Research Fund
for Coal & Steel

Azione membranale nelle strutture composte acciaio-calcestruzzo in condizioni di incendio

Esempi di applicazione

Contenuto della presentazione

Esempio di applicazione:

- dati di progetto
- verifica della zona B
- modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo
- nuova verifica della zona di calcolo
- dettagli costruttivi

Dati di progetto

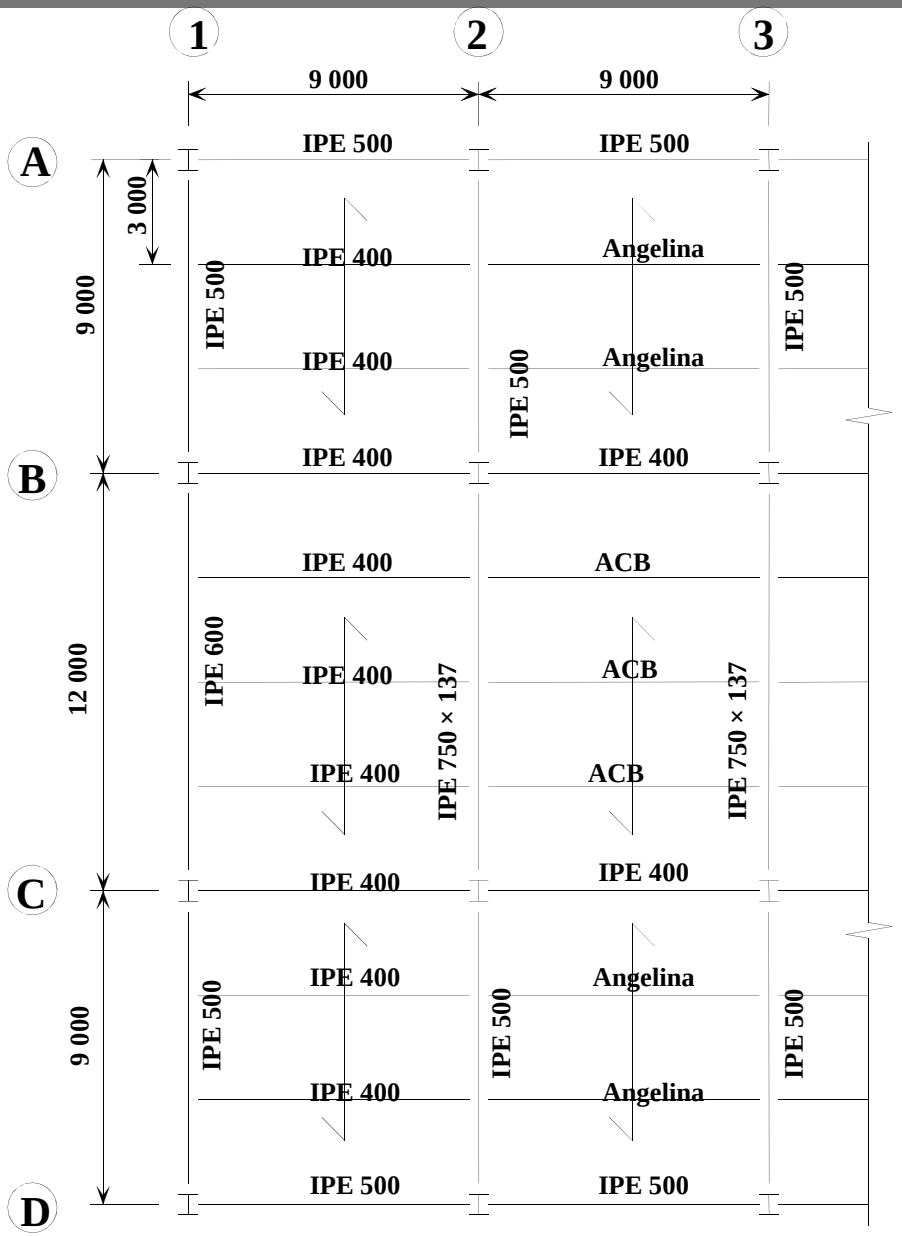
Dati di progetto

Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

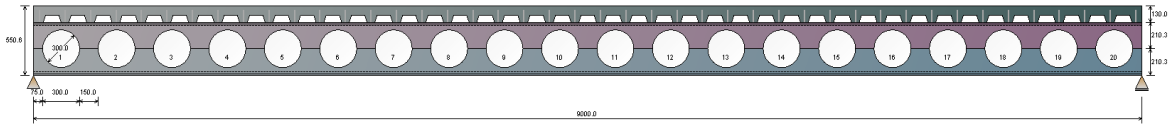
Dettagli costruttivi



Dati di progetto

- Edificio per uffici di 4 piani
- Profili in acciaio tipo S355

Sezione della trave (S355)	Posizione della trave	Tipologia costruttiva	Grado di connessione a taglio (%)	Numero di connettori per gruppo e spaziatura
IPE 400	Travi secondarie interne	Composte	51	1 @ 207mm
IPE 500	Travi secondarie di bordo	Non composte	-	
IPE 500	Travi principali interne	Composte	72	2 @ 207mm
IPE 750 × 137	Travi principali interne	Composte	71	2 @ 207 mm
IPE 600	Travi principali di bordo	Non composte	-	
ACB IPE 300 + IPE 300	Travi secondarie interne	Composte	52	2 @ 207 mm
Angelina IPE270 + IPE 270	Travi secondarie interne	Composte	52	2 @ 207 mm



Geometria delle travi composte alveolari

Geometria delle travi composte di tipo ANGELINA™

Dati di progetto

Verifica della zona B

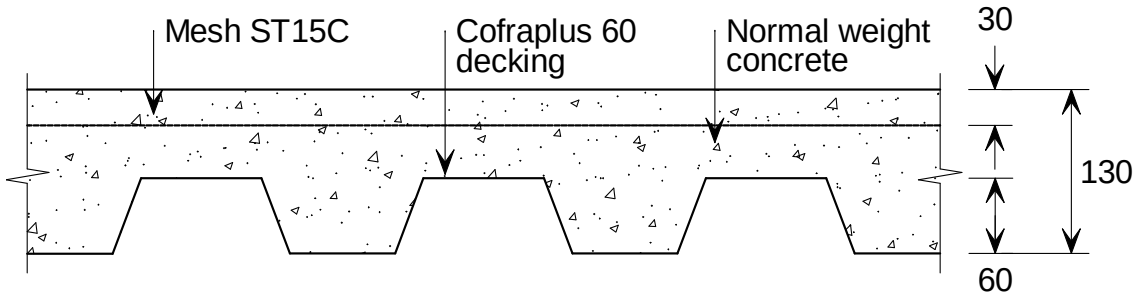
Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi

- Solaio composto acciaio-calcestruzzo

  - lamiera grecata tipo COFRAPLUS60
  - calcestruzzo di classe C25/30
  - rete elettrosaldata tipo ST15C di acciaio S500



Dati di progetto

Verifica della zona B

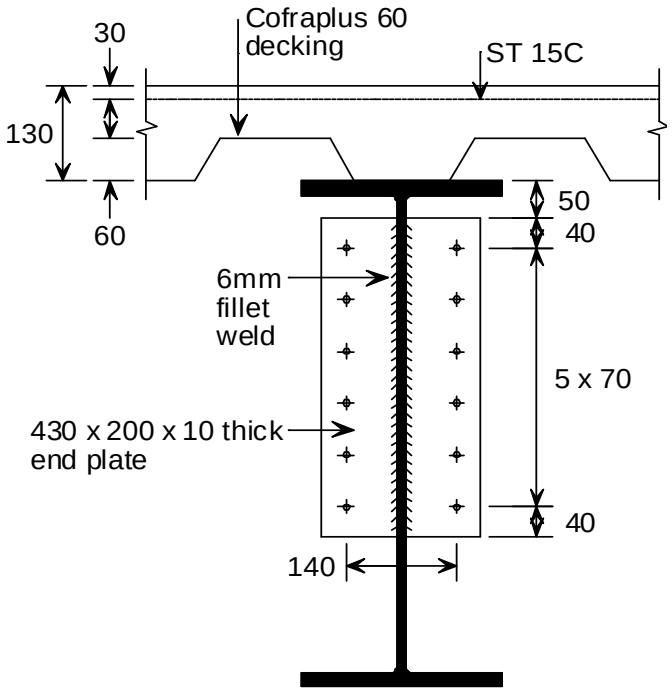
Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

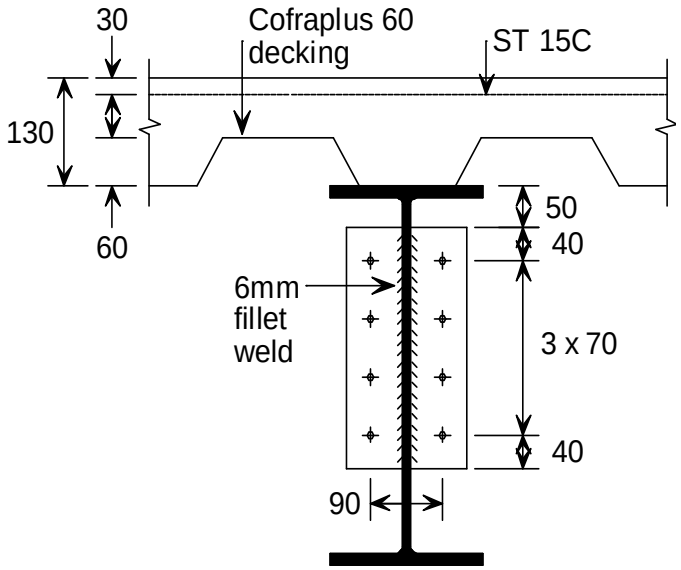
Dettagli costruttivi

- Collegamenti trave-colonna

  - piastre di estremità saldate



Collegamento tra travi principali e colonne



Collegamento tra travi secondarie e colonne

Dati di progetto

Verifica della zona B

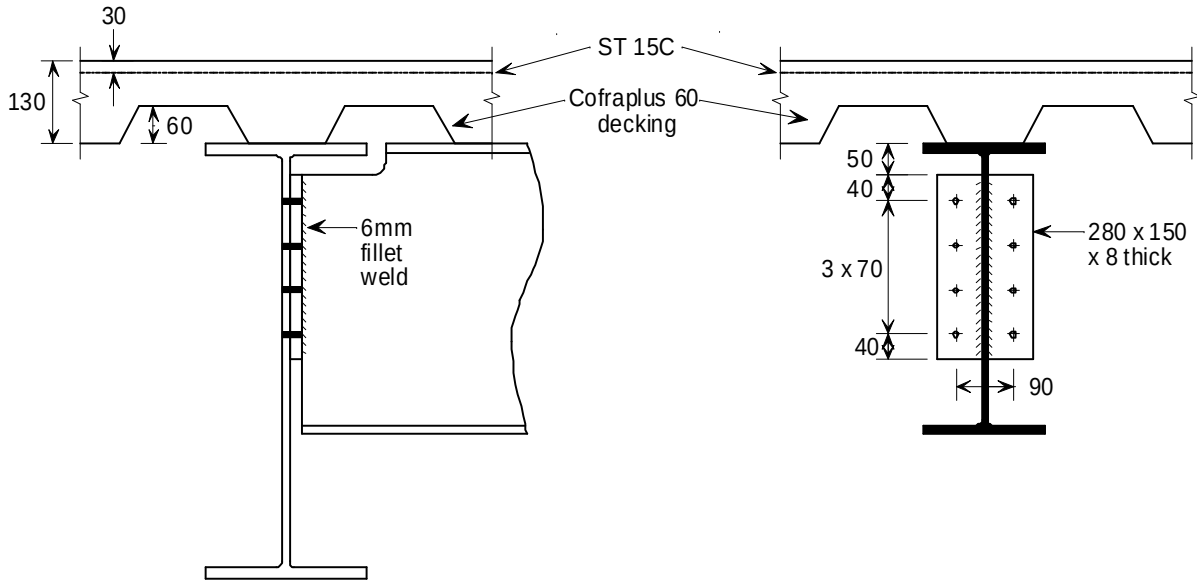
Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi

