

**Città di Torino**  
**Settore Ristrutturazioni e Nuovi Edifici municipali**  
**Circ. 6 Ex Stabilimento Ceat – Via Leoncavallo 25**  
**Ristrutturazione ad uso sociale, anagrafe, sede VV.UU., biblioteca**

**VALUTAZIONE RESISTENZA AL FUOCO STRUTTURE ESISTENTI**

**1. Premessa**

Oggetto della presente è la valutazione della resistenza al fuoco delle strutture esistenti in cemento armato, costituenti gli elementi portanti e/o separanti classificati ai fini della resistenza al fuoco (punto 1.2 Allegato II DM 04.05.98).

Per le strutture di orizzontamento i dati geometrici (dimensioni delle sezioni) e le quantità d'armature ed i valori delle sollecitazioni sono stati desunti dalla relazione dell'ing. Arnorlodo De Bernardi del febbraio 1998 a corredo della certificazione di idoneità statica delle strutture esistenti. Per la trave D1 analizzata nella relazione citata, si è provveduto a correggere un evidente errore numerico nella valutazione del carico agente.

Per il pilastro tipo i dati geometrici e le quantità d'armatura sono state desunte dai rilievi effettuati in occasione dei sondaggi esplorativi ad inizio cantiere; i valori delle sollecitazioni sono stati calcolati sulla base dei carichi massimi ammissibili ai vari livelli.

I valori del copriferro sono stati individuati e dalla documentazione fotografica allegata alla certificazione di idoneità statica e da quanto si è potuto constatare in cantiere durante le operazioni di demolizione di alcuni elementi strutturali (realizzazione delle nuove scale e del "giardino d'inverno")

La caratteristica di resistenza del calcestruzzo è stata valutata cautelativamente come Rck 200 daN/cm<sup>2</sup>

Le caratteristiche dell'armatura sono coerenti con quelle degli acciai in produzione all'epoca.

**2. Strutture oggetto di verifica**

Solaio 1° piano Travi A1, Travi A2, Solette A e B, Travi B1

Solaio 2° piano Travi C1, Travi D1, Solette C e D

Pilastro tipo a quota intradosso 1° piano

**3. Risultati verifiche**

<b>Elemento</b>	<b>Resistenza R</b>
TR. A1	120'
TR. A2	120'
Solette A e B	120'
TR. B1	120'
TR. C1	120'
TR. D1	120'
Solette C e D	120'
Pilastro (65x65)	120'



**Città di Torino**  
**Settore Ristrutturazioni e Nuovi Edifici municipali**  
**Circ. 6 Ex Stabilimento Ceat – Via Leoncavallo 25**  
**Ristrutturazione ad uso sociale, anagrafe, sede VV.UU., biblioteca**

**VALUTAZIONE RESISTENZA AL FUOCO STRUTTURE ESISTENTI**

**ELEMENTI VERIFICATI**

SOLAIO PIANO 1° Q. +5.00

TRAVE A1  
TRAVE A2  
TRAVE B1  
SOLETTA A e B

SOLAIO PIANO 2° Q. +8.00

SOLETTA C e D  
TRAVE D1  
TRAVE C1

PLASTRO TIPO





## Caratteristiche termiche dei materiali

Materiale: Calcestruzzo siliceo

Coefficiente di convezione per esposizione al fuoco:  $25.0 \text{ W/m}^2\text{°C}$

Coefficiente di convezione per ambiente:  $9.0 \text{ W/m}^2\text{°C}$

Coefficiente di remissività risultante: 0.56

Coefficiente di irraggiamento:  $0.0000000318 \text{ W/m}^2\text{°K}^4$

Comportamento in fase di verifica: Calcestruzzo

Temperatura (°C)	Massa	Conducibilità	Calore specifico
°C	Kg	$\text{W/m}^2\text{°C}$	$\text{J/Kg °C}$
0	2300.0	2.000	900.0
275	2250.0	1.513	1062.0
550	2250.0	1.152	1183.0
825	2250.0	0.888	1261.0
1100	2250.0	0.808	1297.0

## Caratteristiche dei materiali per le verifiche

### Stato limite ultimo

Deformazioni limite:

$E_{c1}$ : primo limite deformativo del calcestruzzo

$E_{c2}$ : secondo limite deformativo del calcestruzzo

$E_{r2}$ : limite deformativo massimo dell'acciaio

$E_{c1}$ : -0.0020

$E_{c2}$ : -0.0035

$E_{r2}$ : 0.0100

### Calcestruzzo

Alfa1: coefficiente di passaggio da  $R_{ck}$  a  $F_{ck}$

Alfa2: coefficiente riduttivo per carichi permanenti

$R_{ck}$ :  $200 \text{ daN/cm}^2$

Coefficiente di sicurezza parziale: 1.200

Alfa1: 0.83

Alfa2: 1.00

Incremento Gamma C in compressione semplice: 1.250

### Armature lente

Coefficiente di sicurezza parziale: 1.000

$F_{yk}$ :  $2700 \text{ daN/cm}^2$

$E_s$ :  $2060000 \text{ daN/cm}^2$

### Coefficienti $F_i$

#### Fattori di riduzione di resistenza dei calcestruzzi

Per coefficienti  $F_i$  si intendono i fattori di riduzione di resistenza del materiale (acciaio e calcestruzzo) se compresso o teso, in funzione della condizione di esercizio. I coefficienti vengono descritti tramite una curva caratteristica di valori adimensionali su temperatura tramite curva spezzata, come da normativa.

Calcestruzzo:

Temperatura (°C)	$F_i$ compresso	$F_i$ teso
0	1.000	1.000



	100	1.000	1.000
600		0.733	0.000
1500		0.000	0.000

Modulo elastico Calcestruzzo:

Temperatura (°C)	Fi
0	1.000
50	1.000
200	0.500
400	0.150
600	0.050

## Fattori di riduzione di resistenza delle barre di armatura

Vengono riportate le curve di riduzione in forma analitica solo per i tipi di barre di armatura effettivamente utilizzati nella sezione.

Temperatura (°C)	Armatura tipo 2 ( $K_{s2}$ )
0	1.000
100	1.000
400	0.700
650	0.110
1200	0.000
1500	0.000

## Parametri di sollecitazione termica

Curva di incendio secondo la normativa UNI 7678 (ISO 834)

$$T_f = 20 + 345 \cdot \log_{10}(8 \cdot t + 1)$$

Numero di passi di risoluzione: 12

Passo temporale (sec.): 600

Intervallo risultati: 1

## Descrizione dei blocchi costituenti la sezione

Blocco n.: 1

Materiale n.: 1

Coordinate del poligono:

Punto n.	X	Y
1	-15.00	-40.00
2	-15.00	40.00
3	15.00	40.00
4	15.00	-40.00

## Condizioni termiche applicate al contorno

Condizione n.: 1

Condizione di esposizione al fuoco

Coordinate della linea poligonale lungo cui è stata imposta la condizione:

Punto n.	X	Y
1	-15.00	40.00
2	-15.00	-40.00
3	15.00	-40.00

4	15.00	40.00
---	-------	-------

Condizione n.: 2

Condizione di dispersione nell'ambiente

Coordinate della linea poligonale lungo cui è stata imposta la condizione:

Punto n.	X	Y
1	-15.00	40.00
2	15.00	40.00

### Descrizione delle armature inserite

Armature lente:

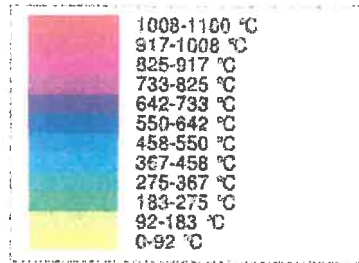
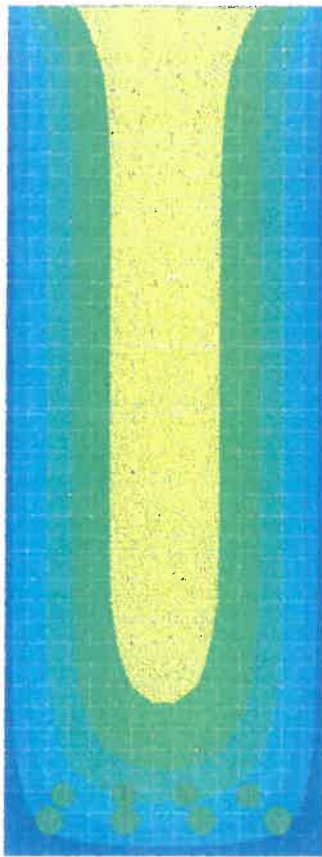
X	Y	Diametro(mm)	Descrizione
-10.70	-36.70	26	Armatura tipo 2
-3.57	-36.70	26	Armatura tipo 2
3.57	-36.70	26	Armatura tipo 2
10.70	-36.70	26	Armatura tipo 2
-9.40	-34.40	22	Armatura tipo 2
-3.60	-34.40	22	Armatura tipo 2
2.20	-34.40	22	Armatura tipo 2
8.00	-34.40	22	Armatura tipo 2

