



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:



SVINCOLI
 Svincolo S.S. 626
 Cavalcavia 5.1
 Relazione di calcolo impalcato

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12_09 - E 1 2 8 C V 2 0 3 C V 1 1 F C L 0 2 8 A - Scala: -

F							
E							
D							
C							
B							
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 Passati
 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 Progetto Esecutivo	Opera: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 1 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

INDICE

1	GENERALITÀ	2
1.1	INTRODUZIONE	2
1.2	DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA.....	2
1.3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
1.4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	3
2	IMPALCATO	6
2.1	CARATTERISTICHE GENERALI IMPALCATO.....	6
2.2	ANALISI DEI CARICHI	7
	<i>Peso proprio travi prefabbricate (g1.1).....</i>	<i>7</i>
	<i>Peso proprio traversi di testata (g1.2).....</i>	<i>7</i>
	<i>Peso totale soletta (g1.3).....</i>	<i>7</i>
	<i>Peso pavimentazione e finiture-permanenti (g2).....</i>	<i>7</i>
	<i>Carico termico (ε3).....</i>	<i>7</i>
	<i>Carichi mobili (q1).....</i>	<i>7</i>
	<i>Incremento dinamico dei carichi mobili (q2).....</i>	<i>8</i>
	<i>Azione di frenatura / accelerazione (q3).....</i>	<i>8</i>
	<i>Azione del vento (q5).....</i>	<i>9</i>
2.3	COMBINAZIONI DI CARICO	9
2.4	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICHE	10
2.5	TRAVERSO.....	48
	<i>Fase di sollevamento</i>	<i>48</i>
	<i>Verifica allo SLU.....</i>	<i>48</i>
	<i>Verifiche sle.....</i>	<i>51</i>
2.6	SOLETTA.....	52
	<i>Analisi dei carichi.....</i>	<i>52</i>
	<i>Schema statico</i>	<i>52</i>
	<i>Carichi permanenti.....</i>	<i>52</i>
	<i>Azioni accidentali</i>	<i>52</i>
	<i>Combinazioni di carico.....</i>	<i>53</i>
	<i>Verifiche della sezione.....</i>	<i>53</i>
2.7	SOLETTA DI CONTINUITÀ TRA GLI IMPALCATI.....	58
	<i>Carichi permanenti.....</i>	<i>58</i>
	<i>Azioni accidentali</i>	<i>58</i>
2.8	VERIFICA DELLE PREDALLES	61
2.9	GIUNTI.....	62

1 GENERALITÀ

1.1 Introduzione

Nella presente relazione si riportano l'analisi strutturale e le verifiche di sicurezza dell'impalcato del Cavalcavia CV11 con cui lo svincolo 5 attraversa l'asse principale, previsto nell'ambito del progetto esecutivo "S.S. N° 640 Di Porto Empedocle – Ammodernamento e adeguamento alla cat. B del D.M. 05.11.2001".

1.2 Descrizione generale dell'opera

Il progetto prevede la costruzione di un impalcato con travi in c.a.p. a due campate aventi luci di 30.50 m misurate sugli assi appoggio.

Per l'impalcato la larghezza della piattaforma prevede, oltre ai 9,50 m della carreggiata stradale pavimentata, due marciapiede della larghezza netta di m 0.85, con una larghezza complessiva pari a 12,50 m.

La struttura principale dell'impalcato è prevista costituita da quattro travi appoggiate in c.a.p. prefabbricate in stabilimento con il sistema delle armature pretese. La loro sezione è a V con altezza 180 cm, anima di spessore 16 cm e larghezza del bulbo inferiore pari a 83 cm. Non è prevista variazione della configurazione della sezione delle travi in prossimità degli appoggi, pertanto la sezione si mantiene costante per tutta la luce.

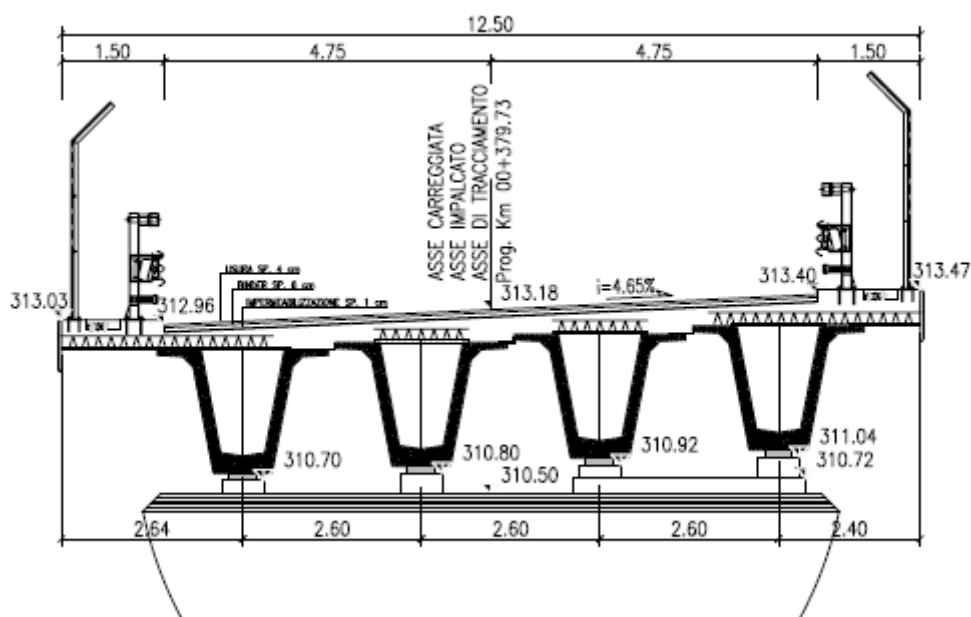
All'estradosso delle travi sono appoggiate delle dalles di 4 cm di spessore aventi la funzione di cassero a perdere per la realizzazione della soletta di continuità di spessore costante variabile tra 25 e 35 cm; la stessa sarà collaborante con le travi sotto l'azione di carichi permanenti ed accidentali agenti dopo la maturazione della stessa.

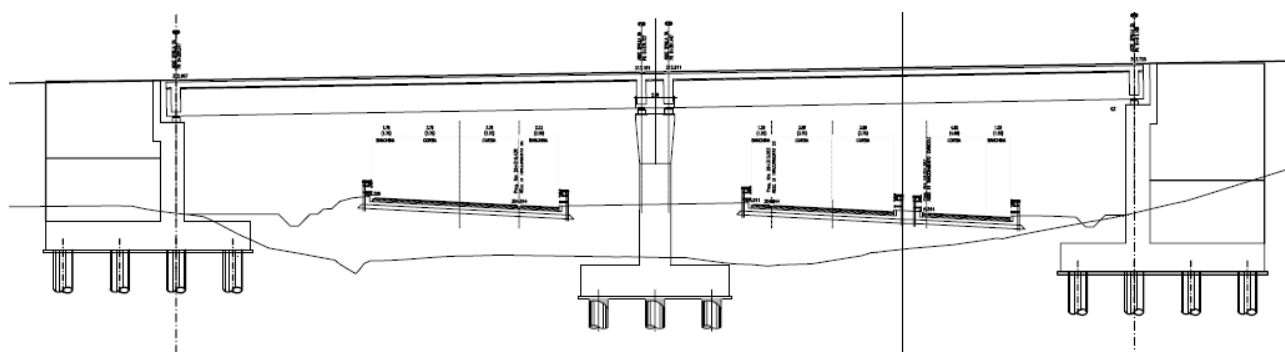
La soletta in cemento armato collaborante con le travi garantisce la ripartizione dei carichi a tutte le travi dell'impalcato in esame.

Ai fini dei carichi verticali la soletta di continuità non altera lo schema di trave appoggiata adottato per il calcolo dell'impalcato.

L'impalcato è irrigidito trasversalmente dai trasversi di testata aventi spessore pari a 0.40 m, completati in opera.

Gli apparecchi d'appoggio previsti saranno in acciaio teflon.





1.3 Normativa di riferimento

I calcoli sono svolti in conformità alle normative vigenti con particolare riferimento a:

- D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 – “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” – pubblicato sul S.O. n. 30 alla G.U. 4 febbraio 2008, n.29
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008
- EUROCODICE 1 – UNI-ENV 1991-3 “Basi di calcolo ed azioni sulle strutture”;
- EUROCODICE 2 – UNI-ENV 1992 “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”;
- EUROCODICE 7 – UNI-ENV 1997 “Progettazione geotecnica”;
- EUROCODICE 8 – UNI-ENV 1997 “Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture”.
- CEB-FIP Code Modèle pour les structures en beton Bulletin d’Information n. 124/125 – F – Aprile 1978
- CEB Manual on “Structural effects of time dependent behaviour of concrete” – 1984.
- CNR 10024-86 – Analisi di strutture mediante elaboratore: Impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.

1.4 Caratteristiche dei materiali

CALCESTRUZZO PALI DI FONDAZIONE C28/35			
R_{ck}	45.00	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	37.35	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	45.35	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	3.35	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	4.36	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{cfm}	3.07	MPa	resistenza media a trazione per flessione
E_{cm}	34625	MPa	modulo elastico istantaneo
γ_c	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	21.17	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	2.91	MPa	resistenza di calcolo a trazione
σ_{cr}	22.41	MPa	massima compressione in esercizio per comb. rara
σ_{cqp}	16.81	MPa	massima compressione in esercizio per comb. Q.perm.
XA3			classe di esposizione
S3 - S4			classe di consistenza

CALCESTRUZZO FONDAZIONE SPALLE - PILE C32/40

R_{ck}	40.00	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	33.20	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	41.20	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	3.10	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	4.03	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{cfm}	3.07	MPa	resistenza media a trazione per flessione
E_{cm}	33643	MPa	modulo elastico istantaneo
γ_c	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	18.81	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	2.69	MPa	resistenza di calcolo a trazione
σ_{cr}	19.92	MPa	massima compressione in esercizio per comb. rara
σ_{cqp}	14.94	MPa	massima compressione in esercizio per comb. Q.perm.
XA2			classe di esposizione
S3 - S4			classe di consistenza

CALCESTRUZZO ELEVAZIONE SPALLE - PILE - PULVINI C25/30

R_{ck}	30.00	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	24.90	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	32.90	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	2.56	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	3.33	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{cfm}	3.07	MPa	resistenza media a trazione per flessione
E_{cm}	31447	MPa	modulo elastico istantaneo
γ_c	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	14.11	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	2.22	MPa	resistenza di calcolo a trazione
σ_{cr}	14.94	MPa	massima compressione in esercizio per comb. rara
σ_{cqp}	11.21	MPa	massima compressione in esercizio per comb. Q.perm.
XF2			classe di esposizione
S3 - S4			classe di consistenza

CALCESTRUZZO BAGGIOLI SPALLE E PILE C25/30

R_{ck}	30.00	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	24.90	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	32.90	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	2.56	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	3.33	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{cfm}	3.07	MPa	resistenza media a trazione per flessione
E_{cm}	31447	MPa	modulo elastico istantaneo
γ_c	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	14.11	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	2.22	MPa	resistenza di calcolo a trazione
σ_{cr}	14.94	MPa	massima compressione in esercizio per comb. rara
σ_{cqp}	11.21	MPa	massima compressione in esercizio per comb. Q.perm.
XF2			classe di esposizione
S4			classe di consistenza

CALCESTRUZZO SOLETTA-TRAVERSI-CORDOLI-MARCIAPIEDI-COPPELLE C32/40

R_{ck}	40.00	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	33.20	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	41.20	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	3.10	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	4.03	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{cfm}	3.07	MPa	resistenza media a trazione per flessione
E_{cm}	33643	MPa	modulo elastico istantaneo
γ_c	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	18.81	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	2.69	MPa	resistenza di calcolo a trazione
σ_{cr}	19.92	MPa	massima compressione in esercizio per comb. rara
σ_{cqp}	14.94	MPa	massima compressione in esercizio per comb. Q.perm.
XD2			classe di esposizione
S4			classe di consistenza

CALCESTRUZZO TRAVI CAP C45/55

R_{ck}	55.00	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	45.65	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	53.65	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	3.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	4.98	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{cfm}	3.07	MPa	resistenza media a trazione per flessione
E_{cm}	36416	MPa	modulo elastico istantaneo
γ_c	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	25.87	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	3.32	MPa	resistenza di calcolo a trazione
σ_{cr}	27.39	MPa	massima compressione in esercizio per comb. rara
σ_{cqp}	20.54	MPa	massima compressione in esercizio per comb. Q.perm.
XD2			classe di esposizione
S4			classe di consistenza

CALCESTRUZZO MAGRONE C12/15

ACCIAIO PER C.A. B450C

$f_{y,nom}$	450.00	MPa	tensione nominale di snervamento
$f_{t,nom}$	540.00	MPa	tensione nominale di rottura
γ_s	1.15		coefficiente di sicurezza
f_{yd}	391.30	MPa	tensione di snervamento di calcolo
σ_s	360.00	MPa	massima tensione in condizione rara

ACCIAIO PER C.A.P.