- Collegamenti tra travi secondarie e travi principali

  - piastre di estremità saldate



Dati di progetto

Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi

Dati di progetto

- Carichi applicati
  - ✓ azione variabile dovuta alla destinazione d'uso: 4 kN/m^2
  - ✓ azione variabile dovuta ai tramezzi leggeri: 1 kN/m^2
  - ✓ azione permanente dovuta al soffitto e agli impianti: 0.7 kN/m^2
  - ✓ peso proprio delle travi: 0.5 kN/m^2
  - ✓ peso proprio del solaio: 2.28 kN/m^2
  - ✓ tamponamenti su travi perimetrali: 2.0 kN/m
- Resistenza al fuoco richiesta REI 60
- Coefficienti di combinazione in caso di incendio
  - ✓ carichi permanenti 1
  - ✓ azioni variabili (uffici) 0.5

$$q_{fi,Sd} = G + 0.5Q = (2.28 + 0.7 + 0.5) + 0.5 \times (4.0 + 1.0) = 5.98 \text{ kN/m}^2$$

Dati di progetto

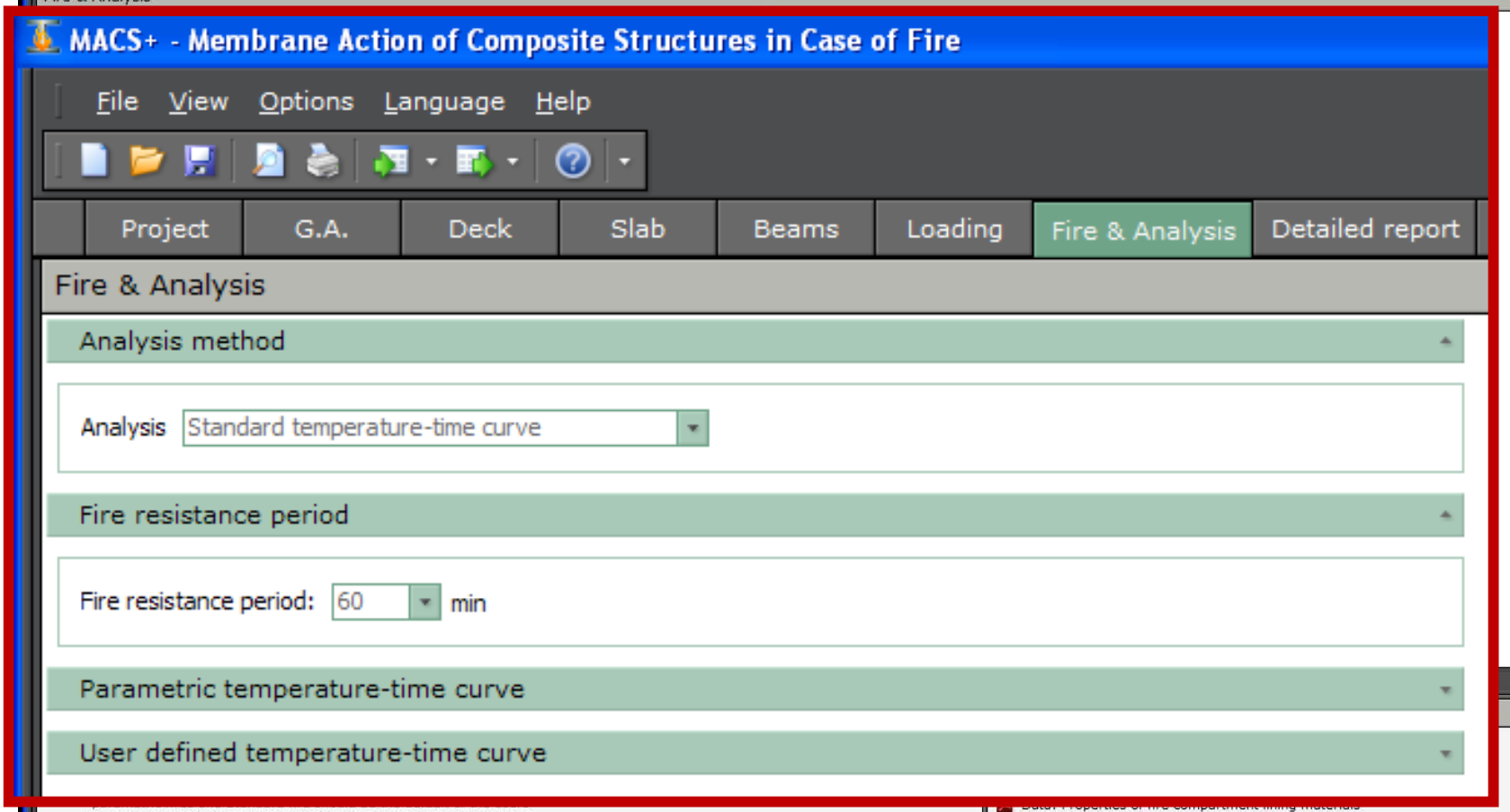
Dati di progetto

Verifica della zona B

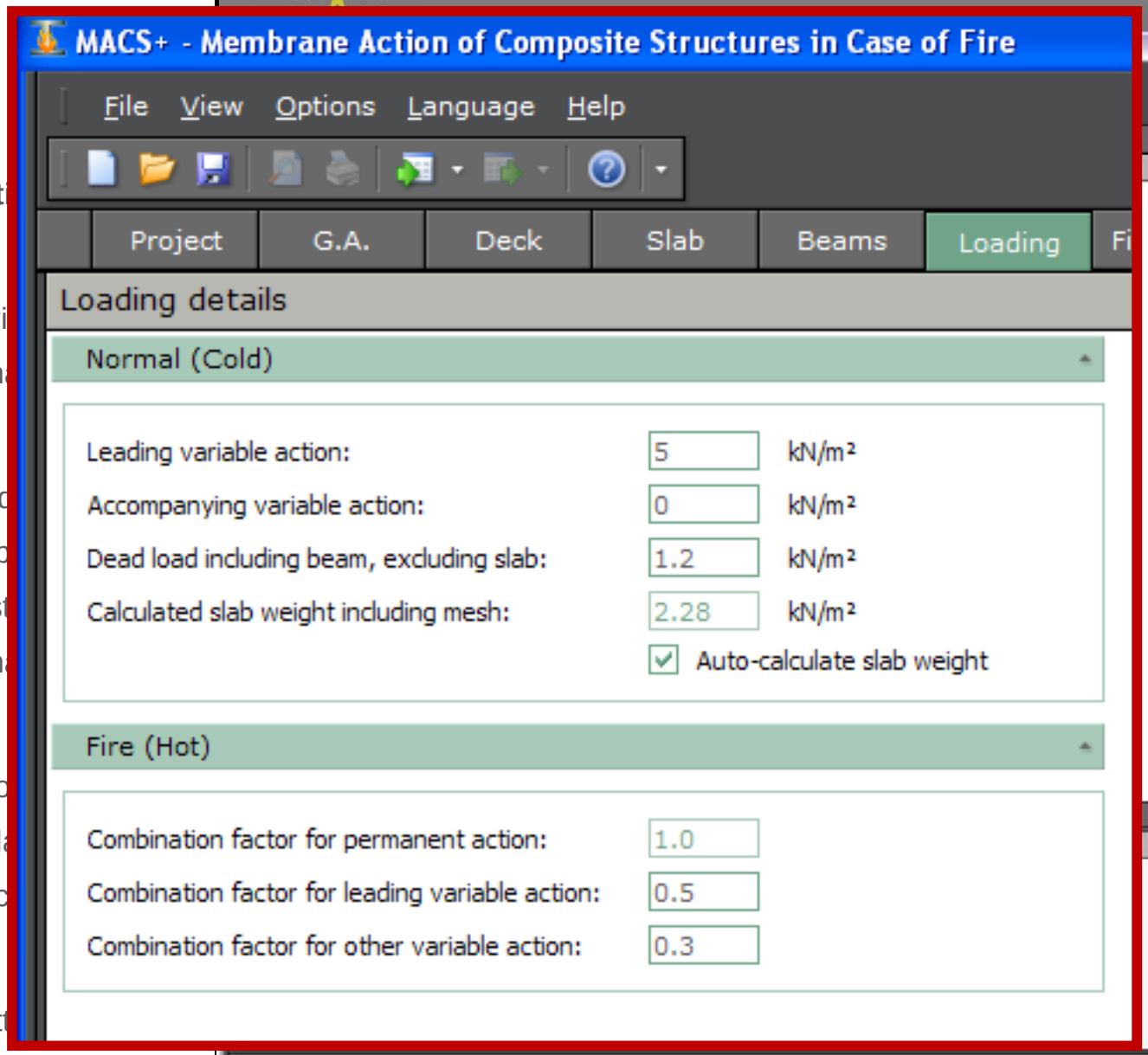
Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi



Dati di progetto



Dati di progetto

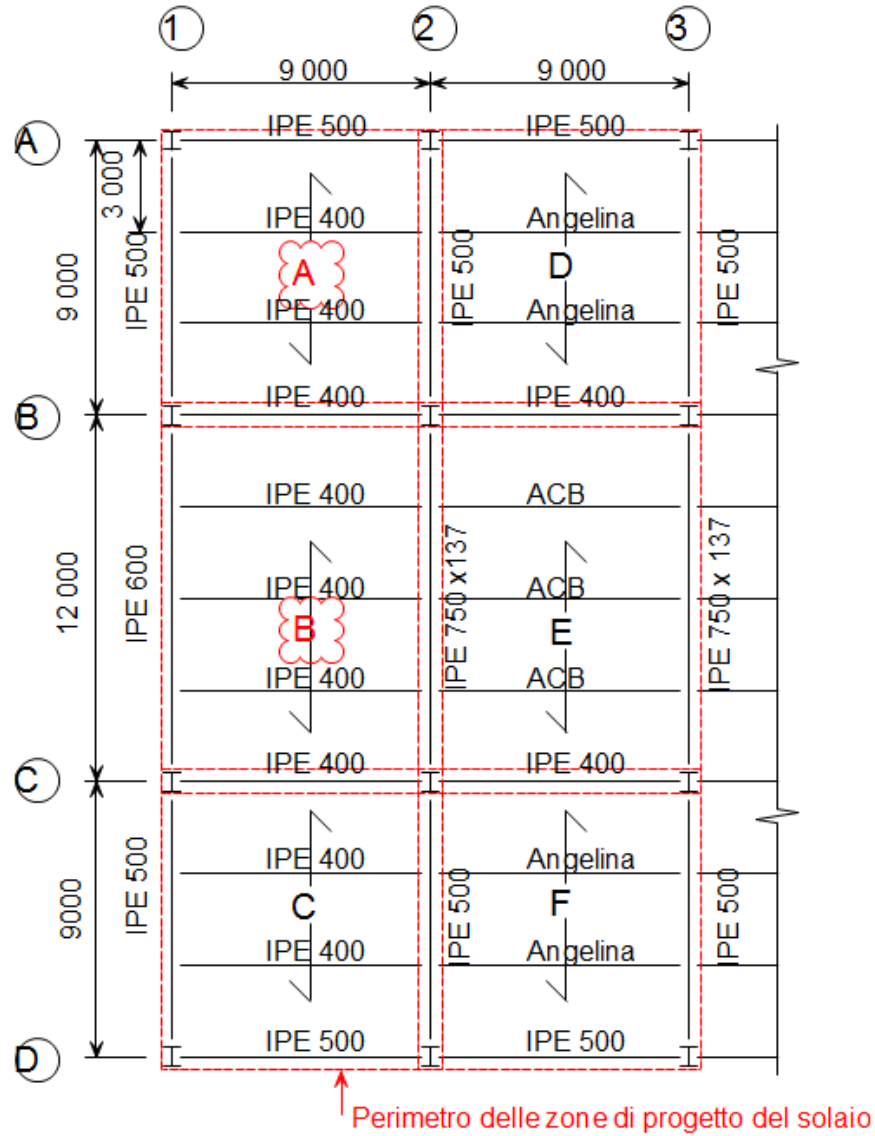
Dati di progetto

Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi



Zone di progetto del solaio (A – F)

Dati di progetto

Verifica della zona B

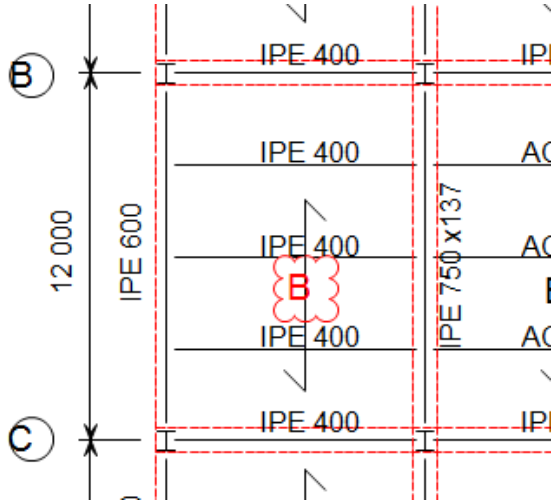
Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi

- Zona B

L (mm)	ℓ (mm)	f_c (MPa)	A_s (mm²/m)	f_{sy} (MPa)	Travi non protette	Lamiera di acciaio	Spessore totale soletta (mm)	d: distanza delle barre (mm)
12 000	9 000	25	142	500	IPE400	Cofraplus60	130	30



Dati di progetto

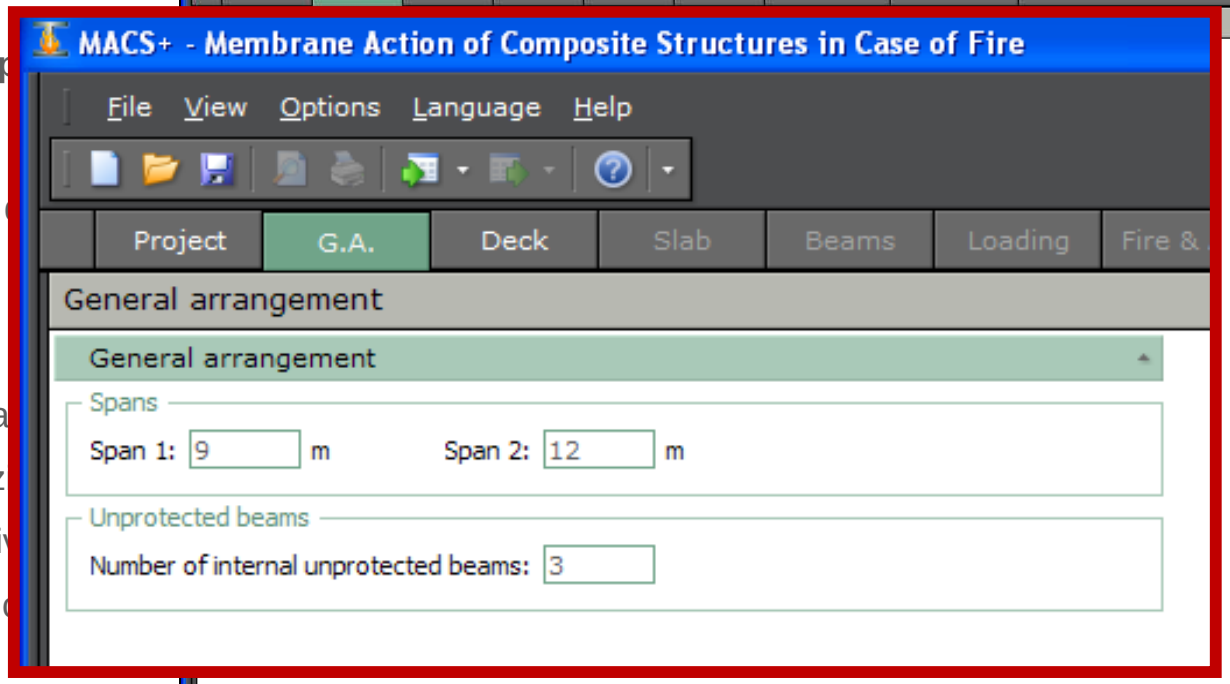
Dati di p

Verifica
zona B

Modifica
disposiz
costrutti
zona di

Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi



Dati di progetto

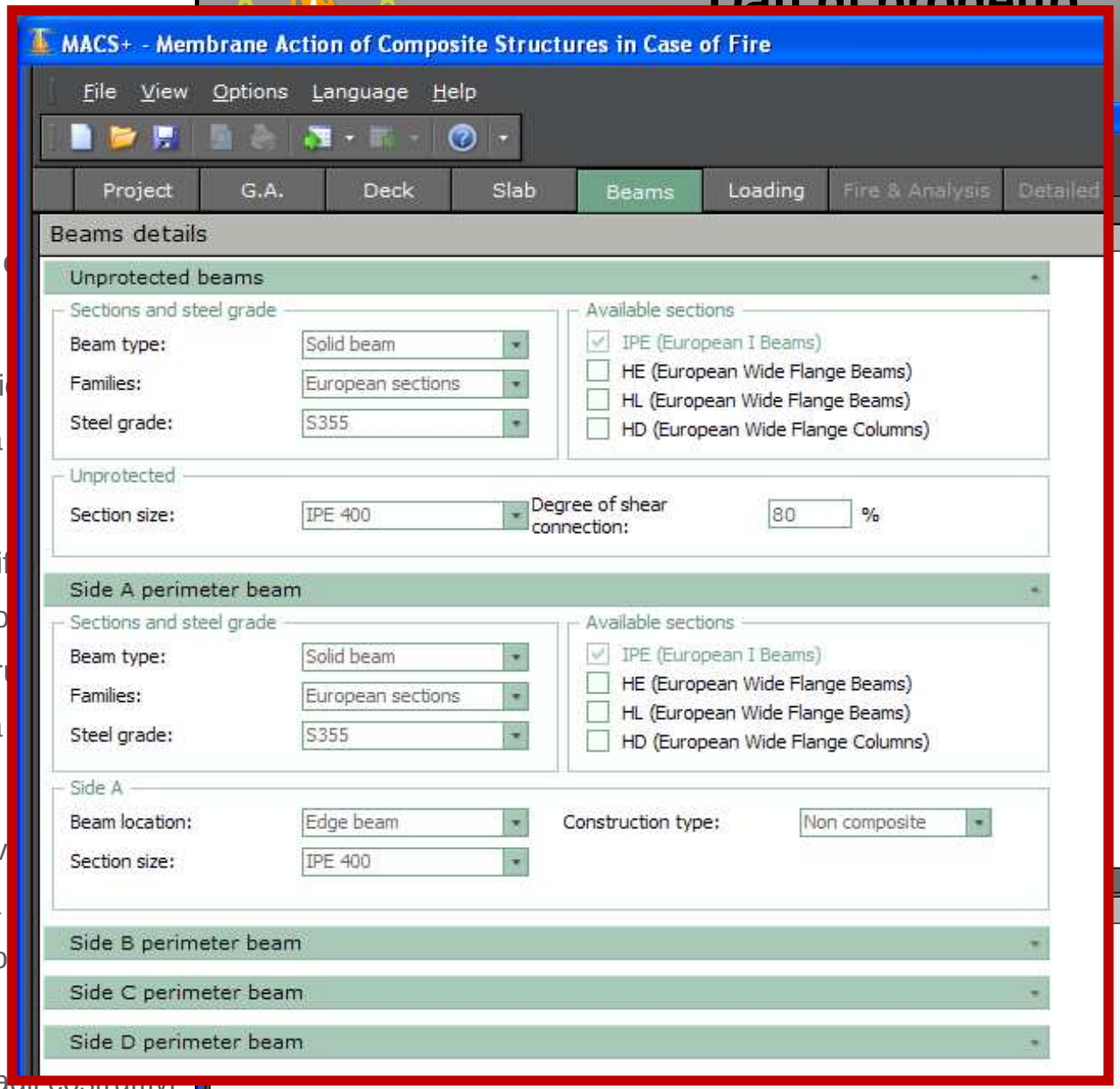
Dati

Verifi
zona

Modif
dispo
costr
zona

Nuov
della
calco

Dettagli costruttivi



Dati di progetto

Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

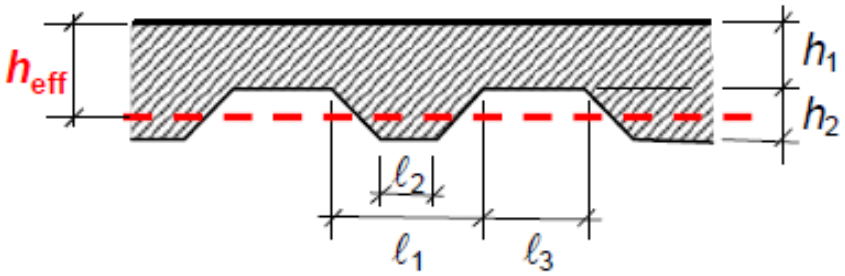
Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi

Criterio EI 60

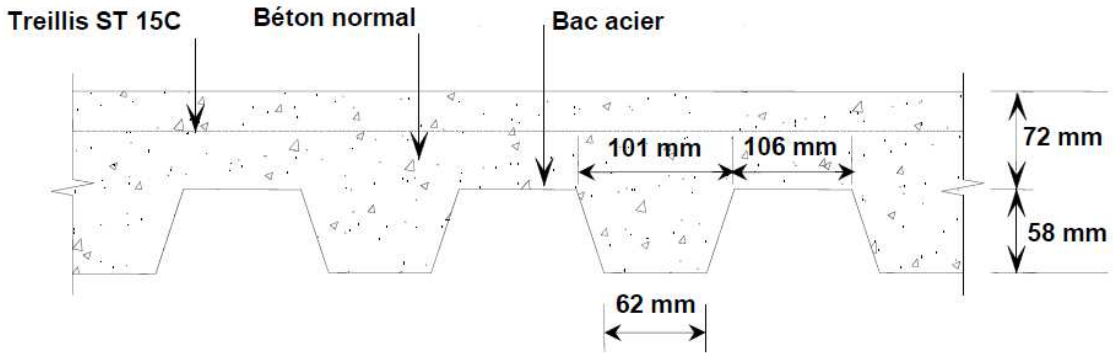
EN 1994-1-2 (Allegato D)

Spessore efficace:



$$h_{eff} = h_1 + 0.5\, h_2 \left(\frac{\ell_1 + \ell_2}{\ell_1 + \ell_3} \right) = 72 + 0.5 \times 58 \times \left(\frac{101 + 62}{101 + 106} \right)$$

$$h_{eff} \approx 95 \text{ mm} > 80 \text{mm} \quad \checkmark$$



Dati di progetto

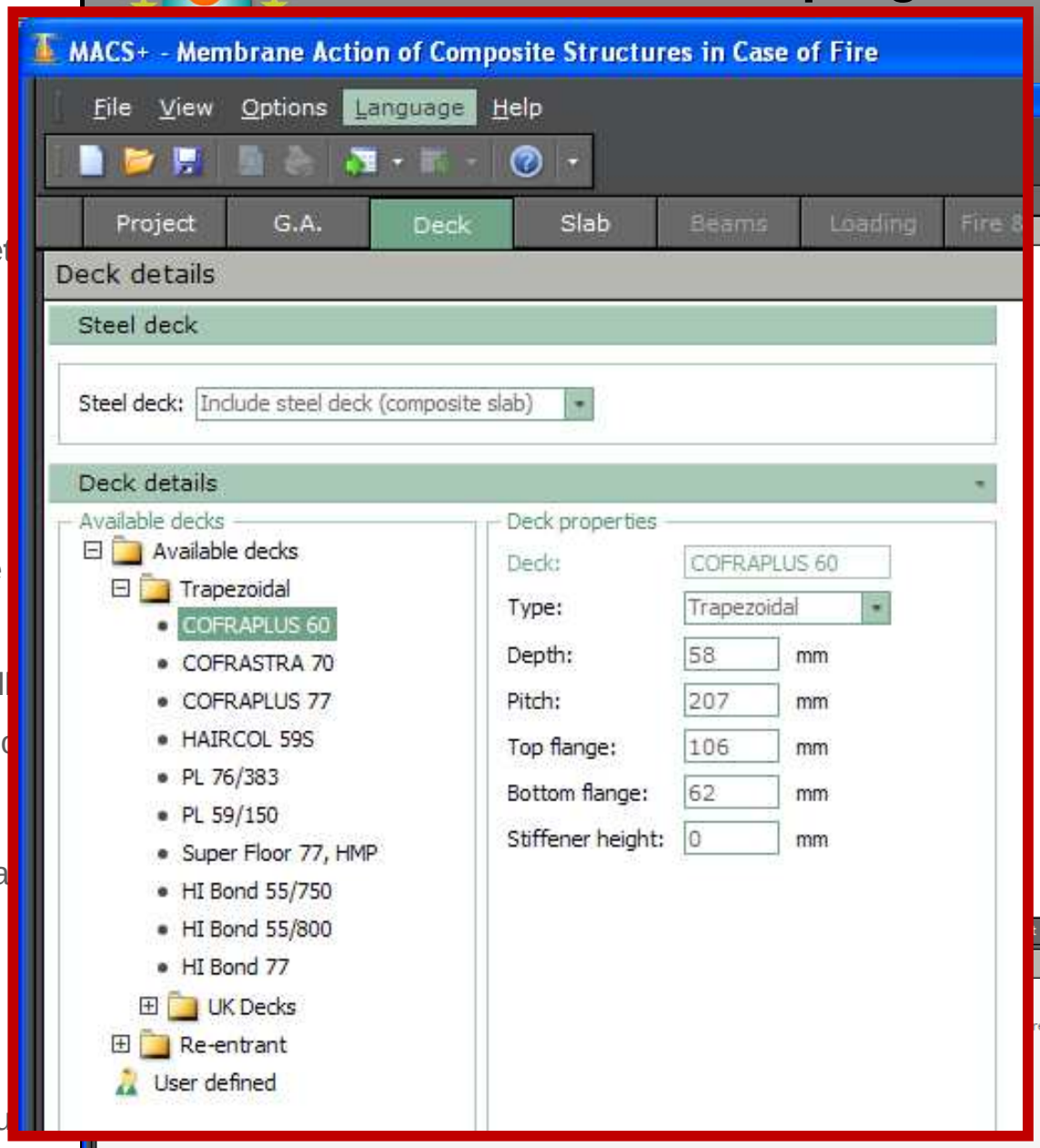
Dati di proget

Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive del zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costru



