro del mouse e selezionare la voce di menù Proprietà.

La finestra delle proprietà consente di configurare o modificare le caratteristiche di uno o più gruppi di staffe.

- Scheda Blocchi. Ogni qualvolta si introducono uno o più gruppi di staffe si visualizza questa scheda dove risultano abilitate solo le sezioni relative ai blocchi immessi. Se invece si sta modificando un gruppo di staffe già presenti, nella scheda si visualizza una sola sezione denominata *Definizione Blocco*. Per ogni sezione sono definibili le caratteristiche del blocco.
 - Diametro \emptyset : diametro delle staffe del blocco.
 - Origine: ascissa, valutata rispetto al bordo sinistro della finestra principale, alla quale ha inizio il blocco.
 - Ampiezza: dimensione del blocco lungo l'asse della campata.
 - Bracci: numero di bracci delle staffe (2 o 4).
 - Passo: distanza tra due staffe nella direzione del blocco.

Armatura Staffe - Campata 1

Blocchi | Staffa | Quotatura

Blocco Sinistro Ø 8

Origine 15 cm Ampiezza 60 cm

Bracci 2 Passo 15 cm

Blocco Centrale Ø 8

Origine 75 cm Ampiezza 150 cm

Bracci 2 Passo 20 cm

Blocco Destro Ø 8

Origine 225 cm Ampiezza 60 cm

Bracci 2 Passo 15 cm

OK Annulla

Fig. 6.22 - Scheda Blocchi della finestra proprietà staffe.

- Scheda Staffa. In questa scheda è visibile una configurazione interattiva delle staffe ed è possibile modificare, oltre alla lunghezza di ancoraggio delle estremità, il tipo di chiusura potendo scegliere tra:
 - Chiusura a 45°: le estremità sono inclinate di 45°.
 - Chiusura a uncino: le estremità sono raccordate a forma di uncino.
 - Chiusura a cappello: la staffa è composta da due elementi distinti a forma di U che, sovrapposti, chiudono la staffa.

Armatura Staffe - Campata 1

Blocchi | Staffa | Quotatura

Chiusura a 45°

Chiusura a uncino

Chiusura a cappello

L Ancoraggio 8 cm

Diagram showing a staffa with a 45-degree angle and a label L_A .

OK Annulla

Fig. 6.23 - Scheda Staffe della finestra proprietà staffe.

- Scheda Quotatura. In questa scheda è possibile selezionare il font ed il colore per le varie visualizzazioni delle quote in prossimità del blocco staffe e selezionare gli elementi da mostrare:
 - Mostra la scritta Pos.x: fa vedere, in prossimità del gruppo o della staffa, la scritta Pos. seguita da un numero identificativo sia nella finestra principale che nella finestra staffe e di conseguenza nei disegni esecutivi.
 - Mostra numero staffe e diametro del blocco: fa vedere il numero di staffe presenti nel blocco ed il diametro.
 - Mostra lunghezza staffa: fa vedere la lunghezza totale della staffa comprendente le lunghezze di ancoraggio agli estremi.
 - Mostra quotature parziali staffa: fa vedere le quotature parziali dei singoli tratti della staffa.

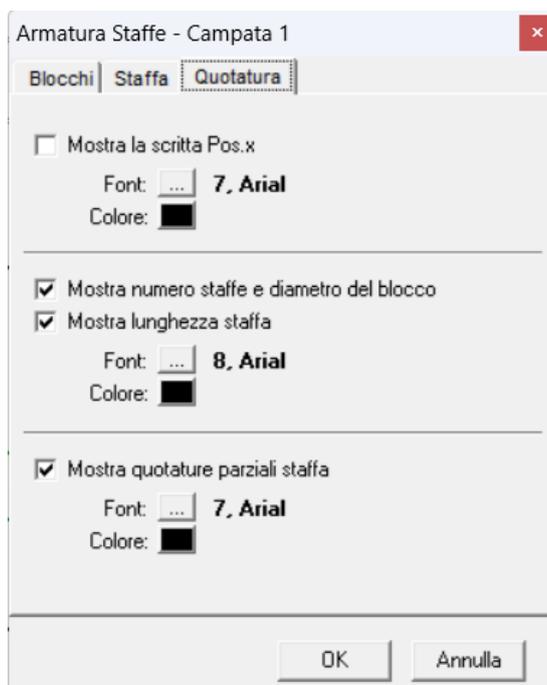


Fig. 6.24 - Scheda quotatura della finestra proprietà staffe.

6.5.8 Modificare senza la finestra proprietà

Alcune caratteristiche del ferro possono essere modificate senza l'ausilio della finestra proprietà.

- Punto origine: selezionare il ferro o il gruppo staffe e, tenendo premuto il tasto sinistro del mouse, trascinare la selezione nel punto voluto. In alternativa, dopo la selezione si possono utilizzare i tasti direzionali della tastiera. In entrambi i casi il

movimento avviene lungo una griglia definita con la funzione SNAP e può essere vincolato dalla funzione ORTHO.

- Numero di ferri: selezionare il ferro con il mouse e, sulla barra delle armature, premere il tasto  una sola volta per aumentare il numero di ferri di una unità, invece il tasto  per ridurlo. Lo stesso risultato si ha premendo il tasto destro del mouse quando è posizionato sopra al ferro e scegliere Aumenta numero ferri oppure Riduce numero ferri dal menù che appare.
- Diametro: selezionare il ferro o il gruppo staffe e, sulla barra delle armature, premere il tasto  per aumentare il diametro ed il tasto  per diminuirlo. Anche in questo caso si può usare il tasto destro del mouse e quindi selezionare Aumenta diametro ferro/staffe oppure Riduce diametro ferro/staffe per ottenere lo stesso effetto.
- Allinea agli appoggi: per riposizionare un ferro in modo da estendere gli estremi fino agli assi degli appoggi della campata corrente, premere il tasto  sulla barra delle armature oppure scegliere Allinea agli appoggi dal menu che appare premendo il tasto destro.
- Centra sull'appoggio: per riposizionare un ferro in modo da risultare centrato sull'appoggio più vicino al puntatore, premere il tasto  sulla barra delle armature oppure scegliere Centra sull'appoggio dal menu che appare premendo il tasto destro.
- Allinea al copriferro: per adeguare l'altezza del blocco di staffe selezionato alla campata corrente e riposizionarlo rispettando il copriferro, premere il tasto  sulla barra delle armature oppure scegliere Allinea al copriferro dal menu che appare premendo il tasto destro del mouse.
- Allinea ai pilastri: per estendere il blocco di staffe selezionato al filo dei pilastri della campata corrente, premere il tasto  sulla barra delle armature oppure scegliere Allinea al filo pilastri dal menu che appare premendo il tasto destro del mouse.
- Elimina selezione: elimina il ferro o il blocco staffe selezionato se viene premuto il tasto  sulla barra delle armature oppure selezionando Elimina ferro o Elimina gruppo staffe dal menù tasto destro del mouse.
- Elimina staffe: elimina in modo permanente tutti i gruppi di staffe quando viene premuto il tasto  sulla barra delle armature.
- Elimina longitudinali: elimina in modo permanente tutti i ferri quando viene premuto il tasto  sulla barra delle armature.
- Elimina tutto: elimina in modo permanente tutti i ferri longitudinali e tutte le staffe quando viene premuto il tasto  sulla barra delle armature.
- Modifica geometria di un ferro: con il solo uso del mouse e con l'aiuto delle funzioni SNAP e ORTHO si può modificare nel modo voluto la lunghezza di un singolo tratto del ferro. Al momento della selezione, sugli estremi di ogni singolo tratto del ferro

appaiono delle maniglie di colore grigio; facendo doppio clic su una maniglia, questa assume il colore rosso. A questo punto cliccando su una maniglia diversa da quella selezionata e trascinando il mouse col tasto sinistro premuto, l'effetto sarà quello di uno stiramento del solo tratto attiguo alla maniglia rossa e dalla parte del puntatore.

- Modifica geometria di un gruppo staffe: dopo aver impostato nel modo voluto le funzioni SNAP e ORTHO, selezionare con il mouse un blocco di staffe. Al momento della selezione, su ogni angolo del blocco appaiono delle maniglie di colore grigio; facendo doppio clic su una maniglia di un lato, entrambe le maniglie di quel lato assumono il colore rosso. A questo punto cliccando su una maniglia dell'altro lato e trascinando il mouse col tasto sinistro premuto, l'effetto sarà quello di uno stiramento del blocco ed il valore del passo del nuovo blocco sarà uguale a quello preesistente.

6.6 Esempio di calcolo di trave continua

Calcolo e verifica agli Stati Limite di una trave continua in c.a. a due campate di sezione $70 \times 24 \text{ cm}$ e $30 \times 40 \text{ cm}$.

Sono utilizzati calcestruzzo di classe Rck 250 e barre del tipo Feb44k.

ELABORATI GRAFICI PRODOTTI:

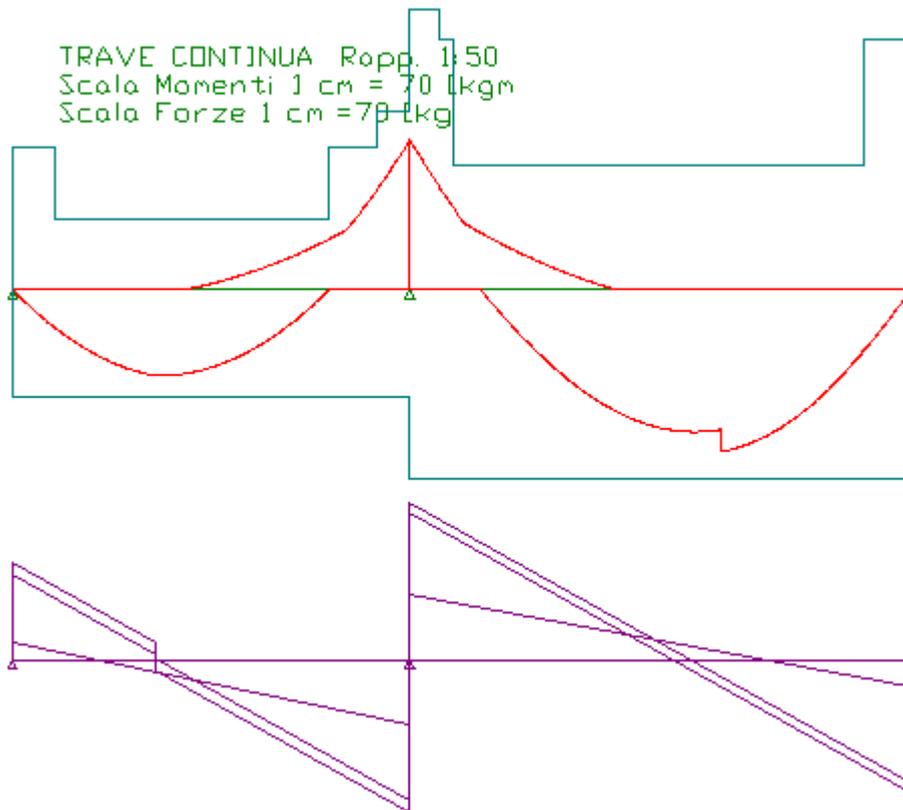


Fig. 6.25 - Involuppo dei diagrammi di momento e taglio.

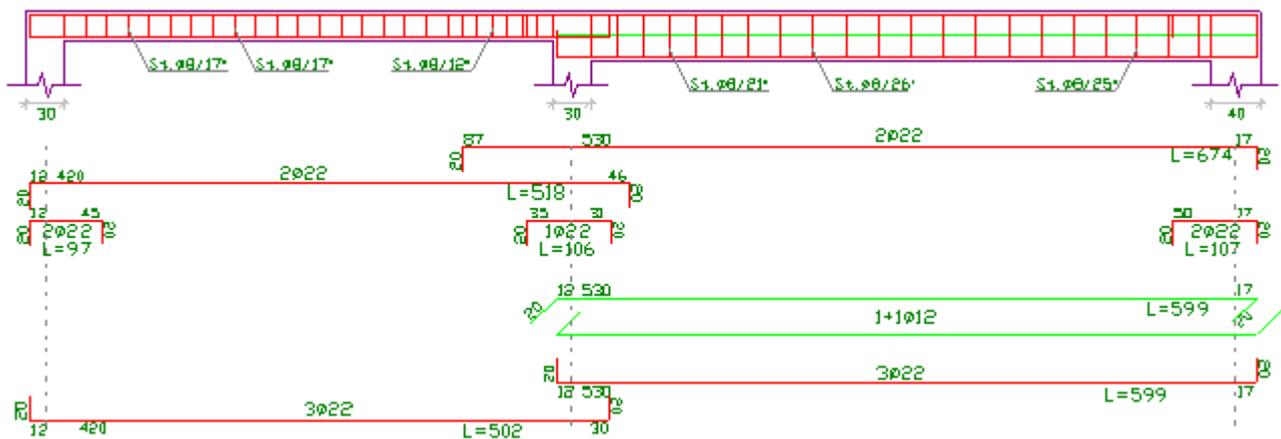


Fig. 6.26 - Sezione longitudinale della trave e distinta armatura.

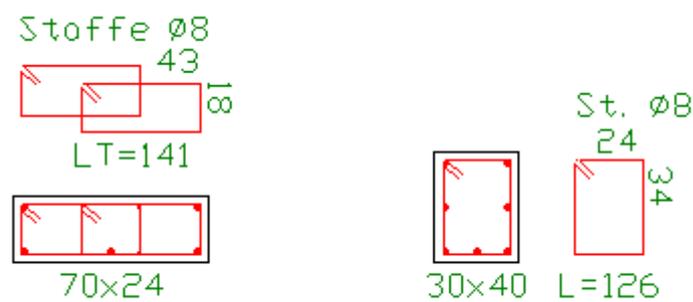


Fig. 6.27 - Sezioni e distinta staffe.

RELAZIONE DI CALCOLO

TRAVE CONTINUA IN C.A.

Metodo di verifica: Stati Limite

DATI GEOMETRICI ED ELASTICI

Numero di campate		2
Coeff. di omogeneizzazione		15
Copriferro	[cm]	3
Classe di resistenza del calcestruzzo (R_{ck})	[kg/cm ²]	250
Resistenza caratteristica del cls (f_{ck})	[kg/cm ²]	207,5
Resistenza di calcolo del cls ($\alpha \cdot f_{cd}$)	[kg/cm ²]	110,2
Resistenza tangenziale di calcolo (τ_{Rd})	[kg/cm ²]	2,52
Resistenza a trazione per flessione (f_{ctk})	[kg/cm ²]	19,4
Tipo di acciaio		Fe B44k
Tensione caratteristica di snervamento (f_{yk})	[kg/cm ²]	4300
Resistenza di calcolo dell'acciaio (f_{yd})	[kg/cm ²]	3739,1

GEOMETRIA SEZIONI

Campata n.	Luce [cm]	B.Min [cm]	B.Mag. [cm]	H.Ala [cm]	H.Tot. [cm]	Inerzia [m ⁴]
1	420	70	70	24	24	0,000806
2	530	30	30	40	40	0,001600

VALORI CARATTERISTICI DELLE AZIONI

CAMPATA N. 1

Carico Distribuito n. - Tipo	Valore Iniziale [kg/m]	Valore Finale [kg/m]	Distanza da Sin. [cm]	Ampiezza [cm]
1 - Fisso(G_k)	1060	1060	0	420
2 - Fisso(G_k)	1100	1100	0	420
3 - Var. (Q_{k1})	635	635	0	420

Forza Concentrata n. - Tipo	Valore [kg]	Distanza da Sin. [cm]
1 - Fisso(G_k)	850	150

CAMPATA N. 2

Carico Distribuito n. Tipo	Valore Iniziale [kg/m]	Valore Finale [kg/m]	Distanza da Sin. [cm]	Ampiezza [cm]
1 - Fisso(G_k)	300	300	0	530
2 - Fisso(G_k)	1300	1300	0	530
3 - Var. (Q_{k1})	500	1500	150	300

Coppia Concentrata	Valore	Distanza da Sin.
n. Tipo	[kg]	[cm]
1 - Fisso(G_k)	1200	330

VALORI DI CALCOLO DELLE AZIONI PER S.L.U.

CAMPATA N. 1

Carico Distribuito	Valore Iniziale	Valore Finale	Distanza da Sin.	Ampiezza
n. Tipo	[kg/m]	[kg/m]	[cm]	[cm]
1 - Fisso(G_d)	1484	1484	0	420
2 - Fisso(G_d)	1540	1540	0	420
3 - Var. (Q_{d1})	953	953	0	420

Forza Concentrata	Valore	Distanza da Sin.
n. Tipo	[kg]	[cm]
1 - Fisso(G_d)	1190	150

CAMPATA N. 2

Carico Distribuito	Valore Iniziale	Valore Finale	Distanza da Sin.	Ampiezza
n. Tipo	[kg/m]	[kg/m]	[cm]	[cm]
1 - Fisso(G_d)	420	420	0	530
2 - Fisso(G_d)	1820	1820	0	530
3 - Var. (Q_{d1})	750	2250	150	300

Coppia Concentrata	Valore	Distanza da Sin.
n. Tipo	[kg]	[cm]
1 - Fisso(G_d)	1680	330

CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI

Sezione [m]	Momento [kgm]	Taglio [kg]
-------------	---------------	-------------

Condizione di carico n. 1:

campata 1

0,00	0,0	6534,6
1,05	4669,3	2359,3
2,10	4240,5	-3006,0
3,15	-1107,9	-7181,4

4,20	-10840,4	-11356,7
campata 2		
0,00	-10840,4	10355,9
1,33	914,9	7387,9
2,65	8114,8	3226,8
3,98	7933,0	-3615,8
5,30	0,0	-7696,1

Condizione di carico n. 2:

campata 1		
0,00	0,0	7589,7
1,05	5777,2	3414,4
2,10	6456,3	-1950,9
3,15	2215,8	-6126,2
4,20	-6408,8	-10301,6
campata 2		
0,00	-6408,8	2322,2
1,33	-3700,5	1765,7
2,65	-1729,7	1209,2
3,98	-496,2	652,7
5,30	0,0	96,2

Condizione di carico n. 3:

campata 1		
0,00	0,0	1448,5
1,05	702,9	-109,7
2,10	-230,3	-1667,9
3,15	-2799,6	-3226,1
4,20	-7005,0	-4784,3
campata 2		
0,00	-7005,0	9632,2
1,33	3791,4	6664,2
2,65	10032,5	2503,1
3,98	8891,9	-4339,4
5,30	0,0	-8419,8

VERIFICA SEZIONI MAGGIORMENTE SOLLECITATE

Verifica allo S.L.U.

Momento massimo positivo (campata 2)	[kgm]	10883,5
Armatura necessaria inferiore	[cm ²]	8,7 (3ø20)

Armatura superiore	[cm ²]	6,3 (2ø20)
Asse neutro (x/d = 0,19 < 0,45)	[cm]	7,1
Momento resistente ultimo (M _{Rd})	[kgm]	12025,8
Momento massimo negativo (appoggio B)	[kgm]	-10840,4
Armatura necessaria superiore	[cm ²]	15,3 (5ø20)
Armatura inferiore	[cm ²]	22,0 (7ø20)
Asse neutro (x/d = 0,24 < 0,45)	[cm]	9,0
Momento resistente ultimo (M _{Rd})	[kgm]	27798,9
Taglio massimo (appoggio B)	[kg]	11356,7
Armatura staffe a 4 bracci (campata 1)	[cm ² /m]	3,56 (ø8/17 cm)
Armatura ferri di parete	[cm ²]	6,8 (1+1ø22)
Resistenza a taglio del cls non armato (V _{Rd1})	[kg]	9018,1
Resistenza a taglio bielle di cls compresse (V _{Rd2})	[kg]	48613,4
Resistenza con armatura a taglio (V _{Rd3})	[kg]	58073,7

Verifica S.L.E. sez. appoggio B per comb. rara e quasi permanente

Momento massimo (comb. rara)	[kgm]	7614,4
Tensione nel cls (comb. rara) (σ _c)	[kg/cm ²]	53,9 < 124,5
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ _s)	[kg/cm ²]	1059,0 < 3010
Momento massimo (comb. quasi perm.)	[kgm]	6353,4
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ _c)	[kg/cm ²]	45,0 < 93,4
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ _s)	[kg/cm ²]	883,6 < 2150
Momento di fessurazione (comb. rara) (M _f)	[kgm]	796,4 < 7614,4
Ampiezza delle fessure (comb. rara) (W _k)	[mm]	0,04 < 0,3

Verifica S.L.E. sez. campata 2 per comb. rara e quasi permanente

Momento massimo (comb. rara)	[kgm]	7644,8
Tensione nel cls (comb. rara) (σ _c)	[kg/cm ²]	87,2 < 124,5
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ _s)	[kg/cm ²]	2453,3 < 3010
Momento massimo (comb. quasi perm.)	[kgm]	6378,7
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ _c)	[kg/cm ²]	72,7 < 93,4
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ _s)	[kg/cm ²]	2047,0 < 2150
Momento di fessurazione (comb. rara) (M _f)	[kgm]	934,7 < 7644,8
Ampiezza delle fessure (comb. rara) (W _k)	[mm]	0,10 < 0,3
Abbassamento max per comb. rara (camp.2)	[mm]	9,1
Abbassamento max per comb. quasi perm. (camp.2)	[mm]	7,7

PROSPETTO ARMATURE (con ferri dritti)

Camp.	Arm. inf.	Ferri Parete		Arm. sup.	Staffe		App.	Monconi
		sin	des		sin	des		
1	4ø20	---	---	2ø20	ø8/17" ø8/17"		A	2ø20
2	3ø20	2ø22	2ø22	2ø20	ø8/24" ø8/24"		B	1ø20
Sb. sin.	---	---	---	---	---		C	2ø20
Sb. des.	---	---	---	---	---			

COMPUTO MATERIALI

Lista Ferri Longitudinali

Pos.	Ø [mm]	L [cm]	n.	Ltot [cm]	Massa [kg]
1	20	538	2	1076	26,54
2	20	680	2	1360	33,54
3	20	140	2	280	6,91
4	20	234	1	234	5,77
5	20	179	2	358	8,83
6	22	584	2	584	34,85
7	20	474	4	1896	46,76
8	20	584	3	1752	43,21

Totali Longitudinali

	Ltot [m]	Massa [kg]
Totale Ferri Ø20	69,56	171,56
Totale Ferri Ø22	5,84	34,85

Lista Staffe

Pos.	Ø [mm]	L [cm]	n.	Ltot [cm]	Massa [kg]
9	8	274,67	6	1648	6,50
10	8	274,67	12	3296	13,01
11	8	274,67	6	1648	6,50
12	8	132,00	5	660	2,60
13	8	132,00	11	1452	5,73
14	8	132,00	5	660	2,60

Totali Staffe

	Ltot [m]	Massa [kg]
Totale Staffe Ø8	93,64	36,94

Armatura (Fe B 44 k controllato)	[kg]	244
Calcestruzzo (R _{ck} =250)	[m ³]	1,34
Percentuale di armatura in peso	[%]	7,26
Incidenza peso armatura sul volume cls	[kg/m ³]	181,39



sbalzo d'angolo

Capitolo

7

Questo modulo consente la progettazione di sbalzi d'angolo per solai in c.a. gettati in opera. Il programma esegue il dimensionamento della trave di contrappeso, e fornisce gli esecutivi di cantiere.

7.1 Generalità

Prima di iniziare il lavoro, occorre accertarsi che le opzioni correnti corrispondano alle proprie esigenze. Infatti tali opzioni rimangono valide per tutti i moduli fino a quando non interviene una nuova modifica. Sono ammesse modifiche anche in momenti successivi.

Dopo l'avvio del modulo appaiono, sulla destra, opzioni relative ai carichi e alle tensioni ammissibili:

- Opzione Metodo di Verifica: impostandola su TA (SL), le elaborazioni e le verifiche verranno eseguite secondo il metodo delle Tensioni Ammissibili (Stati Limite).
- Opzione Modalità Tensioni: se impostata su Automatico, dopo l'immissione della resistenza caratteristica del calcestruzzo e del tipo di acciaio, il programma calcola automaticamente le relative tensioni ammissibili principali e tangenziali. In alternativa è possibile digitare manualmente i valori voluti.
- Opzione Modalità Carichi: se impostata su Automatico consente di calcolare automaticamente il peso proprio del solaio mentre si digitano i parametri geometrici necessari. In alternativa è possibile digitare manualmente il valore voluto.



Fig. 7.1 - Scelta modalità di calcolo.

7.2 Caratteristiche di input e output dei dati

L'input dei dati è accompagnato da una guida grafica sulla destra dello schermo.

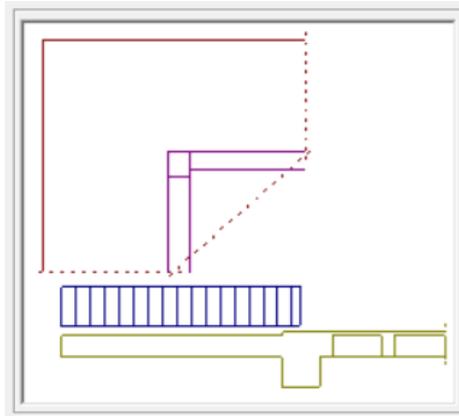


Fig. 7.2 - Guida grafica di aiuto all'input dei dati.

7.2.1 Dati Elastici

In questa cartella vengono richieste le caratteristiche dei materiali usati:

- Classe del calcestruzzo.
- Tipo di acciaio utilizzato.
- Coefficiente di omogeneizzazione.

Inoltre, se l'opzione Modalità Tensioni non è impostata su Automatico, verranno richiesti:

- La tensione ammissibile del calcestruzzo.
- La tensione ammissibile del ferro.
- La tensione tangenziale minima del calcestruzzo al disotto della quale non è necessario armare a taglio.
- La tensione tangenziale limite del calcestruzzo che non deve essere superata nella verifica a solo taglio.
- La tensione tangenziale limite del calcestruzzo che non deve essere superata qualora sia presente taglio e torsione.

Dati Elastici	Sbalzo	Solaio
Calcestruzzo		
Classe del calcestruzzo:	C25/30	
Resistenza caratteristica cubica (R _{ck}):	[daN/cm ²]	300
Resistenza di calcolo:	[daN/cm ²]	141,10
Resistenza di calcolo tangenziale:	[daN/cm ²]	11,94
Resistenza di calcolo a trazione:	[daN/cm ²]	30,70
Acciaio		
Tipo di acciaio:	B450C	
Resistenza caratteristica di snervamento:	[daN/cm ²]	4500
Resistenza di calcolo:	[daN/cm ²]	3913,04
Coefficiente di omogeneizzazione:		15

Fig. 7.3 - Scheda Dati Elastici.

7.2.2 Geometria Sbalzo

In questa cartella vanno inseriti i dati geometrici inerenti allo sbalzo e alle strutture adiacenti.

Dimensioni sbalzo:

- Luce: distanza misurata dall'asse della trave nei due sensi.
- Altezza: altezza totale dello sbalzo.

Dimensioni trave di bordo:

- Base sezione: valore della base.
- Altezza sezione: valore dell'altezza.

Dimensioni pilastro d'angolo:

- Base sezione: valore della base.
- Altezza sezione: valore dell'altezza.

Dati Elastici	Sbalzo	Solaio
Dimensioni sbalzo		
Luce:	[cm]	<input type="text" value="190"/>
Altezza:	[cm]	<input type="text" value="20"/>
Dimensioni trave di bordo		
Base sezione:	[cm]	<input type="text" value="30"/>
Altezza sezione:	[cm]	<input type="text" value="50"/>
Dimensioni pilastro d'angolo		
Base sezione:	[cm]	<input type="text" value="30"/>
Altezza sezione:	[cm]	<input type="text" value="40"/>

Fig. 7.4 - Scheda dati Sbalzo.

7.2.3 Geometria Solaio e Carichi

- In questa cartella vanno inseriti i dati geometrici inerenti al solaio adiacente e i carichi dello sbalzo:
- Altezza solaio: altezza complessiva del solaio adiacente.
- Spessore soletta: spessore della soletta.
- Spessore nervatura: larghezza del travetto.
- Interasse travetti: distanza in asse tra due travetti.
- Copriferro: distanza dall'asse del tondino al filo travetto.
- Fascia piena: distanza tra i laterizi e il filo della trave-appoggio.
- Carico permanente sbalzo: carico permanente agente sullo sbalzo. Se l'opzione Modalità Carichi è impostata su Automatico, il campo non è editabile e il programma valuta automaticamente il peso proprio relativo alla fascia di un metro di sbalzo.
- Carico accidentale: carico accidentale agente sullo sbalzo.

Dati Elastici	Sbalzo	Solaio
Dati geometrici		
Altezza solaio:	[cm]	24
Spessore soletta:	[cm]	4
Spessore nervatura:	[cm]	10
Interasse travetti:	[cm]	50
Copriferro:	[cm]	2
Fascia piena:	[cm]	10
Carichi		
Carico strutturale permanente sbalzo:	[daN/m ²]	371,3 <input type="checkbox"/> Favorevole
Carico non strutturale permanente sbalzo:	[daN/m ²]	0,0 ... <input type="checkbox"/>
Carico accidentale sbalzo:	[daN/m ²]	400 <input type="checkbox"/>

Fig. 7.5 - Scheda dati Solaio.

7.3 Opzioni Sbalzo Angolo

Per accedere alle Opzioni Sbalzo d'angolo, cliccare sull'icona **OPZ** sulla barra degli Strumenti oppure dalla barra Menù selezionare Opzioni e poi Sbalzo d'angolo o ancora premendo il tasto visualizzato nel campo Carico Permanente in modalità automatico.

7.3.1 Sezione Armatura

- Diametro minimo armatura principale. Immettendo un valore compreso tra 5 e 30 si impone al programma di valutare la scelta dei diametri da utilizzare per l'armatura longitudinale principale a partire da quello indicato.
- Diametro minimo armatura di ripartizione. Immettendo un valore compreso tra 5 e 30 si impone al programma di valutare la scelta del diametro da utilizzare per l'armatura di ripartizione a partire da quello indicato.
- Diametro minimo armatura a staffe. Immettendo un valore compreso tra 5 e 26 si impone al programma di valutare la scelta del diametro da utilizzare per le staffe a partire da quello indicato.
- Passo minimo delle staffe. Distanza minima che si vuole assegnare tra due staffe consecutive (valore compreso tra 5 e 33 cm).
- Piegatura a squadra. Lunghezza della piega ad L.
- Piegatura a uncino. Prolungamento oltre il semicerchio dell'uncino nelle staffe.

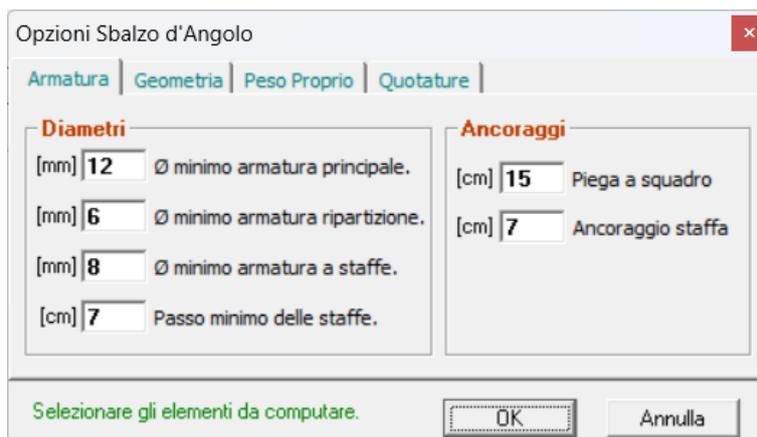


Fig. 7.6 - Finestra opzioni, scheda Armatura.

7.3.2 Sezione Geometria

- Dimensione del cordolo estremità sbalzi. Larghezza del cordolo in prossimità degli estremi degli sbalzi.
- Dimensione profondità delle pignatte. Dimensione delle pignatte nella direzione parallela ai travetti.

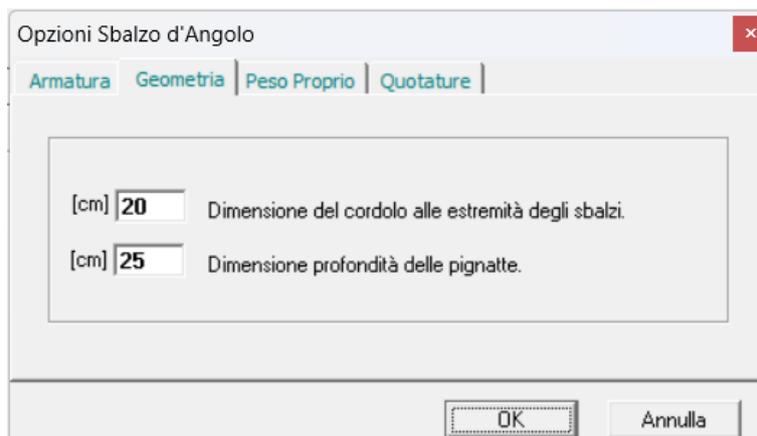


Fig. 7.7 - Finestra opzioni, scheda Geometria.

7.3.3 Sezione Peso Proprio

Se si è scelto il calcolo automatico del carico permanente, questa opzione aiuta a valutare, selezionando ciascuna voce, il contributo del peso proprio dovuto all'intonaco, al massetto ed al pavimento. Per ogni voce è necessario poi inserire lo spessore ed il peso dell'unità di volume.



Fig. 7.8 - Finestra opzioni, scheda Peso Proprio.

7.3.4 Sezione Quotature

- Altezza del font per i titoli. Altezza da dare al font per il testo nelle intestazioni.
- Altezza del font per le indicazioni. Altezza da dare al font per il testo nelle indicazioni.
- Altezza del font per quotatura ferri. Altezza da dare al font per il testo nelle intestazioni.

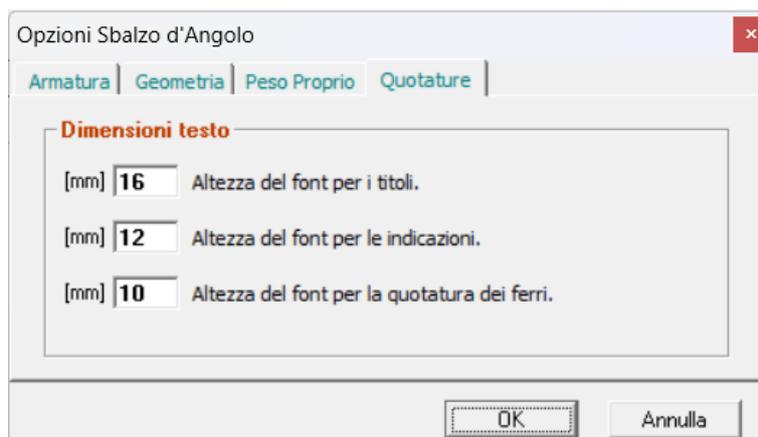


Fig. 7.9 - Finestra opzioni, scheda Quotature.

7.4 Esempio di calcolo di sbalzo d'angolo

Calcolo e verifica agli Stati Limite di uno sbalzo d'angolo in c.a. di luce 190 cm e altezza 20 cm.

Sono utilizzati calcestruzzo di classe Rck 250 e barre del tipo Feb38k.

ELABORATI GRAFICI PRODOTTI:

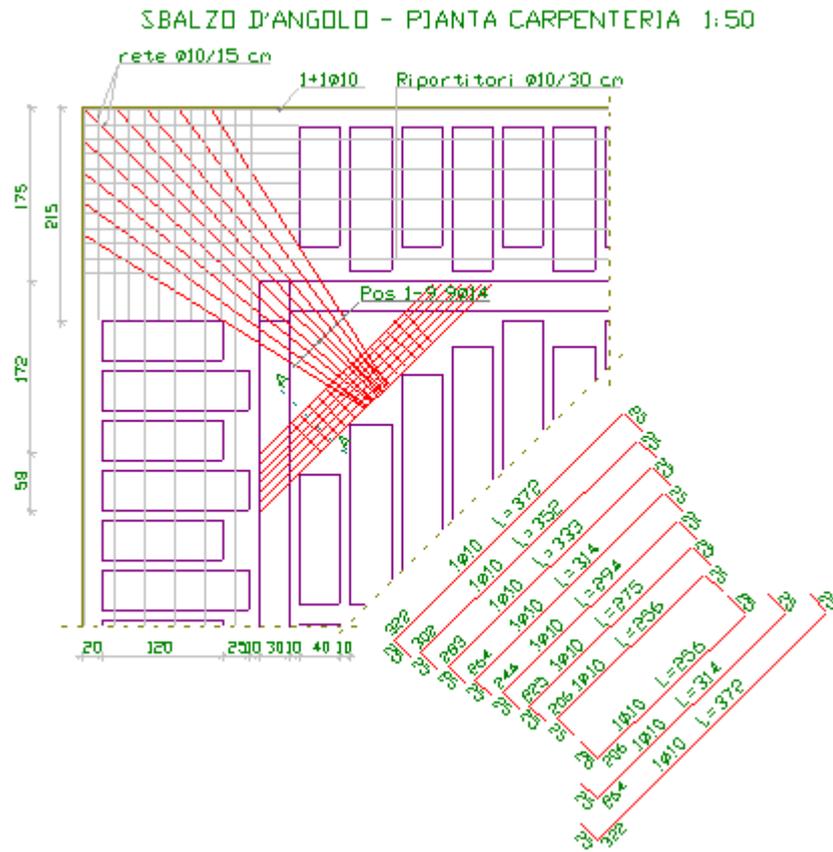


Fig. 7.10 - Carpenteria e armature trave di contrappeso.

Pos1, Pos9	1ø14	L=647	
Pos2, Pos8	1ø14	L=685	
Pos3, Pos7	1ø14	L=723	
Pos4, Pos6	1ø14	L=765	
Pos5	1ø14	L=809	

Fig. 7.11 - Distinta armatura.sbalzo.



Fig. 7.12 - Sezione trave di contrappeso.

RELAZIONE DI CALCOLO

SBALZO D'ANGOLO IN C.A.

Metodo di verifica: Stati Limite

DATI GEOMETRICI ED ELASTICI

Luce sbalzo d'angolo	[cm]	190
Altezza sbalzo d'angolo	[cm]	20
Base trave di bordo	[cm]	30
Altezza trave di bordo	[cm]	50
Base sezione pilastro d'angolo	[cm]	30
Altezza sezione pilastro d'angolo	[cm]	40
Altezza Solaio	[cm]	24
Spessore Soletta	[cm]	4
Interasse Travetti	[cm]	50
Spessore Travetti	[cm]	10
Larghezza fascia piena	[cm]	10
Copriferro	[cm]	2
Coeff. di omogeneizzazione		15
Valore caratteristico carico permanente (g_k)	[kg/m ²]	371,3
Valore di calcolo carico permanente (g_d)	[kg/m ²]	519,8
Valore caratteristico carico variabile (q_k)	[kg/m ²]	400
Valore di calcolo carico variabile (q_d)	[kg/m ²]	600
Classe di resistenza del calcestruzzo (R_{ck})	[kg/cm ²]	250
Resistenza caratteristica del cls (f_{ck})	[kg/cm ²]	207,5
Resistenza di calcolo del cls ($\alpha \cdot f_{cd}$)	[kg/cm ²]	110,2
Resistenza tangenziale di calcolo (τ_{Rd})	[kg/cm ²]	2,52
Resistenza a trazione per flessione (f_{ctk})	[kg/cm ²]	19,4
Tipo di acciaio		Fe B38k
Tensione caratteristica di snervamento (f_{yk})	[kg/cm ²]	3750
Resistenza di calcolo dell'acciaio (f_{yd})	[kg/cm ²]	3260,9

SOLLECITAZIONI E ARMATURE

TRAVE DI CONTRAPPESO

Base	[cm]	45
Altezza	[cm]	24
Lunghezza	[cm]	244
Momento massimo	[kgm]	3526,5
Taglio massimo	[kg]	5781,1
Armatura superiore	[cm ²]	5,46 (7ø10)
Armatura inferiore	[cm ²]	3ø10
Armatura a staffe necessaria	[cm ² /m]	4,48 (ø8/12 cm)

Verifiche S.L.U.

Asse neutro ($x/d = 0,17 < 0,45$)	[cm]	3,8
Momento resistente ultimo (M_{Rd})	[kgm]	3659,2
Resistenza a taglio del solo cls (V_{Rd1})	[kg]	4407,3
Resistenza del cls con armatura a taglio (V_{Rd2})	[kg]	32739,6

Resistenza sezione con armatura a taglio (V_{Rd3}) [kg] 30086,9

Verifiche SLE per comb. di carico rara e quasi permanente

Tensione nel cls (comb. rara) (σ_c)	[kg/cm ²]	68,2 < 124,5
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ_s)	[kg/cm ²]	2238,0 < 2625
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ_c)	[kg/cm ²]	43,4 < 93,4
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ_s)	[kg/cm ²]	1425,5 < 1875
Momento di fessurazione (comb. rara) (M_f)	[kgm]	805,7 < 2428,9
Ampiezza delle fessure (W_k)	[mm]	0,09 < 0,3

SBALZO D'ANGOLO

Momento massimo	[kgm]	5813,0
Taglio massimo	[kg]	11562,1
Armatura principale		9ø14
Armatura di ripartizione rete		ø10/30 cm
Asse neutro ($x/d = 0,16 < 0,45$)	[cm]	2,8
Momento resistente ultimo (M_{Rd})	[kgm]	7551,7
Resistenza a taglio del cls (V_{Rd1})	[kg]	12066,8

COMPUTO MATERIALI

Armatura (Fe B 38 k controllato)	[kg]	74
----------------------------------	------	----

 <h1 style="color: red; margin: 0;">sbalzo laterale</h1>	Capitolo
	8

Questo modulo consente la progettazione di sbalzi laterali (non in prosecuzione del solaio) per solai in c.a. gettati in opera. Il programma esegue il dimensionamento dei travetti di contrappeso, e fornisce gli esecutivi di cantiere.

8.1 Generalità

Prima di iniziare il lavoro, occorre accertarsi che le opzioni correnti corrispondano alle proprie esigenze. Infatti tali opzioni rimangono valide per tutti i moduli fino a quando non interviene una nuova modifica. Sono ammesse modifiche anche in momenti successivi.

Dopo l'avvio del modulo appaiono, sulla destra, opzioni relative ai carichi e alle tensioni ammissibili:

- Opzione Metodo di Verifica: impostandola su TA (SL), le elaborazioni e le verifiche verranno eseguite secondo il metodo delle Tensioni Ammissibili (Stati Limite).
- Opzione Modalità Tensioni: se impostata su Automatico, dopo l'immissione della resistenza caratteristica del calcestruzzo e del tipo di acciaio, il programma calcola automaticamente le relative tensioni ammissibili principali e tangenziali. In alternativa è possibile digitare manualmente i valori voluti.
- Opzione Modalità Carichi: se impostata su Automatico consente di calcolare automaticamente il peso proprio del solaio mentre si digitano i parametri geometrici necessari. In alternativa è possibile digitare manualmente il valore voluto.



Fig. 8.1 - Scelta modalità di calcolo.

8.2 Caratteristiche di input e output dei dati

L'input dei dati è accompagnato da una guida grafica sulla destra dello schermo.

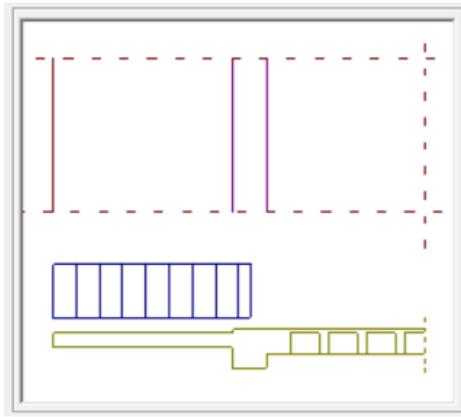


Fig. 8.2 - Guida grafica di aiuto all'input dei dati.

8.2.1 Dati Elastici

In questa cartella vengono richieste le caratteristiche dei materiali usati:

- Classe del calcestruzzo.
- Tipo di acciaio utilizzato.
- Coefficiente di omogeneizzazione.

Inoltre, se l'opzione Modalità Tensioni non è impostata su Automatico, verranno richiesti:

- La tensione ammissibile del calcestruzzo.
- La tensione ammissibile del ferro.
- La tensione tangenziale minima del calcestruzzo al disotto della quale non è necessario armare a taglio.
- La tensione tangenziale limite del calcestruzzo che non deve essere superata nella verifica a solo taglio.
- La tensione tangenziale limite del calcestruzzo che non deve essere superata qualora sia presente taglio e torsione.

Dati elastici	Sbalzo	Solaio adiacente
Calcestruzzo		
Classe del calcestruzzo:	C25/30	
Resistenza caratteristica cubica (R _{ck}):	[daN/cm ²]	300
Resistenza di calcolo:	[daN/cm ²]	141,10
Resistenza di calcolo tangenziale:	[daN/cm ²]	11,94
Resistenza di calcolo a trazione:	[daN/cm ²]	30,70
Acciaio		
Tipo di acciaio:	B450C	
Resistenza caratteristica di snervamento:	[daN/cm ²]	4500
Resistenza di calcolo:	[daN/cm ²]	3913,04
Coefficiente di omogeneizzazione:	15	

Fig. 8.3 - Scheda Dati Elastici.

8.2.2 Geometria Sbalzo e Carichi

In questa cartella vanno inseriti i dati geometrici e i carichi inerenti allo sbalzo.

Dimensioni sbalzo:

- Luce: distanza misurata dall'asse della trave nei due sensi.
- Altezza: altezza totale dello sbalzo.

Carichi sbalzo:

- Carico permanente: carico permanente agente sullo sbalzo. Se l'opzione Modalità Carichi è impostata su Automatico, il campo non è editabile e il programma valuta automaticamente il peso proprio relativo alla fascia di un metro di sbalzo.
- Carico accidentale: carico accidentale agente sullo sbalzo.

Dati elastici	Sbalzo	Solaio adiacente
Geometria		
Luce di calcolo:	[cm]	<input type="text" value="170"/>
Altezza sbalzo:	[cm]	<input type="text" value="14"/>
Altezza gradino:	[cm]	<input type="text" value="5"/>
<input type="checkbox"/> Sbalzo tipo alleggerito		
Carichi		
Carico permanente di tipo strutturale:	[daN/m ²]	<input type="text" value="496,00"/> Favorevole <input type="checkbox"/>
Carico permanente non strutturale:	[daN/m ²]	<input type="text" value="0,00"/> ... <input type="checkbox"/>
Carico accidentale:	[daN/m ²]	<input type="text" value="400"/> <input type="checkbox"/>

Fig. 8.4 - Scheda Sbalzo.

8.2.3 Geometria Solaio

In questa cartella vanno inseriti i dati geometrici inerenti al solaio adiacente.

Dimensioni trave di bordo:

- Base trave di bordo: valore della base.
- Altezza trave di bordo: valore dell'altezza.

Dimensioni solaio:

- Altezza solaio: altezza complessiva del solaio adiacente.
- Spessore soletta: spessore della soletta.
- Spessore nervatura: larghezza del travetto.
- Interasse travetti: distanza in asse tra due travetti.
- Copriferro: distanza dall'asse del tondino al filo travetto.
- Fascia piena: distanza tra i laterizi e il filo della trave-appoggio.

Dati elastici	Sbalzo	Solaio adiacente
Geometria		
Base trave di bordo:	[cm]	<input type="text" value="30"/>
Altezza trave di bordo:	[cm]	<input type="text" value="40"/>
Altezza solaio:	[cm]	<input type="text" value="26"/>
Spessore soletta:	[cm]	<input type="text" value="4"/>
Spessore nervatura:	[cm]	<input type="text" value="8"/>
Interasse travetti:	[cm]	<input type="text" value="33"/>
Copriferro:	[cm]	<input type="text" value="2"/>
Fascia piena:	[cm]	<input type="text" value="20"/>

Fig. 8.5 - Scheda Solaio adiacente.

8.3 Opzioni Sbalzo Laterale

Per accedere alle Opzioni Sbalzo Laterale, cliccare sull'icona  sulla barra degli Strumenti oppure dalla barra Menù selezionare Opzioni e poi Sbalzo Laterale o ancora premendo il tasto visualizzato nel campo Carico Permanente in modalità automatico.

8.3.1 Sezione Armatura

- Diametro minimo armatura principale. Immettendo un valore compreso tra 5 e 30 si impone al programma di valutare la scelta dei diametri da utilizzare per l'armatura longitudinale principale a partire da quello indicato.
- Diametro minimo armatura di ripartizione. Immettendo un valore compreso tra 5 e 30 si impone al programma di valutare la scelta del diametro da utilizzare per l'armatura di ripartizione a partire da quello indicato.
- Diametro minimo armatura a staffe. Immettendo un valore compreso tra 5 e 26 si impone al programma di valutare la scelta del diametro da utilizzare per le staffe a partire da quello indicato.
- Passo minimo delle staffe. Distanza minima che si vuole assegnare tra due staffe consecutive (valore compreso tra 5 e 33 cm).
- Piegatura a uncino. Prolungamento oltre il semicerchio dell'uncino nei ferri piegati e nelle staffe.

