

COMMITTENTE:



ALTA
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE
OBIETTIVO N. 443/01**

LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA


Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza

PROGETTO ESECUTIVO



NV – NUOVA VIABILITA' INTERFERENZE VARIE

**NV54 – PERCORSI CICLOPEDONALI DA PORTO S. PANCRAZIO (GIAROL
GRANDE) A S. MICHELE (VERONA)**

Relazione di calcolo soletta

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE  Ing. Giuliano MALAVENDA iscritto all'ordine degli Ingegneri di Venezia n. 4289 Data: Novembre 2020	Consorzio Iricav Due ing. Guido Fratini Data: Novembre 2020	Valido per costruzione ing. Luca Zaccaria iscritto all'ordine degli ingegneri di Ravenna n.A1206 Data: Novembre 2020	-	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
IN17	11	E	I2	CL	NV54A5	002	A	- - - p - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Luca RANDOLFI 	



Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	CODING	15/03/2021	C.Pinti	15/03/2021	P.Luciani	15/03/2021	 Giuseppe Fabrizio Coppa Data: 15/03/2021

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1711EI2CLNV54A5002A.DOC
		Cod. origine:





Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 11</p>	<p>Codifica EI2CLNV54A5002</p>	<p>A</p>

INDICE

1. PREMESSA	3
2. CONSIDERAZIONI DI PROGETTO	4
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	6
4.1. RESISTENZE DI PROGETTO	6
5. CONVENZIONI DI SEGNO E UNITÀ DI MISURA	7
5.1. SEGNI	7
5.2. UNITÀ DI MISURA	7
6. CALCOLO DEL COPRIFERRO	8
6.1. SOLETTA (NON ESPOSTA)	9
6.2. PREDALLES PREFABBRICATE SENZA FUNZIONI STRUTTURALI	11
7. CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE DI FASE 1 – VERIFICHE DI SICUREZZA DEI TRALICCI	13
7.1. MATERIALI	13
7.2. ANALISI DEI CARICHI E CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE	14
7.3. CARATTERISTICHE DEI TRALICCI	15
7.4. VERIFICA DEI TRALICCI	16
8. CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI DI FASE 2 – EFFETTI LOCALI	17
9. SOLLECITAZIONI DI FASE 3 – EFFETTI LOCALI	18
9.1. COEFFICIENTI DINAMICI	20
9.2. larghezze collaboranti	21
9.3. SOLLECITAZIONI	22
9.3.1. Schema 1	22
1.1.1. Schema 2	25
1.1.2. RIEPILOGO	27
10. SOLLECITAZIONI DI FASE 2 E 3 – EFFETTI GLOBALI	28
11. AZIONI DI VERIFICA	29
12. VERIFICHE DI RESISTENZA A FLESSIONE	31
12.1. Campata	31
12.2. APPOGGIO	33
12.3. VERIFICHE DI RESISTENZA A TAGLIO	35
13. VERIFICHE A FESSURAZIONE E VERIFICHE DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO	38
13.1. CAMPATA	39
13.2. APPOGGIO	43

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A



14. VALIDAZIONE DEI PROGRAMMI DI CALCOLO	47
14.1. ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO	47
14.2. TIPO DI ANALISI SVOLTA	47
14.3. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO	47
14.4. AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO	49
14.5. MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	49
14.6. INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE	49
14.7. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI	49

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A

1. PREMESSA

La presente relazione afferisce ai calcoli e alle verifiche strutturali della soletta in calcestruzzo dell'impalcato NV54 situato nel percorso pedonale da porto S. Pancrazio a S. Michele adibito allo scavalco del fiume Valpantena.

Le strutture sono state progettate coerentemente con quanto previsto dalla normativa "Norme Tecniche per le Costruzioni"- DM 14.01.2008 e Circolare n .617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni".

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A

2. CONSIDERAZIONI DI PROGETTO

La soletta d'impalcato viene realizzata mediante getto in opera su coppelle prefabbricate in calcestruzzo.

Le predalles hanno uno spessore di 6 cm e sono armate con idonei tralicci con altezza totale pari a 14.7 cm.

Le predalles sono ordite longitudinalmente e sono appoggiate isostaticamente sui traversi con luce tipica pari a 3.33 m.

La soletta è ordita longitudinalmente, per cui le sollecitazioni complessive sono dovute alla sovrapposizione di effetti locali e globali.

Gli effetti locali vengono studiati mediante un modello a trave continua in cui gli appoggi sono rappresentati dai traversi di impalcato.

Per gli effetti globali si adotta il modello usato per l'analisi dell'impalcato metallico; in quest'ultimo sono inseriti elementi longitudinali che rappresentano la soletta.



Con un procedimento cautelativo le azioni assiali di trazione o di compressione su questi elementi vengono sommate in verifica alle sollecitazioni desunte da modello locale senza tener conto della effettiva disposizione dei carichi variabili che ha generato i due stati di sollecitazione globale e locale.

Si considerano le seguenti tre fasi di carico:

Fase 1 : le predalles sono posate sui traversi metallici con schema isostatico di trave semplicemente appoggiata di luce 3.33 m. Ciascuna coppella sostiene se stessa e il getto di completamento a spessore definitivo (25 cm).



Fase 2 : lo schema statico è di trave continua appoggiata sui traversi, costituita dall'intero spessore di soletta (25 cm); i carichi in gioco sono i permanenti portati.

Fase 3 : lo schema statico è di trave continua appoggiata sui traversi; i carichi sono i sovraccarichi accidentali.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A

3. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Per l'elenco della normativa si faccia riferimento alla relazione di calcolo dell'impalcato metallico.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Soletta in c.a.

Calcestruzzo – C32/40 ($R_{ck} 40 \text{ N/mm}^2$), secondo NTC 2008, per la soletta

Acciaio per armatura lenta - B450C

Per ulteriori indicazioni sui materiali si faccia riferimento alla relazione di calcolo dell'impalcato metallico.

Utilizzare additivi antiritiro.

N.B. Al fine di annullare gli effetti di ritiro, si prevede di usare un basso rapporto acqua/cemento ($a/c \leq 0.45$) e si prescrive irrigazione sulla soletta per circa 10 giorni dal getto prima di effettuare il getto di completamento.