Dati di progetto

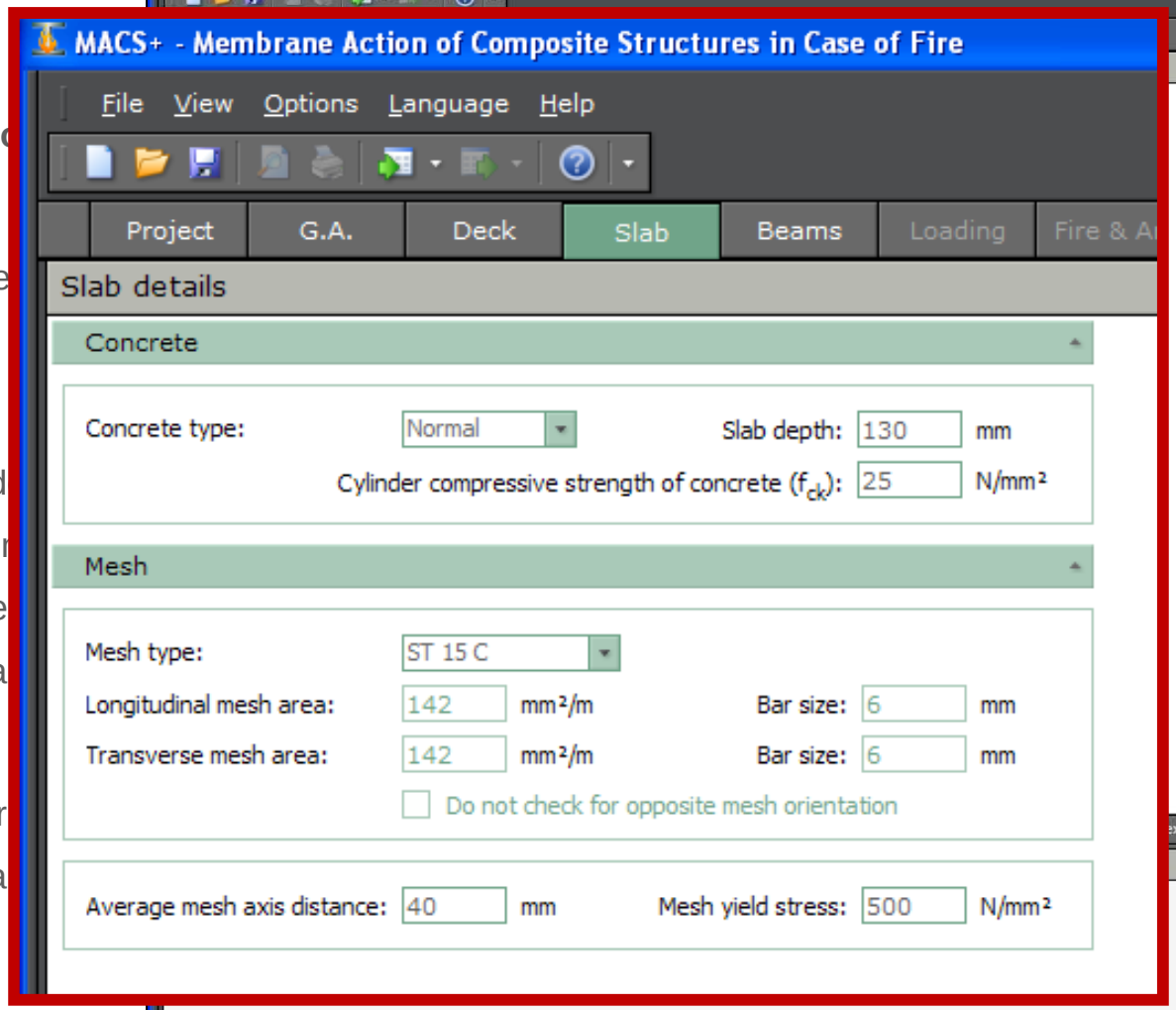
Dati di pro

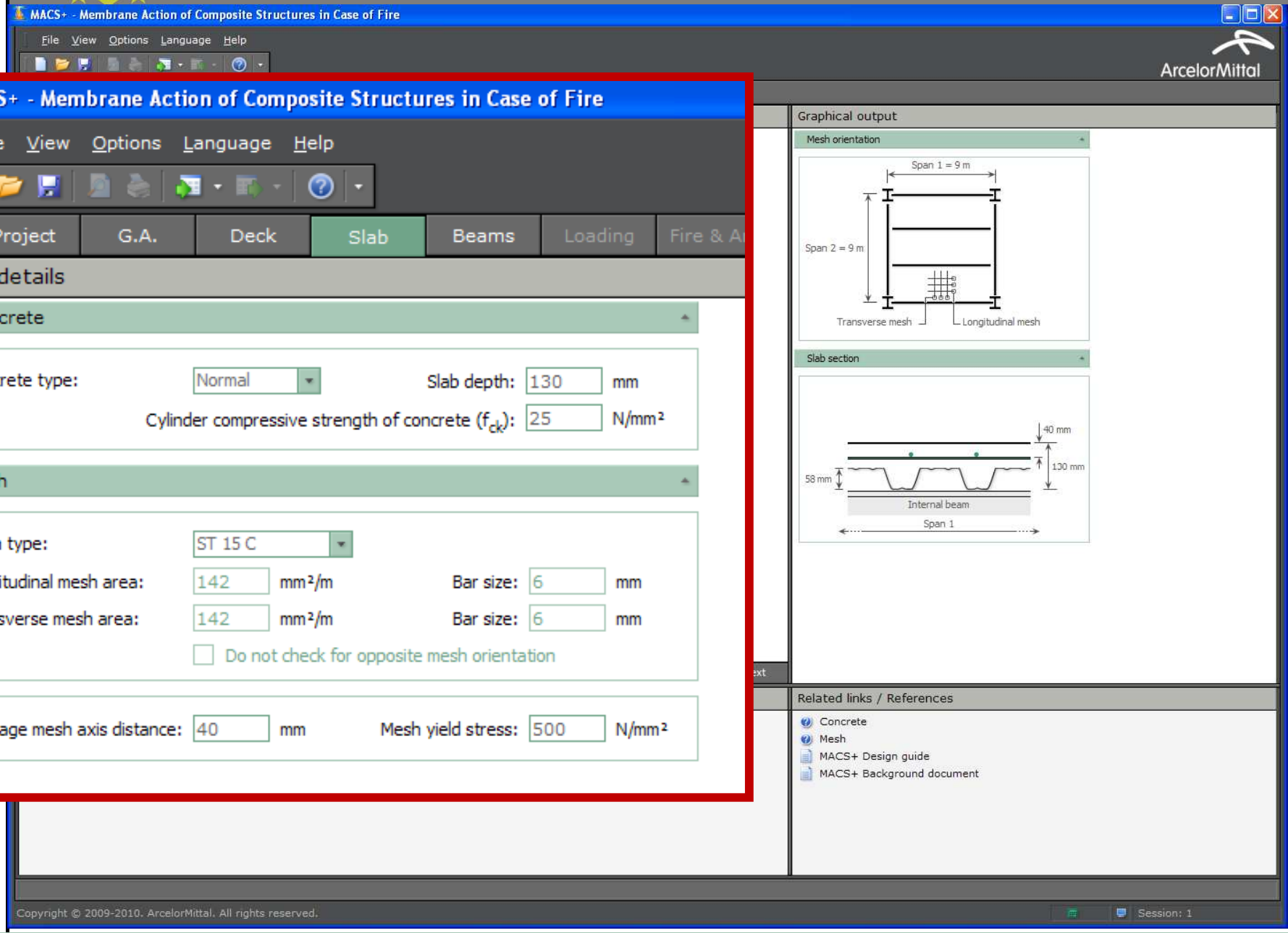
Verifica de
zona B

Modifica d
disposizio
costruttive
zona di ca

Nuova ver
della zona
calcolo

Dettagli costruttivi





Verifica della zona B

Dati di progetto

Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi

Temperature della soletta e delle armature:

Distance x [mm]	Temperature in the concrete slab θ_c [°C]				
	30 min	60 min	90 min	120 min	180 min
2.5	675	831	912	967	1 042
10	513	684	777	842	932
20	363	531	629	698	797
30	260	418	514	583	685
40	187	331	423	491	591
50	135	263	349	415	514
60	101	209	290	352	448
70	76	166	241	300	392
80	59	133	200	256	344
90	46	108	166	218	303
100	37	89	138	186	267
110	31	73	117	159	236
120	27	61	100	137	209
130	24	51	86	119	186
140	23	44	74	105	166
150	22	38	65	94	149

Superficie del calcestruzzo non esposta al fuoco $\theta_1 = 99$ °C

Superficie del calcestruzzo esposta al fuoco $\theta_2 = 831$ °C

Rete di armatura $\theta_s = 288$ °C

$\longrightarrow$ Nessuna riduzione di resistenza per le armature $f_{sy,\theta_s} = 500 MPa$

Dati di progetto

Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi

Momento resistente positivo della sezione del solaio

$$M_{fi,0} = A_s \, f_{sy,\theta_s} / \gamma_{M,fi,s} \, d \, \frac{3+(g_0)_2}{4} = \frac{142}{1000} \times 500/1.0 \times 30 \times \frac{3+0.777}{4} = 2\,011.4 \text{ Nmm/mm}$$

$$(g_0)_1 = 1 - \frac{2KA_s \, f_{sy,\theta_s} / \gamma_{M,fi,s}}{0.85 \, f_c / \gamma_{M,fi,c} \, d} = 1 - \frac{2 \times 1.0 \times \frac{142}{1000} \times 500/1.0}{0.85 \times 25/1.0 \times 30} = 0.777$$

$$(g_0)_2 = 1 - \frac{2A_s \, f_{sy,\theta_s} / \gamma_{M,fi,s}}{0.85 \, f_c / \gamma_{M,fi,c} \, d} = 1 - \frac{2 \times 1.0 \times \frac{142}{1000} \times 500/1.0}{0.85 \times 25/1.0 \times 30} = 0.777$$

Capacità portante di riferimento del solaio

$$p_{fi} = 6 \frac{M_{fi,0}}{n^2 a^2 \ell^2} = 6 \times \frac{2\,011.4}{0.427^2 \times 1.333^2 \times 9\,000^2}$$ = 0.461 × 10^{-3} N/mm² = 0.461 kN/m²

Dati di progetto

Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi

L = max $\{L_1; L_2\}$ = 12 000 mm ℓ = min $\{L_1; L_2\}$ = 9 000 mm

$$\mu = K\frac{3+(g_0)_1}{3+(g_0)_2} = 1.0\times\frac{3+0.777}{3+0.777} = 1.0$$

$$a = \frac{L}{\ell} = \frac{12\,000}{9\,000} = 1.333$$

$$n = \frac{1}{2\mu a^2}\left(\sqrt{3\mu a^2+1}-1\right) = \frac{1}{2\times 1.0\times 1.333^2}\times\left(\sqrt{3\times 1.0\times 1.333^2+1}-1\right) = 0.427$$

Inflessione per il calcolo dell'azione membranale

$$w = \min\left\{\frac{\alpha(\theta_2-\theta_1)\ell^2}{19.2h_{eff}} + \min\left[\sqrt{\left(\frac{0.5f_{sy}}{E_a\gamma_{M,fi,s}}\right)\frac{3L^2}{8}};\ \frac{\ell}{30}\right];\ \frac{L+\ell}{30}\right\}$$

$$= \min\left\{\frac{1.2\times10^{-5}(831-99)\times 9\,000^2}{19.2\times 95} + \min\left[\sqrt{\left(\frac{0.5\times 500}{210\,000\times 1.0}\right)\frac{3\times 12\,000^2}{8}};\ \frac{9\,000}{30}\right];\ \frac{12\,000+9\,000}{30}\right\}$$

$$= \min\{391.0 + \min[253.5\,;\,300];\ 700\} = 644.6\ \text{mm}$$

Dati di progetto

Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi

Parametri per determinare l'azione membranale

Equazione	Valore ottenuto
$\alpha_1 = \frac{2(g_0)_1}{3+(g_0)_1}$	0.412
$\beta_1 = \frac{1-(g_0)_1}{3+(g_0)_1}$	0.059
$\alpha_2 = \frac{2(g_0)_2}{3+(g_0)_2}$	0.412
$\beta_2 = \frac{1-(g_0)_2}{3+(g_0)_2}$	0.059
$k = \frac{4n\alpha^2(1-2n)}{4n^2\alpha^2+1}+1$	1.194
$A = \frac{1}{2(1+k)}\left[\frac{\ell^2}{8n} - \left(\frac{1-2n}{2n}+\frac{1}{3(1+k)}\right)\left((nL)^2+(\ell/2)^2\right)\right]$	1 978 359 mm^2
$B = \frac{k^2}{2(1+k)}\left[\frac{nL^2}{2} - \frac{k}{3(1+k)}\left((nL)^2+(\ell/2)^2\right)\right]$	7 242 376 mm^2
$C = \frac{\ell^2}{16n}(k-1)$	2 305 602 mm^2
$D = \frac{L^2}{8}(1-2n)^2$	388 465 mm^2
$b = \min\left[\frac{\ell^2}{8K(A+B+C-D)}; \frac{\gamma_{M,\infty}}{kKA_s f_{s,\infty}}\left(0.85\frac{f_s}{\gamma_{M,s}}\times 0.45d - A_s\frac{f_{s,\infty}}{\gamma_{M,s}}\frac{K+1}{2}\right)\right]$	0.909

Dati di progetto

Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi

Fattori di incremento per l'azione membranale

Equazione	Valore ottenuto
$e_{1b} = 2n\left(1+\alpha_1 b\frac{k-1}{2}-\frac{\beta_1 b^2}{3}\left(k^2-k+1\right)\right)+(1-2n)\left(1-\alpha_1 b-\beta_1 b^2\right)$	0.952
$e_{1m} = \frac{4b}{3+(g_0)_1}\frac{w}{d}\left((1-2n)+n\frac{2+3k-k^3}{3(1+k)^2}\right)$	5.407
$e_1 = e_{1b}+e_{1m}$	6.360
$e_{2b} = 1+\frac{\alpha_2 bK}{2}(k-1)-\frac{\beta_2 b^2 K}{3}\left(k^2-k+1\right)$	1.016
$e_{2m} = \frac{4bK}{3+(g_0)_2}\frac{w}{d}\frac{2+3k-k^3}{6(1+k)^2}$	2.777
$e_2 = e_{2b}+e_{2m}$	3.794

Fattore di incremento globale $e = e_1 - \frac{e_1-e_2}{1+2\mu a^2} = 6.360 - \frac{6.360-3.7948}{1+2\times 1.0\times 1.333^2} = 5.796$

Dati di progetto

Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi

Capacità portante complessiva del solaio in condizioni di incendio

$$q_{fi,Rd,slab} = e \times p_{fi} = 5.796 \times 0.461 = 2.670 \text{ kN/m}^2$$

Capacità portante del solaio che tiene conto del contributo delle travi composte non protette (paragrafo 4.3.4.2.2 di EN 1994-1-2)

Fattore di sezione della trave composta non protetta

Elemento della sezione di acciaio	$k_{sh} = 0.9\left(\frac{H+0.5B}{H+1.5B-t_w}\right)$	$\left(\frac{A_i}{V_i}\right)$ (m^{-1})	$k_{sh}\left(\frac{A_i}{V_i}\right)$ (m^{-1})
Ala inferiore	0.668	$\frac{2(B+t_f)}{Bt_f} = 159$	106
Anima		$\frac{2}{t_w} = 233$	155
Ala superiore		$\frac{2(B+t_f)}{Bt_f} = 159$	106

In cui: H: altezza della sezione di acciaio; B: larghezza della sezione di acciaio; t_f: spessore dell'ala; t_w: spessore dell'anima.

