

TRAVI PREM SD b0/b2

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

delle procedure di progettazione col pacchetto software RET

Il Progettista

Ing. Massimo Bertolini

Revisione 1/2018 del 21 dicembre 2018 Agg.to 19 giugno 2019 Agg.to 29 agosto 2019 Agg.to 31 agosto 2019 Agg.to 2/9/19 Agg.to 9/9/19 Agg.to 12/9/19 Agg.to 13/9/19 Agg.to 19/11/21 Agg.to 23/12/21 Agg.to 31/12/21

Travi PREM SD b0/b2

RELAZIONE ILLUSTRATIVA **delle procedura di progettazione** **col pacchetto software RET**

SOMMARIO

1	Generalità	7
2	Architettura del pacchetto RET	9
2.1	Ingresso dei dati	9
2.2	Ingresso dei dati per travi continue	11
2.2.1	Predisposizione dei dati di ingresso	11
2.2.2	Dati generali	11
2.2.3	Geometria	14
2.2.4	Carichi	16
2.2.5	Sezioni	18
2.3	Ingresso dei dati per modelli complessi	25
2.3.1	Implementazione da straus 7	26
2.3.2	Implementazioni da file excel	29
2.3.3	Implementazioni da file "prm"	29
2.4	Azioni	30
2.5	Modellazione	30
2.6	Post-processore RET	31
2.7	Relazione di calcolo	32
3	Dimensionamenti e verifiche	33
3.1	Caratteristiche dei materiali	33
3.1.1	Calcestruzzo	33
3.1.2	Acciaio B450C	34
3.2	Fondello prefabbricato per PREM SD b2	34
3.2.1	Morfologia dell'armatura	36
3.2.2	Dimensionamento e verifica locale a flessione trasversale	37
3.2.3	Verifica locale a fessurazione in prima fase	38

3.3	Fasi operative e carichi	41
3.3.1	Verifica della prima fase	41
3.3.2	Verifica della seconda fase	42
3.4	Verifiche di stabilità	45
3.4.1	Verifica di stabilità locale	45
3.4.1.1	NTC 2018	45
3.4.1.2	CNR 10011	45
3.4.1.3	Carico critico euleriano	46
3.4.1.4	Confronto fra i tre metodi	47
3.4.2	Verifica di stabilità globale	48
3.5	Ridistribuzione dei momenti e spuntatura all'appoggio	50
3.6	Dimensionamenti e verifiche a taglio	52
3.6.1	Taglio di prima fase	52
3.6.1.1	Schema puntoni verticali e tiranti inclinati	53
3.6.2	Taglio di seconda fase	54
3.6.3	Dimensionamento delle anime	55
3.6.4	Resistenza a taglio di prima fase	55
3.6.5	Resistenza a taglio di seconda fase	56
3.6.5.1	Taglio compressione	57
3.6.5.2	Taglio trazione	58
3.6.5.3	Taglio trazione nelle zone dissipative	60
3.7	Dimensionamenti e verifiche a flessione	64
3.7.1	Resistenza a flessione di prima fase in campata	64
3.7.2	Resistenza a flessione di seconda fase	64
3.7.2.1	In campata	75
3.7.2.2	In appoggio	76
3.7.3	Stati limite di esercizio	78
3.7.3.1	Verifiche delle tensioni di esercizio	78
3.7.3.2	Verifiche di deformabilità	78
3.7.3.3	Verifiche di fessurazione	83
3.7.4	Progettazione della "monta"	85
3.7.5	Dimensionamento e verifica degli apparecchi di appoggio	85
3.7.5.1	Dimensionamento e/o verifica dell'armatura longitudinale di ancoraggio	86
3.7.5.2	Dimensionamento e verifica dell'elemento trasversale di ancoraggio	86
3.7.6	Dimensionamento di crociere e calastrelli	88
3.7.7	Unicità della sezione mista	90
4	Report di verifica delle travi PREM	91
4.1	Dati generali	91
4.2	Geometria	92
4.3	Carichi	92
4.4	Sezioni	93
4.5	Sollecitazioni	94
4.6	Diagrammi delle sollecitazioni	95
4.7	Verifiche	96

4.8	Configurazione dell'armatura	97
5	Esempio: PREM SD b0	99
5.1	Dati di progetto	99
5.1.1	Geometria	99
5.1.2	Caratteristiche dei materiali	101
5.1.3	Carichi agenti	101
5.2	Analisi della prima fase	101
5.2.1	Resistenza a flessione di prima fase	102
5.2.1.1	Verifica dei correnti superiori	102
5.2.1.2	Verifica di stabilità locale del corrente compresso	103
5.2.2	Resistenza a taglio di prima fase	105
5.2.2.1	Verifica del puntone verticale compresso	105
5.2.2.2	Verifica del tirante inclinato teso	105
5.2.3	Verifica di stabilità globale	107
5.2.4	Dimensionamento e verifica degli apparecchi di appoggio	108
5.2.4.1	Dimensionamento e verifica dell'armatura longitudinale di ancoraggio	108
5.2.4.2	Dimensionamento e verifica dell'elemento trasversale di ancoraggio	109
5.2.5	Dimensionamento di crociere e calastrelli	110
5.2.6	Deformazione di prima fase	112
5.3	Analisi della seconda fase	113
5.3.1	Sollecitazioni di seconda fase	115
5.3.2	Resistenza a flessione in appoggio	118
5.3.3	Resistenza a flessione in campata	120
5.3.4	Resistenza a taglio in appoggio	124
5.3.4.1	Taglio compressione	124
5.3.4.2	Taglio trazione	125
5.3.4.3	Taglio trazione nelle zone dissipative	129
5.3.5	Verifiche allo stato limite di esercizio	133
5.3.5.1	Combinazione rara	133
5.3.5.2	Combinazione quasi permanente	139
5.3.6	Deformazione in fase finale	144
5.3.7	Verifica a fessurazione	145
5.4	Report di calcolo RET	147
6	Esempio: PREM SD b2	151
6.1	Dati di progetto	151
6.1.1	Geometria	151
6.1.2	Caratteristiche dei materiali	153
6.1.3	Carichi agenti	153
6.2	Analisi della prima fase	153
6.2.1	Resistenza a flessione di prima fase	154
6.2.1.1	Verifica dei correnti superiori	154
6.2.1.2	Verifica di stabilità locale del corrente compresso	156
6.2.2	Resistenza a taglio di prima fase	157
6.2.2.1	Verifica del puntone verticale compresso	157
6.2.2.2	Verifica del tirante inclinato teso	158

6.2.3	Verifica di stabilità globale	159
6.2.4	Dimensionamento e verifica degli apparecchi di appoggio	161
6.2.4.1	Dimensionamento e verifica dell'armatura longitudinale di ancoraggio	161
6.2.4.2	Dimensionamento e verifica dell'elemento trasversale di ancoraggio	162
6.2.5	Dimensionamento di crociere e calastrelli	163
6.2.6	Deformazione di prima fase	165
6.3	Verifica del fondello prefabbricato	165
6.3.1	Dimensionamento e verifica locale a flessione trasversale	165
6.3.2	Verifica locale a fessurazione in prima fase	166
6.4	Analisi della seconda fase	169
6.4.1	Sollecitazioni di seconda fase	171
6.4.2	Resistenza a flessione in appoggio	174
6.4.3	Resistenza a flessione in campata	176
6.4.4	Resistenza a taglio in appoggio	180
6.4.4.1	Taglio compressione	180
6.4.4.2	Taglio trazione	181
6.4.4.3	Schema puntoni verticali e tiranti inclinati	181
6.4.4.4	Taglio trazione nelle zone dissipative	185
6.4.5	Verifiche allo stato limite di esercizio	189
6.4.5.1	Combinazione rara	189
6.4.5.2	Combinazione quasi permanente	195
6.4.6	Deformazione in fase finale	200
6.4.7	Verifica a fessurazione	201
6.5	Report di calcolo RET	203

1 Generalità

In questo elaborato vengono sviluppati i criteri che stanno alla base del programma di calcolo RET sviluppato per S.D. s.r.l. per il dimensionamento e la verifica delle travi PREM. Tale codice di calcolo contiene dei moduli differenziati a seconda del tipo di trave PREM da calcolare.

Trattasi di un programma di calcolo agli Stati Limite Ultimi e di Esercizio basato sul solutore Straus7 che esegue anche, oltre alla modellazione, l'analisi dei carichi ed il calcolo delle deformazioni. Straus 7 è un sistema generale per l'analisi ad elementi finiti sviluppato da G+D Computing Pty Ltd. Il programma RET è composto dalle seguenti parti principali:

- pre-processore per l'impostazione dei dati di input;
- post-processore per il dimensionamento e verifica.

La classificazione delle Travi PREM, per categoria strutturale, è fornita dalle "Linee guida per l'utilizzo di travi tralicciate in acciaio conglobate nel getto di calcestruzzo collaborante e procedure per il rilascio dell'autorizzazione all'impiego" secondo cui non si inquadrano nel punto 4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 le travi PREM che rientrano nella categoria delle strutture composte acciaio-calcestruzzo o nella categoria delle strutture in calcestruzzo armato, vale a dire in quelle tipologie strutturali che sono espressamente disciplinate rispettivamente dal paragrafo 4.3 e 4.1 delle NTC 2018, mentre rientrano in tale punto le travi PREM che non ricadono in nessuna di queste categorie. La prima di queste categorie strutturali (strutture miste) viene denominata a) da tali Linee Guida; la seconda (strutture in calcestruzzo armato) viene denominata b) e la terza viene denominata c).

La classificazione delle travi PREM per morfologia prevede poi le travi col fondello in acciaio, quelle col fondello in calcestruzzo e quelle senza alcun fondello. Per semplicità, il fondello in acciaio viene qui individuato con l'indice 1, il fondello in cls con l'indice 2 e l'assenza di fondello con l'indice 0.

La combinazione della categoria strutturale e del tipo di fondello caratterizzano il MODELLO di trave PREM.

In questo documento vengono analizzati in maniera specifica gli algoritmi e i criteri di calcolo alla base della progettazione delle travi di categoria b) e più precisamente:

- ✓ PREM SD modello b0, chiamate per brevità, travi PREM SD b0;
- ✓ PREM SD modello b2, chiamate per brevità, travi PREM SD b2.

