anas

Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori

# NUOVA S.S.291
# COLLEGAMENTO SASSARI - ALGHERO - AEROPORTO

Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas - Alghero
e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia

## PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA29

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI


PROGETTISTI:

*Dott. Ing. ACHILLE DEVITOFRANCESCHI*
*Ordine Ing. di Roma n. 19116*

*Dott. Ing. ALESSANDRO MICHELI*
*Ordine Ing. di Roma n. 19654*

IL GEOLOGO
*Dott. Geol. Serena MAJETTA*
*Ordine Geol. Lazio n. 928*

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.
*Dott. Arch. GIOVANNI MAGARO'*
*Ordine Arch. di Roma n. 16183*

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
*Geom. FABIO QUONDAM*

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO
*Dott. Ing. SALVATORE FRASCA*


PROTOCOLLO | DATA

# OPERE D'ARTE MAGGIORI - LOTTO 1
# PONTE RIO CALVIA 1
## RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

| CODICE PROGETTO | | | NOME FILE | REVISIONE | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROGETTO | LIV. PROG. | N. PROG. | T01VI02STRRE01_A.dwg | | |
| LOPLSC | D | 1601 | CODICE ELAB. T01VI02STRRE01 | A | - |

| REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|---|---|---|---|---|---|
| D | | | | | |
| C | | | | | |
| B | | | | | |
| A | Nuova emissione a seguito indirizzo MIT del 11-05-2016 | SET 2017 | | | |

NUOVA S.S. 291

COLLEGAMENTO SASSARI – ALGHERO - AEROPORTO

Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas - Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia

# Ponte "Rio Calvia 1"

## RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

## PROGETTO DEFINITIVO

# INDICE

**1. PREMESSA ..... 11**

**2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO ..... 11**

**3. UNITA' DI MISURA ..... 13**

**4. MATERIALI ..... 13**

4.1. Calcestruzzo per solette, pile e pulvino 13

4.2. Calcestruzzo per elevazione spalle 13

4.3. Calcestruzzo per fondazioni 14

4.4. Acciaio per armatura lenta 14

4.5. Acciaio per carpenteria metallica 14

4.6. Acciaio per piolatura 14

**5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA ..... 15**

**6. DESCRIZIONE DELL'OPERA ..... 18**

**7. CLASSIFICAZIONE DEI PROFILI METALLICI ..... 18**

7.1. Travi principali 19

7.1.1. Concio 1; Concio 2 – $H_{min}$; Concio 8 – $H_{min}$ ..... 20

7.1.2. Concio 2 – $H_{max}$; Concio 3 – $H_{min}$ ..... 21

7.1.3. Concio 3 – $H_{max}$; Concio 4 – $H_{min}$ ..... 21

7.1.4. Concio 4 – $H_{max}$; Concio 5 – $H_{min}$ ..... 22

7.1.5. Concio 5 – $H_{max}$ ..... 22

7.1.6. Concio 6 – $H_{max}$ ..... 23

7.1.7. Concio 6 – $H_{min}$; Concio 7 – $H_{max}$ ..... 23

7.1.8. Concio 7 – $H_{min}$; Concio 8 – $H_{max}$ ..... 24

7.2. Trasversi 24
7.2.1. Trasversi correnti ..... 24

**8. DEFINIZIONE DELLE LARGHEZZE COLLABORANTI ..... 25**

8.1. Appoggi 25

8.2. Campata 25

**9. ANALISI DEI CARICHI ..... 26**

9.1. Peso proprio delle strutture metalliche 26

9.2. Peso proprio della soletta 26

9.3. Cordoli di bordo 26

9.4. Pavimentazione stradale 26

9.5. Peso della barriera guard-rail 26

9.6. Peso della veletta 27

9.7. Ritiro della soletta 27

9.8. Carichi variabili 28
9.8.1. Carichi viaggianti da traffico ..... 28
9.8.2. Variazione termiche ..... 30
9.8.3. Vento ..... 51
9.8.4. Frenatura ..... 52
9.8.5. Azione centrifuga ..... 52

**10. COMBINAZIONI DI CARICO ..... 53**

10.1. Combinazioni di carico statiche allo SLU 53

10.2. Combinazioni di carico sismiche 54

**11. MODELLO DI CALCOLO ..... 55**

11.1. Modellazione delle travi principali 56
11.1.1. Concio 1 ... 57
11.1.2. Concio 2 ... 58
11.1.3. Concio 3 ... 59
11.1.4. Concio 4 ... 60
11.1.5. Concio 5 ... 61
11.1.6. Concio 6 ... 62
11.1.7. Concio 7 ... 63
11.1.8. Concio 8 ... 64

11.2. Capitolo 10.2 – DM 14-01-2008 65
11.2.1. Origine e caratteristiche dei software di calcolo ... 65
11.2.2. Affidabilità dei codici utilizzati ... 65
11.2.3. Validazione dei codici ... 66
11.2.4. Modalità di presentazione dei risultati ... 66
11.2.5. Giudizio motivato di accettabilità dei risultati ... 66

**12. VALUTAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI SULLA SOLETTA ... 67**

12.1. Analisi dei carichi 67

12.2. Valutazione delle azioni sollecitanti – Sezione in appoggio 68
12.2.1. Peso proprio e carichi permanenti portati ... 68
1.1.1. Carichi mobili ... 70

12.3. Valutazione delle azioni sollecitanti – Sezione in campata 71
12.3.1. Peso proprio e carichi permanenti portati ... 71
1.1.2. Carichi mobili ... 72

1.1. Riepilogo delle azioni sollecitanti 74

12.4. Sezione in appoggio - Verifiche strutturali 75

12.5. Sezione in campata - Verifiche strutturali 79

**13. VALUTAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI SULLE TRAVI PRINCIPALI ... 83**

13.1. Peso proprio e soletta 83

13.2. Carichi permanenti 84

13.3. Traffico 85

13.4. Tabelle di riepilogo delle azioni sollecitanti 86

**14. VERIFICA STRUTTURALE DELLE TRAVI PRINCIPALI .....88**

14.1. Concio 1 – Appoggio 88

14.2. Concio 1 – Sezione campata 90

14.3. Concio 2 - $H_{min}$ 92

14.4. Concio 2 – $H_{max}$ 94

14.5. Concio 3 - $H_{min}$ 96

14.6. Concio 3 – $H_{max}$ 98

14.7. Concio 4 - $H_{min}$ 100

14.8. Concio 4 – $H_{max}$ 102

14.9. Concio 5 – $H_{min}$ 104

14.10. Concio 5 – $H_{max}$ 106

14.11. Concio 6 – $H_{max}$ 108

14.12. Concio 6 - $H_{min}$ 110

14.13. Concio 7 - $H_{max}$ 112

14.14. Concio 7 - $H_{min}$ 114

14.15. Concio 8 - $H_{max}$ 116

14.16. Concio 8 - $H_{min}$ 118

**15. VERIFICA DELLA PIOLATURA.....120**

15.1. Concio 1 - Appoggio 120

15.2. Concio 1 – Sezione campata 121

15.3. Concio 2 - $H_{min}$ 122

15.4. Concio 2 – $H_{max}$ 123

15.5. Concio 3 - $H_{min}$ 124

15.6. Concio 3 – $H_{max}$ 125

15.7. Concio 4 - $H_{min}$ 126

15.8. Concio 4 – $H_{max}$ 127

15.9. Concio 5 - $H_{min}$ 128

15.10. Concio 5 – $H_{max}$ 129

15.11. Concio 6 - $H_{max}$ 130

15.12. Concio 6 - $H_{min}$ 131

15.13. Concio 7 - $H_{max}$ 132

15.14. Concio 7 - $H_{min}$ 133

15.15. Concio 8 - $H_{max}$ 134

15.16. Concio 8 - $H_{min}$ 135

**16. VERIFICA DELL'INSTABILITÀ' A TAGLIO ..... 136**

16.1. Concio 1 - Appoggio 136

16.2. Concio 1 – Sezione campata 137

16.3. Concio 2 - $H_{min}$ 138

16.4. Concio 2 – $H_{max}$ 139

16.5. Concio 3 - $H_{min}$ 140

16.6. Concio 3 – $H_{max}$ 141

16.7. Concio 4 - $H_{min}$ 142

16.8. Concio 4 – $H_{max}$ 143

16.9. Concio 5 - $H_{max}$ 144

16.10. Concio 5 – $H_{min}$ 145

16.11. Concio 6 - $H_{max}$ 146

16.12. Concio 6 - $H_{min}$ 147

16.13. Concio 7 - $H_{max}$ 148

16.14. Concio 7 - $H_{min}$ 149

16.15. Concio 8 - $H_{max}$ 150

16.16. Concio 8 - $H_{min}$ 151

**17. VERIFICA A FATICA DELLE TRAVI PRINCIPALI ..... 152**

17.1. Criterio di verifica utilizzato 152

17.2. Verifiche per vita illimitata 153

17.2.1. Carichi utilizzati ..... 153

17.2.2. Valutazione del limite di fatica per le travi principali ..... 153

17.2.3. Valutazione del delta di tensione sulle travi principali ..... 156

17.2.4. Valutazione del delta di tensione sui pioli ..... 157

**18. VERIFICA DI DEFORMABILITÀ E CALCOLO DELLA CONTROMONTA ..... 158**

**19. VERIFICA DEI TRASVERSI ..... 159**

19.1. Verifica del trasverso corrente in condizioni standard 159

19.1.1. Verifica di resistenza ..... 159

19.1.2. Verifica all'instabilità per taglio ..... 160

**20. VERIFICA DEL SISTEMA DI VINCOLO (APPOGGI E GIUNTI) ..... 161**

**21. PILA FISSA ..... 163**

21.1. Dati di input e azioni sollecitanti caratteristiche 163

21.2. Azioni sollecitanti di calcolo 166
21.2.1. Sezione di spiccato del fusto ..... 166
21.2.2. Sezione a quota h/3 dallo spiccato del fusto ..... 170
21.2.3. Sezione a quota 2h/3 dallo spiccato del fusto ..... 174

21.3. Sezione di spiccato del fusto 178
21.3.1. Sezione e armatura di verifica ..... 178
21.3.2. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni ..... 178
21.3.3. Verifica allo Stato Limite di fessurazione ..... 180
21.3.4. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione ..... 181
21.3.5. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio ..... 182

21.4. Sezione a quota h/3 dallo spiccato del fusto 183
21.4.1. Sezione e armatura di verifica ..... 183
21.4.2. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni ..... 183
21.4.3. Verifica allo Stato Limite di fessurazione ..... 185
21.4.4. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione ..... 186
21.4.5. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio ..... 187

21.5. Sezione a quota 2h/3 dallo spiccato del fusto 188
21.5.1. Sezione e armatura di verifica ..... 188
21.5.2. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni ..... 188
21.5.3. Verifica allo Stato Limite di fessurazione ..... 190
21.5.4. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione ..... 191
21.5.5. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio ..... 192

21.6. Sezione di spiccato del pulvino 193

21.7. Verifiche strutturali del plinto di fondazione 196
21.7.1. Verifica a flessione semplice ..... 197
21.7.2. Verifica a taglio ..... 198

**22. PILA MOBILE ..... 199**

22.1. Dati di input e azioni sollecitanti caratteristiche 199

22.2. Azioni sollecitanti di calcolo 202
22.2.1. Sezione di spiccato del fusto 202
22.2.2. Sezione a quota h/3 dallo spiccato del fusto 206
22.2.3. Sezione a quota 2h/3 dallo spiccato del fusto 210

22.3. Sezione di spiccato del fusto 214
22.3.1. Sezione e armatura di verifica 214
22.3.2. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni 214
22.3.3. Verifica allo Stato Limite di fessurazione 216
22.3.4. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione 217
22.3.5. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio 218

22.4. Sezione a quota h/3 dallo spiccato del fusto 219
22.4.1. Sezione e armatura di verifica 219
22.4.2. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni 219
22.4.3. Verifica allo Stato Limite di fessurazione 221
22.4.4. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione 222
22.4.5. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio 223

22.5. Sezione a quota 2h/3 dallo spiccato del fusto 224
22.5.1. Sezione e armatura di verifica 224
22.5.2. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni 224
22.5.3. Verifica allo Stato Limite di fessurazione 226
22.5.4. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione 227
22.5.5. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio 228

22.6. Sezione di spiccato del pulvino 229

22.7. Verifiche strutturali del plinto di fondazione 232
22.7.1. Verifica a flessione semplice 233
22.7.2. Verifica a taglio 234

**23. SPALLE MOBILI 235**

23.1. Valutazione delle azioni sollecitanti caratteristiche sul paraghiaia 235

23.2. Azioni sollecitanti di calcolo sul paraghiaia 238

23.3. Sezione di spiccato del paraghiaia 240

23.3.1. Sezione e armatura di verifica ..... 240
23.3.2. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni ..... 240
23.3.3. Verifica allo Stato Limite di fessurazione ..... 243
23.3.4. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione ..... 244
23.3.5. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio ..... 245

23.4. Valutazione delle azioni sollecitanti caratteristiche sul muro frontale 246

23.5. Azioni sollecitanti di calcolo sul muro frontale 251

23.6. Sezione di spiccato del muro frontale 253
23.6.1. Sezione e armatura di verifica ..... 253
23.6.2. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni ..... 253
23.6.3. Verifica allo Stato Limite di fessurazione ..... 256
23.6.4. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione ..... 257
23.6.5. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio ..... 258

23.7. Valutazione delle azioni sollecitanti caratteristiche all'intradosso della zattera di fondazione 259

23.8. Azioni sollecitanti di calcolo all'intradosso della zattera di fondazione 264

23.9. Verifiche strutturali della zattera di fondazione 269
23.9.1. Verifica a flessione semplice ..... 270
23.9.2. Verifica a taglio ..... 271

# 1. PREMESSA

La presente relazione di calcolo riporta il dimensionamento e le verifiche strutturali dell'impalcato a struttura mista acciaio – calcestruzzo e delle sottostrutture del ponte "Rio Calvia 1" nell'ambito del progetto definitivo "NUOVA S.S. 291 - COLLEGAMENTO SASSARI – ALGHERO – AEROPORTO - Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas - Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia".

# 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta tenendo in conto la seguente normativa:

| | |
|---|---|
| - DM 14/01/2008 | "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" |
| - Circolare 02/02/2009 n. 617/C.S.LL.PP. | Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al DM 14/01/2008 |
| - UNI EN 1990 (Eurocodice 0) – Aprile 2006 | Criteri generali di progettazione strutturale |
| - UNI EN 1991-2-4 (Eurocodice 1) – Agosto 2004 | Azioni in generale: "Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici" |
| - UNI EN 1991-1-1 (Eurocodice 1) – Agosto 2004 | Azioni in generale- Parte 1-1: "Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici" |
| - UNI EN 1991-2 (Eurocodice 1) – Marzo 2005 | Azioni sulle strutture- Parte 2: "Carico da traffico sui ponti" |
| - UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) – Novembre 2005 | Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: "Regole generali e regole per gli edifici |
| - UNI EN 1992-2 (Eurocodice 2) – Gennaio 2006 | Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: "Ponti in calcestruzzo - progettazione e dettagli costruttivi |
| - UNI EN 1993-1-1 (Eurocodice 3) – Ottobre 1993 | Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici |
| - UNI EN 1997-1 (Eurocodice 7) – Febbraio 2005 | Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali |
| - UNI EN 1998-1 (Eurocodice 8) – Marzo 2005 | Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali – Azioni sismiche e regole per gli edifici |
| - UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8) – Febbraio 2006 | Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti |
| - UNI EN 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005 | Progettazione delle strutture per la resistenza sismica |

| | |
|---|---|
| | – Parte 2: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici |
| - UNI EN 197-1 giugno 2001 | Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni |
| - UNI EN 11104 marzo 2004 | Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità", Istruzioni complementari per l'applicazione delle EN 206-1 |
| - UNI EN 206-1 ottobre 2006 | Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità |

# 3. UNITA' DI MISURA

Nei calcoli si farà uso delle seguenti unità di misura:

- per i carichi: $kN/m^2$, kN/m, kN
- per i momenti: kNm
- per i tagli e sforzi normali: kN
- per le tensioni: $N/mm^2$
- per le accelerazioni: $m/sec^2$

# 4. MATERIALI

## 4.1. Calcestruzzo per solette, pile e pulvino

Viene utilizzato un calcestruzzo di classe di resistenza **C32/40,** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- $R_{ck}$ = 40,0 $N/mm^2$ (resistenza caratteristica cubica a compressione)
- $f_{ck}$ = 33,2 $N/mm^2$ (resistenza caratteristica cilindrica a compressione)
- $f_{cd}$ = 18,81 $N/mm^2$ (resistenza di calcolo a compressione – $\gamma_c$=1,50)
- $f_{ctd}$ = 1,45 $N/mm^2$ (resistenza di calcolo a trazione – $\gamma_c$=1,50)
- $E_c$ = 36.050 $N/mm^2$ (modulo elastico istantaneo)

## 4.2. Calcestruzzo per elevazione spalle

Viene utilizzato un calcestruzzo di classe di resistenza **C28/35,** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- $R_{ck}$ = 35,00 $N/mm^2$ (resistenza caratteristica cubica a compressione)
- $f_{ck}$ = 29,05 $N/mm^2$ (resistenza caratteristica cilindrica a compressione)
- $f_{cd}$ = 16,46 $N/mm^2$ (resistenza di calcolo a compressione – $\gamma_c$=1,50)
- $f_{ctd}$ = 1,32 $N/mm^2$ (resistenza di calcolo a trazione – $\gamma_c$=1,50)
- $E_c$ = 33.721 $N/mm^2$ (modulo elastico istantaneo)

## 4.3. Calcestruzzo per fondazioni

Viene utilizzato un calcestruzzo di classe di resistenza **C25/30,** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- $R_{ck}$ = 30,00 N/mm$^2$ (resistenza caratteristica cubica a compressione)
- $f_{ck}$ = 25,00 N/mm$^2$ (resistenza caratteristica cilindrica a compressione)
- $f_{cd}$ = 14,11 N/mm$^2$ (resistenza di calcolo a compressione – $\gamma_c$=1,50)
- $f_{ctd}$ = 1,19 N/mm$^2$ (resistenza di calcolo a trazione – $\gamma_c$=1,50)
- $E_c$ = 31.220 N/mm$^2$ (modulo elastico istantaneo)

## 4.4. Acciaio per armatura lenta

Viene utilizzato un acciaio del tipo **B450C,** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- $f_{t,k}$ = 540 N/mm$^2$ (resistenza caratteristica a rottura)
- $f_{y,k}$ = 450 N/mm$^2$ (tensione caratteristica di snervamento)
- $f_{y,d}$ = 391,30 N/mm$^2$ (tensione di snervamento di calcolo - $\gamma_c$=1,15)
- $E_s$ = 200.000 N/mm$^2$ (modulo elastico istantaneo)

## 4.5. Acciaio per carpenteria metallica

Viene utilizzato un acciaio **S355J2 tipo "Corten"** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- $f_{tk}$ = 510 N/mm$^2$ (tensione caratteristica di rottura)
- $f_{yk}$ = 355 N/mm$^2$ (tensione caratteristica all'1% di deformazione totale)
- $E_s$ = 200.000 N/mm$^2$ (modulo elastico istantaneo)

## 4.6. Acciaio per piolatura

Viene utilizzato un acciaio **S235J2+C450** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- $f_{tk}$ = 450 N/mm$^2$ (tensione caratteristica di rottura)
- $f_{yk}$ = 350 N/mm$^2$ (tensione caratteristica all'1% di deformazione totale)
- $E_s$ = 200.000 N/mm$^2$ (modulo elastico istantaneo)

# 5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Si considerano le seguenti coordinate geografiche:

- LONGITUDINE: 8.322573
- LATITUDINE: 40.630583

Secondo quanto riportato nel D.M. 14.01.2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" – paragrafo 2.4.1 - tab. 2.4.I, la struttura oggetto della presente relazione è classificabile come "*Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale*". Per tali opere è prevista una vita nominale **$V_N$ ≥ 50 anni**.

Secondo quanto riportato nel D.M. 14.01.2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" – paragrafo 2.4.2, l'opera oggetto della presente relazione è classificabile come di **Classe IV** " *Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 05.11.2001, n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica*".

Secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", per le isole con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida e Capri, i principali parametri sismici sono definiti all'interno della tabella 2 dell'Allegato B:

| | $T_R$=30 | | | $T_R$=50 | | | $T_R$=72 | | | $T_R$=101 | | | $T_R$=140 | | | $T_R$=201 | | | $T_R$=475 | | | $T_R$=975 | | | $T_R$=2475 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Isole | $a_g$ | $F_o$ | $T_C^*$ | $a_g$ | $F_o$ | $T_C^*$ | $a_g$ | $F_o$ | $T_C^*$ | $a_g$ | $F_o$ | $T_C^*$ | $a_g$ | $F_o$ | $T_C^*$ | $a_g$ | $F_o$ | $T_C^*$ | $a_g$ | $F_o$ | $T_C^*$ | $a_g$ | $F_o$ | $T_C^*$ | $a_g$ | $F_o$ | $T_C^*$ |
| Arcipelago Toscano, Isole Egadi, Pantelleria, Sardegna, Lampedusa, Linosa, Ponza, Palmarola, Zannone | 0,186 | 2,61 | 0,273 | 0,235 | 2,67 | 0,296 | 0,274 | 2,70 | 0,303 | 0,314 | 2,73 | 0,307 | 0,351 | 2,78 | 0,313 | 0,393 | 2,82 | 0,322 | 0,500 | 2,88 | 0,340 | 0,603 | 2,98 | 0,372 | 0,747 | 3,09 | 0,401 |
| Ventotene, Santo Stefano | 0,239 | 2,61 | 0,245 | 0,303 | 2,61 | 0,272 | 0,347 | 2,61 | 0,298 | 0,389 | 2,66 | 0,326 | 0,430 | 2,69 | 0,366 | 0,481 | 2,71 | 0,401 | 0,600 | 2,92 | 0,476 | 0,707 | 3,07 | 0,517 | 0,852 | 3,27 | 0,564 |
| Ustica, Tremiti | 0,429 | 2,50 | 0,400 | 0,554 | 2,50 | 0,400 | 0,661 | 2,50 | 0,400 | 0,776 | 2,50 | 0,400 | 0,901 | 2,50 | 0,400 | 1,056 | 2,50 | 0,400 | 1,500 | 2,50 | 0,400 | 1,967 | 2,50 | 0,400 | 2,725 | 2,50 | 0,400 |
| Alicudi, Filicudi, | 0,350 | 2,70 | 0,400 | 0,558 | 2,70 | 0,400 | 0,807 | 2,70 | 0,400 | 1,020 | 2,70 | 0,400 | 1,214 | 2,70 | 0,400 | 1,460 | 2,70 | 0,400 | 2,471 | 2,70 | 0,400 | 3,212 | 2,70 | 0,400 | 4,077 | 2,70 | 0,400 |
| Panarea, Stromboli, Lipari, Vulcano, Salina | 0,618 | 2,45 | 0,287 | 0,817 | 2,48 | 0,290 | 0,983 | 2,51 | 0,294 | 1,166 | 2,52 | 0,290 | 1,354 | 2,56 | 0,290 | 1,580 | 2,56 | 0,292 | 2,200 | 2,58 | 0,306 | 2,823 | 2,65 | 0,316 | 3,746 | 2,76 | 0,324 |

Per l'opera in oggetto sono definiti i seguenti parametri sismici:

- Vita Nominale dell'opera: **$V_N$ = 50 anni**
- Classe d'uso dell'opera: **IV**
- Coefficiente d'uso dell'opera: **$C_u$ = 2,00**
- Periodo di riferimento per l'azione sismica: **$V_R = V_N \times C_u$ = 50 x 2,00 = 100 anni**

Secondo quanto previsto dalla Circolare 02.02.2009 n. 617/C.S.LL.PP, capitolo C3.2.1, tabella C.3.2.I, il tempo di ritorno per l'azione sismica $T_R$ è determinato, in funzione dello Stato Limite adottato e del periodo di ritorno $V_R$, come riportato di seguito:

| Stati Limite | | Valori in anni del periodo di ritorno $T_R$ al variare del periodo di riferimento $V_R$ |
|---|---|---|
| Stati Limite di Esercizio (SLE) | SLO | (2) 30 anni $\leq T_R = 0,60 \cdot V_R$ |
| | SLD | $T_R = V_R$ |
| Stati Limite Ultimi (SLU) | SLV | $T_R = 9,50 \cdot V_R$ |
| | SLC | $T_R = 19,50 \cdot V_R \leq$ 2475 anni (1) |

Per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita il tempo di ritorno $T_R$ vale pertanto:

**$T_R$ = 9,50 x $V_R$ = 9,50 x 100 = 950 anni**

In relazione a tale tempo di ritorno i parametri sismici dello spettro vengono pertanto assunti pari a:

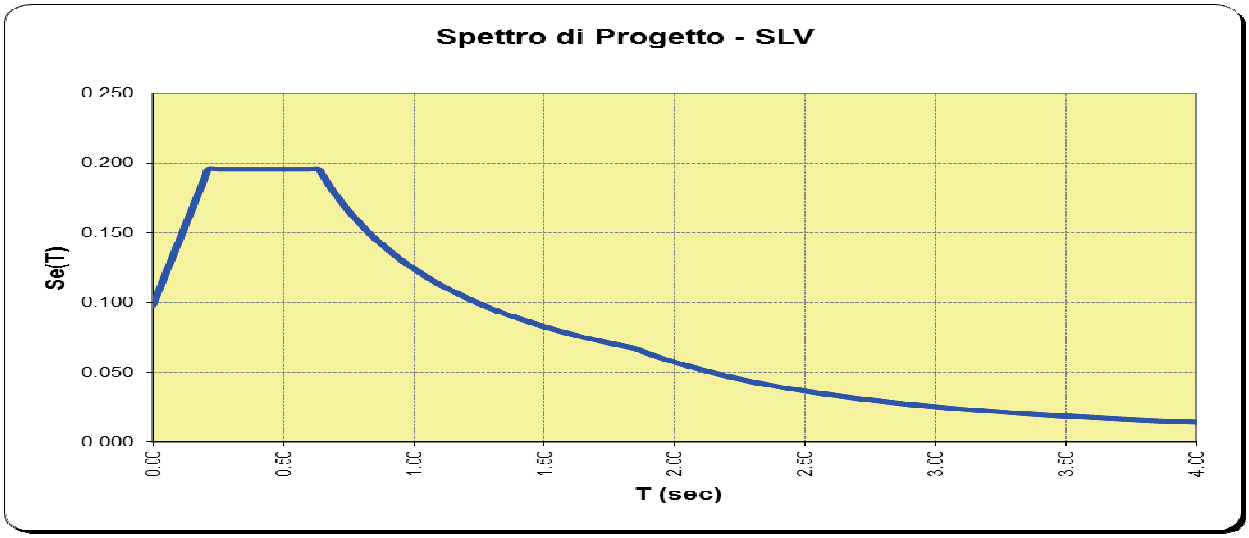
| | $T_R$=30 | | | $T_R$=50 | | | $T_R$=72 | | | $T_R$=101 | | | $T_R$=140 | | | $T_R$=201 | | | $T_R$=475 | | | $T_R$=975 | | | $T_R$=2475 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Isole | $a_g$ | $F_o$ | $T_C^*$ | $a_g$ | $F_o$ | $T_C^*$ | $a_g$ | $F_o$ | $T_C^*$ | $a_g$ | $F_o$ | $T_C^*$ | $a_g$ | $F_o$ | $T_C^*$ | $a_g$ | $F_o$ | $T_C^*$ | $a_g$ | $F_o$ | $T_C^*$ | $a_g$ | $F_o$ | $T_C^*$ | $a_g$ | $F_o$ | $T_C^*$ |
| Arcipelago Toscano, Isole Egadi, Pantelleria, Sardegna, Lampedusa, Linosa, Ponza, Palmarola, Zannone | 0,186 | 2,61 | 0,273 | 0,235 | 2,67 | 0,296 | 0,274 | 2,70 | 0,303 | 0,314 | 2,73 | 0,307 | 0,351 | 2,78 | 0,313 | 0,393 | 2,82 | 0,322 | 0,500 | 2,88 | 0,340 | 0,603 | 2,98 | 0,372 | 0,747 | 3,09 | 0,401 |
| Ventotene, Santo Stefano | 0,239 | 2,61 | 0,245 | 0,303 | 2,61 | 0,272 | 0,347 | 2,61 | 0,298 | 0,389 | 2,66 | 0,326 | 0,430 | 2,69 | 0,366 | 0,481 | 2,71 | 0,401 | 0,600 | 2,92 | 0,476 | 0,707 | 3,07 | 0,517 | 0,852 | 3,27 | 0,564 |
| Ustica, Tremiti | 0,429 | 2,50 | 0,400 | 0,554 | 2,50 | 0,400 | 0,661 | 2,50 | 0,400 | 0,776 | 2,50 | 0,400 | 0,901 | 2,50 | 0,400 | 1,056 | 2,50 | 0,400 | 1,500 | 2,50 | 0,400 | 1,967 | 2,50 | 0,400 | 2,725 | 2,50 | 0,400 |
| Alicudi, Filicudi, | 0,350 | 2,70 | 0,400 | 0,558 | 2,70 | 0,400 | 0,807 | 2,70 | 0,400 | 1,020 | 2,70 | 0,400 | 1,214 | 2,70 | 0,400 | 1,460 | 2,70 | 0,400 | 2,471 | 2,70 | 0,400 | 3,212 | 2,70 | 0,400 | 4,077 | 2,70 | 0,400 |
| Panarea, Stromboli, Lipari, Vulcano, Salina | 0,618 | 2,45 | 0,287 | 0,817 | 2,48 | 0,290 | 0,983 | 2,51 | 0,294 | 1,166 | 2,52 | 0,290 | 1,354 | 2,56 | 0,290 | 1,580 | 2,56 | 0,292 | 2,200 | 2,58 | 0,306 | 2,823 | 2,65 | 0,316 | 3,746 | 2,76 | 0,324 |

- **$a_g$ = 0,603 → $a_g/g$ = 0,603 / 9,81 = 0,061**
- **$F_0$ = 2,980**
- **$T^*_C$ = 0,372**

Il terreno di fondazione per l'opera in oggetto è assunto di **categoria E**, con una **categoria topografica T1** cui corrisponde un coefficiente topografico **$S_T$ = 1,00**.

Di seguito sono riportati i parametri sismici e lo spettro di progetto per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita utilizzato per il calcolo delle pile:

| PARAMETRI SISMICI | | |
|---|---|---|
| $a_g$ | 0.061 | |
| $F_0$ | 2.980 | |
| $T_C^*$ | 0.372 | sec |
| $S_S$ | 1.600 | |
| $C_C$ | 1.708 | |
| $S_T$ | 1.000 | |
| S | 1.600 | |
| $T_B$ | 0.212 | sec |
| $T_C$ | 0.635 | sec |
| $T_D$ | 1.846 | sec |
| q | 1.500 | |

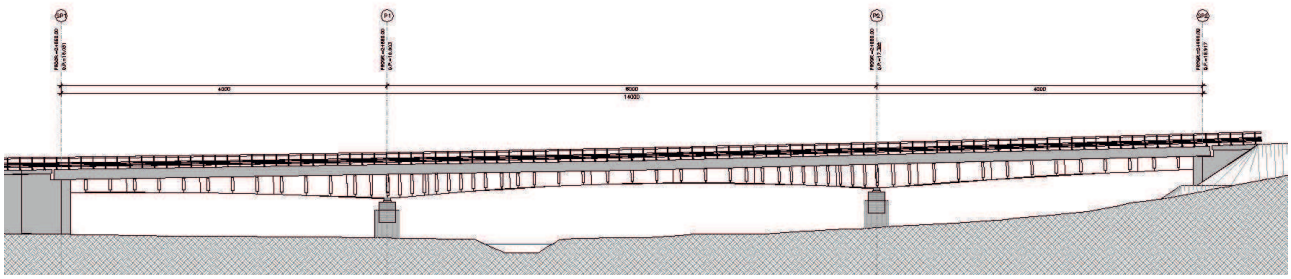


# 6. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il ponte "Rio Calvia 1" è situato tra pk. 2+850,00 e pk. 2+990,00 sull'asse B del LOTTO 1 ed è composto da due carreggiate separate. L'opera di lunghezza complessiva pari a 140 m è costituita da 3 campate di cui quelle esterne di lunghezza pari a 40 m, mentre la centrale è di 60 m.

Gli impalcati sono realizzati in struttura mista acciaio calcestruzzo con schema statico di trave continua su più appoggi. La sezione trasversale dell'impalcato è costituita da due travi metalliche a doppio T, con sezione variabile in altezza tra 240÷360 cm in senso longitudinale, rese collaboranti con una soletta in calcestruzzo armato di 30 cm (7 cm di coppella prefabbricata e 23 cm di calcestruzzo armato gettato in opera) tramite connettori a piolo. I trasversi, travi metalliche a doppio T, sono posizionati con interasse variabile lungo lo sviluppo dell'impalcato.

L'impalcato, oltre che dalle spalle in cemento armato, è sostenuto da due pile per carreggiata a fusto circolare pieno di diametro 300 cm sempre in cemento armato. La pila P1 ha un'altezza di 960 cm mentre la pila P2 è di 870 cm (misure comprensive del plinto di fondazione alto 300 cm e del pulvino). Le fondazioni sono profonde su micropali.



# 7. CLASSIFICAZIONE DEI PROFILI METALLICI

Le sezioni trasversali degli elementi strutturali, secondo il D.M. 14.01.2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" – par. 4.2.3.1, si classificano in funzione della loro capacità rotazionale $C_\theta$ definita come:

$$C_\vartheta = {}^{\vartheta_r}/_{\vartheta_y} - 1$$

essendo $\vartheta_r$ e $\vartheta_y$ le curvature corrispondenti rispettivamente al raggiungimento della deformazione ultima ed allo snervamento, Si distinguono le seguenti classi di sezioni:

- *Classe1*: quando la sezione è in grado di sviluppare una cerniera plastica avente la capacità rotazionale richiesta per l'analisi strutturale condotta con il metodo plastico di cui al § 4.2.3.2 senza subire riduzioni della resistenza. Possono generalmente classificarsi come tali le sezioni con capacità rotazionale $C_\vartheta < 3$;

- *Classe2*: la sezione può sviluppare il proprio momento resistente elastico, ma ha una capacità rotazionale limitata. Possono generalmente classificarsi come tali le sezioni con capacità rotazionale $C_\vartheta \geq 1{,}5$;
- *Classe3*: sono quelle sezioni trasversali dove la fibra d'acciaio estrema compressa può raggiungere la tensione di snervamento, ma l'instabilità locale può impedire il raggiungimento del momento resistente plastico;
- *Classe4*: quando, per determinarne la resistenza flettente, tagliante o normale, è necessario tener conto degli effetti dell'instabilità locale in fase elastica nelle parti compresse che compongono la sezione. In tal caso nel calcolo della resistenza la sezione geometrica effettiva può sostituirsi con una sezione efficace.

La definizione delle classi viene fornita dalla NTC2008 e nel caso di una sezione composta, la classificazione è in funzione della classe più sfavorevole relativa alle varie parti che la compongono (piattabanda superiore, inferiore e pannello d'anima). Questa classificazione delle sezioni trasversali dipende dalla proporzione di ciascuno dei suoi elementi compressi quindi dai rapporti geometrici tra la larghezza e lo spessore per tutti gli elementi costituenti i conci di acciaio dell'impalcato si ricava il coefficiente adimensionale che consentirà di stabilire la classe di appartenenza dei vari elementi.
I rapporti di snellezza delle varie lamiere che compongono la sezione trasversale vengono confrontati con i valori limite suggeriti nelle tabelle tab. 4.2.I e tab. 4.2.II.

## 7.1. Travi principali

Per facilitare il trasporto ed il montaggio delle travi principali, quest'ultime sono state divise in conci riconducibili a sei tipologici che tengono conto della variabilità altimetrica della sezione.

| CONCIO | L [mm] | Hmax [mm] | Hmin [mm] |
|---|---|---|---|
| 1 | 8000 | 2400 | 2400 |
| 2 | 9000 | 2467 | 2400 |
| 3 | 9000 | 2758 | 2467 |
| 4 | 9000 | 3279 | 2758 |
| 5 | 1000 | 3600 | 3279 |
| 6 | 1000 | 2728 | 3303 |
| 7 | 1000 | 2438 | 2728 |
| 8 | 1000 | 2400 | 2438 |

I conci sono così suddivisi:

- concio 1 = appoggio spalle
- concio 2, 3, 4 = campate laterali
- concio 5 = appoggio pile
- concio 6, 7, 8 = campate centrali

A favore di sicurezza la classificazione dei profili è stata eseguita tenendo conto delle reali caratteristiche geometriche delle sezioni.

### *7.1.1. Concio 1; Concio 2 – $H_{min}$; Concio 8 – $H_{min}$*

Normativa di riferimento: **D.M. 14 Gennaio 2008 - 4.2.3.1**

| CARATTERISTICHE DEL MATERIALE | | |
|---|---|---|
| Tipologia dell'acciaio | S355 | |
| Tensione caretteristica di rottura: | 510.00 | [N/mm$^2$] |
| Tensione caratteristica di snervamento: | 355.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo: | 338.10 | [N/mm$^2$] |
| Modulo elastico: | 200'000.00 | [N/mm$^2$] |

| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PROFILO | | |
|---|---|---|
| Altezza totale della trave: | **2'400.00** | [mm] |
| Larghezza della piattabanda superiore: | **800.00** | [mm] |
| Spessore della piattabanda superiore: | **60.00** | [mm] |
| Larghezza dell'eventuale impiattamento superiore: | **0.00** | [mm] |
| Spessore dell'eventuale impiattamento superiore: | **0.00** | [mm] |
| Altezza dell'anima: | 2'280.00 | [mm] |
| Spessore dell'anima: | **20.00** | [mm] |
| Larghezza della piattabanda inferiore: | **1'000.00** | [mm] |
| Spessore della piattabanda inferiore: | **60.00** | [mm] |
| Larghezza dell'eventuale impiattamento inferiore: | **0.00** | [mm] |
| Spessore dell'eventuale impiattamento inferiore: | **0.00** | [mm] |
| Raggio di raccordo: | **0.00** | [mm] |

| DEFINIZIONE DELLE CLASSI | |
|---|---|
| Coefficiente ε: | 0.81 |
| Rapporto c/t dell'ala superiore (compreso di eventuale impiattamento): | 6.50 |
| Classe dell'ala superiore: | 1 |
| Rapporto c/t dell'anima: | 114.00 |
| Classe dell'anima: | 4 |
| Rapporto c/t dell'ala inferiore (compreso di eventuale impiattamento): | 8.17 |
| Classe dell'ala inferiore: | 3 |
| **CLASSE DEL PROFILO METALLICO** | **4** |

## 7.1.2. Concio 2 – $H_{max}$; Concio 3 – $H_{min}$

Normativa di riferimento: **D.M. 14 Gennaio 2008 - 4.2.3.1**

| CARATTERISTICHE DEL MATERIALE | | |
|---|---|---|
| Tipologia dell'acciaio | S355 | |
| Tensione caretteristica di rottura: | 510.00 | [N/mm²] |
| Tensione caratteristica di snervamento: | 355.00 | [N/mm²] |
| Resistenza di calcolo: | 338.10 | [N/mm²] |
| Modulo elastico: | 200'000.00 | [N/mm²] |

| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PROFILO | | |
|---|---|---|
| Altezza totale della trave: | **2'467.00** | [mm] |
| Larghezza della piattabanda superiore: | **800.00** | [mm] |
| Spessore della piattabanda superiore: | **60.00** | [mm] |
| Larghezza dell'eventuale impiattamento superiore: | **0.00** | [mm] |
| Spessore dell'eventuale impiattamento superiore: | **0.00** | [mm] |
| Altezza dell'anima: | 2'347.00 | [mm] |
| Spessore dell'anima: | **20.00** | [mm] |
| Larghezza della piattabanda inferiore: | **1'000.00** | [mm] |
| Spessore della piattabanda inferiore: | **60.00** | [mm] |
| Larghezza dell'eventuale impiattamento inferiore: | **0.00** | [mm] |
| Spessore dell'eventuale impiattamento inferiore: | **0.00** | [mm] |
| Raggio di raccordo: | **0.00** | [mm] |

| DEFINIZIONE DELLE CLASSI | |
|---|---|
| Coefficiente ε: | 0.81 |
| Rapporto c/t dell'ala superiore (compreso di eventuale impiattamento): | 6.50 |
| Classe dell'ala superiore: | 1 |
| Rapporto c/t dell'anima: | 117.35 |
| Classe dell'anima: | 4 |
| Rapporto c/t dell'ala inferiore (compreso di eventuale impiattamento): | 8.17 |
| Classe dell'ala inferiore: | 3 |
| **CLASSE DEL PROFILO METALLICO** | 4 |

## 7.1.3. Concio 3 – $H_{max}$; Concio 4 – $H_{min}$

Normativa di riferimento: **D.M. 14 Gennaio 2008 - 4.2.3.1**

| CARATTERISTICHE DEL MATERIALE | | |
|---|---|---|
| Tipologia dell'acciaio | S355 | |
| Tensione caretteristica di rottura: | 510.00 | [N/mm²] |
| Tensione caratteristica di snervamento: | 355.00 | [N/mm²] |
| Resistenza di calcolo: | 338.10 | [N/mm²] |
| Modulo elastico: | 200'000.00 | [N/mm²] |

| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PROFILO | | |
|---|---|---|
| Altezza totale della trave: | **2'758.00** | [mm] |
| Larghezza della piattabanda superiore: | **800.00** | [mm] |
| Spessore della piattabanda superiore: | **60.00** | [mm] |
| Larghezza dell'eventuale impiattamento superiore: | **0.00** | [mm] |
| Spessore dell'eventuale impiattamento superiore: | **0.00** | [mm] |
| Altezza dell'anima: | 2'638.00 | [mm] |
| Spessore dell'anima: | **20.00** | [mm] |
| Larghezza della piattabanda inferiore: | **1'000.00** | [mm] |
| Spessore della piattabanda inferiore: | **60.00** | [mm] |
| Larghezza dell'eventuale impiattamento inferiore: | **0.00** | [mm] |
| Spessore dell'eventuale impiattamento inferiore: | **0.00** | [mm] |
| Raggio di raccordo: | **0.00** | [mm] |

| DEFINIZIONE DELLE CLASSI | |
|---|---|
| Coefficiente ε: | 0.81 |
| Rapporto c/t dell'ala superiore (compreso di eventuale impiattamento): | 6.50 |
| Classe dell'ala superiore: | 1 |
| Rapporto c/t dell'anima: | 131.90 |
| Classe dell'anima: | 4 |
| Rapporto c/t dell'ala inferiore (compreso di eventuale impiattamento): | 8.17 |
| Classe dell'ala inferiore: | 3 |
| **CLASSE DEL PROFILO METALLICO** | 4 |

## 7.1.4. Concio 4 – $H_{max}$; Concio 5 – $H_{min}$

Normativa di riferimento: **D.M. 14 Gennaio 2008 - 4.2.3.1**

| CARATTERISTICHE DEL MATERIALE | | |
|---|---|---|
| Tipologia dell'acciaio | S355 | |
| Tensione caretteristica di rottura: | 510.00 | [N/mm$^2$] |
| Tensione caratteristica di snervamento: | 355.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo: | 338.10 | [N/mm$^2$] |
| Modulo elastico: | 200'000.00 | [N/mm$^2$] |

| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PROFILO | | |
|---|---|---|
| Altezza totale della trave: | **3'279.00** | [mm] |
| Larghezza della piattabanda superiore: | **800.00** | [mm] |
| Spessore della piattabanda superiore: | **60.00** | [mm] |
| Larghezza dell'eventuale impiattamento superiore: | **0.00** | [mm] |
| Spessore dell'eventuale impiattamento superiore: | **0.00** | [mm] |
| Altezza dell'anima: | 3'159.00 | [mm] |
| Spessore dell'anima: | **20.00** | [mm] |
| Larghezza della piattabanda inferiore: | **1'000.00** | [mm] |
| Spessore della piattabanda inferiore: | **60.00** | [mm] |
| Larghezza dell'eventuale impiattamento inferiore: | **0.00** | [mm] |
| Spessore dell'eventuale impiattamento inferiore: | **0.00** | [mm] |
| Raggio di raccordo: | **0.00** | [mm] |

| DEFINIZIONE DELLE CLASSI | |
|---|---|
| Coefficiente ε: | 0.81 |
| Rapporto c/t dell'ala superiore (compreso di eventuale impiattamento): | 6.50 |
| Classe dell'ala superiore: | 1 |
| Rapporto c/t dell'anima: | 157.95 |
| Classe dell'anima: | 4 |
| Rapporto c/t dell'ala inferiore (compreso di eventuale impiattamento): | 8.17 |
| Classe dell'ala inferiore: | 3 |
| **CLASSE DEL PROFILO METALLICO** | 4 |

## 7.1.5. Concio 5 – $H_{max}$

Normativa di riferimento: **D.M. 14 Gennaio 2008 - 4.2.3.1**

| CARATTERISTICHE DEL MATERIALE | | |
|---|---|---|
| Tipologia dell'acciaio | S355 | |
| Tensione caretteristica di rottura: | 510.00 | [N/mm$^2$] |
| Tensione caratteristica di snervamento: | 355.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo: | 338.10 | [N/mm$^2$] |
| Modulo elastico: | 200'000.00 | [N/mm$^2$] |

| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PROFILO | | |
|---|---|---|
| Altezza totale della trave: | **3'600.00** | [mm] |
| Larghezza della piattabanda superiore: | **800.00** | [mm] |
| Spessore della piattabanda superiore: | **60.00** | [mm] |
| Larghezza dell'eventuale impiattamento superiore: | **0.00** | [mm] |
| Spessore dell'eventuale impiattamento superiore: | **0.00** | [mm] |
| Altezza dell'anima: | 3'480.00 | [mm] |
| Spessore dell'anima: | **20.00** | [mm] |
| Larghezza della piattabanda inferiore: | **1'000.00** | [mm] |
| Spessore della piattabanda inferiore: | **60.00** | [mm] |
| Larghezza dell'eventuale impiattamento inferiore: | **0.00** | [mm] |
| Spessore dell'eventuale impiattamento inferiore: | **0.00** | [mm] |
| Raggio di raccordo: | **0.00** | [mm] |

| DEFINIZIONE DELLE CLASSI | |
|---|---|
| Coefficiente ε: | 0.81 |
| Rapporto c/t dell'ala superiore (compreso di eventuale impiattamento): | 6.50 |
| Classe dell'ala superiore: | 1 |
| Rapporto c/t dell'anima: | 174.00 |
| Classe dell'anima: | 4 |
| Rapporto c/t dell'ala inferiore (compreso di eventuale impiattamento): | 8.17 |
| Classe dell'ala inferiore: | 3 |
| **CLASSE DEL PROFILO METALLICO** | 4 |

## 7.1.6. Concio 6 – $H_{max}$

Normativa di riferimento: **D.M. 14 Gennaio 2008 - 4.2.3.1**

| CARATTERISTICHE DEL MATERIALE | | |
|---|---|---|
| Tipologia dell'acciaio | S355 | |
| Tensione caretteristica di rottura: | 510.00 | [N/mm²] |
| Tensione caratteristica di snervamento: | 355.00 | [N/mm²] |
| Resistenza di calcolo: | 338.10 | [N/mm²] |
| Modulo elastico: | 200'000.00 | [N/mm²] |

| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PROFILO | | |
|---|---|---|
| Altezza totale della trave: | **3'303.00** | [mm] |
| Larghezza della piattabanda superiore: | **800.00** | [mm] |
| Spessore della piattabanda superiore: | **60.00** | [mm] |
| Larghezza dell'eventuale impiattamento superiore: | **0.00** | [mm] |
| Spessore dell'eventuale impiattamento superiore: | **0.00** | [mm] |
| Altezza dell'anima: | 3'183.00 | [mm] |
| Spessore dell'anima: | **20.00** | [mm] |
| Larghezza della piattabanda inferiore: | **1'000.00** | [mm] |
| Spessore della piattabanda inferiore: | **60.00** | [mm] |
| Larghezza dell'eventuale impiattamento inferiore: | **0.00** | [mm] |
| Spessore dell'eventuale impiattamento inferiore: | **0.00** | [mm] |
| Raggio di raccordo: | **0.00** | [mm] |

| DEFINIZIONE DELLE CLASSI | |
|---|---|
| Coefficiente ε: | 0.81 |
| Rapporto c/t dell'ala superiore (compreso di eventuale impiattamento): | 6.50 |
| Classe dell'ala superiore: | 1 |
| Rapporto c/t dell'anima: | 159.15 |
| Classe dell'anima: | 4 |
| Rapporto c/t dell'ala inferiore (compreso di eventuale impiattamento): | 8.17 |
| Classe dell'ala inferiore: | 3 |
| **CLASSE DEL PROFILO METALLICO** | 4 |

## 7.1.7. Concio 6 – $H_{min}$; Concio 7 – $H_{max}$

Normativa di riferimento: **D.M. 14 Gennaio 2008 - 4.2.3.1**

| CARATTERISTICHE DEL MATERIALE | | |
|---|---|---|
| Tipologia dell'acciaio | S355 | |
| Tensione caretteristica di rottura: | 510.00 | [N/mm²] |
| Tensione caratteristica di snervamento: | 355.00 | [N/mm²] |
| Resistenza di calcolo: | 338.10 | [N/mm²] |
| Modulo elastico: | 200'000.00 | [N/mm²] |

| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PROFILO | | |
|---|---|---|
| Altezza totale della trave: | **2'728.00** | [mm] |
| Larghezza della piattabanda superiore: | **800.00** | [mm] |
| Spessore della piattabanda superiore: | **60.00** | [mm] |
| Larghezza dell'eventuale impiattamento superiore: | **0.00** | [mm] |
| Spessore dell'eventuale impiattamento superiore: | **0.00** | [mm] |
| Altezza dell'anima: | 2'608.00 | [mm] |
| Spessore dell'anima: | **20.00** | [mm] |
| Larghezza della piattabanda inferiore: | **1'000.00** | [mm] |
| Spessore della piattabanda inferiore: | **60.00** | [mm] |
| Larghezza dell'eventuale impiattamento inferiore: | **0.00** | [mm] |
| Spessore dell'eventuale impiattamento inferiore: | **0.00** | [mm] |
| Raggio di raccordo: | **0.00** | [mm] |

| DEFINIZIONE DELLE CLASSI | |
|---|---|
| Coefficiente ε: | 0.81 |
| Rapporto c/t dell'ala superiore (compreso di eventuale impiattamento): | 6.50 |
| Classe dell'ala superiore: | 1 |
| Rapporto c/t dell'anima: | 130.40 |
| Classe dell'anima: | 4 |
| Rapporto c/t dell'ala inferiore (compreso di eventuale impiattamento): | 8.17 |
| Classe dell'ala inferiore: | 3 |
| **CLASSE DEL PROFILO METALLICO** | 4 |

### *7.1.8. Concio 7 – $H_{min}$; Concio 8 – $H_{max}$*

Normativa di riferimento: **D.M. 14 Gennaio 2008 - 4.2.3.1**

| CARATTERISTICHE DEL MATERIALE | | |
|---|---|---|
| Tipologia dell'acciaio | S355 | |
| Tensione caretteristica di rottura: | 510.00 | [N/mm$^2$] |
| Tensione caratteristica di snervamento: | 355.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo: | 338.10 | [N/mm$^2$] |
| Modulo elastico: | 200'000.00 | [N/mm$^2$] |

| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PROFILO | | |
|---|---|---|
| Altezza totale della trave: | **2'438.00** | [mm] |
| Larghezza della piattabanda superiore: | **800.00** | [mm] |
| Spessore della piattabanda superiore: | **60.00** | [mm] |
| Larghezza dell'eventuale impiattamento superiore: | **0.00** | [mm] |
| Spessore dell'eventuale impiattamento superiore: | **0.00** | [mm] |
| Altezza dell'anima: | 2'318.00 | [mm] |
| Spessore dell'anima: | **20.00** | [mm] |
| Larghezza della piattabanda inferiore: | **1'000.00** | [mm] |
| Spessore della piattabanda inferiore: | **60.00** | [mm] |
| Larghezza dell'eventuale impiattamento inferiore: | **0.00** | [mm] |
| Spessore dell'eventuale impiattamento inferiore: | **0.00** | [mm] |
| Raggio di raccordo: | **0.00** | [mm] |

| DEFINIZIONE DELLE CLASSI | |
|---|---|
| Coefficiente ε: | 0.81 |
| Rapporto c/t dell'ala superiore (compreso di eventuale impiattamento): | 6.50 |
| Classe dell'ala superiore: | 1 |
| Rapporto c/t dell'anima: | 115.90 |
| Classe dell'anima: | 4 |
| Rapporto c/t dell'ala inferiore (compreso di eventuale impiattamento): | 8.17 |
| Classe dell'ala inferiore: | 3 |
| **CLASSE DEL PROFILO METALLICO** | **4** |

## 7.2. Trasversi

### *7.2.1. Trasversi correnti*

Normativa di riferimento: **D.M. 14 Gennaio 2008 - 4.2.3.1**

| CARATTERISTICHE DEL MATERIALE | | |
|---|---|---|
| Tipologia dell'acciaio | S355 | |
| Tensione caretteristica di rottura: | 510.00 | [N/mm$^2$] |
| Tensione caratteristica di snervamento: | 355.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo: | 338.10 | [N/mm$^2$] |
| Modulo elastico: | 200'000.00 | [N/mm$^2$] |

| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PROFILO | | |
|---|---|---|
| Altezza totale della trave: | **880.00** | [mm] |
| Larghezza della piattabanda superiore: | **300.00** | [mm] |
| Spessore della piattabanda superiore: | **20.00** | [mm] |
| Larghezza dell'eventuale impiattamento superiore: | **0.00** | [mm] |
| Spessore dell'eventuale impiattamento superiore: | **0.00** | [mm] |
| Altezza dell'anima: | 840.00 | [mm] |
| Spessore dell'anima: | **15.00** | [mm] |
| Larghezza della piattabanda inferiore: | **300.00** | [mm] |
| Spessore della piattabanda inferiore: | **20.00** | [mm] |
| Larghezza dell'eventuale impiattamento inferiore: | **0.00** | [mm] |
| Spessore dell'eventuale impiattamento inferiore: | **0.00** | [mm] |
| Raggio di raccordo: | **0.00** | [mm] |

| DEFINIZIONE DELLE CLASSI | |
|---|---|
| Coefficiente ε: | 0.81 |
| Rapporto c/t dell'ala superiore (compreso di eventuale impiattamento): | 7.13 |
| Classe dell'ala superiore: | 1 |
| Rapporto c/t dell'anima: | 56.00 |
| Classe dell'anima: | 1 |
| Rapporto c/t dell'ala inferiore (compreso di eventuale impiattamento): | 7.13 |
| Classe dell'ala inferiore: | 1 |
| **CLASSE DEL PROFILO METALLICO** | **1** |

# 8. DEFINIZIONE DELLE LARGHEZZE COLLABORANTI

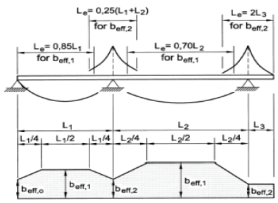
A favore di sicurezza verrà assunta per l'intera lunghezza delle travi principali la minore tra le larghezze collaboranti valutate nei paragrafi successivi.

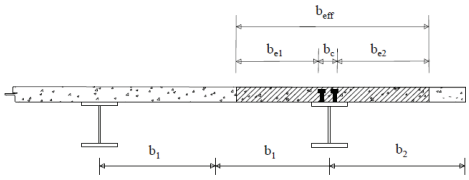
## 8.1. Appoggi

Normativa di riferimento: **D.M. 14 Gennaio 2008 - 4.3.2.3**

Posizionamento della trave: Trave di riva

Posizionamento della sezione resistente: Sezione di appoggio



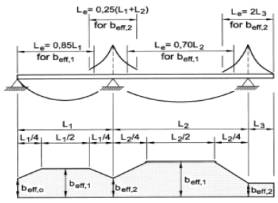

| | | | |
|---|---|---|---|
| Lunghezza della prima trave $L_1$: | $L_1$ | 40.00 | [m] |
| Lunghezza della seconda trave $L_2$: | $L_2$ | 60.00 | [m] |
| Lunghezza della terza trave $L_3$: | $L_3$ | 40.00 | [m] |
| Luce equivalente: | $L_e$ | 32.00 | [m] |
| Distanza tra i connettori: | $b_o$ | 0.39 | [m] |
| Larghezza $b_1$: | $b_1$ | 3.18 | [m] |
| Larghezza $b_2$: | $b_2$ | 3.81 | [m] |
| Larghezza efficace $b_{e1}$: | $b_{e1}$ | 2.99 | [m] |
| Larghezza efficace $b_{e2}$: | $b_{e2}$ | 3.62 | [m] |
| Coefficiente correttivo $\beta_1$: | $\beta_1$ | 0.82 | |
| Coefficiente correttivo $\beta_2$: | $\beta_2$ | 0.77 | |
| Larghezza efficace della soletta collaborante: | $b_{eff}$ | 5.23 | [m] |

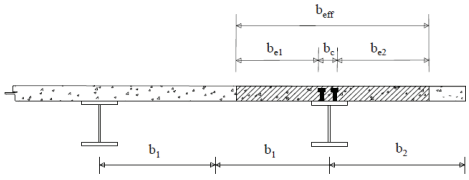
## 8.2. Campata

Normativa di riferimento: **D.M. 14 Gennaio 2008 - 4.3.2.3**

Posizionamento della trave: Trave di riva

Posizionamento della sezione resistente: Sezione in campata




| | | | |
|---|---|---|---|
| Lunghezza della prima trave $L_1$: | $L_1$ | 40.00 | [m] |
| Lunghezza della seconda trave $L_2$: | $L_2$ | 60.00 | [m] |
| Lunghezza della terza trave $L_3$: | $L_3$ | 40.00 | [m] |
| Luce equivalente: | $L_e$ | 32.00 | [m] |
| Distanza tra i connettori: | $b_o$ | 0.39 | [m] |
| Larghezza $b_1$: | $b_1$ | 3.18 | [m] |
| Larghezza $b_2$: | $b_2$ | 3.81 | [m] |
| Larghezza efficace $b_{e1}$: | $b_{e1}$ | 2.99 | [m] |
| Larghezza efficace $b_{e2}$: | $b_{e2}$ | 3.62 | [m] |
| Coefficiente correttivo $\beta_1$: | $\beta_1$ | 0.82 | |
| Coefficiente correttivo $\beta_2$: | $\beta_2$ | 0.77 | |
| Larghezza efficace della soletta collaborante: | $b_{eff}$ | 5.23 | [m] |

# 9. ANALISI DEI CARICHI

## 9.1. Peso proprio delle strutture metalliche

Il peso proprio delle strutture metalliche viene attribuito automaticamente dal programma di calcolo e viene opportunamente maggiorato per tener conto di irrigidenti, minuteria, bulloneria e saldature.
Il peso per unità di volume dell'acciaio è assunto pari a 78,70 kN/m$^3$.

## 9.2. Peso proprio della soletta

Lo spessore della soletta è assunto pari a 30 cm (compreso delle predalles). Assunto il peso per unità di volume del cemento armato pari a **25,0 kN/m$^3$**, il peso per unità di superficie della soletta vale pertanto:

**$p_{getto.soletta}$ = 0,30 x 25,00 = 7,50 kN/m$^2$**

La ripartizione dei carichi sulle membrature longitudinali è stata valutata mediante il seguente schema di carico:

Il carico dovuto al peso proprio della soletta sulle travi principali risulta dunque pari a:

**$p_{soletta,travi}$ = 55,31 kN/m**

## 9.3. Cordoli di bordo

I cordoli laterali presentano una sezione **75 x 20** cm costante lungo tutto il loro sviluppo.
Assunto il peso per unità di volume del cemento armato pari a **25,0 kN/m$^3$**, il peso per unità di lunghezza dei cordoli vale pertanto:

**$p_{cordolo}$ = 0,75 x 0,20 x 25,00 = 3,75 kN/m**

## 9.4. Pavimentazione stradale

Lo spessore della pavimentazione è costante lungo lo sviluppo dell'impalcato, sia longitudinalmente che trasversalmente e risulta pari a **11 cm**.
Il peso per unità di volume della pavimentazione stradale è assunto pari a **24,0 kN/m$^3$**. Il peso per unità di superficie di pavimentazione vale pertanto:

**$p_{pavimentazione}$ = 24,00 x 0,11 = 2,64 kN/m$^2$**

## 9.5. Peso della barriera guard-rail

Il peso della barriera guard-rail tipo H4 bordo ponte è fissato pari a:

**$p_{guard\text{-}rail}$ = 1,50 kN/m**

## 9.6. Peso della veletta

Il peso per unità di lunghezza della veletta laterale è assunto pari a:

**$p_{veletta}$= 1,50 kN/m**

## 9.7. Ritiro della soletta

Nel modello di calcolo globale l'azione del ritiro viene assegnata esclusivamente alle travi metalliche principali. A favore di sicurezza verrà calcolata la deformazione da ritiro valutata in corrispondenza della massima larghezza dell'impalcato.

| VALUTAZIONE DELLE AZIONI DA RITITRO (EC2 A 1.1.3) | | |
|---|---|---|
| **1. VALUTAZIONE DELLA DEFORMAZIONE FINALE DA RITIRO** | | |
| Classe di resistenza del calcestruzzo: | C32/40 | |
| Resistenza media compressione (a 28 gg) $f_{cm}$: | 41.2 | N/mm$^2$ |
| Tipologia del calcestruzzo: | Calcestruzzo a indurimento normale o rapido | |
| Coefficiente $\beta_{sc}$ funzione della tipologia del calcestruzzo: | 5 | |
| Coefficiente che tiene conto dell'effetto della resistenza del cls sul ritiro $\varepsilon_s(f_{cm})$: | 0.000404 | |
| Umidità relativa ambientale ***RH*** (>40 %): | 75 | % |
| Coeff. che tiene conto dell'effetto dell'umidità relativa sul coeff. nominale di ritiro $\beta_{sRH}$: | 0.578125 | |
| Caratteristiche della maturazione del cls: | Calcestruzzo esposto all'aria | |
| Coefficiente funzione della tipologia di maturazione del calcestruzzo $\beta_{RH}$: | -0.89609375 | |
| Coefficiente nominale di ritiro $\varepsilon_{cso}$: | -0.000362 | |
| Vita utile della struttura: | 100 | anni |
| Area delle sezione di calcestruzzo $A_c$: | 4.43 | m$^2$ |
| Perimetro della sezione di calcestruzzo a contatto con l'atmosfera $u$: | 14.75 | m |
| Dimensione fittizia $h_o$: | 600 | mm |
| Coefficiente atto a descrivere lo sviluppo del ritiro nel tempo $\beta_s(t-t_s)$: | 0.862195 | |
| Deformazione finale dovuta al ritiro $\varepsilon_{cs}(t-t_s)$: | -0.000312 | |
| **2. VALUTAZIONE DEL COEFFICIENTE DI OMOGENEIZZAZIONE PER L'AZIONE DI RITIRO** | | |
| Coeff. che tiene conto dell'effetto dell'umidità relativa sul coeff. nom. di viscosità $\Phi_{RH}$: | 1.296 | |
| Coeff. che tiene conto dell'eff. della resist. del cls sul coeff. nom. di viscosità $\beta(f_{cm})$: | 2.617 | |
| Coeff. che tiene conto dell'età del cls sul coefficiente nominale di viscosità $\beta(t_o)$: | 0.909 | |
| Coefficiente nominale di viscosità $\Phi_o$: | 3.085 | |
| Coefficiente funzione dell'umidità relativa RH e dalla dimensione fittizia $h_o$ $\beta_H$: | 1285.085 | |
| Coefficiente che tiene conto dello sviluppo della viscosità nel tempo $\beta_c(t-t_o)$: | 0.990 | |
| Coefficiente di viscosità $\Phi(t-t_o)$: | 3.053 | |
| Modulo elastico dell'acciaio $E_a$: | 206000.00 | N/mm$^2$ |
| Modulo elastico medio del calcestruzzo $E_{cm}$: | 32811.24 | N/mm$^2$ |
| Coefficiente di omogeneizzazione per gli effetti del ritiro $n_{rit}$: | 16.820 | |
| **3. VALUTAZIONE DELL'AZIONE ASSIALE TOTALE DOVUTA AL RITIRO** | | |
| Tensione di trazione sul calcestruzzo dovuta al ritiro $\sigma_{rit}$: | -3.823 | N/mm$^2$ |
| Azione totale di trazione agente sul cancestruzzo dovuta al ritiro $N_{rit}$: | -16915.91 | kN |
| Numero di travi che costituiscono l'impalcato: | 2 | |
| Azione di compressione agente sulla singola travata $N_R$: | 8457.96 | kN |

Nel modello di calcolo l'azione del ritiro è assegnata alle travi principali come una contrazione termica differenziale tra estradosso della soletta e intradosso della trave metallica.

Il coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo è assunto pari a:

**$\alpha_T = 10 \times 10^{-6}/°C$**

Il gradiente termico associato alla deformazione finale da ritiro risulta pari a:

**$\Delta T = \varepsilon_{cs}(t-t_s) / \alpha_T = -0{,}000312 / (10 \times 10^{-6}/°C) = -31{,}20°$**

Poiché il fenomeno del ritiro è un fenomeno molto lento, si considera un gradiente termico equivalente pari a 1/3 del gradiente termico precedentemente determinato. Si ottiene pertanto:

**$\Delta T_{ritiro} = 31{,}20° / 3 = 10{,}40°$**

Sulla singola trave principale agirà un gradiente termico equivalente totale pari a:

**$\Delta T_{ritiro} = 10{,}40° / 2 = 5{,}20°$**

Nella tabella successiva sono riportati i valori di gradiente termico per unità di altezza per i differenti conci costituenti le travi principali:

| CONCIO | Hmedia[m] | ΔT[°] | ΔTtrave[°/m] |
|---|---|---|---|
| 1 | 2.40 | 5.2 | 2.17 |
| 2 | 2.43 | 5.2 | 2.14 |
| 3 | 2.61 | 5.2 | 1.99 |
| 4 | 3.02 | 5.2 | 1.72 |
| 5 | 3.29 | 5.2 | 1.58 |
| 6 | 3.02 | 5.2 | 1.72 |
| 7 | 2.58 | 5.2 | 2.01 |
| 8 | 2.42 | 5.2 | 2.15 |

## 9.8. Carichi variabili

### *9.8.1. Carichi viaggianti da traffico*

Il carico variabile del traffico viene valutato secondo lo schema n. 1 riportato nel D.M. 14.01.2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" al punto 5.1.3.3.

La carreggiata risulta divisa in corsie convenzionale che presentano ciascuna una larghezza pari a **3,00 m**. Poiché la carreggiata presenta una larghezza complessiva pari a **13,25 m**, il numero di corsie convenzionali presenti risulta pertanto:

**$n_{corsie}$ = int(w/3,00) = int(13,25/3,00) = int(4,42) = 4 corsie convenzionali**

Trattandosi di un ponte di **1ª Categoria** su ciascuna corsia convenzionale verranno applicati i seguenti carichi mobili da traffico:

- <u>1ª corsia convenzionale</u>

  $Q_{1a}$ = 2,00 x 300 kN disposti come in figura

  $q_{1a}$ = 9,00 kN/m$^2$ x 3,00 m = 27,00 kN/m

- <u>2ª corsia convenzionale</u>

  $Q_{1b}$ = 2,00 x 200 kN disposti come in figura

  $q_{1b}$ = 2,50 kN/m$^2$ x 3,00 m = 7,50 kN/m

- <u>3ª corsia convenzionale</u>

  $Q_{1c}$ = 2,00 x 100 kN disposti come in figura

  $q_{1c}$ = 2,50 kN/m$^2$ x 3,00 m = 7,50 kN/m

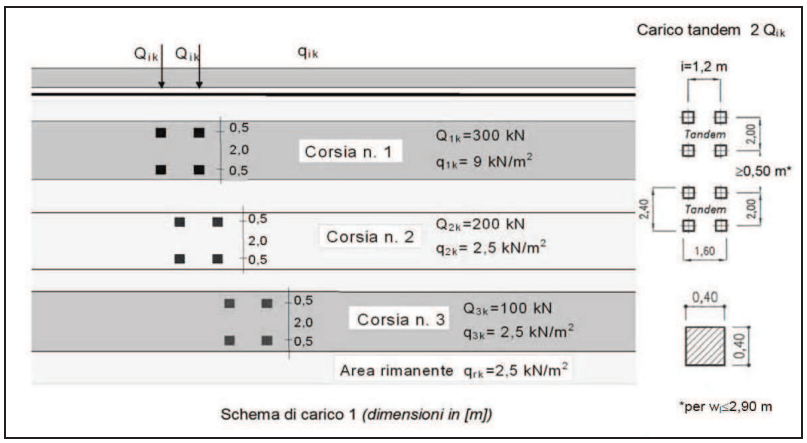
- <u>4ª corsia convenzionale</u>

  Come riportato nella tabella 5.1.II delle "*Nuove norme tecniche per le costruzioni"* – 14 gennaio 2008, dalla 4ª corsia convenzionale si ha solo il carico distribuito pari a 2,50 kN/m.

  $q_{1c}$ = 2,50 kN/m$^2$ x 3,00 m = 7,50 kN/m

- <u>Carreggiata rimanente</u>

  $q_{1d}$ = 2,50 kN/m$^2$ x 1,25 m = 3,13 kN/m




Le suddette colonne di carico verranno disposte secondo lo schema longitudinale che produce le azioni variabili maggiormente gravose per l'impalcato.

### *9.8.2. Variazione termiche*

#### 9.8.2.1. Temperatura dell'aria esterna

Per la determinazione della temperatura dell'aria esterna si segue il paragrafo 3.5.2. "*TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA" (BOZZA DI REVISIONE DELLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI* di cui al parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n.53/2012, espresso nell'Adunanza dell'Assemblea Generale del 14 novembre 2014).
La temperatura dell'aria esterna, $T_{est}$, può assumere il valore $T_{max}$ o $T_{min}$ , definite rispettivamente come temperatura massima estiva e minima invernale dell'aria nel sito della costruzione, con riferimento ad un periodo di ritorno di 50 anni. In mancanza di adeguate indagini statistiche basate su dati specifici relativi al sito in esame, $T_{max}$ o $T_{min}$ sono calcolati in base alle espressioni riportate nel seguito, per le varie zone indicate nella figura che segue.

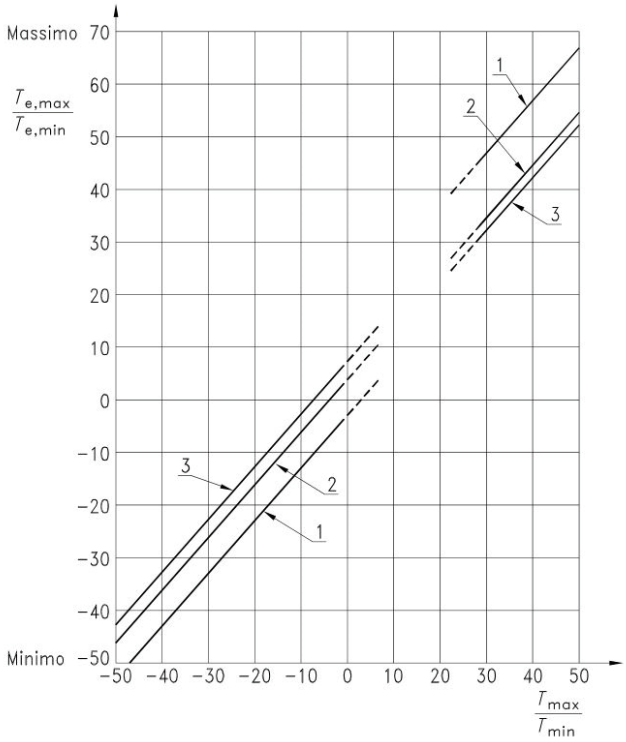
**Figura – Zonazione del territorio italiano**

Nelle espressioni seguenti, $T_{max}$ o $T_{min}$ sono espressi in °C; l'altitudine di riferimento $a_s$ (espressa in m) è la quota del suolo sul livello del mare nel sito dove è realizzata la costruzione.
Nel caso specifico si ricade in "ZONA II" e $a_s$ pari a circa 8,50 m:

$$T_{min} = -8 - 6 \cdot a_s / 1000 = -8.1\ °C$$
$$T_{max} = 42 - 2 \cdot a_s / 1000 = 42.0\ °C$$

Componente di temperatura uniforme

Le temperature uniformi negli elementi strutturali del ponte $T_{e.max}$ e $T_{e.min}$ sono calcolate a partire dai valori $T_{max}$ e $T_{min}$ usando le indicazioni contenute in figura 6.1 di UNI EN 1991-1-5.




Nel caso specifico si fa riferimento alla curva Tipo 2 "Impalcato a struttura composta" visto che l'impalcato oggetto di studio è a sezione composta acciaio-calcestruzzo.

$$T_{e.min} = -3\ °C$$
$$T_{e.max} = 47\ °C$$

### 9.8.2.2. Intervalli delle componenti di temperatura uniforme

Gli intervalli delle componenti di temperatura uniforme nel ponte sono poi definiti secondo il punto 6.1.3.3 della UNI EN 1991-1-5.
La temperatura "iniziale" (di costruzione e montaggio) è assunta, secondo il punto 3.5.4 del D.M.14.01.2008, pari a:

$$T_0 = +\ 15°C.$$

Questo valore della temperatura è utilizzato per calcolare la contrazione fino alla componente di temperatura uniforme minima del ponte e l'espansione fino alla componente di temperatura uniforme massima del ponte.
Così il valore caratteristico dell'intervallo di massima contrazione della componente di temperatura uniforme del ponte, $\Delta T_{N,con}$ è preso pari a:

$$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e.min} = 18\ °C$$

e il valore caratteristico dell'intervallo di massima espansione della componente di temperatura uniforme del ponte, $\Delta T_{N,exp}$ è preso pari a:

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e.max} - T_0 = 32\ °C$$

Per il progetto di appoggi e giunti di espansione, in accordo con quanto indicato in EN 1991-1-5 al punto 6.1.3.3(3) nota 2, i valori massimo e minimo degli intervalli di temperatura sono incrementati come segue:

- massimo intervallo di contrazione per appoggi: $\Delta T_{N,con}$ + 20 °C = 38 °C
- massimo intervallo di espansione per appoggi: $\Delta T_{N,exp}$ + 20 °C = 52 °C

I 20°C da sommare raccomandati sono stati scelti poiché si considera l'assenza di preregolazione per le azioni termiche a fine costruzione.

#### 9.8.2.3. Calcolo delle dilatazioni e contrazioni termiche dell'impalcato

Studiando il sistema statico del ponte si hanno tre campate: la prima va dalla spalla SP1 alla pila P1 di luce pari a 40 m; la seconda, quella centrale, va dalla pila P1 alla pila P2 di luce pari a 60 m; la terza e ultima va dalla pila P2 alla spalla SP2 di luce pari a 40 m.
In senso longitudinale gli unici appoggi fissi sono disposti sulla pila P2, quindi si ottengono tre lunghezze di calcolo per l'azione termica a seconda che si consideri il tratto spalla SP1 – pila P2, il tratto pila P1 – pila P2 e il tratto pila P2 – spalla SP2:

$$L_{T(SP1-P2)} = 100 \text{ m}$$
$$L_{T(P1-P2)} = 60 \text{ m}$$
$$L_{T(P2-SP2)} = 40 \text{ m}$$

Il coefficiente di dilatazione termica a temperatura ambiente (Tabella 3.5.III del D.M.14.01.2008) per strutture miste acciaio-calcestruzzo assume il valore di:

$$\alpha_T = 12 \cdot 10^{-6} / °C$$

Gli spostamenti dovuti all'azione termica sulle due spalle terminali, SP1 e SP2, e sulla pila centrale non fissa P1 sono:

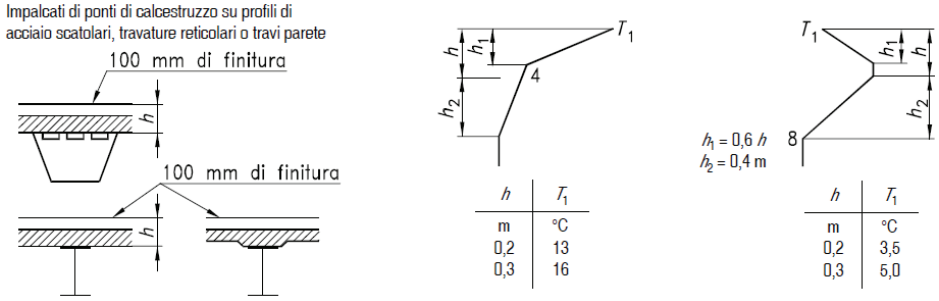
- $\delta_{T,con(SP1)} = (\Delta T_{N,con} + 20\ °C) \cdot \alpha_T \cdot L_{T(SP1-P2)} = 4.6cm$
- $\delta_{T,exp(SP1)} = (\Delta T_{N,exp} + 20\ °C) \cdot \alpha_T \cdot L_{T(SP1-P2)} = 6.2cm$
- $\delta_{T,con(P1)} = (\Delta T_{N,con} + 20\ °C) \cdot \alpha_T \cdot L_{T(P1-P2)} = 2.7cm$
- $\delta_{T,exp(P1)} = (\Delta T_{N,exp} + 20\ °C) \cdot \alpha_T \cdot L_{T(P1-P2)} = 3.7cm$
- $\delta_{T,con(SP2)} = (\Delta T_{N,con} + 20\ °C) \cdot \alpha_T \cdot L_{T(P2-SP2)} = 1.8cm$
- $\delta_{T,exp(SP2)} = (\Delta T_{N,exp} + 20\ °C) \cdot \alpha_T \cdot L_{T(P2-SP2)} = 2.5cm$

Gli spostamenti trovati devono essere combinati anche con il sisma. Si deve quindi seguire la combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica come descritto al punto 2.5.3 "COMBINAZIONI DELLE AZIONI" del D.M.14.01.2008.
Dalla tabella 5.1.VI del D.M.14.01.2008 si trova il coefficiente $\psi_2$ per l'azione variabile dovuta alla temperatura:

$$\psi_2 = 0.5$$

### 9.8.2.4. Termica differenziale

L'azione termica differenziale è stata calcolata mediante l'applicazione di un gradiente termico valutato sulla base delle distribuzioni di temperatura previste dall'EC1 Parte 2-5 "Azioni sulle strutture – Azioni termiche", appendici B e C.




Per la definizione della temperatura $T_1$ si è fatto riferimento al prospetto B.2 della sopra citata normativa:

| Profondità della soletta ($h$) | Spessore della superficie | Differenza positiva di temperatura $T_1$ | Differenza negativa di temperatura $T_1$ |
|---|---|---|---|
| m | mm | °C | °C |
| 0,2 | Senza finitura | [16,5] | [5,9] |
| | Resistente all'acqua | [23,0] | [5,9] |
| | 50 | [18,0] | [4,4] |
| | 100 | [13,0] | [3,5] |
| | 150 | [10,5] | [2,3] |
| | 200 | [8,5] | [1,6] |
| 0,3 | Senza finitura | [18,5] | [9,0] |
| | Resistente all'acqua | [26,5] | [9,0] |
| | 50 | [20,5] | [6,8] |
| | 100 | [16,0] | [5,0] |
| | 150 | [12,5] | [3,7] |
| | 200 | [10,0] | [2,7] |

Nel caso di soletta calda è stata assunta una temperatura $T_1$ pari a 16,0 °C, mentre per una soletta fredda è stata assunta una temperatura $T_1$ pari a 5,0 °C.

Per la valutazione del gradiente lineare verticale equivalente da applicare ai calcoli di verifica delle sezioni si è fatto riferimento alla relazione [C.4] riportato dall'EC1 parte 2-5 al paragrafo C.5:

$$DT_{MY} = \frac{n_E n_\alpha \int_{A_1} T(Z,Y)Y\,dA_1 + \int_{A_2} T(Z,Y)Y\,dA_2}{n_E J_{Z1} + J_{Z2}}$$

dove:

- $n_E$ è il rapporto tra i moduli elastici dell'acciaio e del calcestruzzo della soletta
- $n_\alpha$ è il rapporto tra i coefficienti di dilatazione termica dell'acciaio e del calcestruzzo
- $J_{z1}$ è il momento di inerzia della soletta in calcestruzzo rispetto al baricentro della sezione omogeneizzata
- $J_{z2}$ è il momento di inerzia della sezione in acciaio rispetto al baricentro della sezione omogeneizzata

Sulla base del gradiente termico equivalente calcolato sono stati determinati:

- effetti isostatici (azione normale e momento flettente)
- effetti iperstatici (definiti applicando il gradiente termico per unità di lunghezza nel modello di calcolo approntato per uno schema di trave continua)

Nei punti successivi sono riportati la determinazione del gradiente termico lineare equivalente e dell'azione normale isostatica per i differenti conci sulla base del profilo di temperatura adottato. Sono state adottate le altezze medie di ogni concio al fine di rendere più agevole la modellazione.