4.1. RESISTENZE DI PROGETTO

CALCESTRUZZO C32/40

In accordo con i punti 4.3.3 e 11.2.10.1 del DM08 risulta:

$$\gamma_M = 1.50$$



$$f_{ck} = 0.83 \times 400 = 332 \text{ daN/cm}^2 \rightarrow f_{cd} = 0.85 \times f_{ck} / \gamma_M = 188.13 \text{ daN/cm}^2$$

$$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 30.99 \text{ daN/cm}^2$$

$$f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 21.69 \text{ daN/cm}^2$$

ARMATURA IN ACCIAIO B450C

$$\gamma_M = 1.15 \quad \text{B450C} \quad f_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2 \quad f_{yd} = 3913 \text{ daN/cm}^2$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A

5. CONVENZIONI DI SEGNO E UNITÀ DI MISURA

5.1. SEGNI



Trazione + (positiva)

Compressione - (negativa)

5.2. UNITÀ DI MISURA



Nel seguito della relazione si adotteranno le seguenti unità di misura:

- per i carichi kN, kN/m², kN/m³
- per le azioni di calcolo kN, kNm
- per le tensioni kN/cm², daN/cm², N/cm²

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A



6. CALCOLO DEL COPRIFERRO

Si riportano nel seguito, in forma tabulare, i calcoli eseguiti per la determinazione del copriferro minimo secondo UNI EN 1992 par. 4.4, differenziando le parti d'opera sulla base della relativa classe di esposizione.



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	11	EI2CLNV54A5002	A

6.1. SOLETTA (NON ESPOSTA)

Descrizione parte dell'opera:		Solette (non esposte)			
Classe di esposizione:		XC4			
Valori raccomandati per la composizione e le proprietà del calcestruzzo (prospetto 4 -UNI 11104:2004)					
Classe di esposizione (prospetto 1 -UNI 11104:2044)	XC4	-	-	-	
Massimo rapporto A/C	0.5	-	-	-	
Minima classe di resistenza	C32/40	-	-	-	
Minimo contenuto cemento kg/m ³	340	-	-	-	
Contenuto minimo in aria [%]	-	-	-	-	
Altri requisiti	nessuno	-	-	-	
Valori di progetto (inviluppo) per la composizione e le proprietà del calcestruzzo (prospetto 4 -UNI 11104:2004)					
Rapporto A/C	0.5				
Classe di resistenza minima	C32/40				
Contenuto cemento kg/m ³	340				
Contenuto in aria [%]	0				
Altri requisiti	Aggregati secondo UNI-EN12620, di adeguata resistenza gelo/disgelo				
Determinazione del copriferro nominale (UNI EN 1992-1- :2005)					
Diametro della barra di armatura [mm]:	20				
Barre raggruppate:	no				
Barre verticali compresse o giuntate per sovrapposizione:	no				
Valore n _b per barre raggruppate: (Prospetto 4.2, UNI EN 1992-1-1:2005)	-				
Diametro della barra equivalente [mm]:	20				
Dimensione nominale massima aggregato [mm]:	20				
c _{min,b} [mm]:	20				

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	Progetto	Lotto	Codifica	A
	IN17	11	EI2CLNV54A5002	



Vita utile [anni]:					100
Elemento forma simile a soletta:					sì
Controllo qualità speciale					sì
Valore strutturale di riferimento					
(Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)	S4	-	-		
Vita utile di progetto di 100 anni					
(Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)	2	-	-		
Classe di resistenza					
(Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)	0	-	-		
Elemento di forma simile a soletta					
(Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)	-1	-	-		
Controllo qualità speciale					
(Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)	-1	-	-		
Classe strutturale di progetto					
(Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)	S4	-	-		
C_{min,dur}					
(Prospetto 4.4N-UNI EN 1992-1-1:2005)	30	-	-		
ΔC_{dur,γ}					
UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.2.(6)	0	0	0		
C_{dur,st}					
UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.2.(7)	0	0	0		
C_{dur,add}					
UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.2.(8)	0	0	0		
C_{dur}					
	30	-	-		
C_{min} [mm]					
(Punto 4.2-UNI EN 1992-1-1:2005)					30
Prevista assicurazione qualità su misura copriferri:					
UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.3.(3)					sì
Prevista misurazione accurata per monitoraggio:					
UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.3.(3)					no
ΔC_{dev} [mm]					
(Punto 4.4.1.3-UNI EN 1992-1-1:2005)					5
Correzioni per aggregati esposti					
(Punto 4.4.1.2 (11)-UNI EN 1992-1-1:2005)					0
C_{nom} [mm] = C_{min} + ΔC_{dev}					
					35

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A



6.2. PREDALLES PREFABBRICATE SENZA FUNZIONI STRUTTURALI

Si specifica che il copriferro di seguito calcolato, pari a 30 mm, è relativo al copriferro nominale della rete elettrosaldata di diametro 5 mm. Pertanto il copriferro nominale ai ferri inferiori del traliccio e ai ferri annegati risulta pari a 35 mm.

Descrizione parte dell'opera:	Predalles				
Classe di esposizione:	XC3				
Valori raccomandati per la composizione e le proprietà del calcestruzzo (prospetto 4 -UNI 11104:2004)					
Classe di esposizione (prospetto 1 - UNI 11104:2044)	XC3	-	-	-	
Massimo rapporto A/C	0.55	-	-	-	
Minima classe di resistenza	C28/35	-	-	-	
Minimo contenuto cemento kg/m ³	320	-	-	-	
Contenuto minimo in aria [%]	-	-	-	-	
Altri requisiti	nessuno	-	-	-	
Valori di progetto (inviluppo) per la composizione e le proprietà del calcestruzzo (prospetto 4 -UNI 11104:2004)					
Rapporto A/C	0.5				
Classe di resistenza minima	C32/40				
Contenuto cemento kg/m ³	320				
Contenuto in aria [%]	0				
Altri requisiti	Aggregati secondo UNI-EN12620, di adeguata resistenza gelo/disgelo				
Determinazione del copriferro nominale (UNI EN 1992-1- :2005)					
Diametro della barra di armatura [mm]:	20				
Barre raggruppate:	no				
Barre verticali compresse o giuntate per sovrapposizione:	no				
Valore n _b per barre raggruppate: (Prospetto 4.2, UNI EN 1992-1-1:2005)	-				
Diametro della barra equivalente [mm]:	20				
Dimensione nominale massima aggregato [mm]:	20				
c _{min,b} [mm]:	20				