### Verifiche SLU nei vari intervalli temporali

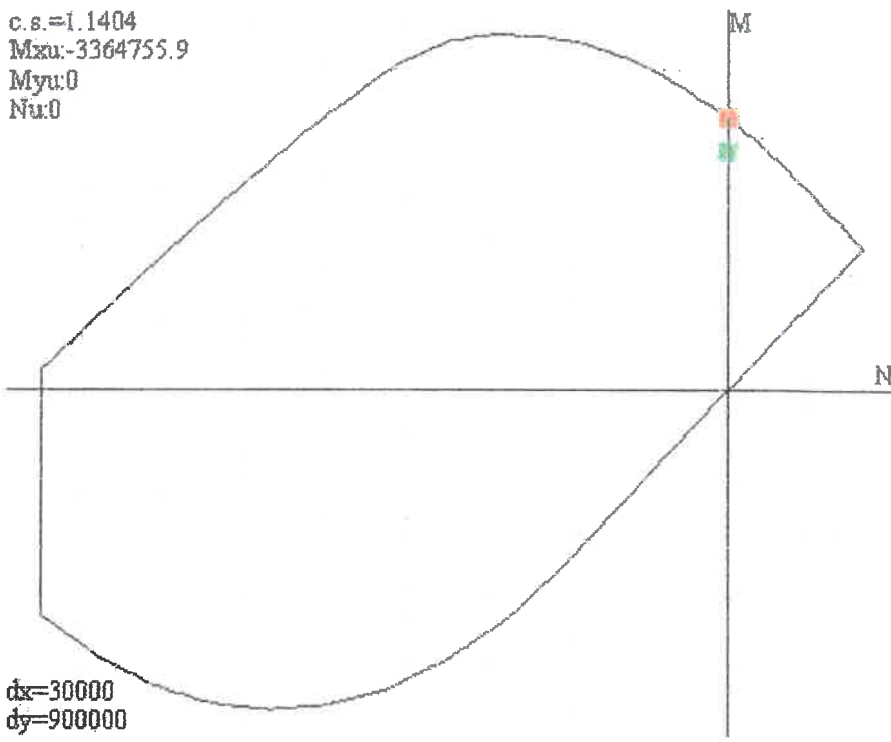
#### Coefficienti a rapporto Mx/My costante

T(min)	fam	comb	Mx	My	N	coeff
10	1	1	-2950500	0	0	2.11
20	1	1	-2950500	0	0	2.05
30	1	1	-2950500	0	0	1.92
40	1	1	-2950500	0	0	1.8
50	1	1	-2950500	0	0	1.7
60	1	1	-2950500	0	0	1.59
70	1	1	-2950500	0	0	1.51
80	1	1	-2950500	0	0	1.43
90	1	1	-2950500	0	0	1.35
100	1	1	-2950500	0	0	1.28
110	1	1	-2950500	0	0	1.2
120	1	1	-2950500	0	0	1.14

Minimo coefficiente > 1 al tempo 120 min



c. s.=1.1404  
 Mxu:-3364755.9  
 Myu:0  
 Nux:0



dx=30000  
 dy=900000





## Caratteristiche termiche dei materiali

Materiale: Calcestruzzo siliceo

Coefficiente di convezione per esposizione al fuoco:  $25.0 \text{ W/m}^2\text{°C}$

Coefficiente di convezione per ambiente:  $9.0 \text{ W/m}^2\text{°C}$

Coefficiente di remissività risultante: 0.56

Coefficiente di irraggiamento:  $0.0000000318 \text{ W/m}^2\text{°K}^4$

Comportamento in fase di verifica: Calcestruzzo

Temperatura (°C)	Massa	Conducibilità	Calore specifico
°C	Kg	$\text{W/m}^2\text{°C}$	$\text{J/Kg°C}$
0	2300.0	2.000	900.0
275	2250.0	1.513	1062.0
550	2250.0	1.152	1183.0
825	2250.0	0.888	1261.0
1100	2250.0	0.808	1297.0

## Caratteristiche dei materiali per le verifiche

### Stato limite ultimo

Deformazioni limite:

$E_{c1}$ : primo limite deformativo del calcestruzzo

$E_{c2}$ : secondo limite deformativo del calcestruzzo

$E_{r2}$ : limite deformativo massimo dell'acciaio

$E_{c1}$ : -0.0020

$E_{c2}$ : -0.0035

$E_{r2}$ : 0.0100

### Calcestruzzo

Alfa1: coefficiente di passaggio da  $R_{ck}$  a  $F_{ck}$

Alfa2: coefficiente riduttivo per carichi permanenti

$R_{ck}$ :  $200 \text{ daN/cm}^2$

Coefficiente di sicurezza parziale: 1.200

Alfa1: 0.83

Alfa2: 1.00

Incremento Gamma C in compressione semplice: 1.250

### Armature lente

Coefficiente di sicurezza parziale: 1.000

$F_{yk}$ :  $2700 \text{ daN/cm}^2$

$E_s$ :  $2060000 \text{ daN/cm}^2$

### Coefficienti $F_i$

#### Fattori di riduzione di resistenza dei calcestruzzi

Per coefficienti  $F_i$  si intendono i fattori di riduzione di resistenza del materiale (acciaio e calcestruzzo) se compresso o teso, in funzione della condizione di esercizio. I coefficienti vengono descritti tramite una curva caratteristica di valori adimensionali su temperatura tramite curva spezzata, come da normativa.

Calcestruzzo:

Temperatura (°C)	$F_i$ compresso	$F_i$ teso
0	1.000	1.000

	100	1.000	1.000
600		0.733	0.000
1500		0.000	0.000

Modulo elastico Calcestruzzo:

Temperatura (°C)	Fi
0	1.000
50	1.000
200	0.500
400	0.150
600	0.050

## Fattori di riduzione di resistenza delle barre di armatura

Vengono riportate le curve di riduzione in forma analitica solo per i tipi di barre di armatura effettivamente utilizzati nella sezione.

Temperatura (°C)	Armatura tipo 2 ( $K_{s2}$ )
0	1.000
100	1.000
400	0.700
650	0.110
1200	0.000
1500	0.000

## Parametri di sollecitazione termica

Curva di incendio secondo la normativa UNI 7678 (ISO 834)

$$T_f = 20 + 345 * \log_{10}(8 * t + 1)$$

Numero di passi di risoluzione: 12

Passo temporale (sec.): 600

Intervallo risultati: 1

## Descrizione dei blocchi costituenti la sezione

Blocco n.: 1

Materiale n.: 1

Coordinate del poligono:

Punto n.	X	Y
1	-9.00	-31.00
2	-9.00	31.00
3	9.00	31.00
4	9.00	-31.00

## Condizioni termiche applicate al contorno

Condizione n.: 1

Condizione di esposizione al fuoco

Coordinate della linea poligonale lungo cui è stata imposta la condizione:

Punto n.	X	Y
1	-9.00	31.00
2	-9.00	-31.00
3	9.00	-31.00

4	9.00	31.00
---	------	-------

Condizione n.: 2

Condizione di dispersione nell'ambiente

Coordinate della linea poligonale lungo cui è stata imposta la condizione:

Punto n.	X	Y
1	-9.00	31.00
2	9.00	31.00

### Descrizione delle armature inserite

Armature lente:

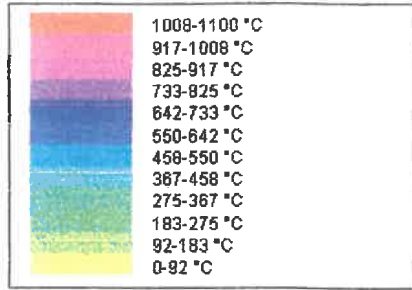
X	Y	Diametro(mm)	Descrizione
-6.30	-28.30	14	Armatura tipo 2
-2.10	-28.30	14	Armatura tipo 2
2.10	-28.30	14	Armatura tipo 2
6.30	-28.30	14	Armatura tipo 2
-1.00	-27.20	16	Armatura tipo 2
4.00	-27.20	16	Armatura tipo 2

