# **TUTORIAL DI SARGON**

### Conoscere il programma in modo guidato



### Tutorial 5 Verifica automatica di travi e bielle (avanzata)

Gennaio 2014 - Rev. 1



www.castaliaweb.com info@castaliaweb.com tel. +39 (0)2 266 81 083 fax +39 (0)2 26681876 Via Pinturicchio, 24 20133 Milano, Italy

© 2013 – Castalia s.r.l. – All rights reserved

PARTE	1: INTRODUZIONE AL TUTORIAL4
1.1	SCOPO DEI TUTORIAL DI SARGON
1.2	LIMITAZIONI
1.3	IL CONTENUTO DI QUESTO TUTORIAL
1.4	PRINCIPALI COMANDI UTILIZZATI IN QUESTO TUTORIAL
PARTE	2: IL MODELLO FEM7
PARTE	3: ANALISI STATICA LINEARE10
PARTE	4: VERIFICHE AUTOMATICHE11
4.1	Generalità11
4.2	IMPOSTAZIONE DELLE VERIFICHE
4.3	ESECUZIONE DELLE VERIFICHE
4.4	ANALISI DEI RISULTATI
4.5	APPROFONDIMENTI: VERIFICA DI SEZIONI IN CLASSE 3 E 4; VERIFICHE UTENTE

### PARTE 1: INTRODUZIONE AL TUTORIAL

#### 1.1 Scopo dei tutorial di Sargon

Lo scopo dei tutorial di Sargon è di **aiutare l'utente a familiarizzare con il programma** attraverso un **percorso guidato**.

La sequenza delle operazioni segue un filo logico chiaro e lineare, che l'utente è invitato a seguire passo per passo. **Suggeriamo quindi di eseguire in tempo reale** ciò che viene spiegato, in modo da prendere dimestichezza con i comandi principali e con le operazioni più frequenti. In questo modo, sarà poi più facile approfondire gli aspetti ritenuti più rilevanti sulla base delle proprie esigenze progettuali, grazie alle informazioni dettagliate presenti nella **guida** del programma e nelle **videolezioni** gratuite presenti sul nostro sito web (www.castaliaweb.com, nell'area dedicata alla *Validazione*).

**Nota:** nel testo sono presenti note e suggerimenti, evidenziati in riquadri come questo. Si tratta di piccoli approfondimenti che il lettore può anche tralasciare in una prima lettura, oppure leggere senza eseguire le operazioni eventualmente indicate.

#### 1.2 Limitazioni

Poiché l'obiettivo è fornire una **panoramica generale** delle operazioni necessarie alla creazione, all'analisi e alla verifica dei modelli, in questo contesto non si affrontano nel dettaglio aspetti legati a funzionalità o comandi specifici, per i quali si rimanda alle **videolezioni** o alla **guida** del programma. Nei tutorial sono comunque presenti note di approfondimento e suggerimenti, quando necessario.

Per ragioni di semplicità e chiarezza, i modelli utilizzati in questi tutorial <u>non</u> hanno lo scopo di essere realistici da un punto di vista progettuale, bensì quello di esemplificare le procedure e le modalità di lavoro con il programma.

#### 1.3 Il contenuto di questo tutorial

In questo tutorial vengono affrontati i seguenti temi:

- Preparazione avanzata del modello per l'esecuzione delle verifiche automatiche di resistenza e stabilità delle travi e bielle in accordo alla normativa scelta;
- Analisi dei risultati.

#### 1.4 I principali comandi utilizzati in questo tutorial

Nel presente testo, quando si fa riferimento a un comando del programma, lo si indica nel seguente formato: **[menu] – [eventuale sottomenu] – [comando]**. Inoltre, se il comando ha un bottone, viene riportata la sua immagine. I principali comandi illustrati in questo tutorial sono i seguenti.

Mesh – Superelementi – Cerca 📨

– Usa e mostra

Si rimanda al tutorial precedente per quanto concerne i seguenti comandi:

Edit – Proprietà – Beta <sup>B</sup> Edit – Seleziona – Norma **N** Post – Verifiche – Verifica <sup>CHK</sup> – Numero sezioni – Interroga ? – Inviluppo E – Resistenza **R** – Stabilità **S** – Massimo <sup>Max</sup> – Statistiche

Di seguito vengono fornite alcune linee guida generali (ma non esaustive) sulla posizione dei bottoni nell'interfaccia di Sargon.