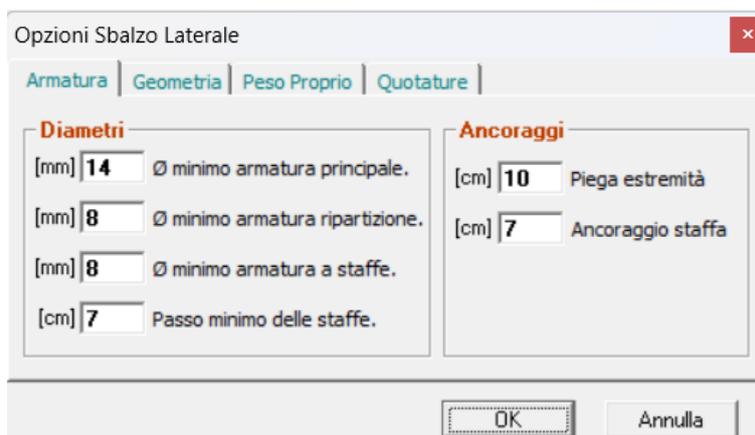


Fig. 8.6 - Finestra opzioni, scheda Armatura.

8.3.2 Sezione Geometria

- Dimensione del cordolo estremità sbalzo. Larghezza del cordolo in prossimità dell'estremo dello sbalzo.
- Dimensione profondità delle pignatte. Dimensione delle pignatte nella direzione parallela ai travetti.

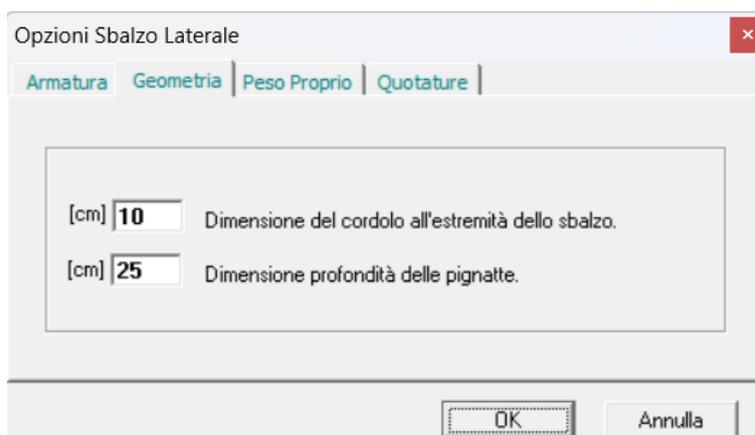


Fig. 8.7 - Finestra opzioni, scheda Geometria.

8.3.3 Sezione Peso Proprio

Se si è scelto il calcolo automatico del carico permanente, questa opzione aiuta a valutare, selezionando ciascuna voce, il contributo del peso proprio dovuto all'intonaco, al massetto ed al pavimento. Per ogni voce è necessario poi inserire lo spessore ed il peso dell'unità di volume.



Fig. 8.8 - Finestra opzioni, scheda Peso Proprio.

8.3.4 Sezione Quotature

- Altezza del font per i titoli. Altezza da dare al font per il testo nelle intestazioni.
- Altezza del font per le indicazioni. Altezza da dare al font per il testo nelle indicazioni.
- Altezza del font per quotatura ferri. Altezza da dare al font per il testo nelle intestazioni.

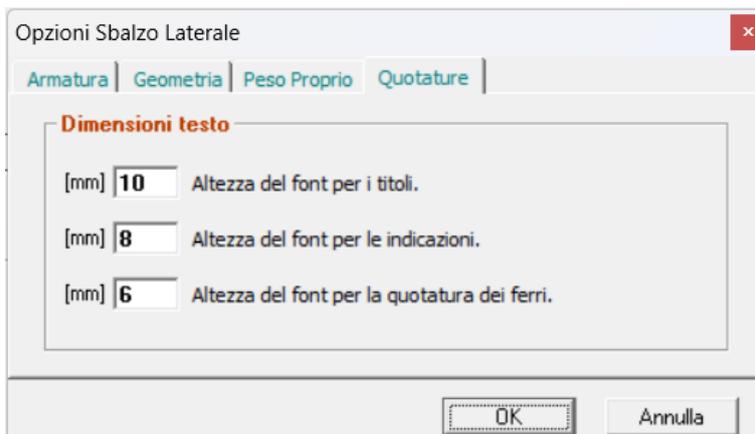


Fig. 8.9 - Finestra opzioni, scheda Quotature.

8.4 Esempio di calcolo di sbalzo laterale

Calcolo e verifica agli Stati Limite di uno sbalzo laterale in c.a. di luce 170 cm e altezza 22 cm.

Sono utilizzati calcestruzzo di classe Rck 250 e barre del tipo Feb38k.

ELABORATI GRAFICI PRODOTTI:

SBALZO LATERALE - 1:25

PIANTA CARPENTERIA

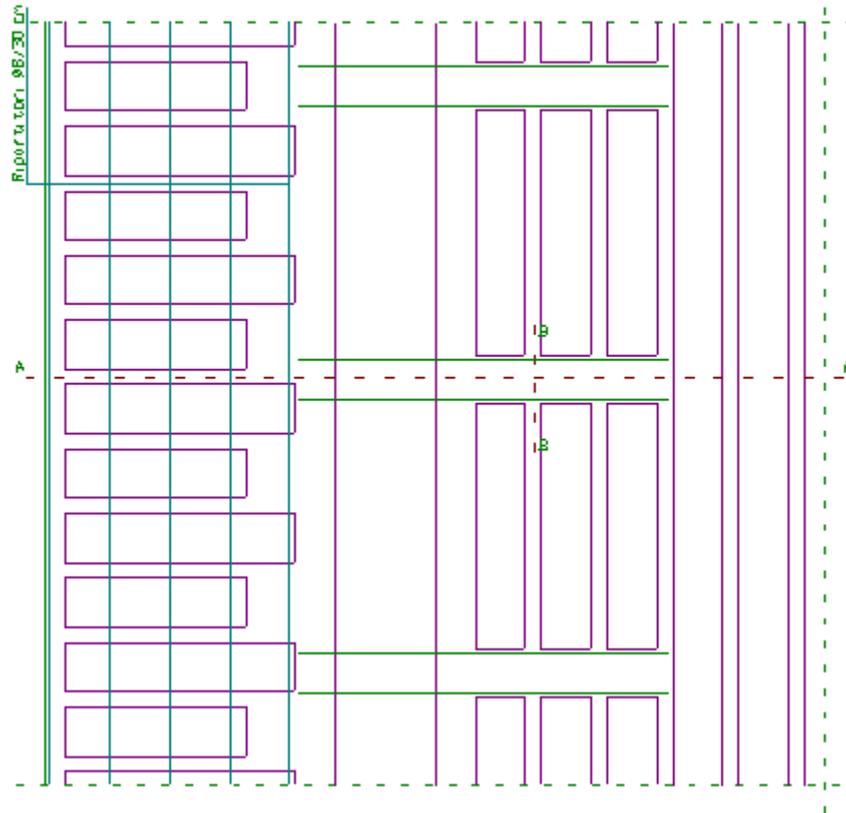


Fig. 8.10 - Carpenteria e travi di contrappeso.

SEZIONE A-A

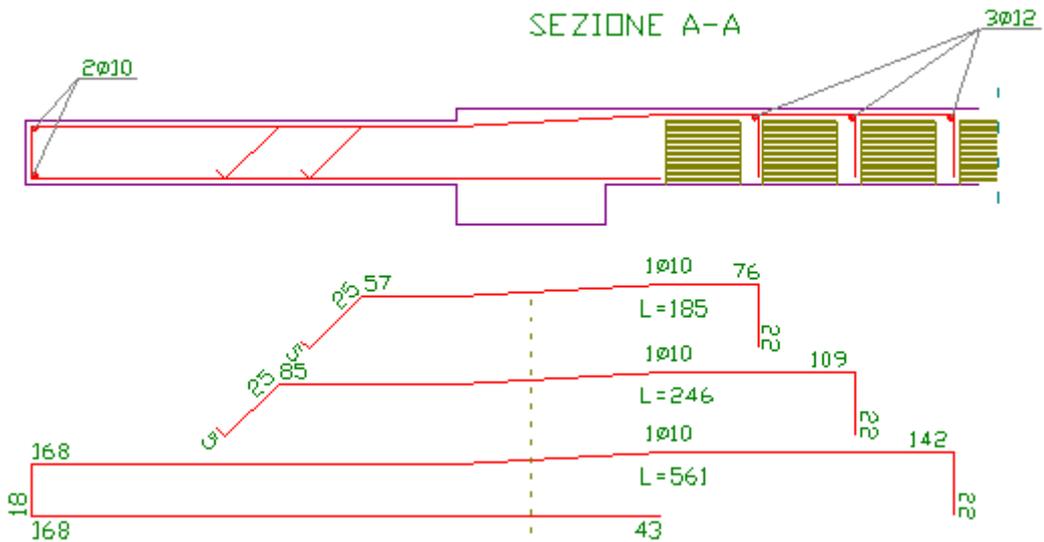


Fig. 8.11 - Sezione e distinta armatura.

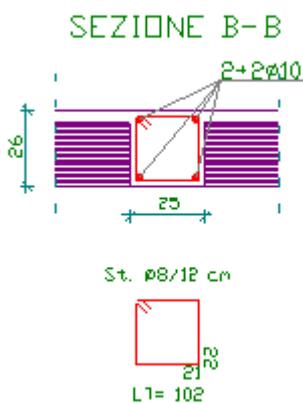


Fig. 8.12 - Sezione travetti di contrappeso.

RELAZIONE DI CALCOLO

SBALZO LATERALE IN C.A.

Metodo di verifica: Stati Limite

DATI GEOMETRICI ED ELASTICI

Luce sbalzo laterale	[cm]	170
Altezza sbalzo laterale	[cm]	22
Base trave di bordo	[cm]	30
Altezza trave di bordo	[cm]	40
Altezza Solaio	[cm]	26
Spessore Soletta	[cm]	4
Interasse Travetti	[cm]	33
Spessore Travetti	[cm]	8
Larghezza fascia piena	[cm]	20
Copriferro	[cm]	2
Coeff. di omogeneizzazione		15
Valore caratteristico carico permanente (g_k)	[kg/m ²]	356,9
Valore di calcolo carico permanente (g_d)	[kg/m ²]	499,7
Valore caratteristico carico variabile (q_k)	[kg/m ²]	500
Valore di calcolo carico variabile (q_d)	[kg/m ²]	750
Classe di resistenza del calcestruzzo (R_{ck})	[kg/cm ²]	250
Resistenza caratteristica del cls (f_{ck})	[kg/cm ²]	207,5
Resistenza di calcolo del cls ($\alpha \cdot f_{cd}$)	[kg/cm ²]	110,2
Resistenza tangenziale di calcolo (τ_{Rd})	[kg/cm ²]	2,52
Resistenza a trazione per flessione (f_{ctk})	[kg/cm ²]	19,4
Tipo di acciaio		Fe B38k
Tensione caratteristica di snervamento (f_{yk})	[kg/cm ²]	3750
Resistenza di calcolo dell'acciaio (f_{yd})	[kg/cm ²]	3260,9

SOLLECITAZIONI E ARMATURE

TRAVETTI DI CONTRAPPESO

Base	[cm]	25
Altezza	[cm]	26
Interasse	[cm]	150
Momento	[kgm]	1138,8
Taglio	[kg]	1877,7
Armatura inferiore	[cm ²]	0,95 (2ø10)
Armatura superiore	[cm ²]	1,76 (3ø10)
Armatura a staffe necessaria	[cm ² /m]	2,86 (ø8/12 cm)

Verifiche S.L.U.

Asse neutro ($x/d = 0,14 < 0,45$)	[cm]	3,4
Momento resistente ultimo (M_{Rd})	[kgm]	1738,9
Resistenza a taglio del solo cls (V_{Rd1})	[kg]	2195,2
Resistenza del cls con armatura a taglio (V_{Rd2})	[kg]	19842,2
Resistenza sezione con armatura a taglio (V_{Rd3})	[kg]	20422,8

Verifiche SLE per comb. di carico rara e quasi permanente

Tensione nel cls (comb. rara) (σ_c)	[kg/cm ²]	39,1 < 124,5
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ_s)	[kg/cm ²]	1520,6 < 2625
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ_c)	[kg/cm ²]	23,1 < 93,4
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ_s)	[kg/cm ²]	899,5 < 1875
Momento di fessurazione (comb. rara) (M_f)	[kgm]	544,8 < 780,9
Ampiezza delle fessure (W_k)	[mm]	0,05 < 0,3

SBALZO LATERALE (per un travetto)

Momento massimo	[kgm]	596
Taglio massimo	[kg]	701
Armatura principale	[cm ²]	1,0 (3ø10)
Armatura di ripartizione		ø8/30 cm
Asse neutro ($x/d = 0,36 < 0,45$)	[cm]	7,2
Momento resistente ultimo (M_{Rd})	[kgm]	1332,6
Resistenza a taglio del cls (V_{Rd1})	[kg]	704,4

CARICHI INDOTTI (valori di calcolo)

- Sovraccarico per la trave di bordo [kg/m] 2193,8

- Forza concentrata negativa agente nei nodi travetto solaio-travetto contrappeso (per i primi 3 travetti del solaio adiacente) [kg] 1877,7

- Incremento armatura superiore nei primi 3 travetti del solaio adiacente pari ad 1/2 di quella inferiore (circa 1ø12 per travetto).

COMPUTO MATERIALI

Armatura (Fe B 38 k controllato) [kg] 24



foro, ribassamento

Capitolo

9

Il modulo Foro consente di progettare la realizzazione di un foro (o del ribassamento locale) in un solaio in c.a. quando è necessario interrompere più di un travetto del solaio stesso (foro ascensore, collegamento interno tra due piani, cavedio per servizi vari, ecc.).

Il programma dimensiona, verifica le travi di bordo del foro, controlla la rigidità della cerchiatura e prepara gli esecutivi di cantiere.

9.1 Metodo di calcolo

L'analisi e le verifiche possono essere condotte seguendo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite nel rispetto del D.M. 17/01/2018 e successiva circ. del 21/01/2019 oppure secondo il metodo delle Tensioni Ammissibili.

9.1.1 Schema statico

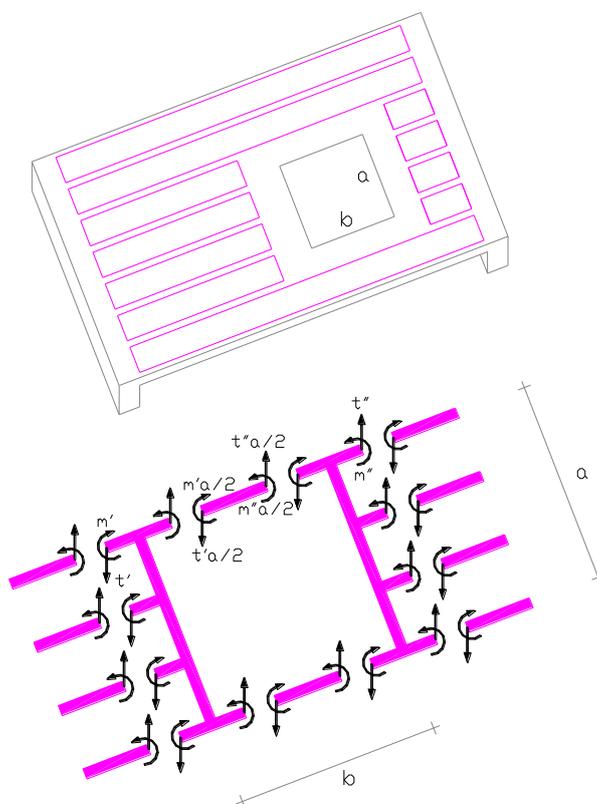


Fig. 9.1 - Tensioni trasferite dal solaio alle travi del foro.

Le travi perimetrali del foro, parallele all'orditura del solaio su cui insiste il foro, sono calcolate a flessione e a taglio e sollecitate dai carichi permanente e accidentale agenti sul solaio considerato vincolato secondo le due ipotesi limite di appoggi e incastri agli estremi.

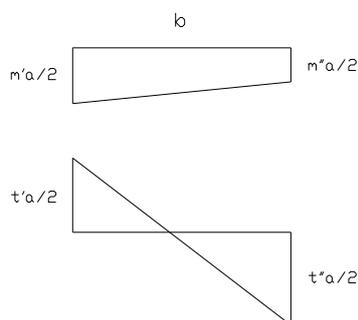


Fig. 9.2 – Schema travi parallele all'orditura del solaio.

Le travi del foro ortogonali all'orditura, sono invece calcolate a flessione e a torsione derivanti rispettivamente dal taglio e dalla flessione trasmessi dallo schema di solaio.

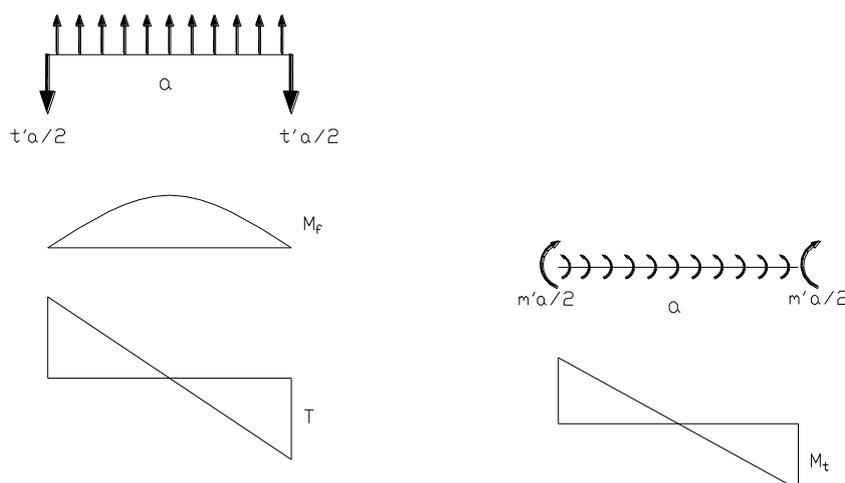


Fig. 9.3 – Schema travi ortogonali all'orditura del solaio.

9.1.2 Combinazione dei carichi

Posto:

- G_1 il carico permanente strutturale (peso proprio del solaio);
- G_2 il carico permanente non strutturale (peso proprio del massetto, pavimento, intonaco e incidenza tramezzi);
- Q_{k1} il carico variabile;

- γ_{g1} il coefficiente parziale per i carichi permanenti strutturali;
- γ_{g2} il coefficiente parziale per i carichi permanenti non strutturali;
- γ_q il coefficiente parziale per i carichi variabili;

le combinazioni delle azioni ai fini delle verifiche agli stati limite sono:

- Combinazione fondamentale impiegata per gli stati limite ultimi (SLU)

$$q_{SLU} = \gamma_{g1} \cdot G_1 + \gamma_{g2} \cdot G_2 + \gamma_q \cdot Q_{k1}$$

- Combinazione caratteristica (rara) impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$q_{rara} = G_1 + G_2 + Q_{k1}$$

- Combinazione frequente impiegata per gli SLE reversibili:

$$q_{freq} = G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1}$$

- Combinazione quasi permanente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$q_{q,perm} = G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1}$$

9.1.3 Controllo della rigidezza

Ai solai, oltre al compito di garantire la resistenza ai carichi verticali, è richiesta anche rigidezza nel proprio piano al fine di distribuire correttamente le azioni orizzontali tra le strutture verticali.

Il §7.2.6 delle NTC 2018 prevede, infatti, che, a condizione che le aperture presenti non ne riducano significativamente la rigidezza, i solai possono essere considerati infinitamente rigidi nel piano, purchè realizzati:

- in cemento armato (a soletta piena);
- in latero-cemento con soletta in c.a. di almeno 40 mm di spessore;
- in struttura mista con soletta in cemento armato di almeno 50 mm di spessore collegata da connettori a taglio opportunamente dimensionati agli elementi strutturali di solaio in acciaio o in legno.

La verifica della rigidezza viene eseguita utilizzando l'approccio di seguito illustrato, assumendo l'azione sismica agente alternativamente nella direzione parallela ed ortogonale all'orditura del solaio e controllando che la variazione di rigidezza del solaio prima e dopo l'intervento non risulti significativa.

Con riferimento al §7.2.3, affinché l'intervento di apertura di un foro sul solaio possa essere considerato come elemento strutturale "secondario", la variazione di rigidezza non deve superare il 15% della analogo rigidezza degli elementi primari.

Un intervento, come un'apertura nel solaio, può essere considerato di tipo locale se riguardante singole parti e/o elementi della struttura e che interessa porzioni limitate della costruzione (NTC 2018, §8.4.3).

In questa ipotesi il progetto e la valutazione della sicurezza potranno essere riferiti alle sole parti e/o elementi interessati e documentare che, rispetto alla configurazione precedente alla variante, non siano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel loro insieme.

Il calcolo della rigidezza può essere eseguito nel rispetto della geometria effettiva del solaio oppure ricorrendo ad una sezione uniforme di altezza equivalente costante e senza travetti.

Sono disponibili tre tipologie di calcolo della rigidezza: flessionale, tagliante e assiale.

Per ogni tipologia si valuta la rigidezza prima dell'intervento (ante-operam) e dopo l'intervento (post-operam).

La verifica risulterà soddisfatta se, per ciascuna direzione principale, la variazione assoluta della rigidezza ante-operam e post-operam rapportata alla rigidezza del solaio prima dell'intervento risulti non superiore al 15%.

$$\frac{|\Delta K|}{K_{ANTE}} = \frac{|K_{POST} - K_{ANTE}|}{K_{ANTE}} \leq 15\%$$

Dove:

K_{ANTE} rigidezza iniziale della campata di solaio prima dell'intervento di apertura del foro;
 K_{POST} rigidezza finale del solaio dopo la realizzazione del foro.

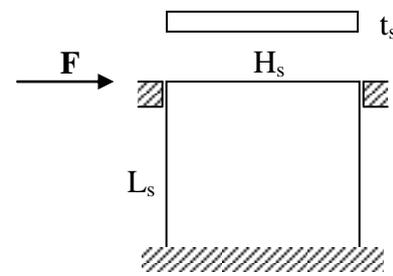
9.1.3.1 Rigidezza Flessionale

Il calcolo della rigidezza iniziale del solaio ($K_{Ante,fl}$) viene eseguito assumendo uno schema di asta doppiamente incastrata con sisma laterale e valutando la rigidezza flessionale secondo la formula:

$$K_{Ante,fl} = \frac{12 E_c J_s}{L_s^3} \quad J_s = \frac{t_s H_s^3}{12}$$

Dove:

$K_{Ante,fl}$ rigidezza flessionale ante-operam del solaio
 L_s dimensione solaio ortogonale al sisma
 H_s dimensione solaio parallela al sisma
 t_s spessore solaio
 E_c modulo di elasticità del calcestruzzo
 J_s momento di inerzia della sezione trasversale

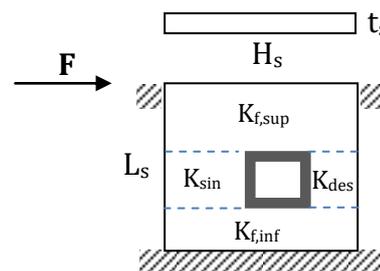


Il calcolo della rigidezza flessionale finale del solaio ($K_{Post,fl}$) viene eseguito assumendo lo schema in figura, suddividendo il solaio in fasce parallele all'azione e secondo la formula equivalente:

$$\frac{1}{\sqrt[3]{K_{Post,fl}}} = \frac{1}{\sqrt[3]{K_{f,sup}}} + \frac{1}{\sqrt[3]{K_{f,inf}}} + \frac{1}{\sqrt[3]{K_{f,foro}}}$$

Con:

$$\sqrt[3]{K_{f,foro}} = \sqrt[3]{K_{sin}} + \sqrt[3]{K_{des}} + \sqrt[3]{K_{relaio}}$$



9.1.3.2 Rigidezza Tagliante

Il calcolo della rigidezza tagliante iniziale del solaio ($K_{Ante,tagg}$) viene eseguito assumendo uno schema di asta doppiamente incastrata con sisma laterale e valutando la rigidezza flessionale secondo la formula:

$$K_{Ante,tag} = \frac{G_c t_s H_s}{\chi \cdot L_s}$$

Dove:

- $K_{Ante, tag}$ rigidezza tagliante iniziale del solaio
- L_s dimensione solaio ortogonale al sisma
- H_s dimensione solaio parallela al sisma
- t_s spessore solaio
- G_c modulo di elasticità tangenziale del calcestruzzo
- χ fattore di taglio assunto pari a 1,2

Il calcolo della rigidezza tagliante finale del solaio ($K_{Post, tag}$) viene eseguito assumendo lo schema in figura, suddividendo il solaio in fasce parallele all'azione e secondo la formula equivalente:

$$\frac{1}{K_{Post,tag}} = \frac{1}{K_{f,sup}} + \frac{1}{K_{f,inf}} + \frac{1}{K_{f,foro}}$$

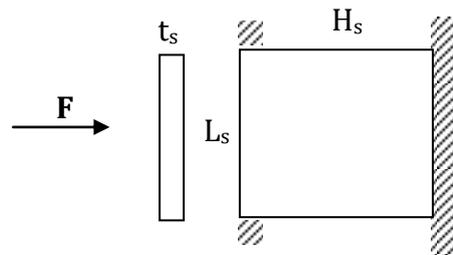
Con:

$$K_{f,foro} = K_{sin} + K_{des} + K_{telaio}$$

9.1.3.3 Rigidezza Assiale

Il calcolo della rigidezza assiale iniziale del solaio ($K_{Ante, ass}$) viene eseguito assumendo lo schema seguente di asta doppiamente incastrata con sisma frontale e secondo la formula:

$$K_{Ante,ass} = \frac{E_c t_s L_s}{H_s}$$

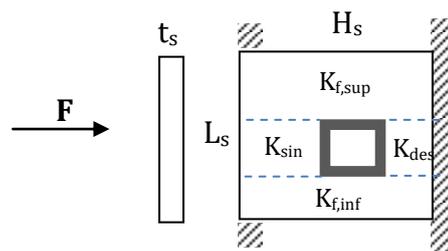


Il calcolo della rigidezza assiale finale del solaio ($K_{Post, ass}$) viene eseguito assumendo lo schema seguente di asta doppiamente incastrata con sisma frontale e secondo la formula:

$$K_{Post,ass} = K_{f,sup} + K_{f,inf} + K_{f,foro}$$

Con:

$$\frac{1}{K_{f,foro}} = \frac{1}{K_{sin}} + \frac{1}{K_{des}} + \frac{1}{K_{telaio}}$$



9.2 Interfaccia

9.2.1 Modalità di calcolo

Prima di iniziare il lavoro, occorre accertarsi che le opzioni correnti corrispondano alle proprie esigenze. Infatti tali opzioni rimangono valide per tutti i moduli fino a quando non interviene una nuova modifica. Sono ammesse modifiche anche in momenti successivi.

Dopo l'avvio del modulo sono visibili, sulla destra dello schermo, le opzioni relative alla immissione dei carichi, alle caratteristiche dei materiali e al metodo di verifica.

- Opzione Metodo di Verifica: impostandola su TA (SL), le elaborazioni e le verifiche verranno eseguite secondo il metodo delle Tensioni Ammissibili (Stati Limite).
- Opzione Modalità Tensioni: se impostata su Automatico, dopo l'immissione della resistenza caratteristica del calcestruzzo e del tipo di acciaio, il programma calcola automaticamente le relative tensioni ammissibili principali e tangenziali. In alternativa è possibile digitare manualmente i valori voluti.
- Opzione Modalità Carichi: se impostata su Automatico consente di calcolare automaticamente il peso proprio del solaio mentre si digitano i parametri geometrici necessari. In alternativa è possibile digitare manualmente il valore desiderato.



Fig. 9.4 - Scelta modalità di calcolo.

9.2.2 Caratteristiche di input e output dei dati

L'input dei dati è accompagnato da una guida grafica sulla destra dello schermo.

L'inserimento dei vari dati è suddiviso su tre schede: Dati elastici, dati relativi al foro, dati relativi al solaio.

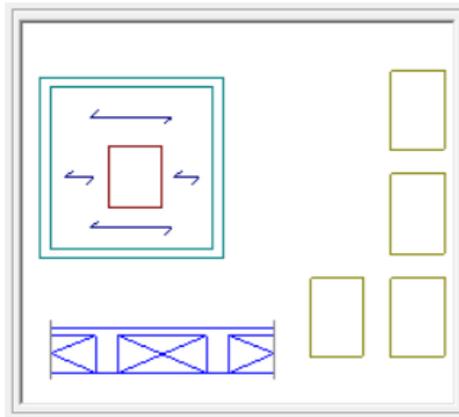


Fig. 9.5 - Guida grafica di aiuto all'input dei dati.

9.2.3 Dati Elastici

In questa cartella vengono richieste le caratteristiche dei materiali usati:

- Classe del calcestruzzo.
- Tipo di acciaio utilizzato.
- Coefficiente di omogeneizzazione.
- Copriferro: distanza dall'asse del tondino al filo travetto.

Inoltre, se l'opzione Modalità Tensioni non è impostata su Automatico, verranno richiesti:

- La tensione ammissibile del calcestruzzo.
- La tensione ammissibile del ferro.
- La tensione tangenziale minima del calcestruzzo al disotto della quale non è necessario armare a taglio.
- La tensione tangenziale limite del calcestruzzo che non deve essere superata nella verifica a solo taglio.
- La tensione tangenziale limite del calcestruzzo che non deve essere superata qualora sia presente taglio e torsione.

Dati Elastici	Foro	Solaio
Calcestruzzo		
Classe del calcestruzzo:		C25/30
Resistenza caratteristica cubica (R _{ck}):	[daN/cm ²]	300
Resistenza di calcolo:	[daN/cm ²]	141,1
Resistenza di calcolo tangenziale:	[daN/cm ²]	2,98
Resistenza di calcolo a trazione:	[daN/cm ²]	11,94
Acciaio		
Tipo di acciaio:		B450C
Resistenza caratteristica di snervamento:	[daN/cm ²]	4500
Resistenza di calcolo:	[daN/cm ²]	3913
Coefficiente di omogeneizzazione:		15

Fig. 9.6 - Scheda Dati Elastici.

9.2.4 Geometria del Foro

In questa scheda vanno inseriti i dati geometrici inerenti al foro.

Dati Elastici	Foro	Solaio		
Dimensioni		Tipologia		
Luce in direzione orditura (X): [cm]	150		Dist.X vertice: [cm]	80
Luce in direzione ortogonale (Y): [cm]	190		Dist.Y vertice: [cm]	70
Posizione			Materiale cerchiatura	
Distanza dal filo interno trave sinistra: [cm]		160		<input checked="" type="radio"/> c.a. in opera <input type="radio"/> Acciaio classe <input type="text"/> <input checked="" type="checkbox"/> Profilo <input type="text"/> Copri-profilati // X [cm] 1 Copri-profilati // Y [cm] 1
Distanza dal filo interno trave inferiore: [cm]		130		
<input checked="" type="checkbox"/> Larghezza fissa travi cerchiatura				
Trave Sup.: B [cm]	50	Trave Sin.: B [cm]	30	
Trave Inf.: B [cm]	50	Trave Des.: B [cm]	30	
Rigidezza cerchiatura del foro				
<input checked="" type="checkbox"/> Margine di variazione	15 %	<input checked="" type="checkbox"/> Rigidezza Flessionale		<input checked="" type="radio"/> Calcolo effettivo (solaio più travetti)
Approssimazione decimali:	0	<input checked="" type="checkbox"/> Rigidezza Tagliante		<input type="radio"/> Calcolo approssimato (solaio equivalente)
		<input checked="" type="checkbox"/> Rigidezza Assiale		
		<input type="checkbox"/> Mostra andamento della rigidezza		

Fig. 9.7 - Scheda Foro.

Tipologia foro:

Sono disponibili 5 diverse tipologie geometriche dell'apertura selezionabili da un elenco grafico.

- Foro di forma rettangolare.
- Foro di forma a L con 4 diversi orientamenti individuabili attraverso le coordinate del vertice di riferimento.

Dimensione foro:

- Luce direzione orditura solaio (X): massima estensione della luce nella direzione dell'orditura del solaio (asse X).
- Luce direzione ortogonale (Y): massima estensione della luce nella direzione ortogonale all'orditura del solaio (asse Y).
- Nel caso di foro a L vengono richieste le coordinate del vertice di riferimento rispetto al vertice inferiore sinistro del rettangolo che inscrive la sagoma del foro.

Posizione foro:

- Distanza filo interno da trave sinistra: distanza del foro dal filo della trave sinistra.
- Distanza filo interno da trave inferiore: distanza del foro dal filo della trave inferiore.

Larghezza fissa travi della cerchiatura:

Selezionando questo riquadro si permette all'elaborazione di mantenere fisse le dimensioni delle larghezze delle travi che formano la cerchiatura del foro. Questa opzione può tornare utile dopo una prima fase dove invece si lascia il compito del dimensionamento e verifica al programma. Partendo poi dalle dimensioni così ottenute si possono ottimizzare tali larghezze utilizzando uno step differente da quello usato automaticamente (5 cm).

Materiale cerchiatura:

Per realizzare la cerchiatura del foro adesso è possibile scegliere il tipo di materiale tra calcestruzzo armato e profili in acciaio.

- **c.a. in opera.** Il calcolo viene eseguito adottando travi in c.a.. Operando questa selezione gli altri campi dati presenti nel riquadro vengono inibiti.
- **Acciaio classe.** Il calcolo viene eseguito adottando profili in acciaio della classe selezionabile dal menù a tendina che adesso risulta attivo. In questa circostanza andranno operate ulteriori scelte.

- **Profilo.** Selezionando questa opzione il programma esegui i calcoli adottando il tipo di profilo indicato nel relativo menù a tendina. Viceversa il programma esegui i calcoli scegliendo opportunamente il tipo di profilo minimo adeguato per ogni singolo lato della cerchiatura.
- **Copri-profilati // X.** Margine di calcestruzzo che si vuole mantenere ai fianchi dei profili paralleli all'asse X.
- **Copri-profilati // Y.** Margine di calcestruzzo che si vuole mantenere ai fianchi dei profili paralleli all'asse Y.

Nota: Qualora un lato del foro si trovi ad una distanza dalla trave di bordo del solaio inferiore a quella necessaria per alloggiare il profilo con i suoi margini laterali ma almeno pari alla larghezza del profilo stesso, il programma inserirà il profilo disattendendo i margini assegnati.

Rigidezza del solaio:

Questo riquadro consente di settare le varie impostazioni per verificare che la rigidezza del solaio post-operam non si discosti da un valore predefinito percentualmente rispetto alla rigidezza ante-operam.

- Selezionando **Margine di variazione**, il valore assegnato (normalmente 15%) viene assunto come limite di controllo segnalando ed evidenziando in rosso i valori riscontrati oltre questo limite. E' inoltre possibile individuare quanti decimali utilizzare nella valutazione. Nel caso in cui la selezione viene omessa il calcolo viene eseguito ma senza alcun controllo e segnalazione.
- Il programma può eseguire tre diverse tipologie di rigidezza separatamente: **Flessionale, Tagliante e Assiale** selezionandone almeno un tipo.
- Infine si può scegliere di eseguire i calcoli sia mantenendo la forma reale dei travetti sia adottando un'approssimazione sulla forma del solaio individuando una sezione rettangolare di altezza equivalente.
- **Mostra andamento della rigidezza.** Attivando questa utilità, durante l'elaborazione vengono visualizzati in un riquadro a destra tutti i valori correnti delle rigidezze e contemporaneamente si disattivano i messaggi di Alert quando una verifica non è soddisfatta.

9.2.5 Geometria Solaio e Carichi

In questa cartella vanno inseriti i dati geometrici e i carichi inerenti al solaio.

Dimensioni travi perimetrali del solaio:

- **Trave lato sinistro:** Base e Altezza.
- **Trave lato destro:** Base e Altezza.
- **Trave lato superiore:** Base e Altezza.
- **Trave lato inferiore:** Base e Altezza.

Dimensioni solaio:

- **Luce netta in direzione (X):** luce solaio nella direzione dell'orditura (asse X).
- **Luce netta in direzione (Y):** luce solaio nella direzione ortogonale (asse Y).
- **Altezza solaio:** altezza complessiva del solaio adiacente.
- **Spessore soletta:** spessore della soletta.
- **Spessore nervatura:** larghezza del travetto.
- **Interasse travetti:** distanza in asse tra due travetti.
- **Fascia piena:** distanza, lungo la direzione dei travetti, tra i laterizi e il filo della trave-appoggio del solaio.
- **Distanza prima fascia di laterizi:** distanza, in direzione ortogonale ai travetti, tra la prima fila di laterizi e il filo della trave laterale del solaio. La conoscenza e l'inserimento di questo dato può aiutare a scegliere in modo ottimale la posizione del foro evitando interruzioni solo parziali di qualche travetto.
- **Copriferro:** distanza intesa tra il bordo del calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura.

Opzione nervatura:

- **Solaio a doppia nervatura:** selezionando questa voce viene aggiunta una nervatura secondaria trasversale a quella principale e con uguali caratteristiche.

Carichi agenti sul solaio:

- **Carico permanente strutturale:** carico permanente strutturale agente sul solaio. Se l'opzione Modalità Carichi è impostata su Automatico, il campo non è editabile e il programma valuta automaticamente il peso proprio relativo alla fascia di un metro di solaio sulla base delle impostazioni (Opzioni Foro).
- **Carico permanente non strutturale:** carico permanente non strutturale agente sul solaio. Se l'opzione Modalità Carichi è impostata su Automatico, il campo non è editabile e il programma valuta automaticamente il peso proprio relativo alla fascia di un metro di solaio sulla base delle impostazioni (Opzioni Foro) richiamabili anche attraverso il tastino alla destra del campo dati.
- **Carico accidentale:** sovraccarico accidentale.

Dati Elastici		Foro		Solaio	
Geometria del solaio					
Luce netta in direzione X:	[cm]	450			
Luce netta in direzione Y:	[cm]	510			
Altezza solaio:	[cm]	28			
Spessore soletta:	[cm]	4			
Spessore Nervatura:	[cm]	12			
Interasse travetti:	[cm]	62			
Fascia piena:	[cm]	10			
Distanza prima fascia laterizi:	[cm]	10			
Copriferro:	[cm]	2,5			
Travi perimetrali del solaio					
		Base [cm]	Altezza [cm]		
Trave lato sinistro:		30	50		
Trave lato destro:		30	50		
Trave lato superiore:		30	50		
Trave lato inferiore:		30	50		
Opzione nervatura					
<input type="checkbox"/> Solaio a doppia nervatura					
Carichi agenti sul solaio					
Carico permanente strutturale:	[daN/m ²]	312,9			
Carico permanente non strutturale:	[daN/m ²]	86	...		
Carico accidentale:	[daN/m ²]	170			

Fig. 9.8 - Scheda Solaio.

9.3 Opzioni Foro

Per accedere alle Opzioni Foro, cliccare sull'icona  sulla barra degli Strumenti oppure dalla barra Menù selezionare Opzioni → Foro o ancora premendo il tasto visualizzato nel campo Carico Permanente in modalità automatico.

9.3.1 Sezione Armatura

- **Diametro (Ø) minimo armatura principale.** Immettendo un valore compreso tra 5 e 30 si impone al programma di valutare la scelta dei diametri da utilizzare per l'armatura longitudinale principale a partire da quello indicato.
- **Diametro (Ø) minimo ferri di parete.** Immettendo un valore compreso tra 5 e 30 si impone al programma di valutare la scelta del diametro da utilizzare per eventuali ferri di parete a partire da quello indicato.
- **Diametro (Ø) minimo armatura a staffe.** Immettendo un valore compreso tra 5 e 26 si impone al programma di valutare la scelta del diametro da utilizzare per le staffe a partire da quello indicato.
- **Passo minimo delle staffe.** Distanza minima che si vuole assegnare tra due staffe consecutive (valore compreso tra 5 e 33 cm).
- **Piegia estremità.** Prolungamento oltre il punto di lavoro nei ferri longitudinali.
- **Ancoraggio staffa.** Prolungamento dell'estremità oltre il semicerchio dell'uncino nelle staffe.
- **Percentuale di acciaio in volume di cls.** Percentuale di riferimento utilizzata nella valutazione dell'altezza equivalente del solaio nel calcolo approssimato della rigidezza.

- **Incidenza.** Peso del ferro desunto dal valore percentuale di acciaio in volume di cls e attribuendo una densità del ferro di 8750 kg/m³.

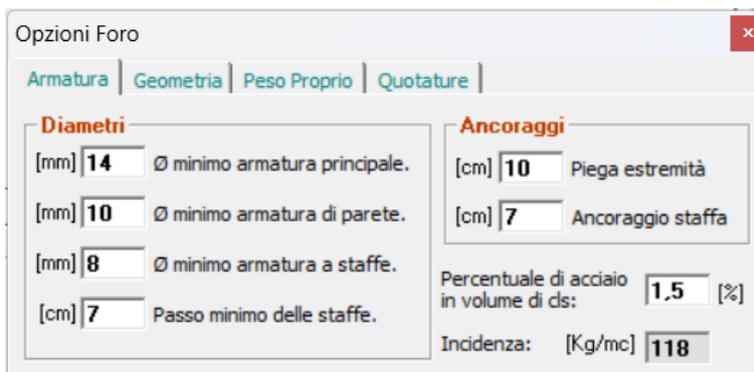


Fig. 9.9 - Finestra opzioni, scheda Armatura.

9.3.2 Sezione Geometria

- Dimensione profondità dei blocchi di alleggerimento. Dimensione dei blocchi nella direzione parallela all'orditura del solaio.

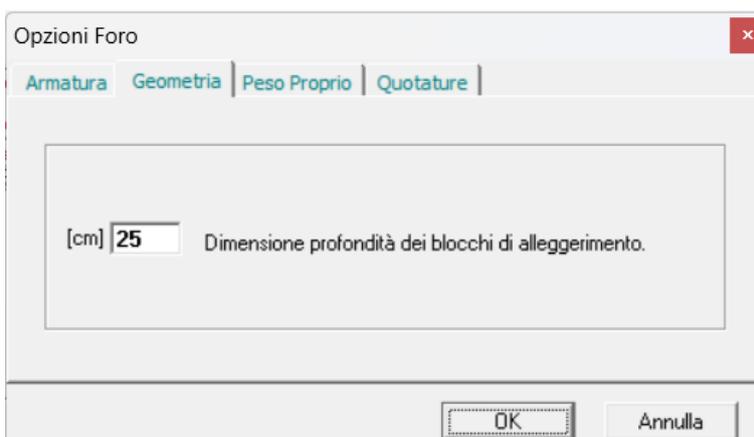


Fig. 9.10 - Finestra opzioni, scheda Geometria.

9.3.3 Sezione Peso Proprio

- Se si è scelto il calcolo automatico del carico permanente, questa opzione aiuta a valutare, selezionando ciascuna voce, il contributo del peso proprio dovuto all'**Intonaco**, al **Massetto** ed al **Pavimento**. Per ogni voce è necessario poi inserire lo spessore ed il peso dell'unità di volume. L'ultimo campo, non editabile, indica il valore del peso proprio come risultato dei dati immessi nei campi che lo precedono.
- **Tipologia del carico.** Selezionare **G1-strutturale** oppure **G2-non strutturale** per indicare se quel carico permanente è da considerarsi strutturale o non-strutturale.
- **Incidenza Tramezzi.** Spuntando questa voce si abilita l'inserimento di un sovraccarico (G2-non strutturale) forfettario dovuto alla presenza dei tramezzi altrimenti non computabili.

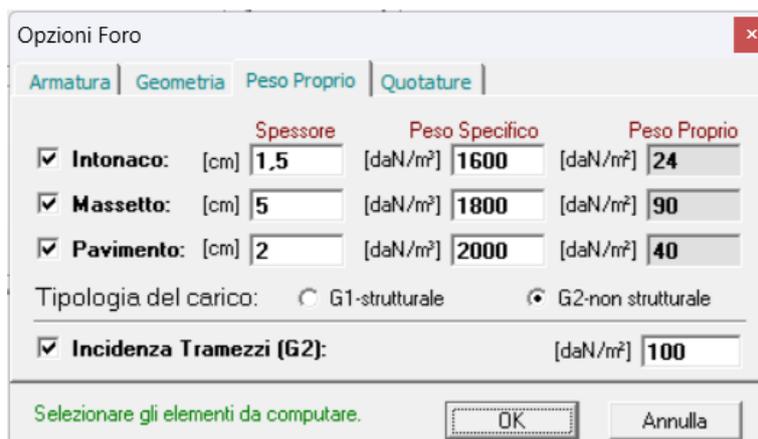


Fig. 9.11 - Finestra opzioni, scheda Peso Proprio.

9.3.4 Sezione Quotature

- Altezza del font per i titoli. Altezza da dare al font per il testo nelle intestazioni.
- Altezza del font per le indicazioni. Altezza da dare al font per il testo nelle indicazioni.
- Altezza del font per quotatura ferri. Altezza da dare al font per il testo nelle intestazioni.

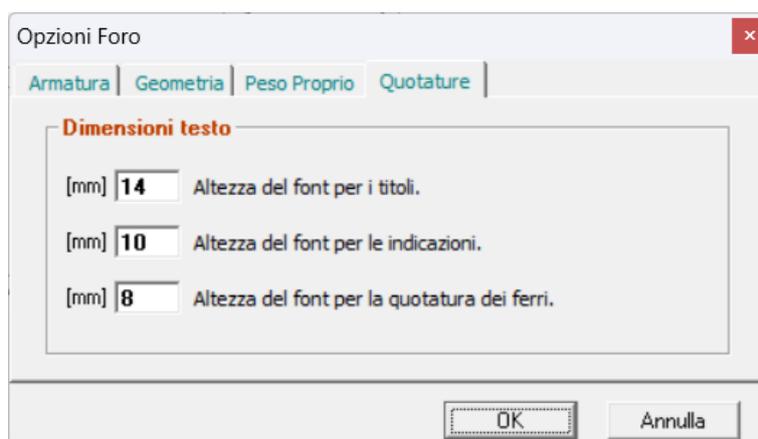


Fig. 9.12 - Finestra opzioni, scheda Quotature.

9.4 Finestra Armature

Alla finestra delle armature si accede automaticamente dopo aver premuto il tasto  **Elabora** **Elaborazione Dati** sulla barra degli strumenti alla fine dell'inserimento dei dati. Se questa fase è stata già eseguita una volta, l'accesso può essere ottenuto anche premendo il tasto  **Mostra Armatura** quando risulta attivo.

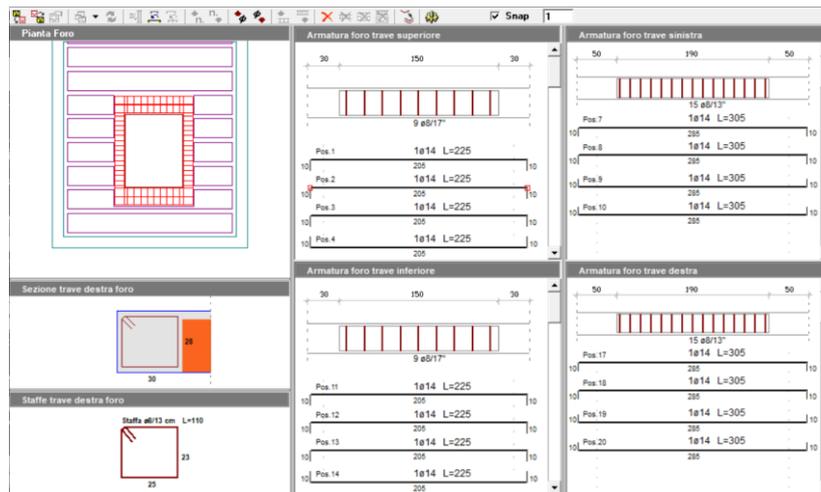


Fig. 9.13 - Finestra Armature foro in c.a..

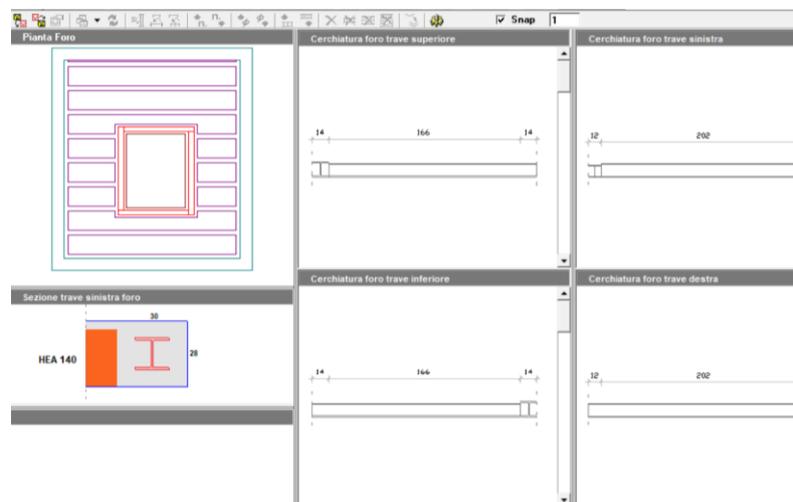


Fig. 9.14 - Finestra Armature foro con profilati in acciaio.