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A

Vita utile [anni]:					100
Elemento forma simile a soletta:					sì
Controllo qualità speciale					sì
Valore strutturale di riferimento (Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)	S4	-	-		
Vita utile di progetto di 100 anni (Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)	2	-	-		
Classe di resistenza (Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)	0	-	-		
Elemento di forma simile a soletta (Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)	-1	-	-		
Controllo qualità speciale (Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)	-1	-	-		
Classe strutturale di progetto (Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)	S4	-	-		
$C_{min,dur}$ (Prospetto 4.4N-UNI EN 1992-1-1:2005)	25	-	-		
$\Delta C_{dur,\gamma}$ UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.2.(6)	0	0	0		
$C_{dur,st}$ UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.2.(7)	0	0	0		
$C_{dur,add}$ UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.2.(8)	0	0	0		
C_{dur}	25	-	-		
C_{min} [mm] (Punto 4.2-UNI EN 1992-1-1:2005)					25
Prevista assicurazione qualità su misura copriferrì: UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.3.(3)					sì
Prevista misurazione accurata per monitoraggio: UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.3.(3)					no
ΔC_{dev} [mm] (Punto 4.4.1.3-UNI EN 1992-1-1:2005)					5
Correzioni per aggregati esposti (Punto 4.4.1.2 (11)-UNI EN 1992-1-1:2005)					0
C_{nom} [mm] = $C_{min} + \Delta C_{dev}$					30

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A

7. CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE DI FASE 1 – VERIFICHE DI SICUREZZA DEI TRALICCI

7.1. MATERIALI

Caratteristiche dei materiali impiegati

Calcestruzzo C32/40

$f_{ck} =$	320 daN/cm ²
$\alpha_{cc} =$	0.85
$\gamma_c =$	1.5
$f_{cd} =$	181.3 daN/cm ²
$f_{ctm} =$	30.2 daN/cm ²
$f_{ctk} =$	21.2 daN/cm ²
$f_{cfm} =$	25.4 daN/cm ²
$f_{ctd} =$	14.1 daN/cm ²
$E_{cm} =$	33346 daN/cm ²

Acciaio B450C



$f_{yk,arm} =$	4500 daN/cm ²
$\gamma_s =$	1.15
$f_{yd} =$	3913 daN/cm ²
$E_{acc} =$	21000 kN/cm ²

Predalla S355 (eventuale):

$f_{yk,acc} =$	3550 daN/cm ²
$\gamma_s =$	1.05
$f_{yd} =$	3381 daN/cm ²
$E_{acc} =$	21000 kN/cm ²

Tipologia di predalla (Acciaio / Calcestruzzo):

Calcestruzzo

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A



7.2. ANALISI DEI CARICHI E CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE

Analisi dei carichi di fase 1

Spessore totale soletta in campata	$s_{cls,camp} =$	0.25	m
Peso proprio predalle senza traliccio	$q_{dalla,NOtra} =$	1.50	kN/m
Peso proprio traliccio	$q_{tra} =$	0.20	kN/m
Peso proprio predalle con traliccio	$q_{dalla} =$	1.70	kN/m
Peso proprio della soletta su sbalzi	$q_{cls,sbalzo} =$	6.45	kN/m
Peso proprio della soletta in campata	$q_{cls,camp} =$	6.45	kN/m
Carichi accidentali di getto	$q_{accid} =$	1.00	kN/m

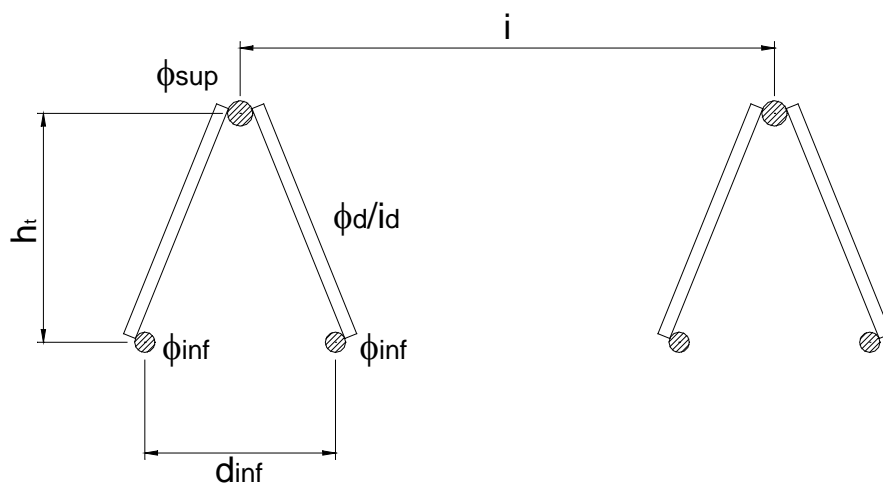
Caratteristiche di sollecitazione allo S.L.U.



Momento positivo massimo in campata:	$M_{campata} =$	14.15	kNm
Taglio a sinistra dello sbalzo:	$V_{sbalzo,sx} =$	0.00	kN
Taglio a destra dello sbalzo:	$V_{sbalzo,dx} =$	17.00	kN

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>11</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLNV54A5002</p>	<p>A</p>

7.3. CARATTERISTICHE DEI TRALICCI

Altezza massima traliccio: h_{MAX}				14.7 cm
Altezza utile traliccio: h_t				12.8 cm
Distanza ferri inf: d_{inf}				10.8 cm
Diametro ferro sup: ϕ_{sup}	1	Φ		16 mm
Diametro ferro rinf. sup: ϕ_{sup}	0	Φ		0 mm
Diametro ferri rinf. inf: ϕ_{inf}	0	Φ		0 mm
Diametro ferri inf: ϕ_{inf}	2	Φ		12 mm
Diametro diagonali: ϕ_d		Φ		1.0 cm
Interasse tralici: i				40.0 cm
Interasse diagonali: i_d				20.0 cm



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A

7.4. VERIFICA DEI TRALICCI

Verifica a momento positivo dei correnti dei tralicci

$$M = 14.15 \text{ kNm}$$

Numero di tralicci per ogni metro di soletta: 2.50

Momento flettente per ciascun traliccio: $M = 5.66 \text{ kNm}$

Corrente superiore - Compresso



Modulo di resistenza	$W_{\text{sup}} =$	27.02 cm ³		
Verifica di resistenza:	$\sigma_{\text{sup}} =$	2095 daN/cm ²		
<u>Verifica di stabilità:</u>	$L_0 =$	20.00 cm		
	$\lambda =$	0.74		
	$\Phi =$	0.90		
	$\chi =$	0.70		
	$\sigma_{\text{sup}} =$	2985 daN/cm²	<	3913 daN/cm²

Corrente inferiore - Teso

Modulo di resistenza	$W_{\text{inf}} =$	30.39 cm ³		
<u>Verifica di resistenza:</u>	$\sigma_{\text{inf}} =$	1862 daN/cm²	<	3913 daN/cm²