Nella parte **sinistra** dell'interfaccia ci sono i bottoni dei comandi per la creazione del modello, per la gestione di casi, azioni e combinazioni e per la visualizzazione dei risultati.

In **alto**, subito sotto ai menu, ci sono i comandi per la gestione dei modelli (apertura, salvataggio, ecc.) per la gestione delle viste (zoom, pan, opzioni di visualizzazione, ecc.) e per la selezione degli elementi.

A **destra** ci sono i bottoni relativi ai comandi di interrogazione.

#### Buon lavoro!

Importante! Si ribadisce che in questo contesto l'obiettivo <u>NON</u> è creare modelli progettualmente significativi, bensì di spiegare in modo chiaro le procedure che si possono utilizzare e le problematiche correlate che si possono riscontrare. Per questa ragione, la modellazione può risultare incompleta o non ottimale da un punto di vista ingegneristico, al fine di evitare la ripetizione di cose già spiegate e concentrarsi su determinati temi.

### PARTE 2: IL MODELLO FEM

In questo tutorial non partiremo da zero, bensì dal modello di una struttura in acciaio già realizzato, scaricabile assieme ai tutorial stessi (il file è *Tutorial\_05.WSR*).

Avviamo Sargon.



Eseguiamo il comando File – Apri 🚔 per aprire un modello presente su disco.

Apri				<b>—</b> ×				
🔵 🔾 🖉 🕷 DATA (D:) 🕨 WSAF	RGONDEV + TUTORIAL + ITALIANO +	Modelli 👻 🖣	Cerca					
🆣 Organizza 🔹 🏢 Visualizza 🔹 📑 Nuova cartella 📀 🕐								
Collegamenti preferiti	Nome	Ultima modifica	Tipo	Dimensione				
Decktop	Tutorial_01.WSR	14/01/2014 16.37	File WSR	8 KB				
Commuter	Tutorial_02.WSR	17/01/2014 12.00	File WSR	10 KB				
Computer	Tutorial_03.WSR	17/01/2014 11.24	File WSR	47 KB				
Documenti	Tutorial_04.WSR	20/01/2014 10.36	File WSR	79 KB				
Altro »	Tutorial_05.WSR	20/01/2014 13.11	File WSR	238 KB				
Cartelle	×							
Modelli	A							
PROBLEMI								
\mu TUTORIAL								
INGLESE								
\mu ITALIANO								
🌗 Modelli	-							
Nome file: Tutorial O	SWCP		- Samon Win	dowe (* wer)				
Tutonal_0	5.W3N		• Sargori •	aona ( .mar)				
			<u>A</u> pri	Annulla				

Scegliamo la cartella dove abbiamo salvato Tutorial\_05.WSR e apriamo il modello.





Il modello è simile a quello visto nel tutorial precedente. Sono presenti 6 casi di carico e 187 combinazioni di verifica. A differenza del precedente modello, qui abbiamo suddiviso tutti gli elementi finiti in quattro parti; abbiamo quindi nodi all'interno delle membrature. Selezioniamo tutti i nodi (**Oggetti**  $\bigcirc \rightarrow nodi$ ; tutti  $\Longrightarrow$ ) per visualizzare questa suddivisione.



Il modello è stato creato quindi in modo tale che gli elementi finiti <u>NON</u> coincidano con le lunghezze di libera inflessione delle membrature "reali" (esempio a destra nell'immagine seguente). Occorre quindi definire dei *superelementi* per poter eseguire correttamente le verifiche di stabilità. Nel tutorial precedente è stato trattato il caso di sinistra, dove i superelementi non sono necessari.



**Nota:** le ragioni per cui si può decidere di suddividere una membratura in più elementi finiti sono molteplici e possono dipendere sia dalla natura della struttura che si vuole modellare, sia dal tipo di informazioni che si vogliono ottenere dalla sua analisi.