### Verifiche SLU nei vari intervalli temporali

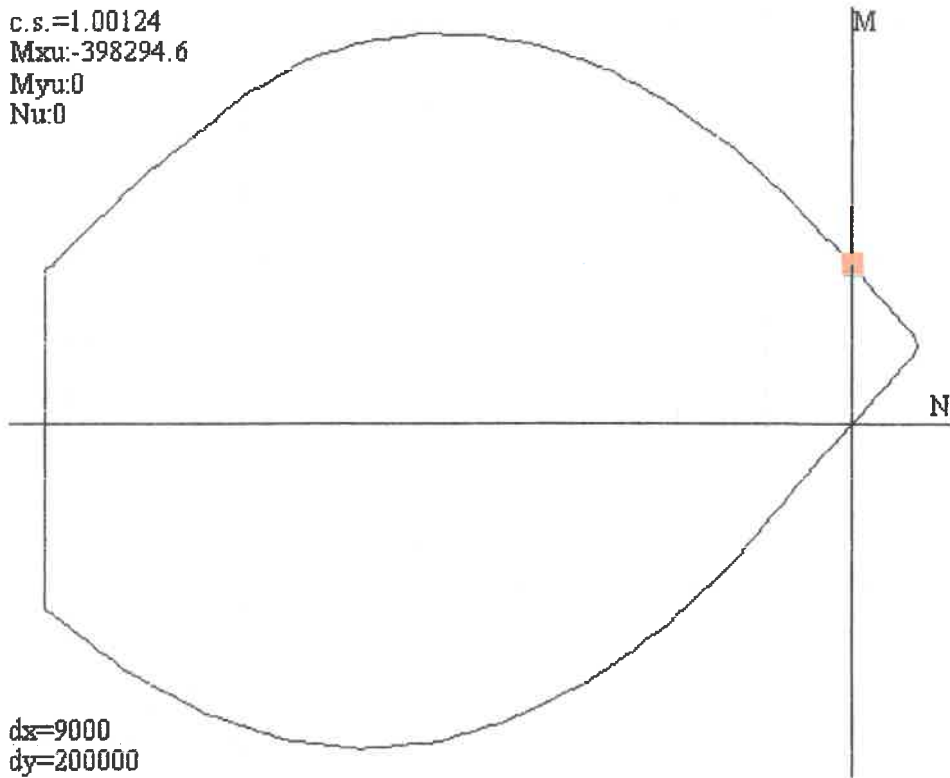
#### Coefficienti a rapporto Mx/My costante

T(min)	fam	comb	Mx	My	N	coeff
10	1	1	-397800	0	0	3.66
20	1	1	-397800	0	0	3.39
30	1	1	-397800	0	0	3
40	1	1	-397800	0	0	2.65
50	1	1	-397800	0	0	2.38
60	1	1	-397800	0	0	2.1
70	1	1	-397800	0	0	1.84
80	1	1	-397800	0	0	1.61
90	1	1	-397800	0	0	1.42
100	1	1	-397800	0	0	1.26
110	1	1	-397800	0	0	1.12
120	1	1	-397800	0	0	1

Minimo coefficiente > 1 al tempo 120 min



c.s.=1.00124  
 Mxu:-398294.6  
 Myu:0  
 Nu:0



dx=9000  
 dy=200000



## Caratteristiche termiche dei materiali

Materiale: Calcestruzzo siliceo

Coefficiente di convezione per esposizione al fuoco:  $25.0 \text{ W/m}^2\text{°C}$

Coefficiente di convezione per ambiente:  $9.0 \text{ W/m}^2\text{°C}$

Coefficiente di remissività risultante: 0.56

Coefficiente di irraggiamento:  $0.0000000318 \text{ W/m}^2\text{°K}^4$

Comportamento in fase di verifica: Calcestruzzo

Temperatura (°C)	Massa	Conducibilità	Calore specifico
°C	Kg	$\text{W/m}^2\text{°C}$	$\text{J/Kg °C}$
0	2300.0	2.000	900.0
275	2250.0	1.513	1062.0
550	2250.0	1.152	1183.0
825	2250.0	0.888	1261.0
1100	2250.0	0.808	1297.0

## Caratteristiche dei materiali per le verifiche

### Stato limite ultimo

Deformazioni limite:

$E_{c1}$ : primo limite deformativo del calcestruzzo

$E_{c2}$ : secondo limite deformativo del calcestruzzo

$E_p$ : limite deformativo massimo dell'acciaio

$E_{c1}$ : -0.0020

$E_{c2}$ : -0.0035

$E_p$ : 0.0100

### Calcestruzzo

Alfa1: coefficiente di passaggio da  $R_{ck}$  a  $F_{ck}$

Alfa2: coefficiente riduttivo per carichi permanenti

$R_{ck}$ :  $200 \text{ daN/cm}^2$

Coefficiente di sicurezza parziale: 1.200

Alfa1: 0.83

Alfa2: 1.00

Incremento Gamma C in compressione semplice: 1.250

### Armature lente

Coefficiente di sicurezza parziale: 1.000

$F_{yk}$ :  $2700 \text{ daN/cm}^2$

$E_s$ :  $2060000 \text{ daN/cm}^2$

### Coefficienti $F_i$

#### Fattori di riduzione di resistenza dei calcestruzzi

Per coefficienti  $F_i$  si intendono i fattori di riduzione di resistenza del materiale (acciaio e calcestruzzo) se compresso o teso, in funzione della condizione di esercizio. I coefficienti vengono descritti tramite una curva caratteristica di valori adimensionali su temperatura tramite curva spezzata, come da normativa.

Calcestruzzo:

Temperatura (°C)	$F_i$ compresso	$F_i$ teso
0	1.000	1.000

	100	1.000	1.000
600		0.733	0.000
1500		0.000	0.000

Modulo elastico Calcestruzzo:

Temperatura (°C)	Fi
0	1.000
50	1.000
200	0.500
400	0.150
600	0.050

### **Fattori di riduzione di resistenza delle barre di armatura**

Vengono riportate le curve di riduzione in forma analitica solo per i tipi di barre di armatura effettivamente utilizzati nella sezione.

Temperatura (°C)	Armatura tipo 2 (K <sub>s2</sub> )
0	1.000
100	1.000
400	0.700
650	0.110
1200	0.000
1500	0.000

### **Parametri di sollecitazione termica**

Curva di incendio secondo la normativa UNI 7678 (ISO 834)

$$T_f = 20 + 345 \cdot \log_{10}(8 \cdot t + 1)$$

Numero di passi di risoluzione: 12

Passo temporale (sec.): 600

Intervallo risultati: 1

### **Descrizione dei blocchi costituenti la sezione**

Blocco n.: 1

Materiale n.: 1

Coordinate del poligono:

Punto n.	X	Y
1	-15.00	-50.00
2	-15.00	50.00
3	15.00	50.00
4	15.00	-50.00

### **Condizioni termiche applicate al contorno**

Condizione n.: 1

Condizione di esposizione al fuoco

Coordinate della linea poligonale lungo cui è stata imposta la condizione:

Punto n.	X	Y
1	-15.00	50.00
2	-15.00	-50.00
3	15.00	-50.00

4	15.00	50.00
---	-------	-------

Condizione n.: 2

Condizione di dispersione nell'ambiente

Coordinate della linea poligonale lungo cui è stata imposta la condizione:

Punto n.	X	Y
1	-15.00	50.00
2	15.00	50.00

### Descrizione delle armature inserite

Armature lente:

X	Y	Diametro(mm)	Descrizione
-12.30	-46.80	24	Armatura tipo 2
-7.08	-47.30	24	Armatura tipo 2
-2.36	-46.80	24	Armatura tipo 2
2.36	-46.80	24	Armatura tipo 2
7.08	-46.80	24	Armatura tipo 2
12.30	-46.80	24	Armatura tipo 2
-9.80	-44.00	24	Armatura tipo 2
-5.88	-44.50	24	Armatura tipo 2
-1.96	-44.00	24	Armatura tipo 2
1.96	-44.00	24	Armatura tipo 2
5.88	-44.00	24	Armatura tipo 2
9.80	-44.00	24	Armatura tipo 2

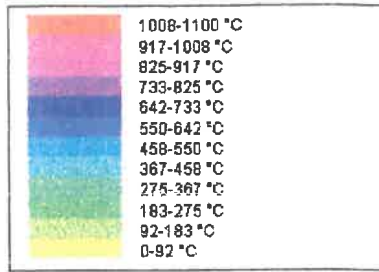
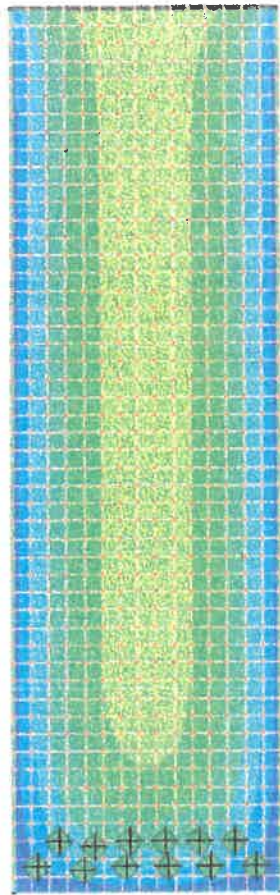
### Verifiche SLU nei vari intervalli temporali