Trefoli da precompressione 6/10" standard

f_{ptk}	1860.00	MPa	tensione caratteristica di rottura
f_{p1k}	1670.00	MPa	tensione caratteristica all'1% di deformazione totale
A_p	139.00	mmq	area nominale trefolo
σ_{spi}	1419.50	MPa	massima tensione iniziale
σ_{sp}	1116.00	MPa	massima tensione in esercizio
f_{p0}	1440.00	mmq	tensione di tesatura

2 IMPALCATO

2.1 Caratteristiche generali impalcato

L'impalcato in oggetto ha le seguenti principali caratteristiche geometriche:

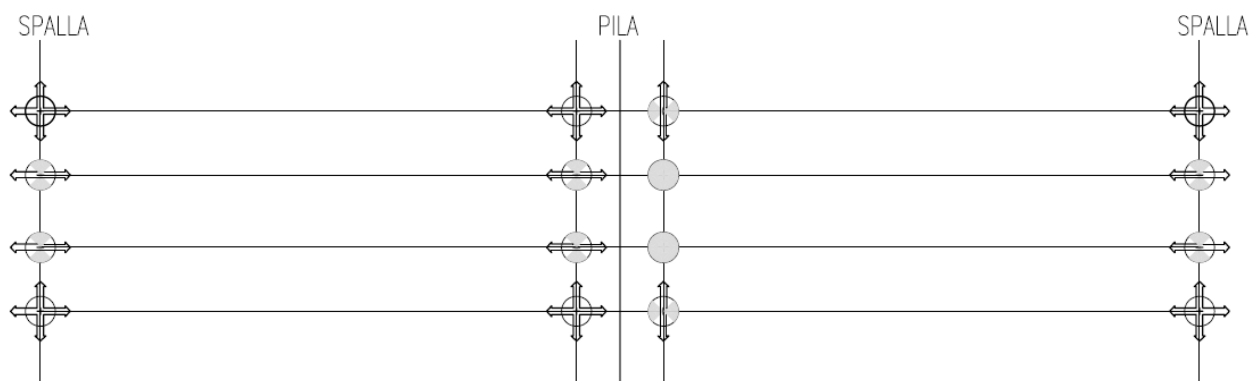
Luci di calcolo = Travi 1-4: 30.50 m

Larghezza impalcato = 12.50 m

Interasse travi = 2.56 m

Numero travi = 4

Spessore medio soletta = 0.30 m (comprese predalles da 4 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 Progetto Esecutivo	Opera: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 7 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

2.2 Analisi dei carichi

Peso proprio travi prefabbricate (g1.1)

Si riporta nel seguito il calcolo dei pesi di ciascuna trave:

Sezione corrente

$$g_{1.1} = 0.84438 \text{ m}^2 * 25 \text{ kN/m}^3 = 21 \text{ kN/m}$$

Peso proprio traversi di testata (g1.2)

$$g_{1.2} = 1.50 \text{ m} * 0.40 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 15 \text{ kN/m}$$

Peso totale soletta (g1.3)

Le travi stesse vengono divise in varie porzioni e ad ogni tratto di trave viene assegnata una propria area di competenza, la quale, moltiplicata per la relativa altezza di soletta, fornisce il volume di soletta insistente sul tratto di trave.

Tale procedura è stata effettuata anche per la fase di calcolo in cui la soletta diventa collaborante con le travi, ma in tal caso, oltre a cambiare il peso insistente su ciascuna porzione di trave, ne cambiano anche le caratteristiche resistenti in termini di area della sezione, inerzia torsionale e le inerzie flessionali nei 2 assi principali.

Peso pavimentazione e finiture-permanenti (g2)

Tiene conto del contributo dei cordoli, della pavimentazione (s=9.5cm) dei guard-rail e dei parapetti.

Carico termico (ε3)

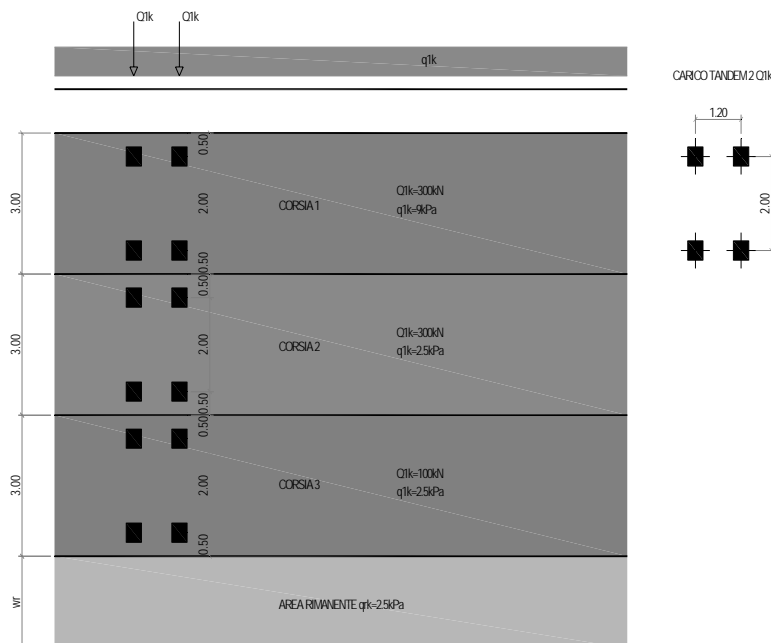
L'impalcato si considera soggetto ad un gradiente termico tra estradosso ed intradosso di $\pm 5^\circ\text{C}$. Ai soli fini della valutazione degli spostamenti si considera un carico termico uniforme di $\pm 25^\circ\text{C}$.

Carichi mobili (q1)

In considerazione della larghezza della carreggiata stradale, si considerano n. 2 corsie di carico, ciascuna avente larghezza convenzionale pari a 3.0 m. Ciascuna delle due corsie si considera percorsa dallo schema di carico 1 costituito da:

w	=	9.5 m	larghezza carreggiata
n _l	=	3	numero corsie convenzionali
w _l	=	3 m	larghezza corsie convenzionali
w _r	=	0.50 m	larghezza della zona rimanente

		<i>corsia 1</i>	<i>corsia 2</i>	<i>corsia 3</i>		
Q_{1k}	=	300	200	100	[kN]	carico su singolo asse (carico tandem=2Q _{1k})
q _{1k}	=	9	2.5	2.5	[kPa]	carico uniformemente distribuito
q_{rk}	=	2.50	[kPa]			Carico zona rimanente



In aggiunta allo schema di carico 1 è stato considerato agente sul marciapiede dell'impalcato, lo schema di carico 5, rappresentativo della folla compatta.

schema di carico 5 (folla compatta)

q_{fk} = 2,5 [kPa] folla compatta-valore di combinazione

Le stese dei carichi mobili sono state poste sull'impalcato nelle posizioni tali da produrre le sollecitazioni e le deformazioni più gravose, sia sull'impalcato che sulle spalle. La ricerca delle disposizioni sia longitudinali che trasversali dei carichi mobili più gravose è stata effettuata in maniera automatica dal codice di calcolo impiegato per l'analisi. In tale maniera si ottempera a quanto previsto dalla Normativa che prevede che i carichi mobili siano disposti lungo l'asse della corsia nel modo più sfavorevole (disposizione a scacchiera).

Incremento dinamico dei carichi mobili (q2)

Tutti i carichi mobili prima definiti sono comprensivi degli effetti dinamici riferiti ad una pavimentazione di media rugosità. Solo per la valutazione di effetti locali, in corrispondenza di discontinuità strutturali (zone di giunto), verranno considerati incrementi dinamici addizionali.

Azione di frenatura / accelerazione (q3)

Di seguito si riporta il dettaglio del calcolo dell'azione di frenamento o accelerazione. Tale azione è stata schematizzata nel modello di calcolo impiegato per l'analisi del viadotto come un carico lineare uniformemente ripartito.

Q_{1k} = 300.00 [kN] singolo asse Q_{1k}
 q_{1k} = 9.00 [kN] carico uniformemente distribuito
 L = 62,00 [m] lunghezza del cavalcavia
 n = 4 numero travi impalcato
 q_3 = 527.40 [kN] forza di frenatura (accelerazione) sull'intero cavalcavia

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 9 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

Azione del vento (q5)

L'azione del vento trasversale si traduce in una forza orizzontale che agisce sul piano dell'impalcato, ed in un'azione torcente dovuta all'eccentricità di tale forza rispetto al piano orizzontale baricentrico dell'impalcato stesso. In condizioni di ponte carico l'azione del vento agisce ad una quota di 3.0 m rispetto al piano stradale. Tuttavia, considerata la presenza della rete di protezione, a vantaggio di sicurezza, anche a ponte scarico, si assume la stessa quota per detta azione. L'azione del vento è stata calcolata assumendo una pressione di riferimento di 2.5 kPa. Pur essendo il profilo ad altezza variabile, per il calcolo della superficie di spinta si è fatto riferimento all'altezza massima dell'impalcato.

AZIONE DEL VENTO (Q5)		zona 4-rugosità C-categoria III	
vb0	28.00	m/s	parametri per sicilia
ka	0.02	1/s	parametri per sicilia
a0	500.00	m	parametri per sicilia
as	300.00	m	altitudine SLM
vb	24.00	m/s	velocità di riferimento
qb	360.00	N/m2	pressione cinetica di riferimento
ce	2.14		coefficiente di esposizione (zona4-rugosC-categ.III)
cp	1.40		coefficiente di forma
cd	1.00		coefficiente dinamico
pv	1.08	kN/m2	pressione del vento (agente su altezza impalcato+3m di veicolo)

2.3 Combinazioni di carico

Ai fini della determinazione delle sollecitazioni più gravose sugli elementi del cavalcavia, sono state considerate n. 19 combinazioni di carico, di cui n. 7 di natura statica (combinazioni tipo SLU) e n. 12 di tipo sismico (combinazioni tipo SLV). I coefficienti di combinazione dei carichi elementari sono riportati nella seguente tabella, nella quale si è indicato con:

- g1 = peso proprio
- g2 = permanenti portati
- e3 = carico termico differenziale
- q1.1 = carico mobile (massima azione verticale)
- q1.2 = carico mobile (massima momento trasversale)
- q3 = azione di frenatura/accelerazione
- q5 = azione del vento (su impalcato e spalle)

	SLU-1	SLU-2	SLU-3	SLU-4
g1	1.35	1.35	1.35	1.35
g2	1.35	1.35	1.35	1.35
e3	0.72	0.72	-0.72	-0.72
q1	1.35	1.35	1.35	1.35
q5	0.9	-0.9	-0.9	0.9

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 10 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

2.4 Calcolo delle sollecitazioni e verifiche

DATI DI INPUT

L	N	STS	SSO	Pav	Barr	Par	SBA	SBAD
30.140	4	.250	.200	3.00	1.50	2.00	2.180	2.400
				kN/m2	kN/m	kN/m		

BAN	CS	MS	CSI	CAR	CDI	MD	CD
.000	.300	.900	.300	9.500	.300	.900	.300

	SCS	SMS		SMD	SCD
	.250	.250		.250	.250

NTV	XT1	XT2	XT3	STV	PT1	PT2	Yat	
Alfa	0	.000	.000	.000	.000	.00	.00	37.5
100.00								

NS	X1	X2	X3	X4	X5	X6
6	.000	5.710	6.470	9.710	10.470	15.070

V180-249-85

C:\Preco\Dati travi\VM 85\V180-249-85.trp

H	Hfi	Hfs	Htv	Hrs	Bi	Ba	Bs	Bd	Ac
Ari	Ads	Jt							
180.0	30.0	25.0	152.5	10.00	85.0	32.0	129.9	117.9	8380.75
2337.50	.00	47274610.							

Aap	Yap	Atf	Jap	A1	Y1	J1
S1	Ai1					
83.7000	34.778	.930	125266.9	8799.25	83.260	33470290.
243748.1	4636.33					

An	Yn	Ln	An2	Yn2	Ln2	NTE
Aapi	Yapi					

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 11 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

5.5800 10.00 8.600 13.0200 13.57 4.600 10
59.5200 14.38

Trefoli eliminabili:

2	80.0	2	25.0	2	15.0	2	10.0	2	5.0
2	20.0	2	15.0	2	10.0	2	5.0	2	25.0

Tensioni in N/mm2

gamma	Ssol	Scomp	Straz	SPmin	SPmax	Sstaf	Stv
Ssol	fyd						
1.50	11.00	27.39	-3.19	3.30	13.20	255.	0.
255.	391.						

fptk	Es	sspi	cadin	rit	fl	ril	Ecs/Ect	Es/Ec
1860.	200000.	1420.	.015	.00030	2.3	.060	1.000	6.