Nel nostro caso, avendo suddiviso sia le colonne che le travi, si rendono necessari sia superelementi verticali che orizzontali.

Diamo una breve definizione di superelemento, citando la guida di Sargon:

"Un superelemento non è un vero e proprio elemento finito, bensì una **riunione di elementi finiti di tipo trave**. La necessità di introdurre i superelementi deriva dalla necessità di eseguire le verifiche di stabilità su membrature modellate con più elementi finiti. Si pensi ad una colonna di interpiano modellata con quattro elementi: la verifica a stabilità sul singolo elemento non ha senso: occorre verificare il superelemento composto dai quattro elementi in questione."

Il superelemento si rende necessario proprio perché la verifica di stabilità va fatta sull'intera lunghezza di libera inflessione; quando questa è ripartita su più elementi finiti, il superelemento la ripristina.

Ai superelementi vanno assegnati gli opportuni **coefficienti di libera inflessione** ( $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ ), analogamente a quanto abbiamo visto nel tutorial precedente per le travi.

Il superelemento non ha quindi alcun impatto sui risultati delle analisi della struttura, né sulle verifiche di resistenza (che sono eseguite a livello di singola sezione), ma solo sulle verifiche di stabilità. Per questo motivo, tratteremo l'argomento a valle dell'analisi del modello, in modo da affrontare tutti gli aspetti legati alle verifiche in un unico capitolo del tutorial.

### PARTE 3: ANALISI STATICA LINEARE

Sargon dispone di diversi solutori interni ed è interfacciato con solutori esterni. Per quanto concerne il secondo aspetto si rimanda alla documentazione del programma. I solutori interni disponibili sono:

- Analisi statica lineare
- Analisi nonlineare per nonlinearità geometrica
- Analisi nonlineare per nonlinearità di materiale
- Analisi modale
- Analisi a spettro di risposta
- Analisi di risposta in frequenza
- Analisi di buckling

Sul sito internet di Castalia (www.castaliaweb.com) sono disponibili centinaia di schede di validazione dei solutori, che includono confronti con risultati teorici e cross-check con altri programmi agli elementi finiti, quali NASTRAN e SAP2000.

In questo tutorial vedremo un esempio di analisi statica lineare, già trattato nei tutorial precedenti.

Eseguiamo il comando **File – Analizza 1**. Manteniamo le impostazioni proposte e premiamo OK. Viene lanciato il solutore CLEVER (analisi statica).

Ele Mostra Help		
Idor built up. Modos = 2376. Bondedh = 2778. Bondedh = 2778. Bondedh = 278. Arcrage baselvide = 1.8478+882. Bondedh = 2885-882. Arcrage baselvide = 1.8478+882. Food RAM strates required during serving = 1384.05 bytes. Current Percentage of Menony Used = 44 Total appells memory = 381. Mylor, Mylo		
	E' in atto la soluzione in avvati Olecca numero 1 Mancono 2161 equazioni	

Al termine dell'analisi ci viene chiesto se eseguire un controllo sulla bontà della soluzione, tramite l'applicazione **Checksolvers** di Castalia. In questa sede clicchiamo NO.

La struttura è stata analizzata e ora possiamo visualizzare (spostamenti, azioni interne, ecc.; argomento già trattato nei precedenti tutorial) ed eseguire le verifiche automatiche.

### PARTE 4: VERIFICHE AUTOMATICHE

#### 4.1 Generalità

Sargon dispone di diversi moduli per l'esecuzione delle verifiche automatiche di resistenza e stabilità degli elementi finiti (beam e truss) in accordo a varie normative, che sono:

#### <u>Acciao</u>

EC3 - NTC2008					
AISC-ASD ed LRFD					
BS5950					
CNR S.L.					
CNE T.A.					
CNR 10011 - 10022					

#### <u>Legno</u>

EC5 - NTC

In questa sede ci interessa **l'acciaio**, e in particolare il verificatore automatico in accordo all'Eurocodice 3 (EN-1993-1-8) e alle NTC2008, che sono coincidenti quasi esattamente. Laddove sono presenti delle differenze (ad esempio nella verifica di stabilità a pressoflessione deviata, in cui entrambe le Normative propongono due metodi di calcolo, ma solo uno è in comune) il verificatore di Sargon implementa tali differenze, lasciando all'utente la libertà di decidere quale metodo di quale norma usare.