## Concio 1

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

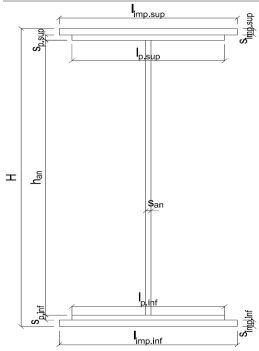
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



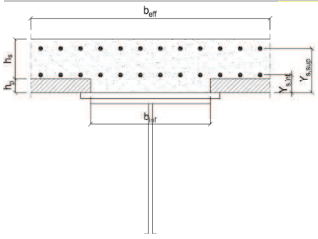
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 2'400.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'280.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 153'600.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.357E+08 | [mm⁴] |
| S | 1.703E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.288E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'108.59 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.500E+08 | [mm³] |
| J | 1.663E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 48'000.00 | [mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 179.13 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.252E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 5'230.00 | [mm] | J | 6.382E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

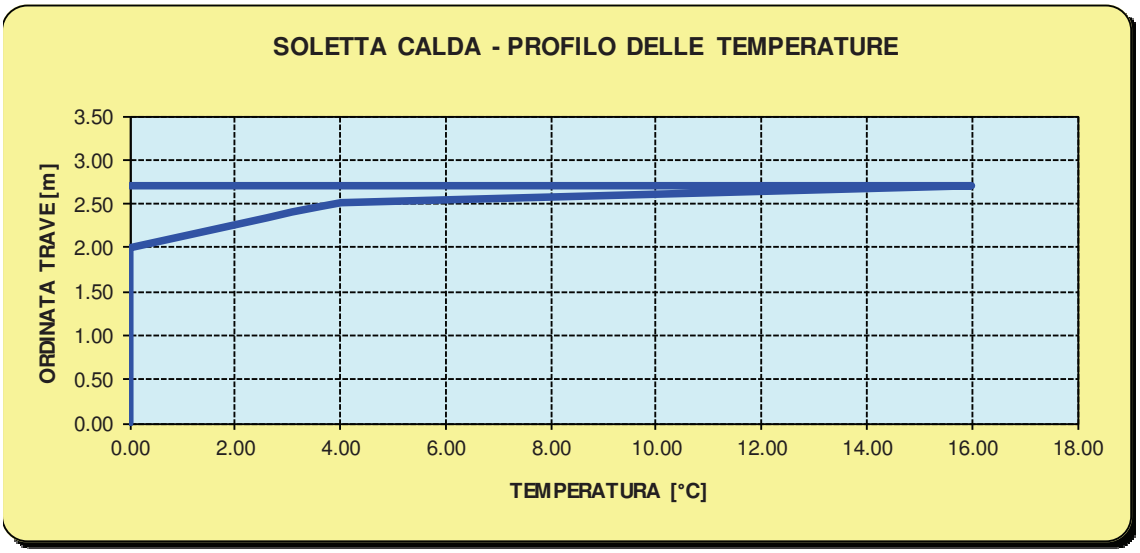
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'819.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'819.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

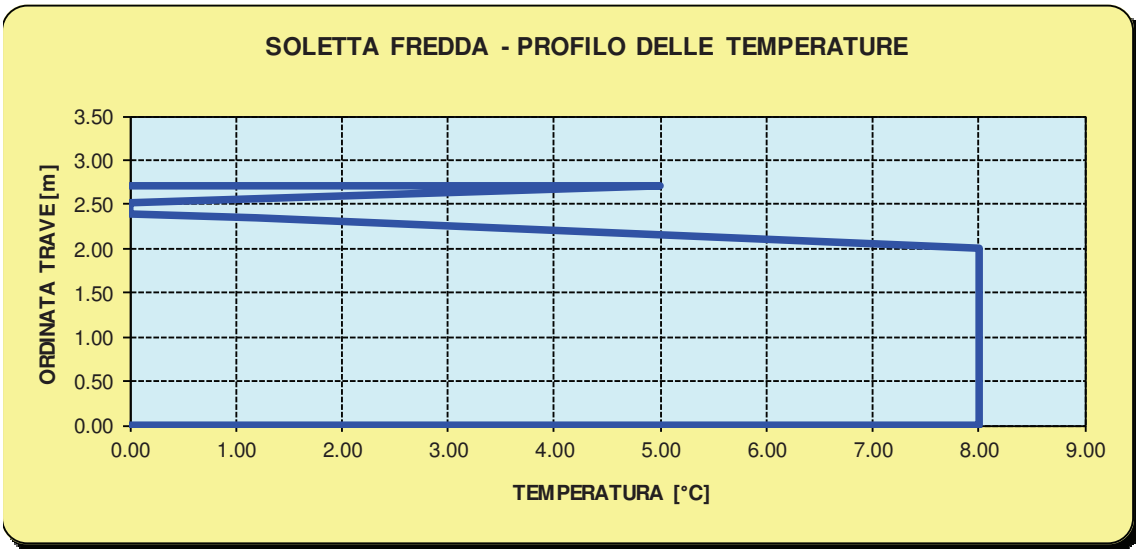
### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 1.703E+02 | 3.873E-01 | 4.202E-01 | 7.483E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.109 | 1.628 | 1.677 | 1.981 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.536E-01 | 2.378E-01 | 2.506E-01 | 3.778E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.357E-04 | 1.166E-03 | 1.383E-03 | 3.547E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 1.663E-01 | 2.841E-01 | 2.957E-01 | 4.113E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 2.651E-01 | 2.890E-01 | 5.718E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 2.754E-01 | 3.007E-01 | 6.054E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 3.336E-01 | 3.681E-01 | 8.237E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.288E-01 | 3.682E-01 | 4.089E-01 | 9.808E-01 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.500E-01 | -1.744E-01 | -1.763E-01 | -2.076E-01 |

| DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT POSITIVO (SOLETTA CALDA) | | | |
|---|---|---|---|
| Temperatura all'estradosso della soletta: | | 16.00 | [°C] |
| Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave: | $L_{\Delta T}$ | 7.38 | [m] |
| Gradiente termico lineare per unità di altezza: | $\Delta T_{,1}$ | 4.38 | [°C/m] |
| Gradiente termico lineare totale: | $\Delta T$ | 11.84 | [°C] |
| Azione normale isostatica: | $N_{\Delta T}$ | 8'346.09 | [kN] |




| DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT NEGATIVO (SOLETTA FREDDA) | | | |
|---|---|---|---|
| Temperatura all'estradosso della soletta: | | 5.00 | [°C] |
| Temperatura all'intradosso della trave metallica: | | 8.00 | [°C] |
| Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave: | $L_{\Delta T}$ | 7.38 | [m] |
| Gradiente termico lineare per unità di altezza: | $\Delta T_{,1}$ | -0.87 | [°C/m] |
| Gradiente termico lineare totale: | $\Delta T$ | -2.34 | [°C] |
| Azione normale isostatica: | $N_{\Delta T}$ | -556.74 | [kN] |



## Concio 2

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

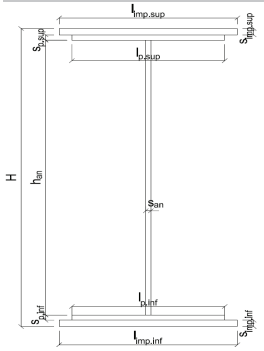
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



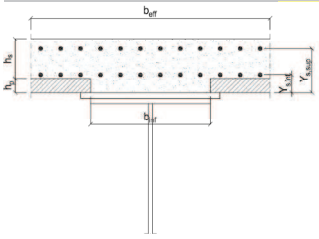

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 2'434.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'314.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 154'280.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.358E+08 | [mm⁴] |
| S | 1.735E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.310E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'124.67 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.525E+08 | [mm³] |
| J | 1.715E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 48'680.00 | [mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO




**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 179.13 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.252E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 5'230.00 | [mm] | J | 6.382E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

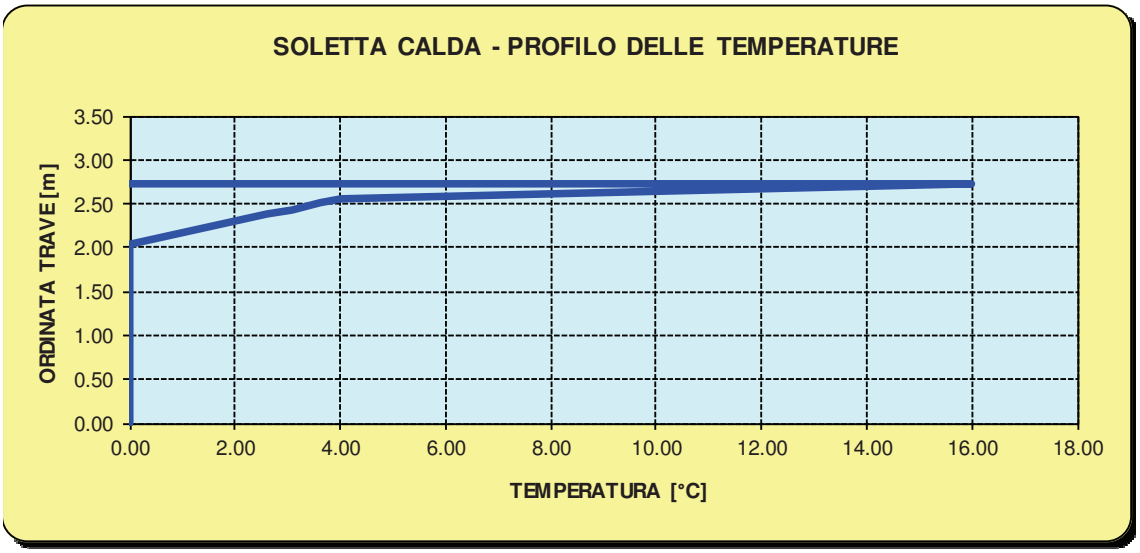
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'819.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'819.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

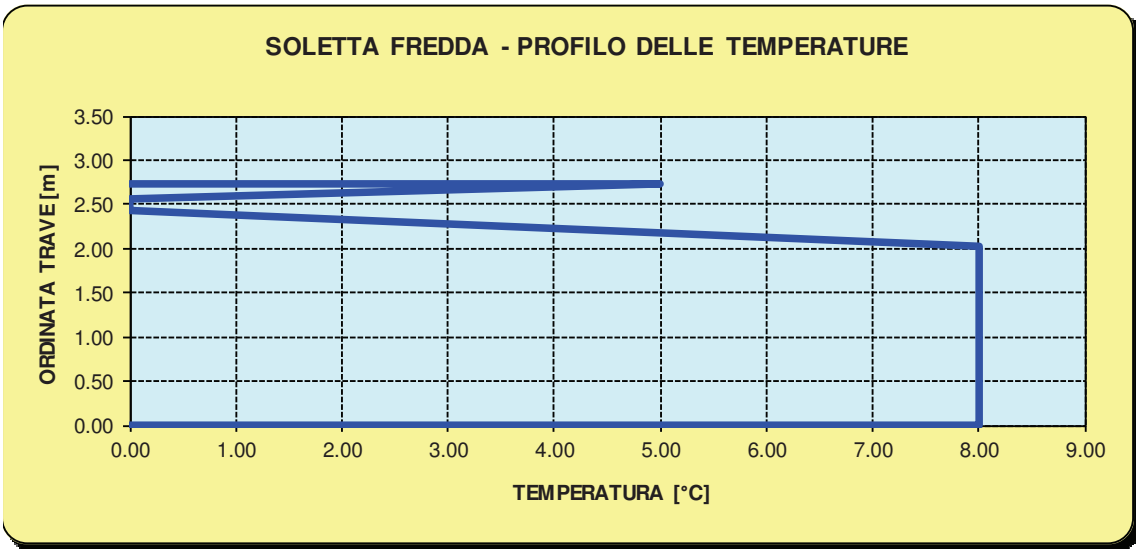
### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 1.735E+02 | 3.934E-01 | 4.267E-01 | 7.592E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.125 | 1.649 | 1.698 | 2.006 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.543E-01 | 2.385E-01 | 2.513E-01 | 3.785E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.358E-04 | 1.166E-03 | 1.383E-03 | 3.547E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 1.715E-01 | 2.923E-01 | 3.042E-01 | 4.230E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 2.695E-01 | 2.938E-01 | 5.810E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 2.799E-01 | 3.056E-01 | 6.147E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 3.381E-01 | 3.730E-01 | 8.325E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.310E-01 | 3.726E-01 | 4.135E-01 | 9.880E-01 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.525E-01 | -1.772E-01 | -1.791E-01 | -2.109E-01 |

| DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT POSITIVO (SOLETTA CALDA) | | | |
|---|---|---|---|
| Temperatura all'estradosso della soletta: | | 16.00 | [°C] |
| Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave: | $L_{\Delta T}$ | 7.38 | [m] |
| Gradiente termico lineare per unità di altezza: | $\Delta T_{,1}$ | 4.32 | [°C/m] |
| Gradiente termico lineare totale: | $\Delta T$ | 11.82 | [°C] |
| Azione normale isostatica: | $N_{\Delta T}$ | 8'331.38 | [kN] |




| DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT NEGATIVO (SOLETTA FREDDA) | | | |
|---|---|---|---|
| Temperatura all'estradosso della soletta: | | 5.00 | [°C] |
| Temperatura all'intradosso della trave metallica: | | 8.00 | [°C] |
| Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave: | $L_{\Delta T}$ | 7.38 | [m] |
| Gradiente termico lineare per unità di altezza: | $\Delta T_{,1}$ | -0.88 | [°C/m] |
| Gradiente termico lineare totale: | $\Delta T$ | -2.40 | [°C] |
| Azione normale isostatica: | $N_{\Delta T}$ | -573.23 | [kN] |



## Concio 3

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

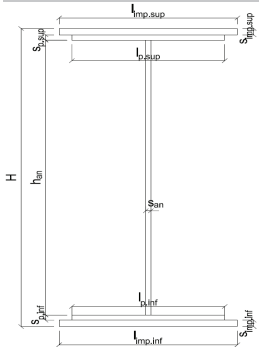
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



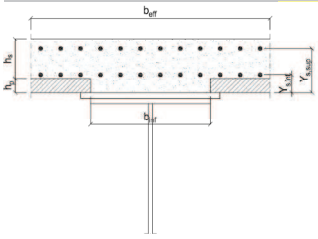
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 2'613.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'493.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 157'860.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.362E+08 | [mm⁴] |
| S | 1.909E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.427E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'209.46 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.657E+08 | [mm³] |
| J | 2.004E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 52'260.00 | [mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 179.13 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.252E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 5'230.00 | [mm] | J | 6.382E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

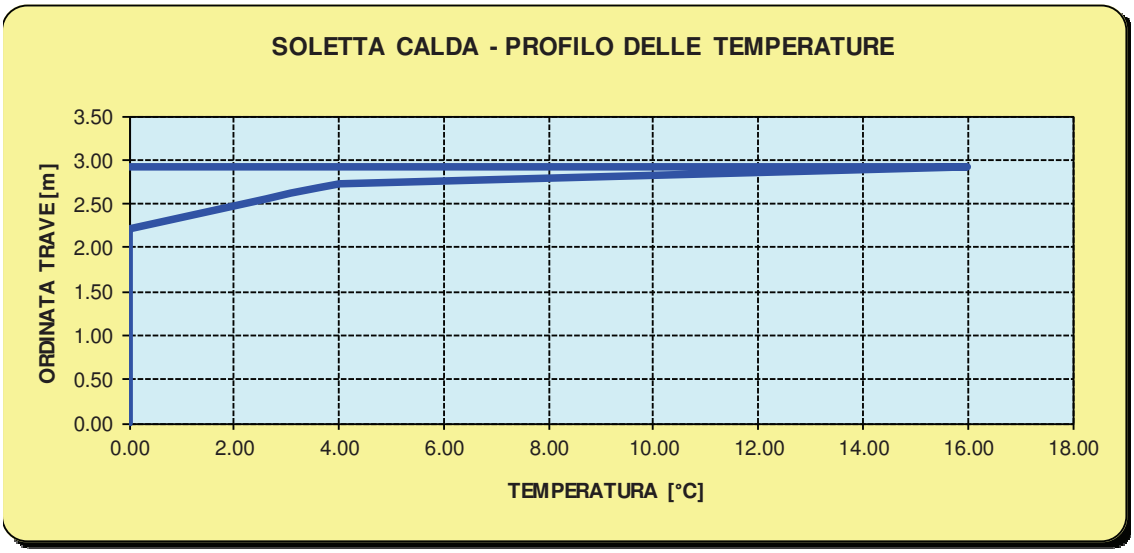
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'819.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'819.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

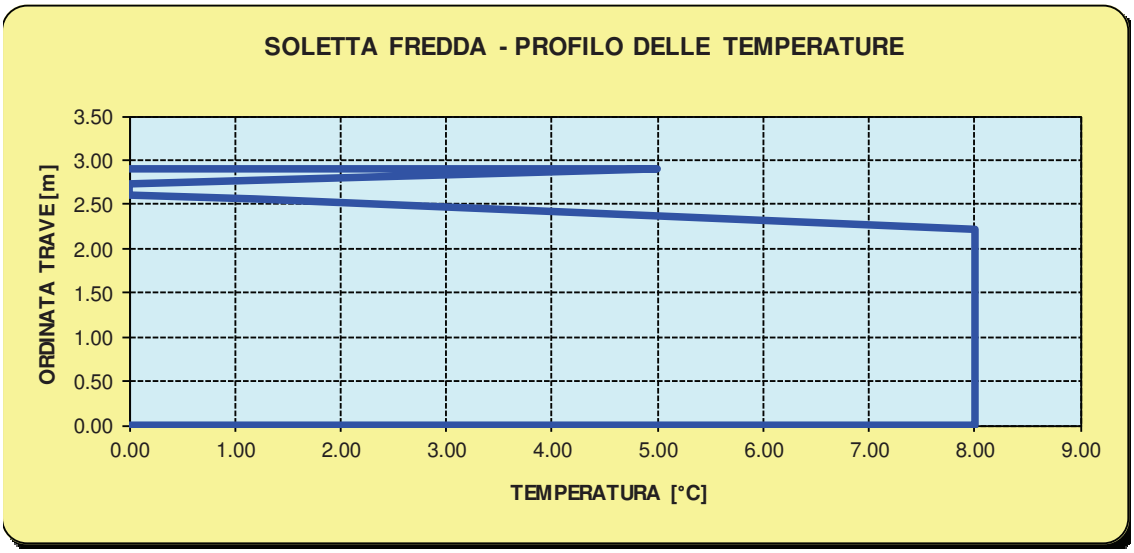
### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 1.909E+02 | 4.259E-01 | 4.615E-01 | 8.167E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.209 | 1.759 | 1.811 | 2.138 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.579E-01 | 2.421E-01 | 2.548E-01 | 3.821E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.362E-04 | 1.167E-03 | 1.384E-03 | 3.547E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 2.004E-01 | 3.380E-01 | 3.516E-01 | 4.880E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 2.929E-01 | 3.191E-01 | 6.294E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 3.035E-01 | 3.311E-01 | 6.636E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 3.620E-01 | 3.986E-01 | 8.787E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.427E-01 | 3.959E-01 | 4.384E-01 | 1.027E+00 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.657E-01 | -1.921E-01 | -1.942E-01 | -2.283E-01 |

| DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER $\Delta T$ POSITIVO (SOLETTA CALDA) | | | |
|---|---|---|---|
| Temperatura all'estradosso della soletta: | | 16.00 | [°C] |
| Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave: | $L_{\Delta T}$ | 7.38 | [m] |
| Gradiente termico lineare per unità di altezza: | $\Delta T_{,1}$ | 4.02 | [°C/m] |
| Gradiente termico lineare totale: | $\Delta T$ | 11.72 | [°C] |
| Azione normale isostatica: | $N_{\Delta T}$ | 8'260.26 | [kN] |




| DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER $\Delta T$ NEGATIVO (SOLETTA FREDDA) | | | |
|---|---|---|---|
| Temperatura all'estradosso della soletta: | | 5.00 | [°C] |
| Temperatura all'intradosso della trave metallica: | | 8.00 | [°C] |
| Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave: | $L_{\Delta T}$ | 7.38 | [m] |
| Gradiente termico lineare per unità di altezza: | $\Delta T_{,1}$ | -0.96 | [°C/m] |
| Gradiente termico lineare totale: | $\Delta T$ | -2.79 | [°C] |
| Azione normale isostatica: | $N_{\Delta T}$ | -664.49 | [kN] |



## Concio 4

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

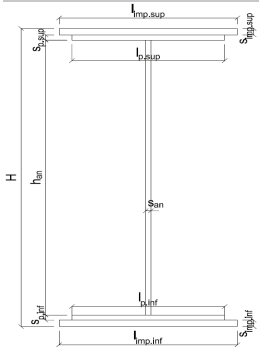
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



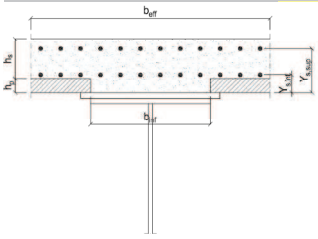
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 3'019.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'899.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 165'980.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.373E+08 | [mm⁴] |
| S | 2.328E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.702E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'402.54 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.962E+08 | [mm³] |
| J | 2.751E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 60'380.00 | [mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 179.13 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.252E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 5'230.00 | [mm] | J | 6.382E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

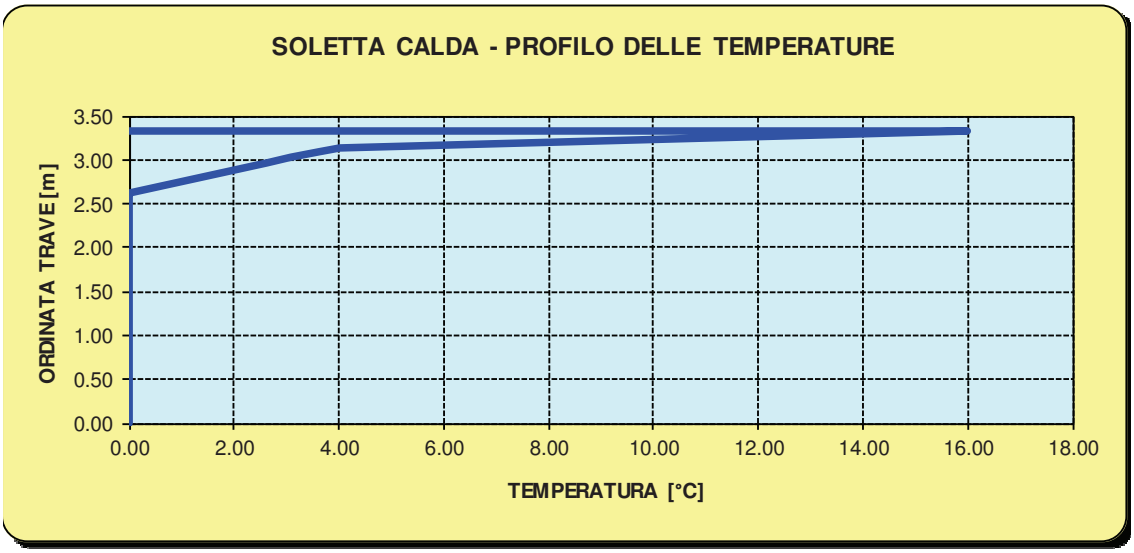
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'819.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'819.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

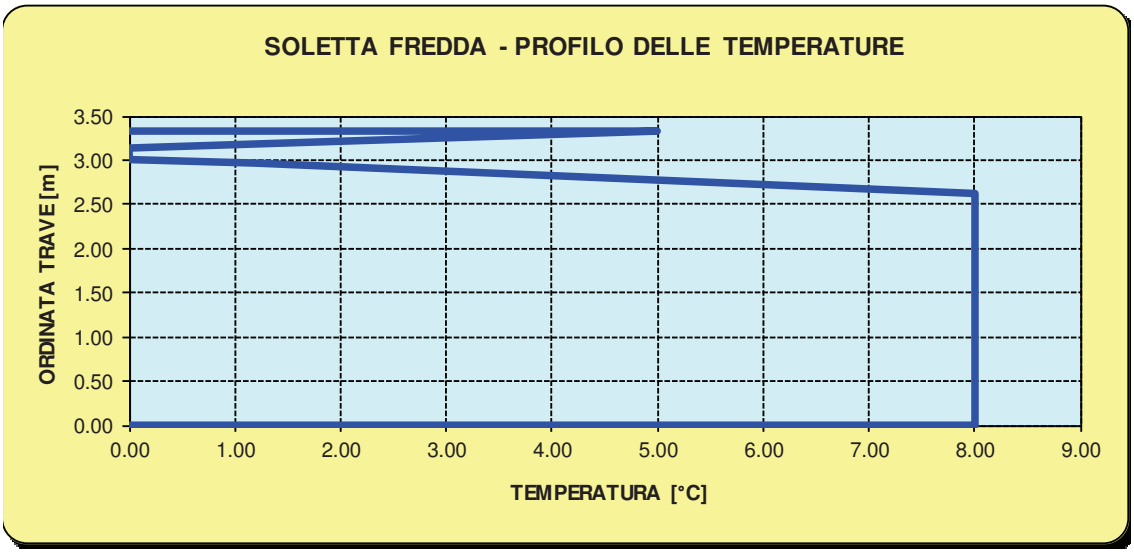
### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 2.328E+02 | 5.020E-01 | 5.427E-01 | 9.496E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.403 | 2.006 | 2.064 | 2.434 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.660E-01 | 2.502E-01 | 2.630E-01 | 3.902E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.373E-04 | 1.168E-03 | 1.385E-03 | 3.548E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 2.751E-01 | 4.553E-01 | 4.735E-01 | 6.549E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 3.468E-01 | 3.772E-01 | 7.397E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 3.577E-01 | 3.897E-01 | 7.748E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 4.166E-01 | 4.574E-01 | 9.844E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.702E-01 | 4.495E-01 | 4.957E-01 | 1.119E+00 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.962E-01 | -2.269E-01 | -2.294E-01 | -2.691E-01 |

| DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER $\Delta T$ POSITIVO (SOLETTA CALDA) | | | |
|---|---|---|---|
| Temperatura all'estradosso della soletta: | | 16.00 | [°C] |
| Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave: | $L_{\Delta T}$ | 7.38 | [m] |
| Gradiente termico lineare per unità di altezza: | $\Delta T_{,1}$ | 3.47 | [°C/m] |
| Gradiente termico lineare totale: | $\Delta T$ | 11.53 | [°C] |
| Azione normale isostatica: | $N_{\Delta T}$ | 8'130.30 | [kN] |




| DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER $\Delta T$ NEGATIVO (SOLETTA FREDDA) | | | |
|---|---|---|---|
| Temperatura all'estradosso della soletta: | | 5.00 | [°C] |
| Temperatura all'intradosso della trave metallica: | | 8.00 | [°C] |
| Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave: | $L_{\Delta T}$ | 7.38 | [m] |
| Gradiente termico lineare per unità di altezza: | $\Delta T_{,1}$ | -1.14 | [°C/m] |
| Gradiente termico lineare totale: | $\Delta T$ | -3.77 | [°C] |
| Azione normale isostatica: | $N_{\Delta T}$ | -899.67 | [kN] |



## Concio 5

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

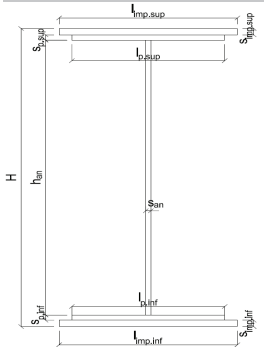
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



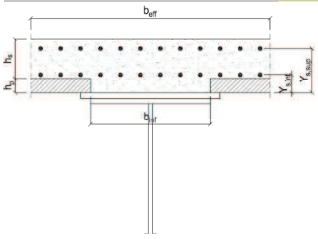

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 3'440.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 3'320.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 174'400.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.385E+08 | [mm⁴] |
| S | 2.797E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.999E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'603.72 | [mm] | $W_{inf}$ | -2.289E+08 | [mm³] |
| J | 3.671E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 68'800.00 | [mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO




**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 179.13 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.252E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 5'230.00 | [mm] | J | 6.382E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

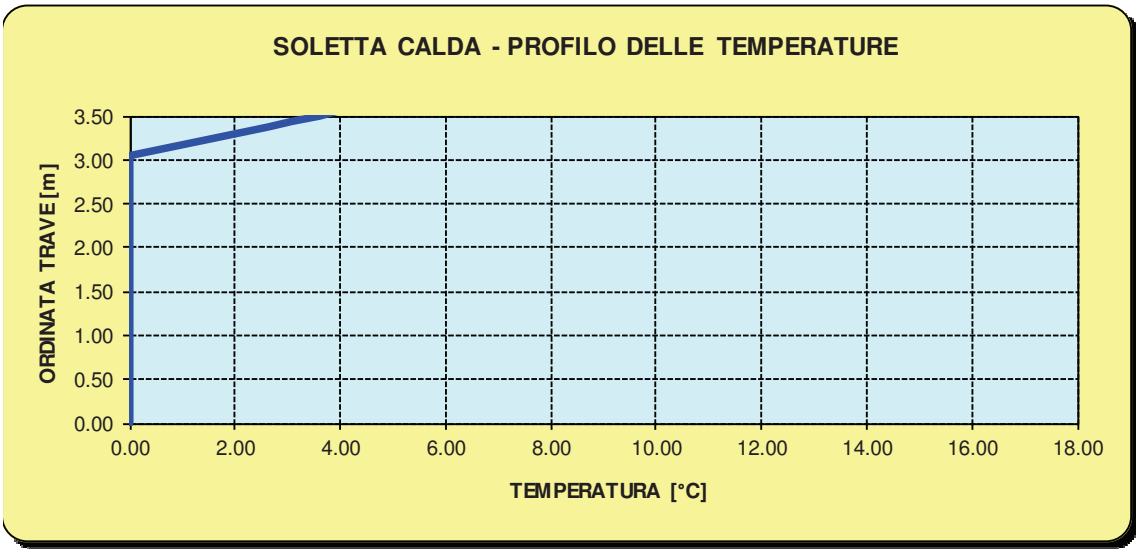
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'819.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'819.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

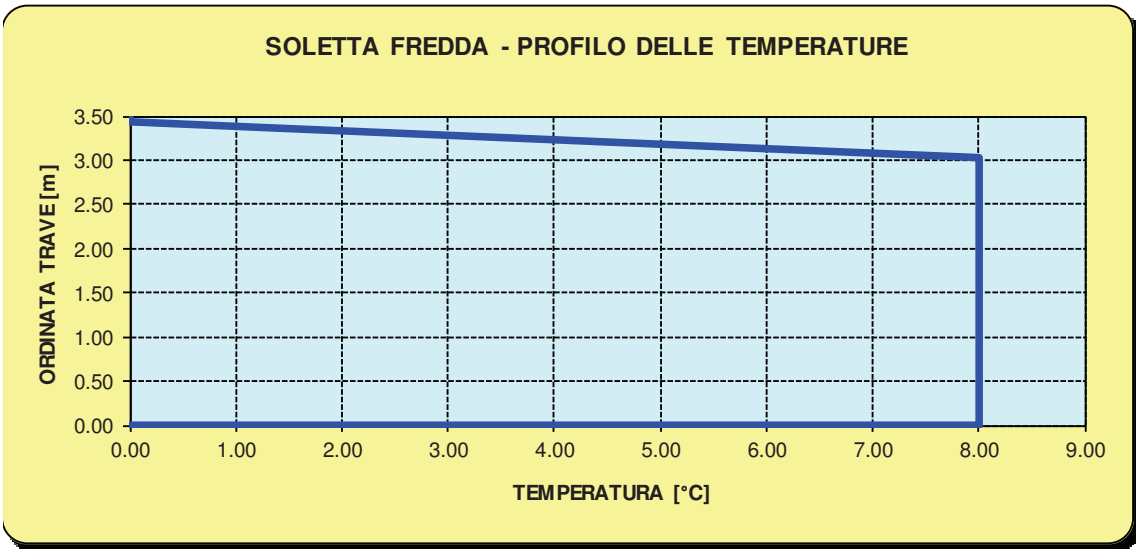
### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 2.797E+02 | 5.843E-01 | 6.305E-01 | 1.091E+00 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.604 | 2.259 | 2.323 | 2.737 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.744E-01 | 2.586E-01 | 2.714E-01 | 3.986E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.385E-04 | 1.169E-03 | 1.386E-03 | 3.549E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 3.671E-01 | 5.977E-01 | 6.214E-01 | 8.573E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 4.037E-01 | 4.386E-01 | 8.545E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 4.149E-01 | 4.513E-01 | 8.900E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 4.741E-01 | 5.192E-01 | 1.095E+00 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.999E-01 | 5.063E-01 | 5.564E-01 | 1.219E+00 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -2.289E-01 | -2.646E-01 | -2.675E-01 | -3.132E-01 |

| DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT POSITIVO (SOLETTA CALDA) | | | |
|---|---|---|---|
| Temperatura all'estradosso della soletta: | | 16.00 | [°C] |
| Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave: | $L_{\Delta T}$ | 7.38 | [m] |
| Gradiente termico lineare per unità di altezza: | $\Delta T_{,1}$ | 3.04 | [°C/m] |
| Gradiente termico lineare totale: | $\Delta T$ | 11.39 | [°C] |
| Azione normale isostatica: | $N_{\Delta T}$ | 8'027.56 | [kN] |




| DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT NEGATIVO (SOLETTA FREDDA) | | | |
|---|---|---|---|
| Temperatura all'estradosso della soletta: | | 5.00 | [°C] |
| Temperatura all'intradosso della trave metallica: | | 8.00 | [°C] |
| Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave: | $L_{\Delta T}$ | 7.38 | [m] |
| Gradiente termico lineare per unità di altezza: | $\Delta T_{,1}$ | -1.33 | [°C/m] |
| Gradiente termico lineare totale: | $\Delta T$ | -4.98 | [°C] |
| Azione normale isostatica: | $N_{\Delta T}$ | -1'186.23 | [kN] |



## Concio 6

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

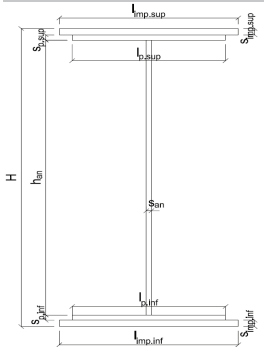
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



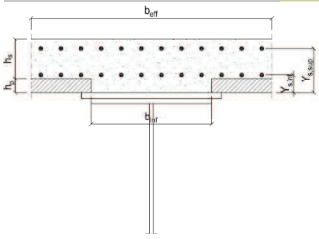
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 3'016.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'896.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 165'920.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.373E+08 | [mm⁴] |
| S | 2.325E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.700E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'401.11 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.959E+08 | [mm³] |
| J | 2.745E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 60'320.00 | [mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 179.13 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.252E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 5'230.00 | [mm] | J | 6.382E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

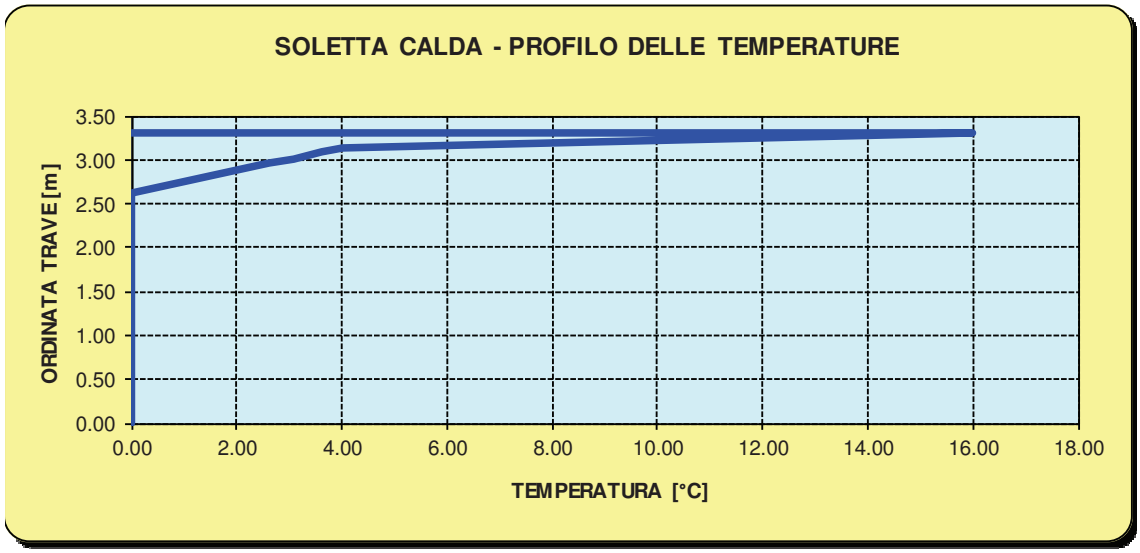
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'819.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'819.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

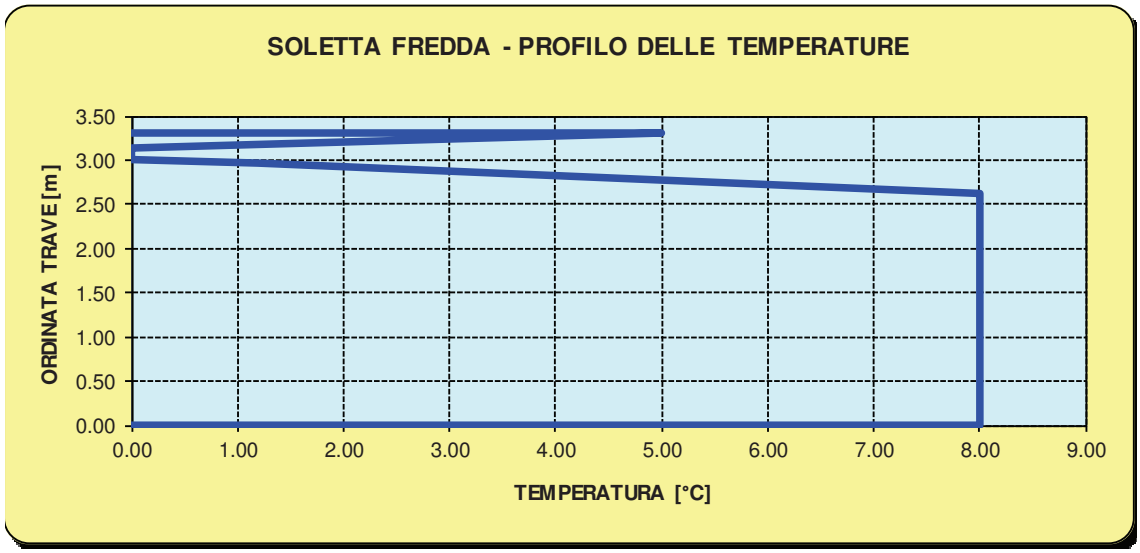
### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 2.325E+02 | 5.014E-01 | 5.421E-01 | 9.486E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.401 | 2.004 | 2.062 | 2.432 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.659E-01 | 2.502E-01 | 2.629E-01 | 3.901E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.373E-04 | 1.168E-03 | 1.385E-03 | 3.548E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 2.745E-01 | 4.543E-01 | 4.725E-01 | 6.535E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 3.464E-01 | 3.768E-01 | 7.389E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 3.573E-01 | 3.892E-01 | 7.739E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 4.162E-01 | 4.570E-01 | 9.836E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.700E-01 | 4.491E-01 | 4.953E-01 | 1.118E+00 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.959E-01 | -2.267E-01 | -2.291E-01 | -2.688E-01 |

| DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT POSITIVO (SOLETTA CALDA) | | | |
|---|---|---|---|
| Temperatura all'estradosso della soletta: | | 16.00 | [°C] |
| Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave: | $L_{\Delta T}$ | 7.38 | [m] |
| Gradiente termico lineare per unità di altezza: | $\Delta T_{,1}$ | 3.48 | [°C/m] |
| Gradiente termico lineare totale: | $\Delta T$ | 11.53 | [°C] |
| Azione normale isostatica: | $N_{\Delta T}$ | 8'131.14 | [kN] |




| DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT NEGATIVO (SOLETTA FREDDA) | | | |
|---|---|---|---|
| Temperatura all'estradosso della soletta: | | 5.00 | [°C] |
| Temperatura all'intradosso della trave metallica: | | 8.00 | [°C] |
| Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave: | $L_{\Delta T}$ | 7.38 | [m] |
| Gradiente termico lineare per unità di altezza: | $\Delta T_{,1}$ | -1.14 | [°C/m] |
| Gradiente termico lineare totale: | $\Delta T$ | -3.77 | [°C] |
| Azione normale isostatica: | $N_{\Delta T}$ | -897.78 | [kN] |

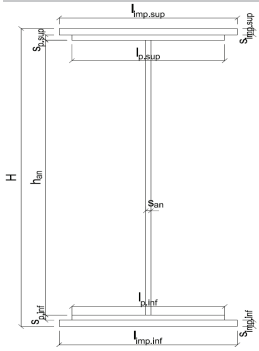


## Concio 7

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA** | | | | | | |
| C32/40 | $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| | $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| | $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| | $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |
| **ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA** | | | | | | |
| B450C | $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| | $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |
| **ACCIAIO PER CARPENTERIA** | | | | | | |
| S355 | $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| | $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



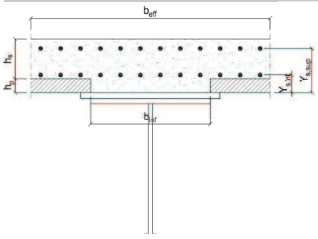
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 2'583.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'463.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 157'260.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.362E+08 | [mm⁴] |
| S | 1.880E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.408E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'195.24 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.634E+08 | [mm³] |
| J | 1.953E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 51'660.00 | [mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 179.13 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.252E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 5'230.00 | [mm] | J | 6.382E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

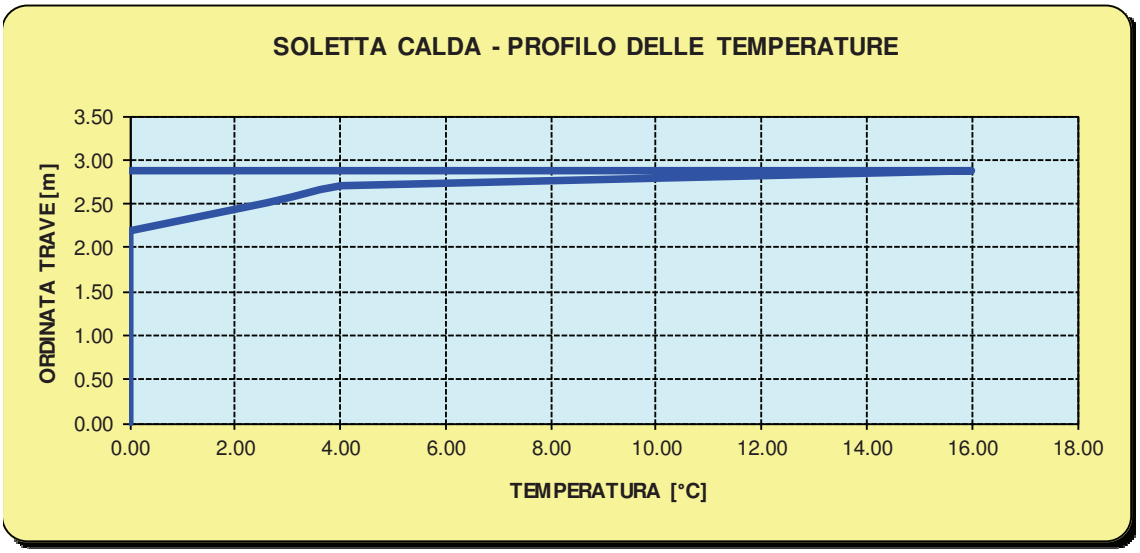
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'819.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'819.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

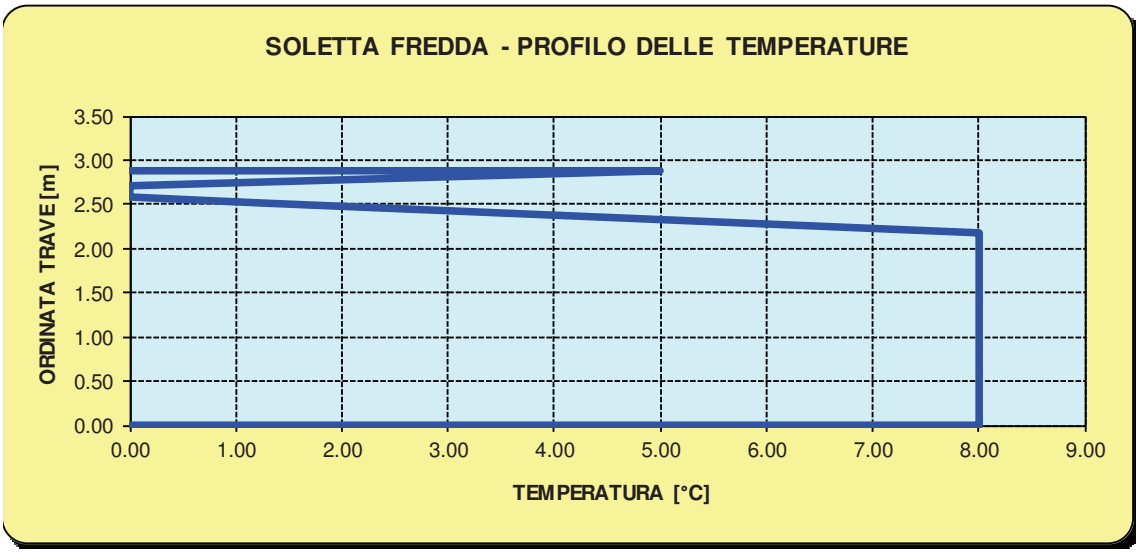
### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 1.880E+02 | 4.204E-01 | 4.556E-01 | 8.070E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.195 | 1.741 | 1.792 | 2.116 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.573E-01 | 2.415E-01 | 2.542E-01 | 3.815E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.362E-04 | 1.167E-03 | 1.383E-03 | 3.547E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 1.953E-01 | 3.301E-01 | 3.434E-01 | 4.768E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 2.890E-01 | 3.148E-01 | 6.213E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 2.995E-01 | 3.268E-01 | 6.554E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 3.580E-01 | 3.943E-01 | 8.710E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.408E-01 | 3.920E-01 | 4.342E-01 | 1.020E+00 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.634E-01 | -1.896E-01 | -1.916E-01 | -2.254E-01 |

| DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT POSITIVO (SOLETTA CALDA) | | | |
|---|---|---|---|
| Temperatura all'estradosso della soletta: | | 16.00 | [°C] |
| Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave: | $L_{\Delta T}$ | 7.38 | [m] |
| Gradiente termico lineare per unità di altezza: | $\Delta T_{,1}$ | 4.07 | [°C/m] |
| Gradiente termico lineare totale: | $\Delta T$ | 11.73 | [°C] |
| Azione normale isostatica: | $N_{\Delta T}$ | 8'271.49 | [kN] |




| DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT NEGATIVO (SOLETTA FREDDA) | | | |
|---|---|---|---|
| Temperatura all'estradosso della soletta: | | 5.00 | [°C] |
| Temperatura all'intradosso della trave metallica: | | 8.00 | [°C] |
| Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave: | $L_{\Delta T}$ | 7.38 | [m] |
| Gradiente termico lineare per unità di altezza: | $\Delta T_{,1}$ | -0.94 | [°C/m] |
| Gradiente termico lineare totale: | $\Delta T$ | -2.72 | [°C] |
| Azione normale isostatica: | $N_{\Delta T}$ | -648.67 | [kN] |

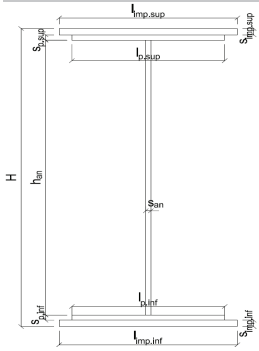


## Concio 8

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

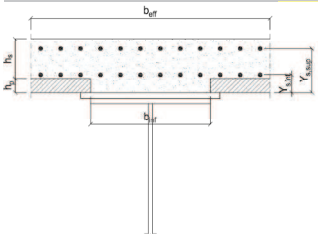
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA** | | | | | | |
| C32/40 | $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| | $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| | $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| | $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |
| **ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA** | | | | | | |
| B450C | $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| | $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |
| **ACCIAIO PER CARPENTERIA** | | | | | | |
| S355 | $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| | $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 2'419.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'299.00 | [mm] | | | |
| **CARATTERISTICHE INERZIALI** | | | | | |
| A | 153'980.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.357E+08 | [mm⁴] |
| S | 1.721E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.300E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'117.58 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.514E+08 | [mm³] |
| J | 1.692E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 48'380.00 | [mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO



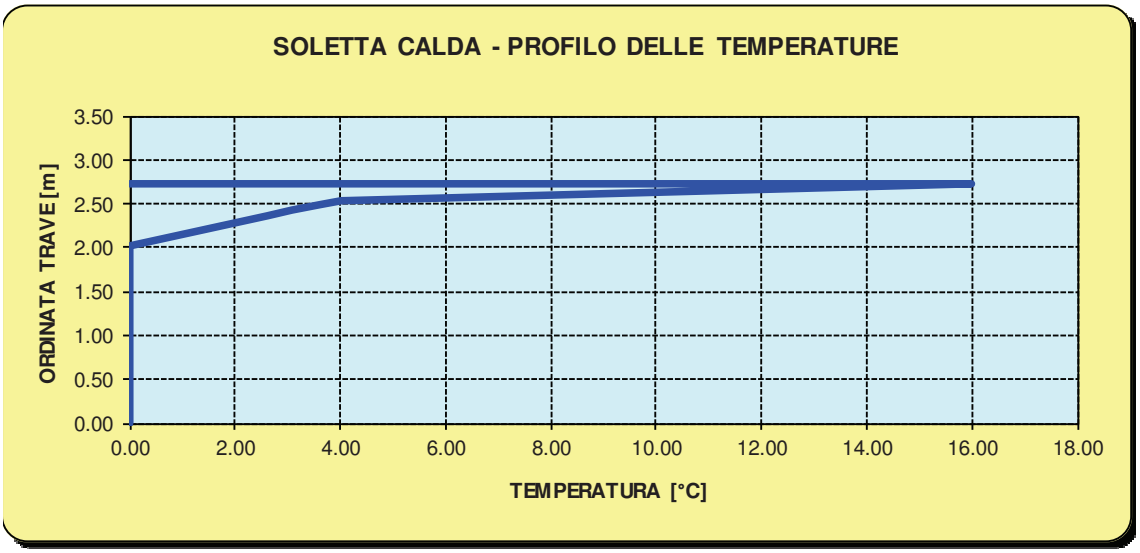
| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 179.13 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.252E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 5'230.00 | [mm] | J | 6.382E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |
| **ARMATURA LONGITUDINALE** | | | | | |
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'819.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'819.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

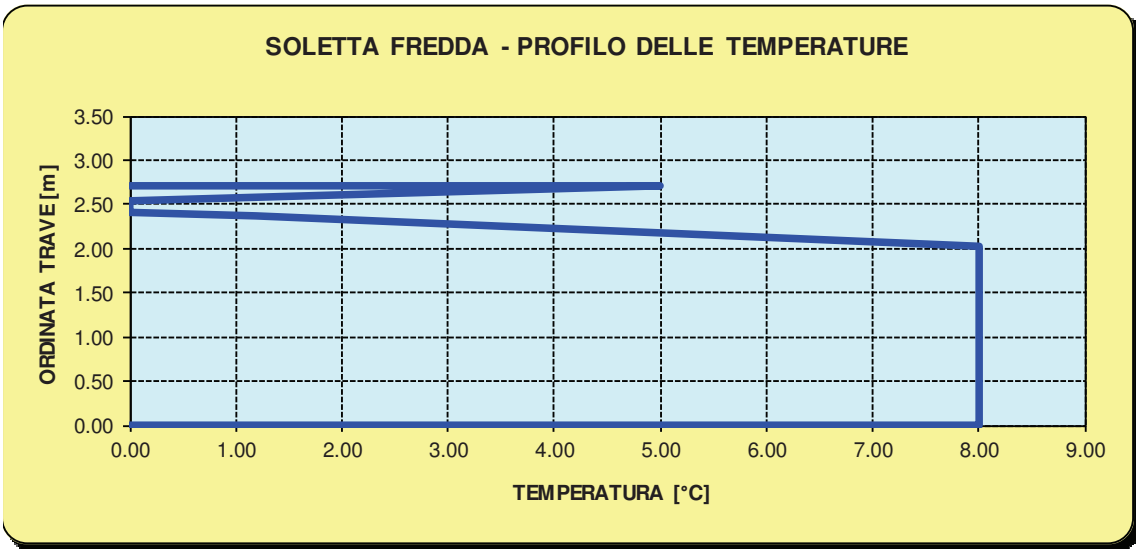
### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 1.721E+02 | 3.907E-01 | 4.238E-01 | 7.544E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.118 | 1.640 | 1.689 | 1.995 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.540E-01 | 2.382E-01 | 2.510E-01 | 3.782E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.357E-04 | 1.166E-03 | 1.383E-03 | 3.547E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 1.692E-01 | 2.887E-01 | 3.004E-01 | 4.178E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 2.676E-01 | 2.916E-01 | 5.769E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 2.779E-01 | 3.034E-01 | 6.106E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 3.361E-01 | 3.708E-01 | 8.286E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.300E-01 | 3.707E-01 | 4.115E-01 | 9.848E-01 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.514E-01 | -1.760E-01 | -1.779E-01 | -2.095E-01 |

| DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT POSITIVO (SOLETTA CALDA) | | | |
|---|---|---|---|
| Temperatura all'estradosso della soletta: | | 16.00 | [°C] |
| Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave: | $L_{\Delta T}$ | 7.38 | [m] |
| Gradiente termico lineare per unità di altezza: | $\Delta T_{,1}$ | 4.35 | [°C/m] |
| Gradiente termico lineare totale: | $\Delta T$ | 11.83 | [°C] |
| Azione normale isostatica: | $N_{\Delta T}$ | 8'337.82 | [kN] |




| DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT NEGATIVO (SOLETTA FREDDA) | | | |
|---|---|---|---|
| Temperatura all'estradosso della soletta: | | 5.00 | [°C] |
| Temperatura all'intradosso della trave metallica: | | 8.00 | [°C] |
| Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave: | $L_{\Delta T}$ | 7.38 | [m] |
| Gradiente termico lineare per unità di altezza: | $\Delta T_{,1}$ | -0.87 | [°C/m] |
| Gradiente termico lineare totale: | $\Delta T$ | -2.37 | [°C] |
| Azione normale isostatica: | $N_{\Delta T}$ | -565.93 | [kN] |



### *9.8.3. Vento*

Il carico del vento è stato considerato come un momento trasversale all'impalcato che genera un effetto "*tira-spingi*" sulle travi di bordo e quindi un carico verticale distribuito lungo la trave più caricata nel senso sfavorevole alla sicurezza.

La pressione del vento è stata ricavata secondo quanto riportato sulle "*Istruzioni CNR_DT207-2008" - Appendice G11*. L'opera in oggetto è costituita da due impalcati affiancati, strutturalmente indipendenti. Si è seguita la procedura descritta al paragrafo *G.11.2* situazione b) valutando in prima analisi le azioni del vento $f_{x1}$ su ciascun impalcato come fossero isolati; successivamente si è trattato l'insieme dei due impalcati come un unico impalcato, $f_{x2}$. A questo punto si è utilizzata la forza del vento $f_x$ maggiore tra i due casi secondo l'espressione (G.26a):

$$f_X = max \begin{cases} f_{X1} \\ 0{,}75 \cdot f_{X2} \end{cases} \qquad \text{(G.26a)}$$

La forza del vento $f_x$ viene calcolata come:

$$f_x = q_b * h_{tot} * c_{fx}$$

con:

$q_b$ =forza cinetica di riferimento

$h_{tot}$ = altezza totale investita

$c_{fx}$ = coefficiente di forza parallela al vento determinato come:

$$c_{fX} = \begin{cases} \dfrac{1{,}85}{d/h_{tot}} - 0{,}10 & 2 \le d/h_{tot} \le 5 \\ \dfrac{1{,}35}{d/h_{tot}} & d/h_{tot} > 5 \end{cases} \qquad \text{(G.24a)}$$

Ne risulta una forza del vento **$f_x$ = 1,85 kN/m$^2$**

Si considera il caso di ponte carico con la presenza di un mezzo pesante di altezza pari a 3,00 m.

Essendo l'interasse tra le travi di bordo pari a **8,00 m** il carico massimo dovuto al vento per effetto "tira-spingi" vale:

| CONCIO | $h_{mezzo}$ [m] | $h_{pav}$ [m] | $h_{soletta}$ [m] | $h_{trave}$ [m] | $h_{investita}$ [m] | $q_{vento}$ [kN/m2] | $Q_{vento}$ [kN/m] | b [m] | $M_{vento}$ [kNm/m] | $i_{travi}$ [m] | $Q_{trave}$ [kN/m] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3.00 | 0.11 | 0.30 | 2.40 | 5.81 | 1.85 | 10.78 | 0.92 | 9.96 | 8.00 | 1.24 |
| 2 | 3.00 | 0.11 | 0.30 | 2.43 | 5.84 | 1.85 | 10.84 | 0.92 | 9.93 | 8.00 | 1.24 |
| 3 | 3.00 | 0.11 | 0.30 | 2.61 | 6.02 | 1.85 | 11.17 | 0.87 | 9.76 | 8.00 | 1.22 |
| 4 | 3.00 | 0.11 | 0.30 | 3.02 | 6.43 | 1.85 | 11.92 | 0.78 | 9.30 | 8.00 | 1.16 |
| 5 | 3.00 | 0.11 | 0.30 | 3.44 | 6.85 | 1.85 | 12.71 | 0.69 | 8.74 | 8.00 | 1.09 |
| 6 | 3.00 | 0.11 | 0.30 | 3.02 | 6.43 | 1.85 | 11.92 | 0.78 | 9.31 | 8.00 | 1.16 |
| 7 | 3.00 | 0.11 | 0.30 | 2.58 | 5.99 | 1.85 | 11.12 | 0.88 | 9.79 | 8.00 | 1.22 |
| 8 | 3.00 | 0.11 | 0.30 | 2.42 | 5.83 | 1.85 | 10.81 | 0.92 | 9.94 | 8.00 | 1.24 |

### *9.8.4. Frenatura*

L'azione della frenatura sugli appoggi fissi è calcolata in accordo con il D.M. 14.01.2008, par. 5.1.3.5:

$$F_{fr} = 180\ kN \leq 0{,}60 \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0{,}10 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900\ kN$$

Si ottiene pertanto:

$$F_{fr} = 0{,}60 \cdot (2 \cdot 300) + 0{,}10 \cdot 9{,}00 \cdot 3{,}00 \cdot 140{,}00 = 738{,}00\ kN$$

Tale azione viene suddivisa in egual misura sulle due travi principali:

**$F_{fr,trave}$ = 738,00 / 2 = 369,00 kN**

Le travi presentano una lunghezza complessiva pari a 140 m. L'azione di frenatura per unità di lunghezza vale pertanto:

**$F_{fr,trave}$ = 369,00 / 140 = 2,64 kN/m**

### *9.8.5. Azione centrifuga*

L'azione centrifuga viene valutata secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", par. 5.1.3.6, tabella 5.1.III.

A favore di sicurezza si assume il raggio minimo di curvatura del ponte, che risulta pari a **550 m**. Per ponti con raggio di curvatura 200 m ≤ R ≤ 1500 m l'azione centrifuga vale:

$$Q_4 = 40 \cdot \frac{Q_v}{R}$$

L'azione centrifuga vale pertanto:

**$Q_{centrifuga}$ = 40 x [2 x (300 + 200 +100)] / 550,00 = 40 x 1200 / 550,00 = 87,27 kN/m**

L'azione centrifuga è applicata a livello della pavimentazione, ortogonalmente all'asse del ponte. Nella tabella successiva è riportato il valore della coppia generata in riferimento al baricentro della sezione composta, indicato come b la distanza tra il livello della pavimentazione e il baricentro geometrico della sezione composta:

Per tale motivo si genera una coppia pari a:

| CONCIO | $h_{pav}$ [m] | $h_{soletta}$ [m] | $h_{trave}$ [m] | H[m] | b [m] | $M_{centr}$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.11 | 0.30 | 2.40 | 2.81 | 0.83 | 72.35 |
| 2 | 0.11 | 0.30 | 2.43 | 2.84 | 0.84 | 73.09 |
| 3 | 0.11 | 0.30 | 2.61 | 3.02 | 0.88 | 77.19 |
| 4 | 0.11 | 0.30 | 3.02 | 3.43 | 0.99 | 86.79 |
| 5 | 0.11 | 0.30 | 3.44 | 3.85 | 1.11 | 97.09 |
| 6 | 0.11 | 0.30 | 3.02 | 3.43 | 0.99 | 86.71 |
| 7 | 0.11 | 0.30 | 2.58 | 2.99 | 0.88 | 76.54 |
| 8 | 0.11 | 0.30 | 2.42 | 2.83 | 0.83 | 72.79 |

Tale coppia genera un effetto "*tira – spingi*" sulle travi di bordo dell'impalcato, producendo un carico verticale ripartito su di esse pari a:

| CONCIO | $M_{centr}$ [kNm] | $i_{trave}$ [m] | $Q_{trave}$ [kN] | $q_{trave}$ [kN/m] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 72.35 | 8.00 | 9.04 | 0.02 |
| 2 | 73.09 | 8.00 | 9.14 | 0.02 |
| 3 | 77.19 | 8.00 | 9.65 | 0.02 |
| 4 | 86.79 | 8.00 | 10.85 | 0.02 |
| 5 | 97.09 | 8.00 | 12.14 | 0.02 |
| 6 | 86.71 | 8.00 | 10.84 | 0.02 |
| 7 | 76.54 | 8.00 | 9.57 | 0.02 |
| 8 | 72.79 | 8.00 | 9.10 | 0.02 |

# 10. COMBINAZIONI DI CARICO

## 10.1. Combinazioni di carico statiche allo SLU

Per le combinazioni di carico statiche relative alla struttura in oggetto si è fatto riferimento a quanto riportato nel capitolo 6 nel D.M. 14 Gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni". Sulla base di ciò sono state individuate due combinazioni di carico statiche allo Stato Limite Ultimo, ottenute tramite la relazione generale:

$$F_d = \sum_{j=1}^{m} \left(\gamma_{Gj} \cdot G_{kj}\right) + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^{n} \left(\psi_{0i} \cdot \gamma_{Qi} \cdot Q_{ki}\right)$$

dove:

- $\gamma_G$ e $\gamma_Q$ rappresentano i coefficienti parziali di amplificazione dei carichi;
- $G_{kj}$ rappresenta il valore caratteristico della j-esima azione permanente;
- $Q_{k1}$ rappresenta il valore caratteristico dell'azione variabile di base in ogni combinazione;
- $Q_{ki}$ rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- $\Psi_{0i}$ rappresentano i coefficienti di combinazione per tener conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i loro valori caratteristici

I coefficienti di amplificazione dei carichi e di riduzione dei parametri geotecnici per le combinazioni di carico A1-M1 e A2-M2, secondo il D.M. 14 Gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni", capitolo 6, punti 6.2.3.1.1 e 6.2.3.1.2, tabelle 6.2.I e 6.2.II, sono riepilogati nelle seguenti tabelle:

| COEFFICIENTI PARZIALI PER I PARAMETRI DEL TERRENO | | |
|---|---|---|
| PARAMETRO | Coefficiente parziale $\gamma_m$ | |
| | M1 | M2 |
| Tangente dell'angolo di resistenza a taglio | 1,00 | 1,25 |
| Coesione efficace | 1,00 | 1,25 |
| Resistenza non drenata | 1,00 | 1,40 |
| Peso per unità di volume del terreno | 1,00 | 1,00 |

| COEFFICIENTI PARZIALIRELATIVI ALLE AZIONI PER LE VERIFICHE AGLI SLU | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| AZIONE | | Coefficiente parziale γ | | Coefficiente parziale ψ | |
| | | STR (A1) | GEO (A2) | STR (A1) | GEO (A2) |
| Carichi permanenti | Favorevole | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | Sfavorevole | 1,35 | 1,00 | | |
| Carichi permanenti non strutturali | Favorevole | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | Sfavorevole | 1,50 | 1,30 | | |
| Carichi accidentali da traffico | Favorevole | 0,00 | 0,00 | 0,75 | 0,75 |
| | Sfavorevole | 1,35 | 1,15 | | |
| Azione termica | Favorevole | 0,00 | 0,00 | 0,60 | 0,60 |
| | Sfavorevole | 1,20 | 1,00 | | |
| Azione del vento | Favorevole | 0,00 | 0,00 | 0,60 | 0,60 |
| | Sfavorevole | 1,50 | 1,30 | | |

Nella tabella successiva sono riportati i coefficienti moltiplicativi delle principali combinazioni di carico allo SLU utilizzate:

| COMBINAZIONE | PESI PROPRI | | PERMANENTI | | RITIRO | | TRAFFICO | | VENTO | | TERMICA | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | γ | ψ | γ | ψ | γ | ψ | γ | ψ | γ | ψ | γ | ψ |
| STR - 01 | 1,35 | 1,00 | 1,50 | 1,00 | 1,20 | 1,00 | 1,35 | 1,00 | 1,50 | 0,60 | 1,20 | 0,60 |
| STR - 02 | 1,35 | 1,00 | 1,50 | 1,00 | 1,20 | 1,00 | 1,35 | 0,75 | 1,50 | 1,00 | 1,20 | 0,60 |
| STR - 03 | 1,35 | 1,00 | 1,50 | 1,00 | 1,20 | 1,00 | 1,35 | 0,75 | 1,50 | 0,60 | 1,20 | 1,00 |

## 10.2. Combinazioni di carico sismiche

In fase sismica è state ipotizzate un'unica combinazione di carico allo Stato Limite di Collasso, ottenuta tramite la relazione generale:

$$F_d = \gamma_E \cdot E + \sum_{j=1}^{m} \left(\gamma_{Gj} \cdot G_{kj}\right) + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^{n} \left(\psi_{0i} \cdot \gamma_{Qi} \cdot Q_{ki}\right)$$

dove:

- $\gamma_E$ rappresenta il coefficiente parziale di amplificazione del carico sismico (posto pari a 1);
- E rappresenta il carico sismico;
- $\gamma_G$ e $\gamma_Q$ rappresentano i coefficienti parziali di amplificazione dei carichi;
- $G_{kj}$ rappresenta il valore caratteristico della j-esima azione permanente;
- $Q_{k1}$ rappresenta il valore caratteristico dell'azione variabile di base;
- $Q_{ki}$ rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- $\Psi_{0i}$ rappresentano i coefficienti di combinazione per tener conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i loro valori caratteristici

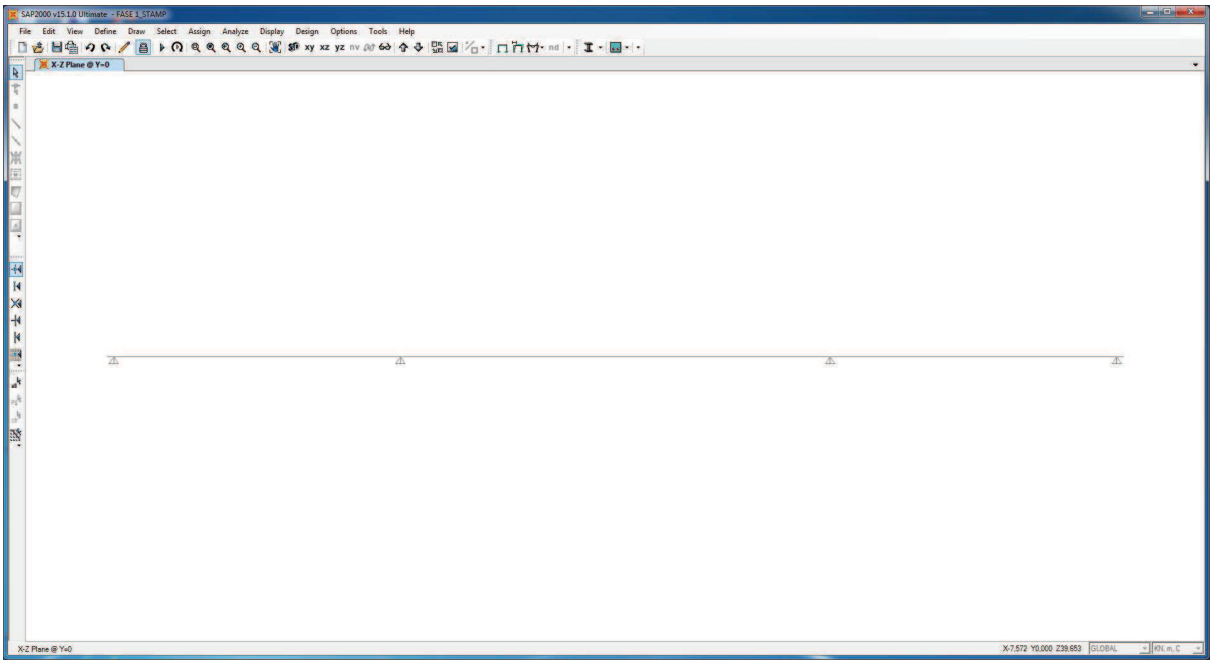
| COEFFICIENTI PARZIALI PER I PARAMETRI DEL TERRENO | |
|---|---|
| PARAMETRO | Coefficiente parziale $\gamma_m$ |
| Tangente dell'angolo di resistenza a taglio | 1,25 |
| Coesione efficace | 1,25 |
| Resistenza non drenata | 1,40 |
| Peso per unità di volume del terreno | 1,00 |

# 11. MODELLO DI CALCOLO

Per tenere conto delle diverse fasi costruttive, della differente natura dei carichi e della variazione della rigidezza delle membrature sono state considerate tre distinte fasi costruttive:

- **FASE 1**: la sezione resistente è costituita dalla sola sezione metallica. I carichi applicati sono costituiti dal peso proprio della carpenteria metallica e dal il peso proprio della soletta superiore considerata non ancora collaborante.
- **FASE 2a**: la sezione resistente è costituita dalla sezione omogeneizzata trave metallica – soletta collaborante, con apposito coefficiente di omogeneizzazione. I carichi applicati sono costituiti dai carichi permanenti portati (carichi di lunga durata).
- **FASE 2b**: la sezione resistente è costituita dalla sezione omogeneizzata trave metallica – soletta collaborante, con apposito coefficiente di omogeneizzazione. I carichi applicati sono costituiti dal ritiro.
- **FASE 3**: la sezione resistente è costituita dalla sezione omogeneizzata trave metallica – soletta collaborante, con apposito coefficiente di omogeneizzazione. I carichi applicati sono costituiti dai carichi variabili viaggianti, dal vento e dalla termica differenziale (carichi di breve durata).

Per ciascuna fase costruttiva è stato approntato un apposito modello di calcolo monodimensionale agli elementi finiti. Le strutture sono state schematizzate mediante elementi monodimensionale di tipo "beam", ai quali sono stati assegnate le caratteristiche geometriche e inerziali relative alla corrispondente fase costruttiva. Lo schema statico è di trave continua su cinque campate.



## 11.1. Modellazione delle travi principali

Nei modelli relativi alle diverse fasi la soletta non è stata inserita (se non come carico sulle travi principali).

In tutte le fasi i diversi conci costituenti le travi principali sono stati modellati come elementi "beam" generici cui sono state assegnate le caratteristiche geometriche – inerziali delle sezioni omogeneizzate acciaio – calcestruzzo.

Nei paragrafi successivi sono riportate le caratteristiche geometriche – inerziali della sezione dei vari conci delle travi principali per le tre differenti fasi.

Nella modellazione i conci a sezione variabile sono stati inseriti con altezza costante pari all'altezza media del concio stesso.

## *11.1.1. Concio 1*

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

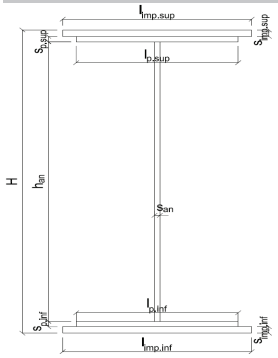
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



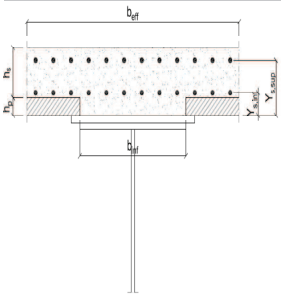
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 2'400.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'280.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 153'600.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.357E+08 | [mm⁴] |
| S | 1.703E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.288E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'108.59 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.500E+08 | [mm³] |
| J | 1.663E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 48'000.00 | [mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 179.13 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.252E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 5'230.00 | [mm] | J | 6.382E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'819.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'819.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 1.703E+02 | 3.873E-01 | 4.202E-01 | 7.483E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.109 | 1.628 | 1.677 | 1.981 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.536E-01 | 2.378E-01 | 2.506E-01 | 3.778E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.357E-04 | 1.166E-03 | 1.383E-03 | 3.547E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 1.663E-01 | 2.841E-01 | 2.957E-01 | 4.113E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 2.651E-01 | 2.890E-01 | 5.718E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 2.754E-01 | 3.007E-01 | 6.054E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 3.336E-01 | 3.681E-01 | 8.237E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.288E-01 | 3.682E-01 | 4.089E-01 | 9.808E-01 |

## *11.1.2. Concio 2*

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

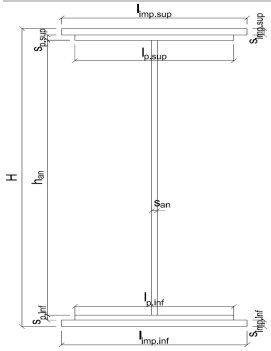
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



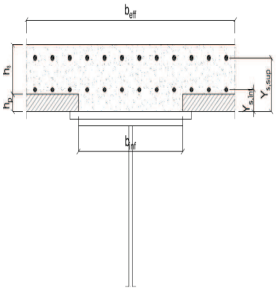
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 2'434.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'314.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 154'280.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.358E+08 | [mm⁴] |
| S | 1.735E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.310E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'124.67 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.525E+08 | [mm³] |
| J | 1.715E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 48'680.00 | [mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 179.13 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.252E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 5'230.00 | [mm] | J | 6.382E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'819.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'819.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 1.735E+02 | 3.934E-01 | 4.267E-01 | 7.592E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.125 | 1.649 | 1.698 | 2.006 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.543E-01 | 2.385E-01 | 2.513E-01 | 3.785E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.358E-04 | 1.166E-03 | 1.383E-03 | 3.547E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 1.715E-01 | 2.923E-01 | 3.042E-01 | 4.230E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 2.695E-01 | 2.938E-01 | 5.810E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 2.799E-01 | 3.056E-01 | 6.147E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 3.381E-01 | 3.730E-01 | 8.325E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.310E-01 | 3.726E-01 | 4.135E-01 | 9.880E-01 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.525E-01 | -1.772E-01 | -1.791E-01 | -2.109E-01 |

## *11.1.3. Concio 3*

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

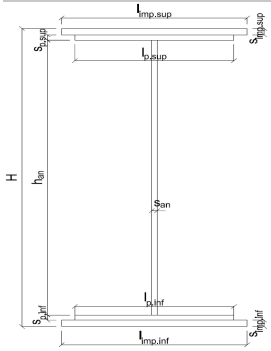
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



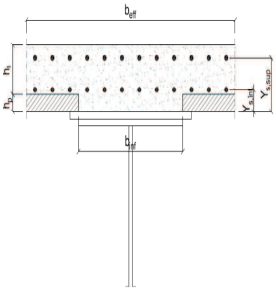
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 2'613.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'493.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 157'860.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.362E+08 | [mm⁴] |
| S | 1.909E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.427E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'209.46 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.657E+08 | [mm³] |
| J | 2.004E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 52'260.00 | [mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 179.13 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.252E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 5'230.00 | [mm] | J | 6.382E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'819.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'819.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 1.909E+02 | 4.259E-01 | 4.615E-01 | 8.167E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.209 | 1.759 | 1.811 | 2.138 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.579E-01 | 2.421E-01 | 2.548E-01 | 3.821E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.362E-04 | 1.167E-03 | 1.384E-03 | 3.547E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 2.004E-01 | 3.380E-01 | 3.516E-01 | 4.880E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 2.929E-01 | 3.191E-01 | 6.294E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 3.035E-01 | 3.311E-01 | 6.636E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 3.620E-01 | 3.986E-01 | 8.787E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.427E-01 | 3.959E-01 | 4.384E-01 | 1.027E+00 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.657E-01 | -1.921E-01 | -1.942E-01 | -2.283E-01 |

## *11.1.4. Concio 4*

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

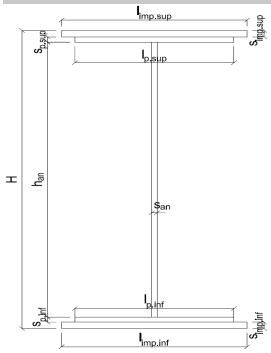
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



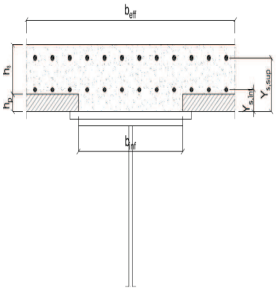
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 3'019.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'899.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 165'980.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.373E+08 | [mm⁴] |
| S | 2.328E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.702E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'402.54 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.962E+08 | [mm³] |
| J | 2.751E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 60'380.00 | [mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 179.13 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.252E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 5'230.00 | [mm] | J | 6.382E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'819.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'819.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 2.328E+02 | 5.020E-01 | 5.427E-01 | 9.496E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.403 | 2.006 | 2.064 | 2.434 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.660E-01 | 2.502E-01 | 2.630E-01 | 3.902E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.373E-04 | 1.168E-03 | 1.385E-03 | 3.548E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 2.751E-01 | 4.553E-01 | 4.735E-01 | 6.549E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 3.468E-01 | 3.772E-01 | 7.397E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 3.577E-01 | 3.897E-01 | 7.748E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 4.166E-01 | 4.574E-01 | 9.844E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.702E-01 | 4.495E-01 | 4.957E-01 | 1.119E+00 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.962E-01 | -2.269E-01 | -2.294E-01 | -2.691E-01 |

## *11.1.5. Concio 5*

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

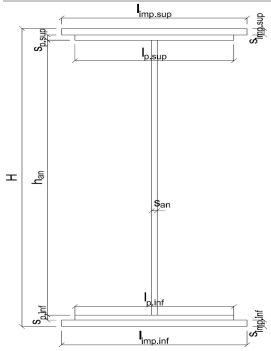
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



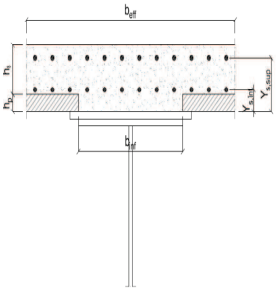
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 3'440.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 3'320.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 174'400.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.385E+08 | [mm⁴] |
| S | 2.797E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.999E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'603.72 | [mm] | $W_{inf}$ | -2.289E+08 | [mm³] |
| J | 3.671E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 68'800.00 | [mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 179.13 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.252E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 5'230.00 | [mm] | J | 6.382E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'819.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'819.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 2.797E+02 | 5.843E-01 | 6.305E-01 | 1.091E+00 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.604 | 2.259 | 2.323 | 2.737 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.744E-01 | 2.586E-01 | 2.714E-01 | 3.986E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.385E-04 | 1.169E-03 | 1.386E-03 | 3.549E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 3.671E-01 | 5.977E-01 | 6.214E-01 | 8.573E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 4.037E-01 | 4.386E-01 | 8.545E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 4.149E-01 | 4.513E-01 | 8.900E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 4.741E-01 | 5.192E-01 | 1.095E+00 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.999E-01 | 5.063E-01 | 5.564E-01 | 1.219E+00 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -2.289E-01 | -2.646E-01 | -2.675E-01 | -3.132E-01 |

## *11.1.6. Concio 6*

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

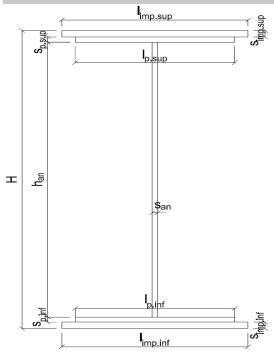
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



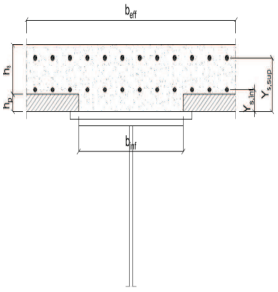

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 3'016.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'896.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 165'920.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.373E+08 | [mm⁴] |
| S | 2.325E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.700E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'401.11 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.959E+08 | [mm³] |
| J | 2.745E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 60'320.00 | [mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO




**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 179.13 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.252E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 5'230.00 | [mm] | J | 6.382E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'819.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'819.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 2.325E+02 | 5.014E-01 | 5.421E-01 | 9.486E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.401 | 2.004 | 2.062 | 2.432 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.659E-01 | 2.502E-01 | 2.629E-01 | 3.901E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.373E-04 | 1.168E-03 | 1.385E-03 | 3.548E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 2.745E-01 | 4.543E-01 | 4.725E-01 | 6.535E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 3.464E-01 | 3.768E-01 | 7.389E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 3.573E-01 | 3.892E-01 | 7.739E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 4.162E-01 | 4.570E-01 | 9.836E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.700E-01 | 4.491E-01 | 4.953E-01 | 1.118E+00 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.959E-01 | -2.267E-01 | -2.291E-01 | -2.688E-01 |

## *11.1.7. Concio 7*

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

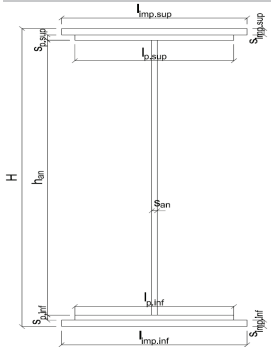
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



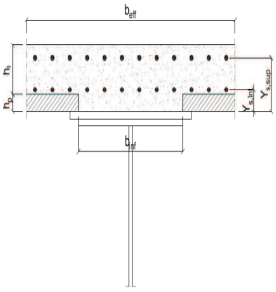
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 2'583.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'463.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 157'260.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.362E+08 | [mm⁴] |
| S | 1.880E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.408E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'195.24 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.634E+08 | [mm³] |
| J | 1.953E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 51'660.00 | [mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 179.13 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.252E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 5'230.00 | [mm] | J | 6.382E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'819.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'819.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 1.880E+02 | 4.204E-01 | 4.556E-01 | 8.070E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.195 | 1.741 | 1.792 | 2.116 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.573E-01 | 2.415E-01 | 2.542E-01 | 3.815E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.362E-04 | 1.167E-03 | 1.383E-03 | 3.547E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 1.953E-01 | 3.301E-01 | 3.434E-01 | 4.768E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 2.890E-01 | 3.148E-01 | 6.213E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 2.995E-01 | 3.268E-01 | 6.554E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 3.580E-01 | 3.943E-01 | 8.710E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.408E-01 | 3.920E-01 | 4.342E-01 | 1.020E+00 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.634E-01 | -1.896E-01 | -1.916E-01 | -2.254E-01 |

## *11.1.8. Concio 8*

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

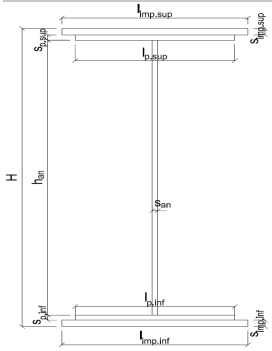
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



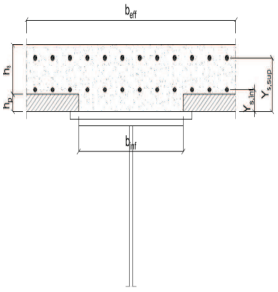

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 2'419.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'299.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 153'980.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.357E+08 | [mm⁴] |
| S | 1.721E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.300E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'117.58 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.514E+08 | [mm³] |
| J | 1.692E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 48'380.00 | [mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO




**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 179.13 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.252E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 5'230.00 | [mm] | J | 6.382E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'819.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'819.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 1.721E+02 | 3.907E-01 | 4.238E-01 | 7.544E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.118 | 1.640 | 1.689 | 1.995 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.540E-01 | 2.382E-01 | 2.510E-01 | 3.782E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.357E-04 | 1.166E-03 | 1.383E-03 | 3.547E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 1.692E-01 | 2.887E-01 | 3.004E-01 | 4.178E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 2.676E-01 | 2.916E-01 | 5.769E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 2.779E-01 | 3.034E-01 | 6.106E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 3.361E-01 | 3.708E-01 | 8.286E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.300E-01 | 3.707E-01 | 4.115E-01 | 9.848E-01 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.514E-01 | -1.760E-01 | -1.779E-01 | -2.095E-01 |

## 11.2. Capitolo 10.2 – DM 14-01-2008

### *11.2.1. Origine e caratteristiche dei software di calcolo*

Le analisi e i calcoli strutturali riportati in questa relazione sono stati eseguiti mediante procedure manuali e tramite l'ausilio dei seguenti codici di calcolo:

**"VcaSlu" – Verifica C.A. S.L.U.**

- Autore: prof. Piero Gelfi
- distribuito gratuitamente da Università di Brescia
- testato e validato presso l'Università di Brescia:
- files di taratura: help_1; help_2; help_3, disponibili al sito http://civserv.ing.unibs.it/utenti/gelfi/

**SAP2000 v15 – programma di calcolo ad elementi finiti.**

Il programma è in grado di svolgere analisi di tipo lineare e non lineare mediante elementi finiti di tipo monodimensionale, bidimensionale e tridimensionale.

- Versione prodotta e distribuita da CSI Computers and Structures
- Testato e validato presso University Avenue Berkeley – California (USA)
- Files di taratura:

COMPUTERS & STRUCTURES INC.

Software Verification

PROGRAM NAME: SAP2000
REVISION NO.: 5

| SAP2000 Software Verification Log | | |
|---|---|---|
| **Revision Number** | **Date** | **Description** |
| 0 | Jan. 8, 2003 | Initial release for SAP2000 version 8.1.2 |
| 1 | Jan. 30, 2004 | Initial release for SAP2000 version 8.30. Examples 1-016, 1-017, 1-019, 6-004, 6-005, and 6-011 were modified. |
| 2 | Aug. 26, 2004 | Intial release for SAP2000 version 9.00. Example 1-009 was modified. Examples 1-030, 2-020, 3-001 through 3-005, 4-001 through 4-004 and 5-001 through 5-013 were added. |
| 3 | Feb. 23, 2005 | Intial release for SAP2000 version 9.09. Results for Example 1-009, Example 1-030, Example 2-020, and Example 5-009 were slightly modified. The process for automating the verification check was also revised. |
| 4 | Mar. 30, 2005 | Intial release for SAP2000 version 9.11. Results for Example 2-018 and Example 2-019 were slightly modified. |
| 5 | Oct. 7, 2005 | Initial release for Sap2000 version 10.00. Results for Examples 2-019 were slightly modified. The process for automating the verification check was also revised. |

**"Fogli di calcolo autoprodotti e validati mediante software Microsoft Excel"**

Tutte le analisi svolte, sia quelle manuali, sia quelle tramite codici di calcolo, sono del tipo lineare. Quali elementi finiti sono stati utilizzati sempre elementi di tipo bidimensionale a 6 GDL.

### *11.2.2. Affidabilità dei codici utilizzati*

Si dichiara di aver esaminato preliminarmente la documentazione a corredo del software contenente una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati oltre

all'individuazione dei campi d'impiego, valutandone l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico.

*11.2.3. Validazione dei codici*

Non risulta necessaria una validazione indipendente del calcolo strutturale.

*11.2.4. Modalità di presentazione dei risultati*

I risultati riassumono, in sintesi completa ed efficace, il comportamento della struttura per il particolare tipo di analisi sviluppata.
L'esito della elaborazione è sintetizzata in disegni e schemi grafici contenenti, per le parti più sollecitate della struttura, la rappresentazione grafica delle principali caratteristiche di sollecitazione, i diagrammi di inviluppo associati alle combinazioni dei carichi considerate, gli schemi grafici con la rappresentazione dei carichi applicati e delle corrispondenti reazioni vincolari.
Delle suddette grandezze, unitamente ai diagrammi ed agli schemi grafici, sono evidenziate le convenzioni sui segni, oltre ai valori numerici e le unità di misura nelle sezioni significative per la valutazione del comportamento complessivo della struttura e i valori numerici necessari ai fini delle verifiche di misura della sicurezza.

*11.2.5. Giudizio motivato di accettabilità dei risultati*

Si dichiara l'attendibilità dei risultati delle elaborazioni avendoli confrontati con quelli derivanti da semplici calcoli eseguiti con metodi tradizionali, ossia a seguito di comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate utilizzando metodi tradizionali adottati in fase di dimensionamento della struttura.
Inoltre, in base agli stati tensionali e deformativi ottenuti, è stata effettuata la scelta di schematizzare e modellare la struttura (e le azioni esterne) nel modo riportato nella relazione di calcolo.

# 12. VALUTAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI SULLA SOLETTA

Avendo una distribuzione molto fitta dei traversi lungo tutta la lunghezza dell'opera, si considera una soletta con orditura longitudinale. Per il dimensionamento e la verifica delle armature della soletta si è utilizzato un modello di trave su cinque appoggi costituiti dai traversi.

## 12.1. Analisi dei carichi

Il peso proprio della soletta e quello dei permanenti portati vengono di seguito dettagliatamente descritti.

Per i carichi mobili si è considerato, oltre ai carichi prescritti per le verifiche globali, un solo mezzo $q_{1a}$ con due assi nelle posizioni di volta in volta più gravose per gli elementi considerati.

Avendo considerato uno schema con soletta ordita longitudinalmente, si assume una deformazione cilindrica della soletta sulla larghezza di una corsia convenzionale di 3,00 m non prendendo in considerazioni sovrapposizioni con altre corsie né la diffusione orizzontale del carico dell'impronta di carico.

**Pesi propri e carichi permanenti**

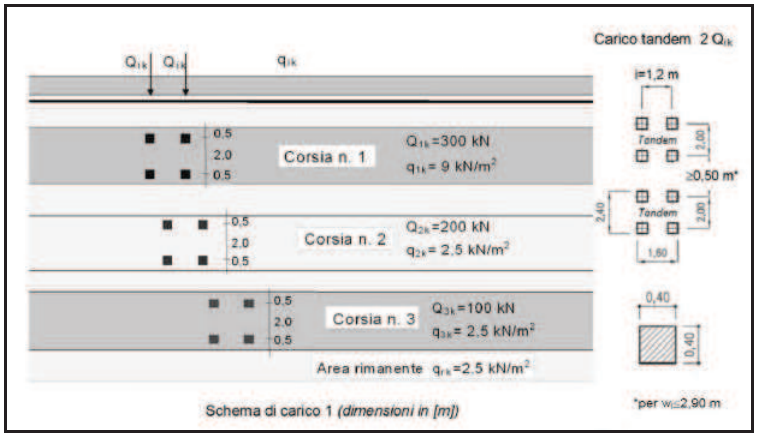
I pesi propri e i carichi permanenti portati sono determinati sulla base degli elementi presenti e sono riportati nella tabella seguente relativamente ad una striscia di soletta di tre metri di larghezza.

| ANALISI DEI CARICHI | | |
|---|---|---|
| **CARICHI PERMANENTI** | | |
| **PESO PROPRIO DELLA SOLETTA** | | |
| Peso per unità di volume del cemento armato: | 25.00 | $kN/m^3$ |
| Spessore delle predalle: | 0.07 | m |
| Spessore della soletta gettata in opera: | 0.23 | m |
| Lunghezza di applicazione del carico: | 3.00 | m |
| Peso per unità di lunghezza della soletta: | 22.50 | kN/m |
| **PESO PROPRIO DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE** | | |
| Peso per unità di volume della pavimentazione stradale: | 24.00 | $kN/m^3$ |
| Spessore della pavimentazione stradale: | 0.11 | m |
| Peso per unità di lunghezza della pavimentazione stradale: | 7.92 | kN/m |

**Carico variabile da traffico**

Il carico mobile è stato schematizzato, come previsto dal D.M. 14.01.2008, da un asse tandem di peso globale pari a 600 KN. Il passo longitudinale fra ciascun asse è pari a 1,20 m mentre quello trasversale fra ciascuna ruota è pari a 2,00 m. Tale carico deve essere posizionato su di una corsia convenzionale di 3,00 m di larghezza.