STR	SL	paggl	Lsol	dsol+	dsol-
4.000	.4	3.00	.000	.0	.0

Impalcato senza traversi intermedi

Ripartizione finiture alla Massonet

NUMERO TRAVI FISSO (4)

90 TREFOLI (Aap = 83.700)

4 TRAVI (interasse = 2.640)

Trave piu' sollecitata: n. 1

Sez. X= .000	gamma= 1.71		
	ssp = 1073.6	SIGS0= 3.776	SIGI0= 21.506
	SIGSS= 4.782	SIGS= 16.077	SIGI= -2.076

Sez. X=15.070	SIGS0= -.896	SIGI0= 20.398	
	SIGPT= -1.779	SIGPC= 9.321	

88 TREFOLI (Aap = 81.840)

Trave piu' sollecitata: n. 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 Progetto Esecutivo	Opera: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 15 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

TRAVE + SOLETTA (E soletta / E trave = 1.000)

TRAVE DI BORDO con larghezza soletta Bsol = 372.00

Sezione ideale A2 =17706.05 Y2 = 138.66 J2 =
86922110.

Wss =1310220. Ws2 =2102533. Wi2 =
-626880.

S2 = 546945.

TRAVE INTERNA con larghezza soletta Bsol = 264.00

Sezione ideale A2 =14640.75 Y2 = 127.64 J2 =
76472500.

CARICHI

=====

CARICHI PERMANENTI

PESO PROPRIO TRAVE PREFABBRICATA 20.952 kN/m

PESO SOLETTA 26.250 kN/m (Trave di bordo con Bsol = 3.720 m)
(con carico aggiuntivo = 3.00 kN/m)

PESO FINITURE

pavimentazione 3.00 kN/m2 x 9.500 m = 28.50 kN/m
cordoli e marciapiedi 18.75 kN/m
barriere 1.50 kN/m x 2 = 3.00 kN/m
parapetti 2.00 kN/m x 2 = 4.00 kN/m

Carico totale sull'impalcato 54.25 kN/m

Il carico delle finiture sulla trave piu' sollecitata (n. 1 a Y =
3.960 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 Progetto Esecutivo	Opera: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 16 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

e' stato calcolato ripartendo con il metodo di Massonet (vedi par. seguente)

i seguenti carichi:

(B = larghezza d'ingombro del carico)

(e = eccentricita' del carico)

(k = coefficiente di ripartizione)

	B (m)	p (kN/m)	e (m)	
k				
2.593				
2.496				
2.404				
2.296				
2.010				
1.612				
1.226				
.903				
.652				
.468				
.337				
.248				
.188				
.159				
.134				
	cordolo esterno destro + parapetto	.300	3.875	6.210
	marciapiede destro	.900	5.625	5.610
	cordolo interno destro + barriera	.300	3.375	5.010
	pavimentazione	.950	2.850	4.385
	pavimentazione	.950	2.850	3.435
	pavimentazione	.950	2.850	2.485
	pavimentazione	.950	2.850	1.535
	pavimentazione	.950	2.850	.585
	pavimentazione	.950	2.850	-.365
	pavimentazione	.950	2.850	-1.315
	pavimentazione	.950	2.850	-2.265
	pavimentazione	.950	2.850	-3.215
	pavimentazione	.950	2.850	-4.165
	cordolo interno sinistro + barriera	.300	3.375	-4.790
	marciapiede sinistro	.900	5.625	-5.390

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 17 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

cordolo esterno sinistro + parapetto .300 3.875 -5.990
.108

Totali 12.500 m 54.250 kN/m

Il carico sulla trave piu' sollecitata risulta: 14.796 kN/m

(Carico medio = $54.250 / 4 = 13.563$ kN/m rapporto = 1.091)

CARICHI MOBILI (Ponte di prima categoria)

D.M. 14/01/08 Norme Tecniche per le Costruzioni - 5.1.3.3 Azioni
Variabili da Traffico

N.B. tutti i carichi sono comprensivi degli effetti dinamici.

Momento in mezzeria e taglio all'appoggio dovuti ai carichi delle
corsie per L = 30.140 m:

corsia n. 1	M = 7406.9 kNm	V = 994.9 kN
corsia n. 2	M = 3745.6 kNm	V = 505.1 kN
corsia n. 3	M = 2298.6 kNm	V = 309.0 kN

Carico folla destra = $2.5 \times .90 = 2.25$ kN/m

Carico folla sinistra = $2.5 \times .90 = 2.25$ kN/m

RIPARTIZIONE TRASVERSALE CON IL METODO DI MASSONET

CARATTERISTICHE IMPALCATO (4 travi):

	TRAVI	TRAVERSI
(Soletta h=20.0 cm)		
Interasse (cm)		264.0
100.0		
Momento d'inertzia flessionale (cm4)		76472500.
66667.		
Momento d'inertzia torsionale (cm4)		47626610.
133333.		

PARAMETRI PIASTRA ORTOTROPA EQUIVALENTE (per E=1, G=0.435):

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 18 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

Dimensioni (m) 2b = 11.281 L =
30.140
Rigidita' flessionali (cm3) ro P = 289669. ro E =
667.
Rigidita' torsionali (cm3) gamma P = 78475.7 gamma E =
580.0
Parametri adimensionali theta = .85442 alpha =
1.00000

$$2b = (N-2)int+2.int.Jb/Ji \quad \text{con } Jb = 86922110. \quad (\text{trave di bordo})$$

COEFFICIENTI DI RIPARTIZIONE PER LA TRAVE PIU' SOLLECITATA:

(Trave di bordo Y = 3.960 m)

k	Carichi		e1	k1	e2	k2	
	Q(kN)	p(kN/m)					
2.252	Folla destra		2.25		5.610	2.252	
1.829	Corsia n. 1	300.	27.00	4.360	2.132	2.360	1.527
.903	Corsia n. 2	200.	7.50	1.360	1.172	-.640	.635
.356	Corsia n. 3	100.	7.50	-1.640	.460	-3.640	.251
.160	Folla sinistra			2.25		-5.390	.160

VERIFICA DELLA SOLETTA

=====

MOMENTI FLETTENTI TRASVERSALI NELLA PIASTRA ORTOTROPA

=====

MOMENTO MASSIMO NELLA SEZIONE DI MEZZERIA (X=15.070 m dall'appoggio)

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 19 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

Il momento massimo si ha nel punto a distanza $Y = .000$ m dall'asse dell'impalcato

con la seguente disposizione delle corsie convenzionali:

e = eccentricita' dell'asse della corsia

c = distanza trasversale tra i due carichi della corsia

	e	c	Trave	fc	My	My
tot						
Corsia n. 1	.320	2.00				
			2	.621	3.04	
			3	.379	1.85	
+						
4.89 kNm/m						

I due carichi di ciascuna corsia sono stati riportati sulle travi adiacenti:

fc e' la frazione del carico totale della corsia che compete alla trave.

Preliminarmente si sono calcolati i momenti flettenti (kNm/m) dovuti ai carichi delle corsie

agenti con eccentricita' $e = Y$ delle travi:

----- Coefficienti $mi(k.\theta)$ $\times 10^5$ -----

Trave	e	θ	2 th.	3 th.	4 th.	5 th.	6 th.	7 th.	8
th.	9 th.	My							
CORSIA N. 1									
	2	1.320	1451.	-345.	-417.	-285.	-172.	-99.	-56.
-31.	-17.	4.89							
	3	-1.320	1451.	-345.	-417.	-285.	-172.	-99.	-56.
-31.	-17.	4.89							

I carichi concentrati e distribuiti sono stati sviluppati in serie di Fourier considerando

i primi 9 termini della serie.

Ampiezze armoniche dei carichi delle corsie (kN/m):

corsia n. 1	74.036	-4.928	-26.970	9.550	42.922	-13.576
-27.748	16.758	32.297				

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 20 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

corsia n. 2 35.988 -3.285 -22.436 6.366 25.941 -9.051
-20.408 11.172 20.046

MOMENTO MASSIMO NELLA SEZIONE A L/4 (X= 7.535 m dall'appoggio)

Il momento massimo si ha nel punto a distanza Y = .000 m dall'asse dell'impalcato

con la seguente disposizione delle corsie convenzionali:

e = eccentricita' dell'asse della corsia

c = distanza trasversale tra i due carichi della corsia

	e	c	Trave	fc	My	My
tot						
Corsia n. 1	.320	2.00				
			2	.621	1.23	
			3	.379	.75	
+						
1.98 kNm/m						

I due carichi di ciascuna corsia sono stati riportati sulle travi adiacenti:

fc e' la frazione del carico totale della corsia che compete alla trave.

Preliminarmente si sono calcolati i momenti flettenti (kNm/m) dovuti ai carichi delle corsie

agenti con eccentricita' e = Y delle travi:

----- Coefficienti mi(k.theta) x10^5 -----

Trave	e	theta	2 th.	3 th.	4 th.	5 th.	6 th.	7 th.	8
th.	9 th.	My							
CORSIA N. 1									
	2	1.320	1451.	-345.	-417.	-285.	-172.	-99.	-56.
-31.	-17.	1.98							
	3	-1.320	1451.	-345.	-417.	-285.	-172.	-99.	-56.
-31.	-17.	1.98							

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 21 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

I carichi concentrati e distribuiti sono stati sviluppati in serie di Fourier considerando

i primi 9 termini della serie.

Ampiezze armoniche dei carichi delle corsie (kN/m):

corsia n. 1	64.176	39.195	33.474	-9.550	-26.854	-34.466
-7.373	16.758	36.662				
corsia n. 2	29.415	26.130	17.859	-6.366	-20.576	-22.978
-6.825	11.172	22.956				

MOMENTO MINIMO NELLA SEZIONE DI MEZZERIA (X=15.070 m dall'appoggio)

--

Il momento minimo (carichi mobili + finiture) si ha nel punto a distanza
Y = 1.320 m

dall'asse con la seguente posizione dei carichi:

		----- Coefficienti $m_i(k.\theta)$ $\times 10^5$ -----					
		e	theta	3 theta	5 theta	7 theta	9
theta	My						
0.	Folla destra	5.610	-3267.	-55.	-1.	0.	
	-0.52						
0.	Corsia n. 2	4.360	-2248.	-144.	-8.	0.	
	-2.38						
42.		2.360	2245.	-342.	-231.	-103.	-
	1.81						
0.	Corsia n. 1	-2.140	-1521.	-88.	-4.	0.	
	-3.25						
0.		-4.140	-1649.	-9.	0.	0.	
	-3.45						
0.	Folla sinistra	-5.390	-1548.	-3.	0.	0.	
	-0.25						

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 22 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

-8.04 kNm/m

Momento dovuto al peso delle finiture (vedi par.

4.1.): -3.62 kNm/m

Momento minimo

totale: -11.66 kNm/m

MOMENTI FLETTENTI DOVUTI AL CARICO LOCALE SULLA SOLETTA

Luce di calcolo L = 2.320 m

Spessore soletta gettata in opera ss = .200 m

Spessore totale st = .250 m

Spessore pavimentazione sp = .08 m

CARICHI PERMANENTI

Peso proprio = 6.25 kN/m²

Peso pavimentazione = 3.00 kN/m²

Carico permanente qp = 9.25 kN/m²

CARICHI MOBILI (comprensivi degli effetti dinamici)

SCHEMA 1: due ruote da 150 kN
carico distribuito 9.0 kN/m²

SCHEMA 2: ruota da 200 kN

$$a = 0.40 + 2sp + ss = .760 \text{ m}$$

$$= .960 \text{ m}$$

$$a = 0.60 + 2sp + ss$$

$$b = 1.60 + 2sp + ss + L/2 = 3.120 \text{ m}$$

$$= 1.870 \text{ m}$$

$$b = 0.35 + 2sp + ss + L/2$$

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 Progetto Esecutivo	Opera: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 23 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

$$q_a = 300./a.b + 9.0 = 135.5 \text{ kN/m}^2$$

$$q_a = 200./a.b = 111.4$$

kN/m²

MOMENTI FLETTENTI

Si assume in mezzeria ed all'incastro $M = q.L^2/12$

$$q_p = 9.3 \quad M_p = 4.15 \text{ kNm/m}$$

$$q_a = 135.5 \quad M_a = 60.78 \text{ kNm/m}$$

$$M = 64.93 \text{ kNm/m}$$

VERIFICHE A FLESSIONE

Spessore soletta = 20.0 cm

$$\sigma_s = 255. \text{ N/mm}^2 \quad n = 15.$$

MOMENTO MASSIMO NELLA SEZIONE DI MEZZERIA DELL'IMPALCATO

$$\text{Dal calcolo della piastra ortotropa} \quad M = 4.89 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Per carico locale} \quad M = 64.93 \text{ kNm/m}$$

$$M = 69.82 \text{ kNm/m}$$

$$d = 18.0 \text{ cm} \quad \sigma_c = 12.06 \text{ N/mm}^2 \quad A_s = 17.61 \text{ cm}^2/\text{m}$$

MOMENTO MASSIMO NELLA SEZIONE A L/4

$$\text{Dal calcolo della piastra ortotropa} \quad M = 1.98 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Per carico locale} \quad M = 64.93 \text{ kNm/m}$$

$$M = 66.91 \text{ kNm/m}$$

$$d = 18.0 \text{ cm} \quad \sigma_c = 11.73 \text{ N/mm}^2 \quad A_s = 16.83 \text{ cm}^2/\text{m}$$

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 Progetto Esecutivo	Opera: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 24 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

MOMENTO MINIMO NELLA SEZIONE DI MEZZERIA DELL'IMPALCATO

Carichi permanenti

piastra ortotropa	M = -3.62 kNm/m
carico locale	M = -4.15 kNm/m

	M = -7.76 kNm/m

Carichi mobili (in alternativa)

piastra ortotropa	M = -8.04 kNm/m
carico locale	M = -60.78 kNm/m

Momento minimo = -7.76 -60.78 = -68.55 kNm/m

d = 16.5 cm sigma c =13.41 N/mm2 As = 19.03 cm2/m

VERIFICA DELLA TRAVE NELLA FASE DI TRASPORTO A SBALZO

=====

Lunghezza sbalzi = 4.000 m

Sporgenza oltre l'asse appoggio definitivo = .400 m

Lunghezza trave = 30.940 m

Peso proprio trave = 20.952 kN/m totale 648. kN

Lunghezze guaine dalla testata = 5.000 9.000

VERIFICA SEZIONE A 4.000 m DALLA TESTATA

+ (appoggio in fase di trasporto)

64 trefoli attivi

Tensioni (N/mm2) Sup. 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 Progetto Esecutivo	Opera: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 25 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

Precompressione (t=0)	- .806	18.724
Peso proprio M = -167.6 kNm	- .488	.428
	-----	-----
	-1.294	19.152

Armatura sussidiaria = 4.40 cm2 (sigma s = 215 N/mm2)

VERIFICA SEZIONE A 5.762 m DALLA TESTATA

+ (termine guaine + 70 fi eq.)