Verifica a taglio delle diagonali dei tralicci

	$N_{\text{diag}} =$	453 daN		
Verifica di resistenza:	$\sigma_{\text{diag}} =$	577 daN/cm ²		
<u>Verifica di stabilità:</u>	$L_{\text{diag}} =$	17.19 cm		
	$\beta =$	0.7		
	$L_0 =$	12.03 cm		
	$\lambda =$	0.71		
	$\Phi =$	0.88		
	$\chi =$	0.72		
	$\sigma_{\text{inf}} =$	802 daN/cm²	<	3913 daN/cm²
Portata residua dei diagonali s:	$\sigma_{\text{inf,res}} =$	3111 daN/cm ²		

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 11</p>	<p>Codifica EI2CLNV54A5002</p>	<p>A</p>

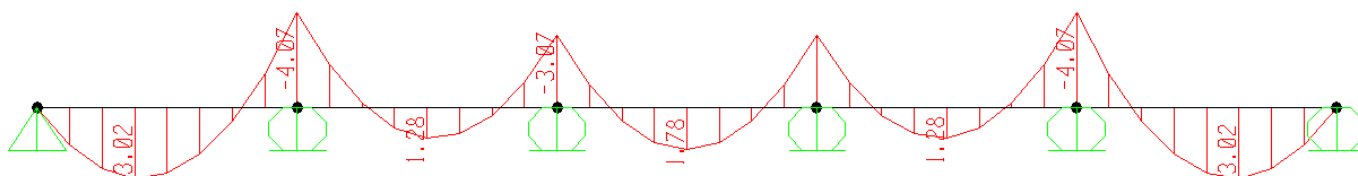
8. CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI DI FASE 2 – EFFETTI LOCALI

I valori delle caratteristiche di sollecitazione di fase 2 vengono ottenuti utilizzando uno schema di trave continua in cui gli appoggi sono i traversi di impalcato. Gli elementi di verifica sono gli elementi longitudinali di soletta che ripartiscono il carico sui traversi. Tali elementi hanno le caratteristiche statiche di una fascia di soletta di larghezza pari a 1.00 m.

Si considera che in fase II agiscano soltanto il carico relativo alla pavimentazione e quello relativo al massetto, trascurando il peso dei cordoli e del guard-rail. Questo è giustificato dal fatto che i cordoli sono armati, quindi in corrispondenza di questi ultimi lo spessore e le caratteristiche statiche della soletta sono maggiori e compensano l'incremento di carichi permanenti.

$$p_{\text{pavimentazione}} = 2.0 \text{ kN/m}$$

$$p_{\text{Massetto}} = 1.50 \text{ kN/m}$$



$$\underline{\text{Max } M^{(+)}}$$

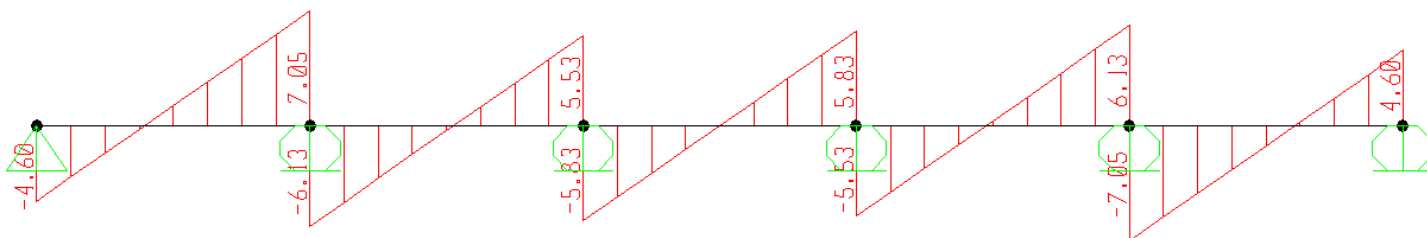
$$(M^+)_{\text{max}} = 3.02 \text{ kNm/m}$$

Massimo momento positivo in campata

$$\underline{\text{Max } M^{(-)}}$$

$$(M^-)_{\text{max}} = -4.07 \text{ kNm/m}$$

Massimo momento negativo sull'appoggio



$$\underline{\text{Max } V_{Sx}}$$



$$V_{Sx} = 7.05 \text{ kN/m}$$

Taglio a sinistra dell'appoggio

$$\underline{\text{Max } V_{Dx}}$$

$$V_{Dx} = -6.13 \text{ kN/m}$$

Taglio a destra dell'appoggio

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A

9. SOLLECITAZIONI DI FASE 3 – EFFETTI LOCALI

Coerentemente con quanto indicato al par. 5.1.3.3.3 del DM 14/01/08 le azioni variabili del traffico, comprensive degli effetti dinamici, sono definite dai seguenti schemi di carico.

Schema di Carico 1: è costituito da carichi concentrati su due assi in tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0,40 m, e da carichi uniformemente distribuiti come mostrato in Fig. 5.1.2. Questo schema è da assumere a riferimento sia per le verifiche globali, sia per le verifiche locali, considerando un solo carico tandem per corsia, disposto in asse alla corsia stessa. Il carico tandem, se presente, va considerato per intero.

Schema di Carico 2: è costituito da un singolo asse applicato su specifiche impronte di pneumatico di forma rettangolare, di larghezza 0,60 m ed altezza 0,35 m, come mostrato in Fig. 5.1.2. Questo schema va considerato autonomamente con asse longitudinale nella posizione più gravosa ed è da assumere a riferimento solo per verifiche locali. Qualora sia più gravoso si considererà il peso di una singola ruota di 200 kN.

Schema di Carico 3: è costituito da un carico isolato da 150kN con impronta quadrata di lato 0,40m. Si utilizza per verifiche locali su marciapiedi non protetti da sicurvità.

Schema di Carico 4: è costituito da un carico isolato da 10 kN con impronta quadrata di lato 0,10m. Si utilizza per verifiche locali su marciapiedi protetti da sicurvità e sulle passerelle pedonali.