Le verifiche di resistenza e di stabilità degli elementi aventi sezioni in **classe 1 e 2** sono svolte in modo **totalmente automatico** da Sargon.

Inoltre è possibile eseguire in modo semiautomatico le verifiche anche delle sezioni in **classe 3 e 4**, introducendo opportuni parametri di calcolo, ad esempio i valori efficaci per le sezioni in classe 4. Sargon dispone di strumenti che aiutano l'utente a calcolare i valori efficaci delle sezioni più comuni e, dal dicembre del 2013, implementa strumenti che **automatizzano** il calcolo.

Sul sito internet di Castalia (www.castaliaweb.com, nell'area dedicata alla *Validazione*) sono disponibili, oltre a quelle dei solutori, anche centinaia di schede di validazione dei verificatori, in particolare per Eurocodice 3, NTC2008 e AISC-LRFD.

#### 4.2 Impostazione delle verifiche

Come detto all'inizio, in questo modello le lunghezze di libera inflessione delle membrature sono associate a riunioni di elementi finiti. È quindi necessario utilizzare i superelementi.

Si ricorda che l'impostazione delle verifiche è già stata trattata nel tutorial precedente. Alcuni aspetti già affrontati in esso, qui verranno accennati più in sintesi. Dopo aver analizzato il modello, il quale ha un determinato numero di combinazioni di verifica, i passi da compiere prima di eseguire le verifiche automatiche sono:

- 1. Ricerca automatica dei superelementi.
- 2. Definizione dei coefficienti di libera inflessione degli elementi.
- 3. Scelta della Normativa, (con impostazione di eventuali parametri se richiesti).
- 4. Selezione degli elementi da sottoporre a verifica.

Fatto ciò, potremo eseguire le verifiche.

#### 4.2.1 Ricerca automatica dei superelementi

I superelementi vengono creati in modo automatico da Sargon, previa l'opportuna selezione di elementi finiti da parte dell'utente, secondo i criteri che ora definiremo.

In linea di principio, i superelementi potrebbero essere aggiunti uno per uno, specificando gli elementi che compongono il superelemento. L'aggiunta dei superelementi in questo modo sarebbe però molto lunga e noiosa, soprattutto se questi fossero numerosi. Pertanto Sargon implementa un metodo drasticamente più potente per aggiungere i superelementi.

Il programma cerca tutti i gruppi di elementi che soddisfano questi requisiti:

- 1. sono composti da travi selezionate;
- 2. sono allineati o quasi (un angolo superiore ad acos(0.98) comporta l'interruzione del superelemento);
- 3. lungo la fila di elementi allineati, ovvero nei nodi interni, non interviene alcun altro elemento trave o biella selezionato (piastre e membrane o molle non contano), se non quelli della fila stessa.

**Ogni gruppo di elementi che soddisfa questi requisiti diventa un superelemento** e viene aggiunto ai superelementi esistenti. Gli esempi che seguono chiariscono come far funzionare questo comando, che è molto potente.

Nell'immagine a sinistra, abbiamo selezionato tutti gli elementi beam che costituiscono la colonna, da terra fino in sommità. Non abbiamo selezionato altri elementi. Quelli selezionati soddisfano tutti i requisiti, quindi costituiscono un solo superelemento.

Nell'immagine a destra, invece, abbiamo selezionato anche degli elementi orizzontali collegati a quelli verticali. Ora il requisito (3) non è più soddisfatto dall'insieme di tutti gli elementi, ma si invididuano tre sottogruppi che, singolarmente soddisfano anche il requisito (3). Abbiamo quindi tre superelementi.



Nel caso specifico che stiamo trattando, sarà necessario selezionare <u>tutti</u> gli elementi finiti, in modo che vengano creati **superelementi sulle colonne** che vanno da piano a piano e **superelementi sulle travi** (in entrambe le direzioni) che vanno da colonna a colonna, come mostrato nell'immagine seguente.