78 trefoli attivi

Tensioni (N/mm2)	Sup.	Inf.
Precompressione (t=0)	-2.322	23.690
Peso proprio M = 223.3 kNm	.647	-.562
	-----	-----
	-1.675	23.128

Armatura sussidiaria = 6.00 cm2 (sigma s = 215 N/mm2)

VERIFICA SEZIONE A 9.762 m DALLA TESTATA

+ (termine guaine + 70 fi eq.)

84 trefoli attivi

Tensioni (N/mm2)	Sup.	Inf.
Precompressione (t=0)	-3.028	25.826
Peso proprio M = 869.3 kNm	2.515	-2.171
	-----	-----
	-.514	23.655

Armatura sussidiaria = .59 cm2 (sigma s = 215 N/mm2)

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 26 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

Caratteristiche dell'impalcato

Luce di calcolo = 30,140 m
Larghezza = 12,500 m
Numero travi = 4 interasse = 2,640 m
Altezza totale impalcato = 2,050 m

1. VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE

=====

1.1. Diagrammi di calcolo tensione-deformazione e resistenze

di calcolo dei materiali (NTC 4.1.2.1.1. e 4.1.2.1.2)

Calcestruzzo

Diagramma parabola-rettangolo con ordinata massima fcd

Travi prefabbricate: Rck = 55 N/mm² fck = 45,65 N/mm²
 gamma_c = 1,5
 fcd = 0,85.fck/gamma_c = 25,87 N/mm²

Getti in opera: Rck = 35 N/mm² fck = 29,05 N/mm²
 gamma_c = 1,5
 fcd = 0,85.fck/gamma_c = 16,46 N/mm²

Acciaio preteso (trefoli)

Diagramma di calcolo: bilatera con 2° tratto inclinato
da (fp(1)k/gamma_s) a (fptk/gamma_s) per eps_uk = 3,5%
limite di deformazione eps_ud = 0,9.eps_uk = 3,15%

fptk = 1860 N/mm² fp(1)k = 1670 N/mm² gamma_s = 1,15
Modulo elastico: Es = 200000 N/mm²

Acciaio per armature ordinarie B450C

Diagramma di calcolo: bilatera con 2° tratto orizzontale

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 27 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

con ordinata fy_d

$$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2 \quad \gamma_{s} = 1,15 \quad E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{s} = 391,3 \text{ N/mm}^2$$

1.2. Modalità di verifica

La verifica viene eseguita nella sezione di mezzeria e nei tratti con n° di trefoli attivi ridotto per la presenza delle guaine di isolamento.

Per ogni sezione si verifica che risulti: $M_{rd} \geq M_{ed}$

M_{rd} = momento flettente resistente di calcolo

M_{ed} = max momento flettente di calcolo agente nel tratto

tenendo conto della traslazione del diagramma del momento.

M_{ed} si calcola applicando i coefficienti di sicurezza sulle azioni:

(NTC Tabella 5.1.V)

peso proprio impalcato $\gamma_{G1} = 1,35$

finiture $\gamma_{G2} = 1,50$

carichi mobili $\gamma_{Q} = 1,35$

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 28 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

1.3. Caratteristiche della sezione di calcestruzzo

Altezza = 205,0 cm

Larghezza soletta = 372,0 cm (trave di bordo)

Coordinate dei vertici della trave (cm):

	1	2	3	4	5	6	7	8
X	42,50	71,95	86,95	124,50	124,50	65,56	65,56	59,56
Y	0,00	155,00	170,00	171,90	180,00	180,00	174,00	174,00

	9	10	11	12	13	14	15	16
X	32,20	0,00	-32,20	-59,56	-65,56	-65,56	-124,50	-124,50
Y	30,00	25,00	30,00	174,00	174,00	180,00	180,00	171,90

	17	18	19	20
X	-86,95	-71,95	-42,50	42,50
Y	170,00	155,00	0,00	0,00

Coordinate dei vertici della soletta (cm):

	1	2	3	4	5	6	7
X	240,00	240,00	-132,00	-132,00	-58,94	-58,94	240,00
Y	180,00	205,00	205,00	185,00	185,00	180,00	180,00

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 29 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

1.4. Verifica della sezione di mezzeria

Armature pretese: 84 trefoli (78,12 cm²)

Tensione finale di calcolo = 1096,2 N/mm²

Armatura sussidiaria: 22,49 cm² a Y = 5,0 cm

Posizione dei trefoli:

n°	14	14	12	14	2	4	4	4
Y(cm)	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	45,0	50,0

n°	4	2	4	4	2
Y(cm)	60,0	80,0	100,0	130,0	175,0

Momento flettente sollecitante di calcolo Med

	M	gamma	Med
Peso proprio impalcato	5359,9	1,35	7235,9
Finiture	1680,1	1,50	2520,2
Carichi mobili	4591,3	1,35	6198,3
	-----		-----
	11631,3		15954,3 kNm

Calcolo del momento flettente resistente Mrd

Risultati del calcolo iterativo: (d=200,0 cm)

altezza zona compressa x = 26,87 cm x/d = 0,1343
campo 3 eps c = -3,500/1000 eps s = 22,552/1000

Equilibrio delle forze interne:

	N (kN)	Y (cm)
compressione nella soletta	12896,63	194,22
compressione nella trave	66,57	179,37

risultante compressione	12963,20	194,14

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 30 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

trazione nell'armatura pretesa	12083,16	33,05
trazione nell'armatura ordinaria	880,03	5,00

risultante trazione	12963,20	31,15

braccio delle forze interne = 162,99 cm

Momento resistente: Mrd = 21128,8 kNm > Med = 15954,3 kNm

(Mrd/M = 1,82)

Dilatazione totale dei trefoli dello strato più basso: (Y=5,0 cm)

pretensione e decompressione	5,481 /1000	
oltre la decompressione	22,552 /1000	

	28,033 /1000	<= eps ud = 31,5/1000

a cui, nel diagramma di calcolo, corrisponde:

sigma = 1575,9 N/mm² (0,974 fptk/gamma_s)

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 31 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

1.5. Verifica della sezione a X = 6,470 m dalla mezzeria

Armature pretese: 78 trefoli (72,54 cm²)

Tensione finale di calcolo = 1108,1 N/mm²

Posizione dei trefoli:

n°	14	8	12	14	2	4	4	4
Y(cm)	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	45,0	50,0

n°	4	2	4	4	2
Y(cm)	60,0	80,0	100,0	130,0	175,0

Momento flettente sollecitante di calcolo Med

Traslazione del diagramma del momento: $a_l = 0,9 \cdot d \cdot \text{ctg}(\theta) / 2 = 2,149$ m

con $d=1,910$ m, $\text{ctg}(\theta)=2,5$ (vedi verifiche a taglio)

Momenti nella sezione a X = 6,470-2,149 = 4,321 m dalla mezzeria:

	M	gamma	Med
Peso proprio impalcato	4919,2	1,35	6641,0
Finiture	1542,0	1,50	2312,9
Carichi mobili	4237,1	1,35	5720,0
	-----		-----
	10698,2		14673,9 kNm

Calcolo del momento flettente resistente Mrd

Risultati del calcolo iterativo: (d=200,0 cm)

altezza zona compressa $x = 23,23$ cm $x/d = 0,1161$
campo 2 $\text{eps } c = -3,411/1000$ $\text{eps } s = 25,960/1000$

Equilibrio delle forze interne:

	N (kN)	Y (cm)
compressione nella soletta	11356,67	195,47

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 32 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

```

compressione nella trave                0,00
-----
risultante compressione                11356,67    195,47

trazione nell'armatura pretesa        11356,67    35,06

braccio delle forze interne = 160,41 cm

```

Momento resistente: Mrd = 18216,8 kNm > Med = 14673,9 kNm

(Mrd/M = 1,70)

Dilatazione totale dei trefoli dello strato più basso: (Y=5,0 cm)

```

pretensione e decompressione    5,541 /1000
oltre la decompressione        25,960 /1000
-----
                                31,500 /1000  <= eps ud = 31,5/1000

```

a cui, nel diagramma di calcolo, corrisponde:

sigma = 1596,5 N/mm² (0,987 fptk/gamma_s)

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 33 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

1.6. Verifica della sezione a X = 10,470 m dalla mezzeria

Armature pretese: 64 trefoli (59,52 cm²)

Tensione finale di calcolo = 1138,5 N/mm²

Posizione dei trefoli:

n°	10	8	6	10	2	4	4	4
Y(cm)	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	45,0	50,0

n°	4	2	4	4	2
Y(cm)	60,0	80,0	100,0	130,0	175,0

Momento flettente sollecitante di calcolo Med

Traslazione del diagramma del momento: $a_l = 0,9 \cdot d \cdot \text{ctg}(\theta) / 2 = 2,144 \text{ m}$

con $d=1,906 \text{ m}$, $\text{ctg}(\theta)=2,5$ (vedi verifiche a taglio)

Momenti nella sezione a X = 10,470-2,144 = 8,326 m dalla mezzeria:

	M	gamma	Med
Peso proprio impalcato	3723,8	1,35	5027,2
Finiture	1167,2	1,50	1750,9
Carichi mobili	3218,0	1,35	4344,3
	-----		-----
	8109,1		11122,3 kNm

Calcolo del momento flettente resistente Mrd

Risultati del calcolo iterativo: (d=200,0 cm)

altezza zona compressa x = 19,86 cm x/d = 0,0993
campo 2 eps c = -2,846/1000 eps s = 25,808/1000

Equilibrio delle forze interne:

	N (kN)	Y (cm)
compressione nella soletta	9314,24	197,04

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 34 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

compressione nella trave	0,00	

risultante compressione	9314,24	197,04
trazione nell'armatura pretesa	9314,33	40,20
braccio delle forze interne = 156,84 cm		

Momento resistente: Mrd = 14608,5 kNm > Med = 11122,3 kNm

(Mrd/M = 1,80)

Dilatazione totale dei trefoli dello strato più basso: (Y=5,0 cm)

pretensione e decompressione	5,693 /1000	
oltre la decompressione	25,808 /1000	

	31,500 /1000	<= eps ud = 31,5/1000

a cui, nel diagramma di calcolo, corrisponde:

sigma = 1596,5 N/mm² (0,987 fptk/gamma_s)

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 35 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

2. VERIFICHE A TAGLIO ALLO STATO LIMITE ULTIMO

=====

2.1. Resistenze di calcolo dei materiali (vedi par. 1.1.)

Calcestruzzo $f_{cd} = 25,87 \text{ N/mm}^2$
Acciaio staffe $f_{yd} = 391,3 \text{ N/mm}^2$

2.2. Procedura di verifica e di calcolo delle staffe nell'anima della trave

(NTC 4.1.2.1.3.2)

La verifica di resistenza è soddisfatta se risulta:

$$V_{rzd} \geq V_{ed} \quad \text{e} \quad V_{rzd} \geq V_{ed}$$

V_{rzd} = resistenza di calcolo dell'armatura trasversale

V_{rzd} = resistenza di calcolo del calcestruzzo d'anima

V_{ed} = valore di calcolo dello sforzo di taglio agente

$$V_{rzd} = 0,9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot \text{ctg}(\theta)$$

$$V_{rzd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_{fac} \cdot 0,5 \cdot f_{cd} \cdot \text{ctg}(\theta) / (1 + \text{ctg}(\theta)^2)$$

θ = inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

$$1 \leq \text{ctg}(\theta) \leq 2,5$$

$b_w = 32 \text{ cm}$ larghezza dell'anima della trave

si assume $d = H - Y_{api}$ essendo:

$H = 205 \text{ cm}$ l'altezza dell'impalcato

Y_{api} = baricentro dei trefoli situati nel bulbo inferiore.