- SCHEMA DI CARICO N.1

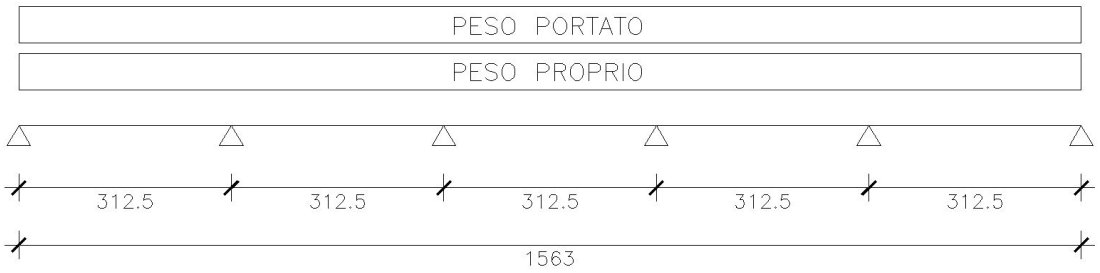


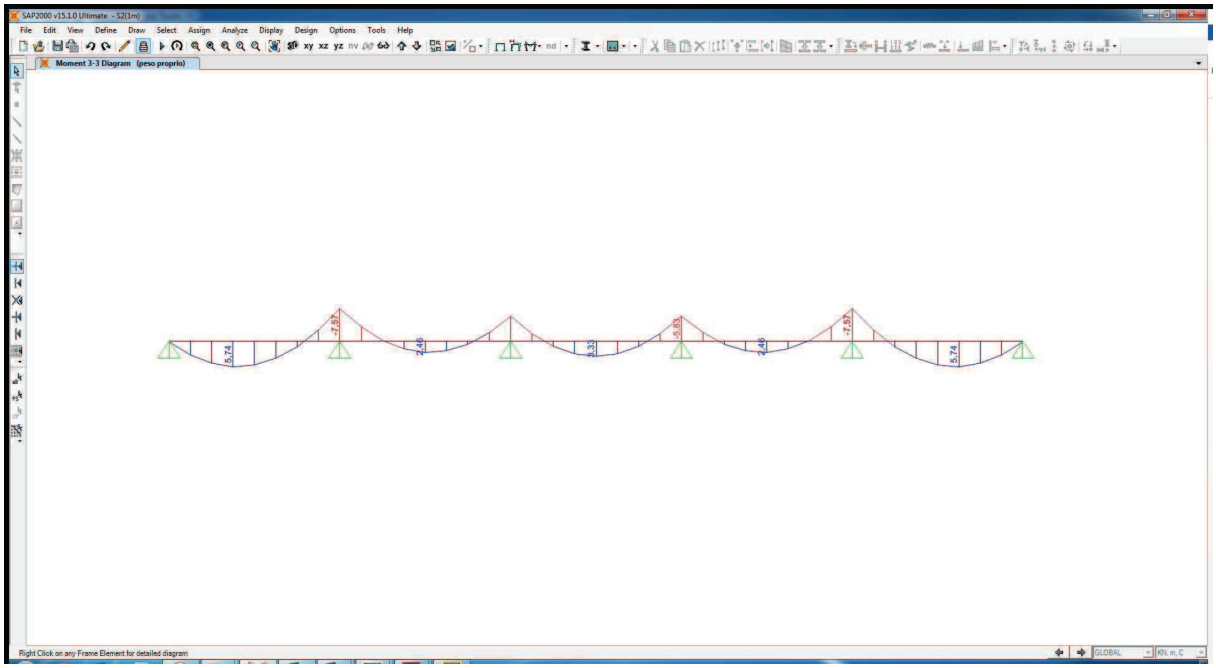

## 12.2. Valutazione delle azioni sollecitanti – Sezione in appoggio

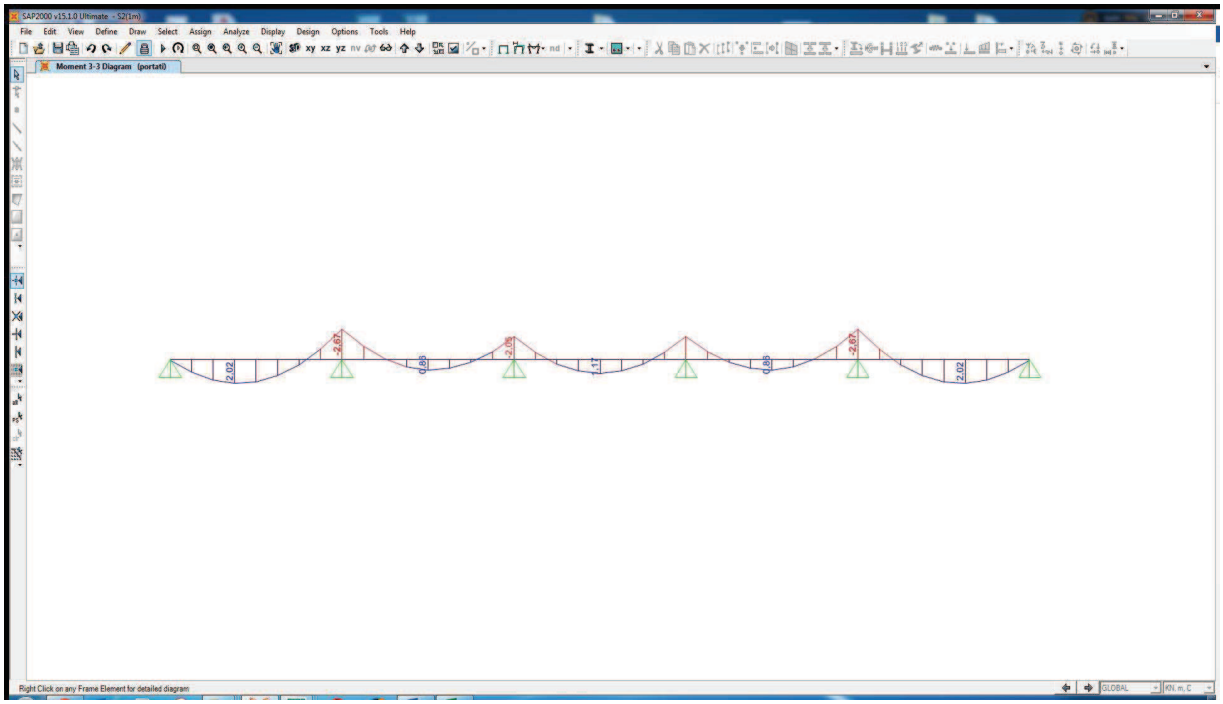
### *12.2.1. Peso proprio e carichi permanenti portati*

Nelle sezioni d'appoggio le massime sollecitazioni provocate dal peso proprio e dai carichi permanenti, applicati secondo lo schema riportato nella figura seguente, risultano pari a:

- **$M_{PP}$ = -7,57 kNm/m**
- **$M_{PERM}$ = -2,67 kN/m/m**



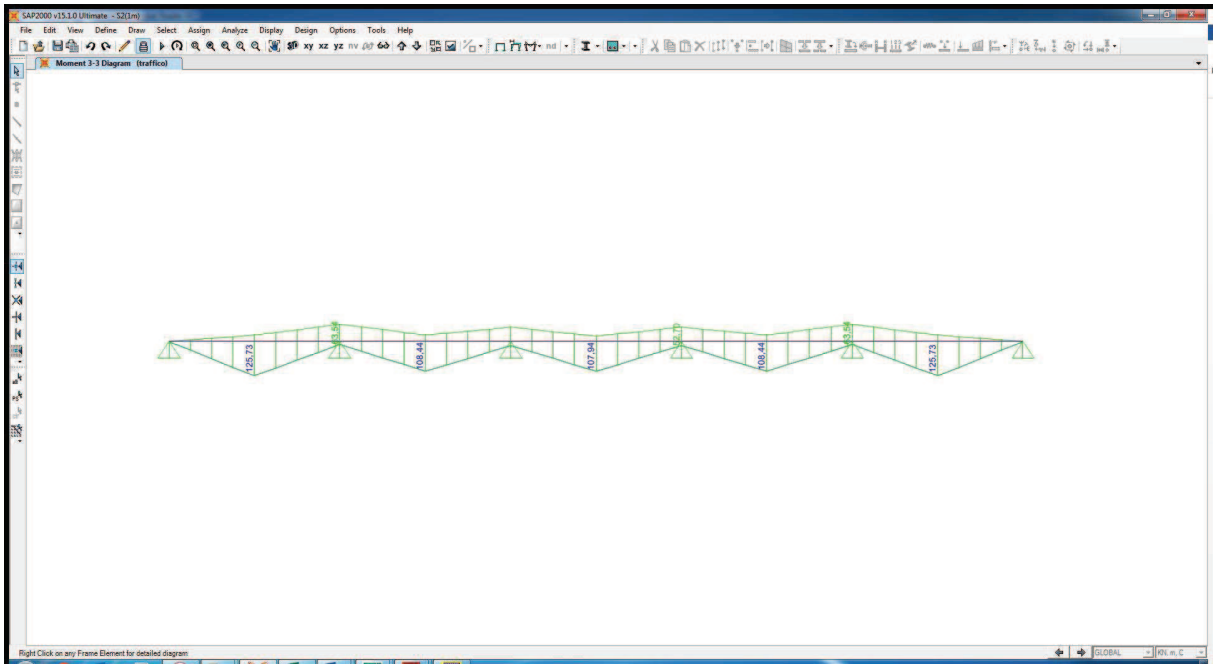

SAP2000 v15.1.0 Ultimate - S2(1m)
File Edit View Define Draw Select Assign Analyze Display Design Options Tools Help
Moment 3-3 Diagram (peso proprio)
-7,87
5,74
2,49
3,33
-5,63
2,49
-7,87
5,74
Right Click on any Frame Element for detailed diagram
GLOBAL
KN, m, C


SAP2000 v15.1.0 Ultimate - S2(1m)
File Edit View Define Draw Select Assign Analyze Display Design Options Tools Help
Moment 3-3 Diagram (portati)
2,02
-2,67
0,89
-2,05
1,17
0,89
-2,67
2,02
Right Click on any Frame Element for detailed diagram
GLOBAL
KN, m, C

### *1.1.1. Carichi mobili*

Nella sezione come disposizione di carico che massimizza il valore del momento flettente in appoggio sono stati considerati carichi concentrati su due assi tandem ($Q_{1a}$) viaggianti lungo la soletta e un carico uniformemente distribuito $q_{1a}$ di 9 kN/m$^2$ Il momento flettente allo spiccato dello sbalzo generato dai carichi mobili vale dunque:

- **$M_{MOBILI}$ = -63,54 kNm**

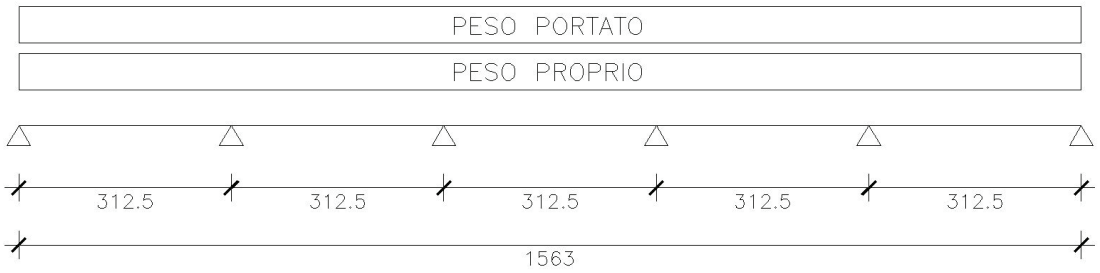


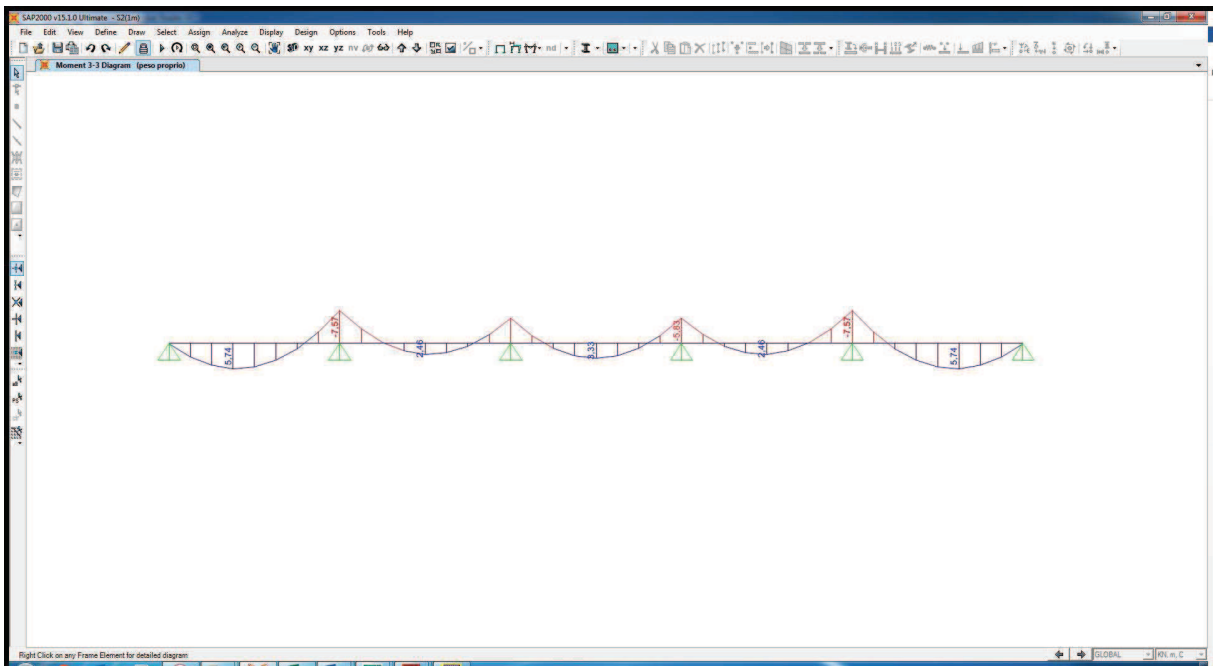
## 12.3. Valutazione delle azioni sollecitanti – Sezione in campata

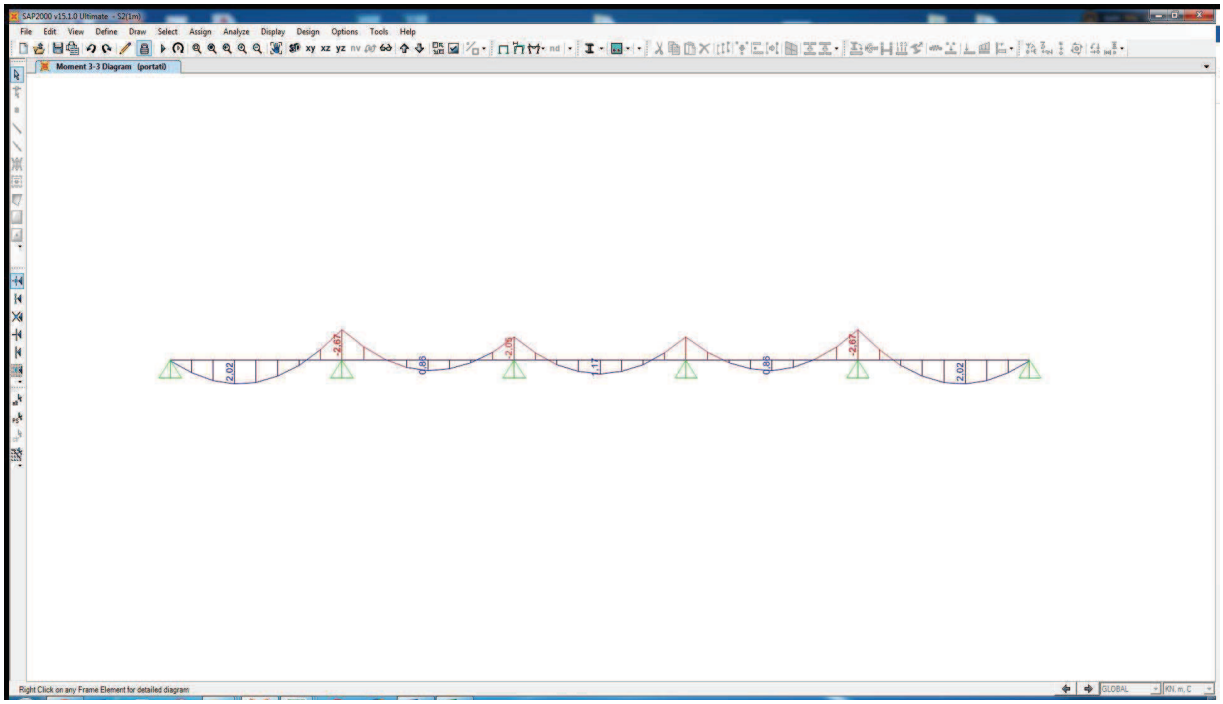
### *12.3.1. Peso proprio e carichi permanenti portati*

Nella sezione in campata le sollecitazioni provocate dal peso proprio e dai carichi permanenti, applicati secondo lo schema riportato nella figura seguente, risultano pari a:

- **$M_{PP}$ = 5,74 kNm**
- **$M_{PERM}$ = 2,02 kNm**



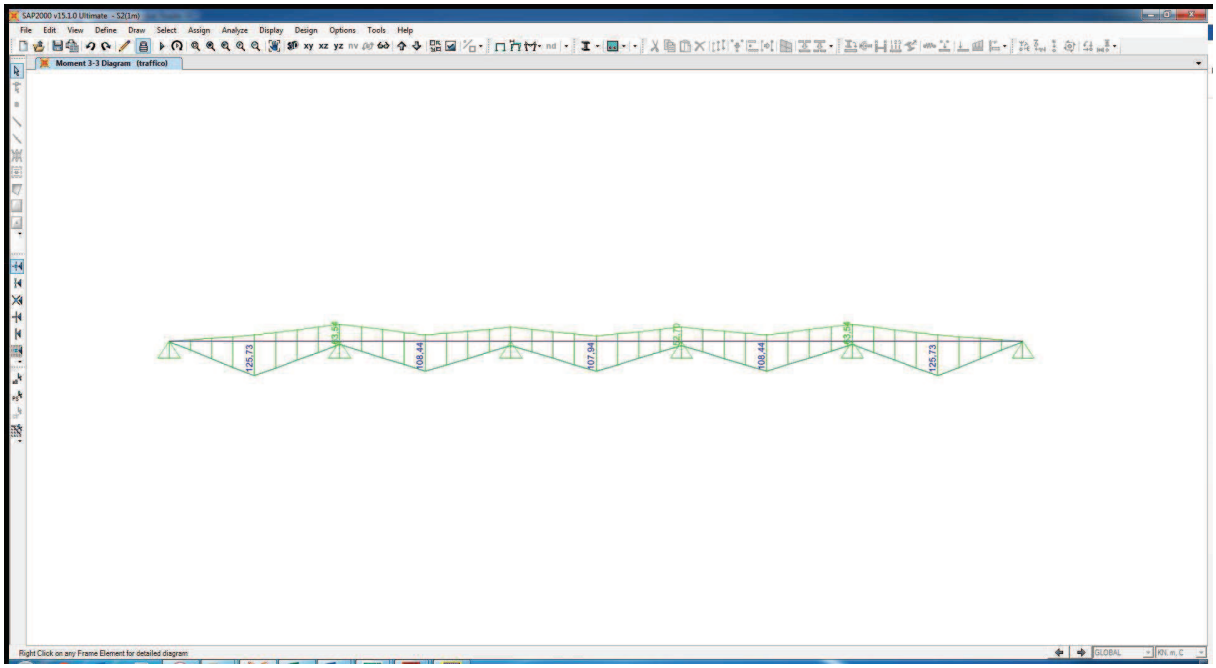






### *1.1.2. Carichi mobili*

Nella sezione come disposizione di carico che massimizza il valore del momento flettente in campata sono stati considerati carichi concentrati su due assi tandem ($Q_{1a}$) viaggianti lungo la soletta e un carico uniformemente distribuito $q_{1a}$ di 9 kN/m$^2$ Il momento flettente allo spiccato dello sbalzo generato dai carichi mobili vale dunque:

- **$M_{MOBILI}$ = 125,73 kNm**


SAP2000 v15.1.0 Ultimate - S2(1m)
File Edit View Define Draw Select Assign Analyze Display Design Options Tools Help
Moment 3-3 Diagram (traffico)
125,73
3,59
108,44
107,94
108,44
3,59
125,73
Right Click on any Frame Element for detailed diagram
GLOBAL
KN, m, C

## 1.1. Riepilogo delle azioni sollecitanti

Nelle tabelle successive si riportano per ciascuna sezione di verifica i valori caratteristici delle azioni flettenti ed i valori di calcolo per le combinazioni allo Stato Limite Ultimo e di Esercizio al metro di larghezza di soletta:

| RIEPILOGO DELLE AZIONI FLETTENTI SOLLECITANTI - VALORI CARATTERISTICI (kNm/m) | | |
|---|---|---|
| CARICO | APPOGGIO | CAMPATA |
| Peso proprio della soletta | -7.57 | 5.74 |
| Carichi permanenti portati | -2.67 | 2.02 |
| Carichi mobili da traffico | -63.54 | 125.73 |

| AZIONI FLETTENTI SOLLECITANTI - COMBINAZIONE SLU-STR (kNm/m) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | Ψ | APPOGGIO | CAMPATA |
| Peso proprio della soletta | 1.35 | 1.00 | -10.22 | 7.75 |
| Carichi permanenti portati | 1.50 | 1.00 | -4.01 | 3.03 |
| Carichi mobili da traffico | 1.35 | 1.00 | -85.78 | 169.74 |
| **TOTALE** | | | **-100.01** | **180.52** |

| AZIONI FLETTENTI SOLLECITANTI - COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE (kNm/m) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | Ψ | APPOGGIO | CAMPATA |
| Peso proprio della soletta | 1.00 | 1.00 | -7.57 | 5.74 |
| Carichi permanenti portati | 1.00 | 1.00 | -2.67 | 2.02 |
| Carichi mobili da traffico | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **-10.24** | **7.76** |

| AZIONI FLETTENTI SOLLECITANTI - COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE (kNm/m) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | Ψ | APPOGGIO | CAMPATA |
| Peso proprio della soletta | 1.00 | 1.00 | -7.57 | 5.74 |
| Carichi permanenti portati | 1.00 | 1.00 | -2.67 | 2.02 |
| Carichi mobili da traffico | 1.00 | 0.75 | -47.66 | 94.30 |
| **TOTALE** | | | **-57.90** | **102.06** |

| AZIONI FLETTENTI SOLLECITANTI - COMBINAZIONE SLE - RARA (kNm/m) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | Ψ | APPOGGIO | CAMPATA |
| Peso proprio della soletta | 1.00 | 1.00 | -7.57 | 5.74 |
| Carichi permanenti portati | 1.00 | 1.00 | -2.67 | 2.02 |
| Carichi mobili da traffico | 1.00 | 1.00 | -63.54 | 125.73 |
| **TOTALE** | | | **-73.78** | **133.49** |

## 12.4. Sezione in appoggio - Verifiche strutturali

### Armatura di verifica

La sezione resistente di verifica è prevista di base pari a 100cm (striscia di larghezza unitaria) e altezza pari a 30cm.

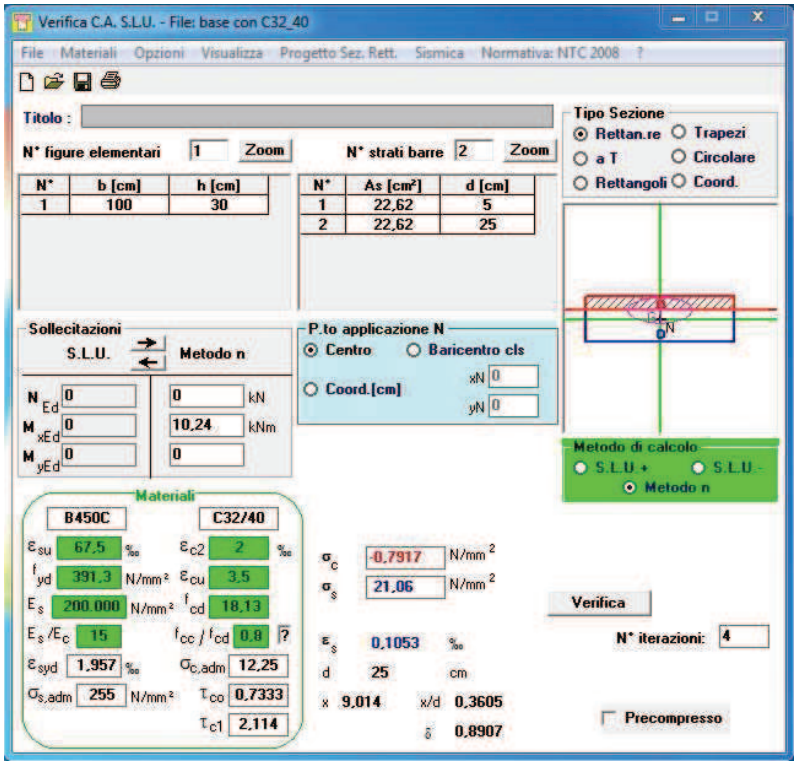
L'armatura è costituita da:

- 5 Ø24 superiori
- 5 Ø24 inferiori

Questa armatura si aggiunge a quella calcolata per l'analisi globale riportate nel cap.13.

### Stato limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Quasi Permanente

Il momento flettente di calcolo è pari a **$M_{S,d}$ = -10,24 kNm**.

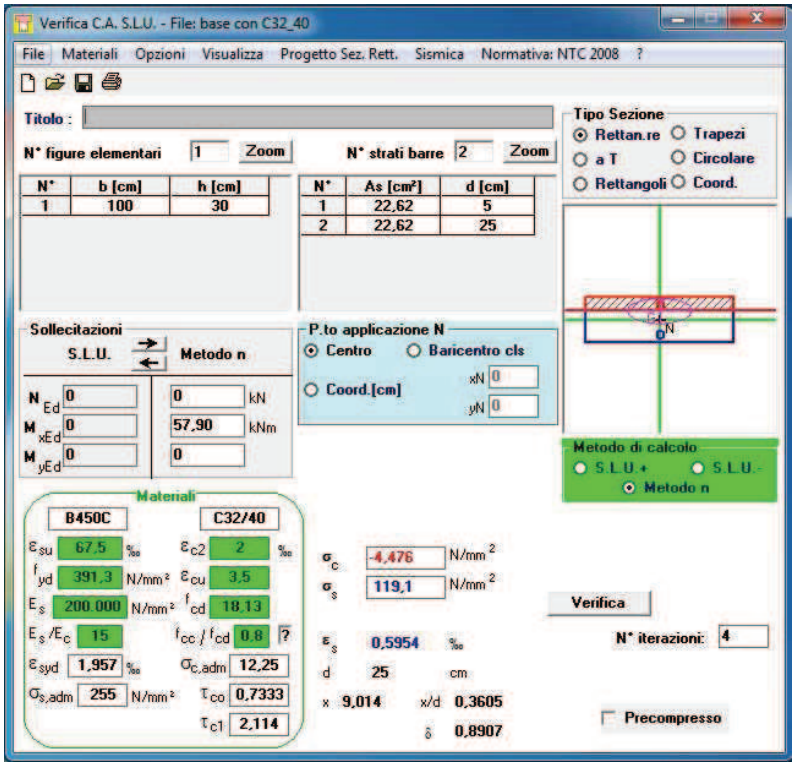



- **$\sigma_c$ = 0,79 N/mm² < 0,45 $f_{ck}$ = 18,00 N/mm²**
- **$\sigma_s$ = 21,06 N/mm² < 0,80 $f_{yk}$ = 360,00 N/mm²**

La verifica risulta pertanto <u>soddisfatta</u>.

## Stato limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Frequente

Il momento flettente di calcolo è pari a **$M_{S,d}$ = -57,90 kNm**.

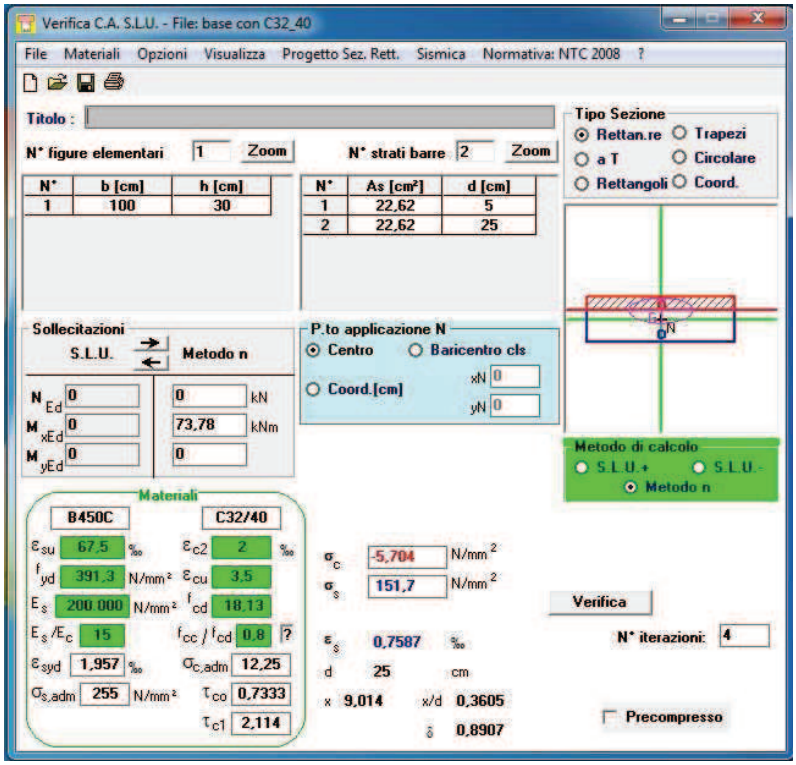



- $\sigma_c$ = 4,48 N/mm² < 0,45 $f_{ck}$ = 18,00 N/mm²
- $\sigma_s$ = 119,10 N/mm² < 0,80 $f_{yk}$ = 360,00 N/mm²

La verifica risulta pertanto <u>soddisfatta</u>.

## Stato limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Rara

Il momento flettente di calcolo è pari a **$M_{S,d}$ = -73,78 kNm**.

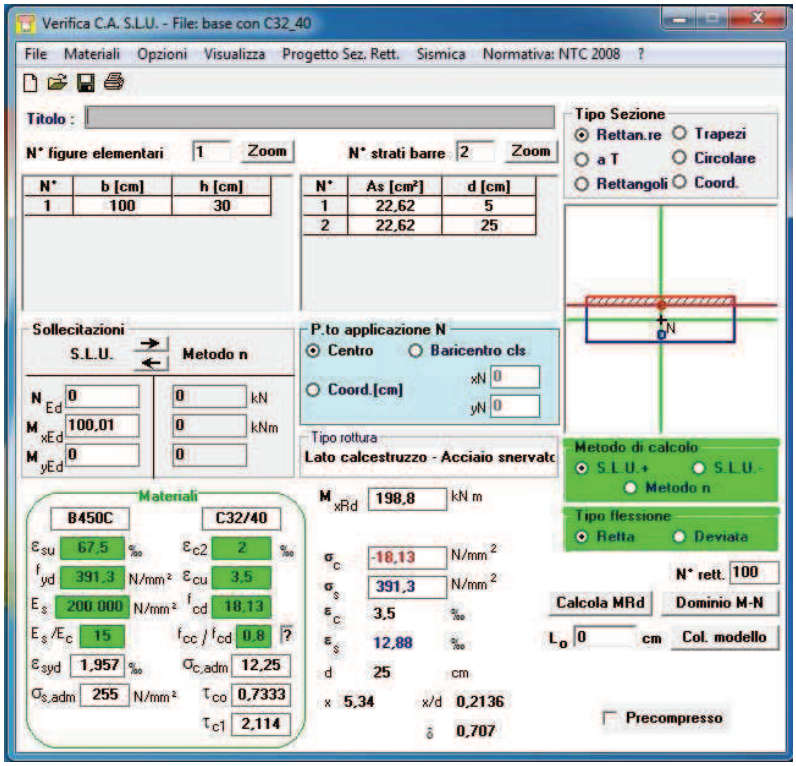



- **$\sigma_c$ = 5,71 N/mm² < 0,60 $f_{ck}$ = 24,00 N/mm²**
- **$\sigma_s$ = 151,70 N/mm² < 0,80 $f_{yk}$ = 360,00 N/mm²**

La verifica risulta pertanto <u>soddisfatta</u>.

## Verifica allo Stato Limite Ultimo per flessione

Il momento flettente di calcolo è pari a **$M_{S,d}$ = 100,01 kNm**.

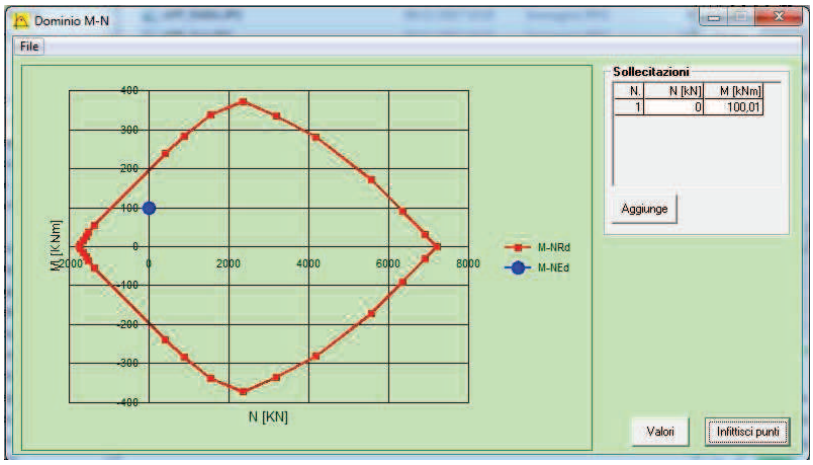



Il momento resistente risulta pari a:

**$M_{R,d}$ = 198,80 kNm > $M_{S,d}$ = 100,01 kNm**

Il coefficiente di sicurezza risulta pari a **2.00.**

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:




La verifica risulta <u>soddisfatta</u>.

## 12.5. Sezione in campata - Verifiche strutturali

### Armatura di verifica

La sezione resistente di verifica è prevista di base pari a 100cm (striscia di larghezza unitaria) e altezza pari a 30cm.

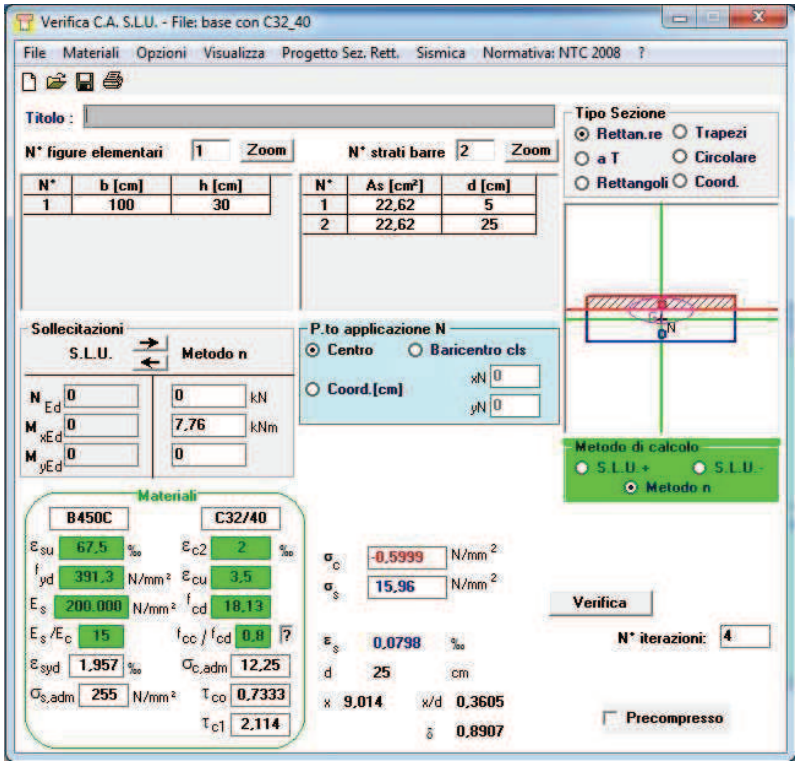
L'armatura è costituita da:

- 5 Ø24 superiori
- 5 Ø24 inferiori

Questa armatura si aggiunge a quella calcolata per l'analisi globale riportate nel cap.13.

### Stato limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Quasi Permanente

Il momento flettente di calcolo è pari a **$M_{S,d}$ = 7,76 kNm**.

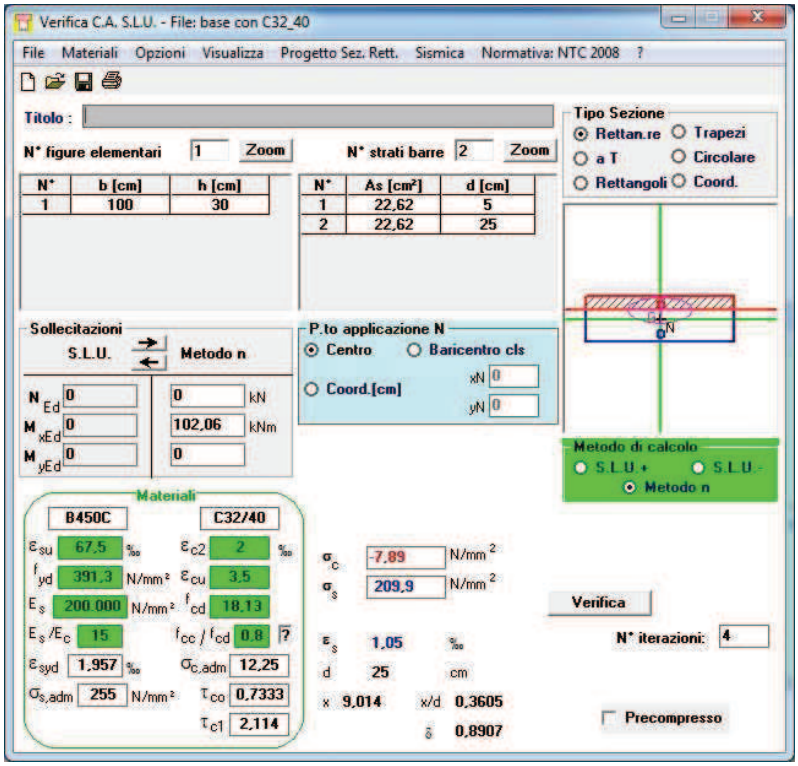



- **$\sigma_c$ = 0,60 N/mm² < 0,45 $f_{ck}$ = 18,00 N/mm²**
- **$\sigma_s$ = 15,96 N/mm² < 0,80 $f_{yk}$ = 360,00 N/mm²**

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

## Stato limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Frequente

Il momento flettente di calcolo è pari a **$M_{S,d}$ = 102,06 kNm**.

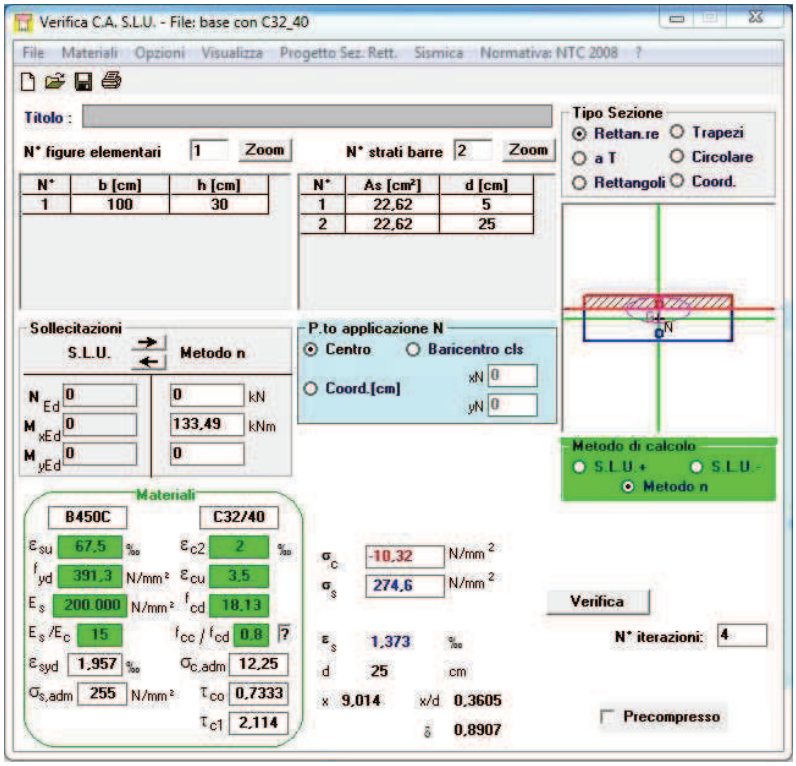



- **$\sigma_c$ = 7,89 N/mm² < 0,45 $f_{ck}$ = 18,00 N/mm²**
- **$\sigma_s$ = 209,90 N/mm² < 0,80 $f_{yk}$ = 360,00 N/mm²**

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

## Stato limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Rara

Il momento flettente di calcolo è pari a **$M_{S,d}$ = -133,49 kNm**.

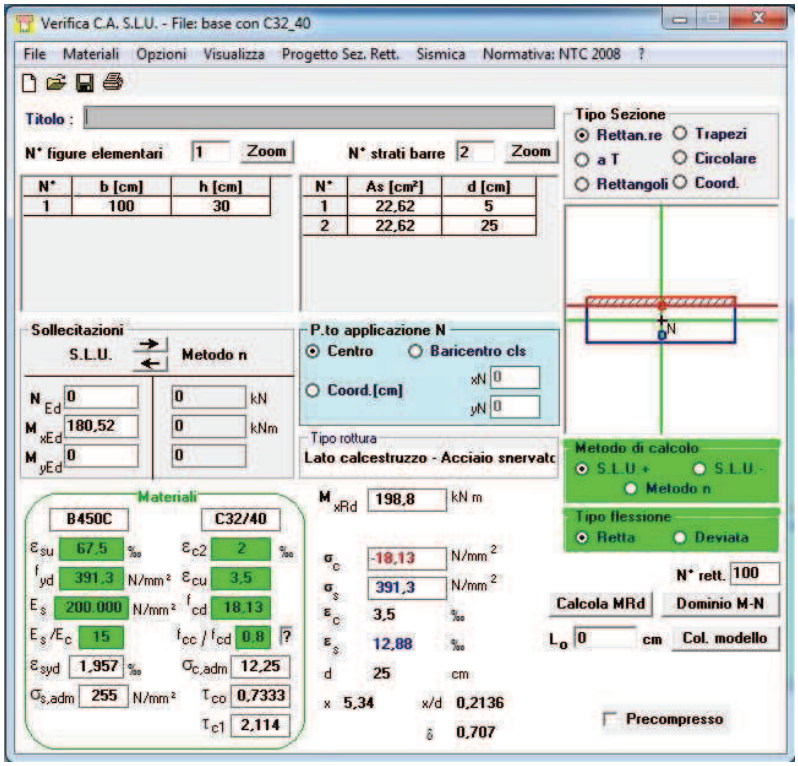



- $\sigma_c$ = 10,32 N/mm² < 0,60$_{ck}$ = 24,00 N/mm²
- $\sigma_s$ = 274,60 N/mm² < 0,80 $f_{yk}$ = 360,00 N/mm²

La verifica risulta pertanto <u>soddisfatta</u>.

## Verifica allo Stato Limite Ultimo per flessione

Il momento flettente di calcolo è pari a **$M_{S,d}$ = 180,52 kNm**.

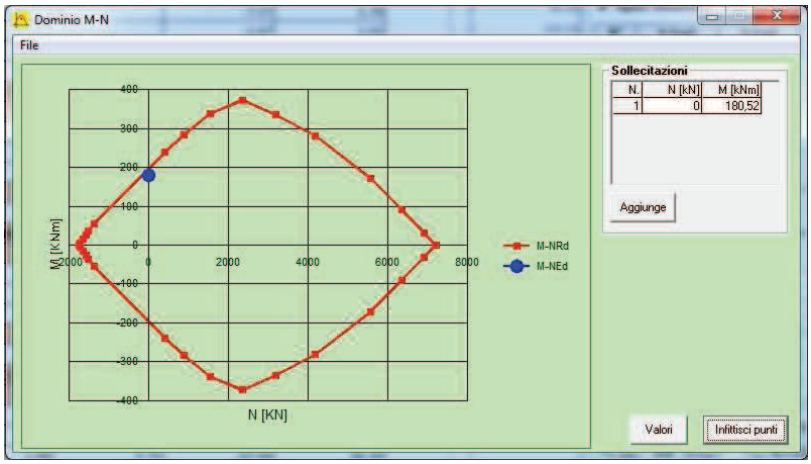



Il momento resistente risulta pari a:

**$M_{R,d}$ = 198,80 kNm > $M_{S,d}$ = 180,52 kNm**

Il coefficiente di sicurezza risulta pari a **1.10.**

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:

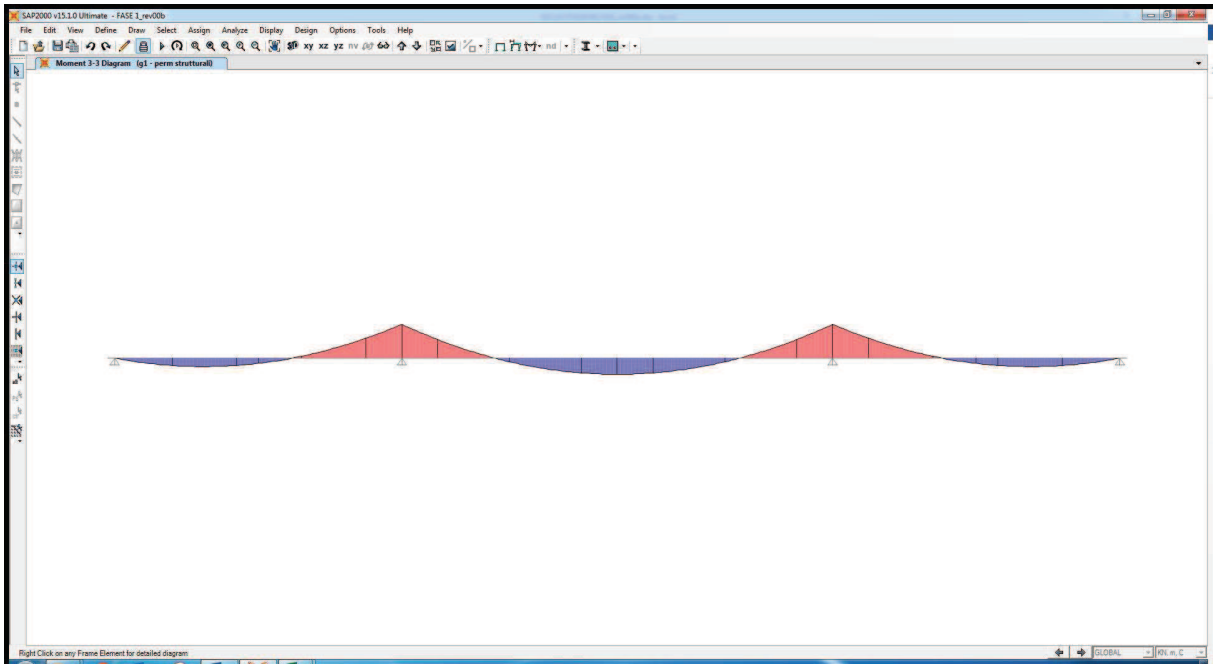



La verifica risulta <u>soddisfatta</u>.

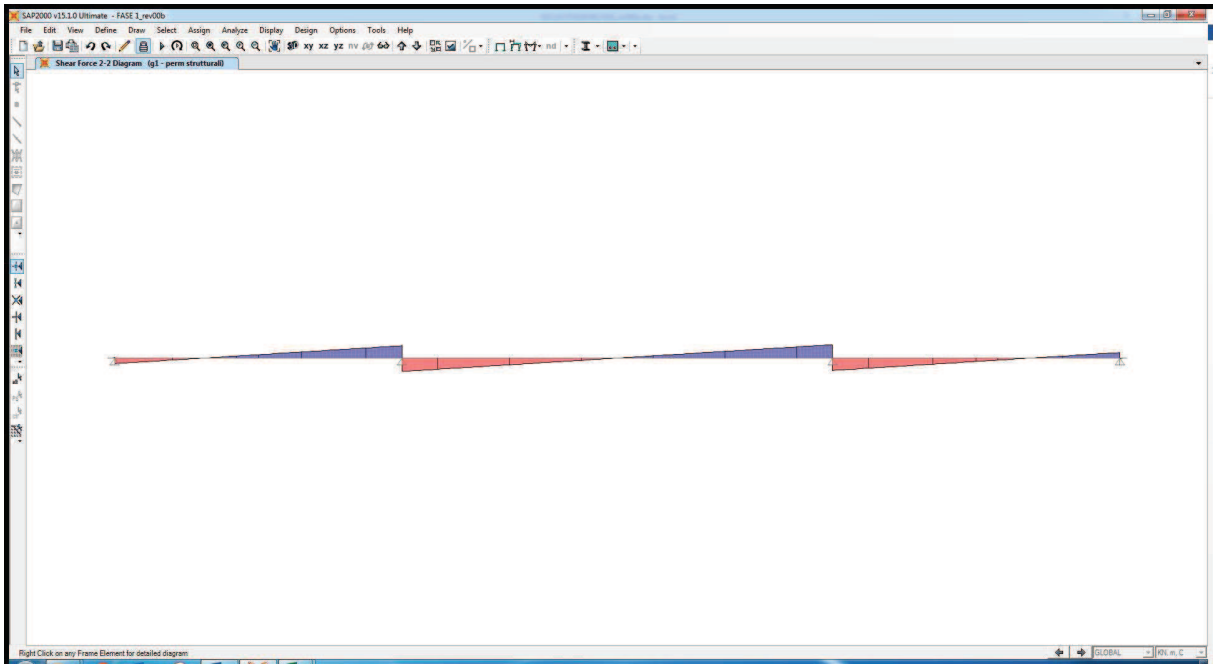
# 13. VALUTAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI SULLE TRAVI PRINCIPALI

## 13.1. Peso proprio e soletta

Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente generato per effetto del peso proprio delle strutture metalliche e della soletta:

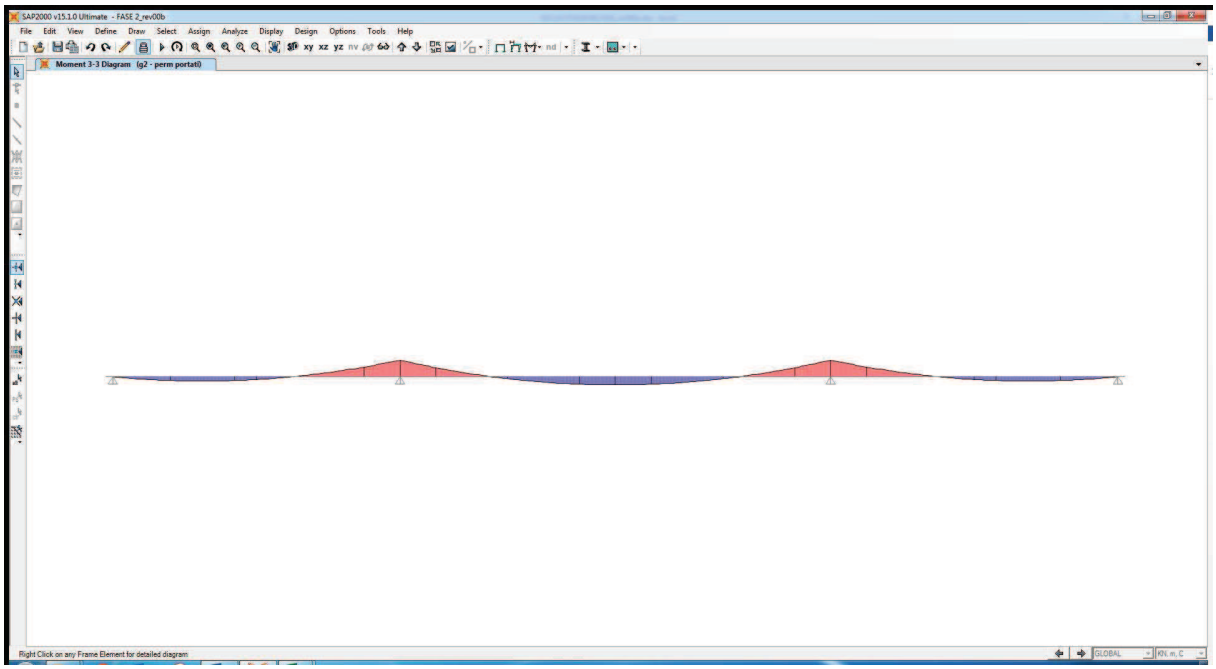



Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del taglio generato per effetto del peso proprio delle strutture metalliche e della soletta:

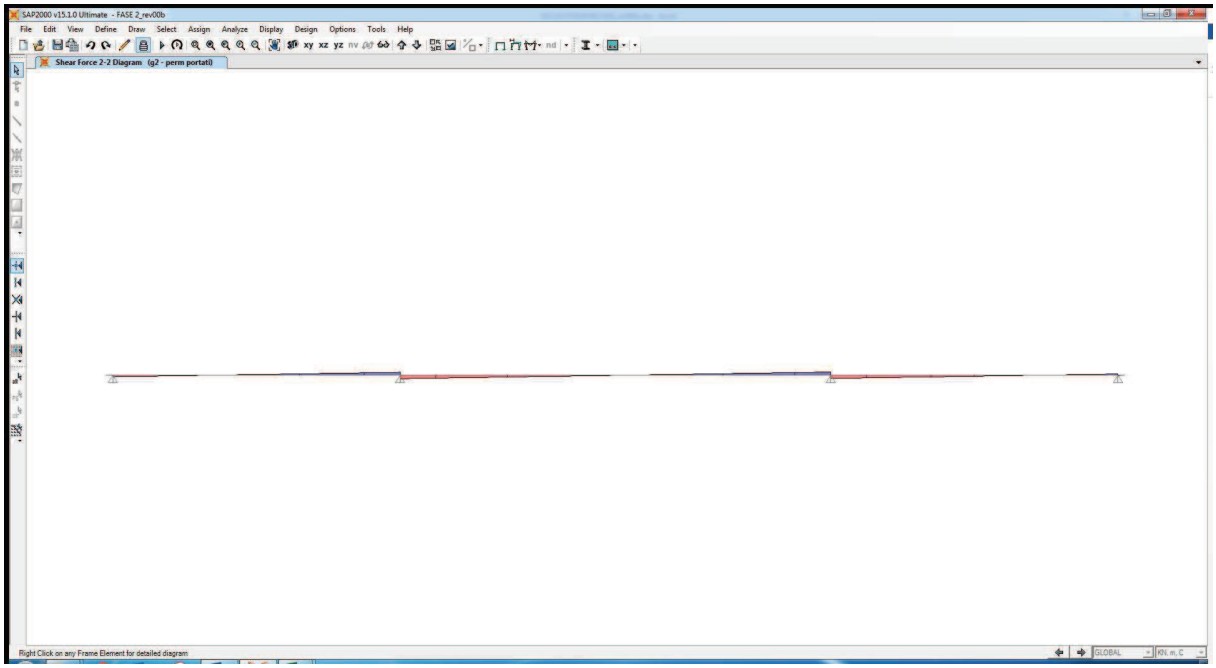


## 13.2. Carichi permanenti

Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente generato per effetto dei carichi permanenti portati:

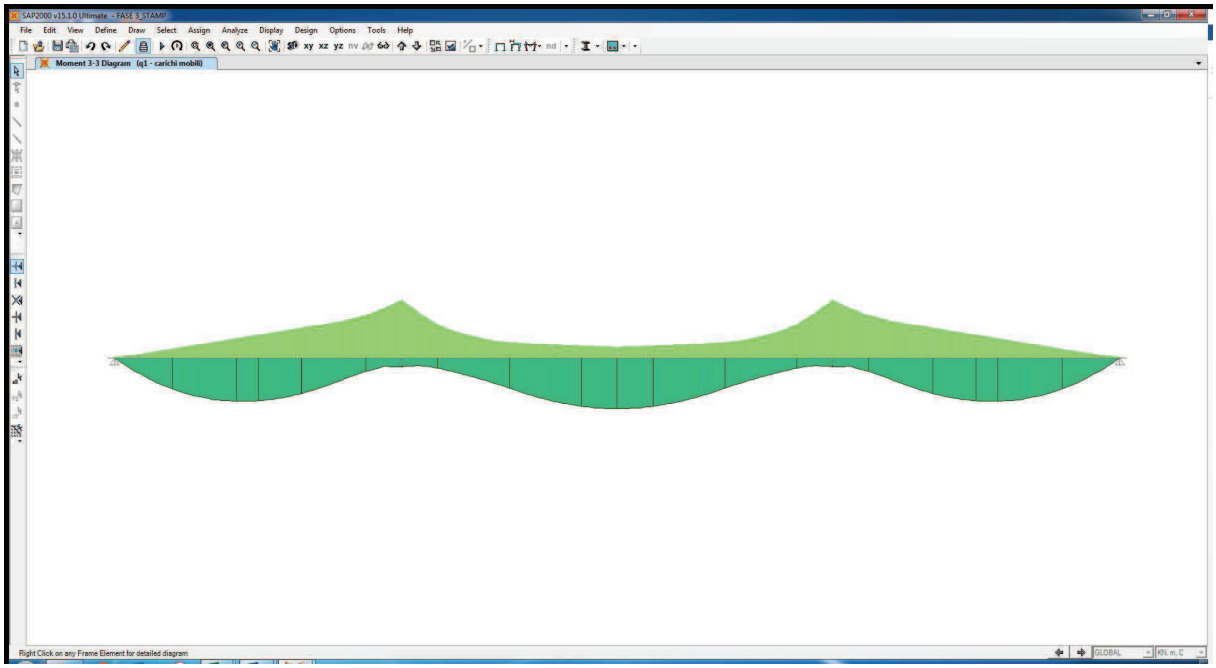



Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del taglio generato per effetto dei carichi permanenti portati:

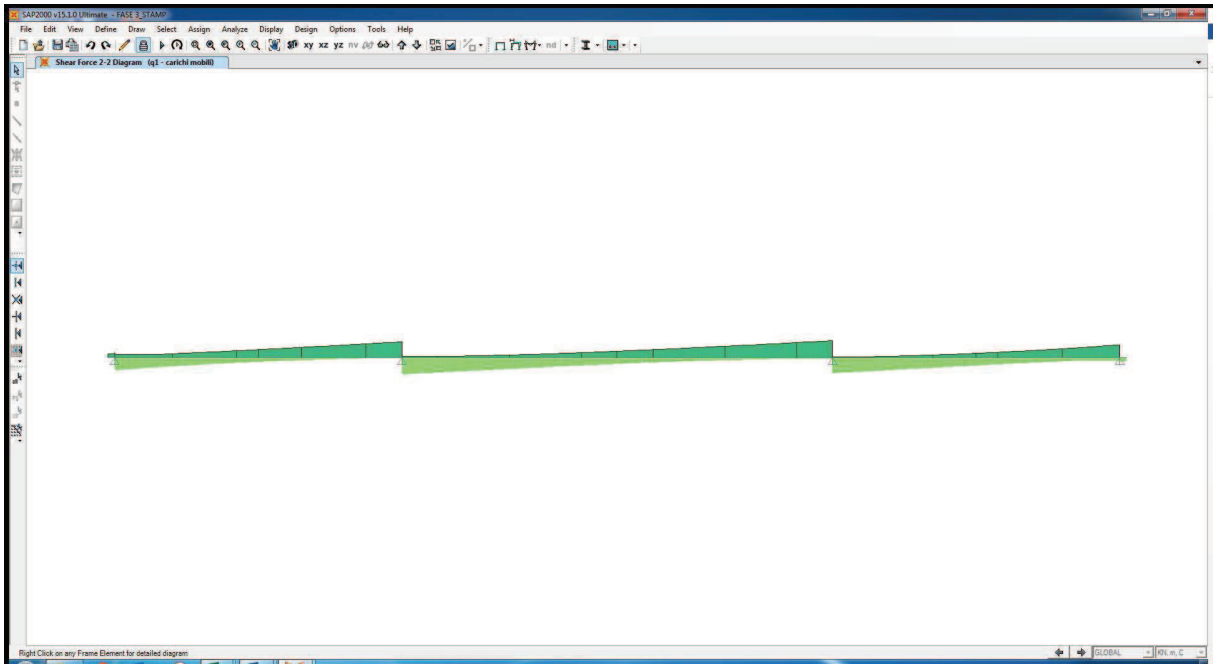


## 13.3. Traffico

Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente generato per effetto dei carichi variabili da traffico:




Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del taglio generato per effetto dei carichi variabili da traffico:



## 13.4. Tabelle di riepilogo delle azioni sollecitanti

Le azioni sollecitanti fanno riferimento alla trave maggiormente sollecitata.

Nella tabella successiva sono riportati i massimi valori delle azioni normale, di flessione e di taglio valutati per i diversi casi di carico e in corrispondenza dei differenti conci che compongono la trave continua:

| CONCIO 1 - Appoggio | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACCIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'246.09 | 0.00 | 556.74 | 0.00 |
| M [kNm] | -31.33 | -10.39 | 11'894.03 | 0.00 | -496.02 | -0.51 | -10'596.55 | 0.00 | 715.43 | 0.00 |
| V [kN] | -959.47 | -318.69 | 0.00 | -54.58 | -1'772.59 | -15.64 | 0.00 | -151.75 | 0.00 | 43.88 |

| CONCIO 1 - Campata | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACCIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'246.09 | 0.00 | 556.74 | 0.00 |
| M [kNm] | 5'168.61 | 1'718.33 | 8'822.11 | 436.60 | 10'759.95 | 84.27 | -5'100.76 | 1'214.02 | 344.38 | -351.05 |
| V [kN] | -340.51 | -113.49 | 0.00 | -54.58 | -1'227.73 | -5.56 | 0.00 | -151.75 | 0.00 | 43.88 |

| CONCIO 2 - $H_{min}$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACCIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'331.38 | 0.00 | 573.23 | 0.00 |
| M [kNm] | 5'168.61 | 1'718.33 | 8'822.11 | 436.60 | 10'759.95 | 84.27 | -5'153.52 | 1'214.02 | 354.58 | -351.05 |
| V [kN] | -340.51 | -113.49 | 0.00 | -54.58 | -1'227.73 | -5.56 | 0.00 | -151.75 | 0.00 | 43.88 |

| CONCIO 2 - $H_{max}$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACCIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'331.38 | 0.00 | 573.23 | 0.00 |
| M [kNm] | 5'099.75 | 1'700.91 | 9'034.99 | 927.77 | 15'077.81 | 83.27 | -5'303.71 | 2'579.79 | 364.92 | -745.98 |
| V [kN] | 355.82 | 117.36 | 0.00 | -54.58 | 946.15 | 5.78 | 0.00 | -151.75 | 0.00 | 43.88 |

| CONCIO 3 - $H_{min}$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACCIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'260.26 | 0.00 | 664.49 | 0.00 |
| M [kNm] | 5'099.75 | 1'700.91 | 9'034.99 | 927.77 | 15'077.81 | 83.27 | -5'258.44 | 2'579.79 | 423.01 | -745.98 |
| V [kN] | 355.82 | 117.36 | 0.00 | -54.58 | 946.15 | 5.78 | 0.00 | -151.75 | 0.00 | 43.88 |

| CONCIO 3 - $H_{max}$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACCIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'260.26 | 0.00 | 664.49 | 0.00 |
| M [kNm] | -1'236.08 | -394.15 | 12'723.64 | 1'418.94 | -10'601.13 | -18.99 | -11'424.97 | 3'945.56 | 919.07 | -1'140.91 |
| V [kN] | 1'052.15 | 348.21 | 0.00 | -54.58 | 1'416.03 | 16.94 | 0.00 | -151.75 | 0.00 | 43.88 |

| CONCIO 4 - $H_{min}$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACCIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'130.30 | 0.00 | 899.67 | 0.00 |
| M [kNm] | -1'236.08 | -394.15 | 12'723.64 | 1'418.94 | -10'601.13 | -18.99 | -11'245.22 | 3'945.56 | 1'244.36 | -1'140.91 |
| V [kN] | 1'052.15 | 348.21 | 0.00 | -54.58 | 1'416.03 | 16.94 | 0.00 | -151.75 | 0.00 | 43.88 |

| CONCIO 4 - $H_{max}$ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACCIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'130.30 | 0.00 | 899.67 | 0.00 |
| M [kNm] | -13'838.88 | -4'566.87 | 14'771.45 | 1'910.12 | -15'035.07 | -219.26 | -13'213.70 | 5'311.33 | 1'462.18 | -1'535.84 |
| V [kN] | 1'748.48 | 579.06 | 0.00 | -54.58 | 1'907.00 | 27.56 | 0.00 | -151.75 | 0.00 | 43.88 |

**CONCIO 5 - $H_{max}$**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACCIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'027.56 | 0.00 | 1'186.23 | 0.00 |
| M [kNm] | -23'548.39 | -7'782.80 | 16'040.80 | 2'182.99 | -20'334.16 | -370.94 | -14'251.48 | 6'070.09 | 2'105.94 | -1'755.25 |
| V [kN] | 2'135.33 | 707.31 | 0.00 | -54.58 | 2'182.07 | 33.11 | 0.00 | -151.75 | 0.00 | 43.88 |

**CONCIO 5 - $H_{min}$**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACCIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'027.56 | 0.00 | 1'186.23 | 0.00 |
| M [kNm] | -13'838.88 | -4'566.87 | 14'771.45 | 1'910.12 | -15'035.07 | -219.26 | -13'046.73 | 5'311.33 | 1'927.91 | -1'535.84 |
| V [kN] | 1'748.48 | 579.06 | 0.00 | -54.58 | 1'907.00 | 27.56 | 0.00 | -151.75 | 0.00 | 43.88 |

**CONCIO 6 - $H_{max}$**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACCIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'131.14 | 0.00 | 897.78 | 0.00 |
| M [kNm] | -12'910.01 | -4'255.92 | 14'866.16 | 2'182.99 | -11'741.57 | -204.57 | -13'306.12 | 6'070.09 | 1'469.16 | -1'755.25 |
| V [kN] | -1'934.25 | -641.25 | 0.00 | 0.00 | -2'083.16 | -30.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

**CONCIO 6 - $H_{min}$**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACCIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'131.14 | 0.00 | 897.78 | 0.00 |
| M [kNm] | 2'563.99 | 874.08 | 9'871.43 | 2'182.99 | 10'399.30 | 41.43 | -5'755.90 | 6'070.09 | 635.52 | -1'755.25 |
| V [kN] | -1'160.55 | -384.75 | 0.00 | 0.00 | -1'575.77 | -18.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

**CONCIO 7 - $H_{max}$**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACCIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'271.49 | 0.00 | 648.67 | 0.00 |
| M [kNm] | 2'563.99 | 874.08 | 9'871.43 | 2'182.99 | 10'399.30 | 41.43 | -5'855.26 | 6'070.09 | 459.18 | -1'755.25 |
| V [kN] | -1'160.55 | -384.75 | 0.00 | 0.00 | -1'575.77 | -18.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

**CONCIO 7 - $H_{min}$**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACCIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'271.49 | 0.00 | 648.67 | 0.00 |
| M [kNm] | 10'300.99 | 3'439.08 | 8'942.75 | 2'182.99 | 16'810.35 | 166.43 | -5'200.93 | 6'070.09 | 407.87 | -1'755.25 |
| V [kN] | -386.85 | -128.25 | 0.00 | 0.00 | -1'093.32 | -6.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

**CONCIO 8 - $H_{max}$**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACCIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'337.82 | 0.00 | 565.93 | 0.00 |
| M [kNm] | 10'300.99 | 3'439.08 | 8'942.75 | 2'182.99 | 16'810.35 | 166.43 | -5'242.64 | 6'070.09 | 355.84 | -1'755.25 |
| V [kN] | -386.85 | -128.25 | 0.00 | 0.00 | -1'093.32 | -6.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

**CONCIO 8 - $H_{min}$**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACCIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'337.82 | 0.00 | 565.93 | 0.00 |
| M [kNm] | 11'268.11 | 3'759.70 | 8'822.11 | 2'182.99 | 17'629.82 | 182.18 | -5'157.50 | 6'070.09 | 350.07 | -1'755.25 |
| V [kN] | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 873.51 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

# 14. VERIFICA STRUTTURALE DELLE TRAVI PRINCIPALI

## 14.1. Concio 1 – Appoggio

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

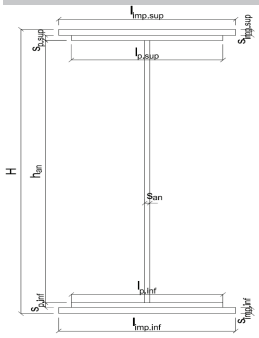
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA**



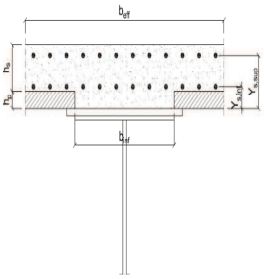

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 2'400.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'280.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 153'600.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.357E+08 | [mm⁴] |
| S | 1.703E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.288E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'108.59 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.500E+08 | [mm³] |
| J | 1.663E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 48'000.00 | [mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO**




**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 178.79 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.183E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 4'930.00 | [mm] | J | 6.075E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'141.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'141.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☑ SOLETTA FESSURATA

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA**

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 1.703E+02 | 2.275E-01 | 2.275E-01 | 2.275E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.109 | 1.294 | 1.294 | 1.294 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.536E-01 | 1.759E-01 | 1.759E-01 | 1.759E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.357E-04 | 1.357E-04 | 1.357E-04 | 1.357E-04 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 1.663E-01 | 2.081E-01 | 2.081E-01 | 2.081E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | - | - | - |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 1.523E-01 | 1.523E-01 | 1.523E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 1.754E-01 | 1.754E-01 | 1.754E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.288E-01 | 1.881E-01 | 1.881E-01 | 1.881E-01 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.500E-01 | -1.608E-01 | -1.608E-01 | -1.608E-01 |

**AZIONI SOLLECITANTI**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'246.09 | 0.00 | 556.74 | 0.00 |
| M [kNm] | -31.33 | -10.39 | 11'894.03 | 0.00 | -496.02 | -0.51 | -10'596.55 | 0.00 | 715.43 | 0.00 |
| V [kN] | -959.47 | -318.69 | 0.00 | -54.58 | -1'772.59 | -15.64 | 0.00 | -151.75 | 0.00 | 43.88 |
| γ | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.20 | |
| ψ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | 1.00 | 0.60 | 0.60 | | 0.60 | |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -0.07 | -253.38 | -3.26 | 0.00 | 281.42 | **24.72** | 360.00 | 14.56 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -0.06 | -263.67 | -2.83 | 0.00 | 286.92 | **20.37** | 360.00 | 17.67 |
| Estradosso trave metallica | -0.24 | -0.06 | 111.32 | -2.64 | 0.00 | -80.68 | **27.70** | 240.00 | 8.66 |
| Intradosso trave metallica | 0.21 | 0.06 | -25.86 | 3.08 | 0.00 | -7.35 | **-29.86** | 240.00 | 8.04 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -0.07 | -253.38 | -3.26 | 0.00 | -19.00 | **-275.71** | 360.00 | 1.31 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -0.06 | -263.67 | -2.83 | 0.00 | -19.37 | **-285.93** | 360.00 | 1.26 |
| Estradosso trave metallica | -0.24 | -0.06 | 111.32 | -2.64 | 0.00 | 5.45 | **113.83** | 240.00 | 2.11 |
| Intradosso trave metallica | 0.21 | 0.06 | -25.86 | 3.08 | 0.00 | 0.50 | **-22.01** | 240.00 | 10.91 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -0.10 | -304.05 | -4.40 | 0.00 | 337.71 | **29.15** | 391.30 | 13.42 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -0.09 | -316.40 | -3.82 | 0.00 | 344.31 | **24.00** | 391.30 | 16.30 |
| Estradosso trave metallica | -0.33 | -0.08 | 133.59 | -3.56 | 0.00 | -96.82 | **32.79** | 338.10 | 10.31 |
| Intradosso trave metallica | 0.28 | 0.10 | -31.03 | 4.16 | 0.00 | -8.83 | **-35.31** | 338.10 | 9.57 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -0.10 | -304.05 | -4.40 | 0.00 | -19.00 | **-327.56** | 391.30 | 1.19 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -0.09 | -316.40 | -3.82 | 0.00 | -19.37 | **-339.68** | 391.30 | 1.15 |
| Estradosso trave metallica | -0.33 | -0.08 | 133.59 | -3.56 | 0.00 | 6.54 | **136.15** | 338.10 | 2.48 |
| Intradosso trave metallica | 0.28 | 0.10 | -31.03 | 4.16 | 0.00 | 0.60 | **-25.89** | 338.10 | 13.06 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - CONTRAZIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | -26.99 | -9.96 | -1.36 | -49.85 | -0.29 | -2.28 | **-90.73** | **195.20** | 2.15 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ESPANSIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | -26.99 | -9.96 | -1.36 | -49.85 | -0.29 | 0.66 | **-87.80** | **195.20** | 2.22 |

## 14.2. Concio 1 – Sezione campata

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

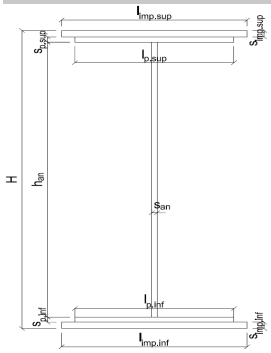
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA**



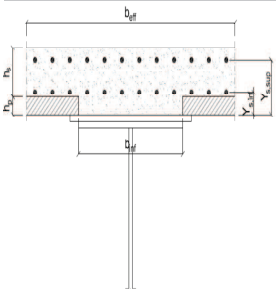
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 2'400.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'280.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 153'600.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.357E+08 | [mm⁴] |
| S | 1.703E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.288E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'108.59 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.500E+08 | [mm³] |
| J | 1.663E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 48'000.00 | [mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO**



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 178.79 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.183E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 4'930.00 | [mm] | J | 6.075E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'141.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'141.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA**

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 1.703E+02 | 3.752E-01 | 4.063E-01 | 7.162E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.109 | 1.609 | 1.657 | 1.960 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.536E-01 | 2.331E-01 | 2.452E-01 | 3.654E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.357E-04 | 1.107E-03 | 1.312E-03 | 3.352E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 1.663E-01 | 2.797E-01 | 2.911E-01 | 4.047E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 2.565E-01 | 2.791E-01 | 5.470E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 2.662E-01 | 2.902E-01 | 5.783E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 3.212E-01 | 3.537E-01 | 7.786E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.288E-01 | 3.538E-01 | 3.917E-01 | 9.202E-01 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.500E-01 | -1.738E-01 | -1.757E-01 | -2.064E-01 |

**AZIONI SOLLECITANTI**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'246.09 | 0.00 | 556.74 | 0.00 |
| M [kNm] | 5'168.61 | 1'718.33 | 8'822.11 | 436.60 | 10'759.95 | 84.27 | -5'100.76 | 1'214.02 | 344.38 | -351.05 |
| V [kN] | -340.51 | -113.49 | 0.00 | -54.58 | -1'227.73 | -5.56 | 0.00 | -151.75 | 0.00 | 43.88 |
| γ | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.20 | |
| ψ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | 1.00 | 0.60 | 0.60 | | 0.60 | |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.32 | -1.45 | 3.15 | 0.01 | 1.94 | **3.98** | **19.92** | 5.01 |
| Armatura superiore | 0.00 | 6.45 | -25.95 | 18.61 | 0.09 | 12.33 | **11.53** | 360.00 | 31.23 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 5.35 | -31.68 | 13.82 | 0.06 | 13.37 | **0.93** | 360.00 | 388.43 |
| Estradosso trave metallica | 40.13 | 4.86 | 58.13 | 11.69 | 0.05 | -25.10 | **89.76** | 240.00 | 2.67 |
| Intradosso trave metallica | -34.45 | -9.89 | -18.21 | -52.12 | -0.24 | -11.27 | **-126.17** | 240.00 | 1.90 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.32 | -1.45 | 3.15 | 0.01 | 6.48 | **8.52** | **19.92** | 2.34 |
| Armatura superiore | 0.00 | 6.45 | -25.95 | 18.61 | 0.09 | -1.11 | **-1.92** | 360.00 | 187.71 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 5.35 | -31.68 | 13.82 | 0.06 | -1.11 | **-13.56** | 360.00 | 26.56 |
| Estradosso trave metallica | 40.13 | 4.86 | 58.13 | 11.69 | 0.05 | 1.52 | **116.38** | 240.00 | 2.06 |
| Intradosso trave metallica | -34.45 | -9.89 | -18.21 | -52.12 | -0.24 | 1.54 | **-113.36** | 240.00 | 2.12 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.49 | -1.74 | 4.25 | 0.01 | 2.33 | **5.35** | **19.92** | 3.73 |
| Armatura superiore | 0.00 | 9.68 | -31.14 | 25.12 | 0.13 | 14.80 | **18.59** | 391.30 | 21.05 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 8.02 | -38.02 | 18.66 | 0.10 | 16.05 | **4.81** | 391.30 | 81.36 |
| Estradosso trave metallica | 54.17 | 7.29 | 69.76 | 15.79 | 0.08 | -30.12 | **116.96** | 338.10 | 2.89 |
| Intradosso trave metallica | -46.50 | -14.83 | -21.85 | -70.36 | -0.37 | -13.53 | **-167.43** | 338.10 | 2.02 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.49 | -1.74 | 4.25 | 0.01 | -2.33 | **0.69** | **19.92** | 28.80 |
| Armatura superiore | 0.00 | 9.68 | -31.14 | 25.12 | 0.13 | -1.11 | **2.67** | 391.30 | 146.31 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 8.02 | -38.02 | 18.66 | 0.10 | -1.11 | **-12.35** | 391.30 | 31.69 |
| Estradosso trave metallica | 54.17 | 7.29 | 69.76 | 15.79 | 0.08 | 1.82 | **148.91** | 338.10 | 2.27 |
| Intradosso trave metallica | -46.50 | -14.83 | -21.85 | -70.36 | -0.37 | 1.85 | **-152.06** | 338.10 | 2.22 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - CONTRAZIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | -9.58 | -3.55 | -1.36 | -34.53 | -0.10 | -2.28 | **-51.40** | **195.20** | 3.80 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ESPANSIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | -9.58 | -3.55 | -1.36 | -34.53 | -0.10 | 0.66 | **-48.46** | **195.20** | 4.03 |

## 14.3. Concio 2 - $H_{min}$

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

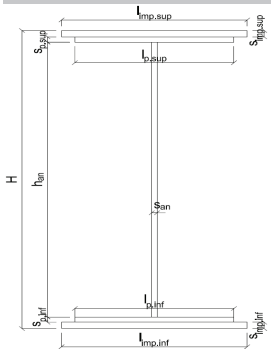
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA**



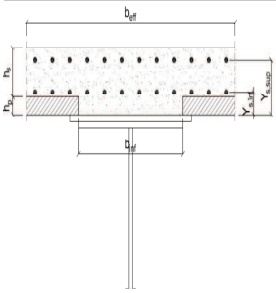
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 2'400.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'280.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 153'600.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.357E+08 | [mm⁴] |
| S | 1.703E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.288E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'108.59 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.500E+08 | [mm³] |
| J | 1.663E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 48'000.00 | [mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO**



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 178.79 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.183E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 4'930.00 | [mm] | J | 6.075E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'141.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'141.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA**

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 1.703E+02 | 3.752E-01 | 4.063E-01 | 7.162E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.109 | 1.609 | 1.657 | 1.960 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.536E-01 | 2.331E-01 | 2.452E-01 | 3.654E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.357E-04 | 1.107E-03 | 1.312E-03 | 3.352E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 1.663E-01 | 2.797E-01 | 2.911E-01 | 4.047E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 2.565E-01 | 2.791E-01 | 5.470E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 2.662E-01 | 2.902E-01 | 5.783E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 3.212E-01 | 3.537E-01 | 7.786E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.288E-01 | 3.538E-01 | 3.917E-01 | 9.202E-01 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.500E-01 | -1.738E-01 | -1.757E-01 | -2.064E-01 |

**AZIONI SOLLECITANTI**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'331.38 | 0.00 | 573.23 | 0.00 |
| M [kNm] | 5'168.61 | 1'718.33 | 8'822.11 | 436.60 | 10'759.95 | 84.27 | -5'153.52 | 1'214.02 | 354.58 | -351.05 |
| V [kN] | -340.51 | -113.49 | 0.00 | -54.58 | -1'227.73 | -5.56 | 0.00 | -151.75 | 0.00 | 43.88 |
| γ | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.20 | |
| ψ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | 1.00 | 0.60 | 0.60 | | 0.60 | |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.32 | -1.45 | 3.15 | 0.01 | 1.96 | **4.00** | **19.92** | 4.99 |
| Armatura superiore | 0.00 | 6.45 | -25.95 | 18.61 | 0.09 | 12.45 | **11.64** | 360.00 | 30.92 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 5.35 | -31.68 | 13.82 | 0.06 | 13.50 | **1.06** | 360.00 | 341.09 |
| Estradosso trave metallica | 40.13 | 4.86 | 58.13 | 11.69 | 0.05 | -25.37 | **89.49** | 240.00 | 2.68 |
| Intradosso trave metallica | -34.45 | -9.89 | -18.21 | -52.12 | -0.24 | -11.35 | **-126.25** | 240.00 | 1.90 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.32 | -1.45 | 3.15 | 0.01 | 6.55 | **8.59** | **19.92** | 2.32 |
| Armatura superiore | 0.00 | 6.45 | -25.95 | 18.61 | 0.09 | -1.13 | **-1.94** | 360.00 | 185.57 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 5.35 | -31.68 | 13.82 | 0.06 | -1.14 | **-13.58** | 360.00 | 26.51 |
| Estradosso trave metallica | 40.13 | 4.86 | 58.13 | 11.69 | 0.05 | 1.57 | **116.43** | 240.00 | 2.06 |
| Intradosso trave metallica | -34.45 | -9.89 | -18.21 | -52.12 | -0.24 | 1.56 | **-113.34** | 240.00 | 2.12 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.49 | -1.74 | 4.25 | 0.01 | 2.35 | **5.37** | **19.92** | 3.71 |
| Armatura superiore | 0.00 | 9.68 | -31.14 | 25.12 | 0.13 | 14.94 | **18.73** | 391.30 | 20.90 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 8.02 | -38.02 | 18.66 | 0.10 | 16.20 | **4.96** | 391.30 | 78.83 |
| Estradosso trave metallica | 54.17 | 7.29 | 69.76 | 15.79 | 0.08 | -30.44 | **116.64** | 338.10 | 2.90 |
| Intradosso trave metallica | -46.50 | -14.83 | -21.85 | -70.36 | -0.37 | -13.62 | **-167.53** | 338.10 | 2.02 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.49 | -1.74 | 4.25 | 0.01 | -2.35 | **0.67** | **19.92** | 29.72 |
| Armatura superiore | 0.00 | 9.68 | -31.14 | 25.12 | 0.13 | -1.13 | **2.65** | 391.30 | 147.53 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 8.02 | -38.02 | 18.66 | 0.10 | -1.14 | **-12.37** | 391.30 | 31.63 |
| Estradosso trave metallica | 54.17 | 7.29 | 69.76 | 15.79 | 0.08 | 1.89 | **148.97** | 338.10 | 2.27 |
| Intradosso trave metallica | -46.50 | -14.83 | -21.85 | -70.36 | -0.37 | 1.87 | **-152.04** | 338.10 | 2.22 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - CONTRAZIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | -9.58 | -3.55 | -1.36 | -34.53 | -0.10 | -2.28 | **-51.40** | **195.20** | 3.80 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ESPANSIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | -9.58 | -3.55 | -1.36 | -34.53 | -0.10 | 0.66 | **-48.46** | **195.20** | 4.03 |

## 14.4. Concio 2 – $H_{max}$

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

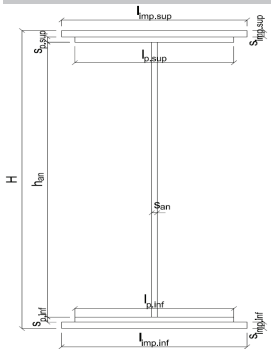
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA**



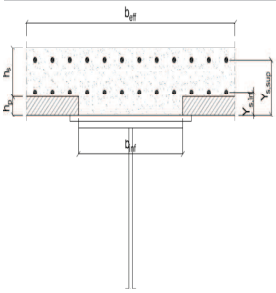
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 2'467.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'347.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 154'940.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.359E+08 | [mm⁴] |
| S | 1.767E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.332E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'140.29 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.549E+08 | [mm³] |
| J | 1.767E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 49'340.00 | [mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO**



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 178.79 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.183E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 4'930.00 | [mm] | J | 6.075E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'141.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'141.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA**

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 1.767E+02 | 3.869E-01 | 4.188E-01 | 7.368E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.140 | 1.650 | 1.699 | 2.009 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.549E-01 | 2.345E-01 | 2.465E-01 | 3.667E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.359E-04 | 1.107E-03 | 1.312E-03 | 3.352E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 1.767E-01 | 2.959E-01 | 3.079E-01 | 4.277E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 2.649E-01 | 2.882E-01 | 5.643E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 2.747E-01 | 2.994E-01 | 5.958E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 3.299E-01 | 3.630E-01 | 7.952E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.332E-01 | 3.622E-01 | 4.008E-01 | 9.341E-01 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.549E-01 | -1.793E-01 | -1.812E-01 | -2.128E-01 |

**AZIONI SOLLECITANTI**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'331.38 | 0.00 | 573.23 | 0.00 |
| M [kNm] | 5'099.75 | 1'700.91 | 9'034.99 | 927.77 | 15'077.81 | 83.27 | -5'303.71 | 2'579.79 | 364.92 | -745.98 |
| V [kN] | 355.82 | 117.36 | 0.00 | -54.58 | 946.15 | 5.78 | 0.00 | -151.75 | 0.00 | 43.88 |
| γ | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.20 | |
| ψ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | 1.00 | 0.60 | 0.60 | | 0.60 | |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.31 | -1.38 | 4.28 | 0.01 | 2.20 | **5.42** | **19.92** | 3.67 |
| Armatura superiore | 0.00 | 6.19 | -24.77 | 25.31 | 0.08 | 13.88 | **20.69** | 360.00 | 17.40 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 5.16 | -30.60 | 18.96 | 0.06 | 14.56 | **8.15** | 360.00 | 44.18 |
| Estradosso trave metallica | 38.30 | 4.70 | 59.17 | 16.14 | 0.05 | -24.47 | **93.89** | 240.00 | 2.56 |
| Intradosso trave metallica | -32.92 | -9.49 | -20.66 | -70.84 | -0.23 | -15.04 | **-149.18** | 240.00 | 1.61 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.31 | -1.38 | 4.28 | 0.01 | 6.49 | **9.71** | **19.92** | 2.05 |
| Armatura superiore | 0.00 | 6.19 | -24.77 | 25.31 | 0.08 | -1.53 | **5.28** | 360.00 | 68.15 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 5.16 | -30.60 | 18.96 | 0.06 | -1.43 | **-7.85** | 360.00 | 45.87 |
| Estradosso trave metallica | 38.30 | 4.70 | 59.17 | 16.14 | 0.05 | 1.32 | **119.68** | 240.00 | 2.01 |
| Intradosso trave metallica | -32.92 | -9.49 | -20.66 | -70.84 | -0.23 | 2.64 | **-131.50** | 240.00 | 1.83 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.47 | -1.65 | 5.78 | 0.01 | 2.64 | **7.25** | **19.92** | 2.75 |
| Armatura superiore | 0.00 | 9.29 | -29.73 | 34.17 | 0.13 | 16.65 | **30.50** | 391.30 | 12.83 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 7.73 | -36.72 | 25.60 | 0.09 | 17.48 | **14.19** | 391.30 | 27.58 |
| Estradosso trave metallica | 51.70 | 7.04 | 71.00 | 21.79 | 0.08 | -29.36 | **122.26** | 338.10 | 2.77 |
| Intradosso trave metallica | -44.44 | -14.23 | -24.80 | -95.63 | -0.35 | -18.05 | **-197.49** | 338.10 | 1.71 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.47 | -1.65 | 5.78 | 0.01 | -2.64 | **1.97** | **19.92** | 10.12 |
| Armatura superiore | 0.00 | 9.29 | -29.73 | 34.17 | 0.13 | -1.53 | **12.32** | 391.30 | 31.75 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 7.73 | -36.72 | 25.60 | 0.09 | -1.43 | **-4.72** | 391.30 | 82.87 |
| Estradosso trave metallica | 51.70 | 7.04 | 71.00 | 21.79 | 0.08 | 1.58 | **153.20** | 338.10 | 2.21 |
| Intradosso trave metallica | -44.44 | -14.23 | -24.80 | -95.63 | -0.35 | 3.16 | **-176.28** | 338.10 | 1.92 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - CONTRAZIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | 9.74 | 3.57 | -1.33 | 25.89 | 0.11 | -2.21 | **35.75** | **195.20** | 5.46 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ESPANSIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | 9.74 | 3.57 | -1.33 | 25.89 | 0.11 | 0.64 | **38.61** | **195.20** | 5.06 |

## 14.5. Concio 3 - $H_{min}$

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

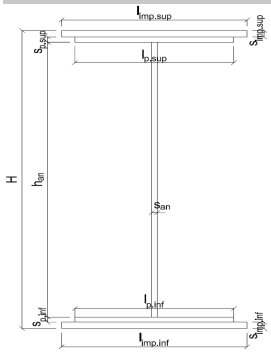
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA**



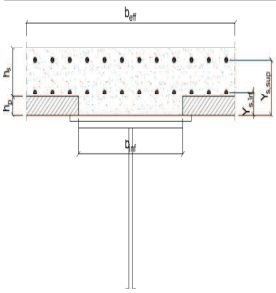
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 2'467.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'347.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 154'940.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.359E+08 | [mm⁴] |
| S | 1.767E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.332E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'140.29 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.549E+08 | [mm³] |
| J | 1.767E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 49'340.00 | [mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO**



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 178.79 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.183E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 4'930.00 | [mm] | J | 6.075E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'141.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'141.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA**

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 1.767E+02 | 3.869E-01 | 4.188E-01 | 7.368E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.140 | 1.650 | 1.699 | 2.009 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.549E-01 | 2.345E-01 | 2.465E-01 | 3.667E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.359E-04 | 1.107E-03 | 1.312E-03 | 3.352E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 1.767E-01 | 2.959E-01 | 3.079E-01 | 4.277E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 2.649E-01 | 2.882E-01 | 5.643E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 2.747E-01 | 2.994E-01 | 5.958E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 3.299E-01 | 3.630E-01 | 7.952E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.332E-01 | 3.622E-01 | 4.008E-01 | 9.341E-01 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.549E-01 | -1.793E-01 | -1.812E-01 | -2.128E-01 |

**AZIONI SOLLECITANTI**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'260.26 | 0.00 | 664.49 | 0.00 |
| M [kNm] | 5'099.75 | 1'700.91 | 9'034.99 | 927.77 | 15'077.81 | 83.27 | -5'258.44 | 2'579.79 | 423.01 | -745.98 |
| V [kN] | 355.82 | 117.36 | 0.00 | -54.58 | 946.15 | 5.78 | 0.00 | -151.75 | 0.00 | 43.88 |
| γ | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.20 | |
| ψ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | 1.00 | 0.60 | 0.60 | | 0.60 | |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.31 | -1.38 | 4.28 | 0.01 | 2.18 | **5.41** | **19.92** | 3.68 |
| Armatura superiore | 0.00 | 6.19 | -24.77 | 25.31 | 0.08 | 13.78 | **20.59** | 360.00 | 17.48 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 5.16 | -30.60 | 18.96 | 0.06 | 14.46 | **8.04** | 360.00 | 44.78 |
| Estradosso trave metallica | 38.30 | 4.70 | 59.17 | 16.14 | 0.05 | -24.24 | **94.11** | 240.00 | 2.55 |
| Intradosso trave metallica | -32.92 | -9.49 | -20.66 | -70.84 | -0.23 | -14.97 | **-149.11** | 240.00 | 1.61 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.31 | -1.38 | 4.28 | 0.01 | 6.48 | **9.71** | **19.92** | 2.05 |
| Armatura superiore | 0.00 | 6.19 | -24.77 | 25.31 | 0.08 | -1.65 | **5.16** | 360.00 | 69.78 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 5.16 | -30.60 | 18.96 | 0.06 | -1.57 | **-7.99** | 360.00 | 45.08 |
| Estradosso trave metallica | 38.30 | 4.70 | 59.17 | 16.14 | 0.05 | 1.60 | **119.96** | 240.00 | 2.00 |
| Intradosso trave metallica | -32.92 | -9.49 | -20.66 | -70.84 | -0.23 | 2.72 | **-131.42** | 240.00 | 1.83 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.47 | -1.65 | 5.78 | 0.01 | 2.62 | **7.23** | **19.92** | 2.76 |
| Armatura superiore | 0.00 | 9.29 | -29.73 | 34.17 | 0.13 | 16.54 | **30.39** | 391.30 | 12.88 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 7.73 | -36.72 | 25.60 | 0.09 | 17.35 | **14.06** | 391.30 | 27.84 |
| Estradosso trave metallica | 51.70 | 7.04 | 71.00 | 21.79 | 0.08 | -29.09 | **122.53** | 338.10 | 2.76 |
| Intradosso trave metallica | -44.44 | -14.23 | -24.80 | -95.63 | -0.35 | -17.97 | **-197.41** | 338.10 | 1.71 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.47 | -1.65 | 5.78 | 0.01 | -2.62 | **1.99** | **19.92** | 10.03 |
| Armatura superiore | 0.00 | 9.29 | -29.73 | 34.17 | 0.13 | -1.65 | **12.20** | 391.30 | 32.08 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 7.73 | -36.72 | 25.60 | 0.09 | -1.57 | **-4.86** | 391.30 | 80.52 |
| Estradosso trave metallica | 51.70 | 7.04 | 71.00 | 21.79 | 0.08 | 1.93 | **153.55** | 338.10 | 2.20 |
| Intradosso trave metallica | -44.44 | -14.23 | -24.80 | -95.63 | -0.35 | 3.27 | **-176.18** | 338.10 | 1.92 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - CONTRAZIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | 9.74 | 3.57 | -1.33 | 25.89 | 0.11 | -2.21 | **35.75** | **195.20** | 5.46 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ESPANSIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | 9.74 | 3.57 | -1.33 | 25.89 | 0.11 | 0.64 | **38.61** | **195.20** | 5.06 |

## 14.6. Concio 3 – $H_{max}$

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

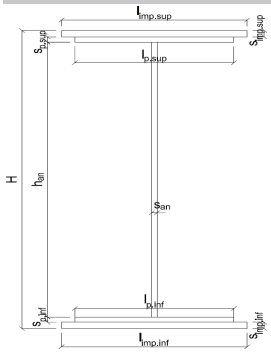
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA**



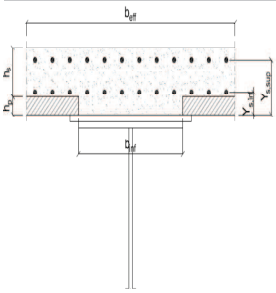
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 2'758.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'638.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 160'760.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.366E+08 | [mm⁴] |
| S | 2.055E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.524E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'278.30 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.764E+08 | [mm³] |
| J | 2.255E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 55'160.00 | [mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO**



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 178.79 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.183E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 4'930.00 | [mm] | J | 6.075E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 100.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'141.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 22'283.60 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 200.00 | [mm] |

☑ SOLETTA FESSURATA

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA**

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 2.055E+02 | 3.017E-01 | 3.017E-01 | 3.017E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.278 | 1.554 | 1.554 | 1.554 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.608E-01 | 1.942E-01 | 1.942E-01 | 1.942E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.366E-04 | 1.366E-04 | 1.366E-04 | 1.366E-04 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 2.255E-01 | 2.965E-01 | 2.965E-01 | 2.965E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | - | - | - |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 2.111E-01 | 2.111E-01 | 2.111E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 2.308E-01 | 2.308E-01 | 2.308E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.524E-01 | 2.462E-01 | 2.462E-01 | 2.462E-01 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.764E-01 | -1.908E-01 | -1.908E-01 | -1.908E-01 |

**AZIONI SOLLECITANTI**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'260.26 | 0.00 | 664.49 | 0.00 |
| M [kNm] | -1'236.08 | -394.15 | 12'723.64 | 1'418.94 | -10'601.13 | -18.99 | -11'424.97 | 3'945.56 | 919.07 | -1'140.91 |
| V [kN] | 1'052.15 | 348.21 | 0.00 | -54.58 | 1'416.03 | 16.94 | 0.00 | -151.75 | 0.00 | 43.88 |
| γ | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.20 | |
| ψ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | 1.00 | 0.60 | 0.60 | | 0.60 | |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -1.87 | -142.49 | -50.22 | -0.05 | 183.33 | -11.30 | 360.00 | 31.86 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -1.71 | -148.21 | -45.93 | -0.05 | 185.15 | -10.75 | 360.00 | 33.48 |
| Estradosso trave metallica | -8.11 | -1.60 | 101.01 | -43.07 | -0.05 | -60.77 | -12.58 | 240.00 | 19.07 |
| Intradosso trave metallica | 7.01 | 2.07 | -30.56 | 55.56 | 0.06 | -19.02 | 15.11 | 240.00 | 15.89 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -1.87 | -142.49 | -50.22 | -0.05 | -17.09 | -211.72 | 360.00 | 1.70 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -1.71 | -148.21 | -45.93 | -0.05 | -17.03 | -212.93 | 360.00 | 1.69 |
| Estradosso trave metallica | -8.11 | -1.60 | 101.01 | -43.07 | -0.05 | 2.88 | 51.07 | 240.00 | 4.70 |
| Intradosso trave metallica | 7.01 | 2.07 | -30.56 | 55.56 | 0.06 | 4.12 | 38.25 | 240.00 | 6.28 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -2.80 | -170.99 | -67.79 | -0.08 | 219.99 | -21.67 | 391.30 | 18.06 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -2.56 | -177.86 | -62.00 | -0.07 | 222.17 | -20.32 | 391.30 | 19.26 |
| Estradosso trave metallica | -10.95 | -2.40 | 121.21 | -58.14 | -0.07 | -72.92 | -23.27 | 338.10 | 14.53 |
| Intradosso trave metallica | 9.46 | 3.10 | -36.67 | 75.00 | 0.09 | -22.82 | 28.15 | 338.10 | 12.01 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -2.80 | -170.99 | -67.79 | -0.08 | -17.09 | -258.75 | 391.30 | 1.51 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -2.56 | -177.86 | -62.00 | -0.07 | -17.03 | -259.53 | 391.30 | 1.51 |
| Estradosso trave metallica | -10.95 | -2.40 | 121.21 | -58.14 | -0.07 | 3.46 | 53.11 | 338.10 | 6.37 |
| Intradosso trave metallica | 9.46 | 3.10 | -36.67 | 75.00 | 0.09 | 4.94 | 55.92 | 338.10 | 6.05 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - CONTRAZIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | 25.75 | 9.47 | -1.19 | 34.66 | 0.28 | -1.98 | 66.98 | 195.20 | 2.91 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ESPANSIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | 25.75 | 9.47 | -1.19 | 34.66 | 0.28 | 0.57 | 69.54 | 195.20 | 2.81 |

## 14.7. Concio 4 - $H_{min}$

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

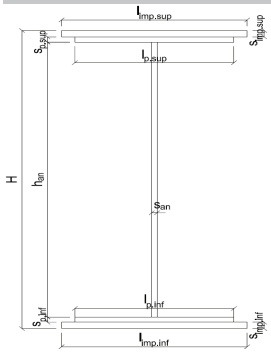
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA**



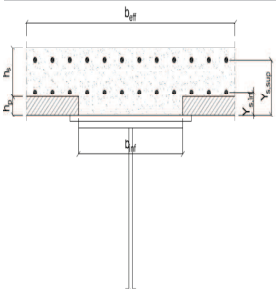
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 2'758.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'638.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 160'760.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.366E+08 | [mm⁴] |
| S | 2.055E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.524E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'278.30 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.764E+08 | [mm³] |
| J | 2.255E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 55'160.00 | [mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO**



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 178.79 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.183E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 4'930.00 | [mm] | J | 6.075E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 100.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'141.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 22'283.60 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 200.00 | [mm] |

☑ SOLETTA FESSURATA

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA**

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 2.055E+02 | 3.017E-01 | 3.017E-01 | 3.017E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.278 | 1.554 | 1.554 | 1.554 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.608E-01 | 1.942E-01 | 1.942E-01 | 1.942E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.366E-04 | 1.366E-04 | 1.366E-04 | 1.366E-04 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 2.255E-01 | 2.965E-01 | 2.965E-01 | 2.965E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | - | - | - |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 2.111E-01 | 2.111E-01 | 2.111E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 2.308E-01 | 2.308E-01 | 2.308E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.524E-01 | 2.462E-01 | 2.462E-01 | 2.462E-01 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.764E-01 | -1.908E-01 | -1.908E-01 | -1.908E-01 |

**AZIONI SOLLECITANTI**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'130.30 | 0.00 | 899.67 | 0.00 |
| M [kNm] | -1'236.08 | -394.15 | 12'723.64 | 1'418.94 | -10'601.13 | -18.99 | -11'245.22 | 3'945.56 | 1'244.36 | -1'140.91 |
| V [kN] | 1'052.15 | 348.21 | 0.00 | -54.58 | 1'416.03 | 16.94 | 0.00 | -151.75 | 0.00 | 43.88 |
| γ | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.20 | |
| ψ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | 1.00 | 0.60 | 0.60 | | 0.60 | |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -1.87 | -142.49 | -50.22 | -0.05 | 180.62 | -14.01 | 360.00 | 25.70 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -1.71 | -148.21 | -45.93 | -0.05 | 182.39 | -13.50 | 360.00 | 26.66 |
| Estradosso trave metallica | -8.11 | -1.60 | 101.01 | -43.07 | -0.05 | -59.66 | -11.48 | 240.00 | 20.91 |
| Intradosso trave metallica | 7.01 | 2.07 | -30.56 | 55.56 | 0.06 | -18.92 | 15.21 | 240.00 | 15.78 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -1.87 | -142.49 | -50.22 | -0.05 | -21.99 | -216.62 | 360.00 | 1.66 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -1.71 | -148.21 | -45.93 | -0.05 | -22.01 | -217.91 | 360.00 | 1.65 |
| Estradosso trave metallica | -8.11 | -1.60 | 101.01 | -43.07 | -0.05 | 4.89 | 53.07 | 240.00 | 4.52 |
| Intradosso trave metallica | 7.01 | 2.07 | -30.56 | 55.56 | 0.06 | 4.31 | 38.44 | 240.00 | 6.24 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -2.80 | -170.99 | -67.79 | -0.08 | 216.75 | -24.92 | 391.30 | 15.70 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -2.56 | -177.86 | -62.00 | -0.07 | 218.87 | -23.62 | 391.30 | 16.57 |
| Estradosso trave metallica | -10.95 | -2.40 | 121.21 | -58.14 | -0.07 | -71.59 | -21.94 | 338.10 | 15.41 |
| Intradosso trave metallica | 9.46 | 3.10 | -36.67 | 75.00 | 0.09 | -22.70 | 28.28 | 338.10 | 11.96 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -2.80 | -170.99 | -67.79 | -0.08 | -21.99 | -263.65 | 391.30 | 1.48 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -2.56 | -177.86 | -62.00 | -0.07 | -22.01 | -264.51 | 391.30 | 1.48 |
| Estradosso trave metallica | -10.95 | -2.40 | 121.21 | -58.14 | -0.07 | 5.86 | 55.51 | 338.10 | 6.09 |
| Intradosso trave metallica | 9.46 | 3.10 | -36.67 | 75.00 | 0.09 | 5.17 | 56.14 | 338.10 | 6.02 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - CONTRAZIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | 25.75 | 9.47 | -1.19 | 34.66 | 0.28 | -1.98 | 66.98 | 195.20 | 2.91 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ESPANSIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | 25.75 | 9.47 | -1.19 | 34.66 | 0.28 | 0.57 | 69.54 | 195.20 | 2.81 |