Per una descrizione dei manufatti, della terminologia, delle applicazioni e delle procedure di produzione e montaggio cfr documenti "TRAVI PREM SD b0/b2 - Relazione Descrittiva dei Prodotti e dei Processi".

2 Architettura del pacchetto RET

Lo sviluppo del programma RET è iniziato a partire dalla seconda metà degli anni '80, quando i computers erano macchine di calcolo rudimentali e costosissime e la calcolazione delle strutture si basava sul metodo alle tensioni ammissibili.

In questi anni tutto è cambiato, la tecnologia ha galoppato in maniera vortiginosa, il calcolo è divenuto sempre più sofisticato e il mercato delle travi PREM ha richiesto prodotti sempre più prestazionali.

Nel 2004 il programma RET è stato completamente riscritto agli stati limite ultimi e di esercizio. Fin dalla prima stesura esso è stato soggetto a frequenti e continue metamorfosi per rispettare le evoluzioni normative e di calcolo.

In particolare, con l'entrata in vigore del NTC 2008, nel mondo delle costruzioni si è consolidata la consapevolezza che non si può progettare senza considerare la struttura nel suo insieme. Le travi PREM, come qualsiasi elemento strutturale, non sono a sé stanti ma parte integrante di un complesso strutturale e che come tale devono rispondere alle condizioni statiche per le quali sono state progettate.

Alla luce di queste considerazioni, il programma RET non poteva restare confinato alla semplice calcolazione delle travi continue, per cui è stato generato, ma doveva interfacciarsi con un modellatore agli elementi finiti, rispettarne i criteri e i parametri sollecitazionali.

Il "semplice" programma per il calcolo delle travi PREM è divenuto un "pacchetto" completo e complesso, flessibile ed interfacciabile con qualsiasi solutore agli elementi finiti.

2.1 Ingresso dei dati

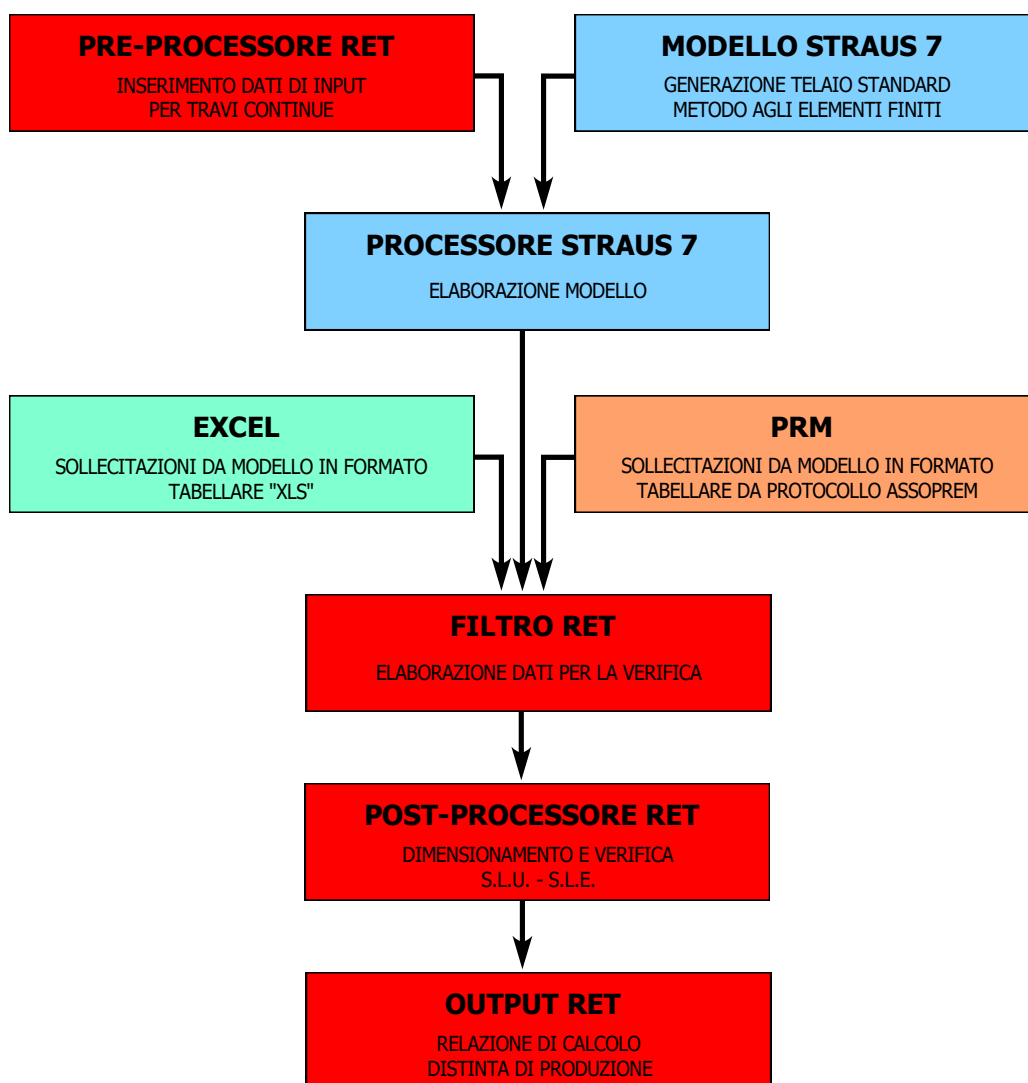
Il programma di calcolo RET, sviluppato su specifiche della Ditta S.D. s.r.l., utilizza come modellatore di calcolo di default STRAUS 7 per l'analisi delle sollecitazioni e delle deformazioni delle travi.

Il pacchetto è strutturato per l'acquisizione facilitata dei dati di ingresso (pre-processore RET), per l'elaborazione del modello e delle sollecitazioni (STRAUS 7) e per il dimensionamento e verifica delle travi (post-processore RET). Il pre-processore è differenziato per sole travi continue (cfr. § 2.2) e per modelli complessi (cfr. § 2.3).

Il post-processore RET può essere utilizzato anche a valle di altri modellatori purché questi consegnino i dati o nel formato "prm", secondo il Protocollo Assoprem, o in un formato excel, predefinito opportunamente e filtrato da RET per l'elaborazione del dimensionamento e verifica.

Di seguito, nella esposizione delle varie parti del programma ordinate secondo il flusso logico di ingresso dei dati e di uscita dei risultati, ci si baserà su un esempio concreto che risulterà quindi illustrato passo passo dalla a alla zeta.

Di seguito è riportato un diagramma di flusso che sintetizza l'architettura complessiva del pacchetto "RET".



2.2 Ingresso dei dati per travi continue

2.2.1 Predisposizione dei dati di ingresso

Il programma è stato concepito fin dagli anni '80 come solutore di travi PREM con il metodo alle tensioni ammissibili e dal 2006 è stata implementata la versione completamente nuova agli stati limite ultimi e di esercizio. Con lo sviluppo delle moderne concezioni ingegneristiche, grazie anche alle nuove regole di calcolo delle strutture in campo sismico, il programma di calcolo RET è stato adeguato per gestire le sollecitazioni derivanti da un telaio agli elementi finiti e quindi da calcolo della struttura nella sua completezza che tenga in considerazione le gerarchie strutturali.

In questo, STRAUS 7, seppur nato per l'analisi strutturale nel campo della meccanica, è tutt'oggi considerato anche nel civile uno dei programmi di calcolo agli elementi finiti tra i più completi e affidabili. La possibilità di generare il telaio della struttura e dimensionare direttamente le travi PREM con lo stesso programma, non solo consente un risparmio in termini di tempo e risorse umane, ma soprattutto dà garanzia di una progettazione più efficiente e corretta.

Recentemente è stata estesa al programma RET la possibilità di interfacciarsi con altri modellatori acquisendone i risultati delle sollecitazioni. È grazie al progetto Assoprem che parecchie software house hanno inserito nel loro software la trave nativa PREM con le relative caratteristiche peculiari, in primis l'autoportanza in prima fase. Il file di output "prm" di tali modellatori, che contiene caratteristiche geometriche, sollecitazioni e risultati completi dell'analisi modale, viene letto e interpretato dal programma RET per eseguire le verifiche delle travi. Nel seguito verranno specificati dettagliatamente i contenuti di detto file.

2.2.2 Dati generali

I dati generali riguardano le seguenti indicazioni:

- ✓ Opera: nome generale dell'Opera; indica la destinazione d'uso dell'impalcato o del fabbricato. È un riferimento che viene riportato in relazione, in base al quale l'operatore definisce la categoria delle azioni variabili secondo la tabella 2.5.I del D.M. 17 gennaio 2018 – valori dei coefficienti di combinazione.
- ✓ Cantiere: nome della località dove l'opera viene realizzata;
- ✓ Committente: nome di chi commissiona l'opera;
- ✓ Cliente: è il Cliente del Produttore; di norma corrisponde al nome dell'impresa affidataria e/o esecutrice dell'opera;
- ✓ Numero di commessa: il numero di protocollo, dato dal Produttore, è il numero identificativo di ciascun lavoro per l'anno di riferimento. Calcoli, disegni, distinte, contratto e tutti i documenti vengono archiviati all'interno della stessa cartella e ordinati secondo la tipologia di dato;
- ✓ Lotto: indica il sottinsieme del Cantiere: p.e. il "Corpo" o la "soletta" etc.;
- ✓ Numerazione travi: indica il nome della trave o della travata. Normalmente la serie 100 si riferisce alla numerazione delle travi del 1° impalcato e per gli impalcati successivi

cambia la cifra delle centinaia;

- ✓ Riferimento: indicato dal Produttore per gestire i sublotti di produzione.