#### Coefficienti a rapporto $M_x/M_y$ costante

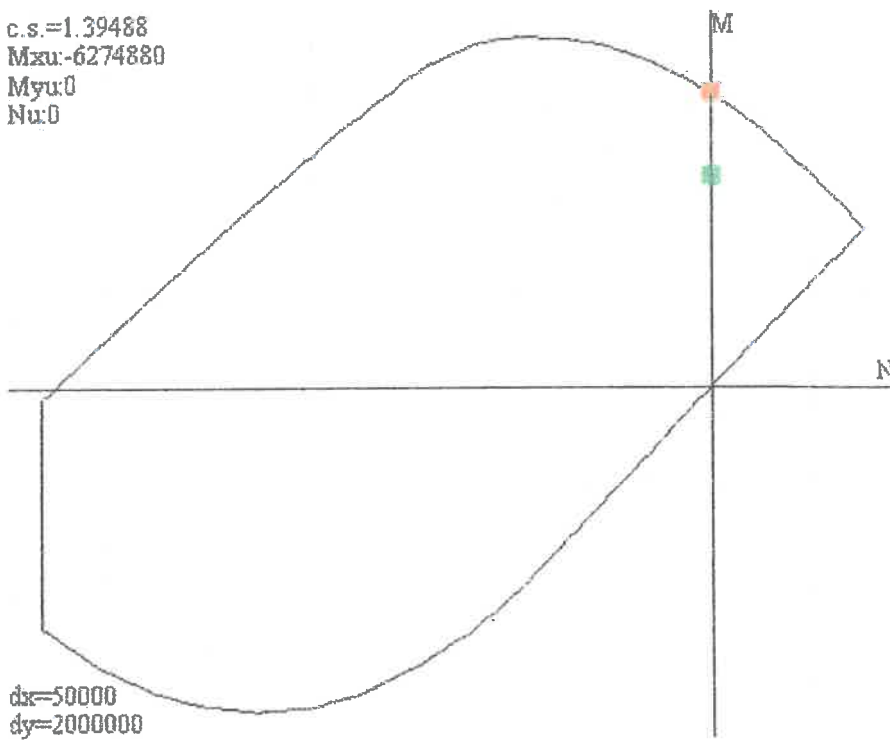
T(min)	fam	comb	$M_x$	$M_y$	N	coeff
10	1	1	-4498500	0	0	2.52
20	1	1	-4498500	0	0	2.43
30	1	1	-4498500	0	0	2.29
40	1	1	-4498500	0	0	2.14
50	1	1	-4498500	0	0	2.01
60	1	1	-4498500	0	0	1.9
70	1	1	-4498500	0	0	1.81
80	1	1	-4498500	0	0	1.73
90	1	1	-4498500	0	0	1.63
100	1	1	-4498500	0	0	1.54
110	1	1	-4498500	0	0	1.47
120	1	1	-4498500	0	0	1.39

Minimo coefficiente > 1 al tempo 120 min





c.s.=1.39488  
 Mxu:-6274880  
 Myu:0  
 Nu:0





## Caratteristiche termiche dei materiali

Materiale: Calcestruzzo siliceo

Coefficiente di convezione per esposizione al fuoco:  $25.0 \text{ W/m}^2\text{°C}$

Coefficiente di convezione per ambiente:  $9.0 \text{ W/m}^2\text{°C}$

Coefficiente di remissività risultante: 0.56

Coefficiente di irraggiamento:  $0.0000000318 \text{ W/m}^2\text{°K}^4$

Comportamento in fase di verifica: Calcestruzzo

Temperatura (°C)	Massa	Conducibilità	Calore specifico
°C	Kg	$\text{W/m}^2\text{°C}$	$\text{J/Kg}^{\circ}\text{C}$
0	2300.0	2.000	900.0
275	2250.0	1.513	1062.0
550	2250.0	1.152	1183.0
825	2250.0	0.888	1261.0
1100	2250.0	0.808	1297.0

## Caratteristiche dei materiali per le verifiche

### Stato limite ultimo

Deformazioni limite:

$E_{c1}$ : primo limite deformativo del calcestruzzo

$E_{c2}$ : secondo limite deformativo del calcestruzzo

$E_{r2}$ : limite deformativo massimo dell'acciaio

$E_{c1}$ : -0.0020

$E_{c2}$ : -0.0035

$E_{r2}$ : 0.0100

### Calcestruzzo

Alfa1: coefficiente di passaggio da  $R_{ck}$  a  $F_{ck}$

Alfa2: coefficiente riduttivo per carichi permanenti

$R_{ck}$ :  $200 \text{ daN/cm}^2$

Coefficiente di sicurezza parziale: 1.200

Alfa1: 0.83

Alfa2: 1.00

Incremento Gamma C in compressione semplice: 1.250

### Armature lente

Coefficiente di sicurezza parziale: 1.000

$F_{yk}$ :  $2300 \text{ daN/cm}^2$

$E_s$ :  $2060000 \text{ daN/cm}^2$

### Coefficienti $F_i$

#### Fattori di riduzione di resistenza dei calcestruzzi

Per coefficienti  $F_i$  si intendono i fattori di riduzione di resistenza del materiale (acciaio e calcestruzzo) se compresso o teso, in funzione della condizione di esercizio. I coefficienti vengono descritti tramite una curva caratteristica di valori adimensionali su temperatura tramite curva spezzata, come da normativa.

Calcestruzzo:

Temperatura (°C)	$F_i$ compresso	$F_i$ teso
0	1.000	1.000



	100	1.000	1.000
600		0.733	0.000
1500		0.000	0.000

Modulo elastico Calcestruzzo:

Temperatura (°C)	Fi
0	1.000
50	1.000
200	0.500
400	0.150
600	0.050

## Fattori di riduzione di resistenza delle barre di armatura

Vengono riportate le curve di riduzione in forma analitica solo per i tipi di barre di armatura effettivamente utilizzati nella sezione.

Temperatura (°C)	Armatura tipo 2 ( $K_{s2}$ )
0	1.000
100	1.000
400	0.700
650	0.110
1200	0.000
1500	0.000

## Parametri di sollecitazione termica

Curva di incendio secondo la normativa UNI 7678 (ISO 834)

$$T_f = 20 + 345 \cdot \log_{10}(8 \cdot t + 1)$$

Numero di passi di risoluzione: 12

Passo temporale (sec.): 600

Intervallo risultati: 1

## Descrizione dei blocchi costituenti la sezione

Blocco n.: 1

Materiale n.: 1

Coordinate del poligono:

Punto n.	X	Y
1	-95.00	18.00
2	-95.00	32.00
3	5.00	32.00
4	5.00	18.00

## Condizioni termiche applicate al contorno

Condizione n.: 1

Condizione di esposizione al fuoco

Coordinate della linea poligonale lungo cui è stata imposta la condizione:

Punto n.	X	Y
1	-95.00	18.00
2	5.00	18.00

Condizione n.: 2



Condizione di adiabaticità

Coordinate della linea poligonale lungo cui è stata imposta la condizione:

Punto n.	X	Y
1	-95.00	18.00
2	-95.00	32.00

Condizione n.: 3

Condizione di adiabaticità

Coordinate della linea poligonale lungo cui è stata imposta la condizione:

Punto n.	X	Y
1	5.00	18.00
2	5.00	32.00

Condizione n.: 4

Condizione di dispersione nell'ambiente

Coordinate della linea poligonale lungo cui è stata imposta la condizione:

Punto n.	X	Y
1	-95.00	32.00
2	5.00	32.00

## Descrizione delle armature inserite

Armature lente:

X	Y	Diametro(mm)	Descrizione
-92.60	19.40	8	Armatura tipo 2
-82.02	19.40	8	Armatura tipo 2
-71.44	19.40	8	Armatura tipo 2
-60.87	19.40	8	Armatura tipo 2
-50.29	19.40	8	Armatura tipo 2
-39.71	19.40	8	Armatura tipo 2
-29.13	19.40	8	Armatura tipo 2
-18.56	19.40	8	Armatura tipo 2
-7.98	19.40	8	Armatura tipo 2
2.60	19.40	8	Armatura tipo 2