## 14.8. Concio 4 – $H_{max}$

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

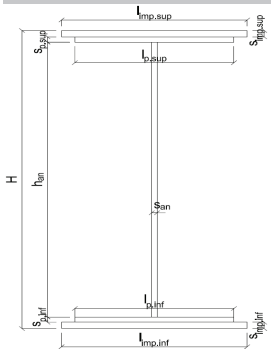
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA**



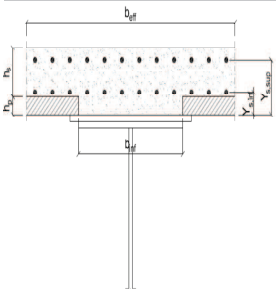
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 3'279.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 3'159.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 171'180.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.380E+08 | [mm⁴] |
| S | 2.613E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.884E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'526.67 | [mm] | $W_{inf}$ | -2.163E+08 | [mm³] |
| J | 3.302E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 65'580.00 | [mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO**



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 178.79 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.183E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 4'930.00 | [mm] | J | 6.075E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 100.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'141.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 22'283.60 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 200.00 | [mm] |

☑ SOLETTA FESSURATA

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA**

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 2.613E+02 | 3.749E-01 | 3.749E-01 | 3.749E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.527 | 1.833 | 1.833 | 1.833 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.712E-01 | 2.046E-01 | 2.046E-01 | 2.046E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.380E-04 | 1.380E-04 | 1.380E-04 | 1.380E-04 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 3.302E-01 | 4.283E-01 | 4.283E-01 | 4.283E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | - | - | - |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 2.601E-01 | 2.601E-01 | 2.601E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 2.806E-01 | 2.806E-01 | 2.806E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.884E-01 | 2.961E-01 | 2.961E-01 | 2.961E-01 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -2.163E-01 | -2.337E-01 | -2.337E-01 | -2.337E-01 |

**AZIONI SOLLECITANTI**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'130.30 | 0.00 | 899.67 | 0.00 |
| M [kNm] | -13'838.88 | -4'566.87 | 14'771.45 | 1'910.12 | -15'035.07 | -219.26 | -13'213.70 | 5'311.33 | 1'462.18 | -1'535.84 |
| V [kN] | 1'748.48 | 579.06 | 0.00 | -54.58 | 1'907.00 | 27.56 | 0.00 | -151.75 | 0.00 | 43.88 |
| γ | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.20 | |
| ψ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | 1.00 | 0.60 | 0.60 | | 0.60 | |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI SICUREZZA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -17.56 | -147.58 | -57.80 | -0.51 | 185.27 | **-38.16** | 360.00 | 9.43 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -16.28 | -152.25 | -53.58 | -0.47 | 186.60 | **-35.98** | 360.00 | 10.01 |
| Estradosso trave metallica | -73.45 | -15.42 | 97.67 | -50.78 | -0.44 | -55.75 | **-98.17** | 240.00 | 2.44 |
| Intradosso trave metallica | 63.99 | 19.54 | -30.04 | 64.33 | 0.56 | -19.45 | **98.94** | 240.00 | 2.43 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI SICUREZZA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -17.56 | -147.58 | -57.80 | -0.51 | -22.69 | **-246.12** | 360.00 | 1.46 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -16.28 | -152.25 | -53.58 | -0.47 | -22.68 | **-245.25** | 360.00 | 1.47 |
| Estradosso trave metallica | -73.45 | -15.42 | 97.67 | -50.78 | -0.44 | 4.25 | **-38.17** | 240.00 | 6.29 |
| Intradosso trave metallica | 63.99 | 19.54 | -30.04 | 64.33 | 0.56 | 4.59 | **122.97** | 240.00 | 1.95 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI SICUREZZA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -26.33 | -177.09 | -78.02 | -0.76 | 222.33 | **-59.88** | 391.30 | 6.53 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -24.41 | -182.70 | -72.34 | -0.70 | 223.92 | **-56.23** | 391.30 | 6.96 |
| Estradosso trave metallica | -99.16 | -23.13 | 117.21 | -68.55 | -0.67 | -66.90 | **-141.19** | 338.10 | 2.39 |
| Intradosso trave metallica | 86.39 | 29.31 | -36.04 | 86.84 | 0.84 | -23.34 | **144.00** | 338.10 | 2.35 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI SICUREZZA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -26.33 | -177.09 | -78.02 | -0.76 | -22.69 | **-304.90** | 391.30 | 1.28 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -24.41 | -182.70 | -72.34 | -0.70 | -22.68 | **-302.83** | 391.30 | 1.29 |
| Estradosso trave metallica | -99.16 | -23.13 | 117.21 | -68.55 | -0.67 | 5.10 | **-69.20** | 338.10 | 4.89 |
| Intradosso trave metallica | 86.39 | 29.31 | -36.04 | 86.84 | 0.84 | 5.50 | **172.85** | 338.10 | 1.96 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - CONTRAZIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI SICUREZZA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | |
| Anima trave metallica | 35.99 | 13.24 | -1.00 | 39.26 | 0.38 | -1.67 | **86.21** | **195.20** | 2.26 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ESPANSIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI SICUREZZA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | |
| Anima trave metallica | 35.99 | 13.24 | -1.00 | 39.26 | 0.38 | 0.48 | **88.36** | **195.20** | 2.21 |

## 14.9. Concio 5 – $H_{min}$

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

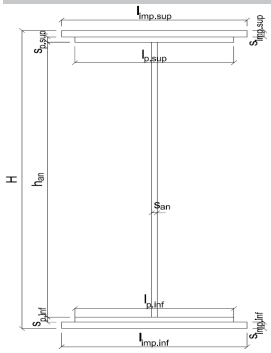
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA**



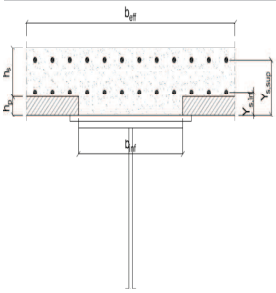
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 3'279.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 3'159.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 171'180.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.380E+08 | [mm⁴] |
| S | 2.613E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.884E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'526.67 | [mm] | $W_{inf}$ | -2.163E+08 | [mm³] |
| J | 3.302E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 65'580.00 | [mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO**



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 178.79 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.183E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 4'930.00 | [mm] | J | 6.075E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 100.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'141.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 22'283.60 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 200.00 | [mm] |

☑ SOLETTA FESSURATA

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA**

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 2.613E+02 | 3.749E-01 | 3.749E-01 | 3.749E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.527 | 1.833 | 1.833 | 1.833 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.712E-01 | 2.046E-01 | 2.046E-01 | 2.046E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.380E-04 | 1.380E-04 | 1.380E-04 | 1.380E-04 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 3.302E-01 | 4.283E-01 | 4.283E-01 | 4.283E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | - | - | - |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 2.601E-01 | 2.601E-01 | 2.601E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 2.806E-01 | 2.806E-01 | 2.806E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.884E-01 | 2.961E-01 | 2.961E-01 | 2.961E-01 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -2.163E-01 | -2.337E-01 | -2.337E-01 | -2.337E-01 |

**AZIONI SOLLECITANTI**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'027.56 | 0.00 | 1'186.23 | 0.00 |
| M [kNm] | -13'838.88 | -4'566.87 | 14'771.45 | 1'910.12 | -15'035.07 | -219.26 | -13'046.73 | 5'311.33 | 1'927.91 | -1'535.84 |
| V [kN] | 1'748.48 | 579.06 | 0.00 | -54.58 | 1'907.00 | 27.56 | 0.00 | -151.75 | 0.00 | 43.88 |
| γ | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.20 | |
| ψ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | 1.00 | 0.60 | 0.60 | | 0.60 | |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI SICUREZZA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -17.56 | -147.58 | -57.80 | -0.51 | 183.09 | -40.35 | 360.00 | 8.92 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -16.28 | -152.25 | -53.58 | -0.47 | 184.39 | -38.19 | 360.00 | 9.43 |
| Estradosso trave metallica | -73.45 | -15.42 | 97.67 | -50.78 | -0.44 | -54.91 | -97.33 | 240.00 | 2.47 |
| Intradosso trave metallica | 63.99 | 19.54 | -30.04 | 64.33 | 0.56 | -19.38 | 99.01 | 240.00 | 2.42 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI SICUREZZA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -17.56 | -147.58 | -57.80 | -0.51 | -28.79 | -252.22 | 360.00 | 1.43 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -16.28 | -152.25 | -53.58 | -0.47 | -28.85 | -251.43 | 360.00 | 1.43 |
| Estradosso trave metallica | -73.45 | -15.42 | 97.67 | -50.78 | -0.44 | 6.59 | -35.83 | 240.00 | 6.70 |
| Intradosso trave metallica | 63.99 | 19.54 | -30.04 | 64.33 | 0.56 | 4.79 | 123.18 | 240.00 | 1.95 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI SICUREZZA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -26.33 | -177.09 | -78.02 | -0.76 | 219.71 | -62.50 | 391.30 | 6.26 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -24.41 | -182.70 | -72.34 | -0.70 | 221.27 | -58.89 | 391.30 | 6.64 |
| Estradosso trave metallica | -99.16 | -23.13 | 117.21 | -68.55 | -0.67 | -65.89 | -140.18 | 338.10 | 2.41 |
| Intradosso trave metallica | 86.39 | 29.31 | -36.04 | 86.84 | 0.84 | -23.25 | 144.09 | 338.10 | 2.35 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI SICUREZZA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -26.33 | -177.09 | -78.02 | -0.76 | -28.79 | -311.00 | 391.30 | 1.26 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -24.41 | -182.70 | -72.34 | -0.70 | -28.85 | -309.01 | 391.30 | 1.27 |
| Estradosso trave metallica | -99.16 | -23.13 | 117.21 | -68.55 | -0.67 | 7.91 | -66.38 | 338.10 | 5.09 |
| Intradosso trave metallica | 86.39 | 29.31 | -36.04 | 86.84 | 0.84 | 5.75 | 173.09 | 338.10 | 1.95 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - CONTRAZIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI SICUREZZA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | |
| Anima trave metallica | 35.99 | 13.24 | -1.00 | 39.26 | 0.38 | -1.67 | 86.21 | 195.20 | 2.26 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ESPANSIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI SICUREZZA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | |
| Anima trave metallica | 35.99 | 13.24 | -1.00 | 39.26 | 0.38 | 0.48 | 88.36 | 195.20 | 2.21 |

## 14.10. Concio 5 – $H_{max}$

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

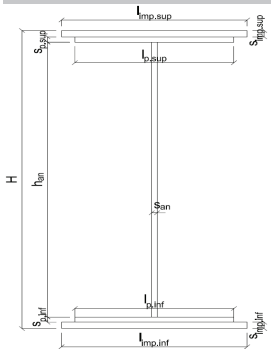
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA**



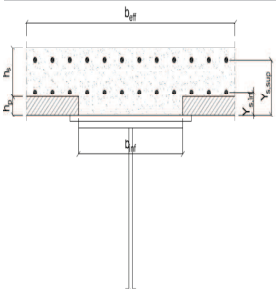
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 3'600.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 3'480.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 177'600.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.389E+08 | [mm⁴] |
| S | 2.984E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 2.115E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'680.41 | [mm] | $W_{inf}$ | -2.417E+08 | [mm³] |
| J | 4.061E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 72'000.00 | [mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO**



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 178.79 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.183E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 4'930.00 | [mm] | J | 6.075E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 100.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'141.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 22'283.60 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 200.00 | [mm] |

☑ SOLETTA FESSURATA

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA**

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 2.984E+02 | 4.228E-01 | 4.228E-01 | 4.228E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.680 | 2.003 | 2.003 | 2.003 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.776E-01 | 2.110E-01 | 2.110E-01 | 2.110E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.389E-04 | 1.389E-04 | 1.389E-04 | 1.389E-04 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 4.061E-01 | 5.232E-01 | 5.232E-01 | 5.232E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | - | - | - |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 2.912E-01 | 2.912E-01 | 2.912E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 3.121E-01 | 3.121E-01 | 3.121E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 2.115E-01 | 3.277E-01 | 3.277E-01 | 3.277E-01 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -2.417E-01 | -2.612E-01 | -2.612E-01 | -2.612E-01 |

**AZIONI SOLLECITANTI**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'027.56 | 0.00 | 1'186.23 | 0.00 |
| M [kNm] | -23'548.39 | -7'782.80 | 16'040.80 | 2'182.99 | -20'334.16 | -370.94 | -14'251.48 | 6'070.09 | 2'105.94 | -1'755.25 |
| V [kN] | 2'135.33 | 707.31 | 0.00 | -54.58 | 2'182.07 | 33.11 | 0.00 | -151.75 | 0.00 | 43.88 |
| γ | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.20 | |
| ψ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | 1.00 | 0.60 | 0.60 | | 0.60 | |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI SICUREZZA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -26.72 | -150.39 | -69.82 | -0.76 | 185.27 | **-62.43** | 360.00 | 5.77 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -24.94 | -154.57 | -65.16 | -0.71 | 186.39 | **-58.98** | 360.00 | 6.10 |
| Estradosso trave metallica | -111.31 | -23.75 | 95.69 | -62.05 | -0.68 | -53.02 | **-155.12** | 240.00 | 1.55 |
| Intradosso trave metallica | 97.44 | 29.80 | -29.70 | 77.86 | 0.85 | -19.24 | **157.02** | 240.00 | 1.53 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI SICUREZZA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -26.72 | -150.39 | -69.82 | -0.76 | -29.15 | **-276.84** | 360.00 | 1.30 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -24.94 | -154.57 | -65.16 | -0.71 | -29.19 | **-274.57** | 360.00 | 1.31 |
| Estradosso trave metallica | -111.31 | -23.75 | 95.69 | -62.05 | -0.68 | 6.26 | **-95.84** | 240.00 | 2.50 |
| Intradosso trave metallica | 97.44 | 29.80 | -29.70 | 77.86 | 0.85 | 4.82 | **181.07** | 240.00 | 1.33 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI SICUREZZA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -40.08 | -180.46 | -94.26 | -1.15 | 222.32 | **-93.63** | 391.30 | 4.18 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -37.41 | -185.48 | -87.96 | -1.07 | 223.67 | **-88.24** | 391.30 | 4.43 |
| Estradosso trave metallica | -150.28 | -35.62 | 114.83 | -83.76 | -1.02 | -63.62 | **-219.48** | 338.10 | 1.54 |
| Intradosso trave metallica | 131.55 | 44.70 | -35.64 | 105.11 | 1.28 | -23.09 | **223.91** | 338.10 | 1.51 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI SICUREZZA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -40.08 | -180.46 | -94.26 | -1.15 | -29.15 | **-345.10** | 391.30 | 1.13 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -37.41 | -185.48 | -87.96 | -1.07 | -29.19 | **-341.11** | 391.30 | 1.15 |
| Estradosso trave metallica | -150.28 | -35.62 | 114.83 | -83.76 | -1.02 | 7.52 | **-148.34** | 338.10 | 2.28 |
| Intradosso trave metallica | 131.55 | 44.70 | -35.64 | 105.11 | 1.28 | 5.78 | **252.78** | 338.10 | 1.34 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - CONTRAZIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI SICUREZZA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | |
| Anima trave metallica | 40.04 | 14.74 | -0.91 | 40.91 | 0.41 | -1.52 | **93.67** | **195.20** | 2.08 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ESPANSIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI SICUREZZA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | |
| Anima trave metallica | 40.04 | 14.74 | -0.91 | 40.91 | 0.41 | 0.44 | **95.63** | **195.20** | 2.04 |

## 14.11. Concio 6 – $H_{max}$

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

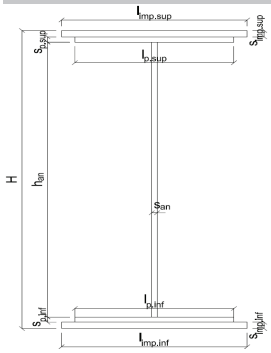
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA**



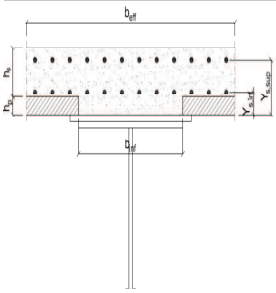
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 3'303.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 3'183.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 171'660.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.381E+08 | [mm⁴] |
| S | 2.640E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.901E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'538.15 | [mm] | $W_{inf}$ | -2.181E+08 | [mm³] |
| J | 3.355E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 66'060.00 | [mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO**



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 178.79 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.183E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 4'930.00 | [mm] | J | 6.075E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 100.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'141.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 22'283.60 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 200.00 | [mm] |

☑ SOLETTA FESSURATA

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA**

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 2.640E+02 | 3.785E-01 | 3.785E-01 | 3.785E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.538 | 1.845 | 1.845 | 1.845 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.717E-01 | 2.051E-01 | 2.051E-01 | 2.051E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.381E-04 | 1.381E-04 | 1.381E-04 | 1.381E-04 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 3.355E-01 | 4.350E-01 | 4.350E-01 | 4.350E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | - | - | - |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 2.624E-01 | 2.624E-01 | 2.624E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 2.829E-01 | 2.829E-01 | 2.829E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.901E-01 | 2.985E-01 | 2.985E-01 | 2.985E-01 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -2.181E-01 | -2.357E-01 | -2.357E-01 | -2.357E-01 |

**AZIONI SOLLECITANTI**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'131.14 | 0.00 | 897.78 | 0.00 |
| M [kNm] | -12'910.01 | -4'255.92 | 14'866.16 | 2'182.99 | -11'741.57 | -204.57 | -13'306.12 | 6'070.09 | 1'469.16 | -1'755.25 |
| V [kN] | -1'934.25 | -641.25 | 0.00 | 0.00 | -2'083.16 | -30.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| γ | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.20 | |
| ψ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | 1.00 | 0.60 | 0.60 | | 0.60 | |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -16.22 | -146.84 | -44.74 | -0.47 | 187.07 | -21.19 | 360.00 | 16.99 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -15.04 | -151.54 | -41.50 | -0.43 | 188.27 | -20.25 | 360.00 | 17.78 |
| Estradosso trave metallica | -67.90 | -14.26 | 98.37 | -39.34 | -0.41 | -54.19 | -77.75 | 240.00 | 3.09 |
| Intradosso trave metallica | 59.18 | 18.05 | -31.08 | 49.81 | 0.52 | -21.23 | 75.25 | 240.00 | 3.19 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -16.22 | -146.84 | -44.74 | -0.47 | -23.14 | -231.39 | 360.00 | 1.56 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -15.04 | -151.54 | -41.50 | -0.43 | -23.09 | -231.60 | 360.00 | 1.55 |
| Estradosso trave metallica | -67.90 | -14.26 | 98.37 | -39.34 | -0.41 | 3.80 | -19.75 | 240.00 | 12.15 |
| Intradosso trave metallica | 59.18 | 18.05 | -31.08 | 49.81 | 0.52 | 5.11 | 101.59 | 240.00 | 2.36 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -24.32 | -176.20 | -60.40 | -0.70 | 224.49 | -37.14 | 391.30 | 10.54 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -22.56 | -181.85 | -56.03 | -0.65 | 225.92 | -35.16 | 391.30 | 11.13 |
| Estradosso trave metallica | -91.67 | -21.39 | 118.04 | -53.11 | -0.62 | -65.03 | -113.78 | 338.10 | 2.97 |
| Intradosso trave metallica | 79.90 | 27.08 | -37.29 | 67.24 | 0.78 | -25.48 | 112.22 | 338.10 | 3.01 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Armatura superiore | 0.00 | -24.32 | -176.20 | -60.40 | -0.70 | -23.14 | -284.76 | 391.30 | 1.37 |
| Armatura inferiore | 0.00 | -22.56 | -181.85 | -56.03 | -0.65 | -23.09 | -284.17 | 391.30 | 1.38 |
| Estradosso trave metallica | -91.67 | -21.39 | 118.04 | -53.11 | -0.62 | 4.56 | -44.19 | 338.10 | 7.65 |
| Intradosso trave metallica | 79.90 | 27.08 | -37.29 | 67.24 | 0.78 | 6.13 | 143.83 | 338.10 | 2.35 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - CONTRAZIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | -39.53 | -14.56 | 0.00 | -42.57 | -0.42 | 0.00 | -97.08 | 195.20 | 2.01 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ESPANSIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | -39.53 | -14.56 | 0.00 | -42.57 | -0.42 | 0.00 | -97.08 | 195.20 | 2.01 |

## 14.12. Concio 6 - $H_{min}$

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

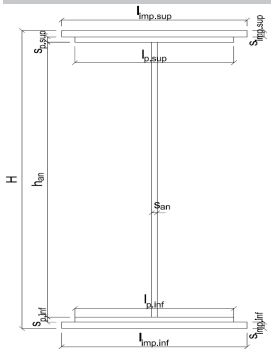
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA**



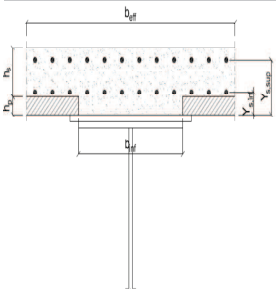
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 2'728.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'608.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 160'160.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.366E+08 | [mm⁴] |
| S | 2.025E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.504E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'264.05 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.742E+08 | [mm³] |
| J | 2.202E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 54'560.00 | [mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO**



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 178.79 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.183E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 4'930.00 | [mm] | J | 6.075E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'141.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'141.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA**

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 2.025E+02 | 4.334E-01 | 4.685E-01 | 8.179E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.264 | 1.808 | 1.861 | 2.199 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.602E-01 | 2.397E-01 | 2.517E-01 | 3.719E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.366E-04 | 1.108E-03 | 1.313E-03 | 3.353E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 2.202E-01 | 3.636E-01 | 3.782E-01 | 5.239E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 2.982E-01 | 3.241E-01 | 6.319E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 3.083E-01 | 3.356E-01 | 6.639E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 3.638E-01 | 3.994E-01 | 8.601E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.504E-01 | 3.954E-01 | 4.362E-01 | 9.902E-01 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.742E-01 | -2.011E-01 | -2.033E-01 | -2.383E-01 |

**AZIONI SOLLECITANTI**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'131.14 | 0.00 | 897.78 | 0.00 |
| M [kNm] | 2'563.99 | 874.08 | 9'871.43 | 2'182.99 | 10'399.30 | 41.43 | -5'755.90 | 6'070.09 | 635.52 | -1'755.25 |
| V [kN] | -1'160.55 | -384.75 | 0.00 | 0.00 | -1'575.77 | -18.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| γ | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.20 | |
| ψ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | 1.00 | 0.60 | 0.60 | | 0.60 | |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.14 | -1.26 | 2.64 | 0.00 | 2.70 | **4.22** | **19.92** | 4.73 |
| Armatura superiore | 0.00 | 2.84 | -22.84 | 15.66 | 0.04 | 16.82 | **12.51** | 360.00 | 28.77 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 2.40 | -28.57 | 12.09 | 0.03 | 16.75 | **2.70** | 360.00 | 133.35 |
| Estradosso trave metallica | 17.05 | 2.21 | 61.23 | 10.50 | 0.03 | -21.67 | **69.35** | 240.00 | 3.46 |
| Intradosso trave metallica | -14.72 | -4.35 | -25.71 | -43.65 | -0.10 | -22.65 | **-111.18** | 240.00 | 2.16 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.14 | -1.26 | 2.64 | 0.00 | 6.37 | **7.89** | **19.92** | 2.53 |
| Armatura superiore | 0.00 | 2.84 | -22.84 | 15.66 | 0.04 | -2.84 | **-7.14** | 360.00 | 50.43 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 2.40 | -28.57 | 12.09 | 0.03 | -2.61 | **-16.66** | 360.00 | 21.61 |
| Estradosso trave metallica | 17.05 | 2.21 | 61.23 | 10.50 | 0.03 | 1.74 | **92.75** | 240.00 | 2.59 |
| Intradosso trave metallica | -14.72 | -4.35 | -25.71 | -43.65 | -0.10 | 5.23 | **-83.29** | 240.00 | 2.88 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.21 | -1.52 | 3.56 | 0.01 | 3.24 | **5.50** | **19.92** | 3.62 |
| Armatura superiore | 0.00 | 4.25 | -27.40 | 21.15 | 0.06 | 20.18 | **18.23** | 391.30 | 21.47 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 3.60 | -34.29 | 16.32 | 0.04 | 20.10 | **5.78** | 391.30 | 67.67 |
| Estradosso trave metallica | 23.01 | 3.32 | 73.48 | 14.18 | 0.04 | -26.00 | **88.02** | 338.10 | 3.84 |
| Intradosso trave metallica | -19.87 | -6.52 | -30.85 | -58.92 | -0.16 | -27.18 | **-143.50** | 338.10 | 2.36 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.21 | -1.52 | 3.56 | 0.01 | -3.24 | **-0.97** | **19.92** | 20.47 |
| Armatura superiore | 0.00 | 4.25 | -27.40 | 21.15 | 0.06 | -2.84 | **-4.79** | 391.30 | 81.75 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 3.60 | -34.29 | 16.32 | 0.04 | -2.61 | **-16.92** | 391.30 | 23.12 |
| Estradosso trave metallica | 23.01 | 3.32 | 73.48 | 14.18 | 0.04 | 2.08 | **116.11** | 338.10 | 2.91 |
| Intradosso trave metallica | -19.87 | -6.52 | -30.85 | -58.92 | -0.16 | 6.28 | **-110.04** | 338.10 | 3.07 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - CONTRAZIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | -28.72 | -10.58 | 0.00 | -38.99 | -0.31 | 0.00 | **-78.59** | **195.20** | 2.48 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ESPANSIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | -28.72 | -10.58 | 0.00 | -38.99 | -0.31 | 0.00 | **-78.59** | **195.20** | 2.48 |

## 14.13. Concio 7 - $H_{max}$

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

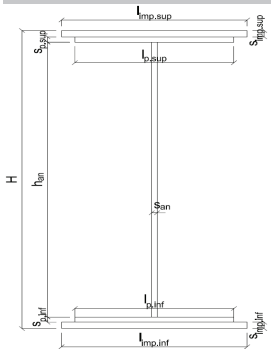
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



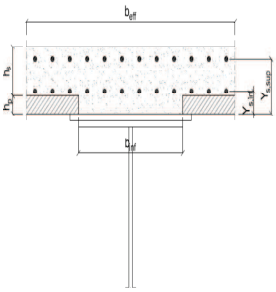
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 2'728.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'608.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 160'160.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.366E+08 | [mm⁴] |
| S | 2.025E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.504E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'264.05 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.742E+08 | [mm³] |
| J | 2.202E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 54'560.00 | [mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 178.79 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.183E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 4'930.00 | [mm] | J | 6.075E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'141.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'141.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 2.025E+02 | 4.334E-01 | 4.685E-01 | 8.179E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.264 | 1.808 | 1.861 | 2.199 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.602E-01 | 2.397E-01 | 2.517E-01 | 3.719E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.366E-04 | 1.108E-03 | 1.313E-03 | 3.353E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 2.202E-01 | 3.636E-01 | 3.782E-01 | 5.239E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 2.982E-01 | 3.241E-01 | 6.319E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 3.083E-01 | 3.356E-01 | 6.639E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 3.638E-01 | 3.994E-01 | 8.601E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.504E-01 | 3.954E-01 | 4.362E-01 | 9.902E-01 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.742E-01 | -2.011E-01 | -2.033E-01 | -2.383E-01 |

**AZIONI SOLLECITANTI**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'271.49 | 0.00 | 648.67 | 0.00 |
| M [kNm] | 2'563.99 | 874.08 | 9'871.43 | 2'182.99 | 10'399.30 | 41.43 | -5'855.26 | 6'070.09 | 459.18 | -1'755.25 |
| V [kN] | -1'160.55 | -384.75 | 0.00 | 0.00 | -1'575.77 | -18.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| γ | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.20 | |
| ψ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | 1.00 | 0.60 | 0.60 | | 0.60 | |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.14 | -1.26 | 2.64 | 0.00 | 2.73 | **4.25** | **19.92** | 4.69 |
| Armatura superiore | 0.00 | 2.84 | -22.84 | 15.66 | 0.04 | 17.01 | **12.71** | 360.00 | 28.32 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 2.40 | -28.57 | 12.09 | 0.03 | 16.97 | **2.92** | 360.00 | 123.47 |
| Estradosso trave metallica | 17.05 | 2.21 | 61.23 | 10.50 | 0.03 | -22.11 | **68.91** | 240.00 | 3.48 |
| Intradosso trave metallica | -14.72 | -4.35 | -25.71 | -43.65 | -0.10 | -22.78 | **-111.30** | 240.00 | 2.16 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.14 | -1.26 | 2.64 | 0.00 | 6.34 | **7.86** | **19.92** | 2.53 |
| Armatura superiore | 0.00 | 2.84 | -22.84 | 15.66 | 0.04 | -2.49 | **-6.79** | 360.00 | 53.01 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 2.40 | -28.57 | 12.09 | 0.03 | -2.22 | **-16.27** | 360.00 | 22.12 |
| Estradosso trave metallica | 17.05 | 2.21 | 61.23 | 10.50 | 0.03 | 0.96 | **91.98** | 240.00 | 2.61 |
| Intradosso trave metallica | -14.72 | -4.35 | -25.71 | -43.65 | -0.10 | 5.01 | **-83.52** | 240.00 | 2.87 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.21 | -1.52 | 3.56 | 0.01 | 3.27 | **5.53** | **19.92** | 3.60 |
| Armatura superiore | 0.00 | 4.25 | -27.40 | 21.15 | 0.06 | 20.41 | **18.46** | 391.30 | 21.19 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 3.60 | -34.29 | 16.32 | 0.04 | 20.36 | **6.04** | 391.30 | 64.77 |
| Estradosso trave metallica | 23.01 | 3.32 | 73.48 | 14.18 | 0.04 | -26.53 | **87.49** | 338.10 | 3.86 |
| Intradosso trave metallica | -19.87 | -6.52 | -30.85 | -58.92 | -0.16 | -27.34 | **-143.65** | 338.10 | 2.35 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.21 | -1.52 | 3.56 | 0.01 | -3.27 | **-1.01** | **19.92** | 19.73 |
| Armatura superiore | 0.00 | 4.25 | -27.40 | 21.15 | 0.06 | -2.49 | **-4.44** | 391.30 | 88.14 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 3.60 | -34.29 | 16.32 | 0.04 | -2.22 | **-16.54** | 391.30 | 23.66 |
| Estradosso trave metallica | 23.01 | 3.32 | 73.48 | 14.18 | 0.04 | 1.15 | **115.17** | 338.10 | 2.94 |
| Intradosso trave metallica | -19.87 | -6.52 | -30.85 | -58.92 | -0.16 | 6.01 | **-110.31** | 338.10 | 3.06 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - CONTRAZIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | -28.72 | -10.58 | 0.00 | -38.99 | -0.31 | 0.00 | **-78.59** | **195.20** | 2.48 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ESPANSIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | -28.72 | -10.58 | 0.00 | -38.99 | -0.31 | 0.00 | **-78.59** | **195.20** | 2.48 |

## 14.14. Concio 7 - $H_{min}$

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

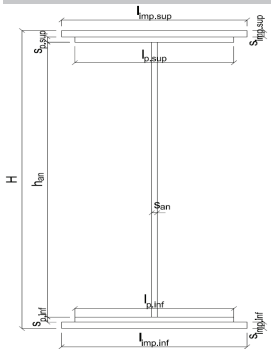
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



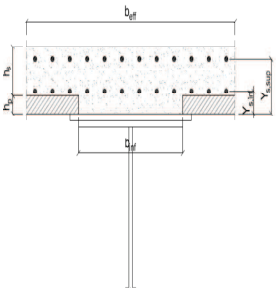
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 2'438.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'318.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 154'360.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.358E+08 | [mm⁴] |
| S | 1.739E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.313E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'126.57 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.528E+08 | [mm³] |
| J | 1.722E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 48'760.00 | [mm²] |

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 178.79 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.183E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 4'930.00 | [mm] | J | 6.075E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'141.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'141.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 1.739E+02 | 3.818E-01 | 4.133E-01 | 7.279E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.127 | 1.632 | 1.681 | 1.988 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.544E-01 | 2.339E-01 | 2.459E-01 | 3.661E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.358E-04 | 1.107E-03 | 1.312E-03 | 3.352E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 1.722E-01 | 2.888E-01 | 3.005E-01 | 4.176E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 2.612E-01 | 2.843E-01 | 5.568E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 2.711E-01 | 2.954E-01 | 5.882E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 3.261E-01 | 3.589E-01 | 7.880E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.313E-01 | 3.585E-01 | 3.969E-01 | 9.281E-01 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.528E-01 | -1.769E-01 | -1.788E-01 | -2.101E-01 |

**AZIONI SOLLECITANTI**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'271.49 | 0.00 | 648.67 | 0.00 |
| M [kNm] | 10'300.99 | 3'439.08 | 8'942.75 | 2'182.99 | 16'810.35 | 166.43 | -5'200.93 | 6'070.09 | 407.87 | -1'755.25 |
| V [kN] | -386.85 | -128.25 | 0.00 | 0.00 | -1'093.32 | -6.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| γ | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.20 | |
| ψ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | 1.00 | 0.60 | 0.60 | | 0.60 | |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.64 | -1.10 | 4.84 | 0.02 | 2.79 | **7.18** | **19.92** | 2.78 |
| Armatura superiore | 0.00 | 12.69 | -20.31 | 28.58 | 0.17 | 17.35 | **38.48** | 360.00 | 9.35 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 10.54 | -26.97 | 21.33 | 0.13 | 17.13 | **22.16** | 360.00 | 16.24 |
| Estradosso trave metallica | 78.47 | 9.59 | 62.43 | 18.11 | 0.11 | -22.03 | **146.68** | 240.00 | 1.64 |
| Intradosso trave metallica | -67.41 | -19.44 | -27.83 | -80.02 | -0.48 | -25.07 | **-220.24** | 240.00 | 1.09 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.64 | -1.10 | 4.84 | 0.02 | 6.31 | **10.70** | **19.92** | 1.86 |
| Armatura superiore | 0.00 | 12.69 | -20.31 | 28.58 | 0.17 | -2.67 | **18.47** | 360.00 | 19.50 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 10.54 | -26.97 | 21.33 | 0.13 | -2.32 | **2.72** | 360.00 | 132.41 |
| Estradosso trave metallica | 78.47 | 9.59 | 62.43 | 18.11 | 0.11 | 0.90 | **169.61** | 240.00 | 1.42 |
| Intradosso trave metallica | -67.41 | -19.44 | -27.83 | -80.02 | -0.48 | 5.62 | **-189.55** | 240.00 | 1.27 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.96 | -1.32 | 6.53 | 0.03 | 3.35 | **9.53** | **19.92** | 2.09 |
| Armatura superiore | 0.00 | 19.03 | -24.37 | 38.58 | 0.25 | 20.82 | **54.32** | 391.30 | 7.20 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 15.82 | -32.36 | 28.80 | 0.19 | 20.55 | **33.00** | 391.30 | 11.86 |
| Estradosso trave metallica | 105.94 | 14.39 | 74.91 | 24.45 | 0.16 | -26.43 | **193.41** | 338.10 | 1.75 |
| Intradosso trave metallica | -91.00 | -29.16 | -33.39 | -108.03 | -0.71 | -30.09 | **-292.38** | 338.10 | 1.16 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.96 | -1.32 | 6.53 | 0.03 | -3.35 | **2.84** | **19.92** | 7.01 |
| Armatura superiore | 0.00 | 19.03 | -24.37 | 38.58 | 0.25 | -2.67 | **30.84** | 391.30 | 12.69 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 15.82 | -32.36 | 28.80 | 0.19 | -2.32 | **10.13** | 391.30 | 38.64 |
| Estradosso trave metallica | 105.94 | 14.39 | 74.91 | 24.45 | 0.16 | 1.08 | **220.93** | 338.10 | 1.53 |
| Intradosso trave metallica | -91.00 | -29.16 | -33.39 | -108.03 | -0.71 | 6.74 | **-255.55** | 338.10 | 1.32 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - CONTRAZIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | -10.71 | -3.95 | 0.00 | -30.27 | -0.12 | 0.00 | **-45.04** | **195.20** | 4.33 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ESPANSIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | -10.71 | -3.95 | 0.00 | -30.27 | -0.12 | 0.00 | **-45.04** | **195.20** | 4.33 |

## 14.15. Concio 8 - $H_{max}$

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

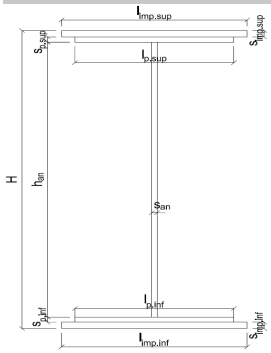
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA**



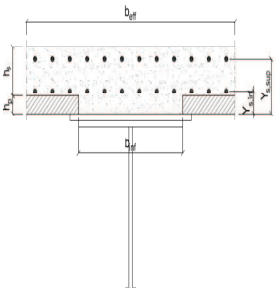
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 2'438.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'318.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 154'360.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.358E+08 | [mm⁴] |
| S | 1.739E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.313E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'126.57 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.528E+08 | [mm³] |
| J | 1.722E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 48'760.00 | [mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO**



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 178.79 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.183E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 4'930.00 | [mm] | J | 6.075E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'141.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'141.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA**

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 1.739E+02 | 3.818E-01 | 4.133E-01 | 7.279E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.127 | 1.632 | 1.681 | 1.988 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.544E-01 | 2.339E-01 | 2.459E-01 | 3.661E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.358E-04 | 1.107E-03 | 1.312E-03 | 3.352E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 1.722E-01 | 2.888E-01 | 3.005E-01 | 4.176E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 2.612E-01 | 2.843E-01 | 5.568E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 2.711E-01 | 2.954E-01 | 5.882E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 3.261E-01 | 3.589E-01 | 7.880E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.313E-01 | 3.585E-01 | 3.969E-01 | 9.281E-01 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.528E-01 | -1.769E-01 | -1.788E-01 | -2.101E-01 |

**AZIONI SOLLECITANTI**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'337.82 | 0.00 | 565.93 | 0.00 |
| M [kNm] | 10'300.99 | 3'439.08 | 8'942.75 | 2'182.99 | 16'810.35 | 166.43 | -5'242.64 | 6'070.09 | 355.84 | -1'755.25 |
| V [kN] | -386.85 | -128.25 | 0.00 | 0.00 | -1'093.32 | -6.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| γ | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.20 | |
| ψ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | 1.00 | 0.60 | 0.60 | | 0.60 | |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.64 | -1.10 | 4.84 | 0.02 | 2.80 | **7.19** | **19.92** | 2.77 |
| Armatura superiore | 0.00 | 12.69 | -20.31 | 28.58 | 0.17 | 17.44 | **38.57** | 360.00 | 9.33 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 10.54 | -26.97 | 21.33 | 0.13 | 17.23 | **22.26** | 360.00 | 16.17 |
| Estradosso trave metallica | 78.47 | 9.59 | 62.43 | 18.11 | 0.11 | -22.24 | **146.47** | 240.00 | 1.64 |
| Intradosso trave metallica | -67.41 | -19.44 | -27.83 | -80.02 | -0.48 | -25.14 | **-220.31** | 240.00 | 1.09 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.64 | -1.10 | 4.84 | 0.02 | 6.31 | **10.70** | **19.92** | 1.86 |
| Armatura superiore | 0.00 | 12.69 | -20.31 | 28.58 | 0.17 | -2.55 | **18.58** | 360.00 | 19.38 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 10.54 | -26.97 | 21.33 | 0.13 | -2.19 | **2.84** | 360.00 | 126.59 |
| Estradosso trave metallica | 78.47 | 9.59 | 62.43 | 18.11 | 0.11 | 0.64 | **169.35** | 240.00 | 1.42 |
| Intradosso trave metallica | -67.41 | -19.44 | -27.83 | -80.02 | -0.48 | 5.54 | **-189.63** | 240.00 | 1.27 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.96 | -1.32 | 6.53 | 0.03 | 3.36 | **9.55** | **19.92** | 2.09 |
| Armatura superiore | 0.00 | 19.03 | -24.37 | 38.58 | 0.25 | 20.93 | **54.43** | 391.30 | 7.19 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 15.82 | -32.36 | 28.80 | 0.19 | 20.67 | **33.12** | 391.30 | 11.82 |
| Estradosso trave metallica | 105.94 | 14.39 | 74.91 | 24.45 | 0.16 | -26.68 | **193.16** | 338.10 | 1.75 |
| Intradosso trave metallica | -91.00 | -29.16 | -33.39 | -108.03 | -0.71 | -30.16 | **-292.46** | 338.10 | 1.16 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.96 | -1.32 | 6.53 | 0.03 | -3.36 | **2.83** | **19.92** | 7.05 |
| Armatura superiore | 0.00 | 19.03 | -24.37 | 38.58 | 0.25 | -2.55 | **30.95** | 391.30 | 12.64 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 15.82 | -32.36 | 28.80 | 0.19 | -2.19 | **10.25** | 391.30 | 38.17 |
| Estradosso trave metallica | 105.94 | 14.39 | 74.91 | 24.45 | 0.16 | 0.77 | **220.62** | 338.10 | 1.53 |
| Intradosso trave metallica | -91.00 | -29.16 | -33.39 | -108.03 | -0.71 | 6.65 | **-255.64** | 338.10 | 1.32 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - CONTRAZIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | -10.71 | -3.95 | 0.00 | -30.27 | -0.12 | 0.00 | **-45.04** | **195.20** | 4.33 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ESPANSIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | -10.71 | -3.95 | 0.00 | -30.27 | -0.12 | 0.00 | **-45.04** | **195.20** | 4.33 |

## 14.16. Concio 8 - $H_{min}$

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm²] | $f_{ctm}$ | 3.10 | [N/mm²] |
| $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 2.17 | [N/mm²] |
| $f_{cm}$ | 41.20 | [N/mm²] | $f_{ctd}$ | 1.45 | [N/mm²] |
| $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm²] | $E_c$ | 33'642.78 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA**

B450C

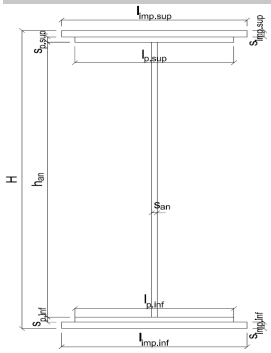
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**ACCIAIO PER CARPENTERIA**

S355

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{tk}$ | 510.00 | [N/mm²] | $f_{yd}$ | 338.10 | [N/mm²] |
| $f_{yk}$ | 355.00 | [N/mm²] | $f_{ctk}$ | 210'000.00 | [N/mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA**



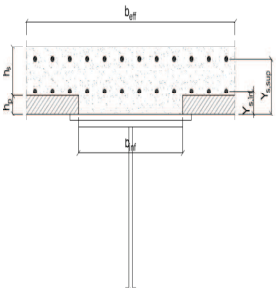
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H | 2'400.00 | [mm] | $h_{an}$ | 20.00 | [mm] |
| $l_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $l_{p,inf}$ | 1'000.00 | [mm] |
| $s_{imp,sup}$ | 0.00 | [mm] | $s_{p,inf}$ | 60.00 | [mm] |
| $l_{p,sup}$ | 800.00 | [mm] | $l_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $s_{p,sup}$ | 60.00 | [mm] | $s_{imp,inf}$ | 0.00 | [mm] |
| $h_{an}$ | 2'280.00 | [mm] | | | |

**CARATTERISTICHE INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 153'600.00 | [mm²] | $J_t$ | 1.357E+08 | [mm⁴] |
| S | 1.703E+08 | [mm³] | $W_{sup}$ | 1.288E+08 | [mm³] |
| $Y_G$ | 1'108.59 | [mm] | $W_{inf}$ | -1.500E+08 | [mm³] |
| J | 1.663E+11 | [mm⁴] | $A_V$ | 48'000.00 | [mm²] |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO**



**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $h_s$ | 230.00 | [mm] | $Y_G$ | 178.79 | [mm] |
| $h_p$ | 70.00 | [mm] | $A_c$ | 1.183E+06 | [mm²] |
| $b_{eff}$ | 4'930.00 | [mm] | J | 6.075E+09 | [mm⁴] |
| $b_{inf}$ | 700.00 | [mm] | | | |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Ø_{inf}$ | 24.00 | [mm] | $Ø_{sup}$ | 24.00 | [mm] |
| $i_{inf}$ | 200.00 | [mm] | $i_{sup}$ | 200.00 | [mm] |
| $A_{s,inf}$ | 11'141.80 | [mm²] | $A_{s,sup}$ | 11'141.80 | [mm²] |
| $Y_{s,inf}$ | 80.00 | [mm] | $Y_{s,sup}$ | 260.00 | [mm] |

☐ SOLETTA FESSURATA

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA**

| CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE | | FASE I (pesi propri) | FASE II-A (permanenti) | FASE II-B (ritiro) | FASE III (accidentali) |
|---|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di viscosità: | $\Phi(t_0,\infty)$ | - | 2.100 | 2.998 | - |
| Coefficiente di omogeneizzazione | n | - | 20.66 | 17.07 | 6.24 |
| Momento statico della sezione | S [m³] | 1.703E+02 | 3.752E-01 | 4.063E-01 | 7.162E-01 |
| Baricentro della sezione | $Y_G$ [m] | 1.109 | 1.609 | 1.657 | 1.960 |
| Area della sezione | A [m²] | 1.536E-01 | 2.331E-01 | 2.452E-01 | 3.654E-01 |
| Costante torsionale della sezione | $J_t$ [m⁴] | 1.357E-04 | 1.107E-03 | 1.312E-03 | 3.352E-03 |
| Momento di inerzia della sezione | J [m⁴] | 1.663E-01 | 2.797E-01 | 2.911E-01 | 4.047E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso soletta | $W_{soletta}$ [m³] | - | 2.565E-01 | 2.791E-01 | 5.470E-01 |
| Modulo di resistenza armatura superiore | $W_{arm,sup}$ [m³] | - | 2.662E-01 | 2.902E-01 | 5.783E-01 |
| Modulo di resistenza armatura inferiore | $W_{arm,inf}$ [m³] | - | 3.212E-01 | 3.537E-01 | 7.786E-01 |
| Modulo di resistenza estradosso trave | $W_{tr,sup}$ [m³] | 1.288E-01 | 3.538E-01 | 3.917E-01 | 9.202E-01 |
| Modulo di resitenza intradosso trave | $W_{tr,inf}$ [m³] | -1.500E-01 | -1.738E-01 | -1.757E-01 | -2.064E-01 |

**AZIONI SOLLECITANTI**

| AZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | | FASE III | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PESI PROPRI | PERMANENTI | RITIRO | | TRAFFICO | ACIDENTALI | TERMICA ($\Delta T_{positivo}$) | | TERMICA ($\Delta T_{negativo}$) | |
| | | | isostatico | iperstatico | | | isostatica | iperstatica | isostatica | iperstatica |
| N [kN] | 0.00 | 0.00 | 8'457.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -8'337.82 | 0.00 | 565.93 | 0.00 |
| M [kNm] | 11'268.11 | 3'759.70 | 8'822.11 | 2'182.99 | 17'629.82 | 182.18 | -5'157.50 | 6'070.09 | 350.07 | -1'755.25 |
| V [kN] | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 873.51 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| γ | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.35 | 1.50 | 1.20 | | 1.20 | |
| ψ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | 1.00 | 0.60 | 0.60 | | 0.60 | |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.71 | -1.08 | 5.16 | 0.02 | 2.81 | **7.62** | **19.92** | 2.61 |
| Armatura superiore | 0.00 | 14.12 | -19.94 | 30.49 | 0.19 | 17.50 | **42.36** | 360.00 | 8.50 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 11.70 | -26.74 | 22.64 | 0.14 | 17.25 | **25.00** | 360.00 | 14.40 |
| Estradosso trave metallica | 87.48 | 10.63 | 62.59 | 19.16 | 0.12 | -22.22 | **157.75** | 240.00 | 1.52 |
| Intradosso trave metallica | -75.10 | -21.63 | -28.15 | -85.40 | -0.53 | -25.47 | **-236.27** | 240.00 | 1.02 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 0.71 | -1.08 | 5.16 | 0.02 | 6.31 | **11.12** | **19.92** | 1.79 |
| Armatura superiore | 0.00 | 14.12 | -19.94 | 30.49 | 0.19 | -2.58 | **22.28** | 360.00 | 16.16 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 11.70 | -26.74 | 22.64 | 0.14 | -2.21 | **5.54** | 360.00 | 64.98 |
| Estradosso trave metallica | 87.48 | 10.63 | 62.59 | 19.16 | 0.12 | 0.63 | **180.61** | 240.00 | 1.33 |
| Intradosso trave metallica | -75.10 | -21.63 | -28.15 | -85.40 | -0.53 | 5.63 | **-205.17** | 240.00 | 1.17 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 1.06 | -1.30 | 6.97 | 0.03 | 3.37 | **10.14** | **19.92** | 1.96 |
| Armatura superiore | 0.00 | 21.18 | -23.92 | 41.16 | 0.28 | 21.00 | **59.70** | 391.30 | 6.56 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 17.56 | -32.09 | 30.57 | 0.21 | 20.70 | **36.95** | 391.30 | 10.59 |
| Estradosso trave metallica | 118.10 | 15.94 | 75.11 | 25.86 | 0.18 | -26.67 | **208.52** | 338.10 | 1.62 |
| Intradosso trave metallica | -101.38 | -32.45 | -33.78 | -115.28 | -0.79 | -30.57 | **-314.25** | 338.10 | 1.08 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\sigma_{TOTALE}$ | $\sigma_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Estradosso soletta | 0.00 | 1.06 | -1.30 | 6.97 | 0.03 | -3.37 | **3.39** | **19.92** | 5.87 |
| Armatura superiore | 0.00 | 21.18 | -23.92 | 41.16 | 0.28 | -2.58 | **36.12** | 391.30 | 10.83 |
| Armatura inferiore | 0.00 | 17.56 | -32.09 | 30.57 | 0.21 | -2.21 | **14.04** | 391.30 | 27.87 |
| Estradosso trave metallica | 118.10 | 15.94 | 75.11 | 25.86 | 0.18 | 0.76 | **235.95** | 338.10 | 1.43 |
| Intradosso trave metallica | -101.38 | -32.45 | -33.78 | -115.28 | -0.79 | 6.76 | **-276.92** | 338.10 | 1.22 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - CONTRAZIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 24.57 | 0.00 | 0.00 | **24.57** | **195.20** | 7.95 |

**VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ESPANSIONE TERMICA**

| SEZIONE | FASE I | FASE II-A | FASE II-B | FASE III | | | $\tau_{TOTALE}$ | $\tau_{lim}$ | FATTORE DI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pesi propri | permanenti | ritiro | traffico | accidentali | termica | [N/mm²] | [N/mm²] | SICUREZZA |
| Anima trave metallica | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 24.57 | 0.00 | 0.00 | **24.57** | **195.20** | 7.95 |

# 15. VERIFICA DELLA PIOLATURA

Le verifiche vengono limitate alla trave principale esterna che è risultata maggiormente sollecitata a taglio.

## 15.1. Concio 1 - Appoggio

**TRAVE COMPOSTA ACCIAIO - CALCESTRUZZO - VERIFICA DELLA PIOLATURA**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 510.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 338.10 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 355.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 210'000.00 |

**ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA**

Tipologia dell'acciaio: S235J2+C450

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 450.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 304.35 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 350.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 200'000.00 |

**CALCESTRUZZO PER SOLETTE**

Tipologia del calcestruzzo: C32/40

| | | | |
|---|---|---|---|
| Resistenza caratteristica cubica (N/mm²): | 40.00 | Resistenza media a trazione (N/mm²): | 2.12 |
| Resistenza caratteristica cilindrica (N/mm²): | 33.20 | Resistenza caratt. a trazione (N/mm²): | 1.49 |
| Resistenza media cilindrica (N/mm²): | 41.20 | Resist. di calcolo a trazione (N/mm²): | 0.99 |
| Resistenza di calcolo a compressione (N/mm²): | 18.81 | Modulo elastico: (N/mm²): | 32'811.24 |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | 2'400.00 | Area della sezione metallica (mm²): | 153'600.00 |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Momento statico della sez. metallica (mm³): | 1.703E+08 |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Baricentro della sez. metallica (mm²): | 1108.59 |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | 800.00 | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | 2.086E+11 |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | 60.00 | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | 1.357E+08 |
| Altezza dell'anima (mm): | 2'280.00 | Modulo di resistenza superiore (mm³): | 1.615E+08 |
| Spssore dell'anima (mm): | 20.00 | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | -1.881E+08 |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | 1'000.00 | Area resistente a taglio (mm²): | 48'000.00 |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | 60.00 | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SOLETTA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spessore della soletta (mm): | 230.00 | Baricentro della soletta (mm): | 2'585.00 |
| Larghezza collaborante della soletta (mm): | 4'762.00 | Area della soletta (mm²): | 1'095'260.00 |
| Spessore della predalla (mm): | 70.00 | Momento di inerzia proprio della soletta (mm⁴): | 4.828E+09 |
| Diametro strato inferiore armatura (mm): | 24.00 | Diametro strato superiore armatura (mm): | 24.00 |
| Passo armatura strato inferiore (mm): | 200.00 | Passo armatura strato superiore (mm): | 200.00 |
| Area armatura strato inferiore (mm²): | 10'771.39 | Area armatura strato superiore (mm²): | 10'771.39 |
| Dist. arm. strato inf. da estr. trave metallica (mm): | 80.00 | Dist. arm. strato sup. da estr. trave metallica (mm): | 260.00 |

**CARATTERISTICHE INERZIALI - CARICHI DI LUNGA DURATA**

| | |
|---|---|
| Coefficiente $\Phi(t_0,\infty)$ | 2.10 |
| Coefficiente di omogeneizzazione: | 20.18 |
| Area della sezione resistente (mm²): | 229'428.04 |
| Momento statico della sezione resistente (mm³): | 3.675E+08 |
| Baricentro della sezione resistente (mm): | 1601.72 |
| Momento di inerzia della sezione omogeneizzata: | 3.220E+11 |
| Momento statico della soletta in calcestruzzo reagente rispetto all'intera sezione omogeneizzata (mm³): | 5.338E+07 |

**CARATTERISTICHE DELLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Diametro del singolo piolo (mm): | 22.00 |
| Altezza del singolo piolo (mm): | 200.00 |
| Numero di pioli per fila per metro lineare di trave (sulla singola ala superiore): | 3.00 |
| Passo lungitudinale dei pioli (mm): | 200.00 |
| Numero totale di pioli per metro lineare di trave: | 15.00 |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | | FASE 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | -959.47 | -318.69 | -54.58 | -1'772.59 | -15.64 | -151.75 |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | 1.35 | 1.50 | 1.20 | 1.35 | 1.50 | 1.20 |
| Azione tagliante complessiva sulla trave allo SLU (kN): | | | | | | -4'437.37 |

**AZIONI SULLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Sforzo di scorrimento unitario (kN/m): | 735.50 |
| Sforzo di scorrimento per piolo (kN): | 49.03 |

**VERIFICA DEL SISTEMA DI COLLEGAMENTO**

| | | |
|---|---|---|
| Resistenza alla recisione del gambo del piolo (kN): | 109.48 | VERIFICA POSITIVA |
| Resistenza allo schiacciamento del calcestruzzo (kN): | 117.20 | VERIFICA POSITIVA |

## 15.2. Concio 1 – Sezione campata

**TRAVE COMPOSTA ACCIAIO - CALCESTRUZZO - VERIFICA DELLA PIOLATURA**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 510.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 338.10 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 355.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 210'000.00 |

**ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA**

Tipologia dell'acciaio: S235J2+C450

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 450.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 304.35 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 350.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 200'000.00 |

**CALCESTRUZZO PER SOLETTE**

Tipologia del calcestruzzo: C32/40

| | | | |
|---|---|---|---|
| Resistenza caratteristica cubica (N/mm²): | 40.00 | Resistenza media a trazione (N/mm²): | 2.12 |
| Resistenza caratteristica cilindrica (N/mm²): | 33.20 | Resistenza caratt. a trazione (N/mm²): | 1.49 |
| Resistenza media cilindrica (N/mm²): | 41.20 | Resist. di calcolo a trazione (N/mm²): | 0.99 |
| Resistenza di calcolo a compressione (N/mm²): | 18.81 | Modulo elastico: (N/mm²): | 32'811.24 |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | 2'400.00 | Area della sezione metallica (mm²): | 153'600.00 |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Momento statico della sez. metallica (mm²): | 1.703E+08 |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Baricentro della sez. metallica (mm²): | 1108.59 |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | 800.00 | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | 2.086E+11 |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | 60.00 | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | 1.357E+08 |
| Altezza dell'anima (mm): | 2'280.00 | Modulo di resistenza superiore (mm³): | 1.615E+08 |
| Spssore dell'anima (mm): | 20.00 | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | -1.881E+08 |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | 1'000.00 | Area resistente a taglio (mm²): | 48'000.00 |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | 60.00 | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SOLETTA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spessore della soletta (mm): | 230.00 | Baricentro della soletta (mm): | 2'585.00 |
| Larghezza collaborante della soletta (mm): | 4'762.00 | Area della soletta (mm²): | 1'095'260.00 |
| Spessore della predalla (mm): | 70.00 | Momento di inerzia proprio della soletta (mm⁴): | 4.828E+09 |
| Diametro strato inferiore armatura (mm): | 24.00 | Diametro strato superiore armatura (mm): | 24.00 |
| Passo armatura strato inferiore (mm): | 200.00 | Passo armatura strato superiore (mm): | 200.00 |
| Area armatura strato inferiore (mm²): | 10'771.39 | Area armatura strato superiore (mm²): | 10'771.39 |
| Dist. arm. strato inf. da estr. trave metallica (mm): | 80.00 | Dist. arm. strato sup. da estr. trave metallica (mm): | 260.00 |

**CARATTERISTICHE INERZIALI - CARICHI DI LUNGA DURATA**

| | |
|---|---|
| Coefficiente $\Phi(t_0,\infty)$ | 2.10 |
| Coefficiente di omogeneizzazione: | 20.18 |
| Area della sezione resistente (mm²): | 229'428.04 |
| Momento statico della sezione resistente (mm³): | 3.675E+08 |
| Baricentro della sezione resistente (mm): | 1601.72 |
| Momento di inerzia della sezione omogeneizzata: | 3.220E+11 |
| Momento statico della soletta in calcestruzzo reagente rispetto all'intera sezione omogeneizzata (mm³): | 5.338E+07 |

**CARATTERISTICHE DELLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Diametro del singolo piolo (mm): | 21.00 |
| Altezza del singolo piolo (mm): | 200.00 |
| Numero di pioli per fila per metro lineare di trave (sulla singola ala superiore): | 3.00 |
| Passo lungitudinale dei pioli (mm): | 200.00 |
| Numero totale di pioli per metro lineare di trave: | 15.00 |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | | FASE 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | -340.51 | -113.49 | -54.58 | -1'227.73 | -5.56 | -151.75 |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | 1.35 | 1.50 | 1.20 | 1.35 | 1.50 | 1.20 |
| Azione tagliante complessiva sulla trave allo SLU (kN): | | | | | | -2'543.30 |

**AZIONI SULLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Sforzo di scorrimento unitario (kN/m): | 421.56 |
| Sforzo di scorrimento per piolo (kN): | 28.10 |

**VERIFICA DEL SISTEMA DI COLLEGAMENTO**

| | | |
|---|---|---|
| Resistenza alla recisione del gambo del piolo (kN): | 99.75 | VERIFICA POSITIVA |
| Resistenza allo schiacciamento del calcestruzzo (kN): | 106.78 | VERIFICA POSITIVA |

## 15.3. Concio 2 - $H_{min}$

**TRAVE COMPOSTA ACCIAIO - CALCESTRUZZO - VERIFICA DELLA PIOLATURA**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 510.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 338.10 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 355.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 210'000.00 |

**ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA**

Tipologia dell'acciaio: S235J2+C450

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 450.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 304.35 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 350.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 200'000.00 |

**CALCESTRUZZO PER SOLETTE**

Tipologia del calcestruzzo: C32/40

| | | | |
|---|---|---|---|
| Resistenza caratteristica cubica (N/mm²): | 40.00 | Resistenza media a trazione (N/mm²): | 2.12 |
| Resistenza caratteristica cilindrica (N/mm²): | 33.20 | Resistenza caratt. a trazione (N/mm²): | 1.49 |
| Resistenza media cilindrica (N/mm²): | 41.20 | Resist. di calcolo a trazione (N/mm²): | 0.99 |
| Resistenza di calcolo a compressione (N/mm²): | 18.81 | Modulo elastico: (N/mm²): | 32'811.24 |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | 2'400.00 | Area della sezione metallica (mm²): | 153'600.00 |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Momento statico della sez. metallica (mm²): | 1.703E+08 |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Baricentro della sez. metallica (mm²): | 1108.59 |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | 800.00 | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | 2.086E+11 |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | 60.00 | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | 1.357E+08 |
| Altezza dell'anima (mm): | 2'280.00 | Modulo di resistenza superiore (mm³): | 1.615E+08 |
| Spssore dell'anima (mm): | 20.00 | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | -1.881E+08 |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | 1'000.00 | Area resistente a taglio (mm²): | 48'000.00 |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | 60.00 | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SOLETTA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spessore della soletta (mm): | 230.00 | Baricentro della soletta (mm): | 2'585.00 |
| Larghezza collaborante della soletta (mm): | 4'762.00 | Area della soletta (mm²): | 1'095'260.00 |
| Spessore della predalla (mm): | 70.00 | Momento di inerzia proprio della soletta (mm⁴): | 4.828E+09 |
| Diametro strato inferiore armatura (mm): | 24.00 | Diametro strato superiore armatura (mm): | 24.00 |
| Passo armatura strato inferiore (mm): | 200.00 | Passo armatura strato superiore (mm): | 200.00 |
| Area armatura strato inferiore (mm²): | 10'771.39 | Area armatura strato superiore (mm²): | 10'771.39 |
| Dist. arm. strato inf. da estr. trave metallica (mm): | 80.00 | Dist. arm. strato sup. da estr. trave metallica (mm): | 260.00 |

**CARATTERISTICHE INERZIALI - CARICHI DI LUNGA DURATA**

| | |
|---|---|
| Coefficiente $\Phi(t_0,\infty)$ | 2.10 |
| Coefficiente di omogeneizzazione: | 20.18 |
| Area della sezione resistente (mm²): | 229'428.04 |
| Momento statico della sezione resistente (mm³): | 3.675E+08 |
| Baricentro della sezione resistente (mm): | 1601.72 |
| Momento di inerzia della sezione omogeneizzata: | 3.220E+11 |
| Momento statico della soletta in calcestruzzo reagente rispetto all'intera sezione omogeneizzata (mm³): | 5.338E+07 |

**CARATTERISTICHE DELLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Diametro del singolo piolo (mm): | 21.00 |
| Altezza del singolo piolo (mm): | 200.00 |
| Numero di pioli per fila per metro lineare di trave (sulla singola ala superiore): | 3.00 |
| Passo lungitudinale dei pioli (mm): | 200.00 |
| Numero totale di pioli per metro lineare di trave: | 15.00 |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | | FASE 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | -340.51 | -113.49 | -54.58 | -1'227.73 | -5.56 | -151.75 |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | 1.35 | 1.50 | 1.20 | 1.35 | 1.50 | 1.20 |
| Azione tagliante complessiva sulla trave allo SLU (kN): | | | | | | -2'543.30 |

**AZIONI SULLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Sforzo di scorrimento unitario (kN/m): | 421.56 |
| Sforzo di scorrimento per piolo (kN): | 28.10 |

**VERIFICA DEL SISTEMA DI COLLEGAMENTO**

| | | |
|---|---|---|
| Resistenza alla recisione del gambo del piolo (kN): | 99.75 | VERIFICA POSITIVA |
| Resistenza allo schiacciamento del calcestruzzo (kN): | 106.78 | VERIFICA POSITIVA |

## 15.4. Concio 2 – $H_{max}$

**TRAVE COMPOSTA ACCIAIO - CALCESTRUZZO - VERIFICA DELLA PIOLATURA**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 510.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 338.10 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 355.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 210'000.00 |

**ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA**

Tipologia dell'acciaio: S235J2+C450

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 450.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 304.35 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 350.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 200'000.00 |

**CALCESTRUZZO PER SOLETTE**

Tipologia del calcestruzzo: C32/40

| | | | |
|---|---|---|---|
| Resistenza caratteristica cubica (N/mm²): | 40.00 | Resistenza media a trazione (N/mm²): | 2.12 |
| Resistenza caratteristica cilindrica (N/mm²): | 33.20 | Resistenza caratt. a trazione (N/mm²): | 1.49 |
| Resistenza media cilindrica (N/mm²): | 41.20 | Resist. di calcolo a trazione (N/mm²): | 0.99 |
| Resistenza di calcolo a compressione (N/mm²): | 18.81 | Modulo elastico: (N/mm²): | 32'811.24 |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | 2'467.00 | Area della sezione metallica (mm²): | 154'940.00 |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Momento statico della sez. metallica (mm²): | 1.767E+08 |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Baricentro della sez. metallica (mm²): | 1140.29 |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | 800.00 | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | 2.230E+11 |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | 60.00 | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | 1.359E+08 |
| Altezza dell'anima (mm): | 2'347.00 | Modulo di resistenza superiore (mm³): | 1.681E+08 |
| Spssore dell'anima (mm): | 20.00 | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | -1.956E+08 |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | 1'000.00 | Area resistente a taglio (mm²): | 49'340.00 |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | 60.00 | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SOLETTA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spessore della soletta (mm): | 230.00 | Baricentro della soletta (mm): | 2'652.00 |
| Larghezza collaborante della soletta (mm): | 4'762.00 | Area della soletta (mm²): | 1'095'260.00 |
| Spessore della predalla (mm): | 70.00 | Momento di inerzia proprio della soletta (mm⁴): | 4.828E+09 |
| Diametro strato inferiore armatura (mm): | 24.00 | Diametro strato superiore armatura (mm): | 24.00 |
| Passo armatura strato inferiore (mm): | 200.00 | Passo armatura strato superiore (mm): | 200.00 |
| Area armatura strato inferiore (mm²): | 10'771.39 | Area armatura strato superiore (mm²): | 10'771.39 |
| Dist. arm. strato inf. da estr. trave metallica (mm): | 80.00 | Dist. arm. strato sup. da estr. trave metallica (mm): | 260.00 |

**CARATTERISTICHE INERZIALI - CARICHI DI LUNGA DURATA**

| | |
|---|---|
| Coefficiente $\Phi(t_0,\infty)$ | 2.10 |
| Coefficiente di omogeneizzazione: | 20.18 |
| Area della sezione resistente (mm²): | 230'768.04 |
| Momento statico della sezione resistente (mm³): | 3.790E+08 |
| Baricentro della sezione resistente (mm): | 1642.16 |
| Momento di inerzia della sezione omogeneizzata: | 3.423E+11 |
| Momento statico della soletta in calcestruzzo reagente rispetto all'intera sezione omogeneizzata (mm³): | 5.482E+07 |

**CARATTERISTICHE DELLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Diametro del singolo piolo (mm): | 22.00 |
| Altezza del singolo piolo (mm): | 200.00 |
| Numero di pioli per fila per metro lineare di trave (sulla singola ala superiore): | 3.00 |
| Passo lungitudinale dei pioli (mm): | 200.00 |
| Numero totale di pioli per metro lineare di trave: | 15.00 |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | | FASE 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | 355.82 | 117.36 | -54.58 | 946.15 | 5.78 | -151.75 |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | 1.35 | 1.50 | 1.20 | 1.35 | 1.50 | 1.20 |
| Azione tagliante complessiva sulla trave allo SLU (kN): | | | | | | 1'694.77 |

**AZIONI SULLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Sforzo di scorrimento unitario (kN/m): | 271.45 |
| Sforzo di scorrimento per piolo (kN): | 18.10 |

**VERIFICA DEL SISTEMA DI COLLEGAMENTO**

| | | |
|---|---|---|
| Resistenza alla recisione del gambo del piolo (kN): | 109.48 | VERIFICA POSITIVA |
| Resistenza allo schiacciamento del calcestruzzo (kN): | 117.20 | VERIFICA POSITIVA |

## 15.5. Concio 3 - $H_{min}$

**TRAVE COMPOSTA ACCIAIO - CALCESTRUZZO - VERIFICA DELLA PIOLATURA**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 510.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 338.10 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 355.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 210'000.00 |

**ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA**

Tipologia dell'acciaio: S235J2+C450

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 450.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 304.35 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 350.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 200'000.00 |

**CALCESTRUZZO PER SOLETTE**

Tipologia del calcestruzzo: C32/40

| | | | |
|---|---|---|---|
| Resistenza caratteristica cubica (N/mm²): | 40.00 | Resistenza media a trazione (N/mm²): | 2.12 |
| Resistenza caratteristica cilindrica (N/mm²): | 33.20 | Resistenza caratt. a trazione (N/mm²): | 1.49 |
| Resistenza media cilindrica (N/mm²): | 41.20 | Resist. di calcolo a trazione (N/mm²): | 0.99 |
| Resistenza di calcolo a compressione (N/mm²): | 18.81 | Modulo elastico: (N/mm²): | 32'811.24 |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | 2'467.00 | Area della sezione metallica (mm²): | 154'940.00 |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Momento statico della sez. metallica (mm²): | 1.767E+08 |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Baricentro della sez. metallica (mm²): | 1140.29 |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | 800.00 | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | 2.230E+11 |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | 60.00 | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | 1.359E+08 |
| Altezza dell'anima (mm): | 2'347.00 | Modulo di resistenza superiore (mm³): | 1.681E+08 |
| Spssore dell'anima (mm): | 20.00 | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | -1.956E+08 |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | 1'000.00 | Area resistente a taglio (mm²): | 49'340.00 |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | 60.00 | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SOLETTA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spessore della soletta (mm): | 230.00 | Baricentro della soletta (mm): | 2'652.00 |
| Larghezza collaborante della soletta (mm): | 4'762.00 | Area della soletta (mm²): | 1'095'260.00 |
| Spessore della predalla (mm): | 70.00 | Momento di inerzia proprio della soletta (mm⁴): | 4.828E+09 |
| Diametro strato inferiore armatura (mm): | 24.00 | Diametro strato superiore armatura (mm): | 24.00 |
| Passo armatura strato inferiore (mm): | 200.00 | Passo armatura strato superiore (mm): | 200.00 |
| Area armatura strato inferiore (mm²): | 10'771.39 | Area armatura strato superiore (mm²): | 10'771.39 |
| Dist. arm. strato inf. da estr. trave metallica (mm): | 80.00 | Dist. arm. strato sup. da estr. trave metallica (mm): | 260.00 |

**CARATTERISTICHE INERZIALI - CARICHI DI LUNGA DURATA**

| | |
|---|---|
| Coefficiente $\Phi(t_0,\infty)$ | 2.10 |
| Coefficiente di omogeneizzazione: | 20.18 |
| Area della sezione resistente (mm²): | 230'768.04 |
| Momento statico della sezione resistente (mm³): | 3.790E+08 |
| Baricentro della sezione resistente (mm): | 1642.16 |
| Momento di inerzia della sezione omogeneizzata: | 3.423E+11 |
| Momento statico della soletta in calcestruzzo reagente rispetto all'intera sezione omogeneizzata (mm³): | 5.482E+07 |

**CARATTERISTICHE DELLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Diametro del singolo piolo (mm): | 22.00 |
| Altezza del singolo piolo (mm): | 200.00 |
| Numero di pioli per fila per metro lineare di trave (sulla singola ala superiore): | 3.00 |
| Passo lungitudinale dei pioli (mm): | 200.00 |
| Numero totale di pioli per metro lineare di trave: | 15.00 |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | | FASE 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | 355.82 | 117.36 | -54.58 | 946.15 | 5.78 | -151.75 |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | 1.35 | 1.50 | 1.20 | 1.35 | 1.50 | 1.20 |
| Azione tagliante complessiva sulla trave allo SLU (kN): | | | | | | 1'694.77 |

**AZIONI SULLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Sforzo di scorrimento unitario (kN/m): | 271.45 |
| Sforzo di scorrimento per piolo (kN): | 18.10 |

**VERIFICA DEL SISTEMA DI COLLEGAMENTO**

| | | |
|---|---|---|
| Resistenza alla recisione del gambo del piolo (kN): | 109.48 | VERIFICA POSITIVA |
| Resistenza allo schiacciamento del calcestruzzo (kN): | 117.20 | VERIFICA POSITIVA |

## 15.6. Concio 3 – $H_{max}$

**TRAVE COMPOSTA ACCIAIO - CALCESTRUZZO - VERIFICA DELLA PIOLATURA**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 510.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 338.10 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 355.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 210'000.00 |

**ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA**

Tipologia dell'acciaio: S235J2+C450

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 450.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 304.35 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 350.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 200'000.00 |

**CALCESTRUZZO PER SOLETTE**

Tipologia del calcestruzzo: C32/40

| | | | |
|---|---|---|---|
| Resistenza caratteristica cubica (N/mm²): | 40.00 | Resistenza media a trazione (N/mm²): | 2.12 |
| Resistenza caratteristica cilindrica (N/mm²): | 33.20 | Resistenza caratt. a trazione (N/mm²): | 1.49 |
| Resistenza media cilindrica (N/mm²): | 41.20 | Resist. di calcolo a trazione (N/mm²): | 0.99 |
| Resistenza di calcolo a compressione (N/mm²): | 18.81 | Modulo elastico: (N/mm²): | 32'811.24 |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | 2'758.00 | Area della sezione metallica (mm²): | 160'760.00 |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Momento statico della sez. metallica (mm²): | 2.055E+08 |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Baricentro della sez. metallica (mm²): | 1278.30 |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | 800.00 | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | 2.933E+11 |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | 60.00 | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | 1.366E+08 |
| Altezza dell'anima (mm): | 2'638.00 | Modulo di resistenza superiore (mm³): | 1.982E+08 |
| Spssore dell'anima (mm): | 20.00 | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | -2.295E+08 |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | 1'000.00 | Area resistente a taglio (mm²): | 55'160.00 |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | 60.00 | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SOLETTA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spessore della soletta (mm): | 230.00 | Baricentro della soletta (mm): | 2'943.00 |
| Larghezza collaborante della soletta (mm): | 4'762.00 | Area della soletta (mm²): | 1'095'260.00 |
| Spessore della predalla (mm): | 70.00 | Momento di inerzia proprio della soletta (mm⁴): | 4.828E+09 |
| Diametro strato inferiore armatura (mm): | 24.00 | Diametro strato superiore armatura (mm): | 24.00 |
| Passo armatura strato inferiore (mm): | 200.00 | Passo armatura strato superiore (mm): | 100.00 |
| Area armatura strato inferiore (mm²): | 10'771.39 | Area armatura strato superiore (mm²): | 21'542.78 |
| Dist. arm. strato inf. da estr. trave metallica (mm): | 80.00 | Dist. arm. strato sup. da estr. trave metallica (mm): | 260.00 |

**CARATTERISTICHE INERZIALI - CARICHI DI LUNGA DURATA**

| | |
|---|---|
| Coefficiente $\Phi(t_0,\infty)$ | 2.10 |
| Coefficiente di omogeneizzazione: | 20.18 |
| Area della sezione resistente (mm²): | 247'359.43 |
| Momento statico della sezione resistente (mm³): | 4.631E+08 |
| Baricentro della sezione resistente (mm): | 1872.21 |
| Momento di inerzia della sezione omogeneizzata: | 4.559E+11 |
| Momento statico della soletta in calcestruzzo reagente rispetto all'intera sezione omogeneizzata (mm³): | 5.813E+07 |

**CARATTERISTICHE DELLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Diametro del singolo piolo (mm): | 22.00 |
| Altezza del singolo piolo (mm): | 200.00 |
| Numero di pioli per fila per metro lineare di trave (sulla singola ala superiore): | 3.00 |
| Passo lungitudinale dei pioli (mm): | 200.00 |
| Numero totale di pioli per metro lineare di trave: | 15.00 |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | | FASE 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | 1'052.15 | 348.21 | -54.58 | 1'416.03 | 16.94 | -151.75 |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | 1.35 | 1.50 | 1.20 | 1.35 | 1.50 | 1.20 |
| Azione tagliante complessiva sulla trave allo SLU (kN): | | | | | | 3'632.17 |

**AZIONI SULLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Sforzo di scorrimento unitario (kN/m): | 463.10 |
| Sforzo di scorrimento per piolo (kN): | 30.87 |

**VERIFICA DEL SISTEMA DI COLLEGAMENTO**

| | | |
|---|---|---|
| Resistenza alla recisione del gambo del piolo (kN): | 109.48 | VERIFICA POSITIVA |
| Resistenza allo schiacciamento del calcestruzzo (kN): | 117.20 | VERIFICA POSITIVA |

## 15.7. Concio 4 - $H_{min}$

**TRAVE COMPOSTA ACCIAIO - CALCESTRUZZO - VERIFICA DELLA PIOLATURA**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 510.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 338.10 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 355.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 210'000.00 |

**ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA**

Tipologia dell'acciaio: S235J2+C450

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 450.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 304.35 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 350.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 200'000.00 |

**CALCESTRUZZO PER SOLETTE**

Tipologia del calcestruzzo: C32/40

| | | | |
|---|---|---|---|
| Resistenza caratteristica cubica (N/mm²): | 40.00 | Resistenza media a trazione (N/mm²): | 2.12 |
| Resistenza caratteristica cilindrica (N/mm²): | 33.20 | Resistenza caratt. a trazione (N/mm²): | 1.49 |
| Resistenza media cilindrica (N/mm²): | 41.20 | Resist. di calcolo a trazione (N/mm²): | 0.99 |
| Resistenza di calcolo a compressione (N/mm²): | 18.81 | Modulo elastico: (N/mm²): | 32'811.24 |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | 2'758.00 | Area della sezione metallica (mm²): | 160'760.00 |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Momento statico della sez. metallica (mm²): | 2.055E+08 |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Baricentro della sez. metallica (mm²): | 1278.30 |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | 800.00 | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | 2.933E+11 |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | 60.00 | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | 1.366E+08 |
| Altezza dell'anima (mm): | 2'638.00 | Modulo di resistenza superiore (mm³): | 1.982E+08 |
| Spssore dell'anima (mm): | 20.00 | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | -2.295E+08 |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | 1'000.00 | Area resistente a taglio (mm²): | 55'160.00 |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | 60.00 | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SOLETTA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spessore della soletta (mm): | 230.00 | Baricentro della soletta (mm): | 2'943.00 |
| Larghezza collaborante della soletta (mm): | 4'762.00 | Area della soletta (mm²): | 1'095'260.00 |
| Spessore della predalla (mm): | 70.00 | Momento di inerzia proprio della soletta (mm⁴): | 4.828E+09 |
| Diametro strato inferiore armatura (mm): | 24.00 | Diametro strato superiore armatura (mm): | 24.00 |
| Passo armatura strato inferiore (mm): | 200.00 | Passo armatura strato superiore (mm): | 100.00 |
| Area armatura strato inferiore (mm²): | 10'771.39 | Area armatura strato superiore (mm²): | 21'542.78 |
| Dist. arm. strato inf. da estr. trave metallica (mm): | 80.00 | Dist. arm. strato sup. da estr. trave metallica (mm): | 260.00 |

**CARATTERISTICHE INERZIALI - CARICHI DI LUNGA DURATA**

| | |
|---|---|
| Coefficiente $\Phi(t_0,\infty)$ | 2.10 |
| Coefficiente di omogeneizzazione: | 20.18 |
| Area della sezione resistente (mm²): | 247'359.43 |
| Momento statico della sezione resistente (mm³): | 4.631E+08 |
| Baricentro della sezione resistente (mm): | 1872.21 |
| Momento di inerzia della sezione omogeneizzata: | 4.559E+11 |
| Momento statico della soletta in calcestruzzo reagente rispetto all'intera sezione omogeneizzata (mm³): | 5.813E+07 |

**CARATTERISTICHE DELLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Diametro del singolo piolo (mm): | 22.00 |
| Altezza del singolo piolo (mm): | 200.00 |
| Numero di pioli per fila per metro lineare di trave (sulla singola ala superiore): | 3.00 |
| Passo lungitudinale dei pioli (mm): | 200.00 |
| Numero totale di pioli per metro lineare di trave: | 15.00 |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | | FASE 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | 1'052.15 | 348.21 | -54.58 | 1'416.03 | 16.94 | -151.75 |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | 1.35 | 1.50 | 1.20 | 1.35 | 1.50 | 1.20 |
| Azione tagliante complessiva sulla trave allo SLU (kN): | | | | | | 3'632.17 |

**AZIONI SULLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Sforzo di scorrimento unitario (kN/m): | 463.10 |
| Sforzo di scorrimento per piolo (kN): | 30.87 |

**VERIFICA DEL SISTEMA DI COLLEGAMENTO**

| | | |
|---|---|---|
| Resistenza alla recisione del gambo del piolo (kN): | 109.48 | VERIFICA POSITIVA |
| Resistenza allo schiacciamento del calcestruzzo (kN): | 117.20 | VERIFICA POSITIVA |

## 15.8. Concio 4 – $H_{max}$

**TRAVE COMPOSTA ACCIAIO - CALCESTRUZZO - VERIFICA DELLA PIOLATURA**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 510.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 338.10 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 355.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 210'000.00 |

**ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA**

Tipologia dell'acciaio: S235J2+C450

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 450.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 304.35 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 350.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 200'000.00 |

**CALCESTRUZZO PER SOLETTE**

Tipologia del calcestruzzo: C32/40

| | | | |
|---|---|---|---|
| Resistenza caratteristica cubica (N/mm²): | 40.00 | Resistenza media a trazione (N/mm²): | 2.12 |
| Resistenza caratteristica cilindrica (N/mm²): | 33.20 | Resistenza caratt. a trazione (N/mm²): | 1.49 |
| Resistenza media cilindrica (N/mm²): | 41.20 | Resist. di calcolo a trazione (N/mm²): | 0.99 |
| Resistenza di calcolo a compressione (N/mm²): | 18.81 | Modulo elastico: (N/mm²): | 32'811.24 |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | 3'279.00 | Area della sezione metallica (mm²): | 171'180.00 |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Momento statico della sez. metallica (mm²): | 2.613E+08 |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Baricentro della sez. metallica (mm²): | 1526.67 |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | 800.00 | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | 4.515E+11 |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | 60.00 | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | 1.380E+08 |
| Altezza dell'anima (mm): | 3'159.00 | Modulo di resistenza superiore (mm³): | 2.577E+08 |
| Spssore dell'anima (mm): | 20.00 | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | -2.958E+08 |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | 1'000.00 | Area resistente a taglio (mm²): | 65'580.00 |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | 60.00 | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SOLETTA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spessore della soletta (mm): | 230.00 | Baricentro della soletta (mm): | 3'464.00 |
| Larghezza collaborante della soletta (mm): | 4'762.00 | Area della soletta (mm²): | 1'095'260.00 |
| Spessore della predalla (mm): | 70.00 | Momento di inerzia proprio della soletta (mm⁴): | 4.828E+09 |
| Diametro strato inferiore armatura (mm): | 24.00 | Diametro strato superiore armatura (mm): | 24.00 |
| Passo armatura strato inferiore (mm): | 200.00 | Passo armatura strato superiore (mm): | 100.00 |
| Area armatura strato inferiore (mm²): | 10'771.39 | Area armatura strato superiore (mm²): | 21'542.78 |
| Dist. arm. strato inf. da estr. trave metallica (mm): | 80.00 | Dist. arm. strato sup. da estr. trave metallica (mm): | 260.00 |

**CARATTERISTICHE INERZIALI - CARICHI DI LUNGA DURATA**

| | |
|---|---|
| Coefficiente $\Phi(t_0,\infty)$ | 2.10 |
| Coefficiente di omogeneizzazione: | 20.18 |
| Area della sezione resistente (mm²): | 257'779.43 |
| Momento statico della sezione resistente (mm³): | 5.641E+08 |
| Baricentro della sezione resistente (mm): | 2188.16 |
| Momento di inerzia della sezione omogeneizzata: | 6.751E+11 |
| Momento statico della soletta in calcestruzzo reagente rispetto all'intera sezione omogeneizzata (mm³): | 6.926E+07 |

**CARATTERISTICHE DELLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Diametro del singolo piolo (mm): | 22.00 |
| Altezza del singolo piolo (mm): | 200.00 |
| Numero di pioli per fila per metro lineare di trave (sulla singola ala superiore): | 3.00 |
| Passo lungitudinale dei pioli (mm): | 200.00 |
| Numero totale di pioli per metro lineare di trave: | 15.00 |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | | FASE 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | 1'748.48 | 579.06 | -54.58 | 1'907.00 | 27.56 | -151.75 |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | 1.35 | 1.50 | 1.20 | 1.35 | 1.50 | 1.20 |
| Azione tagliante complessiva sulla trave allo SLU (kN): | | | | | | 5'597.23 |

**AZIONI SULLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Sforzo di scorrimento unitario (kN/m): | 574.20 |
| Sforzo di scorrimento per piolo (kN): | 38.28 |

**VERIFICA DEL SISTEMA DI COLLEGAMENTO**

| | | |
|---|---|---|
| Resistenza alla recisione del gambo del piolo (kN): | 109.48 | VERIFICA POSITIVA |
| Resistenza allo schiacciamento del calcestruzzo (kN): | 117.20 | VERIFICA POSITIVA |

## 15.9. Concio 5 - $H_{min}$

**TRAVE COMPOSTA ACCIAIO - CALCESTRUZZO - VERIFICA DELLA PIOLATURA**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 510.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 338.10 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 355.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 210'000.00 |

**ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA**

Tipologia dell'acciaio: S235J2+C450

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 450.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 304.35 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 350.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 200'000.00 |

**CALCESTRUZZO PER SOLETTE**

Tipologia del calcestruzzo: C32/40

| | | | |
|---|---|---|---|
| Resistenza caratteristica cubica (N/mm²): | 40.00 | Resistenza media a trazione (N/mm²): | 2.12 |
| Resistenza caratteristica cilindrica (N/mm²): | 33.20 | Resistenza caratt. a trazione (N/mm²): | 1.49 |
| Resistenza media cilindrica (N/mm²): | 41.20 | Resist. di calcolo a trazione (N/mm²): | 0.99 |
| Resistenza di calcolo a compressione (N/mm²): | 18.81 | Modulo elastico: (N/mm²): | 32'811.24 |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | 3'279.00 | Area della sezione metallica (mm²): | 171'180.00 |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Momento statico della sez. metallica (mm²): | 2.613E+08 |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Baricentro della sez. metallica (mm²): | 1526.67 |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | 800.00 | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | 4.515E+11 |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | 60.00 | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | 1.380E+08 |
| Altezza dell'anima (mm): | 3'159.00 | Modulo di resistenza superiore (mm³): | 2.577E+08 |
| Spssore dell'anima (mm): | 20.00 | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | -2.958E+08 |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | 1'000.00 | Area resistente a taglio (mm²): | 65'580.00 |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | 60.00 | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SOLETTA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spessore della soletta (mm): | 230.00 | Baricentro della soletta (mm): | 3'464.00 |
| Larghezza collaborante della soletta (mm): | 4'762.00 | Area della soletta (mm²): | 1'095'260.00 |
| Spessore della predalla (mm): | 70.00 | Momento di inerzia proprio della soletta (mm⁴): | 4.828E+09 |
| Diametro strato inferiore armatura (mm): | 24.00 | Diametro strato superiore armatura (mm): | 24.00 |
| Passo armatura strato inferiore (mm): | 200.00 | Passo armatura strato superiore (mm): | 100.00 |
| Area armatura strato inferiore (mm²): | 10'771.39 | Area armatura strato superiore (mm²): | 21'542.78 |
| Dist. arm. strato inf. da estr. trave metallica (mm): | 80.00 | Dist. arm. strato sup. da estr. trave metallica (mm): | 260.00 |

**CARATTERISTICHE INERZIALI - CARICHI DI LUNGA DURATA**

| | |
|---|---|
| Coefficiente $\Phi(t_0,\infty)$ | 2.10 |
| Coefficiente di omogeneizzazione: | 20.18 |
| Area della sezione resistente (mm²): | 257'779.43 |
| Momento statico della sezione resistente (mm³): | 5.641E+08 |
| Baricentro della sezione resistente (mm): | 2188.16 |
| Momento di inerzia della sezione omogeneizzata: | 6.751E+11 |
| Momento statico della soletta in calcestruzzo reagente rispetto all'intera sezione omogeneizzata (mm³): | 6.926E+07 |

**CARATTERISTICHE DELLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Diametro del singolo piolo (mm): | 22.00 |
| Altezza del singolo piolo (mm): | 200.00 |
| Numero di pioli per fila per metro lineare di trave (sulla singola ala superiore): | 3.00 |
| Passo lungitudinale dei pioli (mm): | 200.00 |
| Numero totale di pioli per metro lineare di trave: | 15.00 |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | | FASE 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | 1'748.48 | 579.06 | -54.58 | 1'910.12 | 27.56 | -151.75 |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | 1.35 | 1.50 | 1.20 | 1.35 | 1.50 | 1.20 |
| Azione tagliante complessiva sulla trave allo SLU (kN): | | | | | | 5'601.44 |

**AZIONI SULLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Sforzo di scorrimento unitario (kN/m): | 574.64 |
| Sforzo di scorrimento per piolo (kN): | 38.31 |

**VERIFICA DEL SISTEMA DI COLLEGAMENTO**

| | | |
|---|---|---|
| Resistenza alla recisione del gambo del piolo (kN): | 109.48 | VERIFICA POSITIVA |
| Resistenza allo schiacciamento del calcestruzzo (kN): | 117.20 | VERIFICA POSITIVA |

## 15.10. Concio 5 – $H_{max}$

**TRAVE COMPOSTA ACCIAIO - CALCESTRUZZO - VERIFICA DELLA PIOLATURA**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 510.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 338.10 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 355.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 210'000.00 |

**ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA**

Tipologia dell'acciaio: S235J2+C450

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 450.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 304.35 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 350.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 200'000.00 |

**CALCESTRUZZO PER SOLETTE**

Tipologia del calcestruzzo: C32/40

| | | | |
|---|---|---|---|
| Resistenza caratteristica cubica (N/mm²): | 40.00 | Resistenza media a trazione (N/mm²): | 2.12 |
| Resistenza caratteristica cilindrica (N/mm²): | 33.20 | Resistenza caratt. a trazione (N/mm²): | 1.49 |
| Resistenza media cilindrica (N/mm²): | 41.20 | Resist. di calcolo a trazione (N/mm²): | 0.99 |
| Resistenza di calcolo a compressione (N/mm²): | 18.81 | Modulo elastico: (N/mm²): | 32'811.24 |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | 3'600.00 | Area della sezione metallica (mm²): | 177'600.00 |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Momento statico della sez. metallica (mm²): | 2.984E+08 |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Baricentro della sez. metallica (mm²): | 1680.41 |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | 800.00 | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | 5.718E+11 |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | 60.00 | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | 1.389E+08 |
| Altezza dell'anima (mm): | 3'480.00 | Modulo di resistenza superiore (mm³): | 2.979E+08 |
| Spssore dell'anima (mm): | 20.00 | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | -3.403E+08 |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | 1'000.00 | Area resistente a taglio (mm²): | 72'000.00 |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | 60.00 | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SOLETTA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spessore della soletta (mm): | 230.00 | Baricentro della soletta (mm): | 3'785.00 |
| Larghezza collaborante della soletta (mm): | 4'762.00 | Area della soletta (mm²): | 1'095'260.00 |
| Spessore della predalla (mm): | 70.00 | Momento di inerzia proprio della soletta (mm⁴): | 4.828E+09 |
| Diametro strato inferiore armatura (mm): | 24.00 | Diametro strato superiore armatura (mm): | 24.00 |
| Passo armatura strato inferiore (mm): | 200.00 | Passo armatura strato superiore (mm): | 100.00 |
| Area armatura strato inferiore (mm²): | 10'771.39 | Area armatura strato superiore (mm²): | 21'542.78 |
| Dist. arm. strato inf. da estr. trave metallica (mm): | 80.00 | Dist. arm. strato sup. da estr. trave metallica (mm): | 260.00 |