In ogni sezione si assume il valore massimo di $\text{ctg}(\theta) \leq 2,5$

per cui risulta: $V_{rzd} \geq V_{ed}$ e si calcola la sezione di staffe necessaria:

$$A_{sw} / s = V_{ed} / (f_{yd} \cdot 0,9 \cdot d \cdot \text{ctg}(\theta))$$

Nella sezione di appoggio il calcolo è eseguito con $\alpha_{fac} = 1$ (verifica come c.a. ordinario); nelle sezioni successive si determina α_{fac} in funzione della tensione baricentrica di precompressione (a $t = \infty$) σ_{cp} .

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 36 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

Viene segnalato il caso in cui Ved risulti minore della resistenza Vrd del solo calcestruzzo (NTC 4.1.2.1.3.1); la sezione di staffe viene comunque calcolata con $\text{ctg}(\theta) = 2,5$.

2.3. Procedura di calcolo delle staffe all'attacco trave-soletta

Riferimento: Eurocodice 2 UNI EN 1992-1-1:2005 par. 6.2.5

Si verifica che il valore di progetto della tensione tangenziale all'interfaccia risulti minore del valore resistente: $v_{\text{edi}} \leq v_{\text{rdi}}$.

Trascurando il termine della pressione ($m_i \cdot \sigma_n$), per $\alpha = 90^\circ$:

$$v_{\text{rdi}} = c \cdot f_{\text{ctd}} + \rho \cdot f_{\text{yd}} \cdot m_i$$

Per staffe di Area A_s con passo s :

$$\rho = A_s / (b_i \cdot s) \quad \text{con } b_i = 117,88 \text{ cm larghezza di contatto}$$

$$v_{\text{rdi}} = c \cdot f_{\text{ctd}} + A_s \cdot f_{\text{yd}} \cdot m_i / (b_i \cdot s), \text{ da cui:}$$

$$A_s / s \geq (v_{\text{edi}} - c \cdot f_{\text{ctd}}) \cdot b_i / (f_{\text{yd}} \cdot m_i)$$

Si assume: $m_i = 0,6$ $c = 0,20/2 = 0,10$ (valore dimezzato per carichi dinamici)

$$\text{Per } R_{\text{ck}} = 35: \quad f_{\text{ctm}} = 2,835 \quad f_{\text{ctd}} = 0,7 \cdot f_{\text{ctm}} / 1,5 = 1,323 \text{ N/mm}^2$$

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 Progetto Esecutivo	Opera: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 37 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

2.4. SEZIONE DI APPOGGIO (X = 15,070 m dalla mezzeria)

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente

	V	gamma	Ved
Peso proprio impalcato	711,33	1,35	960,30
Finiture	222,97	1,50	334,46
Carichi mobili	616,95	1,35	832,88

			2127,63 kN

Baricentro dei 40 trefoli inferiori: $Y_{api} = 14,75$ cm

Altezza utile $d = 205,0 - 14,75 = 190,25$ cm

Angolo theta e verifica della resistenza del calcestruzzo

Con $\alpha_{fac} = 1$ (verifica come c.a. ordinario)

imponendo $V_{rcd} = V_{ed}$, si ottiene: $\text{ctg}(\theta) = 2,997$ ($\theta = 18,45^\circ$)

Si assume $\text{ctg}(\theta) = 2,50$ ($\theta = 21,80^\circ$) con cui risulta:

$$V_{rcd} = 2443,75 \text{ kN} > V_{ed} = 2127,63 \text{ kN}$$

Staffe necessarie nella trave

Sezione staffe: $A_{sw}/s = 12,70 \text{ cm}^2/\text{m}$

Armatura inferiore all'appoggio ($f_{yd} = 391,3 \text{ N/mm}^2$)

$$A_s = 0,5 \cdot V_{ed} \cdot \text{ctg}(\theta) / f_{yd} = 67,97 \text{ cm}^2$$

Staffe attacco trave-soletta

Taglio di calcolo in fase 2: $V_{ed2} = 1167,34 \text{ kN}$

Momento statico della soletta: $S_s = 478760 \text{ cm}^3$

Momento d'inerzia: $J_2 = 85433860 \text{ cm}^4$

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 38 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

Tensione tangenziale all'interfaccia: (bi = 117,88 cm)

$$v_{edi} = Ved2.Ss/(J2.bi) = 0,555 \text{ N/mm}^2$$

Sezione staffe: As/s = 21,22 cm²/m

2.5. SEZIONE X = 10,470 m dalla mezzeria

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente

	V	gamma	Ved
Peso proprio impalcato	494,20	1,35	667,17
Finiture	154,91	1,50	232,37
Carichi mobili	490,32	1,35	661,93

			1561,47 kN

Baricentro dei 40 trefoli inferiori: Yapi = 14,75 cm

Altezza utile d = 205,0-14,75 = 190,25 cm

Angolo theta e verifica della resistenza del calcestruzzo

Con sigma_cp = 7,81 N/mm² = 0,302 fcd, alfa_c = 1,25

imponendo Vrcd=Ved, si ottiene: ctg(theta)= 5,491 (theta= 10,32°)

Si assume ctg(theta)= 2,50 (theta= 21,80°) con cui risulta:

$$Vrcd = 3054,69 \text{ kN} > Ved = 1561,47 \text{ kN}$$

Staffe necessarie nella trave

Sezione staffe: Asw/s = 9,32 cm²/m

Staffe attacco trave-soletta

Taglio di calcolo in fase 2: Ved2 = 894,30 kN

Momento statico della soletta: Ss = 478760 cm³

Momento d'inertzia: J2 = 85433860 cm⁴

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 39 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

Tensione tangenziale all'interfaccia: (bi = 117,88 cm)

$$v_{edi} = Ved2.Ss/(J2.bi) = 0,425 \text{ N/mm}^2$$

Sezione staffe: As/s = 14,70 cm²/m

2.6. SEZIONE X = 9,710 m dalla mezzeria

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente

	V	gamma	Ved
Peso proprio impalcato	458,33	1,35	618,75
Finiture	143,67	1,50	215,51
Carichi mobili	470,48	1,35	635,15

			1469,40 kN

Baricentro dei 54 trefoli inferiori: Yapi = 14,44 cm

Altezza utile d = 205,0-14,44 = 190,56 cm

Angolo theta e verifica della resistenza del calcestruzzo

Con sigma_cp = 9,11 N/mm² = 0,352 fcd, alfa_c = 1,25

imponendo Vrcd=Ved, si ottiene: ctg(theta)= 5,868 (theta= 9,67°)

Si assume ctg(theta)= 2,50 (theta= 21,80°) con cui risulta:

$$Vrcd = 3059,67 \text{ kN} > Ved = 1469,40 \text{ kN}$$

Staffe necessarie nella trave

Sezione staffe: Asw/s = 8,76 cm²/m

Staffe attacco trave-soletta

Taglio di calcolo in fase 2: Ved2 = 850,65 kN

Momento statico della soletta: Ss = 482897,6 cm³

Momento d'inertzia: J2 = 86459500 cm⁴

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 40 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

Tensione tangenziale all'interfaccia: (bi = 117,88 cm)

$$v_{edi} = Ved2.Ss/(J2.bi) = 0,403 \text{ N/mm}^2$$

Sezione staffe: As/s = 13,59 cm²/m

2.7. SEZIONE X = 6,470 m dalla mezzeria

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente

	V	gamma	Ved
Peso proprio impalcato	305,40	1,35	412,29
Finiture	95,73	1,50	143,60
Carichi mobili	389,37	1,35	525,65

			1081,54 kN

Baricentro dei 54 trefoli inferiori: Yapi = 14,44 cm

Altezza utile d = 205,0-14,44 = 190,56 cm

Angolo theta e verifica della resistenza del calcestruzzo

Con sigma_cp = 9,19 N/mm² = 0,355 fcd, alfa_c = 1,25

imponendo Vrcd=Ved, si ottiene: ctg(theta)= 8,080 (theta= 7,05°)

Si assume ctg(theta)= 2,50 (theta= 21,80°) con cui risulta:

$$Vrcd = 3059,67 \text{ kN} > Ved = 1081,53 \text{ kN}$$

Staffe necessarie nella trave

Sezione staffe: Asw/s = 6,45 cm²/m

Staffe attacco trave-soletta

Taglio di calcolo in fase 2: Ved2 = 669,24 kN

Momento statico della soletta: Ss = 482897,6 cm³

Momento d'inertzia: J2 = 86459500 cm⁴

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 41 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

Tensione tangenziale all'interfaccia: (bi = 117,88 cm)

$$v_{edi} = Ved2.Ss/(J2.bi) = 0,317 \text{ N/mm}^2$$

Sezione staffe: As/s = 9,28 cm²/m

2.8. SEZIONE X = 5,710 m dalla mezzeria

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente

	V	gamma	Ved
Peso proprio impalcato	269,52	1,35	363,85
Finiture	84,48	1,50	126,72
Carichi mobili	371,16	1,35	501,07

			991,64 kN

Baricentro dei 60 trefoli inferiori: Yapi = 14,00 cm

Altezza utile d = 205,0-14,00 = 191,00 cm

Angolo theta e verifica della resistenza del calcestruzzo

Con sigma_cp = 9,71 N/mm² = 0,375 fcd, alfa_c = 1,25

imponendo Vrcd=Ved, si ottiene: ctg(theta)= 8,856 (theta= 6,44°)

Si assume ctg(theta)= 2,50 (theta= 21,80°) con cui risulta:

$$Vrcd = 3066,74 \text{ kN} > Ved = 991,64 \text{ kN}$$

Staffe necessarie nella trave

Sezione staffe: Asw/s = 5,90 cm²/m

Staffe attacco trave-soletta

Taglio di calcolo in fase 2: Ved2 = 627,79 kN

Momento statico della soletta: Ss = 484711,8 cm³

Momento d'inerzia: J2 = 86922110 cm⁴

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 42 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

Tensione tangenziale all'interfaccia: (bi = 117,88 cm)

$$v_{edi} = Ved2.Ss/(J2.bi) = 0,297 \text{ N/mm}^2$$

Sezione staffe: As/s = 8,27 cm²/m

2.9. SEZIONE X = 0,000 m dalla mezzeria

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente

	V	gamma	Ved
Peso proprio impalcato	0,00	1,35	0,00
Finiture	0,00	1,50	0,00
Carichi mobili	244,14	1,35	329,59

			329,59 kN

Baricentro dei 60 trefoli inferiori: Yapi = 14,00 cm

Altezza utile d = 205,0-14,00 = 191,00 cm

Resistenza al taglio senza armature trasversali

Risulta: Vrd = 810,90 kN > Ved = 329,59 kN

con: Vrd = [0,18.k/gamma_c.(100.ro_l.fck)^1/3+0,15.sigma_cp].bw.d

(NTC 4.1.14 - gamma_c=1,5)

k = 1,324

Asl = 55,80 cm² (60 trefoli) ro_l = 0,00913

sigma_cp = 9,76 N/mm² si assume = 0,2.fcd = 5,174

Calcolando comunque le staffe con ctg(theta)= 2,5 risulta:

sezione staffe: Asw/s = 1,96 cm²/m

Staffe attacco trave-soletta

Taglio di calcolo in fase 2: Ved2 = 329,59 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 Progetto Esecutivo	Opera: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 43 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

Momento statico della soletta: $S_s = 484711,8 \text{ cm}^3$

Momento d'inerzia: $J_2 = 86922110 \text{ cm}^4$

Tensione tangenziale all'interfaccia: ($b_i = 117,88 \text{ cm}$)

$$v_{edi} = Ved2.S_s / (J_2.b_i) = 0,156 \text{ N/mm}^2$$

Sezione staffe: $As/s = 1,19 \text{ cm}^2/\text{m}$

2.10. RIEPILOGO SEZIONI DI STAFFE NECESSARIE (cm^2/m)

X	Trave	Trave-soletta
0,000	1,96	1,19
5,710	5,90	8,27
6,470	6,45	9,28
9,710	8,76	13,59
10,470	9,32	14,70
15,070	12,70	21,22

Sezione minima di staffe nella trave = $0,15 \times 32 = 4,80 \text{ cm}^2/\text{m}$

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 Progetto Esecutivo	Opera: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 44 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

3. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

=====

3.1. VERIFICHE DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO

3.1.1. Tensioni di esercizio nel calcestruzzo (NTC 4.1.2.2.5.1)

Massime tensioni di compressione (N/mm²):

Travi prefabbricate: Rck = 55 N/mm² fck = 45,65 N/mm²

- al lembo superiore della trave (sezione X = 0,000)

- combinazione rara: 16,11 < 0,60 fck = 27,39

- permanente: 13,93 < 0,45 fck = 20,54

- al lembo inferiore (sezione X = 15,070)

- permanente: 15,00 < 0,45 fck = 20,54

Getti in opera: Rck = 35 N/mm² fck = 29,05 N/mm²

- al lembo superiore della soletta (sezione di mezzeria)

- combinazione rara: 4,79 < 0,60 fck = 17,43

3.1.2. Tensioni iniziali nel calcestruzzo (NTC 4.1.8.1.4)

Massima tensione di compressione al lembo inferiore:

20,74 N/mm² (sezione X = 5,710)

fckj >= 20,74/0,70 = 29,62 Rckj >= 35,7 N/mm²

3.1.3. Tensioni nell'acciaio preteso (NTC 4.1.8.1.5 e 4.1.2.2.5.2)

Caratteristiche trefoli: fptk = 1860 N/mm² fp(1)k = 1670 N/mm²

Tensione di tesatura = 1420 N/mm² < 0,90 fp(1)k = 1503

< 0,80 fptk = 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 Progetto Esecutivo	Opera: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 45 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

Massima tensione di esercizio nella combinazione rara: (sez. X=10,470)

$$1113 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{p(1)k} = 1336$$

3.2. VERIFICA DI FESSURAZIONE

(NTC 4.1.2.2.4 e 5.1.3.12-Tabella 5.1.VI)

Si esegue la verifica nella sezione di mezzeria (X=0,00)

1) Combinazione 'quasi permanente'

$$\psi_2 = 0$$

Tensione al lembo inferiore a ponte scarico:

$$\sigma_i = 4,18 \text{ N/mm}^2 > 0 \text{ (compressione)}$$

Non si verifica decompressione.