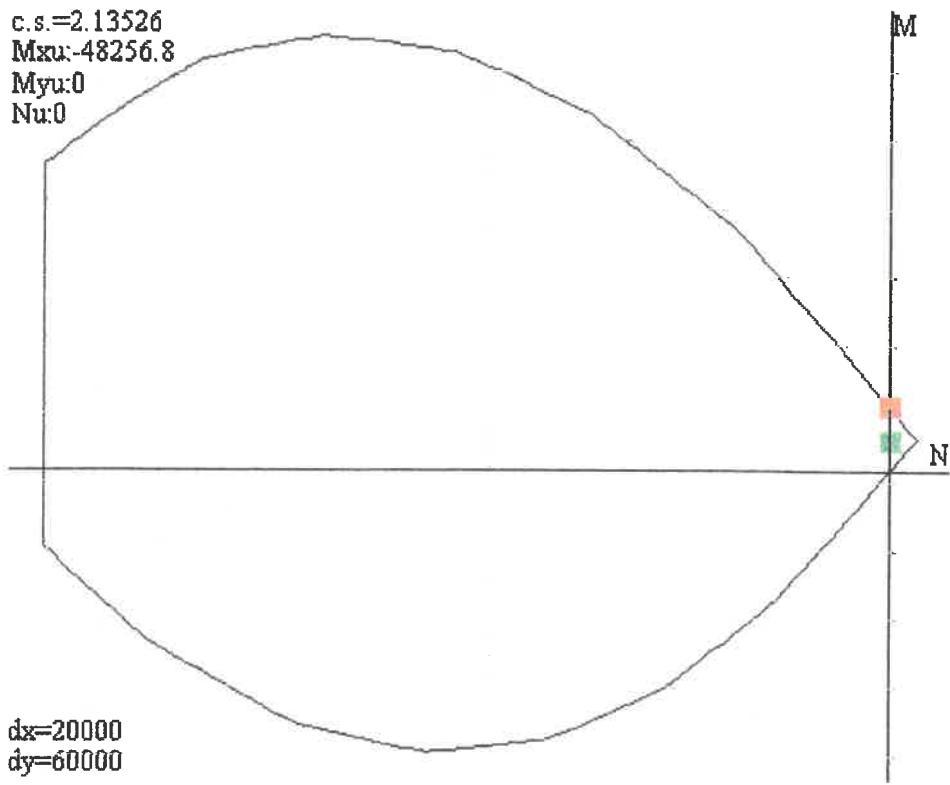
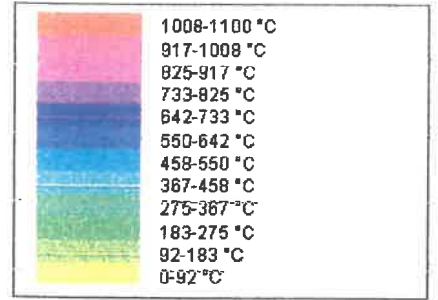
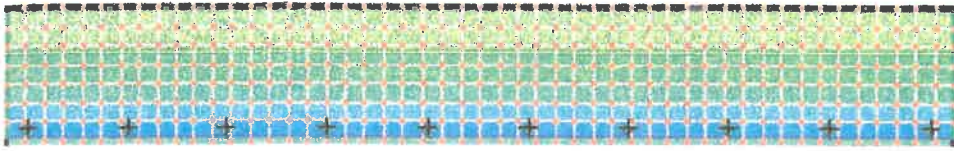
## Verifiche SLU nei vari intervalli temporali

### Coefficienti a rapporto $M_x/M_y$ costante

T(min)	fam	comb	$M_x$	$M_y$	N	coeff
10	1	1	-22600	0	0	5.93
20	1	1	-22600	0	0	4.93
30	1	1	-22600	0	0	4.37
40	1	1	-22600	0	0	3.94
50	1	1	-22600	0	0	3.47
60	1	1	-22600	0	0	3.14
70	1	1	-22600	0	0	2.89
80	1	1	-22600	0	0	2.68
90	1	1	-22600	0	0	2.51
100	1	1	-22600	0	0	2.37
110	1	1	-22600	0	0	2.25
120	1	1	-22600	0	0	2.14

Minimo coefficiente > 1 al tempo 120 min







## Caratteristiche termiche dei materiali

Materiale: Calcestruzzo siliceo

Coefficiente di convezione per esposizione al fuoco:  $25.0 \text{ W/m}^2\text{°C}$

Coefficiente di convezione per ambiente:  $9.0 \text{ W/m}^2\text{°C}$

Coefficiente di remissività risultante: 0.56

Coefficiente di irraggiamento:  $0.0000000318 \text{ W/m}^2\text{°K}^4$

Comportamento in fase di verifica: Calcestruzzo

Temperatura (°C)	Massa	Conducibilità	Calore specifico
°C	Kg	$\text{W/m}^2\text{°C}$	$\text{J/Kg °C}$
0	2300.0	2.000	900.0
275	2250.0	1.513	1062.0
550	2250.0	1.152	1183.0
825	2250.0	0.888	1261.0
1100	2250.0	0.808	1297.0

## Caratteristiche dei materiali per le verifiche

### Stato limite ultimo

Deformazioni limite:

$E_{c1}$ : primo limite deformativo del calcestruzzo

$E_{c2}$ : secondo limite deformativo del calcestruzzo

$E_{f2}$ : limite deformativo massimo dell'acciaio

$E_{c1}$ : -0.0020

$E_{c2}$ : -0.0035

$E_{f2}$ : 0.0100

### Calcestruzzo

Alfa1: coefficiente di passaggio da  $R_{ck}$  a  $F_{ck}$

Alfa2: coefficiente riduttivo per carichi permanenti

$R_{ck}$ : 200 daN/cm<sup>2</sup>

Coefficiente di sicurezza parziale: 1.200

Alfa1: 0.83

Alfa2: 1.00

Incremento Gamma C in compressione semplice: 1.250

### Armature lente

Coefficiente di sicurezza parziale: 1.000

$F_{yk}$ : 2300 daN/cm<sup>2</sup>

$E_s$ : 2060000 daN/cm<sup>2</sup>

### Coefficienti $F_i$

#### Fattori di riduzione di resistenza dei calcestruzzi

Per coefficienti  $F_i$  si intendono i fattori di riduzione di resistenza del materiale (acciaio e calcestruzzo) se compresso o teso, in funzione della condizione di esercizio. I coefficienti vengono descritti tramite una curva caratteristica di valori adimensionali su temperatura tramite curva spezzata, come da normativa.

Calcestruzzo:

Temperatura (°C)	$F_i$ compresso	$F_i$ teso
0	1.000	1.000



	100	1.000	1.000
600		0.733	0.000
1500		0.000	0.000

Modulo elastico Calcestruzzo:

Temperatura (°C)	Fi
0	1.000
50	1.000
200	0.500
400	0.150
600	0.050

### **Fattori di riduzione di resistenza delle barre di armatura**

Vengono riportate le curve di riduzione in forma analitica solo per i tipi di barre di armatura effettivamente utilizzati nella sezione.

Temperatura (°C)	Armatura tipo 2 (K <sub>s2</sub> )
0	1.000
100	1.000
400	0.700
650	0.110
1200	0.000
1500	0.000

### **Parametri di sollecitazione termica**

Curva di incendio secondo la normativa UNI 7678 (ISO 834)

$$T_f = 20 + 345 * \log_{10}(8 * t + 1)$$

Numero di passi di risoluzione: 12

Passo temporale (sec.): 600

Intervallo risultati: 1

### **Descrizione dei blocchi costituenti la sezione**

Elocco n.: 1

Materiale n.: 1

Coordinate del poligono:

Punto n.	X	Y
1	-95.00	18.00
2	-95.00	30.00
3	5.00	30.00
4	5.00	18.00

### **Condizioni termiche applicate al contorno**

Condizione n.: 1

Condizione di esposizione al fuoco

Coordinate della linea poligonale lungo cui è stata imposta la condizione:

Punto n.	X	Y
1	-95.00	18.00
2	5.00	18.00

Condizione n.: 2

Condizione di adiabaticità

Coordinate della linea poligonale lungo cui è stata imposta la condizione:



Punto n.	X	Y
1	-95.00	18.00
2	-95.00	30.00

Condizione n.: 3

Condizione di adiabaticità

Coordinate della linea poligonale lungo cui è stata imposta la condizione:

Punto n.	X	Y
1	5.00	18.00
2	5.00	30.00

Condizione n.: 4

Condizione di dispersione nell'ambiente

Coordinate della linea poligonale lungo cui è stata imposta la condizione:

Punto n.	X	Y
1	-95.00	30.00
2	5.00	30.00

### Descrizione delle armature inserite

Armature lente:

X	Y	Diametro(mm)	Descrizione
-92.60	19.90	8	Armatura tipo 2
-82.02	19.90	8	Armatura tipo 2
-71.44	19.90	8	Armatura tipo 2
-60.87	19.90	8	Armatura tipo 2
-50.29	19.90	8	Armatura tipo 2
-39.71	19.90	8	Armatura tipo 2
-29.13	19.90	8	Armatura tipo 2
-18.56	19.90	8	Armatura tipo 2
-7.98	19.90	8	Armatura tipo 2
2.60	19.90	8	Armatura tipo 2

### Verifiche delle tensioni

T(min)	Mx	My	N	Sc,min	Sf,max
--------	----	----	---	--------	--------

### Verifiche SLU Mx/My = costante

T(min)	Mx	My	N	coeff	Mxu	Myu	Nu
120	-16200	0	0	2.82	-45622	0	0

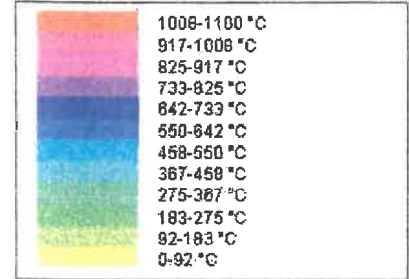
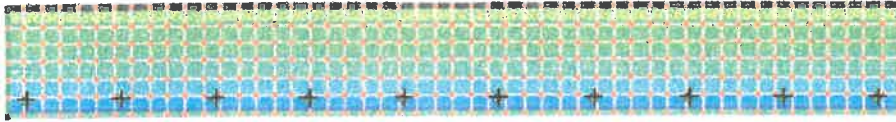
### Verifiche SLU nei vari intervalli temporali