All'interno di questa finestra sono presenti una barra degli strumenti dedicata alla gestione delle armature e una serie di viste interconnesse che permettono di gestire e monitorare i vari aspetti inerenti alle armature.

In questa finestra le armature proposte dal programma possono essere accettate come sono oppure possono essere modificate come descritto nel seguito. Definite le armature, è possibile salvarle utilizzando la secondo tasto sulla barra degli strumenti dedicata a questa finestra  **Salva armatura corrente**. Questa operazione può tornare utile se si dovesse ripetere l'elaborazione sin dall'inizio, ma rinvole lasciare la precedente personalizzazione delle armature. In questo caso bisogna richiamare lo schema di armature salvate utilizzando la primo tasto sulla barra degli strumenti dedicata  **Carica armatura ultimo salvataggio**.

Sulla barra degli strumenti dedicata è presente la funzionalità **SNAP** **Snap** che permette, se attivato, spostamenti del mouse su una griglia con passo indicato a fianco.

Sulla barra di stato, nella parte bassa dello schermo, sono presenti un campo che indica lo stato attuale dello **SNAP** (ON/OFF) ed un campo che indica lo stato attuale della funzione **ORTHO** (ON/OFF) che

permette solo spostamenti ortogonali tra loro. Lo stato di queste funzioni può essere cambiato facendo un doppio click sul campo medesimo.

Per passare alla fase successiva e poter visionare gli elaborati definitivi: Relazione ed Esecutivi, è necessario completare l'elaborazione premendo il tasto  **Aggiorna calcoli** sulla barra degli strumenti dedicata.

9.4.1 Vista Pianta Foro

Mostra la pianta del solaio interessato all'apertura, la posizione dei singoli travetti, la posizione del foro, l'ingombro della cerchiatura con all'interno la disposizione attuale delle armature.

9.4.2 Vista Sezione Trave

Viene mostrata in modo dinamico la sezione, comprese le armature, della trave corrente ovvero della trave sulla quale è posizionato il puntatore del mouse.

9.4.3 Vista Staffe

Viene mostrata il dettaglio della singola staffa (solo nel caso di cerchiatura in c.a.).

9.4.4 Vista Armatura Foro Trave Superiore

Armature longitudinali (solo per cerchiatura in c.a.)

In questa finestra è visibile la sezione longitudinale della trave superiore del foro. Al di sotto è disposta la distinta delle armature longitudinali. Ogni singola armatura può essere modificata. Dopo aver selezionato con un click una delle armature, contestualmente viene messa in evidenza in rosso nella vista **Pianta** e nella vista **Sezione**. Per modificare l'armatura selezionata premere uno dei tasti attivi sulla barra degli strumenti dedicata.



Allinea gli estremi: estende le estremità del ferro selezionato fino agli assi degli appoggi della campata.



Aumenta diametro: aumenta il diametro del ferro selezionato.



Riduci diametro: riduce il diametro del ferro selezionato.



Elimina selezione: elimina il ferro selezionato.



Duplica ferro selezionato: esegue una copia del ferro selezionato.

Le stesse modifiche già viste possono essere operate attraverso il menù a comparsa proposto facendo click destro sul mouse.



Fig. 9.15 - Menù modifica armature longitudinali.

Armature a staffa (solo per cerchiatura in c.a.)

Nella sezione longitudinale della trave superiore del foro è disposta l'armatura a staffe in un blocco selezionabile. Per modificare le staffe, selezionare con un click il blocco, contestualmente viene messo in evidenza in rosso nella vista **Pianta**. Le caratteristiche del blocco staffe selezionato sono modificabili attraverso i tasti attivi sulla barra degli strumenti dedicata:

 **Allinea al copriferro:** adegua l'altezza del blocco di staffe selezionato alla campata corrente e lo riposiziona rispettando il copriferro.

 **Allinea gli estremi:** estende le estremità del del blocco selezionato fino agli assi degli appoggi della campata.

 **Aumenta diametro:** aumenta il diametro delle staffe del blocco selezionato.

 **Riduci diametro:** riduce il diametro delle staffe del blocco selezionato.

 **Aumenta passo staffe:** aumenta il passo del blocco di staffe selezionato.

 **Riduci passo staffe:** riduce il passo del blocco di staffe selezionato.

Le stesse modifiche già viste possono essere operate attraverso il menù a comparsa proposto facendo click destro sul mouse.



Fig. 9.16 – Menù modifica armature a staffa.

Armatura con profilati (solo per cerchiatura in acciaio)

La vista si presenta con la sezione longitudinale della trave con all'interno il profilato. Selezionato con un click il profilato, ai suoi angoli si formano 4 maniglie rosse che rendono visibile la selezione. Per modificare il profilato selezionato fare click destro sul mouse e dal menù selezionare **Modifica profilo**.

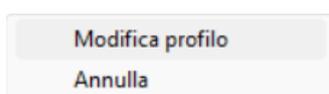


Fig. 9.17 – Menù modifica profilo in acciaio.

9.4.5 Vista Armatura Foro Trave Sinistra

In questa finestra è visibile la sezione longitudinale della trave sinistra del foro con l'armatura a staffe. Al di sotto è disposta la distinta delle armature longitudinali.

L'operatività di questa finestra risulta identica a quella descritta al punto 9.5.4.

9.4.6 Vista Armatura Foro Trave Inferiore

In questa finestra è visibile la sezione longitudinale della trave inferiore del foro con l'armatura a staffe. Al di sotto è disposta la distinta delle armature longitudinali.

L'operatività di questa finestra risulta identica a quella descritta al punto 9.5.4.

9.4.7 Vista Armatura Foro Trave Destra

In questa finestra è visibile la sezione longitudinale della trave destra del foro con l'armatura a staffe. Al di sotto è disposta la distinta delle armature longitudinali.

L'operatività di questa finestra risulta identica a quella descritta al punto 9.5.4.

9.5 Vista Relazione

Alla vista della relazione si può accedere dopo aver premuto il tasto  **Aggiorna calcoli** sulla barra degli strumenti dedicata. L'accesso si ottiene premendo il tasto  **Mostra Relazione** quando risulta attivo.



Fig. 9.18 – Vista Relazione.

9.6 Vista Esecutivi

Alla vista degli esecutivi si può accedere dopo aver premuto il tasto  **Aggiorna calcoli** sulla barra degli strumenti dedicata. L'accesso si ottiene premendo il tasto  **Mostra Esecutivi** quando risulta attivo.

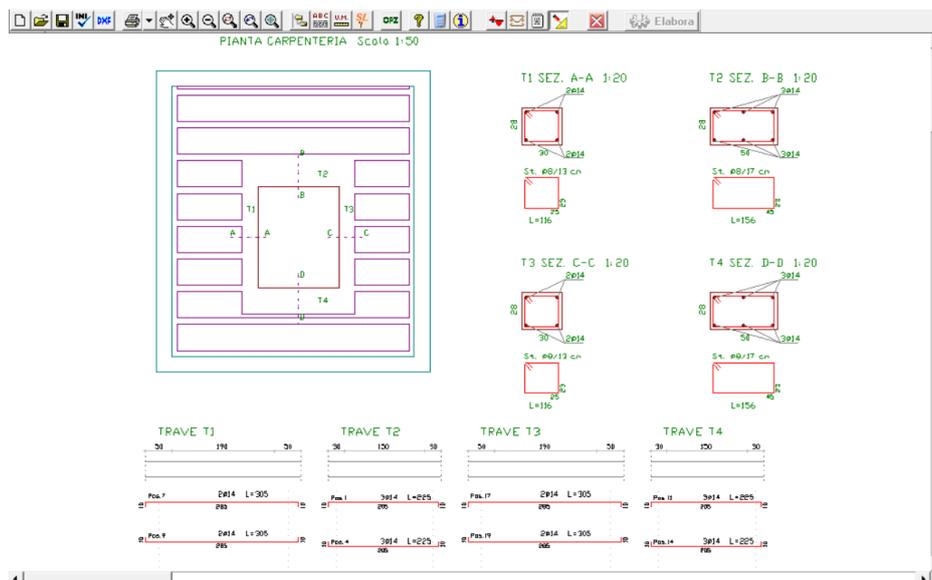


Fig. 9.19 – Vista Esecutivi cerchiatura in c.a..

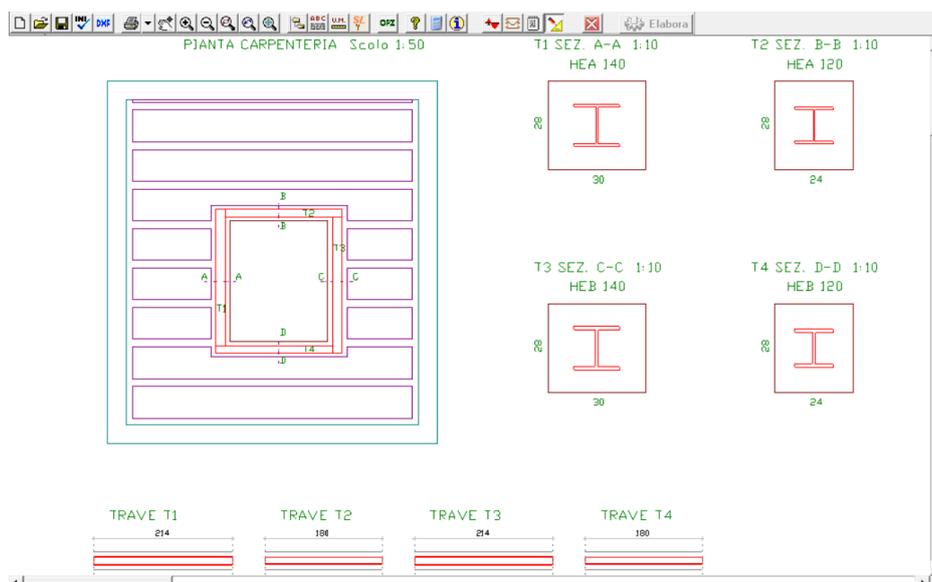


Fig. 9.20 – Vista Esecutivi cerchiatura in profili di acciaio.

All'apertura della finestra **Esecutivi** sulla barra degli strumenti risultano attivi i tasti di visualizzazione ed un tasto per la creazione del file dxf.

 **Genera file DXF:** consente di creare un file con estensione dxf gestibile con un qualsiasi CAD. Al termine della creazione un messaggio comunica la posizione sul disco dove il file è stato salvato (C:\Elest\Lavori\Doc\NomeFile.dxf).

 **Pan:** consente di muovere l'immagine in qualsiasi direzione.

 **Zoom Più:** ingrandisce la vista corrente del 50%.

 **Zoom Meno:** riduce l'ingrandimento della vista corrente del 50%.

 **Zoom Finestra:** ingrandisce la zona del disegno individuata attraverso il puntatore del mouse.

 **Zoom Precedente:** mette a video l'immagine precedente l'ultima.

 **Zoom Estensioni:** mette a video l'immagine entro i limiti del disegno.

9.7 Vista Diagrammi

Alla vista dei diagrammi si può accedere già dopo la prima fase di elaborazione premendo il tasto  **Elaborazione Dati** sulla barra degli strumenti. L'accesso si ottiene premendo il tasto  **Mostra Diagrammi** quando risulta attivo.

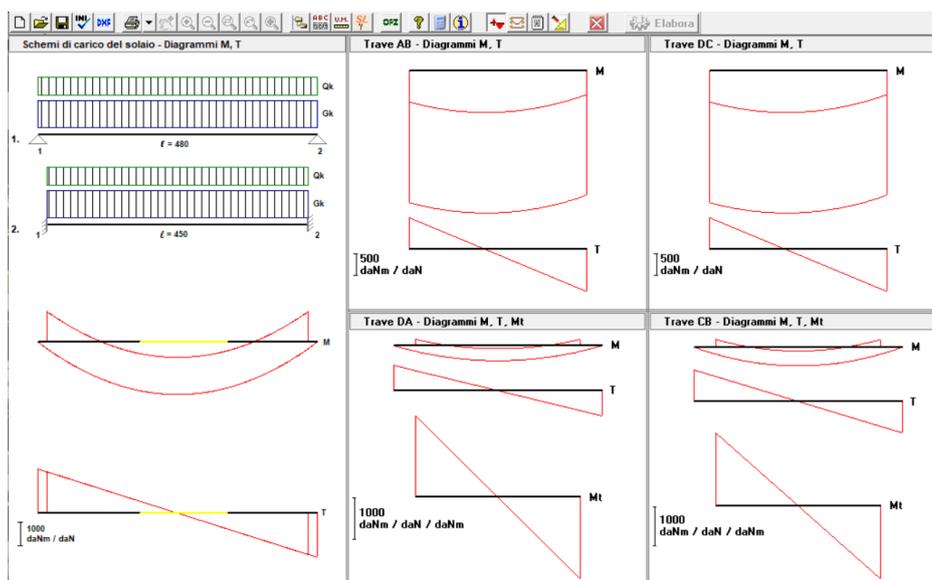


Fig. 9.21 – Vista Diagrammi.

Nella finestra **Diagrammi** sono visibili gli schemi di carico del solaio con i relativi diagrammi del momento e del taglio; le singole travi della cerchiatura del foro con i relativi diagrammi.

9.8 Esempio di calcolo di un foro

Calcolo e verifica agli Stati Limite di un foro di luce 140 x 120 cm su di un solaio di dimensioni 480 x 500 cm (Esempio.for).

Sono utilizzati calcestruzzo di classe C25/30 e barre del tipo B450C.

RELAZIONE DI CALCOLO

FORO SOLAIO

Elaborazioni eseguite secondo le norme italiane (D.M. 17/01/2018) col metodo semiprobabilistico agli Stati Limite.

Schema statico:

Le travi del foro (T2 e T4), parallele all'orditura del solaio su cui insiste il foro, sono calcolate a flessione e a taglio e sollecitate dai carichi permanente e accidentale agenti sul solaio considerato vincolato secondo le due ipotesi limite di appoggi e incastri agli estremi. Le travi del foro (T1 e T3), ortogonali all'orditura, sono invece calcolate a flessione e a torsione derivanti rispettivamente dal taglio e dalla flessione trasmessi dallo schema di solaio.

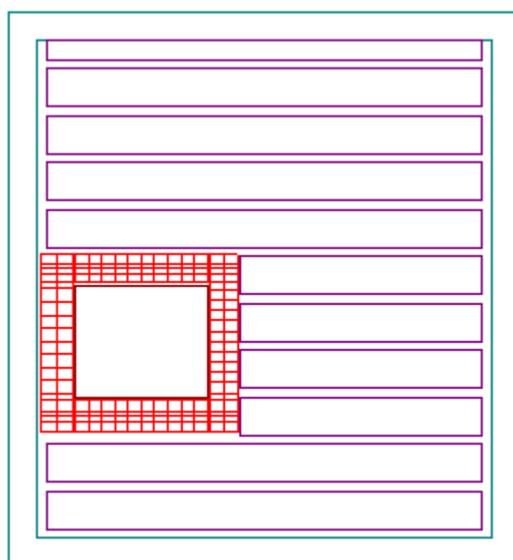
Diagrammi costitutivi dei materiali:

Calcestruzzo:

- diagramma σ - ε parabola-rettangolo
- fattore per carichi di lunga durata $\alpha = 0,85$
- fattore di sicurezza del materiale $\gamma_c = 1,50$
- allungamenti specifici: $\varepsilon_{c2} = 0,2\%$; $\varepsilon_{cu} = 0,35\%$

Acciaio:

- diagramma σ - ε elastico-perfettamente plastico
- fattore di sicurezza del materiale $\gamma_s = 1,15$
- allungamenti specifici: $\varepsilon_{yd} = 0,186\%$; $\varepsilon_{ud} = 1,00\%$



Pianta solaio con foro

1. DATI GEOMETRICI ED ELASTICI

Geometria Solaio:

Trave Superiore	[cm]	35x26
Trave Inferiore	[cm]	40x26
Trave Sinistra	[cm]	40x26
Trave Destra	[cm]	32x26
Luce di calcolo Solaio in direzione orditura (X)	[cm]	510
Luce di calcolo Solaio in direzione ortogonale (Y)	[cm]	560
Altezza Solaio	[cm]	26
Spessore Soletta	[cm]	4
Interasse Travetti	[cm]	50
Spessore Travetti	[cm]	10
Copriferro	[cm]	3
Coeff. di omogeneizzazione		15

Geometria Foro:

Dimensioni	[cm]	140x120
Trave Superiore	[cm]	35x26

Trave Inferiore	[cm]	40x26
Trave Sinistra	[cm]	40x26
Trave Destra	[cm]	35x26

Posizione angolo inf-sin del rettangolo foro

Distanza X da filo interno trave inferiore solaio	[cm]	40
Distanza Y da filo interno trave sinistra solaio	[cm]	150

Carichi:

Valore caratteristico fisso strutturale (G_1)	[daN/m ²]	315,6
Valore caratteristico fisso non strutturale (G_2)	[daN/m ²]	210
Valore caratteristico variabile (Q_{k1})	[daN/m ²]	200

Valore di calcolo fisso strutturale ($\gamma_{G1} \cdot G_1$)	[daN/m ²]	410,3
Valore di calcolo fisso non strutturale ($\gamma_{G2} \cdot G_2$)	[daN/m ²]	315
Valore di calcolo variabile ($\gamma_{Q1} \cdot Q_{k1}$)	[daN/m ²]	300

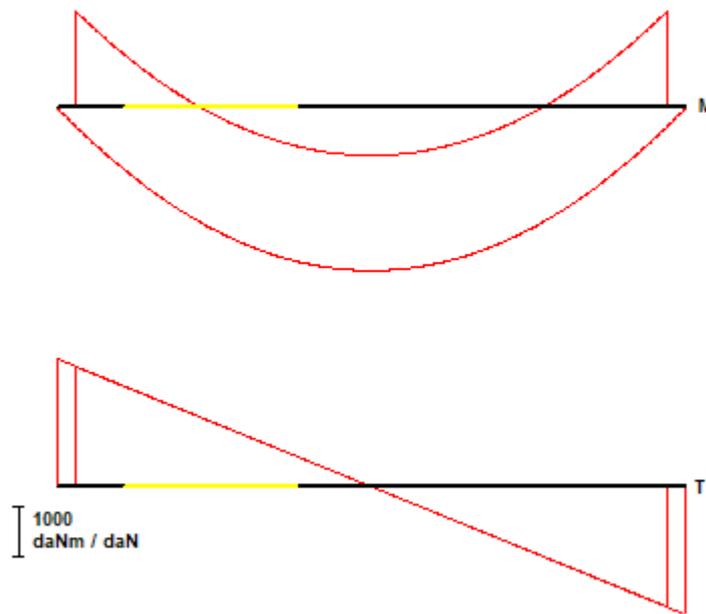
Materiali:

Classe del calcestruzzo		C25/30
Rresistenza caratteristica cubica (R_{ck})	[daN/cm ²]	300
Resistenza caratteristica cilindrica (f_{ck})	[daN/cm ²]	249
Resistenza di calcolo del cls (f_{cd})	[daN/cm ²]	141,1
Resistenza tangenziale di calcolo (τ_{Rd})	[daN/cm ²]	2,98
Resistenza a trazione per flessione (f_{ctk})	[daN/cm ²]	30,7

Tipo di acciaio		B450C
Tensione caratteristica di snervamento (f_{yk})	[daN/cm ²]	4500
Resistenza di calcolo dell'acciaio (f_{yd})	[daN/cm ²]	3913



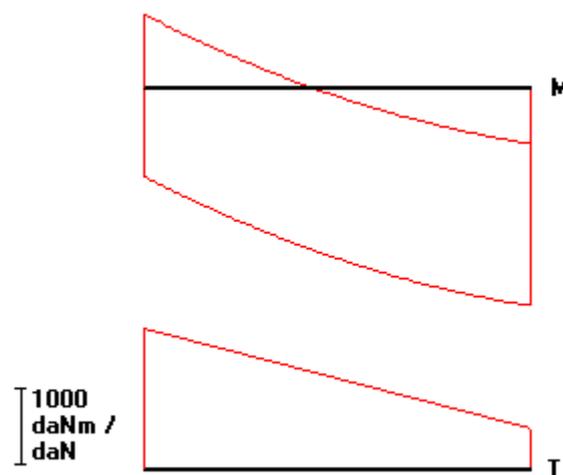
Solaio - Schema condizioni di carico



Solaio - Diagramma Momento e Taglio

2. SOLLECITAZIONI E ARMATURE

TRAVE SUPERIORE



Trave A-B: Diagrammi M, T

Sezione (b x h)	[cm]	35 x 26
Momento massimo positivo	[daNm]	2865,5
Momento massimo negativo	[daNm]	-970,3
Taglio massimo	[daN]	1866,0
Armatura longitudinale inferiore	[cm ²]	3,7 (4ø12)
Armatura longitudinale superiore	[cm ²]	1,3 (3ø12)

Armatura staffe a 2 bracci [cm²/m] 1,2 (ø8/14 cm)

Verifiche SLU:

Asse neutro ($x/d = 0,18 < 0,45$)	[cm]	4,0
Momento resistente ultimo (M_{Rd})	[daNm]	3737,7
Resistenza a taglio del solo cls (V_{Rd})	[daN]	44985,2
Resistenza del cls con armatura a taglio (V_{Rsd})	[daN]	6664,3
Resistenza sezione con armatura a taglio (V_{Rcd})	[daN]	25556,7

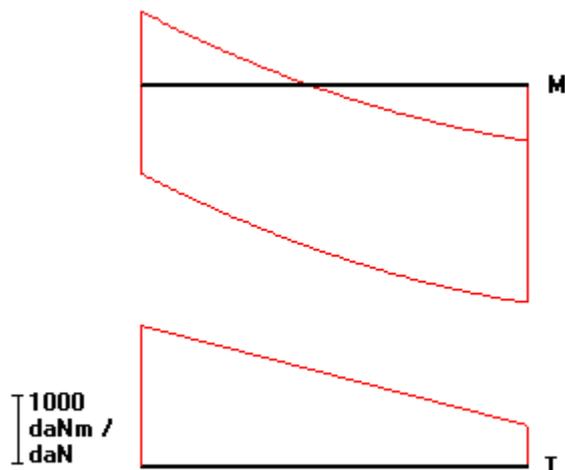
Verifica stato limite di limitazione delle tensioni

Tensione nel cls (comb. rara) (σ_c)	[daN/cm ²]	64,6 < 149,4
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ_s)	[daN/cm ²]	2184,5 < 3600
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ_c)	[daN/cm ²]	52,1 < 112,1
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ_s)	[daN/cm ²]	1763,0 < 3600

Verifiche SLE - Fessurazione

Momento di fessurazione (comb. q.perm.) (M_f)	[daNm]	958,8 < 1636,7
Ampiezza delle fessure (comb. q.perm.) (W_m)	[mm]	0,14 < 0,3
Momento di fessurazione (comb. freq.) (M_f)	[daNm]	958,8 < 1748,5
Ampiezza delle fessure (comb. freq.) (W_m)	[mm]	0,15 < 0,4

TRAVE INFERIORE



Trave D-C: Diagrammi M, T

Sezione (b x h)	[cm]	40 x 26
Momento massimo positivo	[daNm]	3274,8
Momento massimo negativo	[daNm]	-1108,9
Taglio massimo	[daN]	2132,6
Armatura longitudinale inferiore	[cm ²]	4,2 (4ø12)
Armatura longitudinale superiore	[cm ²]	1,5 (3ø12)
Armatura staffe a 2 bracci	[cm ² /m]	1,3 (ø8/14 cm)

Verifiche SLU:

Asse neutro ($x/d = 0,15 < 0,45$)	[cm]	3,9
Momento resistente ultimo (M_{Rd})	[daNm]	3767,4
Resistenza a taglio del solo cls (V_{Rd})	[daN]	49173,5
Resistenza del cls con armatura a taglio (V_{Rsd})	[daN]	7616,4
Resistenza sezione con armatura a taglio (V_{Rcd})	[daN]	29207,7

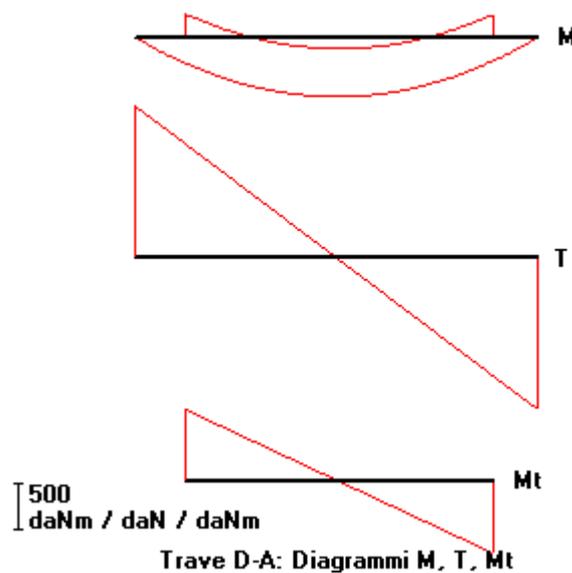
Verifica stato limite di limitazione delle tensioni

Tensione nel cls (comb. rara) (σ_c)	[daN/cm ²]	68,8 < 149,4
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ_s)	[daN/cm ²]	2484,6 < 3600
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ_c)	[daN/cm ²]	55,5 < 112,1
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ_s)	[daN/cm ²]	2005,2 < 3600

Verifiche SLE - Fessurazione

Momento di fessurazione (comb. q.perm.) (M_f)	[daNm]	1132,0 < 1870,5
Ampiezza delle fessure (comb. q.perm.) (W_m)	[mm]	0,17 < 0,3
Momento di fessurazione (comb. freq.) (M_f)	[daNm]	1132,0 < 1998,2
Ampiezza delle fessure (comb. freq.) (W_m)	[mm]	0,19 < 0,4

TRAVE SINISTRA



Sezione (b x h)	[cm]	40 x 26
Momento massimo positivo	[daNm]	635,8
Momento massimo negativo	[daNm]	-246,1
Taglio massimo	[daN]	1614,8
Momento torcente	[daNm]	769,7
Armadura longitudinale inferiore	[cm ²]	1,5 (2Ø12)
Armadura longitudinale superiore	[cm ²]	1,0 (3Ø12)
Armadura staffe a 2 bracci	[cm ² /m]	1,9 (Ø8/14 cm)

Verifiche SLU:

Asse neutro ($x/d = 0,13 < 0,45$)	[cm]	2,9
Momento resistente ultimo (M_{Rd})	[daNm]	1943,7
$(M_t / T_{Rcd}) + (T / V_{Rcd})$		0,28 < 1
Resistenza a taglio del solo cls (V_{Rd})	[daN]	43165,5
Resistenza del cls con armatura a taglio (V_{Rsd})	[daN]	11238,8
Resistenza sezione con armatura a taglio (V_{Rcd})	[daN]	29207,7
Resistenza a torsione bielle compresse (T_{Rcd})	[daNm]	3368,6
Resistenza a torsione armatura staffe (T_{Rsd})	[daNm]	2698,5
Resistenza a torsione arm. longitudinale (T_{Rld})	[daNm]	2381,4

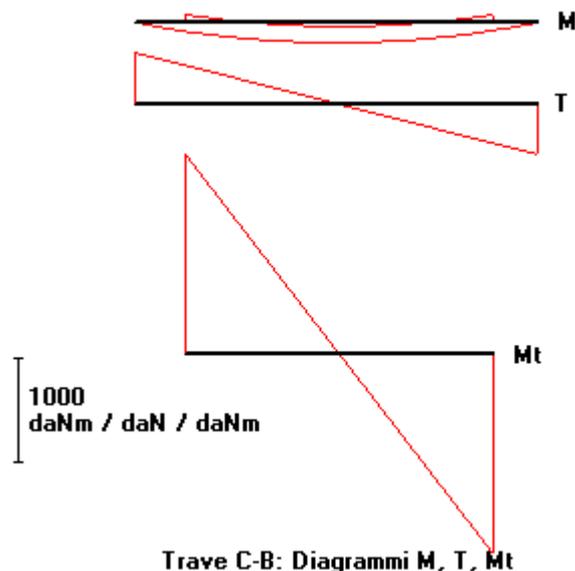
Verifica stato limite di limitazione delle tensioni

Tensione nel cls (comb. rara) (σ_c)	[daN/cm ²]	17,6 < 149,4
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ_s)	[daN/cm ²]	942,9 < 3600
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ_c)	[daN/cm ²]	14,2 < 112,1
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ_s)	[daN/cm ²]	761,0 < 3600

Verifiche SLE - Fessurazione

Momento di fessurazione (comb. q.perm.) (M_f)	[daNm]	1272,1 > 363,2
Trave non fessurata.		
Momento di fessurazione (comb. freq.) (M_f)	[daNm]	1272,1 > 388,0
Trave non fessurata.		

TRAVE DESTRA



Sezione (b x h)	[cm]	35 x 26
Momento massimo positivo	[daNm]	190,8
Momento massimo negativo	[daNm]	-73,8
Taglio massimo	[daN]	484,4

Momento torcente	[daNm]	1889,3
Armatura longitudinale inferiore	[cm ²]	1,9 (3Ø12)
Armatura longitudinale superiore	[cm ²]	1,7 (3Ø12)
Armatura staffe a 2 bracci	[cm ² /m]	3,0 (Ø8/11 cm)

Verifiche SLU:

Asse neutro ($x/d = 0,14 < 0,45$)	[cm]	3,6
Momento resistente ultimo (M_{Rd})	[daNm]	2842,1
$(M_t / T_{Rcd}) + (T / V_{Rcd})$		0,69 < 1
Resistenza a taglio del solo cls (V_{Rd})	[daN]	40871,8
Resistenza del cls con armatura a taglio (V_{Rsd})	[daN]	21737,1
Resistenza sezione con armatura a taglio (V_{Rcd})	[daN]	25556,7
Resistenza a torsione bielle compresse (T_{Rcd})	[daNm]	2822
Resistenza a torsione armatura staffe (T_{Rsd})	[daNm]	4380,8
Resistenza a torsione arm. longitudinale (T_{Rld})	[daNm]	2590,6

Verifica stato limite di limitazione delle tensioni

Tensione nel cls (comb. rara) (σ_c)	[daN/cm ²]	4,8 < 149,4
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ_s)	[daN/cm ²]	191,9 < 3600
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ_{c1})	[daN/cm ²]	3,9 < 112,1
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ_{s1})	[daN/cm ²]	154,9 < 3600

Verifiche SLE - Fessurazione

Momento di fessurazione (comb. q.perm.) (M_f)	[daNm]	1029,7 > 108,9
Trave non fessurata.		
Momento di fessurazione (comb. freq.) (M_f)	[daNm]	1029,7 > 116,4
Trave non fessurata.		

3. VERIFICA RIGIDEZZA DEL SOLAIO

Il calcolo viene eseguito considerando l'effettiva geometria del solaio.

3.1 VERIFICA DELLA RIGIDEZZA FLESSIONALE

Il calcolo della rigidezza Flessionale viene eseguito attraverso la formula:

$$K_{Fle} = 12 \cdot E_c \cdot J / L^3$$

• *Rigidezza in direzione parallela all'orditura del solaio (asse X)*

Rigidezza iniziale del solaio ($K_{F,x,ini}$)	[kN/m]	1251632
Rigidezza area solaio sinistra ($K_{F,x,sin}$)	[kN/m]	62405
Rigidezza area solaio destra ($K_{F,x,des}$)	[kN/m]	26326948
Rigidezza trave a sinistra del foro ($K_{F,x,Tsin}$)	[kN/m]	302825
Rigidezza trave a destra del foro ($K_{F,x,Tdes}$)	[kN/m]	202869
Rigidezza fascia inferiore ($K_{Fle,x,inf}$)	[kN/m]	55211612
Rigidezza equivalente fascia con foro ($K_{Fle,x,foro}$)	[kN/m]	99292987

Rigidezza fascia superiore ($K_{Fle,x,sup}$)	[kN/m]	10601911
Rigidezza finale del solaio ($K_{Fle,x,fin}$)	[kN/m]	1228216
Variazione di rigidezza ($K_{Fle,x,fin} - K_{Fle,x,ini}$) / $K_{Fle,x,ini}$		-2% < $\pm 15\%$
• <i>Rigidezza in direzione ortogonale all'orditura del solaio (asse Y)</i>		
Rigidezza iniziale del solaio ($K_{F,y,ini}$)	[kN/m]	3470873
Rigidezza area solaio inferiore ($K_{F,y,inf}$)	[kN/m]	2498642
Rigidezza area solaio superiore ($K_{F,y,sup}$)	[kN/m]	13012187
Rigidezza trave inferiore del foro ($K_{F,y,Tinf}$)	[kN/m]	190700
Rigidezza trave superiore del foro ($K_{F,y,Tsup}$)	[kN/m]	127754
Rigidezza fascia sinistra ($K_{F,y,sin}$)	[kN/m]	5997667759
Rigidezza equivalente fascia con foro ($K_{F,y,foro}$)	[kN/m]	109783379
Rigidezza fascia destra ($K_{F,y,des}$)	[kN/m]	14216694
Rigidezza finale del solaio ($K_{F,y,fin}$)	[kN/m]	3227419
Variazione di rigidezza ($K_{F,y,fin} - K_{F,y,ini}$) / $K_{F,y,ini}$		-7% < $\pm 15\%$

3.2 VERIFICA DELLA RIGIDEZZA TAGLIANTE

Il calcolo della rigidezza Tagliante viene eseguito attraverso la formula:

$$K_{Tag} = G \cdot A / (\chi \cdot L) \quad \text{Con: } \chi = 1,2$$

• <i>Rigidezza in direzione parallela all'orditura del solaio (asse X)</i>		
Rigidezza iniziale del solaio ($K_{T,x,ini}$)	[kN/m]	496841
Rigidezza area solaio sinistra ($K_{T,x,sin}$)	[kN/m]	182865
Rigidezza area solaio destra ($K_{T,x,des}$)	[kN/m]	1371488
Rigidezza trave a sinistra del foro ($K_{T,x,Tsin}$)	[kN/m]	987471
Rigidezza trave a destra del foro ($K_{T,x,Tdes}$)	[kN/m]	864037
Rigidezza fascia inferiore ($K_{T,x,inf}$)	[kN/m]	1755504
Rigidezza equivalente fascia con foro ($K_{T,x,foro}$)	[kN/m]	3405861
Rigidezza fascia superiore ($K_{T,x,sup}$)	[kN/m]	1012791
Rigidezza finale del solaio ($K_{T,x,fin}$)	[kN/m]	540360
Variazione di rigidezza ($K_{T,x,fin} - K_{T,x,ini}$) / $K_{T,x,ini}$		9% < $\pm 15\%$
• <i>Rigidezza in direzione ortogonale all'orditura del solaio (asse Y)</i>		
Rigidezza iniziale del solaio ($K_{T,y,ini}$)	[kN/m]	1056784
Rigidezza area solaio inferiore ($K_{T,y,inf}$)	[kN/m]	1025451
Rigidezza area solaio superiore ($K_{T,y,sup}$)	[kN/m]	1777448
Rigidezza trave inferiore del foro ($K_{T,y,Tinf}$)	[kN/m]	846404
Rigidezza trave superiore del foro ($K_{T,y,Tsup}$)	[kN/m]	740603
Rigidezza fascia sinistra ($K_{T,y,sin}$)	[kN/m]	12681410
Rigidezza equivalente fascia con foro ($K_{T,y,foro}$)	[kN/m]	4389907
Rigidezza fascia destra ($K_{T,y,des}$)	[kN/m]	1690855

Rigidezza finale del solaio ($K_{T,y,fin}$)	[kN/m]	1113502
Variazione di rigidezza ($(K_{T,y,fin} - K_{T,y,ini}) / K_{T,y,ini}$)		5% < ±15%

3.3 VERIFICA DELLA RIGIDEZZA ASSIALE

Il calcolo della rigidezza Assiale viene eseguito attraverso la formula:

$$K_{Ass} = E_c \cdot A / L$$

- Rigidezza in direzione parallela all'orditura del solaio (asse X)*

Rigidezza iniziale del solaio ($K_{Ass,x,ini}$)	[kN/m]	2916724
Rigidezza area solaio sinistra ($K_{A,x,sin}$)	[kN/m]	7924685
Rigidezza area solaio destra ($K_{A,x,des}$)	[kN/m]	1056625
Rigidezza trave a sinistra del foro ($K_{A,x,Tsin}$)	[kN/m]	
Rigidezza trave a destra del foro ($K_{A,x,Tdes}$)	[kN/m]	
Rigidezza fascia inferiore ($K_{A,x,inf}$)	[kN/m]	825488
Rigidezza equivalente fascia con foro ($K_{A,x,foro}$)	[kN/m]	
Rigidezza fascia superiore ($K_{A,x,sup}$)	[kN/m]	1430846
Rigidezza finale del solaio ($K_{Ass,x,fin}$)	[kN/m]	3025032
Variazione di rigidezza ($(K_{Ass,x,fin} - K_{Ass,x,ini}) / K_{Ass,x,ini}$)		4% < ±15%
- Rigidezza in direzione ortogonale all'orditura del solaio (asse Y)*

Rigidezza iniziale del solaio asportato ($K_{Ass,y,ini}$)	[kN/m]	1139218
Rigidezza area solaio inferiore ($K_{A,y,inf}$)	[kN/m]	1174027
Rigidezza area solaio superiore ($K_{A,y,sup}$)	[kN/m]	677323
Rigidezza trave inferiore del foro ($K_{A,y,Tinf}$)	[kN/m]	
Rigidezza trave superiore del foro ($K_{A,y,Tsup}$)	[kN/m]	
Rigidezza fascia sinistra ($K_{A,y,sin}$)	[kN/m]	94935
Rigidezza equivalente fascia con foro ($K_{A,y,foro}$)	[kN/m]	
Rigidezza fascia destra ($K_{A,y,des}$)	[kN/m]	712011
Rigidezza del telaio ($K_{Ass,y,fin}$)	[kN/m]	1203165
Variazione di rigidezza ($(K_{Ass,y,fin} - K_{Ass,y,ini}) / K_{Ass,y,ini}$)		6% < ±15%

4. COMPUTO MATERIALI

Tab. 1 - Lista armature principali e secondarie

Riferimento	Ø [mm]	L [cm]	Q.ta	L _{tot} [m]	Massa [kg]
Pos. 1 - trave superiore	12	229	1	2,29	2,03
Pos. 2 - trave superiore	12	229	1	2,29	2,03
Pos. 3 - trave superiore	12	229	1	2,29	2,03
Pos. 4 - trave superiore	12	229	1	2,29	2,03
Pos. 5 - trave superiore	12	229	1	2,29	2,03

Pos. 6 - trave superiore	12	229	1	2,29	2,03
Pos. 7 - trave superiore	12	229	1	2,29	2,03
Pos. 8 - trave sinistra	12	209	1	2,09	1,85
Pos. 9 - trave sinistra	12	209	1	2,09	1,85
Pos. 10 - trave sinistra	12	209	1	2,09	1,85
Pos. 11 - trave sinistra	12	209	1	2,09	1,85
Pos. 12 - trave sinistra	12	209	1	2,09	1,85
Pos. 13 - trave inferiore	12	229	1	2,29	2,03
Pos. 14 - trave inferiore	12	229	1	2,29	2,03
Pos. 15 - trave inferiore	12	229	1	2,29	2,03
Pos. 16 - trave inferiore	12	229	1	2,29	2,03
Pos. 17 - trave inferiore	12	229	1	2,29	2,03
Pos. 18 - trave inferiore	12	229	1	2,29	2,03
Pos. 19 - trave inferiore	12	229	1	2,29	2,03
Pos. 20 - trave destra	12	209	1	2,09	1,85
Pos. 21 - trave destra	12	209	1	2,09	1,85
Pos. 22 - trave destra	12	209	1	2,09	1,85
Pos. 23 - trave destra	12	209	1	2,09	1,85
Pos. 24 - trave destra	12	209	1	2,09	1,85
Pos. 25 - trave destra	12	209	1	2,09	1,85
staffe trave superiore	8	112	11	12,32	4,86
staffe trave inferiore	8	122	11	13,42	5,29
staffe trave sinistra	8	122	9	10,98	4,33
staffe trave destra	8	112	11	12,32	4,86

Tab. 2 - Armature totali per diametro

Diametro	L_{tot} [m]	Massa [kg]
Ø8	49,04	19,34
Ø12	55,05	48,77

Armatura (B450C)	[kg]	69
Calcestruzzo (C25/30)	[m ³]	0,65
Percentuale di armatura in peso	[%]	4,17
Incidenza peso armatura sul volume cls	[kg/m ³]	104,26



trave rovescia

Capitolo

10

10.1 Interfaccia

Prima di iniziare il lavoro, occorre accertarsi che le opzioni correnti corrispondano alle proprie esigenze. Infatti tali opzioni rimangono valide per tutti i moduli fino a quando non interviene una nuova modifica. Sono ammesse modifiche anche in momenti successivi.

Dopo l'avvio del modulo appaiono, sulla destra, opzioni relative ai carichi e alle tensioni ammissibili.

- Opzione Metodo di Verifica: impostandola su TA (SL), le elaborazioni e le verifiche verranno eseguite secondo il metodo delle Tensioni Ammissibili (Stati Limite).
- Opzione Modalità Tensioni: se impostata su Automatico, dopo l'immissione della resistenza caratteristica del calcestruzzo e del tipo di acciaio, il programma calcola automaticamente le relative tensioni ammissibili principali e tangenziali. In alternativa è possibile digitare manualmente i valori voluti.
- Opzione Modalità Carichi: se impostata su Automatico consente di calcolare automaticamente il peso proprio del solaio mentre si digitano i parametri geometrici necessari. In alternativa è possibile digitare manualmente il valore voluto.

The screenshot shows a dialog box with the following settings:

- Metodo di calcolo e verifica:** Two buttons, 'T.A.' and 'S.L.', with 'S.L.' selected.
- Modalità Tensioni:** Two radio buttons, 'Manuale' and 'Automatico', with 'Automatico' selected.
- Modalità Carichi:** Two radio buttons, 'Manuale' and 'Automatico', with 'Manuale' selected.

Fig. 10.1 - Scelta modalità di calcolo.

10.2 Caratteristiche di input e output dei dati

L'input dei dati è accompagnato da una guida grafica sulla destra dello schermo.

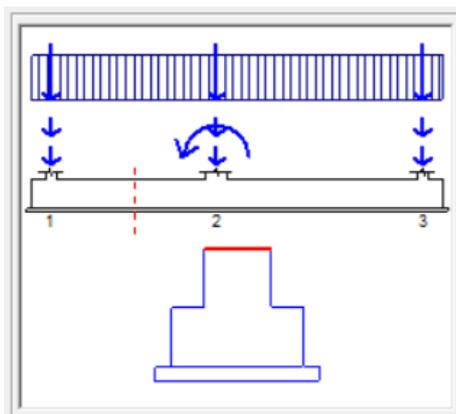


Fig. 10.2 - Guida grafica all'input dei dati.

10.2.1 Dati Elastici

In questa cartella vengono richiesti il numero di campate, le caratteristiche dei materiali e del terreno di fondazione:

- Numero di campate: numero delle campate (senza limitazioni).
- Costante elastica del terreno.
- Sporgenza sottofondazione.
- Coefficiente di omogeneizzazione.
- Copriferro: distanza dall'asse del tondino al filo travetto.
- Classe del calcestruzzo.
- Tipo di acciaio utilizzato.

Inoltre, se l'opzione Modalità Tensioni non è impostata su Automatico, verranno richiesti:

- La tensione ammissibile del calcestruzzo.
- La tensione ammissibile del ferro.
- La tensione tangenziale minima del calcestruzzo al disotto della quale non è necessario armare a taglio.
- La tensione tangenziale limite del calcestruzzo che non deve essere superata nella verifica a solo taglio.
- La tensione tangenziale limite del calcestruzzo che non deve essere superata qualora sia presente taglio e torsione.

Dati Elastici	Campate	Carichi concentrati
Trave		
Numero di campate:	<input type="text" value="2"/>	
Sporgenza sottofondazione:	[cm] <input type="text" value="10"/>	
Copriferro:	[cm] <input type="text" value="5"/>	
Calcestruzzo		
Classe del calcestruzzo:	<input type="text" value="C25/30"/>	
Rresistenza caratteristica cubica (Rck):	[daN/cm ²] <input type="text" value="300"/>	
Resistenza di calcolo:	[daN/cm ²] <input type="text" value="141,10"/>	
Resistenza di calcolo tangenziale:	[daN/cm ²] <input type="text" value="11,94"/>	
Resistenza di calcolo a trazione:	[daN/cm ²] <input type="text" value="30,70"/>	
Acciaio		
Tipo di acciaio:	<input type="text" value="B450C"/>	
Resistenza caratteristica di snervamento:	[daN/cm ²] <input type="text" value="4500"/>	
Resistenza di calcolo:	[daN/cm ²] <input type="text" value="3913,04"/>	
Coefficiente di omogeneizzazione:	<input type="text" value="15"/>	
Costante elastica. Valori consigliati (daN/cm²)		
Argilla e limi	<input type="text" value="0,5 ÷ 1"/>	
Argilla compatta	<input type="text" value="1 ÷ 5"/>	
Sabbia sciolta	<input type="text" value="0,4 ÷ 1"/>	
Sabbia mediam. sciolta	<input type="text" value="1 ÷ 3"/>	
Sabbia compatta	<input type="text" value="3 ÷ 10"/>	
Terreno		
Carico limite di esercizio:	[daN/cm ²] <input type="text" value="2,7"/>	
Costante elastica:	[daN/cm ²] <input type="text" value="1,6"/>	

Fig. 10.3 - Scheda Dati Elastici.

10.2.2 Dati Geometrici e Peso Proprio

In questa cartella vanno inseriti per ogni campata le caratteristiche geometriche ed il peso proprio:

- Luce: distanza tra due appoggi.
- Peso Proprio: peso di un metro di trave. Se l'opzione Modalità Carichi è impostata su Automatico, il campo non è editabile e il programma valuta automaticamente il peso proprio sulla base dei dati della sezione per quella campata.
- Base Anima: per sezioni a T è il valore della base minore; per sezioni rettangolari può essere posto pari a zero oppure pari alla base maggiore indifferentemente.
- Base Maggiore: rappresenta il valore della base maggiore.
- Altezza Ala: per sezioni a T è lo spessore dell'ala; per sezioni rettangolari può essere posto pari a zero oppure pari all'altezza totale indifferentemente.

Dati Elastici
Campate
Carichi concentrati

Dati Geometrici e Peso Proprio

Campata n.	Luce [cm]	Peso Proprio [daN/m]	Base Anima [cm]	Base Maggiore [cm]	Altezza Ala [cm]	Altezza Totale [cm]
sb. sin	50	1200	40	80	40	80
1	400	1200	40	80	40	80
2	500	1200	40	80	40	80
sb. des	50	1200	40	80	40	80

Base minore campata 1

Selezione celle: C2:C2

Fig. 10.4 - Scheda Campate.

10.2.3 Definizione Appoggi e Carichi Concentrati

In questa cartella vanno inseriti il nome e le dimensioni dei pilastri, gli scarichi e le coppie concentrati ai piedi dei pilastri:

- Denominazione: carattere alfanumerico atto a descrivere il piede del pilastro.
- Larghezza Pilastro: ingombro del pilastro.
- Scarico Pilastro: sforzo normale del pilastro.
- Coppia Concentrata: momento al piede del pilastro.

Dati Elastici
Campate
Carichi concentrati

Definizione Appoggi e Carichi concentrati

Appoggio n.	Denominazione	Largh. Pilastro [cm]	Forza perm. G1 [daN]	Forza perm. G2 [daN]	Forza var. Qk1 [daN]	Momento var. Qk1 [daNm]	Codice Carico Qk1
1	1	30	12000	6000	14000	0	2
2	2	50	14000	10000	11000	-3000	2
3	3	30	11000	14500	12000	0	2

Larghezza pilastro 2

Selezione celle: B2:B2

Copia

Incolla

Cancella

Applica

Annulla

Fig. 10.5 - Scheda Carichi concentrati.

10.3 Opzioni Trave Rovescia

Per accedere alle Opzioni Trave Rovescia, cliccare sull'icona  sulla barra degli Strumenti oppure dalla barra Menù selezionare Opzioni e poi Trave Rovescia o ancora premendo il tasto visualizzato nel campo Carico Permanente in modalità automatico.

