

# ANAS S.p.A.

DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE PROGETTAZIONE

PA 12/09

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA

ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

## PROGETTO ESECUTIVO

Contraente Generale:



### OPERE D'ARTE MAGGIORI VIADOTTI

Viadotto Favarella

Relazione di Calcolo Impalcato

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12\_09 - E 1 4 5 V I 2 0 2 V I 0 2 F C L 0 0 2 B

Scala:

-

F																		
E																		
D																		
C																		
B	Luglio 2011	Revisione a seguito di incontri con il Committente					T. FASOLO	F. NIGRELLI	M. LITI	P. PAGLINI								
A	Aprile 2011	EMISSIONE					T. FASOLO	F. NIGRELLI	M. LITI	P. PAGLINI								
REV.	DATA	DESCRIZIONE					REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO								

Responsabile del procedimento: Ing. MAURIZIO ARAMINI

Il Progettista:



Il Consulente Specialista:

**3TI ITALIA S.p.A.**  
DIRETTORE TECNICO  
Ing. Stefano Luca Possati  
Ordine degli Ingegneri  
Provincia di Roma n. 20809

Il Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza  
in fase di progetto:



Il Direttore dei lavori:





CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 1
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

## INDICE

<b>1.</b>	<b>Introduzione</b>	<b>4</b>
1.1	Descrizione generale dell'opera	4
1.1.1	Impalcato	4
1.2	Modalità realizzative	5
1.3	Materiali utilizzati	6
1.3.1	Condizioni ambientali e classi di esposizione per l'impalcato	6
1.3.2	Calcestruzzo	6
1.3.3	Acciaio per c.a.p..	7
1.3.4	Acciaio per c.a.	8
1.4	Normative di riferimento	8
1.5	Software di calcolo	8
1.6	Convenzioni generali, per le verifiche e le analisi globali	9
<b>2.</b>	<b>Impostazioni delle analisi e delle verifiche</b>	<b>9</b>
2.1	Metodologia di calcolo	9
2.1.1	Coefficienti di viscosità e distribuzione	11
2.2	Analisi della struttura	12
2.2.1	Fasi	12
2.3	Dati generali delle sezioni di impalcato	12
2.3.1	Larghezze collaboranti di soletta	12
2.3.2	Componenti delle sezioni	13
2.3.2.1	Trave in cap ed armatura di precompressione	13
2.3.2.2	Soletta centrale e di bordo	15
2.3.2.3	Armatura lenta in soletta	16
2.3.2.4	Armatura di rinforzo a fondo cassoncino	16
2.3.3	Caratteristiche geometriche delle sezioni	17
2.3.3.1	Mezz_Fase1_t0_n=7	17
2.3.3.2	SezInt1_Fase1_t0_n=7	18
2.3.3.3	SezInt2_Fase1_t0_n=7	19
2.3.3.4	Mezz_Fase1_too	20
2.3.3.5	SezInt1_Fase1_too	21
2.3.3.6	SezInt2_Fase1_too	22
2.3.3.7	Mezz_Fase2_too_centra	23
2.3.3.8	Mezz_Fase3_t0_centra	24
2.3.3.9	SezInt1_Fase2_too_centra	25
2.3.3.10	SezInt1_Fase3_t0_centra	26
2.3.3.11	SezInt2_Fase2_too_centra	27
2.3.3.12	SezInt2_Fase3_t0_centra	28
2.3.3.13	Mezz_Fase2_too_bordo	29
2.3.3.14	Mezz_Fase3_t0_bordo	30
2.3.3.15	SezInt1_Fase2_too_bordo	31
2.3.3.16	SezInt1_Fase3_t0_bordo	32
2.3.3.17	SezInt2_Fase2_too_bordo	33
2.3.3.18	SezInt2_Fase3_t0_bordo	34
<b>3.</b>	<b>Descrizione del modello numerico</b>	<b>35</b>
<b>4.</b>	<b>Analisi dei carichi</b>	<b>36</b>
4.1	Carichi agenti in fase 1	36
4.1.1	Pesi propri acciaio ( $G_{k1'}$ )	36
4.1.2	Peso proprio soletta ( $G_{k1''}$ )	36
4.1.3	Peso proprio traversi ( $G_{k1''}$ )	37
4.1.4	Precompressione ( $P_k$ )	37
4.2	Carichi agenti in fase 2	38
4.2.1	Sovraccarichi permanenti ( $G_{k2}$ )	38
4.2.2	Ritiro differenziale trave-soletta ( $G_{sh,k}$ )	39
4.2.3	Cedimenti vincolari	39
4.3	Carichi agenti in fase 3	40

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 2
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

4.3.1	Variazioni termiche ( $Q_{T_k}$ )	40
4.3.1.1	Variazioni termiche uniformi $\Delta t_N$	40
4.3.1.2	Variazioni termiche lineari $\Delta t_M$	40
4.3.1.3	Combinazione degli effetti uniformi e lineari	40
4.3.2	Carichi mobili ( $Q_k$ )	40
4.3.2.1	Verifiche globali	41
4.3.2.2	Verifiche locali	41
4.3.3	Azioni di frenatura ( $Q_{fk}$ )	41
4.3.4	Azione del vento ( $F_{w,k}$ )	42
4.3.5	Sisma	42
<b>5.</b>	<b>Combinazioni di carico</b>	<b>42</b>
<b>6.</b>	<b>Analisi strutturale impalcato</b>	<b>43</b>
6.1	Sollecitazioni trave	43
6.2	Sollecitazioni nei traversi	52
<b>7.</b>	<b>Reazioni vincolari</b>	<b>57</b>
<b>8.</b>	<b>Stato deformativo della struttura</b>	<b>58</b>
<b>9.</b>	<b>Verifiche travi</b>	<b>60</b>
9.1	S.L.U. – Verifiche a pressoflessione	60
9.1.1	Verifica della sezione corrente in mezzzeria (fibre tese inferiori)	60
9.1.2	Verifica ad X=9 m	60
9.1.3	Verifica ad X=5.00 m	61
9.1.4	Verifica a filo zona piena (fibre tese superiori/inferiori)	61
9.1.5	Verifica a filo traverso (fibre tese superiori / fibre tese inferiori)	62
9.1.6	Verifica in asse appoggio (fibre tese superiori)	63
9.1.7	Verifica del trasferimento della forza di tiro nell'armatura inferiore (fibre tese inferiori)	63
9.2	S.L.U. – Verifiche a taglio e torsione	65
9.2.1	Capacità a taglio dell'elemento composito a filo traverso	65
9.2.2	Capacità a taglio del solo nucleo di cls, a filo traverso (VE <sub>dmax</sub> , TE <sub>dmax</sub> )	66
9.2.3	Capacità a torsione del solo nucleo di cls, a filo traverso (VE <sub>dmax</sub> , TE <sub>dmax</sub> )	67
9.2.4	Interazione torsione/taglio del solo nucleo di cls, a filo traverso (VE <sub>dmax</sub> , TE <sub>dmax</sub> )	67
9.2.5	Verifica del trasferimento del taglio all'interfaccia cassoncino/nucleo gettato in opera	68
9.2.6	Capacità a taglio del cassoncino a fine zona piena (VE <sub>dmax</sub> , TE <sub>dcorr</sub> )	69
9.2.7	Capacità a torsione del cassoncino a fine zona piena (VE <sub>dmax</sub> , TE <sub>dcorr</sub> )	70
9.2.8	Interazione torsione/taglio a fine zona piena (VE <sub>dmax</sub> , TE <sub>dcorr</sub> )	70
9.2.9	Capacità a taglio del cassoncino a fine zona piena. (VE <sub>dcorr</sub> , TE <sub>dmax</sub> ).	71
9.2.10	Capacità a torsione del cassoncino a fine zona piena. (VE <sub>dcorr</sub> , TE <sub>dmax</sub> ).	72
9.2.11	Interazione torsione/taglio del cassoncino a fine zona piena. (VE <sub>dcorr</sub> , TE <sub>dmax</sub> ).	72
9.2.12	Capacità a taglio del cassoncino ad X=3.225 m dalla testata. (VE <sub>dmax</sub> , TE <sub>dcorr</sub> )	72
9.2.13	Capacità a torsione del cassoncino ad X=3.225 m dalla testata. (VE <sub>dmax</sub> , TE <sub>dcorr</sub> )	74
9.2.14	Interazione torsione/taglio del cassoncino ad X=3.225 m dalla testata. (VE <sub>dmax</sub> , TE <sub>dcorr</sub> )	74
9.2.15	Capacità a taglio del cassoncino ad X=3.225 m dalla testata. (VE <sub>dcorr</sub> , TE <sub>dmax</sub> )	75
9.2.16	Capacità a torsione del cassoncino ad X=3.225 m dalla testata. (VE <sub>dcorr</sub> , TE <sub>dmax</sub> )	76
9.2.17	Interazione torsione/taglio del cassoncino ad X=3.225 m dalla testata. (VE <sub>dcorr</sub> , TE <sub>dmax</sub> )	76
9.2.18	Capacità a taglio del cassoncino ad X=6.225 m dalla testata. (VE <sub>dmax</sub> , TE <sub>dcorr</sub> )	77
9.2.19	Capacità a torsione del cassoncino ad X=6.225 m dalla testata. (VE <sub>dmax</sub> , TE <sub>dcorr</sub> )	78
9.2.20	Interazione torsione/taglio del cassoncino ad X=6.225 m dalla testata. (VE <sub>dmax</sub> , TE <sub>dcorr</sub> )	78
9.2.21	Capacità a taglio del cassoncino ad X=6.225 m dalla testata. (VE <sub>dcorr</sub> , TE <sub>dmax</sub> )	79
9.2.22	Capacità a torsione del cassoncino ad X=6.225 m dalla testata. (VE <sub>dcorr</sub> , TE <sub>dmax</sub> )	80
9.2.23	Interazione torsione/taglio del cassoncino ad X=6.225 m dalla testata. (VE <sub>dcorr</sub> , TE <sub>dmax</sub> )	80
9.3	Verifica della connessione trave soletta	80
9.4	S.L.E. rara - limitazione delle tensioni	82
9.4.1	Verifiche al taglio dei trefoli. Mezzzeria	83
9.4.2	Verifiche al taglio dei trefoli. X=9 dalla testata	84
9.4.3	Verifiche al taglio dei trefoli. X=5 dalla testata	85
9.4.4	Verifiche al taglio dei trefoli. X=1.5 dalla testata	86
9.4.5	Mezzzeria, trave di bordo	87
9.4.6	Mezzzeria, trave centrale	89
9.4.7	Sez. a 66 trefoli (X=9.00 m), trave di bordo	91
9.4.8	Sez. a 66 trefoli (X=9.00 m), trave centrale	93
9.4.9	Sez. a filo riempimento, trave di bordo	95

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 3
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

9.4.10	Sez. a filo riempimento, trave centrale	99
9.4.11	Sez. a filo trasverso/asse appoggio.	102
9.5	S.L.E. quasi permanente - limitazione delle tensioni	106
9.6	S.L.E. – limitazione ampiezza fessure	106
<b>10.</b>	<b>Verifica dei traversi</b>	<b>106</b>
10.1	Sezione in campata. Flessione SLU e SLE	106
10.2	Sezione in appoggio. Flessione SLU e SLE	109
10.3	Sezione in appoggio. Taglio a SLU	113
10.4	Sezione in appoggio. Torsione a SLU	114
<b>11.</b>	<b>Verifica trasversale della soletta</b>	<b>115</b>
11.1	Modello locale e condizioni di carico	115
11.2	Sollecitazioni di calcolo allo SLU e allo SLE	115
11.3	Verifiche a SLU e SLE per flessione. Armatura TIPO 1.	117
11.4	Verifiche a SLU e SLE per flessione. Armatura TIPO 2.	119
11.5	Verifica a taglio	123

## 1. Introduzione

La presente relazione e' riferita al calcolo dell'impalcato del viadotto Favrella, carreggiata destra. Tutte le verifiche eseguite sono da intendersi soddisfatte anche per l'impalcato della carreggiata sinistra che presenta le medesime caratteristiche geometriche dell'impalcato della carreggiata destra.

### 1.1 Descrizione generale dell'opera

#### 1.1.1 Impalcato

L'impalcato viene realizzato con travi a cassoncino in cemento armato precompresso a cavi pretesi, e sovrastante soletta gettata in opera; in asse ad ogni pila sono presenti traversi gettati in opera, che rendono tra loro solidali le travi, varate in semplice appoggio su dispositivi provvisori, realizzando uno schema finale di trave continua a 4 campate di luci in asse carreggiata, rispettivamente di 30 m per le campate di riva e di 31 m per quelle intermedie. Oltre che dal traverso la continuit  e garantita anche da un getto di calcestruzzo in opera all'interno della cavita' dei cassoncini per una lunghezza di 1500 mm, misurata dalla testata delle travi.

L'andamento planimetrico dell'impalcato, ai fini del calcolo strutturale dell'impalcato,   rettilineo.

La sezione trasversale dell'impalcato   formata da 4 travi a cassoncino, di altezza 1800 mm, disposte ad interasse trasversale di 2.5 m, con larghezza complessiva corrente di 12.48 m. La soletta ha uno spessore di 250 mm, al lordo delle predalle che ne sostengono il getto.

Sotto ogni traverso, in corrispondenza delle spalle e delle pile intermedie, sono disposti degli appoggi, del tipo ad "Isolatore sismico ad elastomero armato"; questi funzionano come appoggi elastici lineari sia in fase sismica che per le azioni statiche agenti, compreso effetti lenti quali variazioni termiche, fluage, ritiro .

Il piano viabile corrente di entrambi gli impalcati   di 10.50 m di larghezza, e lateralmente sono realizzati due cordoli di larghezza 0.75 m ed 1.23 m, quest'ultimo pedonabile.

La figura seguente riporta le sezioni trasversali correnti ed in asse spalla per entrambi gli impalcati.

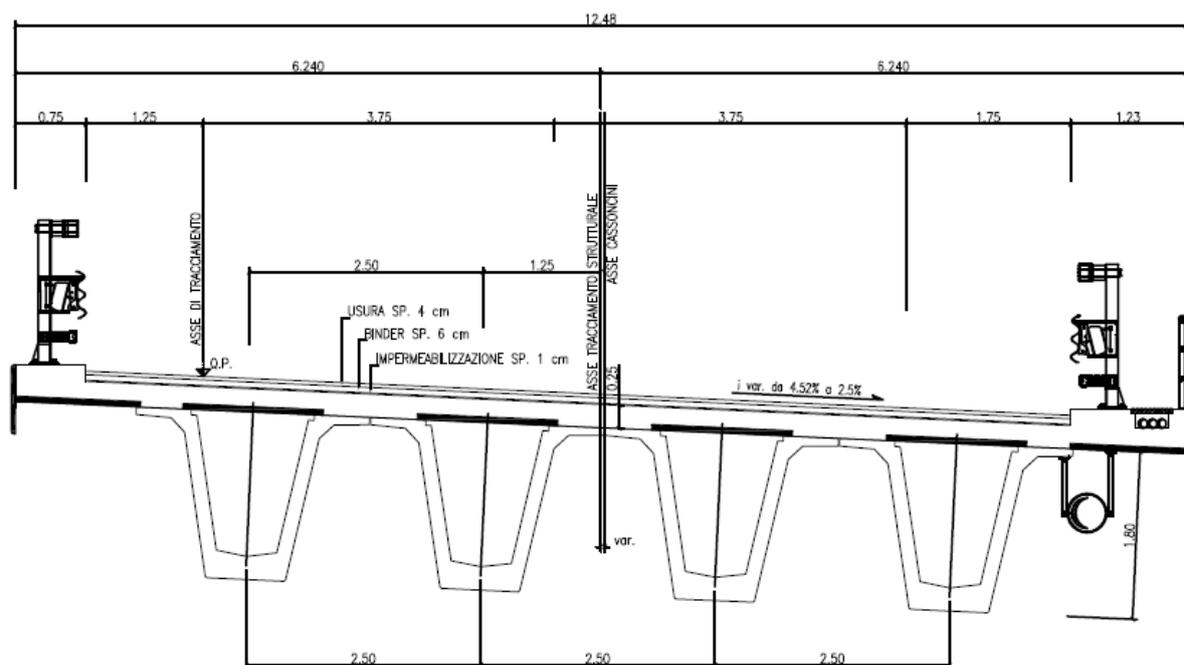


Figura 1.1 - Sezione corrente impalcato.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 5
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

## 1.2 Modalità realizzative

- Fase A: Posa in opera delle travi prefabbricate in cap, varate in semplice appoggio su sostegni provvisori
- Fase B: Posa in opera delle predalle e delle armature di traversi e soletta, quindi getto contemporaneo della soletta e dei traversi.
- Fase C : Rimozione degli appoggi provvisori e realizzazione delle finiture dell'impalcato, compresi i cordoli laterali

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 6
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 1.3 Materiali utilizzati

Riferimenti normativi:

D.M. 14/01/2008 (NTC)

EN 206

EN 11104

EN 1993-1-1

EN 1993-1-8

EN 1992-1-1

EN 1991-1-5

#### 1.3.1 Condizioni ambientali e classi di esposizione per l'impalcato

Per l'opera in esame si prevede l'esposizione al seguente "range" di temperature:

$T_{min} = -15 \text{ °C}$

$T_{max} = 45 \text{ °C}$

Per l'umidità ambientale si assume:

RH = 75 %

Per quanto riguarda le classi di esposizione, si prevede l'alternarsi di cicli di gelo/disgelo, in presenza di agenti disgelanti, per cui, si applicheranno le seguenti classi di esposizione:

soletta, traversi, cordoli e travi: XD2

Le caratteristiche del calcestruzzo dovranno pertanto rispettare, oltre i requisiti di resistenza indicati al punto seguente, anche i criteri previsti dalla vigente normativa (EN 11104 e EN 206) per quanto riguarda l'esposizione alle classi indicate.

#### 1.3.2 Calcestruzzo

Per le classi di esposizione dei vari elementi strutturali in calcestruzzo, si rimanda al capitolo precedente

Per il calcestruzzo delle travi prefabbricate si ha:

Classe =	<b>C45/55</b>	classe di resistenza
$R_{ck} =$	<b>55</b> N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} =$	45.65 N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica cilindrica a compressione
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	53.65 N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione media
$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3} =$	36416 N/mm <sup>2</sup>	modulo elastico secante
$f_{ctm} = 0.3 f_{ck}^{2/3} =$	3.83 N/mm <sup>2</sup>	resistenza a trazione media
$f_{ctd} = \alpha_{ct} 0.7 f_{ctm} / \gamma_c =$	1.79 N/mm <sup>2</sup>	resistenza a trazione di calcolo
$\nu =$	<b>0.2</b>	coefficiente di Poisson
$\gamma_c =$	<b>1.5</b>	coefficiente parziale di sicurezza
$\alpha_{cc} =$	<b>0.85</b>	coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
$\alpha_{ct} =$	<b>1</b>	coefficiente per il calcolo della resistenza a trazione di calcolo
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	25.9 N/mm <sup>2</sup>	resistenza di calcolo a compressione
$\epsilon_{cu} =$	<b>0.0035</b>	deformazione ultima a rottura
$\sigma_c = 0.45 f_{ck} =$	20.5 N/mm <sup>2</sup>	massima compressione in esercizio (SLE quasi permanente)
$\sigma_c = 0.60 f_{ck} =$	27.4 N/mm <sup>2</sup>	massima compressione in esercizio (SLE caratteristica)
$R_{ckj} =$	<b>45.0</b> N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica cubica al taglio dei trefoli
$f_{ckj} = 0.83 \cdot R_{ckj} =$	37.35 N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica al taglio dei trefoli
$f_{ctmj} = 0.3 f_{ckj}^{2/3} =$	3.35 N/mm <sup>2</sup>	resistenza a trazione media al taglio dei trefoli

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 7
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

$f_{ctdj} = \alpha_{ct} 0.7 f_{ctmj} / \gamma_c =$	1.56 N/mm <sup>2</sup>	resistenza a trazione di calcolo al taglio dei trefoli
$\sigma_c = 0.70 f_{ckj} =$	26.1 N/mm <sup>2</sup>	massima compressione iniziale
$\sigma_c = 0.90 f_{ckj} =$	33.6 N/mm <sup>2</sup>	massima compressione iniziale nelle zone di ancoraggio
$\phi(\infty, t_0) =$	<b>1.79</b>	coefficiente di viscosità
$E_{c\infty} = E_{cm} / [1 + \phi(\infty, t_0)] =$	13052	modulo elastico secante a lungo termine

Per il calcestruzzo della soletta si ha:

Classe =	<b>C32/40</b>	classe di resistenza
$R_{ck} =$	<b>40</b> N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} = 0.83 * R_{ck} =$	33.2 N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica cilindrica a compressione
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	41.2 N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione media
$E_{cm} = 22000 (f_{cm} / 10)^{0.3} =$	33643 N/mm <sup>2</sup>	modulo elastico secante a breve termine
$f_{ctm} = 0.3 f_{ck}^{2/3} =$	3.10 N/mm <sup>2</sup>	resistenza a trazione media
$f_{ctd} = \alpha_{ct} 0.7 f_{ctm} / \gamma_c =$	1.45 N/mm <sup>2</sup>	resistenza a trazione di calcolo
$\nu =$	<b>0.2</b>	coefficiente di Poisson
$\gamma_c =$	<b>1.5</b>	coefficiente parziale di sicurezza
$\alpha_{cc} =$	<b>0.85</b>	coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata coefficiente per il calcolo della resistenza a trazione di calcolo
$\alpha_{ct} =$	<b>1</b>	
$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c =$	18.8 N/mm <sup>2</sup>	resistenza di calcolo a compressione
$\epsilon_{cu} =$	<b>3.5</b> per mille	deformazione ultima a rottura
$n_{cls0} =$	0.924	Coeff. di omogeneizzazione cao/cap al tempo $t_0$
$\phi(\infty, t_0) =$	<b>1.79</b>	Coefficiente di viscosità
$E_{c\infty} = E_{cm} / [1 + \phi(\infty, t_0)] =$	12058	modulo elastico secante a lungo termine
$n_{cls\infty} =$	0.924	Coeff. di omogeneizzazione cao/cap al tempo $t_{\infty}$

### 1.3.3 Acciaio per c.a.p..

Tipo =	Trefoli da 0.6"	
$E =$	<b>190000</b> N/mm <sup>2</sup>	modulo elastico
$f_{ptk} =$	<b>1860</b> N/mm <sup>2</sup>	Tensione di rottura
$f_{p(1)k} =$	<b>1670</b> N/mm <sup>2</sup>	Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale
$\epsilon_{su} =$	<b>0.035</b>	deformazione ultima a rottura
$\sigma_{spi} = \min\{0.9 f_{p(1)k}, 0.8 f_{ptk}\} =$	1488	Tensione limite iniziale
$\sigma_s = 0.8 f_{p(1)k} =$	1336	Tensione limite in esercizio (Comb. Rara)
$n_{acc0j} =$	7.00	Coeff. di omogeneizzazione dell'acciaio al tempo $t_{0j}$ (taglio trefoli)
$n_{acc0} =$	5.22	Coeff. di omogeneizzazione dell'acciaio al tempo $t_0$
$n_{acc\infty} =$	14.56	Coeff. di omogeneizzazione dell'acciaio al tempo $t_{\infty}$

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 8
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 1.3.4 Acciaio per c.a.

Barre ad aderenza migliorata:	<b>B450C</b>	classe di resistenza
$f_{yk} =$	<b>450</b> N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica di snervamento
$\gamma_s =$	<b>1.15</b>	coefficiente parziale di sicurezza
$f_{yd} =$	391.3 N/mm <sup>2</sup>	
$E_s =$	<b>200000</b> N/mm <sup>2</sup>	modulo elastico
$\nu =$	<b>0.3</b>	coefficiente di Poisson
$k = (f_t/f_y)_k =$	<b>1.2</b>	rapporto di sovrarresistenza
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k =$	<b>0.0075</b>	deformazione ultima caratteristica
$\epsilon_{ud} = 0.9 \cdot \epsilon_{uk} =$	<b>0.0675</b>	deformazione ultima di calcolo
$\sigma_s = 0.8 f_{yk} =$	360 N/mm <sup>2</sup>	Tensione limite in esercizio (Comb. Rara)

Per semplicità di calcolo anche per l'acciaio ordinario si adottano gli stessi coefficienti di omogeneizzazione acciaio/cls precedentemente determinati per l'acciaio per c.a.p.

Per quanto riguarda il calcolo dei coefficienti di viscosità riportati in questo paragrafo si rimanda ai paragrafi successivi, relativi alla metodologia di calcolo.

### 1.4 Normative di riferimento

Le analisi strutturali e le relative verifiche vengono eseguite secondo il metodo semi-probabilistico agli Stati Limite in accordo alle disposizioni normative previste dalla vigente normativa italiana e da quella europea (Eurocodici). In dettaglio si sono prese in esame i seguenti documenti, che volta in volta verranno opportunamente richiamati:

D.M. 14 gennaio 2008: Nuove norme tecniche per le costruzioni (indicate nel prosieguo "NTC")

UNI EN 1990:	Basi della progettazione strutturale
UNI EN 1991-1-4:	Azioni sulle strutture – Azione del vento
UNI EN 1991-1-5:	Azioni sulle strutture – Azioni termiche
UNI EN 1991-2:	Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti
UNI EN 1992-1-1:	Progettazione delle strutture di calcestruzzo - regole generali e regole per gli edifici
UNI EN 1992-2:	Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Ponti di calcestruzzo

### 1.5 Software di calcolo

L'analisi della struttura viene eseguita tramite modellazione con il metodo degli elementi finiti, adottando il sistema software "LUSAS (vers. 14.3)", fornito da F.E.A. Ltd (U.K.) su piattaforma windows Vista; il pacchetto software comprende pre-post processore grafico interattivo destinato all'input della geometria di base ed all'interpretazione dei risultati di output, ed un risolutore ad elementi finiti.

Per le verifiche delle sezioni in cemento armato si utilizza il software RC-SEC della Geostru, per la verifica delle sezioni in cemento armato ordinario.

Per le verifiche a stato limite ultimo e di esercizio delle sezioni in cap si sono utilizzati semplici fogli elettronici.

In particolare per le sezioni ritenute significative si sono svolte le seguenti verifiche:

#### **S.L.U. :**

Verifiche a pressoflessione semplice delle sezioni composite, con presenza di armatura lenta in soletta e di precompressione nei cassoncini

Verifiche a taglio, secondo la teoria del traliccio di Morsch.

Verifica della connessione trave soletta

#### **S.L.E. :**

- verifica elastica delle tensioni in esercizio

- verifica a fessurazione

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 9
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

## 1.6 Convenzioni generali, per le verifiche e le analisi globali

Le unità di misura sono quelle relative al sistema internazionale, ovvero:

lunghezze: m  
forze - coppie: N, Nm  
tensioni: N/mm<sup>2</sup>

Per quanto riguarda le convenzioni di segno, si considerano, in generale, positive le trazioni.

Per quanto riguarda le azioni interne nell'impalcato, salvo diversamente specificato, si indicherà con:

Fx azione assiale  
Fy azione tagliante agente nel piano orizzontale  
Fz azione tagliante agente nel piano verticale  
Mx momento torcente  
My momento flettente agente nel piano verticale  
Mz momento flettente agente nel piano orizzontale

Le verifiche dell'impalcato verranno eseguite esclusivamente con riferimento alle caratteristiche Fx, Fz, My, Mx, dal momento che risultano non significativi i contributi Fy, ed Mz.

In particolare, per le sollecitazioni verrà impiegata anche la seguente notazione alternativa:

M (Mf) in luogo di My  
V in luogo di Fz  
T in luogo di Mx

Nell'ambito dell'adozione del sistema di riferimento elementare, si precisa che le azioni flettenti di trave sono da intendersi:

- POSITIVE: se le fibre tese sono rivolte all'estradosso trave
- NEGATIVE: se le fibre tese sono rivolte all'intradosso trave

## 2. Impostazioni delle analisi e delle verifiche

### 2.1 Metodologia di calcolo

Sia l'introduzione di vincoli esterni quanto la solidarizzazione tra trave e soletta contrastano le deformazioni relative differite e pertanto generano entrambe redistribuzione. In sintesi quindi i fenomeni analizzati sono i seguenti:

- l'introduzione di vincoli esterni posticipati rispetto all'istante di applicazione del carico comporta l'insorgere di un quadro auto equilibrato di reazioni vincolari esterne che modificano i valori dei momenti flettenti e degli sforzi di taglio lungo l'impalcato continuo.
- la solidarizzazione tra trave e soletta dà luogo ad una redistribuzione auto equilibrata di tensioni interne alla sezione, apportando modifiche allo stato tensionale

Poiché si considera valida la conservazione delle sezioni piane per la sezione composta, l'analisi strutturale e l'analisi sezionale sono disaccoppiabili e possono quindi essere studiate separatamente. Del primo effetto se ne tiene conto in sede di calcolo delle sollecitazioni mediante un modello fem dell'intera struttura, mentre della redistribuzione interna se ne tiene conto a livello di verifica delle tensioni a stato limite di esercizio.

Per valutare gli effetti della viscosità l'ordine cronologico degli eventi fondamentali è limitato ai seguenti istanti:

- t<sub>0</sub> = 7 gg** istante a partire dal quale si considerano valutabili le conseguenze del fenomeno viscoso sulla trave prefabbricata ossia l'istante di applicazione congiunta di precompressione e peso proprio.
- t<sub>0</sub>\* = 60 gg** istante di getto della soletta e dei traversi, coincidente con la solidarizzazione dei vincoli posticipati. Si assume che tutti i vincoli posticipati siano applicati contemporaneamente.
- t** l'istante di osservazione, che per gli effetti a lungo termine si assume t=100.000 gg = ∞

Indicata pertanto con S<sub>i</sub> la sollecitazione agente nella struttura nella configurazione precedente all'introduzione dei vincoli posticipati (struttura isostatica) e con S<sub>||</sub> la sollecitazione agente sulla struttura pensata con vincoli posticipati (struttura iperstatica), la sollecitazione effettiva si ricava dalla relazione:

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 10
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

$$S(t) = S_I + \xi(t)(S_{II} - S_I)$$

Analogamente lo stato tensionale interno delle sezioni si può calcolare come:

$$\sigma(t) = \sigma_I + \xi(t)(\sigma_{II} - \sigma_I)$$

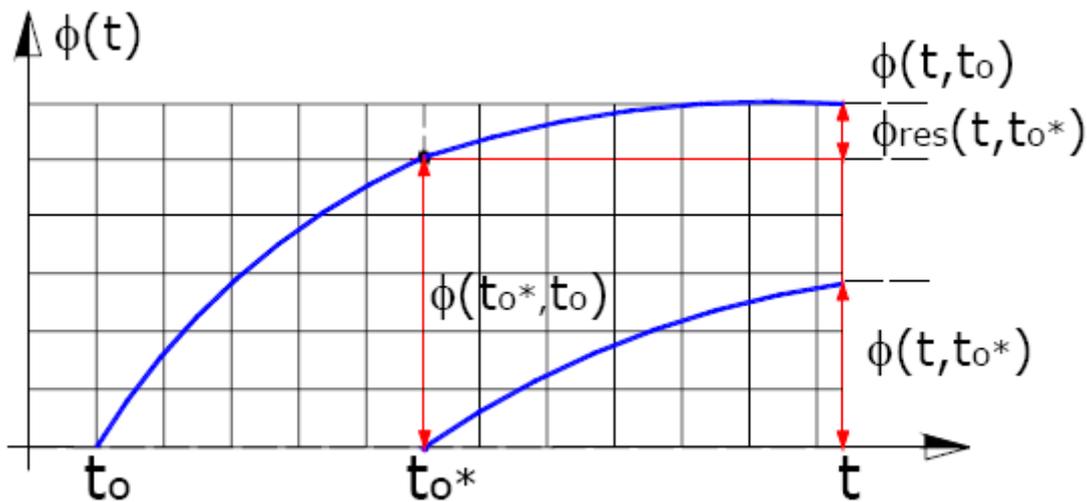
Dove si è indicato con  $\sigma_I$  la tensione indotta dalla sollecitazione esterna nella generica fibra della trave prima della solidarizzazione alla soletta (la cui rigidità rappresenta un vincolo interno posticipato per precompressione, peso proprio e peso della soletta stessa) e con  $\sigma_{II}$  la tensione agente nella medesima fibra per effetto della medesima azione sollecitante pensata direttamente applicata alla sezione composta. I coefficienti di distribuzione dipendono dall'aliquota di rotazione delle travate che per effetto di peso proprio e precompressione (azioni applicate a  $t_0$ ) e per effetto del peso proprio della soletta (applicato a  $t_0^*$ ) la struttura manifesterebbe se non fosse introdotto un vincolo posticipato che ne impedisse il manifestarsi. Si dimostra che tali coefficienti possono calcolarsi con le formule:

$$\xi(t) = \frac{\phi(t, t_0) - \phi(t_0^*, t_0)}{1 + \chi(t, t_0^*)\phi(t, t_0^*)} \quad \text{per il peso proprio della trave e la precompressione}$$

$$\xi(t) = \frac{\phi(t, t_0^*)}{1 + \chi(t, t_0^*)\phi(t, t_0^*)} \quad \text{per il peso proprio della soletta}$$

I coefficienti di viscosità che figurano nelle formule, qualitativamente riassunti anche nel grafico seguente, hanno il seguente significato:

- $\phi(\infty, t_0)$       valore a lungo termine della funzione di fluage che rappresenta l'evoluzione nel tempo dei fenomeni reologici indotti dall'applicazione al tempo  $t_0$  del peso proprio e della precompressione.
- $\phi(t_0^*, t_0)$       valore al tempo  $t_0^*$  della precedente funzione
- $\phi(\infty, t_0^*)$       valore a lungo termine della funzione di fluage che rappresenta l'evoluzione nel tempo dei fenomeni reologici indotti dall'applicazione al tempo  $t_0^*$  del peso proprio della soletta.
- $\phi_{res}(\infty, t_0^*)$       valore a lungo termine della aliquota viscosa residua
- $\chi(\infty, t_0^*)$       coefficiente di invecchiamento che tiene conto del fatto che l'incremento delle tensioni non è istantaneo ma varia nel tempo con legge affine a quella viscosa



Coefficienti di viscosità.

### 2.1.1 Coefficienti di viscosità e distribuzione

Con riferimento a quanto su esposto, nell'ipotesi che nei riguardi degli effetti indotti dalle azioni mutue interne le caratteristiche viscosive della trave in c.a.p. e della soletta possano considerarsi affini, si riportano i valori dei coefficienti di viscosità e di distribuzione, calcolati secondo le modalità della EN 1992-1-1

Per quanto riguarda il perimetro e l'area esposta di una singola trave e dell'intera soletta, si ha:

Travi in cap

u =	10315 mm	Perimetro cassoncino
A =	847168 mm <sup>2</sup>	Area cassoncino
$h_0 = 2A/u$	164 mm	Spessore fittizio

Soletta

b =	13230 mm	Larghezza soletta
s =	250 mm	Spessore soletta
u =	26960 mm	Perimetro della soletta
A =	3307500 mm <sup>2</sup>	Area della soletta
$h_0 = 2A/u$	245 mm	Spessore fittizio

Per il peso proprio e la precompressione:

$f_{ck} =$	45.65 N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica cilindrica a compressione
$t_0 =$	7 gg	istante di applicazione congiunta di precompressione e peso proprio (valore equivalente riferito ad un cemento tipo N)
$t_0^* =$	60 gg	istante di introduzione dei vincoli posticipati = istante del getto della soletta
$h_0 =$	164 mm	spessore fittizio
RH =	75 %	umidità relativa
Cemento =	N	tipo di cemento (congruente con $t_0$ equivalente)
$\phi(\infty, t_0) =$	1.789	coefficiente di viscosità per il peso proprio della trave e la precompressione a lungo termine
$\phi(t_0^*, t_0) =$	0.897	coefficiente di viscosità per il peso proprio della trave e la precompressione a 60 gg
$\phi_{res}(\infty, t_0^*) =$	0.892	aliquota viscosa residua per il calcolo delle ridistribuzioni viscosive relative a peso proprio e precompressione

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 12
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

Per il peso proprio della soletta:

$f_{ck} =$	45.65	N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica cilindrica a compressione
$t_0 =$	60	gg	istante di applicazione del peso proprio della soletta
$t_0^* =$	60	gg	istante di solidarizzazione dei vincoli = istante del getto della soletta
$h_0 =$	164	mm	Spessore fittizio
RH =	75	%	umidità relativa
Cemento =	N		tipo di cemento (congruente con $t_0$ equivalente)
$\phi(\infty, t_0^*) =$	1.191		coefficiente di viscosità per il peso proprio della soletta a lungo termine
$\phi(t_0^*, t_0) =$	0		coefficiente di viscosità per il peso proprio della soletta alla messa in carico

Si ricavano i coefficienti di redistribuzione:

$\chi =$	0.8		Coefficiente di redistribuzione per peso proprio e precompressione
$\xi = \phi_{res}(t_0^*, t_0) / [1 + \chi \phi(\infty, t_0^*)] =$	0.457		
$\xi = \phi(\infty, t_0^*) / [1 + \chi \phi(\infty, t_0^*)] =$	0.610		Coefficiente di redistribuzione per il peso proprio della soletta
$\xi = 1 / [1 + \chi \phi(\infty, t_0^*)] =$	0.512		Coefficiente di redistribuzione per il ritiro differenziale della soletta

## 2.2 Analisi della struttura

Le sollecitazioni sono state calcolate mediante più modelli agli elementi finiti, diversi per lo schema statico (isostatico con vincoli provvisori oppure iperstatico con vincoli finali) e per le caratteristiche geometriche delle sezioni (sezioni trasversali formate dai soli cassoncini oppure sezioni composite cassoncino con soletta). Quindi per le analisi a stato limite ultimo si sono sovrapposte le sollecitazioni di calcolo derivanti dalle combinazioni di progetto, mentre per gli stati limiti di esercizio si sono sovrapposti gli stati tensionali delle sezioni.

Nei paragrafi successivi si riporta una descrizione delle fasi di calcolo, delle caratteristiche geometriche delle sezioni trasversali e dei modelli numerici.

### 2.2.1 Fasi

Le caratteristiche geometrico-statiche delle sezioni di impalcato si differenziano in funzione della presenza o meno della soletta in c.a. e della rigidità relativa acciaio calcestruzzo espressa in termini di coefficiente di omogeneizzazione. Si studieranno le seguenti fasi:

- fase 1: assenza della soletta (fase iniziale), sezioni resistenti formate dalle sole travi in cap. con l'acciaio da precompressione omogeneizzato con coefficiente calcolato a breve termine.
- fase 2: presenza della soletta, con modulo elastico della trave e della soletta valutato a lungo termine, e con coefficienti di omogeneizzazione dell'acciaio delle armature lente e precomprese calcolati a lungo termine
- fase 3: presenza della soletta, con modulo elastico della trave e della soletta valutato a breve termine, e con coefficienti di omogeneizzazione dell'acciaio delle armature lente e precomprese calcolati a breve termine

## 2.3 Dati generali delle sezioni di impalcato

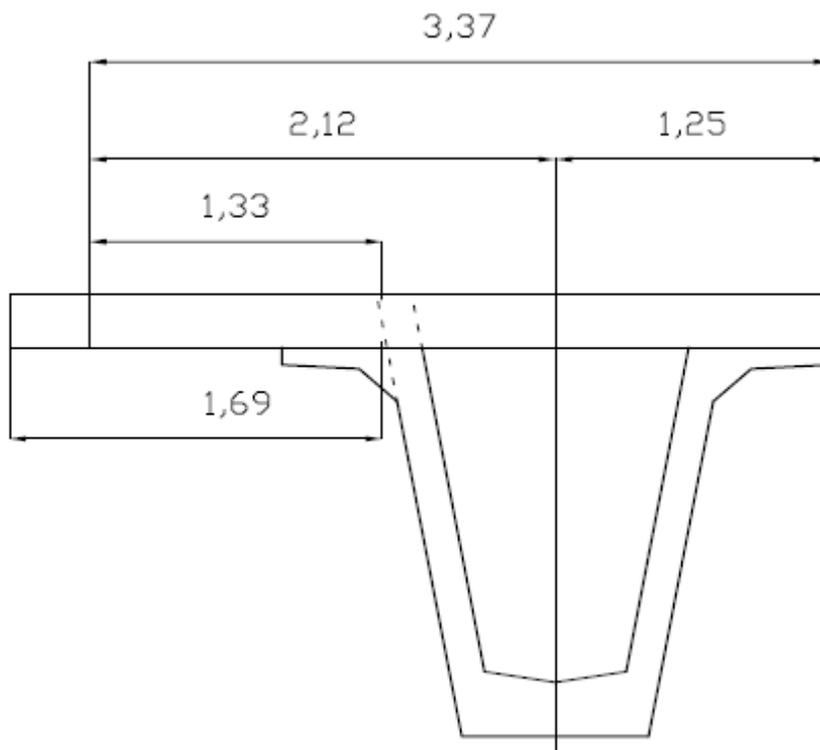
### 2.3.1 Larghezze collaboranti di soletta

Le larghezze collaboranti di soletta vengono valutate sulla base dei criteri contenuti in EN 1992-1-1, punto 5.3.2.1.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 13
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

Per quanto riguarda le travi interne la soletta collaborante coincide con l'interasse fra le travi stesse, mentre per la soletta delle travi di bordo se ne è verificata la dimensione effettivamente collaborante, che si riduce rispetto al valore massimo solo in prossimità degli appoggi. Della larghezza effettiva se ne è tenuto conto in sede di calcolo delle tensioni ma non ai fini del calcolo delle sollecitazioni.

Con riferimento alla figura seguente, la larghezza collaborante è stata valutata rispetto alla porzione di soletta posta all'esterno dell'anima del cassoncino, pari a 2.07 m.



Schema della trave di bordo (dimensioni in "m")

Si ha in sintesi:

$l_1 =$	30 m	luce campata di riva
$l_1 =$	31 m	luce campata corrente
$b_1 =$	2.07 m	distanza asse anima - bordo esterno

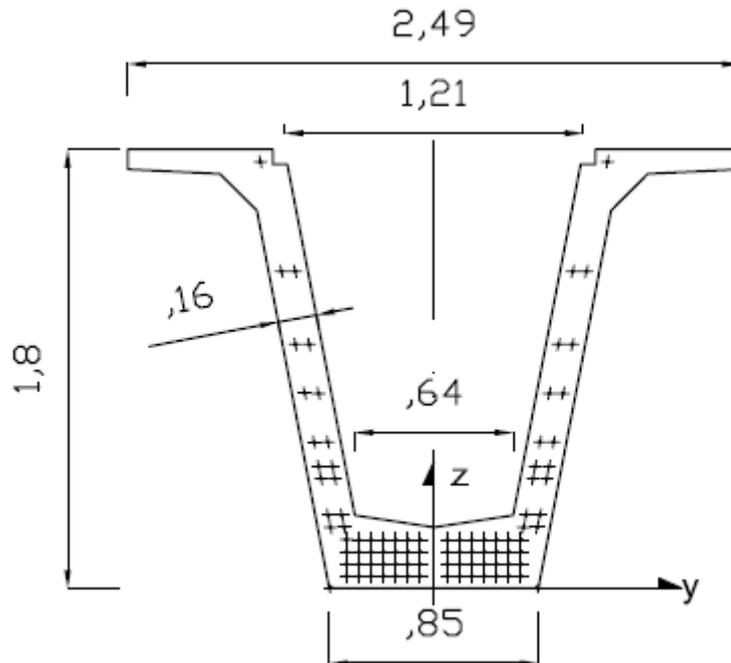
		$l_0$ (m)	$b_{1eff} = 0.2*b_1 + 0.1*l_0 < b_1$
campata di riva	$0.85*l_1$	25.5	2.07
appoggio	$0.15*(l_1+l_2)$	9.15	1.33
campata corrente	$0.7*l_2$	21.7	2.07

### 2.3.2 Componenti delle sezioni

Le proprietà geometrico statiche delle sezioni sono state calcolate a partire dalle caratteristiche dei "componenti" di seguito descritti.