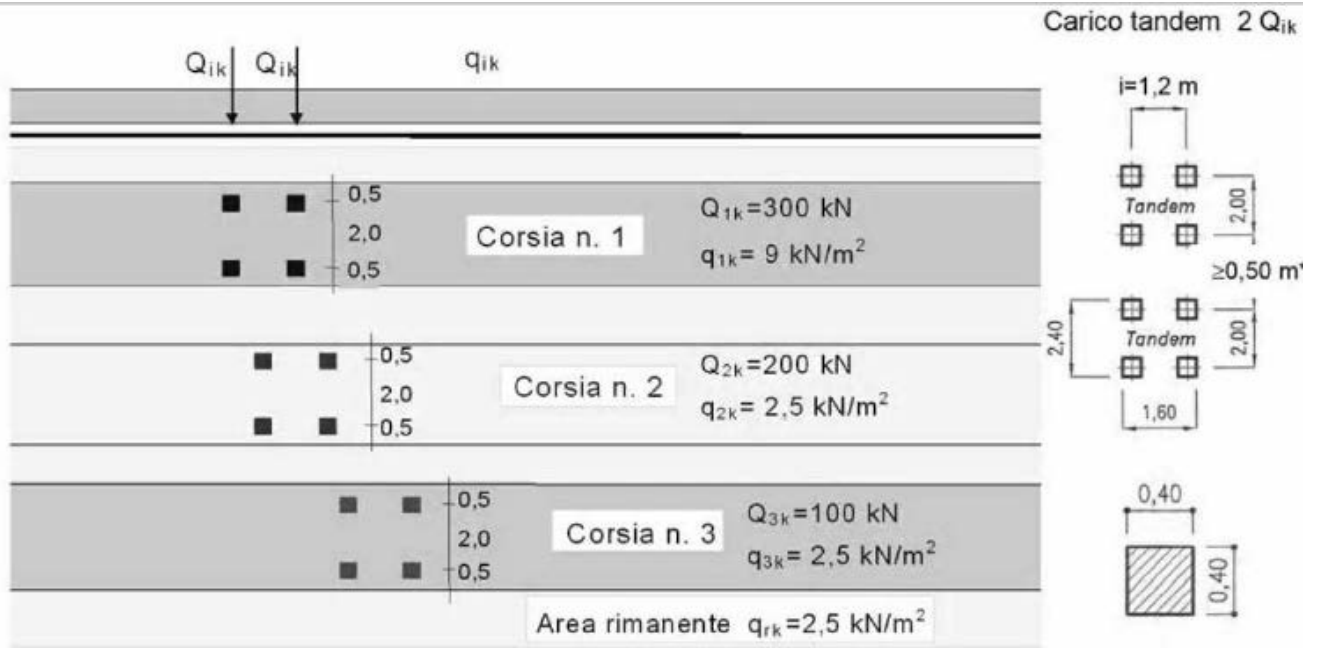
Schema di Carico 5: costituito dalla folla compatta, agente con intensità nominale, comprensiva degli effetti dinamici, di 5,0 kN/m². Il valore di combinazione è invece di 2,5 kN/m². Il carico folla deve essere applicato su tutte le zone significative della superficie di influenza, inclusa l'area dello spartitraffico centrale, ove rilevante.

Schemi di Carico 6.a, b, c: In assenza di studi specifici ed in alternativa al modello di carico principale, generalmente cautelativo, per opere di luce maggiore di 300 m, ai fini della statica complessiva del ponte, si può far riferimento ai seguenti carichi $q_{L,a}$, $q_{L,b}$ e $q_{L,c}$

$$q_{L,a} = 128,95 \left(\frac{1}{L} \right)^{0,25} \quad [\text{kN/m}]; \quad (5.1.1)$$

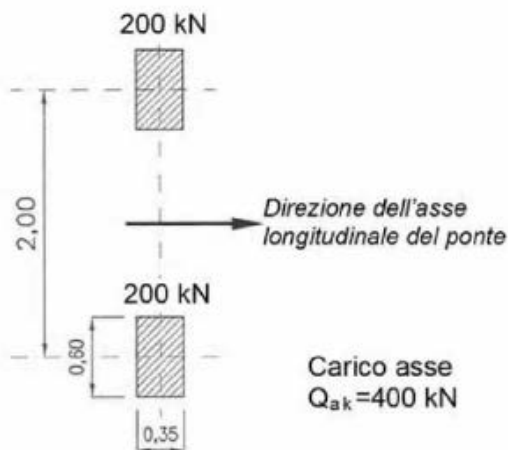
$$q_{L,b} = 88,71 \left(\frac{1}{L} \right)^{0,38} \quad [\text{kN/m}]; \quad (5.1.2)$$

Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	11	EI2CLNV54A5002	A

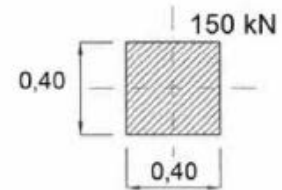


Schema di carico 1 (dimensioni in [m])

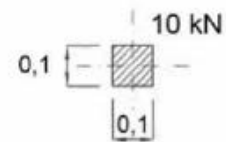
*per $w_i \leq 2,90 \text{ m}$



Schema di carico 2 (dimensioni in [m])





Schema di carico 3 (dimensioni in [m])



Schema di carico 4 (dimensioni in [m])



Schema di carico 5

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A

9.1. COEFFICIENTI DINAMICI

Sezioni correnti



Gli schemi di carico specificati al par. 5.1.3.3.3 delle NTC includono già gli effetti dinamici relativi a pavimentazioni di media rugosità.

Sezioni d'estremità

In prossimità di interruzioni della continuità strutturale della soletta nelle zone di estremità è necessario considerare un coefficiente dinamico addizionale.

In accordo con i paragrafi 4.2.1 punto (3) e 4.6.1 punto (6) dell'Eurocodice 1 parte 2, per le sezioni di estremità si assume $\phi = 1.3$.

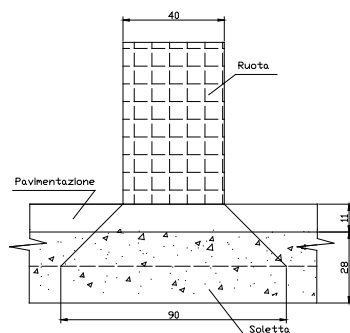
NOTA BENE. I diaframmi di spalla dell'opera in oggetto risultano piolati, al fine di sgravare la soletta dai suddetti effetti dinamici, e sono stati opportunamente calcolati per sostenere le azioni dinamiche localizzate in tale zona. Per quanto riguarda la soletta quindi, non è necessario analizzare separatamente le sezioni correnti e quelle di estremità. Nel seguito tutte le analisi saranno riferite a sezioni correnti.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 11</p>	<p>Codifica EI2CLNV54A5002</p>	<p>A</p>