DATI GENERALI

☐ Blocca calcolo

Commissa:

Opera: PREM D04_3 mod b2

Cantiere:

Committente:

Ciente:

Numero commessa:

Numero travatura: #

Lotto:

Riferimento:

Parametri ambientali:

Classe esposiz. amb. XA2 b

Condizioni ambientali Aggressive

wk combinaz. qperm. 0.2

wk combinaz. freq. 0.3

Disabilita controlli fessurazione ☐

Fondello Assoprem ☐

Classe REI R 120

Caratteristiche materiali Travi PREM:

anime B450C fyk 4500

barre saldate B450C fyk 4500

monconi B450C fyk 4500

Es 2100000 Eps yd 0.0018

Eps sd 0.01

Classe CLS C30/37 Rck 370 fck 300

Classe consistenza S4 - fluida diametro max inerte 20

Caratteristiche cls e REI Pilastri:

Rck fck

Classe CLS 0 0

Classe REI

Copriferri:

correnti superiori 4.5

monconi superiori 4.5

monconi inferiori 4.5

correnti inferiori 4.5

Verifica instabilità

config. punt. d'anima Anime compresse verticali

verifica stabilità NTC 2018 §4.2.4.1.3

Instabilità globale C.S. ☒

Nome telaio

Nome pianta

Maschera dei dati generali

Le informazioni successive riguardano le caratteristiche della trave PREM:

- ✓ Normativa di riferimento. Il programma RET nella versione agli stati limite è stato concepito seguendo i codici del D.M. 9 gennaio 1996. Con l'entrata in vigore del NTC 2008, RET è stato adeguato ai codici prima del D.M. 14 gennaio 2008 e poi del D.M. 17 gennaio 2018 anche se sono stati tenuti disponibili, opzionalmente, anche i due codici precedenti alle NTC 2018. Trascorso il periodo transitorio, la quasi totalità dei progetti fa ormai riferimento alla norma vigente. Per questa ragione, nel presente documento, si farà riferimento agli algoritmi previsti nel D.M. 17 gennaio 2018. Inoltre, è presente anche l'opzione del calcolo con gli Eurocodici per i quali occorre individuare anche lo specifico annex nazionale.
- ✓ Categoria strutturale della trave PREM, così come definita nelle "Linee guida per l'utilizzo di travi tralicciate in acciaio conglobate nel getto di calcestruzzo collaborante e procedure per il rilascio dell'autorizzazione all'impiego":
 - categoria a) travi PREM composte acciaio-calcestruzzo;
 - categoria b) travi PREM in cemento armato normale e/o precompresso;
 - categoria c) travi PREM che non sono di categoria a) e b).

- ✓ Morfologia strutturale della trave PREM:
 - 0 = senza fondello;
 - 1 = piatto in acciaio (non selezionabile per travi PREM di categoria b);
 - 2 = fondello in cls;
- ✓ Caratteristiche del calcestruzzo di completamento in opera secondo quanto definito nel § 4.1 del NTC 2018 (si suppone che le caratteristiche del cls del fondello, se presente, siano almeno pari a quelle del cls di completamento);
- ✓ Resistenza al fuoco, cioè il tempo (espresso in minuti) trascorso il quale la trave PREM, esposta all'incendio normalizzato, conserva la resistenza meccanica nelle condizioni statiche di progetto;
- ✓ Classe di esposizione ambientale secondo la norma UNI EN 206 e definizione dell'ampiezza delle fessure nelle combinazioni agli stati limite di esercizio quasi permanente e frequente;
- ✓ Caratteristiche dell'acciaio differenziate per i singoli componenti strutturali. Per le travi PREM di categoria b), e per l'annesso italiano degli Eurocodici, il programma RET seleziona in automatico il tipo di acciaio B450C adottato per il fondello, per le anime e per le barre saldate. Le monconature non saldate in corrispondenza degli appoggi sono sempre in acciaio B450C. Per ciascun indice selezionato corrisponde la tensione di snervamento e le caratteristiche meccaniche;
- ✓ Copriferri, cioè la distanza dei correnti e dei monconi (superiori - copcs e copms - e inferiori - copci e copmi) dal bordo; i parametri relativi ai correnti consentono di definire l'altezza del traliccio nelle routine di calcolo;
- ✓ Configurazione delle anime. Il programma RET consente l'adozione di due possibili morfologie del traliccio:
 - 1) a puntoni e tiranti entrambi inclinati (sempre e solo per categoria a);
 - 2) a puntoni verticali e tiranti inclinati (sempre e solo per categoria b);

(nelle travi di categoria b) il taglio in Fase 1 viene assorbito dal solo traliccio in acciaio del tipo B450C tempcore, mentre in Fase 2 il taglio a filo appoggio viene calcolato secondo il modello del traliccio di Mörsch per cui le anime del traliccio vengono progettate e realizzate nella morfologia a puntoni verticali e tiranti inclinati che riproduce fedelmente il funzionamento del traliccio di Mörsch, come ampiamente argomentato nella "Relazione Descrittiva" sopra richiamata);
- ✓ Verifica di stabilità locale e globale secondo il vigente D.M. 17 gennaio 2018 (o anche delle NTC 2008) - Stabilità delle membrature (cfr. § 4.2.4.1.3). Il progettista ha la possibilità di confrontarlo con il metodo euleriano.

2.2.3 Geometria

La geometria delle travi viene definita nella maschera seguente:

GEOMETRIA

Numero campate
 Coeff. redistribuzione momenti in appoggio

NON conv. ancorata sx ☒
 NON conv. ancorata dx ☒

	App.	Largh.	sormonto traliccio	Luce teorica	Luce netta	sormonto fondello	Puntelli x = si	N.Beam	dist. bordoAn
Sbalzo SX				0	0	2	<input checked="" type="checkbox"/>	0	15
-1-	a	40	5	580	540	2	<input type="checkbox"/>	0	15
-2-	b	40	5	730	690	2	<input type="checkbox"/>	0	15
-3-	c	40	5	660	620	2	<input type="checkbox"/>	0	15
Sbalzo DX	d	40	5	0	0	2	<input checked="" type="checkbox"/>	0	15

Maschera delle geometrie

- ✓ Numero di campate della travata;
- ✓ Coefficiente di redistribuzione dei momenti negativi. Il parametro è definibile dal Progettista e consente la redistribuzione dei momenti flettenti dagli appoggi intermedi, esclusi il primo e l'ultimo, alla campata per un massimo del 30% (cfr. § 2.5 Volume 3 – Calcolo di progetto e tecniche costruttive – F. Leonhardt);

La matrice definisce i parametri geometrici di ciascun elemento PREM della travata. Il numero di righe è coerente con il numero di campate selezionato. Le misure sono sempre riferite in centimetri:

- ✓ Nome dell'appoggio, generalmente riferito al disegno di progetto per una identificazione univoca degli elementi strutturali;
- ✓ Dimensione dell'appoggio (pilastro o setto);
- ✓ Sormonto apparecchio di appoggio: indica la profondità di appoggio dei tralicci dal bordo del pilastro o del setto. Per differenza il programma definisce implicitamente la distanza tra i tralicci a cavallo dell'appoggio;
- ✓ Luce teorica: indica la lunghezza della trave tra i due assi degli appoggi;
- ✓ Luce netta: indica la lunghezza delle travi a filo appoggio;
- ✓ Sormonto fondello: definisce la profondità di sormonto del fondello (metallico o in cls) in corrispondenza dell'appoggio (per il mero contenimento del getto di calcestruzzo). Normalmente tale valore è pari a 2cm, ma può essere cambiato in base alle scelte progettuali adottate.
- ✓ Puntellazione: con l'attivazione dell'indice si intende la trave puntellata, mentre con l'indice non attivo la trave si intende autoportante. Merita una puntualizzazione la

gestione degli sbalzi di estremità. Essi sono normalmente puntellati in prima fase all'altra estremità dell'appoggio e per default è presente il check nel relativo spazio. Il Progettista può definire nei parametri generali di ciascuna trave se ane e correnti sono continui o interrotti in corrispondenza degli sbalzi. Se i tralicci sono interrotti lo sbalzo è solo puntellato (in questo caso lo sbalzo è calcolato in prima fase in semplice appoggio), se invece i tralicci sono continui lo sbalzo può anche essere puntellato (indice attivo) o autoportante (indice disattivo);

- ✓ N.Beam: indica la numerazione dell'asta nel modello STRAUS 7 per l'acquisizione delle sollecitazioni direttamente dal telaio. Nelle travi continue su appoggi tali indici non sono significativi;
- ✓ Distanza dal bordo: indica la distanza del traliccio più esterno dal bordo della trave;

L'indice di ancoraggio viene definito dal Progettista e serve a dimensionare l'armatura inferiore calcolata a trazione pari al taglio. Se l'indice è attivo l'apparecchio di appoggio della trave è considerato efficacemente ancorato pertanto il programma verifica i correnti inferiori a trazione pari al taglio o aggiunge monconi inferiori per la quantità richiesta a coprire il fabbisogno. Se l'indice non è attivo, l'ancoraggio è affidato completamente ai monconi inferiori e i correnti inferiori del traliccio non vengono considerati.

Il programma di calcolo RET adotta come unità di misura delle lunghezze il **centimetro**.

Tutti i parametri sopra descritti vengono interpretati dal programma RET per la definizione delle distinte di officina.

2.2.4 Carichi

I carichi vengono specificati campata per campata.

Essi possono essere concentrati oppure uniformemente distribuiti su tutta la lunghezza della trave o su una parte di essa, a carico costante o variabile linearmente.

L'unità di misura dei carichi nel calcolo del programma RET è il **daN** o **Kg**. L'unità di misura dei carichi viene dichiarata in relazione di calcolo.

I carichi vengono esplicitati in azioni di prima fase, permanenti strutturali, permanenti non strutturali e variabili. Assegnando la categoria dei carichi, cfr. tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione del D.M. 17 gennaio 2018, vengono automaticamente definiti i coefficienti ψ_{0j} , ψ_{1j} e ψ_{2j} per le combinazioni delle azioni.

Alle travi PREM possono essere assegnate azioni concentrate di travi in appoggio o coppie all'estremità delle travate per esplicitare un incastro totale o parziale.

CONDIZIONI DI CARICO

ANNULLA
 Indietro
 Avanti
 OK
 M estrem.

CAMPATA << 1 >>

Geometria 20 | 20 540 20 | 20

Azione Cat. B Uffici
 Psi0 0.7 Psi1 0.5 Psi2 0.3

Elemento strutturale Solai in generale
 Min L/Fmax 250 Min L/Frara 300

Fase 1 Fase1 (15.00 : 15.00)
 Aggiungi distribuito
 Aggiungi concentrato

Permanenti Perm. distr. (10.00 : 10.00)
 Carichi da trave

Perm.NON Strutturali Perm.NON str. d (18.00 : 18.00)
 Calcolo peso proprio Automatico ☒

Variabili base Var.base distr. (25.00 : 25.00)

Variabili 2

Maschera dei carichi

Le combinazioni delle azioni vengono definite secondo il D.M. 17 gennaio 2018 § 2.5.3 Combinazioni delle azioni.

