Research Fund for Coal & Steel

Fire Behavior of Steel and Composite Floor Systems

Gli studi numerici parametrici

Indice della presentazione

- **Obiettivi dello studio parametrico**
- **Modelli numerici ad elementi finiti**
- **Validazione dei modelli numerici**
- **Aspetti caratteristici degli studi parametrici**
- **Risultati degli studi parametrici**
- **Conclusioni**

Obiettivi dello studio parametrico

- **Obiettivo**
  - Estendere le verifiche del metodo di calcolo semplificato al suo completo dominio di applicazione. Nell'attuale approccio dell'ingegneria della sicurezza in caso di incendio, tale verifica può essere condotta mediante uno studio numerico parametrico basato sull'applicazione dei modelli di calcolo avanzato, in cui alcune caratteristiche specifiche, come l'inflessione limite del solaio e l'allungamento delle armature di acciaio, possono essere facilmente controllate.
- **Background**
  - FRACOF (Test 1) - COSSFIRE (Test 2) test a scala reale con incendio standard
  - FICEB (Test 3) test a scala reale con incendio reale e travi alveolari

Obiettivi dello studio parametrico

Modelli numerici ad elementi finiti

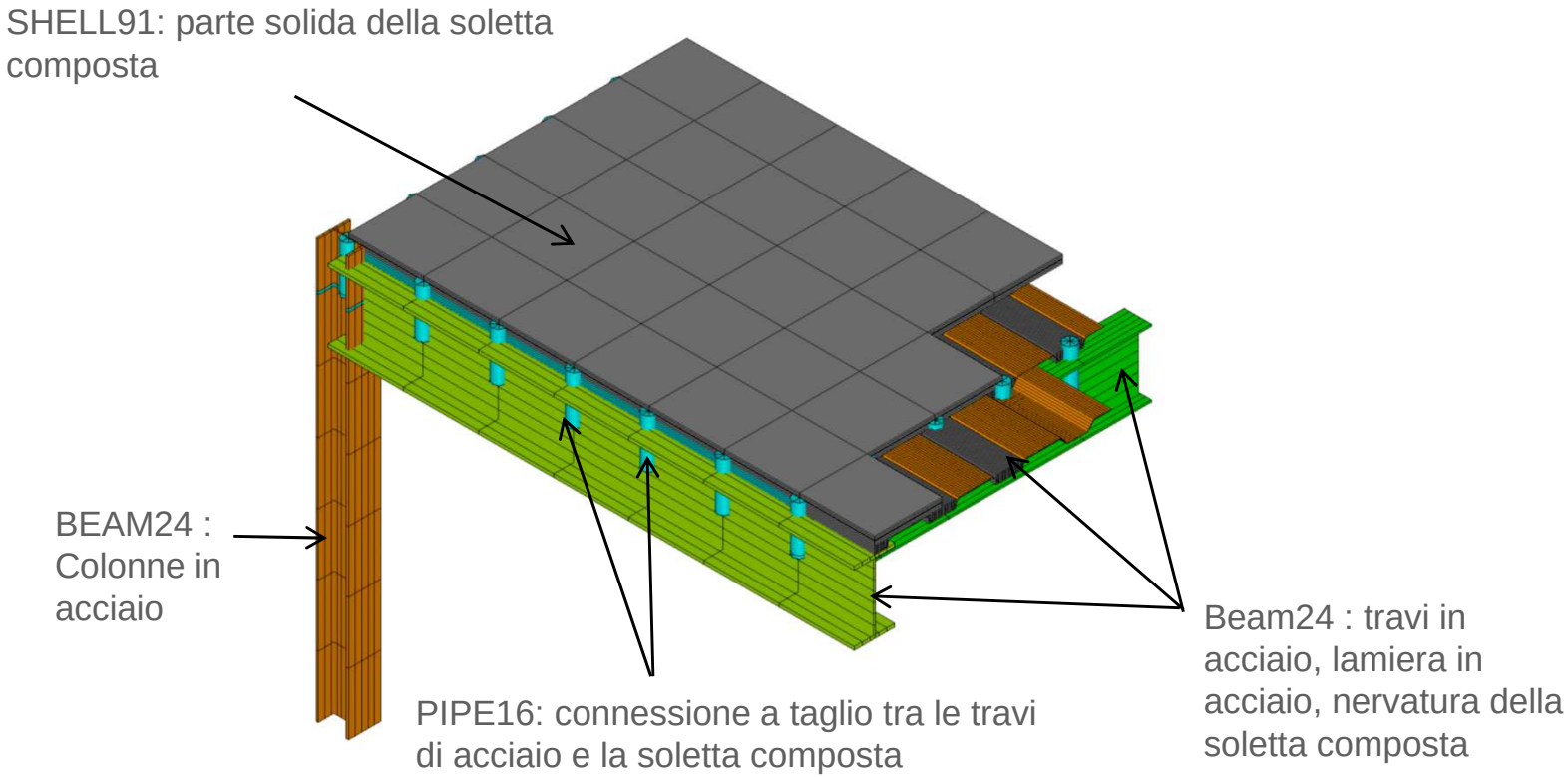
Validazione dei modelli numerici

Aspetti caratteristici degli studi parametrici

Risultati degli studi parametrici

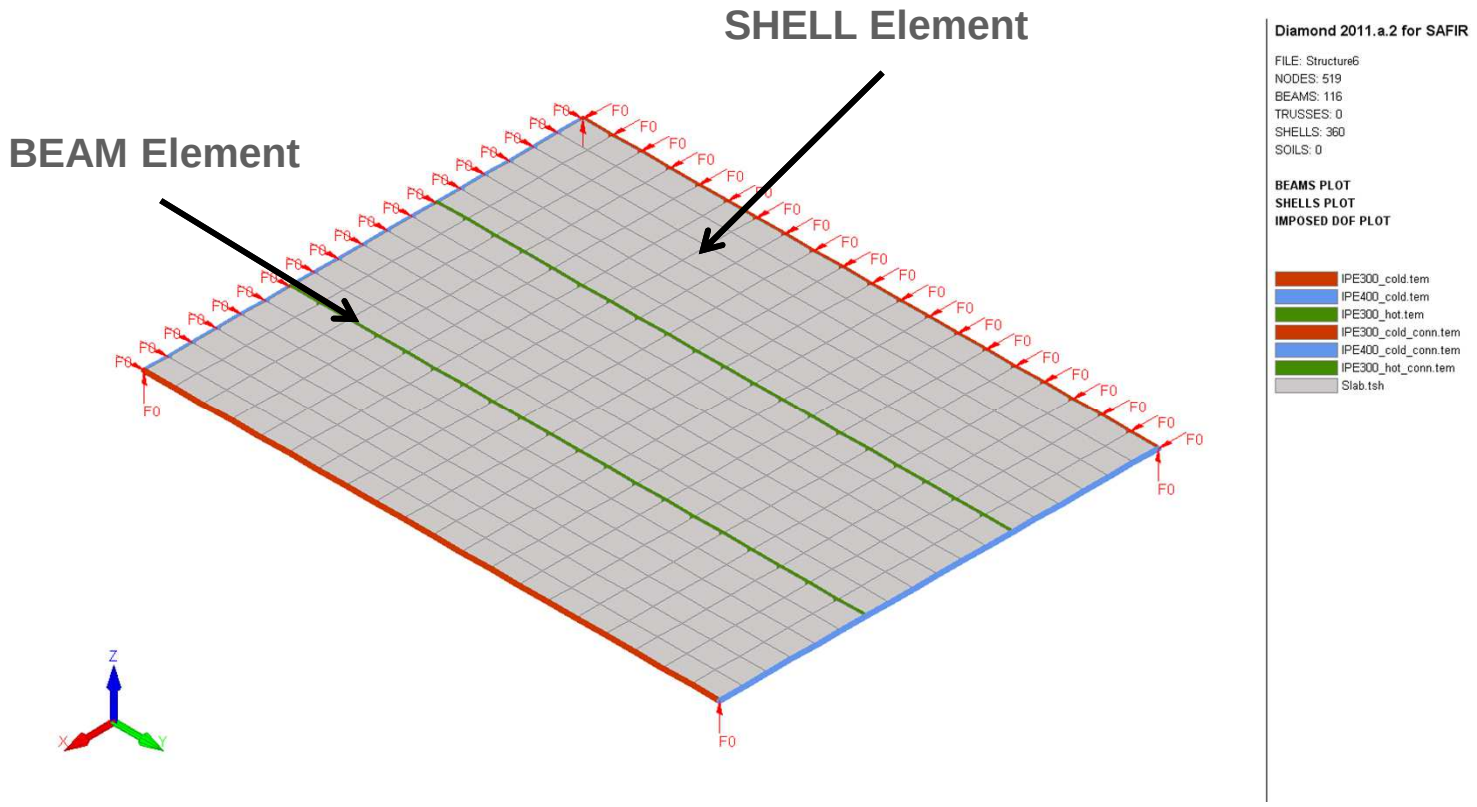
Conclusioni

- **Modello numerico: ANSYS**



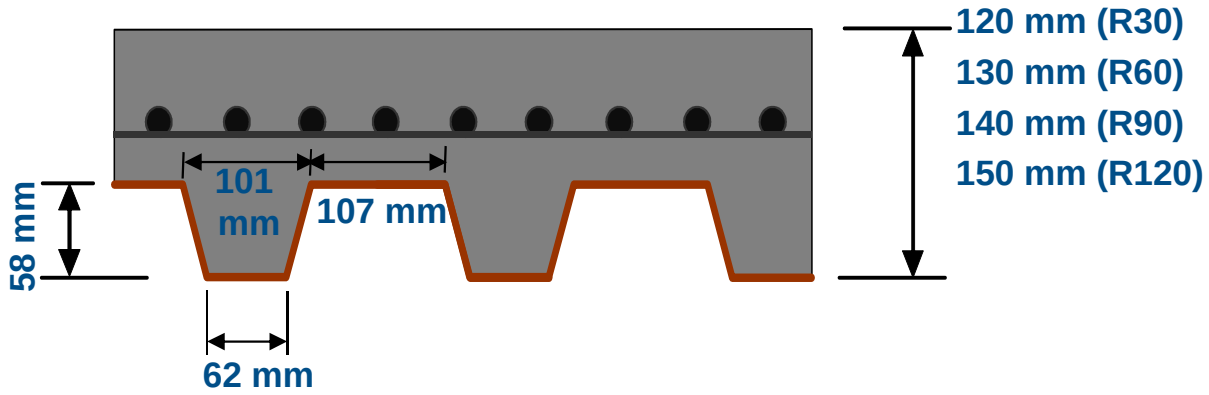
Modelli numerici ad elementi finiti

- **Modello numerico: SAFIR**



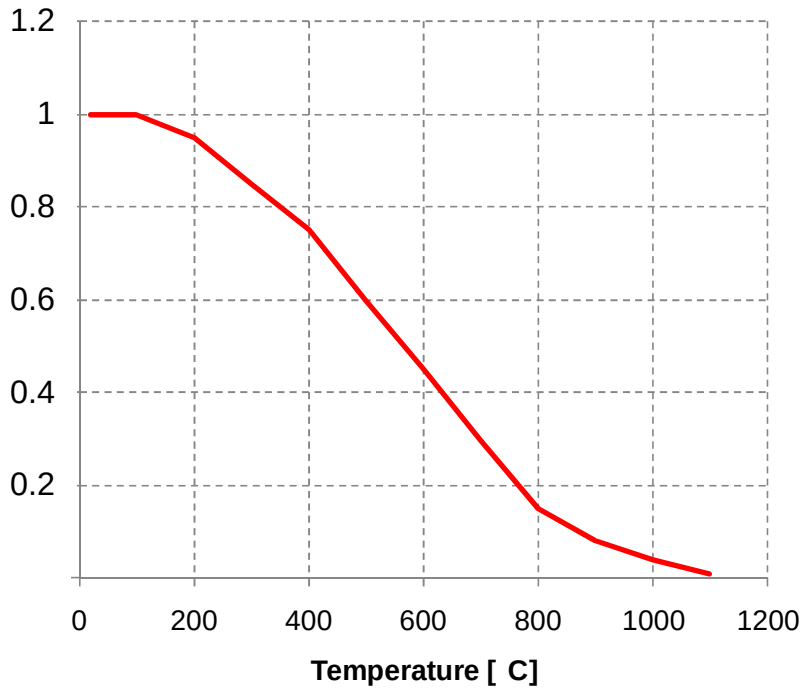
Proprieta' del solaio composto

- **AcciaioS235**
- **COFRAPLUS60 Proflato trapezoidale della lamiera grecata**
- **Calcestruzzo C30/37**
- **Rete di acciaio di armatura di grado di acciaio S500**