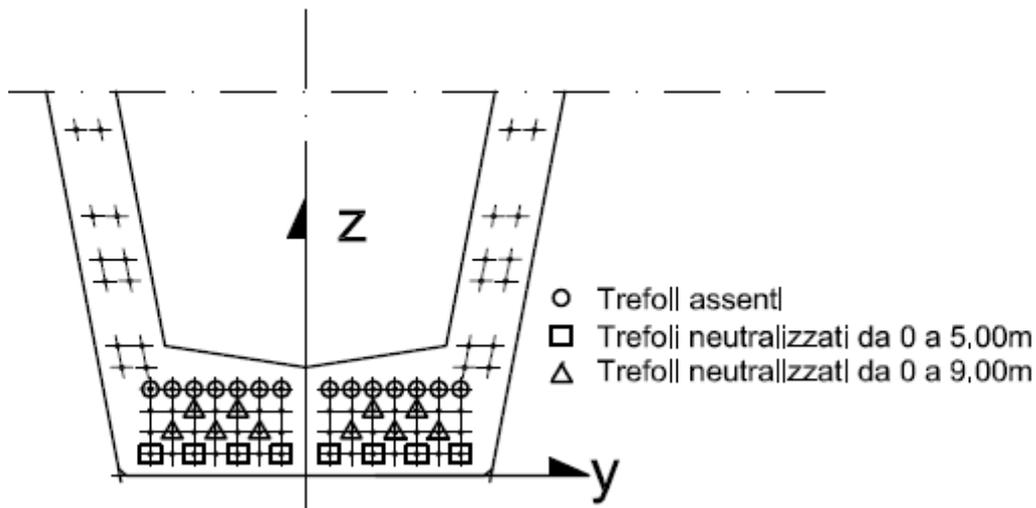
#### 2.3.2.1 Trave in cap ed armatura di precompressione

Le principali dimensioni del cassoncino in cap sono riportate in figura; non sono previste zone ad anima e base rinforzata nelle zone di testata.



Sezione trasversale delle travi a cassoncino in c.a.p.

Il cassoncino prevede la presenza di massimo 90 trefoli da 0.6", dei quali nella struttura in esame ne sono utilizzati al massimo 76; inoltre 8 trefoli sono neutralizzati da 0 a 5 m, mentre altri 10 trefoli sono neutralizzati da 0 a 9.00 m, come mostrato nella figura successiva.



Trefoli assenti e neutralizzati delle travi in c.a.p.

Le coordinate dei trefoli, nel riferimento cartesiano indicato nelle figure precedenti, sono riportate in tabella, evidenziando i trefoli non utilizzati; per brevità e stante la simmetria si riportano solo le coordinate dei trefoli posti nella metà sinistra del cassoncino.

id	Y (mm)	Z (mm)	A (mm <sup>2</sup> )
1	-355.0	50.0	139.00
2	-305.0	50.0	139.00
3	-255.0	50.0	139.00
4	-205.0	50.0	139.00
5	-155.0	50.0	139.00
6	-105.0	50.0	139.00
7	-55.0	50.0	139.00
8	-55.0	100.0	139.00

id	Y (mm)	Z (mm)	A (mm <sup>2</sup> )
9	-105.0	100.0	139.00
10	-155.0	100.0	139.00
11	-205.0	100.0	139.00
12	-255.0	100.0	139.00
13	-305.0	100.0	139.00
14	-355.0	100.0	139.00
15	-355.0	150.0	139.00
16	-305.0	150.0	139.00
17	-255.0	150.0	139.00
18	-205.0	150.0	139.00
19	-155.0	150.0	139.00
20	-105.0	150.0	139.00
21	-55.0	150.0	139.00
22	-55.0	200.0	0.00
23	-105.0	200.0	0.00
24	-155.0	200.0	0.00
25	-205.0	200.0	0.00
26	-255.0	200.0	0.00
27	-305.0	200.0	0.00
28	-355.0	200.0	0.00
29	-364.5	250.0	139.00
30	-374.0	300.0	139.00
31	-420.5	250.0	139.00
32	-430.0	300.0	139.00
33	-402.5	450.0	139.00
34	-412.0	500.2	139.00
35	-458.5	450.0	139.00
36	-468.0	500.2	139.00
37	-431.0	600.2	139.00
38	-487.0	600.2	139.00
39	-469.0	800.0	139.00
40	-525.0	800.0	139.00
41	-507.0	1000.0	139.00
42	-563.0	1000.0	139.00
43	-564.0	1300.0	139.00
44	-620.0	1300.0	139.00
45	-705.5	1750.0	139.00

Si ha pertanto:

Area lorda del cassoncino: 0.8472 m<sup>2</sup>

Armatura da 0-5m: 139\*(76-8-10) = 8062 mm<sup>2</sup>

Armatura da 5-9m: 139\*(76-10) = 9174 mm<sup>2</sup>

Armatura corrente: 139\*76= 10564 mm<sup>2</sup>

### 2.3.2.2 Soletta centrale e di bordo

La soletta collaborante dei cassoncini centrali ha dimensioni 2500x250 mm mentre per la soletta di bordo si è fatto riferimento ad un rettangolo di dimensioni 3370x250 mm; il baricentro della soletta è posto a 1800+250/2=1925mm dall'intradosso dei cassoncini.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 16
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 2.3.2.3 Armatura lenta in soletta

Nella soletta è disposta una armatura corrente realizzata con  $\phi 14/200$  sopra e sotto per tutto lo sviluppo dell'impalcato, e per tanto nella soletta collaborante delle travi si ha:

per la soletta delle travi centrali :  $2500/200 = 12.5$  ferri per strato  $\Rightarrow 2 \cdot 12.5 \cdot 153.94 = 3848 \text{ mm}^2$

per la soletta delle travi di bordo :  $3370/200 = 16.85$  ferri per strato  $\Rightarrow 2 \cdot 16.85 \cdot 153.94 = 5188 \text{ mm}^2$

Inoltre si dispone, per 12 m in asse ad ogni pila una armatura aggiuntiva di  $\phi 26/200$  sopra e sotto, e quindi:

per la soletta delle travi centrali :  $2500/200 = 12.5$  ferri per strato  $\Rightarrow 2 \cdot 12.5 \cdot 530.93 = 13273 \text{ mm}^2$

per la soletta delle travi di bordo :  $3370/200 = 16.85$  ferri per strato  $\Rightarrow 2 \cdot 16.85 \cdot 530.93 = 17892 \text{ mm}^2$

### 2.3.2.4 Armatura di rinforzo a fondo cassoncino

Nelle cavità riempite in prossimità degli appoggi in asse pila si dispone una ulteriore armatura per un totale di  $16\phi 26 = 849 \text{ mm}^2$  organizzata in tre strati:

strato 1 formato da  $6\phi 26$  a  $z=350\text{mm}$  dall'intradosso del cassoncino

strato 2 formato da  $6\phi 26$  a  $z=400\text{mm}$  dall'intradosso del cassoncino

strato 3 formato da  $6\phi 26$  a  $z=450\text{mm}$  dall'intradosso del cassoncino

Nella tabella seguente vengono riportate le principali caratteristiche geometriche dei vari elementi componenti appena descritti.

	id	A (mm <sup>2</sup> )	zG (mm)	Jy (mm <sup>4</sup> )
Cassoncino (area lorda)	0	847168	867	3.253E+11
Armatura di prec. corrente 76 trefoli	1	10564	375	1.822E+09
Armatura di prec. 66 trefoli	2	9174	414	1.717E+09
Armatura di prec. 58 trefoli	3	8062	464	1.550E+09
Soletta trave di bordo (*)	4	842500	1925	4.388E+09
Soletta trave centrale	5	625000	1925	3.255E+09
Armatura lenta corrente (sezione centrale)	6	3848	1925	1.124E+07
Armatura lenta aggiuntiva inferiore	7	8495	394	1.294E+07
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione centrale)	8	13273	1925	3.878E+07
Cavità del cassoncino	9	1409900	1117	2.645E+11
Armatura lenta corrente (sezione di bordo)	10	5188	1925	1.470E+07
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione di bordo)	11	17892	1925	5.071E+07

(\*) la soletta della trave di bordo, a favore di sicurezza, è stata sempre considerata nelle verifiche per il suo valore efficace nella zona di appoggio.

Le grandezze in tabella sono:

A Area del componente

zG Posizione del baricentro di ogni componente riferita all'intradosso dei cassoncini

Jy Momento di inerzia rispetto al baricentro di ogni singolo componente

Sommando il contributo di ogni "componente", adeguatamente pesato con i coefficienti di omogeneizzazione, si ricavano agevolmente le diverse proprietà delle sezioni semplici e composte necessarie per la modellazione e per le verifiche.

La collocazione delle sezioni considerate, riferita alla testata della trave precompressa, è così definita:

Sigla	Descrizione/Posizione
<b>Camp</b>	Sezioni ad $x=28.3/2$ m per le travi della prima campata e ad $x=29.3/2$ m per le travi della seconda campata. Tutta la precompressione è efficace ed in soletta è presente solo l'armatura corrente senza rinforzi.
<b>FiloTrav</b>	Sezioni a filo traverso, $x=0.00\text{m}$ , caratterizzate dalla presenza in soletta dell'armatura corrente e dell'armatura di rinforzo a momento positivo (fibre tese superiori) e dalla presenza di un riempimento in cao della cavità del cassoncino, oltre che dalla presenza a fondo cassone di una armatura a momento negativo (fibre tese inferiori)

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 17
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

<b>FiloRiemp</b>	Sezione posta alla fine del riempimento della cavità, x=1.50 m; nella soletta è presente l'armatura corrente e l'armatura di rinforzo superiore. La precompressione è efficace eccezion fatta per i 14 trefoli neutralizzati mediante guaina
<b>SezInt1</b>	Sezione ad x=5.00m, in cui finisce in cui si passa da 66 a 76 trefoli attivi. Nella soletta è presente l'armatura corrente e l'armatura di rinforzo superiore.
<b>SezInt2</b>	Sezione ad x=9.00m, in cui si passa da 58 a 66 trefoli attivi. Nella soletta è presente solo l'armatura corrente

Con il suffisso "t0" e "too" si indica rispettivamente la situazione di breve termine e di lungo termine cui ci si riferisce nei calcoli.

Con il suffisso "centr" e "bordo" si indica se si sta facendo riferimento ad una sezione delle travi di bordo impalcato o di quelle centrali.

I coefficienti di omogeneizzazione utilizzati sono quelli calcolati nei paragrafi relativi ai materiali; per il calcolo delle aree di acciaio omogeneizzate a calcestruzzo si utilizzano coefficienti "n-1" per tener conto della sottrazione di area di cls dovuta alla presenza dei fori.

### 2.3.3 Caratteristiche geometriche delle sezioni

#### 2.3.3.1 Mezz\_Fase1\_t0\_n=7

	id	n	A (mm <sup>2</sup> )	zG (mm)	Sy (mm <sup>3</sup> )	Jy (mm <sup>4</sup> )	JyG (mm <sup>4</sup> )
Cassoncino (area lorda)	0	1	847168	867	7.34E+08	3.25E+11	3.26E+11
Armatura di prec. corrente 76 trefoli	1	6	63384	375	2.38E+07	1.09E+10	2.42E+10
Armatura di prec. 66 trefoli	2	0	0	414	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 58 trefoli	3	0	0	464	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave di bordo	4	0	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave centrale	5	0	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione centrale)	6	0	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva inferiore	7	0	0	394	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione centrale)	8	0	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cavità del cassoncino	9	0	0	1117	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione di bordo)	10	0	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione di bordo)	11	0	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			<b>910552</b>	<b>832</b>	<b>7.58E+08</b>		<b>3.51E+11</b>

S sol = 0 mm

H tr = 1800 mm

Ao = 9.11E+05 mm<sup>2</sup>

Jyo = 3.51E+11 mm<sup>4</sup>

Z (mm) W (mm<sup>3</sup>)

cinf tr = -832 -4.21E+08

pG = -457 -7.66E+08

sup acc pre = 918 3.82E+08

inf acc pre = -782 -4.48E+08

sup acc ord = 1146 3.06E+08

inf acc ord = -482 -7.27E+08

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 18
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 2.3.3.2 SezInt1\_Fase1\_t0\_n=7

#### SezInt1\_Fase1\_t0\_n=7

	id	n	A (mm <sup>2</sup> )	zG (mm)	Sy (mm <sup>3</sup> )	Jy (mm <sup>4</sup> )	JyG (mm <sup>4</sup> )
Cassoncino (area lorda)	0	1	847168	867	7.34E+08	3.25E+11	3.26E+11
Armatura di prec. corrente 76 trefoli	1	0	0	375	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 66 trefoli	2	0	0	414	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 58 trefoli	3	6	48372	464	2.24E+07	9.30E+09	1.63E+10
Soletta trave di bordo	4	0	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave centrale	5	0	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione centrale)	6	0	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva inferiore	7	0	0	394	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione centrale)	8	0	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cavità del cassoncino	9	0	0	1117	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione di bordo)	10	0	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione di bordo)	11	0	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			<b>895540</b>	<b>845</b>	<b>7.57E+08</b>		<b>3.42E+11</b>

S sol = 250 mm

H tr = 1800 mm

Ao = 8.96E+05 mm<sup>2</sup>

Jyo = 3.42E+11 mm<sup>4</sup>

Z (mm) W (mm<sup>3</sup>)

csup sol = 1205 2.84E+08

csup tr = 955 3.58E+08

cinf tr = -845 -4.05E+08

sp G = -381 -8.98E+08

sup acc pre = 905 3.78E+08

inf acc pre = -795 -4.30E+08

sup acc ord = 1133 3.02E+08

inf acc ord = -495 -6.91E+08

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 19
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 2.3.3.3 SezInt2\_Fase1\_t0\_n=7

	id	n	A (mm <sup>2</sup> )	zG (mm)	Sy (mm <sup>3</sup> )	Jy (mm <sup>4</sup> )	JyG (mm <sup>4</sup> )
Cassoncino (area lorda)	0	1	847168	867	7.34E+08	3.25E+11	3.26E+11
Armatura di prec. corrente 76 trefoli	1	0	0	375	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 66 trefoli	2	6	55044	414	2.28E+07	1.03E+10	2.03E+10
Armatura di prec. 58 trefoli	3	0	0	464	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave di bordo	4	0	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave centrale	5	0	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione centrale)	6	0	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva inferiore	7	0	0	394	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione centrale)	8	0	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cavità del cassoncino	9	0	0	1117	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione di bordo)	10	0	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione di bordo)	11	0	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			<b>902212</b>	<b>839</b>	<b>7.57E+08</b>		<b>3.46E+11</b>

S sol = 0 mm  
H tr = 1800 mm  
Ao = 9.02E+05 mm<sup>2</sup>  
Jyo = 3.46E+11 mm<sup>4</sup>  
Z (mm) W (mm<sup>3</sup>)  
csup sol = 961 3.60E+08  
csup tr = 961 3.60E+08  
cinf tr = -839 -4.13E+08  
sp G = -425 -8.14E+08  
sup acc pre = 911 3.80E+08  
inf acc pre = -789 -4.39E+08  
sup acc ord = 1139 3.04E+08  
inf acc ord = -489 -7.08E+08

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 20
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 2.3.3.4 Mezz\_Fase1\_too

	id	n	A (mm <sup>2</sup> )	zG (mm)	Sy (mm <sup>3</sup> )	Jy (mm <sup>4</sup> )	JyG (mm <sup>4</sup> )
Cassoncino (area lorda)	0	<b>1</b>	847168	867	7.34E+08	3.25E+11	3.30E+11
Armatura di prec. corrente 76 trefoli	1	<b>13.56</b>	143248	375	5.37E+07	2.47E+10	5.00E+10
Armatura di prec. 66 trefoli	2	<b>0</b>	0	414	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 58 trefoli	3	<b>0</b>	0	464	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave di bordo	4	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave centrale	5	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione centrale)	6	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva inferiore	7	<b>0</b>	0	394	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione centrale)	8	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cavità del cassoncino	9	<b>0</b>	0	1117	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione di bordo)	10	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione di bordo)	11	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			<b>990416</b>	<b>796</b>	<b>7.88E+08</b>		<b>3.80E+11</b>

S sol = 0 mm  
H tr = 1800 mm  
Ao = 9.90E+05 mm<sup>2</sup>  
Jyo = 3.80E+11 mm<sup>4</sup>  
Z (mm) W (mm<sup>3</sup>)  
csup sol = 1004 3.78E+08  
csup tr = 1004 3.78E+08  
cinf tr = -796 -4.77E+08  
pG = -421 -9.03E+08  
sup acc pre = 954 3.98E+08  
inf acc pre = -746 -5.09E+08  
sup acc ord = 1182 3.21E+08  
inf acc ord = -446 -8.52E+08

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 21
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 2.3.3.5 SezInt1\_Fase1\_too

	id	n	A (mm <sup>2</sup> )	zG (mm)	Sy (mm <sup>3</sup> )	Jy (mm <sup>4</sup> )	JyG (mm <sup>4</sup> )
Cassoncino (area lorda)	0	<b>1</b>	847168	867	7.34E+08	3.25E+11	3.27E+11
Armatura di prec. corrente 76 trefoli	1	<b>0</b>	0	375	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 66 trefoli	2	<b>0</b>	0	414	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 58 trefoli	3	<b>13.56</b>	109321	464	5.07E+07	2.10E+10	3.49E+10
Soletta trave di bordo	4	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave centrale	5	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione centrale)	6	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva inferiore	7	<b>0</b>	0	394	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione centrale)	8	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cavità del cassoncino	9	<b>0</b>	0	1117	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione di bordo)	10	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione di bordo)	11	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			<b>956489</b>	<b>821</b>	<b>7.85E+08</b>		<b>3.62E+11</b>

S sol = 0 mm  
H tr = 1800 mm  
Ao = 9.56E+05 mm<sup>2</sup>  
Jyo = 3.62E+11 mm<sup>4</sup>  
Z (mm) W (mm<sup>3</sup>)  
csup sol = 979 3.70E+08  
csup tr = 979 3.70E+08  
cinf tr = -821 -4.41E+08  
pG = -357 -1.01E+09  
sup acc pre = 929 3.90E+08  
inf acc pre = -771 -4.70E+08  
sup acc ord = 1157 3.13E+08  
inf acc ord = -471 -7.69E+08

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 22
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 2.3.3.6 SezInt2\_Fase1\_too

	id	n	A (mm <sup>2</sup> )	zG (mm)	Sy (mm <sup>3</sup> )	Jy (mm <sup>4</sup> )	JyG (mm <sup>4</sup> )
Cassoncino (area lorda)	0	<b>1</b>	847168	867	7.34E+08	3.25E+11	3.28E+11
Armatura di prec. corrente 76 trefoli	1	<b>0</b>	0	375	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 66 trefoli	2	<b>13.56</b>	124399	414	5.15E+07	2.33E+10	4.27E+10
Armatura di prec. 58 trefoli	3	<b>0</b>	0	464	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave di bordo	4	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave centrale	5	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione centrale)	6	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva inferiore	7	<b>0</b>	0	394	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione centrale)	8	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cavità del cassoncino	9	<b>0</b>	0	1117	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione di bordo)	10	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione di bordo)	11	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			<b>971567</b>	<b>809</b>	<b>7.86E+08</b>		<b>3.71E+11</b>

S sol = 0 mm  
H tr = 1800 mm  
Ao = 9.72E+05 mm<sup>2</sup>  
Jyo = 3.71E+11 mm<sup>4</sup>  
Z (mm) W (mm<sup>3</sup>)  
csup sol = 991 3.74E+08  
csup tr = 991 3.74E+08  
cinf tr = -809 -4.59E+08  
pG = -395 -9.39E+08  
sup acc pre = 941 3.94E+08  
inf acc pre = -759 -4.89E+08  
sup acc ord = 1169 3.17E+08  
inf acc ord = -459 -8.09E+08

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 23
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 2.3.3.7 Mezz\_Fase2\_too\_centr

	id	n	A (mm <sup>2</sup> )	zG (mm)	Sy (mm <sup>3</sup> )	Jy (mm <sup>4</sup> )	JyG (mm <sup>4</sup> )
Cassoncino (area lorda)	0	<b>1</b>	847168	867	7.34E+08	3.25E+11	4.40E+11
Armatura di prec. corrente 76 trefoli	1	<b>13.56</b>	143248	375	5.37E+07	2.47E+10	1.31E+11
Armatura di prec. 66 trefoli	2	<b>0</b>	0	414	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 58 trefoli	3	<b>0</b>	0	464	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave di bordo	4	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave centrale	5	<b>0.924</b>	577500	1925	1.11E+09	3.01E+09	2.78E+11
Armatura lenta corrente (sezione centrale)	6	<b>13.56</b>	52185	1925	1.00E+08	1.52E+08	2.50E+10
Armatura lenta aggiuntiva inferiore	7	<b>0</b>	0	394	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione centrale)	8	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cavità del cassoncino	9	<b>0</b>	0	1117	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione di bordo)	10	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione di bordo)	11	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			<b>1620101</b>	<b>1235</b>	<b>2.00E+09</b>		<b>8.74E+11</b>

S sol = 250 mm  
H tr = 1800 mm  
Ao = 1.62E+06 mm<sup>2</sup>  
Jyo = 8.74E+11 mm<sup>4</sup>  
Z (mm) W (mm<sup>3</sup>)  
csup sol = 815 1.07E+09  
csup tr = 565 1.55E+09  
cinf tr = -1235 -7.08E+08  
sp G = -860 -1.02E+09  
sup acc pre = 515 1.70E+09  
inf acc pre = -1185 -7.38E+08  
sup acc ord = 743 1.18E+09  
inf acc ord = -885 -9.88E+08

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 24
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 2.3.3.8 Mezz\_Fase3\_t0\_centr

	id	n	A (mm <sup>2</sup> )	zG (mm)	Sy (mm <sup>3</sup> )	Jy (mm <sup>4</sup> )	JyG (mm <sup>4</sup> )
Cassoncino (area lorda)	0	<b>1</b>	847168	867	7.34E+08	3.25E+11	4.67E+11
Armatura di prec. corrente 76 trefoli	1	<b>4.22</b>	44580	375	1.67E+07	7.69E+09	4.38E+10
Armatura di prec. 66 trefoli	2	<b>0</b>	0	414	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 58 trefoli	3	<b>0</b>	0	464	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave di bordo	4	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave centrale	5	<b>0.924</b>	577500	1925	1.11E+09	3.01E+09	2.47E+11
Armatura lenta corrente (sezione centrale)	6	<b>4.22</b>	16240	1925	3.13E+07	4.74E+07	6.91E+09
Armatura lenta aggiuntiva inferiore	7	<b>0</b>	0	394	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione centrale)	8	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cavità del cassoncino	9	<b>0</b>	0	1117	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione di bordo)	10	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione di bordo)	11	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			<b>1485488</b>	<b>1275</b>	<b>1.89E+09</b>		<b>7.64E+11</b>

S sol = 250 mm  
H tr = 1800 mm  
Ao = 1.49E+06 mm<sup>2</sup>  
Jyo = 7.64E+11 mm<sup>4</sup>  
Z (mm) W (mm<sup>3</sup>)  
csup sol = 775 9.86E+08  
csup tr = 525 1.46E+09  
cinf tr = -1275 -5.99E+08  
sp G = -900 -8.49E+08  
sup acc pre = 475 1.61E+09  
inf acc pre = -1225 -6.24E+08  
sup acc ord = 703 1.09E+09  
inf acc ord = -925 -8.26E+08

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 25
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 2.3.3.9 SezInt1\_Fase2\_too\_centra

	id	n	A (mm <sup>2</sup> )	zG (mm)	Sy (mm <sup>3</sup> )	Jy (mm <sup>4</sup> )	JyG (mm <sup>4</sup> )
Cassoncino (area lorda)	0	<b>1</b>	847168	867	7.34E+08	3.25E+11	5.05E+11
Armatura di prec. corrente 76 trefoli	1	<b>0</b>	0	375	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 66 trefoli	2	<b>0</b>	0	414	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 58 trefoli	3	<b>13.56</b>	109321	464	5.07E+07	2.10E+10	1.02E+11
Soletta trave di bordo	4	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave centrale	5	<b>0.924</b>	577500	1925	1.11E+09	3.01E+09	2.10E+11
Armatura lenta corrente (sezione centrale)	6	<b>13.56</b>	52185	1925	1.00E+08	1.52E+08	1.88E+10
Armatura lenta aggiuntiva inferiore	7	<b>0</b>	0	394	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione centrale)	8	<b>13.56</b>	179985	1925	3.46E+08	5.26E+08	6.49E+10
Cavità del cassoncino	9	<b>0</b>	0	1117	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione di bordo)	10	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione di bordo)	11	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			<b>1766159</b>	<b>1327</b>	<b>2.34E+09</b>		<b>9.01E+11</b>

S sol = 250 mm  
H tr = 1800 mm  
Ao = 1.77E+06 mm<sup>2</sup>  
Jyo = 9.01E+11 mm<sup>4</sup>  
Z (mm) W (mm<sup>3</sup>)  
csup sol = 723 1.25E+09  
csup tr = 473 1.90E+09  
cinf tr = -1327 -6.79E+08  
sp G = -863 -1.04E+09  
sup acc pre = 423 2.13E+09  
inf acc pre = -1277 -7.05E+08  
sup acc ord = 651 1.38E+09  
inf acc ord = -977 -9.22E+08

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 26
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 2.3.3.10 SezInt1\_Fase3\_t0\_cent

	id	n	A (mm <sup>2</sup> )	zG (mm)	Sy (mm <sup>3</sup> )	Jy (mm <sup>4</sup> )	JyG (mm <sup>4</sup> )
Cassoncino (area lorda)	0	<b>1</b>	847168	867	7.34E+08	3.25E+11	4.89E+11
Armatura di prec. corrente 76 trefoli	1	<b>0</b>	0	375	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 66 trefoli	2	<b>0</b>	0	414	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 58 trefoli	3	<b>4.22</b>	34022	464	1.58E+07	6.54E+09	3.07E+10
Soletta trave di bordo	4	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave centrale	5	<b>0.924</b>	577500	1925	1.11E+09	3.01E+09	2.24E+11
Armatura lenta corrente (sezione centrale)	6	<b>4.22</b>	16240	1925	3.13E+07	4.74E+07	6.25E+09
Armatura lenta aggiuntiva inferiore	7	<b>0</b>	0	394	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione centrale)	8	<b>4.22</b>	56013	1925	1.08E+08	1.64E+08	2.16E+10
Cavità del cassoncino	9	<b>0</b>	0	1117	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione di bordo)	10	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione di bordo)	11	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			<b>1530943</b>	<b>1307</b>	<b>2.00E+09</b>		<b>7.72E+11</b>

S sol = 250 mm  
H tr = 1800 mm  
Ao = 1.53E+06 mm<sup>2</sup>  
Jyo = 7.72E+11 mm<sup>4</sup>  
Z (mm) W (mm<sup>3</sup>)  
csup sol = 743 1.04E+09  
csup tr = 493 1.56E+09  
cinf tr = -1307 -5.90E+08  
sp G = -843 -9.15E+08  
sup acc pre = 443 1.74E+09  
inf acc pre = -1257 -6.14E+08  
sup acc ord = 671 1.15E+09  
inf acc ord = -957 -8.06E+08

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 27
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 2.3.3.11 SezInt2\_Fase2\_too\_centra

	id	n	A (mm <sup>2</sup> )	zG (mm)	Sy (mm <sup>3</sup> )	Jy (mm <sup>4</sup> )	JyG (mm <sup>4</sup> )
Cassoncino (area lorda)	0	<b>1</b>	847168	867	7.34E+08	3.25E+11	4.48E+11
Armatura di prec. corrente 76 trefoli	1	<b>0</b>	0	375	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 66 trefoli	2	<b>13.56</b>	124399	414	5.15E+07	2.33E+10	1.10E+11
Armatura di prec. 58 trefoli	3	<b>0</b>	0	464	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave di bordo	4	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave centrale	5	<b>0.924</b>	577500	1925	1.11E+09	3.01E+09	2.68E+11
Armatura lenta corrente (sezione centrale)	6	<b>13.56</b>	52185	1925	1.00E+08	1.52E+08	2.41E+10
Armatura lenta aggiuntiva inferiore	7	<b>0</b>	0	394	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione centrale)	8	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cavità del cassoncino	9	<b>0</b>	0	1117	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione di bordo)	10	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione di bordo)	11	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			<b>1601252</b>	<b>1248</b>	<b>2.00E+09</b>		<b>8.50E+11</b>

S sol = 250 mm  
H tr = 1800 mm  
Ao = 1.60E+06 mm<sup>2</sup>  
Jyo = 8.50E+11 mm<sup>4</sup>  
Z (mm) W (mm<sup>3</sup>)  
csup sol = 802 1.06E+09  
csup tr = 552 1.54E+09  
cinf tr = -1248 -6.81E+08  
sp G = -834 -1.02E+09  
sup acc pre = 502 1.69E+09  
inf acc pre = -1198 -7.10E+08  
sup acc ord = 730 1.16E+09  
inf acc ord = -898 -9.47E+08

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 28
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

2.3.3.12 SezInt2\_Fase3\_t0\_cent

	id	n	A (mm <sup>2</sup> )	zG (mm)	Sy (mm <sup>3</sup> )	Jy (mm <sup>4</sup> )	JyG (mm <sup>4</sup> )
Cassoncino (area lorda)	0	<b>1</b>	847168	867	7.34E+08	3.25E+11	4.70E+11
Armatura di prec. corrente 76 trefoli	1	<b>0</b>	0	375	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 66 trefoli	2	<b>4.22</b>	38714	414	1.60E+07	7.25E+09	3.63E+10
Armatura di prec. 58 trefoli	3	<b>0</b>	0	464	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave di bordo	4	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave centrale	5	<b>0.924</b>	577500	1925	1.11E+09	3.01E+09	2.44E+11
Armatura lenta corrente (sezione centrale)	6	<b>4.22</b>	16240	1925	3.13E+07	4.74E+07	6.81E+09
Armatura lenta aggiuntiva inferiore	7	<b>0</b>	0	394	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione centrale)	8	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cavità del cassoncino	9	<b>0</b>	0	1117	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione di bordo)	10	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione di bordo)	11	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			<b>1479623</b>	<b>1280</b>	<b>1.89E+09</b>		<b>7.56E+11</b>

S sol = 250 mm  
H tr = 1800 mm  
Ao = 1.48E+06 mm<sup>2</sup>  
Jyo = 7.56E+11 mm<sup>4</sup>  
Z (mm) W (mm<sup>3</sup>)  
csup sol = 770 9.82E+08  
csup tr = 520 1.45E+09  
cinf tr = -1280 -5.91E+08  
sp G = -866 -8.74E+08  
sup acc pre = 470 1.61E+09  
inf acc pre = -1230 -6.15E+08  
sup acc ord = 698 1.08E+09  
inf acc ord = -930 -8.14E+08

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 29
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 2.3.3.13 Mezz\_Fase2\_too\_bordo

	id	n	A (mm <sup>2</sup> )	zG (mm)	Sy (mm <sup>3</sup> )	Jy (mm <sup>4</sup> )	JyG (mm <sup>4</sup> )
Cassoncino (area lorda)	0	<b>1</b>	847168	867	7.34E+08	3.25E+11	4.97E+11
Armatura di prec. corrente 76 trefoli	1	<b>13.56</b>	143248	375	5.37E+07	2.47E+10	1.52E+11
Armatura di prec. 66 trefoli	2	<b>0</b>	0	414	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 58 trefoli	3	<b>0</b>	0	464	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave di bordo	4	<b>0.924</b>	778470	1925	1.50E+09	4.05E+09	2.92E+11
Soletta trave centrale	5	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione centrale)	6	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva inferiore	7	<b>0</b>	0	394	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione centrale)	8	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cavità del cassoncino	9	<b>0</b>	0	1117	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione di bordo)	10	<b>13.56</b>	70345	1925	1.35E+08	1.99E+08	2.62E+10
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione di bordo)	11	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			<b>1839231</b>	<b>1317</b>	<b>2.42E+09</b>		<b>9.67E+11</b>

S sol = 250 mm  
H tr = 1800 mm  
Ao = 1.84E+06 mm<sup>2</sup>  
Jyo = 9.67E+11 mm<sup>4</sup>  
Z (mm) W (mm<sup>3</sup>)  
csup sol = 733 1.32E+09  
csup tr = 483 2.00E+09  
cinf tr = -1317 -7.34E+08  
sp G = -942 -1.03E+09  
sup acc pre = 433 2.23E+09  
inf acc pre = -1267 -7.63E+08  
sup acc ord = 661 1.46E+09  
inf acc ord = -967 -1.00E+09

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 30
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 2.3.3.14 Mezz\_Fase3\_t0\_bordo

	id	n	A (mm <sup>2</sup> )	zG (mm)	Sy (mm <sup>3</sup> )	Jy (mm <sup>4</sup> )	JyG (mm <sup>4</sup> )
Cassoncino (area lorda)	0	<b>1</b>	847168	867	7.34E+08	3.25E+11	5.27E+11
Armatura di prec. corrente 76 trefoli	1	<b>4.22</b>	44580	375	1.67E+07	7.69E+09	5.04E+10
Armatura di prec. 66 trefoli	2	<b>0</b>	0	414	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 58 trefoli	3	<b>0</b>	0	464	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave di bordo	4	<b>0.924</b>	778470	1925	1.50E+09	4.05E+09	2.58E+11
Soletta trave centrale	5	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione centrale)	6	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva inferiore	7	<b>0</b>	0	394	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione centrale)	8	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cavità del cassoncino	9	<b>0</b>	0	1117	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione di bordo)	10	<b>4.22</b>	21892	1925	4.21E+07	6.20E+07	7.19E+09
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione di bordo)	11	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			<b>1692110</b>	<b>1354</b>	<b>2.29E+09</b>		<b>8.42E+11</b>

S sol = 250 mm  
H tr = 1800 mm  
Ao = 1.69E+06 mm<sup>2</sup>  
Jyo = 8.42E+11 mm<sup>4</sup>  
Z (mm) W (mm<sup>3</sup>)  
csup sol = 696 1.21E+09  
csup tr = 446 1.89E+09  
cinf tr = -1354 -6.22E+08  
sp G = -979 -8.60E+08  
sup acc pre = 396 2.13E+09  
inf acc pre = -1304 -6.46E+08  
sup acc ord = 624 1.35E+09  
inf acc ord = -1004 -8.38E+08

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 31
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 2.3.3.15 SezInt1\_Fase2\_too\_bordo

	id	n	A (mm <sup>2</sup> )	zG (mm)	Sy (mm <sup>3</sup> )	Jy (mm <sup>4</sup> )	JyG (mm <sup>4</sup> )
Cassoncino (area lorda)	0	<b>1</b>	847168	867	7.34E+08	3.25E+11	5.75E+11
Armatura di prec. corrente 76 trefoli	1	<b>0</b>	0	375	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 66 trefoli	2	<b>0</b>	0	414	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 58 trefoli	3	<b>13.56</b>	109321	464	5.07E+07	2.10E+10	1.19E+11
Soletta trave di bordo	4	<b>0.924</b>	778470	1925	1.50E+09	4.05E+09	2.11E+11
Soletta trave centrale	5	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione centrale)	6	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva inferiore	7	<b>0</b>	0	394	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione centrale)	8	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cavità del cassoncino	9	<b>0</b>	0	1117	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione di bordo)	10	<b>13.56</b>	70345	1925	1.35E+08	1.99E+08	1.89E+10
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione di bordo)	11	<b>13.56</b>	242620	1925	4.67E+08	6.88E+08	6.52E+10
			<b>2047924</b>	<b>1409</b>	<b>2.89E+09</b>		<b>9.89E+11</b>

S sol = 250 mm  
H tr = 1800 mm  
Ao = 2.05E+06 mm<sup>2</sup>  
Jyo = 9.89E+11 mm<sup>4</sup>  
Z (mm) W (mm<sup>3</sup>)  
csup sol = 641 1.54E+09  
csup tr = 391 2.53E+09  
cinf tr = -1409 -7.02E+08  
sp G = -945 -1.05E+09  
sup acc pre = 341 2.90E+09  
inf acc pre = -1359 -7.27E+08  
sup acc ord = 569 1.74E+09  
inf acc ord = -1059 -9.33E+08

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 32
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

2.3.3.16 SezInt1\_Fase3\_t0\_bordo

	id	n	A (mm <sup>2</sup> )	zG (mm)	Sy (mm <sup>3</sup> )	Jy (mm <sup>4</sup> )	JyG (mm <sup>4</sup> )
Cassoncino (area lorda)	0	<b>1</b>	847168	867	7.34E+08	3.25E+11	5.54E+11
Armatura di prec. corrente 76 trefoli	1	<b>0</b>	0	375	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 66 trefoli	2	<b>0</b>	0	414	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 58 trefoli	3	<b>4.22</b>	34022	464	1.58E+07	6.54E+09	3.55E+10
Soletta trave di bordo	4	<b>0.924</b>	778470	1925	1.50E+09	4.05E+09	2.30E+11
Soletta trave centrale	5	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione centrale)	6	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva inferiore	7	<b>0</b>	0	394	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione centrale)	8	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cavità del cassoncino	9	<b>0</b>	0	1117	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione di bordo)	10	<b>4.22</b>	21892	1925	4.21E+07	6.20E+07	6.41E+09
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione di bordo)	11	<b>4.22</b>	75506	1925	1.45E+08	2.14E+08	2.21E+10
			<b>1757057</b>	<b>1386</b>	<b>2.44E+09</b>		<b>8.48E+11</b>

S sol = 250 mm  
H tr = 1800 mm  
Ao = 1.76E+06 mm<sup>2</sup>  
Jyo = 8.48E+11 mm<sup>4</sup>  
Z (mm) W (mm<sup>3</sup>)  
csup sol = 664 1.28E+09  
csup tr = 414 2.05E+09  
cinf tr = -1386 -6.12E+08  
sp G = -923 -9.19E+08  
sup acc pre = 364 2.33E+09  
inf acc pre = -1336 -6.35E+08  
sup acc ord = 592 1.43E+09  
inf acc ord = -1036 -8.18E+08

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 33
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 2.3.3.17 SezInt2\_Fase2\_too\_bordo

	id	n	A (mm <sup>2</sup> )	zG (mm)	Sy (mm <sup>3</sup> )	Jy (mm <sup>4</sup> )	JyG (mm <sup>4</sup> )
Cassoncino (area lorda)	0	<b>1</b>	847168	867	7.34E+08	3.25E+11	5.07E+11
Armatura di prec. corrente 76 trefoli	1	<b>0</b>	0	375	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 66 trefoli	2	<b>13.56</b>	124399	414	5.15E+07	2.33E+10	1.28E+11
Armatura di prec. 58 trefoli	3	<b>0</b>	0	464	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave di bordo	4	<b>0.924</b>	778470	1925	1.50E+09	4.05E+09	2.80E+11
Soletta trave centrale	5	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione centrale)	6	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva inferiore	7	<b>0</b>	0	394	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione centrale)	8	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cavità del cassoncino	9	<b>0</b>	0	1117	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione di bordo)	10	<b>13.56</b>	70345	1925	1.35E+08	1.99E+08	2.52E+10
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione di bordo)	11	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			<b>1820383</b>	<b>1329</b>	<b>2.42E+09</b>		<b>9.40E+11</b>

S sol = 250 mm  
H tr = 1800 mm  
Ao = 1.82E+06 mm<sup>2</sup>  
Jyo = 9.40E+11 mm<sup>4</sup>  
Z (mm) W (mm<sup>3</sup>)  
csup sol = 721 1.30E+09  
csup tr = 471 2.00E+09  
cinf tr = -1329 -7.07E+08  
sp G = -916 -1.03E+09  
sup acc pre = 421 2.23E+09  
inf acc pre = -1279 -7.35E+08  
sup acc ord = 649 1.45E+09  
inf acc ord = -979 -9.60E+08

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 34
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 2.3.3.18 SezInt2\_Fase3\_t0\_bordo

	id	n	A (mm <sup>2</sup> )	zG (mm)	Sy (mm <sup>3</sup> )	Jy (mm <sup>4</sup> )	JyG (mm <sup>4</sup> )
Cassoncino (area lorda)	0	<b>1</b>	847168	867	7.34E+08	3.25E+11	5.30E+11
Armatura di prec. corrente 76 trefoli	1	<b>0</b>	0	375	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura di prec. 66 trefoli	2	<b>4.22</b>	38714	414	1.60E+07	7.25E+09	4.18E+10
Armatura di prec. 58 trefoli	3	<b>0</b>	0	464	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Soletta trave di bordo	4	<b>0.924</b>	778470	1925	1.50E+09	4.05E+09	2.54E+11
Soletta trave centrale	5	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione centrale)	6	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva inferiore	7	<b>0</b>	0	394	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione centrale)	8	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cavità del cassoncino	9	<b>0</b>	0	1117	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Armatura lenta corrente (sezione di bordo)	10	<b>4.22</b>	21892	1925	4.21E+07	6.20E+07	7.09E+09
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione di bordo)	11	<b>0</b>	0	1925	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			<b>1686244</b>	<b>1359</b>	<b>2.29E+09</b>		<b>8.33E+11</b>

S sol = 250 mm  
H tr = 1800 mm  
Ao = 1.69E+06 mm<sup>2</sup>  
Jyo = 8.33E+11 mm<sup>4</sup>  
Z (mm) W (mm<sup>3</sup>)  
csup sol = 691 1.20E+09  
csup tr = 441 1.89E+09  
cinf tr = -1359 -6.13E+08  
sp G = -945 -8.82E+08  
sup acc pre = 391 2.13E+09  
inf acc pre = -1309 -6.37E+08  
sup acc ord = 619 1.34E+09  
inf acc ord = -1009 -8.26E+08

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 35
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 3. Descrizione del modello numerico

Sono stati elaborati più modelli agli elementi finiti per tener conto delle reali fasi costruttive. In particolare i modelli elaborati sono descritti nel seguito.