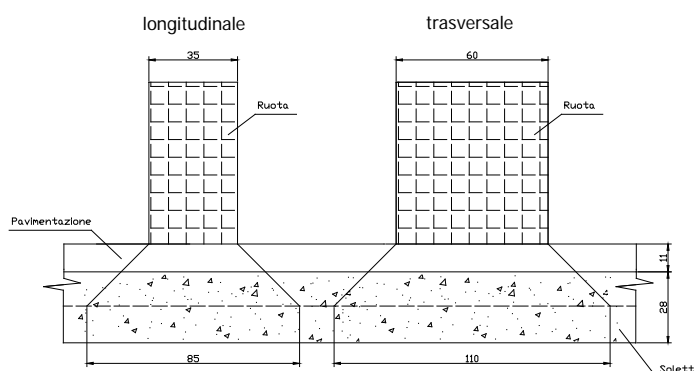
9.2. LARGHEZZE COLLABORANTI

Analogamente a quanto fatto per la fase II, i valori delle caratteristiche di sollecitazione di fase 3 vengono ottenuti utilizzando uno schema di trave continua in cui gli appoggi sono i traversi di impalcato. Gli elementi di verifica sono gli elementi longitudinali di soletta che ripartiscono il carico sui traversi. Tali elementi hanno le caratteristiche statiche di una fascia di soletta di larghezza pari a 1,00 m. Cautelativamente invece di considerare ciascuna ruota applicata su un'impronta di 90 cm, ricavata come da figura seguente, si trascura tale diffusione applicando il carico come una forza concentrata:

Schema 1



Schema 2



Nelle figure seguenti si riportano le condizioni di carico longitudinali adottate per ricavare i massimi momenti locali nei diversi punti notevoli della soletta.

Si considerano dunque le seguenti larghezze collaboranti:

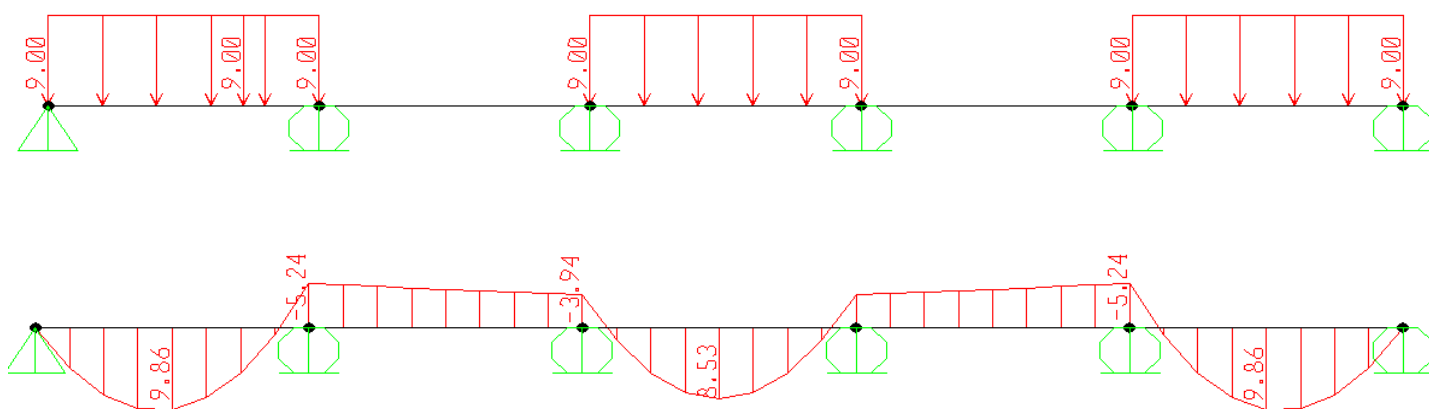
- Schema di carico 1: $L_{coll} = 1.69 \text{ m}$
- Schema di carico 2 - Momento: $L_{coll,M} = 1.50 \text{ m}$
- Schema di carico 2 - Taglio: $L_{coll,V} = 1.15 \text{ m}$

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	11	EI2CLNV54A5002	A

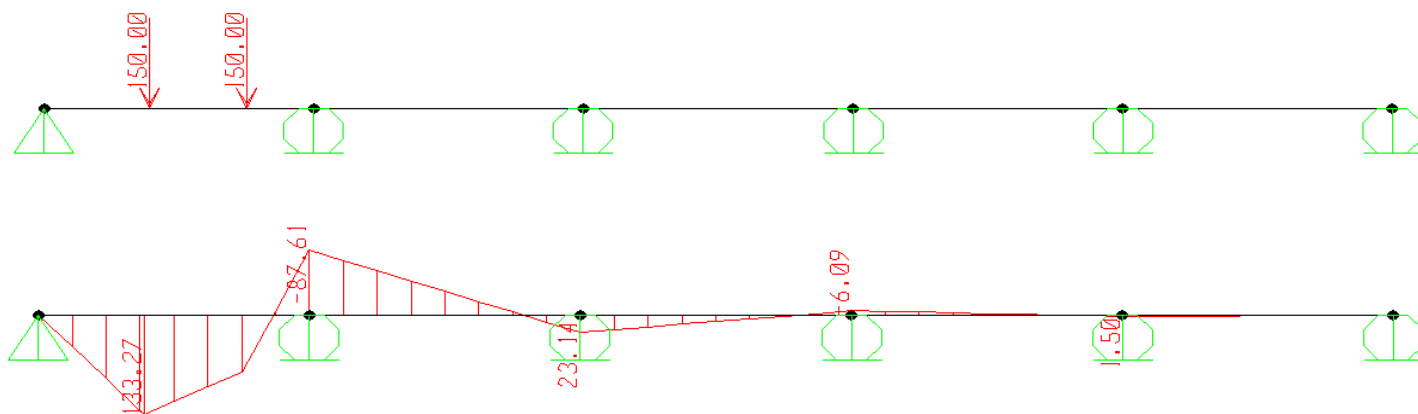
9.3. SOLLECITAZIONI

9.3.1. Schema 1

Carichi distribuiti – Massimo momento flettente in campata [kNm/m]