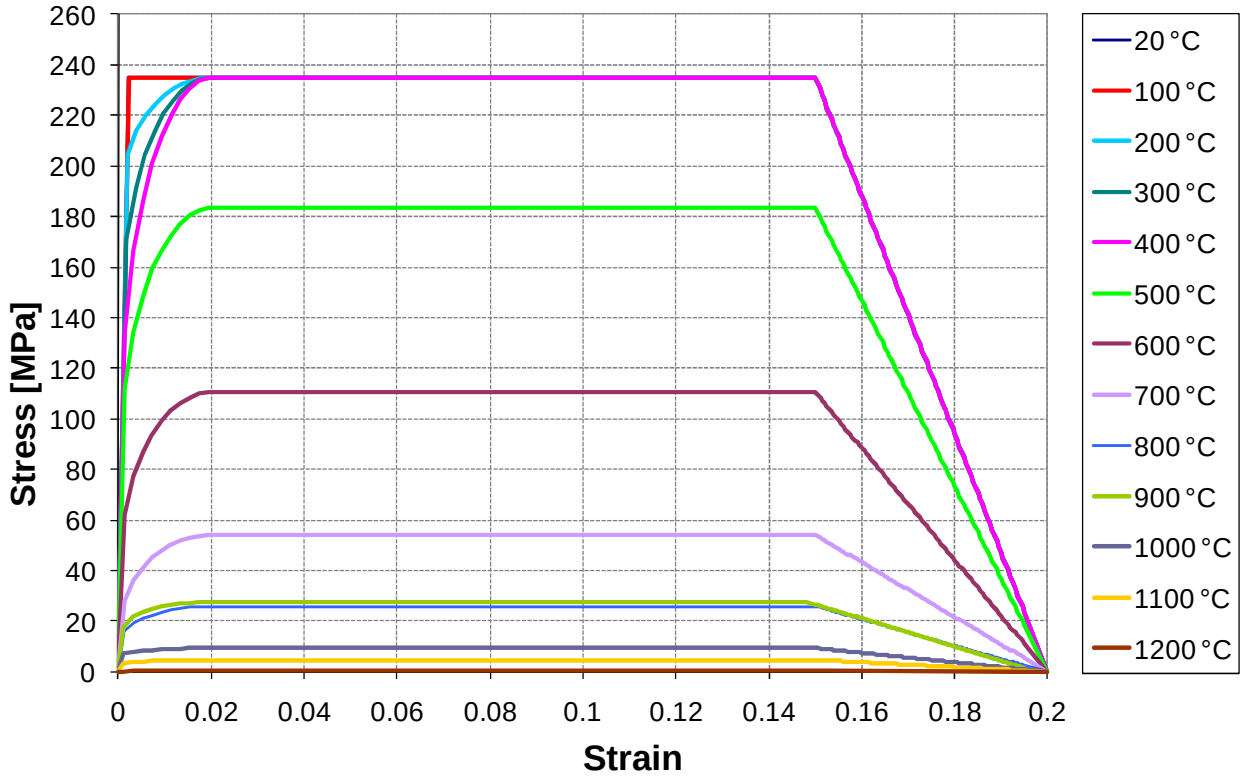
Proprietà termo-meccaniche (1/2)

- **Proprieta' termo-meccaniche del materiale Calcestruzzo:**
  - Proprieta' termiche dal EC4-1.2
  - Peso specifico in accordo con quanto riportato nel EC4-1.2
  - Criterio di plasticita' Drucker-Prager
  - Fattore di riduzione (EC4-1.2):



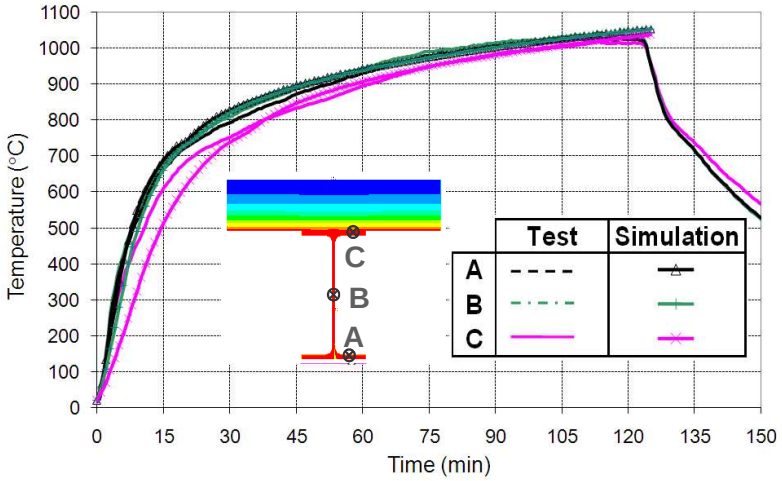
Proprietà termo-meccaniche (2/2)

- **Proprieta' termo-meccaniche del materiale acciaio:**
  - Proprieta' termiche dal EC3-1.2
  - Peso specifico (ρ_a = 7850 kg/m^3)
  - Relazione tensioni-deformazioni:

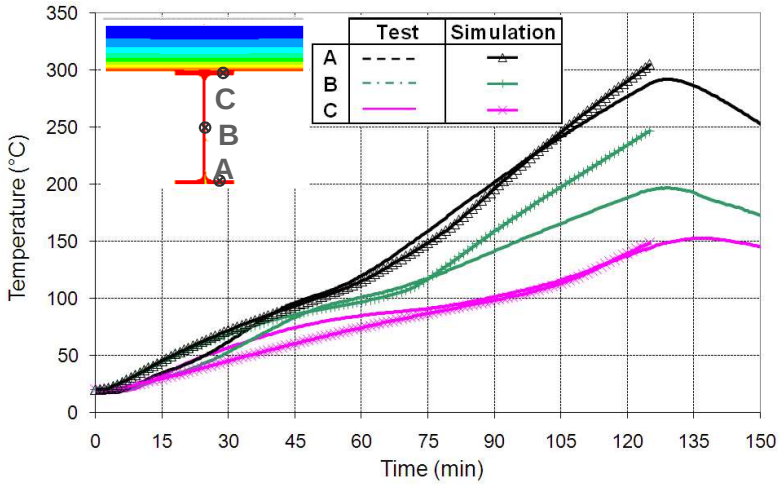


Validazione del modello numerico ANSYS vs Test 1 (1/2)

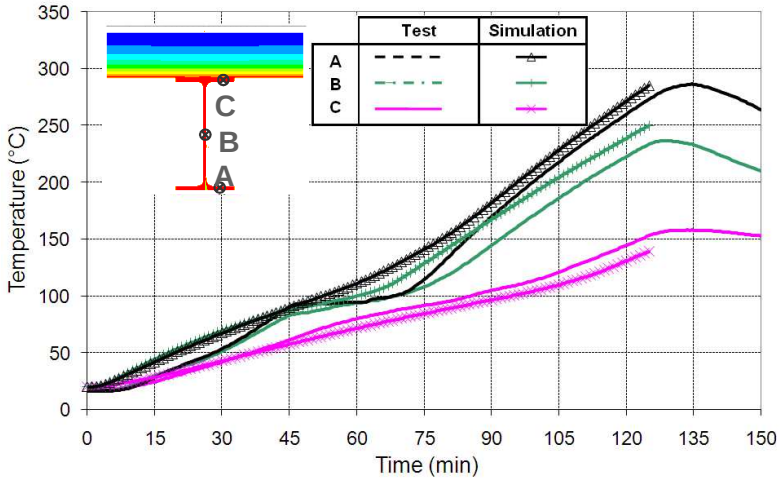
- **Confronto delle temperature (Analisi termiche)**



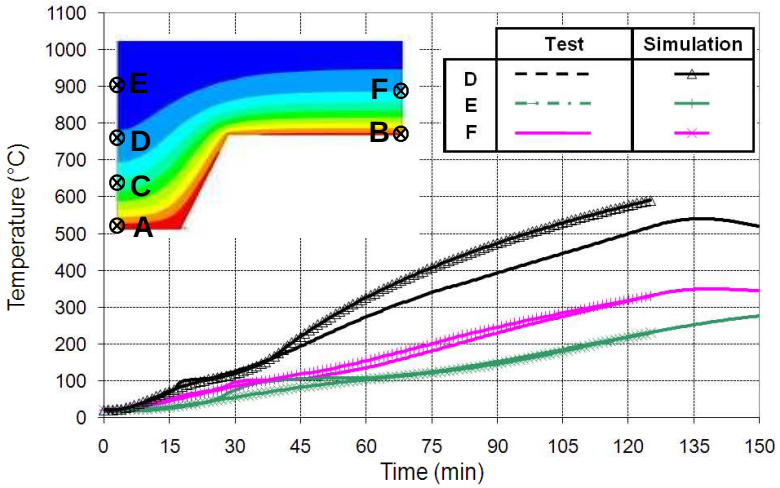
Travi secondarie non protette



Travi secondarie protette



Travi principali protette



Soletta composta

Validazione del modello numerico ANSYS vs Test 1 (2/2)