In riferimento al D.M. 17 gennaio 2018, per gli stati limite ultimi (rif. § 2.6.1) si fa riferimento ai coefficienti γ_F definiti nella tabella 2.6.I secondo l'approccio 1, mentre per gli stati limite di esercizio si fa riferimento al § 2.6.2.

Dopo l'inserimento dei dati iniziali, questi vengono elaborati da Straus 7 per estrarre da ciascuna asta la deformazione elastica e l'involuppo delle sollecitazioni massime e minime (momenti flettenti e tagli mappati ogni 10cm su tutta la lunghezza della trave) in funzione delle luci e dei carichi. I carichi variabili vengono applicati a scacchiera alternandoli in modo da ricavare il massimo involuppo.

2.2.5 Sezioni

Le sezioni vengono definite nella relativa maschera delle sezioni.

PARAMETRI SEZIONI

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE SEZIONI TIPO (cm)

Rei	Tipo	N.C.	P.A.	HR	SS	BS	BC	Corr.Inf.	LibTR
Sez.1	4Bz	4	65	51	0	70	70	4	28
Sez.2		0	0	0	0	0	0	0	0
Sez.3		0	0	0	0	0	0	0	0
Sez.4		0	0	0	0	0	0	0	0

☒ Costante
☐ Variabile
☐ Predefin.

☐ Adegua passo anima a luce campata

Saldature/Coprig.
 saldature 2.5 %
 coprigiunti 0.5 %

Diam. MIN 18 18 16 20 16
 Diam. MAX 26 26 32 26 26

APPOGGIO Inferiori appoggio Superiori appoggio CAMPATA Luce teor. Correnti superiori Inferiori campata Barre d'anima Passo BA Rinforzo anima

a	0	0	0	0	-1-	580	0	0	0	0	0	0	1
b	0	0	0	0	-2-	730	0	0	0	0	0	0	1
c	0	0	0	0	-3-	660	0	0	0	0	0	0	1
d	0	0	0	0									

Maschera delle sezioni

Le travi hanno sezione costante per tutta la loro lunghezza, ma in ciascuna travata si possono assegnare fino a quattro diverse sezioni (Sez.1÷Sez.4).

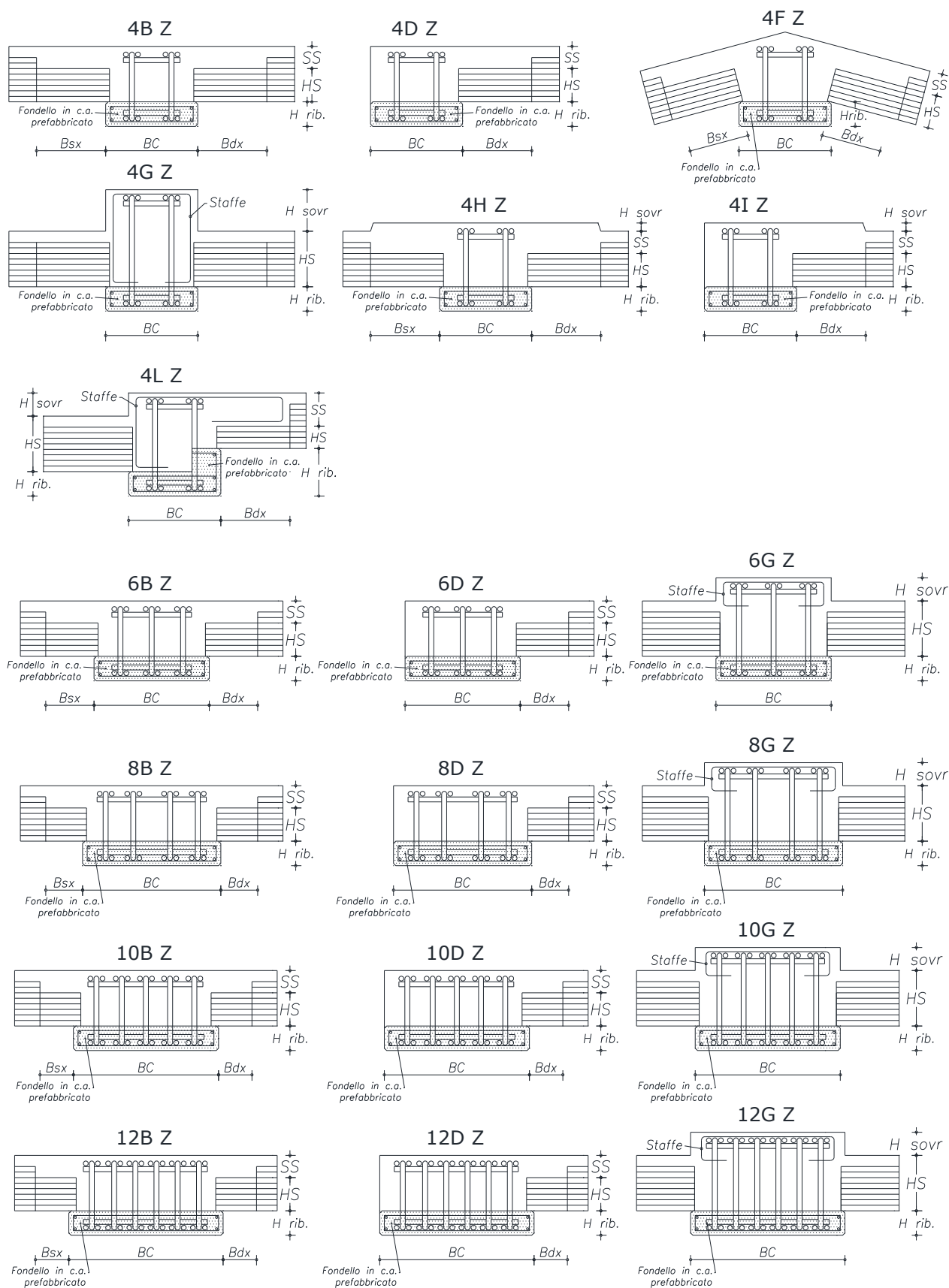
L'assegnazione della geometria avviene con l'ausilio di una banca delle sezioni come nella figura seguente.

Le sezioni si diversificano:

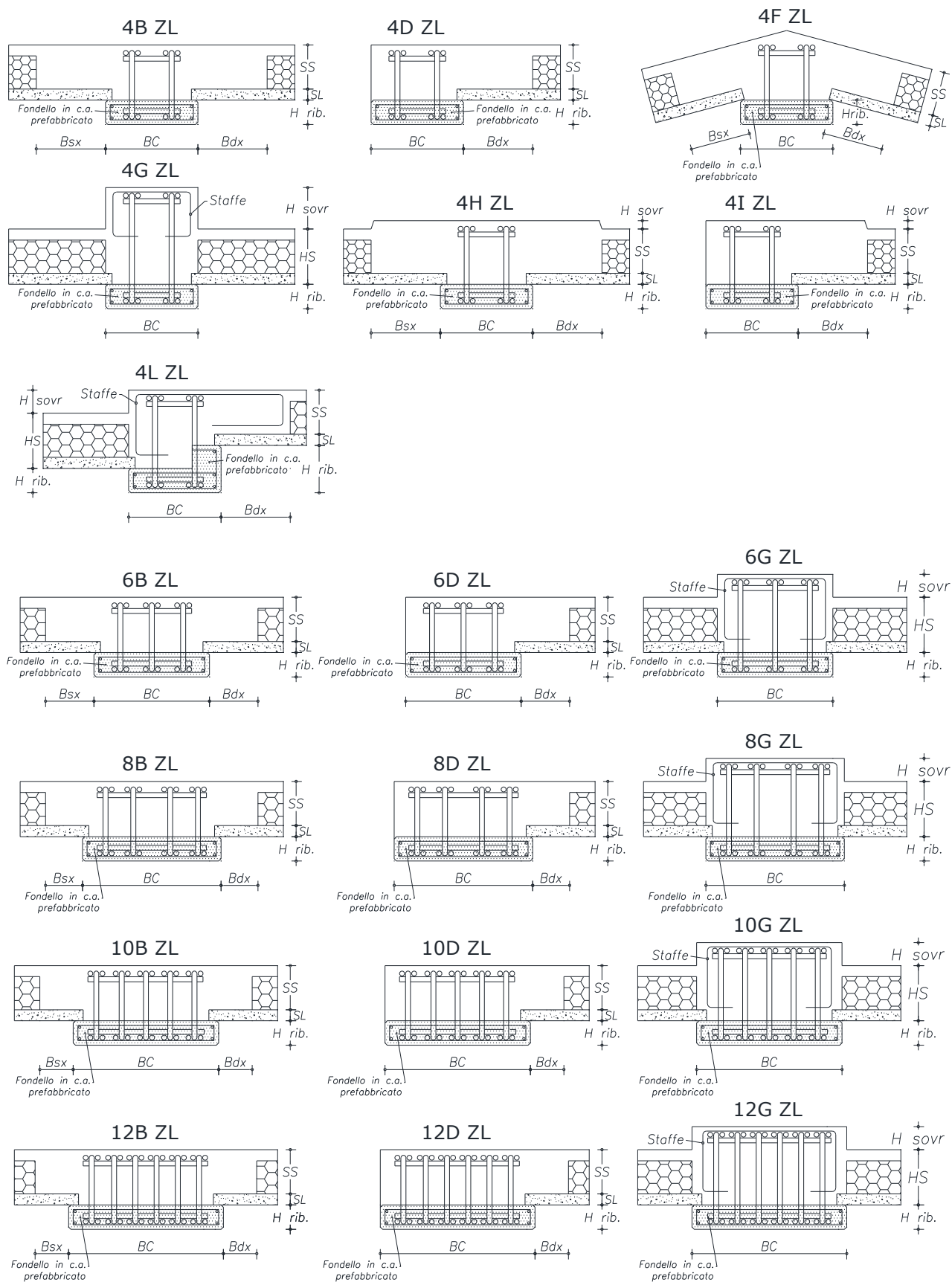
- ✓ per il numero dei tralicci;
- ✓ per la tipologia: in spessore, sottosporgenza o sovrasporgenza il solaio;

Di seguito vengono descritte le sezioni tipologiche che fanno parte della gamma produttiva delle travi PREM SD con la sigla di identificazione.