### Coefficienti a rapporto Mx/My costante

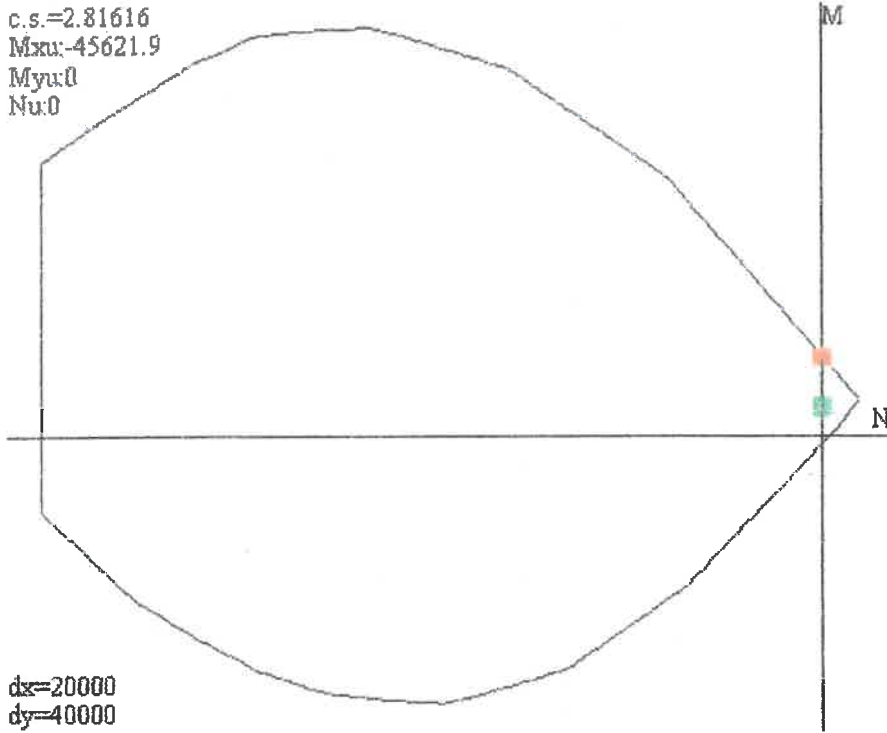
T(min)	fam	comb	Mx	My	N	coeff
10	1	1	-16200	0	0	6.49
20	1	1	-16200	0	0	5.83
30	1	1	-16200	0	0	5.17

	40	1	1	-16200	0	0	4.81
50	1	1	1	-16200	0	0	4.56
60	1	1	1	-16200	0	0	4.16
70	1	1	1	-16200	0	0	3.83
80	1	1	1	-16200	0	0	3.56
90	1	1	1	-16200	0	0	3.33
100	1	1	1	-16200	0	0	3.14
110	1	1	1	-16200	0	0	2.97
120	1	1	1	-16200	0	0	2.82

Minimo coefficiente > 1 al tempo 120 min



c.s.=2.81616  
 Mxx:-45621.9  
 Myx:0  
 Nx:0





## Caratteristiche termiche dei materiali

Materiale: Calcestruzzo siliceo  
Coefficiente di convezione per esposizione al fuoco:  $25.0 \text{ W/m}^2\text{°C}$   
Coefficiente di convezione per ambiente:  $9.0 \text{ W/m}^2\text{°C}$   
Coefficiente di remissività risultante:  $0.56$   
Coefficiente di irraggiamento:  $0.0000000318 \text{ W/m}^2\text{°K}^4$   
Comportamento in fase di verifica: Calcestruzzo

Temperatura (°C)	Massa	Conducibilità	Calore specifico
°C	Kg	$\text{W/m}^2\text{°C}$	$\text{J/Kg °C}$
0	2300.0	2.000	900.0
275	2250.0	1.513	1062.0
550	2250.0	1.152	1183.0
825	2250.0	0.888	1261.0
1100	2250.0	0.808	1297.0

## Caratteristiche dei materiali per le verifiche

### Stato limite ultimo

Deformazioni limite:

$E_{c1}$ : primo limite deformativo del calcestruzzo  
 $E_{c2}$ : secondo limite deformativo del calcestruzzo  
 $E_{t2}$ : limite deformativo massimo dell'acciaio  
 $E_{c1}$ : -0.0020  
 $E_{c2}$ : -0.0035  
 $E_{t2}$ : 0.0100

### Calcestruzzo

Alfa1: coefficiente di passaggio da  $R_{ck}$  a  $F_{ck}$   
Alfa2: coefficiente riduttivo per carichi permanenti

$R_{ck}$ :  $200 \text{ daN/cm}^2$   
Coefficiente di sicurezza parziale: 1.200  
Alfa1: 0.83  
Alfa2: 1.00  
Incremento Gamma C in compressione semplice: 1.250

### Armature lente

Coefficiente di sicurezza parziale: 1.000  
 $F_{yk}$ :  $2700 \text{ daN/cm}^2$   
 $E_s$ :  $2060000 \text{ daN/cm}^2$

### Coefficienti $F_i$

#### Fattori di riduzione di resistenza dei calcestruzzi

Per coefficienti  $F_i$  si intendono i fattori di riduzione di resistenza del materiale (acciaio e calcestruzzo) se compresso o teso, in funzione della condizione di esercizio. I coefficienti vengono descritti tramite una curva caratteristica di valori adimensionali su temperatura tramite curva spezzata, come da normativa.

Calcestruzzo:

Temperatura (°C)	$F_i$ compresso	$F_i$ teso
0	1.000	1.000

	100	1.000	1.000
600		0.733	0.000
1500		0.000	0.000

Modulo elastico Calcestruzzo:

Temperatura (°C)	Fi
0	1.000
50	1.000
200	0.500
400	0.150
600	0.050

### **Fattori di riduzione di resistenza delle barre di armatura**

Vengono riportate le curve di riduzione in forma analitica solo per i tipi di barre di armatura effettivamente utilizzati nella sezione.

Temperatura (°C)	Armatura tipo 2 (K <sub>s2</sub> )
0	1.000
100	1.000
400	0.700
650	0.110
1200	0.000
1500	0.000

### **Parametri di sollecitazione termica**

Curva di incendio secondo la normativa UNI 7678 (ISO 834)

$$T_f = 20 + 345 * \log_{10}(8 * t + 1)$$

Numero di passi di risoluzione: 12

Passo temporale (sec.): 600

Intervallo risultati: 1

### **Descrizione dei blocchi costituenti la sezione**

Blocco n.: 1

Materiale n.: 1

Coordinate del poligono:

Punto n.	X	Y
1	17.00	80.00
2	17.00	160.00
3	45.00	160.00
4	45.00	80.00

### **Condizioni termiche applicate al contorno**

Condizione n.: 1

Condizione di esposizione al fuoco

Coordinate della linea poligonale lungo cui è stata imposta la condizione:

Punto n.	X	Y
1	17.00	160.00
2	17.00	80.00
3	45.00	80.00
4	45.00	160.00



Condizione n.: 2

Condizione di dispersione nell'ambiente

Coordinate della linea poligonale lungo cui è stata imposta la condizione:

Punto n.	X	Y
1	17.00	160.00
2	45.00	160.00

### Descrizione delle armature inserite

Armature lente:

X	Y	Diametro(mm)	Descrizione
19.60	83.10	22	Armatura tipo 2
24.16	83.10	22	Armatura tipo 2
28.72	83.10	22	Armatura tipo 2
33.28	83.10	22	Armatura tipo 2
37.84	83.10	22	Armatura tipo 2
42.40	83.10	22	Armatura tipo 2
21.60	85.10	22	Armatura tipo 2
25.36	85.10	22	Armatura tipo 2
29.12	85.10	22	Armatura tipo 2
32.88	85.10	22	Armatura tipo 2
36.64	85.10	22	Armatura tipo 2
40.40	85.10	22	Armatura tipo 2

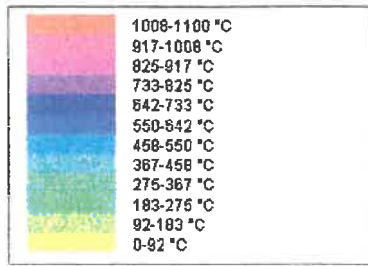
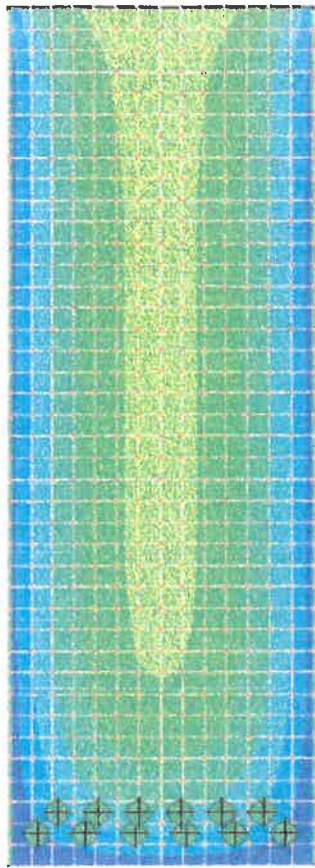
### Verifiche SLU nei vari intervalli temporali