Obiettivi dello studio parametrico

Modelli numerici ad elementi finiti

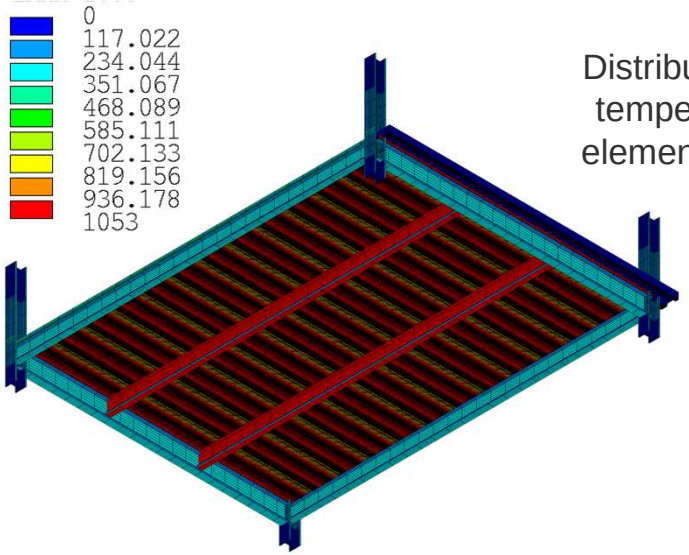
Validazione dei modelli numerici

Aspetti caratteristici degli studi parametrici

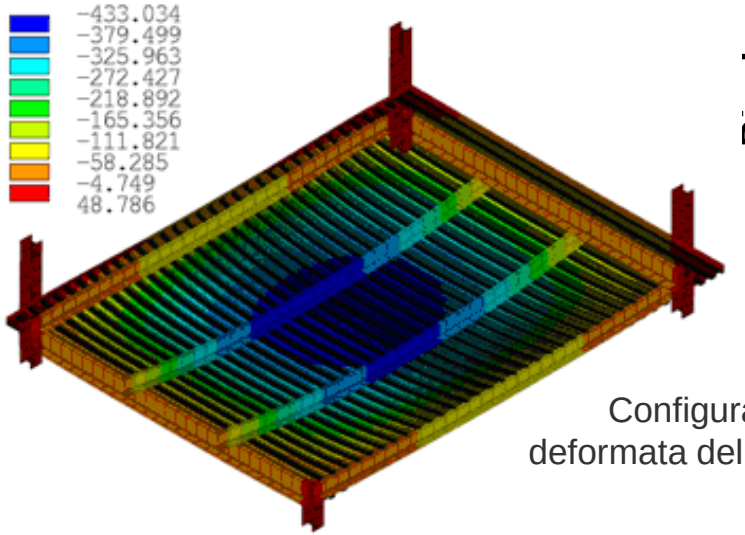
Risultati degli studi parametrici

Conclusioni

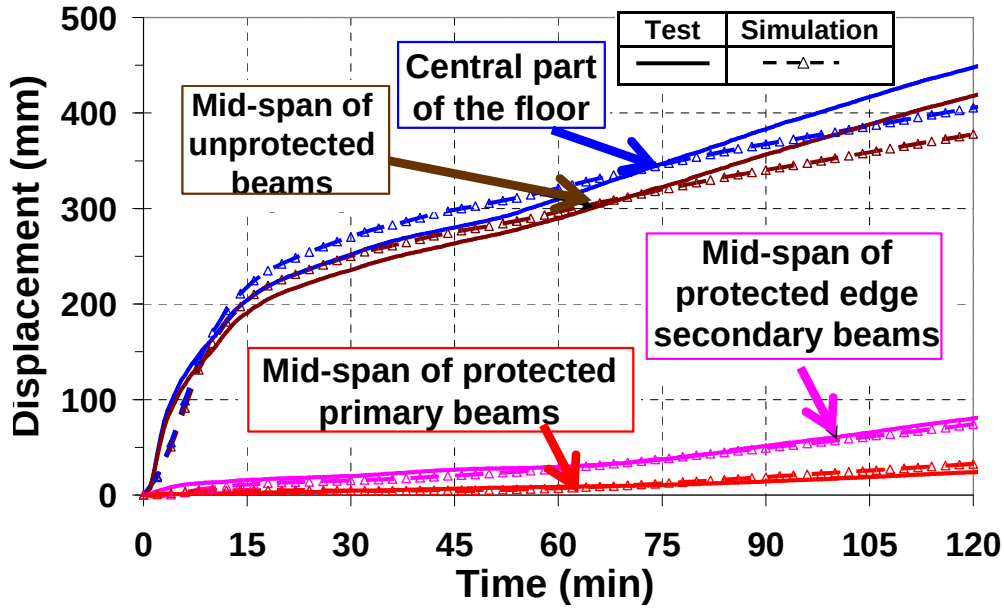
- **Confronto delle inflessioni, t= 120 min (Analisi strutturali)**



Distribuzione della temperatura negli elementi strutturali

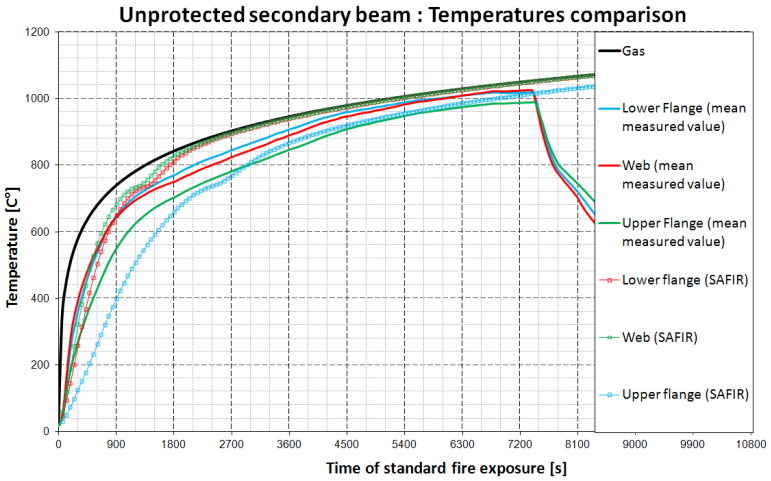


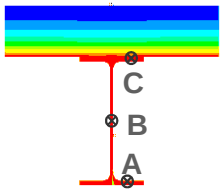
Configurazione deformata del solaio



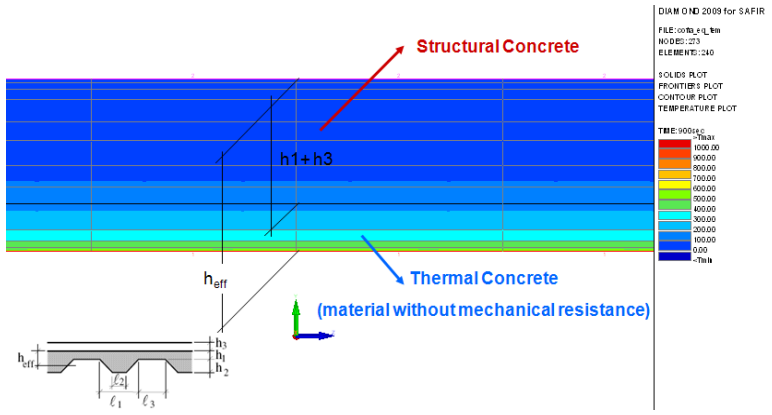
Validazione del modello numerico SAFIR vs Test 1 (1/2)

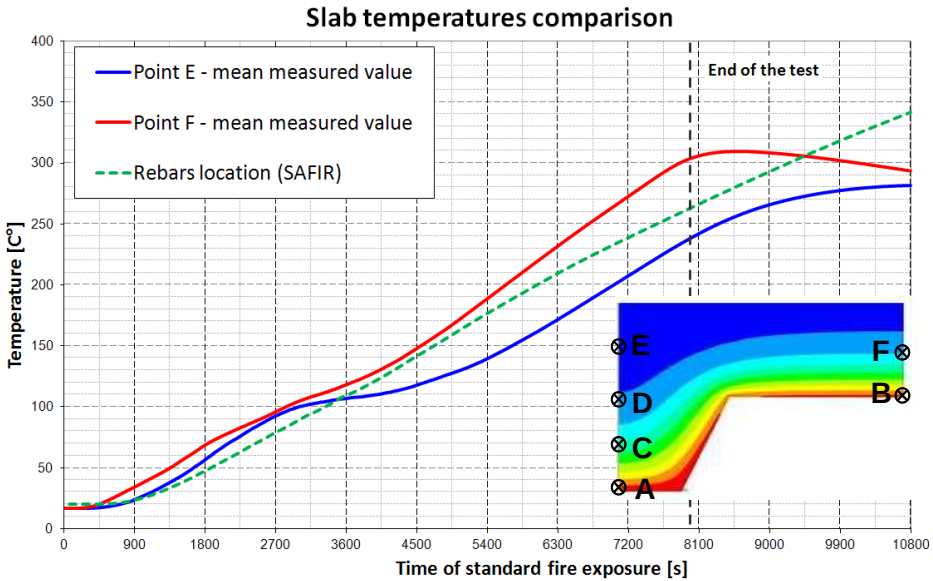
- **Confronto delle temperature (Analisi termiche)**





Travi secondarie non protette





Soletta composta

Validazione del modello numerico SAFIR vs Test 1 (2/2)

Obiettivi dello studio parametrico

Modelli numerici ad elementi finiti

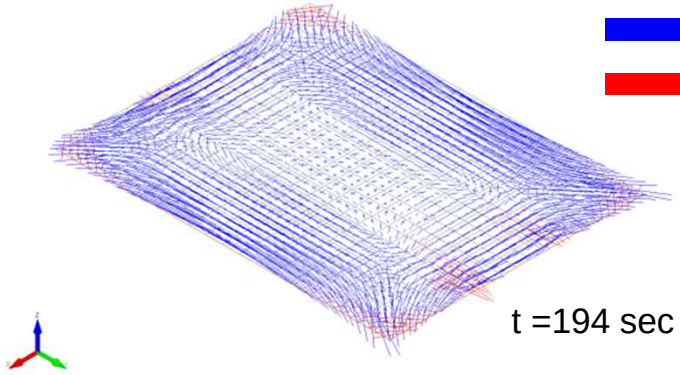
Validazione dei modelli numerici

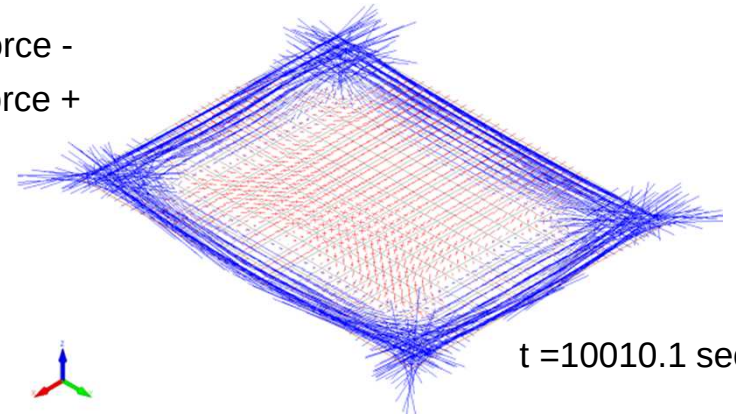
Aspetti caratteristici degli studi parametrici