10.3.1 Sezione Armatura

- Diametro minimo armatura principale. Immettendo un valore compreso tra 5 e 30 si impone al programma di valutare la scelta dei diametri da utilizzare per l'armatura longitudinale principale a partire da quello indicato.
- Diametro minimo ferri di parete. Immettendo un valore compreso tra 5 e 30 si impone al programma di valutare la scelta del diametro da utilizzare per eventuali ferri di parete a partire da quello indicato.
- Diametro minimo armatura a staffe. Immettendo un valore compreso tra 5 e 26 si impone al programma di valutare la scelta del diametro da utilizzare per le staffe a partire da quello indicato.
- Passo minimo delle staffe. Distanza minima che si vuole assegnare tra due staffe consecutive (valore compreso tra 5 e 33 cm).
- Ancoraggio diritto. Lunghezza di ancoraggio da adottare per i ferri diritti superiori ed inferiori e per i cavallotti.
- Piega estremità. Lunghezza da adottare per le estremità dei ferri diritti superiori ed inferiori e dei cavallotti secondo il modello scelto nel menu a tendina proposto.
- Ancoraggio staffa. Lunghezza di ancoraggio delle estremità delle staffe.
- Taglio affidato ai ferri di parete. Percentuale del taglio da affidare ai ferri di parete con valore limite pari al 50%.

- Taglio affidato ai sagomati. Percentuale del taglio affidato a ferri sagomati con valore limite pari al 40%.

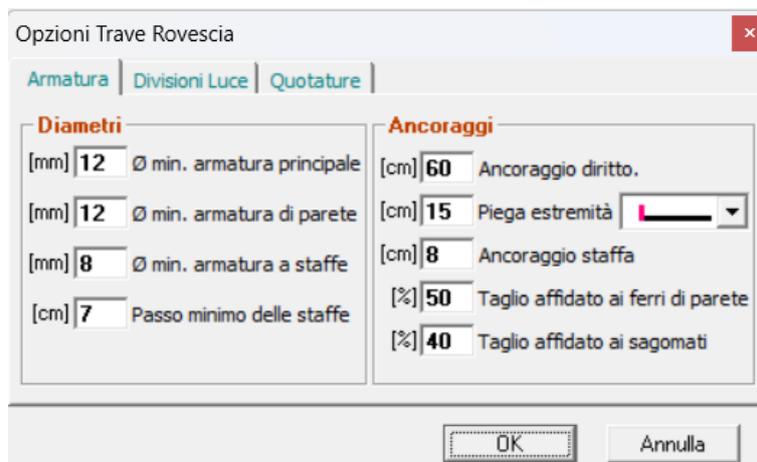


Fig. 10.6 - Finestra opzioni, scheda Armatura.

10.3.2 Sezione Divisioni campata

- Numero di divisioni da elaborare. Indica il numero delle parti in cui suddividere la luce della scala e per le quali poter disporre delle caratteristiche della sollecitazione nella relazione.

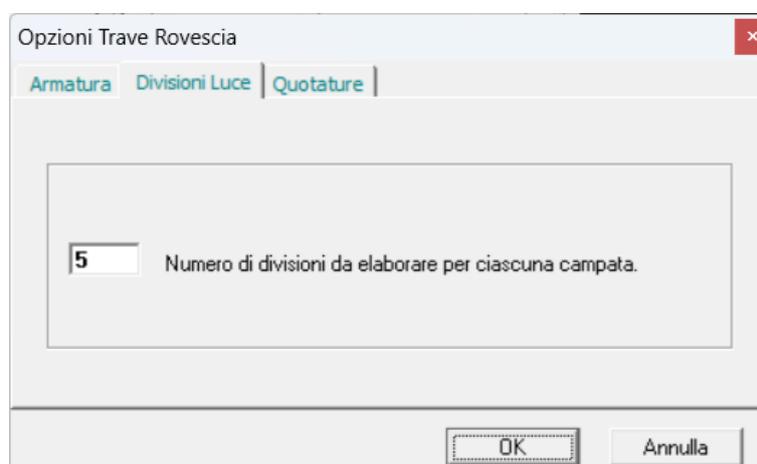


Fig. 10.7 - Finestra opzioni, scheda Divisioni campata.

10.3.3 Sezione Quotature

- Altezza del font per i titoli. Altezza da dare al font per il testo nelle intestazioni.
- Altezza del font per le indicazioni. Altezza da dare al font per il testo nelle indicazioni.
- Altezza del font per quotatura ferri. Altezza da dare al font per il testo nelle intestazioni.

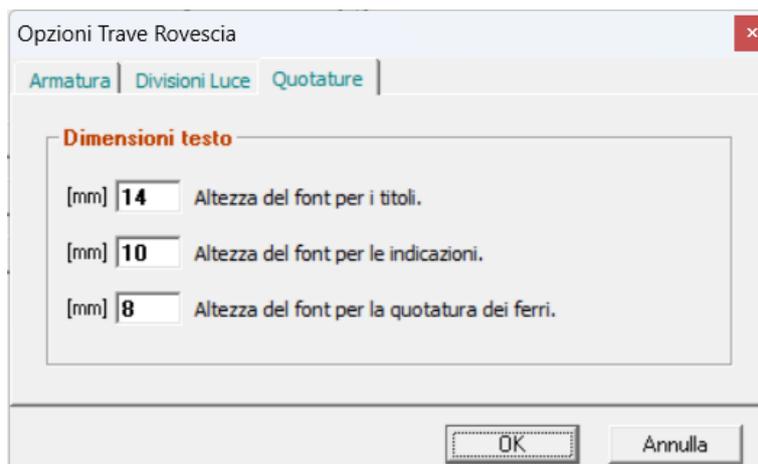


Fig. 10.8 - Finestra opzioni, scheda Quotature.

10.4 Diagrammi e schemi di carico

Premendo il tasto Diagrammi della barra degli strumenti (oppure facendo clic sulla voce Diagrammi del Menu Vista) si apre una finestra divisa in quattro riquadri dove sono riprodotti i diagrammi del momento flettente, del taglio, delle pressioni sul terreno e degli abbassamenti. Al passaggio del mouse, per ogni rappresentazione, vengono evidenziati l'ascissa misurata a partire dall'appoggio di sinistra ed il valore del relativo diagramma in quella posizione.

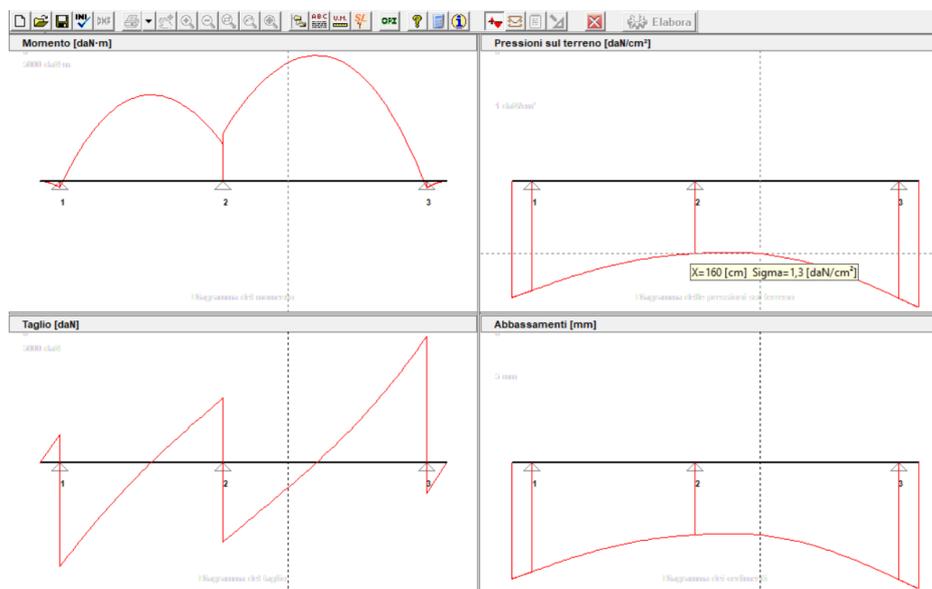


Fig. 10.9 - Finestra Diagrammi delle caratteristiche.

10.5 Armature

Dopo l'immissione dei dati della struttura, all'avvio dell'elaborazione, viene richiesto di scegliere tra la predisposizione del tutto automatica delle armature necessarie e la possibilità di gestire i ferri secondo le proprie esigenze.

10.5.1 La finestra di interfaccia delle armature

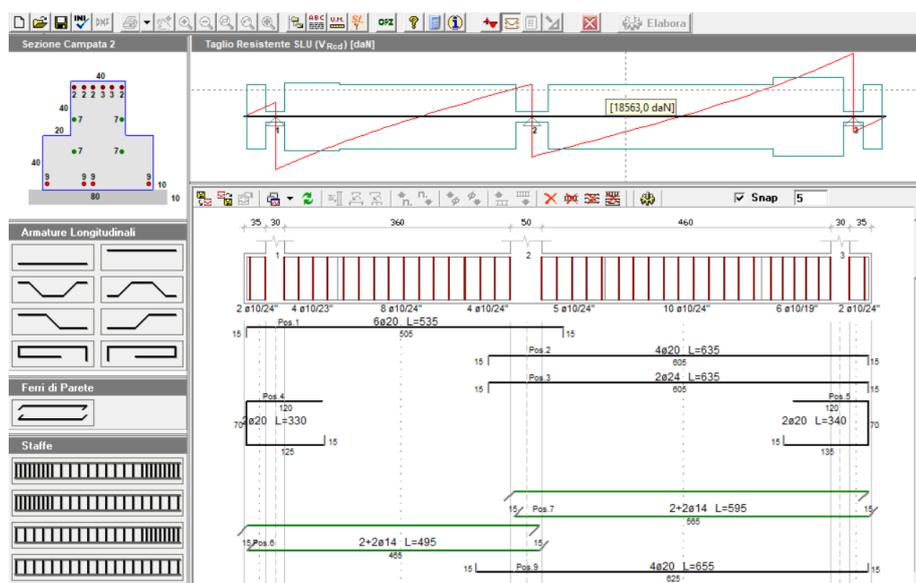


Fig. 10.10 - Finestra di interfaccia delle armature della trave rovescia.

L'interfaccia permette di analizzare e/o modificare le armature e comprende:

- la finestra principale dove, oltre alla sezione longitudinale della trave, sono disegnati i ferri con le loro quotature;
- tre finestre laterali dalle quali si selezionano i ferri longitudinali, i ferri di parete e le staffe da inserire nella trave;
- una finestra superiore dove, ad ogni clic del mouse, si alternano le visualizzazioni della distinta staffe, del diagramma del momento e del taglio con sovrapposizione dei rispettivi valori resistenti;
- una finestra nell'angolo superiore sinistro dove è visibile, in modo interattivo, la sezione della trave con quote e posizione dei ferri, relativa alla posizione corrente del mouse nella finestra principale.

10.5.2 Predisposizione automatica delle armature

In fase di elaborazione dei dati introdotti per la trave, rispondere affermativamente alla richiesta di scegliere il tipo di inserimento automatico per le armature. Le armature vengono individuate a partire dai valori massimi delle caratteristiche di sollecitazione. La scelta dei diametri (al massimo due) viene eseguita a partire dal diametro minimo indicato nelle opzioni del modulo.

10.5.3 Disposizione manuale e modifica delle armature

Scegliendo di personalizzare le armature basta selezionare con il tasto sinistro del mouse le armature desiderate, trascinarle nel punto voluto e rilasciare il tasto del puntatore. Dalla finestra delle proprietà che appare a questo punto, si possono effettuare tutte le scelte inerenti al ferro.

- **Introdurre un ferro longitudinale.** Nella finestra Armature Longitudinali sono elencati 8 tipi di ferro longitudinale che è possibile inserire nella trave. Ogni tipo di ferro è rappresentato da un'icona che lascia intendere quale sia la sua morfologia e la posizione che prenderà all'interno

della trave. Sono disponibili due ferri dritti (inferiore e superiore), quattro piegati e due sagomati a molla per gli sbalzi.

- **Introdurre un ferro di parete.** Nella finestra Ferri di Parete è raffigurata un'icona con la quale si possono inserire nella trave i ferri di parete utili per assorbire parte del taglio
- **Introdurre un blocco di staffe.** Nella finestra Staffe si hanno a disposizione 4 tipologie di icone il cui scopo è solo quello di migliorare e velocizzare l'inserimento delle staffe.
 - Disposizione differenziata agli estremi: questa tipologia consente di posizionare contemporaneamente tre blocchi di staffe, due in prossimità degli appoggi ed uno centrale in modo da poterne differenziare il passo e, allo stesso tempo, possano risultare contigui.
 - Disposizione differenziata a sinistra: in questo caso i blocchi introdotti sono due con quello più corto a sinistra.
 - Disposizione differenziata a destra: qui i blocchi introdotti sono ancora due con quello più corto a destra.
 - Disposizione uniforme: con questa scelta si ottiene un solo blocco uniforme che occupa l'intera campata.

Dopo aver effettuato la scelta desiderata e trascinato il mouse in corrispondenza della campata voluta, appare la finestra proprietà attraverso la quale si possono modificare i parametri relativi ad ogni ferro o gruppo di staffe prima di premere il tasto di conferma.

10.5.4 La barra delle armature

Sulla barra delle armature della finestra principale si trovano le icone che permettono una gestione agevole di alcune proprietà e funzioni dei ferri introdotti.



Fig. 10.11 - Barra delle armature.

-  Carica armatura ultimo salvataggio: se esistente, permette di caricare l'armatura precedentemente salvata eliminando quella corrente.
-  Salva armatura corrente: salva l'armatura disposta previo salvataggio della struttura.
-  Proprietà: visualizza la finestra Proprietà del ferro selezionato.
-  Finestra grafici → Momento resistente: visualizza nella finestra superiore il diagramma del momento flettente e aggiorna quello resistente.
-  Finestra grafici → Taglio resistente: visualizza nella finestra superiore il diagramma del taglio e aggiorna quello resistente.
-  Finestra grafici → Distinta staffe: visualizza nella finestra superiore la distinta delle staffe per ogni campata.
-  Aggiorna finestra grafici: aggiorna la visualizzazione corrente della finestra superiore.
-  Allinea al copriferro: adegua l'altezza del blocco di staffe selezionato alla campata corrente e lo riposiziona rispettando il copriferro.

-  Allinea agli appoggi: estende le estremità del ferro selezionato fino agli assi degli appoggi della campata corrente.
-  Centra sull'appoggio: sposta il ferro selezionato fino a centrarlo sull'appoggio prossimo al puntatore.
-  Aumenta numero ferri: aumenta il numero di ferri rappresentato dal ferro selezionato.
-  Riduci numero ferri: riduce il numero di ferri rappresentato dal ferro selezionato.
-  Aumenta diametro: aumenta il diametro del ferro selezionato.
-  Riduci diametro: riduce il diametro del ferro selezionato.
-  Aumenta passo staffe: aumenta il passo del blocco di staffe selezionato.
-  Riduci passo staffe: riduce il passo del blocco di staffe selezionato.
-  Elimina selezione: elimina il ferro selezionato.
-  Elimina staffe: permette di eliminare tutti i blocchi di staffe presenti.
-  Elimina longitudinali: permette di eliminare tutti i ferri longitudinali presenti.
-  Elimina tutto: elimina sia i ferri longitudinali che i blocchi di staffe presenti.
-  Aggiorna calcoli: riesegue le verifiche necessarie dopo una variazione delle armature.
-  Snap 5 permette, se attivato, spostamenti (con mouse o tasti direzionali) su una griglia con passo indicato a fianco.

10.5.5 Funzioni sulla barra di stato

Sulla barra di stato, nella parte bassa dello schermo, sono presenti un campo che indica lo stato attuale dello SNAP (ON/OFF) ed un campo che indica lo stato attuale della funzione ORTHO (ON/OFF). Lo stato di queste funzioni può essere cambiato facendo un doppio clic sul campo medesimo.



Fig. 10.12 - Funzioni sulla barra di stato

Con la funzione ORTHO si limita il puntatore a spostamenti solo orizzontali o verticali. Tale funzione si rende utile per spostare un ferro senza perdere l'allineamento oppure per ottenere uno stiramento del ferro lungo il suo asse.

10.5.6 Finestra proprietà dei ferri longitudinali

La visualizzazione della finestra delle proprietà di un ferro si attiva ad ogni nuovo inserimento di armatura. Per visualizzare o modificare le proprietà di un ferro già introdotto si può procedere in due modi:

- selezionare un ferro e premere il tasto Proprietà sulla barra delle armature;

- posizionare il puntatore su un ferro, premere il tasto destro del mouse e selezionare la voce di menù Proprietà.

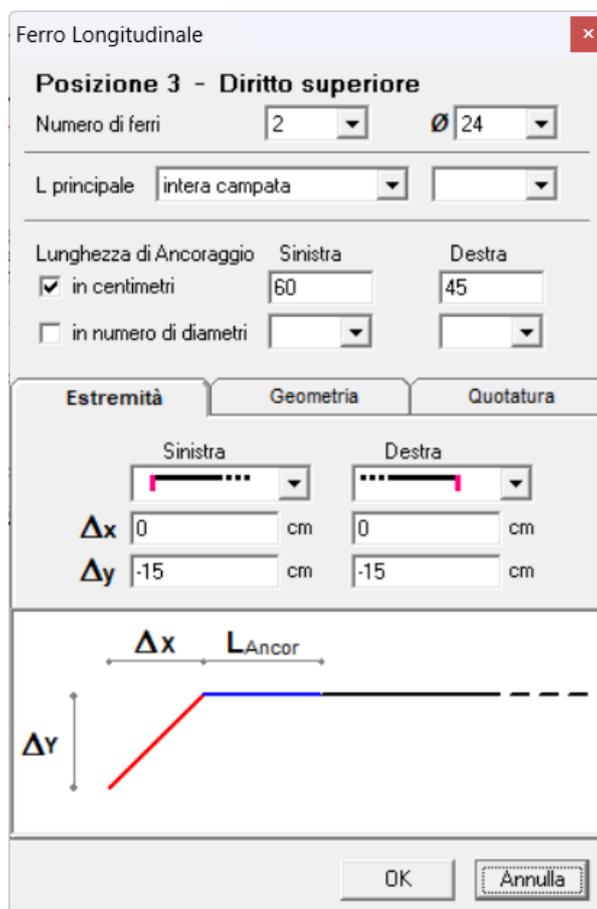


Fig. 10.13 - Finestra proprietà delle armature longitudinali.

La finestra delle proprietà consente di configurare o modificare le caratteristiche di un ferro.

- Posizione e denominazione del ferro: indicano la posizione che il ferro occupa nella lista dei ferri e la tipologia del ferro selezionato.
- Numero dei ferri e diametro: il diametro ed il numero di ferri rappresentati da quello selezionato.
- Lunghezza principale e riferimento: da due liste a discesa si possono selezionare la lunghezza principale espressa in termini di campata ed il riferimento a partire dal quale va valutata la lunghezza stessa (es.: se le scelte fatte fossero 1+1/4 di campata e da sinistra, avremmo, partendo da sinistra, una lunghezza principale pari alla luce della campata corrente più un quarto della luce della campata successiva). In fase di inserimento di un nuovo ferro, viene proposta una lunghezza iniziale pari alla luce della campata corrente e che potrà essere modificata sia operando una scelta diversa dalla lista e sia intervenendo sulla scheda Geometria descritta in seguito. Nel caso in cui la lunghezza principale venga assegnata tramite la scheda Geometria, i due campi predisposti risulteranno vuoti.
- Lunghezza di ancoraggio: è la lunghezza in aggiunta a quella principale e della quale non se ne tiene conto nelle verifiche e nella definizione dei diagrammi resistenti. questo parametro può essere inserito in duplice modo:
 - esprimendolo in centimetri;
 - esprimendolo in numero di diametri.

- Scheda Estremità. In questa scheda vanno inseriti il tipo di estremità sia destra che sinistra da selezionare da un elenco a discesa ed i valori come indicato nell'immagine di fig. 6.18.

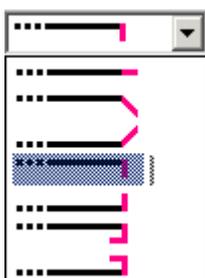


Fig. 10.14 - Tipi di estremità per le armature longitudinali.

- Scheda Geometria. In questa sezione è possibile modificare il punto di inserimento del ferro (estremo di sinistra) attraverso le coordinate X e Y e la geometria mediante una tabella dove il ferro viene suddiviso in singoli tratti ad ogni deviazione lungo il suo sviluppo. Per ogni tratto si possono modificare la lunghezza assoluta del tratto stesso e/o le proiezioni sugli assi x e y mentre la colonna relativa all'inclinazione del tratto è solo di tipo informativo. Il tratto interessato dalla modifica viene evidenziato in rosso.

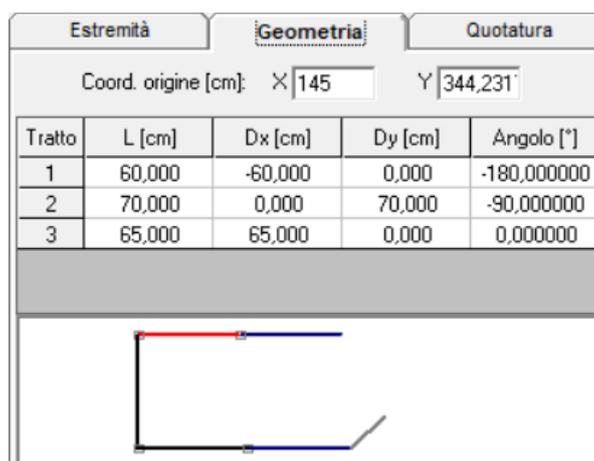


Fig. 10.15 - Scheda di modifica della geometria del ferro longitudinale.

- Scheda Quotatura. In questa scheda è possibile selezionare il font ed il colore per le varie visualizzazioni delle quote in prossimità del ferro nonché decidere se mostrare:
 - la scritta **Pos.** seguita da un numero identificativo;
 - la scritta **inf, sup, par** ad indicare la posizione del tratto (inferiore, superiore o intermedia per ferri di parete). -Solo per i moduli ScaRam e ScaGin -;
 - la lunghezza totale del ferro comprendente le lunghezze di ancoraggio e le estremità;
 - il numero dei ferri ed il diametro;
 - le quotature parziali dei singoli tratti.

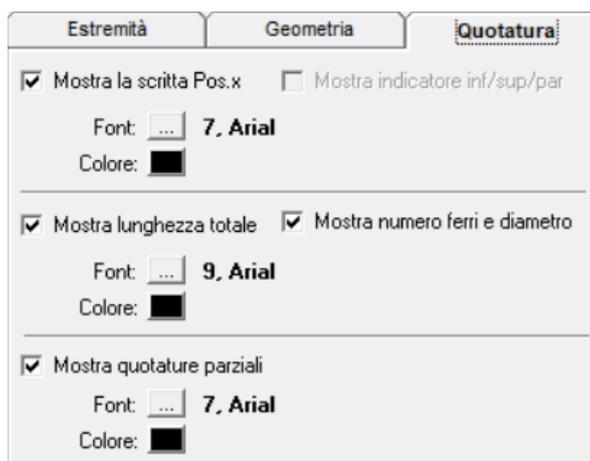


Fig. 10.16 - Scheda di modifica delle quotature del ferro longitudinale.

10.5.7 Finestra proprietà delle staffe

La visualizzazione della finestra proprietà delle staffe si attiva ad ogni nuovo inserimento di armatura. Per visualizzare o modificare le proprietà di un blocco staffe già introdotto si può procedere in due modi:

- selezionare il blocco e premere il tasto Proprietà sulla barra delle armature;
- posizionare il puntatore su un blocco staffe, premere il tasto destro del mouse e selezionare la voce di menù Proprietà.

La finestra delle proprietà consente di configurare o modificare le caratteristiche di uno o più gruppi di staffe.

- Scheda Blocchi. Ogni qualvolta si introducono uno o più gruppi di staffe si visualizza questa scheda dove risultano abilitate solo le sezioni relative ai blocchi immessi. Se invece si sta modificando un gruppo di staffe già presenti, nella scheda si visualizza una sola sezione denominata *Definizione Blocco*. Per ogni sezione sono definibili le caratteristiche del blocco.
 - Diametro \emptyset : diametro delle staffe del blocco.
 - Origine: ascissa, valutata rispetto al bordo sinistro della finestra principale, alla quale ha inizio il blocco.
 - Ampiezza: dimensione del blocco lungo l'asse della campata.
 - Bracci: numero di bracci delle staffe (2 o 4).
 - Passo: distanza tra due staffe nella direzione del blocco.



Fig. 10.17 - Scheda Blocchi della finestra proprietà staffe.

- Scheda Staffa. In questa scheda è visibile una configurazione interattiva delle staffe ed è possibile modificare, oltre alla lunghezza di ancoraggio delle estremità, il tipo di chiusura potendo scegliere tra:
 - Chiusura a 45°: le estremità sono inclinate di 45°.
 - Chiusura a uncino: le estremità sono raccordate a forma di uncino.
 - Chiusura a cappello: la staffa è composta da due elementi distinti a forma di U che, sovrapposti, chiudono la staffa.

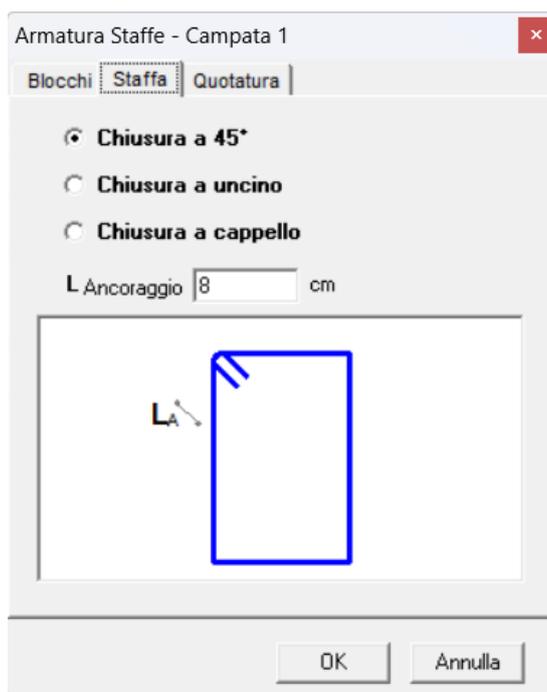


Fig. 10.18 - Scheda Staffe della finestra proprietà staffe.

- Scheda Quotatura. In questa scheda è possibile selezionare il font ed il colore per le varie visualizzazioni delle quote in prossimità del blocco staffe e selezionare gli elementi da mostrare:
 - Mostra la scritta Pos.x: fa vedere, in prossimità del gruppo o della staffa, la scritta Pos. seguita da un numero identificativo sia nella finestra principale che nella finestra staffe e di conseguenza nei disegni esecutivi.
 - Mostra numero staffe e diametro del blocco: fa vedere il numero di staffe presenti nel blocco ed il diametro.
 - Mostra lunghezza staffa: fa vedere la lunghezza totale della staffa comprendente le lunghezze di ancoraggio agli estremi.
 - Mostra quotature parziali staffa: fa vedere le quotature parziali dei singoli tratti della staffa.

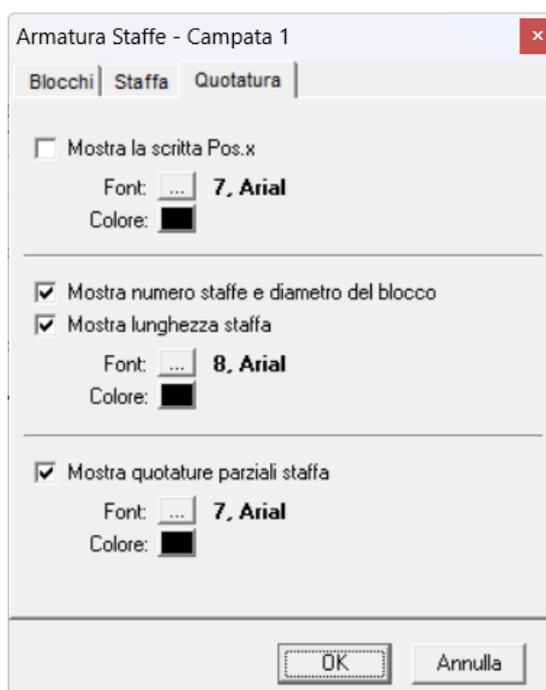


Fig. 10.19 - Scheda quotatura della finestra proprietà staffe.

10.5.8 Modificare senza la finestra proprietà

Alcune caratteristiche del ferro possono essere modificate senza l'ausilio della finestra proprietà.

- Punto origine: selezionare il ferro o il gruppo staffe e, tenendo premuto il tasto sinistro del mouse, trascinare la selezione nel punto voluto. In alternativa, dopo la selezione si possono utilizzare i tasti direzionali della tastiera. In entrambi i casi il movimento avviene lungo una griglia definita con la funzione SNAP e può essere vincolato dalla funzione ORTHO.
- Numero di ferri: selezionare il ferro con il mouse e, sulla barra delle armature, premere il tasto  una sola volta per aumentare il numero di ferri di una unità, invece il tasto  per ridurlo il numero. Lo stesso risultato si ha premendo il tasto destro del mouse quando è posizionato sopra al ferro e scegliere Aumenta numero ferri oppure Riduce numero ferri dal menù che appare.

- **Diametro:** selezionare il ferro o il gruppo staffe e, sulla barra delle armature, premere il tasto  per aumentare il diametro ed il tasto  per diminuirlo. Anche in questo caso si può usare il tasto destro del mouse e quindi selezionare Aumenta diametro ferro/staffe oppure Riduce diametro ferro/staffe per ottenere lo stesso effetto.
- **Allinea agli appoggi:** per riposizionare un ferro in modo da estendere gli estremi fino agli assi degli appoggi della campata corrente, premere il tasto  sulla barra delle armature oppure scegliere Allinea agli appoggi dal menu che appare premendo il tasto destro.
- **Centra sull'appoggio:** per riposizionare un ferro in modo da risultare centrato sull'appoggio più vicino al puntatore, premere il tasto  sulla barra delle armature oppure scegliere Centra sull'appoggio dal menu che appare premendo il tasto destro.
- **Allinea al copriferro:** per adeguare l'altezza del blocco di staffe selezionato alla campata corrente e riposizionarlo rispettando il copriferro, premere il tasto  sulla barra delle armature oppure scegliere Allinea al copriferro dal menu che appare premendo il tasto destro del mouse.
- **Allinea ai pilastri:** per estendere il blocco di staffe selezionato al filo dei pilastri della campata corrente, premere il tasto  sulla barra delle armature oppure scegliere Allinea al filo pilastri dal menu che appare premendo il tasto destro del mouse.
- **Elimina selezione:** elimina il ferro o il blocco staffe selezionato se viene premuto il tasto  sulla barra delle armature oppure selezionando Elimina ferro o Elimina gruppo staffe dal menù tasto destro del mouse.
- **Elimina staffe:** elimina in modo permanente tutti i gruppi di staffe quando viene premuto il tasto  sulla barra delle armature.
- **Elimina longitudinali:** elimina in modo permanente tutti i ferri quando viene premuto il tasto  sulla barra delle armature.
- **Elimina tutto:** elimina in modo permanente tutti i ferri longitudinali e tutte le staffe quando viene premuto il tasto  sulla barra delle armature.
- **Modifica geometria di un ferro:** con il solo uso del mouse e con l'aiuto delle funzioni SNAP e ORTHO si può modificare nel modo voluto la lunghezza di un singolo tratto del ferro. Al momento della selezione, sugli estremi di ogni singolo tratto del ferro appaiono delle maniglie di colore grigio; facendo doppio clic su una maniglia, questa assume il colore rosso. A questo punto cliccando su una maniglia diversa da quella selezionata e trascinando il mouse col tasto sinistro premuto, l'effetto sarà quello di uno stiramento del solo tratto attiguo alla maniglia rossa e dalla parte del puntatore.
- **Modifica geometria di un gruppo staffe:** dopo aver impostato nel modo voluto le funzioni SNAP e ORTHO, selezionare con il mouse un blocco di staffe. Al momento della selezione, su ogni angolo del blocco appaiono delle maniglie di colore grigio; facendo doppio clic su una maniglia di un lato, entrambe le maniglie di quel lato assumono il colore rosso. A questo punto cliccando su una maniglia dell'altro lato e trascinando il mouse col tasto sinistro premuto, l'effetto sarà quello di uno stiramento del blocco ed il valore del passo del nuovo blocco sarà uguale a quello preesistente.

10.6 Esempio di calcolo di una trave di fondazione

Calcolo e verifica agli Stati Limite di una trave rovescia alla Winkler a due campate.
Sono utilizzati calcestruzzo di classe Rck 250 e barre del tipo Feb38k.

ELABORATI GRAFICI PRODOTTI:

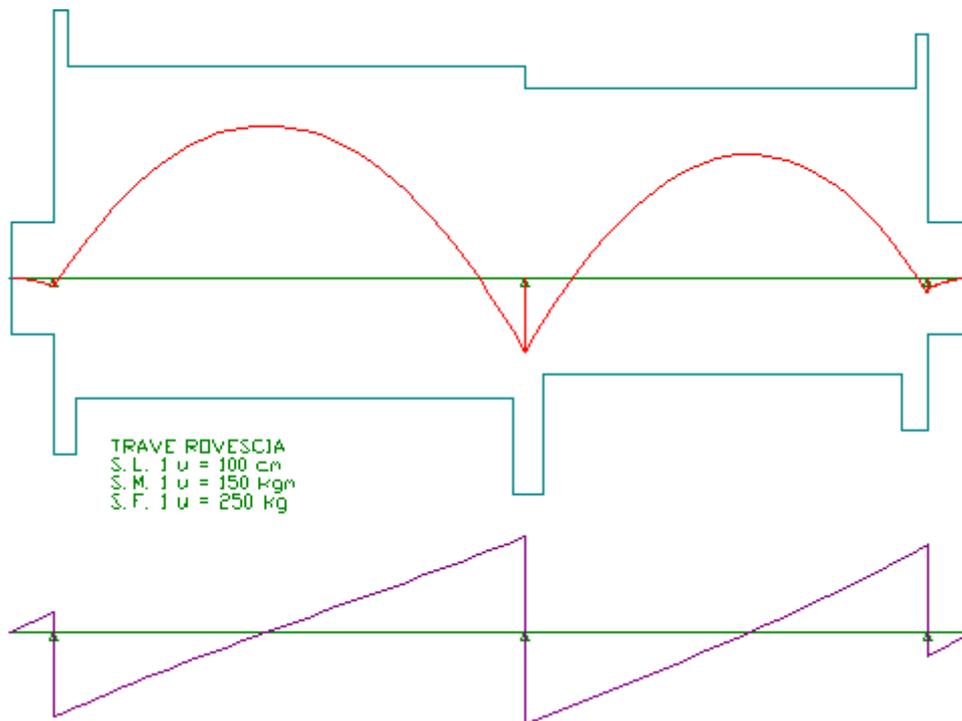


Fig. 10.20 - Diagramma di momento e taglio.

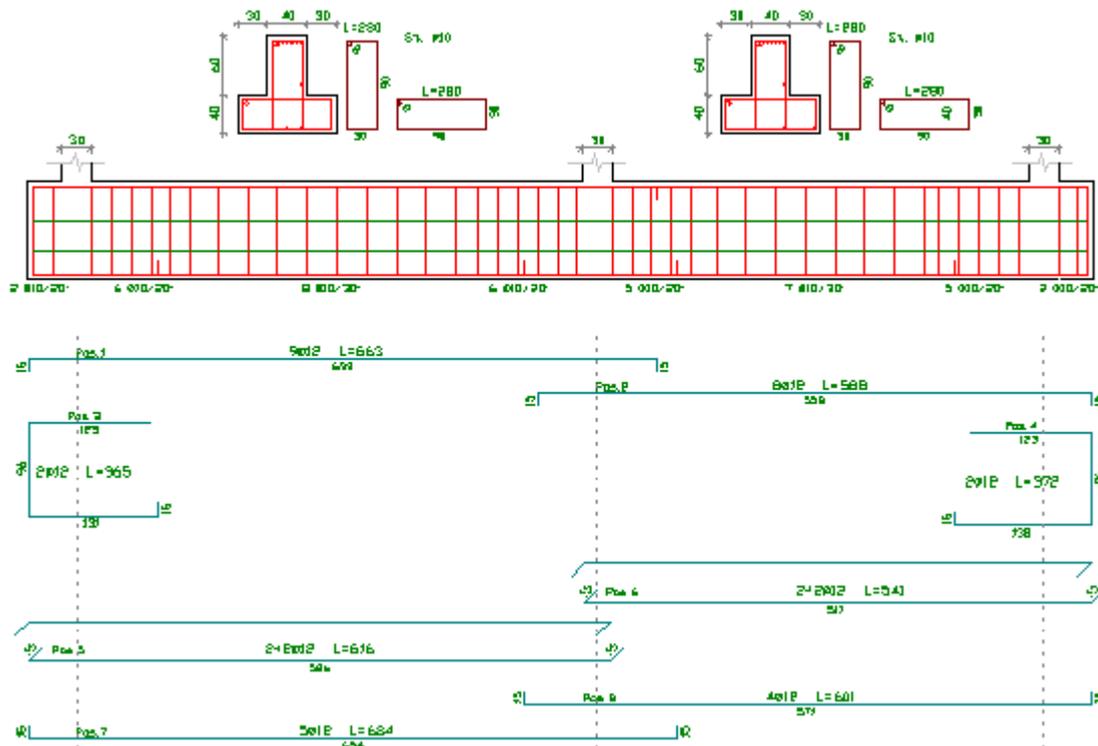


Fig. 10.21 - Sezioni e distinta armature.

RELAZIONE DI CALCOLO

**TRAVE ROVESCIA (metodo di Winkler)
Metodo di calcolo e verifica: Stati Limite**

DATI GEOMETRICI ED ELASTICI

Coeff. di omogeneizzazione		15
Copriferro	[cm]	5
Costante di sottofondo del terreno	[kg/cm ³]	2,50
Lambda	[1/m]	0,27
Lunghezza caratteristica	[m]	11,67
Classe di resistenza del calcestruzzo (R _{ck})	[kg/cm ²]	250
Resistenza caratteristica del cls (f _{ck})	[kg/cm ²]	207,5
Resistenza di calcolo del cls (α·f _{cd})	[kg/cm ²]	110,2
Resistenza tangenziale di calcolo (τ _{Rd})	[kg/cm ²]	2,52
Resistenza a trazione per flessione (f _{ctk})	[kg/cm ²]	19,4
Tipo di acciaio		Fe B44k
Tensione caratteristica di snervamento (f _{yk})	[kg/cm ²]	4300
Resistenza di calcolo dell'acciaio (f _{yd})	[kg/cm ²]	3739,1

GEOMETRIA E PESO PROPRIO (val. caratteristico e di calcolo)

Campata Luce B.Min B.Mag. H.Ala H.Tot. Inerzia PesoP.(G_k) PesoP.(G_d)

n.	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[m ⁴]	[kg/m]	[kg/m]
1	525	40	100	40	100	0,050033	1600	2240
2	450	40	100	40	100	0,050033	1600	2240
Sbalzo								
sin.	50	40	100	40	100	0,050033	1600	2240
des.	50	40	100	40	100	0,050033	1600	2240

AZIONI SUI PILASTRI - VALORI CARATTERISTICI

Pilastro n.	Forza perm. (G _k) [t]	Forza var. (Q _k) [t]	Coppia (G _k) [t·m]
1	16,1	5,3	0,0
2	19,7	8,4	0,0
3	18,6	4,2	-0,7

AZIONI SUI PILASTRI - VALORI DI CALCOLO PER SLU

Pilastro n.	Forza perm. (G _d) [t]	Forza var. (Q _d) [t]	Coppia (G _d) [t·m]
1	22,54	7,42	0,0
2	41,58	11,76	0,0
3	26,04	5,88	-0,98

SOLLECITAZIONI E DEFORMAZIONI DI TRAVE E TERRENO

Sezione [m]	Momento [t·m]	Taglio [t]	Sigma ter. [kg/cm ²]	Abbassam. [cm]	Rotazione [rad]
Sbalzo sinistro					
0,00	0,0	0,0	1,190	0,476	-0,0004049
0,25	0,4	3,0	1,165	0,466	-0,0004051
0,50	1,5	5,9	1,140	0,456	-0,0004066
Campata 1-2					
0,00	1,5	-24,1	1,140	0,456	-0,0004046
1,05	-17,7	-12,7	1,039	0,415	-0,0003394
2,10	-25,7	-2,5	0,970	0,388	-0,0001730
3,15	-23,2	7,2	0,949	0,380	-0,0000129
4,20	-10,5	16,9	0,972	0,389	-0,0001431
5,25	12,5	27,1	1,013	0,405	0,0001422
Campata 2-3					
0,00	12,5	-26,3	1,013	0,405	0,0001422
0,90	-7,0	-17,2	1,041	0,417	0,0001291
1,80	-18,3	-7,8	1,079	0,431	0,0002134
2,70	-20,9	2,2	1,141	0,456	0,0003417

3,60	-14,1	12,9	1,231	0,493	0,0004572
4,50	2,8	24,8	1,341	0,536	0,0004986
Sbalzo destro					
0,00	1,8	-7,1	1,341	0,536	0,0004986
0,25	0,5	-3,6	1,372	0,549	0,0004968
0,50	0,0	0,0	1,403	0,561	0,0004965

VERIFICA SEZIONI MAGGIORMENTE SOLLECITATE

Verifica allo S.L.U.

Momento massimo positivo (appoggio 2)	[t·m]	12,5
Armatura necessaria inferiore	[cm ²]	10,2 (9ø12)
Armatura superiore	[cm ²]	19,2 (17ø12)
Asse neutro (x/d = 0,11 < 0,45)	[cm]	10,6
Momento resistente ultimo (M _{Rd})	[t·m]	65,4
Momento massimo negativo (campata 1)	[t·m]	-26,0
Armatura necessaria superiore	[cm ²]	10,2 (9ø12)
Armatura inferiore	[cm ²]	5,7 (5ø12)
Asse neutro (x/d = 0,08 < 0,45)	[cm]	8,0
Momento resistente ultimo (M _{Rd})	[t·m]	35,0
Taglio massimo (appoggio 2)	[t]	27,1
Armatura staffe a 2 bracci	[cm ² /m]	5,43 (ø10/15 cm)
Armatura ferri di parete	[cm ²]	3,6 (2+2ø12)
Resistenza a taglio del cls non armato (V _{Rd1})	[t]	10,9
Resistenza taglio bielle di cls compresse (V _{Rd2})	[t]	125,7
Resistenza con armatura a taglio (V _{Rd3})	[t]	190,4

Verifiche S.L.E. sez. appoggio 2 per comb. rara e quasi permanente

Tensione nel cls (comb. rara) (σ _c)	[kg/cm ²]	11,2 < 124,5
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ _s)	[kg/cm ²]	975,1 < 3010
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ _c)	[kg/cm ²]	11,2 < 93,4
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ _s)	[kg/cm ²]	975,1 < 2150
Momento di fessurazione (comb. rara) (M _f)	[t·m]	23,7 > 9,0
Trave non fessurata.		

Verifiche S.L.E. sez. campata 1 per comb. rara e quasi permanente

Tensione nel cls (comb. rara) (σ _c)	[kg/cm ²]	25,5 < 124,5
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ _s)	[kg/cm ²]	2026,7 < 3010
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ _c)	[kg/cm ²]	25,5 < 93,4
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ _s)	[kg/cm ²]	2026,7 < 2150
Momento di fessurazione (comb. rara) (M _f)	[t·m]	24,3 > 18,6
Trave non fessurata.		
Abbassamento max per comb. rara (sbalzo des.)	[mm]	4,0
Abbassamento max per comb. q. perm. (sbalzo des.)	[mm]	4,0

Verifica ala allo S.L.U.

Momento	[kg·m]	1122,4
Taglio	[kg]	5612,0
Armatura a flessione	[cm ²]	3,9

Armatura a taglio	[cm ²]	3,4
Asse neutro ($x/d = 0,21 < 0,45$)	[cm]	7,9
Momento resistente ultimo (M_{Rd})	[t·m]	23,7
Resistenza a taglio del cls non armato (V_{Rd1})	[t]	24,8
Resistenza taglio bielle di cls compresse (V_{Rd2})	[t]	314,2
Resistenza con armatura a taglio (V_{Rd3})	[t]	111,8

Verifica ala allo S.L.E. per comb. rara e quasi permanente

Tensione nel cls (comb. rara) (σ_c)	[kg/cm ²]	1,7 < 124,5
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ_s)	[kg/cm ²]	222,7 < 3010
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ_c)	[kg/cm ²]	1,7 < 93,4
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ_s)	[kg/cm ²]	222,7 < 2150
Momento di fessurazione (comb. rara) (M_f)	[t·m]	31,8 > 0,8
Trave non fessurata.		

Verifica del terreno

Tensione massima nel terreno (sbalzo des.) ($\sigma_{t, max}$)	[kg/cm ²]	1,40 < 2,0
--	-----------------------	------------

PROSPETTO ARMATURE (con ferri dritti)

Camp.	Arm. inf.	Ferri Parete		Arm. sup.	Staffe		App.	Monconi
		sin	des		sin	des		
1	5ø12	4ø12	4ø12	9ø12	ø10/20"	ø10/20"	1	---
2	4ø12	4ø12	4ø12	8ø12	ø10/20"	ø10/20"	2	---
Sb. sin.	2ø12	4ø12		2ø12	ø10/20"		3	---
Sb. des.	2ø12	4ø12		2ø12	ø10/20"			

COMPUTO MATERIALI

Lista Ferri Longitudinali

Pos.	Ø [mm]	L [cm]	n.	Ltot [cm]	Massa [kg]
1	12	663	9	5967	52,98
2	12	588	8	4704	41,76
3	12	365	2	730	6,48

4	12	372	2	744	6,61
5	12	616	4	1232	21,88
6	12	541	4	1082	19,21
7	12	684	5	3420	30,36
8	12	601	4	2404	21,34

Totali Longitudinali

	Ltot [m]	Massa [kg]
Totale Ferri Ø12	202,83	200,62

Lista Staffe

Pos.	Ø [mm]	L [cm]	n.	Ltot [cm]	Massa [kg]
9	10	560,00	2	1120	6,91
10	10	560,00	6	3360	20,72
11	10	560,00	8	4480	27,62
12	10	560,00	6	3360	20,72
13	10	560,00	5	2800	17,26
14	10	560,00	7	3920	24,17
15	10	560,00	5	2800	17,26
16	10	560,00	2	1120	6,91

Totali Staffe

	Ltot [m]	Massa [kg]
Totale Staffe Ø10	229,6	141,57

Armatura (Fe B 44 k controllato)	[kg]	342
Calcestruzzo ($R_{ck}=250$)	[m ³]	6,88
Magrone (sottofondazione)	[m ³]	1,10
Percentuale di armatura in peso	[%]	1,99
Incidenza peso armatura sul volume cls	[kg/m ³]	49,73



plinto diretto

Capitolo

11

Il modulo plinto diretto è predisposto per il calcolo ed il disegno degli esecutivi di plinti di fondazione diretti. Il comportamento statico del plinto può essere sia di tipo a mensola (calcolo a flessione), sia di tipo tozzo (calcolo come espansione).

I plinti sono a base rettangolare con presenza o meno di rastremazione, di cordolo per cassaforma e di sottoplinto. È possibile inoltre prevedere la posizione eccentrica del pilastro nelle due direzioni e progettare plinti zoppi.

La verifica delle tensioni alla base del plinto viene eseguita considerando un carico di esercizio per il terreno fornito direttamente dall'utente oppure, su richiesta, valutato in funzione di dati specifici del terreno desunti da prove di laboratorio o in situ. A tal fine i dati del terreno vengono elaborati con diverse teorie (Terzaghi e Vesic) individuando il tipo di rottura del terreno (punzonamento o generale) e quindi il tipo di interazione terreno-fondazione.

Il programma in uscita fornisce la relazione di calcolo, i dati di input, gli scarichi in fondazione, le sollecitazioni, i risultati delle verifiche e prepara gli esecutivi di cantiere.

11.1 Generalità

Prima di iniziare il lavoro, occorre accertarsi che le opzioni correnti corrispondano alle proprie esigenze. Infatti tali opzioni rimangono valide per tutti i moduli fino a quando non interviene una nuova modifica. Sono ammesse modifiche anche in momenti successivi.

Dopo l'avvio del modulo appaiono, sulla destra, opzioni relative ai carichi e alle tensioni ammissibili.

- Opzione Metodo di Verifica: impostandola su TA (SL), le elaborazioni e le verifiche verranno eseguite secondo il metodo delle Tensioni Ammissibili (Stati Limite).
- Opzione Modalità Tensioni: se impostata su Automatico, dopo l'immissione della resistenza caratteristica del calcestruzzo e del tipo di acciaio, il programma calcola automaticamente le relative tensioni ammissibili principali e tangenziali. In alternativa è possibile digitare manualmente i valori voluti.
- Opzione Modalità Carichi: se impostata su Automatico consente di calcolare automaticamente il peso proprio del solaio mentre si digitano i parametri geometrici necessari. In alternativa è possibile digitare manualmente il valore voluto.



Fig. 11.1 - Scelta modalità di calcolo.