#### Coefficienti a rapporto Mx/My costante

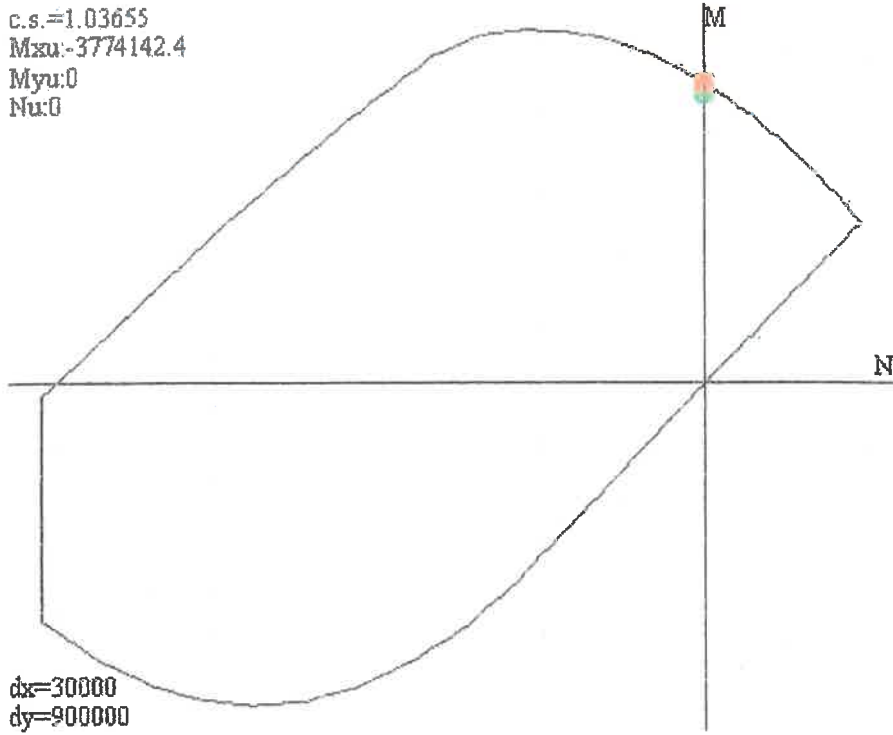
T(min)	fam	comb	Mx	My	N	coeff
10	1	1	-3641077	0	0	2.01
20	1	1	-3641077	0	0	1.94
30	1	1	-3641077	0	0	1.8
40	1	1	-3641077	0	0	1.67
50	1	1	-3641077	0	0	1.57
60	1	1	-3641077	0	0	1.49
70	1	1	-3641077	0	0	1.4
80	1	1	-3641077	0	0	1.32
90	1	1	-3641077	0	0	1.24
100	1	1	-3641077	0	0	1.17
110	1	1	-3641077	0	0	1.1
120	1	1	-3641077	0	0	1.04

Minimo coefficiente > 1 al tempo 120 min





c.s.=1.03655  
 Mxu:-3774142.4  
 Myu:0  
 Nu:0







	100	1.000	1.000
600		0.733	0.000
1500		0.000	0.000

Modulo elastico Calcestruzzo:

Temperatura (°C)	Fi
0	1.000
50	1.000
200	0.500
400	0.150
600	0.050

### Fattori di riduzione di resistenza delle barre di armatura

Vengono riportate le curve di riduzione in forma analitica solo per i tipi di barre di armatura effettivamente utilizzati nella sezione.

Temperatura (°C)	Armatura tipo 1 (K <sub>st</sub> )
0	1.000
350	1.000
700	0.100
1200	0.000
1500	0.000

### Parametri di sollecitazione termica

Curva di incendio secondo la normativa UNI 7678 (ISO 834)

$$T_f = 20 + 345 \cdot \log_{10}(8 \cdot t + 1)$$

Numero di passi di risoluzione: 12

Passo temporale (sec.): 600

Intervallo risultati: 1

### Descrizione dei blocchi costituenti la sezione

Blocco n.: 1

Materiale n.: 1

Coordinate del poligono:

Punto n.	X	Y
1	-10.00	-34.50
2	-10.00	27.50
3	10.00	27.50
4	10.00	-34.50

### Condizioni termiche applicate al contorno

Condizione n.: 1

Condizione di dispersione nell'ambiente

Coordinate della linea poligonale lungo cui è stata imposta la condizione:

Punto n.	X	Y
1	-10.00	27.50
2	10.00	27.50

Condizione n.: 2

Condizione di esposizione al fuoco



Coordinate della linea poligonale lungo cui è stata imposta la condizione:

Punto n.	X	Y
1	-10.00	27.50
2	-10.00	-34.50
3	10.00	-34.50
4	10.00	27.50

### Descrizione delle armature inserite

Armature lente:

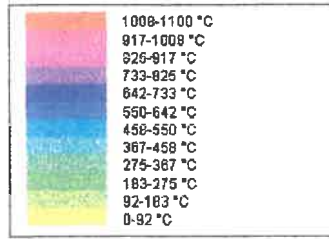
X	Y	Diametro(mm)	Descrizione
-5.30	-30.70	20	Armatura tipo 1
-3.20	-30.70	20	Armatura tipo 1
-0.80	-30.70	20	Armatura tipo 1
1.40	-30.70	20	Armatura tipo 1
3.80	-30.70	20	Armatura tipo 1
6.00	-30.70	20	Armatura tipo 1
-2.00	-29.20	24	Armatura tipo 1
1.00	-29.20	24	Armatura tipo 1

### Verifiche SLU nei vari intervalli temporali

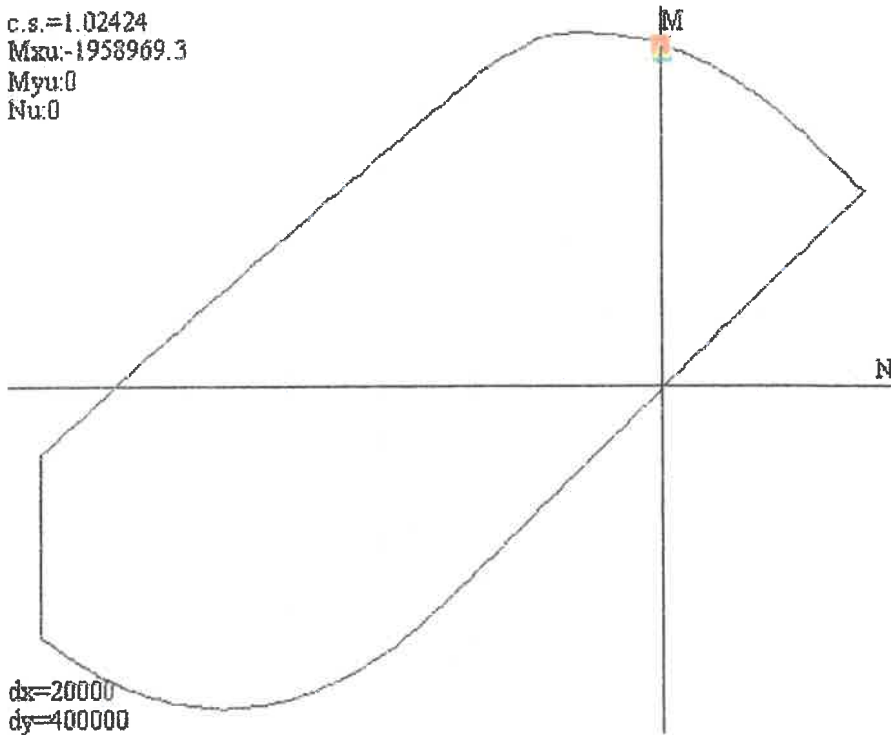
#### Coefficienti a rapporto Mx/My costante

T(min)	fam	comb	Mx	My	N	coeff
10	1	1	-1912602	0	0	1.72
20	1	1	-1912602	0	0	1.69
30	1	1	-1912602	0	0	1.67
40	1	1	-1912602	0	0	1.65
50	1	1	-1912602	0	0	1.6
60	1	1	-1912602	0	0	1.53
70	1	1	-1912602	0	0	1.44
80	1	1	-1912602	0	0	1.34
90	1	1	-1912602	0	0	1.25
100	1	1	-1912602	0	0	1.17
110	1	1	-1912602	0	0	1.09
120	1	1	-1912602	0	0	1.02

Minimo coefficiente > 1 al tempo 120 min



c.s.=1.02424  
 Mxu:-1958969.3  
 Myu:0  
 Nu:0



dx=20000  
 dy=400000



## Caratteristiche termiche dei materiali

Materiale: Calcestruzzo siliceo  
Coefficiente di convezione per esposizione al fuoco:  $25.0 \text{ W/m}^2\text{°C}$   
Coefficiente di convezione per ambiente:  $9.0 \text{ W/m}^2\text{°C}$   
Coefficiente di remissività risultante:  $0.56$   
Coefficiente di irraggiamento:  $0.0000000318 \text{ W/m}^2\text{°K}^4$   
Comportamento in fase di verifica: Calcestruzzo