2) Combinazione 'frequente'

$$\psi_{1l} = 0,75 \text{ per i carichi tandem}$$

$$\psi_{1l} = 0,40 \text{ per i carichi distribuiti}$$

Momento flettente dovuto ai carichi mobili (L=30,140 m):

Q = carico concentrato asse tandem (kN)

p = carico distribuito (kN/m)

k = coefficiente di ripartizione

	Q	p	M	k
Folla destra		0,90	102,2	2,252
Corsia n. 1	225	10,80	4482,1	1,829
Corsia n. 2	150	3,00	2511,2	0,903
Corsia n. 3	75	3,00	1425,9	0,356
Folla sinistra		0,90	102,2	0,160

$$\text{Somma}(M.k) / 4 = 2804,9 \text{ kNm}$$

Tensione al lembo inferiore:

$$\sigma_i = 4,18 - 4,47 = -0,30 \text{ N/mm}^2$$

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 Progetto Esecutivo	Opera: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 46 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

Non si raggiunge lo stato limite di formazione delle fessure:

$$0,30 < \sigma_t = f_{ctm}/1,2 = 3,19 \text{ N/mm}^2 \quad (f_{ctm} = 3,83)$$

La verifica di fessurazione per armatura sensibile è soddisfatta in condizioni ambientali molto aggressive.

3.3. VERIFICA DI DEFORMABILITA'

(NTC 4.1.2.2.2 e 5.1.4.5)

Carichi caratteristici e coefficienti di ripartizione:

	Q	p	k
Folla destra		2,25	2,252
Corsia n. 1	300	27,00	1,829
Corsia n. 2	200	7,50	0,903
Corsia n. 3	100	7,50	0,356
Folla sinistra		2,25	0,160

Carichi sulla trave più sollecitata:

$$\text{carichi concentrati } Q' = \text{Somma}(Q.k) / 4 = 191,225 \text{ kN}$$

$$\text{carico distribuito } p' = \text{Somma}(p.k) / 4 = 16,063 \text{ kN/m}$$

Freccia della trave più sollecitata dovuta ai carichi mobili con:

$$\text{luce di calcolo } L = 30,140 \text{ m}$$

$$\text{momento d'inerzia della trave } J = 0,869221 \text{ m}^4$$

$$\text{modulo di elasticità del calcestruzzo } E_c = 35000 \text{ N/mm}^2$$

$$f = 12,83 \text{ mm} = L/2350$$

4. CALCOLO ARMATURE TRASVERSALI ALLO STATO LIMITE ULTIMO

=====

4.1. Resistenze di calcolo dei materiali

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 47 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

Calcestruzzo $R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{c} = 1,5$ $f_{cd} = 16,46 \text{ N/mm}^2$

Acciaio B450C $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ $f_{yd} = 391,3 \text{ N/mm}^2$

4.2. Armature della soletta

Med = momento flettente agente di progetto

calcolato con i coefficienti gamma riportati al par. 1.2.

Momento massimo nella sezione di mezzeria dell'impalcato

Med = 94,46 kNm/m $d = 18,0 \text{ cm}$

As = 14,92 cm²/m ($x=4,38 \text{ cm}$)

Momento massimo nella sezione a L/4

Med = 90,53 kNm/m $d = 18,0 \text{ cm}$

As = 14,23 cm²/m ($x=4,18 \text{ cm}$)

Momento minimo nella sezione di mezzeria dell'impalcato

Med = -93,28 kNm/m $d = 16,5 \text{ cm}$

As = 16,45 cm²/m ($x=4,83 \text{ cm}$)

Ponte in curva.pr8 09/02/2011 16.50.27

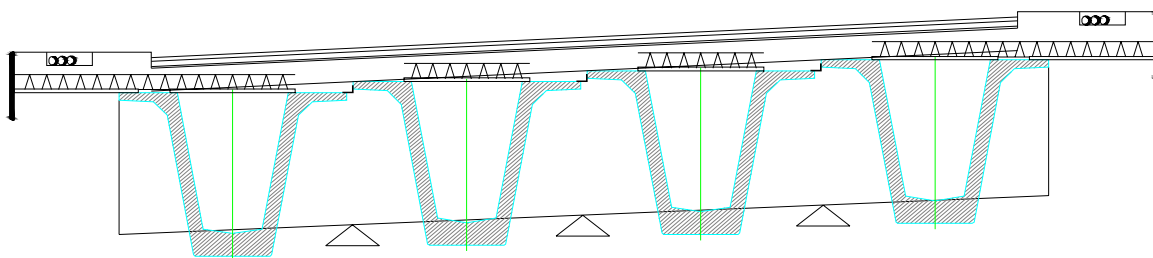
2.5 Traverso

Fase di sollevamento

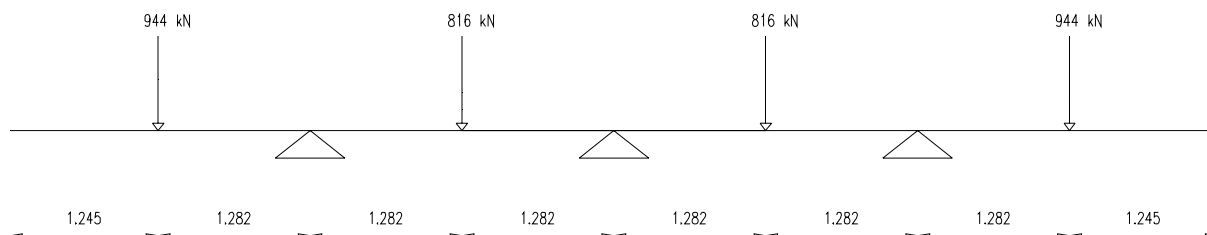
Il sollevamento avverrà tramite n° 3 martinetti posizionati al di sotto dei trasversari:

Di seguito si riportano i diagrammi del momento e del taglio dovuti al sollevamento dell'impalcato.

Ai fini del calcolo delle massime sollecitazioni si considerano applicati al trasverso i carichi permanenti derivanti dall'impalcato ovvero le reazioni delle singole travi dovute ai carichi portati:



Che equivale al seguente schema di carico:



Cui va aggiunto il peso proprio del traverso stesso avente spessore 60 cm: $q=150 \text{ m} * 0.40 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 15 \text{ kN/m}$

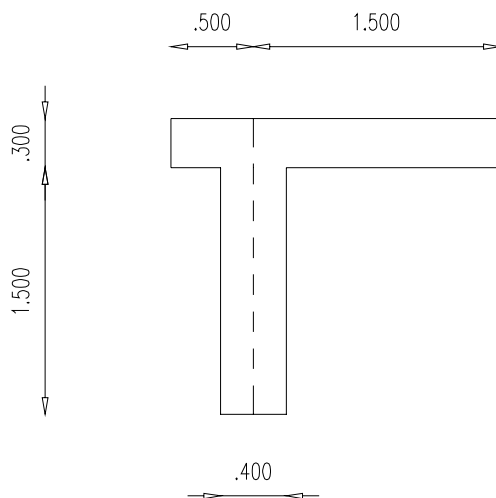
Risolvendo la trave continua si ottengono le seguenti sollecitazioni massime per le quali nel seguito sono riportate le verifiche delle sezioni.

R	2685.00	kN
M	-1710.00	kNm
Vmax	1360.00	kN

Verifica allo SLU

▪ Verifica di rottura a flessione

Ai fini delle verifiche oltre alla sezione netta di traverso, va considerata parte della soletta collaborante fino a una distanza dall'asse pari a 5 volte lo spessore della soletta e quindi di 150 cm.



Si decide di disporre armatura lenta:
 3 Ø 24 + 10 Ø 14 a lembo superiore
 3 Ø 24 a lembo inferiore

Come precedentemente fatto per le travi, la verifica allo SLU viene effettuata mediante il software VCA-SLU. Ne seguono quindi la verifica del traverso a momento negativo e a momento positivo.

Verifica C.A. S.L.U. - File: traverso

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: **traverso**

N° Vertici: 8 Zoom N° barre: 2 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
4	170	150
5	170	180
6	-30	180
7	-30	150
8	0	150

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	28.97	70	177
2	13.57	20	3

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 -25 kN
 M_{xEd} 1710 -310 kNm
 M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} -1.963 kN m

Materiali: B450C C30/37

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 17 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 11.5 N/mm²
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
 τ_{c1} 2.029

σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 3.5 ‰
 ε_s 53.35 ‰
 d 177 cm
 x 10.9 w/d 0.06156
 δ 0.7

Tipo Sezione: Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Il momento resistente negativo del traverso risulta: $MRd = -1963 \text{ kNm} > MEd$

- *Verifica taglio*

H	180.00	cm	altezza sezione	
B	40.00	cm	base sezione	
n	3		numero ferri armatura tesa	
ϕ	24	mm	diametro ferri armatura tesa	
Rck	40	N/mm2	resistenza caratteristica cubica del c.a.	
d	1760.00	mm	altezza utile sezione	
bw	400.00	mm	larghezza sezione	
Asl	1356.48	mm2	area armatura tesa	
fck	33.20	N/mm2	resistenza caratteristica cilindrica del c.a.	
0,2*fcd	3.76	N/mm2		
k	1.34			
v.min	0.31			
r1	0.00		Asl/(d*bw)	
sigma.c	0.00	N/mm2	compressione	
cotg θ	2.5			
alfa	90	°		
cotg α	0.00			
sen α	1.00			
f _{yd}	373.91	N/mm2	per B 450 C	
s	200.00	mm	interasse staffe	
n	2		numero bracci	
ϕ	16.00	mm	diametro staffe	
As _w	401.9200	mm2	area staffa	
f _{cd} '	9.41	N/mm2		
N	0.00	kN	sforzo normale	
T	1360.00	kN	taglio	Tr/T
T _r	219.511	kN	taglio resistente senza armatura a taglio	0.16
T _{rw}	2055.194	kN	taglio resistente con armatura a taglio	1.51

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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 51 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

Verifiche sle

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS		
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica		
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	1265.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	2050 [mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	400 [mm]
Copriferro	d'	30 [mm]
Altezza utile della sezione	d	2020 [mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	3349 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1810 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	547.40 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	1.38072E+11 [mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.92 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	5.02 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	202.38 [MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS		
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente		
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	1265.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	2050 [-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	400 [-]
Copriferro	d'	30 [-]
Altezza utile della sezione	d'	2020 [-]
Area dell'armatura tesa	A_s	3349 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1810 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	547.40 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	1.38072E+11 [mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.94 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	5.02 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	202.38 [MPa]

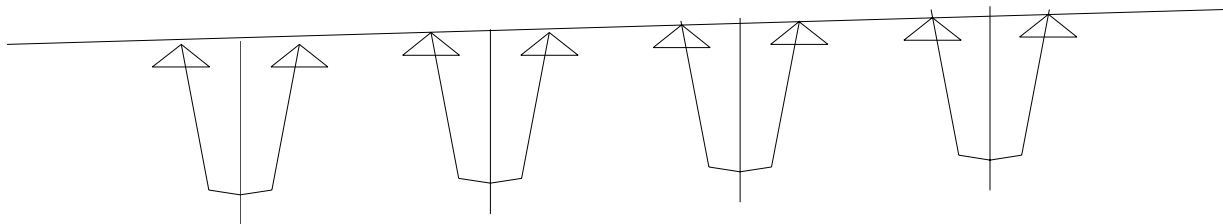
DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS		
Controllo tensionale per la Combinazione Frequente		
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	1265.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	2050 [MPa]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	400 [-]
Copriferro	d'	30 [kNm]
Altezza utile della sezione	d'	2020 [kNm]
Area dell'armatura tesa	A_s	3349 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1810 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	547.40 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	1.38072E+11 [mm ⁴]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	5.02 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	202.38 [MPa]

2.6 Soletta

Analisi dei carichi

La soletta dell'impalcato ha uno spessore medio di 30 cm ed è sostenuta, nella fase di getto, da dalles dello spessore di 4 cm. Per il calcolo delle sollecitazioni si fa riferimento ad uno schema di trave continua appoggiata in corrispondenza delle ali delle travi prefabbricate e considerando una larghezza di soletta unitaria.