11.2 Caratteristiche di input e output dei dati

L'input dei dati è accompagnato da una guida grafica sulla destra dello schermo.

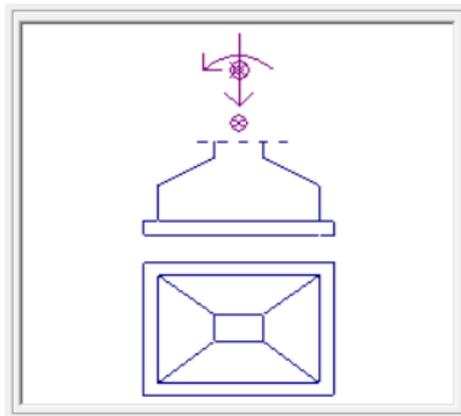


Fig. 11.2 - Guida grafica di aiuto all'input dei dati.

11.2.1 Dati Elastici

In questa cartella vengono richieste le caratteristiche dei materiali usati:

- Classe del calcestruzzo.
- Tipo di acciaio utilizzato.
- Coefficiente di omogeneizzazione.
- Riduzione Sigma ammissibile.

Inoltre, se l'opzione Modalità Tensioni non è impostata su Automatico, verranno richiesti:

- La tensione ammissibile del calcestruzzo.
- La tensione ammissibile del ferro.
- La tensione tangenziale minima del calcestruzzo al disotto della quale non è necessario armare a taglio.
- La tensione tangenziale limite del calcestruzzo che non deve essere superata nella verifica a solo taglio.

Dati Elastici	Dati Geometrici	Dati Terreno	Carichi
Calcestruzzo			
Classe del calcestruzzo:		C25/30	
Resistenza caratteristica cubica (R _{ck}):	[daN/cm ²]	300	
Resistenza di calcolo:	[daN/cm ²]	141,1	
Resistenza di calcolo tangenziale:	[daN/cm ²]	2,98	
Resistenza di calcolo a trazione:	[daN/cm ²]	11,94	
Acciaio			
Tipo di acciaio:		B450C	
Resistenza caratteristica di snervamento:	[daN/cm ²]	4500	
Resistenza di calcolo:	[daN/cm ²]	3913,04	
Coefficiente di omogeneizzazione:		15	
Riduzione tensioni:	[%]	0	

Fig. 11.3 - Scheda Dati Elastici.

11.2.2 Dati Geometrici

In questa cartella vanno inseriti i dati geometrici inerenti al plinto.

Dimensioni plinto:

- Altezza plinto: altezza totale del plinto.
- Altezza risega: altezza ala del plinto.
- Base plinto: dimensione del plinto in direzione X.
- Larghezza plinto: dimensione del plinto in direzione Y.
- Copriferro: distanza dall'asse del tondino a l filo esterno.

Dimensioni sottoplinto:

- Altezza magrone.
- Sporgenza magrone.

Dimensioni sezione pilastro:

- Base pilastro.
- Larghezza pilastro.

Eccentricità pilastro:

- In direzione X: eccentricità rispetto al centro del plinto, verso destra o verso sinistra.
- In direzione Y: eccentricità rispetto al centro del plinto, verso l'alto o verso il basso.

Dati Elastici	Dati Geometrici	Dati Terreno	Carichi
<p>Plinto</p> <p>Altezza plinto: [cm] <input type="text" value="70"/></p> <p>Altezza risega: [cm] <input type="text" value="40"/></p> <p>Profondità plinto (dir. Y): [cm] <input type="text" value="120"/></p> <p>Larghezza plinto (dir. X): [cm] <input type="text" value="160"/></p> <p>Copriferro: [cm] <input type="text" value="5"/></p>		<p>Pilastro</p> <p>Profondità (dir. Y): [cm] <input type="text" value="30"/></p> <p>Larghezza (dir. X): [cm] <input type="text" value="50"/></p> <p>Cordolo reggi cassero: [cm] <input type="text" value="0"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Escludi cordolo per plinto zoppo</p>	
<p>Sottoplinto</p> <p>Altezza magrone: [cm] <input type="text" value="15"/></p> <p>Sporgenza magrone: [cm] <input type="text" value="15"/></p>		<p>Eccentricità</p> <p>In direzione X: [cm] <input type="text" value="0"/> <input checked="" type="radio"/> Sinistra <input type="radio"/> Destra</p> <p><input type="checkbox"/> Escludi sporgenza magrone</p> <p>In direzione Y: [cm] <input type="text" value="0"/> <input type="radio"/> Alto <input checked="" type="radio"/> Basso</p> <p><input type="checkbox"/> Escludi sporgenza magrone</p>	

Fig. 11.4 - Scheda Dati Geometrici.

11.2.3 Dati Terreno

In questa cartella vanno inseriti i dati relativi al terreno:

- Tipo di terreno: tipo di terreno generico, sabbia o argilla.
- Condizioni del terreno: ipotesi in cui può trovarsi un terreno argilloso e cioè in condizioni drenate o non drenate.
- Eventuale presenza di falda e sua profondità.
- Peso dell'unità di volume del terreno.
- Peso dell'unità di volume saturo del terreno.
- Angolo di attrito interno del terreno.
- Coesione del terreno.
- Modulo di elasticità non drenato (E_0) del terreno.
- Profondità di posa del plinto.
- Carico di esercizio del terreno.
- Coefficiente di sicurezza per il carico di esercizio.

Dati Elastici	Dati Geometrici	Dati Terreno	Carichi
Tipo di terreno: Argilla		<input checked="" type="checkbox"/> Falda presente	
Condizioni del terreno <input checked="" type="radio"/> Drenate <input type="radio"/> Non drenate		Profondità: [cm]	120
		Peso unità di volume: [daN/m ³]	1800
		Peso unità volume saturo: [daN/m ³]	2200
		Angolo di attrito interno: [°]	30
		Coesione: [daN/cm ²]	0
		Modulo non drenato E₀: [daN/cm ²]	0
		Profondità di posa: [cm]	80
		<input type="checkbox"/> Carico limite di esercizio [daN/cm ²]	3,29
		Coeff. di sicurezza:	2

Fig. 11.5 - Scheda Dati Terreno.

11.2.4 Carichi

In questa cartella vanno inseriti i carichi agenti sul plinto.

- Forza verticale: sforzo normale del pilastro.
- Momento: momento alla base del pilastro.
- Forza orizzontale: sforzo di taglio del pilastro parallelo a X o ad Y.

Dati Elastici	Dati Geometrici	Dati Terreno	Carichi
Peso proprio Favorevole		Forze verticali Favorevole	
Peso del plinto: [daN]	3513	<input type="checkbox"/>	Forza perm. strutturale: [daN]
Peso terreno sovrastante: [daN]	1088	<input type="checkbox"/>	40000
		<input type="checkbox"/>	Forza perm. non strutturale: [daN]
		<input type="checkbox"/>	0
		<input type="checkbox"/>	Forza variabile: [daN]
		<input type="checkbox"/>	0
Forze orizzontali direzione X Favorevole		Forze orizzontali direzione Y Favorevole	
Forza perm. strutturale: [daN]	0	<input type="checkbox"/>	Forza perm. strutturale: [daN]
Forza perm. non strutturale: [daN]	0	<input type="checkbox"/>	200
Forza variabile: [daNm]	0	<input type="checkbox"/>	Forza perm. non strutturale: [daN]
		<input type="checkbox"/>	0
		<input type="checkbox"/>	Forza variabile: [daN]
		<input type="checkbox"/>	300
Momenti direzione X Favorevole		Momenti direzione Y Favorevole	
Momento perm. strutturale: [daNm]	-1000	<input type="checkbox"/>	Momento perm. strutturale: [daNm]
Momento perm. non strutt. [daNm]	0	<input type="checkbox"/>	400
Momento variabile: [daNm]	0	<input type="checkbox"/>	Momento perm. non strutt. [daNm]
		<input type="checkbox"/>	0
		<input type="checkbox"/>	Momento variabile: [daNm]
		<input type="checkbox"/>	500

Fig. 11.6 - Scheda Carichi.

11.3 Opzioni Plinto Diretto

Per accedere alle Opzioni Plinto Diretto, cliccare sull'icona **OPZ** sulla barra degli Strumenti oppure dalla barra Menù selezionare Opzioni e poi Plinto Diretto o ancora premendo il tasto visualizzato nel campo Carico Permanente in modalità automatico.

11.3.1 Sezione Armatura

- Diametro minimo armatura principale. Immettendo un valore compreso tra 5 e 30 si impone al programma di valutare la scelta dei diametri da utilizzare per l'armatura longitudinale principale a partire da quello indicato.
- Diametro minimo armatura di ripartizione. Immettendo un valore compreso tra 5 e 30 si impone al programma di valutare la scelta del diametro da utilizzare per l'armatura di ripartizione a partire da quello indicato.
- Diametro minimo armatura a staffe. Immettendo un valore compreso tra 5 e 26 si impone al programma di valutare la scelta del diametro da utilizzare per le staffe a partire da quello indicato.
- Piegia a uncino. Prolungamento oltre il semicerchio dell'uncino.

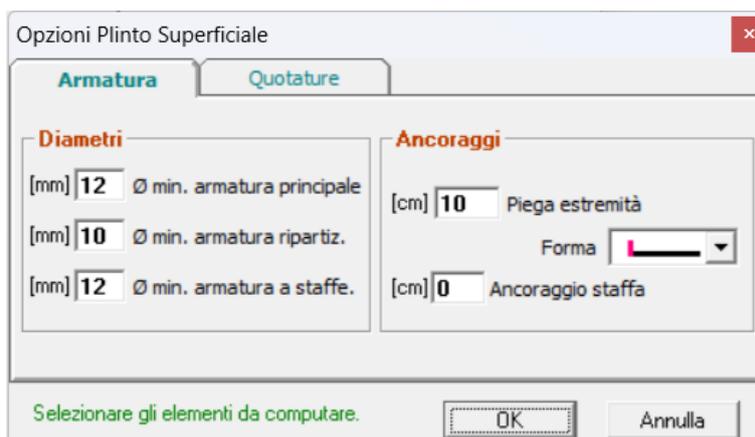


Fig. 11.7 - Finestra opzioni, scheda Armatura.

11.3.2 Sezione Quotature

- Altezza del font per i titoli. Altezza da dare al font per il testo nelle intestazioni.
- Altezza del font per le indicazioni. Altezza da dare al font per il testo nelle indicazioni.
- Altezza del font per quotatura ferri. Altezza da dare al font per il testo nelle intestazioni.

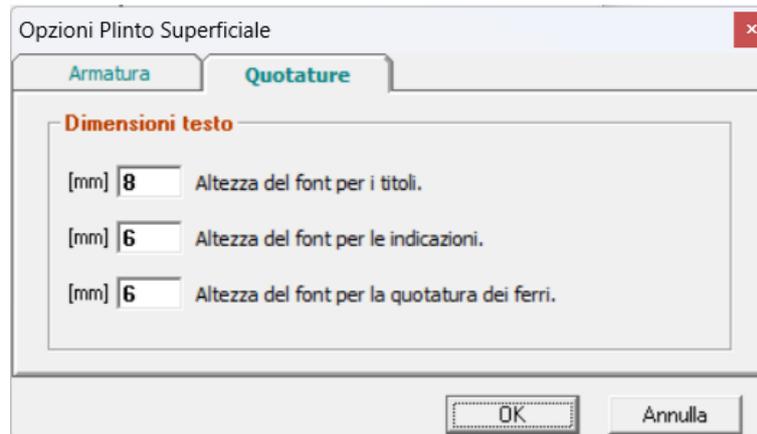


Fig. 11.8 - Finestra opzioni, scheda Quotature.

11.4 Esempio di calcolo di un plinto

Calcolo e verifica alle Tensioni Ammissibili di un plinto diretto.

Sono utilizzati calcestruzzo di classe Rck 250 e barre del tipo Feb38k.

ELABORATI GRAFICI PRODOTTI:

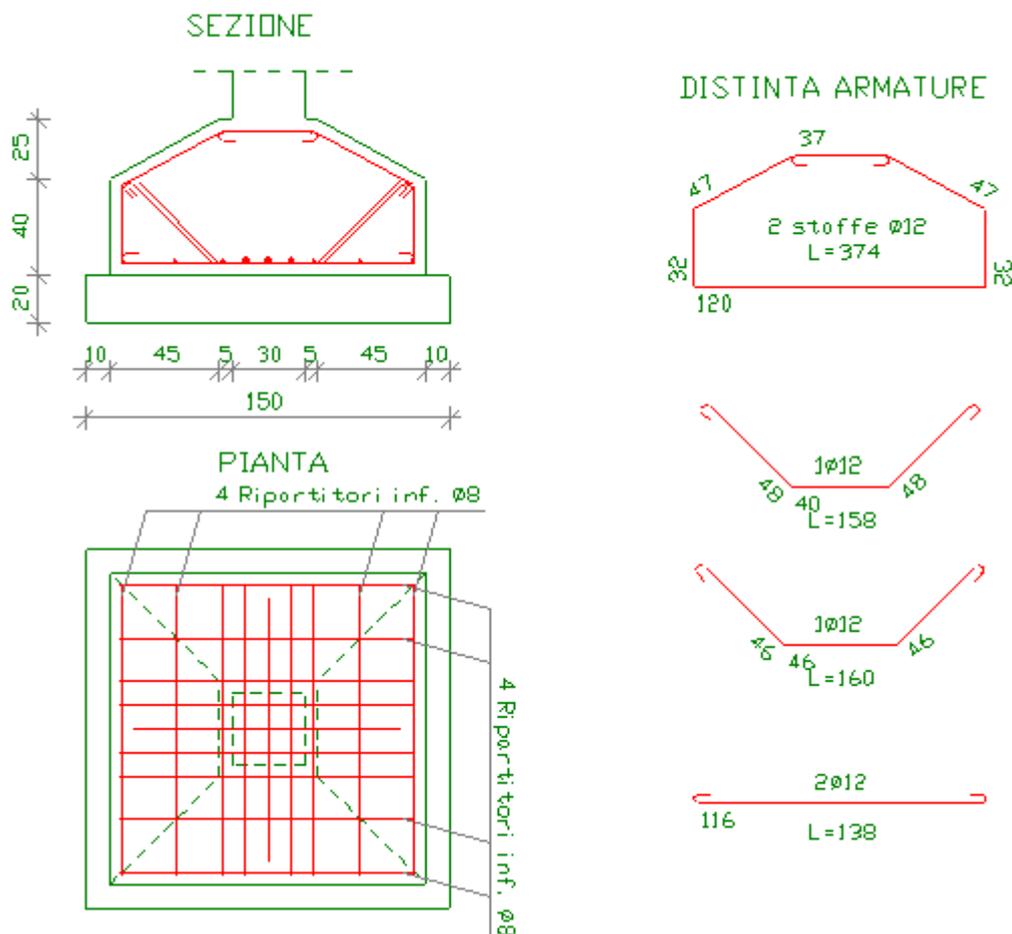


Fig. 11.9 - Sezione, pianta e armature plinto.

RELAZIONE DI CALCOLO

PLINTO DIRETTO IN C.A.

Metodo di verifica: Tensioni Ammissibili

DATI ELASTICI

Classe di resistenza del calcestruzzo (R_{ck})	[kg/cm ²]	250
Tensione ammissibile del cls ($\sigma_{c\text{amm}}$)	[kg/cm ²]	85
Tensione tang. minima da taglio (τ_{c0})	[kg/cm ²]	5,3
Tensione tang. massima da taglio (τ_{c1})	[kg/cm ²]	16,9
Tensione ammissibile dell'acciaio ($\sigma_{f\text{amm}}$)	[kg/cm ²]	2200
Coeff. di omogeneizzazione		15
Riduzione tensioni ammissibili	[%]	10
Tensione amm. ridotta del cls	[kg/cm ²]	76,5
Tensione amm. ridotta dell'acciaio	[kg/cm ²]	1980

DATI GEOMETRICI

Larghezza plinto (dir.X)	[cm]	130
Profondità plinto (dir.Y)	[cm]	130
Altezza plinto	[cm]	65
Altezza risega	[cm]	40
Profondità pilastro (dir.Y)	[cm]	30
Larghezza pilastro (dir.X)	[cm]	30
Cordolo reggicassero	[cm]	5
Spessore magrone	[cm]	20
Sporgenza magrone	[cm]	10
Copriferro	[cm]	5

AZIONI SUL PLINTO

Forza verticale	[t]	260
Peso proprio plinto	[t]	31,7
Momento	[t·m]	25

DATI TERRENO

Profondità di posa	[cm]	75
Peso dell'unità di volume del terreno	[kg/m ³]	1700
Angolo di attrito interno del terreno	[°]	30
Coesione	[kg/cm ²]	0,00
Coefficiente di sicurezza		2
Carico limite di rottura del terreno	[kg/cm ²]	5,41
Carico limite di esercizio del terreno	[kg/cm ²]	2,7

SOLLECITAZIONI E ARMATURE NELLE DUE DIREZIONI

Momento massimo (direzione X)	[t·m]	2,7
Taglio massimo	[t]	8,8
Tensione massima nel calcestruzzo ($\sigma_{c \max}$)	[kg/cm ²]	25,8
Tensione massima nell'acciaio ($\sigma_{f \max}$)	[kg/cm ²]	1445,7
Tensione tangenziale massima ($\tau_{c \max}$)	[kg/cm ²]	5,3
Armatura necessaria a flessione	[cm ²]	2,6 (3Ø12)
Armatura necessaria a taglio (staffe)	[cm ²]	1,9 (2 staffe Ø12)
Armatura necessaria a taglio (piegati)	[cm ²]	1,1 (1Ø12)
Tensione massima nel terreno ($\sigma_{t \max}$)	[kg/cm ²]	1,74 < 2,7

COMPUTO MATERIALI

Armatura (Fe B 38 k controllato)	[kg]	29
Calcestruzzo ($R_{ck}=250$)	[m ³]	0,83
Percentuale di armatura in peso	[%]	1,36
Incidenza peso armatura sul volume cls	[kg/m ³]	34,08



pilastri

Capitolo

12

Il modulo pilastri consente di progettare e verificare pilastri in c.a. ai vari ordini. Il programma provvede, quando è necessario, a rastremare i pilastri in prossimità delle travi. Il peso proprio ai vari ordini viene calcolato in modo automatico ed aggiunto al carico esterno agente.

Il programma dimensiona e verifica le pilastrate e prepara gli esecutivi di cantiere.

12.1 Generalità

Prima di iniziare il lavoro, occorre accertarsi che le opzioni correnti corrispondano alle proprie esigenze. Infatti tali opzioni rimangono valide per tutti i moduli fino a quando non interviene una nuova modifica. Sono ammesse modifiche anche in momenti successivi.

Dopo l'avvio del modulo appare, sulla destra, l'opzione relativa alla Modalità Tensioni.

- Opzione Metodo di Verifica: impostandola su TA (SL), le elaborazioni e le verifiche verranno eseguite secondo il metodo delle Tensioni Ammissibili (Stati Limite).
- Opzione Modalità Tensioni: se impostata su Automatico, dopo l'immissione della resistenza caratteristica del calcestruzzo e del tipo di acciaio, il programma calcola automaticamente le relative tensioni ammissibili principali e tangenziali. In alternativa è possibile digitare manualmente i valori voluti.



Fig. 12.1 - Scelta modalità di calcolo.

12.2 Caratteristiche di input e output dei dati

L'input dei dati è accompagnato da una guida grafica sulla destra dello schermo.

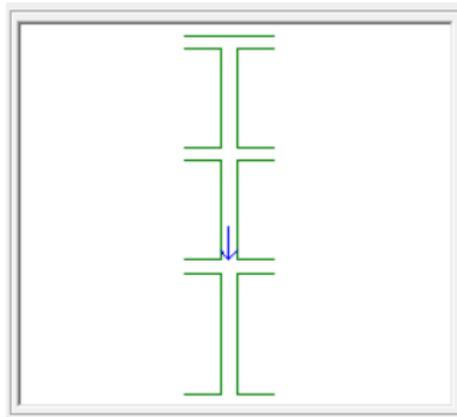


Fig. 12.2 - Guida grafica di aiuto all'input dei dati.

12.2.1 Dati Elastici

In questa cartella vengono richieste le caratteristiche dei materiali usati:

- Classe del calcestruzzo.
- Tipo di acciaio utilizzato.
- Coefficiente di omogeneizzazione.
- Riduzione Sigma ammissibile del calcestruzzo.

Inoltre, se l'opzione Modalità Tensioni non è impostata su Automatico, verranno richiesti:

- La tensione ammissibile del calcestruzzo.
- La tensione ammissibile del ferro.
- La tensione tangenziale minima del calcestruzzo al disotto della quale non è necessario armare a taglio.
- La tensione tangenziale limite del calcestruzzo che non deve essere superata nella verifica a solo taglio.
- La tensione tangenziale limite del calcestruzzo che non deve essere superata qualora sia presente taglio e torsione.

Dati Elastici		Dati Geometrici	
Calcestruzzo			
Classe del calcestruzzo:		C25/30	
Resistenza caratteristica cubica (Rck):	[daN/cm ²]	300	
Resistenza di calcolo:	[daN/cm ²]	141,1	
Resistenza di calcolo tangenziale:	[daN/cm ²]	2,98	
Resistenza di calcolo a trazione:	[daN/cm ²]	11,94	
Riduzione tensione di calcolo:	[%]	25	
Acciaio			
Tipo di acciaio:		B450C	
Resistenza caratteristica di snervamento:	[daN/cm ²]	4500	
Resistenza di calcolo:	[daN/cm ²]	3913,04	
Coefficiente di omogeneizzazione:		15	

Fig. 12.3 - Scheda Dati Elastici.

12.2.2 Dati Geometrici e Carichi

- Numero di piani.
- Sforzo normale al piano tipo.
- Interpiano.
- Copriferro.

Dati Elastici		Dati Geometrici	
Pilastro			
Carico strutturale fisso al piano tipo:	[daN]	20000	<input type="checkbox"/> Favorevole
Carico non strutturale fisso al piano tipo:	[daN]	12000	<input type="checkbox"/>
Carico variabile al piano tipo:	[daN]	10000	<input type="checkbox"/>
Numero di piani:	[daN]	3	
Interpiano tipo:	[cm]	330	
Quota primo piano:	[cm]	400	
Copriferro:	[cm]	3	
Filo fisso pilastrata		Valutazione carichi variabili	
<input type="radio"/> Filo a sinistra <input checked="" type="radio"/> Filo centrale <input type="radio"/> Filo a destra		<input checked="" type="radio"/> Considera il 100% per tutti i piani <input type="radio"/> Considera il 90% per tutti i piani <input type="radio"/> Riduzione graduale del 10% a piano (max 50%) <input type="radio"/> Riduzione secondo NTC 2018 (3.1.4.1)	

Fig. 12.4 - Scheda Dati Geometrici.

12.3 Opzioni Pilastrì

Per accedere alle Opzioni Solaio, cliccare sull'icona  sulla barra degli Strumenti oppure dalla barra Menù selezionare Opzioni e poi Solaio o ancora premendo il tasto visualizzato nel campo Carico Permanente in modalità automatico.

12.3.1 Sezione Armatura

- Diametro minimo armatura principale. Immettendo un valore compreso tra 5 e 30 si impone al programma di valutare la scelta dei diametri da utilizzare per l'armatura longitudinale principale a partire da quello indicato.
- Diametro minimo armatura a staffe. Immettendo un valore compreso tra 5 e 26 si impone al programma di valutare la scelta del diametro da utilizzare per le staffe a partire da quello indicato.
- Passo minimo delle staffe. Distanza minima che si vuole assegnare tra due staffe consecutive (valore compreso tra 5 e 33 cm).
- Ancoraggio diritto. Lunghezza dei ancoraggio da adottare per i ferri di attesa.
- Piega a uncino. Prolungamento oltre il semicerchio dell'uncino nelle staffe.

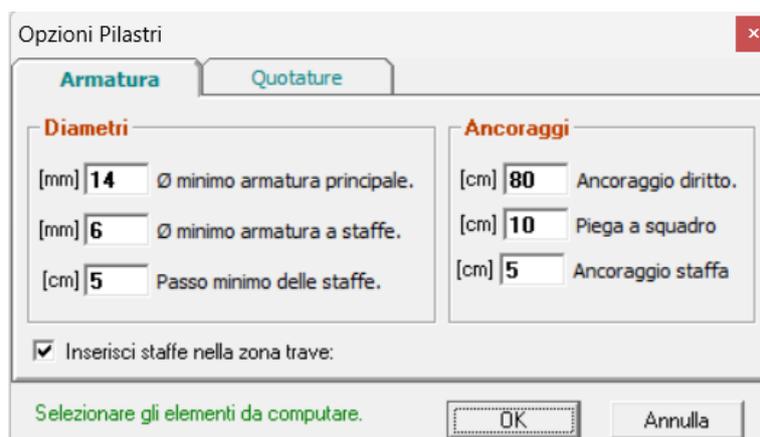


Fig. 12.5 - Finestra opzioni, scheda Armatura.

12.3.2 Sezione Quotature

- Altezza del font per i titoli. Altezza da dare al font per il testo nelle intestazioni.
- Altezza del font per le indicazioni. Altezza da dare al font per il testo nelle indicazioni.
- Altezza del font per quotatura ferri. Altezza da dare al font per il testo nelle intestazioni.

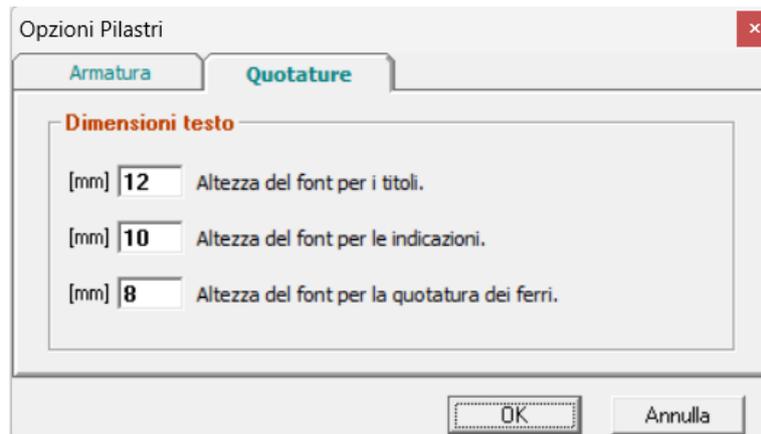


Fig. 12.6 - Finestra opzioni, scheda Quotature.

12.4 Esempio di calcolo di una pilastrata

Calcolo e verifica agli Stati Limite di un pilastro di 4 piani.

Sono utilizzati calcestruzzo di classe Rck 300 e barre del tipo Feb44k.

ELABORATI GRAFICI PRODOTTI:

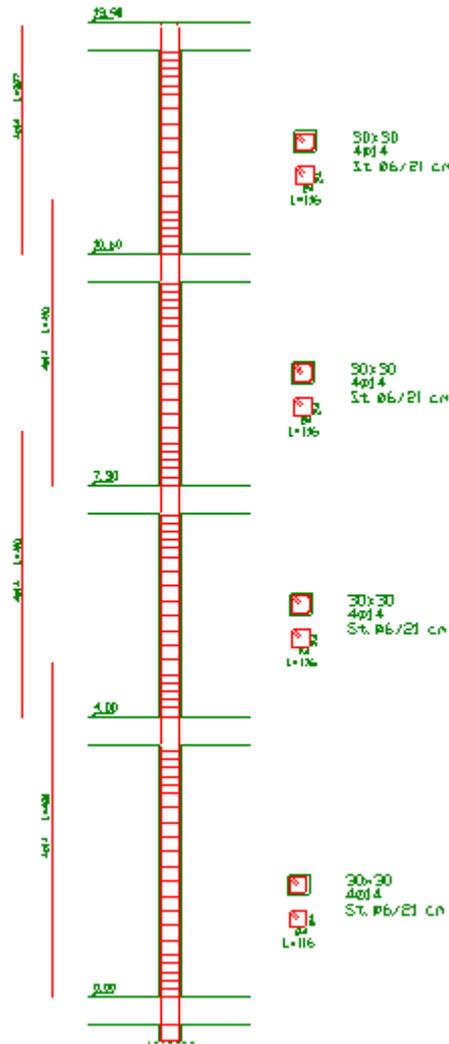


Fig. 12.7 - Sezioni e armature.

RELAZIONE DI CALCOLO

PILASTRI IN C.A.

Metodo di verifica: Stati Limite

DATI GEOMETRICI ED ELASTICI

Numero dei piani		4
Quota primo piano	[cm]	400
Interpiano tipo	[cm]	330
Copriferro	[cm]	3
Coeff. di omogeneizzazione		15
Carico permanente caratteristico piano tipo (g_k)	[t]	5
Carico permanente di calcolo piano tipo (g_d)	[t]	7,42
Carico variabile caratteristico piano tipo (q_k)	[t]	3
Carico variabile di calcolo piano tipo (q_d)	[t]	4
Classe di resistenza del calcestruzzo (R_{ck})	[kg/cm ²]	300
Resistenza caratteristica del cls (f_{ck})	[kg/cm ²]	249
Resistenza di calcolo del cls ($\alpha \cdot f_{cd}$)	[kg/cm ²]	132,3
Resistenza di calcolo ridotta ($\alpha \cdot f_{cd,rid}$)	[kg/cm ²]	99,2

Tipo di acciaio		Fe B 44k
Tensione caratteristica di snervamento (f_{yk})	[kg/cm ²]	4300
Resistenza di calcolo dell'acciaio (f_{yd})	[kg/cm ²]	3739,1

SOLLECITAZIONI E ARMATURE NEL PILASTRO

Piano [n.]	Carico [t]	Ac [cm ²]	Af [cm ²]	Sezione [cm·cm]	Armat.	Staffe
4	12,0	103	6,2	30x30	4ø14	ø6/21
3	24,0	206	6,2	30x30	4ø14	ø6/21
2	36,0	309	6,2	30x30	4ø14	ø6/21
1	48,2	413	6,2	30x30	4ø14	ø6/21

Verifica allo stato limite delle tensioni di esercizio

Tensione limite per comb. di carico rara	($\sigma_{c \text{ lim}} = 149,4 \text{ kg/cm}^2$)
Tensione limite per comb. di carico quasi perman.	($\sigma_{c \text{ lim}} = 112,1 \text{ kg/cm}^2$)

Piano [n.]	N _{rara} [t]	N _{q,perm.} [t]	σ_c rara [kg/cm ²]	σ_c q,perm. [kg/cm ²]
-	-	-	-	-
4	8,37	6,32	8,4	6,4
3	16,74	12,64	16,9	12,7
2	25,11	18,96	25,3	19,1
1	33,59	25,37	33,8	25,6

COMPUTO MATERIALI

Armatura (Fe B 44 k controllato)	[kg]	94
Calcestruzzo ($R_{ck}=300$)	[m ³]	1,19
Percentuale di armatura in peso	[%]	3,16
Incidenza peso armatura sul volume cls	[kg/m ³]	78,98

 <h1 style="color: red; margin: 0;">scala a soletta rampante</h1>	Capitolo
	13

Il modulo scala a soletta rampante consente di progettare e verificare una scala in c.a. a soletta rampante gettata in opera. Durante l'input della geometria è possibile prevedere la presenza di sbalzi e oltre al carico uniforme, fino a 2 carichi concentrati e fino a 2 momenti concentrati.

Il programma consente inoltre di escludere la presenza delle pignatte ed ottenere così un solettone pieno.

Gli elaborati grafici, esportabili in formato dxf, prevedono i diagrammi di taglio e momento flettente, piante e sezioni quotate e la distinta delle armature.

La relazione tecnica è in formato rtf.

13.1 Generalità

Prima di iniziare il lavoro, è consigliabile accertarsi che le opzioni correnti corrispondano alle proprie esigenze anche se sono ammesse modifiche in momenti successivi.

Dopo l'avvio del modulo appaiono, sulla destra, le opzioni relative ai carichi e alle tensioni ammissibili.

- Opzione Metodo di Verifica: impostandola su TA (SL), le elaborazioni e le verifiche verranno eseguite secondo il metodo delle Tensioni Ammissibili (Stati Limite).
- Opzione Modalità Tensioni: se impostata su Automatico, dopo l'immissione della resistenza caratteristica del calcestruzzo e del tipo di acciaio, il programma calcola automaticamente le relative tensioni ammissibili principali e tangenziali. In alternativa è possibile digitare manualmente i valori voluti.
- Opzione Modalità Carichi: se impostata su Automatico consente di calcolare automaticamente il peso proprio del solaio mentre si digitano i parametri geometrici necessari. In alternativa è possibile digitare manualmente il valore voluto.
-



Fig. 13.1 - Scelta modalità di calcolo.

13.2 Caratteristiche di input e output dei dati

L'input dei dati è accompagnato da una guida grafica sulla destra dello schermo.

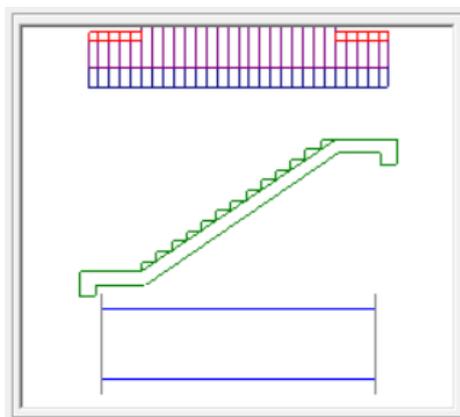


Fig. 13.2 - Guida grafica di aiuto all'input dei dati.

13.2.1 Dati Elastici

In questa cartella vengono richieste le caratteristiche dei materiali usati:

- Classe del calcestruzzo.
- Tipo di acciaio utilizzato.
- Coefficiente di omogeneizzazione.

Inoltre, se l'opzione Modalità Tensioni non è impostata su Automatico, verranno richiesti:

- La tensione ammissibile del calcestruzzo.
- La tensione ammissibile del ferro.
- La tensione tangenziale minima del calcestruzzo al disotto della quale non è necessario armare a taglio.
- La tensione tangenziale limite del calcestruzzo che non deve essere superata nella verifica a solo taglio.
- La tensione tangenziale limite del calcestruzzo che non deve essere superata qualora sia presente taglio e torsione.

Dati Elastici	Dati Geometrici	Carichi
Calcestruzzo		
Classe del calcestruzzo:		C25/30
Resistenza caratteristica cubica (R _{ck}):	[daN/cm ²]	300
Resistenza di calcolo:	[daN/cm ²]	141.1
Resistenza di calcolo tangenziale:	[daN/cm ²]	2.98
Resistenza di calcolo a trazione:	[daN/cm ²]	11.94
Acciaio		
Tipo di acciaio:		B450C
Resistenza caratteristica di snervamento:	[daN/cm ²]	4500
Resistenza di calcolo:	[daN/cm ²]	3913.04
Coefficiente di omogeneizzazione:		15

Fig. 13.3 - Scheda Dati Elastici.

13.2.2 Dati Geometrici

- Luce rampa: proiezione orizzontale della luce della rampa.
- Luce pianerottolo Sx: distanza tra l'asse dell'appoggio sinistro e l'inizio della rampa.
- Luce pianerottolo Dx: distanza tra la fine della rampa e l'asse dell'appoggio destro.
- Luce sbalzo Sx: distanza tra l'asse dell'appoggio sinistro e l'estremo dello sbalzo.
- Luce sbalzo Dx: distanza tra l'asse dell'appoggio destro e l'estremo dello sbalzo.
- Larghezza rampa.
- Dimensioni dell'appoggio di sinistra e di destra.
- Dislivello pianerottoli: proiezione verticale della luce della rampa.
- Numero di gradini. Inserendo un numero, viene automaticamente calcolata sia l'alzata che la pedata in funzione dei dati precedenti. Qualora venga assegnato il valore zero la struttura potrà essere utilizzata come solaio inclinato.
- Copriferro.
- Altezza solaio: spessore del solaio comprensivo del laterizio e della soletta.
- Solaio di tipo alleggerito: si può scegliere di adoperare le pignatte nel solaio inserendo un segno di spunto in questa voce oppure di considerare un solaio pieno senza laterizi. In caso di solaio alleggerito verranno richiesti:
 - Spessore soletta.
 - Larghezza pignatte.

In base a questi parametri verranno decisi sia l'interasse che lo spessore dei travetti.

Dati Elastici	Dati Geometrici	Carichi
Scala		
Luce rampa:	[cm] <input type="text" value="360"/>	
Luce pianerottolo Sx:	[cm] <input type="text" value="100"/>	
Luce pianerottolo Dx:	[cm] <input type="text" value="100"/>	
Luce sbalzo Sx:	[cm] <input type="text" value="0"/>	
Luce sbalzo Dx:	[cm] <input type="text" value="0"/>	
Larghezza rampa:	[cm] <input type="text" value="120"/>	
Dislivello pianerottoli (+/-)	[cm] <input type="text" value="210"/>	
Numero di gradini:	<input type="text" value="13"/>	
Alzata:	[cm] <input type="text" value="16,15"/>	
Pedata:	[cm] <input type="text" value="27,69"/>	
Solaio		
Copriferro:	[cm] <input type="text" value="2"/>	
Altezza solaio:	[cm] <input type="text" value="22"/>	
<input type="checkbox"/> Solaio di tipo alleggerito		
Spessore soletta:	[cm] <input type="text" value="4"/>	
Larghezza pignatte:	[cm] <input type="text" value="33"/>	
Spessore travetti:	[cm] <input type="text" value="18,00"/>	
Interasse travetti:	[cm] <input type="text" value="51,00"/>	
Dimensioni travi d'appoggio		
Base trave Sx:	[cm] <input type="text" value="30"/>	
Altezza trave Sx:	[cm] <input type="text" value="40"/>	
Base trave Dx:	[cm] <input type="text" value="30"/>	
Altezza trave Dx:	[cm] <input type="text" value="40"/>	

Fig. 13.4 - Scheda Dati Geometrici e Carichi.

13.2.3 Carichi

- Carico permanente: carico fisso uniformemente distribuito su tutta la luce. Questo campo risulta accessibile solo se la Modalità Carichi è impostata su *Manuale*. In alternativa viene calcolato automaticamente il peso proprio della struttura al quale viene aggiunto il peso eventuale di intonaco, massetto e pavimento.
- Carico accidentale: sovraccarico previsto dalla normativa variabile in funzione della destinazione della struttura.
- Forza conc. 1: prima forza concentrata.
- Ascissa: ascissa della prima forza concentrata da valutare sempre con riferimento all'appoggio di sinistra (se ad es. si vuole posizionare tale forza sull'estremità dello sbalzo sinistro di luce 60 cm, si dovrà indicare come ascissa il valore negativo -60).
- Forza conc. 2: seconda forza concentrata.
- Ascissa: ascissa della seconda forza concentrata.
- Momento conc. 1: primo momento concentrato.
- Ascissa: ascissa del primo momento concentrato.
- Momento conc. 2: secondo momento concentrato.
- Ascissa: ascissa del secondo momento concentrato.

Dati Elastici	Dati Geometrici	Carichi
Carichi fissi di tipo G1 e G2 e carichi accidentali		
Carico fisso strutturale sulla rampa (G1):		[daN/m ²] <input type="text" value="838,6"/> <input type="checkbox"/> Favorevole
Carico fisso non strutturale sulla rampa (G2):		[Kg/m ²] <input type="text" value="195,3"/> ... <input type="checkbox"/>
Carico fisso strutturale sul pianerottolo (G1):		[daN/m ²] <input type="text" value="550,0"/> <input type="checkbox"/>
Carico fisso non strutturale sul pianerottolo (G2):		[Kg/m ²] <input type="text" value="154,0"/> ... <input type="checkbox"/>
Carico accidentale (Qk1):		[daN/m ²] <input type="text" value="400"/> <input type="checkbox"/>
Forza conc.1 non strutturale (G2): [daN]	<input type="text" value="0"/>	Ascissa: [cm] <input type="text" value="0"/> <input type="checkbox"/>
Forza conc.2 non strutturale (G2): [daN]	<input type="text" value="0"/>	Ascissa: [cm] <input type="text" value="0"/> <input type="checkbox"/>
Mom. conc.1 non strutturale (G2): daNm	<input type="text" value="0"/>	Ascissa: [cm] <input type="text" value="0"/> <input type="checkbox"/>
Mom. conc.2 non strutturale (G2): daNm	<input type="text" value="0"/>	Ascissa: [cm] <input type="text" value="0"/> <input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Presenza azione sismica		
T ₁ : [s] <input type="text" value="0,00704"/> ...		S _{d,v} (T ₁): [g] <input type="text" value="0,1939"/> ...

Fig. 13.5 - Scheda Carichi.

13.3 Opzioni Scala Rampante

Per accedere alle Opzioni Scala Rampante, cliccare sull'icona  sulla barra degli Strumenti oppure dalla barra Menù selezionare Opzioni e poi Scala Rampante o ancora premendo il tasto visualizzato nel campo Carico Permanente in modalità automatico.

13.3.1 Sezione Armatura

- Diametro minimo armatura principale. Immettendo un valore compreso tra 5 e 30 si impone al programma di valutare la scelta dei diametri da utilizzare per l'armatura longitudinale principale a partire da quello indicato.
- Diametro minimo armatura di ripartizione. Immettendo un valore compreso tra 5 e 30 si impone al programma di valutare la scelta del diametro da utilizzare per l'armatura di ripartizione a partire da quello indicato.
- Diametro minimo armatura a staffe. Immettendo un valore compreso tra 5 e 26 si impone al programma di valutare la scelta del diametro da utilizzare per le staffe a partire da quello indicato.
- Passo minimo delle staffe. Distanza minima che si vuole assegnare tra due staffe consecutive (valore compreso tra 5 e 33 cm).
- Ancoraggio diritto. Lunghezza di ancoraggio da adottare per i ferri longitudinali oltre i punti di lavoro di estremità del ferro.
- Piega estremità. Lunghezza da adottare per le estremità dei ferri diritti superiori ed inferiori e dei cavallotti secondo il modello scelto nel menu a tendina proposto.

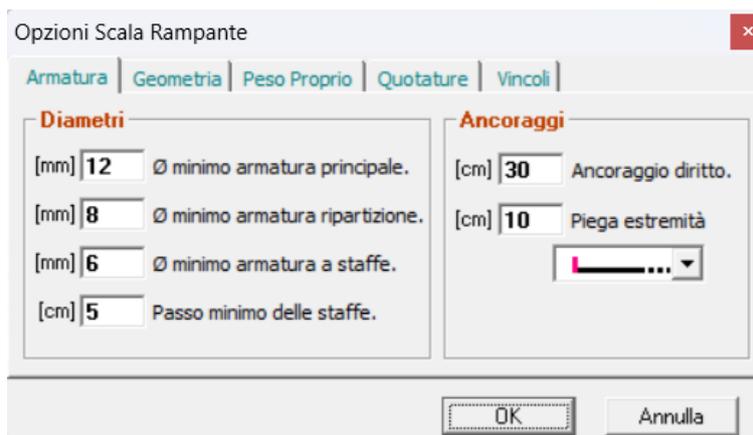


Fig. 13.6 - Finestra opzioni, scheda Armatura.

13.3.2 Sezione Geometria

- Luce limite inserimento travetto di ripartizione. Valore oltre il quale per la campata è previsto l'inserimento del travetto di ripartizione (non superiore a 5 m).
- Dimensione del cordolo estremità sbalzi. Larghezza del cordolo in prossimità degli estremi degli eventuali sbalzi.
- Dimensione profondità delle pignatte. Dimensione delle pignatte nella direzione parallela ai travetti.
- Numero di divisioni da elaborare. Indica il numero delle parti in cui suddividere la luce della scala e per le quali poter disporre delle caratteristiche della sollecitazione nella relazione.

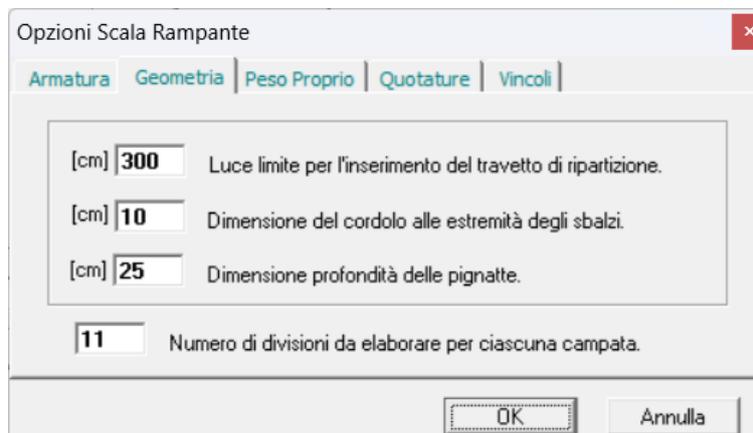


Fig. 13.7 - Finestra opzioni, scheda Geometria.

13.3.3 Sezione Peso Proprio

- Se si è scelto il calcolo automatico del carico permanente, questa opzione aiuta a valutare, selezionando ciascuna voce, il contributo del peso proprio dovuto all'intonaco, al massetto ed al pavimento. Per ogni voce è necessario poi inserire lo spessore ed il peso dell'unità di volume. L'ultimo campo, non editabile, indica il valore del peso proprio come risultato dei dati immessi nei campi che lo precedono.



Fig. 13.8 - Finestra opzioni, scheda Peso Proprio.

13.3.4 Sezione Quotature

- Altezza del font per i titoli. Altezza da dare al font per il testo nelle intestazioni.
- Altezza del font per le indicazioni. Altezza da dare al font per il testo nelle indicazioni.
- Altezza del font per quotatura ferri. Altezza da dare al font per il testo nelle intestazioni.

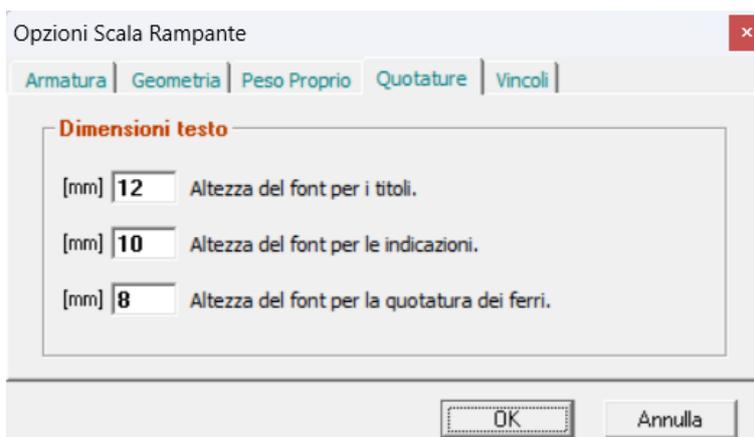


Fig. 13.9 - Finestra opzioni, scheda Quotature.

13.3.5 Sezione Vincoli

- Adotta criterio di fascia per i momenti. Abilitando questa opzione verrà considerato il calcolo delle caratteristiche della sollecitazione supponendo l'ipotesi di incastro agli estremi oltre all'ipotesi di trave appoggiata. In questo modo si attribuisce un comportamento a fascia che comprende quello reale della struttura.

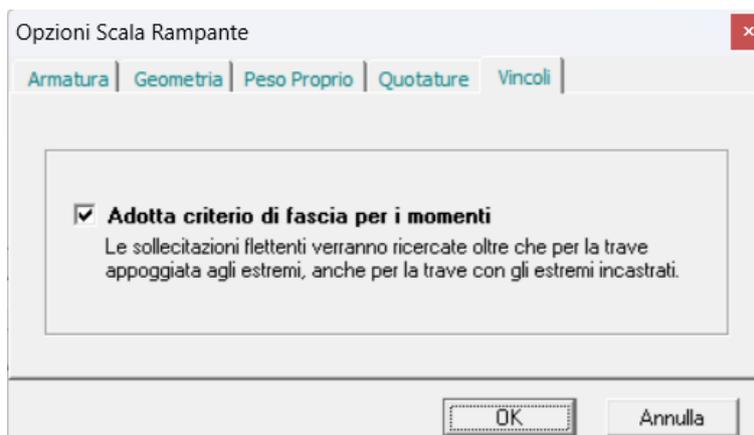


Fig. 13.10 - Finestra opzioni, scheda Vincoli.

13.4 Diagrammi e schemi di carico

Premendo il tasto Diagrammi della barra degli strumenti (oppure cliccando sulla voce Diagrammi del Menu Vista) si apre una finestra divisa in tre riquadri. Sulla sinistra sono rappresentati gli schemi di carico che producono le sollecitazioni massime. Nella parte alta è riprodotto il diagramma involuppo dei momenti flettenti relativo ad un solo travetto e, al passaggio del mouse, vengono evidenziati l'ascissa misurata a partire dall'appoggio di sinistra ed il valore del momento. In basso è rappresentato il diagramma del taglio con analoghe caratteristiche descritte per il momento.