- **FASE 1 – Travi in c.a.p su appoggi provvisori**

Il modello di calcolo è un graticcio formato dalle travi principali vincolate agli appoggi provvisori, posti a bordo trave.

Le azioni applicate sono il peso proprio dei cassoncini, ed il peso proprio della soletta, non reagente, compreso il peso dei riempimenti in testata ed i traversi, anch'essi non reagenti.

- **FASE 2 - Maturazione della soletta, applicazione dei sovraccarichi permanenti, rimozione vincoli**

Si considera la struttura completa formata dalle travi composite con soletta collaborante.

Il modello di calcolo è un graticcio formato dalle travi longitudinali aventi sezioni omogeneizzate con rigidezza delle armature lente e precomprese valutata a tempo "infinito", e traversi schematizzati con la loro geometria reale. I vincoli provvisori sono rimossi previa applicazione di forze verticali uguali e contrarie; i vincoli definitivi sono attivati nella loro posizione reale.

Le azioni applicate sono tutte quelle della fase 1, per una valutazione degli effetti su schema iperstatico, delle deformazioni impresse indotte dalla precompressione ed al ritiro differenziale della soletta al fine di valutare gli effetti del secondo ordine, ed i carichi permanenti.

- **FASE 3 - Applicazione dei carichi istantanei (mobili ed accidentali in genere)**

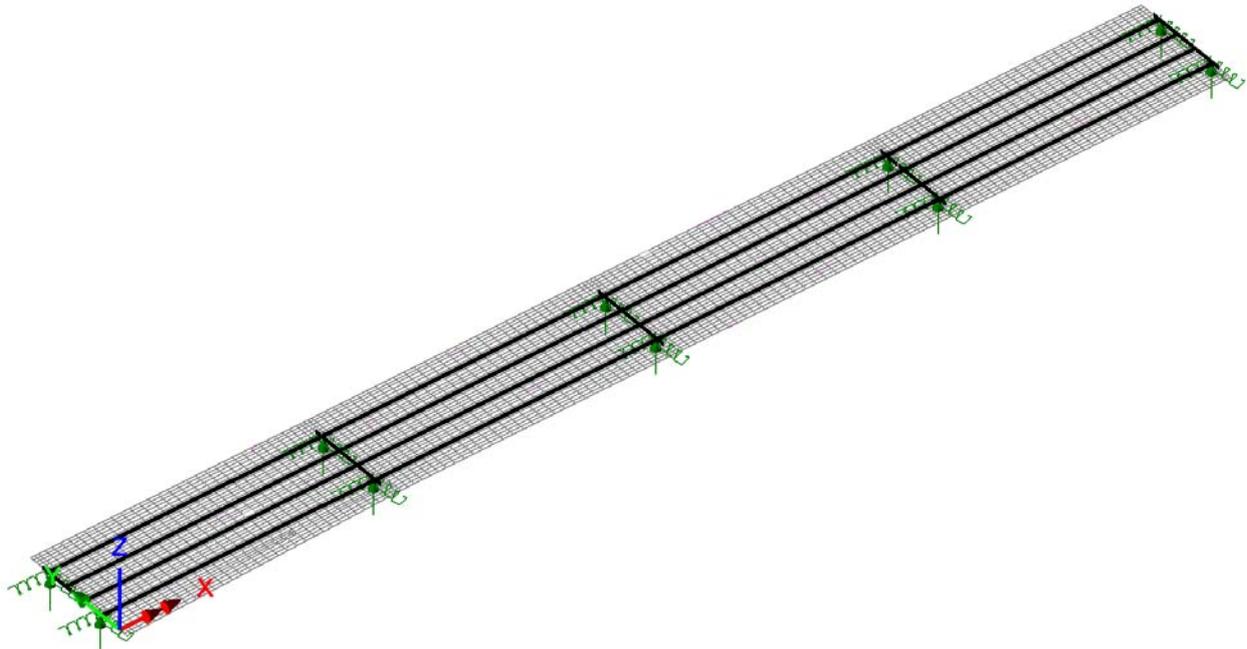
I modelli di calcolo per la valutazione degli effetti indotti dal traffico, dalle variazioni termiche, dal vento e dal sisma, sono gli stessi descritti per la fase 2a, ma con sezioni omogeneizzate "a tempo infinito".

I carichi applicati sono quelli termici, da traffico compreso il carico folla sul marciapiede, il vento ed il frenamento.

La struttura è stata modellata in tridimensionale nelle ipotesi classiche di comportamento a graticcio, con quattro file di elementi trave tipo BMS3 a sei gradi di libertà per nodo, che corrono lungo lo sviluppo longitudinale delle travate. Anche i traversi, presenti solo in asse alle spalle ed alle pile, sono modellati con travi tipo BMS3. Per cogliere la distribuzione trasversale dei carichi la soletta è stata modellata con elementi shell tipo QTS4, aventi però solo rigidezza trasversale senza interferire con la rigidezza delle travate principali. Alla soletta è stata conferita una maggiore rigidezza, fittizia, nella parte posta fra le anime dei cassoncini, al fine di simulare la rigidezza torsionale della parte di impalcato posta fra le due nervature.

I vincoli esterni, costituiti da due molle orizzontali di eguale rigidezza  $k_y=k_x=3030$  kN/m, ed una molla verticale  $k_z=\infty$  kN/m, sono applicati ai nodi del graticcio in asse alle spalle ed alle pile.

Di seguito si riporta una vista assonometrica del modello tridimensionale della struttura.



*Mesh 3D del modello globale, in nero le travi ed i traversi*

#### 4. Analisi dei carichi

Di seguito si riporta la descrizione dei vari contributi di carico presi in esame ai fini dell'analisi globale dell'impalcato.

Le sollecitazioni per le verifiche sezionali sono state dedotte dall'analisi globale.

##### 4.1 Carichi agenti in fase 1

###### 4.1.1 Pesì propri acciaio ( $G_{k1}'$ )

Il peso delle travi principali è stato applicato come carico per unità di lunghezza. L'entità di tale carico è determinata come segue:

$\gamma =$	25000 N/m <sup>3</sup>	peso specifico c.a.
$A =$	0.847 m <sup>2</sup>	sezione corrente
$w =$	21179 N/m	peso per unità di lunghezza di una trave
$A =$	1.41 m <sup>2</sup>	area cavità da riempire
$w =$	35250 N/m	peso per unità di lunghezza delle cavità piene

###### 4.1.2 Peso proprio soletta ( $G_{k1}''$ )

Il peso della soletta di impalcato nei modelli numerici è calcolato automaticamente a partire dal suo spessore di 0.25 m e dal peso specifico del calcestruzzo  $\gamma=25000$  N/m<sup>3</sup>. L'entità del carico, espressa per unità di lunghezza di impalcato è:

$L_{tot} =$	12.48 m	larghezza totale impalcato
$s =$	0.25 m	spessore incluso predalles
$\gamma =$	25000 N/m <sup>3</sup>	peso specifico c.a.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 37
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

$w = 78000$  N/m peso per unità di lunghezza di impalcato

#### 4.1.3 Peso proprio traversi ( $G_{k1}$ )

I traversi hanno una base di larghezza variabile, mediamente pari ad 1.7m, ed una altezza di 2.1m, al netto della soletta e compresa una piastra prefabbricata di base di spessore 0.3m.

Nei modelli il peso è stato calcolato automaticamente a partire dalla effettiva area in pinata e dalla loro altezza, per un carico complessivo di:

$h = 2.1$  m altezza traverso, incluso fondello prefabbricato, esclusa la soletta  
 $\gamma = 25000$  N/m<sup>3</sup> peso specifico c.a.  
 $w = 52500$  N/m<sup>2</sup> peso per unità di superficie

#### 4.1.4 Precompressione ( $P_k$ )

La precompressione è imposta mediante cavi pretesi, con una tensione di tesatura iniziale pari a  $\sigma_{pm0} = 14000$  N/mm<sup>2</sup>.

Delle perdite di precompressione per viscosità e ritiro e rilassamento, se ne tiene conto approfonditamente in sede di verifiche sezionali allo stato limite di servizio. Per il calcolo degli effetti iperstatici della precompressione e per le verifiche sezionali a stato limite ultimo se ne tiene conto assumendo una perdita forfettaria del 13%.

Nel seguito sono riportati i calcoli delle deformazioni e curvature impresse per precompressione a partire dalle quali sono stati calcolati gli effetti iperstatici della precompressione nel modello globale.

$\sigma_{pm,0} = 1400$  N/mm<sup>2</sup> tensione di precompressione a  $t=0$

Perdite = 13 % perdite forfettarie per rilassamento e ritiro

$\sigma_{pm,\infty} = 1218$  N/mm<sup>2</sup> tensione di precompressione a  $t=\infty$

$\varepsilon_{pm,\infty} = -0.0064$  deformazione impressa di precompressione

	centrale, 76 tref.	bordo, 76 tref.	
Sezione =			
$y_G =$	1235	1317	baricentro della sezione composita a $t=\infty$
$y_{G,Ap} =$	375	375	baricentro dell'armatura di precompressione a $t=\infty$
$e = y_G - y_{G,Ap} =$	0.860	0.942	eccentricità dei cavi a $t=\infty$

$P_{,00} = 1.287E+07$  1.287E+07 N Precompressione a  $t=\infty$

$M_{p,00} = 1.107E+07$  1.212E+07 Nm Momento di precompressione a  $t=\infty$

$A_{,00} = 1.62E+06$  1.84E+06 mm<sup>2</sup> Area della sezione omogeneizzata a  $t=\infty$

$J_{,00} = 8.74E+11$  9.67E+11 mm<sup>4</sup> Momento di inerzia della sezione omogeneizzata a  $t=\infty$

$E_{cap,00} = 13052$  13052 N/mm<sup>2</sup> Modulo elastico del cap a  $t=\infty$

$\alpha = 1.000E-05$  1.000E-05 Coefficiente di dilatazione termica

$\varepsilon_{00} = 6.085E-04$  5.360E-04 Deformazione impressa equivalente =  $P/(E_{cls} A_{00})$

$\mu_{00} = 9.702E-07$  9.603E-07 Curvatura impressa equivalente =  $P^*e/(E_{cls} J_{00})$

$\Delta T = 60.8$  53.6 ° Variazione termica uniforme equivalente (°) =  $\varepsilon_{pm}/\alpha_{term}$

Grad = 97.0 96.0 °/m Gradiente termico equivalente =  $mi/\alpha_{term} * 1000$

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 38
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

	centrale,66	bordo, 66	
Sezione =	tref.	tref.	
$y_G =$	<b>1248</b>	<b>1329</b> mm	baricentro della sezione composita a t=00
$y_{G,Ap} =$	<b>414</b>	<b>414</b> mm	baricentro dell'armatura di precompressione a t=00
$e = y_G - y_{GAp} =$	0.834	0.915 m	eccentricità dei cavi a t=00
$P_{,00} =$	1.117E+07	1.117E+07 N	Precompressione a t=00
$M_{p,00} =$	9.319E+06	1.022E+07 Nm	Momento di precompressione a t=00
$A_{,00} =$	<b>1.60E+06</b>	<b>1.82E+06</b> mm <sup>2</sup>	Area della sezione omogeneizzata a t=00
$J_{,00} =$	<b>8.50E+11</b>	<b>9.40E+11</b> mm <sup>4</sup>	Momento di inerzia della sezione omogeneizzata a t=00
$E_{cap,00} =$	<b>13052</b>	<b>13052</b> N/mm <sup>2</sup>	Modulo elastico del cap a t=00
$\alpha =$	<b>1.000E-05</b>	<b>1.000E-05</b>	Coefficiente di dilatazione termica
$\varepsilon_{00} =$	5.346E-04	4.703E-04	Deformazione impressa equivalente = $P/(E_{cls} A_{00})$
$\mu_{00} =$	8.398E-07	8.336E-07	Curvatura impressa equivalente = $P^*e/(E_{cls} J_{00})$
$\Delta T =$	53.5	47.0 °	Variazione termica uniforme equivalente (°) = $\text{eps}/\alpha_{term}$
Grad =	84.0	83.4 °/m	Gradiente termico equivalente = $mi/\alpha_{term} * 1000$
	centrale,58	bordo,58	
Sezione =	tref.	tref.	
$y_G =$	<b>1327</b>	<b>1327</b> mm	baricentro della sezione composita a t=00
$y_{G,Ap} =$	<b>464</b>	<b>464</b> mm	baricentro dell'armatura di precompressione a t=00
$e = y_G - y_{GAp} =$	0.863	0.863 m	eccentricità dei cavi a t=00
$P_{,00} =$	9.820E+06	9.820E+06 N	Precompressione a t=00
$M_{p,00} =$	8.474E+06	8.474E+06 Nm	Momento di precompressione a t=00
$A_{,00} =$	<b>1.77E+06</b>	<b>2.05E+06</b> mm <sup>2</sup>	Area della sezione omogeneizzata a t=00
$J_{,00} =$	<b>9.01E+11</b>	<b>9.89E+11</b> mm <sup>4</sup>	Momento di inerzia della sezione omogeneizzata a t=00
$E_{cap,00} =$	<b>13053</b>	<b>13053</b> N/mm <sup>2</sup>	Modulo elastico del cap a t=00
$\alpha =$	<b>1.000E-05</b>	<b>1.000E-05</b>	Coefficiente di dilatazione termica
$\varepsilon_{00} =$	4.259E-04	3.673E-04	Deformazione impressa equivalente = $P/(E_{cls} A_{00})$
$\mu_{00} =$	7.209E-07	6.566E-07	Curvatura impressa equivalente = $P^*e/(E_{cls} J_{00})$
$\Delta T =$	42.6	36.7 °	Variazione termica uniforme equivalente (°) = $\text{eps}/\alpha_{term}$
Grad =	72.1	65.7 °/m	Gradiente termico equivalente = $mi/\alpha_{term} * 1000$

## 4.2 Carichi agenti in fase 2

### 4.2.1 Sovraccarichi permanenti ( $G_{k2}$ )

- Cordoli, di dimensioni 75 cm e 123 cm, e' pari a :

$\gamma =$	25000 N/m <sup>3</sup>	peso specifico c.a.
$s =$	0.170 m	spessore cordoli oltre soletta
$w =$	4250 N/m <sup>2</sup>	peso per unità di superficie

- Pavimentazione, su una larghezza di 11.25 = 3000 N/m<sup>2</sup>
- Guardavia, su ambo i lati = 1000 N/m
- Rete, solo lato marciapiede = 500 N/m

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 39
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

#### 4.2.2 Ritiro differenziale trave-soletta ( $G_{sh,k}$ )

Poiché la soletta viene gettata in opera su travi che hanno già sviluppato liberamente deformazioni omogenee di ritiro, si tiene conto solo dello scorrimento relativo trave soletta, calcolato come:

$$\varepsilon_{sh} = \varepsilon_{sh \text{ travi}}(60, \infty) - \varepsilon_{sh \text{ soletta}}(2, \infty) = 1.9e-4$$

Vengono valutati separatamente gli effetti primari del ritiro e gli effetti secondari (dovuti all'iperstaticità della struttura). Gli effetti primari vengono valutati con la formula:

$$N_r = \varepsilon_{sh} * E_s / n_{f2b} * b_{eff} * t_{cls}$$

$$M_r = N_r * e$$

In particolare con "e" si è indicata l'eccentricità fra il baricentro della soletta ed il baricentro della sezione composta omogeneizzata in fase 2. In sede di verifica tensionale, nella soletta, alle tensioni indotte da  $N_r$  ed  $M_r$ , si aggiunge lo stato di coazione locale di trazione  $\sigma_{sh} = \varepsilon_{sh} * E_s / n_{f2b}$

Gli effetti del ritiro primario nelle verifiche vengono ignorati nelle zone fessurate; gli effetti secondari vengono presi in conto dalla modellazione globale effettuata con LUSAS in termini di deformazioni e curvature impresse.

Seguono i calcoli delle grandezze suddette.

	Sez. centrale	di bordo	
$\varepsilon_s(\infty, t_0) =$	<b>1.90E-04</b>	<b>1.90E-04</b>	Ritiro differenziale solette - travi prefabbricate
$A_{cs} =$	<b>625000</b>	<b>842500</b>	mm <sup>2</sup> Area della soletta
$E_{cms} =$	<b>12058</b>	<b>12058</b>	N/mm <sup>2</sup> Modulo elastico della soletta a lungo termine
$y_G =$	<b>1235</b>	<b>1317</b>	mm baricentro della sezione composta a t=∞
$H_{travi} + S_{sol/2} =$	<b>1925</b>	<b>1925</b>	mm baricentro soletta
$x_{n-n} =$	690	608	mm Distanza baricentro soletta - baricentro sezione omogeneizzata a t=∞
$A_{,oo} =$	<b>1.62E+06</b>	<b>1.84E+06</b>	mm <sup>2</sup> Area della sezione omogeneizzata a t=∞
$J_{,oo} =$	<b>8.74E+11</b>	<b>9.67E+11</b>	mm <sup>4</sup> Momento di inerzia della sezione omogeneizzata a t=∞
$E_{cap \text{ oo}} =$	<b>13052</b>	<b>13052</b>	N/mm <sup>2</sup> Modulo elastico del cap a t=∞
$N_S = \varepsilon_s(\infty, t_0) A_{cs} E_{cms} =$	1.432E+06	1.930E+06	N Sforzo normale indotto dal ritiro
$M_S = N_S x_{n-n} =$	9.880E+08	1.174E+09	Nmm Momento indotto dal ritiro
$\alpha =$	1.000E-05	1.000E-05	Coefficiente di dilatazione termica
$\varepsilon_{oo} =$	6.772E-05	8.041E-05	Deformazione impressa equivalente = $N_S / (E_{cms} A_o)$
$\mu_{oo} =$	8.663E-08	9.299E-08	Curvatura impressa equivalente = $M_S / (E_{cms} J_o)$
$\Delta T =$	6.8	8.0	° Variazione termica uniforme equivalente (°) = $\text{eps} / \alpha_{term}$
Grad =	8.7	9.3	°/m Gradiente termico equivalente = $m_i / \alpha_{term} * 1000$

#### 4.2.3 Cedimenti vincolari

Il calcolo dei cedimenti vincolari è convenzionalmente fatto considerando un possibile spostamento verticale pari al 0.2‰ della lunghezza media in base alle luci adiacenti l'appoggio. Il calcolo è riportato nella tabella seguente:

	Lsx(m)	Ldx(m)	Lm(m)	$\delta v(m)$
Spalle	30		30	0.00600
Pila 1, 3	30	31	30.5	0.00610
Pila 2	31	31	31	0.00620

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 40
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 4.3 Carichi agenti in fase 3

#### 4.3.1 Variazioni termiche ( $QT_k$ )

I criteri per la determinazione degli effetti della temperatura sono contenuti in NTC-08, cap. 3.5 (rif. Eurocodici EN 1991-1-5). Dal momento che NTC-08 non riporta prescrizioni specifiche per il calcolo degli effetti della temperatura (in particolare i gradienti termici) per i ponti si farà riferimento ai criteri contenuti negli Eurocodici.

##### 4.3.1.1 Variazioni termiche uniformi $\Delta t_N$

Per l'Italia, il "range" di temperatura dell'aria è definito dai seguenti valori:

$$T_{\min} = -15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\max} = +45 \text{ }^\circ\text{C}$$

a cui corrispondono, per ponti di gruppo 3 (tipologia impalcato di calcestruzzo), i seguenti valori riferiti alla struttura:

$$T_{e_{\min}} = -6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{e_{\max}} = +46 \text{ }^\circ\text{C}$$

Fissando  $T_0$  a  $15.0 \text{ }^\circ\text{C}$ , dedotto dall'Annesso nazionale dell'Eurocodice, si ottiene l'escursione termica effettiva subita dall'impalcato:

$$\Delta T_{N_{\text{comp}}} = -21 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N_{\text{exp}}} = +31 \text{ }^\circ\text{C}$$

a cui corrisponde complessivamente un'escursione pari a:

$$\Delta T_N = 52.0 \text{ }^\circ\text{C}.$$

##### 4.3.1.2 Variazioni termiche lineari $\Delta t_M$

Per ponti di gruppo 3 (concrete box girder), i valori caratteristici delle variazioni lineari di temperatura (gradiente tra intradosso ed estradosso) risultano:

$$\Delta T_{M, \text{heat}} = 10.0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{M, \text{cool}} = -5.0 \text{ }^\circ\text{C}$$

Considerando il coefficiente riduttivo di  $\Delta t_{\text{pos}}$  concesso per tenere conto dello spessore del manto di asfaltatura ( $k_{\text{sur}} = 1$  per  $t = 100.0 \text{ mm}$ ), si ottengono i valori di progetto:

$$k_{\text{sur}} \Delta T_{M, \text{heat}} = 10.0 \text{ }^\circ\text{C}$$

estradosso più caldo dell'intradosso

$$k_{\text{sur}} \Delta T_{M, \text{cool}} = -5.0 \text{ }^\circ\text{C}$$

estradosso più freddo dell'intradosso

##### 4.3.1.3 Combinazione degli effetti uniformi e lineari

La combinazione degli effetti dovuti alla variazione termica uniforme e lineare verrà effettuata sfruttando la formula di combinazione proposta dalla normativa, che prevede due combinazioni principali in cui  $\Delta t_M$  e  $\Delta t_N$  sono amplificati mediante differenti coefficienti di combinazione:

$$C1: \quad \Delta t_M + 0.35 \Delta t_N$$

$$C2: \quad 0.75 \Delta t_M + \Delta t_N$$

#### 4.3.2 Carichi mobili ( $Q_k$ )

Si seguono le disposizioni contenute nel D.M. 2008, cap. 5.1.3.3.5, equivalenti a quelle contenute in EN 1991-2. Si fa riferimento a ponti di I categoria.

Nel caso in esame, la carreggiata, di larghezza utile pari a  $11.25 \text{ m}$ , è in grado di ospitare 3 corsie di carico di larghezza convenzionale pari a  $3.0 \text{ m}$ . La parte rimanente ("remaining area") risulta pari a  $2.25 \text{ m}$ .

Corsia di carico n.1 costituita da :

- ✓ Schema di carico n.1 : n. 4 carichi concentrati da  $150 \text{ kN}$  cadauno disposti ad interasse  $2.00 \text{ m}$  in direzione longitudinale al viadotto e  $1.2 \text{ m}$  in direzione trasversale

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 41
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

- ✓ Carico uniformemente ripartito di intensità 9.0 kN/m<sup>2</sup> su una larghezza di 3.00m

Corsia di carico n. 2 costituita da :

- ✓ - Schema di carico n.1 ridotto : n. 4 carichi concentrati da 100 kN cadauno disposti ad interasse 2.00m in direzione longitudinale al viadotto e 1.2 m in direzione trasversale
- ✓ - Carico uniformemente ripartito di intensità 2.5 kN/m<sup>2</sup> su una larghezza di 3.00m

Corsia di carico n. 3 costituita da :

- ✓ - Schema di carico n.1 ridotto : n. 4 carichi concentrati da 50 kN cadauno disposti ad interasse 2.00m in direzione longitudinale al viadotto e 1.2 m in direzione trasversale
- ✓ - Carico uniformemente ripartito di intensità 2.5 kN/m<sup>2</sup> su una larghezza di 3.00m

Corsia di carico n. 4 (Remaining area RA) costituita da :

- ✓ - Carico uniformemente ripartito di intensità 2.5 kN/m<sup>2</sup> su una larghezza residua di impalcato pari a  $(11.25-3.00*3)= 2.25$  m

A partire dai carichi descritti,

#### 4.3.2.1 Verifiche globali

Per le verifiche globali dell'impalcato si utilizza il modello globale FEM analizzato con i carichi già dettagliati, a partire dai quali mediante superfici di influenza, si sono individuate le disposizioni dei carichi che massimizzano momento flettente, taglio e torsione lungo la travata centrale e quella di bordo (ciglio interno curva), che avendo un cordolo più stretto, è quella più caricata. In particolare l'attenzione è stata focalizzata sulla mezzera delle prime tre campate e sulle parti di travi in asse alle pile 1 e 2..

#### 4.3.2.2 Verifiche locali

Per le verifiche locali della soletta d'impalcato si ricorre allo schema di carico globale oltre al "Modello di carico 2" (LM2), composto da un veicolo ad un solo asse, avente un peso complessivo pari a 400 kN. E' stato redatto inoltre un modello locale descritto nel paragrafo dedicato alle verifiche trasversali della soletta.

#### 4.3.3 Azioni di frenatura ( $Q_{1k}$ )

La forza di frenamento o di accelerazione è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n. 1 ed è uguale a:

$$180 \text{ kN} \leq Q_{1k} = 0.6*(2*Q_{1k}) + 0.1*q_{1k}*w_1*L = 856.8 < 900 \text{ kN}$$

Essendo in questo caso:

$w_1 = 3.00$  m la larghezza della corsia n. 1

$L = 184$  m la lunghezza totale delle corsie di carico

$Q_{1k} = 300$  kN

$q_{1k} = 9$  kN/m<sup>2</sup>

Nei modelli numerici la frenata è applicata come carico per unità di lunghezza lungo lo sviluppo longitudinale delle 4 travi:

$$q_{1k} = 856.8/(4*184) = 1164 \text{ N/m kN/m.}$$

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 42
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

#### 4.3.4 Azione del vento ( $F_{w,k}$ )

Ubicazione:

Zona: IV

$v_{b,0} = 28$  m/sec

$a_0 = 500$  m

$k_a = 0.02$

Pressione del vento :

$\rho = 1.25$  kg/m<sup>3</sup>

$q_b = \frac{1}{2} \rho v_{b,0}^2 = 490$  N/m<sup>2</sup>

Calcolo  $C_e$  :

Esposizione: D II

$k_r = 0.19$

$z_0 = 0.05$

$Z_{min} = 4$  m

$Z_{medio} = 10$  m

$C_t = 1.2$

$C_e(z) = k_r^2 \cdot C_t \cdot \ln(z/z_0) \cdot (7 + C_t \cdot \ln(z/z_0))$

$C_e = 3.07$

$C_p = 1$

$C_d = 1.2$

Pressione del vento :

$p = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d = 1803$  N/m<sup>2</sup>

Altezza della sagoma investita dal vento :

$h_{trave} = 1.8$

$h_{soletta} = 0.25$

$h_{pavim} = 0.1$

$h_{veicoli} = 3$

$h_{tot} = 5.15$

Momento torcente indotto sull'impalcato :

$M_{torc} = 6035$  Nm/m

$F_h = \pm 9284$  N/m totale

$i = 2.5$  m (interasse travi)

$F_v \text{ est} = 3 \cdot M_{torc} / (10 i) = 724.2$  N/m

$F_v \text{ int} = 1 \cdot M_{torc} / (10 i) = 241.4$  N/m

#### 4.3.5 Sisma

Per la valutazione della azioni sismiche si rimanda alle relazioni sulle sottostrutture.

Le azioni sismiche non sono dimensionanti per il calcolo degli elementi principali dell'impalcato.

### 5. Combinazioni di carico

Per l'impalcato in esame, si evidenzia preliminarmente che, tra le azioni variabili da traffico si considereranno solamente i carichi di gruppo 1.

Per le formulazioni generali delle combinazioni di carico nell'ambito dei vari S.L. si rimanda a NTC-08 cap. 2.5.3 (rif. Eurocodice EN 1990-annex.A2, cap. A2.3, A2.4).

#### S.L.U. - fondamentale

Con riferimento ai carichi significativi, la combinazione assume la seguente forma:

$$E_d = \gamma_{G1} G_{k1} + \gamma_{G2} G_{k2} + \gamma_{ep} G_{kep} + \gamma_{sett} G_{ksett} + \gamma_{sh} G_{sh} + \gamma_{q,1} (Q_{k,TS} + Q_{k,UDL}) + \gamma_{q,2} \psi_{0,2} Q_{k,T}$$

Per quanto riguarda i coefficienti moltiplicativi, si fa riferimento a quanto contenuto in NTC-08, cap. 5.1.3.12, tab. 5.1.V, ripreso da EN 1990, annex A.2, e relativo N.A.D.. Si segnala a tale proposito qualche leggera

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 43
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

discrepanza da quanto desumibile in origine da quest'ultimo riferimento normativo, discrepanza superata mediante una puntuale applicazione dei criteri contenuti nel N.A.D.. Per i coefficienti si considera quanto segue:

$\gamma_{G1}$	1.35 - 1	coefficiente moltiplicativo dei sovraccarichi permanenti strutturali
$\gamma_{G2}$	1.35 - 1	dal momento che sono di carattere compiutamente definito, i carichi permanenti portati verranno trattati alla stessa stregua dei carichi permanenti strutturali
$\gamma_{Gset}$	1.2 - 0	coefficiente moltiplicativo per i cedimenti vincolari
$\gamma_{sht}$	1.2 - 1.2	coefficiente moltiplicativo per le azioni dovute al ritiro, nell'analisi long term
$\gamma_{sht}$	0	coefficiente moltiplicativo per le azioni dovute al ritiro, nell'analisi short term
$\gamma_{Q1}$	1.35 - 0	coefficiente moltiplicativo per i carichi da traffico.
$\gamma_{Q2}$	1.2	coefficiente moltiplicativo per i carichi di origine termica.
$\gamma_{Qv}$	1.5	coefficiente moltiplicativo per i carichi dovuti al vento.

I coefficienti di combinazione dell'azione di temperatura e del vento, risultano (cfr. NTC-08, tab. 5.1.VI):

$$\psi_{0,3} = 0.6 \quad \psi_{0,2} = 0.6$$

Quanto evidenziato è relativo alla verifica allo S.L.U. della trave d'impalcato, per la quale risulta significativa la sola combinazione con carichi mobili dominanti.

### S.L.E. - fondamentale

Con riferimento ai carichi significativi, si ha la seguente combinazione dei valori caratteristici dei carichi (indice "k").

$$E_d = G_{k1} + G_{k2} + G_{kep} + G_{ksett.} + G_{sh} + (Q_{k,TS} + Q_{k,UDL}) + \psi_{0,2} Q_{k,T}$$

Il coefficiente di combinazione dell'azione di temperatura, risulta (cfr. NTC-08, tab. 5.1.VI):

$$\psi_{0,2} = 0.6 \quad \psi_{0,3} = 0.6$$

La combinazione S.L.E. fondamentale verrà impiegata ai fini delle seguenti verifiche:

- verifica allo S.L.E., limitazione delle tensioni

### S.L.E. - frequente

$$E_d = G_{k1} + G_{k2} + G_{kep} + G_{ksett.} + G_{sh} + (\psi_{1,1TS} Q_{k,TS} + \psi_{1,1UDL} Q_{k,UDL}) + \psi_{2,2} Q_{k,T}$$

I coefficienti di combinazione (NTC-08, tab. 5.1.VI, EN 1991-2, ) risultano:

$$\psi_{1,1} = 0.75 \text{ per i contributi TS}$$

$$\psi_{1,1} = 0.4 \text{ per i contributi UDL}$$

$$\psi_{2,2} = 0.5 \text{ per la temperatura}$$

$$\psi_{2,3} = 0.0 \text{ per il vento}$$

La combinazione S.L.E. frequente viene impiegata per:

- verifiche a fessurazione
- verifiche di deformabilità
- verifica "web breathing" per la struttura composta

Si evidenzia che tale relazione costituisce anche la combinazione "base" da prendere in esame per la valutazione della parte non ciclica delle verifiche a fatica (cfr. pp seguenti).

### S.L.E. - quasi permanente

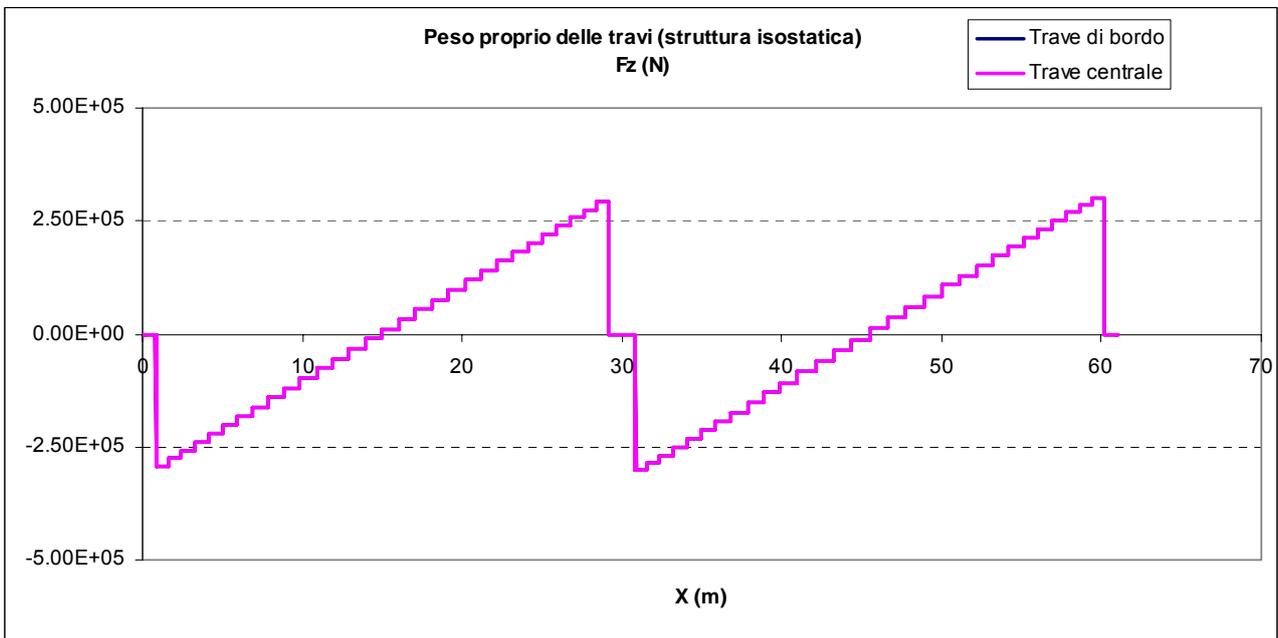
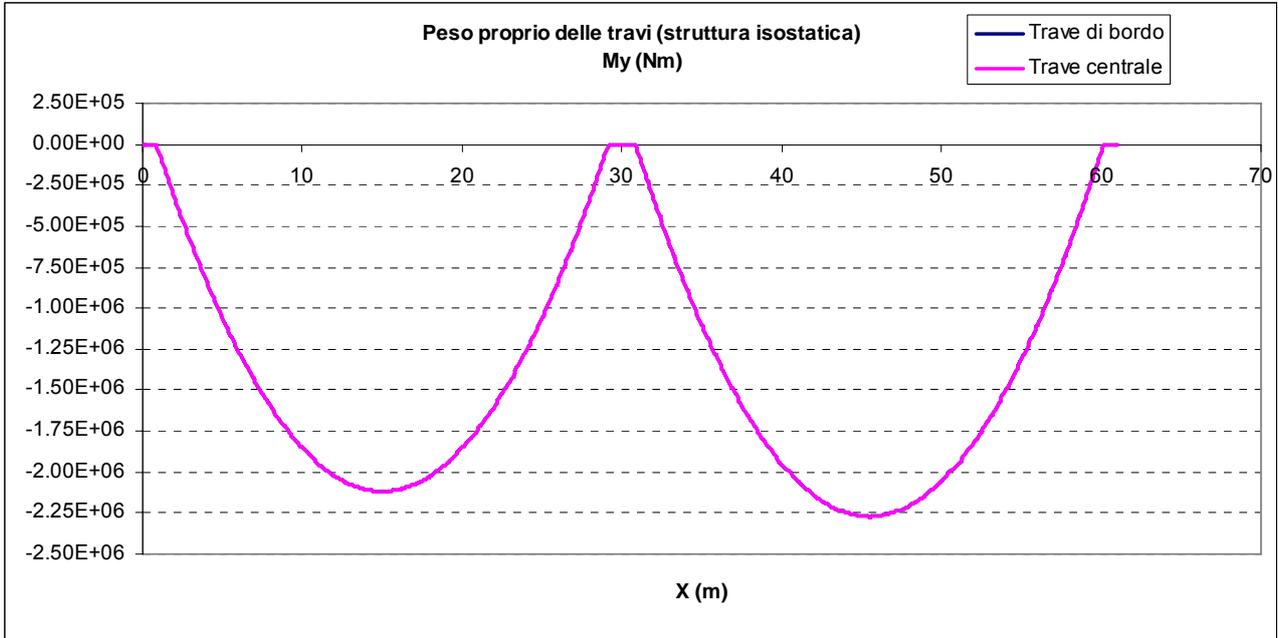
Risultano assenti i carichi mobili da traffico, i cui coefficienti quasi permanenti di combinazione sono nulli, mentre la temperatura viene associata al coefficiente di combinazione  $\psi_{2,2} = 0.5$ .