Verifica della zona B

Dati di progetto

Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi

IPE 400

- temperatura delle ali: 938.6°C

- temperatura dell'anima: 941.5°C

(in Tabella 3-2 ma viene preso pari a 938.6°C perché l'altezza della sezione di acciaio non è maggiore di 500 mm)
vedi 4.3.4.2.2 (10) di EN 1994-1-2

Fattore di sezione risultante $k_{sh}\left(\frac{A_i}{V_i}\right)$ [m^{-1}]	Temperatura della sezione trasversale di acciaio θ_a [°C]				
	30 min	60 min	90 min	120 min	180 min
20	432	736	942	1 030	1 101
30	555	835	987	1 039	1 104
40	637	901	995	1 042	1 106
50	691	923	997	1 043	1 106
60	722	931	999	1 044	1 107
70	734	934	1 000	1 045	1 107
80	742	936	1 001	1 046	1 108
90	754	937	1 001	1 046	1 108
100	768	938	1 002	1 046	1 108
110	782	939	1 002	1 047	1 108
120	793	939	1 003	1 047	1 108
130	802	940	1 003	1 047	1 109
140	810	940	1 003	1 047	1 109
150	815	941	1 003	1 047	1 109
200	829	942	1 004	1 048	1 109
500	838	944	1 005	1 048	1 109

(10) If the beam depth h does not exceed 500 mm, the temperature of the web may be taken as equal to that of the lower flange.

Dati di progetto

Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi

- temperatura dei connettori (vedi 4.3.4.2.5 di EN 1994-1-2):
  $938.6 \times 0.8 = 750.9°C$

4.3.4.2.5 Verification of shear resistance of stud connectors

(1) The design shear resistance in the fire situation of a welded headed stud should be determined both for solid and steel deck-concrete slab systems in accordance with EN 1994-1-1, except that the partial factor γ_v should be replaced by $\gamma_{M,fi,v}$ and the smaller of the following reduced values is to be used:

$P_{fi,Rd} = 0{,}8 \, . \, k_{u,\theta} \, . \, P_{Rd}$, with P_{Rd} as obtained from equation 6.18 of EN 1994-1-1 or (4.11a)

$P_{fi,Rd} = k_{c,\theta} \, . \, P_{Rd}$, with P_{Rd} as obtained from equation 6.19 of EN 1994-1-1 and (4.11b)

where values of $k_{u,\theta}$ and $k_{c,\theta}$ are taken from Tables 3.2 and 3.3 respectively.

(2) The temperature θ_v [°C] of the stud connectors and θ_c [°C] of the concrete may be taken as 80 % and 40 % respectively of the temperature of the upper flange of the beam.

Dati di progetto

Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi

Momento resistente delle travi composte non protette nella Zona B

Parametri	Valori calcolati
Larghezza efficace del solaio	$b_{eff} = \min\{9\,000/4\,;\,3\,000\} = 2\,250$ mm
Area della sezione di acciaio Ai	$A_i = 8\,446$ mm²
Fattore di riduzione per la resistenza dell'acciaio	$k_{y,\theta} = 0.0523$
Fattore di riduzione per la resistenza dei connettori	$k_{u,\theta} = 0.17$
Spessore della soletta in compressione in situazione di incendio $h_u = \dfrac{\sum A_i f_y k_{y,\theta} / \gamma_{M,fi,a}}{b_{eff} f_c / \gamma_{M,fi,c}}$	$h_u = \dfrac{8446 \times 355 \times 0.0523/1.0}{2250 \times 25/1.0} = 2.787$ mm
Grado di connessione della trave a 20°C	$n_{c,20°C} = 0.51$
Grado di connessione della trave in condizioni di incendio $n_{c,\theta} = \dfrac{n_{c,20°C} k_{u,\theta} \gamma_{M,v}}{k_{y,\theta} \gamma_{M,fi,v}}$	$n_{c,\theta} = \dfrac{0.51 \times 0.17 \times 1.25}{0.0523 \times 1.0} = 2.09 > 1.0$ Quindi connessione totale
Momento resistente positivo $M_{fi,Rd} = \dfrac{A_i f_y k_{y,\theta}}{\gamma_{M,fi,a}} \left(\dfrac{H}{2} + h_c - \dfrac{h_u}{2} \right)$	$M_{fi,Rd} = \dfrac{8446 \times 355 \times 0.0523}{1.0} \left(\dfrac{400}{2} + 130 - \dfrac{2.787}{2} \right)$ $= 51.51 \times 10^6$ Nmm $= 51.51$ kNm
In cui: h_c: spessore totale del solaio; $\gamma_{M,fi,a}$, $\gamma_{M,v}$ e $\gamma_{M,fi,v}$ fattori parziali di sicurezza per il profilo di acciaio, per i connettori di acciaio in condizioni normali e in condizioni di incendio.	

Dati di progetto

Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi

Capacità portante del solaio, dovuta al contributo delle travi composte non protette

$$q_{fi,Rd,ub} = \frac{8M_{fi,Rd}}{L_1^{\,2}} \frac{1+n_{ub}}{L_2} = \frac{8\times 51.5}{9^2} \times \frac{(1+3)}{12} = 1.70 \text{ kN/m}^2$$

La capacità portante complessiva del solaio è:

$$q_{fi,Rd} = q_{fi,Rd,slab} + q_{fi,Rd,ub} = 2.67 + 1.70 = 4.37 \text{ kN/m}^2$$

Con riferimento ai carichi applicati sul solaio in condizioni di incendio

$$q_{fi,Sd} = 5.98 \text{ kN/m}^2 > q_{fi,Rd} = 4.37 \text{ kN/m}^2$$

Verifica della zona B

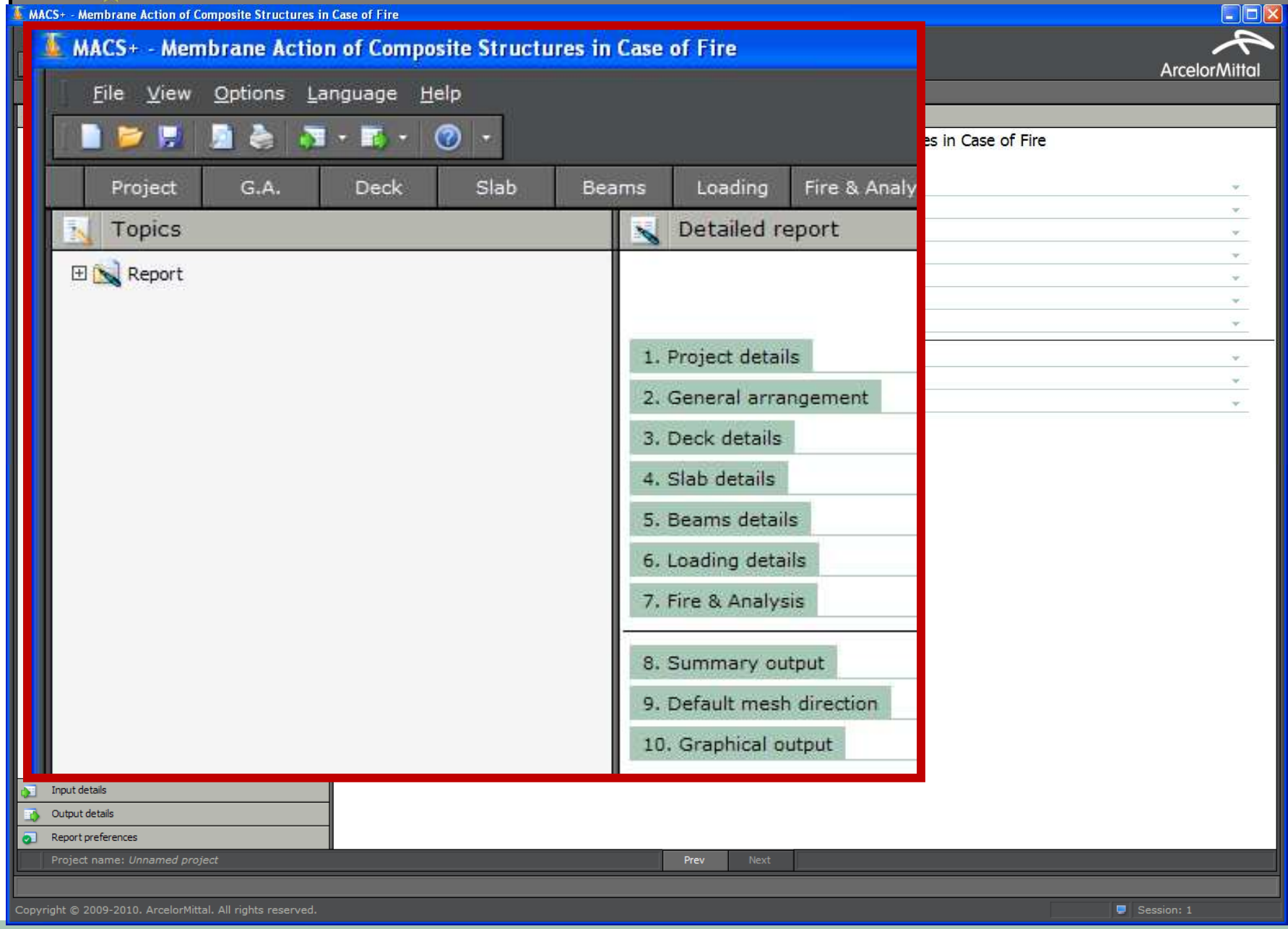
Dati di progetto

Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi



Dati di p

Verifica

zona B

Modifica

disposiz

costrutti

zona di

Nuova v

della zo

calcolo

Dettagli

8. Summary output

- Default mesh direction

Maximum unity factor:	1.38	**Floor slab fails**
Factored load in fire:	5.98 kN/m²	
Fire curve:	Standard temperature-time curve	

9. Default mesh direction

Longitudinal mesh area:	142 mm²/m	Bar size:	6 mm
Transverse mesh area:	142 mm²/m	Bar size:	6 mm
Factored load in fire:	5.98 kN/m²		

- Tabular results

Time	Beam	Mesh	Slab top	Slab bottom	Beam capacity	Maximum allowable deflection	Slab yield	Enhance-ment	Slab capacity	Total capacity	Unity factor
mins	°C	°C	°C	°C	kN/m²	mm	kN/m²		kN/m²	kN/m²	
0	20	20	20	20	26.79	254	0.46	2.87	1.32	28.11	0.21
5	158	24	20	147	26.79	321	0.46	3.37	1.55	28.34	0.21
10	378	37	22	348	26.72	428	0.46	4.17	1.92	28.64	0.21
15	578	53	28	491	15.88	501	0.46	4.72	2.17	18.05	0.33
20	708	74	36	592	6.70	550	0.46	5.09	2.34	9.04	0.66
25	779	102	48	663	4.13	582	0.46	5.33	2.45	6.58	0.91
30	821	120	62	716	3.06	603	0.46	5.49	2.53	5.59	1.07
35	850	125	71	758	2.62	620	0.46	5.61	2.59	5.20	1.15
40	873	163	83	791	2.27	631	0.46	5.70	2.62	4.89	1.22
45	893	190	89	820	1.97	644	0.46	5.79	2.67	4.63	1.29
50	910	214	103	844	1.79	649	0.46	5.83	2.69	4.48	1.34
55	925	238	119	865	1.70	652	0.46	5.85	2.69	4.39	1.36
60	939	263	131	884	1.61	655	0.46	5.88	2.71	4.32	1.38

Maximum unity factor:	1.38	**Floor slab fails**

- Beam checks

The degree of shear connection of unprotected beam(s) does not satisfy the minimum limit specified by EN1994-1-1

The degree of shear connection of internal beam(s) does not satisfy the minimum limit specified by EN1994-1-1

- Perimeter beam check

Side A	Beam type:	Solid beam	Composite	Internal beam
	Section size:	IPE 400		
	Required moment resistance in fire situation:	382.31 kNm		
	Line load in fire situation:	37.76 kN/m		
	Shear connection:	51 %	This does not satisfy the minimum limit specified by EN1994-1-1	
	Degree of utilization:	0.52		

Dati di progetto

Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi

Conclusioni

La stabilità del sistema di solaio non può essere assicurata per R60 con le attuali condizioni nella Zona B.