**CARATTERISTICHE INERZIALI - CARICHI DI LUNGA DURATA**

| | |
|---|---|
| Coefficiente $\Phi(t_0,\infty)$ | 2.10 |
| Coefficiente di omogeneizzazione: | 20.18 |
| Area della sezione resistente (mm²): | 264'199.43 |
| Momento statico della sezione resistente (mm³): | 6.290E+08 |
| Baricentro della sezione resistente (mm): | 2380.65 |
| Momento di inerzia della sezione omogeneizzata: | 8.381E+11 |
| Momento statico della soletta in calcestruzzo reagente rispetto all'intera sezione omogeneizzata (mm³): | 7.624E+07 |

**CARATTERISTICHE DELLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Diametro del singolo piolo (mm): | 22.00 |
| Altezza del singolo piolo (mm): | 200.00 |
| Numero di pioli per fila per metro lineare di trave (sulla singola ala superiore): | 3.00 |
| Passo lungitudinale dei pioli (mm): | 200.00 |
| Numero totale di pioli per metro lineare di trave: | 15.00 |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | | FASE 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | 2'135.33 | 707.31 | -54.58 | 2'182.07 | 33.11 | -151.75 |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | 1.35 | 1.50 | 1.20 | 1.35 | 1.50 | 1.20 |
| Azione tagliante complessiva sulla trave allo SLU (kN): | | | | | | 6'691.52 |

**AZIONI SULLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Sforzo di scorrimento unitario (kN/m): | 608.70 |
| Sforzo di scorrimento per piolo (kN): | 40.58 |

**VERIFICA DEL SISTEMA DI COLLEGAMENTO**

| | | |
|---|---|---|
| Resistenza alla recisione del gambo del piolo (kN): | 109.48 | VERIFICA POSITIVA |
| Resistenza allo schiacciamento del calcestruzzo (kN): | 117.20 | VERIFICA POSITIVA |

## 15.11. Concio 6 - $H_{max}$

**TRAVE COMPOSTA ACCIAIO - CALCESTRUZZO - VERIFICA DELLA PIOLATURA**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 510.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 338.10 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 355.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 210'000.00 |

**ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA**

Tipologia dell'acciaio: S235J2+C450

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 450.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 304.35 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 350.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 200'000.00 |

**CALCESTRUZZO PER SOLETTE**

Tipologia del calcestruzzo: C32/40

| | | | |
|---|---|---|---|
| Resistenza caratteristica cubica (N/mm²): | 40.00 | Resistenza media a trazione (N/mm²): | 2.12 |
| Resistenza caratteristica cilindrica (N/mm²): | 33.20 | Resistenza caratt. a trazione (N/mm²): | 1.49 |
| Resistenza media cilindrica (N/mm²): | 41.20 | Resist. di calcolo a trazione (N/mm²): | 0.99 |
| Resistenza di calcolo a compressione (N/mm²): | 18.81 | Modulo elastico: (N/mm²): | 32'811.24 |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | 3'303.00 | Area della sezione metallica (mm²): | 171'660.00 |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Momento statico della sez. metallica (mm²): | 2.640E+08 |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Baricentro della sez. metallica (mm²): | 1538.15 |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | 800.00 | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | 4.599E+11 |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | 60.00 | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | 1.381E+08 |
| Altezza dell'anima (mm): | 3'183.00 | Modulo di resistenza superiore (mm³): | 2.606E+08 |
| Spssore dell'anima (mm): | 20.00 | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | -2.990E+08 |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | 1'000.00 | Area resistente a taglio (mm²): | 66'060.00 |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | 60.00 | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SOLETTA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spessore della soletta (mm): | 230.00 | Baricentro della soletta (mm): | 3'488.00 |
| Larghezza collaborante della soletta (mm): | 4'762.00 | Area della soletta (mm²): | 1'095'260.00 |
| Spessore della predalla (mm): | 70.00 | Momento di inerzia proprio della soletta (mm⁴): | 4.828E+09 |
| Diametro strato inferiore armatura (mm): | 24.00 | Diametro strato superiore armatura (mm): | 24.00 |
| Passo armatura strato inferiore (mm): | 200.00 | Passo armatura strato superiore (mm): | 100.00 |
| Area armatura strato inferiore (mm²): | 10'771.39 | Area armatura strato superiore (mm²): | 21'542.78 |
| Dist. arm. strato inf. da estr. trave metallica (mm): | 80.00 | Dist. arm. strato sup. da estr. trave metallica (mm): | 260.00 |

**CARATTERISTICHE INERZIALI - CARICHI DI LUNGA DURATA**

| | |
|---|---|
| Coefficiente $\Phi(t_0,\infty)$ | 2.10 |
| Coefficiente di omogeneizzazione: | 20.18 |
| Area della sezione resistente (mm²): | 258'259.43 |
| Momento statico della sezione resistente (mm³): | 5.688E+08 |
| Baricentro della sezione resistente (mm): | 2202.61 |
| Momento di inerzia della sezione omogeneizzata: | 6.865E+11 |
| Momento statico della soletta in calcestruzzo reagente rispetto all'intera sezione omogeneizzata (mm³): | 6.978E+07 |

**CARATTERISTICHE DELLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Diametro del singolo piolo (mm): | 22.00 |
| Altezza del singolo piolo (mm): | 200.00 |
| Numero di pioli per fila per metro lineare di trave (sulla singola ala superiore): | 3.00 |
| Passo lungitudinale dei pioli (mm): | 200.00 |
| Numero totale di pioli per metro lineare di trave: | 15.00 |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | | FASE 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | -1'934.25 | -641.25 | 0.00 | -2'083.16 | -30.50 | 0.00 |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | 1.35 | 1.50 | 1.20 | 1.35 | 1.50 | 1.20 |
| Azione tagliante complessiva sulla trave allo SLU (kN): | | | | | | -6'431.13 |

**AZIONI SULLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Sforzo di scorrimento unitario (kN/m): | 653.63 |
| Sforzo di scorrimento per piolo (kN): | 43.58 |

**VERIFICA DEL SISTEMA DI COLLEGAMENTO**

| | | |
|---|---|---|
| Resistenza alla recisione del gambo del piolo (kN): | 109.48 | VERIFICA POSITIVA |
| Resistenza allo schiacciamento del calcestruzzo (kN): | 117.20 | VERIFICA POSITIVA |

## 15.12. Concio 6 - $H_{min}$

**TRAVE COMPOSTA ACCIAIO - CALCESTRUZZO - VERIFICA DELLA PIOLATURA**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 510.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 338.10 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 355.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 210'000.00 |

**ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA**

Tipologia dell'acciaio: S235J2+C450

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 450.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 304.35 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 350.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 200'000.00 |

**CALCESTRUZZO PER SOLETTE**

Tipologia del calcestruzzo: C32/40

| | | | |
|---|---|---|---|
| Resistenza caratteristica cubica (N/mm²): | 40.00 | Resistenza media a trazione (N/mm²): | 2.12 |
| Resistenza caratteristica cilindrica (N/mm²): | 33.20 | Resistenza caratt. a trazione (N/mm²): | 1.49 |
| Resistenza media cilindrica (N/mm²): | 41.20 | Resist. di calcolo a trazione (N/mm²): | 0.99 |
| Resistenza di calcolo a compressione (N/mm²): | 18.81 | Modulo elastico: (N/mm²): | 32'811.24 |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | 2'728.00 | Area della sezione metallica (mm²): | 160'160.00 |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Momento statico della sez. metallica (mm²): | 2.025E+08 |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Baricentro della sez. metallica (mm²): | 1264.05 |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | 800.00 | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | 2.855E+11 |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | 60.00 | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | 1.366E+08 |
| Altezza dell'anima (mm): | 2'608.00 | Modulo di resistenza superiore (mm³): | 1.950E+08 |
| Spssore dell'anima (mm): | 20.00 | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | -2.259E+08 |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | 1'000.00 | Area resistente a taglio (mm²): | 54'560.00 |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | 60.00 | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SOLETTA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spessore della soletta (mm): | 230.00 | Baricentro della soletta (mm): | 2'913.00 |
| Larghezza collaborante della soletta (mm): | 4'762.00 | Area della soletta (mm²): | 1'095'260.00 |
| Spessore della predalla (mm): | 70.00 | Momento di inerzia proprio della soletta (mm⁴): | 4.828E+09 |
| Diametro strato inferiore armatura (mm): | 24.00 | Diametro strato superiore armatura (mm): | 24.00 |
| Passo armatura strato inferiore (mm): | 200.00 | Passo armatura strato superiore (mm): | 200.00 |
| Area armatura strato inferiore (mm²): | 10'771.39 | Area armatura strato superiore (mm²): | 10'771.39 |
| Dist. arm. strato inf. da estr. trave metallica (mm): | 80.00 | Dist. arm. strato sup. da estr. trave metallica (mm): | 260.00 |

**CARATTERISTICHE INERZIALI - CARICHI DI LUNGA DURATA**

| | |
|---|---|
| Coefficiente $\Phi(t_0,\infty)$ | 2.10 |
| Coefficiente di omogeneizzazione: | 20.18 |
| Area della sezione resistente (mm²): | 235'988.04 |
| Momento statico della sezione resistente (mm³): | 4.245E+08 |
| Baricentro della sezione resistente (mm): | 1798.91 |
| Momento di inerzia della sezione omogeneizzata: | 4.286E+11 |
| Momento statico della soletta in calcestruzzo reagente rispetto all'intera sezione omogeneizzata (mm³): | 6.048E+07 |

**CARATTERISTICHE DELLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Diametro del singolo piolo (mm): | 22.00 |
| Altezza del singolo piolo (mm): | 200.00 |
| Numero di pioli per fila per metro lineare di trave (sulla singola ala superiore): | 3.00 |
| Passo lungitudinale dei pioli (mm): | 200.00 |
| Numero totale di pioli per metro lineare di trave: | 15.00 |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | | FASE 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | -1'160.55 | -384.75 | 0.00 | -1'575.77 | -18.70 | 0.00 |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | 1.35 | 1.50 | 1.20 | 1.35 | 1.50 | 1.20 |

Azione tagliante complessiva sulla trave allo SLU (kN): -4'299.21

**AZIONI SULLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Sforzo di scorrimento unitario (kN/m): | 606.71 |
| Sforzo di scorrimento per piolo (kN): | 40.45 |

**VERIFICA DEL SISTEMA DI COLLEGAMENTO**

| | | |
|---|---|---|
| Resistenza alla recisione del gambo del piolo (kN): | 109.48 | VERIFICA POSITIVA |
| Resistenza allo schiacciamento del calcestruzzo (kN): | 117.20 | VERIFICA POSITIVA |

## 15.13. Concio 7 - $H_{max}$

**TRAVE COMPOSTA ACCIAIO - CALCESTRUZZO - VERIFICA DELLA PIOLATURA**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 510.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 338.10 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 355.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 210'000.00 |

**ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA**

Tipologia dell'acciaio: S235J2+C450

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 450.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 304.35 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 350.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 200'000.00 |

**CALCESTRUZZO PER SOLETTE**

Tipologia del calcestruzzo: C32/40

| | | | |
|---|---|---|---|
| Resistenza caratteristica cubica (N/mm²): | 40.00 | Resistenza media a trazione (N/mm²): | 2.12 |
| Resistenza caratteristica cilindrica (N/mm²): | 33.20 | Resistenza caratt. a trazione (N/mm²): | 1.49 |
| Resistenza media cilindrica (N/mm²): | 41.20 | Resist. di calcolo a trazione (N/mm²): | 0.99 |
| Resistenza di calcolo a compressione (N/mm²): | 18.81 | Modulo elastico: (N/mm²): | 32'811.24 |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | 2'728.00 | Area della sezione metallica (mm²): | 160'160.00 |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Momento statico della sez. metallica (mm²): | 2.025E+08 |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Baricentro della sez. metallica (mm²): | 1264.05 |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | 800.00 | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | 2.855E+11 |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | 60.00 | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | 1.366E+08 |
| Altezza dell'anima (mm): | 2'608.00 | Modulo di resistenza superiore (mm³): | 1.950E+08 |
| Spssore dell'anima (mm): | 20.00 | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | -2.259E+08 |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | 1'000.00 | Area resistente a taglio (mm²): | 54'560.00 |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | 60.00 | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SOLETTA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spessore della soletta (mm): | 230.00 | Baricentro della soletta (mm): | 2'913.00 |
| Larghezza collaborante della soletta (mm): | 4'762.00 | Area della soletta (mm²): | 1'095'260.00 |
| Spessore della predalla (mm): | 70.00 | Momento di inerzia proprio della soletta (mm⁴): | 4.828E+09 |
| Diametro strato inferiore armatura (mm): | 24.00 | Diametro strato superiore armatura (mm): | 24.00 |
| Passo armatura strato inferiore (mm): | 200.00 | Passo armatura strato superiore (mm): | 200.00 |
| Area armatura strato inferiore (mm²): | 10'771.39 | Area armatura strato superiore (mm²): | 10'771.39 |
| Dist. arm. strato inf. da estr. trave metallica (mm): | 80.00 | Dist. arm. strato sup. da estr. trave metallica (mm): | 260.00 |

**CARATTERISTICHE INERZIALI - CARICHI DI LUNGA DURATA**

| | |
|---|---|
| Coefficiente $\Phi(t_0,\infty)$ | 2.10 |
| Coefficiente di omogeneizzazione: | 20.18 |
| Area della sezione resistente (mm²): | 235'988.04 |
| Momento statico della sezione resistente (mm³): | 4.245E+08 |
| Baricentro della sezione resistente (mm): | 1798.91 |
| Momento di inerzia della sezione omogeneizzata: | 4.286E+11 |
| Momento statico della soletta in calcestruzzo reagente rispetto all'intera sezione omogeneizzata (mm³): | 6.048E+07 |

**CARATTERISTICHE DELLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Diametro del singolo piolo (mm): | 22.00 |
| Altezza del singolo piolo (mm): | 200.00 |
| Numero di pioli per fila per metro lineare di trave (sulla singola ala superiore): | 3.00 |
| Passo lungitudinale dei pioli (mm): | 200.00 |
| Numero totale di pioli per metro lineare di trave: | 15.00 |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | | FASE 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | -1'160.55 | -384.75 | 0.00 | -1'575.77 | -18.70 | 0.00 |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | 1.35 | 1.50 | 1.20 | 1.35 | 1.50 | 1.20 |
| Azione tagliante complessiva sulla trave allo SLU (kN): | | | | | | -4'299.21 |

**AZIONI SULLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Sforzo di scorrimento unitario (kN/m): | 606.71 |
| Sforzo di scorrimento per piolo (kN): | 40.45 |

**VERIFICA DEL SISTEMA DI COLLEGAMENTO**

| | | |
|---|---|---|
| Resistenza alla recisione del gambo del piolo (kN): | 109.48 | VERIFICA POSITIVA |
| Resistenza allo schiacciamento del calcestruzzo (kN): | 117.20 | VERIFICA POSITIVA |

## 15.14. Concio 7 - $H_{min}$

**TRAVE COMPOSTA ACCIAIO - CALCESTRUZZO - VERIFICA DELLA PIOLATURA**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 510.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 338.10 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 355.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 210'000.00 |

**ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA**

Tipologia dell'acciaio: S235J2+C450

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 450.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 304.35 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 350.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 200'000.00 |

**CALCESTRUZZO PER SOLETTE**

Tipologia del calcestruzzo: C32/40

| | | | |
|---|---|---|---|
| Resistenza caratteristica cubica (N/mm²): | 40.00 | Resistenza media a trazione (N/mm²): | 2.12 |
| Resistenza caratteristica cilindrica (N/mm²): | 33.20 | Resistenza caratt. a trazione (N/mm²): | 1.49 |
| Resistenza media cilindrica (N/mm²): | 41.20 | Resist. di calcolo a trazione (N/mm²): | 0.99 |
| Resistenza di calcolo a compressione (N/mm²): | 18.81 | Modulo elastico: (N/mm²): | 32'811.24 |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | 2'438.00 | Area della sezione metallica (mm²): | 154'360.00 |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Momento statico della sez. metallica (mm²): | 1.739E+08 |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Baricentro della sez. metallica (mm²): | 1126.57 |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | 800.00 | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | 2.167E+11 |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | 60.00 | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | 1.358E+08 |
| Altezza dell'anima (mm): | 2'318.00 | Modulo di resistenza superiore (mm³): | 1.652E+08 |
| Spssore dell'anima (mm): | 20.00 | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | -1.924E+08 |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | 1'000.00 | Area resistente a taglio (mm²): | 48'760.00 |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | 60.00 | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SOLETTA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spessore della soletta (mm): | 230.00 | Baricentro della soletta (mm): | 2'623.00 |
| Larghezza collaborante della soletta (mm): | 4'762.00 | Area della soletta (mm²): | 1'095'260.00 |
| Spessore della predalla (mm): | 70.00 | Momento di inerzia proprio della soletta (mm⁴): | 4.828E+09 |
| Diametro strato inferiore armatura (mm): | 24.00 | Diametro strato superiore armatura (mm): | 24.00 |
| Passo armatura strato inferiore (mm): | 200.00 | Passo armatura strato superiore (mm): | 200.00 |
| Area armatura strato inferiore (mm²): | 10'771.39 | Area armatura strato superiore (mm²): | 10'771.39 |
| Dist. arm. strato inf. da estr. trave metallica (mm): | 80.00 | Dist. arm. strato sup. da estr. trave metallica (mm): | 260.00 |

**CARATTERISTICHE INERZIALI - CARICHI DI LUNGA DURATA**

| | |
|---|---|
| Coefficiente $\Phi(t_0,\infty)$ | 2.10 |
| Coefficiente di omogeneizzazione: | 20.18 |
| Area della sezione resistente (mm²): | 230'188.04 |
| Momento statico della sezione resistente (mm³): | 3.740E+08 |
| Baricentro della sezione resistente (mm): | 1624.67 |
| Momento di inerzia della sezione omogeneizzata: | 3.334E+11 |
| Momento statico della soletta in calcestruzzo reagente rispetto all'intera sezione omogeneizzata (mm³): | 5.419E+07 |

**CARATTERISTICHE DELLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Diametro del singolo piolo (mm): | 22.00 |
| Altezza del singolo piolo (mm): | 200.00 |
| Numero di pioli per fila per metro lineare di trave (sulla singola ala superiore): | 3.00 |
| Passo lungitudinale dei pioli (mm): | 200.00 |
| Numero totale di pioli per metro lineare di trave: | 15.00 |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | | FASE 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | -386.85 | -128.25 | 0.00 | -1'093.32 | -6.40 | 0.00 |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | 1.35 | 1.50 | 1.20 | 1.35 | 1.50 | 1.20 |
| Azione tagliante complessiva sulla trave allo SLU (kN): | | | | | | -2'200.20 |

**AZIONI SULLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Sforzo di scorrimento unitario (kN/m): | 357.63 |
| Sforzo di scorrimento per piolo (kN): | 23.84 |

**VERIFICA DEL SISTEMA DI COLLEGAMENTO**

| | | |
|---|---|---|
| Resistenza alla recisione del gambo del piolo (kN): | 109.48 | VERIFICA POSITIVA |
| Resistenza allo schiacciamento del calcestruzzo (kN): | 117.20 | VERIFICA POSITIVA |

## 15.15. Concio 8 - $H_{max}$

**TRAVE COMPOSTA ACCIAIO - CALCESTRUZZO - VERIFICA DELLA PIOLATURA**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 510.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 338.10 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 355.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 210'000.00 |

**ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA**

Tipologia dell'acciaio: S235J2+C450

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 450.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 304.35 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 350.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 200'000.00 |

**CALCESTRUZZO PER SOLETTE**

Tipologia del calcestruzzo: C32/40

| | | | |
|---|---|---|---|
| Resistenza caratteristica cubica (N/mm²): | 40.00 | Resistenza media a trazione (N/mm²): | 2.12 |
| Resistenza caratteristica cilindrica (N/mm²): | 33.20 | Resistenza caratt. a trazione (N/mm²): | 1.49 |
| Resistenza media cilindrica (N/mm²): | 41.20 | Resist. di calcolo a trazione (N/mm²): | 0.99 |
| Resistenza di calcolo a compressione (N/mm²): | 18.81 | Modulo elastico: (N/mm²): | 32'811.24 |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | 2'438.00 | Area della sezione metallica (mm²): | 154'360.00 |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Momento statico della sez. metallica (mm²): | 1.739E+08 |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Baricentro della sez. metallica (mm²): | 1126.57 |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | 800.00 | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | 2.167E+11 |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | 60.00 | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | 1.358E+08 |
| Altezza dell'anima (mm): | 2'318.00 | Modulo di resistenza superiore (mm³): | 1.652E+08 |
| Spssore dell'anima (mm): | 20.00 | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | -1.924E+08 |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | 1'000.00 | Area resistente a taglio (mm²): | 48'760.00 |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | 60.00 | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SOLETTA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spessore della soletta (mm): | 230.00 | Baricentro della soletta (mm): | 2'623.00 |
| Larghezza collaborante della soletta (mm): | 4'762.00 | Area della soletta (mm²): | 1'095'260.00 |
| Spessore della predalla (mm): | 70.00 | Momento di inerzia proprio della soletta (mm⁴): | 4.828E+09 |
| Diametro strato inferiore armatura (mm): | 24.00 | Diametro strato superiore armatura (mm): | 24.00 |
| Passo armatura strato inferiore (mm): | 200.00 | Passo armatura strato superiore (mm): | 200.00 |
| Area armatura strato inferiore (mm²): | 10'771.39 | Area armatura strato superiore (mm²): | 10'771.39 |
| Dist. arm. strato inf. da estr. trave metallica (mm): | 80.00 | Dist. arm. strato sup. da estr. trave metallica (mm): | 260.00 |

**CARATTERISTICHE INERZIALI - CARICHI DI LUNGA DURATA**

| | |
|---|---|
| Coefficiente $\Phi(t_0,\infty)$ | 2.10 |
| Coefficiente di omogeneizzazione: | 20.18 |
| Area della sezione resistente (mm²): | 230'188.04 |
| Momento statico della sezione resistente (mm³): | 3.740E+08 |
| Baricentro della sezione resistente (mm): | 1624.67 |
| Momento di inerzia della sezione omogeneizzata: | 3.334E+11 |
| Momento statico della soletta in calcestruzzo reagente rispetto all'intera sezione omogeneizzata (mm³): | 5.419E+07 |

**CARATTERISTICHE DELLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Diametro del singolo piolo (mm): | 22.00 |
| Altezza del singolo piolo (mm): | 200.00 |
| Numero di pioli per fila per metro lineare di trave (sulla singola ala superiore): | 3.00 |
| Passo lungitudinale dei pioli (mm): | 200.00 |
| Numero totale di pioli per metro lineare di trave: | 15.00 |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | | FASE 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | -386.85 | -128.25 | 0.00 | -1'093.32 | -6.40 | 0.00 |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | 1.35 | 1.50 | 1.20 | 1.35 | 1.50 | 1.20 |
| Azione tagliante complessiva sulla trave allo SLU (kN): | | | | | | -2'200.20 |

**AZIONI SULLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Sforzo di scorrimento unitario (kN/m): | 357.63 |
| Sforzo di scorrimento per piolo (kN): | 23.84 |

**VERIFICA DEL SISTEMA DI COLLEGAMENTO**

| | | |
|---|---|---|
| Resistenza alla recisione del gambo del piolo (kN): | 109.48 | VERIFICA POSITIVA |
| Resistenza allo schiacciamento del calcestruzzo (kN): | 117.20 | VERIFICA POSITIVA |

## 15.16. Concio 8 - $H_{min}$

**TRAVE COMPOSTA ACCIAIO - CALCESTRUZZO - VERIFICA DELLA PIOLATURA**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 510.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 338.10 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 355.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 210'000.00 |

**ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA**

Tipologia dell'acciaio: S235J2+C450

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | 450.00 | Resistenza di calcolo (N/mm²): | 304.35 |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | 350.00 | Modulo elastico (N/mm²): | 200'000.00 |

**CALCESTRUZZO PER SOLETTE**

Tipologia del calcestruzzo: C32/40

| | | | |
|---|---|---|---|
| Resistenza caratteristica cubica (N/mm²): | 40.00 | Resistenza media a trazione (N/mm²): | 2.12 |
| Resistenza caratteristica cilindrica (N/mm²): | 33.20 | Resistenza caratt. a trazione (N/mm²): | 1.49 |
| Resistenza media cilindrica (N/mm²): | 41.20 | Resist. di calcolo a trazione (N/mm²): | 0.99 |
| Resistenza di calcolo a compressione (N/mm²): | 18.81 | Modulo elastico: (N/mm²): | 32'811.24 |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | 2'400.00 | Area della sezione metallica (mm²): | 153'600.00 |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Momento statico della sez. metallica (mm²): | 1.703E+08 |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | 0.00 | Baricentro della sez. metallica (mm²): | 1108.59 |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | 800.00 | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | 2.086E+11 |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | 60.00 | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | 1.357E+08 |
| Altezza dell'anima (mm): | 2'280.00 | Modulo di resistenza superiore (mm³): | 1.615E+08 |
| Spssore dell'anima (mm): | 20.00 | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | -1.881E+08 |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | 1'000.00 | Area resistente a taglio (mm²): | 48'000.00 |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | 60.00 | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | 0.00 | | |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SOLETTA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spessore della soletta (mm): | 230.00 | Baricentro della soletta (mm): | 2'585.00 |
| Larghezza collaborante della soletta (mm): | 4'762.00 | Area della soletta (mm²): | 1'095'260.00 |
| Spessore della predalla (mm): | 70.00 | Momento di inerzia proprio della soletta (mm⁴): | 4.828E+09 |
| Diametro strato inferiore armatura (mm): | 24.00 | Diametro strato superiore armatura (mm): | 24.00 |
| Passo armatura strato inferiore (mm): | 200.00 | Passo armatura strato superiore (mm): | 200.00 |
| Area armatura strato inferiore (mm²): | 10'771.39 | Area armatura strato superiore (mm²): | 10'771.39 |
| Dist. arm. strato inf. da estr. trave metallica (mm): | 80.00 | Dist. arm. strato sup. da estr. trave metallica (mm): | 260.00 |

**CARATTERISTICHE INERZIALI - CARICHI DI LUNGA DURATA**

| | |
|---|---|
| Coefficiente $\Phi(t_0,\infty)$ | 2.10 |
| Coefficiente di omogeneizzazione: | 20.18 |
| Area della sezione resistente (mm²): | 229'428.04 |
| Momento statico della sezione resistente (mm³): | 3.675E+08 |
| Baricentro della sezione resistente (mm): | 1601.72 |
| Momento di inerzia della sezione omogeneizzata: | 3.220E+11 |
| Momento statico della soletta in calcestruzzo reagente rispetto all'intera sezione omogeneizzata (mm³): | 5.338E+07 |

**CARATTERISTICHE DELLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Diametro del singolo piolo (mm): | 22.00 |
| Altezza del singolo piolo (mm): | 200.00 |
| Numero di pioli per fila per metro lineare di trave (sulla singola ala superiore): | 3.00 |
| Passo lungitudinale dei pioli (mm): | 200.00 |
| Numero totale di pioli per metro lineare di trave: | 15.00 |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | | FASE 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 873.51 | 0.00 | 0.00 |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | 1.35 | 1.50 | 1.20 | 1.35 | 1.50 | 1.20 |
| Azione tagliante complessiva sulla trave allo SLU (kN): | | | | | | 1'179.24 |

**AZIONI SULLA PIOLATURA**

| | |
|---|---|
| Sforzo di scorrimento unitario (kN/m): | 195.46 |
| Sforzo di scorrimento per piolo (kN): | 13.03 |

**VERIFICA DEL SISTEMA DI COLLEGAMENTO**

| | | |
|---|---|---|
| Resistenza alla recisione del gambo del piolo (kN): | 109.48 | VERIFICA POSITIVA |
| Resistenza allo schiacciamento del calcestruzzo (kN): | 117.20 | VERIFICA POSITIVA |

# 16. VERIFICA DELL'INSTABILITÀ' A TAGLIO

Le verifiche vengono limitate alla trave principale esterna che è risultata maggiormente sollecitata a taglio.

## 16.1. Concio 1 - Appoggio

**VERIFICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm$^2$): | **510.00** | Resistenza di calcolo (N/mm$^2$): | **338.10** |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm$^2$): | **355.00** | Modulo elastico (N/mm$^2$): | **210'000.00** |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | **2'400.00** | Area della sezione metallica (mm$^2$): | **153'600.00** |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Momento statico della sez. metallica (mm$^2$): | **1.703E+08** |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Baricentro della sez. metallica (mm$^2$): | **1108.59** |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | **800.00** | Momento di inerzia della sez. metallica (mm$^4$): | **1.979E+10** |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | **60.00** | Costante torsionale della sez. metallica (mm$^4$): | **1.357E+08** |
| Altezza dell'anima (mm): | **2'280.00** | Modulo di resistenza superiore (mm$^3$): | **1.532E+07** |
| Spssore dell'anima (mm): | **20.00** | Modulo di resistenza inferiore (mm$^3$): | **-1.785E+07** |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | **1'000.00** | Area resistente a taglio (mm$^2$): | **48'000.00** |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | **60.00** | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | | FASE 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | **-959.47** | **-318.69** | **-54.58** | **-1'772.59** | **-15.64** | **-151.75** |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | **1.35** | **1.50** | **1.20** | **1.35** | **1.50** | **1.20** |
| Azione tagliante di calcolo (kN): | **-4'437.37** | | | | | |

**VERIFICA SEMPLIFICATA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza dell'anima (mm): | **2'280.00** | Coefficiente $\eta$: | **1.20** |
| Coefficiente $\varepsilon$: | **0.81** | | |

**VERIFICA ANALITICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO NECESSARIA**

**VERIFICA ANALITICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Distanza tra due irrigidenti trasversali rigidi (mm): | **3'077.00** | Parametro $k_\tau$: | **7.54** |
| Tensione critica euleriana dell'anima (N/mm$^2$): | **14.62** | Tensione tangenziale critica dell'anima (N/mm$^2$): | **110.18** |
| Parametro di snellezza dell'anima $\lambda_w$: | **1.36** | Coefficiente $\chi_w$: | **0.66** |
| Spessore della piattab. di resist. assiale min. (mm): | **20.00** | | |

A favore di sicurezza si trascura il contributo irrigidente delle piattabande.

| | | |
|---|---|---|
| Azione tagliante agente sull'anima (kN): | **4'437.37** | **VERIFICA POSITIVA** |
| Resistenza all'instabilità per taglio dell'anima (kN): | **5'907.60** | |

## 16.2. Concio 1 – Sezione campata

**VERIFICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | **510.00** | Resistenza di calcolo (N/mm²): | **338.10** |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | **355.00** | Modulo elastico (N/mm²): | **210'000.00** |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | **2'400.00** | Area della sezione metallica (mm²): | **153'600.00** |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Momento statico della sez. metallica (mm²): | **1.703E+08** |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Baricentro della sez. metallica (mm²): | **1108.59** |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | **800.00** | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | **1.979E+10** |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | **60.00** | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | **1.357E+08** |
| Altezza dell'anima (mm): | **2'280.00** | Modulo di resistenza superiore (mm³): | **1.532E+07** |
| Spssore dell'anima (mm): | **20.00** | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | **-1.785E+07** |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | **1'000.00** | Area resistente a taglio (mm²): | **48'000.00** |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | **60.00** | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | FASE 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | **-340.51** | **-113.49** | **-54.58** | **-1'227.73** | **-5.56** | **-151.75** |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | **1.35** | **1.50** | **1.20** | **1.35** | **1.50** | **1.20** |
| Azione tagliante di calcolo (kN): | **-2'543.30** | | | | | |

**VERIFICA SEMPLIFICATA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza dell'anima (mm): | **2'280.00** | Coefficiente η: | **1.20** |
| Coefficiente ε: | **0.81** | | |

**VERIFICA ANALITICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO NECESSARIA**

**VERIFICA ANALITICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Distanza tra due irrigidenti trasversali rigidi (mm): | **3'077.00** | Parametro $k_\tau$: | **7.54** |
| Tensione critica euleriana dell'anima (N/mm²): | **14.62** | Tensione tangenziale critica dell'anima (N/mm²): | **110.18** |
| Parametro di snellezza dell'anima $\lambda_w$: | **1.36** | Coefficiente $\chi_w$: | **0.66** |
| Spessore della piattab. di resist. assiale min. (mm): | **20.00** | | |

A favore di sicurezza si trascura il contributo irrigidente delle piattabande.

| | | |
|---|---|---|
| Azione tagliante agente sull'anima (kN): | **2'543.30** | **VERIFICA POSITIVA** |
| Resistenza all'instabilità per taglio dell'anima (kN): | **5'907.60** | |

## 16.3. Concio 2 - $H_{min}$

**VERIFICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | **510.00** | Resistenza di calcolo (N/mm²): | **338.10** |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | **355.00** | Modulo elastico (N/mm²): | **210'000.00** |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | **2'400.00** | Area della sezione metallica (mm²): | **153'600.00** |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Momento statico della sez. metallica (mm²): | **1.703E+08** |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Baricentro della sez. metallica (mm²): | **1108.59** |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | **800.00** | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | **1.979E+10** |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | **60.00** | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | **1.357E+08** |
| Altezza dell'anima (mm): | **2'280.00** | Modulo di resistenza superiore (mm³): | **1.532E+07** |
| Spssore dell'anima (mm): | **20.00** | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | **-1.785E+07** |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | **1'000.00** | Area resistente a taglio (mm²): | **48'000.00** |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | **60.00** | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | | FASE 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | **-340.51** | **-113.49** | **-54.58** | **-1'227.73** | **-5.56** | **-151.75** |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | **1.35** | **1.50** | **1.20** | **1.35** | **1.50** | **1.20** |
| Azione tagliante di calcolo (kN): | **-2'543.30** | | | | | |

**VERIFICA SEMPLIFICATA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza dell'anima (mm): | **2'280.00** | Coefficiente η: | **1.20** |
| Coefficiente ε: | **0.81** | | |

**VERIFICA ANALITICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO NECESSARIA**

**VERIFICA ANALITICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Distanza tra due irrigidenti trasversali rigidi (mm): | **3'077.00** | Parametro $k_\tau$: | **7.54** |
| Tensione critica euleriana dell'anima (N/mm²): | **14.62** | Tensione tangenziale critica dell'anima (N/mm²): | **110.18** |
| Parametro di snellezza dell'anima $\lambda_w$: | **1.36** | Coefficiente $\chi_w$: | **0.66** |
| Spessore della piattab. di resist. assiale min. (mm): | **20.00** | | |

A favore di sicurezza si trascura il contributo irrigidente delle piattabande.

| | | |
|---|---|---|
| Azione tagliante agente sull'anima (kN): | **2'543.30** | **VERIFICA POSITIVA** |
| Resistenza all'instabilità per taglio dell'anima (kN): | **5'907.60** | |

## 16.4. Concio 2 – $H_{max}$

**VERIFICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | **510.00** | Resistenza di calcolo (N/mm²): | **338.10** |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | **355.00** | Modulo elastico (N/mm²): | **210'000.00** |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | **2'467.00** | Area della sezione metallica (mm²): | **154'940.00** |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Momento statico della sez. metallica (mm²): | **1.767E+08** |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Baricentro della sez. metallica (mm²): | **1140.29** |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | **800.00** | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | **2.158E+10** |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | **60.00** | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | **1.359E+08** |
| Altezza dell'anima (mm): | **2'347.00** | Modulo di resistenza superiore (mm³): | **1.627E+07** |
| Spssore dell'anima (mm): | **20.00** | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | **-1.892E+07** |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | **1'000.00** | Area resistente a taglio (mm²): | **49'340.00** |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | **60.00** | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | FASE 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | **355.82** | **117.36** | **-54.58** | **946.15** | **5.78** | **-151.75** |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | **1.35** | **1.50** | **1.20** | **1.35** | **1.50** | **1.20** |
| Azione tagliante di calcolo (kN): | **1'694.77** | | | | | |

**VERIFICA SEMPLIFICATA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza dell'anima (mm): | **2'347.00** | Coefficiente η: | **1.20** |
| Coefficiente ε: | **0.81** | | |

**VERIFICA ANALITICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO NECESSARIA**

**VERIFICA ANALITICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Distanza tra due irrigidenti trasversali rigidi (mm): | **3'077.00** | Parametro $k_\tau$: | **7.67** |
| Tensione critica euleriana dell'anima (N/mm²): | **13.80** | Tensione tangenziale critica dell'anima (N/mm²): | **105.78** |
| Parametro di snellezza dell'anima $\lambda_w$: | **1.39** | Coefficiente $\chi_w$: | **0.65** |
| Spessore della piattab. di resist. assiale min. (mm): | **20.00** | | |

A favore di sicurezza si trascura il contributo irrigidente delle piattabande.

| | |
|---|---|
| Azione tagliante agente sull'anima (kN): | **1'694.77** |
| Resistenza all'instabilità per taglio dell'anima (kN): | **5'999.70** |

**VERIFICA POSITIVA**

## 16.5. Concio 3 - $H_{min}$

**VERIFICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | **510.00** | Resistenza di calcolo (N/mm²): | **338.10** |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | **355.00** | Modulo elastico (N/mm²): | **210'000.00** |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | **2'467.00** | Area della sezione metallica (mm²): | **154'940.00** |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Momento statico della sez. metallica (mm²): | **1.767E+08** |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Baricentro della sez. metallica (mm²): | **1140.29** |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | **800.00** | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | **2.158E+10** |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | **60.00** | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | **1.359E+08** |
| Altezza dell'anima (mm): | **2'347.00** | Modulo di resistenza superiore (mm³): | **1.627E+07** |
| Spssore dell'anima (mm): | **20.00** | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | **-1.892E+07** |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | **1'000.00** | Area resistente a taglio (mm²): | **49'340.00** |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | **60.00** | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | FASE 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | **355.82** | **117.36** | **-54.58** | **946.15** | **5.78** | **-151.75** |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | **1.35** | **1.50** | **1.20** | **1.35** | **1.50** | **1.20** |
| Azione tagliante di calcolo (kN): | **1'694.77** | | | | | |

**VERIFICA SEMPLIFICATA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza dell'anima (mm): | **2'347.00** | Coefficiente η: | **1.20** |
| Coefficiente ε: | **0.81** | | |

**VERIFICA ANALITICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO NECESSARIA**

**VERIFICA ANALITICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Distanza tra due irrigidenti trasversali rigidi (mm): | **3'077.00** | Parametro $k_\tau$: | **7.67** |
| Tensione critica euleriana dell'anima (N/mm²): | **13.80** | Tensione tangenziale critica dell'anima (N/mm²): | **105.78** |
| Parametro di snellezza dell'anima $\lambda_w$: | **1.39** | Coefficiente $\chi_w$: | **0.65** |
| Spessore della piattab. di resist. assiale min. (mm): | **20.00** | | |

A favore di sicurezza si trascura il contributo irrigidente delle piattabande.

| | |
|---|---|
| Azione tagliante agente sull'anima (kN): | **1'694.77** |
| Resistenza all'instabilità per taglio dell'anima (kN): | **5'999.70** |

**VERIFICA POSITIVA**

## 16.6. Concio 3 – $H_{max}$

**VERIFICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | **510.00** | Resistenza di calcolo (N/mm²): | **338.10** |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | **355.00** | Modulo elastico (N/mm²): | **210'000.00** |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | **2'758.00** | Area della sezione metallica (mm²): | **160'760.00** |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Momento statico della sez. metallica (mm²): | **2.055E+08** |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Baricentro della sez. metallica (mm²): | **1278.30** |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | **800.00** | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | **3.063E+10** |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | **60.00** | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | **1.366E+08** |
| Altezza dell'anima (mm): | **2'638.00** | Modulo di resistenza superiore (mm³): | **2.070E+07** |
| Spssore dell'anima (mm): | **20.00** | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | **-2.396E+07** |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | **1'000.00** | Area resistente a taglio (mm²): | **55'160.00** |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | **60.00** | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | FASE 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | **1'052.15** | **348.21** | **-54.58** | **1'416.03** | **16.94** | **-151.75** |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | **1.35** | **1.50** | **1.20** | **1.35** | **1.50** | **1.20** |
| Azione tagliante di calcolo (kN): | **3'632.17** | | | | | |

**VERIFICA SEMPLIFICATA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza dell'anima (mm): | **2'638.00** | Coefficiente η: | **1.20** |
| Coefficiente ε: | **0.81** | | |

**VERIFICA ANALITICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO NECESSARIA**

**VERIFICA ANALITICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Distanza tra due irrigidenti trasversali rigidi (mm): | **3'077.00** | Parametro $k_\tau$: | **8.28** |
| Tensione critica euleriana dell'anima (N/mm²): | **10.92** | Tensione tangenziale critica dell'anima (N/mm²): | **90.43** |
| Parametro di snellezza dell'anima $\lambda_w$: | **1.51** | Coefficiente $\chi_w$: | **0.62** |
| Spessore della piattab. di resist. assiale min. (mm): | **20.00** | | |

A favore di sicurezza si trascura il contributo irrigidente delle piattabande.

| | |
|---|---|
| Azione tagliante agente sull'anima (kN): | **3'632.17** |
| Resistenza all'instabilità per taglio dell'anima (kN): | **6'396.31** |

**VERIFICA POSITIVA**

## 16.7. Concio 4 - $H_{min}$

**VERIFICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | **510.00** | Resistenza di calcolo (N/mm²): | **338.10** |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | **355.00** | Modulo elastico (N/mm²): | **210'000.00** |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | **2'758.00** | Area della sezione metallica (mm²): | **160'760.00** |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Momento statico della sez. metallica (mm²): | **2.055E+08** |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Baricentro della sez. metallica (mm²): | **1278.30** |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | **800.00** | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | **3.063E+10** |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | **60.00** | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | **1.366E+08** |
| Altezza dell'anima (mm): | **2'638.00** | Modulo di resistenza superiore (mm³): | **2.070E+07** |
| Spssore dell'anima (mm): | **20.00** | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | **-2.396E+07** |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | **1'000.00** | Area resistente a taglio (mm²): | **55'160.00** |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | **60.00** | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | FASE 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | **1'052.15** | **348.21** | **-54.58** | **1'416.03** | **16.94** | **-151.75** |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | **1.35** | **1.50** | **1.20** | **1.35** | **1.50** | **1.20** |
| Azione tagliante di calcolo (kN): | **3'632.17** | | | | | |

**VERIFICA SEMPLIFICATA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza dell'anima (mm): | **2'638.00** | Coefficiente η: | **1.20** |
| Coefficiente ε: | **0.81** | | |

**VERIFICA ANALITICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO NECESSARIA**

**VERIFICA ANALITICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Distanza tra due irrigidenti trasversali rigidi (mm): | **3'077.00** | Parametro $k_\tau$: | **8.28** |
| Tensione critica euleriana dell'anima (N/mm²): | **10.92** | Tensione tangenziale critica dell'anima (N/mm²): | **90.43** |
| Parametro di snellezza dell'anima $\lambda_w$: | **1.51** | Coefficiente $\chi_w$: | **0.62** |
| Spessore della piattab. di resist. assiale min. (mm): | **20.00** | | |

A favore di sicurezza si trascura il contributo irrigidente delle piattabande.

| | | |
|---|---|---|
| Azione tagliante agente sull'anima (kN): | **3'632.17** | **VERIFICA POSITIVA** |
| Resistenza all'instabilità per taglio dell'anima (kN): | **6'396.31** | |

## 16.8. Concio 4 – $H_{max}$

**VERIFICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | **510.00** | Resistenza di calcolo (N/mm²): | **338.10** |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | **355.00** | Modulo elastico (N/mm²): | **210'000.00** |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | **3'279.00** | Area della sezione metallica (mm²): | **171'180.00** |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Momento statico della sez. metallica (mm²): | **2.613E+08** |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Baricentro della sez. metallica (mm²): | **1526.67** |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | **800.00** | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | **5.257E+10** |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | **60.00** | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | **1.380E+08** |
| Altezza dell'anima (mm): | **3'159.00** | Modulo di resistenza superiore (mm³): | **3.000E+07** |
| Spssore dell'anima (mm): | **20.00** | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | **-3.444E+07** |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | **1'000.00** | Area resistente a taglio (mm²): | **65'580.00** |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | **60.00** | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | FASE 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | **1'748.48** | **579.06** | **-54.58** | **1'907.00** | **27.56** | **-151.75** |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | **1.35** | **1.50** | **1.20** | **1.35** | **1.50** | **1.20** |
| Azione tagliante di calcolo (kN): | **5'597.23** | | | | | |

**VERIFICA SEMPLIFICATA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza dell'anima (mm): | **3'159.00** | Coefficiente η: | **1.20** |
| Coefficiente ε: | **0.81** | | |

**VERIFICA ANALITICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO NECESSARIA**

**VERIFICA ANALITICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Distanza tra due irrigidenti trasversali rigidi (mm): | **3'077.00** | Parametro $k_\tau$: | **9.63** |
| Tensione critica euleriana dell'anima (N/mm²): | **7.62** | Tensione tangenziale critica dell'anima (N/mm²): | **73.33** |
| Parametro di snellezza dell'anima $\lambda_w$: | **1.67** | Coefficiente $\chi_w$: | **0.58** |
| Spessore della piattab. di resist. assiale min. (mm): | **20.00** | | |

A favore di sicurezza si trascura il contributo irrigidente delle piattabande.

| | | |
|---|---|---|
| Azione tagliante agente sull'anima (kN): | **5'597.23** | **VERIFICA POSITIVA** |
| Resistenza all'instabilità per taglio dell'anima (kN): | **7'122.36** | |

## 16.9. Concio 5 - $H_{max}$

**VERIFICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | **510.00** | Resistenza di calcolo (N/mm²): | **338.10** |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | **355.00** | Modulo elastico (N/mm²): | **210'000.00** |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | **3'600.00** | Area della sezione metallica (mm²): | **177'600.00** |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Momento statico della sez. metallica (mm²): | **2.984E+08** |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Baricentro della sez. metallica (mm²): | **1680.41** |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | **800.00** | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | **7.027E+10** |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | **60.00** | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | **1.389E+08** |
| Altezza dell'anima (mm): | **3'480.00** | Modulo di resistenza superiore (mm³): | **3.661E+07** |
| Spssore dell'anima (mm): | **20.00** | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | **-4.182E+07** |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | **1'000.00** | Area resistente a taglio (mm²): | **72'000.00** |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | **60.00** | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | | FASE 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | **2'135.33** | **707.31** | **-54.58** | **2'182.07** | **33.11** | **-151.75** |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | **1.35** | **1.50** | **1.20** | **1.35** | **1.50** | **1.20** |
| Azione tagliante di calcolo (kN): | **6'691.52** | | | | | |

**VERIFICA SEMPLIFICATA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza dell'anima (mm): | **3'480.00** | Coefficiente η: | **1.20** |
| Coefficiente ε: | **0.81** | | |

**VERIFICA ANALITICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO NECESSARIA**

**VERIFICA ANALITICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Distanza tra due irrigidenti trasversali rigidi (mm): | **1'538.00** | Parametro $k_\tau$: | **31.34** |
| Tensione critica euleriana dell'anima (N/mm²): | **6.28** | Tensione tangenziale critica dell'anima (N/mm²): | **196.67** |
| Parametro di snellezza dell'anima $\lambda_w$: | **1.02** | Coefficiente $\chi_w$: | **0.81** |
| Spessore della piattab. di resist. assiale min. (mm): | **20.00** | | |

A favore di sicurezza si trascura il contributo irrigidente delle piattabande.

| | | |
|---|---|---|
| Azione tagliante agente sull'anima (kN): | **6'691.52** | **VERIFICA POSITIVA** |
| Resistenza all'instabilità per taglio dell'anima (kN): | **11'043.58** | |

## 16.10. Concio 5 – $H_{min}$

**VERIFICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | **510.00** | Resistenza di calcolo (N/mm²): | **338.10** |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | **355.00** | Modulo elastico (N/mm²): | **210'000.00** |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | **3'279.00** | Area della sezione metallica (mm²): | **171'180.00** |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Momento statico della sez. metallica (mm²): | **2.613E+08** |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Baricentro della sez. metallica (mm²): | **1526.67** |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | **800.00** | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | **5.257E+10** |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | **60.00** | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | **1.380E+08** |
| Altezza dell'anima (mm): | **3'159.00** | Modulo di resistenza superiore (mm³): | **3.000E+07** |
| Spssore dell'anima (mm): | **20.00** | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | **-3.444E+07** |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | **1'000.00** | Area resistente a taglio (mm²): | **65'580.00** |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | **60.00** | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | FASE 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | **1'748.48** | **579.06** | **-54.58** | **1'910.12** | **27.56** | **-151.75** |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | **1.35** | **1.50** | **1.20** | **1.35** | **1.50** | **1.20** |
| Azione tagliante di calcolo (kN): | **5'601.44** | | | | | |

**VERIFICA SEMPLIFICATA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza dell'anima (mm): | **3'159.00** | Coefficiente η: | **1.20** |
| Coefficiente ε: | **0.81** | | |

**VERIFICA ANALITICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO NECESSARIA**

**VERIFICA ANALITICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Distanza tra due irrigidenti trasversali rigidi (mm): | **3'077.00** | Parametro $k_\tau$: | **9.63** |
| Tensione critica euleriana dell'anima (N/mm²): | **7.62** | Tensione tangenziale critica dell'anima (N/mm²): | **73.33** |
| Parametro di snellezza dell'anima $\lambda_w$: | **1.67** | Coefficiente $\chi_w$: | **0.58** |
| Spessore della piattab. di resist. assiale min. (mm): | **20.00** | | |

A favore di sicurezza si trascura il contributo irrigidente delle piattabande.

| | |
|---|---|
| Azione tagliante agente sull'anima (kN): | **5'601.44** |
| Resistenza all'instabilità per taglio dell'anima (kN): | **7'122.36** |

**VERIFICA POSITIVA**

## 16.11. Concio 6 - $H_{max}$

**VERIFICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | **510.00** | Resistenza di calcolo (N/mm²): | **338.10** |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | **355.00** | Modulo elastico (N/mm²): | **210'000.00** |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | **3'303.00** | Area della sezione metallica (mm²): | **171'660.00** |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Momento statico della sez. metallica (mm²): | **2.640E+08** |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Baricentro della sez. metallica (mm²): | **1538.15** |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | **800.00** | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | **5.378E+10** |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | **60.00** | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | **1.381E+08** |
| Altezza dell'anima (mm): | **3'183.00** | Modulo di resistenza superiore (mm³): | **3.047E+07** |
| Spssore dell'anima (mm): | **20.00** | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | **-3.496E+07** |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | **1'000.00** | Area resistente a taglio (mm²): | **66'060.00** |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | **60.00** | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | FASE 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | **-1'934.25** | **-641.25** | **0.00** | **-2'083.16** | **-30.50** | **0.00** |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | **1.35** | **1.50** | **1.20** | **1.35** | **1.50** | **1.20** |

Azione tagliante di calcolo (kN): **-6'431.13**

**VERIFICA SEMPLIFICATA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza dell'anima (mm): | **3'183.00** | Coefficiente η: | **1.20** |
| Coefficiente ε: | **0.81** | | |

**VERIFICA ANALITICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO NECESSARIA**

**VERIFICA ANALITICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Distanza tra due irrigidenti trasversali rigidi (mm): | **1'500.00** | Parametro $k_\tau$: | **28.05** |
| Tensione critica euleriana dell'anima (N/mm²): | **7.50** | Tensione tangenziale critica dell'anima (N/mm²): | **210.38** |
| Parametro di snellezza dell'anima $\lambda_w$: | **0.99** | Coefficiente $\chi_w$: | **0.84** |
| Spessore della piattab. di resist. assiale min. (mm): | **20.00** | | |

A favore di sicurezza si trascura il contributo irrigidente delle piattabande.

| | | |
|---|---|---|
| Azione tagliante agente sull'anima (kN): | **6'431.13** | **VERIFICA POSITIVA** |
| Resistenza all'instabilità per taglio dell'anima (kN): | **10'447.11** | |

## 16.12. Concio 6 - $H_{min}$

**VERIFICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | **510.00** | Resistenza di calcolo (N/mm²): | **338.10** |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | **355.00** | Modulo elastico (N/mm²): | **210'000.00** |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | **2'728.00** | Area della sezione metallica (mm²): | **160'160.00** |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Momento statico della sez. metallica (mm²): | **2.025E+08** |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Baricentro della sez. metallica (mm²): | **1264.05** |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | **800.00** | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | **2.960E+10** |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | **60.00** | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | **1.366E+08** |
| Altezza dell'anima (mm): | **2'608.00** | Modulo di resistenza superiore (mm³): | **2.022E+07** |
| Spssore dell'anima (mm): | **20.00** | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | **-2.341E+07** |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | **1'000.00** | Area resistente a taglio (mm²): | **54'560.00** |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | **60.00** | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | FASE 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | **-1'160.55** | **-384.75** | **0.00** | **-1'575.77** | **-18.70** | **0.00** |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | **1.35** | **1.50** | **1.20** | **1.35** | **1.50** | **1.20** |
| Azione tagliante di calcolo (kN): | **-4'299.21** | | | | | |

**VERIFICA SEMPLIFICATA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza dell'anima (mm): | **2'608.00** | Coefficiente η: | **1.20** |
| Coefficiente ε: | **0.81** | | |

**VERIFICA ANALITICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO NECESSARIA**

**VERIFICA ANALITICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Distanza tra due irrigidenti trasversali rigidi (mm): | **3'000.00** | Parametro $k_\tau$: | **8.36** |
| Tensione critica euleriana dell'anima (N/mm²): | **11.17** | Tensione tangenziale critica dell'anima (N/mm²): | **93.45** |
| Parametro di snellezza dell'anima $\lambda_w$: | **1.48** | Coefficiente $\chi_w$: | **0.63** |
| Spessore della piattab. di resist. assiale min. (mm): | **20.00** | | |

A favore di sicurezza si trascura il contributo irrigidente delle piattabande.

| | | |
|---|---|---|
| Azione tagliante agente sull'anima (kN): | **4'299.21** | **VERIFICA POSITIVA** |
| Resistenza all'instabilità per taglio dell'anima (kN): | **6'394.66** | |

## 16.13. Concio 7 - $H_{max}$

**VERIFICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | **510.00** | Resistenza di calcolo (N/mm²): | **338.10** |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | **355.00** | Modulo elastico (N/mm²): | **210'000.00** |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | **2'728.00** | Area della sezione metallica (mm²): | **160'160.00** |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Momento statico della sez. metallica (mm²): | **2.025E+08** |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Baricentro della sez. metallica (mm²): | **1264.05** |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | **800.00** | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | **2.960E+10** |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | **60.00** | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | **1.366E+08** |
| Altezza dell'anima (mm): | **2'608.00** | Modulo di resistenza superiore (mm³): | **2.022E+07** |
| Spssore dell'anima (mm): | **20.00** | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | **-2.341E+07** |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | **1'000.00** | Area resistente a taglio (mm²): | **54'560.00** |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | **60.00** | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | FASE 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | **-1'160.55** | **384.75** | **0.00** | **-1'575.77** | **-18.70** | **0.00** |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | **1.35** | **1.50** | **1.20** | **1.35** | **1.50** | **1.20** |

Azione tagliante di calcolo (kN): **-3'144.96**

**VERIFICA SEMPLIFICATA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza dell'anima (mm): | **2'608.00** | Coefficiente η: | **1.20** |
| Coefficiente ε: | **0.81** | | |

**VERIFICA ANALITICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO NECESSARIA**

**VERIFICA ANALITICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Distanza tra due irrigidenti trasversali rigidi (mm): | **3'000.00** | Parametro $k_\tau$: | **8.36** |
| Tensione critica euleriana dell'anima (N/mm²): | **11.17** | Tensione tangenziale critica dell'anima (N/mm²): | **93.45** |
| Parametro di snellezza dell'anima $\lambda_w$: | **1.48** | Coefficiente $\chi_w$: | **0.63** |
| Spessore della piattab. di resist. assiale min. (mm): | **20.00** | | |

A favore di sicurezza si trascura il contributo irrigidente delle piattabande.

| | | |
|---|---|---|
| Azione tagliante agente sull'anima (kN): | **3'144.96** | **VERIFICA POSITIVA** |
| Resistenza all'instabilità per taglio dell'anima (kN): | **6'394.66** | |

## 16.14. Concio 7 - $H_{min}$

**VERIFICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | **510.00** | Resistenza di calcolo (N/mm²): | **338.10** |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | **355.00** | Modulo elastico (N/mm²): | **210'000.00** |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | **2'438.00** | Area della sezione metallica (mm²): | **154'360.00** |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Momento statico della sez. metallica (mm²): | **1.739E+08** |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Baricentro della sez. metallica (mm²): | **1126.57** |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | **800.00** | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | **2.079E+10** |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | **60.00** | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | **1.358E+08** |
| Altezza dell'anima (mm): | **2'318.00** | Modulo di resistenza superiore (mm³): | **1.585E+07** |
| Spssore dell'anima (mm): | **20.00** | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | **-1.845E+07** |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | **1'000.00** | Area resistente a taglio (mm²): | **48'760.00** |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | **60.00** | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | | FASE 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | **-386.85** | **-128.25** | **0.00** | **-1'093.32** | **-6.40** | **0.00** |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | **1.35** | **1.50** | **1.20** | **1.35** | **1.50** | **1.20** |

Azione tagliante di calcolo (kN): **-2'200.20**

**VERIFICA SEMPLIFICATA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza dell'anima (mm): | **2'318.00** | Coefficiente η: | **1.20** |
| Coefficiente ε: | **0.81** | | |

**VERIFICA ANALITICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO NECESSARIA**

**VERIFICA ANALITICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Distanza tra due irrigidenti trasversali rigidi (mm): | **3'000.00** | Parametro $k_\tau$: | **7.73** |
| Tensione critica euleriana dell'anima (N/mm²): | **14.14** | Tensione tangenziale critica dell'anima (N/mm²): | **109.31** |
| Parametro di snellezza dell'anima $\lambda_w$: | **1.37** | Coefficiente $\chi_w$: | **0.66** |
| Spessore della piattab. di resist. assiale min. (mm): | **20.00** | | |

A favore di sicurezza si trascura il contributo irrigidente delle piattabande.

| | | |
|---|---|---|
| Azione tagliante agente sull'anima (kN): | **2'200.20** | **VERIFICA POSITIVA** |
| Resistenza all'instabilità per taglio dell'anima (kN): | **5'990.35** | |

## 16.15. Concio 8 - $H_{max}$

**VERIFICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | **510.00** | Resistenza di calcolo (N/mm²): | **338.10** |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | **355.00** | Modulo elastico (N/mm²): | **210'000.00** |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | **2'438.00** | Area della sezione metallica (mm²): | **154'360.00** |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Momento statico della sez. metallica (mm²): | **1.739E+08** |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Baricentro della sez. metallica (mm²): | **1126.57** |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | **800.00** | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | **2.079E+10** |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | **60.00** | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | **1.358E+08** |
| Altezza dell'anima (mm): | **2'318.00** | Modulo di resistenza superiore (mm³): | **1.585E+07** |
| Spssore dell'anima (mm): | **20.00** | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | **-1.845E+07** |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | **1'000.00** | Area resistente a taglio (mm²): | **48'760.00** |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | **60.00** | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | FASE 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | **-386.85** | **-128.25** | **0.00** | **-1'093.32** | **-6.30** | **0.00** |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | **1.35** | **1.50** | **1.20** | **1.35** | **1.50** | **1.20** |

Azione tagliante di calcolo (kN): **-2'200.05**

**VERIFICA SEMPLIFICATA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza dell'anima (mm): | **2'318.00** | Coefficiente η: | **1.20** |
| Coefficiente ε: | **0.81** | | |

**VERIFICA ANALITICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO NECESSARIA**

**VERIFICA ANALITICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Distanza tra due irrigidenti trasversali rigidi (mm): | **3'000.00** | Parametro $k_\tau$: | **7.73** |
| Tensione critica euleriana dell'anima (N/mm²): | **14.14** | Tensione tangenziale critica dell'anima (N/mm²): | **109.31** |
| Parametro di snellezza dell'anima $\lambda_w$: | **1.37** | Coefficiente $\chi_w$: | **0.66** |
| Spessore della piattab. di resist. assiale min. (mm): | **20.00** | | |

A favore di sicurezza si trascura il contributo irrigidente delle piattabande.

| | | |
|---|---|---|
| Azione tagliante agente sull'anima (kN): | **2'200.05** | **VERIFICA POSITIVA** |
| Resistenza all'instabilità per taglio dell'anima (kN): | **5'990.35** | |

## 16.16. Concio 8 - $H_{min}$

**VERIFICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura (N/mm²): | **510.00** | Resistenza di calcolo (N/mm²): | **338.10** |
| Tensione caratteristica di snervamento (N/mm²): | **355.00** | Modulo elastico (N/mm²): | **210'000.00** |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | **2'400.00** | Area della sezione metallica (mm²): | **153'600.00** |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Momento statico della sez. metallica (mm²): | **1.703E+08** |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Baricentro della sez. metallica (mm²): | **1108.59** |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | **800.00** | Momento di inerzia della sez. metallica (mm⁴): | **1.979E+10** |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | **60.00** | Costante torsionale della sez. metallica (mm⁴): | **1.357E+08** |
| Altezza dell'anima (mm): | **2'280.00** | Modulo di resistenza superiore (mm³): | **1.532E+07** |
| Spssore dell'anima (mm): | **20.00** | Modulo di resistenza inferiore (mm³): | **-1.785E+07** |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | **1'000.00** | Area resistente a taglio (mm²): | **48'000.00** |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | **60.00** | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |

**CARICHI AGENTI**

| AZIONE | FASE 1 | FASE 2 | | | FASE 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perman. | Ritiro | Traffico | Accident. | Termica |
| Azione tagliante caratteristica (kN): | **0.00** | **0.00** | **0.00** | **873.51** | **0.00** | **0.00** |
| Coefficiente di amplificazione per lo SLU: | **1.35** | **1.50** | **1.20** | **1.35** | **1.50** | **1.20** |

Azione tagliante di calcolo (kN): **1'179.24**

**VERIFICA SEMPLIFICATA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza dell'anima (mm): | **2'280.00** | Coefficiente η: | **1.20** |
| Coefficiente ε: | **0.81** | | |

**VERIFICA ANALITICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO NECESSARIA**

**VERIFICA ANALITICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Distanza tra due irrigidenti trasversali rigidi (mm): | **3'000.00** | Parametro $k_\tau$: | **7.65** |
| Tensione critica euleriana dell'anima (N/mm²): | **14.62** | Tensione tangenziale critica dell'anima (N/mm²): | **111.85** |
| Parametro di snellezza dell'anima $\lambda_w$: | **1.35** | Coefficiente $\chi_w$: | **0.67** |
| Spessore della piattab. di resist. assiale min. (mm): | **20.00** | | |

A favore di sicurezza si trascura il contributo irrigidente delle piattabande.

| | |
|---|---|
| Azione tagliante agente sull'anima (kN): | **1'179.24** |
| Resistenza all'instabilità per taglio dell'anima (kN): | **5'936.99** |

**VERIFICA POSITIVA**

# 17. VERIFICA A FATICA DELLE TRAVI PRINCIPALI

## 17.1. Criterio di verifica utilizzato

Per le strutture soggette a carichi ciclici deve essere verificata la resistenza a fatica imponendo che:

$$\Delta_d \leq \Delta_R / \gamma_{Mf}$$

Essendo:

- $\Delta_d$ l'escursione di tensione (effettiva o equivalente allo spettro di tensione) prodotta dalle azioni cicliche di progetto che inducono fenomeni di fatica con coefficienti parziali $\gamma_f = 1$
- $\Delta_R$ la resistenza a fatica per la relativa categoria dei dettagli costruttivi, come desumibile dalle curve S-N di resistenza a fatica, per il numero totale di cicli di sollecitazione N applicati durante la vita di progetto richiesta
- $\gamma_{Mf}$ il coefficiente parziale definito dal D.M. 14.01.2008 - Tab. 4.2.IX

Per la valutazione della resistenza a fatica verrà utilizzato il "*Criterio della vita utile a fatica*", che richiede che vengano adottati dettagli costruttivi e livelli di sforzo tali da garantire, per la vita a fatica prevista, gli stessi livelli di sicurezza adottati per le altre verifiche agli stati limite ultimi, indipendentemente da procedure di ispezione e manutenzione durante la vita di esercizio.
I valori dei coefficienti $\gamma_{Mf}$ adottati nelle verifiche sono stati desunti dal D.M. 14.01.2008 – Tab. 4.2.IX:

| | Conseguenza della rottura per fatica | |
|---|---|---|
| | Moderate | Significative |
| Danneggiamento accettabile (strutture poco sensibili alla rottura per fatica | $\gamma_{Mf}$=1,00 | $\gamma_{Mf}$=1,15 |
| Vita utile (strutture sensibili alla rottura per fatica) | $\gamma_{Mf}$=1,15 | $\gamma_{Mf}$=1,35 |

La struttura è considerata sensibile alla rottura per fatica con conseguenze significative. Il coefficiente $\gamma_{Mf}$ è assunto pertanto pari a **1,35**.
Per gli elementi secondari (piolature) è stato assunto un coefficiente $\gamma_{Mf}$ = **1,15**.

## 17.2. Verifiche per vita illimitata

Le verifiche a fatica per vita illimitata verranno condotte, per elementi caratterizzati da limite di fatica ad ampiezza costante, controllando che il massimo delta di tensione $\Delta\sigma_{max}=(\sigma_{max}-\sigma_{min})$ indotto nell'elemento dallo spettro di carico significativo risulti minore del limite di fatica dell'elemento stesso.

### *17.2.1. Carichi utilizzati*

Per le verifiche a fatica è stato preso in considerazione il modello di carico a fatica n.1 riportato dal D.M. 14.01.2008 al paragrafo 5.1.4.3, costituito dallo schema di carico 1 con valore dei carichi concentrati ridotti del 30% e i valori dei carichi distribuiti ridotti del 70% come riportato nella figura seguente:

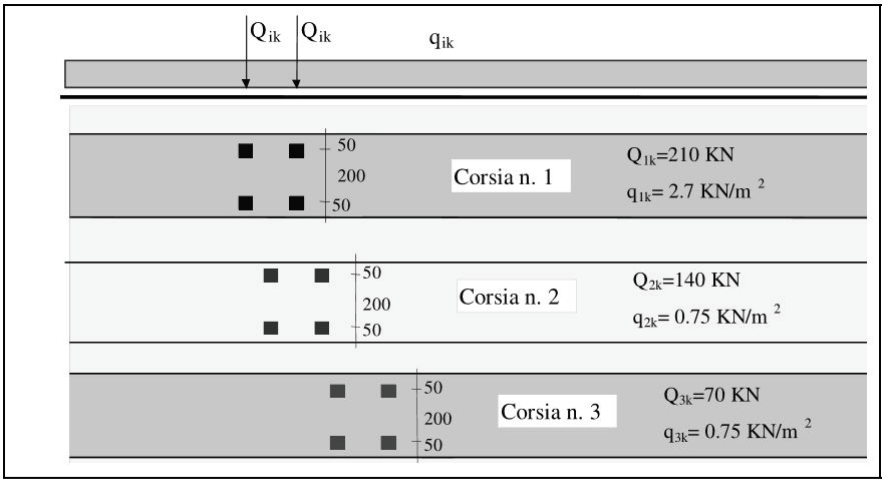
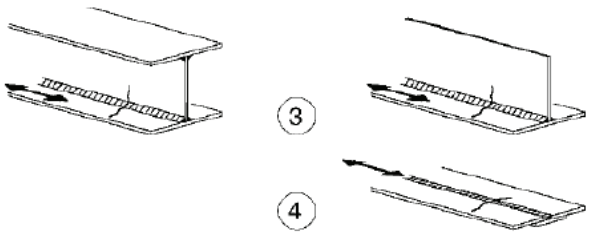



**Figura 5.1.4** – *Modello di carico di fatica n. 1*

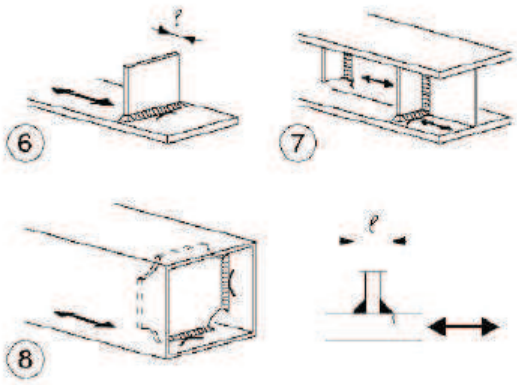
### *17.2.2. Valutazione del limite di fatica per le travi principali*

La classe di dettaglio cui fanno capo le piattabande delle travi principali dell'impalcato è stata desunta dalla Circolare n. 617 dello 02.2.2009 – Tab. C4.2.XIV

| | | | |
|---|---|---|---|
| 112 |  | 3) Saldatura automatica a cordoni d'angolo o a piena penetrazione effettuata da entrambi i lati, ma contenente punti di interruzione/ripresa.<br>4) Saldatura automatica a piena penetrazione su piatto di sostegno, non contenente punti di interruzione/ripresa | 4) Se il dettaglio contiene punti di interruzione/ripresa, si deve far riferimento alla classe 100 |

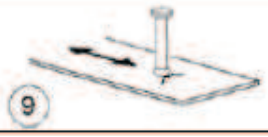
Si considera per le piattabande una classe di dettaglio pari a **112**.

La classe di dettaglio cui fanno capo le anime delle travi principali dell'impalcato è stata desunta dalla Circolare n. 617 dello 02.2.2009 – Tab. C4.2.XVI

| | | | |
|---|---|---|---|
| 80 (a)<br>71 (b) |  | Attacchi trasversali<br><br>6) Saldati a una piastra<br>7) Nervature verticali saldate a un profilo o a una trave composta<br>8) Diagrammi di travi a cassone composte, saldati all'anima o alla piattabanda<br><br>(a) l ≤50 mm<br>(b) 50< l ≤80 mm<br><br>Le classi sono valide anche per nervature anulari | 6) e 7) Le parti terminali delle saldature devono essere molate accuratamente per eliminare tutte le rientranze presenti<br><br>7) Se la nervatura termina nell'anima, Δσ deve essere calcolato usando le tensioni principali |

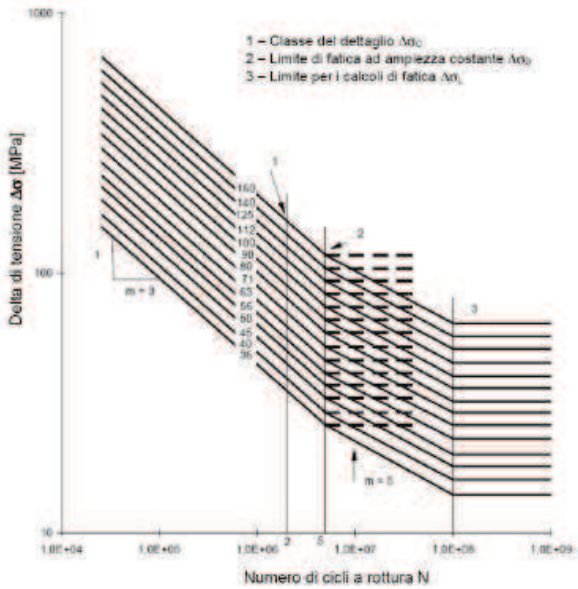
Si considera per le anime una classe di dettaglio pari a **80**.

La classe di dettaglio cui fanno capo le piolature delle travi principali dell'impalcato è stata desunta dalla Circolare n. 617 dello 02.2.2009 – Tab. C4.2.XVI

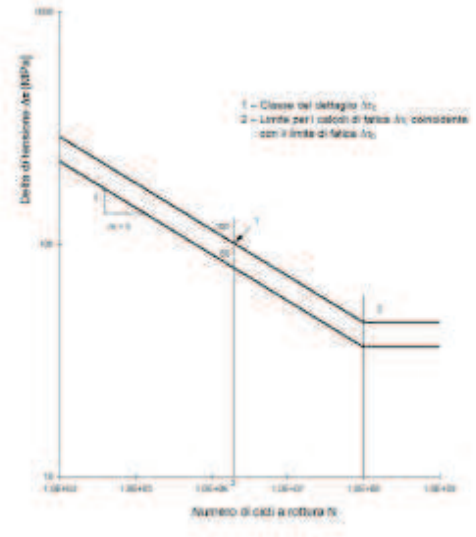
| | | | |
|---|---|---|---|
| 80 |  | 9) Effetto della saldatura del piolo sul materiale base della piastra | |

Si considera i pioli una classe di dettaglio pari a **80**.

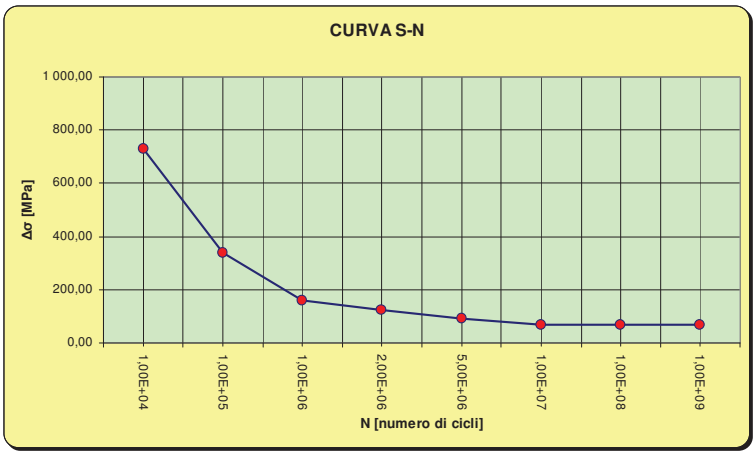
I limiti di fatica per elementi soggetti ad azione normale vengono determinati sulla base delle curve S-N riportate nella Circolare n. 617 dello 02.2.2009 – par. C4.2.4.1.4.4:



I limiti di fatica per elementi soggetti ad azione tangenziale vengono determinati sulla base delle curve S-N riportate nella Circolare n. 617 dello 02.2.2009 – par. C4.2.4.1.4.4:



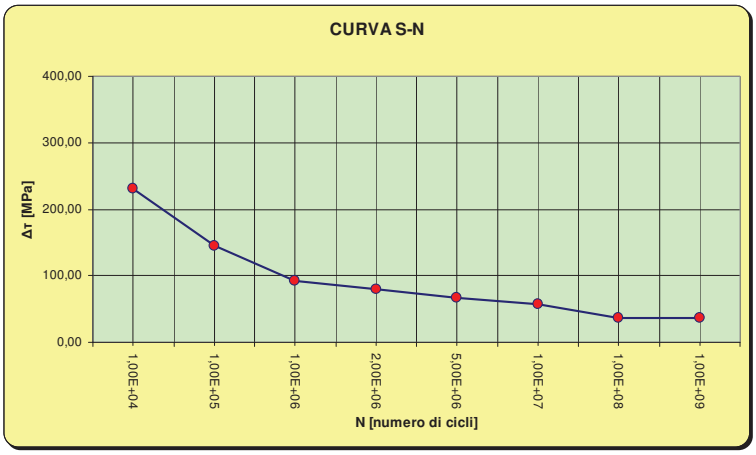
Per le piattabande delle travi principali la curva S-N risulta la seguente:




Il valore del limite di fatica ad ampiezza costante utilizzato nelle verifiche delle piattabande è assunto pari a:

$$\Delta\sigma_D/\gamma_{Mf} = 82{,}54/1{,}35 = 61{,}14\ N/mm^2$$

Per le anime delle travi principali la curva S-N risulta la seguente:




Il valore del limite di fatica ad ampiezza costante utilizzato nelle verifiche delle anime è assunto pari a:

**$\Delta\tau_L/\gamma_{Mf}$ = 36,56/1,35 = 27,08 N/mm$^2$**

Il valore del limite di fatica ad ampiezza costante utilizzato nelle verifiche dei pioli è assunto pari a:

**$\Delta\tau_L/\gamma_{Mf}$ = 36,56/1,15 = 31,79 N/mm$^2$**

*17.2.3. Valutazione del delta di tensione sulle travi principali*

Nella tabella successiva sono riportate le azioni flettenti massime e minime allo Stato Limite di Fatica (valutata in esercizio tenendo conto dell'effetto di tutti i carichi permanenti e dei carichi accidentali come definito al paragrafo 15.2.1) e le tensioni normali generate in conseguenza sulle piattabande dei diversi conci della trave principale (maggiormente sollecitata):

$\Delta\sigma_{lim}$ [MPa] 61,14

| CONCIO | PIATTABANDA | $\sigma_{max}$ [MPa] | $\sigma_{min}$ [MPa] | $\Delta\sigma_{max}$ [MPa] | FS |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | superiore | 13,70 | 5,81 | 7,89 | 7,75 |
| | inferiore | 61,08 | 25,91 | 35,18 | 1,74 |
| 2 | superiore | 15,75 | 3,78 | 11,97 | 5,11 |
| | inferiore | 69,14 | 16,61 | 52,53 | 1,16 |
| 3 | superiore | -26,90 | 19,60 | 46,50 | 1,32 |
| | inferiore | -34,71 | 25,29 | 60,00 | 1,02 |
| 4 | superiore | -85,63 | -53,86 | 31,78 | 1,92 |
| | inferiore | -108,50 | -68,24 | 40,26 | 1,52 |
| 5 | superiore | -85,63 | -53,86 | 31,78 | 1,92 |
| | inferiore | -108,50 | -68,24 | 40,26 | 1,52 |
| 6 | superiore | -74,46 | -51,30 | 23,16 | 2,64 |
| | inferiore | -94,30 | -64,96 | 29,34 | 2,08 |
| 7 | superiore | 9,18 | 0,69 | 8,49 | 7,20 |
| | inferiore | 38,14 | 2,87 | 35,28 | 1,73 |
| 8 | superiore | 24,07 | 12,58 | 11,48 | 5,32 |
| | inferiore | 106,32 | 55,59 | 50,73 | 1,21 |

Nella tabella successiva sono riportate le azioni taglianti massime e minime allo Stato Limite di Fatica (valutata in esercizio tenendo conto dell'effetto di tutti i carichi permanenti e dei carichi

accidentali come definito al paragrafo 15.2.1) e le tensioni tangenziali generate in conseguenza sull'anima dei diversi conci della trave principale esterna (maggiormente sollecitata):

$\Delta\tau_{lim}$ [MPa] 27,08

| CONCIO | $\tau_{max}$ [MPa] | $\tau_{min}$ [MPa] | $\Delta\tau$ [MPa] | FS |
|---|---|---|---|---|
| 1 | -23,62 | -4,10 | 19,52 | 1,39 |
| 2 | 19,68 | 1,11 | 18,57 | 1,46 |
| 3 | 38,75 | 19,17 | 19,58 | 1,38 |
| 4 | -18,81 | -3,17 | 15,64 | 1,73 |
| 5 | -18,81 | -3,17 | 15,64 | 1,73 |
| 6 | -54,51 | -37,54 | 16,97 | 1,60 |
| 7 | -43,13 | -24,83 | 18,29 | 1,48 |
| 8 | -22,48 | -3,04 | 19,43 | 1,39 |

### *17.2.4. Valutazione del delta di tensione sui pioli*

Nella tabella successiva sono riportate le tensioni tangenziali generate dalle azioni taglianti massime e minime allo Stato Limite di Fatica (valutata in esercizio tenendo conto dell'effetto di tutti i carichi permanenti e dei carichi accidentali come definito al paragrafo 15.2.1) sul singolo piolo dei diversi conci della trave principale maggiormente sollecitata:

$\Delta\tau_{lim}$ [MPa] 31.79

| CONCIO | $\tau_{max}$ [MPa] | $\tau_{min}$ [MPa] | $\Delta\tau$ [MPa] | FS |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 48.67 | 23.75 | 24.91 | 1.28 |
| 2 | 23.97 | 4.21 | 19.76 | 1.61 |
| 3 | 35.78 | 19.86 | 15.92 | 2.00 |
| 4 | 44.35 | 30.49 | 13.86 | 2.29 |
| 5 | 50.46 | 35.86 | 14.60 | 2.18 |
| 6 | 48.14 | 33.15 | 14.99 | 2.12 |
| 7 | 43.67 | 25.15 | 18.52 | 1.72 |
| 8 | 23.44 | 3.18 | 20.26 | 1.57 |

# 18. VERIFICA DI DEFORMABILITÀ E CALCOLO DELLA CONTROMONTA

Nella tabella successiva sono riportati i valori della freccia massima calcolata sulla trave più sollecitata per le differenti fasi costruttive:

| | FRECCIA [mm] | |
|---|---|---|
| | TRAVE 1 | TRAVE 2 |
| | SP.A-P1 / P2-SP.B | P1-P2 |
| **FASE I PESI PROPRI** | 9.93 | 70.78 |
| **FASE II PERMANENTI** | 2.36 | 13.94 |
| **FASE III TRAFFICO** | 20.92 | 47.23 |

Viene prevista una contromonta di valore pari al minimo tra la deformazione indotta dai carichi permanenti di fase 1 e fase 2 oltre il 25% della deformazione indotta dai carichi mobili e 1,10 volte la deformazione indotta dai carichi permanenti di fase 1 e fase 2.

Nella tabella successiva viene considerato il valore massimo della contromonta per le diverse campate, considerando i valori massimi delle frecce calcolate per le diverse travate:

| CALCOLO DELLA CONTROMONTA [mm] | |
|---|---|
| TRAVE 1 | TRAVE 2 |
| SP.A-P1 / P4-SP.B | P1-P2 / P3-P4 |
| 13.5 | 93.2 |

# 19. VERIFICA DEI TRASVERSI

## 19.1. Verifica del trasverso corrente in condizioni standard

Vengono di seguito riportati i calcoli della verifica di resistenza dei traversi correnti:

### *19.1.1. Verifica di resistenza*

| VERIFICA STRUTTRALE DEL TRASVERSO FLESSIONALE | | |
|---|---|---|
| Altezza totale del trasverso flessionale: | 800.00 | mm |
| Larghezza della piattabanda superiore: | 300.00 | mm |
| Spessore della piattabanda superiore: | 20.00 | mm |
| Altezza dell'anima: | 760.00 | mm |
| Spessore dell'anima: | 15.00 | mm |
| Larghezza della piattabanda inferiore: | 300.00 | mm |
| Spessore della piattabanda inferiore: | 20.00 | mm |
| Area della sezione del trasverso flessionale: | 23'400.00 | $mm^2$ |
| Momento statico della sezione rispetto al lembo inferiore del trasverso: | 9.360E+06 | $mm^3$ |
| Baricentro della sezione rispetto al lembo inferiore del trasverso: | 400.00 | mm |
| Momento di inerzia della sezione rispetto al baricentro del trasverso: | 2.374E+09 | $mm^4$ |
| Modulo di resistenza del lembo superiore: | 5.936E+06 | $mm^3$ |
| Modulo di resistenza del lembo inferiore: | -5.936E+06 | $mm^3$ |
| Area resistente a taglio: | 12'000.00 | $mm^2$ |
| Tipologia di acciaio: | S355 | |
| Resistenza di calcolo a compressione/trazione: | 338.10 | $N/mm^2$ |
| Resistenza di calcolo a taglio: | 195.20 | $N/mm^2$ |
| Momento flettente di calcolo: | -1'380.74 | kNm |
| Azione tagliante di calcolo: | 1'088.54 | kN |
| Tensione normale massima agente al lembo superiore del trasverso: | -232.61 | $N/mm^2$ |
| **VERIFICA POSITIVA** | | |
| Tensione normale massima agente al lembo inferiore del trasverso: | 232.61 | $N/mm^2$ |
| **VERIFICA POSITIVA** | | |
| Tensione tangenziale massima sul trasverso: | 90.71 | $N/mm^2$ |
| **VERIFICA POSITIVA** | | |

## *19.1.2. Verifica all'instabilità per taglio*

**VERIFICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tipologia dell'acciaio da carpenteria: S355

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura ($N/mm^2$): | **510.00** | Resistenza di calcolo ($N/mm^2$): | **338.10** |
| Tensione caratteristica di snervamento ($N/mm^2$): | **355.00** | Modulo elastico ($N/mm^2$): | **210'000.00** |

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA TRAVE METALLICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza complessiva della trave (mm): | **800.00** | Area della sezione metallica ($mm^2$): | **23'400.00** |
| Larghezza impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Momento statico della sez. metallica ($mm^2$): | **9.360E+06** |
| Spessore impiattamento superiore (mm): | **0.00** | Baricentro della sez. metallica ($mm^2$): | **400.00** |
| Larghezza della piattabanda superiore (mm): | **300.00** | Momento di inerzia della sez. metallica ($mm^4$): | **5.491E+08** |
| Spessore della piattabanda superiore (mm): | **20.00** | Costante torsionale della sez. metallica ($mm^4$): | **2.455E+06** |
| Altezza dell'anima (mm): | **760.00** | Modulo di resistenza superiore ($mm^3$): | **1.373E+06** |
| Spssore dell'anima (mm): | **15.00** | Modulo di resistenza inferiore ($mm^3$): | **-1.373E+06** |
| Larghezza della piattabanda inferiore (mm): | **300.00** | Area resistente a taglio ($mm^2$): | **12'000.00** |
| Spessore della piattabanda inferiore (mm): | **20.00** | | |
| Larghezza impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |
| Spessore impiattamento inferiore (mm): | **0.00** | | |

**AZIONE**

Azione tagliante di calcolo (kN): **1'088.54**

**VERIFICA SEMPLIFICATA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza dell'anima (mm): | **760.00** | Coefficiente $\eta$: | **1.25** |
| Coefficiente $\varepsilon$: | **0.81** | | |

**VERIFICA ANALITICA DELL'INSTABILITA' A TAGLIO NECESSARIA**

**VERIFICA ANALITICA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Distanza tra due irrigidenti trasversali rigidi (mm): | **4'330.00** | Parametro $k_\tau$: | **5.46** |
| Tensione critica euleriana dell'anima ($N/mm^2$): | **74.01** | Tensione tangenziale critica dell'anima ($N/mm^2$): | **404.35** |
| Parametro di snellezza dell'anima $\lambda_w$: | **0.71** | Coefficiente $\chi_w$: | **1.17** |
| Spessore della piattab. di resist. assiale min. (mm): | **20.00** | | |

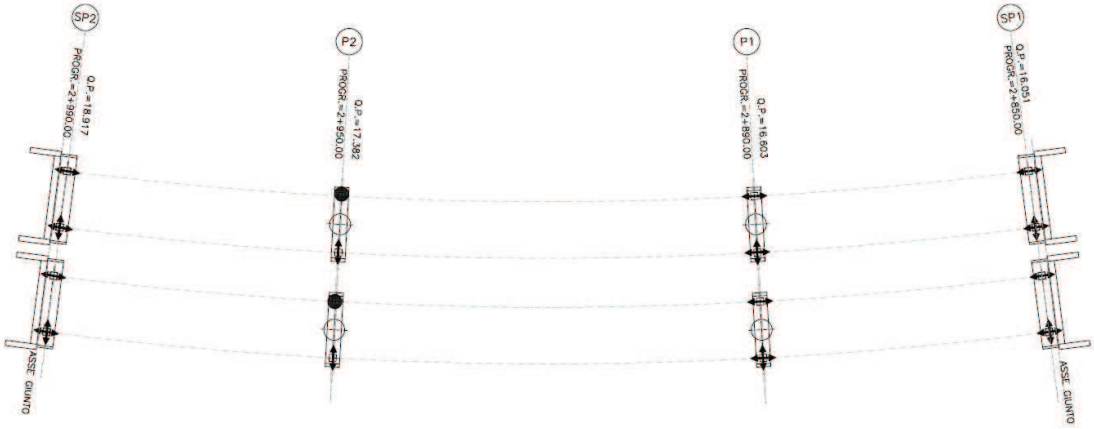
A favore di sicurezza si trascura il contributo irrigidente delle piattabande.

| | |
|---|---|
| Azione tagliante agente sull'anima (kN): | **1'088.54** |
| Resistenza all'instabilità per taglio dell'anima (kN): | **2'593.66** |

**VERIFICA POSITIVA**

# 20. VERIFICA DEL SISTEMA DI VINCOLO (APPOGGI E GIUNTI)

Come mostrato nella figura seguente il vincolo fisso è posizionato sull'appoggio destro (interno curva) delle pile 2 di entrambi gli impalcati mentre l'appoggio di sinistra (esterno curva) è un unidirezionale trasversale. L'appoggio destro delle altre pile e delle spalle è unidirezionale longitudinale mentre l'appoggio sinistro è un multidirezionale. I giunti di espansione sono invece posizionati sulle due spalle come indicato in figura.




Le combinazioni di azioni previste per la valutazione degli spostamenti allo stato limite ultimo non sismico sono:

I_SLU) $F_d = 1{,}00 \times G_k + 1{,}50 \times Q_5 + 1{,}20 \times 0{,}60\ \varepsilon_3$

essendo

- $\varepsilon_3$ = ( 52 °C) massimo intervallo di espansione per appoggi

II_SLU) $F_d = 1{,}00 \times G_k + 1{,}50 \times 0{,}6 \times Q_5 + 1{,}20\ \varepsilon_3$

essendo

- $\varepsilon_3$= (52 °C) massimo intervallo di espansione per appoggi

Le medesime combinazioni vengono eseguite per la stima dei massimi spostamenti in direzione longitudinale dove al posto dell'azione da vento si utilizza quella da frenatura per 1.35.

Le combinazioni di azioni previste per la valutazione degli spostamenti allo <u>stato limite di esercizio</u> sono:

I_SLE) [azione variabile dominante: vento]

$F_d = G_k + Q_5 + 0{,}60\ \varepsilon_3$

essendo

- $\varepsilon_3$ = ( 52 °C) variazione termica differenziale positiva

Nella situazione sismica i dispositivi di appoggio debbono essere in grado di sostenere, senza rotture, gli spostamenti $d_{Ed}$ valutati per un terremoto avente probabilità di superamento pari a quella prevista per lo SLC, mentre in termini di resistenza si considera un terremoto avente probabilità di superamento pari a quella prevista per lo SLV. Per quanto riguarda invece i giunti si

considerano gli spostamenti $d_{Ed}$ valutati per un terremoto avente probabilità di superamento pari a quella prevista per lo SLV.
Le combinazioni di azioni previste in fase sismica sono riportate di seguito:
I_SISMA) $F_d = G_k + 0{,}50 \times \varepsilon_3 + E$

- $\varepsilon_3$ = (52 °C) massimo intervallo di espansione per appoggi

Si riporta di seguito la tabella con le caratteristiche prestazionali degli appoggi

| ALLINEAMENTO | APPOGGIO | Fz [kN] | Flong [kN] | Ftrasv [kN] | Ulong [mm] | Utrasv [mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SPALLA 1 | UNIDIREZIONALE LONGITUDINALE | 5000 | – | 250 | +/−160 | – |
| | MULTIDIREZIONALI | 5000 | – | – | +/−160 | +/−25 |
| PILA P1 | UNIDIREZIONALE LONGITUDINALE | 15000 | – | 1250 | +/−120 | – |
| | MULTIDIREZIONALI | 15000 | – | – | +/−120 | +/−25 |
| PILA P2 | FISSO | 15000 | 3500 | 1250 | – | – |
| | UNIDIREZIONALE TRASVERSALE | 15000 | 3500 | – | – | +/−25 |
| SPALLA 2 | UNIDIREZIONALE LONGITUDINALE | 5000 | – | 250 | +/−100 | – |
| | MULTIDIREZIONALI | 5000 | – | – | +/−100 | +/−25 |

APPOGGIO MULTIDIREZIONALE

APPOGGIO UNIDIREZIONALE TRASVERSALE

APPOGGIO UNIDIREZIONALE LONGITUDINALE

APPOGGIO FISSO

Le prestazioni richieste per i giunti di espansione sono:
<u>SPALLA SP1</u>

- Movimento longitudinale massimo di ±120 mm con associato un movimento trasversale pari a ±10 mm;
- Movimento trasversale massimo di ±25 mm con associato un movimento longitudinale pari a ±25 mm.

<u>SPALLA SP2</u>

- Movimento longitudinale massimo di ±80 mm con associato un movimento trasversale pari a ±10 mm;
- Movimento trasversale massimo di ±25 mm con associato un movimento longitudinale pari a ±25 mm.