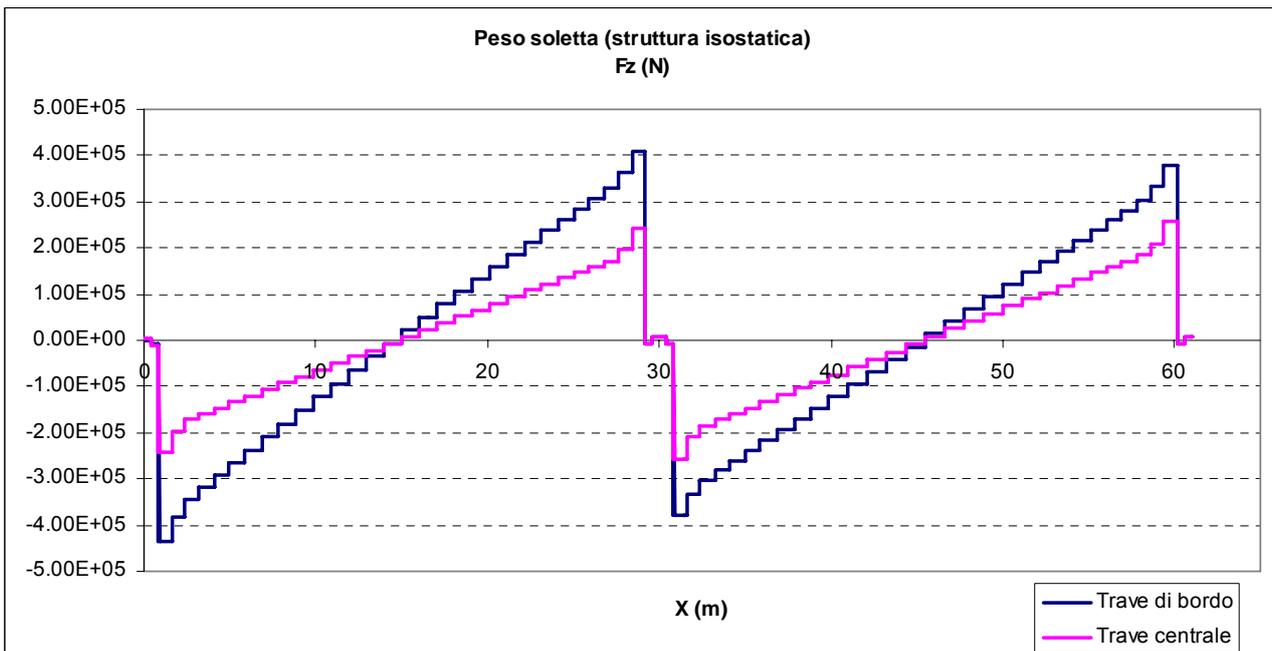
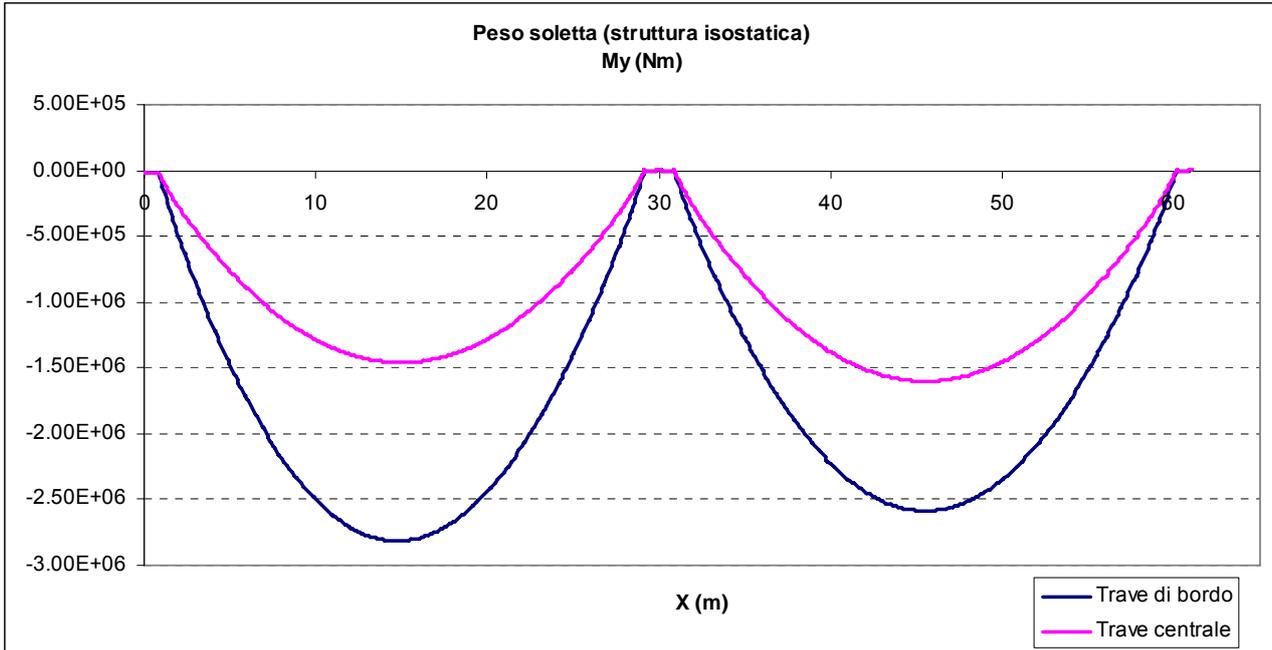
## 6. Analisi strutturale impalcato

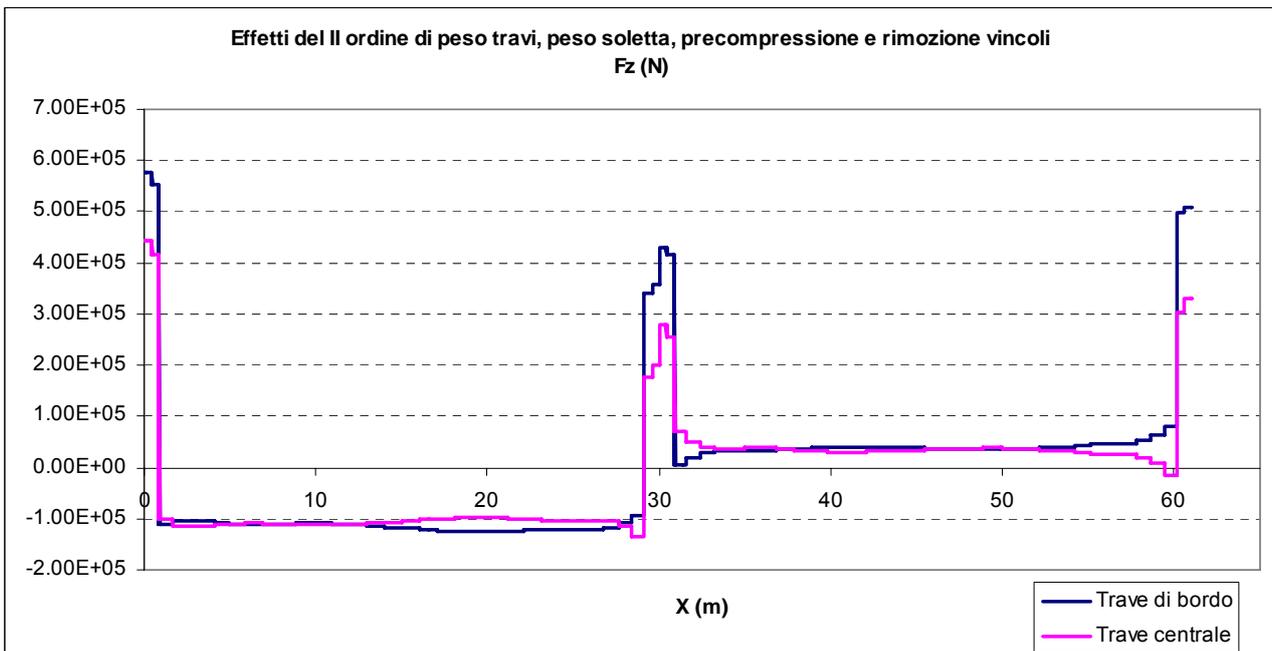
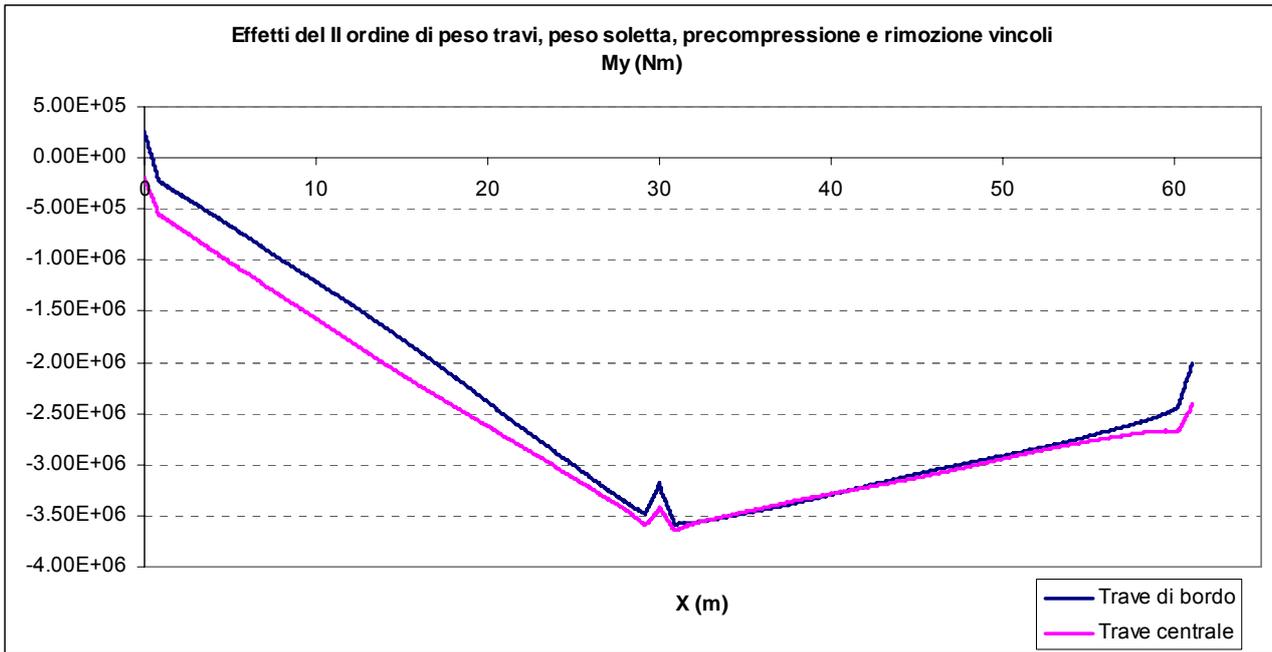
### 6.1 Sollecitazioni trave

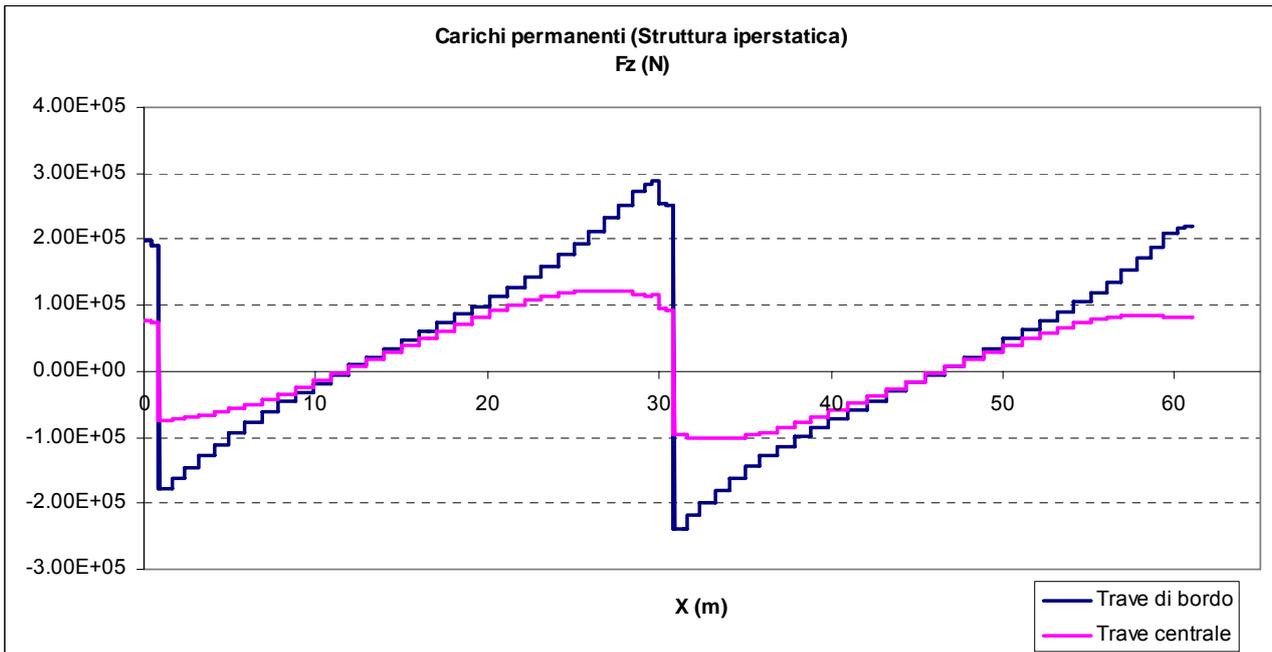
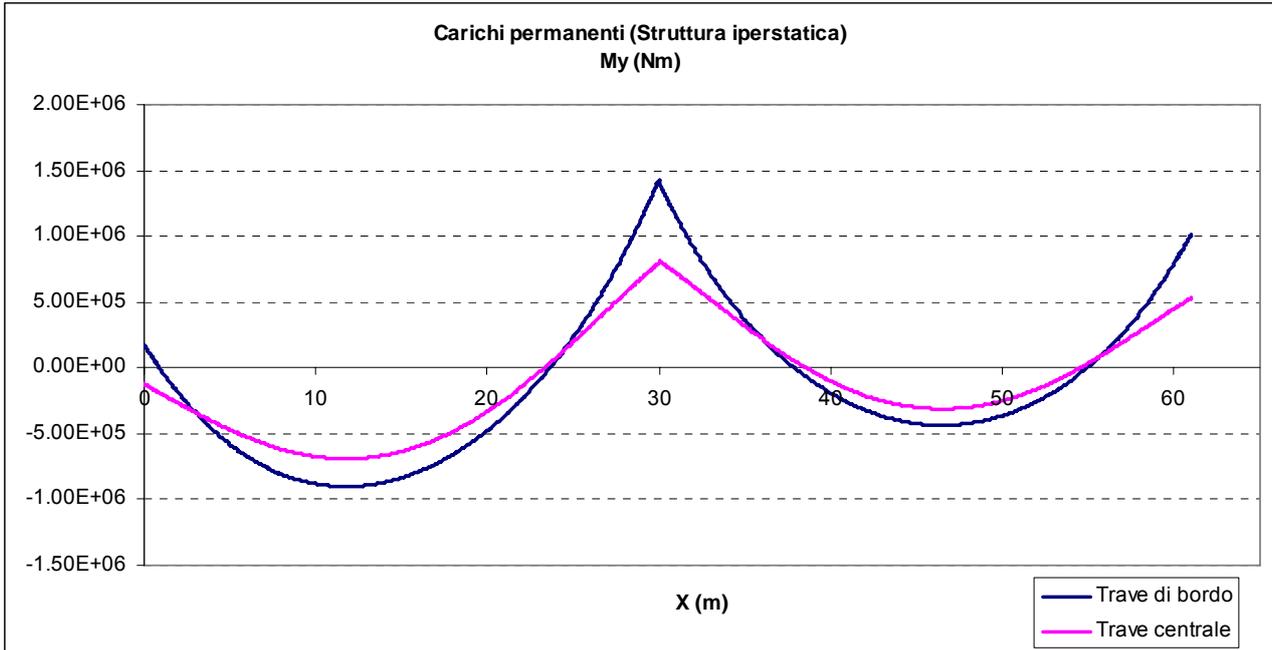
A valle dell'analisi strutturale, effettuate per le singole azioni caratteristiche, vengono eseguiti gli involucri e le combinazioni di carico pertinenti ai vari scopi, rispettivamente per max/min V e max/min M.

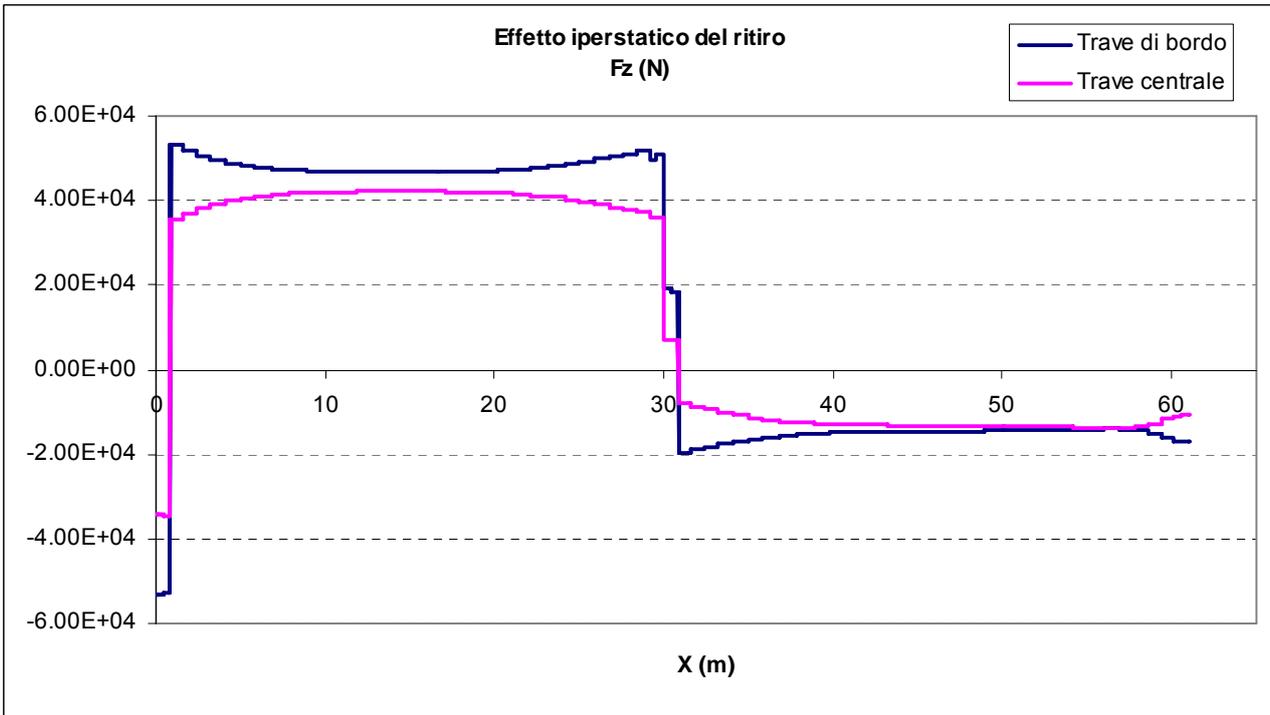
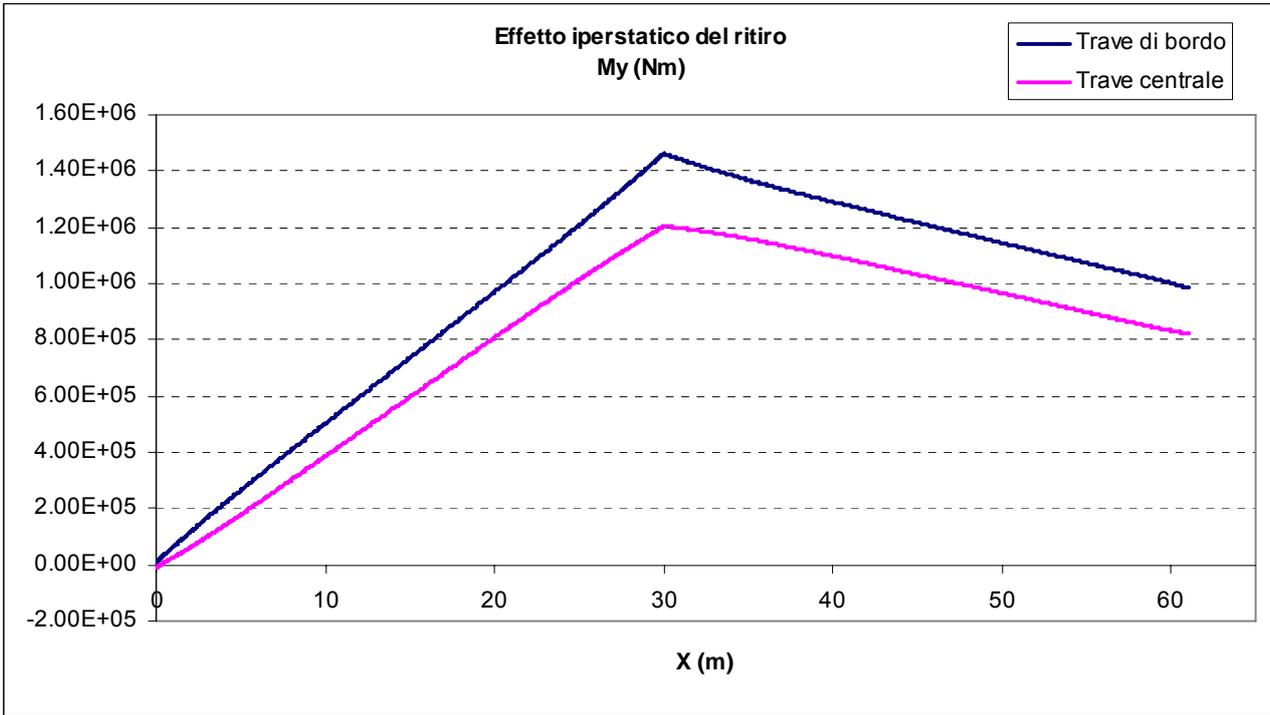
Nel seguito si riportano i diagrammi delle sollecitazioni delle prime tre campate della travata di bordo lato ciglio interno (SX) e della travata centrale adiacente, organizzati per condizioni di carico elementari e per inviluppi di progetto.

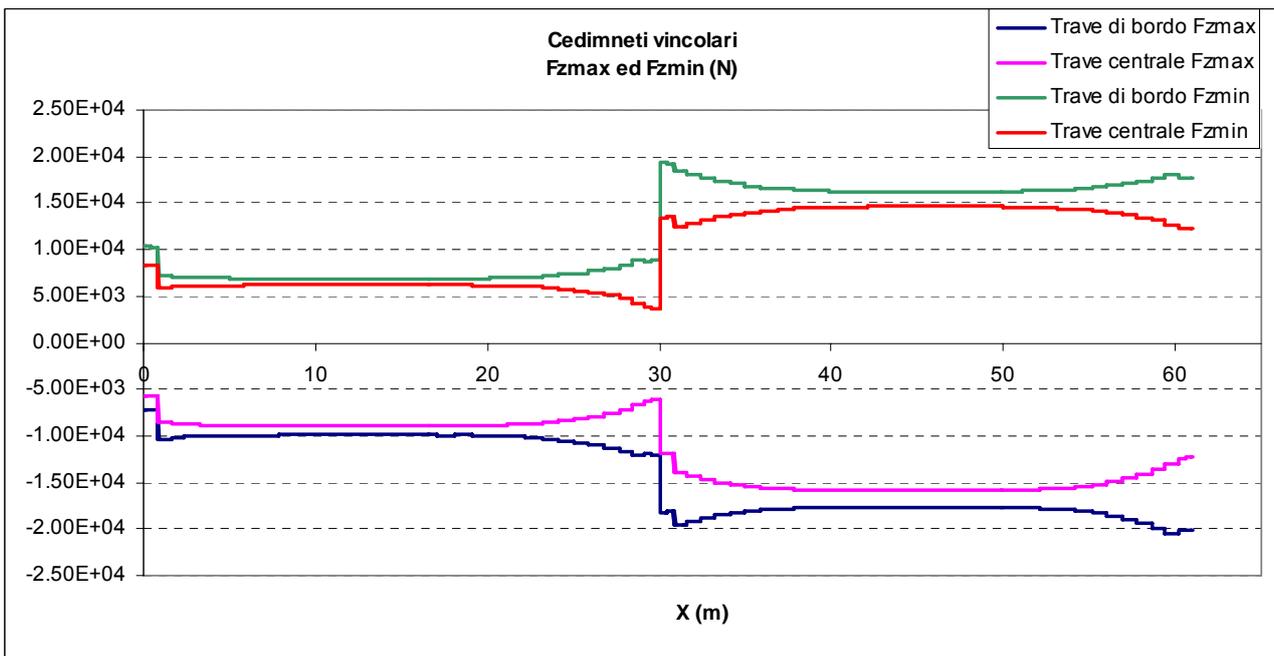
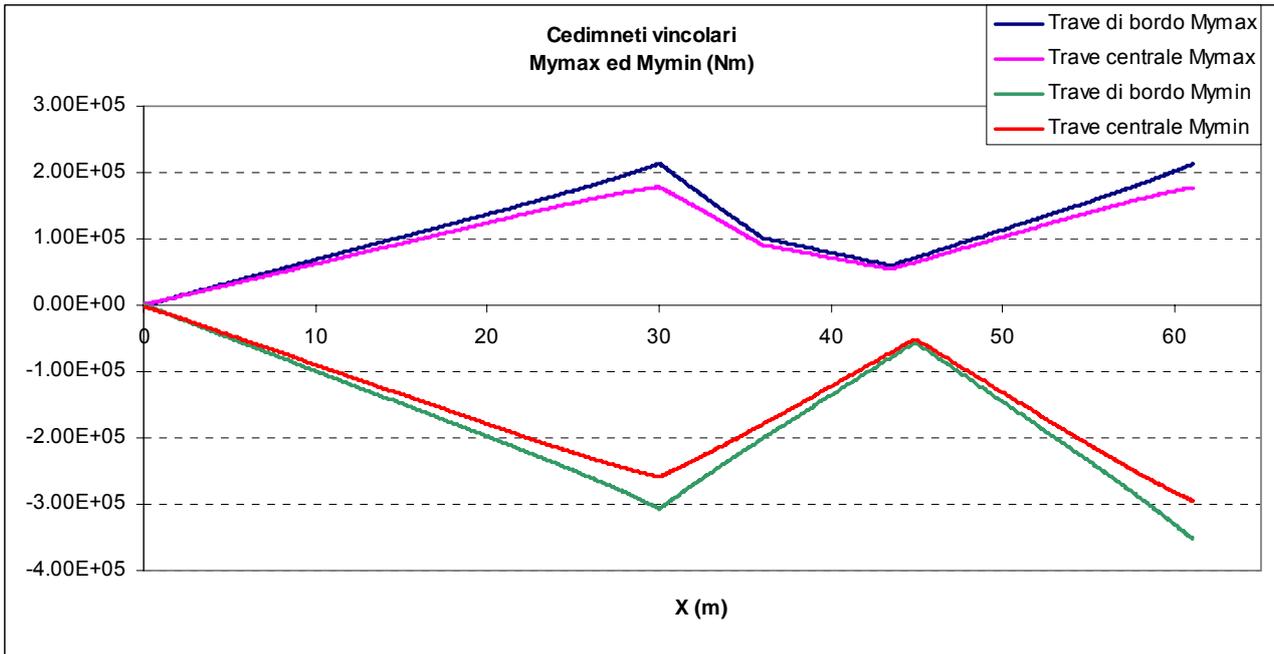


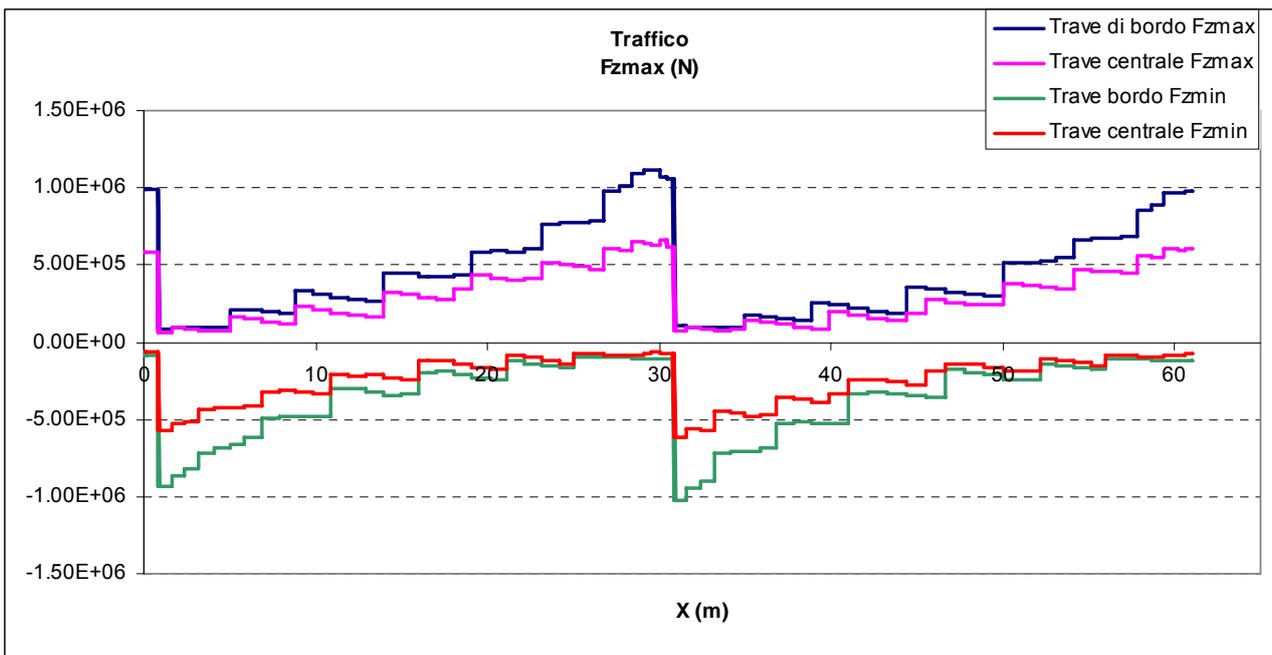
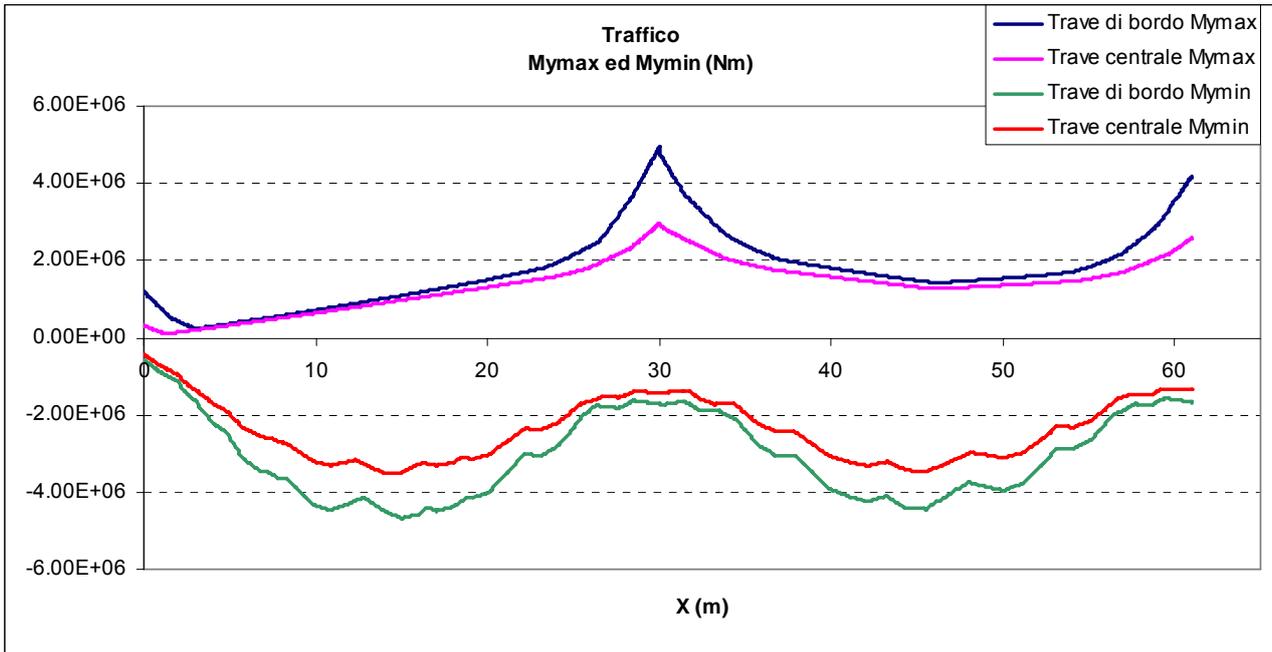


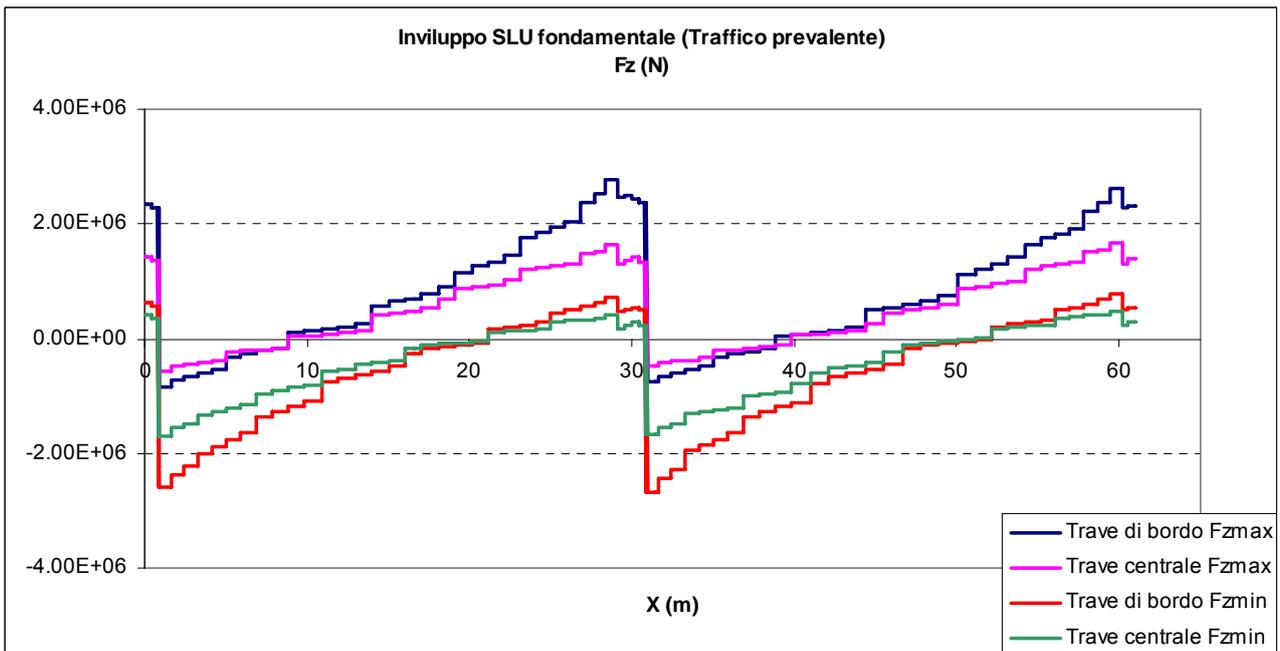
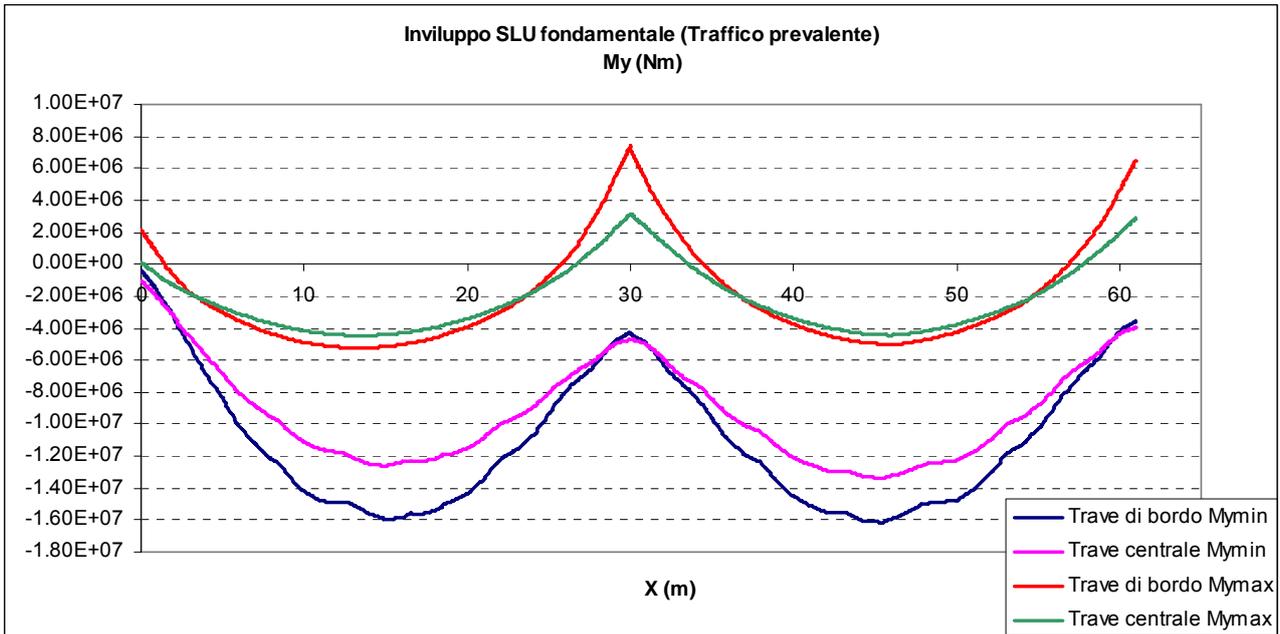


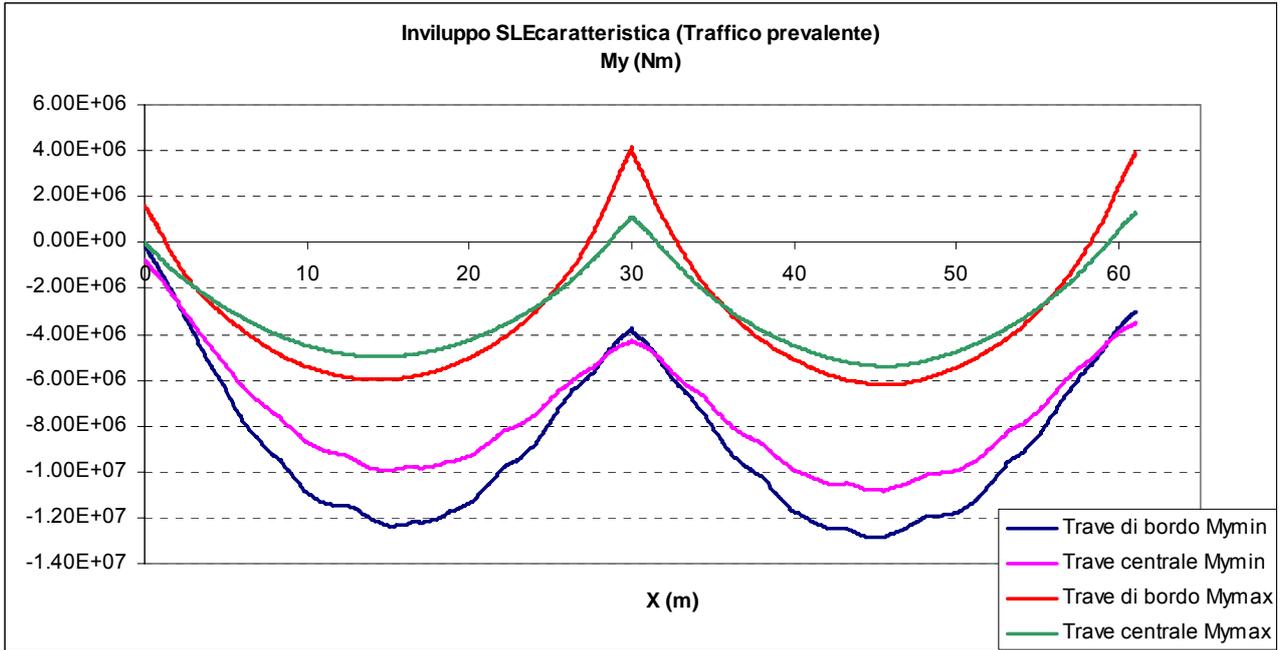




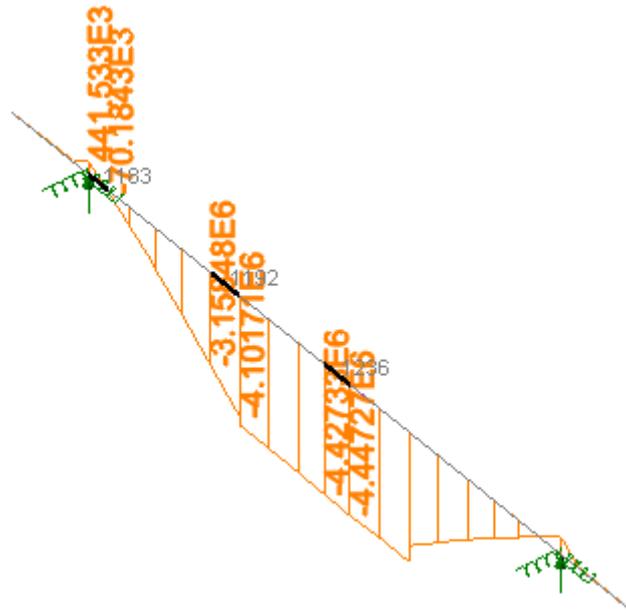




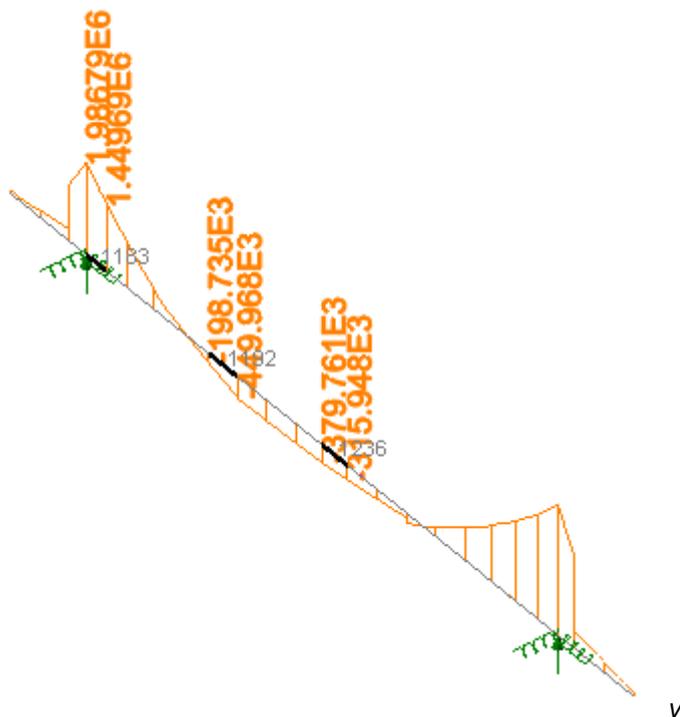




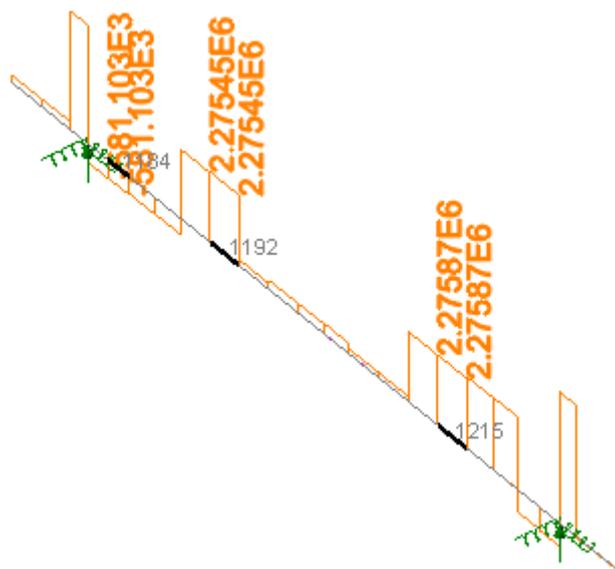
**6.2 Sollecitazioni nei traversi**



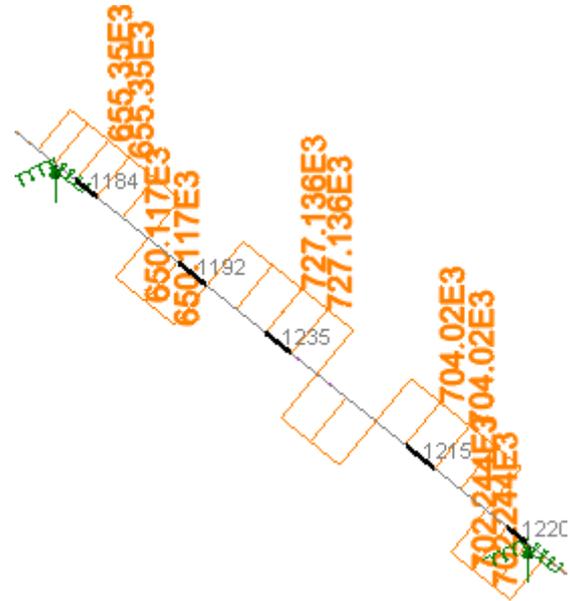
SLU fondamentale – Mymín



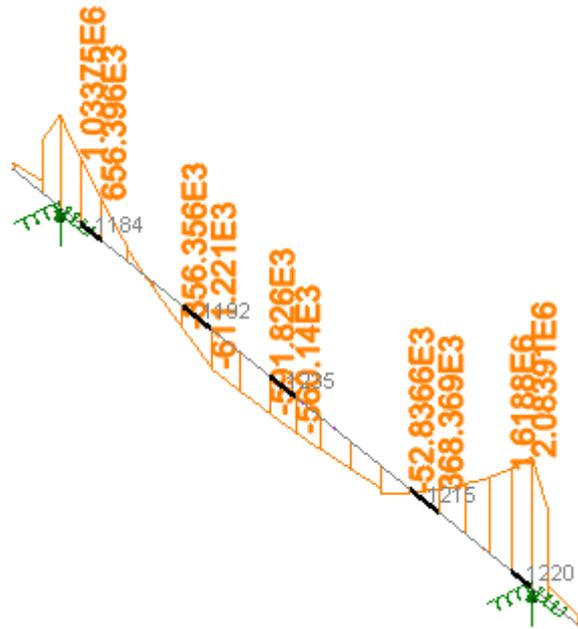
SLU fondamentale - Mymax



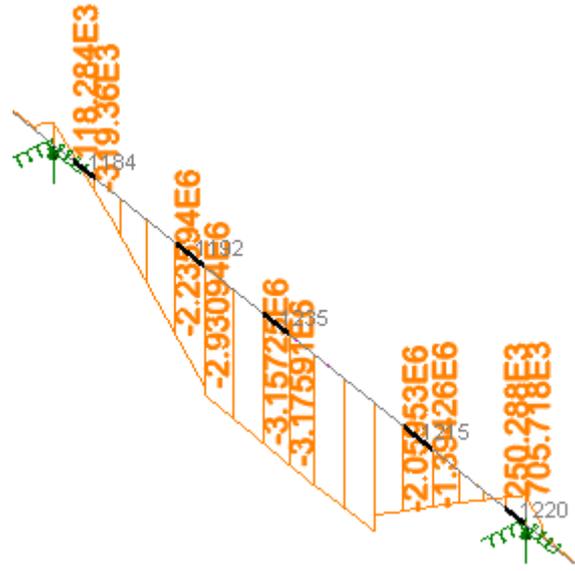
SLU fondamentale - Fzmax



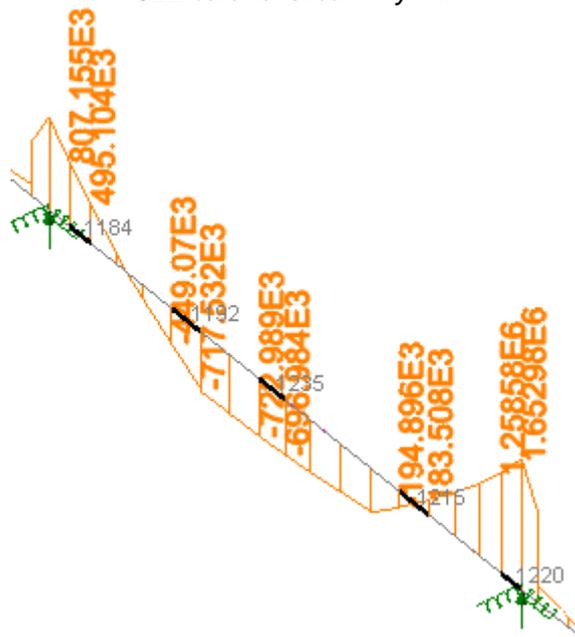
SLU fondamentale – Mx max



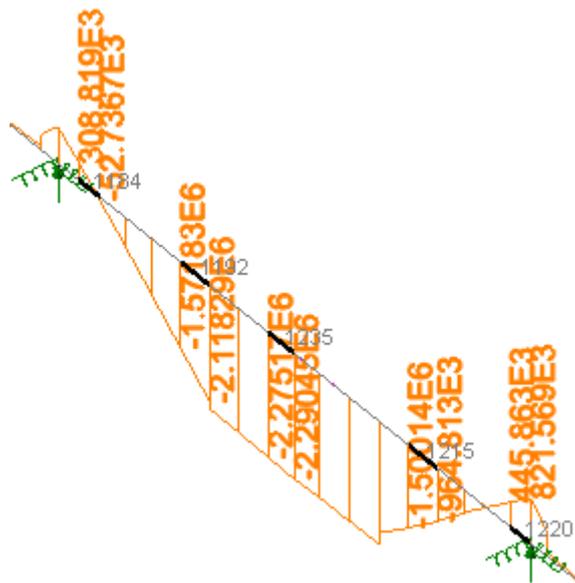
SLE caratteristica – My max



SLE caratteristica – My min



SLE frequente – My max



SLE frequente – My min

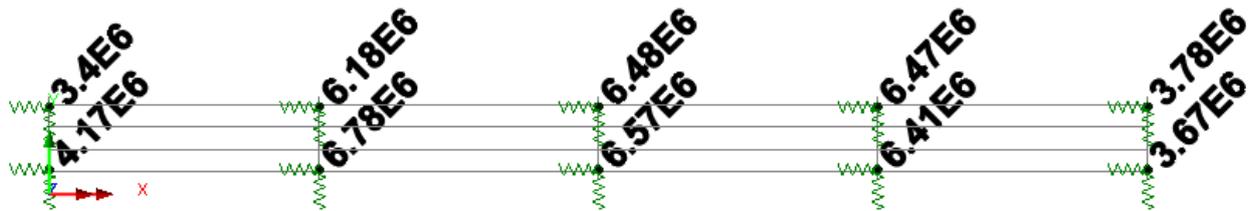
## 7. Reazioni vincolari

Tutti gli apparecchi di appoggio sono assimilabili a molle elastiche aventi le seguenti rigidezze:

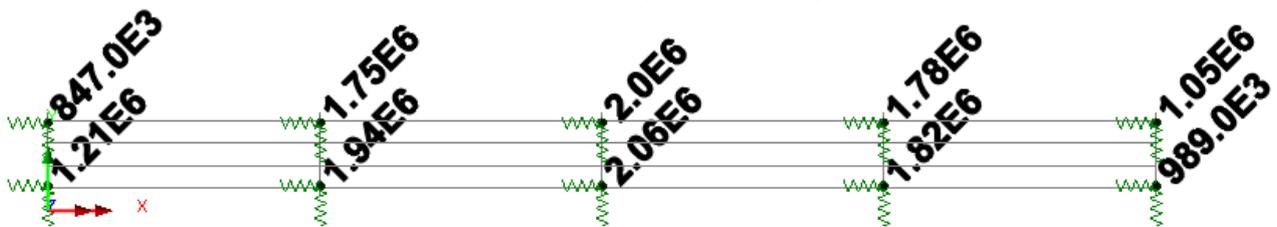
$k_H = 3030 \text{ kN/m}$  rigidezza orizzontale

$k_V \approx \infty$  rigidezza verticale

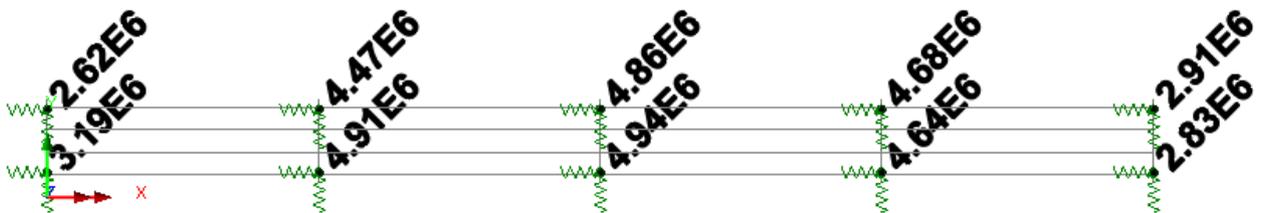
Si riportano i risultati maggiormente significativi per lo stato limite ultimo e per lo stato limite di esercizio (comb rara).