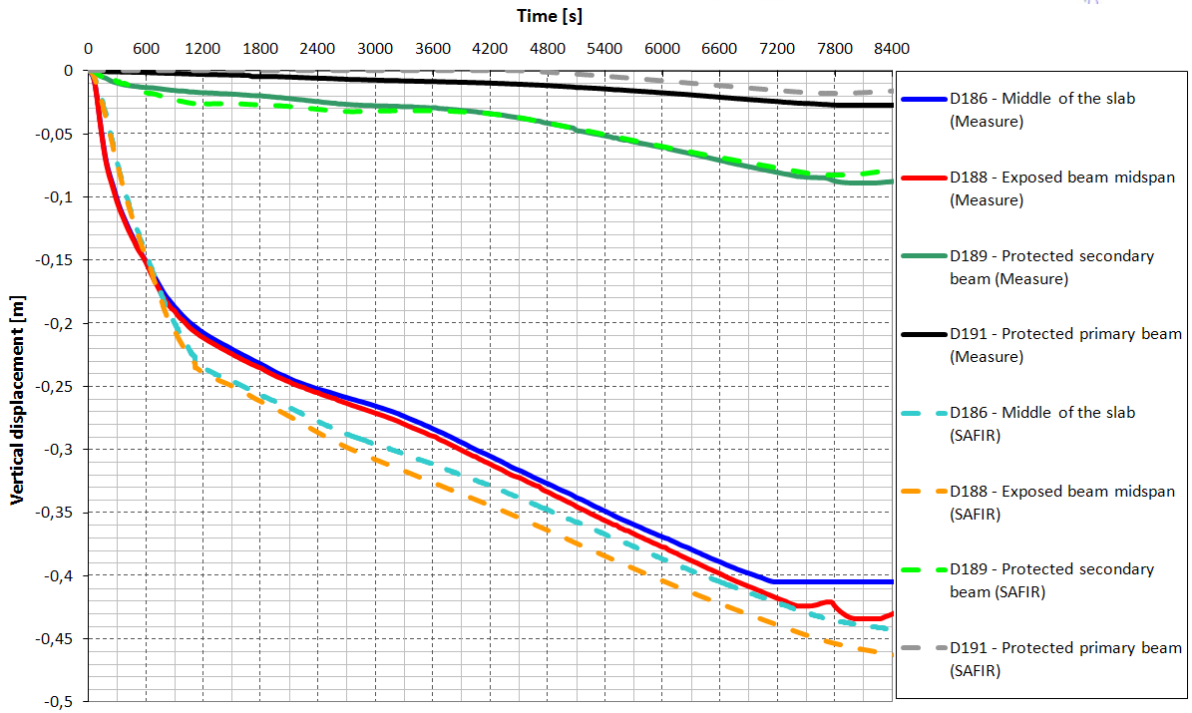
Risultati degli studi parametrici

Conclusioni

- **Confronto delle inflessioni (Analisi strutturali)**

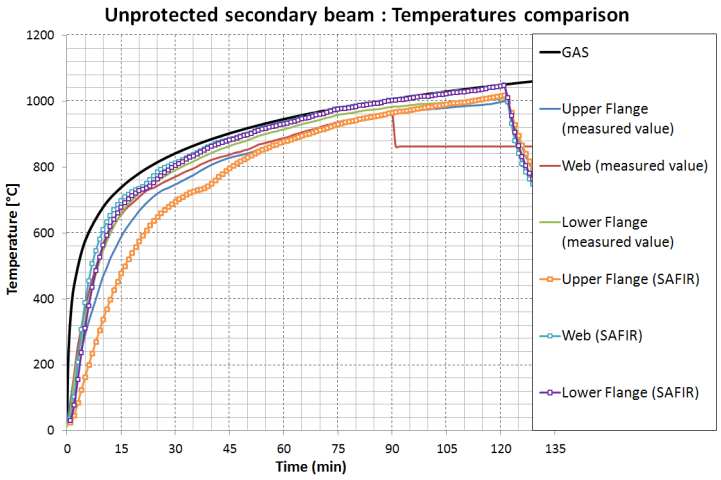




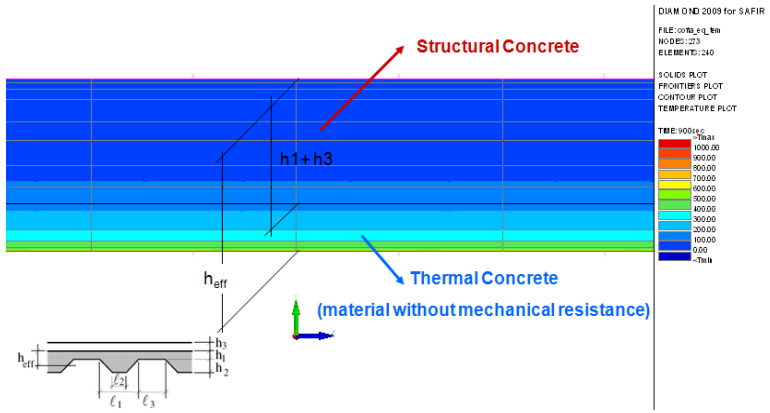


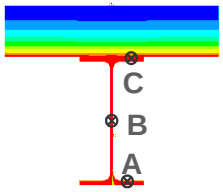
Validazione del modello numerico SAFIR vs Test 2 (1/2)

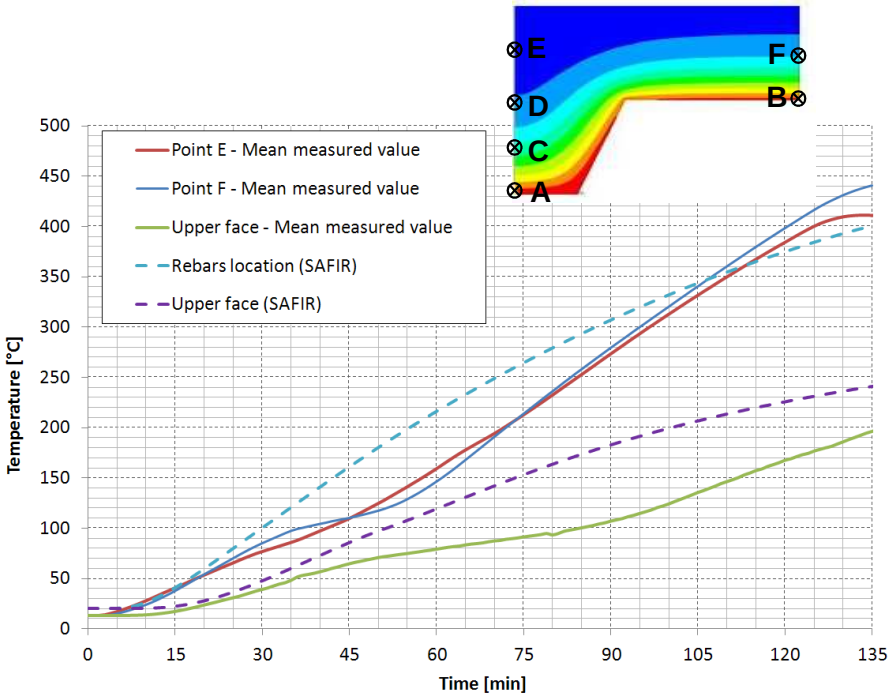
- **Confronto delle temperature (Analisi termiche)**



Travi secondarie non protette







Soletta composta

Validazione del modello numerico SAFIR vs Test 1 (2/2)

Obiettivi dello studio parametrico

Modelli numerici ad elementi finiti

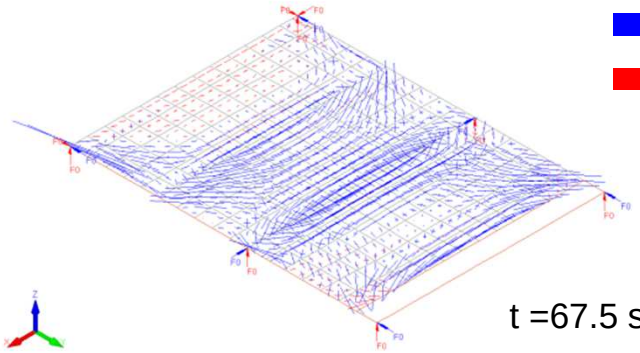
Validazione dei modelli numerici

Aspetti caratteristici degli studi parametrici

Risultati degli studi parametrici

Conclusioni

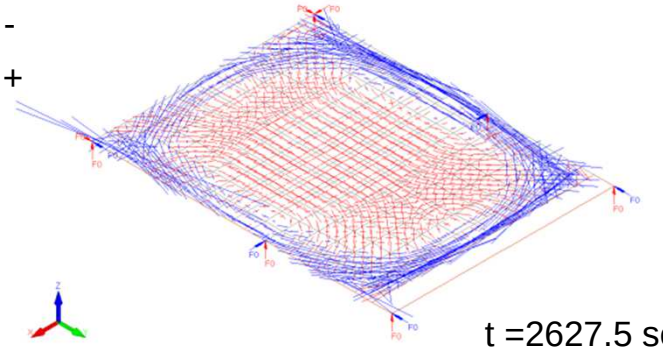
- **Confronto delle inflessioni (Analisi strutturali)**



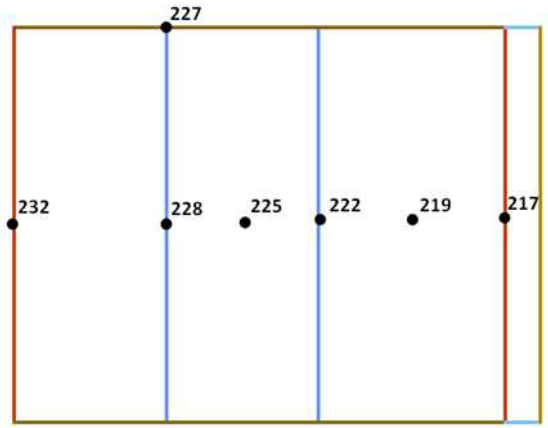
Membrane Force -

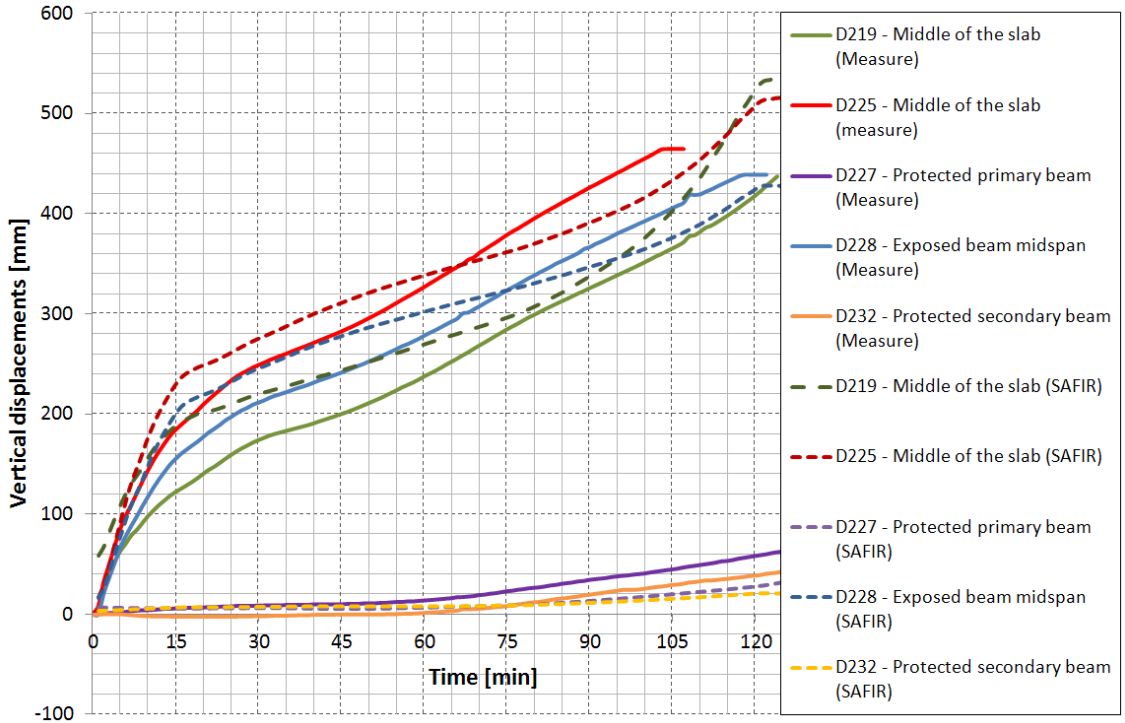
Membrane Force +

t =67.5 sec



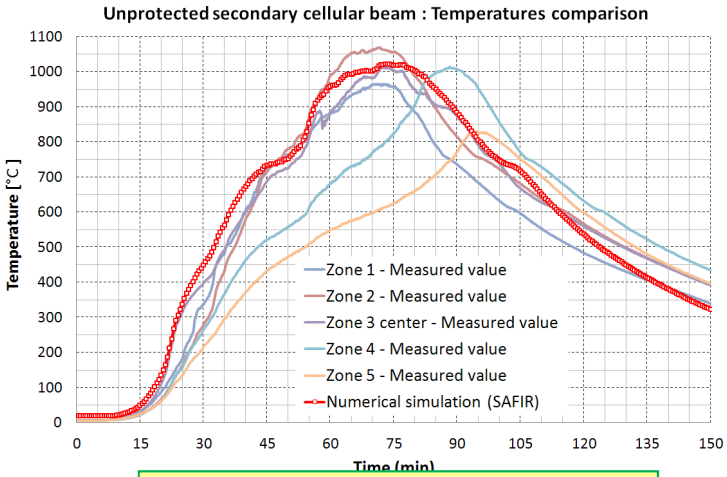
t =2627.5 sec



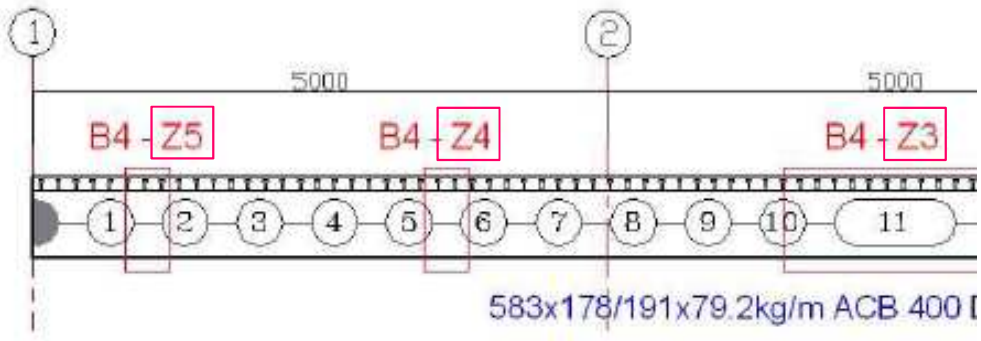


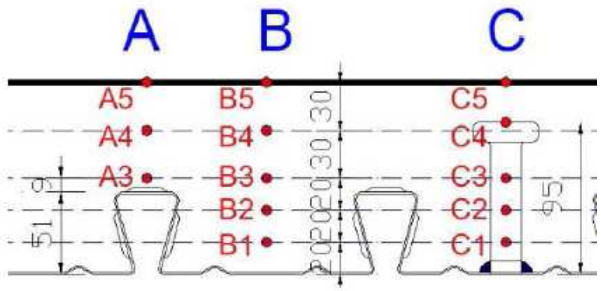
Validazione del modello numerico SAFIR vs Test 3 (1/3)