Schema statico



Carichi permanenti

Peso proprio (compreso dalles) = $1.00 \text{ m} * 0.30 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 7.05 \text{ kN/m}$

Pavimentazione = $1.00 \text{ m} * 0.12 \text{ m} * 20 \text{ kN/m}^3 = 2,40 \text{ kN/m}$

Cordoli = $1.00 \text{ m} * 0.18 * 25 \text{ kN/m}^3 = 4,50 \text{ kN/m}$

Guard rail = $1.00 \text{ m} * 1.0 \text{ kN/m} = 1.0 \text{ kN}$ (per lato)

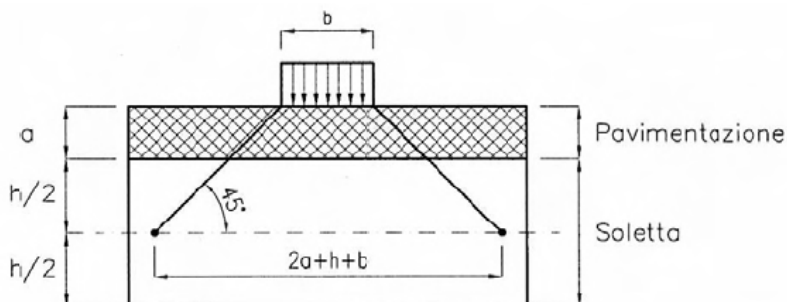
Barriera = $1.00 \text{ m} * 0.5 \text{ kN/m} = 0.5 \text{ kN}$ (per lato)

Azioni accidentali

o *Schema 1: Carico Q, Q2 e Q3, q1, q2*

Si considerano tre assi tandem con ciascuno due impronte di carico da 150 kN per Q1, da 100 kN per Q2 e da 50 per Q3 distanti 2 m che si muovono trasversalmente al viadotto nella parte pavimentata da 9.50 m. I carichi distribuiti previsti dallo schema sono $q1=9 \text{ kN/m}$ (per una larghezza di 3.00 m) e $q2=2.5 \text{ kN/m}$ nella parte rimanente.

Per l'impronta di carico (40 cm x 40 cm), la normativa prevede che si consideri verticalmente una ripartizione a 45° nella pavimentazione e nella soletta fino alla mediana della stessa. Ciascun carico concentrato si considera pertanto distribuito su un'area quadrata con lato $L=2a+h+b = 2*(12+30/2)+40 = 94 \text{ cm}$.



Per tener conto dell'effetto piastra, il carico mobile concentrato si considera si diffonda orizzontalmente a 45° a partire dalla campata tra due appoggi, fino ad intercettare gli appoggi stessi. Considerando il minimo interasse tra gli appoggi pari a $i=120\text{cm}$, i carichi agiranno su una porzione di soletta convenzionalmente larga:

$$B=L+2*i/2=214 \text{ cm}$$

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 Progetto Esecutivo	Opera: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 53 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

Pertanto riferendo il calcolo ad una striscia di soletta unitaria, ciascuno dei suddetti carichi concentrati sarà:
 $Q1^*=70$ kN/m; $Q2^*=47$ kN/m; $Q3^*=23$ kN/m.

o Schema 2: Carico Qa

Si considerano due impronte di carico da 200 kN, distanti 2 m che si muovono trasversalmente al viadotto nella parte pavimentata da 9.50 m. L'impronta di carico in questo caso è invece di 60 cm x 35 cm ed ogni impronta può essere considerata singolarmente se sfavorevole.

Allo stesso modo per quanto fatto per lo Schema 1 il carico si diffonde verticalmente a 45°.

$$L = 2 \cdot (12 + 30/2) + 60 = 114 \text{ cm.}$$

Per tener conto dell'effetto piastra, il carico mobile concentrato si considera si diffonda orizzontalmente a 45° a partire dalla campata tra due appoggi, fino ad intercettare gli appoggi stessi. Considerando il minimo interasse tra gli appoggi pari a $i=120$ cm, i carichi agiranno su una porzione di soletta convenzionalmente larga:

$$B = L + 2 \cdot i/2 = 234 \text{ cm}$$

Pertanto riferendo il calcolo ad una striscia di soletta unitaria ciascuno dei due carichi concentrati sarà:

$$Qa^*=85 \text{ kN/m.}$$

o Carichi della folla compatta

Si considera il carico della folla q_f : $q = 2.5$ kN/m per una larghezza del carico pari a $B = 0.85$ m (larghezza di ciascun marciapiede) quando viene applicato insieme al carico da traffico dello Schema 1, mentre $q = 5$ kN/m quando viene applicato non considerando altri carichi accidentali.

I carichi mobili verranno posizionati nelle posizioni più sfavorevoli.

Combinazioni di carico

Si esaminano per la ricerca delle massime sollecitazioni le seguenti combinazioni dei carichi suddetti:

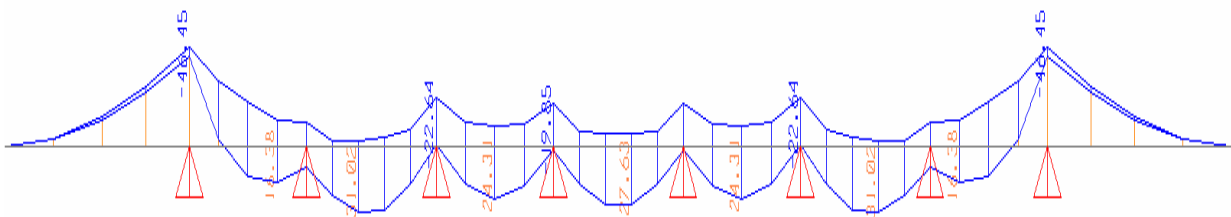
Combinazione 1: permanenti + folla + $q1$ + $q2$ + $q3$ + $p1+p2+qf$

Combinazione 2: permanenti + qa + qf

Combinazione 3: permanenti + folla compatta

Verifiche della sezione

Risolvendo il precedente schema di trave continua su otto appoggi, per le combinazioni di carico indicate, si ottiene il seguente inviluppo dei momenti allo SLU per la sezione corrente:



$$M+ = 31 \text{ kNm}$$

$$M- = -46 \text{ kNm}$$

$$V = 165 \text{ kN}$$

Ai fini del calcolo, la sezione della soletta è pari a 100 cm x 26cm (30 cm di spessore medio soletta al netto dei 4 cm di spessore delle dalles). Si sceglie di armare la trave con 5 Ø 14/ml al lembo inferiore e 5 Ø 14/ml al lembo superiore.

Verifiche a flessione allo SLU:

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The main window displays various input and output parameters for a structural analysis. The title bar indicates the file name 'VERIFICA SLU'. The menu bar includes 'File', 'Materiali', 'Opzioni', 'Visualizza', 'Progetto Sez. Rett.', 'Sismica', and 'Normativa: NTC 2008'. The interface is divided into several sections:

- Section Properties:** Two tables for section 1 and section 2. Section 1 has $b = 100$ cm and $h = 26$ cm. Section 2 has $As = 7.70$ cm² and $d = 23$ cm.
- Loadings (Sollecitazioni):** S.L.U. method selected. Applied loads: $N_{Ed} = 0$ kN, $M_{xEd} = -46$ kNm, $M_{yEd} = 0$ kNm.
- Application Point (P.to applicazione N):** Centro selected. $xN = 0$, $yN = 0$.
- Material Properties:** B450C and C30/37 materials defined. $f_{yk} = 67.5$ N/mm², $f_{td} = 15$ N/mm², $E_s = 1.957$ N/mm², $E_s/E_c = 255$, $\sigma_{s,adm} = 2.029$ N/mm².
- Design Results:** $M_{xRd} = -67.2$ kNm, $\sigma_c = -17$ N/mm², $\sigma_s = 391.3$ N/mm², $\epsilon_c = 3.5$ ‰, $\epsilon_s = 26.65$ ‰, $d = 23$ cm, $x = 2.67$, $x/d = 0.1161$, $\delta = 0.7$.
- Calculation Method (Metodo di calcolo):** S.L.U.+ selected.
- Calculation Type (Tipo flessione):** Retta selected.
- Buttons:** 'Calcola MRd', 'Dominio M-N', 'Col. modello', and 'Precompresso'.

Il momento ultimo della soletta risulta: $MRd = 67$ kNm $>$ MEd .

Verifiche a taglio allo SLU:

H	26.00	cm	altezza sezione	
B	100.00	cm	base sezione	
n	5		numero ferri armatura tesa	
ϕ	14	mm	diametro ferri armatura tesa	
Rck	40	N/mm2	resistenza caratteristica cubica del c.a.	
d	220.00	mm	altezza utile sezione	
bw	1000.00	mm	larghezza sezione	
Asl	769.30	mm2	area armatura tesa	
fck	33.20	N/mm2	resistenza caratteristica cilindrica del c.a.	
0,2*fcd	3.76	N/mm2		
k	1.95			
v.min	0.55			
r1	0.00		Asl/(d*bw)	
sigma.c	0.00	N/mm2	compressione	
cotg θ	2.5			
alfa	90	°		
cotg α	0.00			
sen α	1.00			
fyd	373.91	N/mm2	per B 450 C	
s	200.00	mm	interasse staffe	
n	2.5		numero bracci	
ϕ	12.00	mm	diametro staffe	
Asw	282.6000	mm2	area staffa	
fcd'	9.41	N/mm2		
N	0.00	kN	sforzo normale	
T	165.00	kN	taglio	Tr/T
T_r	121.134	kN	taglio resistente senza armatura a taglio	0.73
T_rw	261.526	kN	taglio resistente con armatura a taglio	1.59

Verifica sle

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS

Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	27.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	260	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	30	[mm]
Altezza utile della sezione	d	230	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	2309	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	770	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	90.78	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	963347246.5	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.92	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2.54	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	58.53	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS

Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	27.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	260	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	30	[-]
Altezza utile della sezione	d'	230	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	2309	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	770	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	90.78	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	963347246.5	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.94	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2.54	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	58.53	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS

Controllo tensionale per la Combinazione Frequente

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	27.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	260	[MPa]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	30	[kNm]
Altezza utile della sezione	d'	230	[kNm]
Area dell'armatura tesa	A_s	2309	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	770	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	90.78	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	963347246.5	[mm ⁴]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2.54	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	58.53	[MPa]

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS

Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	260	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	30	[mm]
Altezza utile della sezione	d	230	[mm]
Area dell'armatura tesa	A _s	2309	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A' _s	770	[mm ²]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	32	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	220	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	S _{ref,max}	195	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente

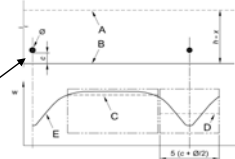
Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente	M _{Ed,q.p.}	27	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	90.78	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ _s	58.53	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f _{ct,eff}	3.1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k _t	0.4	[-]
Altezza efficace	h _{c,eff}	56.407149	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A _{c,eff}	56407.149	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	ρ _{p,eff}	0.04094	[-]
Rapporto tra E _s /E _{cm}	α _e	5.94	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	ε _{sm} - ε _{cm}	0.000104	[-]
		0.000176	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	φ _{eq}	14.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k ₁	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k ₂	0.5	[-]
	k ₃	3.4	[-]
	k ₄	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	S _{r,max}	166.94	[mm]
		219.99	[mm]

Ampiezza delle fessure	W _k	0.0386	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	W _{max}	0.2	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente

Momento sollecitante per la combinazione Frequente	M _{Ed,req.}	27	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	90.78	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ _s	58.53	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f _{ct,eff}	3.1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k _t	0.4	[-]
Altezza efficace	h _{c,eff}	56.407149	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A _{c,eff}	56407.149	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	ρ _{p,eff}	0.04094	[-]
Rapporto tra E _s /E _{cm}	α _e	5.94	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	ε _{sm} - ε _{cm}	0.000104	[-]
		0.000176	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	φ _{eq}	14.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k ₁	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k ₂	0.5	[-]
	k ₃	3.4	[-]
	k ₄	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	S _{r,max}	166.94	[mm]
		219.99	[mm]

Ampiezza delle fessure	W _k	0.0386	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	W _{max}	0.2	[mm]



Inserire: breve o lunga

$$h_{c,eff} = \min[2,5(h-d) ; (h-x)/3 ; h/2]$$

$$A_{c,eff} = bh_{c,eff}$$

$$\rho_{p,eff} = A_s/A_{c,eff}$$

$$\alpha_e = E_s/E_{cm}$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = [\sigma_s - k_t(f_{ct,eff}/\rho_{p,eff})(1 + \alpha_e\rho_{p,eff})]/E_s \geq 0,6 \sigma_s/E_s$$

Coefficienti indicati sull'EC.2

Coefficienti indicati sull'EC.2

$$S_{r,max} = k_3c + k_1k_2k_4\phi/\rho_{p,eff}$$

$$W_k = S_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

Inserire: breve o lunga

$$h_{c,eff} = \min[2,5(h-d) ; (h-x)/3 ; h/2]$$

$$A_{c,eff} = bh_{c,eff}$$

$$\rho_{p,eff} = A_s/A_{c,eff}$$

$$\alpha_e = E_s/E_{cm}$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = [\sigma_s - k_t(f_{ct,eff}/\rho_{p,eff})(1 + \alpha_e\rho_{p,eff})]/E_s \geq 0,6 \sigma_s/E_s$$

Coefficienti indicati sull'EC.2

Coefficienti indicati sull'EC.2

$$S_{r,max} = k_3c + k_1k_2k_4\phi/\rho_{p,eff}$$

$$W_k = S_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

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 Progetto Esecutivo	Opera: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 58 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

2.7 Soletta di continuità tra gli impalcati

La soletta di continuità tra i due impalcati è dimensionata per sopportare le sollecitazioni indotte dai carichi permanenti ed accidentali oltre che assorbire le rotazioni imposte dalle travi principali adiacenti.