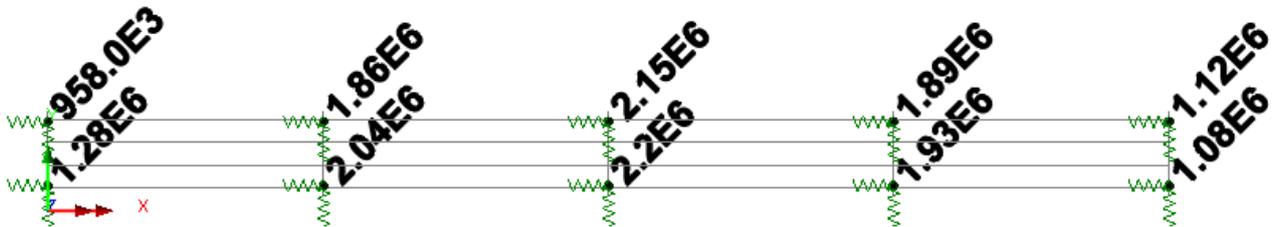
SLU fondamentale  
 Massime reazioni verticali (massima compressione)



SLU fondamentale  
 Minime reazioni verticali (minima compressione)



SLE caratteristica  
 Massime reazioni verticali (massima compressione)



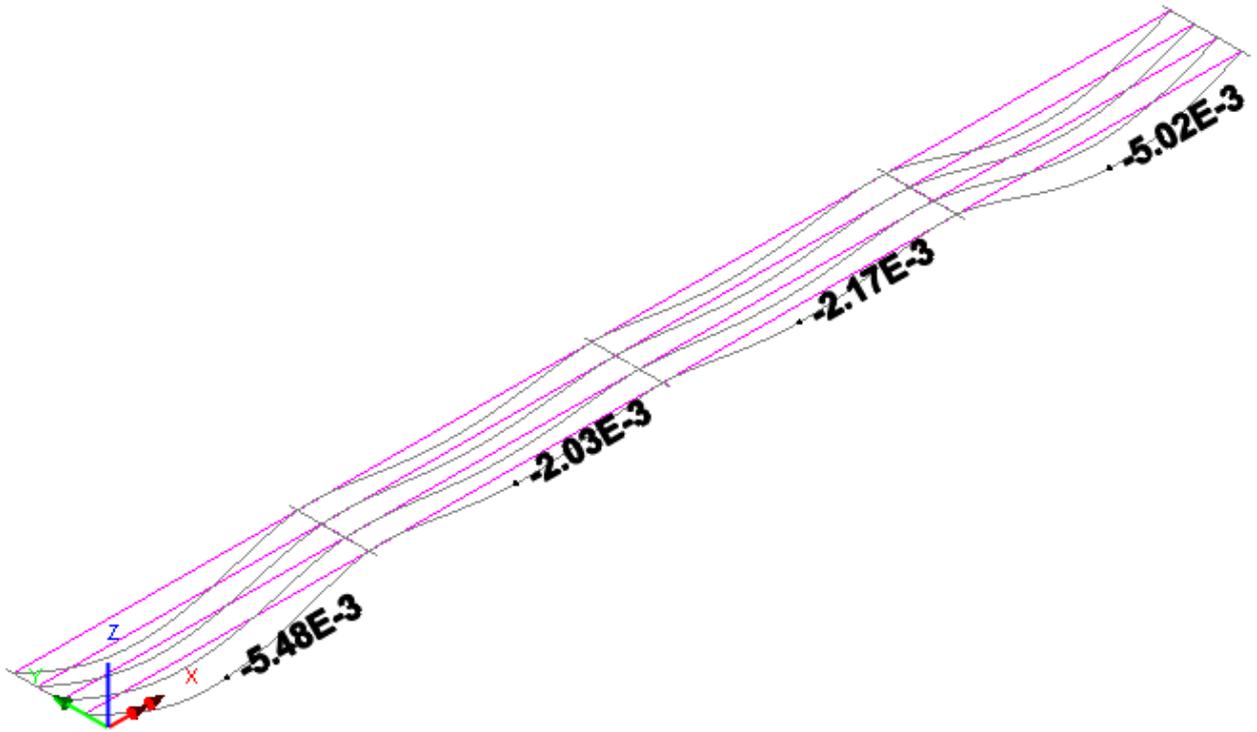
SLE caratteristica  
 Minime reazioni verticali (minima compressione)



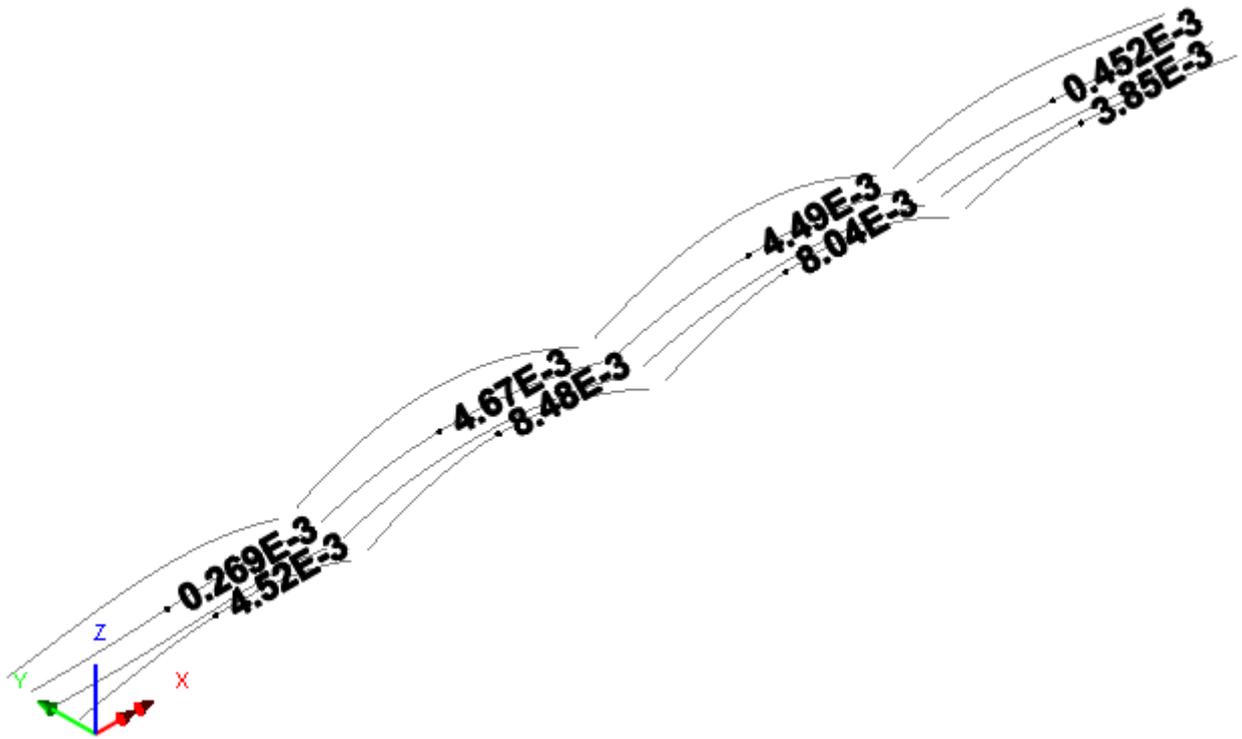
Reazioni vincolari agli appoggi provvisori, su pila 2 e 3. Valori caratteristici

### 8. Stato deformativo della struttura

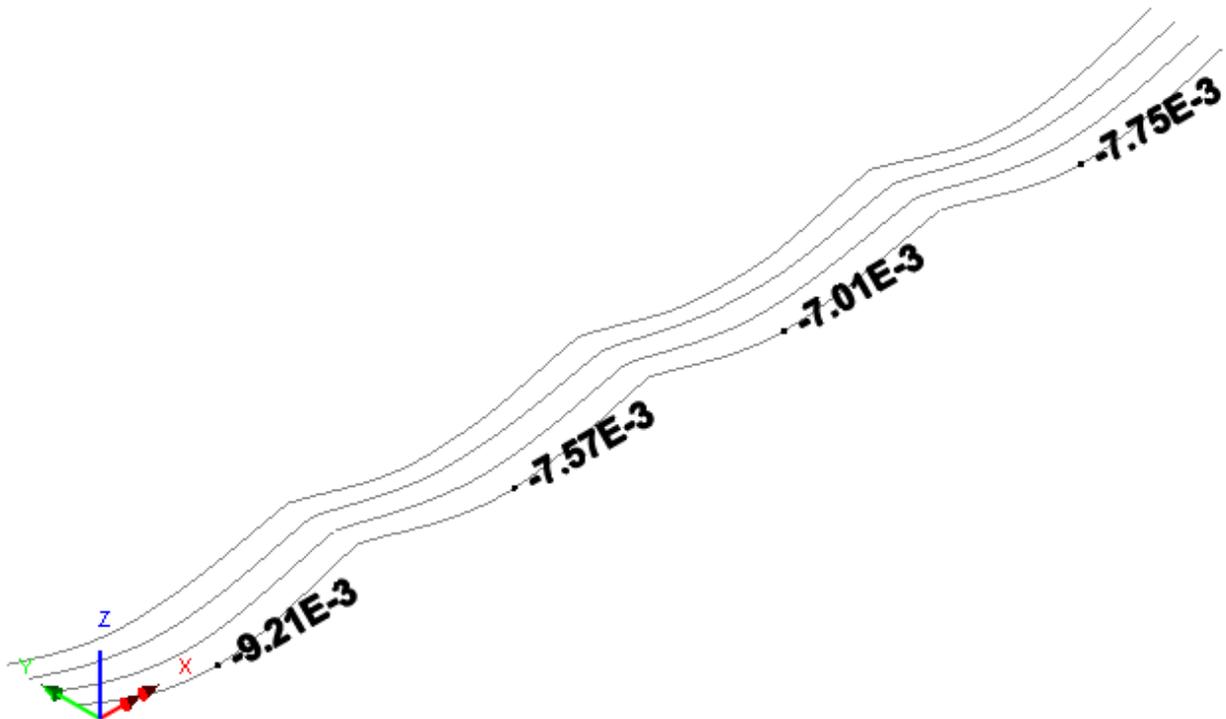
Si riportano gli spostamenti verticali della struttura iperstatica. In fase iniziale precompressione e peso dei cassoncini e della soletta sono in sostanziale equilibrio.



Carichi permanenti



*Effetti differiti di peso proprio travi, peso proprio soletta e precompressione*



*Azioni da traffico*

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 60
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

## 9. Verifiche travi

### 9.1 S.L.U. – Verifiche a pressoflessione

Nei paragrafi successivi si riportano le verifiche a pressoflessione delle sezioni significative della trave. Vengono riportate le sollecitazioni agenti e resistenti e lo stato deformativo nelle fibre estreme del calcestruzzo e dell'acciaio, oltre ai coefficienti di utilizzo che risultano tutti minori dell'unità.

#### 9.1.1 Verifica della sezione corrente in mezzeria (fibre tese inferiori)

Sezione : Cassoncino + Soletta 2500x250 mm  
Precompressione: sono attivi 76 trefoli  
Armatura corrente in soletta  $\phi 14/200$  sopra e sotto

Nome Sez.: SezCorrCava\_Prec76\_ArmCorr  
Posizione: Mezzeria della prima campata, trave di bordo

EI 1722  
ng 1 1722\_1

Sollecitazioni:

$M_{Ed\ min} = -1.61E+07$  Nm SLU fondamentale Mmin - Fibre tese all'intradosso  
 $M_{Ed\ max} = -5.00E+06$  Nm SLU fondamentale Mmax - Fibre tese all'intradosso

Verifica Mmin:

$M_{Rd} = -2.52E+07$  Nm Momento resistente  
 $z_n = 320$  mm posizione asse neutro dall'estradosso della soletta  
 $\epsilon_c = -3.47E-03$  deformazione ultima al lembo compresso  
 $\epsilon_s = 1.84E-02$  deformazione ultima nell'acciaio  
 $c_u = 0.640 < 1$  coefficiente di utilizzo

#### 9.1.2 Verifica ad X=9 m

Sezione : Cassoncino + Soletta 2500x250 mm  
Prec.: sono attivi 66 trefoli ( inizia a diffondersi la prec. a 76 trefoli)  
Armatura corrente in soletta  $\phi 14/200$  sopra e sotto

Nome Sez.: SezCorrCava\_Prec66\_ArmCorr  
Posizione: Sezione ad X= 9 m dalla testata, trave di bordo

EI 1508  
ng 11 1508\_11

Sollecitazioni:

$M_{Ed\ min} = -1.44E+07$  Nm SLU fondamentale Mmin - Fibre tese all'intradosso  
 $M_{Ed\ max} = -3.70E+06$  Nm SLU fondamentale Mmax - Fibre tese all'intradosso

Verifica Mmin:

$M_{Rd} = -2.18E+07$  Nm Momento resistente  
 $z_n = 271$  mm posizione asse neutro dall'estradosso della soletta  
 $\epsilon_c = -3.46E-03$  deformazione ultima al lembo compresso  
 $\epsilon_s = 2.23E-02$  deformazione ultima nell'acciaio  
 $c_u = 0.661 < 1$  coefficiente di utilizzo

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 61
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 9.1.3 Verifica ad X=5.00 m

Sezione : Cassoncino + Soletta 2500x250 mm  
Prec.: sono attivi 58 trefoli ( inizia a diffondersi la prec. a 66 trefoli)  
Armatura corrente in soletta  $\phi 14/200$  sopra e sotto

Nome Sez.: SezEstremitaCava\_Prec-14tref\_ArmCorr

Posizione: Sezione ad X= 5 m dalla testata, trave di bordo

El	1368 Mmin	El	5254 Mmax
ng	11 1368_11	ng	1 5254_1

Sollecitazioni:

$M_{Ed\ min} = -1.08E+07$  Nm SLU fondamentale Mmin - Fibre tese all'intradosso

$M_{Ed\ max} = \#N/D$  Nm SLU fondamentale Mmax - Fibre tese all'estradosso

Verifica Mmin:

$M_{Rd} = -1.89E+07$  Nm Momento resistente

$Z_n = 239$  mm posizione asse neutro dall'estradosso della soletta

$\epsilon_c = -3.46E-03$  deformazione ultima al lembo compresso

$\epsilon_s = 2.58E-02$  deformazione ultima nell'acciaio

$c_u = 0.574 < 1$  coefficiente di utilizzo

### 9.1.4 Verifica a filo zona piena (fibre tese superiori/inferiori)

Sezione : Cassoncino + Soletta 2500x250 mm  
Prec.: sono attivi 58 trefoli  
Armatura corrente in soletta  $\phi 14/200 + \phi 26/200$  sopra e sotto

Nome Sez.: SezEstremitaCava\_Prec-14tref\_ArmCorr+Rinforzo

Posizione: Sezione ad X= 1.5 m dalla testata, trave di bordo

El	2138
ng	11 2138_11

Sollecitazioni:

$M_{Ed\ min} = -6.06E+06$  Nm SLU fondamentale Mmin - Fibre tese all'intradosso

$M_{Ed\ max} = 2.25E+06$  Nm SLU fondamentale Mmax - Fibre tese all'estradosso

Verifica Mmin:

$M_{Rd} = -1.96E+07$  Nm Momento resistente

$Z_n = 189$  mm posizione asse neutro dall'estradosso della soletta

$\epsilon_c = -3.45E-03$  deformazione ultima al lembo compresso

$\epsilon_s = 3.35E-02$  deformazione ultima nell'acciaio

$c_u = 0.309 < 1$  coefficiente di utilizzo

Verifica Mmax

$M_{Rd} = 1.08E+07$  Nm Momento resistente

$Z_n = 1278$  mm posizione asse neutro dall'intradosso del cassoncino

$\epsilon_c = -3.50E-03$  deformazione ultima al lembo compresso

$\epsilon_s = 1.92E-03$  deformazione ultima nell'acciaio

$c_u = 0.209 < 1$  coefficiente di utilizzo

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 62
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 9.1.5 Verifica a filo traverso (fibre tese superiori / fibre tese inferiori)

Sezione : Cassoncino + Soletta 2500x250 mm + Cavità cassoncino piena  
Precompressione non efficace  
Armatura corrente in soletta  $\phi 14/200+\phi 26/200$  sopra e sotto  
Armatura a fondo cassoncino: 6+6+6 $\phi 26$  a z=350, 400, 450mm

Nome Sez.: SezPiena\_no\_Prec\_ArmCorr+Rinforzo

Posizione: Sezione ad X= 0.00 m dalla testata, trave di bordo

EI	1006		
ng	11	1006_11	

#### Sollecitazioni:

$M_{Ed\ min}$ =	-5.42E+06 Nm	SLU fondamentale Mmin - Fibre tese all'intradosso
$M_{Ed\ max}$ =	5.65E+06 Nm	SLU fondamentale Mmax - Fibre tese all'estradosso

#### Verifica Mmax:

$M_{Rd}$ =	1.24E+07 Nm	Momento resistente
$Z_n$ =	384 mm	posizione asse neutro dall'intradosso del cassoncino
$\epsilon_c$ =	-3.49E-03	deformazione ultima al lembo compresso
$\epsilon_s$ =	1.46E-02	deformazione ultima nell'acciaio
$c_u$ =	0.456 <1	coefficiente di utilizzo

#### Verifica Mmin:

$M_{Rd}$ =	-6.41E+06 Nm	Momento resistente
$Z_n$ =	107 mm	posizione asse neutro dall'estradosso della soletta
$\epsilon_c$ =	-3.46E-03	deformazione ultima al lembo compresso
$\epsilon_s$ =	5.20E-02	deformazione ultima nell'acciaio
$c_u$ =	0.846 <1	coefficiente di utilizzo

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 63
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 9.1.6 Verifica in asse appoggio (fibre tese superiori)

Sezione : Cassoncino + Soletta 2500x250 mm + Cavità cassoncino piena  
Precompressione non efficace  
Armatura a fondo cassoncino: 6+6+6 $\phi$ 26 a z=350, 400, 450mm  
Armatura a fondo cassoncino: 6+6+6 $\phi$ 26 a z=350, 400, 450mm

Nome Sez.: SezPiena\_no\_Prec\_ArmCorr+Rinforzo  
Posizione: Sezione ad X= 0.00 m dalla testata, trave di bordo  
EI 1178  
ng 11 1178\_11

Sollecitazioni:

$M_{Ed\ min}$  = -4.98E+06 Nm SLU fondamentale Mmin - Fibre tese all'intradosso  
 $M_{Ed\ max}$  = 7.42E+06 Nm SLU fondamentale Mmax - Fibre tese all'estradosso

Verifica Mmax:

$M_{Rd}$  = 1.24E+07 Nm Momento resistente  
 $z_n$  = 384 mm posizione asse neutro dall'intradosso del cassoncino  
 $\epsilon_c$  = -3.49E-03 deformazione ultima al lembo compresso  
 $\epsilon_s$  = 1.46E-02 deformazione ultima nell'acciaio  
 $c_u$  = 0.600 <1 coefficiente di utilizzo

Verifica Mmin:

$M_{Rd}$  = -6.41E+06 Nm Momento resistente  
 $z_n$  = 107 mm posizione asse neutro dall'estradosso della soletta  
 $\epsilon_c$  = -3.46E-03 deformazione ultima al lembo compresso  
 $\epsilon_s$  = 5.20E-02 deformazione ultima nell'acciaio  
 $c_u$  = 0.777 <1 coefficiente di utilizzo

### 9.1.7 Verifica del trasferimento della forza di tiro nell'armatura inferiore (fibre tese inferiori)

Si verifica che lo sforzo di trazione che nasce per equilibrare il momento negativo in appoggio (fibre tese inferiori) possa essere interamente trasferito dal nucleo in cls alle travi in cap, perché possa ritenersi garantita la continuità anche per flessione negativa. Si cumulano tre contributi di natura diversa:

- l'aderenza fra cao e cap lungo la zona piena
- la resistenza a sfilamento dei trefoli, le cui code per almeno 600mm sono annegate nel traverso
- la resistenza a snervamento di 6 $\phi$ 22, che fuoriescono dalla travata in cap ed entrano nel traverso

Si rimanda alle tavole da disegno per i particolari costruttivi

$$f_{sd} = \frac{M_{sd}}{0.9d}$$

$M_{Ed} = 5356.5$  kNm

Momento minimo (fibre tese inferiori) in asse appoggio

$z_G = 394$  mm

Baricentro armatura aggiuntiva riferito all'intradosso trave

$d = 1656$  mm

distanza del baricentro armatura inferiore dall'estradosso soletta

$f_{sd} = 3594$  kN

tiro totale nelle armature lente superiori

*Contributo dell'aderenza tra getti di cls*

$c = 0.45$

fattore di calcolo dell'aderenza fra superfici scabre

$f_{ctd} = 1.45$

resistenza a trazione del cls in opera

$\Sigma S_c = 1652$  mm

contorno aderente base cassoncino (fondo+500mm a dx e sx)

$l_r = 1500$  mm

distanza inizio cassoncino - fine del riempimento

$\tau_{Rd} = c f_{ctd} = 0.65$  N/mm<sup>2</sup>

tensione tagliante resistente del calcestruzzo in opera

$f_{Rd1} = 1616.9$  kN

contributo dell'aderenza

*Contributo dell'armatura lenta presente nella suola del cassoncino*

$\phi_l = 22$

n ferri = 6

$A_{sl} = 2281$  mm<sup>2</sup>

$f_{yd} = 391.3$  N/mm<sup>2</sup>

$f_{Rd2} = 892.5$  kN

contributo armatura lenta nella suola

*Contributo delle code dei trefoli*

$\phi_l = 15$  mm

n ferri = 42

$u_{sl} = 47$  mm

perimetro aderente di un trefolo

$f_{bd} = 2,25 \eta_1 \eta_2 f_{ctd} = 3.26$  N/mm<sup>2</sup>

tensione ultima di aderenza (EN 1992-1-1 8.4.3 ed 8.4.4)

$\eta_1 = 1.0$

condizioni di buona aderenza

$\eta_2 = 1.0$

1 per diametri < 32 mm

$f_{bd}^* (\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5) = 1.60$  N/mm<sup>2</sup>

aderenza effettiva acc-cls a SLU

$\alpha_4 = 0.7$

per ancoraggio in trazione

$\alpha_2 \alpha_3 \alpha_5 = 0.7$

limite inferiore di tutti i fattori

$l = 600$  mm

lunghezza di ancoraggio

$f_{Rd3} = 1898$  kN

contributo aderenza tcode trefoli

$f_{Rd1} + f_{Rd2} + f_{Rd3} = 4408 > 3594$  N **ver. sod.**

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 65
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

## 9.2 S.L.U. – Verifiche a taglio e torsione

### 9.2.1 Capacità a taglio dell'elemento composito a filo traverso

$$\begin{aligned}
V_{Ed} &= 2780.3 \text{ kN} \\
f_{yd} &= 391.3 \text{ N/mm}^2 \\
f_{ck} &= 45.65 \text{ N/mm}^2 && \text{C45/55} \\
f_{cd} &= 25.87 \text{ N/mm}^2 \\
f'_{cd} &= 12.93 \text{ N/mm}^2 \\
\cot \theta &= 1.00 && 1 \leq \cot \theta \leq 2,5 \\
d &= 1925 \text{ mm} \\
b'_w = b_w + b_c E_{cm}/E_{cmp} &= 829.2 \text{ mm} \\
\phi_w &= 14 && 12 \text{ mm} \\
\alpha &= 90^\circ \\
n \text{ bracci} &= 4 && 4 \\
s &= 150 && 150 \text{ mm} \\
A_{sw} &= 616 && 452 \text{ mm}^2 \\
A_{sw}/s &= 7.121 \text{ mm}^2/\text{mm} \\
\alpha_c &= 1 && \text{membrature non compresse} \\
\phi_l &= 26 && 14 \text{ mm} \\
n \text{ ferri long. tesi} &= 25 && 25 \\
A_{sl} &= 13273 && 3848 \text{ mm}^2 \\
\rho_l = A_{sl}/(b_w d) &= 0.011 \\
k = 1+(200/d)^{1/2} &= 1.32 \\
\sigma_{cp} &= 0 \text{ N/mm}^2 \\
v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} &= 0.36 \text{ N/mm}^2 \\
V_{Rdmin} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) b_w d &= 573.97 \text{ kN} \\
V_{Rd} = \{ 0.18 k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + \sigma_{cp} \} b_w d &\geq V_{Rdmin} && 1389.96 \text{ kN} && < && 2780 \\
V_{Rcd} = 0.9 d b_w \alpha_c f'_{cd} (\cot \alpha + \cot \theta) / (1+\cot^2 \theta) &= && 9290.54 \text{ kN} \\
V_{Rsd} = 0.9 d A_{sw} / s f_{yd} (\cot \alpha + \cot \theta) \sin \alpha &= && 2782.90 \text{ kN} \\
V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) &= && 2782.90 \text{ kN} && > && 2780.33
\end{aligned}$$

**9.2.2 Capacità a taglio del solo nucleo di cls, a filo traverso (VEdmax, TEdmax)**

$$\begin{aligned}
 V_{Ed} &= 2780.33 \text{ kN} \\
 f_{yd} &= 391.3 \text{ N/mm}^2 \\
 f_{ck} &= 33.2 \text{ N/mm}^2 && \text{C32/40} \\
 f_{cd} &= 18.81 \text{ N/mm}^2 \\
 f'_{cd} &= 9.41 \text{ N/mm}^2 \\
 \cot \theta &= 1.00 && 1 \leq \text{ctg } \theta \leq 2,5 \\
 d &= 1730 \text{ mm} \\
 b_c &= 644 \text{ mm} \\
 \phi_w &= 14 \text{ mm} \\
 \alpha &= 90 \\
 n \text{ bracci} &= 6 \\
 s &= 100 \text{ mm} \\
 A_{sw} &= 924 \text{ mm}^2 \\
 A_{sw}/s &= 9.236 \text{ mm}^2/\text{mm} \\
 \alpha_c &= 1 \text{ membrature non compresse} \\
 \phi_l &= 26 \text{ mm} \\
 n \text{ ferri long. tesi} &= 25 \\
 A_{sl} &= 13273.2 \text{ mm}^2 \\
 \rho_l = A_{sl}/(b_w d) &= 0.012 \\
 k = 1+(200/d)^{1/2} &= 1.34 \\
 \sigma_{cp} &= 0 \text{ N/mm}^2 \\
 v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} &= 0.31 \text{ N/mm}^2 \\
 V_{Rdmin} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) b_w d &= 348.52 \text{ kN} \\
 \\
 V_{Rd} = \{ 0.18 k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + \sigma_{cp} \} b_w d &\geq V_{Rdmin} && 915.60 \text{ kN} && < && 2780 \\
 \\
 V_{Rcd} = 0.9 d b_w \alpha_c f_{cd} (\cot \alpha + \cot \theta) / (1+\cot^2 \theta) &= && 4716.07 \text{ kN} \\
 V_{Rsd} = 0.9 d A_{sw} / s f_{yd} (\cot \alpha + \cot \theta) \sin \alpha &= && 5627.24 \text{ kN} \\
 V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) &= && 4716.07 \text{ kN} && > && 2780.33
 \end{aligned}$$

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 67
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 9.2.3 Capacità a torsione del solo nucleo di cls, a filo traverso (VEDmax, TEDmax)

	$T_{Ed} =$	1352.21	kNm
	$f_{cd} =$	18.81	N/mm <sup>2</sup>
	$f'_{cd} =$	9.41	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>
area racchiusa dalla fibra media	$A =$	1.93E+06	mm <sup>2</sup>
area del nucleo in cls+ porzione di sole	$A_c =$	1.73E+06	mm <sup>2</sup>
perimetro del nucleo	$u =$	5520	mm
spessore sezione cava oppure $A_c/u$	$t =$	313	mm
perimetro medio del nucleo resistente	$u_m =$	4280	mm
	$\phi_w =$	14	mm
	n bracci =	2	
	$A_s =$	307.9	mm <sup>2</sup>
	$s =$	100	mm
	$A_s/s =$	3.08	mm <sup>2</sup> /mm
	$\cotg(\theta) =$	1.00	

Resistenza per rottura dell'armatura trasversale

$$T_{Rsd} = 2 \times A \times (A_s/s) \times f_{yd} \times \cotg\theta = 4659 \text{ kNm} > 1352 \text{ kN} \quad \text{ver. sod.}$$

Resistenza per rottura del calcestruzzo trasversale e cls

$$T_{Rcd} = 2 \times A \times t \times f'_{cd} \times \cotg\theta / (1 + \cotg\theta^2) = 5684 \text{ kNm} > 1352 \text{ kN} \quad \text{ver. sod.}$$

Progetto armatura longitudinale

$$T_{Rld} = 2 \times A \times (\sum A_l / u_m) \times f_{yd} \times 1 / \cotg\theta = 1352 \text{ kNm} > 1352 \text{ kN} \quad \text{ver. sod.}$$

$$\Rightarrow A_l = 3824 \text{ mm}^2 \quad \text{As long. minima}$$

### 9.2.4 Interazione torsione/taglio del solo nucleo di cls, a filo traverso (VEDmax, TEDmax)

$T_{Ed} =$	1352	kNm
$T_{Rcd} =$	5684	kNm $T_{Ed}/T_{Rcd} : 0.24$
$V_{Ed} =$	2780	kN
$V_{Rcd} =$	4716	kN $V_{Ed}/V_{Rcd} 0.59$

$$T_{Ed}/T_{Rcd} + V_{Ed}/V_{Rcd} = 0.827 < 1 \quad \text{kN} \quad \text{ver. sod.}$$

$T_{Ed} =$	1352	kNm
$T_{Rsd} =$	4659	kNm $T_{Ed}/T_{Rsd} : 0.29$
$V_{Ed} =$	2780	kN
$V_{Rsd} =$	5627	kN $V_{Ed}/V_{Rsd} 0.49$

$$T_{Ed}/T_{Rsd} + V_{Ed}/V_{Rsd} = 0.784 < 1 \quad \text{kN} \quad \text{ver. sod.}$$

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 68
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 9.2.5 Verifica del trasferimento del taglio all'interfaccia cassoncino/nucleo gettato in opera

Si verifica che tutto il taglio a filo traverso possa essere trasferito alle travi mediante la resistenza a taglio di staffe di connessione disposte lungo il perimetro interno dei cassoncini. Si trascura il contributo dell'aderenza fra i due getti di calcestruzzo.

$$\begin{aligned}
V_{Ed} &= 2780.33 \text{ kN} && \text{taglio massimo di progetto a filo traverso} \\
\phi &= 12 \text{ mm} \\
nb &= 8 && \text{numero di braccia lungo il perimetro interno} \\
nf &= 14 \text{ mm} && \text{numero di file a passo 100 mm} \\
ntot &= 112 \\
A_s &= 12666.9 \text{ mm}^2 \\
f_{yd} &= 391 \text{ N/mm}^2 \\
f_{yd}/3^{1/2} &= 226 \text{ N/mm}^2 \\
V_{Rd} &= 2862 \text{ kN} &>& 2780 \text{ kN} && \text{ver. sod.}
\end{aligned}$$

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 69
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 9.2.6 Capacità a taglio del cassoncino a fine zona piena (VE<sub>dmax</sub>, TE<sub>dcorr</sub>)

$V_{Ed} =$	2377.47 kN		
$f_{yd} =$	391.3 N/mm <sup>2</sup>		
$f_{ck} =$	45.65 N/mm <sup>2</sup>	C45/55	
$f_{cd} =$	25.87 N/mm <sup>2</sup>		
$f'_{cd} =$	12.93 N/mm <sup>2</sup>		
$\cot \theta =$	1.16	$1 \leq \cot \theta \leq 2,5$	
$d =$	1925 mm		
$b_w =$	314 mm		
$\phi_w =$	12 mm		
$\alpha =$	90 °		
n bracci =	4		
$s =$	150 mm		
$A_{sw} =$	452 mm <sup>2</sup>		
$A_{sw}/s =$	3.016 mm <sup>2</sup> /mm		
$\alpha_c =$	1	membrature non compresse	
$\phi_l =$	14 mm		
n ferri long. tesi =	26		
$A_{sl} =$	4002.4 mm <sup>2</sup>	$\sigma_p =$	1080 N/mm <sup>2</sup>
$\rho_l = A_{sl} / (b_w d) =$	0.007	$A_p =$	9730 mm <sup>2</sup>
$k = 1 + (200/d)^{1/2} =$	1.32	$N_p =$	1.05E+07 N
$\sigma_{cp} =$	7.15 N/mm <sup>2</sup>	$A_{cls} =$	1.47E+06 mm <sup>2</sup>
$v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} =$	0.36 N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_p =$	7.15 N/mm <sup>2</sup>
$V_{Rdmin} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) b_w d =$	865.62 kN		
$V_{Rd} = \{ 0.18 k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + \sigma_{cp} \} b_w d \geq V_{Rdmin}$	1096.44 kN	<	2377
$V_{Rcd} = 0.9 d b_w \alpha_c f_{cd} (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \theta) =$	3478.48 kN		
$V_{Rsd} = 0.9 d A_{sw} / s f_{yd} (\cot \alpha + \cot \theta) \sin \alpha =$	2377.47 kN		
$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) =$	2377.47 kN	>	2377

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 70
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 9.2.7 Capacità a torsione del cassoncino a fine zona piena (VE<sub>dmax</sub>, TE<sub>dcorr</sub>)

	TE <sub>d</sub> =	1056.72 kNm
	f <sub>cd</sub> =	25.9 N/mm <sup>2</sup>
	f' <sub>cd</sub> =	12.95 N/mm <sup>2</sup>
	f <sub>yd</sub> =	391.3 N/mm <sup>2</sup>
area racchiusa dalla fibra media	A=	1.93E+06 mm <sup>2</sup>
spessore sezione cava oppure Ac/u	t =	157 mm
perimetro medio del nucleo resistente	u <sub>m</sub> =	5784 mm
	φ <sub>w</sub> =	12 mm
	n bracci =	2
	A <sub>s</sub> =	226.2 mm <sup>2</sup>
	s =	150 mm
	A <sub>s</sub> /s =	1.51 mm <sup>2</sup> /mm
	cotg(θ) =	1.16

Resistenza per rottura dell'armatura trasversale

$$T_{Rsd} = 2 \times A \times (A_s/s) \times f_{yd} \times \cotg\theta = 2654 \text{ kNm} > 1057 \text{ kN} \quad \text{ver. sod.}$$

Resistenza per rottura del calcestruzzo

$$T_{Rcd} = 2 \times A \times t \times f'_{cd} \times \cotg\theta / (1 + \cotg\theta^2) = 3887 \text{ kNm} > 1057 \text{ kN} \quad \text{ver. sod.}$$

Progetto armatura longitudinale

$$T_{Rld} = 2 \times A \times (\sum A_l / u_m) \times f_{yd} \times 1 / \cotg\theta = 1057 \text{ kNm} > 1057 \text{ kN} \quad \text{ver. sod.}$$

$$\Rightarrow A_l = 4696 \text{ mm}^2 \quad \text{Armatura longitudinale minima}$$

### 9.2.8 Interazione torsione/taglio a fine zona piena (VE<sub>dmax</sub>, TE<sub>dcorr</sub>)

T <sub>Ed</sub> =	1057 kNm	T <sub>Ed</sub> /T <sub>Rcd</sub> =	0.27
T <sub>Rcd</sub> =	3887 kNm		
V <sub>Ed</sub> =	2377 kN	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rcd</sub> =	0.68
V <sub>Rcd</sub> =	3478 kN		

$$T_{Ed}/T_{Rcd} + V_{Ed}/V_{Rcd} = 0.955 > 1 \text{ kN} \quad \text{ver. sod.}$$

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 71
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 9.2.9 Capacità a taglio del cassoncino a fine zona piena. (VE<sub>Ed</sub>corr, TE<sub>d</sub>max).

$$\begin{aligned}
V_{Ed} &= 1716.41 \text{ kN} \\
f_{yd} &= 391.3 \text{ N/mm}^2 \\
f_{ck} &= 45.65 \text{ N/mm}^2 \quad \text{C45/55} \\
f_{cd} &= 25.87 \text{ N/mm}^2 \\
f'_{cd} &= 12.93 \text{ N/mm}^2 \\
\cot \theta &= 1.00 \quad 1 \leq \text{ctg } \theta \leq 2,5 \\
d &= 1925 \text{ mm} \\
b_w &= 314 \text{ mm} \\
\phi_w &= 12 \text{ mm} \\
\alpha &= 90^\circ \\
n \text{ bracci} &= 4 \\
s &= 150 \text{ mm} \\
A_{sw} &= 452 \text{ mm}^2 \\
A_{sw}/s &= 3.016 \text{ mm}^2/\text{mm} \\
\alpha_c &= 1 \text{ membrature non compresse} \\
\phi_l &= 14 \text{ mm} \\
n \text{ ferri long. tesi} &= 26 \\
A_{sl} &= 4002.4 \text{ mm}^2 \\
\rho_l = A_{sl}/(b_w d) &= 0.007 \\
k = 1+(200/d)^{1/2} &= 1.32 \\
\sigma_{cp} &= 0 \text{ N/mm}^2 \\
v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} &= 0.36 \text{ N/mm}^2 \\
V_{Rdmin} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) b_w d &= 217.35 \text{ kN} \\
V_{Rd} = \{ 0.18 k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + \sigma_{cp} \} b_w d &\geq V_{Rdmin} \quad 448.17 \text{ kN} < 1716 \\
V_{Rcd} = 0.9 d b_w \alpha_c f_{cd} (\cot \alpha + \cot \theta) / (1+\cot^2 \theta) &= 3518.13 \text{ kN} \\
V_{Rsd} = 0.9 d A_{sw} / s f_{yd} (\cot \alpha + \cot \theta) \sin \alpha &= 2044.58 \text{ kN} \\
V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) &= 2044.58 \text{ kN} > 1716
\end{aligned}$$

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 72
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 9.2.10 Capacità a torsione del cassoncino a fine zona piena. (VE<sub>Ed</sub>corr, TE<sub>Ed</sub>max).