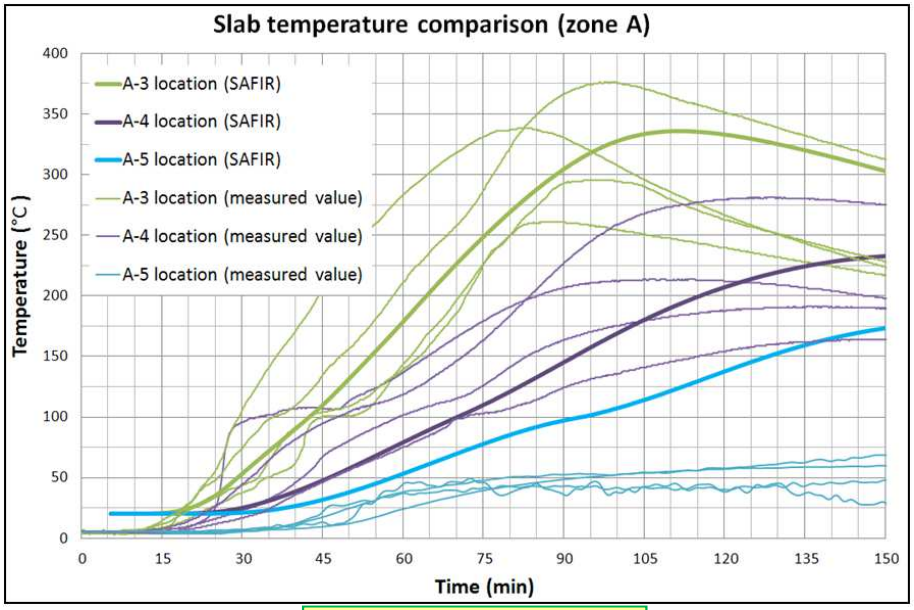
- **Confronto delle temperature (Analisi termiche)**



Travi secondarie non protette



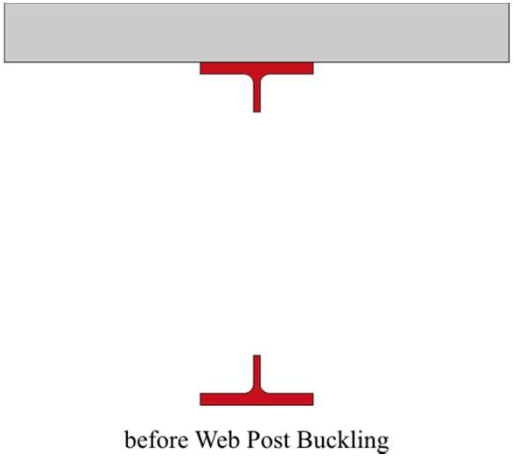


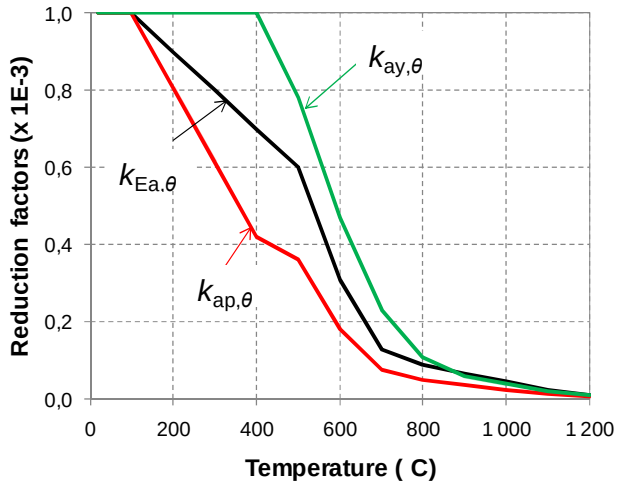


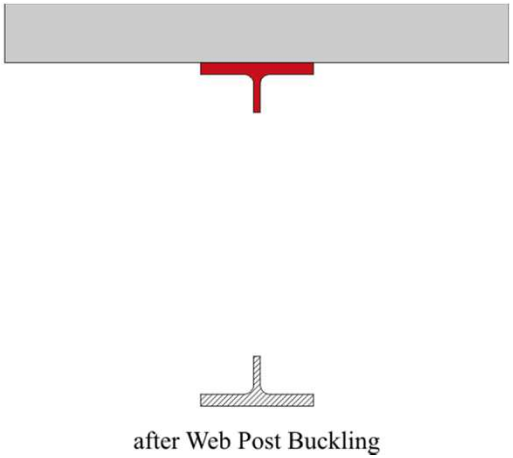
Soletta composta

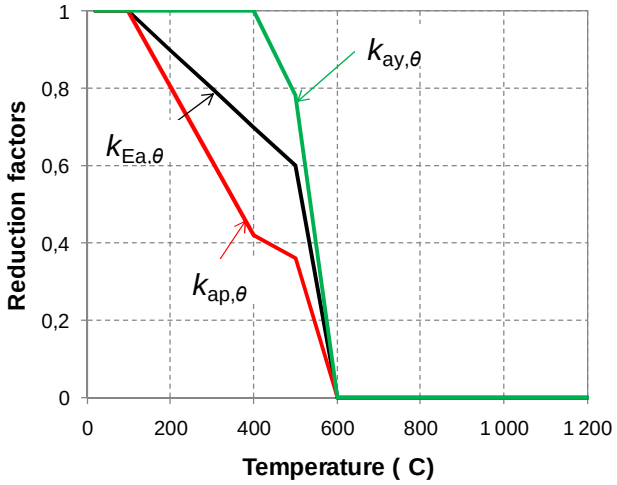
Validazione del modello numerico SAFIR vs Test 3 (2/3)

- **Modellazione dell'instabilita' dell'anima della trave**



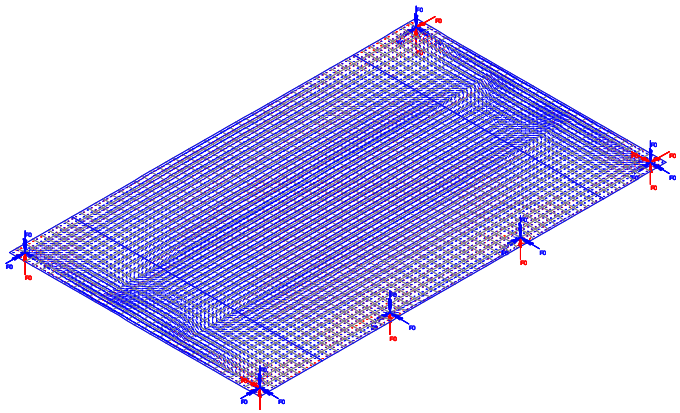




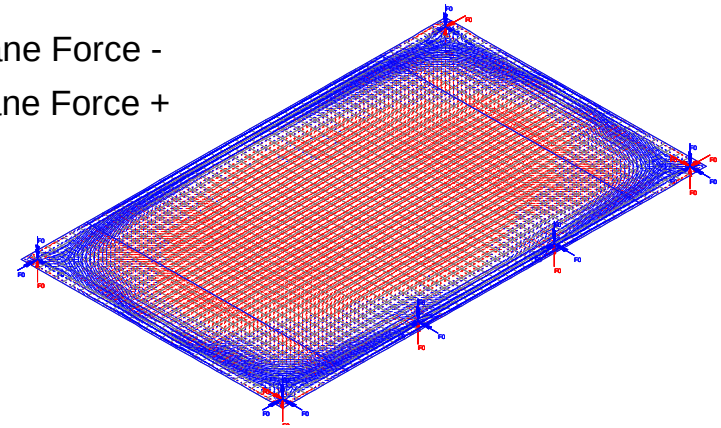


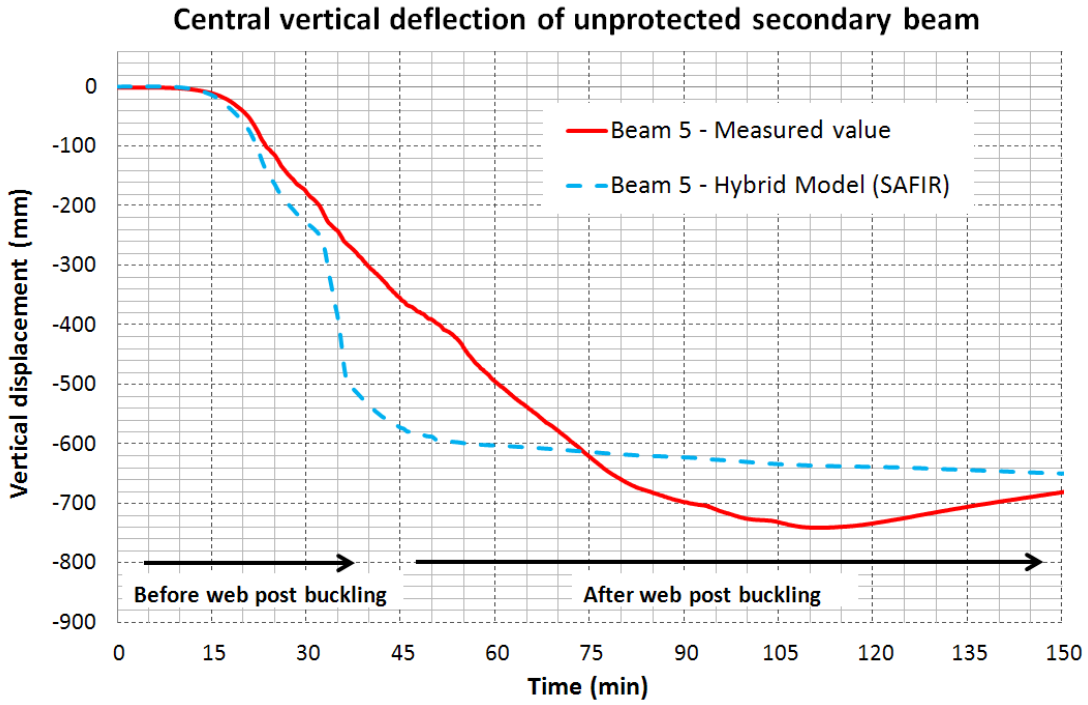
Validazione del modello numerico SAFIR vs Test 3 (3/3)