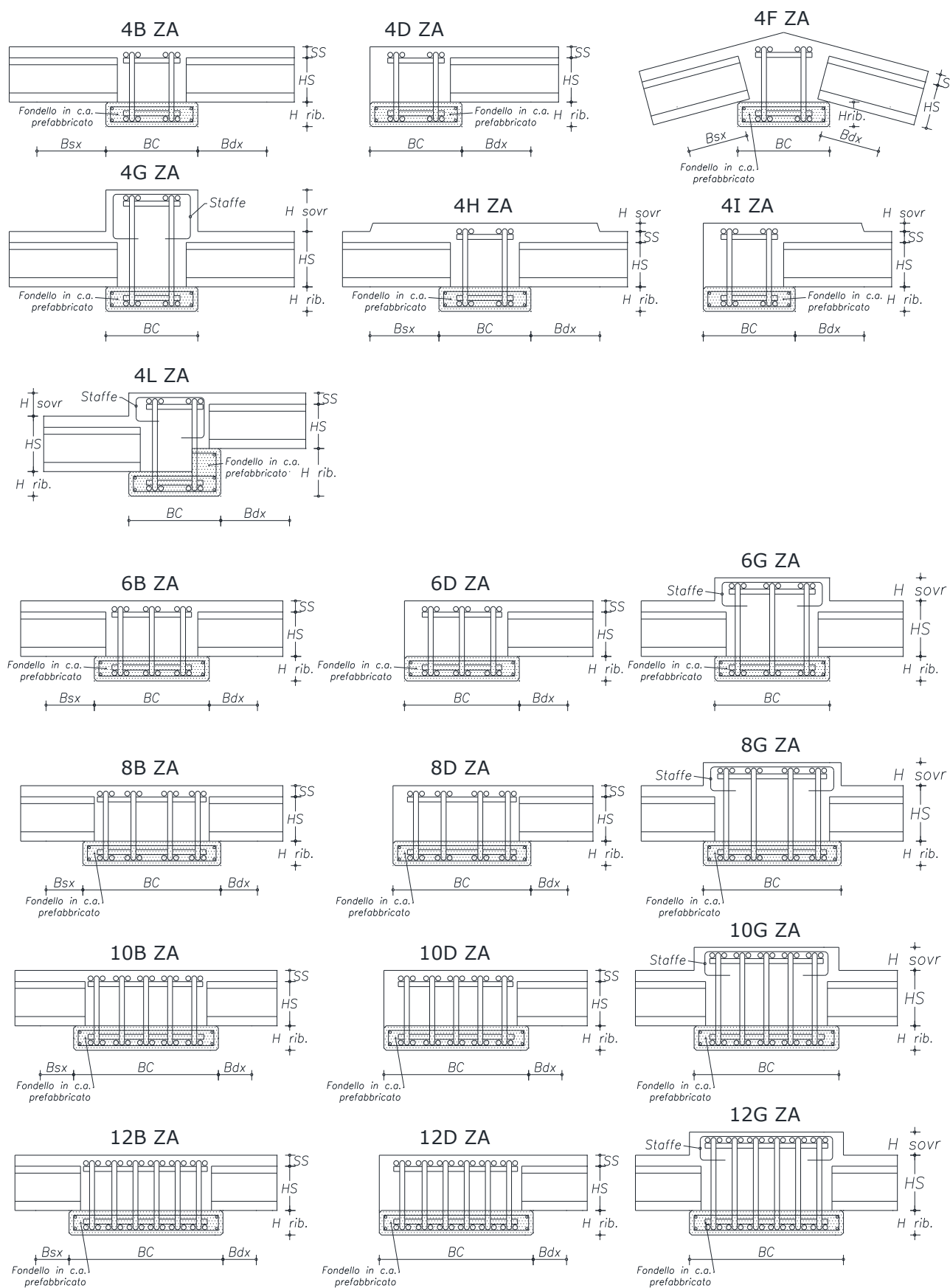
Banca delle sezioni di travi PREM SD b0 con solaio a predalle



Banca delle sezioni di travi PREM SD b2 con solaio in latero-cemento



Banca delle sezioni di travi PREM SD b2 con solaio predalles

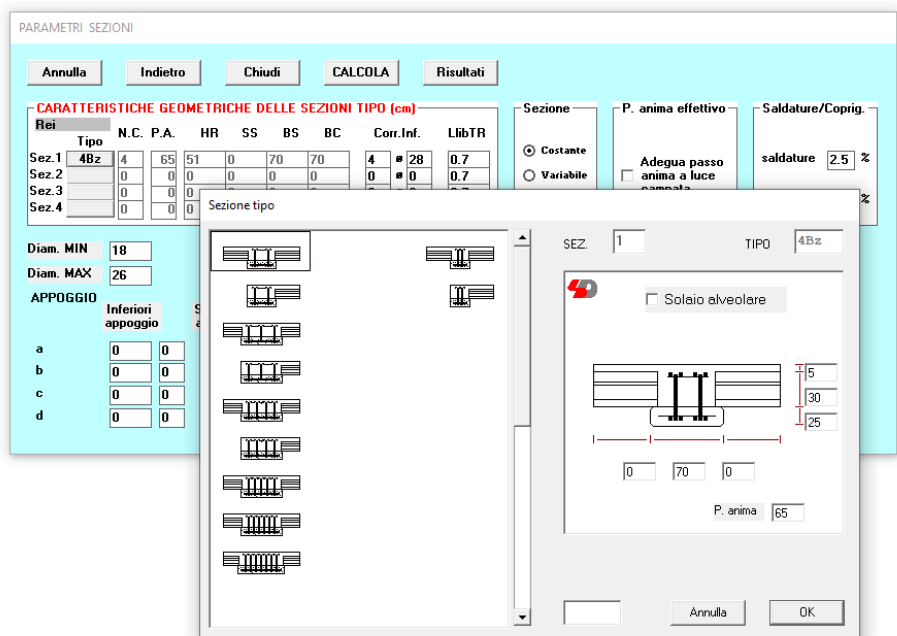


Banca delle sezioni di travi PREM SD b2 con solaio alveolare

Cliccando su "Tipo" di una delle quattro sezioni si apre una maschera di estrema comodità per l'inserimento dei dati geometrici della sezione. A seconda della categoria strutturale definita inizialmente si delineano diversi tipi di sezioni e relativi parametri da definire.

1. Tipo b2 e b0

- ✓ Larghezza della nervatura di calcestruzzo BC;
- ✓ larghezza del fondello di calcestruzzo BI (per b0 BI=0);
- ✓ larghezza delle ali collaboranti superiori (il maggiore tra 1/10 della lunghezza della trave e 5 volte lo spessore della cappa collaborante): Bdx/Bsx;
- ✓ altezza totale della trave:
 - spessore del solaio Hsol;
 - spessore della cappa collaborante SS;
 - spessore del fondello (incluse eventuali spondine) SP (per b0 BI=0);
- ✓ passo d'anima.



PARAMETRI SEZIONI

Annulla Indietro Chiudi CALCOLA Risultati

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE SEZIONI TIPO (cm)

Rei	Tipo	N.C.	P.A.	HR	SS	BS	BC	Corr.Inf.	LibTR
Sez.1	4Bz	4	65	51	0	70	70	4	28 0.7
Sez.2		0	0	0	0	0	0	0	0 0.7
Sez.3		0	0	0	0	0	0	0	0 0.7
Sez.4		0	0	0	0	0	0	0	0 0.7

Sezione: ☒ Costante ☐ Variabile

P. anima effettivo: ☐ Adequa passo anima a luce capata

Saldature/Coprig.: saldature 2.5 %

Diam. MIN: 18
Diam. MAX: 26

APPoggio: Interiori appoggio

a: 0 0
b: 0 0
c: 0 0
d: 0 0

Sezione tipo

SEZ. 1 TIPO 4Bz

☐ Solaio alveolare

Diagram showing cross-section dimensions: 15, 30, 25, 0, 70, 0, P. anima 65

Annulla OK

Tali parametri sono riportati (o impostati direttamente) nella maschera "Parametri Sezioni" dove possono essere ancora modificati (le misure sono definite in centimetri), con la seguente terminologia:

- ✓ N.C identifica il numero di correnti (e indirettamente il numero di tralicci - n. 2 correnti per ogni traliccio);
- ✓ P.A. indica il passo d'anima, cioè l'interasse tra due creste successive del traliccio;
- ✓ HR è l'altezza del traliccio intesa come distanza tra l'estradosso delle armature superiori e l'intradosso di quelle inferiori (altezza della trave a meno dei copriferri); In base ai diametri e/o spessori delle armature il programma gestisce in automatico, ai fini del calcolo, l'effettiva altezza dei tralicci intesa come baricentro delle armature;
- ✓ SS rappresenta l'altezza delle ali che collaborano staticamente nella seconda fase;
- ✓ BS rappresenta la larghezza della trave comprensiva delle ali collaboranti ($BS = BC + Bdx + Bsx$);
- ✓ BC rappresenta la larghezza della nervatura di calcestruzzo della trave;
- ✓ SP indica lo spessore del fondello;
- ✓ BI rappresenta la larghezza del fondello;
- ✓ Hsol, calcolata dal software, indica l'altezza del solaio prefabbricato ($SS + Hsol + SP = copcs + HR + copci$).

La matrice successiva contiene tutte le specifiche che il Progettista assegna per il dimensionamento e verifica delle armature:

Le prime due righe, "diametro minimo" e "diametro massimo" caratterizzano l'intervallo all'interno del quale (inclusi gli estremi) il programma RET sceglie i diametri delle armature. Per ciascuna trave si definisce tale intervallo, rispettivamente partendo da sinistra, per i monconi inferiori e superiori in appoggio, per i correnti superiori, inferiori in campata, superiori in campata, barre d'anima e relativo passo. Inoltre si può ottimizzare il dimensionamento delle anime inserendo due rinforzi d'anima per il numero di campi richiesti per l'assorbimento dell'azione tagliante.

Le righe successive sono dedicate al Progettista per condizionare o ottimizzare talune armature per ciascuno degli elementi strutturali.

Nell'ultima colonna a destra di questa matrice, digitando il numero da 1 a 4 si seleziona la sezione corrispondente precedentemente definita. Per default il programma consiglia la sezione 1 con opzione "costante". Per modificare le sezioni delle travi è necessario impostare "variabile" o chiedere al programma la migliore ottimizzazione tra le sezioni predefinite con l'opzione "predimensionamento".