TE <sub>Ed</sub> =	1328.01 kNm	
f <sub>cd</sub> =	25.9 N/mm <sup>2</sup>	
f' <sub>cd</sub> =	12.95 N/mm <sup>2</sup>	
f <sub>yd</sub> =	391.3 N/mm <sup>2</sup>	
A =	1.93E+06 mm <sup>2</sup>	area racchiusa dalla fibra media spessore sezione cava oppure Ac/u
t =	157 mm	
u <sub>m</sub> =	5784 mm	perimetro medio del nucleo resistente
φ <sub>w</sub> =	12 mm	
n bracci =	2	
A <sub>s</sub> =	226.2 mm <sup>2</sup>	
s =	150 mm	
A <sub>s</sub> /s =	1.51 mm <sup>2</sup> /mm	
cotg(θ) =	1.00	

Resistenza per rottura dell'armatura trasversale

$$T_{Rsd} = 2 \times A \times (A_s/s) \times f_{yd} \times \cotg\theta = 2282 \text{ kNm} > 1328 \text{ kN} \quad \text{ver. sod.}$$

Resistenza per rottura del calcestruzzo

$$T_{Rcd} = 2 \times A \times t \times f'_{cd} \times \cotg\theta / (1 + \cotg\theta^2) = 3932 \text{ kNm} > 1328 \text{ kN} \quad \text{ver. sod.}$$

Progetto armatura longitudinale

$$T_{Rld} = 2 \times A \times (\sum A_l / u_m) \times f_{yd} \times 1/\cotg\theta = 1328 \text{ kNm} > 1328 \text{ kN} \quad \text{ver. sod.}$$

$$\Rightarrow A_l = 5075 \text{ mm}^2 \quad \text{Armatura longitudinale minima}$$

### 9.2.11 Interazione torsione/taglio del cassoncino a fine zona piena. (VE<sub>Ed</sub>corr, TE<sub>Ed</sub>max).

T <sub>Ed</sub> =	1328 kNm			
T <sub>Rcd</sub> =	3932 kNm	T <sub>Ed</sub> /T <sub>Rcd</sub> =	0.34	
V <sub>Ed</sub> =	1716 kN			
V <sub>Rcd</sub> =	3518 kN	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rcd</sub> =	0.49	

$$T_{Ed}/T_{Rcd} + V_{Ed}/V_{Rcd} = 0.826 < 1 \quad \text{kN} \quad \text{ver. sod.}$$

### 9.2.12 Capacità a taglio del cassoncino ad X=3.225 m dalla testata. (VE<sub>Ed</sub>max, TE<sub>Ed</sub>corr)

$$\begin{aligned}
 V_{Ed} &= 2038.20 \text{ kN} \\
 f_{yd} &= 391.3 \text{ N/mm}^2 \\
 f_{ck} &= 45.65 \text{ N/mm}^2 \quad \text{C45/55} \\
 f_{cd} &= 25.87 \text{ N/mm}^2 \\
 f'_{cd} &= 12.93 \text{ N/mm}^2 \\
 \cot \theta &= 1.33 \quad 1 \leq \cot \theta \leq 2,5 \\
 d &= 1925 \text{ mm} \\
 b_w &= 314 \text{ mm} \\
 \phi_w &= 12 \text{ mm} \\
 \alpha &= 90^\circ \\
 n \text{ bracci} &= 4 \\
 s &= 200 \text{ mm} \\
 A_{sw} &= 452 \text{ mm}^2 \\
 A_{sw}/s &= 2.262 \text{ mm}^2/\text{mm} \\
 \alpha_c &= 1 \text{ membrature non compresse} \\
 \phi_l &= 14 \text{ mm} \\
 n \text{ ferri long. tesi} &= 26 \\
 A_{sl} &= 4002.4 \text{ mm}^2 \\
 \rho_l = A_{sl}/(b_w d) &= 0.007 \\
 k = 1+(200/d)^{1/2} &= 1.32 \\
 \sigma_{cp} &= 7 \text{ N/mm}^2 \\
 v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} &= 0.36 \text{ N/mm}^2 \\
 V_{Rdmin} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) b_w d &= 852.02 \text{ kN} \\
 \\
 V_{Rd} = \{ 0.18 k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + \sigma_{cp} \} b_w d &\geq V_{Rdmin} \quad 1082.84 \text{ kN} < 2038 \\
 \\
 V_{Rcd} = 0.9 d b_w \alpha_c f'_{cd} (\cot \alpha + \cot \theta) / (1+\cot^2 \theta) &= 3380.34 \text{ kN} \\
 V_{Rsd} = 0.9 d A_{sw} / s f_{yd} (\cot \alpha + \cot \theta) \sin \alpha &= 2038.20 \text{ kN} \\
 V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) &= 2038.20 \text{ kN} > 2038
 \end{aligned}$$

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 74
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 9.2.13 Capacità a torsione del cassoncino ad X=3.225 m dalla testata. (VE<sub>dmax</sub>, TE<sub>dcorr</sub>)

$$T_{Ed} = 1095.26 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 25.9 \text{ N/mm}^2$$

$$f'_{cd} = 12.95 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = 391.3 \text{ N/mm}^2$$

$$A = 1.93E+06 \text{ mm}^2$$

$$t = 157 \text{ mm}$$

$$u_m = 5784 \text{ mm}$$

$$\phi_w = 12 \text{ mm}$$

$$n \text{ bracci} = 2$$

$$A_s = 226.2 \text{ mm}^2$$

$$s = 200 \text{ mm}$$

$$A_s/s = 1.13 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\cotg(\theta) = 1.33$$

area racchiusa dalla fibra media  
spessore sezione cava oppure Ac/u  
perimetro medio del nucleo resistente

Resistenza per rottura dell'armatura trasversale

$$T_{Rsd} = 2 \times A \times (A_s/s) \times f_{yd} \times \cotg\theta = 2275 \text{ kNm} > 1095 \text{ kN} \text{ ver. sod.}$$

Resistenza per rottura del calcestruzzo

$$T_{Rcd} = 2 \times A \times t \times f'_{cd} \times \cotg\theta / (1 + \cotg^2\theta) = 3778 \text{ kNm} > 1095 \text{ kN} \text{ ver. sod.}$$

Progetto armatura longitudinale

$$T_{Rld} = 2 \times A \times (\sum A_l / u_m) \times f_{yd} \times 1/\cotg\theta = 1095 \text{ kNm} > 1095 \text{ kN} \text{ ver. sod.}$$

$$\Rightarrow A_l = 5563 \text{ mm}^2 \text{ Armatura longitudinale minima}$$

### 9.2.14 Interazione torsione/taglio del cassoncino ad X=3.225 m dalla testata. (VE<sub>dmax</sub>, TE<sub>dcorr</sub>)

$$T_{Ed} = 1095 \text{ kNm}$$

$$T_{Rcd} = 3778 \text{ kNm} \quad T_{Ed}/T_{Rcd} = 0.29$$

$$V_{Ed} = 2038 \text{ kN}$$

$$V_{Rcd} = 3380 \text{ kN} \quad V_{Ed}/V_{Rcd} = 0.60$$

$$T_{Ed}/T_{Rcd} + V_{Ed}/V_{Rcd} = 0.893 < 1 \text{ kN} \text{ ver. sod.}$$

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 75
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 9.2.15 Capacità a taglio del cassoncino ad X=3.225 m dalla testata. (VE<sub>dcorr</sub>, TE<sub>dmax</sub>)

$$\begin{aligned}
V_{Ed} &= 1634.80 \text{ kN} \\
f_{yd} &= 391.3 \text{ N/mm}^2 \\
f_{ck} &= 45.65 \text{ N/mm}^2 \quad \text{C45/55} \\
f_{cd} &= 25.87 \text{ N/mm}^2 \\
f'_{cd} &= 12.93 \text{ N/mm}^2 \\
\cot \theta &= 1.07 \quad 1 \leq \text{ctg } \theta \leq 2,5 \\
d &= 1925 \text{ mm} \\
b_w &= 314 \text{ mm} \\
\phi_w &= 12 \text{ mm} \\
\alpha &= 90^\circ \\
n \text{ bracci} &= 4 \\
s &= 200 \text{ mm} \\
A_{sw} &= 452 \text{ mm}^2 \\
A_{sw}/s &= 2.262 \text{ mm}^2/\text{mm} \\
\alpha_c &= 1 \text{ membrature non compresse} \\
\phi_l &= 14 \text{ mm} \\
n \text{ ferri long. tesi} &= 26 \\
A_{sl} &= 4002.4 \text{ mm}^2 \\
\rho_l = A_{sl}/(b_w d) &= 0.007 \\
k = 1+(200/d)^{1/2} &= 1.32 \\
\sigma_{cp} &= 0 \text{ N/mm}^2 \\
v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} &= 0.36 \text{ N/mm}^2 \\
V_{Rdmin} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) b_w d &= 217.35 \text{ kN} \\
V_{Rd} = \{ 0.18 k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + \sigma_{cp} \} b_w d &\geq V_{Rdmin} \quad 448.17 \text{ kN} < 1635 \\
V_{Rcd} = 0.9 d b_w \alpha_c f_{cd} (\cot \alpha + \cot \theta) / (1+\cot^2 \theta) &= 3510.93 \text{ kN} \\
V_{Rsd} = 0.9 d A_{sw} / s f_{yd} (\cot \alpha + \cot \theta) \sin \alpha &= 1634.80 \text{ kN} \\
V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) &= 1634.80 \text{ kN} > 1635
\end{aligned}$$

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 76
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 9.2.16 Capacità a torsione del cassoncino ad X=3.225 m dalla testata. (VE<sub>Ed</sub>corr, TE<sub>Ed</sub>max)

$$\begin{aligned}
T_{Ed} &= 1310.54 \text{ kNm} \\
f_{cd} &= 25.9 \text{ N/mm}^2 \\
f'_{cd} &= 12.95 \text{ N/mm}^2 \\
f_{yd} &= 391.3 \text{ N/mm}^2 \\
A &= 1.93E+06 \text{ mm}^2 \\
t &= 157 \text{ mm} \\
u_m &= 5784 \text{ mm} \\
\phi_w &= 12 \text{ mm} \\
n \text{ bracci} &= 2 \\
A_s &= 226.2 \text{ mm}^2 \\
s &= 200 \text{ mm} \\
A_s/s &= 1.13 \text{ mm}^2/\text{mm} \\
\cotg(\theta) &= 1.07
\end{aligned}$$

area racchiusa dalla fibra media  
spessore sezione cava oppure Ac/u  
perimetro medio del nucleo resistente

Resistenza per rottura dell'armatura trasversale

$$T_{Rsd} = 2 \times A \times (A_s/s) \times f_{yd} \times \cotg\theta = 1825 \text{ kNm} > 1311 \text{ kN} \text{ ver. sod.}$$

Resistenza per rottura del calcestruzzo

$$T_{Rcd} = 2 \times A \times t \times f'_{cd} \times \cotg\theta / (1 + \cotg\theta^2) = 3924 \text{ kNm} > 1311 \text{ kN} \text{ ver. sod.}$$

Progetto armatura longitudinale

$$T_{Rld} = 2 \times A \times (\Sigma A_l / u_m) \times f_{yd} \times 1/\cotg\theta = 1311 \text{ kNm} > 1311 \text{ kN} \text{ ver. sod.}$$

$$\Rightarrow A_l = 5339 \text{ mm}^2 \text{ Armatura longitudinale minima}$$

### 9.2.17 Interazione torsione/taglio del cassoncino ad X=3.225 m dalla testata. (VE<sub>Ed</sub>corr, TE<sub>Ed</sub>max)

$$\begin{aligned}
T_{Ed} &= 1311 \text{ kNm} \\
T_{Rcd} &= 3924 \text{ kNm} & T_{Ed}/T_{Rcd} &= 0.33 \\
V_{Ed} &= 1635 \text{ kN} \\
V_{Rcd} &= 3511 \text{ kN} & V_{Ed}/V_{Rcd} &= 0.47
\end{aligned}$$

$$T_{Ed}/T_{Rcd} + V_{Ed}/V_{Rcd} = 0.800 < 1 \text{ kN} \text{ ver. sod.}$$

**9.2.18 Capacità a taglio del cassoncino ad X=6.225 m dalla testata. (VEdmax, TEdcrr)**

$$\begin{aligned}
 V_{Ed} &= 1452.42 \text{ kN} \\
 f_{yd} &= 391.3 \text{ N/mm}^2 \\
 f_{ck} &= 45.65 \text{ N/mm}^2 && \text{C45/55} \\
 f_{cd} &= 25.87 \text{ N/mm}^2 \\
 f'_{cd} &= 12.93 \text{ N/mm}^2 \\
 \cot \theta &= 1.89 && 1 \leq \cot \theta \leq 2,5 \\
 d &= 1925 \text{ mm} \\
 b_w &= 314 \text{ mm} \\
 \phi_w &= 12 \text{ mm} \\
 \alpha &= 90^\circ \\
 n \text{ bracci} &= 4 \\
 s &= 400 \text{ mm} \\
 A_{sw} &= 452 \text{ mm}^2 \\
 A_{sw}/s &= 1.131 \text{ mm}^2/\text{mm} \\
 \alpha_c &= 1 \text{ membrature non compresse} \\
 \phi_l &= 14 \text{ mm} \\
 n \text{ ferri long. tesi} &= 26 \\
 A_{sl} &= 4002.4 \text{ mm}^2 \\
 \rho_l = A_{sl}/(b_w d) &= 0.007 \\
 k = 1+(200/d)^{1/2} &= 1.32 \\
 \sigma_{cp} &= 0 \text{ N/mm}^2 \\
 v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} &= 0.36 \text{ N/mm}^2 \\
 V_{Rdmin} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) b_w d &= 217.35 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$V_{Rd} = \{ 0.18 k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + \sigma_{cp} \} b_w d \geq V_{Rdmin} \quad 448.17 \text{ kN} < 1452$$

$$V_{Rcd} = 0.9 d b_w \alpha_c f_{cd} (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \theta) = 2904.87 \text{ kN}$$

$$V_{Rsd} = 0.9 d A_{sw} / s f_{yd} (\cot \alpha + \cot \theta) \sin \alpha = 1452.42 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) = 1452.42 \text{ kN} > 1452$$

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 78
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 9.2.19 Capacità a torsione del cassoncino ad X=6.225 m dalla testata. (VE<sub>dmax</sub>, TE<sub>dcorr</sub>)

TE <sub>d</sub> =	1020.00 kNm	
f <sub>cd</sub> =	25.9 N/mm <sup>2</sup>	
f' <sub>cd</sub> =	12.95 N/mm <sup>2</sup>	
f <sub>yd</sub> =	391.3 N/mm <sup>2</sup>	
A=	1.93E+06 mm <sup>2</sup>	area racchiusa dalla fibra media
t =	157 mm	spessore sezione cava oppure Ac/u
u <sub>m</sub> =	5784 mm	perimetro medio del nucleo resistente
φ <sub>w</sub> =	12 mm	
n bracci =	2	
A <sub>s</sub> =	226.2 mm <sup>2</sup>	
s=	400 mm	
A <sub>s</sub> /s=	0.57 mm <sup>2</sup> /mm	
cotg(θ)=	1.89	

Resistenza per rottura dell'armatura trasversale

$$T_{Rsd} = 2 \times A \times (A_s/s) \times f_{yd} \times \cotg\theta = 1621 \text{ kNm} > 1020 \text{ kN} \quad \text{ver. sod.}$$

Resistenza per rottura del calcestruzzo

$$T_{Rcd} = 2 \times A \times t \times f'_{cd} \times \cotg\theta / (1 + \cotg\theta^2) = 3246 \text{ kNm} > 1020 \text{ kN} \quad \text{ver. sod.}$$

Progetto armatura longitudinale

$$T_{Rld} = 2 \times A \times (\sum A_l / u_m) \times f_{yd} \times 1/\cotg\theta = 1020 \text{ kNm} > 1020 \text{ kN} \quad \text{ver. sod.}$$

$$\Rightarrow A_l = 7384 \text{ mm}^2 \quad \text{Armatura longitudinale minima}$$

### 9.2.20 Interazione torsione/taglio del cassoncino ad X=6.225 m dalla testata. (VE<sub>dmax</sub>, TE<sub>dcorr</sub>)

T <sub>Ed</sub> =	1020 kNm	
T <sub>Rcd</sub> =	3246 kNm	T <sub>Ed</sub> /T <sub>Rcd</sub> = 0.31
V <sub>Ed</sub> =	1452 kN	
V <sub>Rcd</sub> =	2905 kN	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rcd</sub> = 0.50

$$T_{Ed}/T_{Rcd} + V_{Ed}/V_{Rcd} = 0.814 < 1 \text{ kN} \quad \text{ver. sod.}$$

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 79
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 9.2.21 Capacità a taglio del cassoncino ad X=6.225 m dalla testata. (VE<sub>dcorr</sub>, TE<sub>dmax</sub>)

$$\begin{aligned}
V_{Ed} &= 1254.43 \text{ kN} && \text{taglio di progetto} \\
f_{yd} &= 391.3 \text{ N/mm}^2 \\
f_{ck} &= 45.65 \text{ N/mm}^2 && \text{C45/55} \\
f_{cd} &= 25.87 \text{ N/mm}^2 \\
f'_{cd} &= 12.93 \text{ N/mm}^2 \\
\cot \theta &= 1.64 && 1 \leq \text{ctg } \theta \leq 2.5 \\
d &= 1925 \text{ mm} \\
b_w &= 314 \text{ mm} \\
\phi_w &= 12 \text{ mm} \\
\alpha &= 90^\circ \\
n \text{ bracci} &= 4 \\
s &= 400 \text{ mm} \\
A_{sw} &= 452 \text{ mm}^2 \\
A_{sw}/s &= 1.131 \text{ mm}^2/\text{mm} \\
\alpha_c &= 1 && \text{membrature non compresse} \\
\phi_l &= 14 \text{ mm} \\
n \text{ ferri long. tesi} &= 26 \\
A_{sl} &= 4002.4 \text{ mm}^2 \\
\rho_l = A_{sl}/(b_w d) &= 0.007 \\
k = 1+(200/d)^{1/2} &= 1.32 \\
\sigma_{cp} &= 0 \text{ N/mm}^2 \\
v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} &= 0.36 \text{ N/mm}^2 \\
V_{Rdmin} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) b_w d &= 217.35 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$V_{Rd} = \{ 0.18 k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + \sigma_{cp} \} b_w d \geq V_{Rdmin} \quad 448.17 \text{ kN} < 1254$$

$$V_{Rcd} = 0.9 d b_w \alpha_c f_{cd} (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \theta) = 3130.96 \text{ kN}$$

$$V_{Rsd} = 0.9 d A_{sw} / s f_{yd} (\cot \alpha + \cot \theta) \sin \alpha = 1254.43 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) = 1254.43 \text{ kN} > 1254$$

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 80
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 9.2.22 Capacità a torsione del cassoncino ad X=6.225 m dalla testata. (VE<sub>Ed</sub>corr, TE<sub>Ed</sub>max)

$$T_{Ed} = 1151.90 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 25.9 \text{ N/mm}^2$$

$$f'_{cd} = 12.95 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = 391.3 \text{ N/mm}^2$$

$$A = 1.93E+06 \text{ mm}^2$$

$$t = 157 \text{ mm}$$

$$u_m = 5784 \text{ mm}$$

$$\phi_w = 12 \text{ mm}$$

$$n \text{ bracci} = 2$$

$$A_s = 226.2 \text{ mm}^2$$

$$s = 400 \text{ mm}$$

$$A_s/s = 0.57 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\cotg(\theta) = 1.64$$

area racchiusa dalla fibra media  
spessore sezione cava oppure Ac/u  
perimetro medio del nucleo resistente

Resistenza per rottura dell'armatura trasversale

$$T_{Rsd} = 2 \times A \times (A_s/s) \times f_{yd} \times \cotg\theta = 1400 \text{ kNm} > 1152 \text{ kN} \text{ ver. sod.}$$

Resistenza per rottura del calcestruzzo

$$T_{Rcd} = 2 \times A \times t \times f'_{cd} \times \cotg\theta / (1 + \cotg\theta^2) = 3499 \text{ kNm} > 1152 \text{ kN} \text{ ver. sod.}$$

Progetto armatura longitudinale

$$T_{Rld} = 2 \times A \times (\sum A_i / u_m) \times f_{yd} \times 1/\cotg\theta = 1152 \text{ kNm} > 1152 \text{ kN} \text{ ver. sod.}$$

$$\Rightarrow A_l = 7202 \text{ mm}^2 \text{ Armatura longitudinale minima}$$

### 9.2.23 Interazione torsione/taglio del cassoncino ad X=6.225 m dalla testata. (VE<sub>Ed</sub>corr, TE<sub>Ed</sub>max)

$$T_{Ed} = 1152 \text{ kNm}$$

$$T_{Rcd} = 3499 \text{ kNm} \quad T_{Ed}/T_{Rcd} = 0.33$$

$$V_{Ed} = 1254 \text{ kN}$$

$$V_{Rcd} = 3131 \text{ kN} \quad V_{Ed}/V_{Rcd} = 0.40$$

$$T_{Ed}/T_{Rcd} + V_{Ed}/V_{Rcd} = 0.730 < 1 \text{ kN} \text{ ver. sod.}$$

### 9.3 Verifica della connessione trave soletta

La connessione trave-soletta è verificata a partire dal taglio massimo.  
Da 0 a 3.2 m si ha:

$$\begin{aligned} \phi_l &= 12 \quad 12 \text{ mm} \\ n \text{ bracci} &= 4 \quad 4 \\ s &= 75 \quad 150 \text{ mm} \\ A_s &= 452.4 \quad 452.4 \text{ mm}^2 \\ A_s/s &= 6.03 \quad 3.02 \text{ mm}^2/\text{mm} \\ f_{yd} &= 391.3 \text{ N/mm}^2 \\ q_{Rd} = A_s/s * f_{yd} / 3^{0.5} &= 2044.1 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

$V_{Ed} = 2780000 \text{ N}$	Taglio massimo in testata
$S_{sol} = 578265031 \text{ mm}^3$	Momento statico della soletta
$J_{yo} = 1.02E+12 \text{ mm}^4$	Momento di inerzia dell'intera sezione
$q_{Ed} = 1571 \text{ N/mm}$	Scorrimento

Da 3.2 a 6.2 m si ha:

$$\begin{aligned} \phi_l &= 12 \quad 12 \text{ mm} \\ n \text{ bracci} &= 4 \quad 4 \\ s &= 100 \quad 200 \text{ mm} \\ A_s &= 452.4 \quad 452.4 \text{ mm}^2 \\ A_s/s &= 4.52 \quad 2.26 \text{ mm}^2/\text{mm} \\ f_{yd} &= 391.3 \text{ N/mm}^2 \\ q_{Rd} = A_s/s * f_{yd} / 3^{0.5} &= 1533.0 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

$V_{Ed} \text{ rara} = 2038000 \text{ N}$	Taglio massimo in testata
$S_{sol} = 578265031 \text{ mm}^3$	Momento statico della soletta
$J_{yo} = 1.02E+12 \text{ mm}^4$	Momento di inerzia dell'intera sezione
$q_{Ed} = 1152 \text{ N/mm}$	Scorrimento

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 82
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

#### 9.4 S.L.E. rara - limitazione delle tensioni

Si riportano nei paragrafi successivi le tensioni nelle fibre più sollecitate della trave, della soletta, delle armature di precompressione ed ordinaria; sono indicate anche le sollecitazioni agenti nelle varie fasi sulle sezioni verificate. Le tensioni sono state calcolate nell'ipotesi di calcestruzzo reagente e laddove, in soletta, sono state riscontrate trazioni del calcestruzzo, evenienza che si verifica nelle vicinanze degli assi pila, si è fatta una seconda verifica semplificata, trascurando tutto il contributo della soletta; tale verifica si ritiene soddisfatta se al lembo superiore teso di trave compaiono compressioni o trazioni modeste inferiori alla resistenza stessa a trazione del calcestruzzo.

Le perdite di precompressione sono state introdotte in termini di sollecitazioni equivalenti.

I limiti tensionali a lungo termine verificati per la combinazione rara sono:

per il c.a.p.:

$$\sigma_c = 0.60 f_{ck} = 27.4 \quad \text{N/mm}^2$$

per il c.a.o. :

$$\sigma_c = 0.60 f_{ck} = 19.9 \quad \text{N/mm}^2$$

per i trefoli:

$$\sigma_s = 0.8 f_{p(1)k} = 1336 \quad \text{N/mm}^2$$

per l'armatura lenta:

$$\sigma_s = 0.8 f_{yk} = 360 \quad \text{N/mm}^2$$

Al taglio dei trefoli si verifica che:

per il c.a.p.:

$$\sigma_c = 0.70 f_{ckj} = 26.1 \quad \text{N/mm}^2$$

per l'acciaio di precompressione:

$$\sigma_{spi} = \min\{0.9 f_{p(1)k}, 0.8 f_{ptk}\} = 1488 \quad \text{N/mm}^2$$

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 83
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

#### 9.4.1 Verifiche al taglio dei trefoli. Mezzeria

	<b>Mezzeria</b>
	<i>76 trefoli</i>
	435_11
El <sub>ng</sub> =	
coefficiente di omogeneizzazione =	n = <b>7</b>
tensione di precompressione a t=0	$\sigma_{pm,0} =$ <b>1400</b> N/mm <sup>2</sup>
baricentro cassoncino a t=0	y <sub>G</sub> = 832 mm
baricentro dell'armatura di precompressione a t=0	y <sub>G,Ap</sub> = 375 mm
eccentricità dei cavi a t=0	e = y <sub>G</sub> - y <sub>GAp</sub> = -0.457 m
area totale di precompressione	A <sub>p,tot</sub> = 10564 mm <sup>2</sup>
Precompressione a t=0	P <sub>0</sub> = -1.479E+07 N
Momento di precompressione a t=0	M <sub>p,0</sub> = 6.765E+06 Nm
Momento indotto dal PP cassoncini (schema isostatico)	M <sub>PP</sub> = -2.120E+06 Nm
Area sezione omog.:	A <sub>o</sub> = 910552 mm <sup>2</sup>
Mom. Inerzia:	J <sub>yo</sub> = 3.505E+11 mm <sup>4</sup>
Bordo sup. cls (cassoncino):	Z <sub>cs</sub> = 968 mm
Bordo inf. cls (cassoncino):	Z <sub>ci</sub> = -832 mm
ecc. trefolo più alto:	Z <sub>ps</sub> = 918 mm
ecc. più basso:	Z <sub>pi</sub> = -782 mm
Tensione nel cls a livello baricentro cavi	$\sigma_{cp} =$ -22.3 N/mm <sup>2</sup>
Perdite di tensione per accorciamento elastico	$\Delta\sigma_{p\ el} = \sigma_{cp} * n =$ -156.1 N/mm <sup>2</sup>
Tensione nel baricentro dei trefoli	$\sigma_{pi-00} = \sigma_{pm,0} + \Delta\sigma_{p\ el} =$ 1243.9 N/mm <sup>2</sup>
Tensione al lembo superiore del cassoncino	$\sigma_{c-sup} =$ -3.69 N/mm <sup>2</sup>
Tensione al lembo inferiore del cassoncino	$\sigma_{c-inf} =$ -23.67 N/mm <sup>2</sup>
Tensione al trefolo più alto	$\sigma_{pi-sup} =$ 1370 N/mm <sup>2</sup>
Tensione al trefolo più basso	$\sigma_{pi-inf} =$ 1238 N/mm <sup>2</sup>

Risulta:

$$\sigma_{pi-00} = \sigma_{pm,0} + \Delta\sigma_{p\ el} < \sigma_{spi} = \min\{0.9 f_{p(1)k}, 0.8 f_{ptk}\} = 1488 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c-sup} < f_{ctd} = \alpha_{ct} 0.7 f_{ctm} / \gamma_c = 1.56 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c-inf} < \sigma_c = 0.70 f_{ckj} = 26.1 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{pi-sup} < \sigma_{spi} = \min\{0.9 f_{p(1)k}, 0.8 f_{ptk}\} = 1488$$

$$\sigma_{pi-inf} < \sigma_{spi} = \min\{0.9 f_{p(1)k}, 0.8 f_{ptk}\} = 1488$$

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 84
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

#### 9.4.2 Verifiche al taglio dei trefoli. X=9 dalla testata

	<b>Corrente (X=9.00)</b>
	<i>66 trefoli</i>
	741_1
El <sub>ng</sub> =	
coefficiente di omogeneizzazione =	n = <b>7</b>
tensione di precompressione a t=0	$\sigma_{pm,0} =$ <b>1400</b> N/mm <sup>2</sup>
baricentro cassoncino a t=0	y <sub>G</sub> = 832 mm
baricentro dell'armatura di precompressione a t=0	y <sub>G,Ap</sub> = 375 mm
eccentricità dei cavi a t=0	e = y <sub>G</sub> - y <sub>GAp</sub> = -0.457 m
area totale di precompressione	A <sub>p, tot</sub> = 10564 mm <sup>2</sup>
Precompressione a t=0	P <sub>,0</sub> = -1.479E+07 N
Momento di precompressione a t=0	M <sub>p,0</sub> = 6.765E+06 Nm
Momento indotto dal PP cassoncini (schema isostatico)	M <sub>pp</sub> = -1.839E+06 Nm
Area sezione omog.:	A <sub>o</sub> = 910552 mm <sup>2</sup>
Mom. Inerzia:	J <sub>yo</sub> = 3.505E+11 mm <sup>4</sup>
Bordo sup. cls (cassoncino):	Z <sub>cs</sub> = 968 mm
Bordo inf. cls (cassoncino):	Z <sub>ci</sub> = -832 mm
ecc. trefolo più alto:	Z <sub>ps</sub> = 918 mm
ecc. più basso:	Z <sub>pi</sub> = -782 mm
Tensione nel cls a livello baricentro cavi	$\sigma_{cp} =$ -22.7 N/mm <sup>2</sup>
Perdite di tensione per accorciamento elastico	$\Delta\sigma_{p\ el} = \sigma_{cp} * n =$ -158.7 N/mm <sup>2</sup>
Tensione nel baricentro dei trefoli	$\sigma_{pi-00} = \sigma_{pm,0} + \Delta\sigma_{p\ el} =$ 1241.3 N/mm <sup>2</sup>
Tensione al lembo superiore del cassoncino	$\sigma_{c-sup} =$ -2.92 N/mm <sup>2</sup>
Tensione al lembo inferiore del cassoncino	$\sigma_{c-inf} =$ -24.28 N/mm <sup>2</sup>
Tensione al trefolo più alto	$\sigma_{pi-sup} =$ 1375 N/mm <sup>2</sup>
Tensione al trefolo più basso	$\sigma_{pi-inf} =$ 1234 N/mm <sup>2</sup>

Risulta:

$$\sigma_{pi-00} = \sigma_{pm,0} + \Delta\sigma_{p\ el} < \sigma_{spi} = \min\{0.9 f_{p(1)k}, 0.8 f_{ptk}\} = 1488 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c-sup} < f_{ctd} = \alpha_{ct} 0.7 f_{ctm} / \gamma_c = 1.56 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c-inf} < \sigma_c = 0.70 f_{ckj} = 26.1 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{pi-sup} < \sigma_{spi} = \min\{0.9 f_{p(1)k}, 0.8 f_{ptk}\} = 1488$$

$$\sigma_{pi-inf}$$

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 85
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 9.4.3 Verifiche al taglio dei trefoli. X=5 dalla testata

	<b>Corrente (X=5.00)</b>
	<i>58 trefoli</i>
	881_1
El <sub>ng</sub> =	n = <b>7</b>
coefficiente di omogeneizzazione =	$\sigma_{pm,0}$ = <b>1400 N/mm<sup>2</sup></b>
tensione di precompressione a t=0	$y_G$ = 839 mm
baricentro cassoncino a t=0	$y_{G,Ap}$ = 414 mm
baricentro dell'armatura di precompressione a t=0	e = $y_G - y_{GAp}$ = -0.425 m
eccentricità dei cavi a t=0	$A_{p,tot}$ = 9174 mm <sup>2</sup>
area totale di precompressione	$P_{,0}$ = -1.284E+07 N
Precompressione a t=0	$M_{p,0}$ = 5.464E+06 Nm
Momento di precompressione a t=0	$M_{PP}$ = -1.234E+06 Nm
Momento indotto dal PP cassoncini (schema isostatico)	Ao = 902212 mm <sup>2</sup>
Area sezione omog.:	Jyo = 3.462E+11 mm <sup>4</sup>
Mom. Inerzia:	Zcs = 961 mm
Bordo sup. cls (cassoncino):	Zci = -839 mm
Bordo inf. cls (cassoncino):	Zps = 911 mm
ecc. trefolo più alto:	Zpi = -789 mm
ecc. più basso:	$\sigma_{cp}$ = -19.4 N/mm <sup>2</sup>
Tensione nel cls a livello baricentro cavi	$\Delta\sigma_{p\,el} = \sigma_{cp} * n$ = -136.0 N/mm <sup>2</sup>
Perdite di tensione per accorciamento elastico	$\sigma_{pi-00} = \sigma_{pm,0} + \Delta\sigma_{p\,el}$ = 1264.0 N/mm <sup>2</sup>
Tensione nel baricentro dei trefoli	$\sigma_{c-sup}$ = -2.59 N/mm <sup>2</sup>
Tensione al lembo superiore del cassoncino	$\sigma_{c-inf}$ = -21.82 N/mm <sup>2</sup>
Tensione al lembo inferiore del cassoncino	$\sigma_{pi-sup}$ = 1378 N/mm <sup>2</sup>
Tensione al trefolo più alto	$\sigma_{pi-inf}$ = 1251 N/mm <sup>2</sup>
Tensione al trefolo più basso	

Risulta:

$$\sigma_{pi-00} = \sigma_{pm,0} + \Delta\sigma_{p\,el} < \sigma_{spi} = \min\{0.9 f_{p(1)k}, 0.8 f_{ptk}\} = 1488 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c-sup} < f_{ctd} = \alpha_{ct} 0.7 f_{ctm} / \gamma_c = 1.56 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c-inf} < \sigma_c = 0.70 f_{ckj} = 26.1 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{pi-sup} < \sigma_{spi} = \min\{0.9 f_{p(1)k}, 0.8 f_{ptk}\} = 1488$$

$$\sigma_{pi-inf}$$

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 86
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

#### 9.4.4 Verifiche al taglio dei trefoli. X=1.5 dalla testata

	<b>Testata</b> <b>(X=1.5 m)</b> <i>58 trefoli</i>
El <sub>ng</sub> =	1005_1
coefficiente di omogeneizzazione =	n = <b>7</b>
tensione di precompressione a t=0	$\sigma_{pm,0}$ = <b>1400</b> N/mm <sup>2</sup>
baricentro cassoncino a t=0	y <sub>G</sub> = 845 mm
baricentro dell'armatura di precompressione a t=0	y <sub>G,Ap</sub> = 464 mm
eccentricità dei cavi a t=0	e = y <sub>G</sub> - y <sub>GAp</sub> = -0.381 m
area totale di precompressione	A <sub>p,tot</sub> = 8062 mm <sup>2</sup>
Precompressione a t=0	P <sub>0</sub> = -1.129E+07 N
Momento di precompressione a t=0	M <sub>p,0</sub> = 4.302E+06 Nm
Momento indotto dal PP cassoncini (schema isostatico)	M <sub>PP</sub> = -4.257E+05 Nm
Area sezione omog.:	A <sub>o</sub> = 895540 mm <sup>2</sup>
Mom. Inerzia:	J <sub>yo</sub> = 3.421E+11 mm <sup>4</sup>
Bordo sup. cls (cassoncino):	Z <sub>cs</sub> = 955 mm
Bordo inf. cls (cassoncino):	Z <sub>ci</sub> = -845 mm
ecc. trefolo più alto:	Z <sub>ps</sub> = 905 mm
ecc. più basso:	Z <sub>pi</sub> = -795 mm
Tensione nel cls a livello baricentro cavi	$\sigma_{cp}$ = -16.9 N/mm <sup>2</sup>
Perdite di tensione per accorciamento elastico	$\Delta\sigma_{p\,el} = \sigma_{cp} \cdot n$ = -118.5 N/mm <sup>2</sup>
Tensione nel baricentro dei trefoli	$\sigma_{pi-00} = \sigma_{pm,0} + \Delta\sigma_{p\,el}$ = 1281.5 N/mm <sup>2</sup>
Tensione al lembo superiore del cassoncino	$\sigma_{c-sup}$ = -1.73 N/mm <sup>2</sup>
Tensione al lembo inferiore del cassoncino	$\sigma_{c-inf}$ = -20.21 N/mm <sup>2</sup>
Tensione al trefolo più alto	$\sigma_{pi-sup}$ = 1384 N/mm <sup>2</sup>
Tensione al trefolo più basso	$\sigma_{pi-inf}$ = 1262 N/mm <sup>2</sup>

Risulta:

$$\sigma_{pi-00} = \sigma_{pm,0} + \Delta\sigma_{p\,el} < \sigma_{spi} = \min\{0.9 f_{p(1)k}, 0.8 f_{ptk}\} = 1488 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c-sup} < f_{ctd} = \alpha_{ct} 0.7 f_{ctm} / \gamma_c = 1.56 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c-inf} < \sigma_c = 0.70 f_{ckj} = 26.1 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{pi-sup} < \sigma_{spi} = \min\{0.9 f_{p(1)k}, 0.8 f_{ptk}\} = 1488$$

$$\sigma_{pi-inf} < \sigma_{spi} = \min\{0.9 f_{p(1)k}, 0.8 f_{ptk}\} = 1488$$

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 87
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

#### 9.4.5 Mezzeria, trave di bordo

	Fase 1	Fase 2	PPiso1 + ξ(PPiso2- PPiso1) 0.457	Fase 1 Prec iso	Fase 2 Prec iso	Prec iso1 + ξ(Prec iso 2- Prec iso 1) 0.457	Fase 1 PPsoletta	Fase 2 PPsoletta	PPsol iso1 + ξ(PPsol iso 2- PPsol iso 1) 0.610
N (N) =	-9.69E-20	-9.69E-20		-1.48E+07	-1.48E+07		-2.05E-12	-2.05E-12	
M (Nm) =	-2.27E+06	-2.27E+06		6.22E+06	1.39E+07		-2.59E+06	-2.59E+06	
σ <sub>sp</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) =				<b>1400</b>	<b>1400</b>				
e (m) =				-0.421	-0.942				
σ <sub>c sup sol</sub> =	0.0	-1.7	<b>-0.8</b>	0.0	2.5	<b>1.2</b>	0.0	-2.0	<b>-1.2</b>
σ <sub>c sup trave</sub> =	-6.0	-1.1	<b>-3.8</b>	1.5	-1.1	<b>0.3</b>	-6.9	-1.3	<b>-3.5</b>
σ <sub>c inf trave</sub> =	4.8	3.1	<b>4.0</b>	-28.0	-27.0	<b>-27.5</b>	5.4	3.5	<b>4.3</b>
σ <sub>c quota cavi</sub> =	2.5	3.1	<b>2.8</b>	-21.8	-27.0	<b>-24.2</b>	2.9	3.5	<b>3.3</b>
σ <sub>s baric. cavi</sub> =	36.7	32.2	<b>34.6</b>	1082.3	1085.4	<b>1083.7</b>	41.8	36.7	<b>38.7</b>
σ <sub>s cavi sup</sub> =	-83.2	-14.8	<b>-51.9</b>	1410.2	1373.8	<b>1393.6</b>	-94.8	-16.9	<b>-47.3</b>
σ <sub>s cavi inf</sub> =	65.0	43.4	<b>55.1</b>	1004.7	1017.2	<b>1010.4</b>	74.0	49.4	<b>59.0</b>
σ <sub>s arm.lenta sup</sub> =	0.0	-22.6	<b>-10.3</b>	0.0	21.6	<b>9.9</b>	0.0	-25.8	<b>-15.7</b>
σ <sub>s arm.lenta inf</sub> =	0.0	0.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0	<b>0.0</b>
	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2
	Eff diff. PP e Prec	Perm	Ritiro iper	Ritiro ISO	Ritiro locale	Cedim, Mymax	Cedim, Mymin	Perdite di prec.	
N (N) =	-3.30E+05	2.24E-07	1.45E+05	<b>-1.93E+06</b>		-4.73E-10	3.84E-10	8.164E+05	
M (Nm) =	-3.07E+06	-4.32E+05	1.21E+06	<b>-1.17E+06</b>		7.67E+04	-6.67E+04	-8.190E+05	
σ <sub>sp</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) =								-77	
e (m) =									
σ <sub>c sup sol</sub> =	<b>-2.5</b>	<b>-0.3</b>	<b>1.0</b>	<b>-1.9</b>	<b>2.5</b>	<b>0.1</b>	<b>-0.1</b>	<b>-0.2</b>	
σ <sub>c sup trave</sub> =	<b>-1.7</b>	<b>-0.2</b>	<b>0.7</b>	<b>-1.6</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	
σ <sub>c inf trave</sub> =	<b>4.0</b>	<b>0.6</b>	<b>-1.6</b>	<b>0.5</b>	<b>0</b>	<b>-0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>1.6</b>	
σ <sub>c quota cavi</sub> =	<b>4.0</b>	<b>0.6</b>	<b>-1.6</b>	<b>0.5</b>	<b>0</b>	<b>-0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>1.6</b>	
σ <sub>s baric. cavi</sub> =	<b>40.9</b>	<b>6.1</b>	<b>-16.0</b>	<b>1.4</b>	<b>0</b>	<b>-1.1</b>	<b>0.9</b>	<b>-59.2</b>	
σ <sub>s cavi sup</sub> =	<b>-22.6</b>	<b>-2.8</b>	<b>9.0</b>	<b>-22.9</b>	<b>0</b>	<b>0.5</b>	<b>-0.4</b>	<b>-76.2</b>	
σ <sub>s cavi inf</sub> =	<b>56.0</b>	<b>8.2</b>	<b>-21.9</b>	<b>7.1</b>	<b>0</b>	<b>-1.5</b>	<b>1.3</b>	<b>-55.2</b>	
σ <sub>s arm.lenta sup</sub> =	<b>-33.2</b>	<b>-4.3</b>	<b>13.2</b>	<b>-27.0</b>	<b>0</b>	<b>0.8</b>	<b>-0.7</b>	<b>-1.7</b>	
σ <sub>s arm.lenta inf</sub> =	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 88
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

	Verifica a fine fase 2 Mymax	Verifica a fine fase 2 Mymin	Fase 3 SLE3, Mymax	Fase 3 SLE3, Mymin	Verifica a fine fase 3 Mymax	Verifica a fine fase 3 Mymin
N (N) =			-2.46E+05	2.46E+05		
M (Nm) =			1.46E+06	-4.44E+06		
$\sigma_{sp}$ (N/mm <sup>2</sup> ) =						
e (m) =						
$\sigma_c$ sup sol =	-2.3	-2.4	1.1	-3.5	-1.2	-5.9
$\sigma_c$ sup trave =	-9.7	-9.8	0.6	-2.2	-9.1	-12.0
$\sigma_c$ inf trave =	-14.2	-14.0	-2.5	7.3	-16.7	-6.8
$\sigma_c$ quota cavi =	-13.1	-12.9	-2.5	7.3	-15.6	-5.6
$\sigma_s$ baric. cavi =	1129.1	1131.2	-9.6	27.7	1119.5	1158.9
$\sigma_s$ cavi sup =	1179.4	1178.4	2.8	-10.1	1182.2	1168.3
$\sigma_s$ cavi inf =	1117.3	1120.0	-12.5	36.6	1104.7	1156.7
$\sigma_s$ arm.lenta sup =	-68.4	-69.8	4.9	-16.4	-63.5	-86.2
$\sigma_s$ arm.lenta inf =	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Le perdite di precompressione per ritiro, viscosità e rilassamento sono calcolate nelle tabelle seguenti a partire dalla tensione al netto delle perdite elastiche:

#### Calcolo perdite di precompressione a tempo $t=\infty$

Dati generali			
		$\sigma_{spi}$	1084 N/mm <sup>2</sup>
<b>Rck</b>	55	$\epsilon_s$	0.00035
<b>fck</b>	45.65	$\alpha$	4.97
<b>fc</b>	53.65	$\Phi(t-t_0)$	1.79
<b>Ecm</b>	36416	$\sigma_{cg}$	9.1 N/mm <sup>2</sup>
<b>Ec</b>	38237	$\sigma_{cp0}$	-24.2 N/mm <sup>2</sup>
<b>Esp</b>	190000	$\sigma_{pg0}$	1188.1 N/mm <sup>2</sup>
<b>n</b>	5.22	$A_p$	1.06E+04 mm <sup>2</sup>
<b>Es</b>	210000	$A_c$	1.61E+06 mm <sup>2</sup>
<b><math>\Phi(t-t_0)</math></b>	1.79	$I_c$	7.70E+11 mm <sup>4</sup>
<b><math>\epsilon_s(t-t_s)</math></b>	0.00035	$Z_{cp}$	-1003 mm
<b><math>\chi</math></b>	0.8	$f_{pk}$	1860 N/mm <sup>2</sup>
		$\sigma_{pg0}/f_{pk}$	63.9 %
		% di $\sigma_{p0}$	2.62 %
		$\Delta\sigma_{pr}$	-28.4 N/mm <sup>2</sup>
		$\Delta\sigma_{p,c+s+r}$	-77.3 N/mm <sup>2</sup>
		% $\Delta\sigma_{p,c+s+r}$	7.13 %

#### Sollecitazioni Equivalenti alle perdite di precompressione

$\Delta N$	8.16E+05 N
$\Delta M$	-8.19E+05 Nm

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 89
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

#### 9.4.6 Mezzeria, trave centrale

	Fase 1	Fase 2	PPiso1 + ξ(PPiso2- PPiso1)	Fase 1	Fase 2	Prec iso1 + ξ(Prec iso 2- Prec iso 1)	Fase 1	Fase 2	PPsol iso1 + ξ(PPsol iso 2- PPsol iso 1)
	PPiso	PPiso	0.457	Prec iso	Prec iso	0.457	PPsoletta	PPsoletta	0.610
N (N) =	1.28E-19	1.28E-19		-1.43E+07	-1.43E+07		-1.52E-13	-1.52E-13	
M (Nm) =	-2.27E+06	-2.27E+06		6.00E+06	1.23E+07		-1.60E+06	-1.60E+06	
σ <sub>sp</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) =				1350	1350				
ecc (m) =				-0.421	-0.860				
σ <sub>c sup sol</sub> =	0.0	-2.1	<b>-1.0</b>	0.0	2.6	<b>1.2</b>	0.0	-1.5	<b>-0.9</b>
σ <sub>c sup trave</sub> =	-6.0	-1.5	<b>-3.9</b>	1.5	-0.9	<b>0.4</b>	-4.2	-1.0	<b>-2.3</b>
σ <sub>c inf trave</sub> =	4.8	3.2	<b>4.1</b>	-27.0	-26.1	<b>-26.6</b>	3.4	2.3	<b>2.7</b>
σ <sub>c quota cavi</sub> =	2.5	3.2	<b>2.8</b>	-21.0	-26.1	<b>-23.4</b>	1.8	2.3	<b>2.1</b>
σ <sub>s baric. cavi</sub> =	36.7	32.5	<b>34.8</b>	1043.6	1046.3	<b>1044.8</b>	25.9	23.0	<b>24.1</b>
σ <sub>s cavi sup</sub> =	-83.2	-19.5	<b>-54.1</b>	1359.9	1327.1	<b>1344.9</b>	-58.7	-13.8	<b>-31.3</b>
σ <sub>s cavi inf</sub> =	65.0	44.9	<b>55.8</b>	968.8	979.9	<b>973.9</b>	45.8	31.6	<b>37.2</b>
σ <sub>s arm.lenta sup</sub> =	0.0	-28.2	<b>-12.9</b>	0.0	23.7	<b>10.8</b>	0.0	-19.9	<b>-12.1</b>
σ <sub>s arm.lenta inf</sub> =	0.0	0.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0	<b>0.0</b>
	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2
	Eff diff. PP e Prec	Perm	Ritiro iper	Ritiro ISO	Ritiro locale	Cedim, Mymax	Cedim, Mymin	Perdite di prec.	
N (N) =	3.89E+05	5.43E-08	-1.26E+05	<b>-1.43E+06</b>		-9.45E-11	8.27E-11	7.704E+05	
M (Nm) =	-3.11E+06	-3.08E+05	1.03E+06	<b>-9.88E+05</b>		6.95E+04	-6.04E+04	-7.133E+05	
σ <sub>sp</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) =								-73	
ecc (m) =									
σ <sub>c sup sol</sub> =	<b>-2.7</b>	<b>-0.3</b>	<b>0.9</b>	<b>-1.8</b>	<b>2.5</b>	<b>0.1</b>	<b>-0.1</b>	<b>-0.2</b>	
σ <sub>c sup trave</sub> =	<b>-1.8</b>	<b>-0.2</b>	<b>0.6</b>	<b>-1.5</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	
σ <sub>c inf trave</sub> =	<b>4.6</b>	<b>0.4</b>	<b>-1.5</b>	<b>0.5</b>	<b>0</b>	<b>-0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>1.5</b>	
σ <sub>c quota cavi</sub> =	<b>4.6</b>	<b>0.4</b>	<b>-1.5</b>	<b>0.5</b>	<b>0</b>	<b>-0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>1.5</b>	
σ <sub>s baric. cavi</sub> =	<b>48.0</b>	<b>4.4</b>	<b>-15.8</b>	<b>1.3</b>	<b>0</b>	<b>-1.0</b>	<b>0.9</b>	<b>-55.8</b>	
σ <sub>s cavi sup</sub> =	<b>-23.2</b>	<b>-2.6</b>	<b>7.7</b>	<b>-21.4</b>	<b>0</b>	<b>0.6</b>	<b>-0.5</b>	<b>-72.1</b>	
σ <sub>s cavi inf</sub> =	<b>64.9</b>	<b>6.1</b>	<b>-21.4</b>	<b>6.6</b>	<b>0</b>	<b>-1.4</b>	<b>1.2</b>	<b>-51.9</b>	
σ <sub>s arm.lenta sup</sub> =	<b>-35.0</b>	<b>-3.8</b>	<b>11.6</b>	<b>-25.1</b>	<b>0</b>	<b>0.9</b>	<b>-0.7</b>	<b>-1.9</b>	
σ <sub>s arm.lenta inf</sub> =	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 90
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

	Verifica a fine fase 2 Mymax	Verifica a fine fase 2 Mymin	Fase 3 SLE3, Mymax	Fase 3 SLE3, Mymin	Verifica a fine fase 3 Mymax	Verifica a fine fase 3 Mymin
N (N) =			-6.94E+04	6.94E+04		
M (Nm) =			1.29E+06	-3.47E+06		
$\sigma_{sp}$ (N/mm <sup>2</sup> ) =						
ecc (m) =						
$\sigma_c$ sup sol =	-2.2	-2.3	1.3	-3.5	-0.9	-5.8
$\sigma_c$ sup trave =	-8.7	-8.8	0.8	-2.3	-7.8	-11.1
$\sigma_c$ inf trave =	-14.4	-14.2	-2.2	5.8	-16.6	-8.4
$\sigma_c$ quota cavi =	-13.0	-12.8	-2.2	5.8	-15.2	-7.0
$\sigma_s$ baric. cavi =	1084.8	1086.7	-8.2	21.6	1076.6	1108.2
$\sigma_s$ cavi sup =	1148.5	1147.3	4.0	-11.0	1152.4	1136.3
$\sigma_s$ cavi inf =	1069.8	1072.3	-11.1	29.3	1058.7	1101.6
$\sigma_s$ arm.lenta sup =	-67.6	-69.2	6.0	-16.4	-61.6	-85.6
$\sigma_s$ arm.lenta inf =	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Le perdite di precompressione per ritiro, viscosità e rilassamento sono calcolate nelle tabelle seguenti a partire dalla tensione al netto delle perdite elastiche:

#### Calcolo perdite di precompressione a tempo $t=\infty$

Dati generali		
Rck	55	$\sigma_{spi}$ 1045 N/mm <sup>2</sup>
fck	45.65	$\epsilon_s$ 0.00035
fcm	53.65	$\alpha$ 4.97
Ecm	36416.11	$\Phi(t-t_0)$ 1.79
Ec	38236.92	$\sigma_{cg}$ 8.4 N/mm <sup>2</sup>
Esp	190000.00	$\sigma_{cp0}$ -23.4 N/mm <sup>2</sup>
n	5.22	$\sigma_{pg0}$ 1140.3 N/mm <sup>2</sup>
Es	210000.00	$A_p$ 1.06E+04 mm <sup>2</sup>
t-t <sub>0</sub> )	1.79	$A_c$ 1.41E+06 mm <sup>2</sup>
t-ts)	0.00035	$I_c$ 7.01E+11 mm <sup>4</sup>
$\chi$	0.8	$Z_{cp}$ -926 mm
		$f_{pk}$ 1860 N/mm <sup>2</sup>
		$\sigma_{pg0}/f_{pk}$ 61.3 %
		% di $\sigma_{p0}$ 2.38 %
		$\Delta\sigma_{pr}$ -25 N/mm <sup>2</sup>
		$\Delta\sigma_{p,c+s+r}$ -73 N/mm <sup>2</sup>
		% $\Delta\sigma_{p,c+s+r}$ 6.98 %

#### Sollecitazioni Equivalenti alle perdite di precompressione

$\Delta N$	7.70E+05 N
$\Delta M$	-7.13E+05 Nm

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 91
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

#### 9.4.7 Sez. a 66 trefoli (X=9.00 m), trave di bordo

	Fase 1	Fase 2	PPiso1 + ξ(PPiso2- PPiso1) 0.457	Fase 1 Prec iso	Fase 2 Prec iso	Prec iso1 + ξ(Prec iso 2- Prec iso 1) 0.457	Fase 1 PPsoletta	Fase 2 PPsoletta	PPsol iso1 + ξ(PPsol iso 2- PPsol iso 1) 0.610
N (N) =	-2.70E-19	-2.70E-19		-1.28E+07	-1.28E+07		-1.67E-11	-1.67E-11	
M (Nm) =	-1.84E+06	-1.84E+06		5.07E+06	1.18E+07		-2.42E+06	-2.42E+06	
σ <sub>sp</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) =				<b>1400</b>	<b>1400</b>				
e (m) =				-0.395	-0.916				
σ <sub>c sup sol</sub> =	0.0	-1.4	<b>-0.6</b>	0.0	2.0	<b>0.9</b>	0.0	-1.9	<b>-1.1</b>
σ <sub>c sup trave</sub> =	-4.9	-0.9	<b>-3.1</b>	0.3	-1.2	<b>-0.3</b>	-6.5	-1.2	<b>-3.3</b>
σ <sub>c inf trave</sub> =	4.0	2.6	<b>3.4</b>	-24.3	-23.7	<b>-24.0</b>	5.3	3.4	<b>4.1</b>
σ <sub>c quota cavi</sub> =	2.0	2.6	<b>2.3</b>	-18.6	-23.7	<b>-20.9</b>	2.6	3.4	<b>3.1</b>
σ <sub>s baric. cavi</sub> =	28.5	26.1	<b>27.4</b>	1128.8	1130.5	<b>1129.6</b>	37.5	34.3	<b>35.5</b>
σ <sub>s cavi sup</sub> =	-68.0	-12.0	<b>-42.4</b>	1395.0	1373.9	<b>1385.4</b>	-89.3	-15.8	<b>-44.4</b>
σ <sub>s cavi inf</sub> =	54.8	36.5	<b>46.4</b>	1056.4	1064.2	<b>1060.0</b>	72.0	47.9	<b>57.3</b>
σ <sub>s arm.lenta sup</sub> =	0.0	-18.5	<b>-8.5</b>	0.0	15.5	<b>7.1</b>	0.0	-24.3	<b>-14.8</b>
σ <sub>s arm.lenta inf</sub> =	0.0	0.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0	<b>0.0</b>
	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2
	Eff diff. PP e Prec	Perm	Ritiro iper	Ritiro ISO	Ritiro locale	Cedim, Mymax	Cedim, Mymin	Perdite di prec.	
N (N) =	-3.24E+05	-5.47E-08	1.41E+05	<b>-1.93E+06</b>		1.58E-10	-5.27E-11	6.228E+05	
M (Nm) =	-2.41E+06	-4.59E+05	9.77E+05	<b>-1.17E+06</b>		1.38E+05	-2.00E+05	-6.249E+05	
σ <sub>sp</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) =								-68	
e (m) =									
σ <sub>c sup sol</sub> =	<b>-2.0</b>	<b>-0.4</b>	<b>0.8</b>	<b>-2.0</b>	<b>2.5</b>	<b>0.1</b>	<b>-0.2</b>	<b>-0.1</b>	
σ <sub>c sup trave</sub> =	<b>-1.4</b>	<b>-0.2</b>	<b>0.6</b>	<b>-1.6</b>	<b>0</b>	<b>0.1</b>	<b>-0.1</b>	<b>0.0</b>	
σ <sub>c inf trave</sub> =	<b>3.2</b>	<b>0.6</b>	<b>-1.3</b>	<b>0.6</b>	<b>0</b>	<b>-0.2</b>	<b>0.3</b>	<b>1.2</b>	
σ <sub>c quota cavi</sub> =	<b>3.2</b>	<b>0.6</b>	<b>-1.3</b>	<b>0.6</b>	<b>0</b>	<b>-0.2</b>	<b>0.3</b>	<b>1.2</b>	
σ <sub>s baric. cavi</sub> =	<b>31.6</b>	<b>6.5</b>	<b>-12.7</b>	<b>1.2</b>	<b>0</b>	<b>-2.0</b>	<b>2.8</b>	<b>-54.0</b>	
σ <sub>s cavi sup</sub> =	<b>-18.3</b>	<b>-3.0</b>	<b>7.5</b>	<b>-23.1</b>	<b>0</b>	<b>0.9</b>	<b>-1.3</b>	<b>-67.0</b>	
σ <sub>s cavi inf</sub> =	<b>45.2</b>	<b>9.1</b>	<b>-18.2</b>	<b>7.8</b>	<b>0</b>	<b>-2.7</b>	<b>4.0</b>	<b>-50.5</b>	
σ <sub>s arm.lenta sup</sub> =	<b>-26.8</b>	<b>-4.6</b>	<b>11.0</b>	<b>-27.2</b>	<b>0</b>	<b>1.4</b>	<b>-2.0</b>	<b>-1.3</b>	
σ <sub>s arm.lenta inf</sub> =	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 92
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

	Verifica a fine fase 2 Mymax	Verifica a fine fase 2 Mymin	Fase 3 SLE3, Mymax	Fase 3 SLE3, Mymin	Verifica a fine fase 3 Mymax	Verifica a fine fase 3 Mymin
N (N) =			-1.60E+05	1.60E+05		
M (Nm) =			1.51E+06	-3.98E+06		
$\sigma_{sp}$ (N/mm <sup>2</sup> ) =						
e (m) =						
$\sigma_c$ sup sol =	-1.9	-2.2	1.2	-3.2	-0.8	-5.4
$\sigma_c$ sup trave =	-9.3	-9.5	0.7	-2.0	-8.6	-11.5
$\sigma_c$ inf trave =	-12.3	-11.8	-2.6	6.6	-14.9	-5.2
$\sigma_s$ quota cavi =	-11.4	-10.9	-2.6	6.6	-14.0	-4.3
$\sigma_s$ baric. cavi =	1163.1	1167.9	-9.5	24.1	1153.7	1192.0
$\sigma_s$ cavi sup =	1195.6	1193.4	3.2	-9.3	1198.8	1184.1
$\sigma_s$ cavi inf =	1154.3	1161.0	-12.9	33.1	1141.4	1194.1
$\sigma_s$ arm.lenta sup =	-63.9	-67.2	5.4	-14.9	-58.5	-82.2
$\sigma_s$ arm.lenta inf =	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Le perdite di precompressione per ritiro, viscosità e rilassamento sono calcolate nelle tabelle seguenti a partire dalla tensione al netto delle perdite elastiche:

#### Calcolo perdite di precompressione a tempo $t=\infty$

Dati generali			
		$\sigma_{spi}$	1130 N/mm <sup>2</sup>
<b>Rck</b>	55	$\epsilon_s$	0.00035
<b>fck</b>	45.65	$\alpha$	4.97
<b>fc</b>	53.65	$\Phi(t-t_0)$	1.79
<b>Ecm</b>	36416	$\sigma_{cg}$	7.9 N/mm <sup>2</sup>
<b>Ec</b>	38237	$\sigma_{cp0}$	-20.9 N/mm <sup>2</sup>
<b>Esp</b>	190000	$\sigma_{pg0}$	1217.9 N/mm <sup>2</sup>
<b>n</b>	5.22	$A_p$	9.17E+03 mm <sup>2</sup>
<b>Es</b>	210000	$A_c$	1.61E+06 mm <sup>2</sup>
<b><math>\Phi(t-t_0)</math></b>	1.79	$I_c$	7.70E+11 mm <sup>4</sup>
<b><math>\epsilon_s(t-t_s)</math></b>	0.00035	$Z_{cp}$	-1003 mm
<b><math>\chi</math></b>	0.8	$f_{pk}$	1860 N/mm <sup>2</sup>
		$\sigma_{pg0}/f_{pk}$	65.5 %
		% di $\sigma_{p0}$	2.94 %
		$\Delta\sigma_{pr}$	-33.2 N/mm <sup>2</sup>
		$\Delta\sigma_{p,c+s+r}$	-67.9 N/mm <sup>2</sup>
		% $\Delta\sigma_{p,c+s+r}$	6.01 %

#### Sollecitazioni Equivalenti alle perdite di precompressione

$\Delta N$	6.23E+05 N
$\Delta M$	-6.25E+05 Nm

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 93
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

#### 9.4.8 Sez. a 66 trefoli (X=9.00 m), trave centrale

	Fase 1	Fase 2	PPiso1 + c(PPiso2- PPiso1)	Fase 1	Fase 2	Prec iso1 + c(Prec iso 2- Prec iso 1)	Fase 1	Fase 2	PPsol iso1 + c(PPsol iso 2- PPsol iso 1)
	PPiso	PPiso	0.457	Prec iso	Prec iso	0.457	PPsoletta	PPsoletta	0.610
N (N) =	2.28E-19	2.28E-19		-1.24E+07	-1.24E+07		-1.76E-12	-1.76E-12	
M (Nm) =	-1.93E+06	-1.93E+06		4.89E+06	1.03E+07		-1.37E+06	-1.37E+06	
$\zeta_{sp}$ (N/mm <sup>2</sup> ) =				1350	1350				
ecc (m) =				-0.395	-0.834				
$\zeta_{c\ sup\ sol}$ =	0.0	-1.8	<b>-0.8</b>	0.0	2.0	<b>0.9</b>	0.0	-1.3	<b>-0.8</b>
$\zeta_{c\ sup\ trave}$ =	-5.2	-1.3	<b>-3.4</b>	0.3	-1.0	<b>-0.3</b>	-3.7	-0.9	<b>-2.0</b>
$\zeta_{c\ inf\ trave}$ =	4.2	2.8	<b>3.6</b>	-23.4	-22.9	<b>-23.2</b>	3.0	2.0	<b>2.4</b>
$\zeta_{c\ quota\ cavi}$ =	2.1	2.8	<b>2.4</b>	-18.0	-22.9	<b>-20.2</b>	1.5	2.0	<b>1.8</b>
$\zeta_{s\ baric.\ cavi}$ =	30.0	27.6	<b>28.9</b>	1088.5	1089.8	<b>1089.1</b>	21.3	19.6	<b>20.2</b>
$\zeta_{s\ cavi\ sup}$ =	-71.5	-16.6	<b>-46.4</b>	1345.2	1326.2	<b>1336.5</b>	-50.7	-11.8	<b>-27.0</b>
$\zeta_{s\ cavi\ inf}$ =	57.6	39.7	<b>49.4</b>	1018.7	1025.5	<b>1021.8</b>	40.8	28.1	<b>33.1</b>
$\zeta_{s\ arm.lenta\ sup}$ =	0.0	-24.2	<b>-11.1</b>	0.0	16.6	<b>7.6</b>	0.0	-17.1	<b>-10.5</b>
$\zeta_{s\ arm.lenta\ inf}$ =	0.0	0.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0	<b>0.0</b>
	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2
	Eff diff. PP e Prec	Perm	Ritiro iper	Ritiro ISO	Ritiro locale	Cedim, Mymax	Cedim, Mymin	Perdite di prec.	
N (N) =	3.71E+05	7.21E-08	-1.26E+05	<b>-1.43E+06</b>		-2.00E-10	1.90E-10	5.683E+05	
M (Nm) =	-2.90E+06	-2.04E+05	9.51E+05	<b>-9.88E+05</b>		1.12E+05	-1.50E+05	-5.262E+05	
$\sigma_{sp}$ (N/mm <sup>2</sup> ) =								-62	
ecc (m) =									
$\sigma_{c\ sup\ sol}$ =	<b>-2.5</b>	<b>-0.2</b>	<b>0.8</b>	<b>-1.8</b>	<b>2.5</b>	<b>0.1</b>	<b>-0.1</b>	<b>-0.1</b>	<b>-0.1</b>
$\sigma_{c\ sup\ trave}$ =	<b>-1.7</b>	<b>-0.1</b>	<b>0.5</b>	<b>-1.5</b>	<b>0</b>	<b>0.1</b>	<b>-0.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
$\sigma_{c\ inf\ trave}$ =	<b>4.5</b>	<b>0.3</b>	<b>-1.5</b>	<b>0.6</b>	<b>0</b>	<b>-0.2</b>	<b>0.2</b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>
$\sigma_{c\ quota\ cavi}$ =	<b>4.5</b>	<b>0.3</b>	<b>-1.5</b>	<b>0.6</b>	<b>0</b>	<b>-0.2</b>	<b>0.2</b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>
$\sigma_{s\ baric.\ cavi}$ =	<b>44.8</b>	<b>2.9</b>	<b>-14.7</b>	<b>1.1</b>	<b>0</b>	<b>-1.6</b>	<b>2.1</b>	<b>-49.3</b>	<b>-49.3</b>
$\sigma_{s\ cavi\ sup}$ =	<b>-21.6</b>	<b>-1.8</b>	<b>7.0</b>	<b>-21.5</b>	<b>0</b>	<b>1.0</b>	<b>-1.3</b>	<b>-61.3</b>	<b>-61.3</b>
$\sigma_{s\ cavi\ inf}$ =	<b>62.8</b>	<b>4.2</b>	<b>-20.6</b>	<b>7.2</b>	<b>0</b>	<b>-2.3</b>	<b>3.1</b>	<b>-46.0</b>	<b>-46.0</b>
$\sigma_{s\ arm.lenta\ sup}$ =	<b>-32.9</b>	<b>-2.6</b>	<b>10.7</b>	<b>-25.4</b>	<b>0</b>	<b>1.4</b>	<b>-1.9</b>	<b>-1.4</b>	<b>-1.4</b>
$\sigma_{s\ arm.lenta\ inf}$ =	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

	Verifica a fine fase 2 Mymax	Verifica a fine fase 2 Mymin	Fase 3 SLE3, Mymax	Fase 3 SLE3, Mymin	Verifica a fine fase 3 Mymax	Verifica a fine fase 3 Mymin
N (N) =			-7.01E+04	7.01E+04		
M (Nm) =			1.39E+06	-2.98E+06		
$\sigma_{sp}$ (N/mm <sup>2</sup> ) =						
ecc (m) =						
$\sigma_c$ sup sol =	-2.0	-2.2	1.4	-3.0	-0.6	-5.2
$\sigma_c$ sup trave =	-8.3	-8.5	0.9	-2.0	-7.4	-10.5
$\sigma_c$ inf trave =	-12.4	-12.0	-2.4	5.1	-14.8	-6.9
$\sigma_c$ quota cavi =	-11.2	-10.8	-2.4	5.1	-13.6	-5.7
$\sigma_s$ baric. cavi =	1121.5	1125.2	-8.6	18.0	1112.9	1143.3
$\sigma_s$ cavi sup =	1165.0	1162.7	4.3	-9.4	1169.3	1153.3
$\sigma_s$ cavi inf =	1109.7	1115.0	-12.0	25.5	1097.6	1140.5
$\sigma_s$ arm.lenta sup =	-64.0	-67.3	6.5	-14.1	-57.6	-81.4
$\sigma_s$ arm.lenta inf =	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 95
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

#### 9.4.9 Sez. a filo riempimento, trave di bordo

	Fase 1	Fase 2	PPiso1 + ξ(PPiso2- PPiso1) 0.457	Fase 1 Prec iso	Fase 2 Prec iso	Prec iso1 + ξ(Prec iso 2- Prec iso 1) 0.457	Fase 1 PPsoletta	Fase 2 PPsoletta	PPsol iso1 + ξ(PPsol iso 2- PPsol iso 1) 0.610
N (N) =	-2.81E-20	-2.81E-20		-1.09E+07	-1.09E+07		1.21E-11	1.21E-11	
M (Nm) =	-4.42E+05	-4.42E+05		3.88E+06	1.03E+07		-5.35E+05	-5.35E+05	
σ <sub>sp</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) =				1350	1350				
ecc (m) =				-0.357	-0.945				
σ <sub>c sup sol</sub> =	0.0	-0.3	<b>-0.1</b>	0.0	1.4	<b>0.6</b>	0.0	-0.3	<b>-0.2</b>
σ <sub>c sup trave</sub> =	-1.2	-0.2	<b>-0.7</b>	-0.9	-1.2	<b>-1.0</b>	-1.4	-0.2	<b>-0.7</b>
σ <sub>c inf trave</sub> =	1.0	0.6	<b>0.8</b>	-20.2	-20.0	<b>-20.1</b>	1.2	0.8	<b>0.9</b>
σ <sub>c quota cavi</sub> =	0.4	0.6	<b>0.5</b>	-15.2	-20.0	<b>-17.4</b>	0.5	0.8	<b>0.7</b>
σ <sub>s baric. cavi</sub> =	6.3	6.1	<b>6.3</b>	1128.6	1129.4	<b>1129.0</b>	7.7	7.5	<b>7.5</b>
σ <sub>s cavi sup</sub> =	-16.5	-2.2	<b>-10.0</b>	1329.5	1324.3	<b>1327.1</b>	-20.0	-2.7	<b>-9.4</b>
σ <sub>s cavi inf</sub> =	13.7	8.8	<b>11.5</b>	1064.0	1066.7	<b>1065.2</b>	16.6	10.7	<b>13.0</b>
σ <sub>s arm.lenta sup</sub> =	0.0	-3.7	<b>-1.7</b>	0.0	8.8	<b>4.0</b>	0.0	-4.5	<b>-2.7</b>
σ <sub>s arm.lenta inf</sub> =	0.0	0.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0	<b>0.0</b>
	Fase 2 Eff diff. PP e Prec	Fase 2 Perm	Fase 2 Ritiro iper	Fase 2 Ritiro ISO	Fase 2 Ritiro locale	Fase 2 Cedim, Mymax	Fase 2 Cedim, Mymin	Fase 2 Perdite di prec.	
N (N) =	-2.81E+05	1.09E-07	1.45E+05	<b>-1.93E+06</b>		9.11E-11	1.20E-10	6.546E+05	
M (Nm) =	-3.56E+06	8.39E+05	1.42E+06	<b>-1.17E+06</b>		1.69E+05	-2.64E+05	-5.933E+05	
σ <sub>sp</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) =								-81	
ecc (m) =									
σ <sub>c sup sol</sub> =	<b>-2.4</b>	<b>0.5</b>	<b>1.0</b>	<b>-1.7</b>	<b>2.5</b>	<b>0.1</b>	<b>-0.2</b>	<b>-0.1</b>	
σ <sub>c sup trave</sub> =	<b>-1.5</b>	<b>0.3</b>	<b>0.6</b>	<b>-1.4</b>	<b>0</b>	<b>0.1</b>	<b>-0.1</b>	<b>0.1</b>	
σ <sub>c inf trave</sub> =	<b>4.9</b>	<b>-1.2</b>	<b>-1.9</b>	<b>0.7</b>	<b>0</b>	<b>-0.2</b>	<b>0.4</b>	<b>1.2</b>	
σ <sub>c quota cavi</sub> =	<b>4.9</b>	<b>-1.2</b>	<b>-1.9</b>	<b>0.7</b>	<b>0</b>	<b>-0.2</b>	<b>0.4</b>	<b>1.2</b>	
σ <sub>s baric. cavi</sub> =	<b>47.6</b>	<b>-11.7</b>	<b>-18.7</b>	<b>2.6</b>	<b>0</b>	<b>-2.3</b>	<b>3.7</b>	<b>-68.3</b>	
σ <sub>s cavi sup</sub> =	<b>-19.9</b>	<b>4.2</b>	<b>8.1</b>	<b>-19.6</b>	<b>0</b>	<b>0.8</b>	<b>-1.3</b>	<b>-79.5</b>	
σ <sub>s cavi inf</sub> =	<b>69.3</b>	<b>-16.8</b>	<b>-27.3</b>	<b>9.8</b>	<b>0</b>	<b>-3.4</b>	<b>5.3</b>	<b>-64.7</b>	
σ <sub>s arm.lenta sup</sub> =	<b>-31.8</b>	<b>7.0</b>	<b>12.9</b>	<b>-23.6</b>	<b>0</b>	<b>1.4</b>	<b>-2.2</b>	<b>-0.3</b>	
σ <sub>s arm.lenta inf</sub> =	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 96
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

	Verifica a fine fase 2 Mymax	Verifica a fine fase 2 Mymin	Fase 3 SLE3, Mymax	Fase 3 SLE3, Mymin	Verifica a fine fase 3 Mymax	Verifica a fine fase 3 Mymin
N (N) =			1.85E+05	-1.85E+05		
M (Nm) =			3.32E+06	-1.88E+06		
$\sigma_{sp}$ (N/mm <sup>2</sup> ) =						
ecc (m) =						
$\sigma_c$ sup soletta =	0.2	-0.1	2.7	-1.6	2.9	-1.7
$\sigma_c$ sup trave =	-4.3	-4.5	1.7	-1.0	-2.6	-5.5
$\sigma_c$ inf trave =	-14.9	-14.3	-5.3	3.0	-20.2	-11.3
$\sigma_c$ quota cavi =	-12.7	-12.1	-5.3	3.0	-18.1	-9.2
$\sigma_s$ baric. cavi =	1091.9	1098.0	-18.3	10.1	1073.6	1108.1
$\sigma_s$ cavi sup =	1201.9	1199.7	8.0	-4.8	1209.8	1194.9
$\sigma_s$ cavi inf =	1056.6	1065.2	-26.8	14.9	1029.8	1080.2
$\sigma_s$ arm.lenta sup =	-34.8	-38.4	12.6	-7.4	-22.1	-45.8
$\sigma_s$ arm.lenta inf =	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

#### Calcolo perdite di precompressione a tempo $t=\infty$

Dati generali		
	$\sigma_{spi}$	1129 N/mm <sup>2</sup>
<b>Rck</b> 55	$\epsilon_s$	0.00035
<b>fck</b> 45.65	$\alpha$	4.97
<b>fcm</b> 53.65	$\Phi(t-t_0)$	1.79
<b>Ecm</b> 36416.11	$\sigma_{cg}$	3.0 N/mm <sup>2</sup>
<b>Ec</b> 38236.92	$\sigma_{cp0}$	-17.4 N/mm <sup>2</sup>
<b>Esp</b> 190000.00	$\sigma_{pg0}$	1160.0 N/mm <sup>2</sup>
<b>n</b> 5.22	$A_p$	8.06E+03 mm <sup>2</sup>
<b>Es</b> 210000.00	$A_c$	1.59E+06 mm <sup>2</sup>
<b><math>\Phi(t-t_0)</math></b> 1.79	$I_c$	7.68E+11 mm <sup>4</sup>
<b><math>\epsilon_s(t-t_s)</math></b> 0.00035	$Z_{cp}$	-906 mm
<b><math>\chi</math></b> 0.8	$f_{pk}$	1860 N/mm <sup>2</sup>
	$\sigma_{pg0}/f_{pk}$	62.4 %
	% di $\sigma_{p0}$	2.93 %
	$\Delta\sigma_{pr}$	-33 N/mm <sup>2</sup>
	$\Delta\sigma_{p,c+s+r}$	-81 N/mm <sup>2</sup>
	% $\Delta\sigma_{p,c+s+r}$	7.19 %

#### Sollecitazioni Equivalenti alle perdite di precompressione

$\Delta N$	6.55E+05 N
$\Delta M$	-5.93E+05 Nm

Essendo la soletta a fine fase 3, per Mymax (fibre tese superiori) leggermente tesa, la verifica viene ripetuta iterativamente, eliminando il contributo della soletta (oltre alle azioni isostatiche di ritiro) ed il contributo delle ali del cassoncino (asse neutro a 350 mm dall'estradosso della soletta).

	Fase 1	Fase 2	PPiso1 + ξ(PPiso2- PPiso1)	Fase 1	Fase 2	Prec iso1 + ξ(Prec iso 2- Prec iso 1)	Fase 1	Fase 2	PPsol iso1 + ξ(PPsol iso 2- PPsol iso 1)
	PPiso	PPiso	0.457	Prec iso	Prec iso	0.457	PPsoletta	PPsoletta	0.610
N (N) =	-2.81E-20	-2.81E-20		-1.09E+07	-1.09E+07		1.21E-11	1.21E-11	
M (Nm) =	-4.42E+05	-4.42E+05		2.41E+06	6.09E+06		-5.35E+05	-5.35E+05	
σ <sub>sp</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) =				1350	1350				
ecc (m) =				-0.221	-0.559				
σ <sub>c</sub> sup sol =	0.0	0.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0	<b>0.0</b>
σ <sub>c</sub> sup trave =	-1.4	-0.5	<b>-1.0</b>	-5.4	-2.8	<b>-4.2</b>	-1.7	-0.6	<b>-1.0</b>
σ <sub>c</sub> inf trave =	0.9	0.6	<b>0.8</b>	-17.7	-18.3	<b>-18.0</b>	1.0	0.8	<b>0.9</b>
σ <sub>c</sub> quota cavi =	0.3	0.6	<b>0.4</b>	-14.5	-18.3	<b>-16.3</b>	0.3	0.8	<b>0.6</b>
σ <sub>s</sub> baric. cavi =	4.0	5.1	<b>4.5</b>	1138.2	1141.5	<b>1139.7</b>	4.9	6.2	<b>5.7</b>
σ <sub>s</sub> cavi sup =	-19.4	-6.6	<b>-13.6</b>	1266.1	1303.5	<b>1283.2</b>	-23.5	-8.1	<b>-14.1</b>
σ <sub>s</sub> cavi inf =	11.6	8.9	<b>10.4</b>	1097.1	1089.4	<b>1093.5</b>	14.0	10.8	<b>12.1</b>
σ <sub>s</sub> arm.lenta sup =	0.0	-8.7	<b>-4.0</b>	0.0	-17.7	<b>-8.1</b>	0.0	-10.6	<b>-6.5</b>
σ <sub>s</sub> arm.lenta inf =	0.0	0.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0	<b>0.0</b>

	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2
	Eff diff. PP e Prec	Perm	Ritiro iper	Ritiro ISO	Ritiro locale	Cedim, Mymax	Cedim, Mymín	Perdite di prec.
N (N) =	-2.81E+05	1.09E-07	1.45E+05	<b>0.00E+00</b>		9.11E-11	1.20E-10	5.930E+05
M (Nm) =	-3.56E+06	8.39E+05	1.42E+06	<b>0.00E+00</b>		1.69E+05	-2.64E+05	-5.913E+05
σ <sub>sp</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) =								-74
ecc (m) =								
σ <sub>c</sub> sup sol =	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
σ <sub>c</sub> sup trave =	<b>-4.2</b>	<b>0.9</b>	<b>1.7</b>	<b>0.0</b>	0	<b>0.2</b>	<b>-0.3</b>	<b>-0.1</b>
σ <sub>c</sub> inf trave =	<b>4.9</b>	<b>-1.2</b>	<b>-1.9</b>	<b>0.0</b>	0	<b>-0.2</b>	<b>0.4</b>	<b>1.4</b>
σ <sub>c</sub> quota cavi =	<b>4.9</b>	<b>-1.2</b>	<b>-1.9</b>	<b>0.0</b>	0	<b>-0.2</b>	<b>0.4</b>	<b>1.4</b>
σ <sub>s</sub> baric. cavi =	<b>37.6</b>	<b>-9.7</b>	<b>-14.5</b>	<b>0.0</b>	0	<b>-2.0</b>	<b>3.1</b>	<b>-59.2</b>
σ <sub>s</sub> cavi sup =	<b>-57.1</b>	<b>12.6</b>	<b>23.1</b>	<b>0.0</b>	0	<b>2.5</b>	<b>-4.0</b>	<b>-74.9</b>
σ <sub>s</sub> cavi inf =	<b>68.1</b>	<b>-16.9</b>	<b>-26.7</b>	<b>0.0</b>	0	<b>-3.4</b>	<b>5.3</b>	<b>-54.1</b>
σ <sub>s</sub> arm.lenta sup =	<b>-73.9</b>	<b>16.6</b>	<b>29.8</b>	<b>0.0</b>	0	<b>3.3</b>	<b>-5.2</b>	<b>-4.2</b>
σ <sub>s</sub> arm.lenta inf =	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	0	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 98
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

	Verifica a fine fase 2 Mymax	Verifica a fine fase 2 Mymin	Fase 3 SLE3, Mymax	Fase 3 SLE3, Mymin	Verifica a fine fase 3 Mymax	Verifica a fine fase 3 Mymin
N (N) =			1.85E+05	-1.85E+05		
M (Nm) =			3.32E+06	-1.88E+06		
$\sigma_{sp}$ (N/mm <sup>2</sup> ) =						
ecc (m) =						
$\sigma_c$ sup sol =	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
$\sigma_c$ sup trave =	<b>-7.7</b>	<b>-8.2</b>	<b>7.1</b>	<b>-4.1</b>	<b>-0.6</b>	<b>-12.3</b>
$\sigma_c$ inf trave =	<b>-13.4</b>	<b>-12.8</b>	<b>-5.9</b>	<b>3.2</b>	<b>-19.3</b>	<b>-9.6</b>
$\sigma_c$ quota cavi =	<b>-12.3</b>	<b>-11.7</b>	<b>-5.9</b>	<b>3.2</b>	<b>-18.2</b>	<b>-8.5</b>
$\sigma_s$ baric. cavi =	<b>1102.2</b>	<b>1107.2</b>	<b>-13.2</b>	<b>7.0</b>	<b>1089.0</b>	<b>1114.2</b>
$\sigma_s$ cavi sup =	<b>1161.8</b>	<b>1155.3</b>	<b>35.0</b>	<b>-20.3</b>	<b>1196.8</b>	<b>1134.9</b>
$\sigma_s$ cavi inf =	<b>1083.0</b>	<b>1091.7</b>	<b>-28.7</b>	<b>15.8</b>	<b>1054.3</b>	<b>1107.5</b>
$\sigma_s$ arm.lenta sup =	<b>-46.9</b>	<b>-55.5</b>	<b>43.6</b>	<b>-25.2</b>	<b>-3.3</b>	<b>-80.6</b>
$\sigma_s$ arm.lenta inf =	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

La verifica si ritiene quindi soddisfatta.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 99
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

#### 9.4.10 Sez. a filo riempimento, trave centrale

	Fase 1	Fase 2	PPiso1 + ξ(PPiso2- PPiso1) 0.457	Fase 1 Prec iso	Fase 2 Prec iso	Prec iso1 + ξ(Prec iso 2- Prec iso 1) 0.457	Fase 1 PPsoletta	Fase 2 PPsoletta	PPsol iso1 + ξ(PPsol iso 2- PPsol iso 1) 0.610
N (N) =	1.67E-19	1.67E-19		-1.09E+07	-1.09E+07		2.99E-12	2.99E-12	
M (Nm) =	-4.42E+05	-4.42E+05		3.88E+06	9.39E+06		-3.47E+05	-3.47E+05	
σ <sub>sp</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) =				1350	1350				
ecc (m) =				-0.357	-0.863				
σ <sub>c sup sol</sub> =	0.0	-0.4	<b>-0.2</b>	0.0	1.4	<b>0.6</b>	0.0	-0.3	<b>-0.2</b>
σ <sub>c sup trave</sub> =	-1.2	-0.2	<b>-0.8</b>	-0.9	-1.2	<b>-1.0</b>	-0.9	-0.2	<b>-0.5</b>
σ <sub>c inf trave</sub> =	1.0	0.7	<b>0.8</b>	-20.2	-20.0	<b>-20.1</b>	0.8	0.5	<b>0.6</b>
σ <sub>c quota cavi</sub> =	0.4	0.7	<b>0.5</b>	-15.2	-20.0	<b>-17.4</b>	0.3	0.5	<b>0.4</b>
σ <sub>s baric. cavi</sub> =	6.3	6.2	<b>6.3</b>	1128.6	1129.2	<b>1128.9</b>	5.0	4.8	<b>4.9</b>
σ <sub>s cavi sup</sub> =	-16.5	-3.0	<b>-10.3</b>	1329.5	1324.5	<b>1327.2</b>	-13.0	-2.4	<b>-6.5</b>
σ <sub>s cavi inf</sub> =	13.7	9.1	<b>11.6</b>	1064.0	1066.3	<b>1065.0</b>	10.8	7.2	<b>8.6</b>
σ <sub>s arm.lenta sup</sub> =	0.0	-4.6	<b>-2.1</b>	0.0	9.2	<b>4.2</b>	0.0	-3.7	<b>-2.2</b>
σ <sub>s arm.lenta inf</sub> =	0.0	0.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0	<b>0.0</b>
	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2
	Eff diff. PP e Prec	Perm	Ritiro iper	Ritiro ISO	Ritiro locale	Cedim, Mymax	Cedim, Mymin	Perdite di prec.	
N (N) =	3.39E+05	3.15E-08	-1.26E+05	<b>-1.43E+06</b>		5.51E-11	-1.31E-12	5.976E+05	
M (Nm) =	-3.56E+06	5.84E+05	1.19E+06	<b>-9.88E+05</b>		1.45E+05	-2.30E+05	-5.971E+05	
σ <sub>sp</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) =								-74	
ecc (m) =									
σ <sub>c sup sol</sub> =	<b>-2.7</b>	<b>0.5</b>	<b>0.9</b>	<b>-1.6</b>	<b>2.5</b>	<b>0.1</b>	<b>-0.2</b>	<b>-0.1</b>	
σ <sub>c sup trave</sub> =	<b>-1.7</b>	<b>0.3</b>	<b>0.6</b>	<b>-1.3</b>	<b>0</b>	<b>0.1</b>	<b>-0.1</b>	<b>0.0</b>	
σ <sub>c inf trave</sub> =	<b>5.4</b>	<b>-0.9</b>	<b>-1.8</b>	<b>0.6</b>	<b>0</b>	<b>-0.2</b>	<b>0.3</b>	<b>1.2</b>	
σ <sub>c quota cavi</sub> =	<b>5.4</b>	<b>-0.9</b>	<b>-1.8</b>	<b>0.6</b>	<b>0</b>	<b>-0.2</b>	<b>0.3</b>	<b>1.2</b>	
σ <sub>s baric. cavi</sub> =	<b>52.5</b>	<b>-8.2</b>	<b>-17.6</b>	<b>2.0</b>	<b>0</b>	<b>-2.0</b>	<b>3.2</b>	<b>-60.9</b>	
σ <sub>s cavi sup</sub> =	<b>-21.6</b>	<b>4.0</b>	<b>7.1</b>	<b>-18.6</b>	<b>0</b>	<b>1.0</b>	<b>-1.6</b>	<b>-73.3</b>	
σ <sub>s cavi inf</sub> =	<b>76.3</b>	<b>-12.1</b>	<b>-25.5</b>	<b>8.6</b>	<b>0</b>	<b>-3.0</b>	<b>4.7</b>	<b>-56.9</b>	
σ <sub>s arm.lenta sup</sub> =	<b>-34.7</b>	<b>6.2</b>	<b>11.4</b>	<b>-22.2</b>	<b>0</b>	<b>1.5</b>	<b>-2.4</b>	<b>-1.4</b>	
σ <sub>s arm.lenta inf</sub> =	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 100
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