# 21. PILA FISSA

La sottostruttura fissa del ponte è stata individuata nella **pila 2**.

## 21.1. Dati di input e azioni sollecitanti caratteristiche

| | | |
|---|---|---|
| **A. - CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA PILA** | | |
| Altezza media dei baggioli | 0.43 | [m] |
| **A.1 - PULVINO** | | |
| Area della superficie frontale del pulvino | 22.43 | [$m^2$] |
| Altezza del pulvino | 2.50 | [m] |
| Spessore del pulvino | 2.00 | [m] |
| Volume del pulvino | 44.85 | [$m^3$] |
| Peso del pulvino | 1,121.25 | [kN] |
| **A.2 - FUSTO** | | |
| Raggio del fusto | 1.50 | [m] |
| Altezza del fusto | 3.20 | [m] |
| Volume del fusto | 22.62 | [$m^3$] |
| Peso del fusto alla base | 565.49 | [kN] |
| Peso del fusto in corrispondenza della sezione a $h_{fusto}/3$ dalla base | 376.99 | [kN] |
| Peso del fusto in corrispondenza della sezione a $2 \cdot h_{fusto}/3$ dalla base | 188.50 | [kN] |
| **B. - AZIONI STATICHE INDOTTE DALL'IMPALCATO** | | |
| **B.1 - PESI PROPRI (carpenteria metallica e soletta)** | | |
| Numero totale di appoggi sulla pila | 2 | |
| Interasse tra gli appoggi | 8.00 | [m] |
| Peso prorpio dell'impalcato scaricato sull'appoggio 1 (da modello di calcolo) | 4,456.43 | [kN] |
| Peso proprio dell'impalcato scaricato sull'appoggio 2 (da modello di calcolo) | 4,456.43 | [kN] |
| Peso proprio totale trasmesso dall'impalcato | 8,912.86 | [kN] |
| Momento flettente trasversale | 0.00 | [kNm] |
| **B.2 - CARICHI PERMANENTI** | | |
| Numero totale di appoggi sulla pila | 2 | |
| Interasse tra gli appoggi | 8.00 | [m] |
| Carico permanente dell'impalcato scaricato sull'appoggio 1 (da modello di calcolo) | 1,476.81 | [kN] |
| Carico permanente dell'impalcato scaricato sull'appoggio 2 (da modello di calcolo) | 1,476.81 | [kN] |
| Peso proprio totale trasmesso dall'impalcato | 2,953.62 | [kN] |
| Momento flettente trasversale | 0.00 | [kNm] |
| **B.3 - CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO** | | |
| Larghezza della carreggiata stradale | 13.25 | [m] |
| Lunghezza di carreggiata stradale di pertinenza della pila (da modello di calcolo) | 56.73 | [m] |
| Eccentricità dell'asse della carreggiata rispetto all'asse longitudinale del pulvino | 0.00 | [m] |
| Numero di corsie convenzionali | 3.00 | |
| Larghezza della porzione di carreggiata rimanente | 4.25 | [m] |

| *Componente da massimizzare* | | $N_{max}$ | $M_{T,max}$ | |
|---|---|---|---|---|
| Carico concentrato corsia 1 | $Q_{1a}$ | 600.00 | 600.00 | [kN] |
| Carico concentrato corsia 2 | $Q_{1b}$ | 400.00 | 400.00 | [kN] |
| Carico concentrato corsia 3 | $Q_{1c}$ | 200.00 | 0.00 | [kN] |
| Carico distribuito corsia 1 | $q_{1a}$ | 27.00 | 27.00 | [kN/m] |
| Carico distribuito corsia 2 | $q_{1b}$ | 7.50 | 7.50 | [kN/m] |
| Carico distribuito corsia 3 | $q_{1c}$ | 7.50 | 0.00 | [kN/m] |
| Carico distribuito porzione di carreggiata rimanente | $q_{1d}$ | 10.63 | 0.00 | [kN/m] |
| Eccentricità corsia 1 rispetto all'asse longitudinale del pulvino | $e_a$ | 5.13 | 5.13 | [m] |
| Eccentricità corsia 2 rispetto all'asse longitudinale del pulvino | $e_b$ | 2.13 | 2.13 | [m] |
| Eccentricità corsia 3 rispetto all'asse longitudinale del pulvino | $e_c$ | -0.88 | -0.88 | [m] |
| Eccentricità altre corsie rispetto all'asse longitudinale del pulvino | $e_d$ | -4.50 | -4.50 | [m] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Momento flettente trasversale dovuto al carico concentrato sulla corsia 1 | 3,075.00 | 3,075.00 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto al carico concentrato sulla corsia 2 | 850.00 | 850.00 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto al carico concentrato sulla corsia 3 | -175.00 | 0.00 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto al carico distribuito sulla corsia 1 | 7,850.01 | 7,850.01 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto al carico distribuito sulla corsia 2 | 904.13 | 904.13 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto al carico distribuito sulla corsia 3 | -372.29 | 0.00 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto al carico distribuito sulla largh. rimanente | -2,712.40 | 0.00 | [kNm] |
| Azione normale dovuta ai carichi da traffico (condizione $N_{max}$) | | 4,185.42 | [kN] |
| Azione normale dovuta ai carichi da traffico (condizione $M_{Tmax}$) | | 2,957.19 | [kN] |
| Massimo momento flettente trasversale dovuto ai carichi da traffico (condizione $N_{max}$) | | 9,419.45 | [kNm] |
| Massimo momento flettente trasversale dovuto ai carichi da traffico (condizione $M_{Tmax}$) | | 12,679.15 | [kNm] |
| **B.4 - AZIONI TAGLIANTI E AZIONI FLESSIONALI LONGITUDINALI DOVUTE ALL'ATTRITO PARASSITA DEI VINCOLI** | | | |
| Azione normale massima dovuta al peso proprio e ai carichi permanenti portati dall'impalcato | | 11,866.48 | [kN] |
| Coefficiente di attrito parassita | | 0.03 | |
| Azione tagliante longitudinale | | 355.99 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale alla base | | 2,182.25 | [kNm] |
| Momento flettente longitudinale in corrispondenza della sezione a $h_{fusto}/3$ dalla base | | 1,802.52 | [kNm] |
| Momento flettente longitudinale in corrispondenza della sezione a $2 \cdot h_{fusto}/3$ dalla base | | 1,422.79 | [kNm] |
| **B.5 - AZIONI TAGLIANTI E AZIONI FLESSIONALI LONGITUDINALI DOVUTE ALLA FRENATURA** | | | |
| Lunghezza totale dell'impalcato | | 140.00 | [m] |
| Azione totale della frenatura | | 738.00 | [kN] |
| Lunghezza di impalcato di pertinenza della pila | | 140.00 | [m] |
| Azione longitudinale della frenatura di pertinenza della pila | | 738.00 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale alla base | | 4,523.94 | [kNm] |
| Momento flettente longitudinale in corrispondenza della sezione a $h_{fusto}/3$ dalla base | | 3,736.74 | [kNm] |
| Momento flettente longitudinale in corrispondenza della sezione a $2 \cdot h_{fusto}/3$ dalla base | | 2,949.54 | [kNm] |
| **B.6 - AZIONI TAGLIANTI E AZIONI FLESSIONALI TRASVERSALI DOVUTE AL VENTO** | | | |
| Pressione trasversale del vento | | 1.85 | [kN/m$^2$] |
| Altezza media dell'impalcato | | 3.33 | [m] |
| Altezza della superficie di applicazione della pressione del vento | | 6.33 | [kN] |
| Lunghezza di carreggiata stradale di pertinenza della pila (da modello di calcolo) | | 56.73 | |
| Azione orizzontale trasversale totale del vento di pertinenza trasmessa dall'impalcato | | 664.34 | [kN] |
| Momento flettente trasversale alla base | | 4,072.38 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale in corrispondenza della sezione a $h_{fusto}/3$ dalla base | | 3,363.76 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale in corrispondenza della sezione a $2 \cdot h_{fusto}/3$ dalla base | | 2,655.13 | [kNm] |
| **C. - AZIONI SISMICHE** | | | |
| Modulo di elasticità del calcestruzzo del fusto | | 36,049.97 | [N/mm$^2$] |
| **C.1 - AZIONE SISMICA TRASMESSA DALL'IMPALCATO** | | | |
| Sistema di appoggio | | FISSO | |
| Peso sismico della sottostruttura | | 1,686.74 | |
| Peso sismico dell'impalcato di pertinenza della pila in direzione longitudinale | | 29,216.48 | [kN] |
| Peso sismico dell'impalcato di pertinenza della pila in direzione trasversale | | 11,866.48 | |
| Massa sismica totale in testa al fusto in direzione longitudinale | | 3,150.17 | [$kN_{massa}$] |
| Massa sismica totale in testa al fusto in direzione trasversale | | 1,381.57 | [$kN_{massa}$] |
| Momento di inerzia del fusto | | 3.98 | [m$^4$] |
| Rigidezza flessionale della pila in direzione longitudinale | | 2,321,969.21 | [kN/m] |
| Periodo di oscillazione del fusto circolare in direzione longitudinale | | 0.2314 | [sec] |
| Accelerazione spettrale normalizzata della pila (SLV) in direzione longitudinale | | 0.195 | |
| Rigidezza flessionale della pila in direzione trasversale | | 2,321,969.21 | [kN/m] |
| Periodo di oscillazione del fusto circolare in direzione trasversale | | 0.1533 | [sec] |
| Accelerazione spettrale normalizzata della pila (SLV) in direzione trasversale | | 0.169 | |
| Azione tagliante sismica longitudinale | | 6,026.13 | [kN] |
| Azione tagliante sismica trasversale | | 2,290.49 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale alla base | | 34,348.93 | [kNm] |
| Momento flettente longitudinale in corrispondenza della sezione a $h_{fusto}/3$ dalla base | | 27,921.06 | [kNm] |
| Momento flettente longitudinale in corrispondenza della sezione a $2 \cdot h_{fusto}/3$ dalla base | | 21,493.19 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale alla base | | 13,055.81 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale in corrispondenza della sezione a $h_{fusto}/3$ dalla base | | 10,612.62 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale in corrispondenza della sezione a $2 \cdot h_{fusto}/3$ dalla base | | 8,169.43 | [kNm] |

**D. - VALORI CARATTERISTICI DELLE AZIONI SOLLECITANTI SUL FUSTO - H = 0,0 M**

| CARICO | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso proprio della pila | 1,686.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 4,185.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,419.45 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 2,957.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,679.15 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,182.25 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 738.00 | 0.00 | 4,523.94 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 0.00 | 0.00 | 664.34 | 0.00 | 4,072.38 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 6,026.13 | 0.00 | 34,348.93 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 2,290.49 | 0.00 | 13,055.81 |

**E. - VALORI CARATTERISTICI DELLE AZIONI SOLLECITANTI SUL FUSTO - H = $H_{fusto}$/3**

| CARICO | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso proprio della pila | 1,498.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 4,185.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,419.45 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 2,957.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,679.15 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,802.52 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 738.00 | 0.00 | 3,736.74 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 0.00 | 0.00 | 664.34 | 0.00 | 3,363.76 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 6,026.13 | 0.00 | 27,921.06 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 2,290.49 | 0.00 | 10,612.62 |

**F. - VALORI CARATTERISTICI DELLE AZIONI SOLLECITANTI SUL FUSTO - 2·H = $H_{fusto}$/3**

| CARICO | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso proprio della pila | 1,309.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 4,185.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,419.45 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 2,957.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,679.15 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,422.79 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 738.00 | 0.00 | 2,949.54 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 0.00 | 0.00 | 664.34 | 0.00 | 2,655.13 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 6,026.13 | 0.00 | 21,493.19 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 2,290.49 | 0.00 | 8,169.43 |

## 21.2. Azioni sollecitanti di calcolo

### *21.2.1. Sezione di spiccato del fusto*

| COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,686.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,182.25 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **13,553.22** | **355.99** | **0.00** | **2,182.25** | **0.00** |

| COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,686.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 3,139.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7,064.59 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,182.25 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,692.28** | **355.99** | **0.00** | **2,182.25** | **7,064.59** |

| COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,686.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.75 | 2,217.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,509.36 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,182.25 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **15,771.11** | **355.99** | **0.00** | **2,182.25** | **9,509.36** |

| COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,686.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,182.25 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 132.87 | 0.00 | 814.48 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **13,553.22** | **355.99** | **132.87** | **2,182.25** | **814.48** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,686.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 1.00 | 4,185.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,419.45 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,182.25 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 2,443.43 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **17,738.63** | **355.99** | **398.60** | **2,182.25** | **11,862.88** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,686.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 1.00 | 2,957.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,679.15 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,182.25 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 2,443.43 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,510.40** | **355.99** | **398.60** | **2,182.25** | **15,122.58** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,686.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 3,139.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7,064.59 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,182.25 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 738.00 | 0.00 | 4,523.94 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 2,443.43 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,692.28** | **1,093.99** | **398.60** | **6,706.19** | **9,508.02** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 04 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,686.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.75 | 2,217.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,509.36 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,182.25 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 738.00 | 0.00 | 4,523.94 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 2,443.43 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **15,771.11** | **1,093.99** | **398.60** | **6,706.19** | **11,952.79** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 05 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,686.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 3,139.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7,064.59 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,182.25 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 664.34 | 0.00 | 4,072.38 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,692.28** | **355.99** | **664.34** | **2,182.25** | **11,136.97** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 06 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,686.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.75 | 2,217.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,509.36 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,182.25 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 664.34 | 0.00 | 4,072.38 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **15,771.11** | **355.99** | **664.34** | **2,182.25** | **13,581.74** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,277.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 1.00 | 5,650.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,716.26 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 3,273.37 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 3,665.15 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **24,390.20** | **533.99** | **597.90** | **3,273.37** | **16,381.41** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,277.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 1.00 | 3,992.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 17,116.85 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 3,273.37 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 3,665.15 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **22,732.09** | **533.99** | **597.90** | **3,273.37** | **20,782.00** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,277.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.75 | 4,237.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,537.20 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 3,273.37 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 1,107.00 | 0.00 | 6,785.91 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 3,665.15 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **22,977.62** | **1,640.99** | **597.90** | **10,059.28** | **13,202.34** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 04 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,277.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.75 | 2,994.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,837.64 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 3,273.37 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 1,107.00 | 0.00 | 6,785.91 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 3,665.15 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **21,734.04** | **1,640.99** | **597.90** | **10,059.28** | **16,502.78** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 05 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,277.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.75 | 4,237.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,537.20 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 3,273.37 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 996.50 | 0.00 | 6,108.58 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **22,977.62** | **533.99** | **996.50** | **3,273.37** | **15,645.77** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 06 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,277.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.75 | 2,994.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,837.64 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 3,273.37 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 996.50 | 0.00 | 6,108.58 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **21,734.04** | **533.99** | **996.50** | **3,273.37** | **18,946.21** |

| COMBINAZIONE SLU - SLV 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,686.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,182.25 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 6,026.13 | 0.00 | 34,348.93 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 1.00 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 687.15 | 0.00 | 3,916.74 |
| **TOTALE** | | | **13,553.22** | **6,382.12** | **687.15** | **36,531.17** | **3,916.74** |

| COMBINAZIONE SLU - SLV 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,686.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,182.25 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 1.00 | 0.30 | 0.00 | 1,807.84 | 0.00 | 10,304.68 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 2,290.49 | 0.00 | 13,055.81 |
| **TOTALE** | | | **13,553.22** | **2,163.83** | **2,290.49** | **12,486.92** | **13,055.81** |

| RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| COMBINAZIONE | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| SLE - QUASI PERMANENTE | 13,553.22 | 355.99 | 0.00 | 2,182.25 | 0.00 |
| SLE - FREQUENTE 01 | 16,692.28 | 355.99 | 0.00 | 2,182.25 | 7,064.59 |
| SLE - FREQUENTE 02 | 15,771.11 | 355.99 | 0.00 | 2,182.25 | 9,509.36 |
| SLE - FREQUENTE 03 | 13,553.22 | 355.99 | 132.87 | 2,182.25 | 814.48 |
| SLE - CARATTERISTICA 01 | 17,738.63 | 355.99 | 398.60 | 2,182.25 | 11,862.88 |
| SLE - CARATTERISTICA 02 | 16,510.40 | 355.99 | 398.60 | 2,182.25 | 15,122.58 |
| SLE - CARATTERISTICA 03 | 16,692.28 | 1,093.99 | 398.60 | 6,706.19 | 9,508.02 |
| SLE - CARATTERISTICA 04 | 15,771.11 | 1,093.99 | 398.60 | 6,706.19 | 11,952.79 |
| SLE - CARATTERISTICA 05 | 16,692.28 | 355.99 | 664.34 | 2,182.25 | 11,136.97 |
| SLE - CARATTERISTICA 06 | 15,771.11 | 355.99 | 664.34 | 2,182.25 | 13,581.74 |
| SLU - STR 01 | 24,390.20 | 533.99 | 597.90 | 3,273.37 | 16,381.41 |
| SLU - STR 02 | 22,732.09 | 533.99 | 597.90 | 3,273.37 | 20,782.00 |
| SLU - STR 03 | 22,977.62 | 1,640.99 | 597.90 | 10,059.28 | 13,202.34 |
| SLU - STR 04 | 21,734.04 | 1,640.99 | 597.90 | 10,059.28 | 16,502.78 |
| SLU - STR 05 | 22,977.62 | 533.99 | 996.50 | 3,273.37 | 15,645.77 |
| SLU - STR 06 | 21,734.04 | 533.99 | 996.50 | 3,273.37 | 18,946.21 |
| SLU - SLV 01 | 13,553.22 | 6,382.12 | 687.15 | 36,531.17 | 3,916.74 |
| SLU - SLV 02 | 13,553.22 | 2,163.83 | 2,290.49 | 12,486.92 | 13,055.81 |

## *21.2.2. Sezione a quota h/3 dallo spiccato del fusto*

| COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,498.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,802.52 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **13,364.72** | **355.99** | **0.00** | **1,802.52** | **0.00** |

| COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,498.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 3,139.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7,064.59 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,802.52 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,503.78** | **355.99** | **0.00** | **1,802.52** | **7,064.59** |

| COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,498.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.75 | 2,217.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,509.36 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,802.52 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **15,582.61** | **355.99** | **0.00** | **1,802.52** | **9,509.36** |

| COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,498.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,802.52 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 132.87 | 0.00 | 672.75 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **13,364.72** | **355.99** | **132.87** | **1,802.52** | **672.75** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,498.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 1.00 | 4,185.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,419.45 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,802.52 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 2,018.25 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **17,550.14** | **355.99** | **398.60** | **1,802.52** | **11,437.71** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,498.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 1.00 | 2,957.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,679.15 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,802.52 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 2,018.25 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,321.91** | **355.99** | **398.60** | **1,802.52** | **14,697.40** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,498.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 3,139.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7,064.59 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,802.52 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 738.00 | 0.00 | 3,736.74 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 2,018.25 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,503.78** | **1,093.99** | **398.60** | **5,539.26** | **9,082.85** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 04 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,498.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.75 | 2,217.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,509.36 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,802.52 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 738.00 | 0.00 | 3,736.74 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 2,018.25 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **15,582.61** | **1,093.99** | **398.60** | **5,539.26** | **11,527.62** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 05 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,498.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 3,139.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7,064.59 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,802.52 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 664.34 | 0.00 | 3,363.76 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,503.78** | **355.99** | **664.34** | **1,802.52** | **10,428.35** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 06 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,498.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.75 | 2,217.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,509.36 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,802.52 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 664.34 | 0.00 | 3,363.76 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **15,582.61** | **355.99** | **664.34** | **1,802.52** | **12,873.12** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,022.63 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 1.00 | 5,650.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,716.26 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 2,703.78 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 3,027.38 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **24,135.73** | **533.99** | **597.90** | **2,703.78** | **15,743.65** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,022.63 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 1.00 | 3,992.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 17,116.85 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 2,703.78 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 3,027.38 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **22,477.62** | **533.99** | **597.90** | **2,703.78** | **20,144.23** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,022.63 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.75 | 4,237.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,537.20 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 2,703.78 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 1,107.00 | 0.00 | 5,605.11 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 3,027.38 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **22,723.15** | **1,640.99** | **597.90** | **8,308.89** | **12,564.58** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 04 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,022.63 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.75 | 2,994.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,837.64 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 2,703.78 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 1,107.00 | 0.00 | 5,605.11 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 3,027.38 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **21,479.57** | **1,640.99** | **597.90** | **8,308.89** | **15,865.02** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 05 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,022.63 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.75 | 4,237.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,537.20 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 2,703.78 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 996.50 | 0.00 | 5,045.64 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **22,723.15** | **533.99** | **996.50** | **2,703.78** | **14,582.83** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 06 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,022.63 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.75 | 2,994.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,837.64 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 2,703.78 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 996.50 | 0.00 | 5,045.64 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **21,479.57** | **533.99** | **996.50** | **2,703.78** | **17,883.27** |

| COMBINAZIONE SLU - SLV 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,498.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,802.52 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 6,026.13 | 0.00 | 27,921.06 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 1.00 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 687.15 | 0.00 | 3,183.79 |
| **TOTALE** | | | **13,364.72** | **6,382.12** | **687.15** | **29,723.57** | **3,183.79** |

| COMBINAZIONE SLU - SLV 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,498.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,802.52 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 1.00 | 0.30 | 0.00 | 1,807.84 | 0.00 | 8,376.32 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 2,290.49 | 0.00 | 10,612.62 |
| **TOTALE** | | | **13,364.72** | **2,163.83** | **2,290.49** | **10,178.84** | **10,612.62** |

| RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| COMBINAZIONE | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| SLE - QUASI PERMANENTE | 13,364.72 | 355.99 | 0.00 | 1,802.52 | 0.00 |
| SLE - FREQUENTE 01 | 16,503.78 | 355.99 | 0.00 | 1,802.52 | 7,064.59 |
| SLE - FREQUENTE 02 | 15,582.61 | 355.99 | 0.00 | 1,802.52 | 9,509.36 |
| SLE - FREQUENTE 03 | 13,364.72 | 355.99 | 132.87 | 1,802.52 | 672.75 |
| SLE - CARATTERISTICA 01 | 17,550.14 | 355.99 | 398.60 | 1,802.52 | 11,437.71 |
| SLE - CARATTERISTICA 02 | 16,321.91 | 355.99 | 398.60 | 1,802.52 | 14,697.40 |
| SLE - CARATTERISTICA 03 | 16,503.78 | 1,093.99 | 398.60 | 5,539.26 | 9,082.85 |
| SLE - CARATTERISTICA 04 | 15,582.61 | 1,093.99 | 398.60 | 5,539.26 | 11,527.62 |
| SLE - CARATTERISTICA 05 | 16,503.78 | 355.99 | 664.34 | 1,802.52 | 10,428.35 |
| SLE - CARATTERISTICA 06 | 15,582.61 | 355.99 | 664.34 | 1,802.52 | 12,873.12 |
| SLU - STR 01 | 24,135.73 | 533.99 | 597.90 | 2,703.78 | 15,743.65 |
| SLU - STR 02 | 22,477.62 | 533.99 | 597.90 | 2,703.78 | 20,144.23 |
| SLU - STR 03 | 22,723.15 | 1,640.99 | 597.90 | 8,308.89 | 12,564.58 |
| SLU - STR 04 | 21,479.57 | 1,640.99 | 597.90 | 8,308.89 | 15,865.02 |
| SLU - STR 05 | 22,723.15 | 533.99 | 996.50 | 2,703.78 | 14,582.83 |
| SLU - STR 06 | 21,479.57 | 533.99 | 996.50 | 2,703.78 | 17,883.27 |
| SLU - SLV 01 | 13,364.72 | 6,382.12 | 687.15 | 29,723.57 | 3,183.79 |
| SLU - SLV 02 | 13,364.72 | 2,163.83 | 2,290.49 | 10,178.84 | 10,612.62 |

## *21.2.3. Sezione a quota 2h/3 dallo spiccato del fusto*

| COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,309.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,422.79 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **13,176.23** | **355.99** | **0.00** | **1,422.79** | **0.00** |

| COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,309.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 3,139.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7,064.59 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,422.79 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,315.29** | **355.99** | **0.00** | **1,422.79** | **7,064.59** |

| COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,309.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.75 | 2,217.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,509.36 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,422.79 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **15,394.11** | **355.99** | **0.00** | **1,422.79** | **9,509.36** |

| COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,309.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,422.79 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 132.87 | 0.00 | 531.03 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **13,176.23** | **355.99** | **132.87** | **1,422.79** | **531.03** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,309.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 1.00 | 4,185.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,419.45 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,422.79 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 1,593.08 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **17,361.64** | **355.99** | **398.60** | **1,422.79** | **11,012.53** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,309.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 1.00 | 2,957.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,679.15 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,422.79 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 1,593.08 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,133.41** | **355.99** | **398.60** | **1,422.79** | **14,272.23** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,309.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 3,139.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7,064.59 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,422.79 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 738.00 | 0.00 | 2,949.54 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 1,593.08 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,315.29** | **1,093.99** | **398.60** | **4,372.33** | **8,657.67** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 04 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,309.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.75 | 2,217.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,509.36 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,422.79 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 738.00 | 0.00 | 2,949.54 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 1,593.08 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **15,394.11** | **1,093.99** | **398.60** | **4,372.33** | **11,102.44** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 05 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,309.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 3,139.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7,064.59 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,422.79 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 664.34 | 0.00 | 2,655.13 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,315.29** | **355.99** | **664.34** | **1,422.79** | **9,719.72** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 06 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,309.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.75 | 2,217.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,509.36 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,422.79 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 664.34 | 0.00 | 2,655.13 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **15,394.11** | **355.99** | **664.34** | **1,422.79** | **12,164.49** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 1,768.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 1.00 | 5,650.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,716.26 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 2,134.19 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 2,389.62 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **23,881.26** | **533.99** | **597.90** | **2,134.19** | **15,105.88** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 1,768.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 1.00 | 3,992.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 17,116.85 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 2,134.19 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 2,389.62 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **22,223.15** | **533.99** | **597.90** | **2,134.19** | **19,506.47** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 1,768.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.75 | 4,237.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,537.20 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 2,134.19 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 1,107.00 | 0.00 | 4,424.31 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 2,389.62 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **22,468.68** | **1,640.99** | **597.90** | **6,558.50** | **11,926.82** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 04 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 1,768.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.75 | 2,994.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,837.64 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 2,134.19 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 1,107.00 | 0.00 | 4,424.31 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 2,389.62 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **21,225.10** | **1,640.99** | **597.90** | **6,558.50** | **15,227.26** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 05 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 1,768.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.75 | 4,237.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,537.20 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 2,134.19 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 996.50 | 0.00 | 3,982.70 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **22,468.68** | **533.99** | **996.50** | **2,134.19** | **13,519.90** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 06 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 1,768.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.75 | 2,994.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,837.64 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 2,134.19 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 996.50 | 0.00 | 3,982.70 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **21,225.10** | **533.99** | **996.50** | **2,134.19** | **16,820.34** |

| COMBINAZIONE SLU - SLV 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,309.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,422.79 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 6,026.13 | 0.00 | 21,493.19 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 1.00 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 687.15 | 0.00 | 2,450.83 |
| **TOTALE** | | | **13,176.23** | **6,382.12** | **687.15** | **22,915.98** | **2,450.83** |

| COMBINAZIONE SLU - SLV 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,309.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,422.79 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 1.00 | 0.30 | 0.00 | 1,807.84 | 0.00 | 6,447.96 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 2,290.49 | 0.00 | 8,169.43 |
| **TOTALE** | | | **13,176.23** | **2,163.83** | **2,290.49** | **7,870.75** | **8,169.43** |

| RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| COMBINAZIONE | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| SLE - QUASI PERMANENTE | 13,176.23 | 355.99 | 0.00 | 1,422.79 | 0.00 |
| SLE - FREQUENTE 01 | 16,315.29 | 355.99 | 0.00 | 1,422.79 | 7,064.59 |
| SLE - FREQUENTE 02 | 15,394.11 | 355.99 | 0.00 | 1,422.79 | 9,509.36 |
| SLE - FREQUENTE 03 | 13,176.23 | 355.99 | 132.87 | 1,422.79 | 531.03 |
| SLE - CARATTERISTICA 01 | 17,361.64 | 355.99 | 398.60 | 1,422.79 | 11,012.53 |
| SLE - CARATTERISTICA 02 | 16,133.41 | 355.99 | 398.60 | 1,422.79 | 14,272.23 |
| SLE - CARATTERISTICA 03 | 16,315.29 | 1,093.99 | 398.60 | 4,372.33 | 8,657.67 |
| SLE - CARATTERISTICA 04 | 15,394.11 | 1,093.99 | 398.60 | 4,372.33 | 11,102.44 |
| SLE - CARATTERISTICA 05 | 16,315.29 | 355.99 | 664.34 | 1,422.79 | 9,719.72 |
| SLE - CARATTERISTICA 06 | 15,394.11 | 355.99 | 664.34 | 1,422.79 | 12,164.49 |
| SLU - STR 01 | 23,881.26 | 533.99 | 597.90 | 2,134.19 | 15,105.88 |
| SLU - STR 02 | 22,223.15 | 533.99 | 597.90 | 2,134.19 | 19,506.47 |
| SLU - STR 03 | 22,468.68 | 1,640.99 | 597.90 | 6,558.50 | 11,926.82 |
| SLU - STR 04 | 21,225.10 | 1,640.99 | 597.90 | 6,558.50 | 15,227.26 |
| SLU - STR 05 | 22,468.68 | 533.99 | 996.50 | 2,134.19 | 13,519.90 |
| SLU - STR 06 | 21,225.10 | 533.99 | 996.50 | 2,134.19 | 16,820.34 |
| SLU - SLV 01 | 13,176.23 | 6,382.12 | 687.15 | 22,915.98 | 2,450.83 |
| SLU - SLV 02 | 13,176.23 | 2,163.83 | 2,290.49 | 7,870.75 | 8,169.43 |

## 21.3. Sezione di spiccato del fusto

### *21.3.1. Sezione e armatura di verifica*

La sezione di verifica è circolare con diametro pari a 300 cm.

L'armatura verticale è costituita da:

- 90Ø26 disposti a raggiera (I strato)

L'armatura a taglio è costituita da staffe circolari Ø16/5. Il copriferro netto minimo è assunto pari a 40 mm.

### *21.3.2. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni*

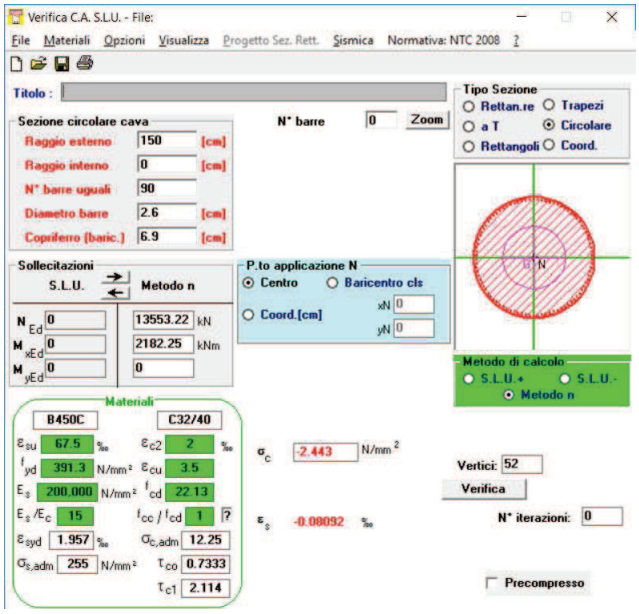
<u>Combinazione SLE – Quasi Permanente</u>

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – QUASI PERMANENTE**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a **$N_{Sd}$ = 13.553,22 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a **$M_{L,Sd}$ = 2.182,25 kNm**.

Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a **$M_{T,Sd}$ = 0,00 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- **$\sigma_c$ = 2,44 N/mm² < 0,45 x $f_{ck}$ = 14,94 N/mm²**
- **$\sigma_s$ = 0,00 N/mm² < 0,80 x $f_{yk}$ = 360,00 N/mm² (sezione interamente compressa)**

La verifica risulta <u>soddisfatta</u>.

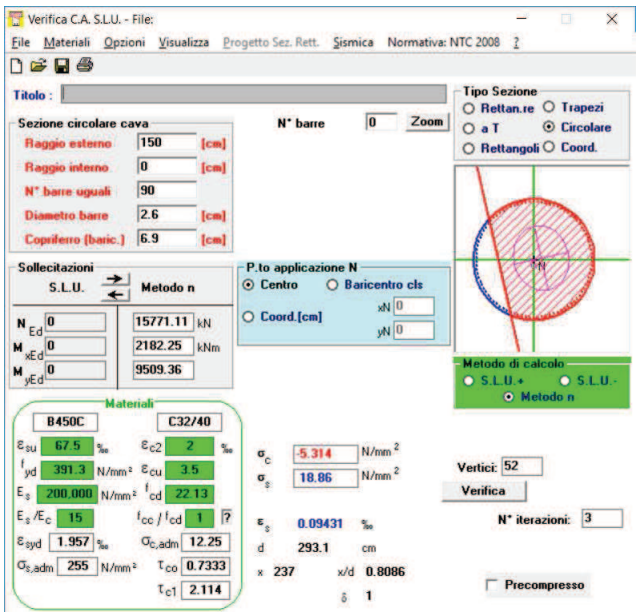
Combinazione SLE – Frequente

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – FREQUENTE 02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $\mathbf{N_{Sd}}$ **= 15.771,11 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 2.182,25 kNm**.

Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 9.509,36 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c$ **= 5,31N/mm² < 0,45 x** $f_{ck}$ **= 14,94 N/mm²**
- $\sigma_s$ **= 18,86 N/mm² < 0,80 x** $f_{yk}$ **= 360,00 N/mm²**

La verifica risulta soddisfatta.

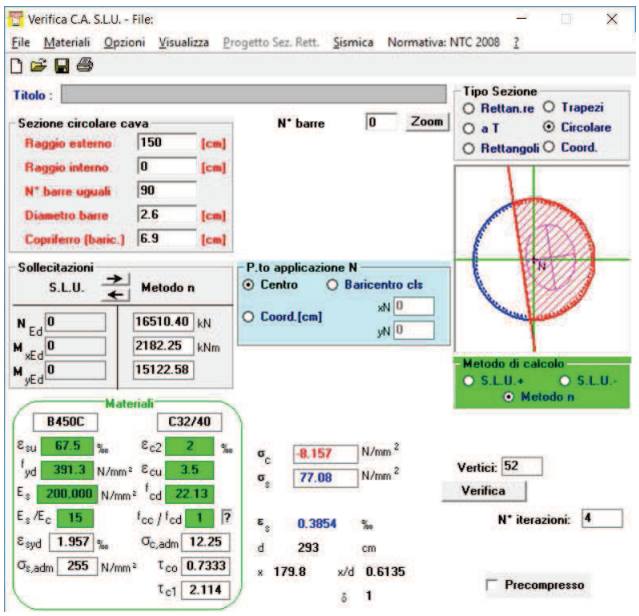
Combinazione SLE – Caratteristica

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – CARATTERISTICA 02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a **$N_{Sd}$ = 16.510,40 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a **$M_{L,Sd}$ = 2.182,25 kNm**.

Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a **$M_{T,Sd}$ = 15.122,58 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- **$\sigma_c$ = 8,15 N/mm² < 0,60 x $f_{ck}$ = 19,92 N/mm²**
- **$\sigma_s$ = 77,80 N/mm² < 0,80 x $f_{yk}$ = 360,00 N/mm²**

La verifica risulta soddisfatta.

### *21.3.3. Verifica allo Stato Limite di fessurazione*

Considerate le tensioni di trazione nell'acciaio, per le combinazioni allo SLE Quasi Permanente e Frequente, estremamente contenute, la verifica allo Stato Limite di fessurazione risulta implicitamente soddisfatte.

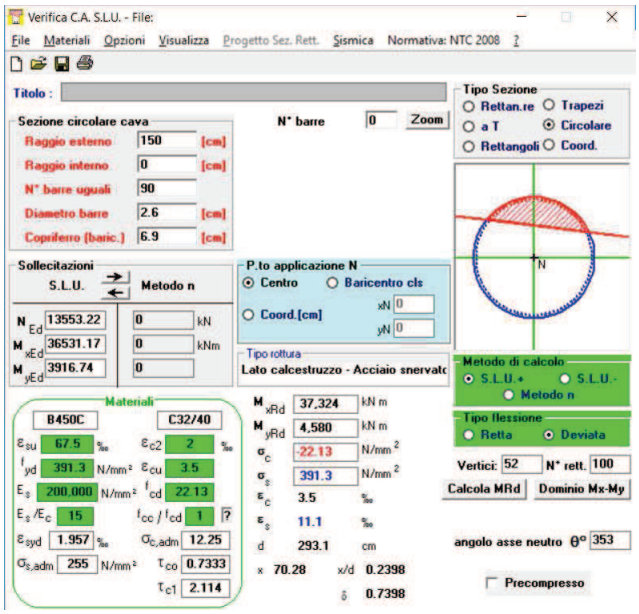
### *21.3.4. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione*

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLU – SLV 01**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $\mathbf{N_{Sd}}$ **= 13.553,22 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 36.531,17 kNm**.

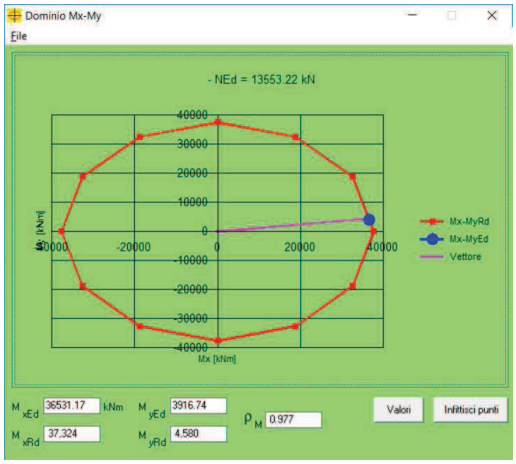
Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 3.916,74 kNm**.




I momenti resistenti risultano pari a:

- $\mathbf{M_{L,Rd}}$ **= 37.324,00 kNm >** $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 36.531,17 kNm**
- $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 4.580,00 kNm >** $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 3.916,74 kNm**

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:




La verifica risulta <u>soddisfatta</u>.

### *21.3.5. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio*

La verifica viene condotta su una sezione quadrata equivalente (equivalenza d'area) di lato pari a **2,658 m**.

La combinazione di carico maggiormente è risultata la combinazione **SLU – SLV 01**.

Il taglio di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{V_{L,Sd}}$ **= 6.382,12 kN**.

Il taglio di calcolo trasversale è assunto pari a $\mathbf{V_{T,Sd}}$ **= 687,15 kN**.

La risultante di taglio risulta dunque pari a $\mathbf{R_{Sd}}$ **= 6.419,01 kN**.

| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE | | | |
|---|---|---|---|
| Base della zezione trasversale: | b | 265.80 | [cm] |
| Altezza della sezione trasversale: | h | 265.80 | [cm] |
| Copriferro netto: | c | 4.00 | [cm] |
| Altezza utile della sezione: | d | 261.80 | [cm] |
| **CARATTERISTICHE DEI MATERIALI** | | | |
| Classe di resistenza del calcestruzzo: | | C32/40 | |
| Resistenza caratteristica cubica a compressione: | $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza caratteristica cilindrica a compressione: | $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo a compressione: | $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm$^2$] |
| Tipologia dell'acciaio da armatura: | | B450C | |
| Tensione caratteristica di rottura: | $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm$^2$] |
| Tensione caratteristica di snervamento: | $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo: | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm$^2$] |
| **AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO** | | | |
| Azione tagliante di calcolo: | $V_{S,d}$ | 6419.01 | [kN] |
| Azione normale di calcolo: | $N_{S,d}$ | 0.00 | [kN] |
| **ARMATURA TRASVERSALE** | | | |
| Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo: | θ | 45.00 | [°] |
| Cotangente dell'angolo θ: | cot(θ) | 1.00 | |
| Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave: | α | 90.00 | [°] |
| Numero di bracci dell'armatura trasversale: | n | 2.00 | |
| Passo longitudinale delle armature trasversali: | s | 5.00 | [cm] |
| Diametro dell'armatura trasversale: | $Ø_{trasv}$ | 16.00 | [mm] |
| Area della singola barra: | $A_{barra}$ | 2.01 | [cm$^2$] |
| Area totale dell'armatura trasversale: | $A_{tot}$ | 80.40 | [cm$^2$/m] |

**VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO**

La verifica allo S.L.U. per taglio viene condotta secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, par.4.1.2.1.3.2
La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot sen(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| Larghezza minima della sezione: | $b_w$ | 265.80 | [cm] |
| Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo: | $f'_{yd}$ | 9.41 | [N/mm$^2$] |
| Tensione media di compressione nella sezione: | $\sigma_{cp}$ | 0.000 | [N/mm$^2$] |
| Coefficiente maggiorativo $\alpha_c$: | $\alpha_c$ | 1.0000 | |
| RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE" | $V_{Rsd}$ | 7,412.81 | [kN] |
| RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE" | $V_{Rcd}$ | 29,455.94 | [kN] |
| **AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:** | $V_{R,d}$ | 7,412.81 | **[kN]** |
| **COEFFICIENTE DI SICUREZZA:** | $F_S=V_{R,d}/V_{S,d}$ | 1.15 | |

**LA VERIFICA RISULTA POSITIVA**

## 21.4. Sezione a quota h/3 dallo spiccato del fusto

### *21.4.1. Sezione e armatura di verifica*

La sezione di verifica è circolare con diametro pari a 300 cm.

L'armatura verticale è costituita da:

- 90Ø26 disposti a raggiera (I strato)

L'armatura a taglio è costituita da staffe circolari Ø16/5. Il copriferro netto minimo è assunto pari a 40 mm.

### *21.4.2. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni*

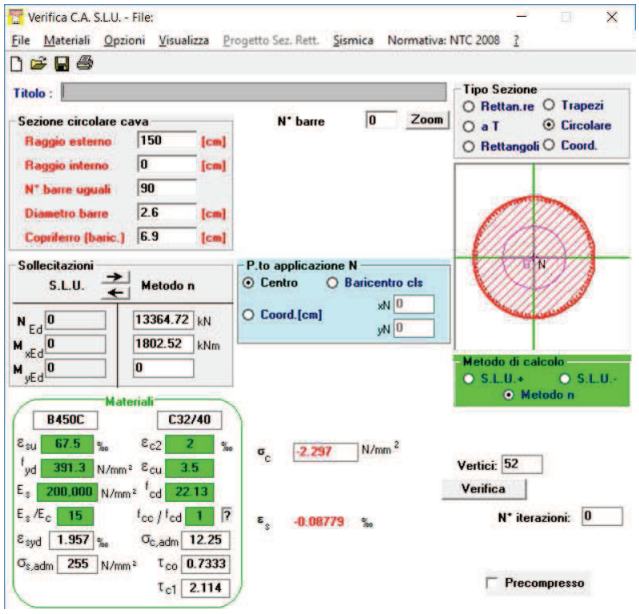
<u>Combinazione SLE – Quasi Permanente</u>

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – QUASI PERMANENTE**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a **$N_{Sd}$ = 13.364,72 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a **$M_{L,Sd}$ = 1.802,52 kNm**.

Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a **$M_{T,Sd}$ = 0,00 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- **$\sigma_c$ = 2,29 N/mm² < 0,45 x $f_{ck}$ = 14,94 N/mm²**
- **$\sigma_s$ = 0,00 N/mm² < 0,80 x $f_{yk}$ = 360,00 N/mm² (sezione interamente compressa)**

La verifica risulta <u>soddisfatta</u>.

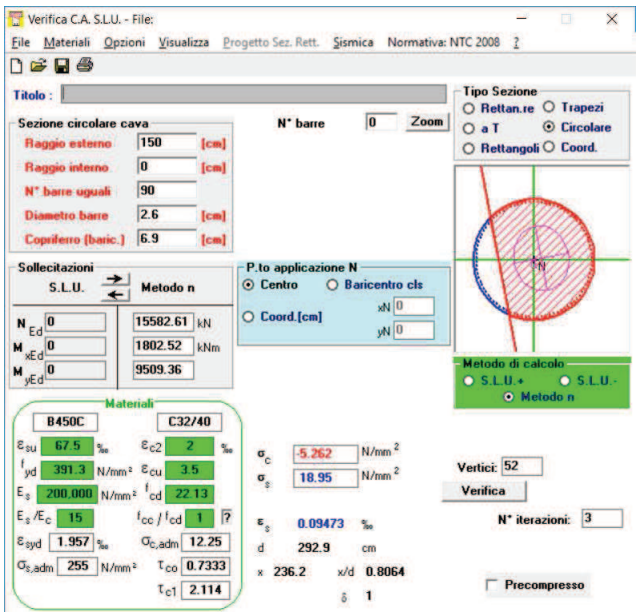
Combinazione SLE – Frequente

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – FREQUENTE 02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $\mathbf{N_{Sd}}$ **= 15.582,61 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 1.802,52 kNm**.

Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 9.509,36 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c$ **= 5,26 N/mm² < 0,45 x** $f_{ck}$ **= 14,94 N/mm²**
- $\sigma_s$ **= 18,95 N/mm² < 0,80 x** $f_{yk}$ **= 360,00 N/mm²**

La verifica risulta soddisfatta.

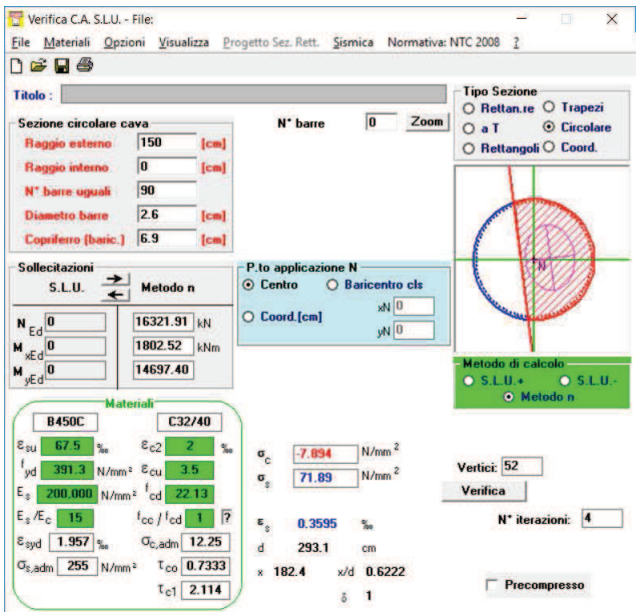
Combinazione SLE – Caratteristica

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – CARATTERISTICA 02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a **$N_{Sd}$ = 16.321,91 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a **$M_{L,Sd}$ = 1.802,52 kNm**.

Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a **$M_{T,Sd}$ = 14.697,40 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- **$\sigma_c$ = 7,89 N/mm² < 0,60 x $f_{ck}$ = 19,92 N/mm²**
- **$\sigma_s$ = 71,89 N/mm² < 0,80 x $f_{yk}$ = 360,00 N/mm²**

La verifica risulta soddisfatta.

### *21.4.3. Verifica allo Stato Limite di fessurazione*

Considerate le tensioni di trazione nell'acciaio, per le combinazioni allo SLE Quasi Permanente e Frequente, estremamente contenute, la verifica allo Stato Limite di fessurazione risulta implicitamente soddisfatte.

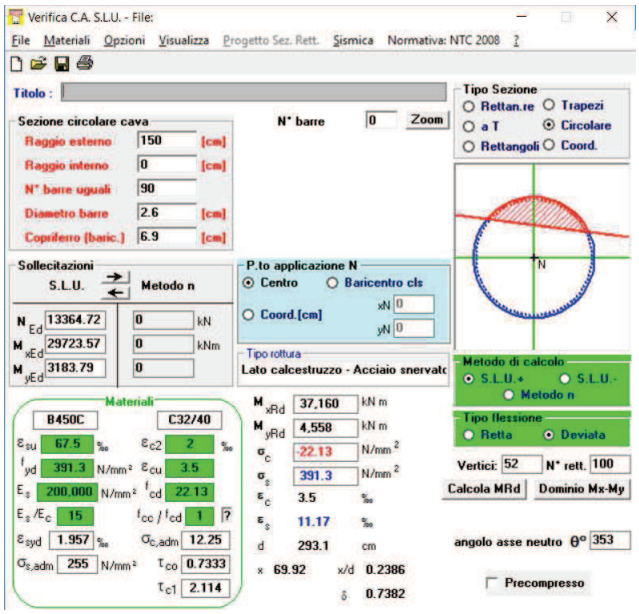
### *21.4.4. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione*

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLU – SLV 01**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $\mathbf{N_{Sd}}$ **= 13.364,72 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 29.723,57 kNm**.

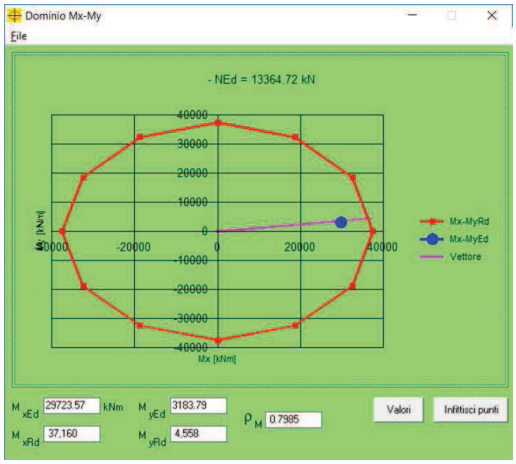
Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 3.183,79 kNm**.




I momenti resistenti risultano pari a:

- $\mathbf{M_{L,Rd}}$ **= 37.160,00 kNm >** $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 29.723,57 kNm**
- $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 4.558,00 kNm >** $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 3.183,79 kNm**

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:




La verifica risulta <u>soddisfatta</u>.

### *21.4.5. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio*

La verifica viene condotta su una sezione quadrata equivalente (equivalenza d'area) di lato pari a **2,658 m**.

La combinazione di carico maggiormente è risultata la combinazione **SLU – SLV 01**.

Il taglio di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{V_{L,Sd}}$ **= 6.382,12 kN**.

Il taglio di calcolo trasversale è assunto pari a $\mathbf{V_{T,Sd}}$ **= 687,15 kN**.

La risultante di taglio risulta dunque pari a $\mathbf{R_{Sd}}$ **= 6.419,01 kN**.

| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE | | | |
|---|---|---|---|
| Base della zezione trasversale: | b | 265.80 | [cm] |
| Altezza della sezione trasversale: | h | 265.80 | [cm] |
| Copriferro netto: | c | 4.00 | [cm] |
| Altezza utile della sezione: | d | 261.80 | [cm] |

| CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | | | |
|---|---|---|---|
| Classe di resistenza del calcestruzzo: | | C32/40 | |
| Resistenza caratteristica cubica a compressione: | $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza caratteristica cilindrica a compressione: | $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo a compressione: | $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm$^2$] |
| Tipologia dell'acciaio da armatura: | | B450C | |
| Tensione caratteristica di rottura: | $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm$^2$] |
| Tensione caratteristica di snervamento: | $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo: | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm$^2$] |

| AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO | | | |
|---|---|---|---|
| Azione tagliante di calcolo: | $V_{S,d}$ | 6419.01 | [kN] |
| Azione normale di calcolo: | $N_{S,d}$ | 0.00 | [kN] |

| ARMATURA TRASVERSALE | | | |
|---|---|---|---|
| Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo: | θ | 45.00 | [°] |
| Cotangente dell'angolo θ: | cot(θ) | 1.00 | |
| Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave: | α | 90.00 | [°] |
| Numero di bracci dell'armatura trasversale: | n | 2.00 | |
| Passo longitudinale delle armature trasversali: | s | 5.00 | [cm] |
| Diametro dell'armatura trasversale: | $Ø_{trasv}$ | 16.00 | [mm] |
| Area della singola barra: | $A_{barra}$ | 2.01 | [cm$^2$] |
| Area totale dell'armatura trasversale: | $A_{tot}$ | 80.40 | [cm$^2$/m] |

**VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO**

La verifica allo S.L.U. per taglio viene condotta secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, par.4.1.2.1.3.2
La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot sen(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| Larghezza minima della sezione: | $b_w$ | 265.80 | [cm] |
| Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo: | $f'_{yd}$ | 9.41 | [N/mm$^2$] |
| Tensione media di compressione nella sezione: | $\sigma_{cp}$ | 0.000 | [N/mm$^2$] |
| Coefficiente maggiorativo $\alpha_c$: | $\alpha_c$ | 1.0000 | |
| RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE" | $V_{Rsd}$ | 7,412.81 | [kN] |
| RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE" | $V_{Rcd}$ | 29,455.94 | [kN] |
| **AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:** | $V_{R,d}$ | 7,412.81 | **[kN]** |
| **COEFFICIENTE DI SICUREZZA:** | $F_S=V_{R,d}/V_{S,d}$ | 1.15 | |

**LA VERIFICA RISULTA POSITIVA**

## 21.5. Sezione a quota 2h/3 dallo spiccato del fusto

### *21.5.1. Sezione e armatura di verifica*

La sezione di verifica è circolare con diametro pari a 300 cm.

L'armatura verticale è costituita da:

- 45Ø26 disposti a raggiera (I strato)

L'armatura a taglio è costituita da staffe circolari Ø16/5. Il copriferro netto minimo è assunto pari a 40 mm.

### *21.5.2. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni*

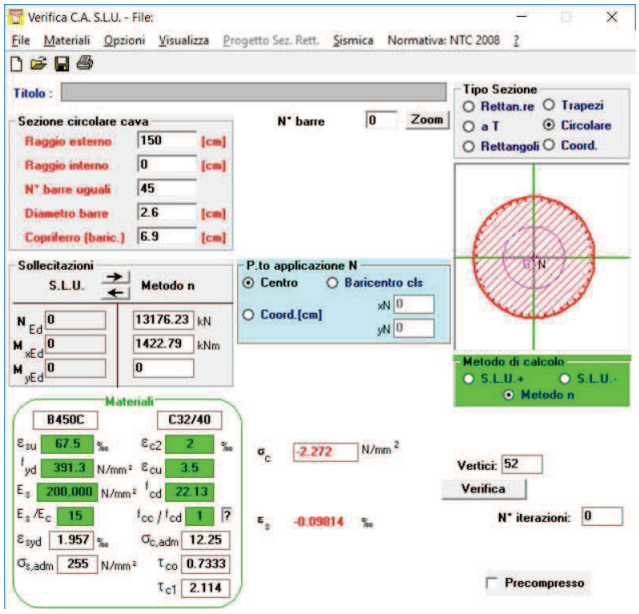
<u>Combinazione SLE – Quasi Permanente</u>

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – QUASI PERMANENTE**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a **$N_{Sd}$ = 13.176,23 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a **$M_{L,Sd}$ = 1.422,79 kNm**.

Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a **$M_{T,Sd}$ = 0,00 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- **$\sigma_c$ = 2,27 N/mm² < 0,45 x $f_{ck}$ = 14,94 N/mm²**
- **$\sigma_s$ = 0,00 N/mm² < 0,80 x $f_{yk}$ = 360,00 N/mm² (sezione interamente compressa)**

La verifica risulta <u>soddisfatta</u>.

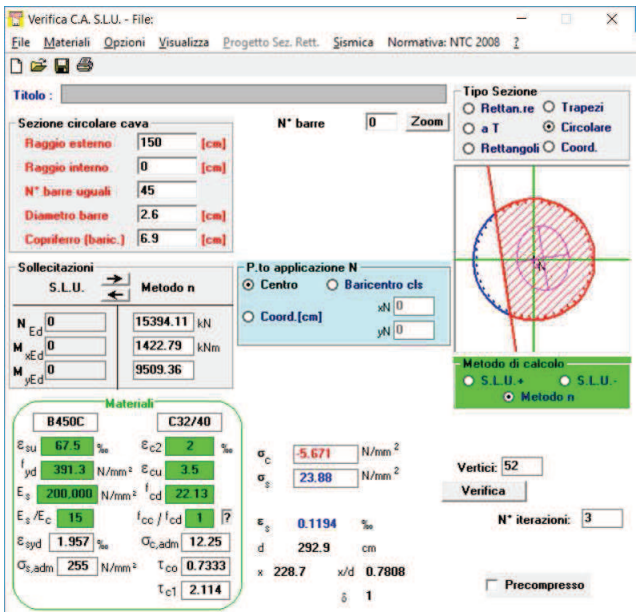
Combinazione SLE – Frequente

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – FREQUENTE 02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a **$N_{Sd}$ = 15.394,11 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a **$M_{L,Sd}$ = 1.422,79 kNm**.

Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a **$M_{T,Sd}$ = 9.509,36 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- **$\sigma_c$ = 5,67 N/mm² < 0,45 x $f_{ck}$ = 14,94 N/mm²**
- **$\sigma_s$ = 23,88 N/mm² < 0,80 x $f_{yk}$ = 360,00 N/mm²**

La verifica risulta soddisfatta.

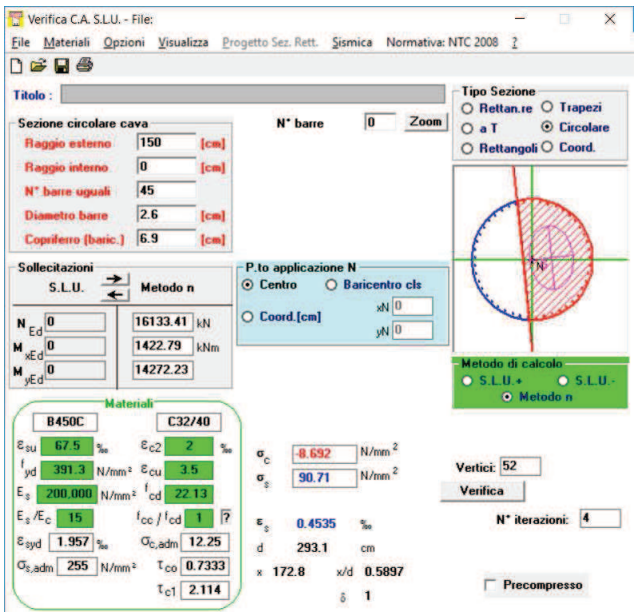
Combinazione SLE – Caratteristica

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – CARATTERISTICA 02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a **$N_{Sd}$ = 16.133,41 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a **$M_{L,Sd}$ = 1.422,79 kNm**.

Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a **$M_{T,Sd}$ = 14.272,23 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- **$\sigma_c$ = 8,69 N/mm² < 0,60 x $f_{ck}$ = 19,92 N/mm²**
- **$\sigma_s$ = 90,71 N/mm² < 0,80 x $f_{yk}$ = 360,00 N/mm²**

La verifica risulta soddisfatta.

### *21.5.3. Verifica allo Stato Limite di fessurazione*

Considerate le tensioni di trazione nell'acciaio, per le combinazioni allo SLE Quasi Permanente e Frequente, estremamente contenute, la verifica allo Stato Limite di fessurazione risulta implicitamente soddisfatte.

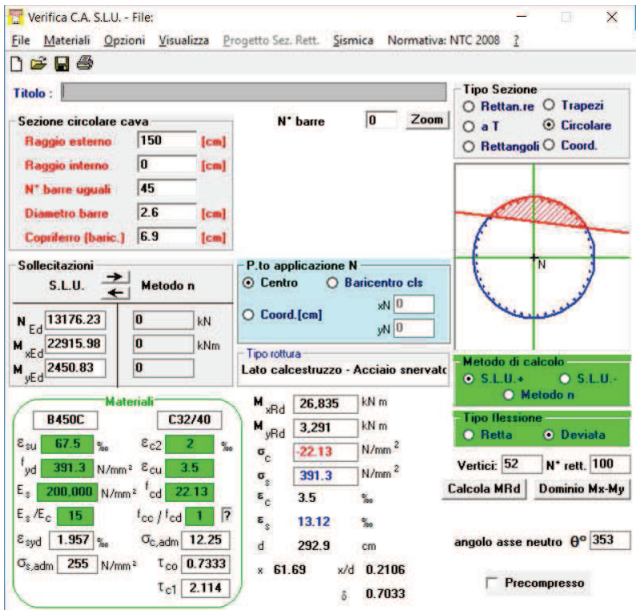
### *21.5.4. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione*

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLU – SLV 01**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a **$N_{Sd}$ = 13.176,23 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a **$M_{L,Sd}$ = 22.915,98 kNm**.

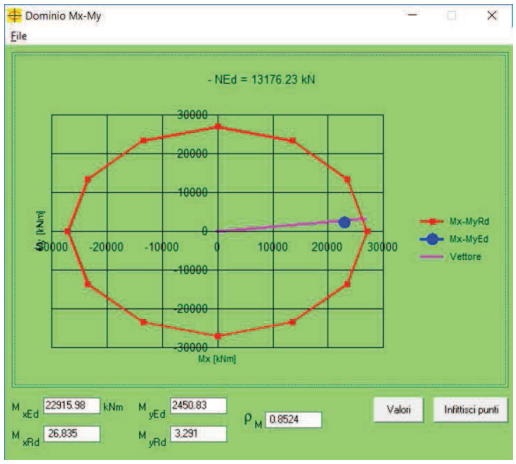
Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a **$M_{T,Sd}$ = 2.450,83 kNm**.




I momenti resistenti risultano pari a:

- **$M_{L,Rd}$ = 26.835,00 kNm > $M_{L,Sd}$ = 22.915,98 kNm**
- **$M_{T,Sd}$ = 3.291,00 kNm > $M_{T,Sd}$ = 2.450,83 kNm**

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:




La verifica risulta <u>soddisfatta</u>.

### *21.5.5. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio*

La verifica viene condotta su una sezione quadrata equivalente (equivalenza d'area) di lato pari a **2,658 m**.

La combinazione di carico maggiormente è risultata la combinazione **SLU – SLV 01**.

Il taglio di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{V_{L,Sd}}$ **= 6.382,12 kN**.

Il taglio di calcolo trasversale è assunto pari a $\mathbf{V_{T,Sd}}$ **= 687,15 kN**.

La risultante di taglio risulta dunque pari a $\mathbf{R_{Sd}}$ **= 6.419,01 kN**.

| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE | | | |
|---|---|---|---|
| Base della zezione trasversale: | b | 265.80 | [cm] |
| Altezza della sezione trasversale: | h | 265.80 | [cm] |
| Copriferro netto: | c | 4.00 | [cm] |
| Altezza utile della sezione: | d | 261.80 | [cm] |
| **CARATTERISTICHE DEI MATERIALI** | | | |
| Classe di resistenza del calcestruzzo: | | C32/40 | |
| Resistenza caratteristica cubica a compressione: | $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza caratteristica cilindrica a compressione: | $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo a compressione: | $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm$^2$] |
| Tipologia dell'acciaio da armatura: | | B450C | |
| Tensione caratteristica di rottura: | $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm$^2$] |
| Tensione caratteristica di snervamento: | $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo: | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm$^2$] |
| **AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO** | | | |
| Azione tagliante di calcolo: | $V_{S,d}$ | 6419.01 | [kN] |
| Azione normale di calcolo: | $N_{S,d}$ | 0.00 | [kN] |
| **ARMATURA TRASVERSALE** | | | |
| Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo: | θ | 45.00 | [°] |
| Cotangente dell'angolo θ: | cot(θ) | 1.00 | |
| Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave: | α | 90.00 | [°] |
| Numero di bracci dell'armatura trasversale: | n | 2.00 | |
| Passo longitudinale delle armature trasversali: | s | 5.00 | [cm] |
| Diametro dell'armatura trasversale: | $Ø_{trasv}$ | 16.00 | [mm] |
| Area della singola barra: | $A_{barra}$ | 2.01 | [cm$^2$] |
| Area totale dell'armatura trasversale: | $A_{tot}$ | 80.40 | [cm$^2$/m] |

**VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO**

La verifica allo S.L.U. per taglio viene condotta secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, par.4.1.2.1.3.2
La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot sen(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione:

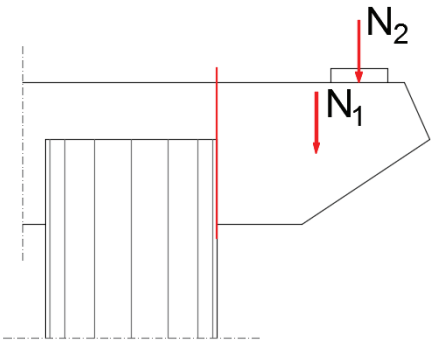
$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| Larghezza minima della sezione: | $b_w$ | 265.80 | [cm] |
| Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo: | $f'_{yd}$ | 9.41 | [N/mm$^2$] |
| Tensione media di compressione nella sezione: | $\sigma_{cp}$ | 0.000 | [N/mm$^2$] |
| Coefficiente maggiorativo $\alpha_c$: | $\alpha_c$ | 1.0000 | |
| RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE" | $V_{Rsd}$ | 7,412.81 | [kN] |
| RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE" | $V_{Rcd}$ | 29,455.94 | [kN] |
| **AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:** | $V_{R,d}$ | 7,412.81 | **[kN]** |
| **COEFFICIENTE DI SICUREZZA:** | $F_S=V_{R,d}/V_{S,d}$ | 1.15 | |

**LA VERIFICA RISULTA POSITIVA**

## 21.6. Sezione di spiccato del pulvino

Gli sbalzi del pulvino, nella loro sezione di spiccato rispetto al fusto della pila, vengono calcolati come mensole tozze secondo il metodo "strut and tie".




Gli scarichi massimi sullo sbalzo del pulvino sono di seguito riepilogati:

| A. PESO PROPRIO DELLO SBALZO DEL PULVINO | | |
|---|---|---|
| Area della superficie frontale dello sbalzo del pulvino | 8.41 | [m²] |
| Spessore del pulvino | 2.00 | [m] |
| Volume dello sbalzo del pulvino | 16.83 | [m³] |
| Peso proprio dello sbalzo del pulvino | 420.65 | [kN] |
| Braccio del baricentro dello sbalzo rispetto alla sezione di spiccato dello sbalzo del pulvino | 1.75 | [m] |

| B. AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO | | |
|---|---|---|
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 4,456.43 | [kN] |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1,476.81 | [kN] |
| Carichi accidentali da traffico | 3,270.14 | [kN] |
| Braccio dell'appoggio rispetto alla sezione di spiccato dello sbalzo del pulvino | 2.84 | [m] |

**COMBINAZIONE SLU - STR**

| CARICO | $N_k$ [kN] | γ | ψ | $N_{Sd}$ [kN] |
|---|---|---|---|---|
| Peso proprio dello sbalzo del pulvino | 420.65 | 1.35 | 1.00 | 567.88 |
| **TOTALE $N_{1,Sd}$** | | | | **567.88** |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 4,456.43 | 1.35 | 1.00 | 6,016.18 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1,476.81 | 1.50 | 1.00 | 2,215.22 |
| Carichi accidentali da traffico | 3,270.14 | 1.35 | 1.00 | 4,414.69 |
| **TOTALE $N_{2,Sd}$** | | | | **12,646.08** |

Di seguito è riportata la procedura di verifica:

## VERIFICA MENSOLA TOZZA - PULVINO

### A. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### A.1. CALCESTRUZZO

| | | | |
|---|---|---|---|
| Classe di resistenza del calcestruzzo | | C32/40 | |
| Resistenza caratteristica cubica a compressione | $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza caratteristica cilindrica a compressione | $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo a compressione | $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm$^2$] |

#### A.2. ACCIAIO

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tipologia dell'acciaio per armature lente | | B450C | |
| Tensione caratteristica di rottura | $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm$^2$] |
| Tensione caratteristica di snervamento | $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm$^2$] |

### B. GEOMETRIA DELLA SEZIONE DI SPICCATO DELLA MENSOLA TOZZA

| | | | |
|---|---|---|---|
| Base della sezione di spiccato della mensola tozza | b | 2.00 | [m] |
| Altezza della sezione di spiccato della mensola tozza | h | 2.50 | [m] |
| Ricoprimento barre di armatura | c | 0.06 | [m] |

### C. AZIONI SOLLECITANTI LA SEZIONE DI SPICCATO DELLA MENSOLA TOZZA

| | | | |
|---|---|---|---|
| Peso proprio della mensola tozza | $N_1$ | 567.88 | [kN] |
| Braccio del baricentro della mensola tozza rispetto allo spiccato | $b_1$ | 1.750 | [m] |
| Scarico massimo all'appoggio | $N_2$ | 12,646.00 | [kN] |
| Braccio dell'appoggio rispetto allo spiccato | $b_2$ | 2.840 | [m] |
| Azione verticale totale | $V_{Sd}$ | 13,213.88 | [kN] |
| Azione orizzontale totale ($H_{Sd} = 0{,}10 \cdot V_{Sd}$) | $H_{Sd}$ | 1,321.39 | [kN] |
| Momento flettente totale | $M_{Sd}$ | 36,908.43 | [kNm] |

### D. VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza utile della sezione di spiccato della mensola tozza | d | 2.44 | [m] |
| Baccio della risultante verticale rispetto allo spiccato | a | 2.793 | [m] |
| Snellezza della mensola ($0{,}10 \le \lambda \le 1{,}50$) | $\lambda$ | 1.143 | |
| Coefficiente $v_{cd} = V_{Sd} / (b \cdot d)$ | $v_{cd}$ | 2.70 | [N/mm$^2$] |
| Coefficiente $K = (vcd / fcd) + 1{,}70 \cdot \lambda$ | K | 2.09 | |

#### D.1. VERIFICA DELL'INCLINAZIONE MINIMA DELLA BIELLA IN CALCESTRUZZO

| | | | |
|---|---|---|---|
| Angolo minimo di inclinazione della biella compressa | $\beta_{min}$ | 32.81 | [°] |
| Angolo di inclinazione della biella compressa | $\beta$ | 35.71 | [°] |

$\beta_{min}$ 32.81 < $\beta$ 35.71 **VERIFICA POSITIVA**

#### D.2. VERIFICA DELLA BIELLA COMPRESSA IN CALCESTRUZZO

| | | | |
|---|---|---|---|
| Distanza biella compressa - armatura $z = a \cdot tg(\beta)$ | z | 2.01 | [m] |
| Altezza della biella compressa $x = 2{,}50 \cdot (d-z)$ | x | 1.09 | [m] |
| Azione sollecitante di compressione sulla biella compressa | $N_{c,Sd}$ | 22,636.41 | [kN] |
| Resistenza di calcolo a compressione della biella compressa | $N_{c,Rd}$ | 22,636.41 | [kN] |

$N_{c,Sd}$ 22,636.41 = $N_{c,Rd}$ 22,636.41 **VERIFICA POSITIVA**

## D.3. VERIFICA DELLE ARMATURE

### D.3.1. DEFINIZIONE DELL'ARMATURA MINIMA A TRAZIONE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Azione sollecitante di trazione sull'armatura principale $N_{s,Sd,1} = V_{Sd} / tg(\beta)$ | $N_{s,Sd,1}$ | 18,379.35 | [kN] |
| Azione sollecitante di trazione sull'armatura principale $N_{s,Sd,2} = H_{Sd}$ | $N_{s,Sd,2}$ | 1,321.39 | [kN] |
| Area dell'armatura principale minima necessaria $A_{s1}$ | $A_{s1}$ | 46,969.45 | [mm$^2$] |
| Area dell'armatura principale minima necessaria $A_{s2}$ | $A_{s2}$ | 3,376.88 | [mm$^2$] |

### D.3.2 DEFINIZIONE DELL'ARMATURA MINIMA A TAGLIO (armatura secondaria)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Coefficiente per contributo resisistente del calcestruzzo | c | 1.20 | |
| Coefficiente di fatica | $\gamma_n$ | 1.20 | |
| Armatura a taglio totale necessaria | $A_v$ | 33,768.80 | [mm$^2$] |

### D.3.3 DEFINIZIONE E VERIFICA DELLE ARMATURE MINIME FINALI

| | | | |
|---|---|---|---|
| Condizione (Norma CNR 10037/86 - Par. 1.4) | | As1 ≥ Av | |
| Armatura principale minima | $A^*_s$ | 50,346.33 | [mm$^2$] |
| Armatura secondaria minima | $A^*_v$ | 23,484.72 | [mm$^2$] |
| Numero di barre disposte costituenti l'armatura principale | $n_{b,s}$ | 90 | |
| Diametro delle barre disposte costituenti l'armatura principale | $Ø_{b,s}$ | 26 | [mm] |
| Area dell'armatura principale disposta | $A_s$ | 47,790.00 | [mm$^2$] |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $A^*_s$ | 46,969.45 | < | $A_s$ | 47,790.00 | VERIFICA POSITIVA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Numero di strati di armatura secondaria disposti | $n_{s,v}$ | 5 | |
| Numero di barre disposte costituenti l'armatura secondaria per singolo strato | $n_{b,v}$ | 15 | |
| Diametro delle barre disposte costituenti l'armatura secondaria | $Ø_{b,v}$ | 20 | |
| Area dell'armatura secondaria disposta | $A_v$ | 23,550.00 | [mm$^2$] |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $A^*_v$ | 23,484.72 | < | $A_v$ | 23,550.00 | VERIFICA POSITIVA |

## 21.7. Verifiche strutturali del plinto di fondazione

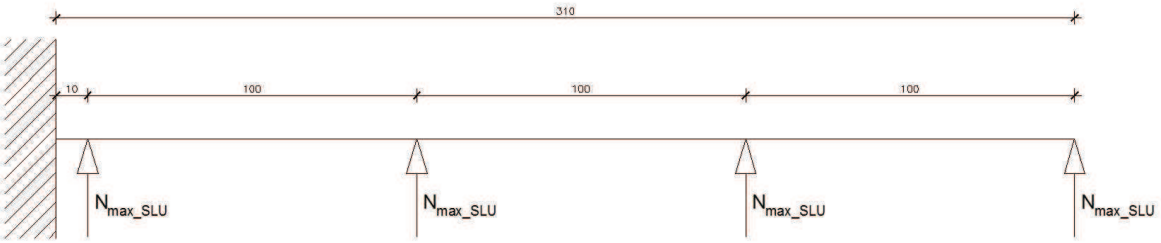
Il plinto di fondazione delle pile ha dimensioni 1000x600 cm e spessore 300 cm ed è poggiata su micropali ϕ300.

La verifica del plinto di fondazione è stata condotta con il metodo degli stati limite, calcolando le sollecitazioni di taglio e momento agenti nella sezione di incastro con il fusto pila.

La reazione normale massima trasmessa dal singolo palo di fondazione vale:

- **$N_{max,SLU}$ = 1250,00 kN**

La trave a mensola utilizzata nel calcolo ha una larghezza pari all'interasse trasversale dei micropali ($i_{mp}$ = 100 cm) ed una lunghezza di 310 cm (360 cm fino al bordo zattera). Lungo la trave agiscono 4 micropali che, a favore di sicurezza, solleciteranno la struttura con la stessa forza $N_{max_SLU}$ secondo lo schema riportato in figura:




Dallo schema scelto si possono ricavare le massime sollecitazioni di taglio e momento nella sezione di incastro. Il momento massimo vale:

$$M_{max} = N_{max_SLU} \cdot (b_1 + b_2 + b_3 + b_4) = 1250{,}00 \cdot 6{,}40 = 8000{,}00 kNm$$

con $b_1$, $b_2$, $b_3$ e $b_4$ bracci delle forze agenti pari a:

$b_1$ = 10 cm

$b_2$ = 110 cm

$b_3$ = 210 cm

$b_4$ = 310 cm

Il taglio massimo agente vale:

$$V_{max} = 4 \cdot N_{max_SLU} = 4 \cdot 1250{,}00 = 5000{,}00 kN$$

### *21.7.1. Verifica a flessione semplice*

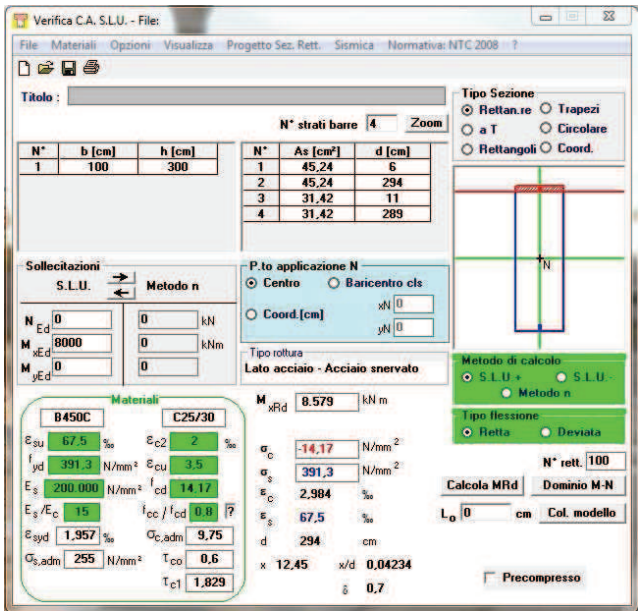
La sezione di verifica è rettangolare con base pari a 10 cm ed altezza pari a 300 cm.

L'armatura di calcolo è assunta come segue:

- Ø24/10 esterni + 2° strato Ø20/10
- Ø24/10 interni + 2° strato Ø20/10

L'armatura a taglio è costituita da cavallotti Ø20/60x40. Il copriferro netto è assunto pari a 45 mm.

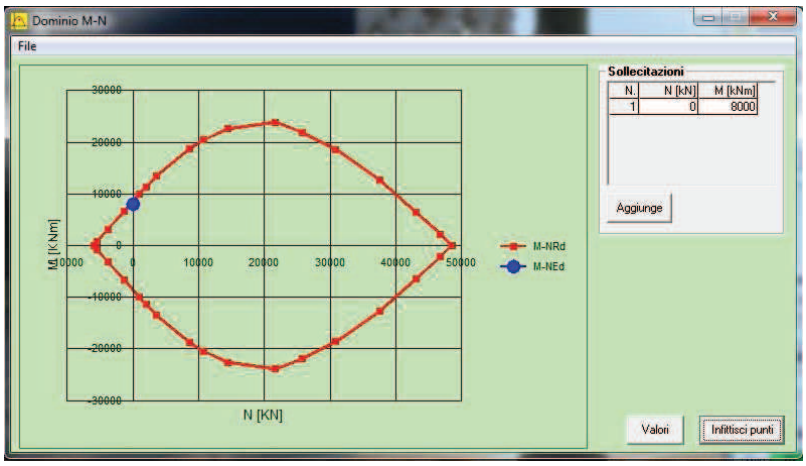
Il momento flettente sollecitante è assunto pari a **$M_{S,d}$ = 8000,40 kNm**




Il momento resistente della sezione vale:

- **$M_{R,d}$ = 8579,00 kNm < $M_{S,d}$ = 8000,00 kNm**

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:




La verifica risulta pertanto <u>soddisfatta</u>.

### *21.7.2. Verifica a taglio*

L'azione tagliante massima viene quindi assunta pari a **$V_{S,d}$ = 5000,00 kN**.

La sezione resistente è rettangolare con base pari a 100 cm e altezza pari a 300 cm.

L'armatura a taglio è costituita da cavallotti Ø20/60x40:

| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE | | | |
|---|---|---|---|
| Base della zezione trasversale: | b | **100.00** | [cm] |
| Altezza della sezione trasversale: | h | **300.00** | [cm] |
| Copriferro netto: | c | **6.00** | [cm] |
| Altezza utile della sezione: | d | 294.00 | [cm] |
| Braccio della coppia interna: | z | 219.30 | [cm] |

| CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | | | |
|---|---|---|---|
| Classe di resistenza del calcestruzzo: | | C25/30 | |
| Resistenza caratteristica cubica a compressione: | $R_{ck}$ | 30.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza caratteristica cilindrica a compressione: | $f_{ck}$ | 24.90 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo a compressione: | $f_{cd}$ | 14.11 | [N/mm$^2$] |
| Tipologia dell'acciaio da armatura: | | B450C | |
| Tensione caratteristica di rottura: | $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm$^2$] |
| Tensione caratteristica di snervamento: | $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo: | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm$^2$] |

| AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO | | | |
|---|---|---|---|
| Azione tagliante di calcolo: | $V_{S,d}$ | **5000.00** | [kN] |
| Azione normale di calcolo: | $N_{S,d}$ | **0.00** | [kN] |

| ARMATURA TRASVERSALE | | | |
|---|---|---|---|
| Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo: | θ | **45.00** | [°] |
| Cotangente dell'angolo θ: | cot(θ) | 1.00 | |
| Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave: | α | **90.00** | [°] |
| Numero di bracci dell'armatura trasversale: | n | **8.00** | |
| Passo longitudinale delle armature trasversali: | s | **40.00** | [cm] |
| Diametro dell'armatura trasversale: | $Ø_{trasv}$ | **20.00** | [mm] |
| Area della singola barra: | $A_{barra}$ | 3.14 | [cm$^2$] |
| Area totale dell'armatura trasversale: | $A_{tot}$ | 62.80 | [cm$^2$/m] |

**VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO**

La verifica allo S.L.U. per taglio viene condotta secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, par.4.1.2.1.3.2
La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rsd} = 0{,}9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot sen(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rcd} = 0{,}9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| Larghezza minima della sezione: | $b_w$ | 100.00 | [cm] |
| Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo: | $f'_{yd}$ | 7.06 | [N/mm$^2$] |
| Tensione media di compressione nella sezione: | $\sigma_{cp}$ | 0.000 | [N/mm$^2$] |
| Coefficiente maggiorativo $\alpha_c$: | $\alpha_c$ | 1.0000 | |
| RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE" | $V_{Rsd}$ | 5'389.06 | [kN] |
| RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE" | $V_{Rcd}$ | 7'735.81 | [kN] |
| **AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:** | $V_{R,d}$ | **5'389.06** | **[kN]** |
| **COEFFICIENTE DI SICUREZZA:** | $F_S=V_{R,d}/V_{S,d}$ | **1.08** | |

**LA VERIFICA RISULTA POSITIVA**

# 22. PILA MOBILE

La sottostruttura mobile del ponte oggetto di verifica (sottostruttura mobile maggiormente sollecitata) è stata individuata nella **pila 1**.