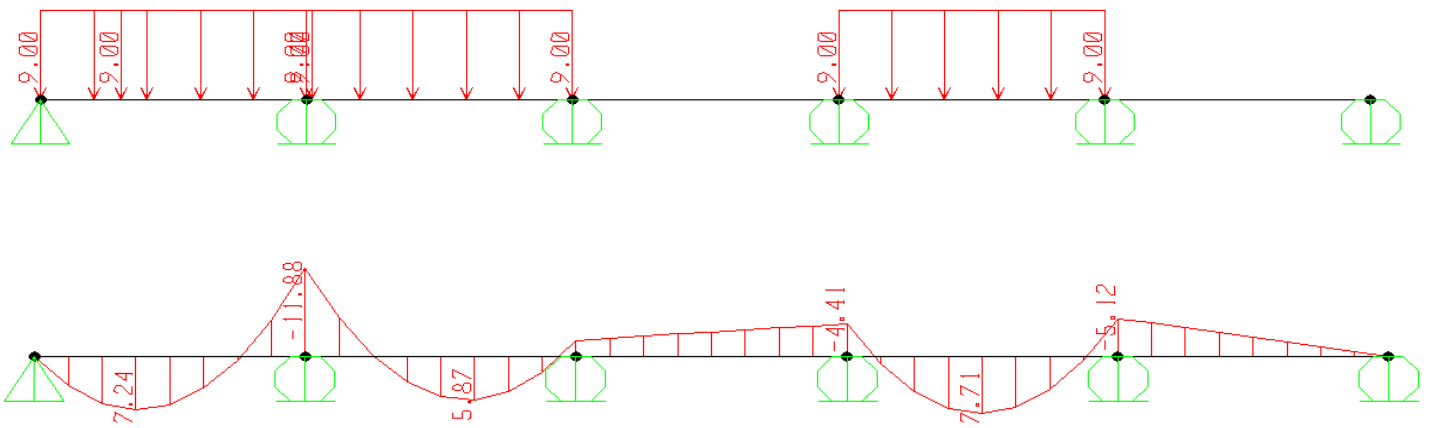


Carichi Concentrati - Massimo momento flettente in campata [kNm]

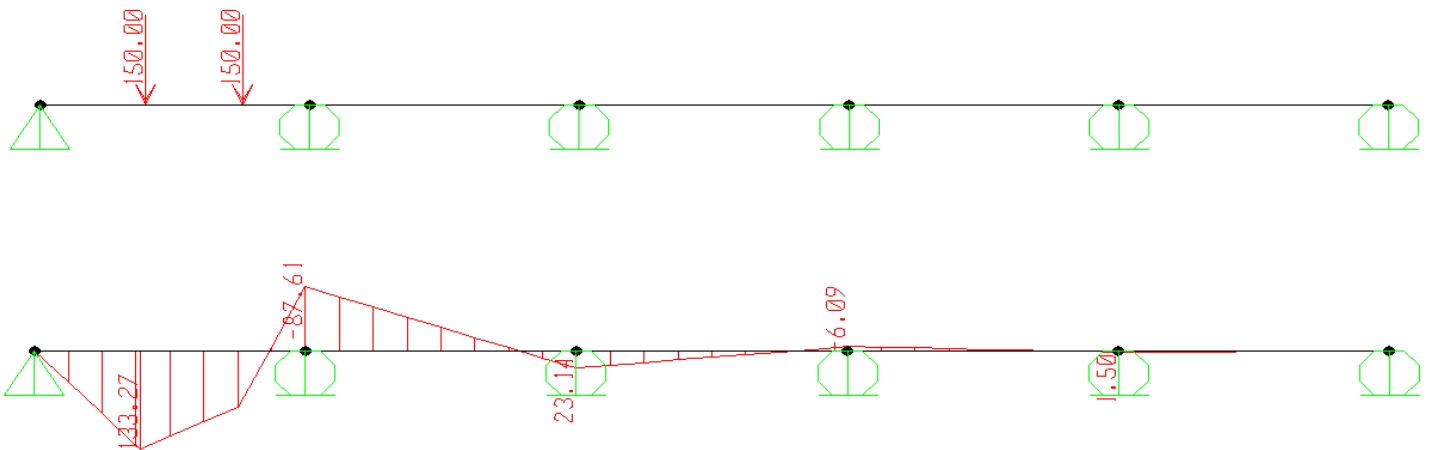


	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	11	EI2CLNV54A5002	A

Carichi distribuiti – Massimo momento flettente sull'appoggio [kNm/m]

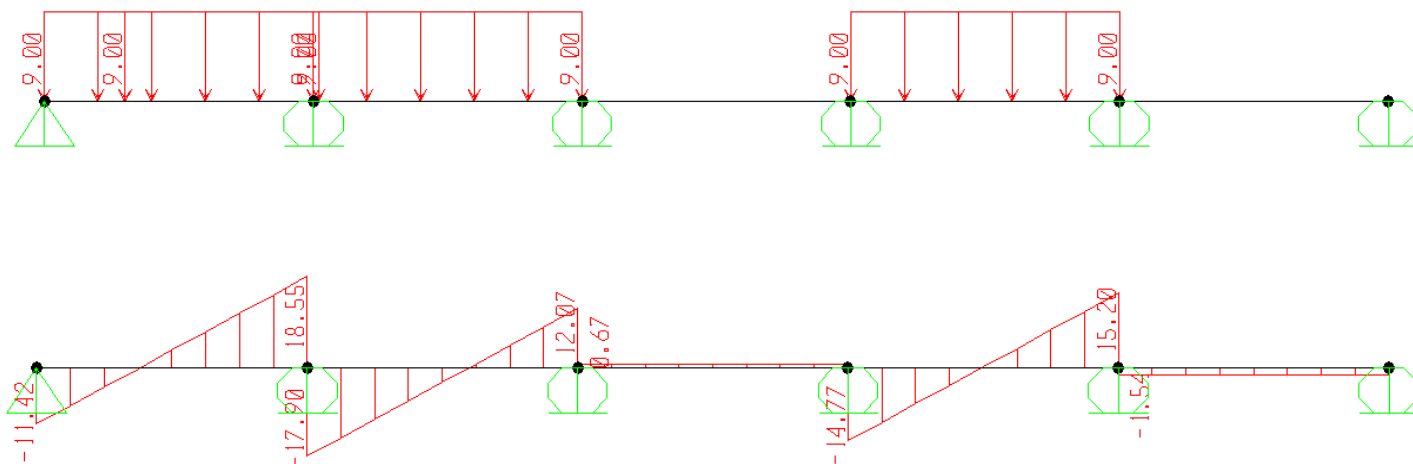


Carichi Concentrati - Massimo momento flettente sull'appoggio [kNm]