	Verifica a fine fase 2 Mymax	Verifica a fine fase 2 Mymin	Fase 3 SLE3, Mymax	Fase 3 SLE3, Mymin	Verifica a fine fase 3 Mymax	Verifica a fine fase 3 Mymin
N (N) =			5.67E+04	-5.67E+04		
M (Nm) =			2.37E+06	-1.59E+06		
$\sigma_{sp}$ (N/mm <sup>2</sup> ) =						
ecc (m) =						
$\sigma_c$ sup sol =	-0.2	-0.5	2.3	-1.6	2.2	-2.0
$\sigma_c$ sup trave =	-4.3	-4.5	1.6	-1.1	-2.8	-5.6
$\sigma_c$ inf trave =	-14.2	-13.7	-4.0	2.7	-18.2	-11.0
$\sigma_c$ quota cavi =	-12.0	-11.5	-4.0	2.7	-16.0	-8.8
$\sigma_s$ baric. cavi =	1105.9	1111.1	-13.3	8.9	1092.5	1120.0
$\sigma_s$ cavi sup =	1209.0	1206.5	7.3	-5.0	1216.3	1201.5
$\sigma_s$ cavi inf =	1072.7	1080.4	-20.0	13.3	1052.7	1093.7
$\sigma_s$ arm.lenta sup =	-39.3	-43.2	11.0	-7.4	-28.3	-50.7
$\sigma_s$ arm.lenta inf =	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

#### Calcolo perdite di precompressione a tempo $t=\infty$

Dati generali			
		$\sigma_{spi}$	1129 N/mm <sup>2</sup>
<b>Rck</b>	55	$\epsilon_s$	0.00035
<b>fck</b>	45.65	$\alpha$	4.97
<b>fc</b>	53.65	$\Phi(t-t_0)$	1.79
<b>Ecm</b>	36416.11	$\sigma_{cg}$	3.7 N/mm <sup>2</sup>
<b>Ec</b>	38236.92	$\sigma_{cp0}$	-17.4 N/mm <sup>2</sup>
<b>Esp</b>	190000.00	$\sigma_{pg0}$	1166.8 N/mm <sup>2</sup>
<b>n</b>	5.22	$A_p$	8.06E+03 mm <sup>2</sup>
<b>Es</b>	210000.00	$A_c$	1.60E+06 mm <sup>2</sup>
<b><math>\Phi(t-t_0)</math></b>	1.79	$I_c$	7.66E+11 mm <sup>4</sup>
<b><math>\epsilon_s(t-t_s)</math></b>	0.00035	$Z_{cp}$	-999 mm
<b><math>\chi</math></b>	0.8	$f_{pk}$	1860 N/mm <sup>2</sup>
		$\sigma_{pg0}/f_{pk}$	62.7 %
		% di $\sigma_{p0}$	2.93 %
		$\Delta\sigma_{pr}$	-33 N/mm <sup>2</sup>
		$\Delta\sigma_{p,c+s+r}$	-74 N/mm <sup>2</sup>
		% $\Delta\sigma_{p,c+s+r}$	6.57 %

#### Sollecitazioni Equivalenti alle perdite di precompressione

$\Delta N$	5.98E+05 N
$\Delta M$	-5.97E+05 Nm

Essendo la soletta a fine fase 3, per Mymax (fibre tese superiori) leggermente tesa, la verifica viene ripetuta, eliminando del tutto a favore di sicurezza e per semplicità, il contributo della soletta oltre alle azioni isostatiche di ritiro.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 101
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

	Fase 1	Fase 2	PPiso1 + ξ(PPiso2- PPiso1)	Fase 1	Fase 2	Prec iso1 + ξ(Prec iso 2- Prec iso 1)	Fase 1	Fase 2	PPsol iso1 + ξ(PPsol iso 2- PPsol iso 1)
	PPiso	PPiso	0.457	Prec iso	Prec iso	0.457	PPsoletta	PPsoletta	0.610
N (N) =	1.67E-19	1.67E-19		-1.09E+07	-1.09E+07		2.99E-12	2.99E-12	
M (Nm) =	-4.42E+05	-4.42E+05		3.88E+06	6.23E+06		-3.47E+05	-3.47E+05	
σ <sub>sp</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) =				1350	1350				
ecc (m) =				-0.357	-0.573				
σ <sub>c sup sol</sub> =	0.0	0.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0	<b>0.0</b>
σ <sub>c sup trave</sub> =	-1.2	-0.6	<b>-0.9</b>	-0.9	-1.1	<b>-1.0</b>	-0.9	-0.4	<b>-0.6</b>
σ <sub>c inf trave</sub> =	1.0	0.8	<b>0.9</b>	-20.2	-20.1	<b>-20.1</b>	0.8	0.6	<b>0.7</b>
σ <sub>c quota cavi</sub> =	0.4	0.8	<b>0.6</b>	-15.2	-20.1	<b>-17.4</b>	0.3	0.6	<b>0.5</b>
σ <sub>s baric. cavi</sub> =	6.3	6.2	<b>6.3</b>	1128.6	1128.7	<b>1128.7</b>	5.0	4.9	<b>4.9</b>
σ <sub>s cavi sup</sub> =	-16.5	-7.8	<b>-12.5</b>	1329.5	1326.3	<b>1328.0</b>	-13.0	-6.1	<b>-8.8</b>
σ <sub>s cavi inf</sub> =	13.7	10.7	<b>12.3</b>	1064.0	1065.2	<b>1064.5</b>	10.8	8.4	<b>9.3</b>
σ <sub>s arm.lenta sup</sub> =	0.0	-10.3	<b>-4.7</b>	0.0	11.3	<b>5.2</b>	0.0	-8.1	<b>-4.9</b>
σ <sub>s arm.lenta inf</sub> =	0.0	0.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0	<b>0.0</b>	0.0	0.0	<b>0.0</b>
	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2	Fase 2
	Eff diff. PP e Prec	Perm	Ritiro iper	Ritiro ISO	Ritiro locale	Cedim, Mymax	Cedim, Mymin	Perdite di prec.	
N (N) =	3.39E+05	3.15E-08	-1.26E+05	<b>0.00E+00</b>		5.51E-11	-1.31E-12	5.588E+05	
M (Nm) =	-3.56E+06	5.84E+05	1.19E+06	<b>0.00E+00</b>		1.45E+05	-2.30E+05	-5.584E+05	
σ <sub>sp</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) =								-69	
ecc (m) =									
σ <sub>c sup sol</sub> =	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
σ <sub>c sup trave</sub> =	<b>-4.3</b>	<b>0.8</b>	<b>1.4</b>	<b>0.0</b>	0	<b>0.2</b>	<b>-0.3</b>	<b>-0.3</b>	<b>-0.3</b>
σ <sub>c inf trave</sub> =	<b>6.5</b>	<b>-1.0</b>	<b>-2.2</b>	<b>0.0</b>	0	<b>-0.3</b>	<b>0.4</b>	<b>1.4</b>	<b>1.4</b>
σ <sub>c quota cavi</sub> =	<b>6.5</b>	<b>-1.0</b>	<b>-2.2</b>	<b>0.0</b>	0	<b>-0.3</b>	<b>0.4</b>	<b>1.4</b>	<b>1.4</b>
σ <sub>s baric. cavi</sub> =	<b>54.4</b>	<b>-8.2</b>	<b>-18.3</b>	<b>0.0</b>	0	<b>-2.0</b>	<b>3.2</b>	<b>-54.6</b>	<b>-54.6</b>
σ <sub>s cavi sup</sub> =	<b>-58.5</b>	<b>10.3</b>	<b>19.3</b>	<b>0.0</b>	0	<b>2.6</b>	<b>-4.0</b>	<b>-72.3</b>	<b>-72.3</b>
σ <sub>s cavi inf</sub> =	<b>90.8</b>	<b>-14.2</b>	<b>-30.4</b>	<b>0.0</b>	0	<b>-3.5</b>	<b>5.6</b>	<b>-48.9</b>	<b>-48.9</b>
σ <sub>s arm.lenta sup</sub> =	<b>-78.5</b>	<b>13.6</b>	<b>26.0</b>	<b>0.0</b>	0	<b>3.4</b>	<b>-5.3</b>	<b>-6.1</b>	<b>-6.1</b>
σ <sub>s arm.lenta inf</sub> =	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	0	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 102
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

	Verifica a fine fase 2 Mymax	Verifica a fine fase 2 Mymin	Fase 3 SLE3, Mymax	Fase 3 SLE3, Mymin	Verifica a fine fase 3 Mymax	Verifica a fine fase 3 Mymin
N (N) =			5.67E+04	-5.67E+04		
M (Nm) =			2.37E+06	-1.59E+06		
$\sigma_{sp}$ (N/mm <sup>2</sup> ) =						
ecc (m) =						
$\sigma_c$ sup sol =	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\sigma_c$ sup trave =	-4.7	-5.2	5.0	-3.4	0.3	-8.6
$\sigma_c$ inf trave =	-14.0	-13.4	-5.3	3.5	-19.3	-9.9
$\sigma_c$ quota cavi =	-11.8	-11.2	-5.3	3.5	-17.1	-7.6
$\sigma_s$ baric. cavi =	1111.1	1116.4	-13.7	9.1	1097.4	1125.5
$\sigma_s$ cavi sup =	1208.1	1201.5	24.7	-16.7	1232.8	1184.8
$\sigma_s$ cavi inf =	1079.9	1089.0	-26.1	17.4	1053.9	1106.4
$\sigma_s$ arm.lenta sup =	-46.1	-54.8	31.6	-21.3	-14.6	-76.1
$\sigma_s$ arm.lenta inf =	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

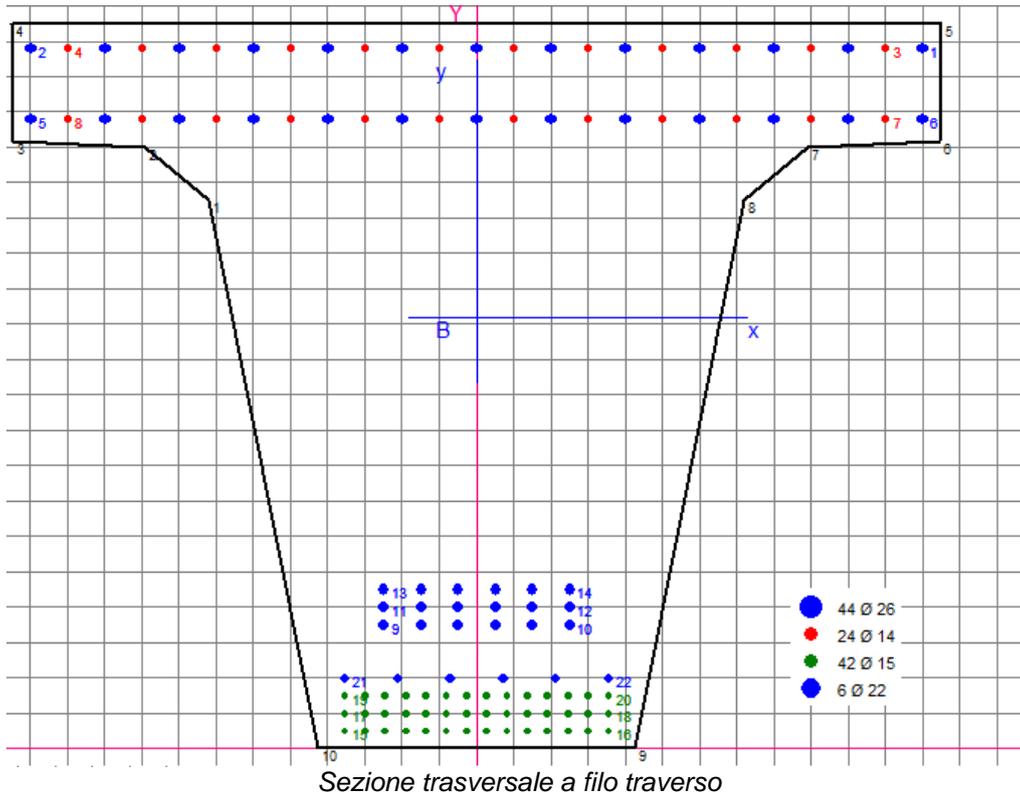
#### 9.4.11 Sez. a filo trasverso/asse appoggio.

In questa sezione la precompressione non è presente (idem di fatto per tutte le sezioni comprese tra filo trasverso e fine riempimento), e quindi le ipotesi di calcolo sono quelle di una sezione in cemento armato ordinario, sollecitata soprattutto a momenti negativi (fibre tese superiori) assorbiti dall'armatura corrente ( $\phi 14/200$ ) e da quella aggiuntiva ( $\phi 26/200$ ) disposta in soletta.

La cavità del cassoncino è riempita di cemento ordinario e sono presenti armature aggiuntive a fondo cassone in ragione di  $18\phi 26$  disposti in 3 strati. Inoltre si tiene conto dei 3 strati di trefoli inferiori come armatura lenta e dell'armatura di raccordo posta nella suola dei cassoncini, formata da  $6\phi 22$ , essendo questi ancorati nel cls del trasverso.

Si considera la soletta di larghezza 2500 mm trascurando il contributo dello sbalzo, anche se le sollecitazioni sono quelle della travata di bordo.

Si assumono a favore di sicurezza, come flessioni positive (fibre tese superiori) quelle agenti in asse appoggio, e come sollecitazioni negative (fibre tese inferiori) quelle agenti a filo trasverso.



**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

NOME SEZIONE: SezioneFiloTraverso

(Percorso File: C:\LUSAS145\Projects\Favarella\modelli\SezioneFiloTraverso.sez)

Descrizione Sezione: Sezione a filo traverso/asse appoggio  
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
 Tipologia sezione: Sezione generica  
 Normativa di riferimento: N.T.C.  
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive  
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inertza  
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica  
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CONGLOMERATO - Classe: C32/40  
 Resis. compr. di calcolo fcd : 188.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resis. compr. ridotta fcd' : 94.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020  
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035  
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo  
 Modulo Elastico Normale Ec : 336430 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. di Poisson : 0.20  
 Resis. media a trazione fctm : 31.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
 Sc Limite : 199.20 daN/cm<sup>2</sup>  
 Apert.Fess.Limite : Non prevista  
 Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):  
 Sc Limite : 199.20 daN/cm<sup>2</sup>  
 Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C  
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. caratt. rottura ftk : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. ultima di calcolo ftd : 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068  
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 104
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

Coeff. Aderenza ist.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Aderenza diff.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm<sup>2</sup>

#### CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

##### DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-71.94	155.06
2	-89.25	170.13
3	-124.50	171.90
4	-125.00	205.00
5	125.00	205.00
6	124.50	171.90
7	89.25	170.13
8	71.94	155.06
9	42.50	0.00
10	-42.50	0.00

#### DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini  
Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O  
Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O  
Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	120.00	198.00	26
2	-120.00	198.00	26
3	110.00	198.00	14
4	-110.00	198.00	14
5	-120.00	178.00	26
6	120.00	178.00	26
7	110.00	178.00	14
8	-110.00	178.00	14
9	-25.00	35.00	26
10	25.00	35.00	26
11	-25.00	40.00	26
12	25.00	40.00	26
13	-25.00	45.00	26
14	25.00	45.00	26
15	-35.50	5.00	15
16	35.50	5.00	15
17	-35.50	10.00	15
18	35.50	10.00	15
19	-35.50	15.00	15
20	35.50	15.00	15
21	-35.50	20.00	22
22	35.50	20.00	22

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.  
N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.  
N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.  
Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	2	11	26
2	3	4	10	14
3	5	6	11	26
4	7	8	10	14
5	9	10	4	26
6	11	12	4	26
7	13	14	4	26
8	15	16	12	15
9	17	18	12	15

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 105
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

10	19	20	12	15
11	21	22	4	22

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N. Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	742000	0	10	0
2	0	-542000	0	10	0

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.  
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N. Comb.	N	Mx	My
1	0	-415300	0
2	0	425700	0

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.  
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N. Comb.	N	Mx	My
1	0	-223300	0
2	0	386100	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.3 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.4 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 2.3 cm

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm<sup>2</sup>]  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)  
Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)  
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)  
Ac eff. Area di conglomerato [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm  
K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni  
Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N. Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	51.5	42.5	0.0	-1541	-90.0	198.0	10197	249	0.219	0.131
2	S	33.7	125.0	205.0	-1554	30.0	5.0	5445	144	0.231	0.076

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 106
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

## 9.5 S.L.E. quasi permanente - limitazione delle tensioni

Per il cemento armato ordinario la compressione massima non deve superare il limite di:

$$\sigma_c = 0.45 f_{ck} = 14.9 \text{ N/mm}^2$$

Per le travi in cap la compressione massima non deve superare il limite di:

$$\sigma_c = 0.45 f_{ck} = 20.5 \text{ N/mm}^2$$

La combinazione di progetto quasi permanente coincide con le verifiche a fine fase 2 dei precedenti paragrafi, da cui si evince uno stato tensionale sempre inferiore ai suddetti limiti: pertanto le verifiche si ritengono soddisfatte.

## 9.6 S.L.E. – limitazione ampiezza fessure

La trave precompressa mantiene nelle zone di campata, per momenti negativi (fibre tese inferiori) sempre uno stato di compressione, anche in presenza di carichi da traffico e pertanto si ritiene soddisfatto sia lo stato limite di fessurazione che di decompressione.

Nelle zone prossime agli assi pila invece la presenza di momenti positivi (fibre tese superiori) induce una fessurazione della soletta. Si è verificata quindi la sezione più critica, che risulta essere quella a filo traverso. La descrizione della verifica e le ipotesi di calcolo sono riportate al paragrafo precedente relativo alla verifica delle tensioni, dal quale si vince il seguente stato di apertura delle fessure

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	27.7	42.5	0.0	-829	50.0	198.0	10197	249	0.219	0.070
2	S	30.5	125.0	205.0	-1409	30.0	5.0	5445	144	0.231	0.094

L'apertura delle fessure è minore di  $w_1=0.2 \text{ mm}$

## 10. Verifica dei traversi

Per tutte le verifiche si è fatto riferimento ad una sezione rettangolare 1600x2050 mm, armata con 10 $\phi$ 26 sopra e sotto in corrispondenza degli apparecchi di appoggio e 10 $\phi$ 26 sopra con 10+10 $\phi$ 26 sotto in campata. A taglio e torsione sono presenti in prossimità degli appoggi staffe  $\phi$ 14/150 a 6 braccia ed in campata staffe  $\phi$ 14/300 a 6 braccia; si utilizzano 4 braccia a taglio e 2 a torsione.

Nel tabulato che segue si riportano le verifiche a stato limite ultimo per flessione e le verifiche di esercizio per combinazioni rara e frequente.

### 10.1 Sezione in campata. Flessione SLU e SLE

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: **TraversoCampata**

(Percorso File: C:\LUSAS145\Projects\Favarella\modelli\TraversoCampata.sez)

Descrizione Sezione: Sezione di mezzeria del traverso  
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
Tipologia sezione: Sezione generica  
Normativa di riferimento: N.T.C.  
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
Condizioni Ambientali: Poco aggressive  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica  
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40  
Resis. compr. di calcolo fcd : 188.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Resis. compr. ridotta fcd': 94.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 107
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

Def.unit. ultima ecu : 0.0035  
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo  
Modulo Elastico Normale Ec : 336430 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. di Poisson : 0.20  
Resis. media a trazione fctm: 31.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 199.20 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : Non prevista  
Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 199.20 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : 0.400 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C  
Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. caratt. rottura ftk: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. ultima di calcolo ftd: 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068  
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
Coeff. Aderenza ist.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Aderenza diff.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm<sup>2</sup>

#### CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

##### DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-80.00	0.00
2	-80.00	205.00
3	80.00	205.00
4	80.00	0.00

#### DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini  
Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O  
Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O  
Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-73.00	7.00	26
2	-73.00	198.00	26
3	73.00	198.00	26
4	73.00	7.00	26
5	-73.00	17.00	26
6	73.00	17.00	26

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.  
N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.  
N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.  
Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	8	26
2	5	6	8	26
3	2	3	8	26

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 108
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

Vy con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	444700	0	10	0

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.  
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	319000	0

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.  
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	229000	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 4.7 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	0	444700	0	0	779191	0	1.752

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)  
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)  
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)  
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)  
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.02376	-80.0	205.0	0.00133	-73.0	198.0	-0.05794	-73.0	7.0

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Favarella</b>
	<b>Relazione di Calcolo Impalcato</b>
	<b>Pagina 109</b>
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,0 gen.  
b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,0 gen.  
c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,0 gen.  
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000310311	-0.060113654	0.057	0.700

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm<sup>2</sup>]  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)  
Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)  
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)  
Ac eff. Area di conglomerato [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm  
K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni  
Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	38.7	-80.0	205.0	-1745	-73.0	7.0	5529	252	0.219	0.150

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	27.7	-80.0	205.0	-1253	56.8	7.0	5529	252	0.219	0.108

## 10.2 Sezione in appoggio. Flessione SLU e SLE

### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: **TraversoAppoggio**

(Percorso File: C:\LUSAS145\Projects\Favarella\modelli\TraversoAppoggio.sez)

Descrizione Sezione: Sezione in asse appoggi del traverso  
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
Tipologia sezione: Sezione generica  
Normativa di riferimento: N.T.C.  
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
Condizioni Ambientali: Poco aggressive  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica  
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40  
Resis. compr. di calcolo fcd : 188.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Resis. compr. ridotta fcd': 94.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020  
Def.unit. ultima ecu : 0.0035  
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo  
Modulo Elastico Normale Ec : 336430 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. di Poisson : 0.20  
Resis. media a trazione fctm: 31.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 199.20 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : Non prevista  
Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):  
Sc Limite : 199.20 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : 0.400 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 110
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef :	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz. :	Bilineare finito
Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00 daN/cm <sup>2</sup>
Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50 daN/cm <sup>2</sup>
Comb.Rare Sf Limite :	3600.0 daN/cm <sup>2</sup>

#### CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

##### DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-80.00	0.00
2	-80.00	205.00
3	80.00	205.00
4	80.00	0.00

#### DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini  
Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O  
Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O  
Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-73.00	7.00	26
2	-73.00	198.00	26
3	73.00	198.00	26
4	73.00	7.00	26

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.  
N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.  
N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.  
Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	8	26
2	2	3	8	26

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	-199000	0	10	0
2	0	218000	0	0	0

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.  
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 111
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

N. Comb.	N	Mx	My
1	0	-145800	0
2	0	151000	0

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.  
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N. Comb.	N	Mx	My
1	0	-116300	0
2	0	-100000	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 13.6 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 4.7 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N. Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	0	-199000	0	0	-403741	0	2.029
2	S	0	218000	0	0	403741	0	1.852

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)  
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)  
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)  
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)  
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N. Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00277	-0.02841	-80.0	0.0	0.00028	-73.0	7.0	-0.06750	-73.0	198.0
2	0.00277	-0.02841	-80.0	205.0	0.00028	-73.0	198.0	-0.06750	-73.0	7.0

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,0 gen.  
b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,0 gen.  
c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,0 gen.  
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N. Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000354879	0.002766014	0.039	0.700
2	0.000000000	0.000354879	-0.069984152	0.039	0.700

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 112
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm <sup>2</sup> ]
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di conglomerato [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess.	Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3	Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess.	Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	22.0	0.0	0.0	-1470	56.8	198.0	3929	315	0.219	0.158
2	S	22.8	-80.0	205.0	-1522	56.8	7.0	3929	315	0.219	0.163

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	17.5	0.0	0.0	-1172	56.8	198.0	3929	315	0.219	0.126
2	S	15.1	80.0	0.0	-1008	56.8	198.0	3929	315	0.219	0.108

### 10.3 Sezione in appoggio. Taglio a SLU

$$\begin{aligned}
 V_{Ed} &= 2420.00 \text{ kN} \\
 f_{yd} &= 391.3 \text{ N/mm}^2 \\
 f_{ck} &= 33.2 \text{ N/mm}^2 && \text{C32/40} \\
 f_{cd} &= 18.81 \text{ N/mm}^2 \\
 f'_{cd} &= 9.41 \text{ N/mm}^2 \\
 \cot \theta &= 1.00 && 1 \leq \text{ctg } \theta \leq 2,5 \\
 d &= 1930 \text{ mm} \\
 b_c &= 1600 \text{ mm} \\
 \phi_w &= 14 \text{ mm} \\
 \alpha &= 90 \\
 n \text{ bracci} &= 4 \\
 s &= 150 \text{ mm} \\
 A_{sw} &= 616 \text{ mm}^2 \\
 A_{sw}/s &= 4.105 \text{ mm}^2/\text{mm} \\
 \alpha_c &= 1 \text{ membrature non compresse} \\
 \phi_l &= 26 \text{ mm} \\
 n \text{ ferri long. tesi} &= 20 \\
 A_{sl} &= 10618.6 \text{ mm}^2 \\
 \rho_l = A_{sl}/(b_w d) &= 0.003 \\
 k = 1+(200/d)^{1/2} &= 1.32 \\
 \sigma_{cp} &= 0 \text{ N/mm}^2 \\
 v_{\min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} &= 0.31 \text{ N/mm}^2 \\
 V_{Rd\min} = (v_{\min} + 0.15 \sigma_{cp}) b_w d &= 946.49 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$V_{Rd} = \{ 0.18 k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + \sigma_{cp} \} b_w d \geq V_{Rd\min} \quad 1654.48 \text{ kN}$$

$$V_{Rcd} = 0.9 d b_w \alpha_c f_{cd} (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \theta) = 13071.50 \text{ kN}$$

$$V_{Rsd} = 0.9 d A_{sw} / s f_{yd} (\cot \alpha + \cot \theta) \sin \alpha = 2790.13 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) = 2790.13 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} - V_{Rsd} = 370.13 \text{ kN}$$

$$V_{Rcd} - V_{Rsd} = 10281.37 \text{ kN}$$

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 114
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

#### 10.4 Sezione in appoggio. Torsione a SLU

$T_{Ed} =$	1232.00 kNm	
$f_{cd} =$	25.9 N/mm <sup>2</sup>	
$f'_{cd} =$	12.95 N/mm <sup>2</sup>	
$f_{yd} =$	391.3 N/mm <sup>2</sup>	
$A =$	3.49E+06 mm <sup>2</sup>	area racchiusa dalla fibra media
$A_c =$	3.49E+06 mm <sup>2</sup>	area della sezione
$u =$	7500 mm	perimetro della sezione
$t =$	465 mm	= $A_c/u$
$u_m =$	5640 mm	perimetro medio del nucleo resistente
$\phi_w =$	14 mm	
n bracci =	2	
$A_s =$	307.9 mm <sup>2</sup>	
$s =$	150 mm	
$A_s/s =$	2.05 mm <sup>2</sup> /mm	
$\cotg(\theta) =$	1.00	

Resistenza per rottura dell'armatura trasversale

$$T_{Rsd} = 2 \times A \times (A_s/s) \times f_{yd} \times \cotg\theta = 5598 \text{ kNm} > 1232 \text{ kN} \quad \text{ver. sod.}$$

Resistenza per rottura del calcestruzzo

$$T_{Rcd} = 2 \times A \times t \times f'_{cd} \times \cotg\theta / (1 + \cotg\theta^2) = 20971 \text{ kNm} > 1232 \text{ kN} \quad \text{ver. sod.}$$

Progetto armatura longitudinale

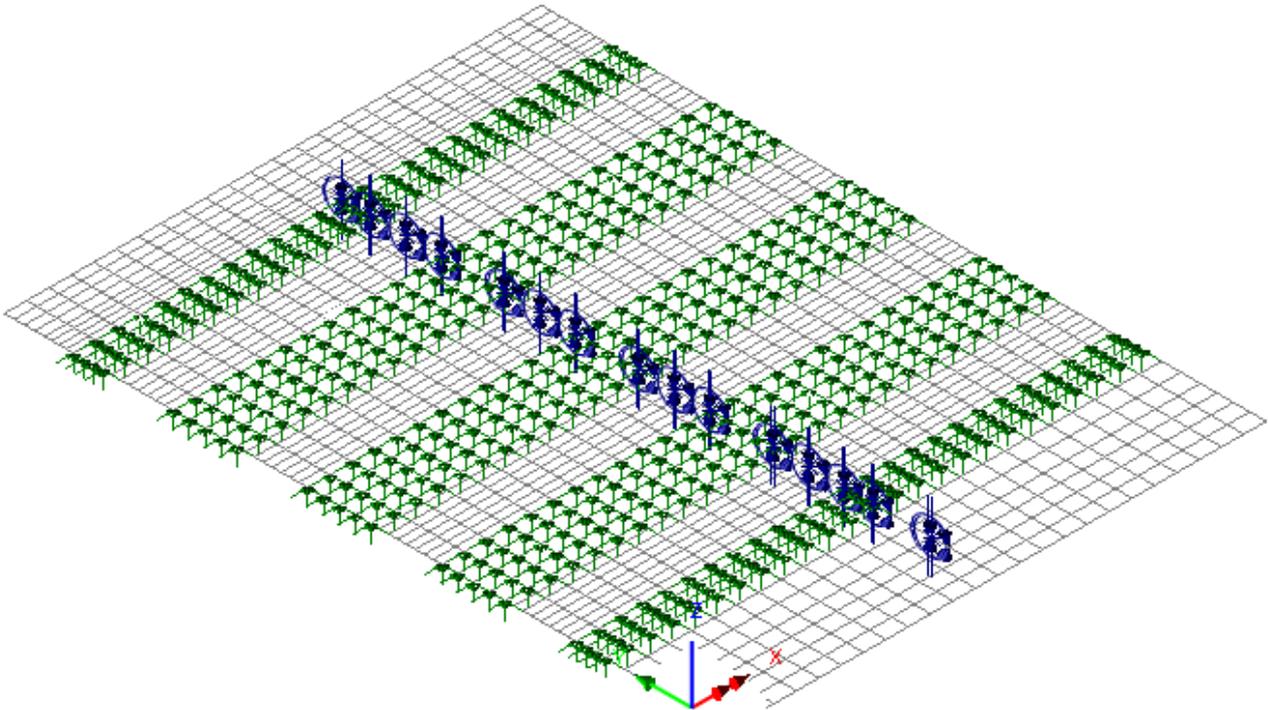
$$T_{Rld} = 2 \times A \times (\sum A_l / u_m) \times f_{yd} \times 1 / \cotg\theta = 1232 \text{ kNm} > 1232 \text{ kN} \quad \text{ver. sod.}$$

$$\Rightarrow A_l = 2548 \text{ mm}^2 \quad \text{Armatura longitudinale minima}$$

## 11. Verifica trasversale della soletta

### 11.1 Modello locale e condizioni di carico

Per il calcolo statico della soletta è stato redatto un modello numerico considerando una porzione di impalcato lungo 10 m, ed una larghezza totale rappresentativa della prima campata, con larghezza di 13.50 m.



All'interfaccia soletta-travi principali viene introdotto un vincolo di cerniera.

I carichi introdotti nel modello sono:

- il peso proprio della soletta (PP)
- i permanenti portati (PERM)
- i carichi da traffico dello schema LM1 ed LM2, posizionati in base alle superfici di influenza che determinano i momenti flettenti massimi e minimi in mezzeria dei vari campi centrali ed in prossimità dello sbalzo.

Le suddette condizioni di carico elementari sono state combinate con i coefficienti riportati nei paragrafi precedenti, per il calcolo delle sollecitazioni di progetto di Stato limite ultimo e di esercizio.

E' stato redatto anche un secondo modello locale relativo alla zona di soletta a sbalzo posta in prossimità della spalla A, dove in corrispondenza del traverso la parte a sbalzo presenta una profondità maggiore.

La sezione trasversale verificata è una striscia di larghezza unitaria e di altezza 250 mm. Si utilizzano 2 tipologie di armatura:

- $\phi 20/200$  sup,  $\phi 20/200$  inf      armatura corrente. (TIPO 1)
- $\phi 20/100$  sup,  $\phi 20/200$  inf      per 5 m dal filo traverso della spalla A. (TIPO 2)

### 11.2 Sollecitazioni di calcolo allo SLU e allo SLE

Le sollecitazioni, agenti nelle sezioni in asse alle travi longitudinali ed in mezzeria, sono riassunte nella tabella seguente.

		Impalc. Corrente	Zona spalla	
--	--	---------------------	----------------	--

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA  
 ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19  
 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"  
 AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001  
 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19

**Progetto Esecutivo**

Opera: **Viadotto Favarella**

Relazione di Calcolo Impalcato

Pagina 116

Nome file:

VI02-F-CL002\_B.00\_relazione\_calcolo\_impalcato.doc.

		<b>My / Sy</b>	<b>My / Sy</b>	
SLU	App., Mmax	86.64	200	kNm
	Mezz., Mmin	-32.59		kNm
	Mezz., Mmax	22.26		kNm
	App,  Vmax	261	329	kN
	Mezz,  Vmax	226		kN
SLE c.	App., Mmax	64.18	148.4	kNm
	Mezz., Mmin	-24.14		kNm
	Mezz., Mmax	16.36		kNm
SLE f.	App., Mmax	52.66	119.1	kNm
	Mezz., Mmin	-17.72		kNm
	Mezz., Mmax	12.02		kNm

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 117
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

### 11.3 Verifiche a SLU e SLE per flessione. Armatura TIPO 1.

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Soletta Corrente

(Percorso File: C:\LUSAS145\Projects\Favarella\modelli\Soletta\_Corrente.sez)

Descrizione Sezione: Soletta corrente  
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
Normativa di riferimento: N.T.C.  
Tipologia sezione: Sezione predefinita  
Forma della sezione: Rettangolare  
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
Condizioni Ambientali: Poco aggressive  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica  
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40  
Resis. compr. di calcolo fcd : 188.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Resis. compr. ridotta fcd' : 94.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020  
Def.unit. ultima ecu : 0.0035  
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo  
Modulo Elastico Normale Ec : 336430 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. di Poisson : 0.20  
Resis. media a trazione fctm : 31.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
Combinazioni Rare in Esercizio  
Sc Limite : 199.20 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : Non prevista  
Combinazioni Frequenti in Esercizio  
Sc Limite : 199.20 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C  
Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. caratt. rottura ftk : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. ultima di calcolo ftd : 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068  
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
Coeff. Aderenza ist.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Aderenza diff.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm<sup>2</sup>

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm  
Altezza: 25.0 cm  
Barre inferiori : 5Ø20 (15.7 cm<sup>2</sup>)  
Barre superiori : 5Ø20 (15.7 cm<sup>2</sup>)  
Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 6.0 cm  
Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 3.5 cm

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	-8664	10	0
2	0	3259	10	0

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Favarella</b>
	<b>Relazione di Calcolo Impalcato</b>
	<b>Pagina 118</b>
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N. Comb.	N	Mx
1	0	-6418
2	0	2414

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N. Comb.	N	Mx
1	0	-5266
2	0	1772

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 2.5 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 13.5 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 1.7 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue  
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 15.7 cm<sup>2</sup>  
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 15.7 cm<sup>2</sup>

N. Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	-8664	18	-12558	1.449	5.2	0.24	0.74
2	S	0	3259	-28	10626	3.261	21.3	0.19	0.70

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N. Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.00373	0.0	-0.00055	6.0	-0.01102	21.5
2	0.00350	-0.00668	25.0	0.00017	21.5	-0.01455	6.0

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm<sup>2</sup>)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Favarella</b>
	<b>Relazione di Calcolo Impalcato</b>
	<b>Pagina 119</b>
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [daN/cm<sup>2</sup>]  
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	80.4	0.0	0.0	0.0	-2201	6.0	17.5	870	15.7	22.0
2	S	33.2	25.0	0.0	25.0	-933	21.5	20.0	919	15.7	22.0

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm<sup>2</sup>]  
ScI\_min Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm<sup>2</sup>]  
Sc Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm<sup>2</sup>]  
K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)  
Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1\*Beta2  
Eps Deformazione unitaria media tra le fessure  
Srm Distanza media in mm tra le fessure  
Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7\*Eps\*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	51.2	-49.6	0.0	0.125	1.0	0.000671	149	0.170
2	S	18.7	-19.3	0.0	0.125	1.0	0.000187	203	0.064

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	65.9	0.0	0.0	0.0	-1806	6.0	8.7	870	15.7	22.0
2	S	24.4	25.0	0.0	25.0	-685	21.5	9.2	919	15.7	22.0

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	42.0	-40.7	-11.9	0.162	0.5	0.000641	166	0.180
2	S	13.7	-14.1	-3.9	0.159	0.5	0.000137	219	0.051

## 11.4 Verifiche a SLU e SLE per flessione. Armatura TIPO 2.

### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: SolettaSpalla

(Percorso File: C:\LUSAS145\Projects\Favarella\modelli\SolettaSpalla.sez)

Descrizione Sezione: Soletta prima campata. Sbalzo.  
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
Normativa di riferimento: N.T.C.  
Tipologia sezione: Sezione predefinita  
Forma della sezione: Rettangolare  
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
Condizioni Ambientali: Poco aggressive  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica  
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40  
Resis. compr. di calcolo fcd : 188.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Resis. compr. ridotta fcd' : 94.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020  
Def.unit. ultima ecu : 0.0035  
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 120
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

Modulo Elastico Normale Ec : 336430 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. di Poisson : 0.20  
Resis. media a trazione fctm: 31.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
Combinazioni Rare in Esercizio  
Sc Limite : 199.20 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : Non prevista  
Combinazioni Frequenti in Esercizio  
Sc Limite : 199.20 daN/cm<sup>2</sup>  
Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C  
Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. caratt. rottura ftk: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Resist. ultima di calcolo ftd: 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068  
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
Coeff. Aderenza ist.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
Coeff. Aderenza diff.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm<sup>2</sup>

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm  
Altezza: 25.0 cm  
Barre inferiori : 5Ø20 (15.7 cm<sup>2</sup>)  
Barre superiori : 10Ø20 (31.4 cm<sup>2</sup>)  
Coprifermo barre inf.(dal baric. barre) : 6.5 cm  
Coprifermo barre sup.(dal baric. barre) : 3.5 cm

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)  
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	-20000	10	0

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	0	-14837

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	0	-11910

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Coprifermo netto minimo barre longitudinali: 2.5 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.3 cm  
Coprifermo netto minimo staffe: 1.7 cm

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Favarella</b>
	<b>Relazione di Calcolo Impalcato</b>
	<b>Pagina 121</b>
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro	Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 15.7 cm <sup>2</sup> Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 31.4 cm <sup>2</sup>

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	-20000	19	-22287	1.114	7.3	0.34	0.86

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.00164	0.0	0.00038	6.5	-0.00681	21.5

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm <sup>2</sup> ])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm <sup>2</sup> ])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	147.2	0.0	0.0	0.0	-2654	6.5	17.5	762	31.4	9.7

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm <sup>2</sup> ]
ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm <sup>2</sup> ]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm <sup>2</sup> ]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	113.9	-98.9	0.0	0.125	1.0	0.001196	94	0.190

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
---------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	--------

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Favarella</b>
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 122
	Nome file: VI02-F-CL002_B.00_relazione_calcolo_impalcato.doc.

-----  
1    S    118.1    0.0    0.0    0.0    -2130    6.5    7.6    762    31.4    9.7

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	91.4	-79.4	-27.3	0.168	0.5	0.000984	102	0.170

## 11.5 Verifica a taglio

La verifica a taglio è riportata nei paragrafi seguenti.

$$\begin{aligned}
 V_{sd} &= 329.00 \text{ kN} \\
 f_{yd} &= 391.3 \text{ N/mm}^2 \\
 f_{ck} &= 33.2 \text{ N/mm}^2 && \text{C32/40} \\
 f_{cd} &= 18.81 \text{ N/mm}^2 \\
 f'_{cd} &= 9.41 \text{ N/mm}^2 \\
 \cot \theta &= 2.50 && 1 \leq \cot \theta \leq 2,5 \\
 d &= 160 \text{ mm} && \text{altezza utile minima} \\
 b_c &= 1000 \text{ mm} && \text{Base sezione} \\
 \phi_w &= 8 \text{ mm} \\
 \alpha &= 45 \\
 n \text{ bracci} &= 5 \\
 s &= 92.5 \text{ mm} \\
 A_{sw} &= 251 \text{ mm}^2 \\
 A_{sw}/s &= 2.717 \text{ mm}^2/\text{mm} \\
 \alpha_c &= 1 && \text{membrature non compresse} \\
 \phi_l &= 20 \text{ mm} \\
 n \text{ ferri long. tesi} &= 5 \\
 A_{sl} &= 1570.8 \text{ mm}^2 \\
 \rho_l = A_{sl}/(b_w d) &= 0.010 \\
 k = 1+(200/d)^{1/2} &= 2.00 \\
 \sigma_{cp} &= 0 \text{ N/mm}^2 \\
 v_{\min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} &= 0.57 \text{ N/mm}^2 \\
 V_{Rdmin} = (v_{\min} + 0.15 \sigma_{cp}) b_w d &= 91.26 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$V_{Rd} = \{ 0.18 k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + \sigma_{cp} \} b_w d \geq V_{Rdmin} \quad 183.99 \text{ kN}$$

$$V_{Rcd} = 0.9 d b_w \alpha_c f_{cd} (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \theta) = 653.93 \text{ kN}$$

$$V_{Rsd} = 0.9 d A_{sw} / s f_{yd} (\cot \alpha + \cot \theta) \sin \alpha = 378.90 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) = 378.90 \text{ kN}$$