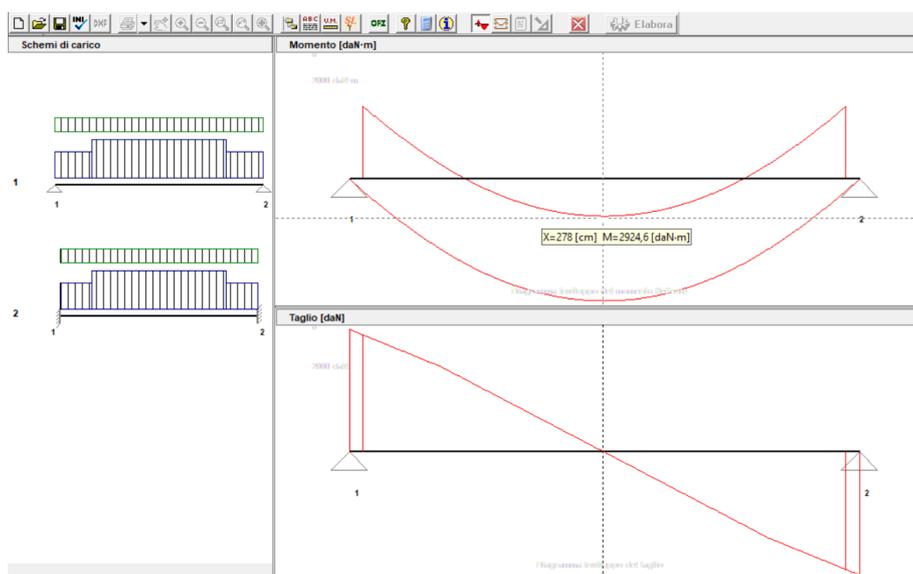


Fig. 13.11 - Finestra diagrammi e schemi di carico.

13.5 Armatura

Dopo l'immissione dei dati della struttura, all'avvio dell'elaborazione, viene richiesto di scegliere tra la predisposizione del tutto automatica delle armature necessarie e la possibilità di gestire i ferri secondo le proprie esigenze.

13.5.1 Predisposizione automatica delle armature

Le armature vengono individuate a partire dai valori massimi delle caratteristiche di sollecitazione ed assegnando ai travetti un massimo di due ferri nella parte tesa. La scelta dei diametri (al massimo due) viene eseguita a partire dal diametro minimo indicato nelle opzioni del modulo.

13.5.2 Disposizione manuale e modifica delle armature

Scegliendo di personalizzare le armature o anche decidendo di modificare quelle proposte dal programma, basta selezionare con il mouse le armature desiderate per poi trascinarle nel punto voluto e rilasciare il tasto del puntatore. Dalla finestra delle proprietà che appare a questo punto, si possono fare tutte le scelte inerenti al ferro.

13.5.3 La finestra di interfaccia delle armature

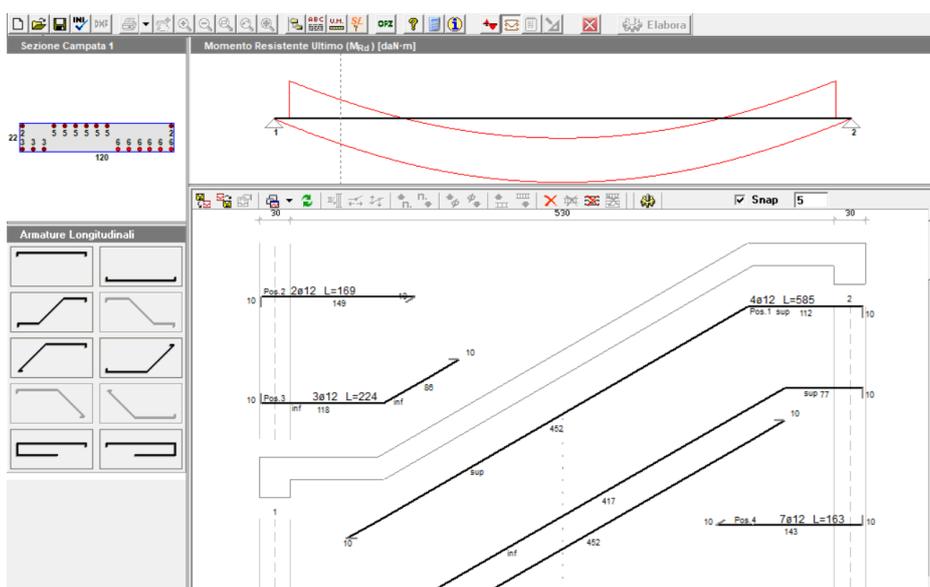


Fig. 13.12 - Finestra di interfaccia delle armature della scala a soletta rampante.

L'interfaccia permette di analizzare e/o modificare le armature e comprende:

- la finestra principale dove, oltre alla sezione longitudinale del solaio, sono disegnati i ferri con le loro quotature;
- una finestra laterale dove sono elencate le icone delle armature longitudinali;
- una finestra superiore dove è possibile visualizzare alternativamente il diagramma del momento e del taglio con sovrapposizione dei rispettivi valori resistenti;
- una finestra nell'angolo superiore sinistro dove è visibile, in modo interattivo, la sezione, corredata di quote e posizione dei ferri, relativa alla posizione corrente del mouse nella finestra principale.

13.5.4 La barra delle armature

Sulla barra delle armature della finestra principale si trovano i tasti che permettono la gestione di alcune proprietà e funzioni dei ferri introdotti.



Fig. 13.13 - Barra delle armature.

-  Carica armatura ultimo salvataggio: se esistente, permette di caricare l'armatura precedentemente salvata eliminando quella corrente.
-  Salva armatura corrente: salva l'armatura disposta previo salvataggio della struttura.
-  Proprietà: visualizza la finestra Proprietà del ferro selezionato.
-  Finestra grafici → Momento resistente: visualizza nella finestra superiore il diagramma del momento flettente e aggiorna quello resistente.
-  Finestra grafici → Taglio resistente: visualizza nella finestra superiore il diagramma del taglio e aggiorna quello resistente.
-  Aggiorna finestra grafici: aggiorna il diagramma corrente della finestra superiore.
-  Allinea verticalmente: estende le estremità del ferro selezionato fino agli assi degli appoggi della campata corrente.
-  Allinea alla rampa: riposiziona il ferro selezionato parallelamente all'asse della rampa.
-  Aumenta numero ferri: aumenta il numero di ferri rappresentato dal ferro selezionato.
-  Riduci numero ferri: riduce il numero di ferri rappresentato dal ferro selezionato.
-  Aumenta diametro: aumenta il diametro del ferro selezionato.
-  Riduci diametro: riduce il diametro del ferro selezionato.
-  Elimina selezione: elimina il ferro selezionato.
-  Elimina longitudinali: permette di eliminare tutti i ferri longitudinali presenti.
-  Aggiorna calcoli: riesegue le verifiche necessarie dopo una variazione delle armature.
-  Snap 1 permette, se attivato, spostamenti del mouse su una griglia con passo indicato a fianco.

13.5.5 Funzioni sulla barra di stato

Sulla barra di stato, nella parte bassa dello schermo, sono presenti un campo che indica lo stato attuale dello SNAP (ON/OFF) ed un campo che indica lo stato attuale della funzione ORTHO (ON/OFF). Lo stato di queste funzioni può essere cambiato facendo un doppio clic sul campo medesimo.



Fig. 13.14 - Funzioni sulla barra di stato

Con la funzione ORTHO si limita il puntatore a spostamenti solo orizzontali o verticali. Tale funzione si rende utile per spostare un ferro senza perdere l'allineamento oppure per ottenere uno stiramento del ferro lungo il suo asse.

13.5.6 Finestra proprietà dei ferri longitudinali

La visualizzazione della finestra delle proprietà di un ferro si attiva ad ogni nuovo inserimento di armatura. Per visualizzare o modificare le proprietà di un ferro già introdotto si può procedere in due modi:

- selezionare un ferro e premere il tasto Proprietà sulla barra delle armature;
- posizionare il puntatore su un ferro, premere il tasto destro del mouse e selezionare la voce di menù Proprietà.

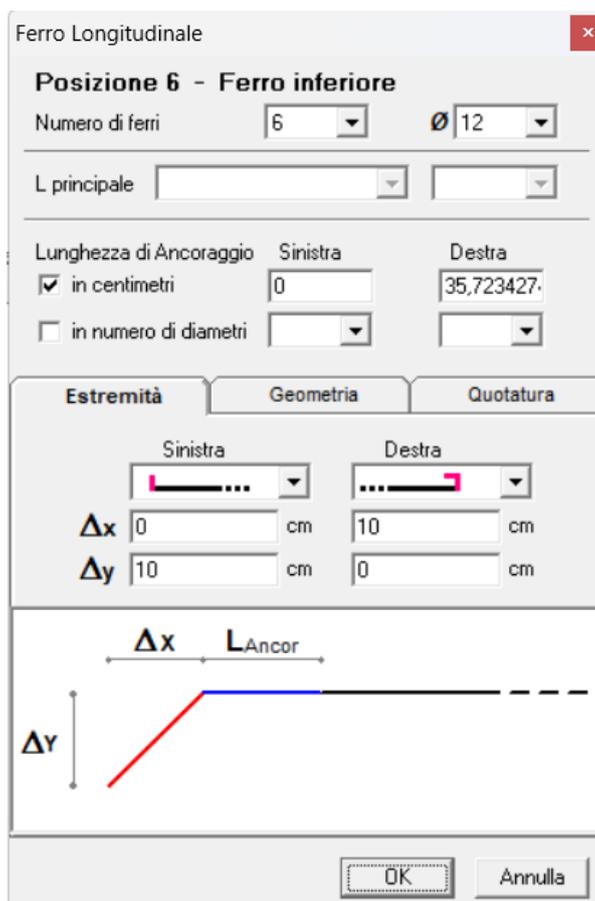


Fig. 13.15 - Finestra proprietà delle armature longitudinali.

La finestra delle proprietà consente di configurare o modificare le caratteristiche di un ferro.

- Posizione e denominazione del ferro: indicano la posizione che il ferro occupa nella lista dei ferri e la tipologia del ferro selezionato.
- Numero dei ferri e diametro: il diametro ed il numero di ferri rappresentati da quello selezionato.
- Lunghezza principale e riferimento: da due liste a discesa si possono selezionare la lunghezza principale espressa in termini di campata ed il riferimento a partire dal quale va valutata la lunghezza stessa (es.: se le scelte fatte fossero *1+1/4 di campata* e *da sinistra*, avremmo, partendo da sinistra, una lunghezza principale pari alla luce della campata corrente più un quarto della luce della campata successiva). In fase di inserimento di un nuovo ferro, viene proposta una lunghezza iniziale pari alla luce della campata corrente e che potrà essere modificata sia operando una scelta diversa dalla lista e sia intervenendo sulla scheda Geometria descritta in seguito. Nel caso in cui la lunghezza principale venga assegnata tramite la scheda Geometria, i due campi predisposti risulteranno vuoti.

- **Lunghezza di ancoraggio:** è la lunghezza in aggiunta a quella principale e della quale non se ne tiene conto nelle verifiche e nella definizione dei diagrammi resistenti. questo parametro può essere inserito in duplice modo:
 - esprimendolo in centimetri;
 - esprimendolo in numero di diametri.
- **Scheda Estremità.** In questa scheda vanno inseriti il tipo di estremità sia destra che sinistra da selezionare da un elenco a discesa ed i valori dei parametri.

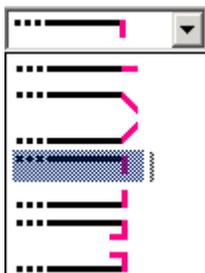


Fig. 13.16 - Tipi di estremità per le armature longitudinali.

- **Scheda Geometria.** In questa sezione è possibile modificare il punto di inserimento del ferro (estremo di sinistra) attraverso le coordinate X e Y e la geometria mediante una tabella dove il ferro viene suddiviso in singoli tratti ad ogni deviazione lungo il suo sviluppo. Per ogni tratto si possono modificare la lunghezza assoluta del tratto stesso e/o le proiezioni sugli assi x e y mentre la colonna relativa all'inclinazione del tratto è solo di tipo informativo. Il tratto interessato dalla modifica viene evidenziato in rosso.

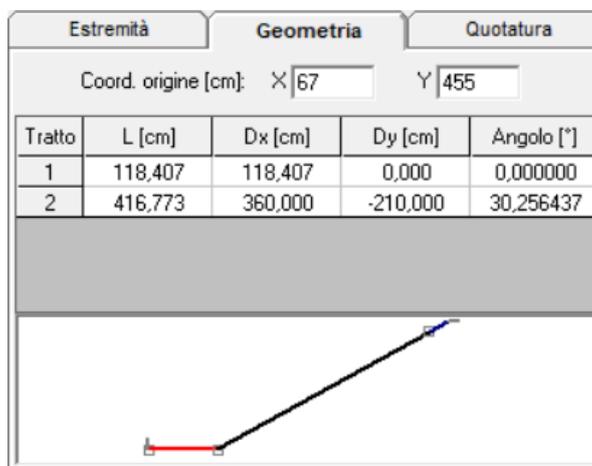


Fig. 13.17 - Scheda di modifica della geometria del ferro longitudinale.

- **Scheda Quotatura.** In questa scheda è possibile selezionare il font ed il colore per le varie visualizzazioni delle quote in prossimità del ferro nonché decidere se mostrare:
 - la scritta Pos. seguita da un numero identificativo;
 - la scritta inf, sup, par ad indicare la posizione del tratto (inferiore, superiore o intermedia per ferri di parete);
 - la lunghezza totale del ferro comprendente le lunghezze di ancoraggio e le estremità;
 - il numero dei ferri ed il diametro;
 - le quotature parziali dei singoli tratti.

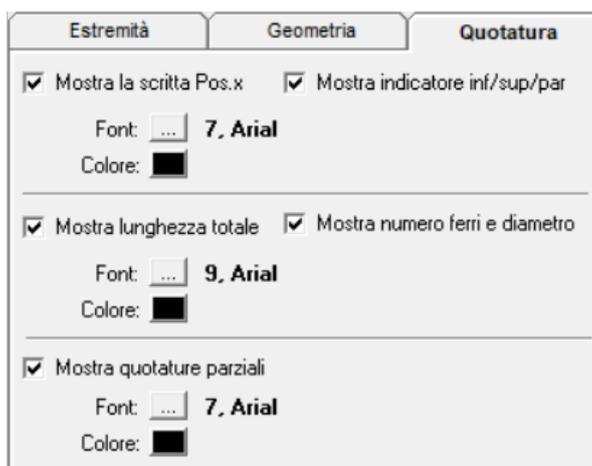


Fig. 13.18 - Scheda di modifica delle quotature del ferro longitudinale.

13.5.7 Modificare senza la finestra proprietà

Alcune caratteristiche del ferro possono essere modificate senza l'ausilio della finestra proprietà.

- Punto origine: selezionare il ferro e tenendo premuto il tasto sinistro del mouse trascinare il ferro nel punto voluto. In alternativa, dopo la selezione del ferro, si possono utilizzare i tasti direzionali della tastiera. In entrambi i casi il movimento avviene lungo una griglia definita con la funzione SNAP e può essere vincolato dalla funzione ORTHO.
- Numero di ferri: selezionare il ferro con il mouse e, sulla barra delle armature, premere il tasto una sola volta per aumentare il numero di ferri di una unità, invece il tasto per ridurlo il numero. Lo stesso risultato si ha premendo il tasto destro del mouse quando è posizionato sopra al ferro e scegliere Aumenta numero ferri oppure Riduce numero ferri dal menù che appare.
- Diametro: selezionare il ferro e, sulla barra delle armature, premere il tasto per aumentare il diametro ed il tasto per diminuirlo. Anche in questo caso si può usare il tasto destro del mouse e quindi selezionare Aumenta diametro ferro oppure Riduce diametro ferro per ottenere lo stesso effetto.
- Allinea agli appoggi: per riposizionare un ferro in modo da estendere gli estremi fino agli assi degli appoggi della campata corrente, premere il tasto sulla barra delle armature oppure scegliere Allinea agli appoggi dal menu che appare premendo il tasto destro.
- Centra sull'appoggio: per riposizionare un ferro in modo da risultare centrato sull'appoggio più vicino al puntatore, premere il tasto sulla barra delle armature oppure scegliere Centra sull'appoggio dal menu che appare premendo il tasto destro.
- Elimina selezione: elimina il ferro selezionato se viene premuto il tasto sulla barra delle armature oppure selezionando Elimina ferro dal menù tasto destro del mouse.
- Elimina longitudinali: elimina in modo permanente tutti i ferri quando viene premuto il tasto sulla barra delle armature.
- Modifica geometria: con il solo uso del mouse e con l'aiuto delle funzioni SNAP e ORTHO si può modificare nel modo voluto la lunghezza di un singolo tratto del ferro. Al momento della selezione, sugli estremi di ogni singolo tratto del ferro appaiono delle maniglie di colore grigio; facendo doppio clic su una maniglia, questa assume il colore rosso. A questo punto cliccando su una maniglia diversa da quella selezionata e trascinando il mouse col tasto sinistro premuto, l'effetto sarà quello di uno stiramento del solo tratto attiguo alla maniglia rossa e dalla parte del puntatore.

13.6 Esempio di calcolo di scala a soletta rampante

Calcolo e verifica agli Stati Limite di una scala a soletta rampante in c.a.
Sono utilizzati calcestruzzo di classe Rck 250 e barre del tipo Feb38k.

ELABORATI GRAFICI PRODOTTI:

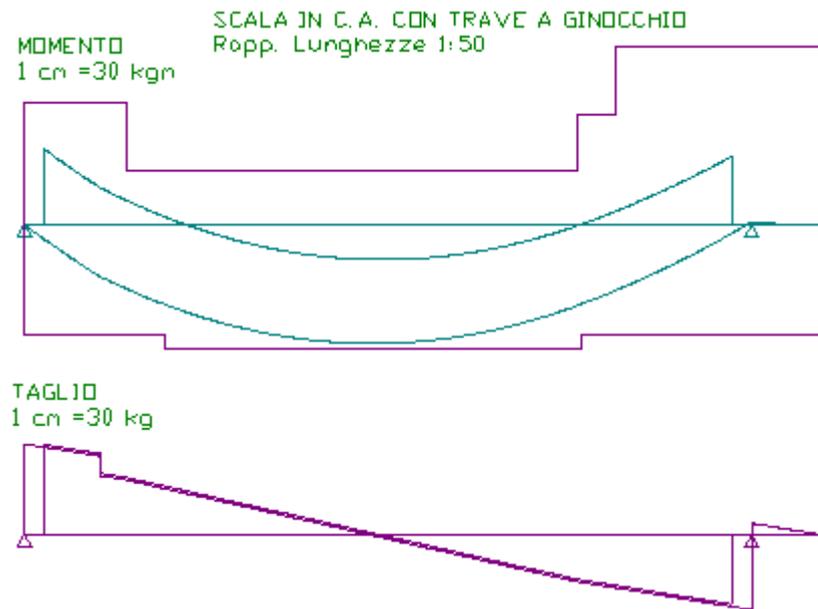


Fig. 13.19 - Diagrammi di momento e taglio.

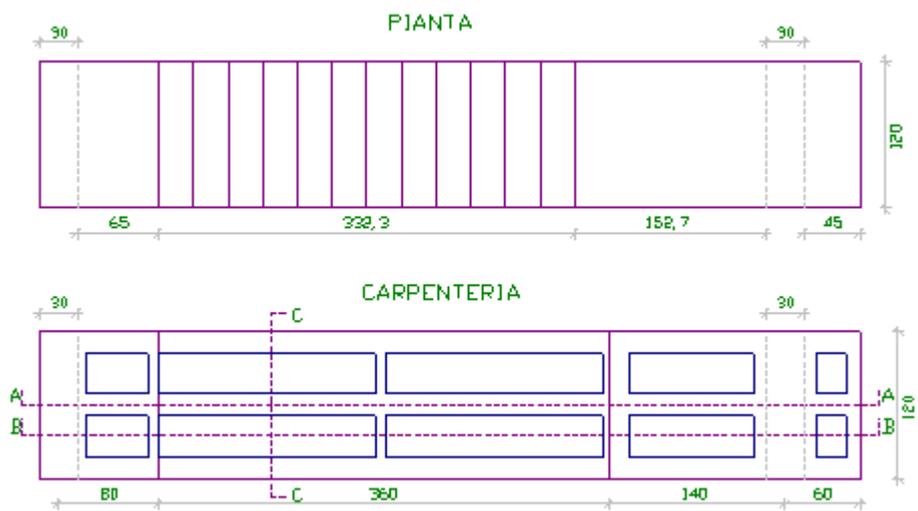


Fig. 13.20 - Pianta e carpenteria.

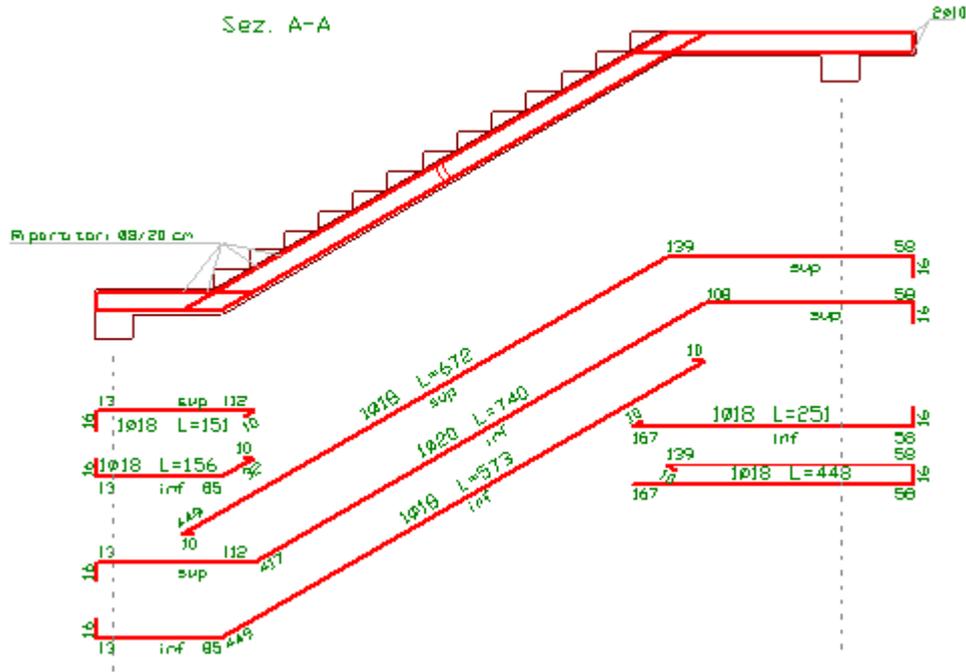


Fig. 13.21 - Disposizione armature.

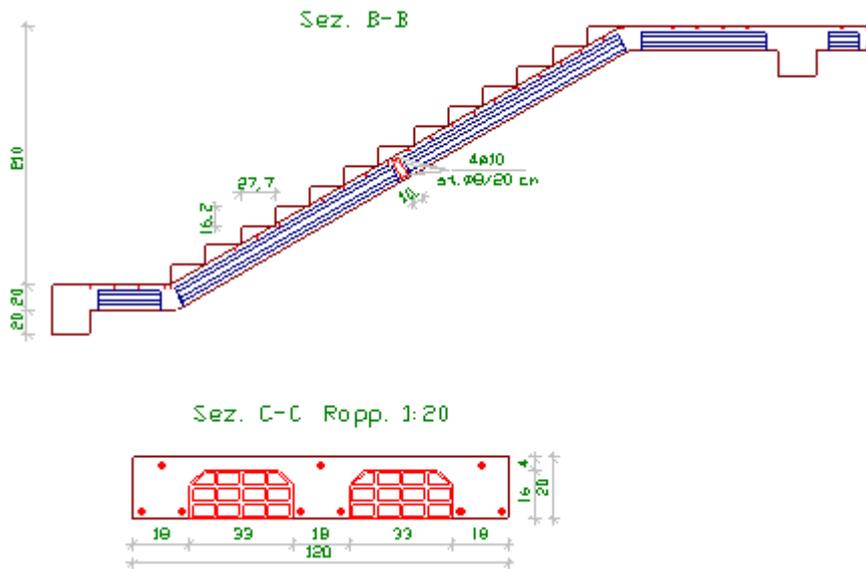


Fig. 13.22 - Sezione longitudinale e trasversale.

RELAZIONE DI CALCOLO

SCALA A SOLETTA RAMPANTE IN C.A.

Metodo di verifica: Stati Limite

DATI GEOMETRICI ED ELASTICI

Larghezza Rampa [cm] 120

Dislivello Pianerottoli	[cm]	210
Alzata	[cm]	16,15
Pedata	[cm]	27,69
Interasse Travetti	[cm]	51
Spessore Travetti	[cm]	18
Spessore Soletta	[cm]	4
Copriferro	[cm]	2
Coeff. di omogeneizzazione		15
Classe di resistenza del calcestruzzo (R_{ck})	[kg/cm ²]	250
Resistenza caratteristica del cls (f_{ck})	[kg/cm ²]	207,5
Resistenza di calcolo del cls ($\alpha \cdot f_{cd}$)	[kg/cm ²]	110,2
Tipo di acciaio		Fe B38k
Tensione caratteristica di snervamento (f_{yk})	[kg/cm ²]	3750
Resistenza di calcolo dell'acciaio (f_{yd})	[kg/cm ²]	3260,9

Geometria	Luce [cm]	Altezza [cm]	Inerzia [m ⁴]
Pianerottolo sin	80	20	0,000184
Rampa	360	20	0,000184
Pianerottolo des	140	20	0,000184
Sbalzo destro	60	20	0,000184

VALORI CARATTERISTICI E DI CALCOLO DELLE AZIONI

Carichi distribuiti	$G_{k\text{perm.}}$ [kg/m ²]	$Q_{k\text{var.}}$ [kg/m ²]	$G_{d\text{perm.}}$ [kg/m ²]	$Q_{d\text{var.}}$ [kg/m ²]
Pianerottolo sin	367	300	514	450
Rampa	644	300	902	450
Pianerottolo des	367	300	514	450
Sbalzo destro	367	300	514	450

Forze concentrate	Ascissa [cm]	F_k [kg]	F_d [kg]
Pianerottolo sin	60	800	1120

CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI (per un travetto)

Vincolo: appoggio agli estremi

Sezione [cm]	Momento [kg·m]	Taglio [kg]
0	0,0	2230,2
97	1753,0	1243,6
193	2629,2	581,8
290	2869,1	-87,0
387	2460,4	-755,8
483	1435,5	-1332,6
580	-88,5	-1809,6

Vincolo: incastro agli estremi

Sezione [cm]	Momento [kg·m]	Taglio [kg]
0	0,0	0,0
15	-1863,7	2213,9
97	-392,5	1301,1
193	538,8	639,2
290	834,5	-29,5
387	481,5	-698,3
483	-488,2	-1275,1
565	-1699,2	-1678,4
580	0,0	0,0

MASSIME SOLLECITAZIONI E ARMATURE (per un travetto)

Verifiche allo S.L.U.

Momento massimo positivo (x=277)	[kg·m]	2874,6
Armatura massima inferiore	[cm ²]	6,0
Asse neutro (x/d = 0,19 < 0,45)	[cm]	3,6
Momento resistente ultimo (MRd)	[kg·m]	3238,0
Momento massimo negativo (x=15)	[kg·m]	-1863,7
Armatura massima superiore	[cm ²]	4,0
Asse neutro (x/d = 0,21 < 0,45)	[cm]	3,4
Momento resistente ultimo (MRd)	[kg·m]	2133,1
Taglio massimo (x=0)	[kg]	2230,2
Resistenza a taglio del solo cls (VRd1)	[kg]	1882,5
Resistenza del cls con armatura a taglio (VRd2)	[kg]	10714,8
Resistenza sezione con armatura a taglio (VRd3)	[kg]	3291,0
Armatura di ripartizione soletta		ø8/20 cm

Verifiche SLE per comb. di carico rara e quasi permanente

Momento massimo positivo (per comb. rara)	[kg·m]	1464,7
Tensione nel cls (comb. rara) (σ_c)	[kg/cm ²]	52,1 < 124,5
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ_s)	[kg/cm ²]	1520,8 < 2625
Momento massimo (per comb. quasi perm.)	[kg·m]	1249,1
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ_c)	[kg/cm ²]	44,4 < 93,4
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ_s)	[kg/cm ²]	1296,9 < 1875
Momento di fessurazione (comb. rara) (M_f)	[kg·m]	199,1 < 1464,7
Ampiezza delle fessure (W_k)	[mm]	0,06 < 0,3
Momento massimo negativo (per comb. rara)	[kg·m]	949,6
Tensione nel cls (comb. rara) (σ_c)	[kg/cm ²]	36,2 < 124,5
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ_s)	[kg/cm ²]	1450,3 < 2625
Momento massimo (per comb. quasi perm.)	[kg·m]	809,8
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ_c)	[kg/cm ²]	30,9 < 93,4
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ_s)	[kg/cm ²]	1236,8 < 1875

Momento di fessurazione (comb. rara) (M_f)	[kg·m]	304,0 < 949,6
Ampiezza delle fessure (W_k)	[mm]	0,06 < 0,3

Verifica allo stato limite di deformazione

Abbassamento max (per comb. rara)	[mm]	19,0
Abbassamento max (per comb. quasi perm.)	[mm]	16,2

PROSPETTO ARMATURE (per un travetto)

	Arm. inf.	Arm. sup.	Monconi	Inferiori	Superiori
Campata	3ø16	2ø16	Appog. 1	1ø16	---
Sbalzo sin.	---	---	Appog. 2	1ø16	---
Sbalzo des.	1ø16	1ø16			

COMPUTO MATERIALI

Lista Ferri Longitudinali per travetto

Pos.	Ø [mm]	L [cm]	n.	Ltot [cm]	Massa [kg]
1	16	619	1	619	9,77
2	16	178	1	178	2,81
3	16	245	1	245	3,87
4	16	700	2	1400	22,10
5	16	417	1	417	6,58
6	16	565	1	565	8,92

Totali Longitudinali per travetto

	Ltot [m]	Massa [kg]
Totale Ferri Ø16	34,24	54,05

Lista Ripartitori e Staffe

Riferimento	Ø [mm]	L [cm]	n.	Ltot [cm]	Massa [kg]
cordolo sbalzo des.	10	120	2	240	1,48
travetto ripartizione	10	120	4	480	2,96
staffe trav. ripart.	8	54	6	324	1,28

Totali Ripartitori e Staffe

	Ltot [m]	Massa [kg]
Totale Ø8	2,4	1,48
Totale Ø10	8,04	4,24

-		
Armatura (Fe B 38 k controllato)	[kg]	134
Calcestruzzo ($R_{ck}=250$)	[m ³]	1,59
Laterizi (H = 16)	[n.]	46
Percentuale di armatura in peso	[%]	3,34
Incidenza peso armatura sul volume cls	[kg/m ³]	83,47

 scala con trave a ginocchio	Capitolo
	14

Il modulo Scala Ginocchio consente di progettare e verificare una scala in c.a. con trave a ginocchio. Durante l'input dei dati è possibile:

- prevedere la presenza di sbalzi;
- tenere conto dello sfalsamento delle rampe;
- considerare i pianerottoli in cls pieno oppure alleggeriti;
- tenere conto in modo opportuno dei carichi inclinati;
- prevedere o meno l'influenza del solaio di piano adiacente alla rampa;
- prevedere la presenza fino a 2 forze e fino a 2 momenti concentrati.

Gli elaborati grafici, esportabili in formato dxf, prevedono i diagrammi di taglio e momento flettente, piante e sezioni quotate e la distinta delle armature.

La relazione tecnica è in formato rtf.

14.1 Generalità

Prima di iniziare il lavoro, è consigliabile accertarsi che le opzioni correnti corrispondano alle proprie esigenze anche se sono ammesse modifiche in momenti successivi.

Dopo l'avvio del modulo appaiono, sulla destra, le opzioni relative ai carichi e alle tensioni ammissibili.

- Opzione Metodo di Verifica: impostandola su TA (SL), le elaborazioni e le verifiche verranno eseguite secondo il metodo delle Tensioni Ammissibili (Stati Limite).
- Opzione Modalità Tensioni: se impostata su Automatico, dopo l'immissione della resistenza caratteristica del calcestruzzo e del tipo di acciaio, il programma calcola automaticamente le relative tensioni ammissibili principali e tangenziali. In alternativa è possibile digitare manualmente i valori voluti.
- Opzione Modalità Carichi: se impostata su Automatico consente di calcolare automaticamente il peso proprio del solaio mentre si digitano i parametri geometrici necessari. In alternativa è possibile digitare manualmente il valore voluto.



Fig. 14.1 - Scelta modalità di calcolo.

14.2 Caratteristiche di input e output dei dati

L'input dei dati è accompagnato da una guida grafica sulla destra dello schermo.

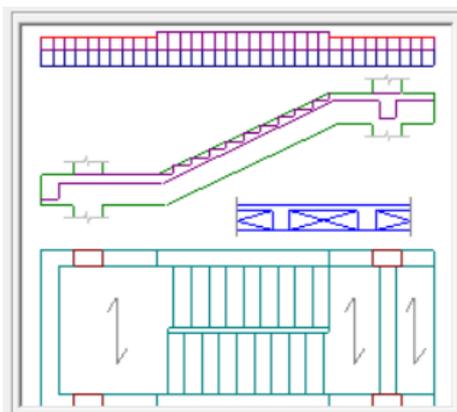


Fig. 14.2 - Guida grafica di aiuto all'input dei dati.

14.2.1 Dati Elastici

In questa cartella vengono richieste le caratteristiche dei materiali usati:

- Classe del calcestruzzo.
- Tipo di acciaio utilizzato.
- Coefficiente di omogeneizzazione.

Inoltre, se l'opzione Modalità Tensioni non è impostata su Automatico, verranno richiesti:

- La tensione ammissibile del calcestruzzo.
- La tensione ammissibile del ferro.
- La tensione tangenziale minima del calcestruzzo al disotto della quale non è necessario armare a taglio.
- La tensione tangenziale limite del calcestruzzo che non deve essere superata nella verifica a solo taglio.

- La tensione tangenziale limite del calcestruzzo che non deve essere superata qualora sia presente taglio e torsione.

Dati Elastici	Geometria	Carichi
Calcestruzzo		
Classe del calcestruzzo:	C25/30	
Resistenza caratteristica cubica (R _{ck}):	[daN/cm ²]	300
Resistenza di calcolo:	[daN/cm ²]	141.1
Resistenza di calcolo tangenziale:	[daN/cm ²]	2.98
Resistenza di calcolo a trazione:	[daN/cm ²]	11.94
Acciaio		
Tipo di acciaio:	B450C	
Resistenza caratteristica di snervamento:	[daN/cm ²]	4500
Resistenza di calcolo:	[daN/cm ²]	3913.04
Coefficiente di omogeneizzazione:		11.94

Fig. 14.3 - Scheda Dati Elastici.

14.2.2 Geometria

Dati Elastici	Geometria	Carichi
Geometria Scala		
Luce rampa:	[cm]	300
Luce pianerottolo Sx:	[cm]	120
Luce pianerottolo Dx:	[cm]	100
Luce sbalzo Sx:	[cm]	80
Luce sbalzo Dx:	[cm]	80
Larghezza rampa:	[cm]	120
Larghezza trombino:	[cm]	10
Larghezza pilastro Sx:	[cm]	50
Larghezza pilastro Dx:	[cm]	50
Dislivello pianerottoli (+/-)	[cm]	160
Soletta rampa:	[cm]	5
Numero dei gradini:		10
Alzata:	[cm]	16,00
Pedata:	[cm]	30,00
Copriferro:	[cm]	3
Pianerottolo		
<input checked="" type="radio"/> Altezza pianerottolo:	[cm]	16,71
<input type="radio"/> Sfalsamento rampe:	[cm]	11,41
<input checked="" type="checkbox"/> Pianerottolo alleggerito		
Spessore soletta:	[cm]	4
Larghezza pignatte:	[cm]	40
Spessore travetti:	[cm]	10,00
Interasse travetti:	[cm]	50,00
Trave a ginocchio		
Base:	[cm]	30
Altezza:	[cm]	60
Trave di testata destra		
Base:	[cm]	30
Altezza:	[cm]	50
<input checked="" type="checkbox"/> Posizione in asse pilastro		
Trave di testata sinistra		
Base:	[cm]	30
Altezza:	[cm]	50
<input type="checkbox"/> Posizione in asse pilastro		

Fig. 14.4 - Scheda Geometria.

14.2.2.1 Geometria Scala

- Luce rampa: proiezione orizzontale della luce della rampa (tratto inclinato).

- Luce pianerottolo Sx: distanza tra l'asse dell'appoggio sinistro e l'inizio della rampa.
- Luce pianerottolo Dx: distanza tra la fine della rampa e l'asse dell'appoggio destro.
- Luce sbalzo Sx: distanza tra l'asse dell'appoggio sinistro e l'estremo dello sbalzo.
- Luce sbalzo Dx: distanza tra l'asse dell'appoggio destro e l'estremo dello sbalzo.
- Larghezza rampa: larghezza utile della rampa.
- Larghezza trombino: larghezza intercapedine tra le rampe
- Larghezza pilastro Sx.
- Larghezza pilastro Dx.
- Dislivello pianerottoli: proiezione verticale della luce della rampa. Immettendo un valore negativo si può scambiare la posizione reciproca dei pianerottoli ottenendo in questo modo anche la possibilità di avere gli esecutivi della seconda rampa.
- Soletta rampa: spessore della soletta che raccorda tutti i gradini ed utile per l'assorbimento delle azioni parallele alla rampa stessa.
- Numero di gradini. Inserendo un numero, viene automaticamente calcolata sia l'alzata che la pedata in funzione dei dati precedenti.
- Alzata: valore calcolato automaticamente e non editabile.
- Pedata: valore calcolato automaticamente e non editabile.
- Copriferro.

14.2.2.2 Geometria Pianerottolo

- Altezza pianerottolo: spessore del solaio comprensivo del laterizio e della soletta. Questo campo è editabile solo se preventivamente abilitato con un click sulla relativa opzione. L'inserimento di questo dato provoca, automaticamente, la determinazione dello sfalsamento il cui campo risulta non editabile in questo caso.
- Sfalsamento rampe: sfalsamento che si vuole assegnare tra le due rampe. Questo campo è editabile solo se preventivamente abilitato con un click sulla relativa opzione. L'inserimento di questo dato provoca, automaticamente, la determinazione dello spessore del pianerottolo il cui campo risulta non editabile in questo caso.
- Pianerottolo alleggerito: si può scegliere di adoperare le pignatte nei pianerottoli inserendo un segno di spunto in corrispondenza di questa voce oppure, in alternativa, di considerare i pianerottoli in cls pieno. In caso di pianerottoli alleggeriti con laterizi verranno richiesti inoltre:
 - Spessore soletta.
 - Larghezza pignatte: (campo solo informativo e non editabile)
 - Spessore travetti.
 - Interasse travetti.

In base a questi parametri verranno decisi sia l'interasse che lo spessore dei travetti.

14.2.2.3 Trave a Ginocchio

- Base: base della sezione della trave a ginocchio.
- Altezza: altezza della sezione della trave a ginocchio.

14.2.2.4 Trave di testata destra

- Base: base della sezione della trave di testata in corrispondenza del pianerottolo di arrivo.
- Altezza: altezza della sezione della trave di testata in corrispondenza del pianerottolo di arrivo.
- Posizione in asse pilastro: introducendo un segno di spunto nella casella corrispondente si posiziona la trave di testata in corrispondenza dei pilastri. In alternativa, la trave di testata andrà ad occupare l'estremità dell'eventuale sbalzo.

14.2.2.5 Trave di testata sinistra

- Base: base della sezione della trave di testata in corrispondenza del pianerottolo di riposo.
- Altezza: altezza della sezione della trave di testata in corrispondenza del pianerottolo di riposo.
- Posizione in asse pilastro: introducendo un segno di spunto nella casella corrispondente si posiziona la trave di testata in corrispondenza dei pilastri. In alternativa, la trave di testata andrà ad occupare l'estremità dell'eventuale sbalzo.

14.2.3 Carichi

Dati Elastici		Geometria		Carichi	
Azioni sulla scala					
Carico fisso strutturale rampa:	[daN/m ²]	458,5	Favor. <input type="checkbox"/>		
Carico fisso non strutturale rampa:	[daN/m ²]	0,0	...		
Carico fisso strutt. pianerottolo:	[daN/m ²]	308,6	<input type="checkbox"/>		
Carico fisso non strutt. pianerottolo:	[daN/m ²]	0,0	...		
Carico variabile:	[daN/m ²]	400	<input type="checkbox"/>		
Forza conc.1:	[daN]	0	Ascissa F1:	[cm]	0
<small>(Confluenza della trave di piano con la trave a ginocchio)</small>					
Forza conc.2:	[daN]	0	Ascissa F2:	[cm]	0
Mom. conc.1:	[daNm]	0	Ascissa M1:	[cm]	0
Mom. conc.2:	[daNm]	0	Ascissa M2:	[cm]	0
<input type="checkbox"/> Azioni sul solaio adiacente alla scala					
Luce solaio ortogonale rampa:	[cm]	200			
Carico perman. solaio:	[daN/m ²]	200			
Carico variabile solaio:	[daN/m ²]	400			
Peso trave di piano + Tompagno	[daN/m]	630			
Azioni sulla trave a ginocchio					
-Sbalzo e pianerottolo di riposo (sx)-					
G1 fisso strutt.:	[daN/m]	836			
G2 fisso non strutt.:	[daN/m]	180			
Qk1 variabile:	[daN/m]	500			
-Tratto rampa-					
G1 fisso strutt.:	[daN/m]	1060			
G2 fisso non strutt.:	[daN/m]	324			
Qk1 variabile:	[daN/m]	480			
-Sbalzo e pianerottolo di arrivo (dx)-					
G1 fisso strutt.:	[daN/m]	836			
G2 fisso non strutt.:	[daN/m]	468			
Qk1 variabile:	[daN/m]	500			

Fig. 14.5 - Scheda Carichi.

14.2.3.1 Scala

- Carico fisso rampa: carico permanente uniformemente distribuito sulla rampa. Questo campo risulta editabile solo se la Modalità Carichi è impostata su *Manuale*. In alternativa viene calcolato automaticamente il peso proprio della struttura al quale viene aggiunto il peso eventuale di intonaco, massetto, pavimento e tompagno.
- Carico fisso pianerottolo: carico permanente uniformemente distribuito sui pianerottoli. Questo campo risulta editabile solo se la Modalità Carichi è impostata su *Manuale*. In

alternativa viene calcolato automaticamente il peso proprio della struttura al quale viene aggiunto il peso eventuale di intonaco, massetto, pavimento e tompagno.

- Carico accidentale: sovraccarico previsto dalla normativa variabile in funzione della destinazione della struttura.
- Forza conc. 1: prima eventuale forza concentrata. Se la Modalità Carichi è su automatico ed il riquadro Solaio adiacente è selezionato, F1 è la forza trasmessa dalla trave di piano valutata, a vantaggio di statica, come 1/2 del carico della trave di piano.
- Ascissa F1: ascissa della prima forza concentrata da valutare sempre con riferimento all'appoggio di sinistra (se ad es. si vuole posizionare tale forza sull'estremità dello sbalzo sinistro di luce 60 cm, si dovrà indicare come ascissa il valore negativo -60).
- Forza conc. 2: seconda eventuale forza concentrata.
- Ascissa F2: ascissa della seconda forza concentrata valutata rispetto all'appoggio di sinistra.
- Momento conc. 1: primo eventuale momento concentrato.
- Ascissa M1: ascissa del primo momento concentrato valutata rispetto all'appoggio di sinistra.
- Momento conc. 2: secondo eventuale momento concentrato.
- Ascissa M2: ascissa del secondo momento concentrato valutata rispetto all'appoggio di sinistra.

14.2.3.2 Solaio adiacente alla scala

- Solaio adiacente alla scala: introducendo un segno di spunto nella casella corrispondente si abilita la possibilità di computare il carico trasmesso dal solaio adiacente al pianerottolo di arrivo e che scarica sulla trave di piano. Verranno così richiesti:
 - Luce solaio ortogonale rampa: luce del solaio che scarica sulla trave di piano. Se sono presenti i solai sia sul lato destro che sul lato sinistro delle rampe, introdurre la luce maggiore tra le due.
 - Carico totale solaio: carico complessivo (permanente + accidentale) del solaio che scarica sulla trave di piano.
 - Peso trave di piano + Tompagno: campo non editabile. Rappresenta il peso proprio della trave di piano assunta di dimensioni pari a quelle della trave a ginocchio ed il peso della muratura del vano scala. Per intervenire sul valore proposto si può modificare il valore del peso proprio della muratura andando in Opzioni Scala Ginocchio - Peso Proprio - Incidenza Tompagno.

14.2.3.3 Trave a ginocchio

Riquadro non editabile. In questi campi vengono mostrati i risultati dei carichi agenti sulla trave a ginocchio che scaturiscono dai dati precedentemente immessi. Essi si riferiscono ai carichi fissi e accidentali nell'ordine: al tratto orizzontale di sinistra (pianerottolo di riposo); al tratto inclinato (rampa); al tratto orizzontale di destra (pianerottolo di arrivo).

14.3 Opzioni Scala Ginocchio

Per accedere alle Opzioni Scala Ginocchio, cliccare sull'icona  sulla barra degli Strumenti oppure dalla barra Menù selezionare Opzioni e poi Scala Ginocchio o ancora premendo il tasto visualizzato nel campo Carico Permanente in modalità automatico.

14.3.1 Sezione Armatura

- Diametro minimo armatura principale. Immettendo un valore compreso tra 5 e 30 si impone al programma di valutare la scelta dei diametri da utilizzare per l'armatura longitudinale principale a partire da quello indicato.
- Diametro minimo ferri di parete. Immettendo un valore compreso tra 5 e 30 si impone al programma di valutare la scelta del diametro da utilizzare per eventuali ferri di parete a partire da quello indicato.
- Diametro minimo armatura di ripartizione. Immettendo un valore compreso tra 5 e 30 si impone al programma di valutare la scelta del diametro da utilizzare per l'armatura di ripartizione a partire da quello indicato.
- Diametro minimo armatura a staffe. Immettendo un valore compreso tra 5 e 26 si impone al programma di valutare la scelta del diametro da utilizzare per le staffe a partire da quello indicato.
- Passo minimo delle staffe. Distanza minima che si vuole assegnare tra due staffe consecutive (valore compreso tra 5 e 33 cm).
- Ancoraggio longitudinale. Lunghezza di ancoraggio da adottare per i ferri diritti superiori ed inferiori e per i cavallotti.
- Piega estremità. Lunghezza da adottare per le estremità dei ferri diritti superiori ed inferiori e dei cavallotti secondo il modello scelto nel menu a tendina proposto.
- Ancoraggio staffa. Lunghezza di ancoraggio delle estremità delle staffe.
- Taglio affidato ai ferri di parete. Percentuale del taglio da affidare ai ferri di parete con valore limite pari al 50%.
- Taglio affidato ai sagomati. Percentuale del taglio affidato a ferri sagomati con valore limite pari al 40%.

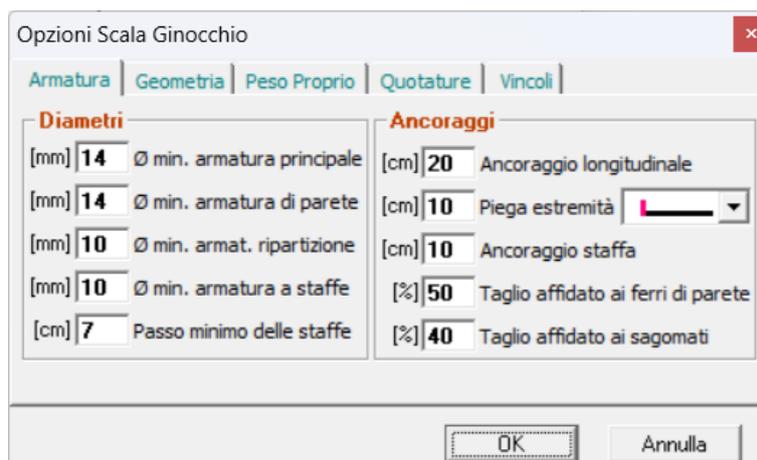


Fig. 14.6 - Finestra opzioni scala a ginocchio, scheda Armatura.

14.3.2 Sezione Geometria

- Dimensione profondità delle pignatte. Dimensione delle pignatte nella direzione parallela ai travetti.
- Numero di divisioni da elaborare. Indica il numero delle parti in cui suddividere la luce della scala e per le quali poter disporre delle caratteristiche della sollecitazione nella relazione.