Operativamente, quindi, selezioniamo tutte le travi (**Oggetti**  $\bigcirc \rightarrow$  *travi*; tutte  $\bowtie$ ). Eseguiamo il comando **Mesh – Superelementi – Cerca** 

Un messaggio ci avvisa del fatto che la ricerca dei superelementi elimina il contenuto del serbatoio di selezione 3. Clicchiamo SI.





Sono stati trovati (e creati) 116 superelementi. Come controllo preliminare, eseguiamo **Interroga – Generale ?** e vediamo che il nostro modello ha 464 elementi trave. Poiché nel nostro modello ogni membratura è stata suddivisa in 4 elementi e poiché abbiamo selezionato tutti gli elementi trave, ci aspettiamo esattamente 464/4=116 superelementi.

**Nota:** attraverso il comando **Mesh – Superelementi – Usa e mostra** possiamo fare in modo che i superelementi vengano considerati oppure trascurati, sia dal punto di vista del calcolo che da quello della resa grafica. Assicuriamoci che il flag sia attivo. Per una descrizione dettagliata del comando **Usa e mostra** si rimanda alla guida.

Poiché i superelementi sono sovrapposti esattamente agli elementi beam, la resa grafica deve rispondere a logiche di chiarezza della vista. Per questo motivo i superelementi **non sono visibili se non selezionati**. Li si può quindi visualizzare solo all'occorrenza, selezionandoli.

**Suggerimento:** se lo spessore dei superelementi risulta troppo piccolo, è possibile modificarlo eseguento **Mostra – Dimensioni**  $\mathbf{r}^{\mathbf{r}}$  e indicando il valore desiderato alla voce corrispondente (spessore dei superelementi).

Può risultare utile e chiaro mostrare il numero identificativo dei superelementi (anche il numero viene mostrato solo se il superelemento è selezionato). Eseguiamo **Mostra – Oggetti \*** e spuntiamo *Superelementi* nella sezione *Numerazioni*. Clicchiamo OK.

Ora, se selezioniamo tutti i superelementi (**Oggetti**  $0 \rightarrow$  *superelementi*; tutti  $2 \rightarrow$ ), vediamo il numero di ciascun superelemento, che ci permette immediatamente di notare eventuali incongruenze (ad esempio un superelemento che va dalla base alla cima, perché non abbiamo selezionato correttamente gli elementi intersecanti).

Se non l'abbiamo già fatto, eseguiamo il comando **Mostra – Oggetti** <sup>Se</sup> e rimuoviamo la spunta della casella *azioni*. In questo modo avremo una vista più chiara del modello.



#### 4.2.2 Coefficienti di libera inflessione

Ai **superelementi** vanno assegnati gli opportuni **coefficienti di libera inflessione** ( $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ ), analogamente a quanto abbiamo visto nel tutorial precedente per le travi. Inoltre, poiché l'instabilità è colta grazie ai superelementi, è opportuno **inibire la verifica di stabilità dei singoli elementi finiti**, in quanto non significativa. Per fare ciò, è sufficiente porre tutti i  $\beta$  degli elementi pari a 0.

**Nota:** in alcune situazioni particolari, ad esempio con ritegni all'instabilità torsionale posti a livelli diversi rispetto ai due assi principali di una sezione, può rendersi necessario definire **superelementi** che abbiano  $\beta_2=0$  e  $\beta_3\neq0$  per cogliere l'instabilità attorno a un asse ed **elementi** che abbiano invece  $\beta_2\neq0$  e  $\beta_3=0$  (cioè invertiti) per cogliere l'instabilità attorno all'altro asse (esempio 1 nell'immagine); in altri casi ancora, si possono anche definire due insiemi distinti di superelementi, allineati ma sfasati, per ottenere i risultati più coerenti con i ritegni (esempio 2). Infine, in casi in cui il reale comportamento dei ritegni è incerto, si possono prevedere  $\beta$  non nulli sia sugli elementi che sui superelementi, per essere a favore di sicurezza.



Con il filtro di selezione 🖸 attivo sui superelementi, selezioniamoli tutti 兰.