- **Confronto delle inflessioni (Analisi strutturali)**



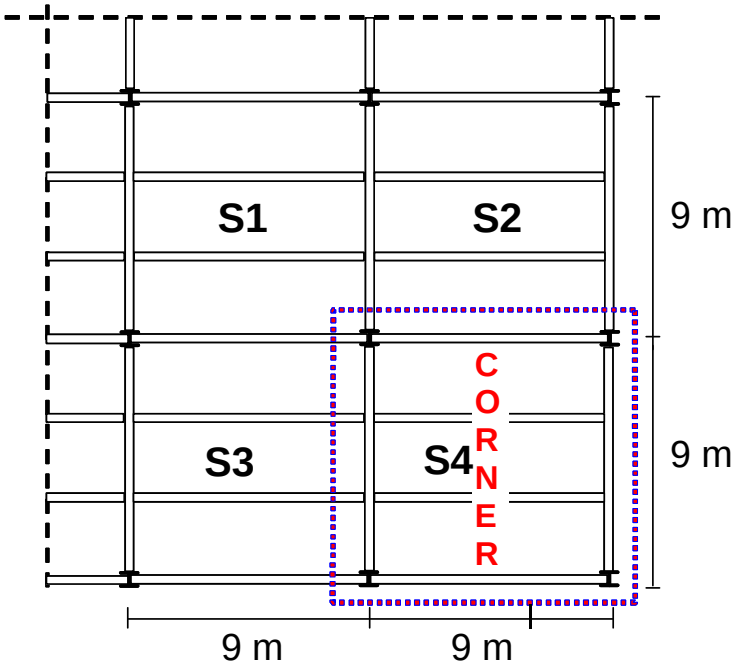
Membrane Force -
Membrane Force +





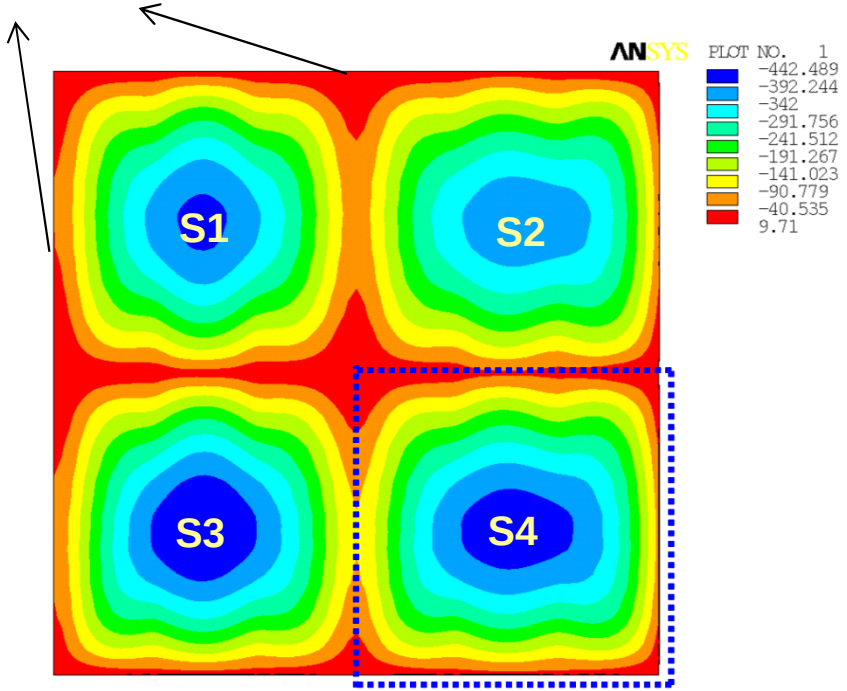
Aspetti caratteristici degli studi parametrici (1/4)

Maglia strutturale di un edificio reale



Modello in ANSYS

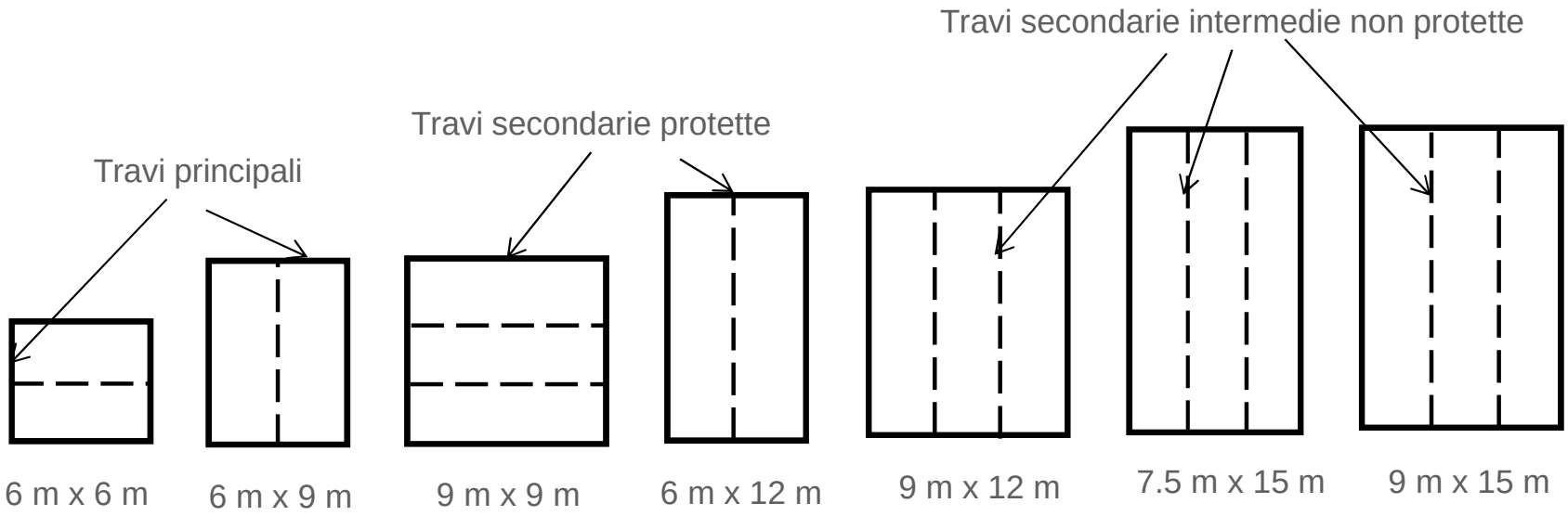
Condizioni di vincolo



L'inflessione calcolata dell'angolo della maglia con due bordi continui è la più importante tra tutte le quattro maglie. Pertanto, tutte le simulazioni numeriche dello studio parametrico hanno simulato le appropriate condizioni di vincolo nell'angolo della campata con due bordi lateralmente vincolati, in modo da simulare la continuità della soletta.

Aspetti caratteristici degli studi parametrici (2/4)

- **Misure di campate investigate:**



- **Livelli di carico**

In accordo con la combinazione dei carichi EC0 in caso di azione incendio in edifici adibiti ad uso uffici:

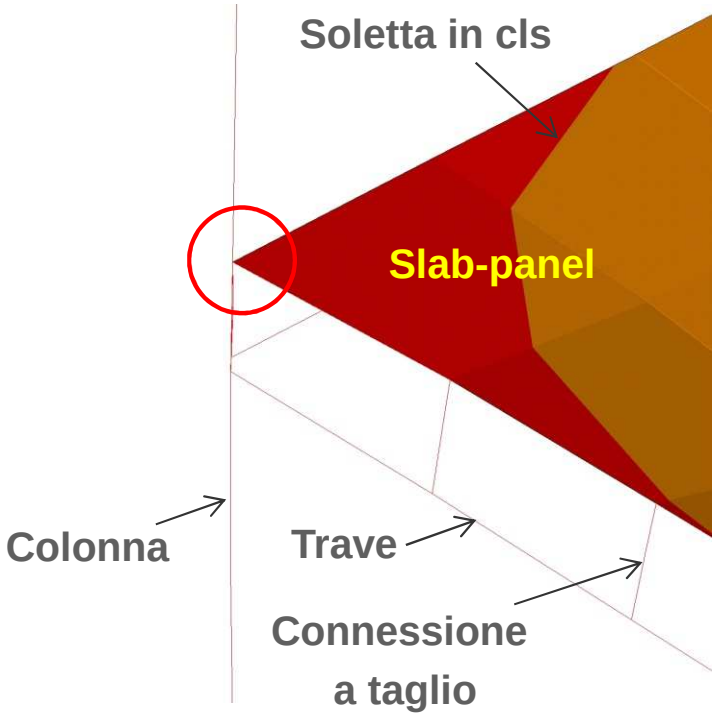
G (Carichi Permanenti) + 0.5 Q (Carichi Variabili)

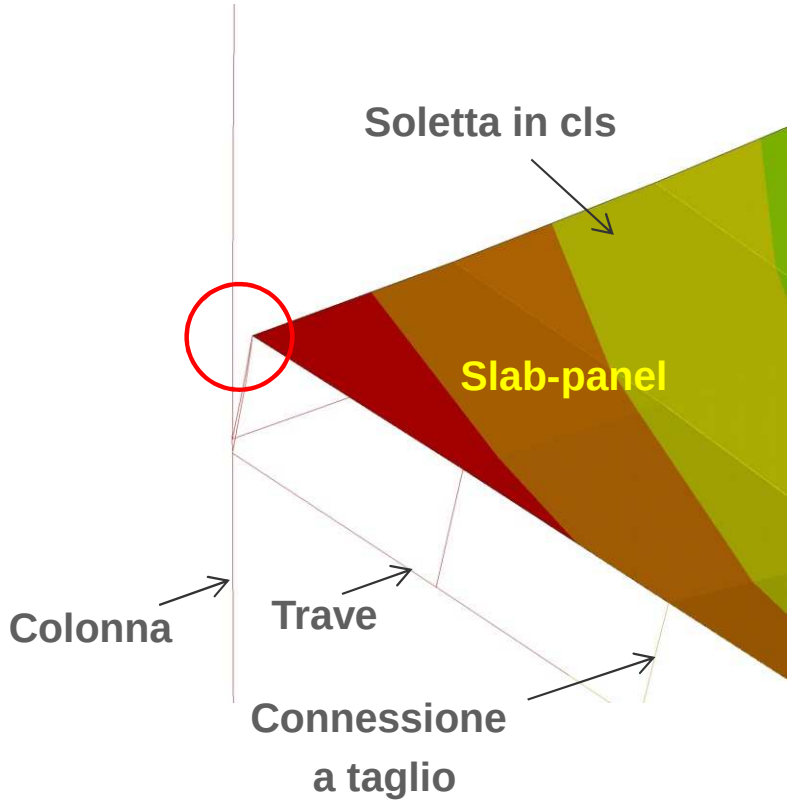
G= Peso proprio+ 1.25 kN/m²

Q= 2.5 & 5 kN/m²

Aspetti caratteristici degli studi parametrici (3/4)