E’ necessario intervenire ad esempio incrementando la sezione di armatura (da ST15C a ST25C).

Deve essere rifatto il calcolo con le nuove condizioni.

Verifica della zona B

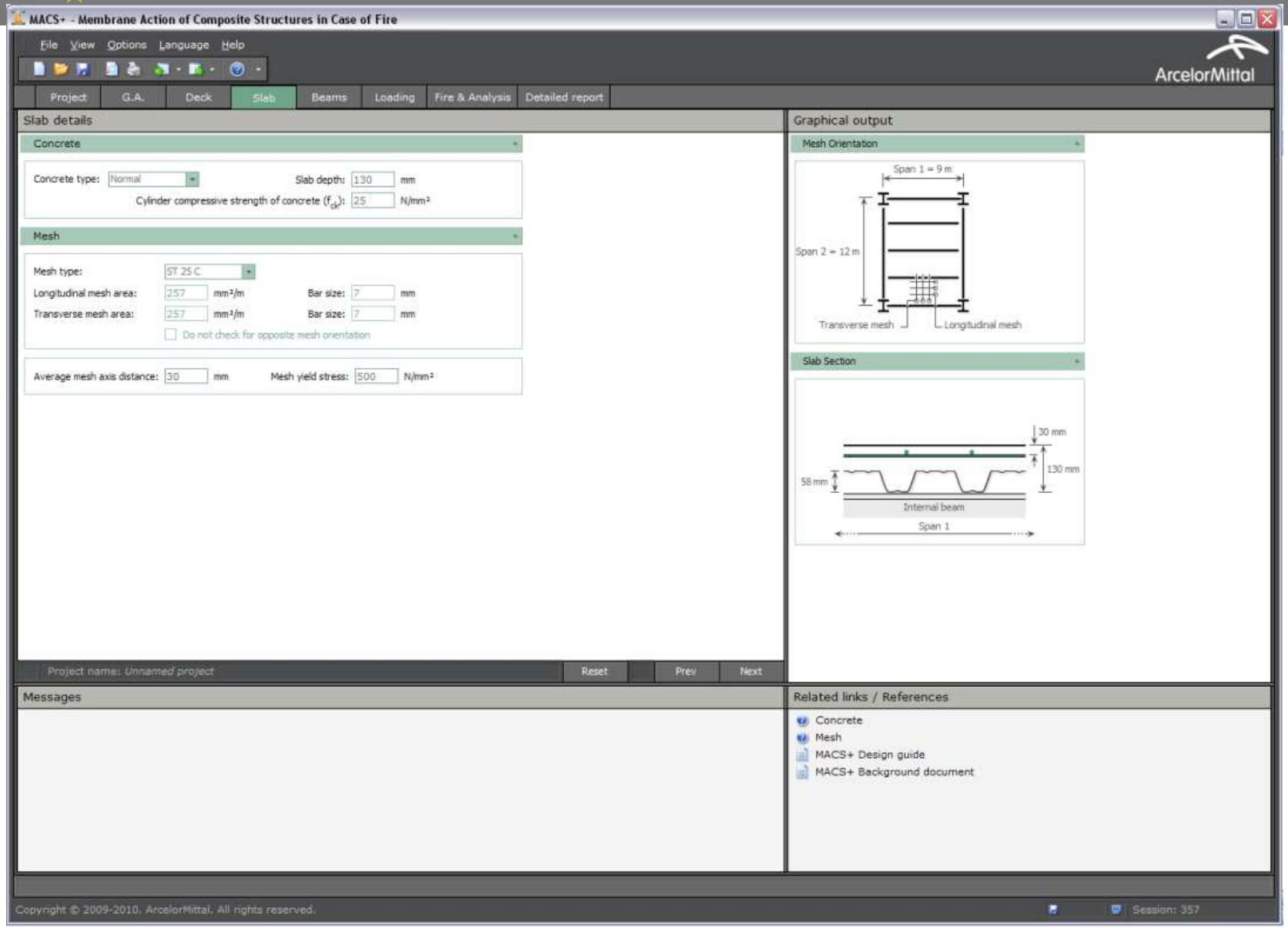
Dati di progetto

Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi



Dati di input del programma MACS+ - Solaio

Verifica della zona B

Dati di progetto

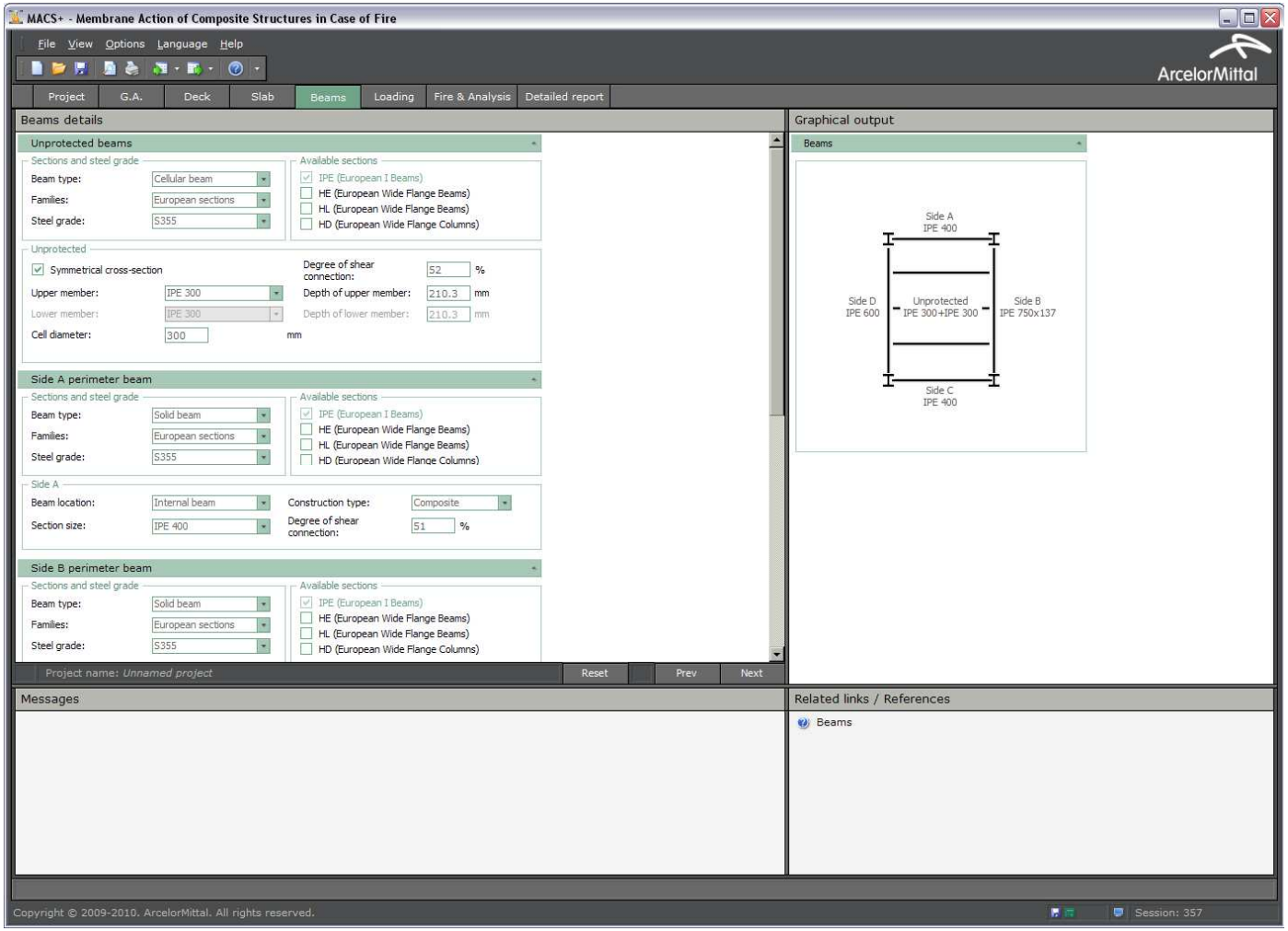
Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

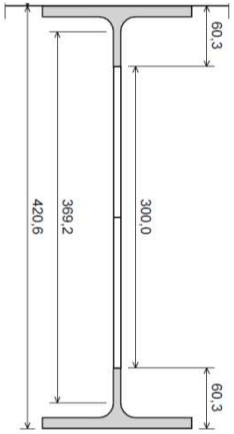
Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi

Dati di input del programma MACS+ – Travi nella Zona E



Sezione netta della trave ACB nella Zona E



Verifica della zona B

Dati di progetto

Verif

zona

Modi

dispo

costr

zona

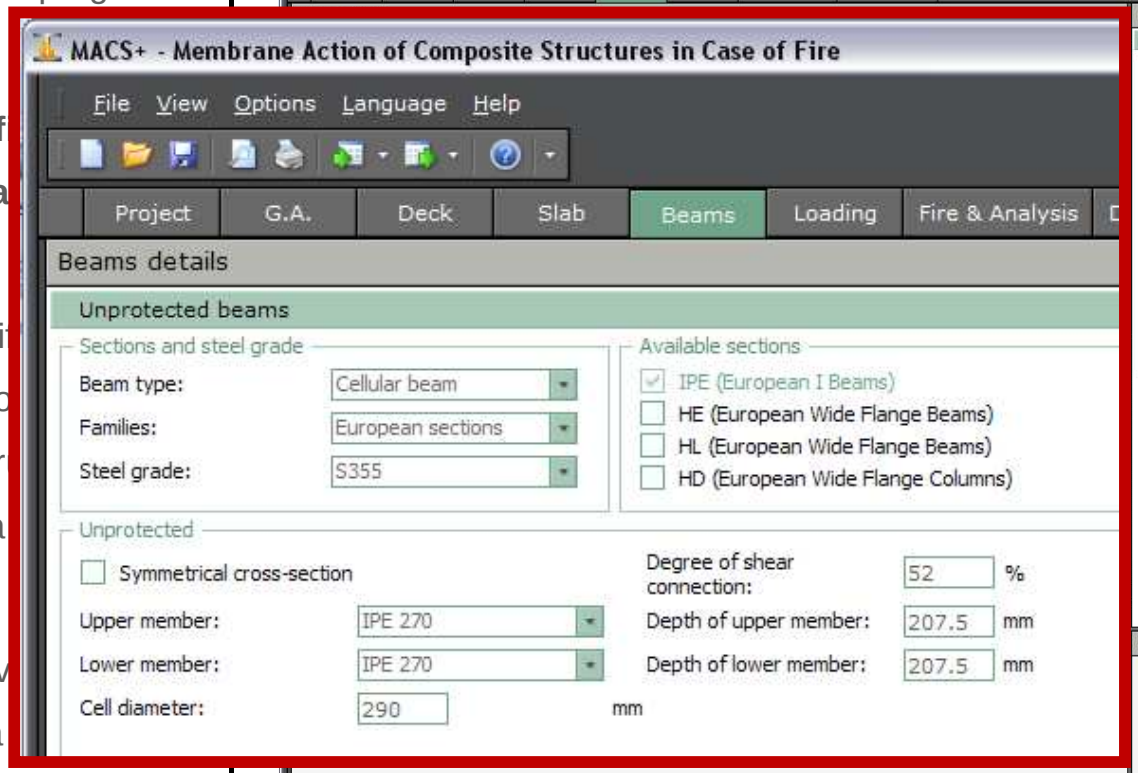
Nuov

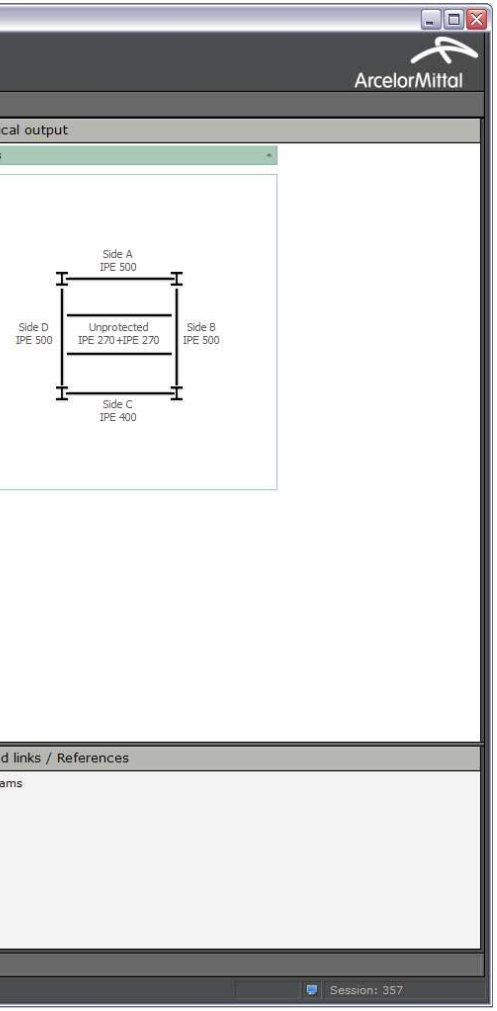
della

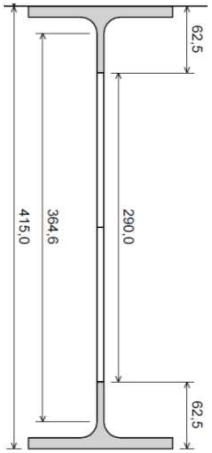
calcolo

Dettagli costruttivi

Input data del programma MACS+ – Travi nella Zona D







Sezione netta delle travi Angelina in Zona D

Dati di progetto

Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

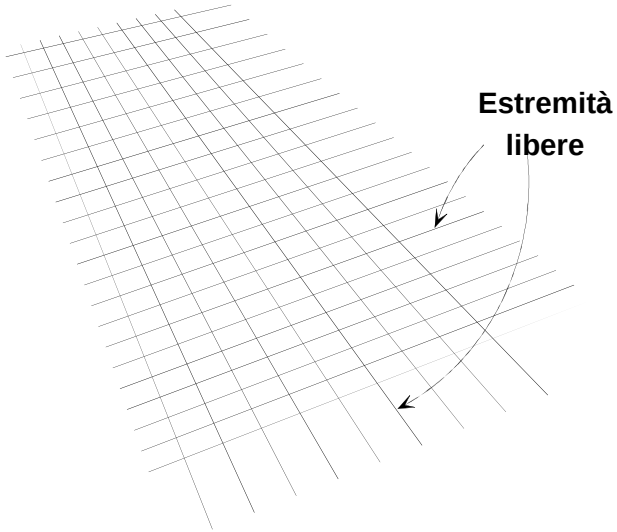
Dettagli costruttivi

Reti di armatura della soletta - Sovrapposizioni

Lunghezze di sovrapposizione: par. 8.7.5 di EN1992-1-1

Minima lunghezza di sovrapposizione: 25 cm

Reti con ‘estremità libere’



Tipo di armatura	Tipo di fili/barre	Tipo di calcestruzzo					
		LC 25/28	NC 25/30	LC 28/31	NC 28/35	LC 32/35	NC 32/40
Barre grado 500 diametro d	Aderenza miglioratata	50d	40d	47d	38d	44d	35d
Fili da 6 mm	Aderenza miglioratata	300	250	300	250	275	250
Fili da 7 mm	Aderenza miglioratata	350	300	350	275	325	250
Fili 8 mm	Aderenza miglioratata	400	325	400	325	350	300
Fili da10 mm	Aderenza miglioratata	500	400	475	400	450	350

Dati di progetto

Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

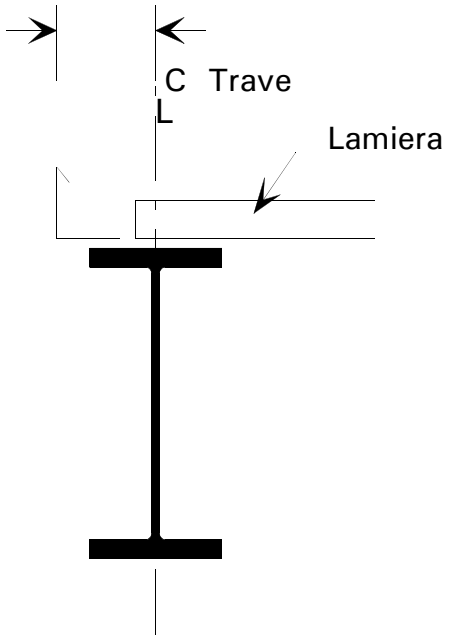
Dettagli costruttivi

Dettagli costruttivi delle travi di bordo

‘Chiusure di estremità’ in lamiera di acciaio fissate alla trave

Per le travi composte sono richieste barre di armatura sagomate a U.

La chiusura di estremità deve arrivare oltre la linea centrale della trave



Dati di progetto

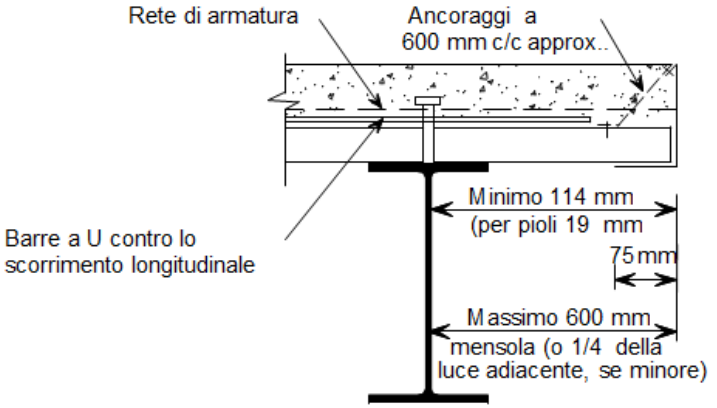
Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

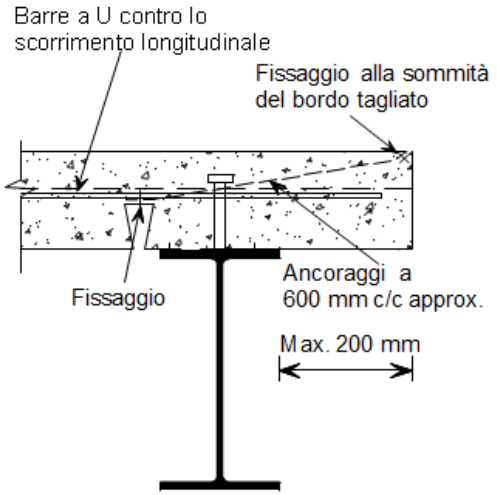
Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi

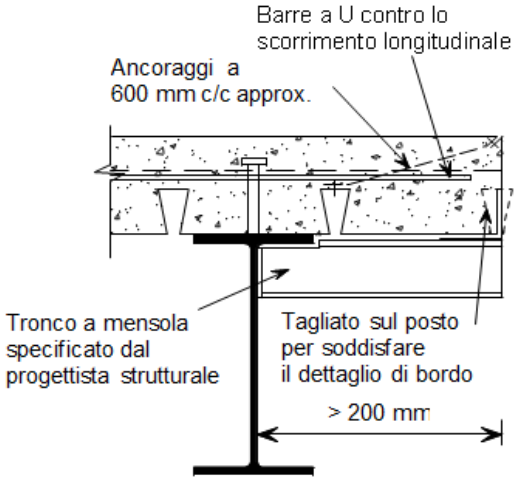
Dettagli costruttivi tipici



a) Tipica mensola di estremità
(nervature lamiera trasversali alla trave)



b) Dettaglio di bordo tipico
(nervature lamiera parallele alla trave)



c) Mensola laterale con tronco di supporto
(nervature lamiera parallele alla trave)

Dati di progetto

Verifica della zona B

Modifica delle disposizioni costruttive della zona di calcolo

Nuova verifica della zona di calcolo

Dettagli costruttivi

Protezione delle colonne

Periodo di resistenza al fuoco	60 minuti
Dimensioni della sezione	HD320×158

La protezione dal fuoco applicata deve essere estesa a tutta l'altezza della colonna, fino alla superficie inferiore del solaio composto.