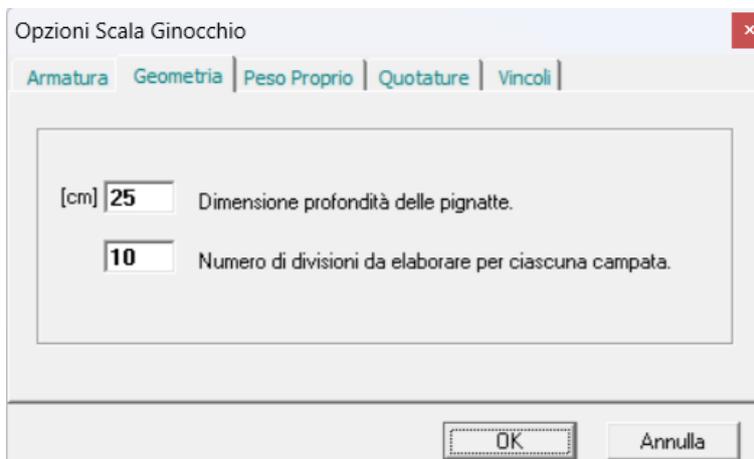


Fig. 14.7 - Finestra opzioni, scheda Geometria.

14.3.3 Sezione Peso Proprio

- Se si è scelto il calcolo automatico del carico permanente, questa opzione aiuta a valutare, selezionando ciascuna voce, il contributo del peso proprio dovuto all'Intonaco, al Massetto ed al Rivestimento. Per ogni voce è necessario poi inserire lo spessore ed il peso dell'unità di volume. L'ultimo campo, non editabile, indica il valore del peso proprio come risultato dei dati immessi nei campi che lo precedono.
- Incidenza Tompagno. Spuntando questa voce si abilita l'inserimento del sovraccarico dovuto alla presenza della muratura perimetrale del vano scala. Viene richiesto il peso specifico della muratura.



Fig. 14.8 - Finestra opzioni, scheda Peso Proprio.

14.3.4 Sezione Quotature

- Altezza del font per i titoli. Altezza da dare al font per il testo nelle intestazioni.
- Altezza del font per le indicazioni. Altezza da dare al font per il testo nelle indicazioni.
- Altezza del font per quotatura ferri. Altezza da dare al font per il testo nelle intestazioni.

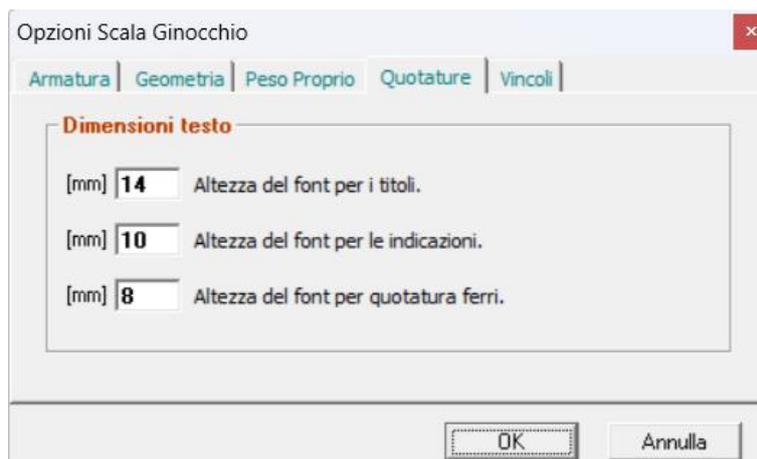


Fig. 14.9 - Finestra opzioni, scheda Quotature.

14.3.5 Sezione Vincoli

- Adotta criterio di fascia per i momenti flettenti. Abilitando questa opzione verrà considerato il calcolo delle caratteristiche della sollecitazione supponendo l'ipotesi di incastro agli estremi oltre all'ipotesi di trave appoggiata. In questo modo si attribuisce un comportamento a fascia che comprende quello reale della struttura.
- Adotta criterio di fascia per i momenti torcenti. Attivando questa opzione, verranno considerate le sollecitazioni torcenti prodotte dai due schemi limite di comportamento: con pianerottoli infinitamente flessibili e infinitamente rigidi rispettivamente. In alternativa, le sollecitazioni torcenti saranno individuate attraverso la mediazione dei valori relativi agli schemi limite sopra descritti.

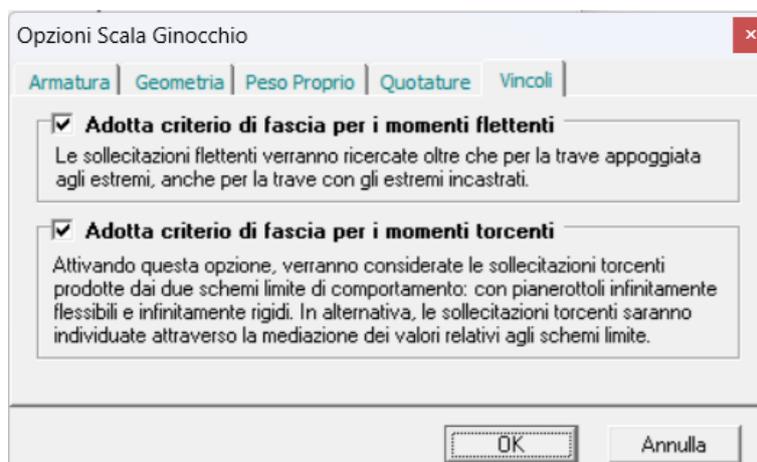


Fig. 14.10 - Finestra opzioni, scheda Vincoli.

14.4 Diagrammi e schemi di carico

Premendo il tasto Diagrammi della barra degli strumenti (oppure facendo clic sulla voce Diagrammi del Menu Vista) si apre una finestra divisa in tre riquadri. Sulla sinistra sono rappresentati gli schemi di carico che producono le sollecitazioni massime. Nella parte alta è riprodotto il diagramma dei momenti flettenti e in basso è rappresentato quello del taglio. Al passaggio del mouse vengono

evidenziati l'ascissa misurata a partire dall'appoggio di sinistra ed il valore della caratteristica della sollecitazione relativa.

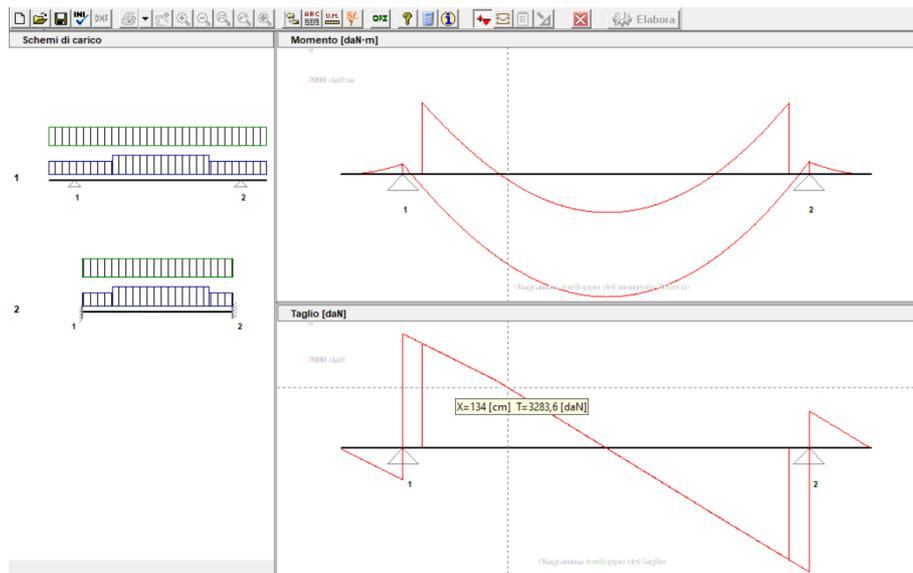


Fig. 14.11 - Finestra diagrammi e schemi di carico.

14.5 Armatura

Dopo l'immissione dei dati della struttura, all'avvio dell'elaborazione, viene richiesto di scegliere tra la predisposizione del tutto automatica delle armature necessarie e la possibilità di gestire i ferri secondo le proprie esigenze.

14.5.1 La finestra di interfaccia delle armature

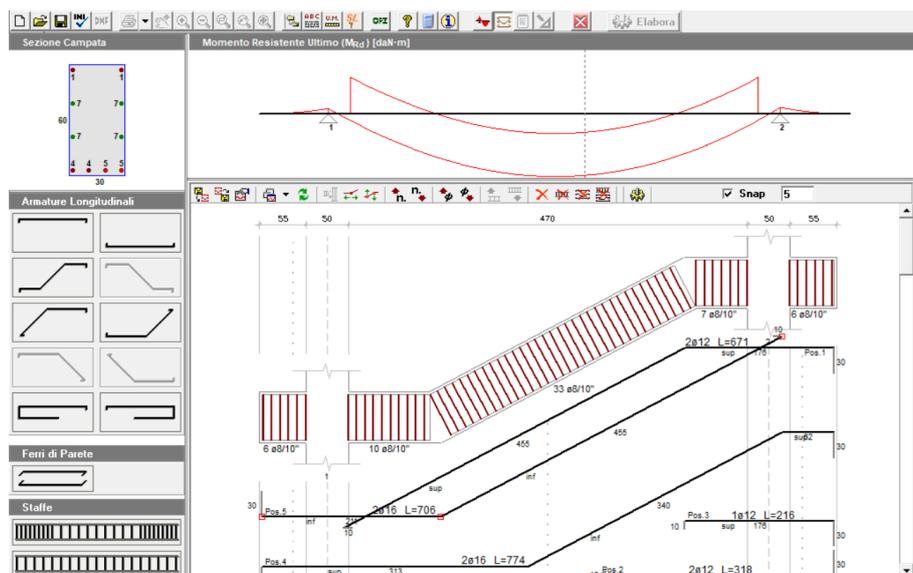


Fig. 14.12 - Finestra di interfaccia delle armature della trave a ginocchio.

L'interfaccia permette di analizzare e/o modificare le armature e comprende:

- la finestra principale dove, oltre alla sezione longitudinale della trave, sono disegnati i ferri con le loro quotature;
- tre finestre laterali dalle quali si selezionano i ferri longitudinali, i ferri di parete e le staffe da inserire nella trave;
- una finestra superiore dove, ad ogni clic del mouse, si alternano le visualizzazioni della distinta staffe, del diagramma del momento e del taglio con sovrapposizione dei rispettivi valori resistenti;
- una finestra nell'angolo superiore sinistro dove è visibile, in modo interattivo, la sezione della trave con quote e posizione dei ferri, relativa alla posizione corrente del mouse nella finestra principale.

14.5.2 Predisposizione automatica delle armature

In fase di elaborazione dei dati introdotti per la trave, rispondere affermativamente alla richiesta di scegliere il tipo di inserimento automatico per le armature. Le armature vengono individuate a partire dai valori massimi delle caratteristiche di sollecitazione. La scelta dei diametri (al massimo due) viene eseguita a partire dal diametro minimo indicato nelle opzioni del modulo.

14.5.3 Disposizione manuale e modifica delle armature

Scegliendo di personalizzare le armature basta selezionare con il tasto sinistro del mouse le armature desiderate, trascinarle nel punto voluto e rilasciare il tasto del puntatore. Dalla finestra delle proprietà che appare a questo punto, si possono effettuare tutte le scelte inerenti al ferro.

- **Introdurre un ferro longitudinale.** Nella finestra Armature Longitudinali sono disponibili 7 tipi di ferro longitudinale che è possibile inserire nella trave. Ogni tipo di ferro è rappresentato da un'icona che lascia intendere quale sia la sua morfologia e la posizione che prenderà all'interno della trave. Sono disponibili due ferri dritti (inferiore e superiore), tre piegati e due sagomati a molla per gli sbalzi.
- **Introdurre un ferro di parete.** Nella finestra Ferri di Parete è raffigurata un'icona con la quale si possono inserire nella trave i ferri di parete utili per assorbire parte del taglio
- **Introdurre un blocco di staffe.** Nella finestra Staffe si hanno a disposizione 4 tipologie di icone il cui scopo è solo quello di migliorare e velocizzare l'inserimento delle staffe.
 - Disposizione differenziata agli estremi: questa tipologia consente di posizionare contemporaneamente tre blocchi di staffe, due in prossimità degli appoggi ed uno centrale in modo da poterne differenziare il passo e, allo stesso tempo, possano risultare contigui.
 - Disposizione uniforme: con questa scelta si ottiene un solo blocco uniforme che occupa l'intera campata.

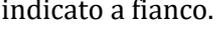
Dopo aver effettuato la scelta desiderata e trascinato il mouse in corrispondenza della campata voluta, appare la finestra proprietà attraverso la quale si possono modificare i parametri relativi ad ogni ferro o gruppo di staffe prima di premere il tasto di conferma.

14.5.4 La barra delle armature

Sulla barra delle armature della finestra principale si trovano le icone che permettono una gestione agevole di alcune proprietà e funzioni dei ferri introdotti.



Fig. 14.13 - Barra delle armature.

-  Carica armatura ultimo salvataggio: se esistente, permette di caricare l'armatura precedentemente salvata eliminando quella corrente.
-  Salva armatura corrente: salva l'armatura disposta previo salvataggio della struttura.
-  Proprietà: visualizza la finestra Proprietà del ferro selezionato.
-  Finestra grafici → Momento resistente: visualizza nella finestra superiore il diagramma del momento flettente e aggiorna quello resistente.
-  Finestra grafici → Taglio resistente: visualizza nella finestra superiore il diagramma del taglio e aggiorna quello resistente.
-  Finestra grafici → Distinta staffe: visualizza nella finestra superiore la distinta delle staffe per ogni campata.
-  Aggiorna finestra grafici: aggiorna la visualizzazione corrente della finestra superiore.
-  Allinea al copriferro: adegua l'altezza del blocco di staffe selezionato alla campata corrente e lo riposiziona rispettando il copriferro.
-  Allinea verticalmente: estende le estremità del ferro selezionato fino agli assi degli appoggi della campata corrente.
-  Allinea alla rampa: riposiziona il ferro selezionato parallelamente all'asse della rampa.
-  Aumenta numero ferri: aumenta il numero di ferri rappresentato dal ferro selezionato.
-  Riduci numero ferri: riduce il numero di ferri rappresentato dal ferro selezionato.
-  Aumenta diametro: aumenta il diametro del ferro selezionato.
-  Riduci diametro: riduce il diametro del ferro selezionato.
-  Aumenta passo staffe: aumenta il passo del blocco di staffe selezionato.
-  Riduci passo staffe: riduce il passo del blocco di staffe selezionato.
-  Elimina selezione: elimina il ferro selezionato.
-  Elimina staffe: permette di eliminare tutti i blocchi di staffe presenti.
-  Elimina longitudinali: permette di eliminare tutti i ferri longitudinali presenti.
-  Elimina tutto: elimina sia i ferri longitudinali che i blocchi di staffe presenti.
-  Aggiorna calcoli: riesegue le verifiche necessarie dopo una variazione delle armature.
-  Snap 1 permette, se attivato, spostamenti del mouse su una griglia con passo indicato a fianco.

14.5.5 Funzioni sulla barra di stato

Sulla barra di stato, nella parte bassa dello schermo, sono presenti un campo che indica lo stato attuale dello SNAP (ON/OFF) ed un campo che indica lo stato attuale della funzione ORTHO (ON/OFF). Lo stato di queste funzioni può essere cambiato facendo un doppio clic sul campo medesimo.



Fig. 14.14 - Funzioni sulla barra di stato

Con la funzione ORTHO si limita il puntatore a spostamenti solo orizzontali o verticali. Tale funzione si rende utile per spostare un ferro senza perdere l'allineamento oppure per ottenere uno stiramento del ferro lungo il suo asse.

14.5.6 Finestra proprietà dei ferri longitudinali

La visualizzazione della finestra delle proprietà di un ferro si attiva ad ogni nuovo inserimento di armatura. Per visualizzare o modificare le proprietà di un ferro già introdotto si può procedere in due modi:

- selezionare un ferro e premere il tasto Proprietà sulla barra delle armature;
- posizionare il puntatore su un ferro, premere il tasto destro del mouse e selezionare la voce di menù Proprietà.

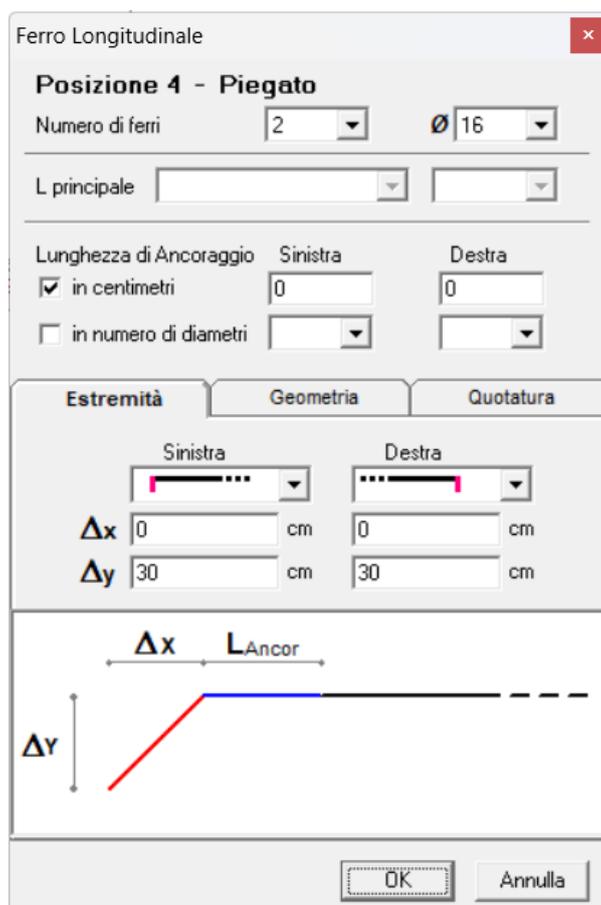


Fig. 14.15 - Finestra proprietà delle armature longitudinali.

La finestra delle proprietà consente di configurare o modificare le caratteristiche di un ferro.

- Posizione e denominazione del ferro: indicano la posizione che il ferro occupa nella lista dei ferri e la tipologia del ferro selezionato.
- Numero dei ferri e diametro: il diametro ed il numero di ferri rappresentati da quello selezionato.
- Lunghezza principale e riferimento: da due liste a discesa si possono selezionare la lunghezza principale espressa in termini di campata ed il riferimento a partire dal quale va valutata la lunghezza stessa (es.: se le scelte fatte fossero 1+1/4 di campata e da sinistra, avremmo, partendo da sinistra, una lunghezza principale pari alla luce della campata corrente più un quarto della luce della campata successiva). In fase di inserimento di un nuovo ferro, viene proposta una lunghezza iniziale pari alla luce della campata corrente e che potrà essere modificata sia operando una scelta diversa dalla lista e sia intervenendo sulla scheda Geometria descritta in seguito. Nel caso in cui la lunghezza principale venga assegnata tramite la scheda Geometria, i due campi predisposti risulteranno vuoti.
- Lunghezza di ancoraggio: è la lunghezza in aggiunta a quella principale e della quale non se ne tiene conto nelle verifiche e nella definizione dei diagrammi resistenti. questo parametro può essere inserito in duplice modo:
 - esprimendolo in centimetri;
 - esprimendolo in numero di diametri.
- Scheda Estremità. In questa scheda vanno inseriti il tipo di estremità sia destra che sinistra da selezionare da un elenco a discesa ed i valori dei parametri.

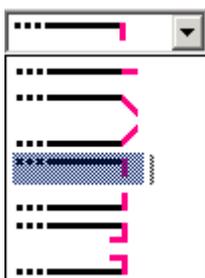


Fig. 14.16 - Tipi di estremità per le armature longitudinali.

- Scheda Geometria. In questa sezione è possibile modificare il punto di inserimento del ferro (estremo di sinistra) attraverso le coordinate X e Y e la geometria mediante una tabella dove il ferro viene suddiviso in singoli tratti ad ogni deviazione lungo il suo sviluppo. Per ogni tratto si possono modificare la lunghezza assoluta del tratto stesso e/o le proiezioni sugli assi x e y mentre la colonna relativa all'inclinazione del tratto è solo di tipo informativo. Il tratto interessato dalla modifica viene evidenziato in rosso.

Estremità		Geometria			Quotatura
Coord. origine [cm]:		X	83	Y	455
Tratto	L [cm]	Dx [cm]	Dy [cm]	Angolo [°]	
1	312,500	312,500	0,000	0,000000	
2	340,000	300,000	-160,000	28,072487	
3	61,500	61,500	0,000	0,000000	

Fig. 14.17 - Scheda di modifica della geometria del ferro longitudinale.

- Scheda Quotatura. In questa scheda è possibile selezionare il font ed il colore per le varie visualizzazioni delle quote in prossimità del ferro nonché decidere se mostrare:
 - la scritta Pos. seguita da un numero identificativo;
 - la scritta inf, sup, par ad indicare la posizione del tratto (inferiore, superiore o intermedia per ferri di parete);
 - la lunghezza totale del ferro comprendente le lunghezze di ancoraggio e le estremità;
 - il numero dei ferri ed il diametro;
 - le quotature parziali dei singoli tratti.

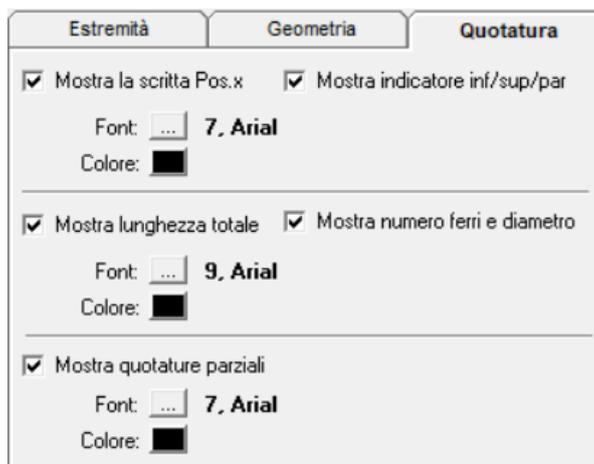


Fig. 14.18 - Scheda di modifica delle quotature del ferro longitudinale.

14.5.7 Finestra proprietà delle staffe

La visualizzazione della finestra proprietà delle staffe si attiva ad ogni nuovo inserimento di armatura. Per visualizzare o modificare le proprietà di un blocco staffe già introdotto si può procedere in due modi:

- selezionare il blocco e premere il tasto Proprietà sulla barra delle armature;
- posizionare il puntatore su un blocco staffe, premere il tasto destro del mouse e selezionare la voce di menù Proprietà.

La finestra delle proprietà consente di configurare o modificare le caratteristiche di uno o più gruppi di staffe.

- Scheda Blocchi. Ogni qualvolta si introducono uno o più gruppi di staffe si visualizza questa scheda dove risultano abilitate solo le sezioni relative ai blocchi immessi. Se invece si sta modificando un gruppo di staffe già presenti, nella scheda si visualizza una sola sezione denominata *Definizione Blocco*. Per ogni sezione sono definibili le caratteristiche del blocco.
 - Diametro Ø: diametro delle staffe del blocco.
 - Origine: ascissa, valutata rispetto al bordo sinistro della finestra principale, alla quale ha inizio il blocco.
 - Ampiezza: dimensione del blocco lungo l'asse della campata.
 - Bracci: numero di bracci delle staffe (2 o 4).
 - Passo: distanza tra due staffe nella direzione del blocco.



Fig. 14.19 - Scheda Blocchi della finestra proprietà staffe.

- Scheda Staffa. In questa scheda è visibile una configurazione interattiva delle staffe ed è possibile modificare, oltre alla lunghezza di ancoraggio delle estremità, il tipo di chiusura potendo scegliere tra:
 - Chiusura a 45°: le estremità sono inclinate di 45°.
 - Chiusura a uncino: le estremità sono raccordate a forma di uncino.
 - Chiusura a cappello: la staffa è composta da due elementi distinti a forma di U che, sovrapposti, chiudono la staffa.

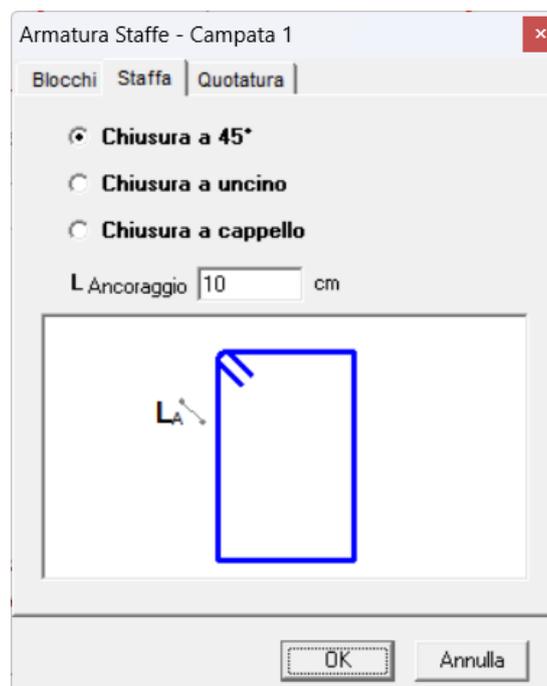


Fig. 14.20 - Scheda Staffe della finestra proprietà staffe.

- Scheda Quotatura. In questa scheda è possibile selezionare il font ed il colore per le varie visualizzazioni delle quote in prossimità del blocco staffe e selezionare gli elementi da mostrare:
 - Mostra la scritta Pos.x: fa vedere, in prossimità del gruppo o della staffa, la scritta Pos. seguita da un numero identificativo sia nella finestra principale che nella finestra staffe e di conseguenza nei disegni esecutivi.
 - Mostra numero staffe e diametro del blocco: fa vedere il numero di staffe presenti nel blocco ed il diametro.
 - Mostra lunghezza staffa: fa vedere la lunghezza totale della staffa comprendente le lunghezze di ancoraggio agli estremi.
 - Mostra quotature parziali staffa: fa vedere le quotature parziali dei singoli tratti della staffa.

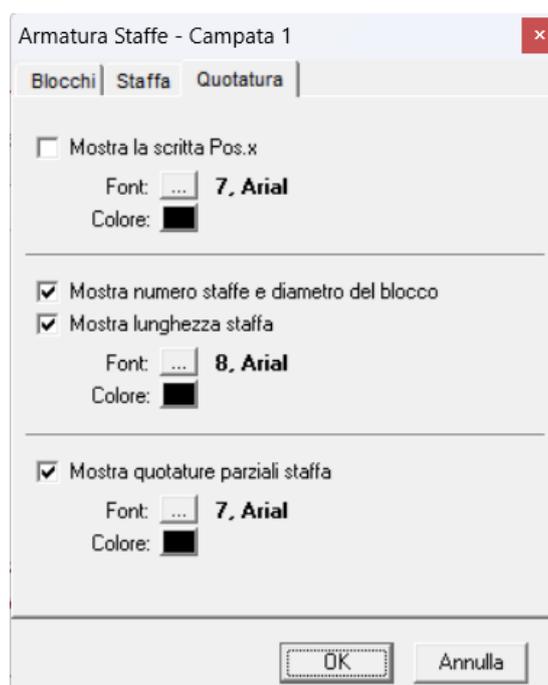


Fig. 14.21 - Scheda quotatura della finestra proprietà staffe.

14.5.8 Modificare senza la finestra proprietà

Alcune caratteristiche del ferro possono essere modificate senza l'ausilio della finestra proprietà.

- Punto origine: selezionare il ferro o il gruppo staffe e, tenendo premuto il tasto sinistro del mouse, trascinare la selezione nel punto voluto. In alternativa, dopo la selezione si possono utilizzare i tasti direzionali della tastiera. In entrambi i casi il movimento avviene lungo una griglia definita con la funzione SNAP e può essere vincolato dalla funzione ORTHO.
- Numero di ferri: selezionare il ferro con il mouse e, sulla barra delle armature, premere il tasto una sola volta per aumentare il numero di ferri di una unità, invece il tasto per ridurlo il numero. Lo stesso risultato si ha premendo il tasto destro del mouse quando è posizionato sopra al ferro e scegliere Aumenta numero ferri oppure Riduce numero ferri dal menù che appare.

- **Diametro:** selezionare il ferro o il gruppo staffe e, sulla barra delle armature, premere il tasto  per aumentare il diametro ed il tasto  per diminuirlo. Anche in questo caso si può usare il tasto destro del mouse e quindi selezionare Aumenta diametro ferro/staffe oppure Riduce diametro ferro/staffe per ottenere lo stesso effetto.
- **Allinea agli appoggi:** per riposizionare un ferro in modo da estendere gli estremi fino agli assi degli appoggi della campata corrente, premere il tasto  sulla barra delle armature oppure scegliere Allinea agli appoggi dal menu che appare premendo il tasto destro.
- **Centra sull'appoggio:** per riposizionare un ferro in modo da risultare centrato sull'appoggio più vicino al puntatore, premere il tasto  sulla barra delle armature oppure scegliere Centra sull'appoggio dal menu che appare premendo il tasto destro.
- **Allinea al copriferro:** per adeguare l'altezza del blocco di staffe selezionato alla campata corrente e riposizionarlo rispettando il copriferro, premere il tasto  sulla barra delle armature oppure scegliere Allinea al copriferro dal menu che appare premendo il tasto destro del mouse.
- **Allinea ai pilastri:** per estendere il blocco di staffe selezionato al filo dei pilastri della campata corrente, premere il tasto  sulla barra delle armature oppure scegliere Allinea al filo pilastri dal menu che appare premendo il tasto destro del mouse.
- **Elimina selezione:** elimina il ferro o il blocco staffe selezionato se viene premuto il tasto  sulla barra delle armature oppure selezionando Elimina ferro o Elimina gruppo staffe dal menù tasto destro del mouse.
- **Elimina staffe:** elimina in modo permanente tutti i gruppi di staffe quando viene premuto il tasto  sulla barra delle armature.
- **Elimina longitudinali:** elimina in modo permanente tutti i ferri quando viene premuto il tasto  sulla barra delle armature.
- **Elimina tutto:** elimina in modo permanente tutti i ferri longitudinali e tutte le staffe quando viene premuto il tasto  sulla barra delle armature.
- **Modifica geometria di un ferro:** con il solo uso del mouse e con l'aiuto delle funzioni SNAP e ORTHO si può modificare nel modo voluto la lunghezza di un singolo tratto del ferro. Al momento della selezione, sugli estremi di ogni singolo tratto del ferro appaiono delle maniglie di colore grigio; facendo doppio clic su una maniglia, questa assume il colore rosso. A questo punto cliccando su una maniglia diversa da quella selezionata e trascinando il mouse col tasto sinistro premuto, l'effetto sarà quello di uno stiramento del solo tratto attiguo alla maniglia rossa e dalla parte del puntatore.
- **Modifica geometria di un gruppo staffe:** dopo aver impostato nel modo voluto le funzioni SNAP e ORTHO, selezionare con il mouse un blocco di staffe. Al momento della selezione, su ogni angolo del blocco appaiono delle maniglie di colore grigio; facendo doppio clic su una maniglia di un lato, entrambe le maniglie di quel lato assumono il colore rosso. A questo punto cliccando su una maniglia dell'altro lato e trascinando il mouse col tasto sinistro premuto, l'effetto sarà quello di uno stiramento del blocco ed il valore del passo del nuovo blocco sarà uguale a quello preesistente.

14.6 Esempio di calcolo di scala con trave a ginocchio

Calcolo e verifica agli Stati Limite di una scala con trave a ginocchio in c.a. su due rampe. Sono utilizzati calcestruzzo di classe Rck 250 e barre del tipo Feb38k.

ELABORATI GRAFICI PRODOTTI:

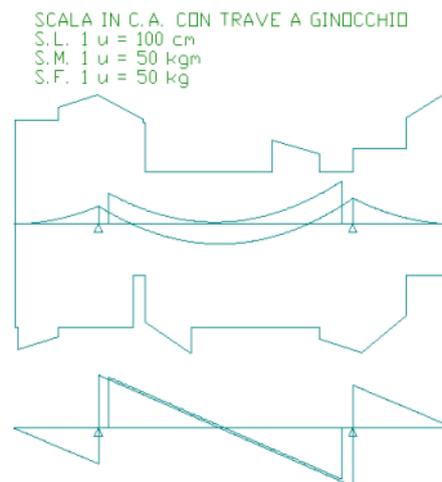


Fig. 14.22 - Diagrammi di momento e taglio.

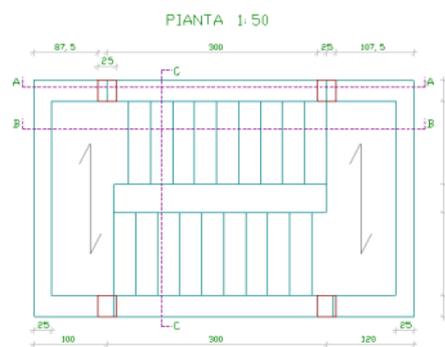


Fig. 14.23 - Pianta e carpenteria.

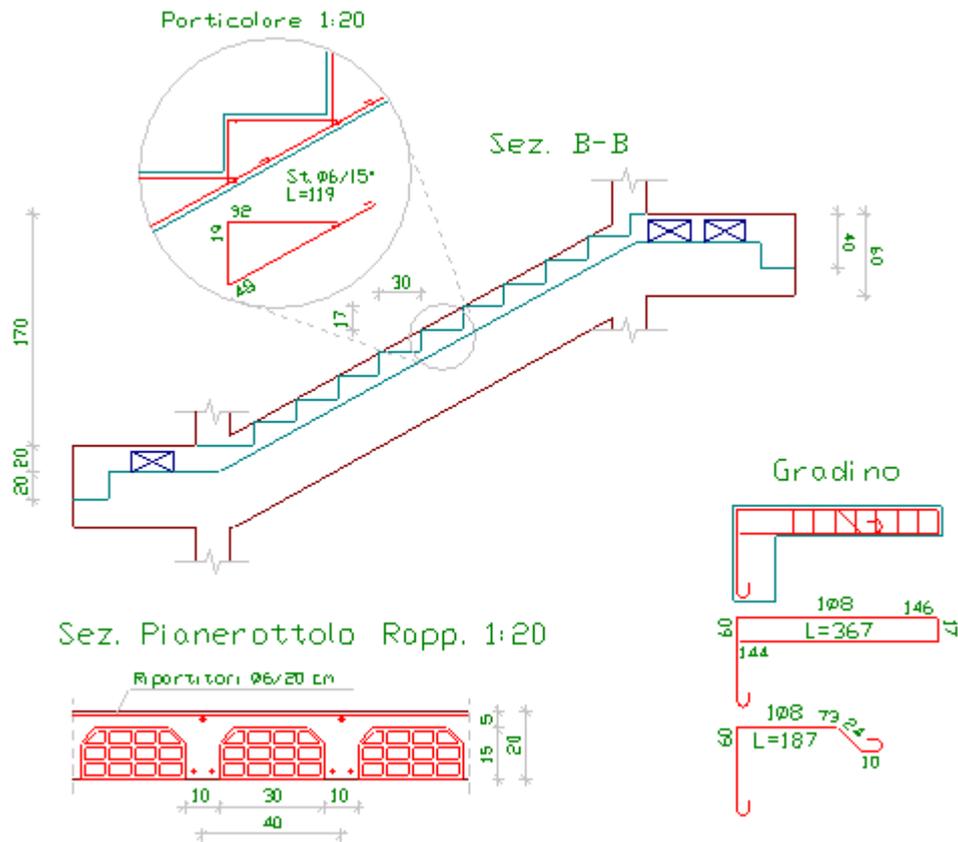


Fig. 14.24 - Sezioni gradino e pianerottolo.

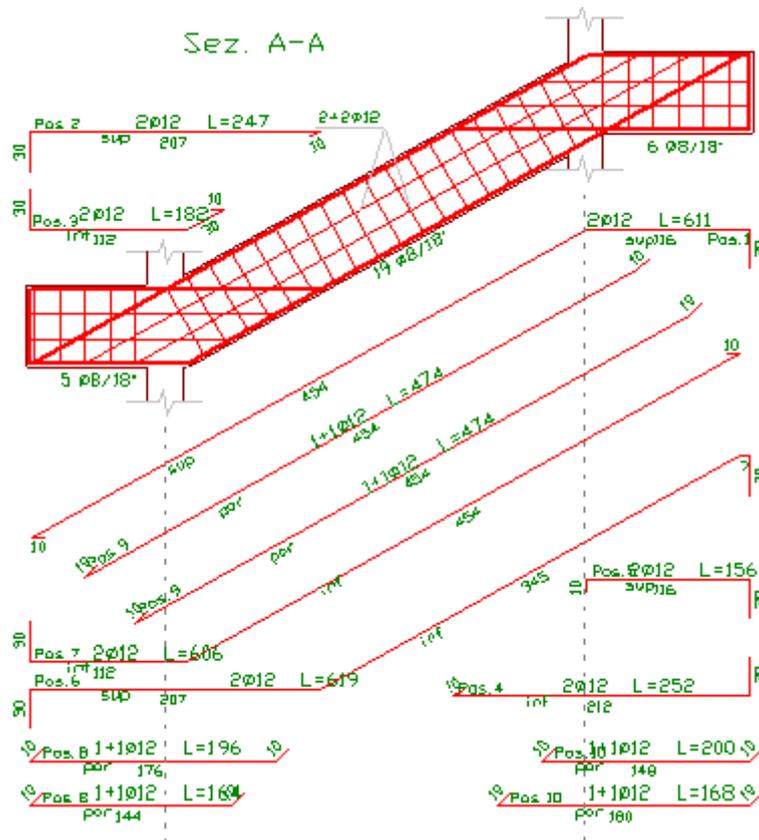


Fig. 14.25 - Disposizione armature trave a ginocchio.

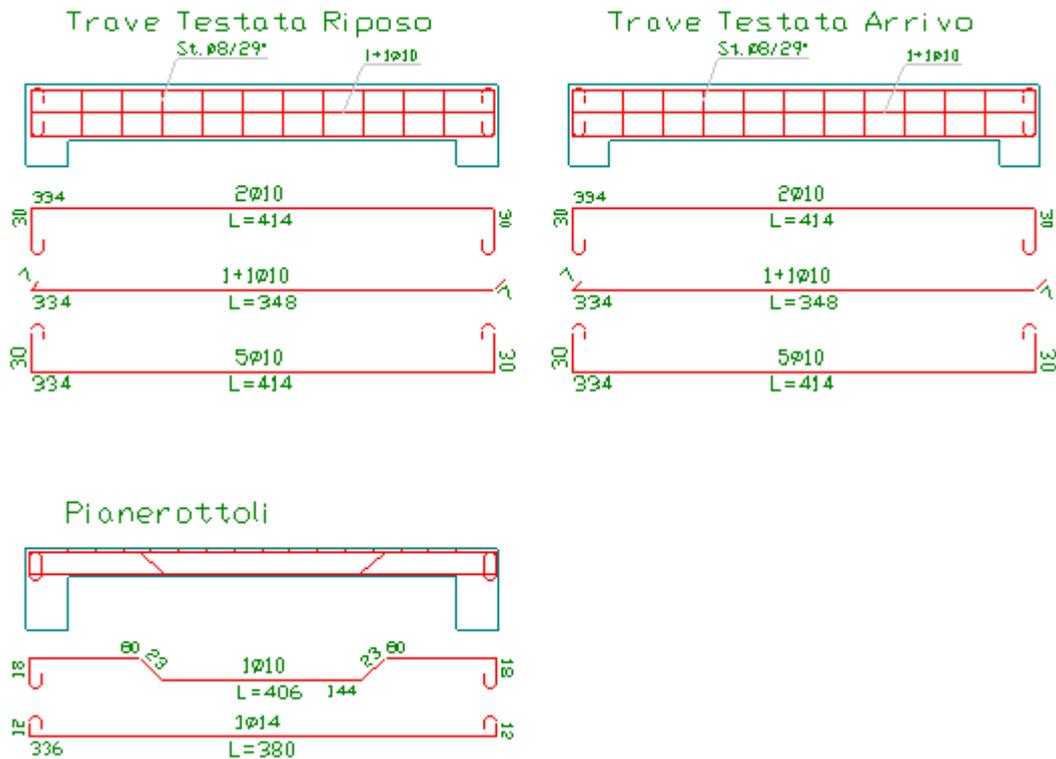


Fig. 14.26 - Disposizione armature travi di testata e pianerottolo.

RELAZIONE DI CALCOLO

SCALA CON TRAVE A GINOCCHIO IN C.A.

Metodo di verifica: Stati Limite

DATI GEOMETRICI ED ELASTICI

Larghezza Rampa	[cm]	120
Dislivello Pianerottoli	[cm]	170
Alzata	[cm]	17,0
Pedata	[cm]	30,0
Larghezza Trombino	[cm]	40
Copriferro	[cm]	3
Coeff. di omogeneizzazione		15
Classe di resistenza del calcestruzzo (R_{ck})	[kg/cm ²]	250
Resistenza caratteristica del cls (f_{ck})	[kg/cm ²]	207,5
Resistenza di calcolo del cls ($\alpha \cdot f_{cd}$)	[kg/cm ²]	110,2
Tipo di acciaio		Fe B38k
Tensione caratteristica di snervamento (f_{yk})	[kg/cm ²]	3750
Resistenza di calcolo dell'acciaio (f_{yd})	[kg/cm ²]	3260,9

Geometria e carichi	Luca	Altezza	Inerzia	G_k perm.	Q_k var.	G_d perm.	Q_d var.
	[cm]	[cm]	[m ⁴]	[kg/m ²]	[kg/m ²]	[kg/m ²]	[kg/m ²]

Sbalzo sinistro	100	20	0,005400	370,3	300	518,4	450
Rampa	300	5	0,000013	475,3	300	665,4	450
Sbalzo destro	120	20	0,005400	370,3	300	518,4	450

G_k, Q_k : valori caratteristici delle azioni permanente e variabile.

G_d, Q_d : valori di calcolo delle azioni permanente e variabile.

TRAVE A GINOCCHIO

Geometria e carichi	Base [cm]	Alt. [cm]	Inerzia [m ⁴]	G_k perm. [kg/m]	Q_k var. [kg/m]	G_d perm. [kg/m]	Q_d var. [kg/m]	M_d torc. [kg·m/m]
Pianer. riposo	30	60	0,005400	968	420	1356	630	776
Campata	30	60	0,005400	1088	360	1523	540	1016
Pianer. arrivo	30	60	0,005400	968	420	1356	630	776

TRAVI DI TESTATA

Geometria	Luce [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Inerzia [m ⁴]
Testata riposo	310	25	40	0,001333
Testata arrivo	310	25	40	0,001333

Carichi	G_k perm. [kg/m]	Q_k var. [kg/m]	G_d perm. [kg/m]	Q_d var. [kg/m]	M_d sin. [kg·m]	M_d des. [kg·m]
Testata riposo	250	0	350	0	2392	-2392
Testata arrivo	250	0	350	0	2364	-2364

PIANEROTTOLO

Geometria

Luce	[cm]	310
Altezza	[cm]	20
Interasse Travetti	[cm]	40
Spessore Travetti	[cm]	10
Spessore Soletta	[cm]	5

Carichi

G_k perm. [kg/m ²]	Q_k var. [kg/m ²]	G_d perm. [kg/m ²]	Q_d var. [kg/m ²]	M_d sin. [kg·m]	M_d des. [kg·m]
370	300	518	450	669	-669

GRADINO A SBALZO

Geometria

Luce	[cm]	135
Base minima	[cm]	7,0
Base massima	[cm]	34,5
Altezza utile	[cm]	16,8

Carichi perpendicolari

G_k perm. [kg/m]	Q_k var. [kg/m]	G_d perm. [kg/m]	Q_d var. [kg/m]
124	78	174	117

TRAVE A GINOCCHIO

CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI

Vincoli: appoggio agli estremi e pianerottoli flessibili a torsione

Sezione [cm]	Lato	M. flet. [kg·m]	Taglio [kg]	M. torc. [kg·m]
-100		0,0	0,0	2391,6
-50		-248,2	-992,9	2003,9
0	sin.	-992,9	-1985,8	1616,1
0	des.	-992,9	2948,3	1616,1
38		-21,5	2164,5	1229,8
75		638,2	1401,3	853,8
112		1015,5	638,2	477,7
150		1109,1	-145,6	91,5
188		904,9	-929,4	-294,8
225		419,8	-1692,6	-670,9
262		-347,7	-2455,8	-1046,9
300	sin.	-1429,8	-3239,6	-1433,2
300	des.	-1429,8	2382,9	-1433,2
360		-357,4	1191,5	-1898,5
420		0,0	0,0	-2363,8

Vincoli: incastro agli estremi e pianerottoli rigidi a torsione

Sezione [cm]	Lato	M. flet. [kg·m]	Taglio [kg]	M. torc. [kg·m]
-100				0,0
-50				836,6
0				1673,1
13		-1716,6	2826,5	1539,3
38		-1113,3	2290,2	1249,3
75		-495,1		836,6
112		-159,4	763,9	423,9
150		-108,4	-19,9	0,0
188		-355,3	-803,7	-423,9
225		-881,9		-836,6
262		-1690,8	-2330,1	-1249,3
288			-2845,7	-1539,3
300				-1673,1
360				-836,6
420				0,0

SOLLECITAZIONI MASSIME E ARMATURE

X [cm]	M. flet. [kg·m]	Taglio [kg]	M. torc. [kg·m]	A _f [cm ²]	A' _f [cm ²]	A _{staffe} [cm ² /m]	Rif. [n.]
-97	0	0	2392	4,5	4,5	9,5	5
0	-993	2948	1673	4,5	4,5	9,5	4-7
143	1114	-1	163	4,5	2,3	9,5	2
287	-2397	-2971	-1528	2,3	4,5	9,5	1
300	-1430	-3240	-1673	2,3	4,5	9,5	3-8
417	0	0	-2364	2,3	6,8	9,5	6

Armatura di ripartizione soletta ø6/20 cm

VERIFICHE

Rif. 5: Momento torcente max(+) (pianerottoli infinitamente flessibili)

Verifica S.L.U.

Resistenza a taglio del solo cls (V _{Rd1})	[kg]	5035,3
Resistenza del cls con armatura a taglio (V _{Rd2})	[kg]	56550,2
Resistenza sezione con armatura a taglio (V _{Rd3})	[kg]	62266,7
Resistenza a torsione bielle compresse (T _{Rd1})	[kg]	3361,5
Resistenza a torsione armatura staffe (T _{Rd2})	[kg]	13112,7
Resistenza a torsione armat. longitudinale (T _{Rd3})	[kg]	7353,2
$(M_t / T_{Rd1})^2 + (T / V_{Rd2})^2$		0,25 < 1

Rif. 4: Taglio massimo positivo

Rif. 7: Momento torcente max(+) (pianerottoli infinitamente rigidi)

Verifica S.L.U.

Asse neutro (x/d = 0,10 < 0,45)	[cm]	5,9
Momento resistente ultimo (M _{Rd})	[kg·m]	8013,9
Resistenza a taglio del solo cls (V _{Rd1})	[kg]	5035,3
Resistenza del cls con armatura a taglio (V _{Rd2})	[kg]	56550,2
Resistenza sezione con armatura a taglio (V _{Rd3})	[kg]	62266,7
Resistenza a torsione bielle compresse (T _{Rd1})	[kg]	3361,5
Resistenza a torsione armatura staffe (T _{Rd2})	[kg]	13112,7
Resistenza a torsione armat. longitudinale (T _{Rd3})	[kg]	7353,2
$(M_t / T_{Rd1})^2 + (T / V_{Rd2})^2$		0,25 < 1

Verifica S.L.E. per comb. di carico rara e quasi permanente

Momento flettente (per comb. rara)	[kg·m]	-696,4
Tensione nel cls (comb. rara) (σ _c)	[kg/cm ²]	5,5 < 124,5
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ _s)	[kg/cm ²]	290,1 < 2625
Momento flettente (per comb. quasi perm.)	[kg·m]	-571,3
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ _c)	[kg/cm ²]	4,5 < 93,4
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ _s)	[kg/cm ²]	238,0 < 1875
Momento di fessurazione (comb. rara) (M _f)	[kg·m]	3102,6 > 696,4
Trave non fessurata.		

Rif. 2: Momento flettente massimo positivo

Verifica S.L.U.

Asse neutro ($x/d = 0,12 < 0,45$)	[cm]	6,6
Momento resistente ultimo (M_{Rd})	[kg·m]	8036,8
Resistenza a taglio del solo cls (V_{Rd1})	[kg]	5035,3
Resistenza del cls con armatura a taglio (V_{Rd2})	[kg]	56550,2
Resistenza sezione con armatura a taglio (V_{Rd3})	[kg]	62266,7
Resistenza a torsione bielle compresse (T_{Rd1})	[kg]	3361,5
Resistenza a torsione armatura staffe (T_{Rd2})	[kg]	13112,7
Resistenza a torsione armat. longitudinale (T_{Rd3})	[kg]	6127,7
$(M_t / T_{Rd1})^2 + (T / V_{Rd2})^2$		0,00 < 1

Verifica S.L.E. per comb. di carico rara e quasi permanente

Momento flettente (per comb. rara)	[kg·m]	781,6
Tensione nel cls (comb. rara) (σ_c)	[kg/cm ²]	6,6 < 124,5
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ_s)	[kg/cm ²]	327,5 < 2625
Momento flettente (per comb. quasi perm.)	[kg·m]	641,1
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ_c)	[kg/cm ²]	5,4 < 93,4
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ_s)	[kg/cm ²]	268,6 < 1875
Momento di fessurazione (comb. rara) (M_f)	[kg·m]	3000,0 > 781,6
Trave non fessurata.		