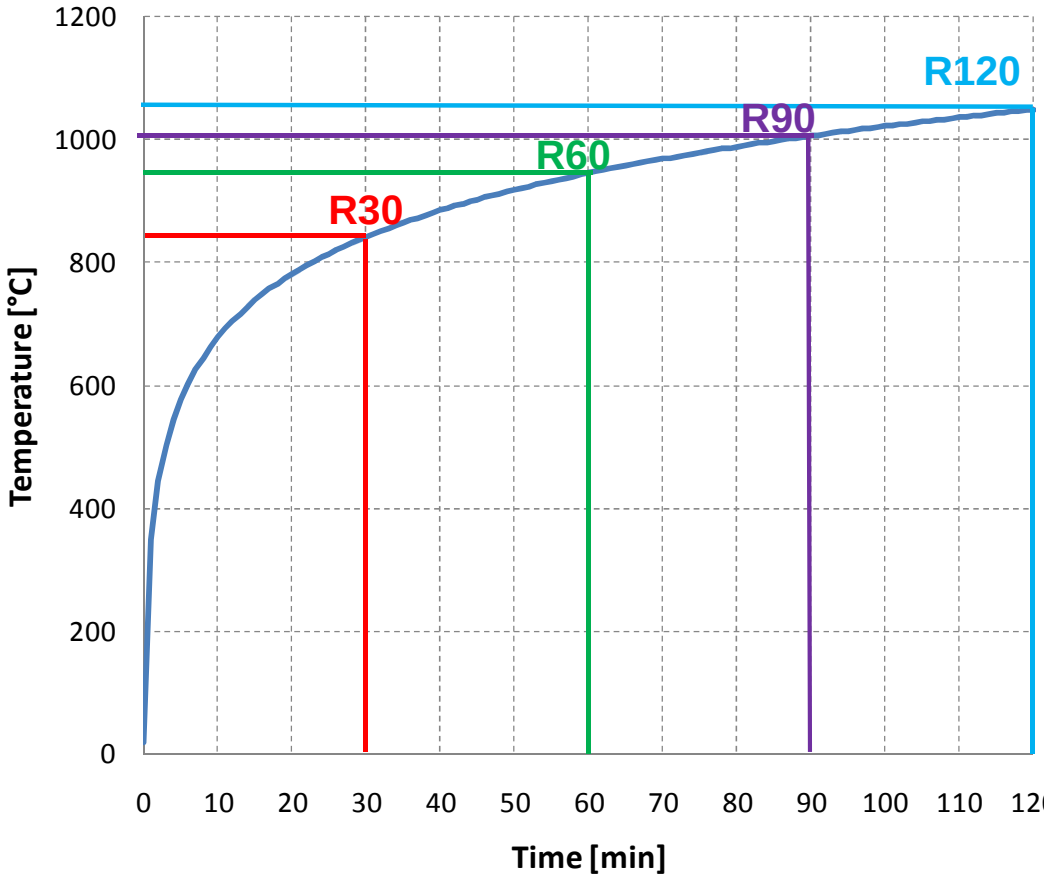
- **Collegamento meccanico tra la soletta e le colonne:**

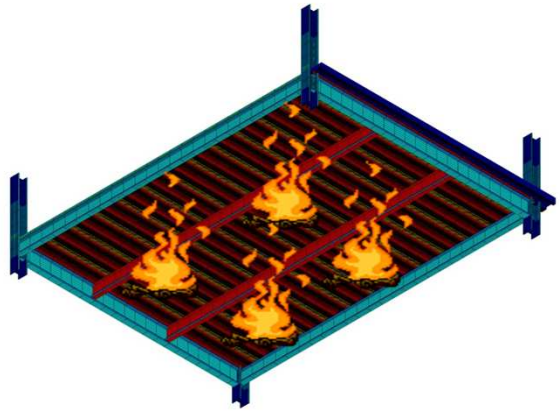




Aspetti caratteristici degli studi parametrici (4/4)

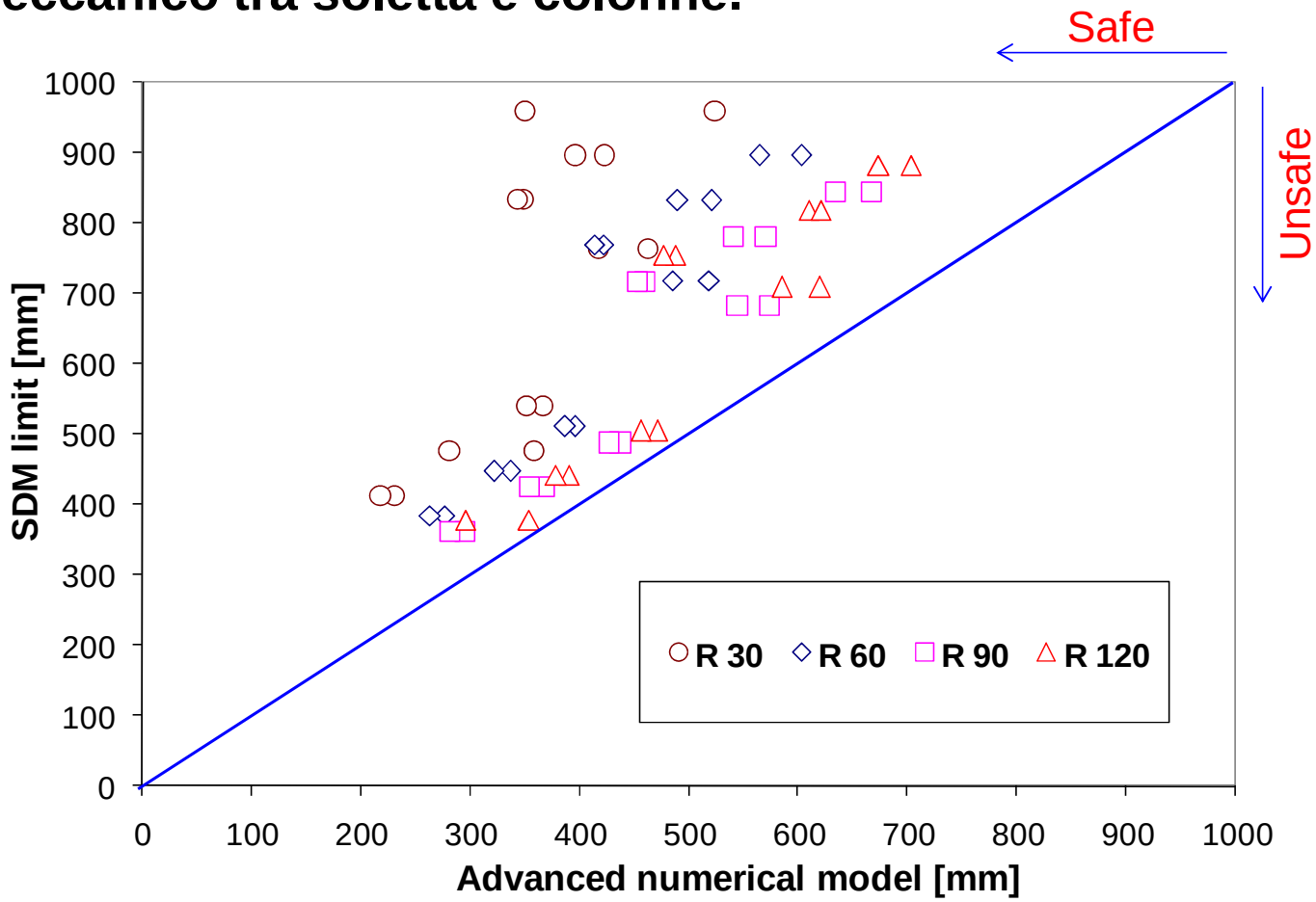
- **Durata dell'incendio: R30, R60, R90 and R120**





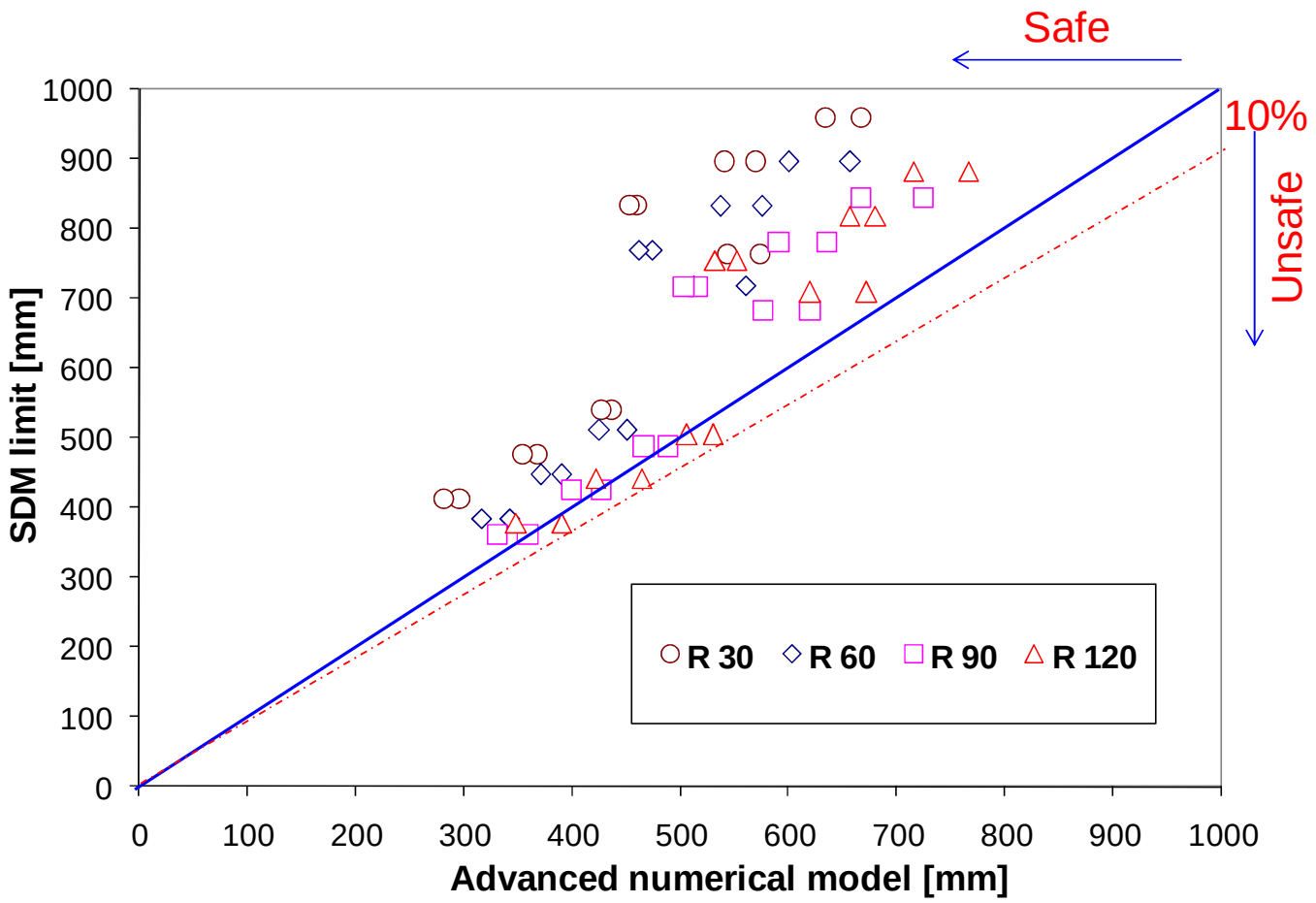
Risultati dello studio parametrico (1/5)

- **Confronto dell'inflessione calcolata dal metodo di calcolo avanzato con la massima inflessione consentita in accordo al metodo di calcolo semplificato (SDM) con il collegamento meccanico tra soletta e colonne.**