Trattandosi di strutture in calcestruzzo armato vengono eseguite anche la verifica a fessurazione e, se in zona sismica, la verifica del rapporto minimo, sia in campata che in appoggio, tra la quantità di acciaio in zona compressa e in zona tesa.

Altre maschere consentono al Progettista di impostare i parametri generali per settare sia il calcolo e sia la parte grafica. Esse vengono illustrate nelle figure seguenti, affidando all'intuizione la facile interpretazione degli indici descritti.

Maschere di settaggio dei parametri generali del programma RET:

Opzioni

Annulla Chiudi

Generale Unità di misura Visualizza RET SERVER

path dove memorizzare i messaggi (come lo vede il client)
[k:\Programmi\ServerStraus2019\Messaggi\]

path dove memorizzare le travi (come lo vede il server) quindi generalmente C:\
[C:\Programmi\ServerStraus2019\]

Cartella lavori Z:\

Cartella fogli Excel C:\

Path DXF C:\

Path Solai C:\Asd99\SolaiW\Solaiw.exe

Path Adobe Reader C:\Programmi\Adobe\Reader 9.0\Reader\AcroRd32.exe

Stampante PDF PDFCreatorSD

Straus

Modalità solutore ProgressRun

ID utente (1-9) 1

Opzioni

Annulla Chiudi

Generale Unità di misura Visualizza RET SERVER

Unità di misura
forze daN
lunghezze cm

Carichi verticali positivi

Ascisse carichi

Pesi specifici
acciaio 0.00785
c/c 0.0026

Diametri a magazzino

Coeff. dimensionamento SLU
Campata (≥ 1 e ≤ 1.03) 1.025
Appoggio (≥ 1 e ≤ 1.03) 1

Prezzi (€)
Prezzo al kg 1

Costi
Path Listini C:\RET2019>Listini costi\

Edit listino

Opzioni

Annulla Chiudi

Generale Unità di misura Visualizza RET SERVER

Barre

barre traliccio	colore	0	spessore	1	tratto	0
barre aggiunte	colore	16711680	spessore	1	tratto	0
lung. d'aderenza	colore	255	spessore	1	tratto	0
lung. a sola compress.	colore	65280	spessore	1	tratto	0

Velocità zoom e spostamento
velocità zoom +/- 2 velocità spost. </> 1 velocità chu +/- 2

Anteprima risultati Anteprima di stampa Resetta parametri finestre

Diagrammi momenti e tagli
Mostra involucri completi ☐

Momento totale con Fase1 ridotta ☐

Mostra taglio resistente ☒

Diagramma momenti resistenti
dim. max picchi da eliminare (cm) -1

Maglia
passo (0 -> nessuna maglia) 100

Maschere di impostazione dei parametri per singole travi:

Parametri

Annulla Chiudi

Calcolo Gamma Geometria Travi PREM

Riduzione in appoggio
Coeff. redistribuzione momenti in appoggio 0.85

Dimensionamento appoggi

Momento flettente minimo
in campata (1/16) 1/16
in appoggio (1/24) 1/24

NTC 2018 4.1.2.3.5.3
Riduzione taglio a filo appoggio ☒

Comportamento strutturale
Comportamento NON dissipativo ☒

Verifiche SLU con $n = 24.71$
Verifiche SLE opem con $n = 31.11$
Verifiche SLE rata con $n = 23.33$

Verifiche in appoggio
Valori a filo appoggio

Calcolo peso proprio Automatico ☒

Instabilità
Coeff. Sicurezza Eulero 1.76
Coefficienti lunghezza libera di inflessione CS, CI 0.85 BA 1

Considera ad instabilità i carichi superiori aggiunti ☐

Barre agg. sup.
non interrotte ☒ diametro CS ☒

Ferri solo compressi a flessione
Considera anche a trazione ☒
Lung. tratto (-1-lung. aderenza) -1

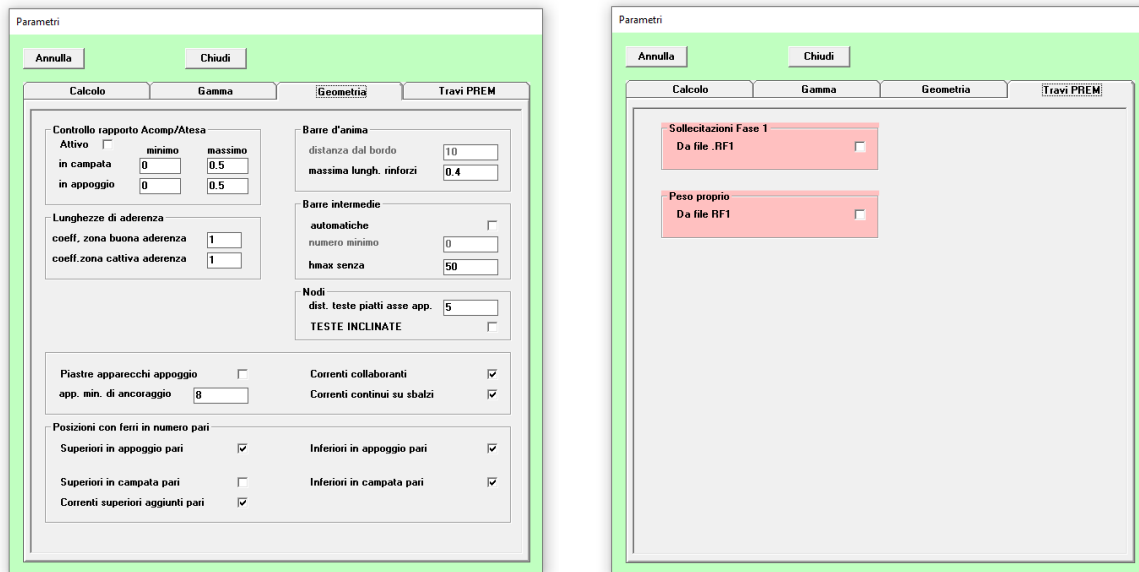
Parametri

Annulla Chiudi

Calcolo Gamma Geometria Travi PREM

Fattori di sicurezza parziali
gamma C gamma A gamma S
1.5 1.05 1.15

Fattori di sicurezza parziali
Effetto gamma G gamma G2 gamma Q
sfavorevole 1.3 1.5 1.5
favorevole 1 0.8 0



The image displays two screenshots of a software interface titled 'Parametri'. The left screenshot shows the 'Geometria' tab, which contains several input fields and checkboxes for defining beam geometry and reinforcement. The right screenshot shows the 'Travi PREM' tab, which includes sections for 'Sollecitazioni Fase 1' and 'Peso proprio', both with checkboxes and file selection options.

2.3 Ingresso dei dati per modelli complessi

Quanto finora presentato nel § 2.2 si riferisce all'inserimento dei dati di input con l'utilizzo semplificato del pre-processore RET. In alternativa è possibile ricavare da un qualsiasi modellatore agli elementi finiti l'involuppo delle sollecitazioni massime e minime flettenti e taglianti; sarà poi il filtro RET a generare da questa distribuzione una mappa che contiene, per ogni concio di trave di trave PREM SD b0/b2 di lunghezza 10cm, tutte le informazioni separate nelle varie combinazioni di carico, così come definite nel § 2.5.3 del D.M. 17 gennaio 2018.

Normalmente i progettisti di S.D. utilizzano il processore STRAUS 7 che ben si presta a questo tipo di analisi grazie all'affidabile interfaccia di dialogo e scambio dei dati con RET. Ma ciò è possibile anche per quei prodotti le cui software house hanno messo a punto il protocollo Assoprem e per i quali il processore di calcolo è predisposto per originare il file di output in formato "prm".

Qualunque sia il modellatore utilizzato, o ancor più semplicemente un foglio di calcolo excel, il passaggio obbligato è attraverso il filtro RET per sviluppare la distribuzione delle sollecitazioni flettenti e taglianti per ogni concio di trave di lunghezza 10cm.

Nei paragrafi seguenti vengono meglio specificate queste metodologie di implementazione dei dati di input per il dimensionamento e verifica delle travi PREM calcolate con modellatori standard per l'analisi delle strutture agli elementi finiti.

2.3.1 Implementazione da straus 7

Il programma di calcolo agli elementi finiti Straus 7 viene utilizzato da S.D. per la modellazione delle strutture. Risulta particolarmente importante nella progettazione considerare il reale comportamento degli elementi prefabbricati nel complesso generale e il rispetto delle gerarchie delle resistenze e delle reciproche rigidità. Pertanto l'acquisizione dei parametri sollecitazionali oltre a garantire una maggior congruenza e precisione di calcolo, nel contempo permette un risparmio di tempo e risorse nella progettazione accelerando i processi di calcolo.

La procedura di implementazione dal modello di Straus 7 richiede alcuni accorgimenti e/o precauzioni che è opportuno riportare in questo manuale operativo:

Verifica di corretta procedura di elaborazione del modello

1. Qualora il modello di STRAUS sia stato originato con unità di misura diverse da "daN" per i pesi e "cm" per le lunghezze, esse devono essere modificate con il comando *Global/Units* e rese omogenee a RET;
2. Affinché RET riscontri la presenza di un appoggio all'estremità delle aste delle travi che appoggiano su elementi diversi dai pilastri è opportuno aggiungere dei pilastri fittizi di inerzia trascurabile rispetto a quella dell'elemento portante;
3. Unificare le travi composte da più aste in un'unica asta con *Tools/Convert/Merge-Line-of-Beams*;

N.B. I nodi vengono eliminati con gli eventuali carichi ad essi applicati SENZA NESSUN MESSAGGIO DA PARTE DI STRAUS.