VERIFICA PER CARICHI LOCALI

Lo schema di calcolo della soletta di continuità è quello di trave appoggiata con luce di calcolo pari ad $i=1.70$ m, coincidente con la distanza tra i traversi in corrispondenza della pila.

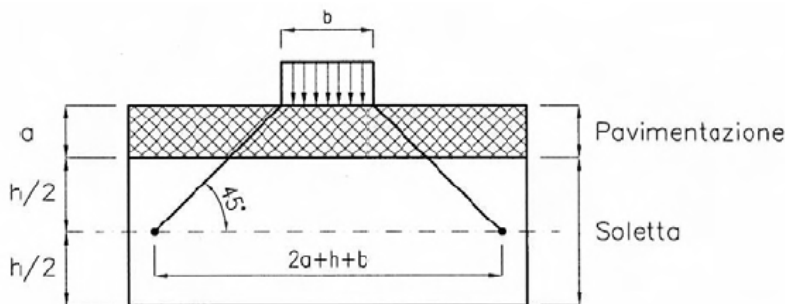
Il calcolo è condotto in riferimento ad una striscia di soletta unitaria.

Carichi permanenti

Peso proprio (compreso dalles) = $1.00 \text{ m} * 0.30 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 7.05 \text{ kN/m}$

Pavimentazione = $1.00 \text{ m} * 0.12 \text{ m} * 20 \text{ kN/m}^3 = 2,40 \text{ kN/m}$

Azioni accidentali



o Schema 2: Carico Qa

Si considerano due impronte di carico da 200 kN, distanti $d=2$ m che si muovono trasversalmente al viadotto nella parte pavimentata da 9.50 m. L'impronta di carico è di 60 cm x 35 cm ed ogni impronta può essere considerata singolarmente se sfavorevole.

Il carico si diffonde verticalmente a 45° .

$$L = 2 * (12 + 30/2) + 60 = 114 \text{ cm.}$$

Per tener conto dell'effetto piastra, i carichi mobili concentrati si considerano diffondersi orizzontalmente a 45° a partire dalla campata tra due appoggi, fino ad intercettare gli appoggi stessi. Considerando la luce di calcolo pari a $i=170$ cm, i due carichi agiranno su una porzione di soletta convenzionalmente larga:

$$B = d + L + 2 * i/2 = 484 \text{ cm}$$

Pertanto riferendo il calcolo ad una striscia di soletta unitaria il suddetto carico asse sarà:

$$Qa = 83 \text{ kN/m.}$$

Risolvendo lo schema di trave semplicemente appoggiata e considerando il coefficiente amplificativo dei carichi $\gamma=1.35$, avremo:

$$q_{\text{perm}} = 9.45 \text{ kN/m/m}$$

$$P_{\text{acc}} = 83.00 \text{ kN/m}$$

$$M_{\text{perm}} = 4.61 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\text{acc}} = 47.62 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\text{tot}} = 52.23 \text{ kNm/m}$$

VERIFICA PER DEFORMAZIONI GLOBALI IMPOSTE

Per effetto dei carichi permanenti sulle travate adiacenti di luce $L=30.5$ m, alle estremità della soletta di continuità si generano rotazioni imposte pari ad $\alpha_{perm}=q_{perm}L^2/(24E_{imp}J_{imp})$ da cui si ricava il momento $M_{perm}=\alpha_{perm} 2E_{sol}J_{sol}/i$, essendo $i=1.70$ la luce della soletta tra i due trasversi della pila.

Per effetto dei carichi mobili posti in mezzeria di una sola delle due campate, si crea la rotazione $\alpha_{acc}=q_{acc}L^2/(24E_{imp}J_{imp})$ ad una delle due estremità della soletta, da cui si ricava il momento $M_{acc}=\alpha_{acc} 4E_{sol}J_{sol}/i$.

Considerando il coefficiente amplificativo dei carichi $\gamma=1.35$, ed assumendo che la soletta sia fessurata e quindi caratterizzata da un momento di inerzia pari al 50% di quello non fessurato, avremo:

J_imp 3.42 m⁴
 E_imp 36416113.90 kN/m²

J_soletta(50%) 0.0141 m⁴
 E_soletta 33642777.68 kN/m²

i_soletta 1.70 m

a_perm 0.0028 rad
 a_acc_sx 0.0007 rad

M_perm -1552.51 kNm
 M_acc_sx -825.52 kNm

M_tot -190.24 kNm/m

Pertanto il dimensionamento della soletta di continuità è fatto in riferimento ad una striscia di larghezza unitaria sollecitata da un momento di calcolo negativo $M_d=-190.24$ kNm e positivo $M_d=+52.23$ kNm.

Ai fini del calcolo, la sezione della soletta è pari a 100 cm x 26cm (30 cm di spessore medio soletta al netto dei 4 cm di spessore delle dalles). Alla prevista armatura longitudinale costituita da fari $\Phi 12/20$ superiormente ed inferiormente, si aggiunge il raffittimento nella zona di continuità costituito da ulteriori $\Phi 22/20$ posti superiormente.

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. Key sections include:

- Titolo:** VERIFICA SLU
- N° figure elementari:** 1
- N° strati barre:** 2
- Table of Section Properties:**

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	26	1	24.66	3
			2	5.65	23
- Sollecitazioni:**
 - N_{Ed}: 0
 - M_{xEd}: -190.24
 - M_{yEd}: 0
- Materiali:**
 - B450C: ϵ_{su} 67.5%, f_{yd} 391.3 N/mm², E_s 200,000 N/mm², E_s/E_c 15, ϵ_{syd} 1.957%, $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm², τ_{co} 0.6933, τ_{c1} 2.029
 - C30/37: ϵ_{c2} 2%, ϵ_{cu} 3.5, f_{cd} 17, $\sigma_{c,adm}$ 11.5, τ_{c1} 2.029
- P.to applicazione N:** Centro
- Metodo di calcolo:** S.L.U.
- Tipo flessione:** Retta
- Calcola MRd:** Dominio M-N
- L₀:** 0 cm
- Precompresso:** No

Verifica C.A. S.L.U. - File: VERIFICA SLU

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	26	1	24.66	3
			2	5.65	23

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 -25 kN
 M_{Ed} 51.24 -310 kNm
 M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U. + S.L.U. -
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello
 Precompresso

Materiali

B450C		C30/37	
σ_{su}	67.5 %	σ_{c2}	2 %
f_{yd}	391.3 N/mm²	σ_{cu}	3.5 %
E_s	200.000 N/mm²	f_{cd}	17 %
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8
σ_{syd}	1.957 %	$\sigma_{c,adm}$	11.5
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0.6933
		τ_{c1}	2.029

M_{xRd} 53.24 kNm
 σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 %
 ϵ_s 25.79 %
 d 23 cm
 x 2.749 x/d 0.1195
 δ 0.7

2.8 Verifica delle predalles

Il getto delle solette è effettuato su predalles. Queste sono costituite da tralici di tondini d'acciaio solidali con lastre di calcestruzzo (spessore 4 cm). Ciascuna lastra è larga 240 cm e presenta 6 tralici. Il calcolo è effettuato in riferimento alla condizione più sfavorevole che si ottiene appoggiando la predalla sulle ali della trave con una luce massima di calcolo $L=1.45m$.

La lastra sosterrà il peso proprio più quello della soletta non ancora indurita: $q=30*0.25=7.50$ kN/mq.

Considerando la striscia di 2.40 m di soletta si ha un carico $q=18$ kN/m che determina le seguenti sollecitazioni di calcolo:

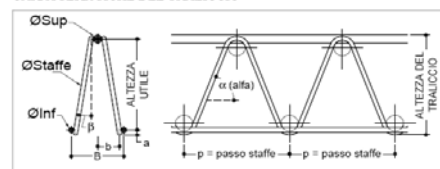
$$M=1.35*18*1.45^2/8=6.40 \text{ kNm/lastra}$$

$$V=1.35*18*1.45/2=17.60 \text{ kN/lastra}$$

I tralici sono alti 20.5 cm ed hanno un passo longitudinale di 40 cm. L'altezza efficace tra i correnti (da asse ad asse) è pari a 16.60 cm.

VERIFICA PREDALLES PREFABBRICATE				
hu	16.60	cm	altezza utile del traliccio	
nt	6	m	numero tralici per lastra	
p	18.50	cm	passo staffe	
α	75.00	°	angolo alfa	
β	15.00	°	angolo beta	
B	12.00	cm	larghezza base traliccio	
l_staff	19.93	cm	lunghezza staffa	
E	210000.00	N/mm ²	modulo di young acciaio	
f _{yk}	450.00	N/mm ²	tensione caratteristica di snervamento	
f _{yd}	391.30	N/mm ²	tensione di snervamento di calcolo	
M	6.40	kNm	momento di calcolo	
N=M/hu	38.55	kN	forza assiale sui correnti	
T	17.60	kN	taglio di calcolo	
S	9.43	kN	forza assiale sulle staffe	
n_sup	6		tondini armatura superiore compressa	
n_inf	12		tondini armatura inferiore tesa	
n_staffe	12		tondini staffe compresse	
Φ_{sup}	12	mm	diametro armatura superiore	
Φ_{inf}	12	mm	diametro armatura inferiore	
Φ_{staffe}	8	mm	diametro armatura staffe	
A _{sup}	678.24	mm ²	area armature superiori compresse	
A _{inf}	1356.48	mm ²	area armature inferiori tese	
A _{staffe}	602.88	mm ²	area armature staffe compresse	
r _{sup}	3.00	mm	raggio di inerzia tondino superiore	
L	185.00	mm	lungh. libera di infless. tondino superiore	
λ	61.67		snellezza tondino superiore	
λ_{lim}	67.83		snellezza limite	
$\Lambda=\lambda/\lambda_{lim}$	0.91		snellezza adimens. tondino superiore	
α	0.49		fattore di imperfezione per sezione "c"	
Φ	1.09		fattore secondo 4.2.4.1.3.1 NTC08	
χ	0.59		coefficiente di riduzione resistenza	
σ_{sup}	95.66	N/mm ²	compressione su tondino superiore	<f _{yd} : VERIFICATO
σ_{inf}	28.42	N/mm ²	trazione su tondino inferiore	<f _{yd} : VERIFICATO
r _{staf}	2.00	mm	raggio di inerzia tondino staffe	
L _o	179.35	mm	lungh. libera di infless. tondino staffa	
λ	89.68		snellezza tondino staffe	
λ_{lim}	67.83		snellezza limite	
$\Lambda=\lambda/\lambda_{lim}$	1.32		snellezza adimens. tondino staffe	
α	0.49		fattore di imperfezione per sezione "c"	
Φ	1.65		fattore secondo 4.2.4.1.3.1 NTC08	
χ	0.38		coefficiente di riduzione resistenza	
σ_{staffe}	41.21	N/mm ²	compressione su tondino staffe	<f _{yd} : VERIFICATO

CARATTERISTICHE DEL TRALICCIO



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: CAVALCAVIA CV11
	Relazione di Calcolo Impalcato
	Pagina 62 di 63
	Nome file: CV11-F-CL028A relazione impalcato.doc

2.9 Giunti

La dilatazione dell'impalcato è la somma della dilatazione dovuta a ritiro, della dilatazione dovuta alla variazione termica e dello spostamento indotto dalla spalla soggetta all'azione sismica.

$$\Delta_{TOT} = \Delta_e + \Delta_{rit} + \Delta_{\Delta T}$$

de6=0.048 m (Considerando il valore massimo dello spettro di risposta in spostamento orizzontale secondo 3.2.3.3 NTC)

de2=0.009 m (deformazione da ritiro 0.3×10^{-3})

de3=0.0075 m (variazione termica di 25°)

Si ha quindi $\Delta_{TOT} = 64$ mm