Rif. 1: Momento flettente massimo negativo

Verifica S.L.U.

Asse neutro ($x/d = 0,09 < 0,45$)	[cm]	5,0
Momento resistente ultimo (M_{Rd})	[kg·m]	4827,9
Resistenza a taglio del solo cls (V_{Rd1})	[kg]	4741,2
Resistenza del cls con armatura a taglio (V_{Rd2})	[kg]	56550,2
Resistenza sezione con armatura a taglio (V_{Rd3})	[kg]	62266,7
Resistenza a torsione bielle compresse (T_{Rd1})	[kg]	3361,5
Resistenza a torsione armatura staffe (T_{Rd2})	[kg]	13112,7
Resistenza a torsione armat. longitudinale (T_{Rd3})	[kg]	6127,7
$(M_t / T_{Rd1})^2 + (T / V_{Rd2})^2$		0,21 < 1

Verifica S.L.E. per comb. di carico rara e quasi permanente

Momento flettente (per comb. rara)	[kg·m]	-1681,5
Tensione nel cls (comb. rara) (σ_c)	[kg/cm ²]	14,2 < 124,5
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ_s)	[kg/cm ²]	704,6 < 2625
Momento flettente (per comb. quasi perm.)	[kg·m]	-1379,4
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ_c)	[kg/cm ²]	11,6 < 93,4
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ_s)	[kg/cm ²]	577,9 < 1875
Momento di fessurazione (comb. rara) (M_f)	[kg·m]	3000,0 > 1681,5
Trave non fessurata.		

Rif. 3: Taglio massimo negativo

Rif. 8: Momento torcente max(-) (pianerottoli infinitamente rigidi)

Verifica S.L.U.

Asse neutro ($x/d = 0,09 < 0,45$)	[cm]	5,0
Momento resistente ultimo (M_{Rd})	[kg·m]	4827,9
Resistenza a taglio del solo cls (V_{Rd1})	[kg]	4741,2
Resistenza del cls con armatura a taglio (V_{Rd2})	[kg]	56550,2
Resistenza sezione con armatura a taglio (V_{Rd3})	[kg]	62266,7
Resistenza a torsione bielle compresse (T_{Rd1})	[kg]	3361,5
Resistenza a torsione armatura staffe (T_{Rd2})	[kg]	13112,7
Resistenza a torsione armat. longitudinale (T_{Rd3})	[kg]	6127,7
$(M_t / T_{Rd1})^2 + (T / V_{Rd2})^2$		0,25 < 1

Verifica S.L.E. per comb. di carico rara e quasi permanente

Momento flettente (per comb. rara)	[kg·m]	-1002,9
Tensione nel cls (comb. rara) (σ_c)	[kg/cm ²]	8,5 < 124,5
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ_s)	[kg/cm ²]	420,2 < 2625
Momento flettente (per comb. quasi perm.)	[kg·m]	-822,7
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ_c)	[kg/cm ²]	6,9 < 93,4
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ_s)	[kg/cm ²]	344,7 < 1875
Momento di fessurazione (comb. rara) (M_f)	[kg·m]	3000,0 > 1002,9
Trave non fessurata.		

Rif. 6: Momento torcente max(-) (pianerottoli infinitamente flessibili)

Verifica S.L.U.

Resistenza a taglio del solo cls (V_{Rd1})	[kg]	4741,2
Resistenza del cls con armatura a taglio (V_{Rd2})	[kg]	56550,2
Resistenza sezione con armatura a taglio (V_{Rd3})	[kg]	62266,7
Resistenza a torsione bielle compresse (T_{Rd1})	[kg]	3361,5
Resistenza a torsione armatura staffe (T_{Rd2})	[kg]	13112,7
Resistenza a torsione armat. longitudinale (T_{Rd3})	[kg]	7353,2
$(M_t / T_{Rd1})^2 + (T / V_{Rd2})^2$		0,25 < 1

Verifica allo stato limite di deformazione

Abbassamento max per comb. rara	[mm]	0,04
Abbassamento max per comb. quasi perm.	[mm]	0,03

PROSPETTO ARMATURE

Tratto	Arm. inf.	Piegati	Arm. sup.	Parete	Arm. Staffe
Pian.Riposo	4Ø12	2Ø12	2Ø12	2+2Ø12	Ø8/18"
Rampa	2Ø12	2Ø12	2Ø12	2+2Ø12	Ø8/18"
Pian.Arrivo	2Ø12	2Ø12	4Ø12	2+2Ø12	Ø8/18"

TRAVE DI TESTATA SX (Riposo)

Momento massimo positivo	[kg·m]	2812,1
Momento massimo negativo	[kg·m]	-228,7
Taglio massimo	[kg]	542,5
Armatura inferiore	[cm ²]	3,2 (5Ø10)

Armatura superiore	[cm ²]	0,2 (2ø10)
Armatura di parete		1+1ø10
Armatura a staffe		Staffe ø8/29"

Verifica S.L.U.

Asse neutro ($x/d = 0,15 < 0,45$)	[cm]	5,7
Momento resistente ultimo (M_{Rd})	[kg·m]	4450,7
Resistenza a taglio del solo cls (V_{Rd1})	[kg]	3116,6
Resistenza del cls con armatura a taglio (V_{Rd2})	[kg]	30590,0
Resistenza sezione con armatura a taglio (V_{Rd3})	[kg]	17044,3

Verifica S.L.E. per comb. di carico rara e quasi permanente

Momento flettente (per comb. rara)	[kg·m]	2008,6
Tensione nel cls (comb. rara) (σ_c)	[kg/cm ²]	40,4 < 124,5
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ_s)	[kg/cm ²]	1524,5 < 2625
Momento flettente (per comb. quasi perm.)	[kg·m]	2008,6
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ_c)	[kg/cm ²]	40,4 < 93,4
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ_s)	[kg/cm ²]	1524,5 < 1875
Momento di fessurazione (comb. rara) (M_f)	[kg·m]	1006,1 > 2008,6
Ampiezza delle fessure (W_k)	[mm]	0,05 < 0,3

TRAVE DI TESTATA DX (Arrivo)

Momento massimo positivo	[kg·m]	2784,3
Momento massimo negativo	[kg·m]	-228,7
Taglio massimo	[kg]	542,5
Armatura inferiore	[cm ²]	3,2 (5ø10)
Armatura superiore	[cm ²]	0,2 (2ø10)
Incremento armatura di parete		1+1ø10
Armatura a staffe		Staffe ø8/29"

Verifica S.L.U.

Asse neutro ($x/d = 0,15 < 0,45$)	[cm]	5,7
Momento resistente ultimo (M_{Rd})	[kg·m]	4450,7
Resistenza a taglio del solo cls (V_{Rd1})	[kg]	3116,6
Resistenza del cls con armatura a taglio (V_{Rd2})	[kg]	30590,0
Resistenza sezione con armatura a taglio (V_{Rd3})	[kg]	17044,3

Verifica S.L.E. per comb. di carico rara e quasi permanente

Momento flettente (per comb. rara)	[kg·m]	1988,8
Tensione nel cls (comb. rara) (σ_c)	[kg/cm ²]	40,0 < 124,5
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ_s)	[kg/cm ²]	1509,4 < 2625
Momento flettente (per comb. quasi perm.)	[kg·m]	1988,8
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ_c)	[kg/cm ²]	40,0 < 93,4
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ_s)	[kg/cm ²]	1509,4 < 1875
Momento di fessurazione (comb. rara) (M_f)	[kg·m]	1006,1 > 1988,8
Momento di fessurazione (comb. rara) (M_f)	[kg·m]	0,05 < 0,3

PIANEROTTOLO ALLEGGERITO (per un travetto)

Momento massimo positivo	[kg·m]	1134,6
Momento massimo negativo	[kg·m]	-253,1
Taglio massimo	[kg]	600,4
Armatura inferiore	[cm ²]	2,1 (1Ø14+1Ø10)
Armatura superiore	[cm ²]	0,5 (1Ø10)
Armatura di ripartizione		Ø6/20 cm

Verifica S.L.U.

Asse neutro ($x/d = 0,18 < 0,45$)	[cm]	2,6
Momento resistente ultimo (M_{Rd})	[kg·m]	1286,2
Resistenza a taglio del solo cls (V_{Rd1})	[kg]	786,2
Resistenza del cls con armatura a taglio (V_{Rd2})	[kg]	5952,7
Resistenza sezione con armatura a taglio (V_{Rd3})	[kg]	1837,6

Verifica S.L.E. per comb. di carico rara e quasi permanente

Momento flettente (per comb. rara)	[kg·m]	795,5
Tensione nel cls (comb. rara) (σ_c)	[kg/cm ²]	49,4 < 124,5
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ_s)	[kg/cm ²]	2090,6 < 2625
Momento flettente (per comb. quasi perm.)	[kg·m]	649,7
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ_c)	[kg/cm ²]	40,3 < 93,4
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ_s)	[kg/cm ²]	1707,4 < 1875
Momento di fessurazione (comb. rara) (M_f)	[kg·m]	226,5 < 795,5
Ampiezza delle fessure (W_k)	[mm]	0,08 < 0,3

GRADINO A SBALZO

Momento	[kg·m]	265,3
Taglio	[kg]	393,0
Armatura a flessione	[cm ²]	0,5 (2Ø8)
Armatura a staffe		Staffe Ø6/15 cm

Verifica S.L.U.

Asse neutro ($x/d = 0,14 < 0,45$)	[cm]	1,9
Momento resistente ultimo (M_{Rd})	[kg·m]	452,1
Resistenza a taglio del solo cls (V_{Rd1})	[kg]	541,6
Resistenza del cls con armatura a taglio (V_{Rd2})	[kg]	3189,7
Resistenza sezione con armatura a taglio (V_{Rd3})	[kg]	2110,2

Verifica S.L.E. per comb. di carico rara e quasi permanente

Momento flettente (per comb. rara)	[kg·m]	184,4
Tensione nel cls (comb. rara) (σ_c)	[kg/cm ²]	27,3 < 124,5
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ_s)	[kg/cm ²]	1436,9 < 2625
Momento flettente (per comb. quasi perm.)	[kg·m]	134,5
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ_c)	[kg/cm ²]	19,9 < 93,4
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ_s)	[kg/cm ²]	1047,7 < 1875
Momento di fessurazione (comb. rara) (M_f)	[kg·m]	155,7 < 184,4
Ampiezza delle fessure (W_k)	[mm]	0,02 < 0,3

COMPUTO MATERIALI (per 2 rampe e 2 pianerottoli)

Lista Ferri Longitudinali Trave Ginocchio

Pos.	Ø [mm]	L [cm]	n.	Ltot [cm]	Massa [kg]
1	12	611	4	2444	21,70
2	12	247	4	988	8,77
3	12	182	4	728	6,46
4	12	252	4	1008	8,95
5	12	156	4	624	5,54
6	12	619	4	2476	21,98
7	12	606	4	2424	21,52
8	12	180	8	1440	12,78
9	12	474	8	3792	33,67
10	12	184	8	1472	13,07

Lista Ferri Longitudinali Elementi Secondari

Riferimento	Ø [mm]	L [cm]	n.	Ltot [cm]	Massa [kg]
Ferri sup. testata sin.	10	414	2	828	5,10
Ferri inf. testata sin.	10	414	5	2070	12,76
Ferri parete testata sin.	10	348	2	696	4,29
Ferri sup. testata des.	10	414	2	828	5,10
Ferri inf. testata des.	10	414	5	2070	12,76
Ferri parete testata des.	10	348	2	696	4,29
Ferri piegati pianerottolo	10	307	5	1535	9,46
Ferri inferiori pianerottolo	14	442	5	2210	26,71
Ferro a molla gradini	8	367	20	7340	28,96
Ferro piegato gradini	8	167	20	3340	13,18

Totali Longitudinali

	Ltot [m]	Massa [kg]
Totale Ferri Ø12	173,96	154,44
Totale Ferri Ø10	87,23	53,76
Totale Ferri Ø14	22,1	26,71
Totale Ferri Ø8	106,8	42,14

Lista Ripartitori e Staffe

Riferimento	Ø [mm]	L [cm]	n.	Ltot [cm]	Massa [kg]
Ripartitori rampa	6	322	6	1932	4,29
Staffe trave ginocchio Pos.11	8	176	10	1760	6,94
Staffe trave ginocchio Pos.12	8	176	38	6688	26,39
Staffe trave ginocchio Pos.13	8	176	12	2112	8,33
Staffe vertici rampa	8	180	0	0	0,00
Staffe gradini	6	119	160	19040	42,26
Staffe trave testata sinistra	8	126	10	1260	4,97
Staffe trave testata destra	8	126	10	1260	4,97

Totali Ripartitori e Staffe

	Ltot [m]	Massa [kg]
Totale Ø6	209,72	46,55
Totale Ø8	130,8	51,6

-

-

Armatura (Fe B 38 k controllato)	[kg]	376
Calcestruzzo ($R_{ck}=250$)	[m ³]	4,13
Laterizi (15x30x25)	[n.]	33
Percentuale di armatura in peso	[%]	3,63
Incidenza peso armatura sul volume cls	[kg/m ³]	90,83



telaio piano

Capitolo

15

Questo modulo consente di calcolare e produrre gli esecutivi di un telaio piano a maglie rettangolari. Le azioni agenti possono essere di tipo verticale (carichi uniformemente distribuiti), orizzontali (forze concentrate in corrispondenza degli impalcati) e nodali (momenti concentrati nei nodi).

I calcoli e le verifiche possono essere eseguiti sia col metodo delle Tensioni Ammissibili che con gli Stati Limite.

15.1 Avvio del modulo

Prima di iniziare il lavoro, occorre accertarsi che le opzioni correnti corrispondano alle proprie esigenze. Infatti tali opzioni rimangono valide per tutti i moduli fino a quando non interviene una nuova modifica. Sono ammesse modifiche anche in momenti successivi.

Dopo l'avvio del modulo appaiono, sulla destra, opzioni relative ai carichi e alle tensioni ammissibili.

- Opzione Metodo di Verifica: impostandola su TA (SL), le elaborazioni e le verifiche verranno eseguite secondo il metodo delle Tensioni Ammissibili (Stati Limite).
- Opzione Modalità Tensioni: se impostata su Automatico, dopo l'immissione della resistenza caratteristica del calcestruzzo e del tipo di acciaio, il programma calcola automaticamente le relative tensioni ammissibili principali e tangenziali. In alternativa è possibile digitare manualmente i valori voluti.
- Opzione Modalità Carichi: se impostata su Automatico consente di calcolare automaticamente il peso proprio del solaio mentre si digitano i parametri geometrici necessari. In alternativa è possibile digitare manualmente il valore voluto.
-



Fig. 15.1 - Scelta modalità di calcolo.

15.2 Inserimento dei dati

L'input dei dati è accompagnato da una guida grafica sulla destra dello schermo dove viene evidenziato in rosso l'elemento corrente i cui dati stanno per essere digitati.

In ogni scheda sono disponibili dei tasti di copia e incolla che, utilizzati correttamente, consentono di velocizzare l'input di dati ripetuti. Allo scopo bisogna:

1. selezionare la serie di celle da ricopiare
2. premere il tasto *copia*
3. selezionare un numero di celle uguale alla prima selezione
4. premere il tasto *incolla*

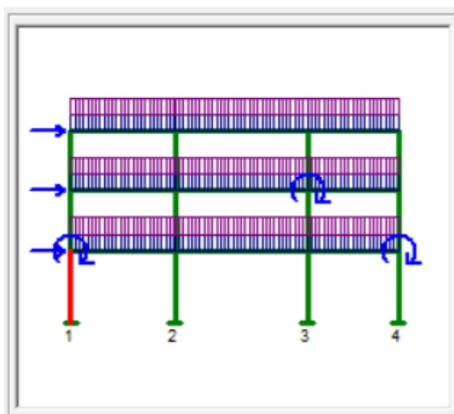


Fig. 15.2 - Guida grafica di aiuto all'input dei dati.

15.2.1 Geometria e Materiali

In questa cartella vengono richieste, oltre all'indicazione dei carichi agenti, le caratteristiche del telaio e dei materiali usati:

- Classe del calcestruzzo.
- Tipo di acciaio utilizzato.
- Coefficiente di omogeneizzazione.
- Numero dei ritti.
- Numero degli impalcati.
- Copriferro.

Se l'opzione Modalità Tensioni non è impostata su Automatico, verranno inoltre richiesti:

- La tensione caratteristica e di calcolo del calcestruzzo.
- La tensione caratteristica e di calcolo del ferro.
- La tensione tangenziale di calcolo del calcestruzzo.

Calcestruzzo

Classe del calcestruzzo: C25/30

Resistenza caratteristica cubica (R_{ck}): [daN/cm²] 300

Resistenza di calcolo: [daN/cm²] 141.10

Resistenza di calcolo tangenziale: [daN/cm²] 11.94

Resistenza di calcolo a trazione: [daN/cm²] 30.70

Acciaio

Tipo di acciaio: B450C

Resistenza caratteristica di snervamento: [daN/cm²] 4500

Resistenza di calcolo: [daN/cm²] 3913.04

Coefficiente di omogeneizzazione: 15

Telaio

Numero di pilastri: [cm] 4

Numero di impalcati: [cm] 3

Copriferro: [cm] 3

Carichi agenti

- Carichi Verticali
- Carichi Nodali
- Carichi Orizzontali

Fig. 15.3 - Scheda Geometria e Materiali.

15.2.2 Numerazione Pilastri

In questa cartella va inserita la numerazione dei pilastri da sinistra verso destra.

Numerazione dei pilastri

Pilastro	Numerazione
1	1
2	2
3	3
4	4

Copia

Incolla

Cancella

Aggiorna

Denominazione del pilastro n. 1

Selezione celle:

Fig. 15.4 - Scheda Numerazione Pilastri.

15.2.3 Traversi

In questa cartella vanno inseriti, per ogni piano dal basso verso l'alto e per ogni trave da sinistra verso destra, i dati relativi ai traversi:

- Luce della campata.
- Base della sezione.
- Altezza della sezione.

Carichi Verticali		Carichi Nodali		Carichi Orizzontali	
Geometria e Materiali		Numerazione Pilastrì		Traversi	
Geometria delle travi					
Piano / Trave	Luca [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]		
1* 1-2	505	30	40	Copia	
1* 2-3	640	30	40	Incolla	
1* 3-4	440	30	40	Cancella	
2* 1-2	505	30	40	Aggiorna	
2* 2-3	640	30	40		
2* 3-4	440	30	40		
3* 1-2	505	80	30		
3* 2-3	640	80	30		
3* 3-4	440	80	30		

Impalcato del 2° ordine.
Base sezione della trave 1-2

Selezione celle: B4:B4

Fig. 15.5 - Scheda dati dei Traversi.

15.2.4 Ritti

In questa cartella vanno inseriti, per ogni piano dal basso verso l'alto e per ogni ritto da sinistra verso destra, i dati relativi ai pilastrì:

- Luce del pilastrò.
- Base della sezione.
- Altezza della sezione.

Carichi Verticali		Carichi Nodali		Carichi Orizzontali	
Geometria e Materiali		Numerazione Pilastrì		Traversi	
Geometria dei pilastrì					
Piano / Ritto	Luca [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]		
1* 1	400	60	30	Copia	
1* 2	400	30	60	Incolla	
1* 3	400	30	60	Cancella	
1* 4	400	30	50	Aggiorna	
2* 1	330	50	30		
2* 2	330	30	40		
2* 3	330	30	40		
2* 4	330	30	40		
3* 1	330	40	30		

Impalcato del 1° ordine.
Luca del ritto 1

Selezione celle:

Fig. 15.6 - Scheda dati dei Ritti.

15.2.5 Carichi Verticali

In questa cartella vanno inseriti, per ogni piano dal basso verso l'alto e per ogni trave da sinistra verso destra, i carichi agenti sui traversi.

- Carico verticale fisso distribuito.
- Carico verticale accidentale distribuito.

Piano / Trave	Q Perman. [daN/m]	Q Variab. [daN/m]	Codice Carico Q var	Favorevole alle verifiche
1* 1-2	300	4000	2	
1* 2-3	300	4000	2	
1* 3-4	300	4000	2	
2* 1-2	300	4000	2	
2* 2-3	300	4000	2	
2* 3-4	300	4000	2	
3* 1-2	600	4000	2	
3* 2-3	600	4000	2	
3* 3-4	600	4000	2	

Impalcato del 1° ordine. Trave 1-2.
Carico verticale permanente (positivo se verso il basso).

Selezione celle:

Fig. 15.7 - Scheda Carichi Verticali.

15.2.6 Carichi Nodali

In questa cartella vanno inseriti, per ogni piano dal basso verso l'alto e per ogni ritto da sinistra verso destra, i momenti agenti nei nodi ritto-traverso.

Piano / Ritto	Momento [daNm]	Codice Carico	Favorevole alle verifiche
1* 1	300	2	
1* 2	0	2	
1* 3	0	2	
1* 4	600	2	
2* 1	0	2	
2* 2	0	2	
2* 3	500	2	
2* 4	0	2	
3* 1	0	2	

Nodo 1° impalcato, ritto 1.

Selezione celle:

Fig. 15.8 - Scheda Carichi Nodali.

15.2.7 Carichi Orizzontali

In questa cartella vanno inseriti, per ogni piano dal basso verso l'alto, le forze orizzontali agenti in corrispondenza degli impalcati.

Piano	Carico Orizzontale [daN]	Codice Carico	Favorevole alle verifiche
1*	4000	2	
2*	5000	2	
3*	5000	2	

Impalcato 1*

Selezione celle:

Fig. 15.9 - Scheda Carichi Orizzontali.

15.3 Opzioni Telaio Piano

Per accedere alle Opzioni Telaio Piano, cliccare sull'icona  sulla barra degli Strumenti oppure dalla barra Menù selezionare Opzioni e poi Telaio Piano.

15.3.1 Sezione Armatura

- Diametro minimo armatura principale. Immettendo un valore compreso tra 5 e 30 si impone al programma di valutare la scelta dei diametri da utilizzare per l'armatura longitudinale principale a partire da quello indicato.
- Diametro minimo armatura di parete. Immettendo un valore compreso tra 5 e 30 si impone al programma di valutare la scelta del diametro da utilizzare per l'armatura di ripartizione a partire da quello indicato.
- Diametro minimo armatura a staffe. Immettendo un valore compreso tra 5 e 26 si impone al programma di valutare la scelta del diametro da utilizzare per le staffe a partire da quello indicato.
- Passo minimo delle staffe. Distanza minima che si vuole assegnare tra due staffe consecutive (valore compreso tra 5 e 33 cm). Per valori inferiori il programma provvede ad aumentare il diametro delle staffe.
- Ancoraggio diritto. Lunghezza di ancoraggio da adottare per i ferri diritti superiori ed inferiori e per i cavallotti.
- Piega a squadro. Lunghezza della piega ad L da adottare per i ferri diritti superiori ed inferiori e per i cavallotti.
- Piega a uncino. Prolungamento oltre il semicerchio dell'uncino.

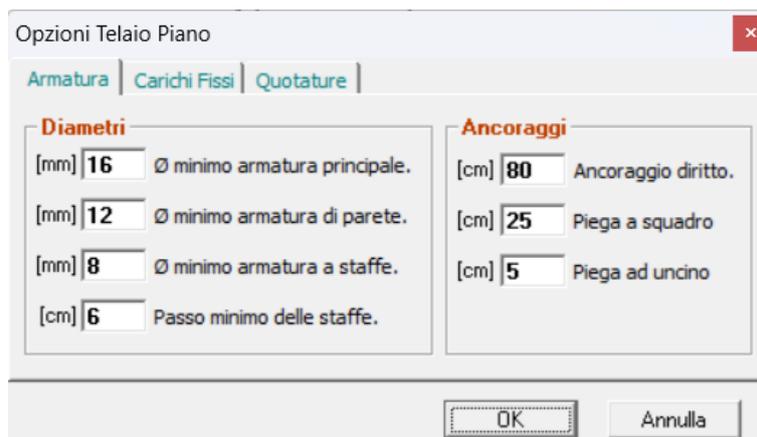


Fig. 15.10 - Finestra opzioni, scheda Armatura.

15.3.2 Sezione Carichi Fissi

- Incidenza Muratura. Spuntando questa voce si abilita l'inserimento del sovraccarico dovuto alla presenza della muratura. Successivamente è possibile scegliere di inserire le dimensioni ed il peso specifico del muro o, in alternativa, direttamente il valore del carico distribuito.



Fig. 15.11 - Finestra opzioni, scheda Carichi Fissi.

15.3.3 Sezione Quotature

- Altezza del font per i titoli. Altezza da dare al font per il testo nelle intestazioni.
- Altezza del font per le indicazioni. Altezza da dare al font per il testo nelle indicazioni.
- Altezza del font per quotatura ferri. Altezza da dare al font per il testo nelle intestazioni.

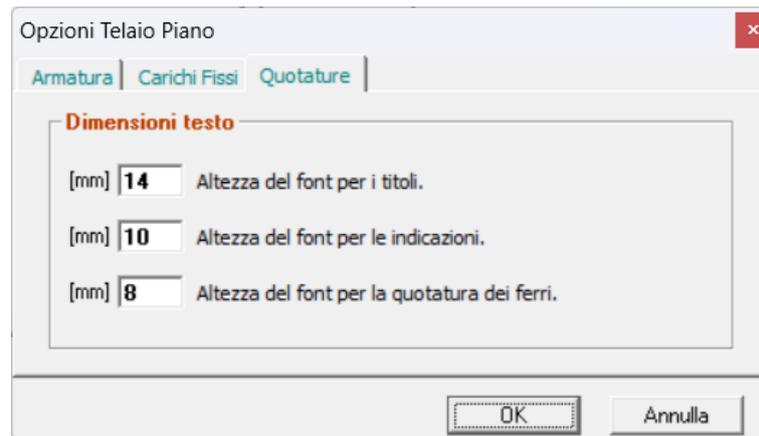


Fig. 15.12 - Finestra opzioni, scheda Quotature.

15.4 Esempio di calcolo di un telaio piano

Calcolo e verifica agli Stati Limite di un telaio piano di 4 ritti e 3 impalcati. Sono utilizzati calcestruzzo di classe Rck 300 e barre del tipo Feb44k.

ELABORATI GRAFICI PRODOTTI:

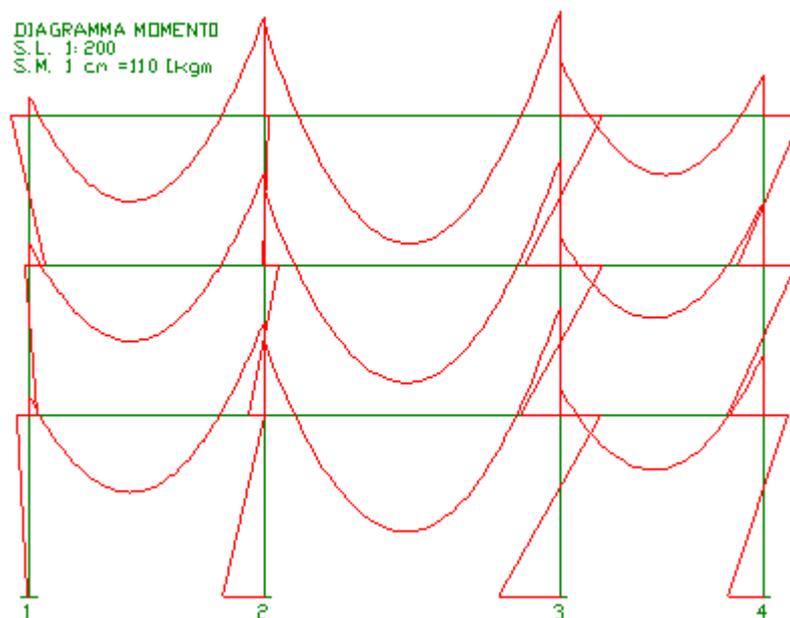


Fig. 15.13 - Diagramma del momento.

TABELLA DEI PILASTRI

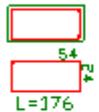
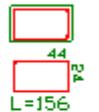
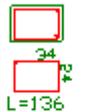
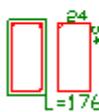
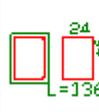
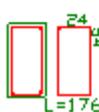
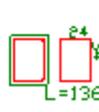
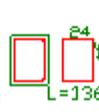
RITTO	INTERPIANO 1	INTERPIANO 2	INTERPIANO 3
1	 <p>SEZ. 60x30 LUCE=400 4Ø16 Long. St.Ø8/19 cm St.Ø8/11" (estremi) L=176</p>	 <p>SEZ. 50x30 LUCE=330 4Ø16 Long. St.Ø8/19 cm St.Ø8/11" (estremi) L=156</p>	 <p>SEZ. 40x30 LUCE=330 4Ø16 Long. St.Ø8/19 cm St.Ø8/11" (estremi) L=136</p>
2 - 3	 <p>SEZ. 30x60 LUCE=400 4Ø16 Long. St.Ø8/19 cm St.Ø8/11" (estremi) L=176</p>	 <p>SEZ. 30x40 LUCE=330 4Ø16 Long. St.Ø8/19 cm St.Ø8/11" (estremi) L=136</p>	 <p>SEZ. 30x40 LUCE=330 4Ø16 Long. St.Ø8/19 cm St.Ø8/11" (estremi) L=136</p>
4	 <p>SEZ. 30x60 LUCE=400 4Ø16 Long. St.Ø8/19 cm St.Ø8/11" (estremi) L=176</p>	 <p>SEZ. 30x40 LUCE=330 4Ø16 Long. St.Ø8/19 cm St.Ø8/11" (estremi) L=136</p>	 <p>SEZ. 30x40 LUCE=330 4Ø16 Long. St.Ø8/19 cm St.Ø8/11" (estremi) L=136</p>

Fig. 15.14 - Tabella dei pilastri.

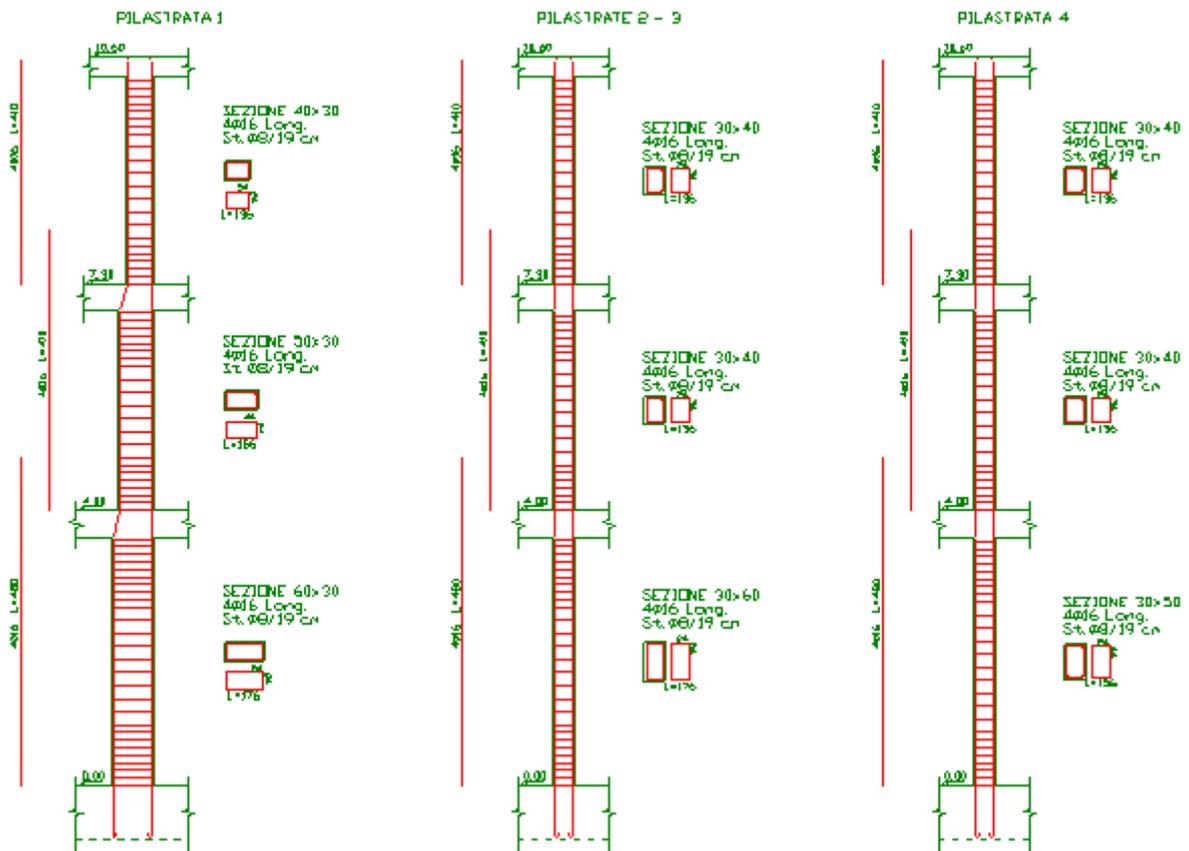


Fig. 15.15 - Sezioni e armature dei ritii.

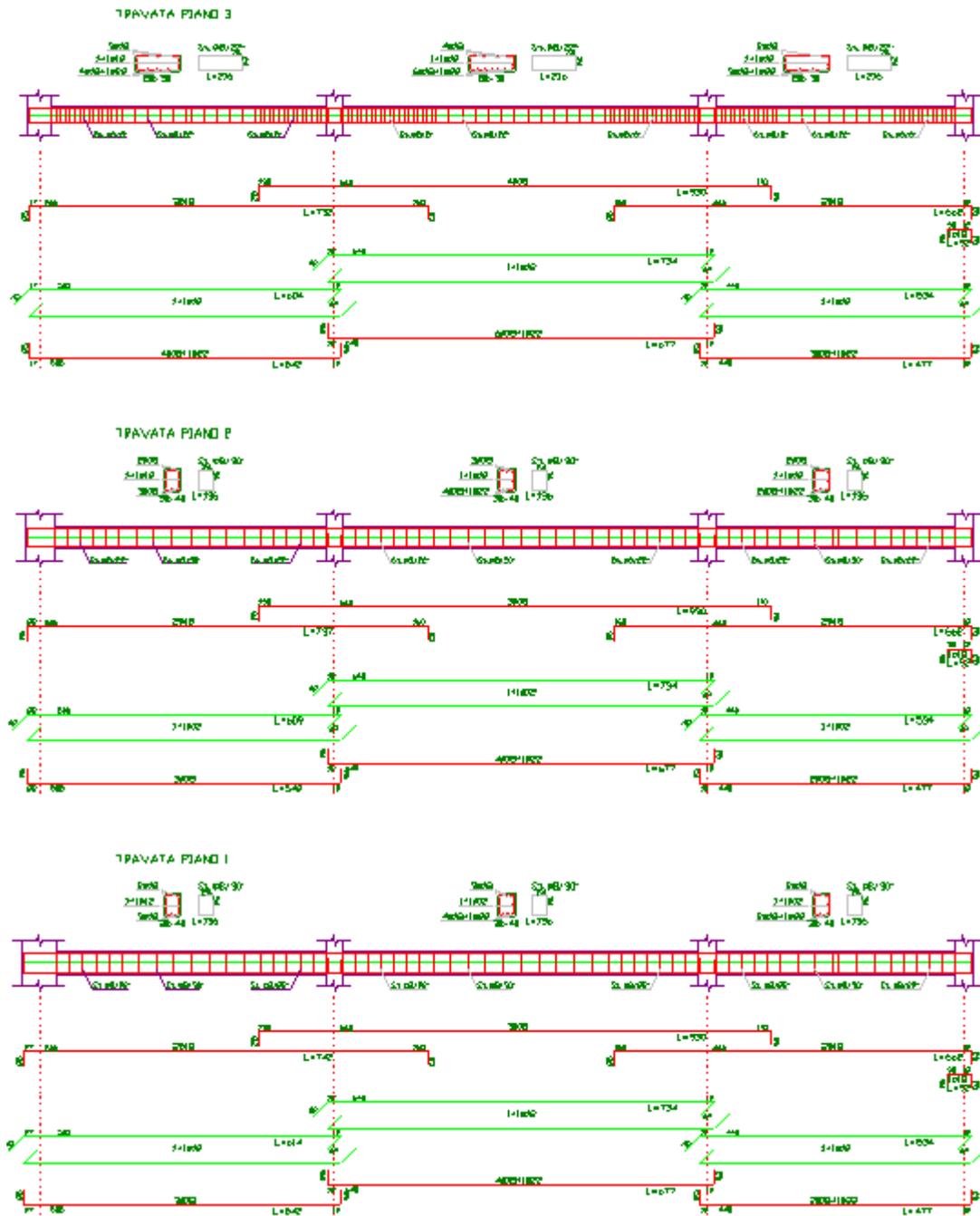


Fig. 15.16 - Sezioni e armature dei travi.

RELAZIONE DI CALCOLO

TELAIO PIANO IN C.A.

Metodo di verifica: Stati Limite

DATI GEOMETRICI ED ELASTICI

Copriferro	[cm]	3
Coeff. di omogeneizzazione		15
Classe di resistenza del calcestruzzo (R_{ck})	[kg/cm ²]	300

Resistenza caratteristica del cls (f_{ck})	[kg/cm ²]	249
Resistenza di calcolo del cls ($\alpha \cdot f_{cd}$)	[kg/cm ²]	132,3
Tipo di acciaio		Fe B44k
Tensione caratteristica di snervamento (f_{yk})	[kg/cm ²]	4300
Resistenza di calcolo dell'acciaio (f_{yd})	[kg/cm ²]	3739,1

ALTEZZA DEI PIANI

Piano n.	Altezza [cm]
1	400
2	330
3	330

LUCI E SEZIONI DELLE TRAVI

Trave	Piano	Luce [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Inerzia [m ⁴]
1-2	1	505	30	40	0,001600
1-2	2	505	30	40	0,001600
1-2	3	505	80	30	0,001800
2-3	1	640	30	40	0,001600
2-3	2	640	30	40	0,001600
2-3	3	640	80	30	0,001800
3-4	1	440	30	40	0,001600
3-4	2	440	30	40	0,001600
3-4	3	440	80	30	0,001800

GEOMETRIA DEI PILASTRI E PESO PROPRIO

Ritto	Piano	Base [cm]	Altezza [cm]	Inerzia [m ⁴]	PP(G _k) [kg]	PP(G _d) [kg]
1	1	60	30	0,001350	1800	2520
1	2	50	30	0,001125	1238	1733
1	3	40	30	0,000900	990	1386
2	1	30	60	0,005400	1800	2520
2	2	30	40	0,001600	990	1386
2	3	30	40	0,001600	990	1386
3	1	30	60	0,005400	1800	2520
3	2	30	40	0,001600	990	1386
3	3	30	40	0,001600	990	1386
4	1	30	50	0,003125	1500	2100
4	2	30	40	0,001600	990	1386
4	3	30	40	0,001600	990	1386

CARICHI VERTICALI

Trave	Piano	G_k perm. [kg/m]	Q_k var. [kg/m]	G_d perm. [kg/m]	Q_d var. [kg/m]
1-2	1	300	3000	420	4500
1-2	2	300	3000	420	4500
1-2	3	600	3000	840	4500
2-3	1	300	3000	420	4500
2-3	2	300	3000	420	4500
2-3	3	600	3000	840	4500
3-4	1	300	3000	420	4500
3-4	2	300	3000	420	4500
3-4	3	600	3000	840	4500

MOMENTI NEI NODI

Ritro	Piano	Mom.(G_k) [kgm]	Mom.(G_d) [kgm]
1	1	300	420
1	2	0	0
1	3	0	0
2	1	0	0
2	2	0	0
2	3	500	700
3	1	0	0
3	2	500	700
3	3	0	0
4	1	600	840
4	2	0	0
4	3	0	0

FORZE ORIZZONTALI

Piano	Forza (G_k) [kg]	Forza (G_d) [kg]
1	0	0
2	1200	1680
3	3000	4200

G_k , Q_k : valori caratteristici delle azioni permanente e variabile.

G_d , Q_d : valori di calcolo delle azioni permanente e variabile.

SPOSTAMENTO DEGLI IMPALCATI

Impalcato	Spostamento [mm]
1	1,55
2	4,08
3	5,88

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE TRAVI

Trave	Piano	Mom. Sin. [tm]	Mom. Des. [tm]	Taglio Sin. [t]	Taglio Des. [t]
1-2	1	-2,095	-11,187	6,532	-10,133
1-2	2	-2,532	-10,992	6,657	-10,008
1-2	3	-2,159	-11,758	7,189	-10,991
2-3	1	-9,013	-13,059	9,928	-11,192
2-3	2	-9,146	-12,757	9,996	-11,124
2-3	3	-11,061	-12,593	11,281	-11,759
3-4	1	-3,413	-7,197	6,400	-8,120
3-4	2	-3,591	-7,528	6,365	-8,155
3-4	3	-6,808	-4,704	8,398	-7,442

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NEI PILASTRI

Ritto	Piano	Mom. Sup. [tm]	Mom. Inf. [tm]	Taglio [t]	Sforzo N. [t]
1	1	-1,576	-0,435	-0,285	-26,017
1	2	-0,696	0,939	-0,496	-16,965
1	3	-2,159	1,836	-1,211	-8,575
2	1	0,042	-4,912	1,238	-67,627
2	2	1,688	-1,712	1,030	-45,047
2	3	0,697	-0,158	0,259	-23,657
3	1	4,957	-7,369	3,082	-60,531
3	2	4,995	-4,690	2,935	-40,419
3	3	5,086	-4,171	2,805	-21,544
4	1	3,033	-4,347	1,845	-28,589
4	2	3,790	-4,164	2,410	-18,369
4	3	4,704	-3,038	2,346	-8,828

VERIFICA SEZIONI MAGGIORMENTE SOLLECITATE NELLE TRAVI

Verifica allo S.L.U.

Momento massimo positivo (piano 3, trave 2)	[kgm]	15518,9
Armatura necessaria inferiore	[cm ²]	17,1 (6ø18+1ø22)
Armatura superiore	[cm ²]	10,2 (4ø18)
Asse neutro (x/d = 0,21 < 0,45)	[cm]	5,7
Momento resistente ultimo (M _{Rd})	[kgm]	17456,3
Momento massimo negativo (piano 1, trave 2, app.3)	[kgm]	-13059,4
Armatura necessaria superiore	[cm ²]	10,5 (5ø18)
Armatura inferiore	[cm ²]	14,0 (4ø18+1ø22)
Asse neutro (x/d = 0,17 < 0,45)	[cm]	6,2
Momento resistente ultimo (M _{Rd})	[kgm]	16288,8
Taglio massimo (piano 3, trave 2, app.3)	[kg]	-11759,4
Armatura staffe	[cm ² /m]	12,00 (ø8/8 cm)
Armatura ferri di parete	[cm ²]	1,6 (1+1ø12)
Resistenza a taglio del cls non armato (V _{Rd1})	[kg]	11085,9
Resistenza a taglio bielle di cls compresse (V _{Rd2})	[kg]	85718,3
Resistenza con armatura a taglio (V _{Rd3})	[kg]	151072,0

Verifica S.L.E. per comb. rara e quasi permanente (piano 1, trave 2, app.3)

Momento massimo (comb. rara)	[kgm]	-8854,7
Tensione nel cls (comb. rara) (σ _c)	[kg/cm ²]	75,4 < 149,4
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ _s)	[kg/cm ²]	1914,4 < 3010
Momento massimo (comb. quasi perm.)	[kgm]	-4215,4
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ _c)	[kg/cm ²]	35,9 < 112,1
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ _s)	[kg/cm ²]	911,4 < 2150
Momento di fessurazione (comb. rara) (M _f)	[kgm]	897,4 < 8854,7
Ampiezza delle fessure (comb. rara) (W _k)	[mm]	0,08 < 0,3

Verifica S.L.E. per comb. rara e quasi permanente (piano 3, trave 2)

Momento massimo (comb. rara)	[kgm]	10522,3
Tensione nel cls (comb. rara) (σ _c)	[kg/cm ²]	88,6 < 149,4
Tensione nel ferro (comb. rara) (σ _s)	[kg/cm ²]	2320,3 < 3010
Momento massimo (comb. quasi perm.)	[kgm]	5009,3
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ _c)	[kg/cm ²]	42,2 < 112,1
Tensione nel ferro (comb. quasi perm.) (σ _s)	[kg/cm ²]	1104,6 < 2150
Momento di fessurazione (comb. rara) (M _f)	[kgm]	1634,2 < 10522,3
Ampiezza delle fessure (comb. rara) (W _k)	[mm]	0,09 < 0,3

Verifica allo stato limite di deformazione (piano 1, trave 2)

Abbassamento max per comb. rara	[mm]	22,3
Abbassamento max per comb. quasi perm.	[mm]	10,6

PROSPETTO ARMATURA TRAVI (con ferri dritti)

PIANO 1

Camp.	Arm. inf.	Ferri Parete	Arm. sup.	Staffe	App.	Monconi
-------	-----------	--------------	-----------	--------	------	---------

		sin	des		sin	des		
1	3ø18	2ø12	2ø12	2ø18	ø8/22"	ø8/22"	1	---
2	4ø18+1ø22	2ø12	2ø12	3ø18	ø8/22"	ø8/22"	2	---
3	2ø18+1ø22	2ø12	2ø12	2ø18	ø8/22"	ø8/22"	3	---
							4	1ø18

PIANO 2

Camp.	Arm. inf.	Ferri Parete sin des	Arm. sup.	Staffe sin des	App.	Monconi
1	3ø18	2ø12 2ø12	2ø18	ø8/22" ø8/22"	1	---
2	4ø18+1ø22	2ø12 2ø12	3ø18	ø8/22" ø8/22"	2	---
3	2ø18+1ø22	2ø12 2ø12	2ø18	ø8/22" ø8/22"	3	---
					4	1ø18

PIANO 3

Camp.	Arm. inf.	Ferri Parete sin des	Arm. sup.	Staffe sin des	App.	Monconi
1	4ø18+1ø22	2ø12 2ø12	3ø18	ø8/8" ø8/8"	1	---
2	6ø18+1ø22	2ø12 2ø12	4ø18	ø8/8" ø8/8"	2	---
3	3ø18+1ø22	2ø12 2ø12	2ø18	ø8/8" ø8/8"	3	---
					4	1ø18

VERIFICA SEZIONI MAGGIORMENTE SOLLECITATE NEI PILASTRI

Verifica allo S.L.U. (ritto 2, piano 1)

Sforzo normale	[kg]	-67627,5
Momento flettente	[kgm]	-4911,8
Armatura necessaria	[cm ²]	5,4 (4ø16)
Asse neutro	[cm]	58,2
Sforzo normale resistente ultimo (N _{Rd})	[kg]	202638,5
Momento resistente ultimo (M _{Rd})	[kgm]	14717,6

Verifica stato limite tensioni di esercizio (ritto 2, piano 1)

Tensione limite per comb. di carico rara	($\sigma_{c \text{ lim}} = 149,4 \text{ kg/cm}^2$)
Tensione limite per comb. di carico quasi perman.	($\sigma_{c \text{ lim}} = 112,1 \text{ kg/cm}^2$)

Sforzo normale per comb. di carico rara ($N_{d\text{ rara}}$)	[kg]	-45853,8
Sforzo normale per comb. di carico quasi perm. ($N_{d\text{ q.perm.}}$)	[kg]	-21829,1
Tensione nel cls (comb. rara) (σ_c)	[kg/cm ²]	23,9 < 149,4
Tensione nel cls (comb. quasi perm.) (σ_c)	[kg/cm ²]	11,4 < 112,1

ARMATURA PILASTRI

Pia - Pil	Sforzo N [kg]	A_f [cm ²]	Sezione [cmxcm]	Armatura	Staffe
3 - 1	-8.575	3,6	40x30	4ø16	ø8/19 cm
3 - 2	-23.657	3,6	30x40	4ø16	ø8/19 cm
3 - 3	-21.544	3,6	30x40	4ø16	ø8/19 cm
3 - 4	-8.828	3,6	30x40	4ø16	ø8/19 cm
2 - 1	-16.965	4,5	50x30	4ø16	ø8/19 cm
2 - 2	-45.047	3,6	30x40	4ø16	ø8/19 cm
2 - 3	-40.419	3,6	30x40	4ø16	ø8/19 cm
2 - 4	-18.369	3,6	30x40	4ø16	ø8/19 cm
1 - 1	-26.017	5,4	60x30	4ø16	ø8/19 cm
1 - 2	-67.627	5,4	30x60	4ø16	ø8/19 cm
1 - 3	-60.531	5,4	30x60	4ø16	ø8/19 cm
1 - 4	-28.589	4,5	30x60	4ø16	ø8/19 cm

COMPUTO MATERIALI

Armatura (Fe B 44 k controllato)	[kg]	1503
Calcestruzzo ($R_{ck}=300$)	[m ³]	13,16
Percentuale di armatura in peso	[%]	4,57
Incidenza peso armatura sul volume cls	[kg/m ³]	114,20