Temperatura (°C)	Massa	Conducibilità	Calore specifico
°C	Kg	$\text{W/m}^2\text{°C}$	$\text{J/Kg °C}$
0	2300.0	2.000	900.0
275	2250.0	1.513	1062.0
550	2250.0	1.152	1183.0
825	2250.0	0.888	1261.0
1100	2250.0	0.808	1297.0

## Caratteristiche dei materiali per le verifiche

### Stato limite ultimo

Deformazioni limite:

$E_{c1}$ : primo limite deformativo del calcestruzzo

$E_{c2}$ : secondo limite deformativo del calcestruzzo

$E_{r2}$ : limite deformativo massimo dell'acciaio

$E_{c1}$ : -0.0020

$E_{c2}$ : -0.0035

$E_{r2}$ : 0.0100

### Calcestruzzo

Alfa1: coefficiente di passaggio da  $R_{ck}$  a  $F_{ck}$

Alfa2: coefficiente riduttivo per carichi permanenti

$R_{ck}$ :  $200 \text{ daN/cm}^2$

Coefficiente di sicurezza parziale: 1.200

Alfa1: 0.83

Alfa2: 1.00

Incremento Gamma C in compressione semplice: 1.250

### Armature lente

Coefficiente di sicurezza parziale: 1.000

$F_{yk}$ :  $2700 \text{ daN/cm}^2$

$E_s$ :  $2060000 \text{ daN/cm}^2$

### Coefficienti $F_i$

#### Fattori di riduzione di resistenza dei calcestruzzi

Per coefficienti  $F_i$  si intendono i fattori di riduzione di resistenza del materiale (acciaio e calcestruzzo) se compresso o teso, in funzione della condizione di esercizio. I coefficienti vengono descritti tramite una curva caratteristica di valori adimensionali su temperatura tramite curva spezzata, come da normativa.

Calcestruzzo:

Temperatura (°C)	$F_i$ compresso	$F_i$ teso
------------------	-----------------	------------



	0	1.000	1.000
100		1.000	1.000
600		0.733	0.000
1500		0.000	0.000

Modulo elastico Calcestruzzo:

Temperatura (°C)	Fi
0	1.000
50	1.000
200	0.500
400	0.150
600	0.050

### **Fattori di riduzione di resistenza delle barre di armatura**

Vengono riportate le curve di riduzione in forma analitica solo per i tipi di barre di armatura effettivamente utilizzati nella sezione.

Temperatura (°C)	Armatura tipo 2 (K <sub>s2</sub> )
0	1.000
100	1.000
400	0.700
650	0.110
1200	0.000
1500	0.000

### **Parametri di sollecitazione termica**

Curva di incendio secondo la normativa UNI 7678 (ISO 834)

$$T_f = 20 + 345 \cdot \log_{10}(8 \cdot t + 1)$$

Numero di passi di risoluzione: 12

Passo temporale (sec.): 600

Intervallo risultati: 1

### **Descrizione dei blocchi costituenti la sezione**

Blocco n.: 1

Materiale n.: 1

Coordinate del poligono:

Punto n.	X	Y
1	-33.00	-34.00
2	-33.00	34.00
3	33.00	34.00
4	33.00	-34.00

### **Condizioni termiche applicate al contorno**

Condizione n.: 1

Condizione di esposizione al fuoco

Coordinate della linea poligonale lungo cui è stata imposta la condizione:

Punto n.	X	Y
1	-33.00	34.00
2	33.00	34.00



	3	33.00	-34.00
4	-33.00	-34.00	
5	-33.00	34.00	

### Descrizione delle armature inserite

Armature lente:

X	Y	Diametro(mm)	Descrizione
-30.00	-31.00	20	Armatura tipo 2
0.00	-31.00	20	Armatura tipo 2
30.00	-31.00	20	Armatura tipo 2
-30.00	31.00	20	Armatura tipo 2
0.00	31.00	20	Armatura tipo 2
30.00	31.00	20	Armatura tipo 2
-30.00	-2.00	20	Armatura tipo 2
30.00	0.00	20	Armatura tipo 2

### Verifiche delle tensioni

T(min)	Mx	My	N	Sc,min	Sf,max
--------	----	----	---	--------	--------

### Verifiche SLU Mx/My = costante

T(min)	Mx	My	N	coeff	Mxu	Myu	Nu
10	-4515	0	-112868	5	-22577	0	-564401
120	-4515	0	-112868	3.93	-17733	0	-443295

### Verifiche SLU nei vari intervalli temporali

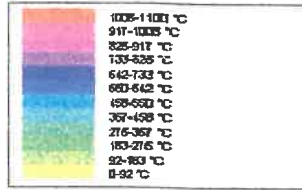
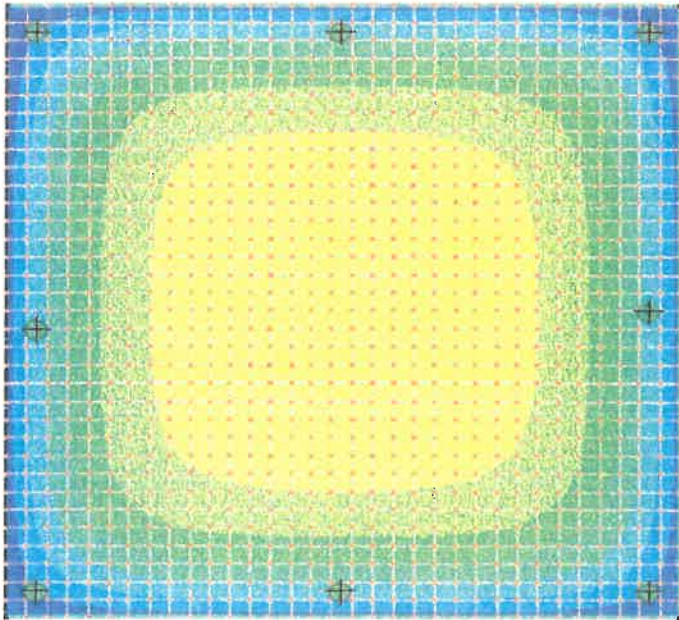
#### Coefficienti a rapporto Mx/My costante

T(min)	fam	comb	Mx	My	N	coeff
10	1	1	-4515	0	-112868	5
20	1	1	-4515	0	-112868	4.83
30	1	1	-4515	0	-112868	4.66
40	1	1	-4515	0	-112868	4.52
50	1	1	-4515	0	-112868	4.4
60	1	1	-4515	0	-112868	4.31
70	1	1	-4515	0	-112868	4.23
80	1	1	-4515	0	-112868	4.17
90	1	1	-4515	0	-112868	4.1
100	1	1	-4515	0	-112868	4.04
110	1	1	-4515	0	-112868	3.98
120	1	1	-4515	0	-112868	3.93

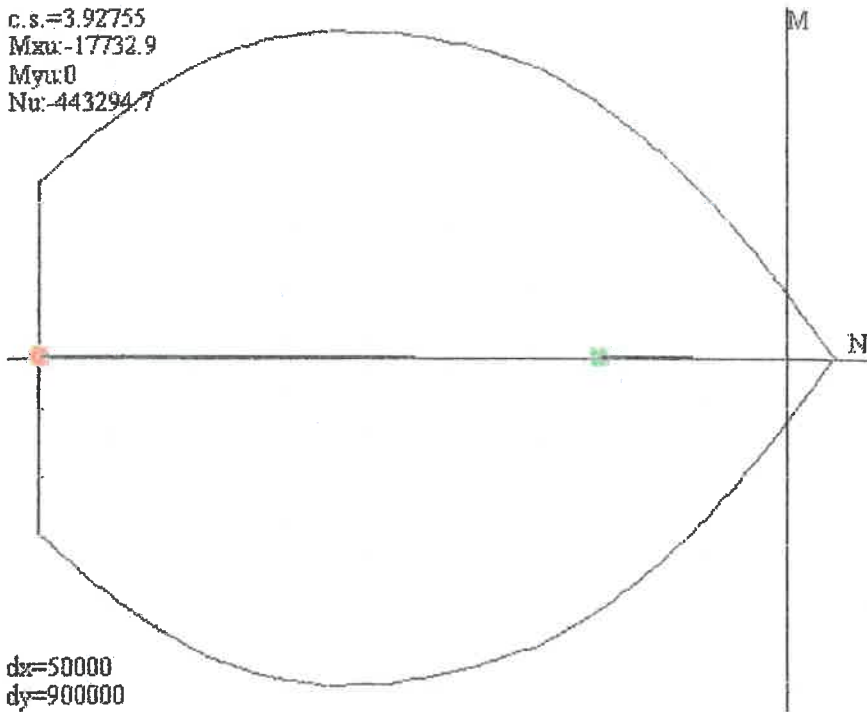
Minimo coefficiente > 1 al tempo 120 min







c. s.=3.92755  
 Mxu:-17732.9  
 Myu:0  
 Nu:-443294.7



dx=50000  
 dy=900000