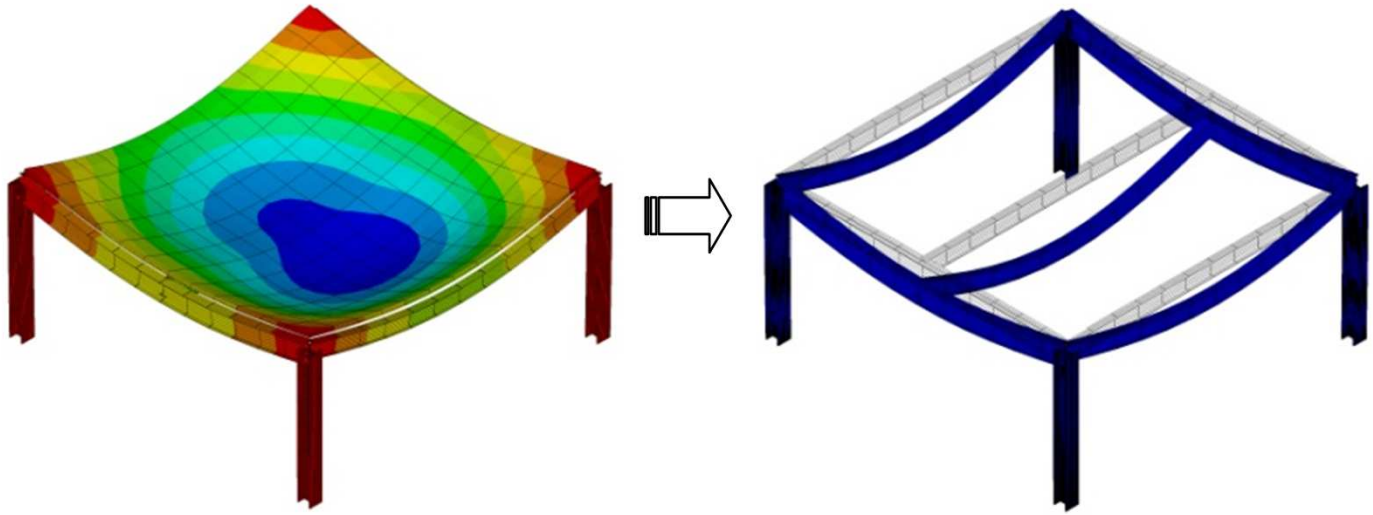


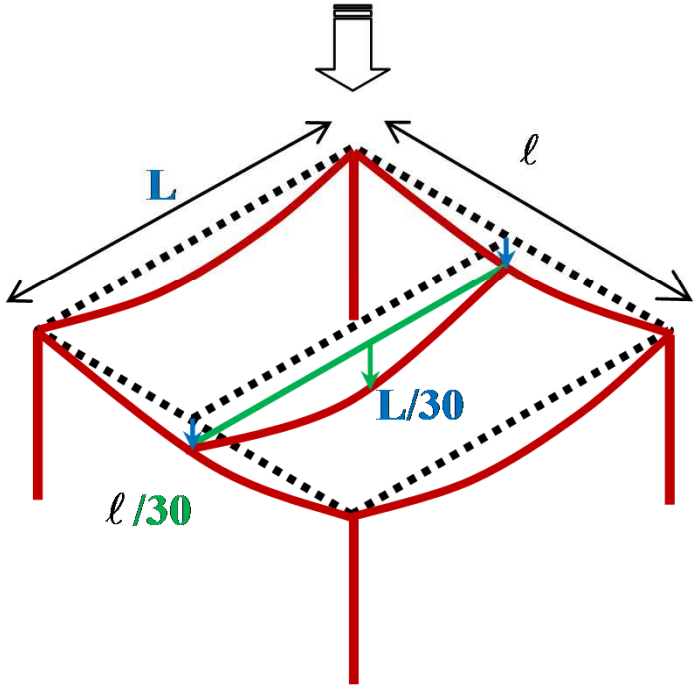
Risultati degli studi parametrici (2/5)

- **Confronto dell'inflessione calcolata con il <u>modello di calcolo avanzato</u> con l'inflessione massima consentita in accordo al <u>Metodo di Calcolo Semplificato</u>, senza connessione meccanica tra soletta e colonne.**



Risultati degli studi parametrici (3/5)



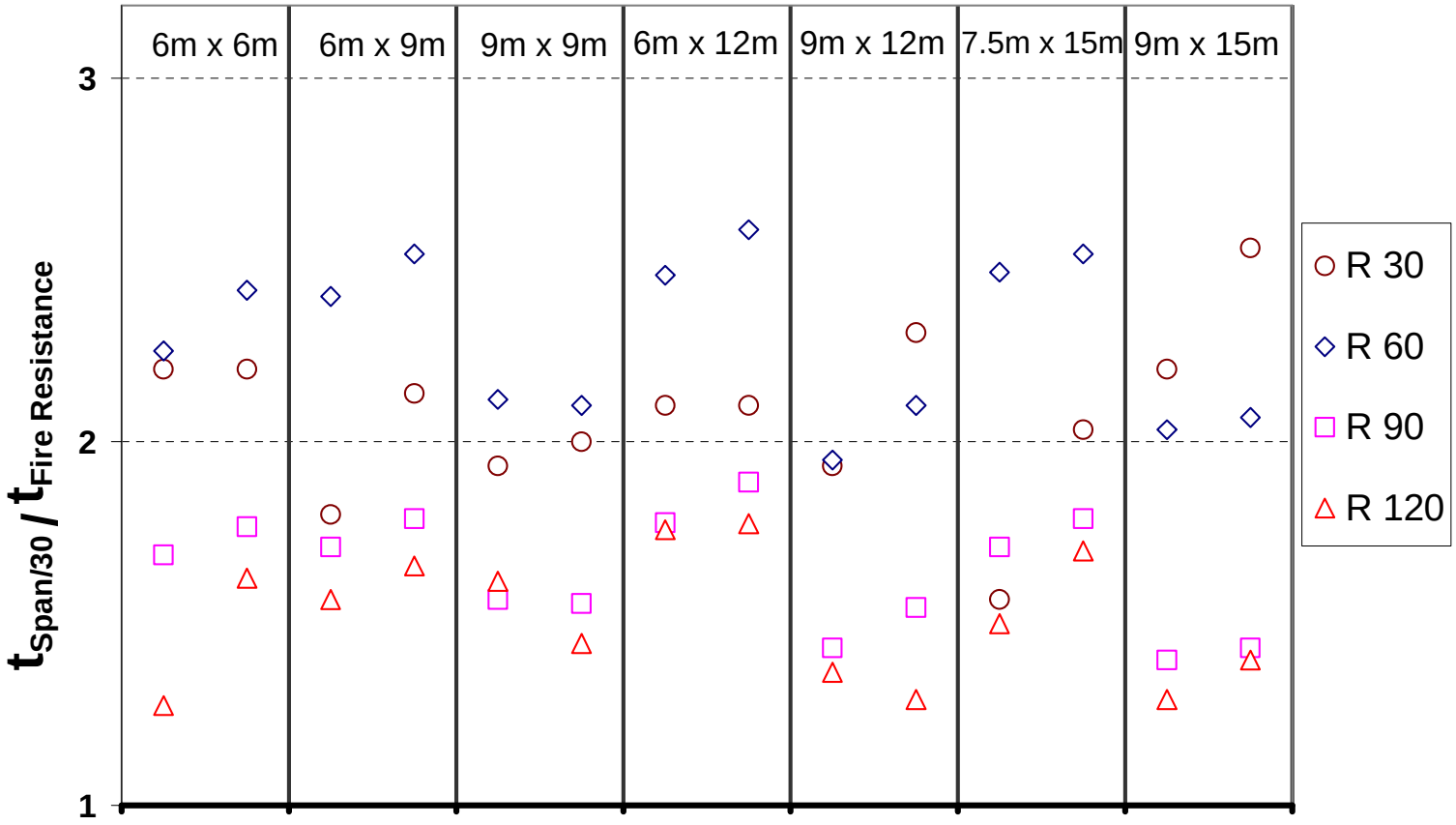


Limite di inflessione totale del solaio

$$L/30 + \ell/30 = (L + \ell)/30$$

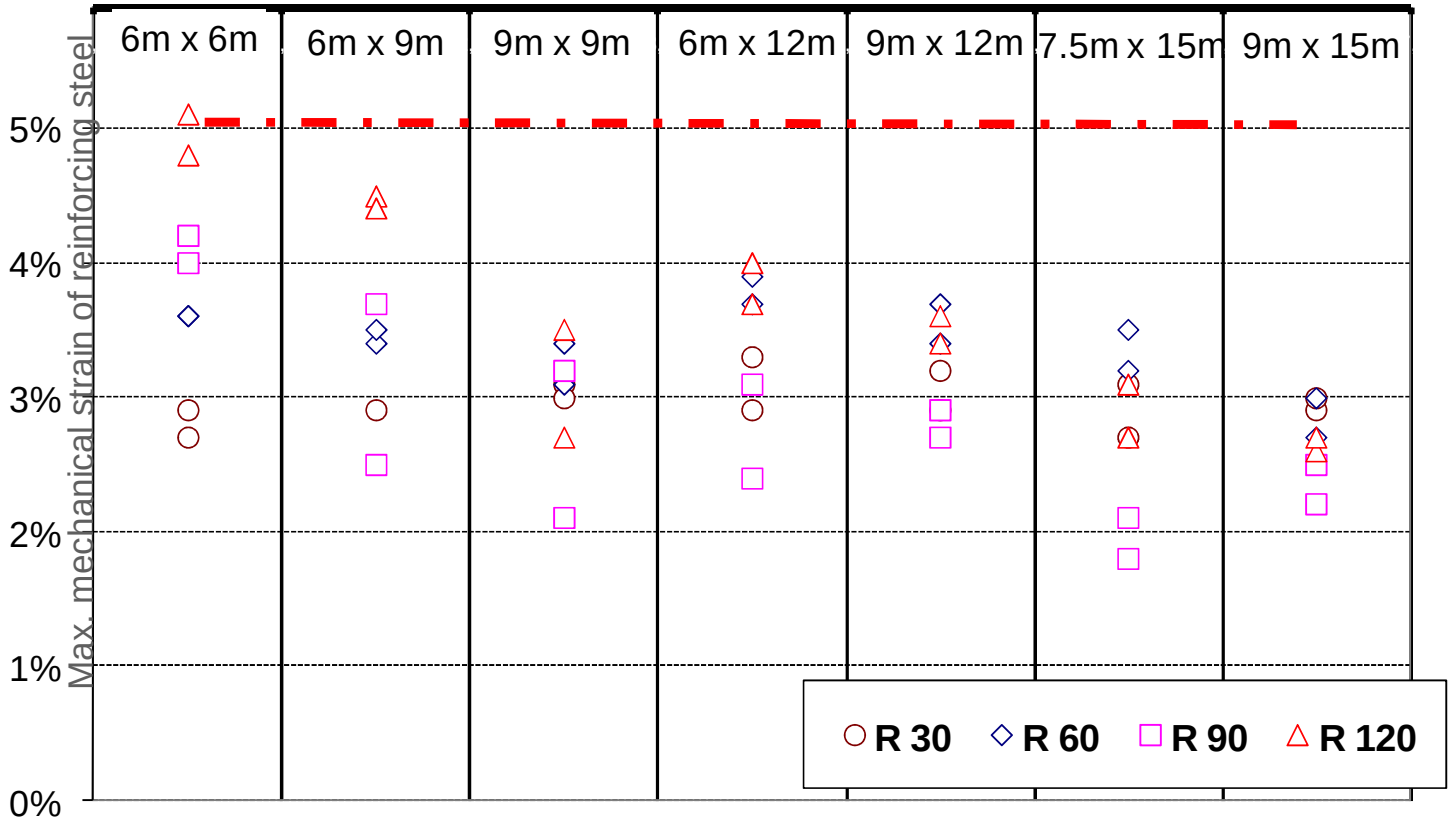
Risultati degli studi parametrici (4/5)

- **Rapporto tra il tempo in cui l'inflessione calcolata raggiunge 1/30 della luce e la resistenza al fuoco calcolata in accordo al Metodo di Calcolo Semplificato.**



Risultati degli studi parametrici (5/5)

- **Allungamento massimo delle barre d'armature**



L'allungamento della rete di armatura di acciaio rimane sotto il 5% requisito di minimo allungamento raccomandato da EN 1992-1-2.

Conclusioni

- Per quanto riguarda la capacità portante, il metodo di calcolo semplificato fornisce risultati conservativi rispetto a quelli forniti dai modelli di calcolo avanzato;
- L'allungamento della rete di armatura di acciaio rimane sotto il 5%, che è il requisito di minimo allungamento raccomandato da EN 1992-1-2 per tutti i tipi di armatura di acciaio;
- Il collegamento meccanico tra la soletta e le colonne non è necessario; tuttavia, questo dettaglio costruttivo può ridurre l'inflessione del sistema di solaio composto in condizioni di incendio;
- I risultati dello studio parametrico mostrano che il metodo di calcolo semplificato è in grado di valutare in maniera sicura le prestazioni strutturali dei solai composti acciaio-calcestruzzo soggetti alle condizioni di incendio ISO.