4. Verificare che i carichi di prima fase siano separati da quelli di seconda e verificare che i coefficienti delle combinazioni di carico siano corretti;
5. Dopo queste modifiche si deve ricalcolare il modello

✓ *Linear Static*

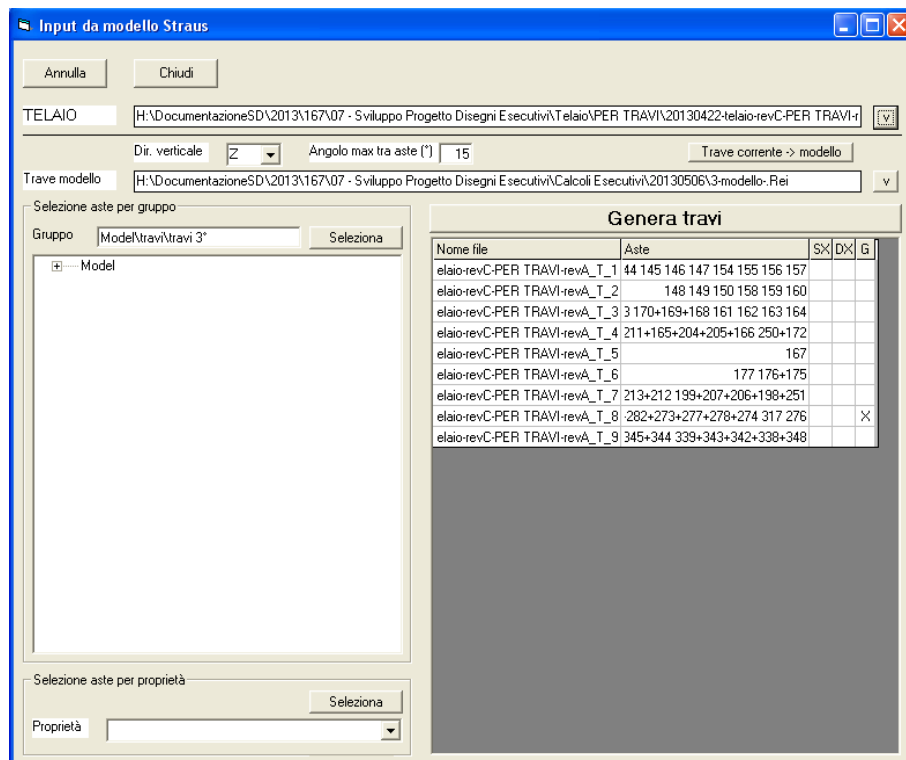
✓ *Natural frequency*

✓ *Spectral response solver* (con i soli modi di vibrare che servono per superare 85% di partecipazione);

Direction vectors 1 e 0,3 e combinazioni 9.81 cm/s²

6. trasformare le *Load patch* in carichi sulle travi con *Tools/Convert/Patch loads in Beam loads* (attenzione le load patch non vengono eliminate). Questo passaggio consente di convertire i carichi uniformemente distribuiti sul solaio in carichi uniformemente distribuiti sulle travi. Il carico di Fase 1 è fondamentale per calcolare le sollecitazioni di prima fase;

N.B. le Load patch possono essere nascoste da altri elementi plate.



Schermata di generazioni delle travi PREM dal telaio STRAUS 7

Implementazione delle sollecitazioni per la verifica delle travi PREM

1. Preparare una trave modello con le caratteristiche principali che verranno acquisite dalla trave calcolata dal telaio. In particolare vengono ipotizzate delle sezioni di progetto che in fase di verifica potranno essere modificate;
2. Generare le travi con "Genera travi" di "Importa travi da Straus"
 - ✓ definire le condizioni di carico;
 - ✓ per ogni trave da importare, caricare la trave modello, modificarla e salvarla con nome.

A questo punto tutte le travi desiderate sono memorizzate, è necessario scorrere le pagine di input dati e poi per ciascuna è possibile:

- ✓ calcolare le travi in base ai carichi assegnati con il comando "Calcola"
- ✓ oppure leggerne i parametri di sollecitazione dal telaio con "Importa risultati" (se trave è in autoportanza, disabilitare la condizione di carico Fase 1 da "Condizioni di carico")

Il programma legge ora da Straus anche le combinazioni di carico e ne esegue l'involuppo.

INSERIMENTO DATI -> IMPORTA TRAVI DA STRAUS

Il programma RET è in grado di importare geometria e carichi distribuiti globali da un telaio di Straus. L'importazione da telaio Straus è stata implementata nella versione V.02.12 del 18.09.2007 e dalla V.03.04 17/03/08 è consentita l'importazione di travi formate da due aste.

Da allora la procedura di importazione non ha subito altri aggiornamenti.

Allo stato attuale:

- ✓ il programma è in grado di gestire un massimo di 199 aste per gruppo o proprietà;
- ✓ una campata può essere formata da due aste, ma una trave è limitata a 14 aste. Inoltre il comando *Tools -> Convert -> "Merge Line of Beams"* di Straus permette, in un unico passaggio, di fondere in un'asta ciascuna trave spezzata in più aste;
- ✓ per essere identificate automaticamente, le aste che concorrono a formare una trave devono avere numeri crescenti anche non consecutivi;
- ✓ il programma non tiene conto di un eventuale *Principal angle axis* $\neq 0$;
- ✓ il programma ignora qualsiasi elemento diverso da beam;
- ✓ per il riconoscimento della geometria delle travi devono essere definite le sezioni dei pilastri;
- ✓ il coefficiente di redistribuzione dei momenti in appoggio non agisce correttamente negli appoggi d'estremità senza sbalzo;
- ✓ l'importazione di dati da Straus richiede che sul computer sia installato Straus e sia presente la chiave di protezione di Straus.

CALCOLA -> IMPORTA RISULTATI DA STRAUS

Da un modello già calcolato con Straus, il programma acquisisce i parametri di sollecitazione di una trave per le varie condizioni di carico e ne esegue l'involuppo; ignora le combinazioni di carico presenti in Straus.

2.3.2 Implementazioni da file excel

Il programma RET è dotato di un foglio di calcolo compilato in "EXCEL" che fa parte del pacchetto Office di Microsoft. All'interno di questo modulo vengono inserite le lunghezze delle travi e le sollecitazioni fornite dal Progettista generale delle strutture ottenute dalla risoluzione analitica della struttura con un qualsiasi programma di calcolo.

Le sollecitazioni flettenti e taglianti in campata e agli appoggi, sia allo stato limite ultimo che di esercizio nelle varie combinazioni, vengono mappate per ogni concio di trave di lunghezza 10cm e assunte per le verifiche di seconda fase.

FileHomeInsertioLayout di paginaFormuleDataRevisioneVisualizza

Anal

10

Testo a capo

Numero

Formattazione condizionale

Formatta come tabella

Normal

Neutrale

Valore non v

Valore valido

Calcolo

Cella collegata

Cella da con

Input

Somma automatica

Impostazioni

Ordina

Trova e

Seleziona

Appunti

Copia Form

Cattura

Allo

Formattazione condizionale

Formatta come tabella

Stili

Cella

Modifica

A16

1

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
TRAVE	101		Da file (S)	N		Acquisisci e/o elabora																	
10	Aste																						
11	Longh																						
12																							
13																							
14																							
15	Campata	X	MMAX slu	MMIN slu	TMAAX slu	TMIN slu	T MMAAX slu	T MMIN slu	M qp	MMIN rara	MMAAX rara	Campata	X	cm	MMAX slu	MMIN slu	TMAAX slu	TMIN slu	T MMAAX slu	T MMIN slu	M qp	MMIN rara	MMAAX rara
16		cm	kg/cm	kg/cm	kg	kg	kg	kg	kg/cm	kg/cm	kg/cm				kg/cm	kg	kg	kg	kg	kg/cm	kg/cm	kg/cm	
17	1	145.0	0.04000	-125000	9400	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.00000	-1250000	98800	0	0	0	0	0	
18	1	290.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	729931	0	104820	17503	0	0	0	0	0	0	
19	1	435.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	842397	0	117241	16865	0	0	0	0	0	0	
20	1	580.0	0.04000	-289500	0	0	0	0	0	0	0	40	955862	0	-93965	16207	0	0	0	0	0	0	
21	1	725.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	106828	0	-86209	15559	0	0	0	0	0	0	
22	2	180.5	2607500	-260500	14450	0	0	0	0	0	0	60	1181793	0	-784483	14910	0	0	0	0	0	0	
23	2	365.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	1294759	0	-706897	14262	0	0	0	0	0	0	
24	2	547.5	2507500	-325000	0	0	0	0	0	0	0	80	1407724	0	-629310	13614	0	0	0	0	0	0	
25	2	730.0	0.04000	0	0	0	0	0	0	0	0	90	1520690	0	-551724	12966	0	0	0	0	0	0	
26	2	912.5	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	1633655	0	-474138	12317	0	0	0	0	0	0	
27	3	165.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	1748621	0	-396552	11689	0	0	0	0	0	0	
28	3	330.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	1863586	0	-318962	11021	0	0	0	0	0	0	
29	3	495.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	1972552	0	-241379	10372	0	0	0	0	0	0	
30	3	660.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	140	2085517	0	-163793	9724	0	0	0	0	0	0	
31	3	825.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	2156034	0	-102695	9076	0	0	0	0	0	0	
32												160	2181103	45	-112068	8729	0	0	0	0	0	0	
33												170	2207172	41	-103448	7779	0	0	0	0	0	0	
34												180	2233241	38	-94827	6986	7131	0	0	0	0	0	
35												190	2259310	34	-86206	5997	6403	0	0	0	0	0	
36												200	2285379	31	-77686	5077	5834	0	0	0	0	0	
37												210	2311448	28	-68955	4177	5186	0	0	0	0	0	
38												220	2337517	24	-60344	3286	4538	0	0	0	0	0	
39												230	2363586	21	-51724	2388	3890	0	0	0	0	0	
40												240	2389655	17	-43103	1448	3241	0	0	0	0	0	
41												250	2415724	14	-34480	759	2593	0	0	0	0	0	
42												260	2441793	11	-25962	0	1845	0	0	0	0	0	
43												270	2467862	0	-17241	379	1297	0	0	0	0	0	
44												280	2493931	0	-8620	697	646	0	0	0	0	0	
45												290	2520000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
46												300	2493931	0	-19655	172	0	-948	0	0	0	0	
47												310	2467862	0	-39310	345	0	-1897	0	0	0	0	
48												320	2441793	0	-6896	517	0	-2845	0	0	0	0	
49												330	2415724	14	-78420	69	0	-3793	0	0	0	0	
50												340	2389655	17	-96273	862	0	-4741	0	0	0	0	
51												350	2363586	21	-11793	0	0	-5690	0	0	0	0	
52												360	2337517	24	-13758	21	0	-6638	0	0	0	0	
53												370	2311448	28	-15724	38	0	-7686	0	0	0	0	
54												380	2285379	31	-17696	55	0	-8534	0	0	0	0	