## 22.1. Dati di input e azioni sollecitanti caratteristiche

| | | |
|---|---|---|
| **A. - CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA PILA** | | |
| Altezza media dei baggioli | 0.43 | [m] |
| **A.1 - PULVINO** | | |
| Area della superficie frontale del pulvino | 22.43 | [$m^2$] |
| Altezza del pulvino | 2.50 | [m] |
| Spessore del pulvino | 2.00 | [m] |
| Volume del pulvino | 44.85 | [$m^3$] |
| Peso del pulvino | 1,121.25 | [kN] |
| **A.2 - FUSTO** | | |
| Raggio del fusto | 1.50 | [m] |
| Altezza del fusto | 4.10 | [m] |
| Volume del fusto | 28.98 | [$m^3$] |
| Peso del fusto alla base | 724.53 | [kN] |
| Peso del fusto in corrispondenza della sezione a $h_{fusto}/3$ dalla base | 483.02 | [kN] |
| Peso del fusto in corrispondenza della sezione a $2 \cdot h_{fusto}/3$ dalla base | 241.51 | [kN] |
| **B. - AZIONI STATICHE INDOTTE DALL'IMPALCATO** | | |
| **B.1 - PESI PROPRI (carpenteria metallica e soletta)** | | |
| Numero totale di appoggi sulla pila | 2 | |
| Interasse tra gli appoggi | 8.00 | [m] |
| Peso prorpio dell'impalcato scaricato sull'appoggio 1 (da modello di calcolo) | 4,456.43 | [kN] |
| Peso proprio dell'impalcato scaricato sull'appoggio 2 (da modello di calcolo) | 4,456.43 | [kN] |
| Peso proprio totale trasmesso dall'impalcato | 8,912.86 | [kN] |
| Momento flettente trasversale | 0.00 | [kNm] |
| **B.2 - CARICHI PERMANENTI** | | |
| Numero totale di appoggi sulla pila | 2 | |
| Interasse tra gli appoggi | 8.00 | [m] |
| Carico permanente dell'impalcato scaricato sull'appoggio 1 (da modello di calcolo) | 1,476.81 | [kN] |
| Carico permanente dell'impalcato scaricato sull'appoggio 2 (da modello di calcolo) | 1,476.81 | [kN] |
| Peso proprio totale trasmesso dall'impalcato | 2,953.62 | [kN] |
| Momento flettente trasversale | 0.00 | [kNm] |
| **B.3 - CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO** | | |
| Larghezza della carreggiata stradale | 13.25 | [m] |
| Lunghezza di carreggiata stradale di pertinenza della pila (da modello di calcolo) | 56.73 | [m] |
| Eccentricità dell'asse della carreggiata rispetto all'asse longitudinale del pulvino | 0.00 | [m] |
| Numero di corsie convenzionali | 3.00 | |
| Larghezza della porzione di carreggiata rimanente | 4.25 | [m] |

| *Componente da massimizzare* | | $N_{max}$ | $M_{T,max}$ | |
|---|---|---|---|---|
| Carico concentrato corsia 1 | $Q_{1a}$ | 600.00 | 600.00 | [kN] |
| Carico concentrato corsia 2 | $Q_{1b}$ | 400.00 | 400.00 | [kN] |
| Carico concentrato corsia 3 | $Q_{1c}$ | 200.00 | 0.00 | [kN] |
| Carico distribuito corsia 1 | $q_{1a}$ | 27.00 | 27.00 | [kN/m] |
| Carico distribuito corsia 2 | $q_{1b}$ | 7.50 | 7.50 | [kN/m] |
| Carico distribuito corsia 3 | $q_{1c}$ | 7.50 | 0.00 | [kN/m] |
| Carico distribuito porzione di carreggiata rimanente | $q_{1d}$ | 10.63 | 0.00 | [kN/m] |
| Eccentricità corsia 1 rispetto all'asse longitudinale del pulvino | $e_a$ | 5.13 | 5.13 | [m] |
| Eccentricità corsia 2 rispetto all'asse longitudinale del pulvino | $e_b$ | 2.13 | 2.13 | [m] |
| Eccentricità corsia 3 rispetto all'asse longitudinale del pulvino | $e_c$ | -0.88 | -0.88 | [m] |
| Eccentricità altre corsie rispetto all'asse longitudinale del pulvino | $e_d$ | -4.50 | -4.50 | [m] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Momento flettente trasversale dovuto al carico concentrato sulla corsia 1 | 3,075.00 | 3,075.00 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto al carico concentrato sulla corsia 2 | 850.00 | 850.00 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto al carico concentrato sulla corsia 3 | -175.00 | 0.00 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto al carico distribuito sulla corsia 1 | 7,850.01 | 7,850.01 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto al carico distribuito sulla corsia 2 | 904.13 | 904.13 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto al carico distribuito sulla corsia 3 | -372.29 | 0.00 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto al carico distribuito sulla largh. rimanente | -2,712.40 | 0.00 | [kNm] |
| Azione normale dovuta ai carichi da traffico (condizione $N_{max}$) | | 4,185.42 | [kN] |
| Azione normale dovuta ai carichi da traffico (condizione $M_{Tmax}$) | | 2,957.19 | [kN] |
| Massimo momento flettente trasversale dovuto ai carichi da traffico (condizione $N_{max}$) | | 9,419.45 | [kNm] |
| Massimo momento flettente trasversale dovuto ai carichi da traffico (condizione $M_{Tmax}$) | | 12,679.15 | [kNm] |
| **B.4 - AZIONI TAGLIANTI E AZIONI FLESSIONALI LONGITUDINALI DOVUTE ALL'ATTRITO PARASSITA DEI VINCOLI** | | | |
| Azione normale massima dovuta al peso proprio e ai carichi permanenti portati dall'impalcato | | 11,866.48 | [kN] |
| Coefficiente di attrito parassita | | 0.03 | |
| Azione tagliante longitudinale | | 355.99 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale alla base | | 2,502.64 | [kNm] |
| Momento flettente longitudinale in corrispondenza della sezione a $h_{fusto}/3$ dalla base | | 2,016.11 | [kNm] |
| Momento flettente longitudinale in corrispondenza della sezione a $2 \cdot h_{fusto}/3$ dalla base | | 1,529.59 | [kNm] |
| **B.5 - AZIONI TAGLIANTI E AZIONI FLESSIONALI LONGITUDINALI DOVUTE ALLA FRENATURA** | | | |
| Lunghezza totale dell'impalcato | | 140.00 | [m] |
| Azione totale della frenatura | | 738.00 | [kN] |
| Lunghezza di impalcato di pertinenza della pila | | 0.00 | [m] |
| Azione longitudinale della frenatura di pertinenza della pila | | 0.00 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale alla base | | 0.00 | [kNm] |
| Momento flettente longitudinale in corrispondenza della sezione a $h_{fusto}/3$ dalla base | | 0.00 | [kNm] |
| Momento flettente longitudinale in corrispondenza della sezione a $2 \cdot h_{fusto}/3$ dalla base | | 0.00 | [kNm] |
| **B.6 - AZIONI TAGLIANTI E AZIONI FLESSIONALI TRASVERSALI DOVUTE AL VENTO** | | | |
| Pressione trasversale del vento | | 1.85 | [kN/m$^2$] |
| Altezza media dell'impalcato | | 3.33 | [m] |
| Altezza della superficie di applicazione della pressione del vento | | 6.33 | [kN] |
| Lunghezza di carreggiata stradale di pertinenza della pila (da modello di calcolo) | | 56.73 | |
| Azione orizzontale trasversale totale del vento di pertinenza trasmessa dall'impalcato | | 664.34 | [kN] |
| Momento flettente trasversale alla base | | 4,670.29 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale in corrispondenza della sezione a $h_{fusto}/3$ dalla base | | 3,762.36 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale in corrispondenza della sezione a $2 \cdot h_{fusto}/3$ dalla base | | 2,854.43 | [kNm] |
| **C. - AZIONI SISMICHE** | | | |
| Modulo di elasticità del calcestruzzo del fusto | | 36,049.97 | [N/mm$^2$] |
| **C.1 - AZIONE SISMICA TRASMESSA DALL'IMPALCATO** | | | |
| Sistema di appoggio | | MOBILE | |
| Peso sismico della sottostruttura | | 1,845.78 | |
| Peso sismico dell'impalcato di pertinenza della pila in direzione longitudinale | | 0.00 | [kN] |
| Peso sismico dell'impalcato di pertinenza della pila in direzione trasversale | | 11,866.48 | |
| Massa sismica totale in testa al fusto in direzione longitudinale | | 188.15 | [$kN_{massa}$] |
| Massa sismica totale in testa al fusto in direzione trasversale | | 1,397.78 | [$kN_{massa}$] |
| Momento di inerzia del fusto | | 3.98 | [m$^4$] |
| Rigidezza flessionale della pila in direzione longitudinale | | 1,495,716.27 | [kN/m] |
| Periodo di oscillazione del fusto circolare in direzione longitudinale | | 0.0705 | [sec] |
| Accelerazione spettrale normalizzata della pila (SLV) in direzione longitudinale | | 0.131 | |
| Rigidezza flessionale della pila in direzione trasversale | | 1,495,716.27 | [kN/m] |
| Periodo di oscillazione del fusto circolare in direzione trasversale | | 0.1921 | [sec] |
| Accelerazione spettrale normalizzata della pila (SLV) in direzione trasversale | | 0.186 | |
| Azione tagliante sismica longitudinale | | 241.80 | [kN] |
| Azione tagliante sismica trasversale | | 2,550.48 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale alla base | | 1,595.86 | [kNm] |
| Momento flettente longitudinale in corrispondenza della sezione a $h_{fusto}/3$ dalla base | | 1,265.41 | [kNm] |
| Momento flettente longitudinale in corrispondenza della sezione a $2 \cdot h_{fusto}/3$ dalla base | | 934.95 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale alla base | | 16,833.17 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale in corrispondenza della sezione a $h_{fusto}/3$ dalla base | | 13,347.51 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale in corrispondenza della sezione a $2 \cdot h_{fusto}/3$ dalla base | | 9,861.86 | [kNm] |

**D. - VALORI CARATTERISTICI DELLE AZIONI SOLLECITANTI SUL FUSTO - H = 0,0 M**

| CARICO | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso proprio della pila | 1,845.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 4,185.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,419.45 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 2,957.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,679.15 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,502.64 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 0.00 | 0.00 | 664.34 | 0.00 | 4,670.29 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 241.80 | 0.00 | 1,595.86 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 2,550.48 | 0.00 | 16,833.17 |

**E. - VALORI CARATTERISTICI DELLE AZIONI SOLLECITANTI SUL FUSTO - H = $H_{fusto}$/3**

| CARICO | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso proprio della pila | 1,604.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 4,185.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,419.45 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 2,957.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,679.15 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,016.11 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 0.00 | 0.00 | 664.34 | 0.00 | 3,762.36 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 241.80 | 0.00 | 1,265.41 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 2,550.48 | 0.00 | 13,347.51 |

**F. - VALORI CARATTERISTICI DELLE AZIONI SOLLECITANTI SUL FUSTO - 2·H = $H_{fusto}$/3**

| CARICO | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso proprio della pila | 1,362.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 4,185.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,419.45 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 2,957.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,679.15 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,529.59 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 0.00 | 0.00 | 664.34 | 0.00 | 2,854.43 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 241.80 | 0.00 | 934.95 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 2,550.48 | 0.00 | 9,861.86 |

## 22.2. Azioni sollecitanti di calcolo

### *22.2.1. Sezione di spiccato del fusto*

| COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,845.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,502.64 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **13,712.26** | **355.99** | **0.00** | **2,502.64** | **0.00** |

| COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,845.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 3,139.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7,064.59 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,502.64 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,851.32** | **355.99** | **0.00** | **2,502.64** | **7,064.59** |

| COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,845.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.75 | 2,217.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,509.36 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,502.64 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **15,930.15** | **355.99** | **0.00** | **2,502.64** | **9,509.36** |

| COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,845.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,502.64 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 132.87 | 0.00 | 934.06 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **13,712.26** | **355.99** | **132.87** | **2,502.64** | **934.06** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,845.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 1.00 | 4,185.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,419.45 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,502.64 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 2,802.17 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **17,897.68** | **355.99** | **398.60** | **2,502.64** | **12,221.63** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,845.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 1.00 | 2,957.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,679.15 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,502.64 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 2,802.17 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,669.44** | **355.99** | **398.60** | **2,502.64** | **15,481.32** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,845.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 3,139.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7,064.59 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,502.64 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 2,802.17 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,851.32** | **355.99** | **398.60** | **2,502.64** | **9,866.76** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 04 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,845.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.75 | 2,217.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,509.36 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,502.64 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 2,802.17 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **15,930.15** | **355.99** | **398.60** | **2,502.64** | **12,311.53** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 05 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,845.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 3,139.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7,064.59 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,502.64 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 664.34 | 0.00 | 4,670.29 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,851.32** | **355.99** | **664.34** | **2,502.64** | **11,734.88** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 06 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,845.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.75 | 2,217.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,509.36 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,502.64 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 664.34 | 0.00 | 4,670.29 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **15,930.15** | **355.99** | **664.34** | **2,502.64** | **14,179.65** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,491.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 1.00 | 5,650.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,716.26 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 3,753.96 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 4,203.26 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **24,604.91** | **533.99** | **597.90** | **3,753.96** | **16,919.52** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,491.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 1.00 | 3,992.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 17,116.85 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 3,753.96 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 4,203.26 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **22,946.79** | **533.99** | **597.90** | **3,753.96** | **21,320.11** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,491.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.75 | 4,237.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,537.20 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 3,753.96 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 4,203.26 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **23,192.33** | **533.99** | **597.90** | **3,753.96** | **13,740.46** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 04 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,491.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.75 | 2,994.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,837.64 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 3,753.96 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 4,203.26 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **21,948.74** | **533.99** | **597.90** | **3,753.96** | **17,040.90** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 05 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,491.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.75 | 4,237.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,537.20 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 3,753.96 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 996.50 | 0.00 | 7,005.43 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **23,192.33** | **533.99** | **996.50** | **3,753.96** | **16,542.63** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 06 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,491.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.75 | 2,994.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,837.64 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 3,753.96 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 996.50 | 0.00 | 7,005.43 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **21,948.74** | **533.99** | **996.50** | **3,753.96** | **19,843.07** |

| COMBINAZIONE SLU - SLV 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,845.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,502.64 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 241.80 | 0.00 | 1,595.86 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 1.00 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 765.14 | 0.00 | 5,049.95 |
| **TOTALE** | | | **13,712.26** | **597.79** | **765.14** | **4,098.50** | **5,049.95** |

| COMBINAZIONE SLU - SLV 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,845.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,502.64 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 1.00 | 0.30 | 0.00 | 72.54 | 0.00 | 478.76 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 2,550.48 | 0.00 | 16,833.17 |
| **TOTALE** | | | **13,712.26** | **428.53** | **2,550.48** | **2,981.40** | **16,833.17** |

| RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **COMBINAZIONE** | **N [kN]** | **$V_L$ [kN]** | **$V_T$ [kN]** | **$M_L$ [kNm]** | **$M_T$ [kNm]** |
| SLE - QUASI PERMANENTE | 13,712.26 | 355.99 | 0.00 | 2,502.64 | 0.00 |
| SLE - FREQUENTE 01 | 16,851.32 | 355.99 | 0.00 | 2,502.64 | 7,064.59 |
| SLE - FREQUENTE 02 | 15,930.15 | 355.99 | 0.00 | 2,502.64 | 9,509.36 |
| SLE - FREQUENTE 03 | 13,712.26 | 355.99 | 132.87 | 2,502.64 | 934.06 |
| SLE - CARATTERISTICA 01 | 17,897.68 | 355.99 | 398.60 | 2,502.64 | 12,221.63 |
| SLE - CARATTERISTICA 02 | 16,669.44 | 355.99 | 398.60 | 2,502.64 | 15,481.32 |
| SLE - CARATTERISTICA 03 | 16,851.32 | 355.99 | 398.60 | 2,502.64 | 9,866.76 |
| SLE - CARATTERISTICA 04 | 15,930.15 | 355.99 | 398.60 | 2,502.64 | 12,311.53 |
| SLE - CARATTERISTICA 05 | 16,851.32 | 355.99 | 664.34 | 2,502.64 | 11,734.88 |
| SLE - CARATTERISTICA 06 | 15,930.15 | 355.99 | 664.34 | 2,502.64 | 14,179.65 |
| SLU - STR 01 | 24,604.91 | 533.99 | 597.90 | 3,753.96 | 16,919.52 |
| SLU - STR 02 | 22,946.79 | 533.99 | 597.90 | 3,753.96 | 21,320.11 |
| SLU - STR 03 | 23,192.33 | 533.99 | 597.90 | 3,753.96 | 13,740.46 |
| SLU - STR 04 | 21,948.74 | 533.99 | 597.90 | 3,753.96 | 17,040.90 |
| SLU - STR 05 | 23,192.33 | 533.99 | 996.50 | 3,753.96 | 16,542.63 |
| SLU - STR 06 | 21,948.74 | 533.99 | 996.50 | 3,753.96 | 19,843.07 |
| SLU - SLV 01 | 13,712.26 | 597.79 | 765.14 | 4,098.50 | 5,049.95 |
| SLU - SLV 02 | 13,712.26 | 428.53 | 2,550.48 | 2,981.40 | 16,833.17 |

## *22.2.2. Sezione a quota h/3 dallo spiccato del fusto*

| COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,604.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,016.11 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **13,470.75** | **355.99** | **0.00** | **2,016.11** | **0.00** |

| COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,604.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 3,139.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7,064.59 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,016.11 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,609.81** | **355.99** | **0.00** | **2,016.11** | **7,064.59** |

| COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,604.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.75 | 2,217.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,509.36 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,016.11 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **15,688.64** | **355.99** | **0.00** | **2,016.11** | **9,509.36** |

| COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,604.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,016.11 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 132.87 | 0.00 | 752.47 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **13,470.75** | **355.99** | **132.87** | **2,016.11** | **752.47** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,604.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 1.00 | 4,185.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,419.45 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,016.11 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 2,257.42 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **17,656.17** | **355.99** | **398.60** | **2,016.11** | **11,676.87** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,604.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 1.00 | 2,957.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,679.15 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,016.11 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 2,257.42 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,427.93** | **355.99** | **398.60** | **2,016.11** | **14,936.56** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,604.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 3,139.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7,064.59 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,016.11 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 2,257.42 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,609.81** | **355.99** | **398.60** | **2,016.11** | **9,322.01** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 04 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,604.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.75 | 2,217.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,509.36 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,016.11 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 2,257.42 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **15,688.64** | **355.99** | **398.60** | **2,016.11** | **11,766.78** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 05 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,604.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 3,139.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7,064.59 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,016.11 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 664.34 | 0.00 | 3,762.36 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,609.81** | **355.99** | **664.34** | **2,016.11** | **10,826.95** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 06 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,604.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.75 | 2,217.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,509.36 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,016.11 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 664.34 | 0.00 | 3,762.36 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **15,688.64** | **355.99** | **664.34** | **2,016.11** | **13,271.72** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,165.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 1.00 | 5,650.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,716.26 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 3,024.17 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 3,386.12 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **24,278.87** | **533.99** | **597.90** | **3,024.17** | **16,102.39** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,165.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 1.00 | 3,992.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 17,116.85 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 3,024.17 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 3,386.12 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **22,620.76** | **533.99** | **597.90** | **3,024.17** | **20,502.97** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,165.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.75 | 4,237.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,537.20 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 3,024.17 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 3,386.12 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **22,866.29** | **533.99** | **597.90** | **3,024.17** | **12,923.32** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 04 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,165.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.75 | 2,994.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,837.64 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 3,024.17 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 3,386.12 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **21,622.71** | **533.99** | **597.90** | **3,024.17** | **16,223.76** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 05 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,165.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.75 | 4,237.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,537.20 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 3,024.17 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 996.50 | 0.00 | 5,643.54 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **22,866.29** | **533.99** | **996.50** | **3,024.17** | **15,180.74** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 06 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 2,165.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.75 | 2,994.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,837.64 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 3,024.17 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 996.50 | 0.00 | 5,643.54 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **21,622.71** | **533.99** | **996.50** | **3,024.17** | **18,481.18** |

| COMBINAZIONE SLU - SLV 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,604.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,016.11 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 241.80 | 0.00 | 1,265.41 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 1.00 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 765.14 | 0.00 | 4,004.25 |
| **TOTALE** | | | **13,470.75** | **597.79** | **765.14** | **3,281.52** | **4,004.25** |

| COMBINAZIONE SLU - SLV 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,604.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 2,016.11 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 1.00 | 0.30 | 0.00 | 72.54 | 0.00 | 379.62 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 2,550.48 | 0.00 | 13,347.51 |
| **TOTALE** | | | **13,470.75** | **428.53** | **2,550.48** | **2,395.74** | **13,347.51** |

| RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **COMBINAZIONE** | **N [kN]** | **$V_L$ [kN]** | **$V_T$ [kN]** | **$M_L$ [kNm]** | **$M_T$ [kNm]** |
| SLE - QUASI PERMANENTE | 13,470.75 | 355.99 | 0.00 | 2,016.11 | 0.00 |
| SLE - FREQUENTE 01 | 16,609.81 | 355.99 | 0.00 | 2,016.11 | 7,064.59 |
| SLE - FREQUENTE 02 | 15,688.64 | 355.99 | 0.00 | 2,016.11 | 9,509.36 |
| SLE - FREQUENTE 03 | 13,470.75 | 355.99 | 132.87 | 2,016.11 | 752.47 |
| SLE - CARATTERISTICA 01 | 17,656.17 | 355.99 | 398.60 | 2,016.11 | 11,676.87 |
| SLE - CARATTERISTICA 02 | 16,427.93 | 355.99 | 398.60 | 2,016.11 | 14,936.56 |
| SLE - CARATTERISTICA 03 | 16,609.81 | 355.99 | 398.60 | 2,016.11 | 9,322.01 |
| SLE - CARATTERISTICA 04 | 15,688.64 | 355.99 | 398.60 | 2,016.11 | 11,766.78 |
| SLE - CARATTERISTICA 05 | 16,609.81 | 355.99 | 664.34 | 2,016.11 | 10,826.95 |
| SLE - CARATTERISTICA 06 | 15,688.64 | 355.99 | 664.34 | 2,016.11 | 13,271.72 |
| SLU - STR 01 | 24,278.87 | 533.99 | 597.90 | 3,024.17 | 16,102.39 |
| SLU - STR 02 | 22,620.76 | 533.99 | 597.90 | 3,024.17 | 20,502.97 |
| SLU - STR 03 | 22,866.29 | 533.99 | 597.90 | 3,024.17 | 12,923.32 |
| SLU - STR 04 | 21,622.71 | 533.99 | 597.90 | 3,024.17 | 16,223.76 |
| SLU - STR 05 | 22,866.29 | 533.99 | 996.50 | 3,024.17 | 15,180.74 |
| SLU - STR 06 | 21,622.71 | 533.99 | 996.50 | 3,024.17 | 18,481.18 |
| SLU - SLV 01 | 13,470.75 | 597.79 | 765.14 | 3,281.52 | 4,004.25 |
| SLU - SLV 02 | 13,470.75 | 428.53 | 2,550.48 | 2,395.74 | 13,347.51 |

## *22.2.3. Sezione a quota 2h/3 dallo spiccato del fusto*

| COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,362.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,529.59 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **13,229.24** | **355.99** | **0.00** | **1,529.59** | **0.00** |

| COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,362.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 3,139.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7,064.59 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,529.59 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,368.30** | **355.99** | **0.00** | **1,529.59** | **7,064.59** |

| COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,362.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.75 | 2,217.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,509.36 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,529.59 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **15,447.13** | **355.99** | **0.00** | **1,529.59** | **9,509.36** |

| COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,362.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,529.59 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 132.87 | 0.00 | 570.89 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **13,229.24** | **355.99** | **132.87** | **1,529.59** | **570.89** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,362.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 1.00 | 4,185.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,419.45 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,529.59 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 1,712.66 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **17,414.66** | **355.99** | **398.60** | **1,529.59** | **11,132.11** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,362.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 1.00 | 2,957.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,679.15 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,529.59 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 1,712.66 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,186.42** | **355.99** | **398.60** | **1,529.59** | **14,391.81** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,362.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 3,139.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7,064.59 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,529.59 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 1,712.66 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,368.30** | **355.99** | **398.60** | **1,529.59** | **8,777.25** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 04 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,362.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.75 | 2,217.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,509.36 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,529.59 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 398.60 | 0.00 | 1,712.66 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **15,447.13** | **355.99** | **398.60** | **1,529.59** | **11,222.02** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 05 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,362.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 3,139.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7,064.59 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,529.59 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 664.34 | 0.00 | 2,854.43 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **16,368.30** | **355.99** | **664.34** | **1,529.59** | **9,919.02** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 06 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,362.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.75 | 2,217.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,509.36 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,529.59 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 664.34 | 0.00 | 2,854.43 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **15,447.13** | **355.99** | **664.34** | **1,529.59** | **12,363.79** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 1,839.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 1.00 | 5,650.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,716.26 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 2,294.38 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 2,568.99 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **23,952.83** | **533.99** | **597.90** | **2,294.38** | **15,285.25** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 1,839.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 1.00 | 3,992.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 17,116.85 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 2,294.38 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 2,568.99 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **22,294.72** | **533.99** | **597.90** | **2,294.38** | **19,685.84** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 1,839.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.75 | 4,237.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,537.20 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 2,294.38 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 2,568.99 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **22,540.25** | **533.99** | **597.90** | **2,294.38** | **12,106.19** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 04 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 1,839.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.75 | 2,994.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,837.64 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 2,294.38 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 597.90 | 0.00 | 2,568.99 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **21,296.67** | **533.99** | **597.90** | **2,294.38** | **15,406.63** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 05 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 1,839.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.75 | 4,237.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9,537.20 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 2,294.38 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 996.50 | 0.00 | 4,281.65 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **22,540.25** | **533.99** | **996.50** | **2,294.38** | **13,818.85** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 06 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.35 | 1.00 | 1,839.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 12,032.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 4,430.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.75 | 2,994.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12,837.64 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 533.99 | 0.00 | 2,294.38 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 996.50 | 0.00 | 4,281.65 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **21,296.67** | **533.99** | **996.50** | **2,294.38** | **17,119.29** |

| COMBINAZIONE SLU - SLV 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,362.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,529.59 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 241.80 | 0.00 | 934.95 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 1.00 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 765.14 | 0.00 | 2,958.56 |
| **TOTALE** | | | **13,229.24** | **597.79** | **765.14** | **2,464.54** | **2,958.56** |

| COMBINAZIONE SLU - SLV 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della pila | 1.00 | 1.00 | 1,362.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 8,912.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,953.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 355.99 | 0.00 | 1,529.59 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 1.00 | 0.30 | 0.00 | 72.54 | 0.00 | 280.48 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 2,550.48 | 0.00 | 9,861.86 |
| **TOTALE** | | | **13,229.24** | **428.53** | **2,550.48** | **1,810.07** | **9,861.86** |

| RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| COMBINAZIONE | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| SLE - QUASI PERMANENTE | 13,229.24 | 355.99 | 0.00 | 1,529.59 | 0.00 |
| SLE - FREQUENTE 01 | 16,368.30 | 355.99 | 0.00 | 1,529.59 | 7,064.59 |
| SLE - FREQUENTE 02 | 15,447.13 | 355.99 | 0.00 | 1,529.59 | 9,509.36 |
| SLE - FREQUENTE 03 | 13,229.24 | 355.99 | 132.87 | 1,529.59 | 570.89 |
| SLE - CARATTERISTICA 01 | 17,414.66 | 355.99 | 398.60 | 1,529.59 | 11,132.11 |
| SLE - CARATTERISTICA 02 | 16,186.42 | 355.99 | 398.60 | 1,529.59 | 14,391.81 |
| SLE - CARATTERISTICA 03 | 16,368.30 | 355.99 | 398.60 | 1,529.59 | 8,777.25 |
| SLE - CARATTERISTICA 04 | 15,447.13 | 355.99 | 398.60 | 1,529.59 | 11,222.02 |
| SLE - CARATTERISTICA 05 | 16,368.30 | 355.99 | 664.34 | 1,529.59 | 9,919.02 |
| SLE - CARATTERISTICA 06 | 15,447.13 | 355.99 | 664.34 | 1,529.59 | 12,363.79 |
| SLU - STR 01 | 23,952.83 | 533.99 | 597.90 | 2,294.38 | 15,285.25 |
| SLU - STR 02 | 22,294.72 | 533.99 | 597.90 | 2,294.38 | 19,685.84 |
| SLU - STR 03 | 22,540.25 | 533.99 | 597.90 | 2,294.38 | 12,106.19 |
| SLU - STR 04 | 21,296.67 | 533.99 | 597.90 | 2,294.38 | 15,406.63 |
| SLU - STR 05 | 22,540.25 | 533.99 | 996.50 | 2,294.38 | 13,818.85 |
| SLU - STR 06 | 21,296.67 | 533.99 | 996.50 | 2,294.38 | 17,119.29 |
| SLU - SLV 01 | 13,229.24 | 597.79 | 765.14 | 2,464.54 | 2,958.56 |
| SLU - SLV 02 | 13,229.24 | 428.53 | 2,550.48 | 1,810.07 | 9,861.86 |

## 22.3. Sezione di spiccato del fusto

### *22.3.1. Sezione e armatura di verifica*

La sezione di verifica è circolare con diametro pari a 300 cm.

L'armatura verticale è costituita da:

- 90Ø24 disposti a raggiera (I strato)

L'armatura a taglio è costituita da staffe circolari Ø16/10. Il copriferro netto minimo è assunto pari a 40 mm.

### *22.3.2. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni*

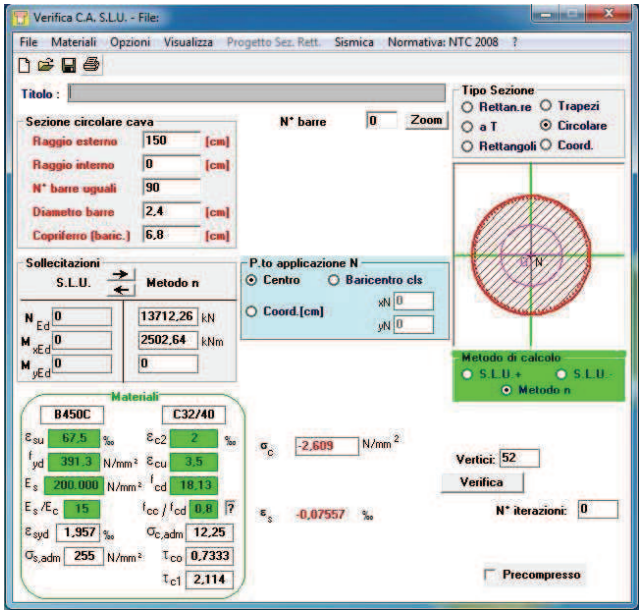
<u>Combinazione SLE – Quasi Permanente</u>

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – QUASI PERMANENTE**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $\mathbf{N_{Sd}}$ **= 13.712,26 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 2.502,64 kNm**.

Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 0,00 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\boldsymbol{\sigma_c = 2{,}61\ N/mm^2 < 0{,}45 \times f_{ck} = 14{,}94\ N/mm^2}$
- $\boldsymbol{\sigma_s = 0{,}00\ N/mm^2 < 0{,}80 \times f_{yk} = 360{,}00\ N/mm^2}$ **(sezione interamente compressa)**

La verifica risulta <u>soddisfatta</u>.

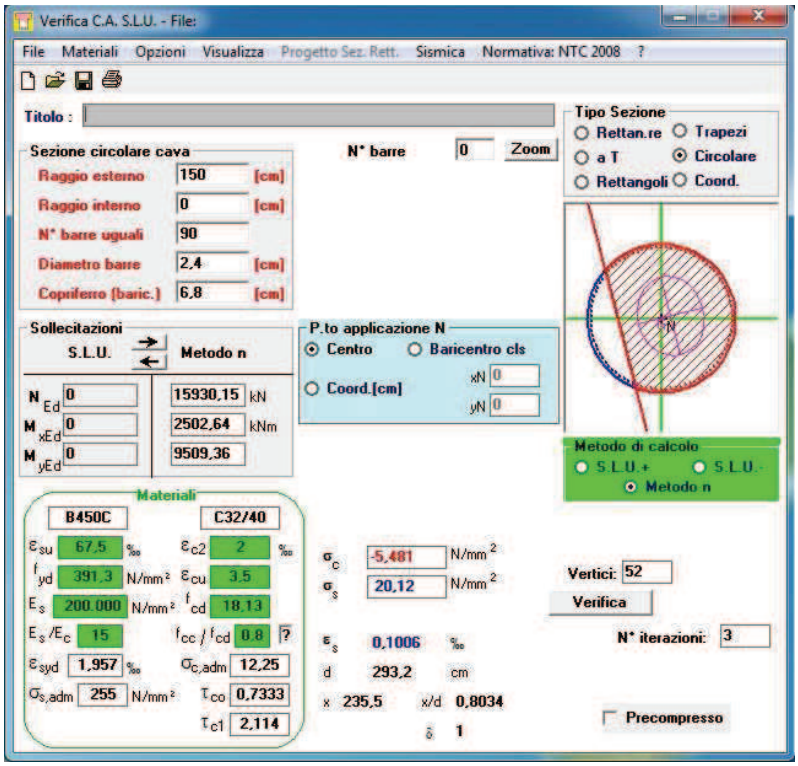
Combinazione SLE – Frequente

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – FREQUENTE 02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $\mathbf{N_{Sd}}$ **= 15.930,15 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 2.502,64 kNm**.

Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 9.509,36 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c$ **= 5,48 N/mm² < 0,45 x $f_{ck}$ = 14,94 N/mm²**
- $\sigma_s$ **= 20,12 N/mm² < 0,80 x $f_{yk}$ = 360,00 N/mm²**

La verifica risulta soddisfatta.

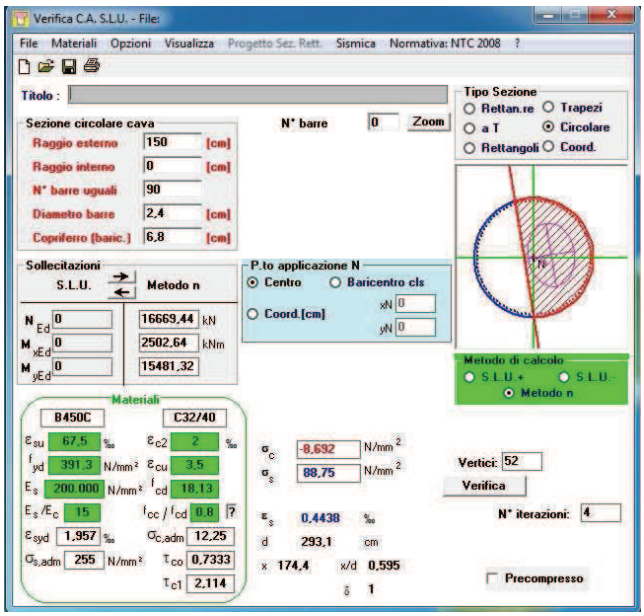
Combinazione SLE – Caratteristica

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – CARATTERISTICA 02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $\mathbf{N_{Sd}}$ **= 16.669,44 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 2.502,64 kNm**.

Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 15.481,32 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c$ **= 8,69 N/mm² < 0,60 x $f_{ck}$ = 19,92 N/mm²**
- $\sigma_s$ **= 88,75 N/mm² < 0,80 x $f_{yk}$ = 360,00 N/mm²**

La verifica risulta soddisfatta.

### *22.3.3. Verifica allo Stato Limite di fessurazione*

Considerate le tensioni di trazione nell'acciaio, per le combinazioni allo SLE Quasi Permanente e Frequente, estremamente contenute, la verifica allo Stato Limite di fessurazione risulta implicitamente soddisfatte.

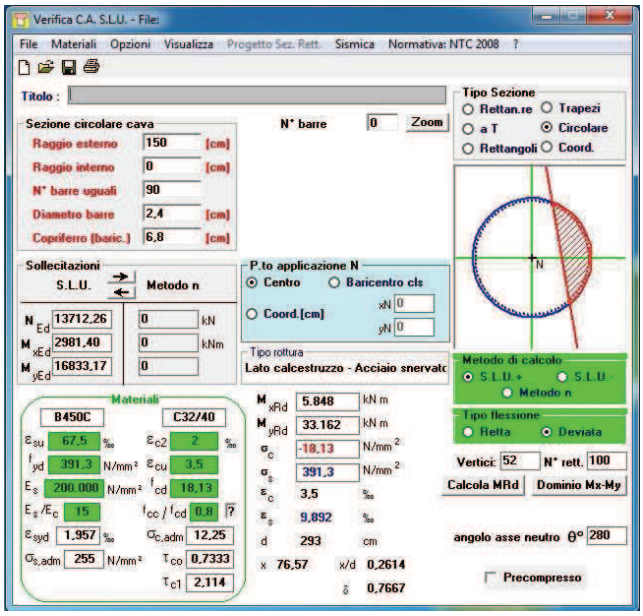
### *22.3.4. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione*

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLU – SLV 02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $\mathbf{N_{Sd}}$ **= 13.712,26 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 2.981,40 kNm**.

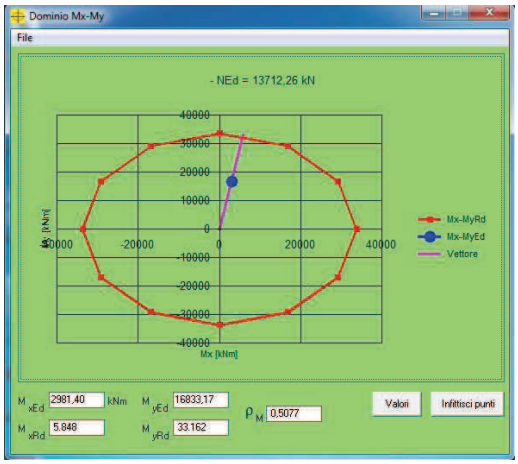
Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 16.833,17 kNm**.




I momenti resistenti risultano pari a:

- $\mathbf{M_{L,Rd}}$ **= 5.848,00 kNm >** $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 2.981,40 kNm**
- $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 33.162,00 kNm >** $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 16.833,17 kNm**

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:




La verifica risulta <u>soddisfatta</u>.

### *22.3.5. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio*

La verifica viene condotta su una sezione quadrata equivalente (equivalenza d'area) di lato pari a **2,658 m**.

La combinazione di carico maggiormente è risultata la combinazione **SLU – SLV 02**.

Il taglio di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{V_{L,Sd}}$ **= 428,53 kN**.

Il taglio di calcolo trasversale è assunto pari a $\mathbf{V_{T,Sd}}$ **= 2.550,48 kN**.

La risultante di taglio risulta dunque pari a $\mathbf{R_{Sd}}$ **= 2.586,23 kN**.

| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE | | | |
|---|---|---|---|
| Base della zezione trasversale: | b | 265.80 | [cm] |
| Altezza della sezione trasversale: | h | 265.80 | [cm] |
| Copriferro netto: | c | 4.00 | [cm] |
| Altezza utile della sezione: | d | 261.80 | [cm] |

| CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | | | |
|---|---|---|---|
| Classe di resistenza del calcestruzzo: | | C32/40 | |
| Resistenza caratteristica cubica a compressione: | $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza caratteristica cilindrica a compressione: | $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo a compressione: | $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm$^2$] |
| Tipologia dell'acciaio da armatura: | | B450C | |
| Tensione caratteristica di rottura: | $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm$^2$] |
| Tensione caratteristica di snervamento: | $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo: | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm$^2$] |

| AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO | | | |
|---|---|---|---|
| Azione tagliante di calcolo: | $V_{S,d}$ | 2586.23 | [kN] |
| Azione normale di calcolo: | $N_{S,d}$ | 0.00 | [kN] |

| ARMATURA TRASVERSALE | | | |
|---|---|---|---|
| Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo: | θ | 45.00 | [°] |
| Cotangente dell'angolo θ: | cot(θ) | 1.00 | |
| Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave: | α | 90.00 | [°] |
| Numero di bracci dell'armatura trasversale: | n | 2.00 | |
| Passo longitudinale delle armature trasversali: | s | 10.00 | [cm] |
| Diametro dell'armatura trasversale: | $Ø_{trasv}$ | 16.00 | [mm] |
| Area della singola barra: | $A_{barra}$ | 2.01 | [cm$^2$] |
| Area totale dell'armatura trasversale: | $A_{tot}$ | 40.20 | [cm$^2$/m] |

**VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO**

La verifica allo S.L.U. per taglio viene condotta secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, par.4.1.2.1.3.2
La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot sen(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| Larghezza minima della sezione: | $b_w$ | 265.80 | [cm] |
| Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo: | $f'_{yd}$ | 9.41 | [N/mm$^2$] |
| Tensione media di compressione nella sezione: | $\sigma_{cp}$ | 0.000 | [N/mm$^2$] |
| Coefficiente maggiorativo $\alpha_c$: | $\alpha_c$ | 1.0000 | |
| RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE" | $V_{Rsd}$ | 3'706.41 | [kN] |
| RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE" | $V_{Rcd}$ | 29'455.94 | [kN] |
| **AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:** | $V_{R,d}$ | 3'706.41 | **[kN]** |
| **COEFFICIENTE DI SICUREZZA:** | $F_S=V_{R,d}/V_{S,d}$ | 1.43 | |

**LA VERIFICA RISULTA POSITIVA**

## 22.4. Sezione a quota h/3 dallo spiccato del fusto

### *22.4.1. Sezione e armatura di verifica*

La sezione di verifica è circolare con diametro pari a 300 cm.

L'armatura verticale è costituita da:

- 90Ø24 disposti a raggiera (I strato)

L'armatura a taglio è costituita da staffe circolari Ø16/10. Il copriferro netto minimo è assunto pari a 40 mm.

### *22.4.2. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni*

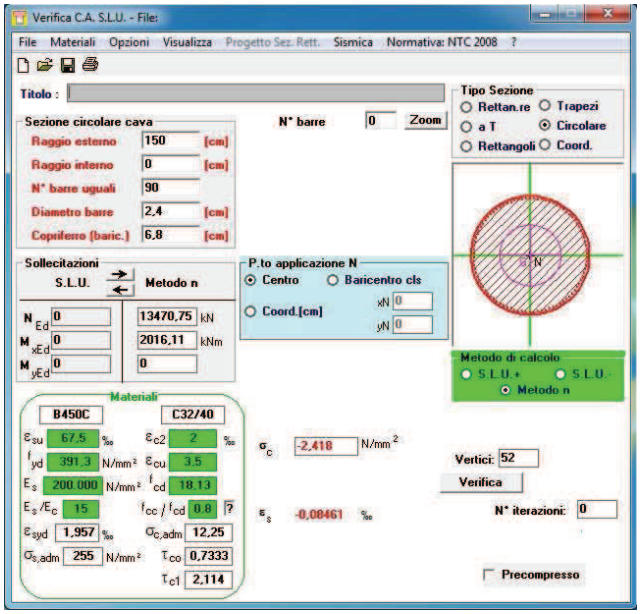
<u>Combinazione SLE – Quasi Permanente</u>

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – QUASI PERMANENTE**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $\mathbf{N_{Sd}}$ **= 13.470,75 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 2.016,11 kNm**.

Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 0,00 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c$ **= 2,42 N/mm² < 0,45 x** $f_{ck}$ **= 14,94 N/mm²**
- $\sigma_s$ **= 0,00 N/mm² < 0,80 x** $f_{yk}$ **= 360,00 N/mm² (sezione interamente compressa)**

La verifica risulta <u>soddisfatta</u>.

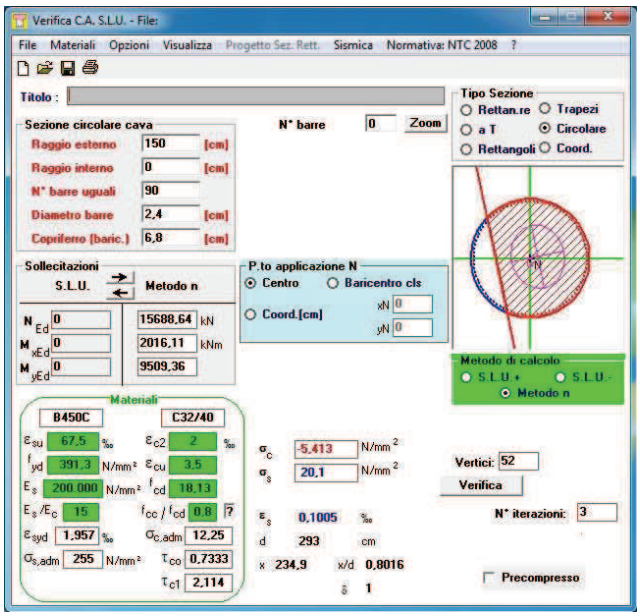
Combinazione SLE – Frequente

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – FREQUENTE 02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $\mathbf{N_{Sd}}$ **= 15.688,64 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 2.016,11 kNm**.

Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 9.509,36 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c$ **= 5,41 N/mm² < 0,45 x** $f_{ck}$ **= 14,94 N/mm²**
- $\sigma_s$ **= 20,10 N/mm² < 0,80 x** $f_{yk}$ **= 360,00 N/mm²**

La verifica risulta soddisfatta.

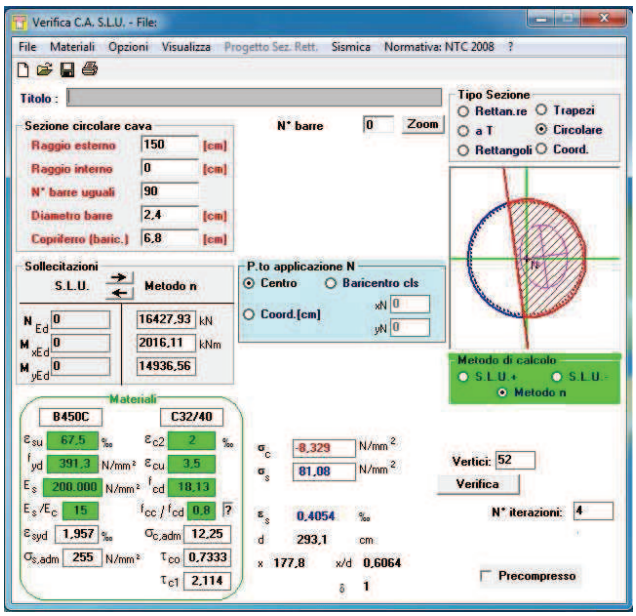
Combinazione SLE – Caratteristica

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – CARATTERISTICA 02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a **$N_{Sd}$ = 16.427,93 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a **$M_{L,Sd}$ = 2.016,11 kNm**.

Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a **$M_{T,Sd}$ = 14.936,56 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- **$\sigma_c$ = 8,32 N/mm² < 0,60 x $f_{ck}$ = 19,92 N/mm²**
- **$\sigma_s$ = 81,08 N/mm² < 0,80 x $f_{yk}$ = 360,00 N/mm²**

La verifica risulta soddisfatta.

### *22.4.3. Verifica allo Stato Limite di fessurazione*

Considerate le tensioni di trazione nell'acciaio, per le combinazioni allo SLE Quasi Permanente e Frequente, estremamente contenute, la verifica allo Stato Limite di fessurazione risulta implicitamente soddisfatte.

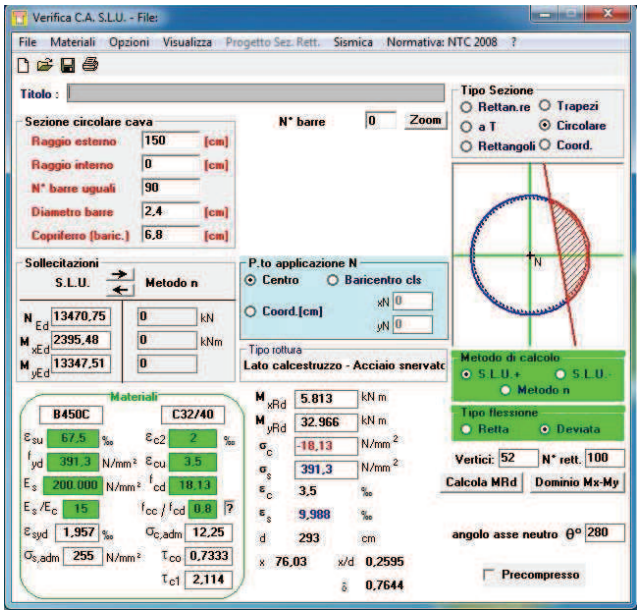
### *22.4.4. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione*

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLU – STV 02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $\mathbf{N_{Sd}}$ **= 13.470,75 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 2.395,74 kNm**.

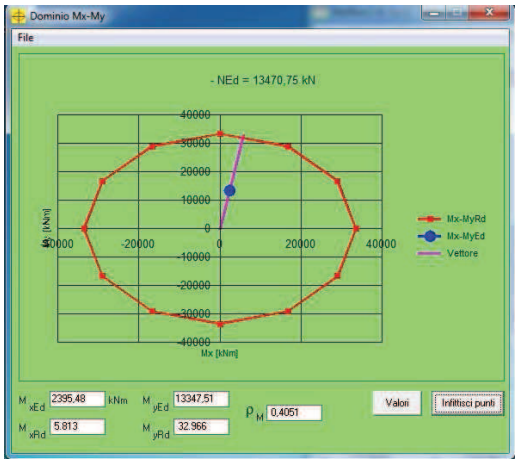
Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 13.347,51 kNm**.




I momenti resistenti risultano pari a:

- $\mathbf{M_{L,Rd}}$ **= 5.813,00 kNm >** a $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 2.395,74 kNm**
- $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 32.966,00 kNm >** $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 13.347,51 kNm**

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:




La verifica risulta <u>soddisfatta</u>.

### *22.4.5. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio*

La verifica viene condotta su una sezione quadrata equivalente (equivalenza d'area) di lato pari a **2,658 m**.

La combinazione di carico maggiormente è risultata la combinazione **SLU – SLV 02**.

Il taglio di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{V_{L,Sd}}$ **= 428,53 kN**.

Il taglio di calcolo trasversale è assunto pari a $\mathbf{V_{T,Sd}}$ **= 2.550,48 kN**.

La risultante di taglio risulta dunque pari a $\mathbf{R_{Sd}}$ **= 2.586,23 kN**.

| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE | | | |
|---|---|---|---|
| Base della zezione trasversale: | b | 265.80 | [cm] |
| Altezza della sezione trasversale: | h | 265.80 | [cm] |
| Copriferro netto: | c | 4.00 | [cm] |
| Altezza utile della sezione: | d | 261.80 | [cm] |
| **CARATTERISTICHE DEI MATERIALI** | | | |
| Classe di resistenza del calcestruzzo: | | C32/40 | |
| Resistenza caratteristica cubica a compressione: | $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza caratteristica cilindrica a compressione: | $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo a compressione: | $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm$^2$] |
| Tipologia dell'acciaio da armatura: | | B450C | |
| Tensione caratteristica di rottura: | $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm$^2$] |
| Tensione caratteristica di snervamento: | $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo: | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm$^2$] |
| **AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO** | | | |
| Azione tagliante di calcolo: | $V_{S,d}$ | 2586.23 | [kN] |
| Azione normale di calcolo: | $N_{S,d}$ | 0.00 | [kN] |
| **ARMATURA TRASVERSALE** | | | |
| Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo: | θ | 45.00 | [°] |
| Cotangente dell'angolo θ: | cot(θ) | 1.00 | |
| Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave: | α | 90.00 | [°] |
| Numero di bracci dell'armatura trasversale: | n | 2.00 | |
| Passo longitudinale delle armature trasversali: | s | 10.00 | [cm] |
| Diametro dell'armatura trasversale: | $Ø_{trasv}$ | 16.00 | [mm] |
| Area della singola barra: | $A_{barra}$ | 2.01 | [cm$^2$] |
| Area totale dell'armatura trasversale: | $A_{tot}$ | 40.20 | [cm$^2$/m] |

**VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO**

La verifica allo S.L.U. per taglio viene condotta secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, par.4.1.2.1.3.2
La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot sen(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| Larghezza minima della sezione: | $b_w$ | 265.80 | [cm] |
| Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo: | $f'_{yd}$ | 9.41 | [N/mm$^2$] |
| Tensione media di compressione nella sezione: | $\sigma_{cp}$ | 0.000 | [N/mm$^2$] |
| Coefficiente maggiorativo $\alpha_c$: | $\alpha_c$ | 1.0000 | |
| RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE" | $V_{Rsd}$ | 3'706.41 | [kN] |
| RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE" | $V_{Rcd}$ | 29'455.94 | [kN] |
| **AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:** | $V_{R,d}$ | 3'706.41 | **[kN]** |
| **COEFFICIENTE DI SICUREZZA:** | $F_S=V_{R,d}/V_{S,d}$ | 1.43 | |

**LA VERIFICA RISULTA POSITIVA**

## 22.5. Sezione a quota 2h/3 dallo spiccato del fusto

### *22.5.1. Sezione e armatura di verifica*

La sezione di verifica è circolare con diametro pari a 300 cm.

L'armatura verticale è costituita da:

- 45Ø24 disposti a raggiera (I strato)

L'armatura a taglio è costituita da staffe circolari Ø16/10. Il copriferro netto minimo è assunto pari a 40 mm.

### *22.5.2. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni*

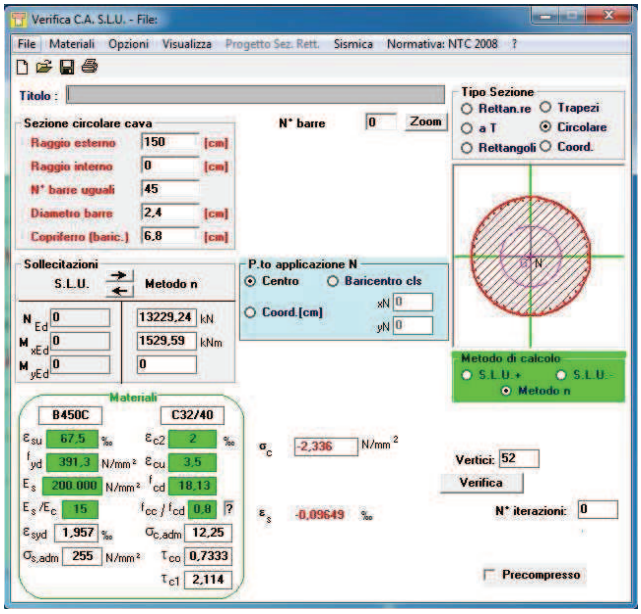
<u>Combinazione SLE – Quasi Permanente</u>

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – QUASI PERMANENTE**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $\mathbf{N_{Sd}}$ **= 13.229,24 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 1.529,59 kNm**.

Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 0,00 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c$ **= 2,34 N/mm² < 0,45 x** $f_{ck}$ **= 14,94 N/mm²**
- $\sigma_s$ **= 0,00 N/mm² < 0,80 x** $f_{yk}$ **= 360,00 N/mm² (sezione interamente compressa)**

La verifica risulta <u>soddisfatta</u>.

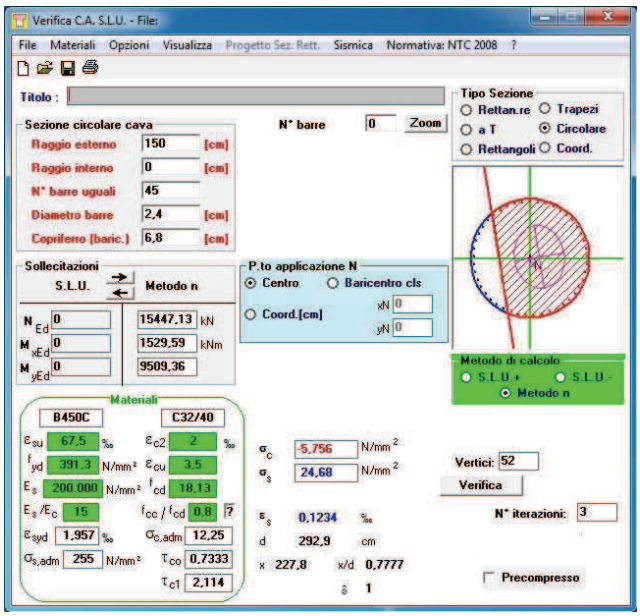
Combinazione SLE – Frequente

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – FREQUENTE 02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $\mathbf{N_{Sd}}$ **= 15.447,13 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 1.529,59 kNm**.

Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 9.509,36 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c$ **= 5,76 N/mm² < 0,45 x** $f_{ck}$ **= 14,94 N/mm²**
- $\sigma_s$ **= 24,68 N/mm² < 0,80 x** $f_{yk}$ **= 360,00 N/mm²**

La verifica risulta soddisfatta.

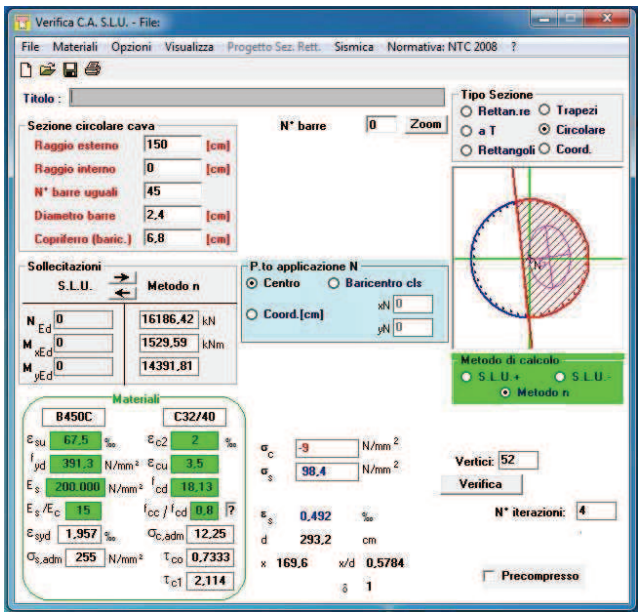
Combinazione SLE – Caratteristica

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – CARATTERISTICA 02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $\mathbf{N_{Sd}}$ **= 16.186,42 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 1.529,59 kNm**.

Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 14.391,81 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c$ **= 9,00 N/mm² < 0,60 x** $f_{ck}$ **= 19,92 N/mm²**
- $\sigma_s$ **= 98,40 N/mm² < 0,80 x** $f_{yk}$ **= 360,00 N/mm²**

La verifica risulta soddisfatta.

### *22.5.3. Verifica allo Stato Limite di fessurazione*

Considerate le tensioni di trazione nell'acciaio, per le combinazioni allo SLE Quasi Permanente e Frequente, estremamente contenute, la verifica allo Stato Limite di fessurazione risulta implicitamente soddisfatte.

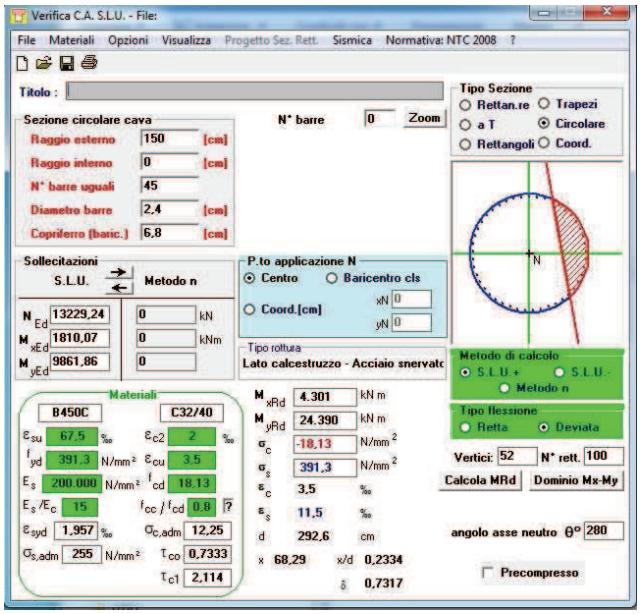
### *22.5.4. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione*

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLU – SLV 02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $\mathbf{N_{Sd}}$ **= 13.229,24 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 1.810,07 kNm**.

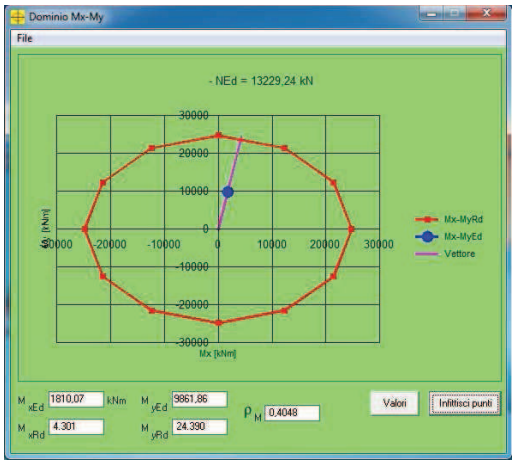
Il momento flettente di calcolo trasversale è assunto pari a $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 9.861,86 kNm**.




I momenti resistenti risultano pari a:

- $\mathbf{M_{L,Rd}}$ **= 4.301,00 kNm >** $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 1.810,07 kNm**
- $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 24.390,00 kNm >** $\mathbf{M_{T,Sd}}$ **= 9.861,86 kNm**

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:




La verifica risulta <u>soddisfatta</u>.

### *22.5.5. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio*

La verifica viene condotta su una sezione quadrata equivalente (equivalenza d'area) di lato pari a **2,658 m**.

La combinazione di carico maggiormente è risultata la combinazione **SLU – SLV 02**.

Il taglio di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{V_{L,Sd}}$ **= 428,53 kN**.

Il taglio di calcolo trasversale è assunto pari a $\mathbf{V_{T,Sd}}$ **= 2.550,48 kN**.

La risultante di taglio risulta dunque pari a $\mathbf{R_{Sd}}$ **= 2.586,23 kN**.

| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE | | | |
|---|---|---|---|
| Base della zezione trasversale: | b | 265.80 | [cm] |
| Altezza della sezione trasversale: | h | 265.80 | [cm] |
| Copriferro netto: | c | 4.00 | [cm] |
| Altezza utile della sezione: | d | 261.80 | [cm] |
| **CARATTERISTICHE DEI MATERIALI** | | | |
| Classe di resistenza del calcestruzzo: | | C32/40 | |
| Resistenza caratteristica cubica a compressione: | $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza caratteristica cilindrica a compressione: | $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo a compressione: | $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm$^2$] |
| Tipologia dell'acciaio da armatura: | | B450C | |
| Tensione caratteristica di rottura: | $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm$^2$] |
| Tensione caratteristica di snervamento: | $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo: | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm$^2$] |
| **AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO** | | | |
| Azione tagliante di calcolo: | $V_{S,d}$ | 2586.23 | [kN] |
| Azione normale di calcolo: | $N_{S,d}$ | 0.00 | [kN] |
| **ARMATURA TRASVERSALE** | | | |
| Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo: | θ | 45.00 | [°] |
| Cotangente dell'angolo θ: | cot(θ) | 1.00 | |
| Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave: | α | 90.00 | [°] |
| Numero di bracci dell'armatura trasversale: | n | 2.00 | |
| Passo longitudinale delle armature trasversali: | s | 10.00 | [cm] |
| Diametro dell'armatura trasversale: | $Ø_{trasv}$ | 16.00 | [mm] |
| Area della singola barra: | $A_{barra}$ | 2.01 | [cm$^2$] |
| Area totale dell'armatura trasversale: | $A_{tot}$ | 40.20 | [cm$^2$/m] |

**VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO**

La verifica allo S.L.U. per taglio viene condotta secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, par.4.1.2.1.3.2
La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot sen(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione:

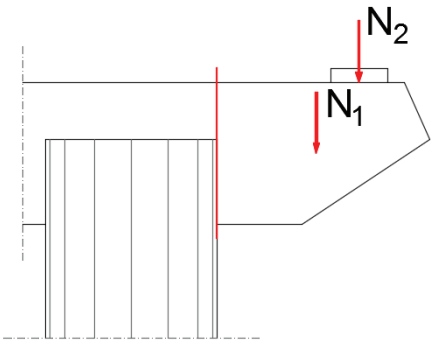
$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| Larghezza minima della sezione: | $b_w$ | 265.80 | [cm] |
| Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo: | $f'_{yd}$ | 9.41 | [N/mm$^2$] |
| Tensione media di compressione nella sezione: | $\sigma_{cp}$ | 0.000 | [N/mm$^2$] |
| Coefficiente maggiorativo $\alpha_c$: | $\alpha_c$ | 1.0000 | |
| RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE" | $V_{Rsd}$ | 3'706.41 | [kN] |
| RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE" | $V_{Rcd}$ | 29'455.94 | [kN] |
| **AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:** | $V_{R,d}$ | 3'706.41 | **[kN]** |
| **COEFFICIENTE DI SICUREZZA:** | $F_S=V_{R,d}/V_{S,d}$ | 1.43 | |

**LA VERIFICA RISULTA POSITIVA**

## 22.6. Sezione di spiccato del pulvino

Gli sbalzi del pulvino, nella loro sezione di spiccato rispetto al fusto della pila, vengono calcolati come mensole tozze secondo il metodo "strut and tie".




Gli scarichi massimi sullo sbalzo del pulvino sono di seguito riepilogati:

| A. PESO PROPRIO DELLO SBALZO DEL PULVINO | | |
|---|---|---|
| Area della superficie frontale dello sbalzo del pulvino | 8.41 | [m²] |
| Spessore del pulvino | 2.00 | [m] |
| Volume dello sbalzo del pulvino | 16.83 | [m³] |
| Peso proprio dello sbalzo del pulvino | 420.65 | [kN] |
| Braccio del baricentro dello sbalzo rispetto alla sezione di spiccato dello sbalzo del pulvino | 1.75 | [m] |

| B. AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO | | |
|---|---|---|
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 4,456.43 | [kN] |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1,476.81 | [kN] |
| Carichi accidentali da traffico | 3,270.14 | [kN] |
| Braccio dell'appoggio rispetto alla sezione di spiccato dello sbalzo del pulvino | 2.84 | [m] |

**COMBINAZIONE SLU - STR**

| CARICO | $N_k$ [kN] | γ | ψ | $N_{Sd}$ [kN] |
|---|---|---|---|---|
| Peso proprio dello sbalzo del pulvino | 420.65 | 1.35 | 1.00 | 567.88 |
| **TOTALE $N_{1,Sd}$** | | | | **567.88** |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 4,456.43 | 1.35 | 1.00 | 6,016.18 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1,476.81 | 1.50 | 1.00 | 2,215.22 |
| Carichi accidentali da traffico | 3,270.14 | 1.35 | 1.00 | 4,414.69 |
| **TOTALE $N_{2,Sd}$** | | | | **12,646.08** |

Di seguito è riportata la procedura di verifica:

## VERIFICA MENSOLA TOZZA - PULVINO

### A. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### A.1. CALCESTRUZZO

| | | | |
|---|---|---|---|
| Classe di resistenza del calcestruzzo | | C32/40 | |
| Resistenza caratteristica cubica a compressione | $R_{ck}$ | 40.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza caratteristica cilindrica a compressione | $f_{ck}$ | 33.20 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo a compressione | $f_{cd}$ | 18.81 | [N/mm$^2$] |

#### A.2. ACCIAIO

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tipologia dell'acciaio per armature lente | | B450C | |
| Tensione caratteristica di rottura | $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm$^2$] |
| Tensione caratteristica di snervamento | $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm$^2$] |

### B. GEOMETRIA DELLA SEZIONE DI SPICCATO DELLA MENSOLA TOZZA

| | | | |
|---|---|---|---|
| Base della sezione di spiccato della mensola tozza | b | 2.00 | [m] |
| Altezza della sezione di spiccato della mensola tozza | h | 2.50 | [m] |
| Ricoprimento barre di armatura | c | 0.06 | [m] |

### C. AZIONI SOLLECITANTI LA SEZIONE DI SPICCATO DELLA MENSOLA TOZZA

| | | | |
|---|---|---|---|
| Peso proprio della mensola tozza | $N_1$ | 567.88 | [kN] |
| Braccio del baricentro della mensola tozza rispetto allo spiccato | $b_1$ | 1.750 | [m] |
| Scarico massimo all'appoggio | $N_2$ | 12,646.00 | [kN] |
| Braccio dell'appoggio rispetto allo spiccato | $b_2$ | 2.840 | [m] |
| Azione verticale totale | $V_{Sd}$ | 13,213.88 | [kN] |
| Azione orizzontale totale ($H_{Sd} = 0{,}10 \cdot V_{Sd}$) | $H_{Sd}$ | 1,321.39 | [kN] |
| Momento flettente totale | $M_{Sd}$ | 36,908.43 | [kNm] |

### D. VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

| | | | |
|---|---|---|---|
| Altezza utile della sezione di spiccato della mensola tozza | d | 2.44 | [m] |
| Baccio della risultante verticale rispetto allo spiccato | a | 2.793 | [m] |
| Snellezza della mensola ($0{,}10 \le \lambda \le 1{,}50$) | $\lambda$ | 1.143 | |
| Coefficiente $v_{cd} = V_{Sd} / (b \cdot d)$ | $v_{cd}$ | 2.70 | [N/mm$^2$] |
| Coefficiente $K = (vcd / fcd) + 1{,}70 \cdot \lambda$ | K | 2.09 | |

#### D.1. VERIFICA DELL'INCLINAZIONE MINIMA DELLA BIELLA IN CALCESTRUZZO

| | | | |
|---|---|---|---|
| Angolo minimo di inclinazione della biella compressa | $\beta_{min}$ | 32.81 | [°] |
| Angolo di inclinazione della biella compressa | $\beta$ | 35.71 | [°] |

$\beta_{min}$ 32.81 < $\beta$ 35.71 **VERIFICA POSITIVA**

#### D.2. VERIFICA DELLA BIELLA COMPRESSA IN CALCESTRUZZO

| | | | |
|---|---|---|---|
| Distanza biella compressa - armatura $z = a \cdot tg(\beta)$ | z | 2.01 | [m] |
| Altezza della biella compressa $x = 2{,}50 \cdot (d-z)$ | x | 1.09 | [m] |
| Azione sollecitante di compressione sulla biella compressa | $N_{c,Sd}$ | 22,636.41 | [kN] |
| Resistenza di calcolo a compressione della biella compressa | $N_{c,Rd}$ | 22,636.41 | [kN] |

$N_{c,Sd}$ 22,636.41 = $N_{c,Rd}$ 22,636.41 **VERIFICA POSITIVA**

## D.3. VERIFICA DELLE ARMATURE

### D.3.1. DEFINIZIONE DELL'ARMATURA MINIMA A TRAZIONE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Azione sollecitante di trazione sull'armatura principale $N_{s,Sd,1} = V_{Sd} / tg(\beta)$ | $N_{s,Sd,1}$ | 18,379.35 | [kN] |
| Azione sollecitante di trazione sull'armatura principale $N_{s,Sd,2} = H_{Sd}$ | $N_{s,Sd,2}$ | 1,321.39 | [kN] |
| Area dell'armatura principale minima necessaria $A_{s1}$ | $A_{s1}$ | 46,969.45 | [mm$^2$] |
| Area dell'armatura principale minima necessaria $A_{s2}$ | $A_{s2}$ | 3,376.88 | [mm$^2$] |

### D.3.2 DEFINIZIONE DELL'ARMATURA MINIMA A TAGLIO (armatura secondaria)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Coefficiente per contributo resisistente del calcestruzzo | c | 1.20 | |
| Coefficiente di fatica | $\gamma_n$ | 1.20 | |
| Armatura a taglio totale necessaria | $A_v$ | 33,768.80 | [mm$^2$] |

### D.3.3 DEFINIZIONE E VERIFICA DELLE ARMATURE MINIME FINALI

| | | | |
|---|---|---|---|
| Condizione (Norma CNR 10037/86 - Par. 1.4) | | As1 ≥ Av | |
| Armatura principale minima | $A^*_s$ | 50,346.33 | [mm$^2$] |
| Armatura secondaria minima | $A^*_v$ | 23,484.72 | [mm$^2$] |
| Numero di barre disposte costituenti l'armatura principale | $n_{b,s}$ | 90 | |
| Diametro delle barre disposte costituenti l'armatura principale | $Ø_{b,s}$ | 26 | [mm] |
| Area dell'armatura principale disposta | $A_s$ | 47,790.00 | [mm$^2$] |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $A^*_s$ | 46,969.45 | < | $A_s$ | 47,790.00 | VERIFICA POSITIVA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Numero di strati di armatura secondaria disposti | $n_{s,v}$ | 5 | |
| Numero di barre disposte costituenti l'armatura secondaria per singolo strato | $n_{b,v}$ | 15 | |
| Diametro delle barre disposte costituenti l'armatura secondaria | $Ø_{b,v}$ | 20 | |
| Area dell'armatura secondaria disposta | $A_v$ | 23,550.00 | [mm$^2$] |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $A^*_v$ | 23,484.72 | < | $A_v$ | 23,550.00 | VERIFICA POSITIVA |

## 22.7. Verifiche strutturali del plinto di fondazione

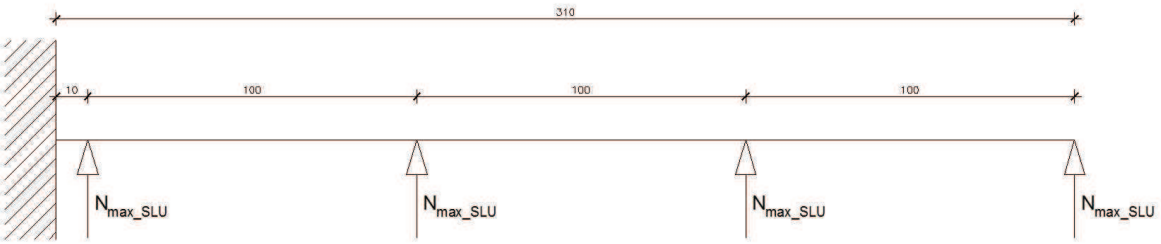
Il plinto di fondazione delle pile ha dimensioni 1000x600 cm e spessore 300 cm ed è poggiata su micropali ϕ300.

La verifica del plinto di fondazione è stata condotta con il metodo degli stati limite, calcolando le sollecitazioni di taglio e momento agenti nella sezione di incastro con il fusto pila.

La reazione normale massima trasmessa dal singolo palo di fondazione vale:

- **$N_{max,SLU}$ = 745,00 kN**

La trave a mensola utilizzata nel calcolo ha una larghezza pari all'interasse trasversale dei micropali ($i_{mp}$ = 100 cm) ed una lunghezza di 310 cm (360 cm fino al bordo zattera). Lungo la trave agiscono 4 micropali che, a favore di sicurezza, solleciteranno la struttura con la stessa forza $N_{max_SLU}$ secondo lo schema riportato in figura:




Dallo schema scelto si possono ricavare le massime sollecitazioni di taglio e momento nella sezione di incastro. Il momento massimo agente vale:

$$M_{\max} = N_{\max_SLU} \cdot (b_1 + b_2 + b_3 + b_4) = 745{,}00 \cdot 6{,}40 = 4768{,}00 kNm$$

con $b_1$, $b_2$, $b_3$ e $b_4$ bracci delle forze agenti pari a:

$b_1$ = 10 cm

$b_2$ = 110 cm

$b_3$ = 210 cm

$b_4$ = 310 cm

Il taglio massimo agente vale:

$$V_{\max} = 4 \cdot N_{\max_SLU} = 4 \cdot 745{,}00 = 2980{,}00 kN$$

### *22.7.1. Verifica a flessione semplice*

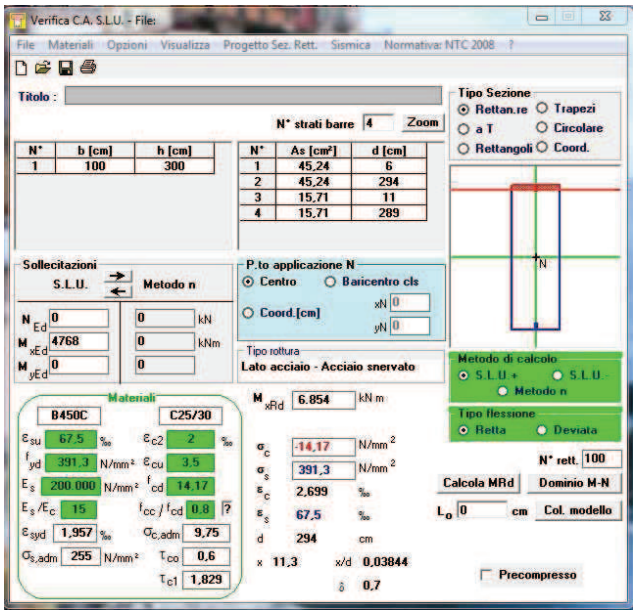
La sezione di verifica è rettangolare con base pari a 100 cm ed altezza pari a 300 cm.

L'armatura di calcolo è assunta come segue:

- Ø24/10 esterni + 2° strato Ø20/20
- Ø24/10 interni + 2° strato Ø20/20

L'armatura a taglio è costituita da cavallotti Ø20/80x40. Il copriferro netto è assunto pari a 45 mm.

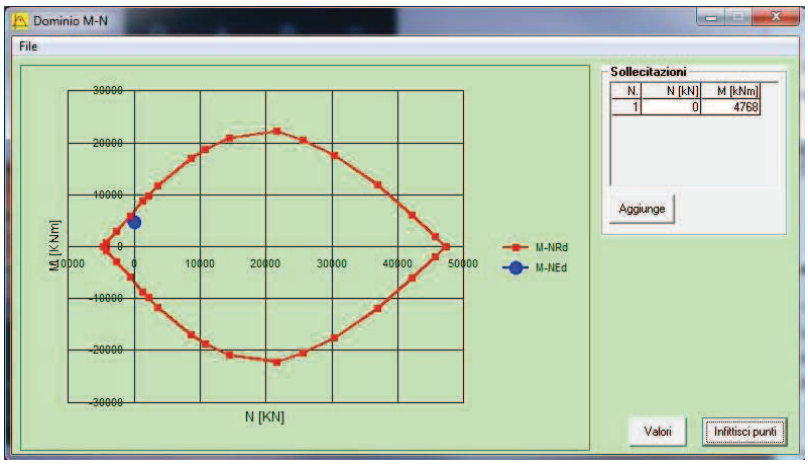
Il momento flettente sollecitante è assunto pari a **$M_{S,d}$ = 4768,00 kNm**




Il momento resistente della sezione vale:

- **$M_{R,d}$ = 6854,00 kNm < $M_{S,d}$ = 4768,00 kNm**

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:




La verifica risulta pertanto soddisfatta.

### *22.7.2. Verifica a taglio*

L'azione tagliante massima viene quindi assunta pari a **$V_{S,d}$ = 2980,00 kN**.

La sezione resistente è rettangolare con base pari a 100 cm e altezza pari a 300 cm.

L'armatura a taglio è costituita da cavallotti Ø20/80x40:

| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE | | | |
|---|---|---|---|
| Base della zezione trasversale: | b | **100.00** | [cm] |
| Altezza della sezione trasversale: | h | **300.00** | [cm] |
| Copriferro netto: | c | **6.00** | [cm] |
| Altezza utile della sezione: | d | 294.00 | [cm] |
| Braccio della coppia interna: | z | 219.30 | [cm] |

| CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | | | |
|---|---|---|---|
| Classe di resistenza del calcestruzzo: | | C25/30 | |
| Resistenza caratteristica cubica a compressione: | $R_{ck}$ | 30.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza caratteristica cilindrica a compressione: | $f_{ck}$ | 24.90 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo a compressione: | $f_{cd}$ | 14.11 | [N/mm$^2$] |
| Tipologia dell'acciaio da armatura: | | B450C | |
| Tensione caratteristica di rottura: | $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm$^2$] |
| Tensione caratteristica di snervamento: | $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo: | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm$^2$] |

| AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO | | | |
|---|---|---|---|
| Azione tagliante di calcolo: | $V_{S,d}$ | **2980.00** | [kN] |
| Azione normale di calcolo: | $N_{S,d}$ | **0.00** | [kN] |

| ARMATURA TRASVERSALE | | | |
|---|---|---|---|
| Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo: | θ | **45.00** | [°] |
| Cotangente dell'angolo θ: | cot(θ) | 1.00 | |
| Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave: | α | **90.00** | [°] |
| Numero di bracci dell'armatura trasversale: | n | **6.00** | |
| Passo longitudinale delle armature trasversali: | s | **40.00** | [cm] |
| Diametro dell'armatura trasversale: | $Ø_{trasv}$ | **20.00** | [mm] |
| Area della singola barra: | $A_{barra}$ | 3.14 | [cm$^2$] |
| Area totale dell'armatura trasversale: | $A_{tot}$ | 47.10 | [cm$^2$/m] |

**VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO**

La verifica allo S.L.U. per taglio viene condotta secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, par.4.1.2.1.3.2
La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rsd} = 0{,}9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot sen(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rcd} = 0{,}9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| Larghezza minima della sezione: | $b_w$ | 100.00 | [cm] |
| Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo: | $f'_{yd}$ | 7.06 | [N/mm$^2$] |
| Tensione media di compressione nella sezione: | $\sigma_{cp}$ | 0.000 | [N/mm$^2$] |
| Coefficiente maggiorativo $\alpha_c$: | $\alpha_c$ | 1.0000 | |
| RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE" | $V_{Rsd}$ | 4'041.79 | [kN] |
| RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE" | $V_{Rcd}$ | 7'735.81 | [kN] |
| **AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:** | $V_{R,d}$ | **4'041.79** | **[kN]** |
| **COEFFICIENTE DI SICUREZZA:** | $F_S=V_{R,d}/V_{S,d}$ | **1.36** | |

**LA VERIFICA RISULTA POSITIVA**

# 23. SPALLE MOBILI

La sottostruttura mobile del ponte oggetto di verifica (sottostruttura mobile maggiormente sollecitata) è stata individuata nella **spalla A**.

## 23.1. Valutazione delle azioni sollecitanti caratteristiche sul paraghiaia

| | | |
|---|---|---|
| **A. - CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SPALLA** | | |
| Altezza media dei baggioli | 0.20 | [m] |
| **A.1 - PARAGHIAIA** | | |
| Spessore del paraghiaia | 0.70 | [m] |
| Altezza media del paraghiaia | 4.00 | [m] |
| Lunghezza del paraghiaia | 12.04 | [m] |
| Volume del paraghiaia | 33.71 | [$m^3$] |
| Peso del paraghiaia | 842.80 | [kN] |
| Peso per unità di lunghezza del paraghiaia | 70.00 | [kNm] |
| Quota del baricentro del paraghiaia rispetto alla base del paraghiaia | 2.00 | [m] |
| Quota del baricentro del paraghiaia rispetto all'estradosso della zattera | 6.70 | [m] |
| Quota del baricentro del paraghiaia rispetto all'intradosso della zattera | 8.70 | [m] |
| Ascissa del baricentro del paraghiaia rispetto all'asse del muro frontale | -1.15 | [m] |
| Ascissa del baricentro del paraghiaia rispetto all'asse della zattera | -0.40 | [m] |
| **A.2 - MURO FRONTALE** | | |
| Spessore del muro frontale | 3.00 | [m] |
| Altezza del muro frontale | 4.70 | [m] |
| Lunghezza del muro frontale | 12.04 | [m] |
| Volume del muro frontale | 169.76 | [$m^3$] |
| Peso del muro frontale | 4,244.10 | [kN] |
| Peso per unità di lunghezza del muro frontale | 352.50 | [kNm] |
| Quota del baricentro del muro frontale rispetto all'estradosso della zattera | 2.35 | [m] |
| Quota del baricentro del muro frontale rispetto all'intradosso della zattera | 4.35 | [m] |
| Ascissa del baricentro del muro frontale rispetto all'asse della zattera | 0.75 | [m] |
| **A.3 - MURI LATERALI ANTERIORI** | | |
| Spessore dei muri laterali | 0.00 | [m] |
| Altezza dei muri laterali | 0.00 | [m] |
| Lunghezza dei muri laterali | 0.00 | [m] |
| Volume dei muri laterali | 0.00 | [$m^3$] |
| Peso dei muri laterali | 0.00 | [kN] |
| Quota del baricentro dei muri laterali rispetto alla base dei muri laterali | 0.00 | [m] |
| Quota del baricentro dei muri laterali rispetto all'estradosso della zattera | 0.00 | |
| Quota del baricentro dei muri laterali rispetto all'intradosso della zattera | 0.00 | [m] |
| Ascissa del baricentro dei muri laterali rispetto all'asse del muro frontale | 0.00 | |
| Ascissa del baricentro dei muri laterali rispetto all'asse della zattera | 0.00 | [m] |
| **A.4 - MURI LATERALI POSTERIORI** | | |
| Spessore dei muri laterali | 0.70 | [m] |
| Altezza dei muri laterali | 8.70 | [m] |
| Lunghezza dei muri laterali | 3.00 | [m] |
| Volume dei muri laterali | 36.54 | [$m^3$] |
| Peso dei muri laterali | 913.50 | [kN] |
| Quota del baricentro dei muri laterali rispetto all'estradosso della zattera | 4.35 | [m] |
| Quota del baricentro dei muri laterali rispetto all'intradosso della zattera | 6.35 | [m] |
| Ascissa del baricentro dei muri laterali rispetto all'asse della zattera | -2.25 | [m] |

| | | |
|---|---|---|
| **A.5 - ORECCHIE** | | |
| Spessore delle orecchie | 0.00 | [m] |
| Superficie laterale della singola orecchia | 0.00 | [$m^2$] |
| Volume totale delle orecchie | 0.00 | [$m^3$] |
| Peso totale delle orecchie | 0.00 | [kN] |
| Quota del baricentro delle orecchie rispetto all'estradosso della zattera | 0.00 | [m] |
| Quota del baricentro delle orecchie rispetto all'intradosso della zattera | 0.00 | [m] |
| Ascissa del baricentro dei muri laterali rispetto all'asse della zattera | 0.00 | [m] |
| **A.6 - ZATTERA DI FONDAZIONE** | | |
| Larghezza della zattera di fondazione | 7.50 | [m] |
| Lunghezza della zattera di fondazione | 12.04 | [m] |
| Spessore della zattera di fondazione | 2.00 | [m] |
| Volume della zattera di fondazione | 180.60 | [$m^3$] |
| Peso della zattera di fondazione | 4,515.00 | [kN] |
| Larghezza del piede di valle della fondazione | 1.50 | [m] |
| Larghezza del piede di monte della fondazione | 3.00 | [m] |
| Quota del baricentro della zattera rispetto all'intradosso della zattera | 1.00 | [m] |
| **B. - TERRENO DI RINTERRO** | | |
| Peso per unità di volume del terreno di rinterro | 20.00 | [$kN/m^3$] |
| Angolo di attrito interno del terreno di rinterro | 35.00 | [°] |
| Coesione efficace del terreno di rinterro | 0.00 | [$kN/m^2$] |
| Altezza del terreno di dinterro | 8.70 | [m] |
| Volume del terreno di rinterro | 277.70 | [$m^3$] |
| Peso del terreno di rinterro | 5,554.08 | [kN] |
| Quota del baricentro del terreno di rinterro rispetto all'estradosso della zattera | 4.35 | [m] |
| Quota del baricentro del terreno di rinterro rispetto all'intradosso della zattera | 6.35 | [m] |
| Ascissa del baricentro rispetto all'asse della zattera | -2.25 | [m] |
| **C. CARICHI AGENTI SUL PARAGHIAIA** | | |
| **C.1 - SOVRACCARICHI PERMANENTI** | | |
| Peso per unita di superficie della pavimentazione stradale | 20.00 | [$kN/m^3$] |
| Spessore della pavimentazione stradale | 11.00 | [cm] |
| Peso per unità di superficie della pavimentazione stradale | 2.20 | [$kN/m^2$] |
| **C.2 - SOVRACCARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO** | | |
| Carico concentrato da traffico | 600.00 | [kN] |
| Carico distribuito da traffico | 9.00 | [$kN/m^2$] |
| Lunghezza dell'area di impronta del carico concentrato | 3.00 | [m] |
| Larghezza dell'area di impronta del carico concentrato | 2.20 | [m] |
| Angolo di ripartizione del carico concentrato | 30.00 | [°] |
| Lunghezza dell'area di impronta ripartita alla base del paraghiaia | 7.62 | [m] |
| Larghezza dell'area di impronta ripartita alla base del paraghiaia | 4.51 | [m] |
| Pressione esercitata dal sovraccarico concentrato in sommità del paraghiaia | 90.91 | [$kN/m^2$] |
| Pressione esercitata dal sovraccarico concentrato alla base del paraghiaia | 17.46 | [$kN/m^2$] |
| Larghezza efficace di ripartizione dei carichi accidentali | 9.31 | [m] |
| **C.3 - FRENATURA SUL PARAGHIAIA** | | |
| Carico concentrato da traffico (semiasse) | 300.00 | [kN] |
| Carico distribuito da traffico | 9.00 | [$kN/m^2$] |
| Larghezza della corsia di carico convenzionale | 3.00 | [m] |
| Lunghezza totale dell'impalcato | 140.00 | [m] |
| Azione orizzontale totale della frenatura | 738.00 | [kN] |
| Azione normale di frenatura ripartita alla base del paraghiaia (45°) | 27.27 | [kN/m] |
| Azione orizzontale di frenatura ripartita alla base del paraghiaia (45°) | 27.27 | [kN/m] |
| Momento flettente di frenatura ripartito alla base del paraghiaia (45°) | 109.09 | [kNm/m] |
| **C.4 - SPINTA DEL TERRENO A TERGO** | | |
| Coefficiente di spinta a riposo del terreno | 0.426 | |
| Spinta orizzontale del terreno | 68.23 | [kN/m] |
| Momento flettente alla base del paraghiaia dovuto alla spinta del terreno | 90.97 | [kNm/m] |

| | | |
|---|---|---|
| **C.5 - SPINTA DOVUTA AI SOVRACCARICHI PERMANENTI PORTANTI** | | |
| Spinta orizzontale dovuta ai sovraccarichi permanenti portati | 3.75 | [kN/m] |
| Momento flettente alla base del paraghiaia dovuto alla spinta dei sovraccarichi permanenti | 7.51 | [kNm/m] |
| **C.6 - SPINTA DOVUTA AI SOVRACCARICHI ACCIDENTALI** | | |
| Spinta orizzontale dovuta ai sovraccarichi accidentali | 111.47 | [kN/m] |
| Momento flettente alla base del paraghiaia dovuto alla spinta dei sovraccarichi accidentali | 242.94 | [kNm/m] |
| **D. AZIONE SISMICA SUL PARAGHIAIA** | | |
| Coefficiente sismico orizzontale (SLV) | 0.082 | |
| Coefficiente sismico verticale (SLV) | 0.041 | |
| **D.1 - INERZIA SISMICA DEL PARAGHIAIA** | | |
| Peso sismico del paraghiaia | 70.00 | [kN/m] |
| Inerzia sismica del paraghiaia | 5.74 | [kN/m] |
| Momento flettente alla base del paraghiaia dovuto all'inerzia sismica del paraghiaia | 11.48 | [kNm/m] |
| **D.2 - INERZIA SISMICA DEL TERRENO A TERGO** | | |
| Peso sismico del terreno a tergo | 240.00 | [kN/m] |
| Inerzia sismica del terreno a tergo | 19.68 | [kN/m] |
| Momento flettente alla base del paraghiaia dovuto all'inerzia sismica del terreno a tergo | 39.36 | [kNm/m] |
| **D.3 - SOVRASPINTA DINAMICA DEL TERRENO A TERGO** | | |
| Metodo di analisi | WOOD | |
| Sovraspinta dinamica del terreno | 26.24 | [kN/m] |
| Momento flettente alla base del paraghiaia dovuto alla sovraspinta dinamica del terreno | 52.48 | [kNm/m] |

**E. - VALORI CARATTERISTICI DELLE AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL PARAGHIAIA**

| CARICO | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso proprio del paraghiaia | 70.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 0.00 | 68.23 | 0.00 | 90.97 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 0.00 | 3.75 | 0.00 | 7.51 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 0.00 | 111.47 | 0.00 | 242.94 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 27.27 | 27.27 | 0.00 | 109.09 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 51.66 | 0.00 | 103.32 | 0.00 |

## 23.2. Azioni sollecitanti di calcolo sul paraghiaia

| COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio del paraghiaia | 1.00 | 1.00 | 70.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 68.23 | 0.00 | 90.97 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 3.75 | 0.00 | 7.51 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **70.00** | **71.98** | **0.00** | **98.48** | **0.00** |

| COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio del paraghiaia | 1.00 | 1.00 | 70.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 68.23 | 0.00 | 90.97 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 3.75 | 0.00 | 7.51 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 0.75 | 0.00 | 83.60 | 0.00 | 182.21 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **70.00** | **155.58** | **0.00** | **280.68** | **0.00** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio del paraghiaia | 1.00 | 1.00 | 70.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 68.23 | 0.00 | 90.97 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 3.75 | 0.00 | 7.51 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 111.47 | 0.00 | 242.94 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **70.00** | **183.45** | **0.00** | **341.42** | **0.00** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio del paraghiaia | 1.00 | 1.00 | 70.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 68.23 | 0.00 | 90.97 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 3.75 | 0.00 | 7.51 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 0.75 | 0.00 | 83.60 | 0.00 | 182.21 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 1.00 | 27.27 | 27.27 | 0.00 | 109.09 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **97.27** | **182.86** | **0.00** | **389.77** | **0.00** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio del paraghiaia | 1.35 | 1.00 | 94.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.35 | 1.00 | 0.00 | 92.11 | 0.00 | 122.81 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 5.63 | 0.00 | 11.26 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.35 | 1.00 | 0.00 | 150.48 | 0.00 | 327.97 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **94.50** | **248.22** | **0.00** | **462.04** | **0.00** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio del paraghiaia | 1.35 | 1.00 | 94.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.35 | 1.00 | 0.00 | 92.11 | 0.00 | 122.81 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 5.63 | 0.00 | 11.26 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.35 | 0.75 | 0.00 | 112.86 | 0.00 | 245.98 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 1.00 | 40.91 | 40.91 | 0.00 | 163.64 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **135.41** | **251.51** | **0.00** | **543.68** | **0.00** |

| COMBINAZIONE SLU - SLV | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio del paraghiaia | 1.00 | 1.00 | 70.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 68.23 | 0.00 | 90.97 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 3.75 | 0.00 | 7.51 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 51.66 | 0.00 | 103.32 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **70.00** | **123.64** | **0.00** | **201.80** | **0.00** |

| RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **COMBINAZIONE** | **N [kN]** | **$V_L$ [kN]** | **$V_T$ [kN]** | **$M_L$ [kNm]** | **$M_T$ [kNm]** |
| SLE - QUASI PERMANENTE | 70.00 | 71.98 | 0.00 | 98.48 | 0.00 |
| SLE - FREQUENTE | 70.00 | 155.58 | 0.00 | 280.68 | 0.00 |
| SLE - CARATTERISTICA 01 | 70.00 | 183.45 | 0.00 | 341.42 | 0.00 |
| SLE - CARATTERISTICA 02 | 97.27 | 182.86 | 0.00 | 389.77 | 0.00 |
| SLU - STR 01 | 94.50 | 248.22 | 0.00 | 462.04 | 0.00 |
| SLU - STR 02 | 135.41 | 251.51 | 0.00 | 543.68 | 0.00 |
| SLU - SLV | 70.00 | 123.64 | 0.00 | 201.80 | 0.00 |

## 23.3. Sezione di spiccato del paraghiaia

### *23.3.1. Sezione e armatura di verifica*

La sezione di verifica è rettangolare con base pari a 100 cm e altezza pari a 70 cm.

L'armatura verticale è costituita da:

- Ø20/10 interni (lato terreno)
- Ø16/20 esterni (lato impalcato)

L'armatura a taglio è costituita da spille Ø10/20x20. Il copriferro netto minimo è assunto pari a 40 mm.

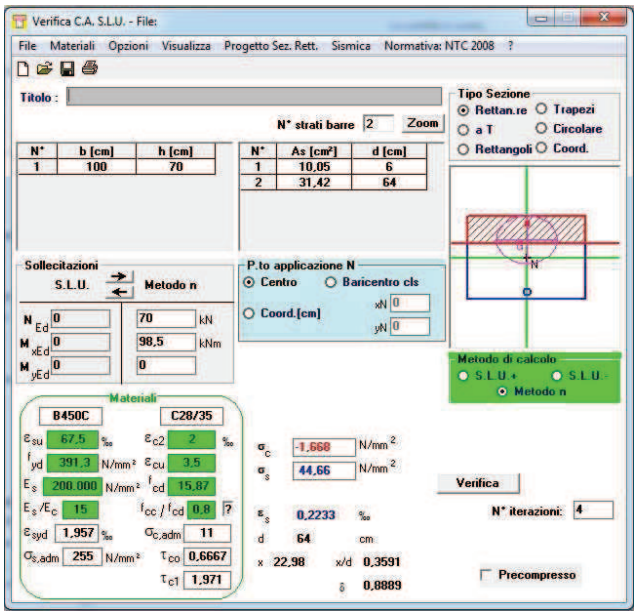
### *23.3.2. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni*

<u>Combinazione SLE – Quasi Permanente</u>

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – QUASI PERMANENTE**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a **$N_{Sd}$ = 70,00 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a **$M_{L,Sd}$ = 98,48 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- **$\sigma_c$ = 1,67 N/mm² < 0,45 x $f_{ck}$ = 14,94 N/mm²**
- **$\sigma_s$ = 44,66 N/mm² < 0,80 x $f_{yk}$ = 360,00 N/mm²**

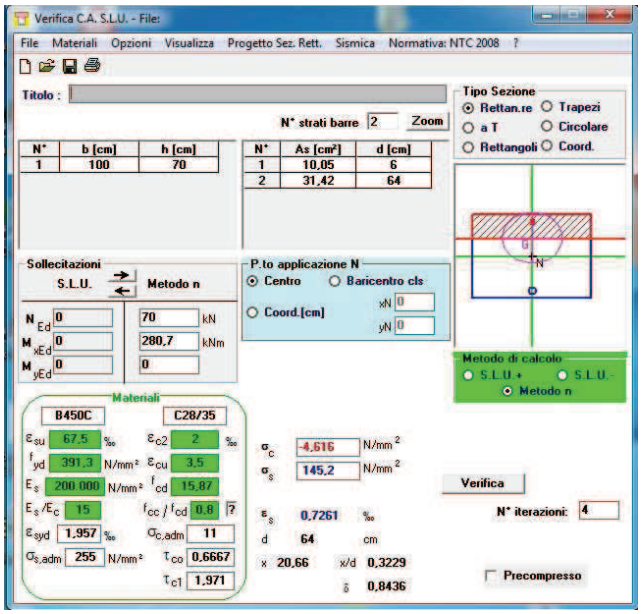
La verifica risulta <u>soddisfatta</u>.

Combinazione SLE – Frequente

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – FREQUENTE**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $\mathbf{N_{Sd}}$ **= 70,00 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 280,68 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c$ **= 4,62 N/mm$^2$ < 0,45 x $f_{ck}$ = 14,94 N/mm$^2$**
- $\sigma_s$ **= 145,20 N/mm$^2$ < 0,80 x $f_{yk}$ = 360,00 N/mm$^2$**

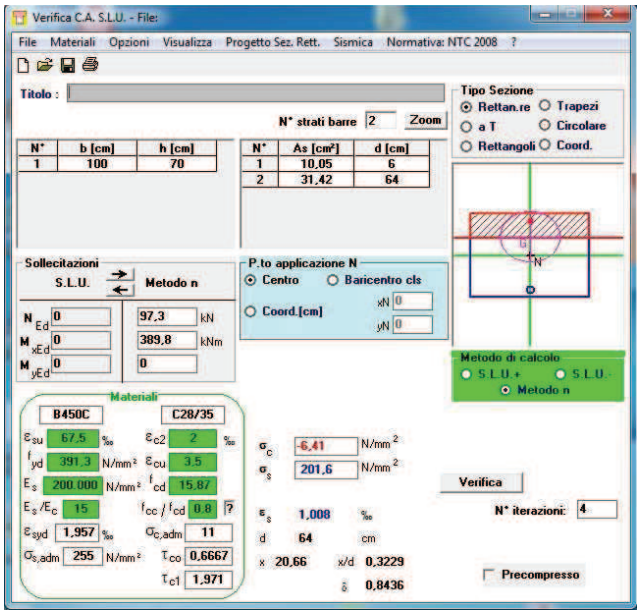
La verifica risulta soddisfatta.

Combinazione SLE – Caratteristica

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – CARATTERISTICA 02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $\mathbf{N_{Sd}}$ **= 97,27 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 389,77 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c$ **= 6,41 N/mm² < 0,60 x $f_{ck}$ = 19,92 N/mm²**
- $\sigma_s$ **= 201,60 N/mm² < 0,80 x $f_{yk}$ = 360,00 N/mm²**

La verifica risulta soddisfatta.

### *23.3.3. Verifica allo Stato Limite di fessurazione*

La verifica semplificata allo SL di fessurazione viene condotta secondo quanto previsto dalla Circolare C.S.LL.PP. n.617 del 02.02.2009, par. C4.1.2.2.4.6, tab. C4.1.II e C4.1.III.

| TABELLA C4.1.II - Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione nell'acciaio | Diametro massimo Ø delle barre [mm] | | |
| $\sigma_s$ [N/mm$^2$] | $w_3$ = 0,40 mm | $w_2$ = 0,30 mm | $w_1$ = 0,20 mm |
| 160 | 40 | 32 | 25 |
| 200 | 32 | 25 | 16 |
| 240 | 20 | 16 | 12 |
| 280 | 16 | 12 | 8 |
| 320 | 12 | 10 | 6 |
| 360 | 10 | 8 | 0 |

| TABELLA C4.1.III - Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione nell'acciaio | Spaziatura massima s delle barre delle barre [mm] | | |
| $\sigma_s$ [N/mm$^2$] | $w_3$ = 0,40 mm | $w_2$ = 0,30 mm | $w_1$ = 0,20 mm |
| 160 | 300 | 300 | 200 |
| 200 | 300 | 250 | 150 |
| 240 | 250 | 200 | 100 |
| 280 | 200 | 150 | 50 |
| 320 | 150 | 100 | 0 |
| 360 | 100 | 50 | 0 |

**CRITERI DI SCELTA DELLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE**

I criteri di scelta dello Stato Limite di fessurazione sono definiti secondo quanto riportato dal D.M. 14.01.2008, par. 4.1.2.2.4.5, tab. 4.1.IV.