Eseguiamo **Edit – Proprietà – Beta** <sup>B</sup>. Nel dialogo che segue, dobbiamo definire 3 coefficienti Beta, vale a dire i 3 coefficienti di libera inflessione, già descritti nel tutorial precedente. Li ricordiamo brevemente:

- $\beta_1$ : coefficiente di libera inflessione per svergolamento (instabilità latero-torsionale).
- $\beta_2$ : coefficiente di libera inflessione per instabilità flessionale attorno all'asse locale 2.
- $\beta_3$ : coefficiente di libera inflessione per instabilità flessionale attorno all'asse locale 3.

Coefficienti di libera inflessione							
1	Beta 1	1	Beta 2	1	Beta 3		
Beta 1: svergolamento (instabilità latero torsionale). Beta 2 e 3 instabilità							
	OK		35	Car	ncel		

Ai superelementi assegniamo ad esempio  $\beta$  unitari. ( $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 1$ ). Premiamo OK per assegnarli a tutti i superelementi selezionati.

Deselezioniamo tutti i superelementi. Attiviamo la selezione di Travi e Bielle <u>selezioniamole tutte</u>. Eseguiamo **Edit – Proprietà – Beta** <u>B</u>.

Coefficienti di libera inflessione							
0	Beta 1	0	Beta 2	0	Beta 3		
Beta 1: svergolamento (instabilità latero torsionale). Beta 2 e 3 instabilità							
	OK		36	Ca	ncel		

Come detto, agli elementi beam assegniamo  $\beta$  nulli. ( $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$ ). Premiamo OK per assegnarli a tutti gli elementi selezionati.

Nota: controlliamo in basso a destra che siano selezionate solo le travi (B) e non i superelementi (Su). N=0 T=0 B=464 M=0 P=0 Sp=0 So=0 Su=0

In questo modo, la verifica di **resistenza** verrà effettuata sugli **elementi**, mentre la verifica di **stabilità** verrà effettuata sui **superelementi**.

#### 4.2.3 Scelta della Normativa

Eseguiamo **Edit – Seleziona – Norma N**. Utilizzeremo EC3/NTC2008, che richiede la definizione di alcune impostazioni.

Norma						×
CNR LS	<b>CNR</b>	CNR 10011 10022	AISC	EC3 NTC Bs 5950	EC5 NTC	AISC LRFD
				Imposta	Imposta	
			DK	Cancel		

Abbiamo già trattato le impostazioni nel tutorial precedente. Ora manteniamo i default e premiamo OK.

#### 4.2.4 Selezione degli elementi da verificare

La verifica automatica viene **eseguita solo sugli elementi selezionati**. È quindi possibile escludere elementi che non si vuole verificare (ad esempio, elementi beam rigidi fittizi utilizzati ai fini della modellazione, oppure elementi verificati separatamente, ecc.). **Non è necessario selezionare i superelementi**: essi inclusi automaticamente nelle verifiche se sono selezionati tutti gli elementi beam che li costituiscono (e se **Mesh – Superelementi – Usa** e mostra è attivo).

Nel nostro caso eseguiremo la verifica su tutti gli elementi beam, che abbiamo già selezionato in precedenza. Se così non fosse, selezioniamoli ora (Filtro *Travi e bielle attivo*, tutte .). Saranno quindi inclusi anche tutti i superelementi.

#### 4.2.5 Ulteriori impostazioni

Abbiamo già visto nel tutorial precedente come modificare il numero di campionamenti con il comando **Post – Verifiche – Numero sezioni** 

#### 4.3 Esecuzione delle verifiche

Per effettuare le verifiche automatiche, eseguiamo **Post – Verifiche – Verifica** <sup>CHK</sup>. Il tempo di esecuzione delle verifiche dipende dalla complessità del modello (numero di

elementi da verificare, numero di combinazioni, dal numero di campionamenti lungo gli elementi finiti, ecc.).



Al termine delle verifiche, che in questo caso richiedono pochissimi secondi, sono disponibili i comandi per la visualizzazione dei risultati.