General

101

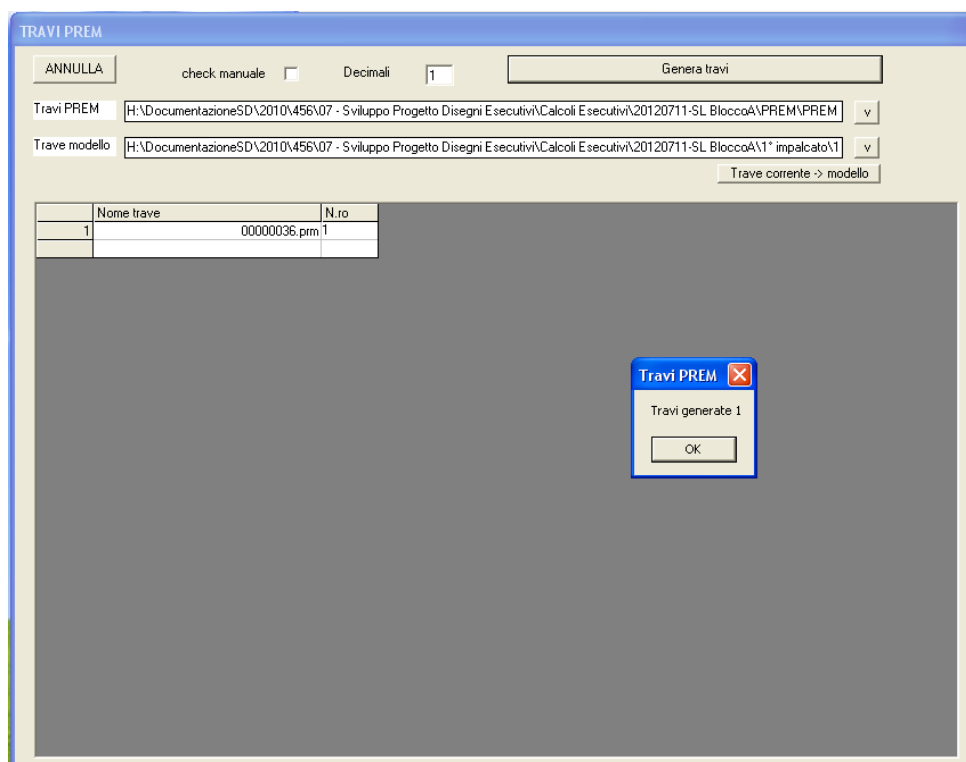
100%

Nell'elaborazione della travata, le sollecitazioni di prima fase vengono calcolate direttamente dal programma RET sulla base dei carichi di prima fase agenti, mentre quelle di seconda fase vengono assunte dal modello excel.

A questo punto la fase di dimensionamento e verifica segue i normali processi di calcolo del programma RET.

2.3.3 Implementazioni da file "prm"

Assoprem si è fatta promotrice dell'iniziativa presso alcune Software House di dotare il modellatore dell'elemento "TRAVE PREM". A tal fine è stato definito un formato standard di interfaccia, generato dal modellatore, che contiene i risultati dell'analisi strutturale nonché tutte le informazioni geometriche e dimensionali necessari al programma RET per la verifica delle travi PREM.



Schermata di generazioni delle travi PREM da file ".prm"

2.4 Azioni

Le combinazioni delle azioni vengono definite secondo il D.M. 17 gennaio 2018 § 2.5.3 Combinazioni delle azioni.

In riferimento al D.M. 17 gennaio 2018, per gli stati limite ultimi (rif. § 2.6.1) si fa riferimento ai coefficienti γ_F definiti nella tabella 2.6.I secondo l'approccio 1, mentre per gli stati limite di esercizio si fa riferimento al § 2.6.2.

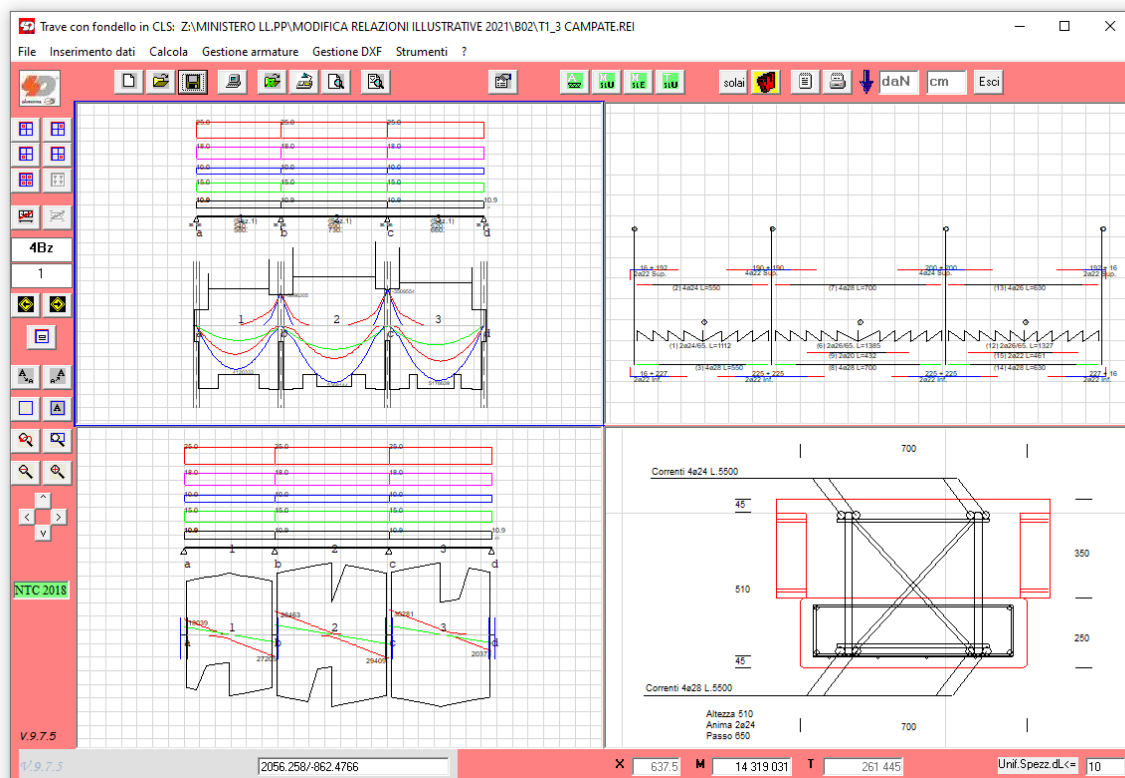
2.5 Modellazione

A questo punto, tutti i dati vengono elaborati da Straus 7 per estrarre da ciascuna asta la deformazione elastica e l'involuppo delle sollecitazioni massime e minime (momenti flettenti e tagli mappati ogni 10cm su tutta la lunghezza della trave) in funzione delle luci e dei carichi. I carichi variabili vengono combinati a scacchiera, alternandoli in modo da ricavare il massimo involuppo negativo e positivo.

2.6 Post-processore RET

La presente fase operativa riguarda il processo di calcolo con il programma RET per il dimensionamento e verifica delle travi PREM. Qualunque sia lo strumento utilizzato, il punto di partenza comune è la predisposizione da parte del filtro RET di una mappa che contiene, per ogni concio di trave di lunghezza 10cm, tutte le informazioni separate nelle varie combinazioni di carico.

Con il comando "calcola" si passa alla fase di verifica. Il programma RET assume gli input progettuali impostati (dati generali, geometrici, carichi, sezioni ecc.) ed esegue il dimensionamento delle armature e le verifiche degli stati limite ultimi e di esercizio tensionali e fessurativi. Il programma RET segnala al Progettista eventuali messaggi di errore di dimensionamento, accompagnati da uno o più suggerimenti di risoluzione. Questi, in maniera iterativa, può intervenire in qualsiasi schermata e adottare le opportune modifiche che ritiene più adeguate al fine di ottimizzare geometrie e armature delle travi PREM.



Schermata di calcolo

Da questa immagine che rappresenta la fase di calcolo, il Progettista delle travi PREM ha sotto controllo, sia a livello grafico che numerico in formato semplice ma estremamente intuitivo, lo schema statico, le sollecitazioni flettenti e taglianti, le geometrie e le armature.

Oltre a consultare in qualsiasi momento il report di calcolo, è a disposizione del Progettista una finestra dove vengono riassunti alcuni parametri fondamentali che gli consentono di monitorare il dimensionamento:

- ✓ deformazioni;
- ✓ stati tensionali dell'acciaio e calcestruzzo e relativo tasso di lavoro;

- ✓ parametri geometrici per il controllo dei dati di input;
- ✓ peso delle carpenterie.

Una volta terminato il calcolo si passa alla stampa della relazione di calcolo.

2.7 Relazione di calcolo

Dalla schemata dei dati generali il Progettista può generare la relazione di calcolo con il comando "relazione".

Sulla base di un protocollo S.D. tutti i parametri definiti nella fase del calcolo vengono ordinati a generare il documento "relazione di calcolo" che congiuntamente agli elaborati grafici completa il Progetto Esecutivo.

Essa si compone delle seguenti parti:

- ✓ **Dati Generali.** Oltre ai dati generali della commessa e del cantiere, questo capitolo definisce i criteri progettuali assunti, le tipologie produttive utilizzate nel progetto e le metodologie di calcolo. Vengono descritte tutte le indicazioni progettuali che consentono a quanti consultano il documento di capire la filosofia progettuale adottata ed i principali parametri scelti;
- ✓ riferimenti normativi adottati;
- ✓ materiali utilizzati per la progettazione dei manufatti.
- ✓ **Carichi.**
- ✓ Schemi statici e criteri di calcolo.
- ✓ **Sezioni.**
- ✓ Informazioni geometriche della singola trave.
- ✓ **Sollecitazioni.**
- ✓ Diagrammi e valori di Momenti e Tagli di prima e di seconda fase.
- ✓ **Verifiche.** Dimensionamento e verifiche delle travi PREM agli SLU ed agli SLE. Per ciascuna travata calcolata con il programma RET viene prodotto il report di dimensionamento e verifica, così come descritto nel § 5.
- ✓ **Configurazione d'armatura.**
- ✓ Descrizione di dettaglio, grafica ed alfanumerica, di tutte le armature di ciascuna Trave PREM.