Condizioni ambientali: Aggressive  Armatura: Poco sensibile

**COMBINAZIONE ALLO S.L.E. QUASI PERMANENTE**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Stato limite: | | apertura fessure | |
| Ampiezza massima delle fessure: | $w_d \leq$ | w1 | |
| Tensione massima nell'acciaio calcolata: | $\sigma_{s,max}$ | **44.62** | [N/mm$^2$] |
| Diametro massimo delle barre di armature poste in opera: | $Ø_{max}$ | **20** | [mm] |
| Spaziatura massima delle barre di armatura poste in opera: | $s_{max}$ | **100.00** | [mm] |
| Diametro massimo delle barre di armatura consentito: | $Ø_{max}$ | 25.00 | [mm] |
| Spaziatura massima delle barre di armatura consentita: | $s_{max}$ | 200.00 | [mm] |

**VERIFICA POSITIVA**

**COMBINAZIONE ALLO S.L.E. FREQUENTE**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Stato limite: | | apertura fessure | |
| Ampiezza massima delle fessure: | $w_d \leq$ | w2 | |
| Tensione massima nell'acciaio calcolata: | $\sigma_{s,max}$ | **145.10** | [N/mm$^2$] |
| Diametro massimo delle barre di armature poste in opera: | $Ø_{max}$ | 20 | [mm] |
| Spaziatura massima delle barre di armatura poste in opera: | $s_{max}$ | 100.00 | [mm] |
| Diametro massimo delle barre di armatura consentito: | $Ø_{max}$ | 32.00 | [mm] |
| Spaziatura massima delle barre di armatura consentita: | $s_{max}$ | 300.00 | [mm] |

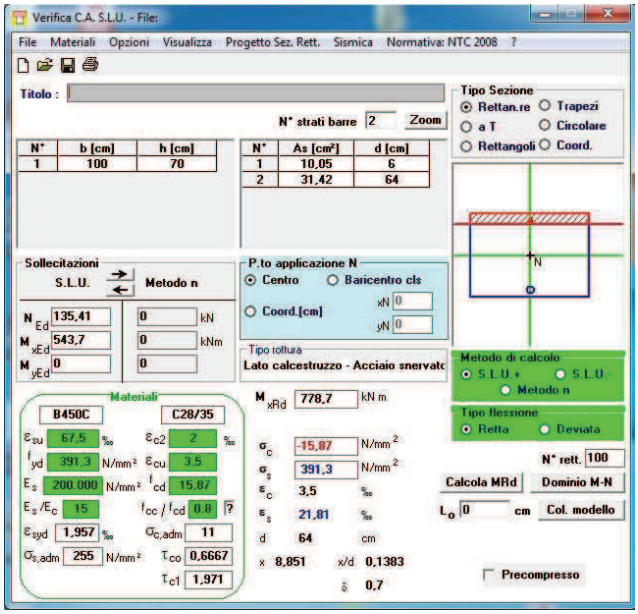
**VERIFICA POSITIVA**

### *23.3.4. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione*

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLU – STR 02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $\mathbf{N_{Sd}}$ **= 135,41 kN**.

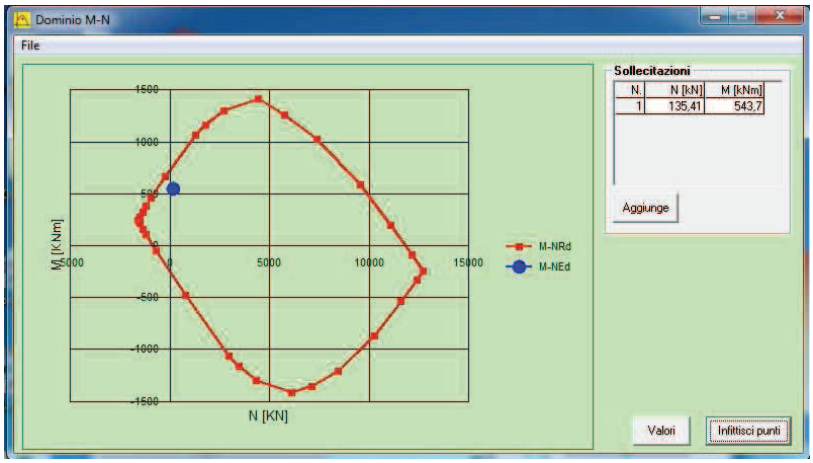
Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 543,68 kNm**.




I momenti resistenti risultano pari a:

- $\mathbf{M_{L,Rd}}$ **= 778,70 kNm >** $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 543,68 kNm**

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:




La verifica risulta <u>soddisfatta</u>.

### *23.3.5. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio*

La combinazione di carico maggiormente è risultata la combinazione **SLU – STR 02**.

Il taglio di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{V_{L,Sd}}$ **= 251,51 kN**.

| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE | | | |
|---|---|---|---|
| Base della zezione trasversale: | b | **100.00** | [cm] |
| Altezza della sezione trasversale: | h | **70.00** | [cm] |
| Copriferro netto: | c | **4.00** | [cm] |
| Altezza utile della sezione: | d | 66.00 | [cm] |

| CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | | | |
|---|---|---|---|
| Classe di resistenza del calcestruzzo: | | C28/35 | |
| Resistenza caratteristica cubica a compressione: | $R_{ck}$ | 35.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza caratteristica cilindrica a compressione: | $f_{ck}$ | 29.05 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo a compressione: | $f_{cd}$ | 16.46 | [N/mm$^2$] |
| Tipologia dell'acciaio da armatura: | | B450C | |
| Tensione caratteristica di rottura: | $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm$^2$] |
| Tensione caratteristica di snervamento: | $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo: | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm$^2$] |

| AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO | | | |
|---|---|---|---|
| Azione tagliante di calcolo: | $V_{S,d}$ | **251.51** | [kN] |
| Azione normale di calcolo: | $N_{S,d}$ | **0.00** | [kN] |

| ARMATURA TRASVERSALE | | | |
|---|---|---|---|
| Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo: | θ | **45.00** | [°] |
| Cotangente dell'angolo θ: | cot(θ) | 1.00 | |
| Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave: | α | **90.00** | [°] |
| Numero di bracci dell'armatura trasversale: | n | **5.00** | |
| Passo longitudinale delle armature trasversali: | s | **20.00** | [cm] |
| Diametro dell'armatura trasversale: | $Ø_{trasv}$ | **10.00** | [mm] |
| Area della singola barra: | $A_{barra}$ | 0.79 | [cm$^2$] |
| Area totale dell'armatura trasversale: | $A_{tot}$ | 19.75 | [cm$^2$/m] |

**VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO**

La verifica allo S.L.U. per taglio viene condotta secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, par.4.1.2.1.3.2
La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot sen(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| Larghezza minima della sezione: | $b_w$ | 100.00 | [cm] |
| Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo: | $f'_{yd}$ | 8.23 | [N/mm$^2$] |
| Tensione media di compressione nella sezione: | $\sigma_{cp}$ | 0.000 | [N/mm$^2$] |
| Coefficiente maggiorativo $\alpha_c$: | $\alpha_c$ | 1.0000 | |
| RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE" | $V_{Rsd}$ | 459.06 | [kN] |
| RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE" | $V_{Rcd}$ | 2'444.56 | [kN] |
| **AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:** | $V_{R,d}$ | **459.06** | **[kN]** |
| **COEFFICIENTE DI SICUREZZA:** | $F_S=V_{R,d}/V_{S,d}$ | **1.83** | |

**LA VERIFICA RISULTA POSITIVA**

## 23.4. Valutazione delle azioni sollecitanti caratteristiche sul muro frontale

| | | |
|---|---|---|
| **A. - CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SPALLA** | | |
| Altezza media dei baggioli | 0.20 | [m] |
| **A.1 - PARAGHIAIA** | | |
| Spessore del paraghiaia | 0.70 | [m] |
| Altezza media del paraghiaia | 4.00 | [m] |
| Lunghezza del paraghiaia | 12.04 | [m] |
| Volume del paraghiaia | 33.71 | [$m^3$] |
| Peso del paraghiaia | 842.80 | [kN] |
| Peso per unità di lunghezza del paraghiaia | 70.00 | [kNm] |
| Quota del baricentro del paraghiaia rispetto alla base del paraghiaia | 2.00 | [m] |
| Quota del baricentro del paraghiaia rispetto alla base del muro frontale | 6.70 | [m] |
| Quota del baricentro del paraghiaia rispetto all'intradosso della zattera | 8.70 | [m] |
| Ascissa del baricentro del paraghiaia rispetto all'asse del muro frontale | -1.15 | [m] |
| Ascissa del baricentro del paraghiaia rispetto all'asse della zattera | -0.40 | [m] |
| **A.2 - MURO FRONTALE** | | |
| Spessore del muro frontale | 3.00 | [m] |
| Altezza del muro frontale | 4.70 | [m] |
| Lunghezza del muro frontale | 12.04 | [m] |
| Volume del muro frontale | 169.76 | [$m^3$] |
| Peso del muro frontale | 4,244.10 | [kN] |
| Peso per unità di lunghezza del muro frontale | 352.50 | [kNm] |
| Quota del baricentro del muro frontale rispetto alla base del muro frontale | 2.35 | [m] |
| Quota del baricentro del muro frontale rispetto all'intradosso della zattera | 4.35 | [m] |
| Ascissa del baricentro del muro frontale rispetto all'asse della zattera | 0.75 | [m] |
| **A.3 - MURI LATERALI ANTERIORI** | | |
| Spessore dei muri laterali | 0.00 | [m] |
| Altezza dei muri laterali | 0.00 | [m] |
| Lunghezza dei muri laterali | 0.00 | [m] |
| Volume dei muri laterali | 0.00 | [$m^3$] |
| Peso dei muri laterali | 0.00 | [kN] |
| Quota del baricentro dei muri laterali rispetto alla base dei muri laterali | 0.00 | [m] |
| Quota del baricentro dei muri laterali rispetto all'estradosso della zattera | 0.00 | |
| Quota del baricentro dei muri laterali rispetto all'intradosso della zattera | 0.00 | [m] |
| Ascissa del baricentro dei muri laterali rispetto all'asse del muro frontale | 0.00 | |
| Ascissa del baricentro dei muri laterali rispetto all'asse della zattera | 0.00 | [m] |
| **A.4 - MURI LATERALI POSTERIORI** | | |
| Spessore dei muri laterali | 0.70 | [m] |
| Altezza dei muri laterali | 8.70 | [m] |
| Lunghezza dei muri laterali | 3.00 | [m] |
| Volume dei muri laterali | 36.54 | [$m^3$] |
| Peso dei muri laterali | 913.50 | [kN] |
| Quota del baricentro dei muri laterali rispetto all'estradosso della zattera | 4.35 | [m] |
| Quota del baricentro dei muri laterali rispetto all'intradosso della zattera | 6.35 | [m] |
| Ascissa del baricentro dei muri laterali rispetto all'asse della zattera | -2.25 | [m] |

| | | |
|---|---|---|
| **A.5 - ORECCHIE** | | |
| Spessore delle orecchie | 0.00 | [m] |
| Superficie laterale della singola orecchia | 0.00 | [$m^2$] |
| Volume totale delle orecchie | 0.00 | [$m^3$] |
| Peso totale delle orecchie | 0.00 | [kN] |
| Quota del baricentro delle orecchie rispetto all'estradosso della zattera | 0.00 | [m] |
| Quota del baricentro delle orecchie rispetto all'intradosso della zattera | 0.00 | [m] |
| Ascissa del baricentro dei muri laterali rispetto all'asse della zattera | 0.00 | [m] |
| **A.6 - ZATTERA DI FONDAZIONE** | | |
| Larghezza della zattera di fondazione | 7.50 | [m] |
| Lunghezza della zattera di fondazione | 12.04 | [m] |
| Spessore della zattera di fondazione | 2.00 | [m] |
| Volume della zattera di fondazione | 180.60 | [$m^3$] |
| Peso della zattera di fondazione | 4,515.00 | [kN] |
| Larghezza del piede di valle della fondazione | 1.50 | [m] |
| Larghezza del piede di monte della fondazione | 3.00 | [m] |
| Quota del baricentro della zattera rispetto all'intradosso della zattera | 1.00 | [m] |
| **B. - TERRENO DI RINTERRO** | | |
| Peso per unità di volume del terreno di rinterro | 20.00 | [$kN/m^3$] |
| Angolo di attrito interno del terreno di rinterro | 35.00 | [°] |
| Coesione efficace del terreno di rinterro | 0.00 | [$kN/m^2$] |
| Altezza del terreno di dinterro | 8.70 | [m] |
| Volume del terreno di rinterro | 277.70 | [$m^3$] |
| Peso del terreno di rinterro | 5,554.08 | [kN] |
| Quota del baricentro del terreno di rinterro rispetto all'estradosso della zattera | 4.35 | [m] |
| Quota del baricentro del terreno di rinterro rispetto all'intradosso della zattera | 6.35 | [m] |
| Ascissa del baricentro rispetto all'asse della zattera | -2.25 | [m] |
| **C. CARICHI AGENTI SUL MURO FRONTALE DOVUTI AL PESO PROPRIO DELLA SPALLA** | | |
| **C.1 - PESO PROPRIO DEL PARAGHIAIA** | | |
| Peso proprio del paraghiaia | 842.80 | [kN] |
| Momento flettente alla base del muro frontale dovuto al peso proprio del paraghiaia | -969.22 | [kNm] |
| **C.2 - PESO PROPRIO DEL MURO FRONTALE** | | |
| Peso proprio del muro frontale | 4,244.10 | [kN] |
| Momento flettente alla base del muro frontale dovuto al peso proprio del muro frontale | 0.00 | [kNm] |
| **C.3 - PESO PROPRIO DEI MURI ANDATORI ANTERIORI** | | |
| Peso proprio del muro frontale | 0.00 | [kN] |
| Momento flettente alla base del muro frontale dovuto al peso proprio del muro frontale | 0.00 | [kNm] |
| **D. CARICHI AGENTI SUL MURO FRONTALE DOVUTI ALLE SPINTE A TERGO** | | |
| **D.1 - SPINTA DEL TERRENO A TERGO** | | |
| Coefficiente di spinta a riposo del terreno | 0.426 | |
| Spinta orizzontale del terreno | 3,886.03 | [kN/m] |
| Momento flettente alla base del muro frontale dovuto alla spinta del terreno | 11,269.49 | [kNm/m] |
| **D.2 - SPINTA DOVUTA AI SOVRACCARICHI PERMANENTI PORTANTI** | | |
| Peso per unita di superficie della pavimentazione stradale | 20.00 | [$kN/m^3$] |
| Spessore della pavimentazione stradale | 11.00 | [cm] |
| Peso per unità di superficie della pavimentazione stradale | 2.20 | [$kN/m^2$] |
| Spinta orizzontale dovuta ai sovraccarichi permanenti portati | 98.27 | [kN] |
| Momento flettente alla base del muro frontale dovuto alla spinta dei sovraccarichi permanenti | 427.46 | [kNm] |
| **D.3 - SPINTA DOVUTA AI SOVRACCARICHI ACCIDENTALI** | | |
| Carichi accedentali a tergo | 30.00 | [kN/m] |
| Spinta orizzontale dovuta ai sovraccarichi accidentali | 1,340.01 | [kN] |
| Momento flettente alla base del muro frontale dovuto alla spinta dei sovraccarichi accidentali | 5,829.05 | [kNm] |

## E. CARICHI TRASMESSI ALLA SPALLA DALL'IMPALCATO

### E.1 - PESI PROPRI (carpenteria metallica e soletta)

| | | |
|---|---|---|
| Numero totale di appoggi sulla spalla | 2 | |
| Interasse tra gli appoggi | 8.00 | [m] |
| Peso proprio dell'impalcato scaricato sull'appoggio 1 (da modello di calcolo) | 1,029.11 | [kN] |
| Peso proprio dell'impalcato scaricato sull'appoggio 2 (da modello di calcolo) | 1,029.11 | [kN] |
| Peso proprio totale trasmesso dall'impalcato | 2,058.22 | [kN] |
| Momento flettente trasversale | 0.00 | [kNm] |
| Ordinata del baricentro degli appoggi rispetto all'asse del muro frontale | 0.28 | [m] |
| Momento flettente longitudinale | 576.30 | [kNm] |

### E.2 - CARICHI PERMANENTI

| | | |
|---|---|---|
| Numero totale di appoggi sulla spalla | 2 | |
| Interasse tra gli appoggi | 8.00 | [m] |
| Carico permanente dell'impalcato scaricato sull'appoggio 1 (da modello di calcolo) | 341.77 | [kN] |
| Carico permanente dell'impalcato scaricato sull'appoggio 2 (da modello di calcolo) | 341.77 | [kN] |
| Peso proprio totale trasmesso dall'impalcato | 683.54 | [kN] |
| Momento flettente trasversale | 0.00 | [kNm] |
| Ordinata del baricentro degli appoggi rispetto all'asse del muro frontale | 0.28 | [kNm] |
| Momento flettente longitudinale | 191.39 | [kNm] |

### E.3 - CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO

| | | |
|---|---|---|
| Larghezza della carreggiata stradale | 13.25 | [m] |
| Lunghezza di carreggiata di pertinenza della spalla (da modello di calcolo) | 13.27 | [m] |
| Eccentricità dell'asse della carreggiata rispetto all'asse longitudinale della spalla | 0.00 | [m] |
| Numero di corsie convenzionali | 3.00 | |
| Larghezza della porzione di carreggiata rimanente | 4.25 | [m] |

| *Componente da massimizzare* | | $N_{max}$ | |
|---|---|---|---|
| Carico concentrato corsia 1 | $Q_{1a}$ | 600.00 | [kN] |
| Carico concentrato corsia 2 | $Q_{1b}$ | 400.00 | [kN] |
| Carico concentrato corsia 3 | $Q_{1c}$ | 200.00 | [kN] |
| Carico distribuito corsia 1 | $q_{1a}$ | 27.00 | [kN/m] |
| Carico distribuito corsia 2 | $q_{1b}$ | 7.50 | [kN/m] |
| Carico distribuito corsia 3 | $q_{1c}$ | 7.50 | [kN/m] |
| Carico distribuito porzione di carreggiata rimanente | $q_{1d}$ | 10.63 | [kN/m] |
| Azione normale totale all'intradosso della zattera (condizione $N_{max}$) | | 1,898.33 | [kN] |
| Ordinata del baricentro degli appoggi rispetto all'asse del muro frontale | | 0.28 | [m] |
| Momento flettente longitudinale totale all'intradosso della zattera (condizione $N_{max}$) | | 531.53 | [kNm] |

### E.4 - AZIONI TAGLIANTI E AZIONI FLESSIONALI LONGITUDINALI DOVUTE ALL'ATTRITO PARASSITA DEI VINCOLI

| | | |
|---|---|---|
| Azione normale massima dovuta al peso proprio e ai carichi permanenti portati dall'impalcato | 2,741.76 | [kN] |
| Coefficiente di attrito parassita | 0.03 | [kN] |
| Azione tagliante longitudinale | 82.25 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale alla base | 386.59 | [kNm] |

### E.5 - AZIONI TAGLIANTI E AZIONI FLESSIONALI LONGITUDINALI DOVUTE ALLA FRENATURA

| | | |
|---|---|---|
| Lunghezza totale dell'impalcato | 140.00 | [m] |
| Azione totale della frenatura | 738.00 | [kN] |
| Lunghezza di impalcato di pertinenza della spalla | 0.00 | [m] |
| Azione longitudinale della frenatura di pertinenza della spalla | 0.00 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale alla base del muro frontale | 0.00 | [kNm] |

## F. AZIONE SISMICA SUL MURO FRONTALE

| | | |
|---|---|---|
| Coefficiente sismico orizzontale (SLV) | 0.082 | |
| Coefficiente sismico verticale (SLV) | 0.041 | |

### F.1 - INERZIA SISMICA DEL PARAGHIAIA

| | | |
|---|---|---|
| Peso sismico del paraghiaia | 842.80 | [kN] |
| Inerzia sismica orizzontale longitudinale del paraghiaia | 69.11 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale dovuto all'inerzia sismica del paraghiaia | 463.03 | [kNm] |

### F.2 - INERZIA SISMICA DEL MURO FRONTALE

| | | |
|---|---|---|
| Peso sismico del muro frontale | 4,244.10 | [kN] |
| Inerzia sismica orizzontale longitudinale del muro frontale | 348.02 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale dovuto all'inerzia sismica del muro frontale | 817.84 | [kNm] |

### F.3 - INERZIA SISMICA DEI MURI LATERALI ANTERIORI

| | | |
|---|---|---|
| Peso sismico dei muri laterali | 0.00 | [kN] |
| Inerzia sismica orizzontale longitudinale dei muri laterali | 0.00 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale dovuto all'inerzia sismica dei muri laterali | 0.00 | [kNm] |

### F.4 - INERZIA SISMICA DEI MURI LATERALI POSTERIORI

| | | |
|---|---|---|
| Peso sismico dei muri laterali | 913.50 | [kN] |
| Inerzia sismica orizzontale longitudinale dei muri laterali | 74.91 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale dovuto all'inerzia sismica dei muri laterali | 325.85 | [kNm] |

### F.5 - INERZIA SISMICA DELLE ORECCHIE

| | | |
|---|---|---|
| Peso sismico delle orecchie | 0.00 | [kN] |
| Inerzia sismica orizzontale longitudinale delle orecchie | 0.00 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale dovuto all'inerzia sismica delle orecchie | 0.00 | [kNm] |

### F.6 - INERZIA SISMICA DEL TERRENO A TERGO

| | | |
|---|---|---|
| Peso sismico del terreno a tergo | 5,554.08 | [kN] |
| Inerzia sismica orizzontale longitudinale del terreno a tergo | 455.43 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale dovuto all'inerzia sismica del terreno a tergo | 1,981.14 | [kNm] |

### F.5 - AZIONE SISMICA TRASMESSA DALL'IMPALCATO

| | | |
|---|---|---|
| Sistema di appoggio | MOBILE | |
| Peso sismico dell'impalcato di pertinenza della spalla in direzione longitudinale | 0.00 | [kN] |
| Azione orizzontale sismica longitudinale trasmessa dall'impalcato | 0.00 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale dovuto all'azione sismica trasmessa dall'impalcato | 0.00 | [kNm] |

### F.6 - SOVRASPINTA DINAMICA DEL TERRENO A TERGO

| | | |
|---|---|---|
| Metodo di analisi | WOOD | |
| Sovraspinta dinamica del terreno | 1,494.54 | [kN] |
| Momento flettente alla base del paraghiaia dovuto alla sovraspinta dinamica del terreno | 6,501.27 | [kNm] |

## G. - VALORI CARATTERISTICI DELLE AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL MURO FRONTALE

| CARICO | N [kN] | $V_L$ [kN] | $M_L$ [kNm] |
|---|---|---|---|
| Peso proprio della spalla | 5,086.90 | 0.00 | -969.22 |
| Spinta del terreno a tergo | 0.00 | 3,886.03 | 11,269.49 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 0.00 | 98.27 | 427.46 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 0.00 | 1,340.01 | 5,829.05 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 2,058.22 | 0.00 | 576.30 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 683.54 | 0.00 | 191.39 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1,898.33 | 0.00 | 531.53 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 0.00 | 82.25 | 386.59 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 2,442.01 | 10,089.13 |

**H. - VALORI CARATTERISTICI DELLE AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL MURO FRONTALE (per unità di lunghezza)**

| CARICO | N [kN] | $V_L$ [kN] | $M_L$ [kNm] |
|---|---|---|---|
| Peso proprio della spalla | 422.50 | 0.00 | -80.50 |
| Spinta del terreno a tergo | 0.00 | 322.76 | 936.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 0.00 | 8.16 | 35.50 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 0.00 | 111.30 | 484.14 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 170.95 | 0.00 | 47.87 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 56.77 | 0.00 | 15.90 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 157.67 | 0.00 | 44.15 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 0.00 | 6.83 | 32.11 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 202.82 | 837.97 |

## 23.5. Azioni sollecitanti di calcolo sul muro frontale

| COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $M_L$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.00 | 1.00 | 422.50 | 0.00 | -80.50 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 322.76 | 936.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 8.16 | 35.50 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 170.95 | 0.00 | 47.87 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 56.77 | 0.00 | 15.90 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 6.83 | 32.11 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **650.22** | **337.75** | **986.88** |

| COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $M_L$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.00 | 1.00 | 422.50 | 0.00 | -80.50 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 322.76 | 936.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 8.16 | 35.50 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 0.75 | 0.00 | 83.47 | 363.10 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 170.95 | 0.00 | 47.87 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 56.77 | 0.00 | 15.90 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 118.25 | 0.00 | 33.11 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 6.83 | 32.11 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **768.47** | **421.23** | **1,383.09** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 01 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $M_L$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.00 | 1.00 | 422.50 | 0.00 | -80.50 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 322.76 | 936.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 8.16 | 35.50 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 111.30 | 484.14 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 170.95 | 0.00 | 47.87 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 56.77 | 0.00 | 15.90 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 1.00 | 157.67 | 0.00 | 44.15 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 6.83 | 32.11 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **807.89** | **449.05** | **1,515.17** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 02 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $M_L$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.00 | 1.00 | 422.50 | 0.00 | -80.50 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 322.76 | 936.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 8.16 | 35.50 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 0.75 | 0.00 | 83.47 | 363.10 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 170.95 | 0.00 | 47.87 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 56.77 | 0.00 | 15.90 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 118.25 | 0.00 | 33.11 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 6.83 | 32.11 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **768.47** | **421.23** | **1,383.09** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 01 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $M_L$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.35 | 1.00 | 570.38 | 0.00 | -108.68 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.35 | 1.00 | 0.00 | 435.73 | 1,263.61 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 12.24 | 53.26 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.35 | 1.00 | 0.00 | 150.25 | 653.59 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 230.78 | 0.00 | 64.62 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 85.16 | 0.00 | 23.84 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 1.00 | 212.85 | 0.00 | 59.60 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 10.25 | 48.16 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **1,099.17** | **608.47** | **2,058.00** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 02 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $M_L$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.35 | 1.00 | 570.38 | 0.00 | -108.68 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.35 | 1.00 | 0.00 | 435.73 | 1,263.61 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 12.24 | 53.26 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.35 | 0.75 | 0.00 | 112.69 | 490.19 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 230.78 | 0.00 | 64.62 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 85.16 | 0.00 | 23.84 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.75 | 159.64 | 0.00 | 44.70 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 10.25 | 48.16 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **1,045.95** | **570.90** | **1,879.70** |

| COMBINAZIONE SLU - SLV 01 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $M_L$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.00 | 1.00 | 422.50 | 0.00 | -80.50 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 322.76 | 936.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 8.16 | 35.50 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 170.95 | 0.00 | 47.87 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 56.77 | 0.00 | 15.90 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 6.83 | 32.11 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 202.82 | 837.97 |
| **TOTALE** | | | **650.22** | **540.58** | **1,824.85** |

| RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI | | | |
|---|---|---|---|
| COMBINAZIONE | N [kN] | $V_L$ [kN] | $M_L$ [kNm] |
| SLE - QUASI PERMANENTE | 650.22 | 337.75 | 986.88 |
| SLE - FREQUENTE | 768.47 | 421.23 | 1,383.09 |
| SLE - CARATTERISTICA 01 | 807.89 | 449.05 | 1,515.17 |
| SLE - CARATTERISTICA 02 | 768.47 | 421.23 | 1,383.09 |
| SLU - STR 01 | 1,099.17 | 608.47 | 2,058.00 |
| SLU - STR 02 | 1,045.95 | 570.90 | 1,879.70 |
| SLU - SLV | 650.22 | 540.58 | 1,824.85 |

## 23.6. Sezione di spiccato del muro frontale

### *23.6.1. Sezione e armatura di verifica*

La sezione di verifica è rettangolare con base pari a 100 cm e altezza pari a 300 cm.

L'armatura verticale è costituita da:

- Ø20/20 interni (lato terreno)
- Ø16/20 esterni (lato impalcato)

Non è prevista alcuna specifica armatura a taglio. Vengono tuttavia previste spille di legatura Ø10/40x40. Il copriferro netto minimo è assunto pari a 40 mm.

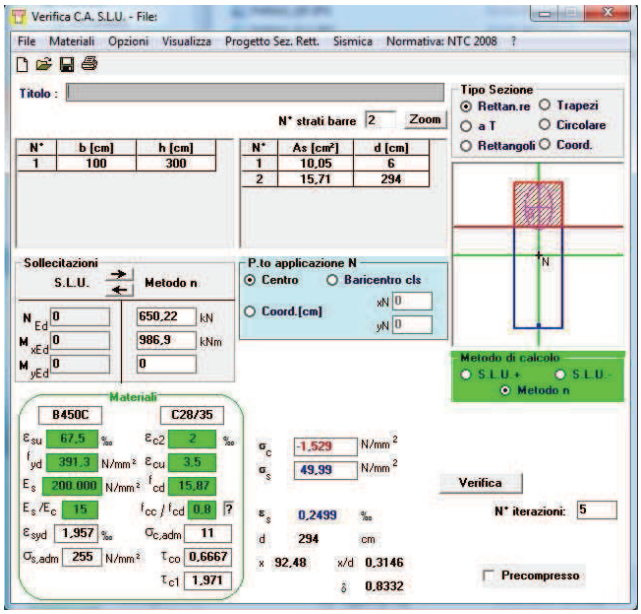
### *23.6.2. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni*

<u>Combinazione SLE – Quasi Permanente</u>

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – QUASI PERMANENTE**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $\mathbf{N_{Sd}}$ **= 650,22 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 986,88 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\boldsymbol{\sigma_c = 1{,}53\ N/mm^2 < 0{,}45 \times f_{ck} = 14{,}94\ N/mm^2}$
- $\boldsymbol{\sigma_s = 50{,}00\ N/mm^2 < 0{,}80 \times f_{yk} = 360{,}00\ N/mm^2}$

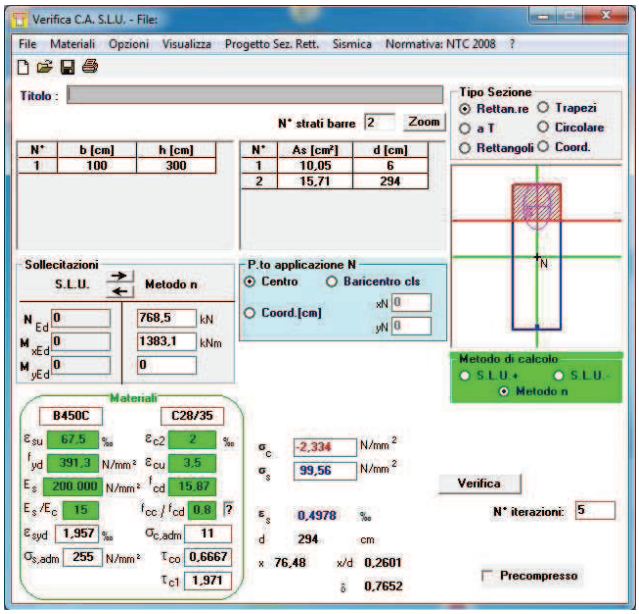
La verifica risulta <u>soddisfatta</u>.

Combinazione SLE – Frequente

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – FREQUENTE**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $\mathbf{N_{Sd}}$ **= 768,47 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 1.383,09 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c$ **= 2,33 N/mm² < 0,45 x $f_{ck}$ = 14,94 N/mm²**
- $\sigma_s$ **= 99,56 N/mm² < 0,80 x $f_{yk}$ = 360,00 N/mm²**

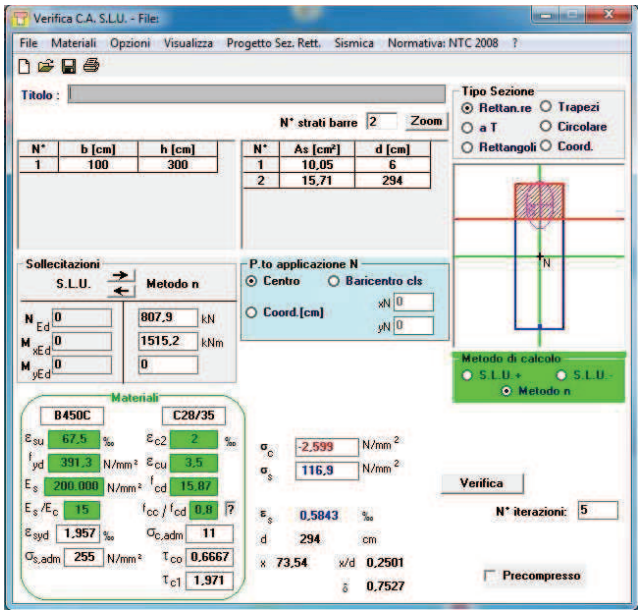
La verifica risulta soddisfatta.

Combinazione SLE – Caratteristica

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – CARATTERISTICA 02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a **$N_{Sd}$ = 807,89 kN**.

Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a **$M_{L,Sd}$ = 1.515,17 kNm**.




Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- **$\sigma_c$ = 2,60 N/mm² < 0,60 x $f_{ck}$ = 19,92 N/mm²**
- **$\sigma_s$ = 116,90 N/mm² < 0,80 x $f_{yk}$ = 360,00 N/mm²**

La verifica risulta soddisfatta.

### *23.6.3. Verifica allo Stato Limite di fessurazione*

La verifica semplificata allo SL di fessurazione viene condotta secondo quanto previsto dalla Circolare C.S.LL.PP. n.617 del 02.02.2009, par. C4.1.2.2.4.6, tab. C4.1.II e C4.1.III.

| TABELLA C4.1.II - Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione nell'acciaio | Diametro massimo Ø delle barre [mm] | | |
| $\sigma_s$ [N/mm$^2$] | $w_3$ = 0,40 mm | $w_2$ = 0,30 mm | $w_1$ = 0,20 mm |
| 160 | 40 | 32 | 25 |
| 200 | 32 | 25 | 16 |
| 240 | 20 | 16 | 12 |
| 280 | 16 | 12 | 8 |
| 320 | 12 | 10 | 6 |
| 360 | 10 | 8 | 0 |

| TABELLA C4.1.III - Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione nell'acciaio | Spaziatura massima s delle barre delle barre [mm] | | |
| $\sigma_s$ [N/mm$^2$] | $w_3$ = 0,40 mm | $w_2$ = 0,30 mm | $w_1$ = 0,20 mm |
| 160 | 300 | 300 | 200 |
| 200 | 300 | 250 | 150 |
| 240 | 250 | 200 | 100 |
| 280 | 200 | 150 | 50 |
| 320 | 150 | 100 | 0 |
| 360 | 100 | 50 | 0 |

**CRITERI DI SCELTA DELLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE**

I criteri di scelta dello Stato Limite di fessurazione sono definiti secondo quanto riportato dal D.M. 14.01.2008, par. 4.1.2.2.4.5, tab. 4.1.IV.

Condizioni ambientali: Aggressive  Armatura: Poco sensibile

**COMBINAZIONE ALLO S.L.E. QUASI PERMANENTE**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Stato limite: | | apertura fessure | |
| Ampiezza massima delle fessure: | $w_d \leq$ | w1 | |
| Tensione massima nell'acciaio calcolata: | $\sigma_{s,max}$ | **49.97** | [N/mm$^2$] |
| Diametro massimo delle barre di armature poste in opera: | $Ø_{max}$ | **20** | [mm] |
| Spaziatura massima delle barre di armatura poste in opera: | $s_{max}$ | **200.00** | [mm] |
| Diametro massimo delle barre di armatura consentito: | $Ø_{max}$ | 25.00 | [mm] |
| Spaziatura massima delle barre di armatura consentita: | $s_{max}$ | 200.00 | [mm] |

**VERIFICA POSITIVA**

**COMBINAZIONE ALLO S.L.E. FREQUENTE**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Stato limite: | | apertura fessure | |
| Ampiezza massima delle fessure: | $w_d \leq$ | w2 | |
| Tensione massima nell'acciaio calcolata: | $\sigma_{s,max}$ | **99.54** | [N/mm$^2$] |
| Diametro massimo delle barre di armature poste in opera: | $Ø_{max}$ | 20 | [mm] |
| Spaziatura massima delle barre di armatura poste in opera: | $s_{max}$ | 200.00 | [mm] |
| Diametro massimo delle barre di armatura consentito: | $Ø_{max}$ | 32.00 | [mm] |
| Spaziatura massima delle barre di armatura consentita: | $s_{max}$ | 300.00 | [mm] |

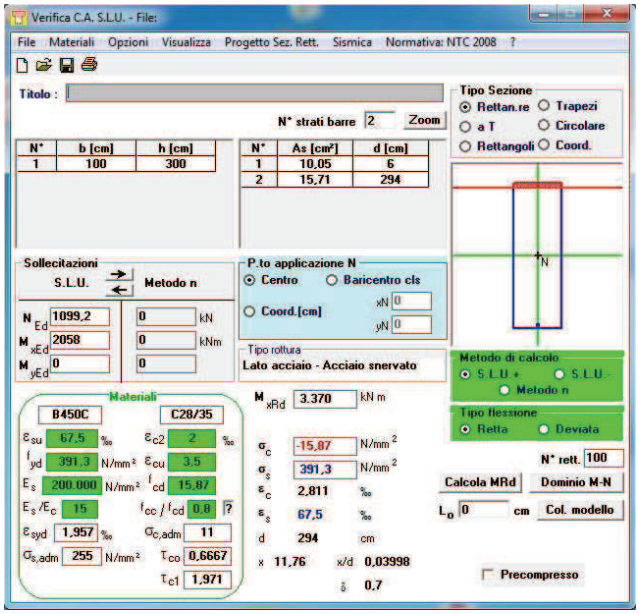
**VERIFICA POSITIVA**

### *23.6.4. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione*

La combinazione di carico maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLU – STR 01**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $\mathbf{N_{Sd}}$ **= 1.099,17 kN**.

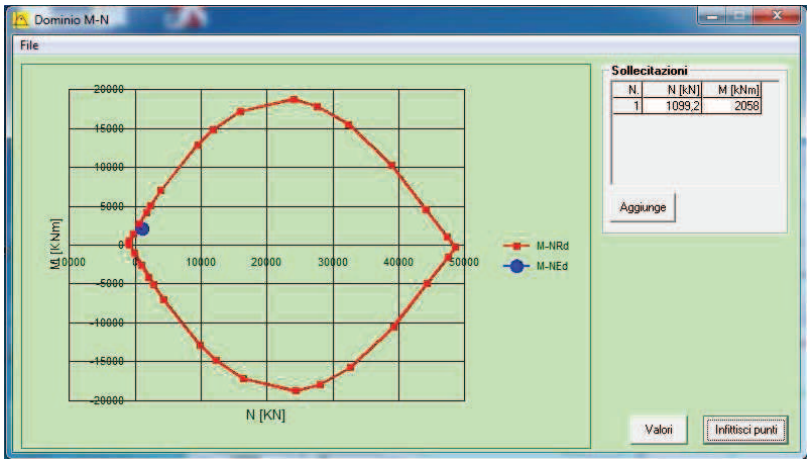
Il momento flettente di calcolo longitudinale è assunto pari a $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 2.058,00 kNm**.




I momenti resistenti risultano pari a:

- $\mathbf{M_{L,Rd}}$ **= 3.370,00 kNm >** $\mathbf{M_{L,Sd}}$ **= 2.058,00 kNm**

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:




La verifica risulta <u>soddisfatta</u>.

### *23.6.5. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio*

La combinazione di carico maggiormente è risultata la combinazione **SLU – STR 01**.

Il taglio di calcolo longitudinale è assunto pari a **$V_{L,Sd}$ = 608,47 kN**.

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Base della sezione trasversale: | b | **100.00** | [cm] |
| Altezza della sezione trasversale: | h | **300.00** | [cm] |
| Copriferro netto: | c | **4.00** | [cm] |
| Altezza utile della sezione: | d | 296.00 | [cm] |

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

Classe di resistenza del calcestruzzo: C28/35

| | | | |
|---|---|---|---|
| Resistenza caratteristica cubica a compressione: | $R_{ck}$ | 35.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza caratteristica cilindrica a compressione: | $f_{ck}$ | 29.05 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo a compressione: | $f_{cd}$ | 16.46 | [N/mm$^2$] |

Tipologia dell'acciaio da armatura: B450C

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensione caratteristica di rottura: | $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm$^2$] |
| Tensione caratteristica di snervamento: | $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo: | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm$^2$] |

**AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Azione tagliante di calcolo: | $V_{S,d}$ | **608.47** | [kN] |
| Azione normale di calcolo: | $N_{S,d}$ | **0.00** | [kN] |

**ARMATURA LONGITUDINALE**

| | $n_{barre}$ | $Ø_{barre}$ [mm] | $A_{barra}$ [cm$^2$] | $A_{s,tot}$ [cm$^2$] |
|---|---|---|---|---|
| Primo strato di armatura tesa: | **5** | **20** | 3.14 | 15.70 |
| Infittimento primo strato di armatura tesa: | | | 0.00 | 0.00 |
| Secondo strato di armatura tesa: | | | 0.00 | 0.00 |
| Infittimento secondo strato di armatura tesa: | | | 0.00 | 0.00 |
| AREA TOTALE DELLE BARRE DI ARMATURA TESA | | | | 15.70 |

**VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO**

La verifica allo S.L.U. per taglio viene condotta secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, par.4.1.2.1.3.1

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0{,}18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0{,}15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0{,}15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| Coefficiente k: | k | 1.26 | |
| Coefficiente $v_{min}$: | $v_{min}$ | 0.267 | |
| Rapporto geometrico di armatura longitudinale: | $\rho_1$ | 0.0005 | |
| Tensione media di compressione nella sezione: | $\sigma_{cp}$ | 0.000 | [N/mm$^2$] |
| Larghezza minima della sezione: | $b_w$ | 100.00 | [cm] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:** | $V_{R,d}$ | **789.69** | **[kN]** |
| **COEFFICIENTE DI SICUREZZA:** | $F_S=V_{R,d}/V_{S,d}$ | **1.30** | |

**LA VERIFICA RISULTA POSITIVA**

## 23.7. Valutazione delle azioni sollecitanti caratteristiche all'intradosso della zattera di fondazione

| | | |
|---|---|---|
| **A. - CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SPALLA** | | |
| Altezza media dei baggioli | 0.20 | [m] |
| **A.1 - PARAGHIAIA** | | |
| Spessore del paraghiaia | 0.70 | [m] |
| Altezza media del paraghiaia | 4.00 | [m] |
| Lunghezza del paraghiaia | 12.04 | [m] |
| Volume del paraghiaia | 33.71 | [$m^3$] |
| Peso del paraghiaia | 842.80 | [kN] |
| Peso per unità di lunghezza del paraghiaia | 70.00 | [kNm] |
| Quota del baricentro del paraghiaia rispetto alla base del paraghiaia | 2.00 | [m] |
| Quota del baricentro del paraghiaia rispetto alla base del muro frontale | 6.70 | [m] |
| Quota del baricentro del paraghiaia rispetto all'intradosso della zattera | 8.70 | [m] |
| Ascissa del baricentro del paraghiaia rispetto all'asse del muro frontale | -1.15 | [m] |
| Ascissa del baricentro del paraghiaia rispetto all'asse della zattera | -0.40 | [m] |
| **A.2 - MURO FRONTALE** | | |
| Spessore del muro frontale | 3.00 | [m] |
| Altezza del muro frontale | 4.70 | [m] |
| Lunghezza del muro frontale | 12.04 | [m] |
| Volume del muro frontale | 169.76 | [$m^3$] |
| Peso del muro frontale | 4,244.10 | [kN] |
| Peso per unità di lunghezza del muro frontale | 352.50 | [kNm] |
| Quota del baricentro del muro frontale rispetto alla base del muro frontale | 2.35 | [m] |
| Quota del baricentro del muro frontale rispetto all'intradosso della zattera | 4.35 | [m] |
| Ascissa del baricentro del muro frontale rispetto all'asse della zattera | 0.75 | [m] |
| **A.3 - MURI LATERALI ANTERIORI** | | |
| Spessore dei muri laterali | 0.00 | [m] |
| Altezza dei muri laterali | 0.00 | [m] |
| Lunghezza dei muri laterali | 0.00 | [m] |
| Volume dei muri laterali | 0.00 | [$m^3$] |
| Peso dei muri laterali | 0.00 | [kN] |
| Quota del baricentro dei muri laterali rispetto alla base dei muri laterali | 0.00 | [m] |
| Quota del baricentro dei muri laterali rispetto all'estradosso della zattera | 0.00 | |
| Quota del baricentro dei muri laterali rispetto all'intradosso della zattera | 0.00 | [m] |
| Ascissa del baricentro dei muri laterali rispetto all'asse del muro frontale | 0.00 | |
| Ascissa del baricentro dei muri laterali rispetto all'asse della zattera | 0.00 | [m] |
| **A.4 - MURI LATERALI POSTERIORI** | | |
| Spessore dei muri laterali | 0.70 | [m] |
| Altezza dei muri laterali | 8.70 | [m] |
| Lunghezza dei muri laterali | 3.00 | [m] |
| Volume dei muri laterali | 36.54 | [$m^3$] |
| Peso dei muri laterali | 913.50 | [kN] |
| Quota del baricentro dei muri laterali rispetto all'estradosso della zattera | 4.35 | [m] |
| Quota del baricentro dei muri laterali rispetto all'intradosso della zattera | 6.35 | [m] |
| Ascissa del baricentro dei muri laterali rispetto all'asse della zattera | -2.25 | [m] |

| | | |
|---|---|---|
| **A.5 - ORECCHIE** | | |
| Spessore delle orecchie | 0.00 | [m] |
| Superficie laterale della singola orecchia | 0.00 | [$m^2$] |
| Volume totale delle orecchie | 0.00 | [$m^3$] |
| Peso totale delle orecchie | 0.00 | [kN] |
| Quota del baricentro delle orecchie rispetto all'estradosso della zattera | 0.00 | [m] |
| Quota del baricentro delle orecchie rispetto all'intradosso della zattera | 0.00 | [m] |
| Ascissa del baricentro dei muri laterali rispetto all'asse della zattera | 0.00 | [m] |
| **A.6 - ZATTERA DI FONDAZIONE** | | |
| Larghezza della zattera di fondazione | 7.50 | [m] |
| Lunghezza della zattera di fondazione | 12.04 | [m] |
| Spessore della zattera di fondazione | 2.00 | [m] |
| Volume della zattera di fondazione | 180.60 | [$m^3$] |
| Peso della zattera di fondazione | 4,515.00 | [kN] |
| Larghezza del piede di valle della fondazione | 1.50 | [m] |
| Larghezza del piede di monte della fondazione | 3.00 | [m] |
| Quota del baricentro della zattera rispetto all'intradosso della zattera | 1.00 | [m] |
| **B. - TERRENO DI RINTERRO** | | |
| Peso per unità di volume del terreno di rinterro | 20.00 | [$kN/m^3$] |
| Angolo di attrito interno del terreno di rinterro | 35.00 | [°] |
| Coesione efficace del terreno di rinterro | 0.00 | [$kN/m^2$] |
| Altezza del terreno di dinterro | 8.70 | [m] |
| Volume del terreno di rinterro | 277.70 | [$m^3$] |
| Peso del terreno di rinterro | 5,554.08 | [kN] |
| Quota del baricentro del terreno di rinterro rispetto all'estradosso della zattera | 4.35 | [m] |
| Quota del baricentro del terreno di rinterro rispetto all'intradosso della zattera | 6.35 | [m] |
| Ascissa del baricentro rispetto all'asse della zattera | -2.25 | [m] |
| **C. CARICHI AGENTI SULLA ZATTERA DI FONDAZIONE DOVUTI AL PESO PROPRIO DELLA SPALLA** | | |
| **C.1 - PESO PROPRIO DEL PARAGHIAIA** | | |
| Peso proprio del paraghiaia | 842.80 | [kN] |
| Momento flettente all'intradosso della zattera dovuto al peso proprio del paraghiaia | -337.12 | [kNm] |
| **C.2 - PESO PROPRIO DEL MURO FRONTALE** | | |
| Peso proprio del muro frontale | 4,244.10 | [kN] |
| Momento flettente all'intradosso della zattera dovuto al peso proprio del muro frontale | 3,183.08 | [kNm] |
| **C.3 - PESO PROPRIO DEI MURI LATERALI ANTERIORI** | | |
| Peso proprio dei muri laterali | 0.00 | [kN] |
| Momento flettente all'intradosso della zattera dovuto al peso proprio del muri laterali | 0.00 | [kNm] |
| **C.4 - PESO PROPRIO DEI MURI LATERALI POSTERIORI** | | |
| Peso proprio dei muri laterali | 913.50 | [kN] |
| Momento flettente all'intradosso della zattera dovuto al peso proprio del muri laterali | -2,055.38 | [kNm] |
| **C.5 - PESO PROPRIO DELLE ORECCHIE** | | |
| Peso proprio dei muri laterali | 0.00 | [kN] |
| Momento flettente all'intradosso della zattera dovuto al peso proprio del muri laterali | 0.00 | [kNm] |
| **C.7 - PESO PROPRIO DELLA ZATTERA** | | |
| Peso proprio della zattera | 4,515.00 | [kN] |
| **D. CARICHI AGENTI SULLA ZATTERA DOVUTI AL TERRENO DI RINTERRO** | | |
| Peso proprio del terreno di rinterro | 5,554.08 | [kN] |
| Momento flettente all'intradosso della zattera dovuto al peso proprio del terreno di rinterro | -12,496.68 | [kNm] |
| **E. CARICHI AGENTI SULLA ZATTERA DOVUTI ALLE SPINTE A TERGO DEL MURO FRONTALE** | | |
| **C.4 - SPINTA DEL TERRENO A TERGO** | | |
| Coefficiente di spinta a riposo del terreno | 0.426 | |
| Spinta orizzontale del terreno | 5,878.08 | [kN/m] |
| Momento flettente alla base del paraghiaia dovuto alla spinta del terreno | 20,965.14 | [kNm/m] |

### C.5 - SPINTA DOVUTA AI SOVRACCARICHI PERMANENTI PORTANTI

| | | |
|---|---|---|
| Peso per unita di superficie della pavimentazione stradale | 20.00 | [kN/m$^3$] |
| Spessore della pavimentazione stradale | 11.00 | [cm] |
| Peso per unità di superficie della pavimentazione stradale | 2.20 | [kN/m$^2$] |
| Spinta orizzontale dovuta ai sovraccarichi permanenti portati | 120.86 | [kN] |
| Momento flettente alla base del paraghiaia dovuto alla spinta dei sovraccarichi permanenti | 646.59 | [kNm] |

### C.6 - SPINTA DOVUTA AI SOVRACCARICHI ACCIDENTALI

| | | |
|---|---|---|
| Carichi accedentali a tergo | 30.00 | [kN/m] |
| Spinta orizzontale dovuta ai sovraccarichi accidentali | 1,648.06 | [kN/m] |
| Momento flettente alla base del paraghiaia dovuto alla spinta dei sovraccarichi accidentali | 8,817.11 | [kNm/m] |

## E. CARICHI TRASMESSI ALLA SPALLA DALL'IMPALCATO

### E.1 - PESI PROPRI (carpenteria metallica e soletta)

| | | |
|---|---|---|
| Numero totale di appoggi sulla spalla | 2 | |
| Interasse tra gli appoggi | 8.00 | [m] |
| Peso proprio dell'impalcato scaricato sull'appoggio 1 (da modello di calcolo) | 1,029.11 | [kN] |
| Peso proprio dell'impalcato scaricato sull'appoggio 2 (da modello di calcolo) | 1,029.11 | [kN] |
| Peso proprio totale trasmesso dall'impalcato | 2,058.22 | [kN] |
| Momento flettente trasversale | 0.00 | [kNm] |
| Ordinata del baricentro degli appoggi rispetto all'asse della zattera | 1.05 | [m] |
| Momento flettente longitudinale | 2,161.13 | [kNm] |

### E.2 - CARICHI PERMANENTI

| | | |
|---|---|---|
| Numero totale di appoggi sulla spalla | 2 | |
| Interasse tra gli appoggi | 8.00 | [m] |
| Carico permanente dell'impalcato scaricato sull'appoggio 1 (da modello di calcolo) | 341.77 | [kN] |
| Carico permanente dell'impalcato scaricato sull'appoggio 2 (da modello di calcolo) | 341.77 | [kN] |
| Peso proprio totale trasmesso dall'impalcato | 683.54 | [kN] |
| Momento flettente trasversale | 0.00 | [kNm] |
| Ordinata del baricentro degli appoggi rispetto all'asse della zattera | 1.05 | [kNm] |
| Momento flettente longitudinale | 717.72 | [kNm] |

### E.3 - CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO

| | | |
|---|---|---|
| Larghezza della carreggiata stradale | 13.25 | [m] |
| Lunghezza di carreggiata stradale di pertinenza della spalla (da modello di calcolo) | 13.27 | [m] |
| Eccentricità dell'asse della carreggiata rispetto all'asse longitudinale della spalla | 0.00 | [m] |
| Numero di corsie convenzionali | 3.00 | |
| Larghezza della porzione di carreggiata rimanente | 4.25 | [m] |
| Interasse tra gli appoggi | 8.00 | |

| *Componente da massimizzare* | | $N_{max}$ | $M_{T,max}$ | |
|---|---|---|---|---|
| Carico concentrato corsia 1 | $Q_{1a}$ | 600.00 | 600.00 | [kN] |
| Carico concentrato corsia 2 | $Q_{1b}$ | 400.00 | 400.00 | [kN] |
| Carico concentrato corsia 3 | $Q_{1c}$ | 200.00 | 0.00 | [kN] |
| Carico distribuito corsia 1 | $q_{1a}$ | 27.00 | 27.00 | [kN] |
| Carico distribuito corsia 2 | $q_{1b}$ | 7.50 | 7.50 | [kN] |
| Carico distribuito corsia 3 | $q_{1c}$ | 7.50 | 0.00 | [kN] |
| Carico distribuito porzione di carreggiata rimanente | $q_{1d}$ | 10.63 | 0.00 | [kN] |
| Eccentricità corsia 1 rispetto all'asse longitudinale della spalla | $e_a$ | 5.13 | 5.13 | [m] |
| Eccentricità corsia 2 rispetto all'asse longitudinale della spalla | $e_b$ | 2.13 | 2.13 | [m] |
| Eccentricità corsia 3 rispetto all'asse longitudinale della spalla | $e_c$ | -0.88 | -0.88 | [m] |
| Eccentricità altre corsie rispetto all'asse longitudinale della spalla | $e_d$ | -4.50 | -4.50 | [m] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Momento flettente trasversale dovuto al carico concentrato sulla corsia 1 | 3,075.00 | 3,075.00 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto al carico concentrato sulla corsia 2 | 850.00 | 850.00 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto al carico concentrato sulla corsia 3 | -175.00 | 0.00 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto al carico distribuito sulla corsia 1 | 1,836.24 | 1,836.24 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto al carico distribuito sulla corsia 2 | 211.49 | 211.49 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto al carico distribuito sulla corsia 3 | -87.08 | 0.00 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto al carico distribuito sulla largh. rimanente | -634.47 | 0.00 | [kNm] |
| Azione normale totale all'intradosso della zattera (condizione $N_{max}$) | | 1,898.33 | [kN] |
| Azione normale totale all'intradosso della zattera (condizione $M_{T,max}$) | | 1,457.82 | [kN] |
| Momento flettente trasversale totale all'intradosso della zattera (condizione $N_{max}$) | | 5,076.17 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale totale all'intradosso della zattera (condizione $M_{T,max}$) | | 5,972.73 | [kNm] |
| Ordinata del baricentro degli appoggi rispetto all'asse della zattera | | 1.05 | [m] |
| Momento flettente longitudinale totale all'intradosso della zattera (condizione $N_{max}$) | | 1,993.25 | [kNm] |
| Momento flettente longitudinale totale all'intradosso della zattera (condizione $M_{T,max}$) | | 1,530.71 | [kNm] |
| **E.4 - AZIONI TAGLIANTI E AZIONI FLESSIONALI LONGITUDINALI DOVUTE ALL'ATTRITO DEI VINCOLI** | | | |
| Azione normale massima dovuta al peso proprio e ai carichi permanenti portati dall'impalcato | | 2,741.76 | [kN] |
| Coefficiente di attrito parassita | | 0.03 | [kN] |
| Azione tagliante longitudinale | | 82.25 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale all'intradosso della zattera | | 551.09 | [kNm] |
| **E.5 - AZIONI TAGLIANTI E AZIONI FLESSIONALI LONGITUDINALI DOVUTE ALLA FRENATURA** | | | |
| Lunghezza totale dell'impalcato | | 140.00 | [m] |
| Azione totale della frenatura | | 738.00 | [kN] |
| Lunghezza di impalcato di pertinenza della spalla | | 0.00 | [m] |
| Azione longitudinale della frenatura di pertinenza della spalla | | 0.00 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale all'intradosso della zattera | | 0.00 | [kNm] |
| **E.6 - AZIONI TAGLIANTI E AZIONI FLESSIONALI TRASVERSALI DOVUTE AL VENTO** | | | |
| Pressione trasversale del vento | | 1.85 | [kN/m$^2$] |
| Altezza media dell'impalcato | | 3.33 | [m] |
| Altezza della superficie di applicazione della pressione del vento | | 6.33 | [kN] |
| Lunghezza di carreggiata stradale di pertinenza della pila (da modello di calcolo) | | 13.27 | |
| Azione orizzontale trasversale totale del vento di pertinenza trasmessa dall'impalcato | | 155.40 | [kN] |
| Momento flettente trasversale all'intradosso della zattera | | 1,041.17 | [kNm] |
| **F. AZIONE SISMICA SULLA ZATTERA** | | | |
| Coefficiente sismico orizzontale (SLV) | | 0.082 | |
| Coefficiente sismico verticale (SLV) | | 0.041 | |
| **F.1 - INERZIA SISMICA DEL PARAGHIAIA** | | | |
| Peso sismico del paraghiaia | | 842.80 | [kN] |
| Inerzia sismica orizzontale longitudinale del paraghiaia | | 69.11 | [kN] |
| Inerzia sismica orizzontale trasversaledel paraghiaia | | 69.11 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale dovuto all'inerzia sismica del paraghiaia | | 601.25 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto all'inerzia sismica del paraghiaia | | 601.25 | [kNm] |
| **F.2 - INERZIA SISMICA DEL MURO FRONTALE** | | | |
| Peso sismico del muro frontale | | 4,244.10 | [kN] |
| Inerzia sismica orizzontale longitudinale del muro frontale | | 348.02 | [kN] |
| Inerzia sismica orizzontale trasversale del muro frontale | | 348.02 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale dovuto all'inerzia sismica del muro frontale | | 1,513.87 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto all'inerzia sismica del muro frontale | | 1,513.87 | [kNm] |
| **F.3 - INERZIA SISMICA DEI MURI LATERALI ANTERIORI** | | | |
| Peso sismico dei muri laterali | | 0.00 | [kN] |
| Inerzia sismica orizzontale longitudinale dei muri laterali | | 0.00 | [kN] |
| Inerzia sismica orizzontale trasversale dei muri laterali | | 0.00 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale dovuto all'inerzia sismica dei muri laterali | | 0.00 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto all'inerzia sismica dei muri laterali | | 0.00 | [kNm] |

| F.4 - INERZIA SISMICA DEI MURI LATERALI POSTERIORI | | |
|---|---|---|
| Peso sismico dei muri laterali | 913.50 | [kN] |
| Inerzia sismica orizzontale longitudinale dei muri laterali | 74.91 | [kN] |
| Inerzia sismica orizzontale trasversale dei muri laterali | 74.91 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale dovuto all'inerzia sismica dei muri laterali | 475.66 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto all'inerzia sismica dei muri laterali | 475.66 | [kNm] |

| F.4 - INERZIA SISMICA DELLE ORECCHIE | | |
|---|---|---|
| Peso sismico delle orecchie | 0.00 | [kN] |
| Inerzia sismica orizzontale longitudinale delle orecchie | 0.00 | [kN] |
| Inerzia sismica orizzontale trasversale delle orecchie | 0.00 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale dovuto all'inerzia sismica delle orecchie | 0.00 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto all'inerzia sismica delle orecchie | 0.00 | [kNm] |

| F.6 - INERZIA SISMICA DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE | | |
|---|---|---|
| Peso sismico della zattera | 4,515.00 | [kN] |
| Inerzia sismica orizzontale longitudinale della zattera | 370.23 | [kN] |
| Inerzia sismica orizzontale trasversale della zattera | 370.23 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale dovuto all'inerzia sismica della zattera | 370.23 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto all'inerzia sismica della zattera | 370.23 | [kNm] |

| F.5 - INERZIA SISMICA DEL TERRENO A TERGO | | |
|---|---|---|
| Peso sismico del terreno a tergo | 5,554.08 | [kN] |
| Inerzia sismica orizzontale longitudinale del terreno a tergo | 455.43 | [kN] |
| Inerzia sismica orizzontale trasversale del terreno a tergo | 455.43 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale dovuto all'inerzia sismica del terreno a tergo | 2,892.01 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto all'inerzia sismica del terreno a tergo | 2,892.01 | [kNm] |

| F.6 - AZIONE SISMICA TRASMESSA DALL'IMPALCATO | | |
|---|---|---|
| Sistema di appoggio | MOBILE | |
| Peso sismico dell'impalcato di pertinenza della spalla in direzione longitudinale | 0.00 | [kN] |
| Peso sismico dell'impalcato di pertinenza della spalla in direzione trasversale | 2,741.760 | [kN] |
| Azione orizzontale sismica longitudinale trasmessa dall'impalcato | 0.00 | [kN] |
| Azione orizzontale sismica trasversale trasmessa dall'impalcato | 224.82 | [kN] |
| Momento flettente longitudinale dovuto all'azione sismica trasmessa dall'impalcato | 0.00 | [kNm] |
| Momento flettente trasversale dovuto all'azione sismica trasmessa dall'impalcato | 1,551.29 | [kNm] |

| F.7 - SOVRASPINTA DINAMICA DEL TERRENO A TERGO | | |
|---|---|---|
| Metodo di analisi | WOOD | |
| Sovraspinta dinamica del terreno | 2,260.67 | [kN] |
| Momento flettente alla base del paraghiaia dovuto alla sovraspinta dinamica del terreno | 12,094.60 | [kNm] |

**G. - VALORI CARATTERISTICI DELLE AZIONI SOLLECITANTI ALL'INTRADOSSO DELLA ZATTERA**

| CARICO | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso proprio della spalla | 10,515.40 | 0.00 | 0.00 | 790.58 | 0.00 |
| Peso proprio del terreno di rinterro | 5,554.08 | 0.00 | 0.00 | -12,496.68 | 0.00 |
| Sovraccarichi permanenti a tergo | 79.46 | 0.00 | 0.00 | -178.79 | 0.00 |
| Sovraccarichi accidentali a tergo | 1,083.60 | 0.00 | 0.00 | -2,438.10 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 0.00 | 5,878.08 | 0.00 | 20,965.14 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 0.00 | 120.86 | 0.00 | 646.59 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 0.00 | 1,648.06 | 0.00 | 8,817.11 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 2,058.22 | 0.00 | 0.00 | 2,161.13 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 683.54 | 0.00 | 0.00 | 717.72 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1,898.33 | 0.00 | 0.00 | 1,993.25 | 5,076.17 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1,457.82 | 0.00 | 0.00 | 1,530.71 | 5,972.73 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 0.00 | 82.25 | 0.00 | 551.09 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 0.00 | 0.00 | 155.40 | 0.00 | 1,041.17 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 3,578.37 | 0.00 | 17,947.63 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 1,542.52 | 0.00 | 7,404.31 |

## 23.8. Azioni sollecitanti di calcolo all'intradosso della zattera di fondazione

| COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.00 | 1.00 | 10,515.40 | 0.00 | 0.00 | 790.58 | 0.00 |
| Peso proprio del terreno di rinterro | 1.00 | 1.00 | 5,554.08 | 0.00 | 0.00 | -12,496.68 | 0.00 |
| Sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 79.46 | 0.00 | 0.00 | -178.79 | 0.00 |
| Sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 5,878.08 | 0.00 | 20,965.14 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 120.86 | 0.00 | 646.59 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,058.22 | 0.00 | 0.00 | 2,161.13 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 683.54 | 0.00 | 0.00 | 717.72 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 82.25 | 0.00 | 551.09 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **18,890.70** | **6,081.19** | **0.00** | **13,156.78** | **0.00** |

| COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.00 | 1.00 | 10,515.40 | 0.00 | 0.00 | 790.58 | 0.00 |
| Peso proprio del terreno di rinterro | 1.00 | 1.00 | 5,554.08 | 0.00 | 0.00 | -12,496.68 | 0.00 |
| Sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 79.46 | 0.00 | 0.00 | -178.79 | 0.00 |
| Sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 0.75 | 812.70 | 0.00 | 0.00 | -1,828.58 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 5,878.08 | 0.00 | 20,965.14 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 120.86 | 0.00 | 646.59 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 0.75 | 0.00 | 1,236.04 | 0.00 | 6,612.84 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,058.22 | 0.00 | 0.00 | 2,161.13 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 683.54 | 0.00 | 0.00 | 717.72 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 1,423.75 | 0.00 | 0.00 | 1,494.94 | 3,807.13 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 82.25 | 0.00 | 551.09 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 31.08 | 0.00 | 208.23 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **21,127.15** | **7,317.23** | **31.08** | **19,435.97** | **4,015.36** |

| COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.00 | 1.00 | 10,515.40 | 0.00 | 0.00 | 790.58 | 0.00 |
| Peso proprio del terreno di rinterro | 1.00 | 1.00 | 5,554.08 | 0.00 | 0.00 | -12,496.68 | 0.00 |
| Sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 79.46 | 0.00 | 0.00 | -178.79 | 0.00 |
| Sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 0.75 | 812.70 | 0.00 | 0.00 | -1,828.58 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 5,878.08 | 0.00 | 20,965.14 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 120.86 | 0.00 | 646.59 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 0.75 | 0.00 | 1,236.04 | 0.00 | 6,612.84 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,058.22 | 0.00 | 0.00 | 2,161.13 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 683.54 | 0.00 | 0.00 | 717.72 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.75 | 1,093.36 | 0.00 | 0.00 | 1,148.03 | 4,479.55 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 82.25 | 0.00 | 551.09 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 31.08 | 0.00 | 208.23 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **20,796.77** | **7,317.23** | **31.08** | **19,089.07** | **4,687.78** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.00 | 1.00 | 10,515.40 | 0.00 | 0.00 | 790.58 | 0.00 |
| Peso proprio del terreno di rinterro | 1.00 | 1.00 | 5,554.08 | 0.00 | 0.00 | -12,496.68 | 0.00 |
| Sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 79.46 | 0.00 | 0.00 | -178.79 | 0.00 |
| Sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 1.00 | 1,083.60 | 0.00 | 0.00 | -2,438.10 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 5,878.08 | 0.00 | 20,965.14 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 120.86 | 0.00 | 646.59 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1,648.06 | 0.00 | 8,817.11 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,058.22 | 0.00 | 0.00 | 2,161.13 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 683.54 | 0.00 | 0.00 | 717.72 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 1.00 | 1,898.33 | 0.00 | 0.00 | 1,993.25 | 5,076.17 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 82.25 | 0.00 | 551.09 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 93.24 | 0.00 | 624.70 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **21,872.64** | **7,729.25** | **93.24** | **21,529.04** | **5,700.87** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.00 | 1.00 | 10,515.40 | 0.00 | 0.00 | 790.58 | 0.00 |
| Peso proprio del terreno di rinterro | 1.00 | 1.00 | 5,554.08 | 0.00 | 0.00 | -12,496.68 | 0.00 |
| Sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 79.46 | 0.00 | 0.00 | -178.79 | 0.00 |
| Sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 1.00 | 1,083.60 | 0.00 | 0.00 | -2,438.10 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 5,878.08 | 0.00 | 20,965.14 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 120.86 | 0.00 | 646.59 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1,648.06 | 0.00 | 8,817.11 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,058.22 | 0.00 | 0.00 | 2,161.13 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 683.54 | 0.00 | 0.00 | 717.72 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 1.00 | 1,457.82 | 0.00 | 0.00 | 1,530.71 | 5,972.73 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 82.25 | 0.00 | 551.09 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 93.24 | 0.00 | 624.70 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **21,432.12** | **7,729.25** | **93.24** | **21,066.50** | **6,597.43** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.00 | 1.00 | 10,515.40 | 0.00 | 0.00 | 790.58 | 0.00 |
| Peso proprio del terreno di rinterro | 1.00 | 1.00 | 5,554.08 | 0.00 | 0.00 | -12,496.68 | 0.00 |
| Sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 79.46 | 0.00 | 0.00 | -178.79 | 0.00 |
| Sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 0.75 | 812.70 | 0.00 | 0.00 | -1,828.58 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 5,878.08 | 0.00 | 20,965.14 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 120.86 | 0.00 | 646.59 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 0.75 | 0.00 | 1,236.04 | 0.00 | 6,612.84 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,058.22 | 0.00 | 0.00 | 2,161.13 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 683.54 | 0.00 | 0.00 | 717.72 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 1,423.75 | 0.00 | 0.00 | 1,494.94 | 3,807.13 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 82.25 | 0.00 | 551.09 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 93.24 | 0.00 | 624.70 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **21,127.15** | **7,317.23** | **93.24** | **19,435.97** | **4,431.83** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 04 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.00 | 1.00 | 10,515.40 | 0.00 | 0.00 | 790.58 | 0.00 |
| Peso proprio del terreno di rinterro | 1.00 | 1.00 | 5,554.08 | 0.00 | 0.00 | -12,496.68 | 0.00 |
| Sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 79.46 | 0.00 | 0.00 | -178.79 | 0.00 |
| Sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 0.75 | 812.70 | 0.00 | 0.00 | -1,828.58 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 5,878.08 | 0.00 | 20,965.14 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 120.86 | 0.00 | 646.59 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 0.75 | 0.00 | 1,236.04 | 0.00 | 6,612.84 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,058.22 | 0.00 | 0.00 | 2,161.13 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 683.54 | 0.00 | 0.00 | 717.72 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.75 | 1,093.36 | 0.00 | 0.00 | 1,148.03 | 4,479.55 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 82.25 | 0.00 | 551.09 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 93.24 | 0.00 | 624.70 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **20,796.77** | **7,317.23** | **93.24** | **19,089.07** | **5,104.25** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 05 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.00 | 1.00 | 10,515.40 | 0.00 | 0.00 | 790.58 | 0.00 |
| Peso proprio del terreno di rinterro | 1.00 | 1.00 | 5,554.08 | 0.00 | 0.00 | -12,496.68 | 0.00 |
| Sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 79.46 | 0.00 | 0.00 | -178.79 | 0.00 |
| Sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 0.75 | 812.70 | 0.00 | 0.00 | -1,828.58 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 5,878.08 | 0.00 | 20,965.14 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 120.86 | 0.00 | 646.59 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 0.75 | 0.00 | 1,236.04 | 0.00 | 6,612.84 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,058.22 | 0.00 | 0.00 | 2,161.13 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 683.54 | 0.00 | 0.00 | 717.72 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.75 | 1,423.75 | 0.00 | 0.00 | 1,494.94 | 3,807.13 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 82.25 | 0.00 | 551.09 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 155.40 | 0.00 | 1,041.17 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **21,127.15** | **7,317.23** | **155.40** | **19,435.97** | **4,848.30** |

| COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 06 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.00 | 1.00 | 10,515.40 | 0.00 | 0.00 | 790.58 | 0.00 |
| Peso proprio del terreno di rinterro | 1.00 | 1.00 | 5,554.08 | 0.00 | 0.00 | -12,496.68 | 0.00 |
| Sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 79.46 | 0.00 | 0.00 | -178.79 | 0.00 |
| Sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 0.75 | 812.70 | 0.00 | 0.00 | -1,828.58 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 5,878.08 | 0.00 | 20,965.14 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 120.86 | 0.00 | 646.59 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.00 | 0.75 | 0.00 | 1,236.04 | 0.00 | 6,612.84 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,058.22 | 0.00 | 0.00 | 2,161.13 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 683.54 | 0.00 | 0.00 | 717.72 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.00 | 0.75 | 1,093.36 | 0.00 | 0.00 | 1,148.03 | 4,479.55 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 82.25 | 0.00 | 551.09 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 155.40 | 0.00 | 1,041.17 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **20,796.77** | **7,317.23** | **155.40** | **19,089.07** | **5,520.71** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.35 | 1.00 | 14,195.79 | 0.00 | 0.00 | 1,067.28 | 0.00 |
| Peso proprio del terreno di rinterro | 1.35 | 1.00 | 7,498.01 | 0.00 | 0.00 | -16,870.52 | 0.00 |
| Sovraccarichi permanenti a tergo | 1.50 | 1.00 | 119.20 | 0.00 | 0.00 | -268.19 | 0.00 |
| Sovraccarichi accidentali a tergo | 1.35 | 1.00 | 1,462.86 | 0.00 | 0.00 | -3,291.44 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.35 | 1.00 | 0.00 | 7,935.40 | 0.00 | 28,302.94 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 181.29 | 0.00 | 969.88 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.35 | 1.00 | 0.00 | 2,224.88 | 0.00 | 11,903.11 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 2,778.60 | 0.00 | 0.00 | 2,917.53 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 1,025.31 | 0.00 | 0.00 | 1,076.58 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 1.00 | 2,562.75 | 0.00 | 0.00 | 2,690.89 | 6,852.83 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 123.38 | 0.00 | 826.64 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 139.86 | 0.00 | 937.05 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **29,642.51** | **10,464.95** | **139.86** | **29,324.70** | **7,789.88** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.35 | 1.00 | 14,195.79 | 0.00 | 0.00 | 1,067.28 | 0.00 |
| Peso proprio del terreno di rinterro | 1.35 | 1.00 | 7,498.01 | 0.00 | 0.00 | -16,870.52 | 0.00 |
| Sovraccarichi permanenti a tergo | 1.50 | 1.00 | 119.20 | 0.00 | 0.00 | -268.19 | 0.00 |
| Sovraccarichi accidentali a tergo | 1.35 | 1.00 | 1,462.86 | 0.00 | 0.00 | -3,291.44 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.35 | 1.00 | 0.00 | 7,935.40 | 0.00 | 28,302.94 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 181.29 | 0.00 | 969.88 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.35 | 1.00 | 0.00 | 2,224.88 | 0.00 | 11,903.11 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 2,778.60 | 0.00 | 0.00 | 2,917.53 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 1,025.31 | 0.00 | 0.00 | 1,076.58 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 1.00 | 1,968.05 | 0.00 | 0.00 | 2,066.45 | 8,063.18 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 123.38 | 0.00 | 826.64 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 139.86 | 0.00 | 937.05 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **29,047.81** | **10,464.95** | **139.86** | **28,700.26** | **9,000.23** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.35 | 1.00 | 14,195.79 | 0.00 | 0.00 | 1,067.28 | 0.00 |
| Peso proprio del terreno di rinterro | 1.35 | 1.00 | 7,498.01 | 0.00 | 0.00 | -16,870.52 | 0.00 |
| Sovraccarichi permanenti a tergo | 1.50 | 1.00 | 119.20 | 0.00 | 0.00 | -268.19 | 0.00 |
| Sovraccarichi accidentali a tergo | 1.35 | 0.75 | 1,097.15 | 0.00 | 0.00 | -2,468.58 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.35 | 1.00 | 0.00 | 7,935.40 | 0.00 | 28,302.94 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 181.29 | 0.00 | 969.88 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.35 | 0.75 | 0.00 | 1,668.66 | 0.00 | 8,927.33 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 2,778.60 | 0.00 | 0.00 | 2,917.53 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 1,025.31 | 0.00 | 0.00 | 1,076.58 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.75 | 1,922.06 | 0.00 | 0.00 | 2,018.17 | 5,139.62 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 123.38 | 0.00 | 826.64 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 139.86 | 0.00 | 937.05 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **28,636.11** | **9,908.73** | **139.86** | **26,499.06** | **6,076.67** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 04 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.35 | 1.00 | 14,195.79 | 0.00 | 0.00 | 1,067.28 | 0.00 |
| Peso proprio del terreno di rinterro | 1.35 | 1.00 | 7,498.01 | 0.00 | 0.00 | -16,870.52 | 0.00 |
| Sovraccarichi permanenti a tergo | 1.50 | 1.00 | 119.20 | 0.00 | 0.00 | -268.19 | 0.00 |
| Sovraccarichi accidentali a tergo | 1.35 | 0.75 | 1,097.15 | 0.00 | 0.00 | -2,468.58 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.35 | 1.00 | 0.00 | 7,935.40 | 0.00 | 28,302.94 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 181.29 | 0.00 | 969.88 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.35 | 0.75 | 0.00 | 1,668.66 | 0.00 | 8,927.33 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 2,778.60 | 0.00 | 0.00 | 2,917.53 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 1,025.31 | 0.00 | 0.00 | 1,076.58 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.75 | 1,476.04 | 0.00 | 0.00 | 1,549.84 | 6,047.39 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 123.38 | 0.00 | 826.64 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 139.86 | 0.00 | 937.05 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **28,190.08** | **9,908.73** | **139.86** | **26,030.73** | **6,984.44** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 05 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.35 | 1.00 | 14,195.79 | 0.00 | 0.00 | 1,067.28 | 0.00 |
| Peso proprio del terreno di rinterro | 1.35 | 1.00 | 7,498.01 | 0.00 | 0.00 | -16,870.52 | 0.00 |
| Sovraccarichi permanenti a tergo | 1.50 | 1.00 | 119.20 | 0.00 | 0.00 | -268.19 | 0.00 |
| Sovraccarichi accidentali a tergo | 1.35 | 0.75 | 1,097.15 | 0.00 | 0.00 | -2,468.58 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.35 | 1.00 | 0.00 | 7,935.40 | 0.00 | 28,302.94 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 181.29 | 0.00 | 969.88 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.35 | 0.75 | 0.00 | 1,668.66 | 0.00 | 8,927.33 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 2,778.60 | 0.00 | 0.00 | 2,917.53 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 1,025.31 | 0.00 | 0.00 | 1,076.58 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.75 | 1,922.06 | 0.00 | 0.00 | 2,018.17 | 5,139.62 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 123.38 | 0.00 | 826.64 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 233.10 | 0.00 | 1,561.75 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **28,636.11** | **9,908.73** | **233.10** | **26,499.06** | **6,701.38** |

| COMBINAZIONE SLU - STR 06 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.35 | 1.00 | 14,195.79 | 0.00 | 0.00 | 1,067.28 | 0.00 |
| Peso proprio del terreno di rinterro | 1.35 | 1.00 | 7,498.01 | 0.00 | 0.00 | -16,870.52 | 0.00 |
| Sovraccarichi permanenti a tergo | 1.50 | 1.00 | 119.20 | 0.00 | 0.00 | -268.19 | 0.00 |
| Sovraccarichi accidentali a tergo | 1.35 | 0.75 | 1,097.15 | 0.00 | 0.00 | -2,468.58 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.35 | 1.00 | 0.00 | 7,935.40 | 0.00 | 28,302.94 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 181.29 | 0.00 | 969.88 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 1.35 | 0.75 | 0.00 | 1,668.66 | 0.00 | 8,927.33 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.35 | 1.00 | 2,778.60 | 0.00 | 0.00 | 2,917.53 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.50 | 1.00 | 1,025.31 | 0.00 | 0.00 | 1,076.58 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 1.35 | 0.75 | 1,476.04 | 0.00 | 0.00 | 1,549.84 | 6,047.39 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 123.38 | 0.00 | 826.64 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 1.50 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 233.10 | 0.00 | 1,561.75 |
| Azione sismica longitudinale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **TOTALE** | | | **28,190.08** | **9,908.73** | **233.10** | **26,030.73** | **7,609.14** |

| COMBINAZIONE SLU - SLV 01 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.00 | 1.00 | 10,515.40 | 0.00 | 0.00 | 790.58 | 0.00 |
| Peso proprio del terreno di rinterro | 1.00 | 1.00 | 5,554.08 | 0.00 | 0.00 | -12,496.68 | 0.00 |
| Sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 79.46 | 0.00 | 0.00 | -178.79 | 0.00 |
| Sovraccarichi accidentali a tergo | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 5,878.08 | 0.00 | 20,965.14 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 120.86 | 0.00 | 646.59 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,058.22 | 0.00 | 0.00 | 2,161.13 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 683.54 | 0.00 | 0.00 | 717.72 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 82.25 | 0.00 | 551.09 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 3,578.37 | 0.00 | 17,947.63 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 1.00 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 462.76 | 0.00 | 2,221.29 |
| **TOTALE** | | | **18,890.70** | **9,659.56** | **462.76** | **31,104.40** | **2,221.29** |

| COMBINAZIONE SLU - SLV 02 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARICO | γ | ψ | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| Peso proprio della spalla | 1.00 | 1.00 | 10,515.40 | 0.00 | 0.00 | 790.58 | 0.00 |
| Peso proprio del terreno di rinterro | 1.00 | 1.00 | 5,554.08 | 0.00 | 0.00 | -12,496.68 | 0.00 |
| Sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 79.46 | 0.00 | 0.00 | -178.79 | 0.00 |
| Sovraccarichi accidentali a tergo | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Spinta del terreno a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 5,878.08 | 0.00 | 20,965.14 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 120.86 | 0.00 | 646.59 | 0.00 |
| Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Peso proprio strutturale dell'impalcato | 1.00 | 1.00 | 2,058.22 | 0.00 | 0.00 | 2,161.13 | 0.00 |
| Carichi permanenti trasmessi dall'impalcato | 1.00 | 1.00 | 683.54 | 0.00 | 0.00 | 717.72 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($N_{max}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carichi accidentali da traffico ($M_{Tmax}$) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azioni dovute all'attrito parassita dei vincoli | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 82.25 | 0.00 | 551.09 | 0.00 |
| Azione longitudinale della frenatura | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione trasversale del vento | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Azione sismica longitudinale | 1.00 | 0.30 | 0.00 | 1,073.51 | 0.00 | 5,384.29 | 0.00 |
| Azione sismica trasversale | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1,542.52 | 0.00 | 7,404.31 |
| **TOTALE** | | | **18,890.70** | **7,154.70** | **1,542.52** | **18,541.06** | **7,404.31** |

| RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| COMBINAZIONE | N [kN] | $V_L$ [kN] | $V_T$ [kN] | $M_L$ [kNm] | $M_T$ [kNm] |
| SLE - QUASI PERMANENTE | 18,890.70 | 6,081.19 | 0.00 | 13,156.78 | 0.00 |
| SLE - FREQUENTE 01 | 21,127.15 | 7,317.23 | 31.08 | 19,435.97 | 4,015.36 |
| SLE - FREQUENTE 02 | 20,796.77 | 7,317.23 | 31.08 | 19,089.07 | 4,687.78 |
| SLE - CARATTERISTICA 01 | 21,872.64 | 7,729.25 | 93.24 | 21,529.04 | 5,700.87 |
| SLE - CARATTERISTICA 02 | 21,432.12 | 7,729.25 | 93.24 | 21,066.50 | 6,597.43 |
| SLE - CARATTERISTICA 03 | 21,127.15 | 7,317.23 | 93.24 | 19,435.97 | 4,431.83 |
| SLE - CARATTERISTICA 04 | 20,796.77 | 7,317.23 | 93.24 | 19,089.07 | 5,104.25 |
| SLE - CARATTERISTICA 05 | 21,127.15 | 7,317.23 | 155.40 | 19,435.97 | 4,848.30 |
| SLE - CARATTERISTICA 06 | 20,796.77 | 7,317.23 | 155.40 | 19,089.07 | 5,520.71 |
| SLU - STR 01 | 29,642.51 | 10,464.95 | 139.86 | 29,324.70 | 7,789.88 |
| SLU - STR 02 | 29,047.81 | 10,464.95 | 139.86 | 28,700.26 | 9,000.23 |
| SLU - STR 03 | 28,636.11 | 9,908.73 | 139.86 | 26,499.06 | 6,076.67 |
| SLU - STR 04 | 28,190.08 | 9,908.73 | 139.86 | 26,030.73 | 6,984.44 |
| SLU - STR 05 | 28,636.11 | 9,908.73 | 233.10 | 26,499.06 | 6,701.38 |
| SLU - STR 06 | 28,190.08 | 9,908.73 | 233.10 | 26,030.73 | 7,609.14 |
| SLU - SLV 01 | 18,890.70 | 9,659.56 | 462.76 | 31,104.40 | 2,221.29 |
| SLU - SLV 02 | 18,890.70 | 7,154.70 | 1,542.52 | 18,541.06 | 7,404.31 |

## 23.9. Verifiche strutturali della zattera di fondazione

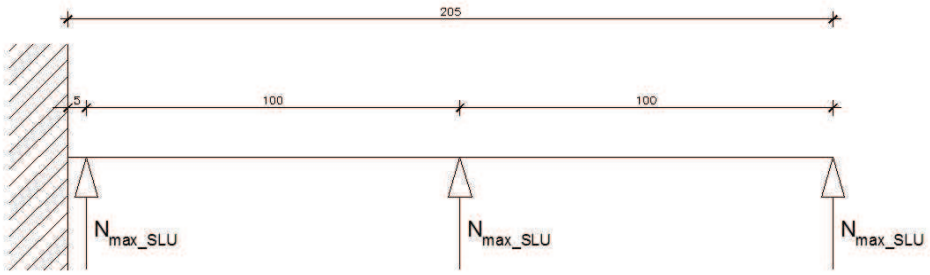
La zattera di fondazione delle spalle ha dimensioni 750x3005 cm e spessore 200 cm ed è poggiata su micropali ϕ300.

La verifica del plinto di fondazione è stata condotta con il metodo degli stati limite, calcolando le sollecitazioni di taglio e momento agenti nella sezione di incastro con il fusto della spalla.

La reazione normale massima trasmessa dal singolo palo di fondazione vale:

- **$N_{max,SLU}$ = 698,00 kN**

La trave a mensola utilizzata nel calcolo ha una larghezza pari all'interasse trasversale dei micropali ($i_{mp}$ = 125 cm) ed una lunghezza di 205 cm (280 cm fino al bordo zattera). Lungo la trave agiscono 3 micropali che, a favore di sicurezza, solleciteranno la struttura con la stessa forza $N_{max_SLU}$ secondo lo schema riportato in figura:




Dallo schema scelto si possono ricavare le massime sollecitazioni di taglio e momento nella sezione di incastro. Il momento massimo vale:

$$M_{\max} = N_{\max_SLU} \cdot (b_1 + b_2 + b_3) = 698{,}00 \cdot 3{,}15 = 2198{,}70 kNm$$

con $b_1$, $b_2$ e $b_3$ bracci delle forze agenti pari a:

$b_1$ = 5 cm

$b_2$ = 105 cm

$b_3$ = 205 cm

Il taglio massimo agente vale:

$$V_{\max} = 3 \cdot N_{\max_SLU} = 3 \cdot 698{,}00 = 2094{,}00 kN$$

### *23.9.1. Verifica a flessione semplice*

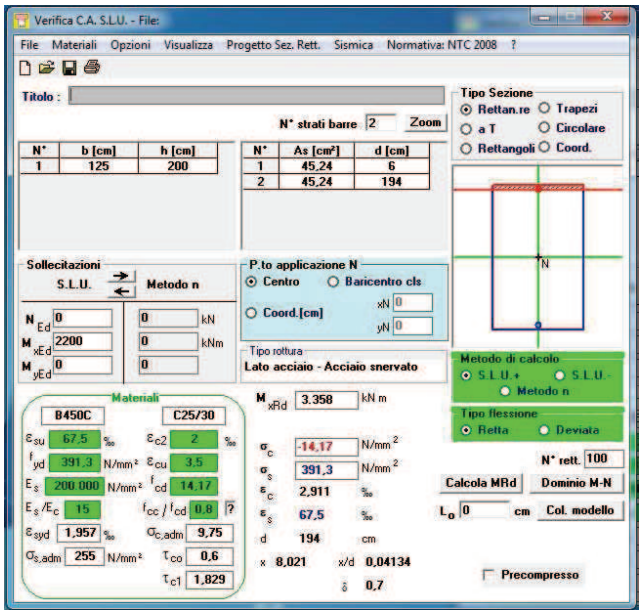
La sezione di verifica è rettangolare con base pari a 125 cm ed altezza pari a 200 cm.

L'armatura di calcolo è assunta come segue:

- Ø24/10 esterni
- Ø24/10 interni

L'armatura a taglio è costituita da cavallotti Ø20/80x40. Il copriferro netto è assunto pari a 45 mm.

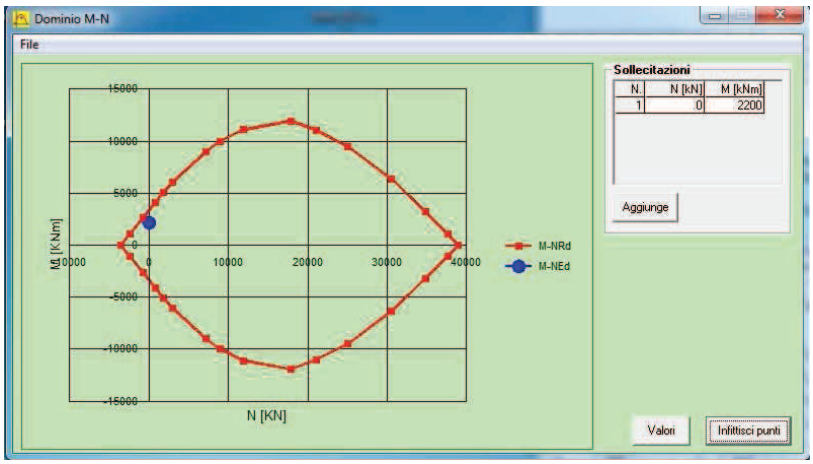
Il momento flettente sollecitante è assunto pari a **$M_{S,d}$ = 2198,70 kNm**




Il momento resistente della sezione vale:

- **$M_{R,d}$ = 3358,00 kNm < $M_{S,d}$ = 2198,70 kNm**

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:




La verifica risulta pertanto soddisfatta.

### *23.9.2. Verifica a taglio*

L'azione tagliante massima viene quindi assunta pari a **$V_{S,d}$ = 2094,00 kN**.

La sezione resistente è rettangolare con base pari a 125 cm e altezza pari a 200 cm. L'armatura a taglio è costituita da cavallotti Ø20/80x40:

| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE | | | |
|---|---|---|---|
| Base della zezione trasversale: | b | **125.00** | [cm] |
| Altezza della sezione trasversale: | h | **200.00** | [cm] |
| Copriferro netto: | c | **6.00** | [cm] |
| Altezza utile della sezione: | d | 194.00 | [cm] |
| Braccio della coppia interna: | z | 114.30 | [cm] |

| CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | | | |
|---|---|---|---|
| Classe di resistenza del calcestruzzo: | | C25/30 | |
| Resistenza caratteristica cubica a compressione: | $R_{ck}$ | 30.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza caratteristica cilindrica a compressione: | $f_{ck}$ | 24.90 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo a compressione: | $f_{cd}$ | 14.11 | [N/mm$^2$] |
| Tipologia dell'acciaio da armatura: | | B450C | |
| Tensione caratteristica di rottura: | $f_{tk}$ | 540.00 | [N/mm$^2$] |
| Tensione caratteristica di snervamento: | $f_{yk}$ | 450.00 | [N/mm$^2$] |
| Resistenza di calcolo: | $f_{yd}$ | 391.30 | [N/mm$^2$] |

| AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO | | | |
|---|---|---|---|
| Azione tagliante di calcolo: | $V_{S,d}$ | **2094.00** | [kN] |
| Azione normale di calcolo: | $N_{S,d}$ | **0.00** | [kN] |

| ARMATURA TRASVERSALE | | | |
|---|---|---|---|
| Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo: | θ | **45.00** | [°] |
| Cotangente dell'angolo θ: | cot(θ) | 1.00 | |
| Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave: | α | **90.00** | [°] |
| Numero di bracci dell'armatura trasversale: | n | **6.00** | |
| Passo longitudinale delle armature trasversali: | s | **40.00** | [cm] |
| Diametro dell'armatura trasversale: | $Ø_{trasv}$ | **20.00** | [mm] |
| Area della singola barra: | $A_{barra}$ | 3.14 | [cm$^2$] |
| Area totale dell'armatura trasversale: | $A_{tot}$ | 47.10 | [cm$^2$/m] |

**VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO**

La verifica allo S.L.U. per taglio viene condotta secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, par.4.1.2.1.3.2
La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rsd} = 0{,}9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot sen(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rcd} = 0{,}9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| Larghezza minima della sezione: | $b_w$ | 125.00 | [cm] |
| Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo: | $f'_{yd}$ | 7.06 | [N/mm$^2$] |
| Tensione media di compressione nella sezione: | $\sigma_{cp}$ | 0.000 | [N/mm$^2$] |
| Coefficiente maggiorativo $\alpha_c$: | $\alpha_c$ | 1.0000 | |
| RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE" | $V_{Rsd}$ | 2'106.60 | [kN] |
| RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE" | $V_{Rcd}$ | 5'039.92 | [kN] |
| **AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:** | $V_{R,d}$ | **2'106.60** | **[kN]** |
| **COEFFICIENTE DI SICUREZZA:** | $F_S=V_{R,d}/V_{S,d}$ | **1.01** | |

**LA VERIFICA RISULTA POSITIVA**