#### 4.4 Analisi dei risultati

I comandi per visualizzare e gestire i risultati delle verifiche automatiche (menu **Post**, sottomenu **Verifiche**) sono già stati spiegati nel tutorial precedente. Vediamo ora solo le differenze di interpretazione dei risultati nel caso in cui siano presenti dei superelementi.

Poniamoci in una combinazione, ad esempio l'ultima (la 187) con **1** o **2**. Visualizziamo i risultati delle verifiche di **Resistenza R** nella combinazione corrente.



Vediamo che le verifiche di resistenza, essendo verifiche a livello di sezione, possono dare luogo a coefficienti di sfruttamento diversi su elementi appartenenti alla stessa membratura. Questo avviene perché le azioni interne non sono costanti lungo lo sviluppo di una membratura.



Mostriamo ora i risultati relativi alle verifiche di Stabilità S, nella stessa combinazione.

Vediamo che non ci sono "salti" di coefficiente di sfruttamento all'interno della stessa membratura. Questo avviene perché la corretta definizione dei superelementi fa sì che a tutti gli elementi beam associati al superelemento venga associato il coefficiente di sfruttamento calcolato sull'intera lunghezza di libera inflessione.

Nota: un superelemento può essere composto anche da elementi finiti aventi forma sezionale diversa. In questo caso, ai fini delle verifiche di stabilità del superelemento vengono considerate le proprietà sezionali minori (e ciò a favore di sicurezza). Per le verifiche di resistenza, invece, per ogni elemento vengono considerate le relative proprietà sezionali.

<u>Importante!</u> Il progettista ha il compito di valutare la bontà dei risultati delle verifiche automatiche eseguento un numero opportuno di test indipendenti a campione. Si veda il documento *"Criteri di validazione per Sargon"*, facente parte della documentazione del programma.

#### 4.5 Approfondimenti: verifica di sezioni in classe 3 e 4; verifiche utente

In questo tutorial, così come nel precedente, abbiamo utilizzato profili in **classe 1 o 2**. In questo caso, le verifiche di resistenza sono **completamente automatiche**.

Per sezioni standard, Sargon esegue automaticamente anche le verifiche di profili in **classe 3** (verifiche puntuali con il criterio di Von Mises.

Sargon consente anche di calcolare sezioni in **classe 4**. Per fare ciò, necessità dei **valori efficaci** delle sezioni. Questi possono essere introdotti in due modi: possono essere inseriti manualmente dall'utente, se li conosce già (dati sperimentali, calcoli indipendenti, ecc.) oppure il programma li può calcolare su richiesta, per profili standard. Nel primo

caso, il programma sfrutta un **database di sezioni personalizzate** (le *verifiche utente*) per eseguire le verifiche; nel secondo caso, una specifica funzionalità del programma consente di calcolare in modo automatico i valori efficaci dei tipi di profili mostrati nelle immagini seguenti. Dopo che l'utente ha richiesto questo calcolo (descritto nella guida), il programma è in grado di verificare le sezioni in classe 4 interessate.



Si è parlato di **verifiche utente**. Questa funzionalità consente di decidere i criteri di verifica di qualsiasi forma sezionale. È infatti possibile definire le modalità di calcoli di:

- **profili non standard**, anche di forma molto strana, altrimenti non calcolabili (per alcune classi o per tutte);
- profili comunque **calcolabili** senza intervento dell'utente, ma che in ogni caso si vogliono verificare in accordo a **criteri particolari**.

In accordo alle proprie esigenze, l'utente può gestire indipendentemente database distinti, utilizzati da diverse normative (ad esempio, EC3DATA.txt, AISCDATA.txt, ecc. che si trovano nella cartella di installazione di Sargon). I suddetti file di testo possono essere modificati direttamente, con *Blocco N*ote o *WordPad*, oppure in modo guidato tramite l'interfaccia di Sargon.

**Nota:** per una trattazione generale dell'argomento, per informazioni sui criteri di classificazione implementati e per la gestione delle verifiche utente si rimanda alla guida del programma, alle voci "Guida tecnica alle verifiche" (con annessa sezione EC3 – verifiche utente) e "La classificazione via EC3 di profili a l sottoposti a sollecitazioni miste".