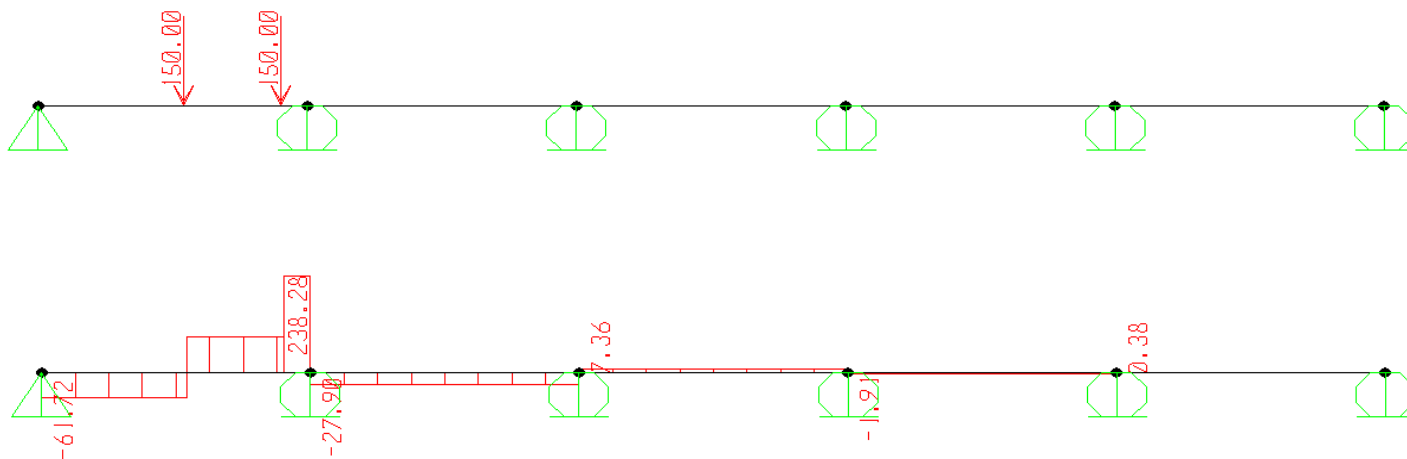


	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	11	EI2CLNV54A5002	A

Carichi distribuiti - Taglio [kN/m]



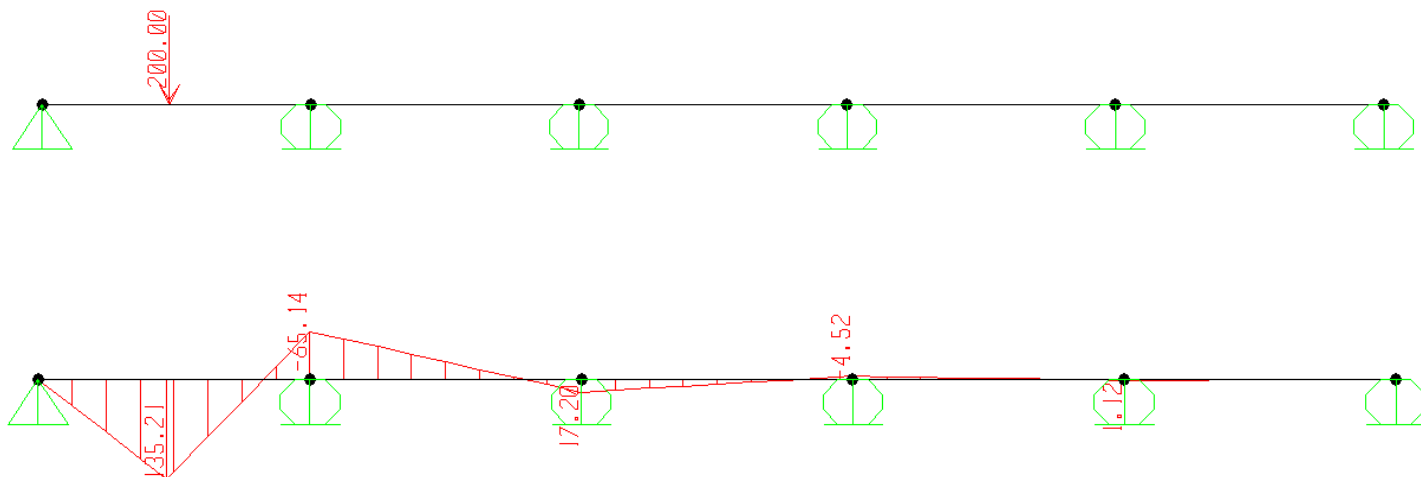
Carichi concentrati - Taglio [kN]



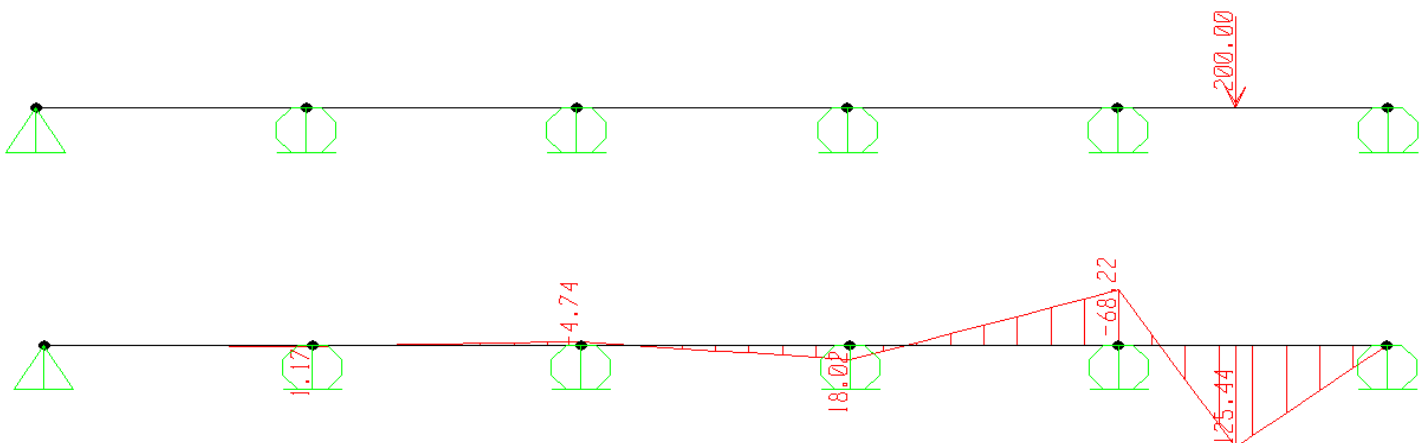
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	11	EI2CLNV54A5002	A



1.1.1. Schema 2

Massimo momento flettente in campata [kNm]

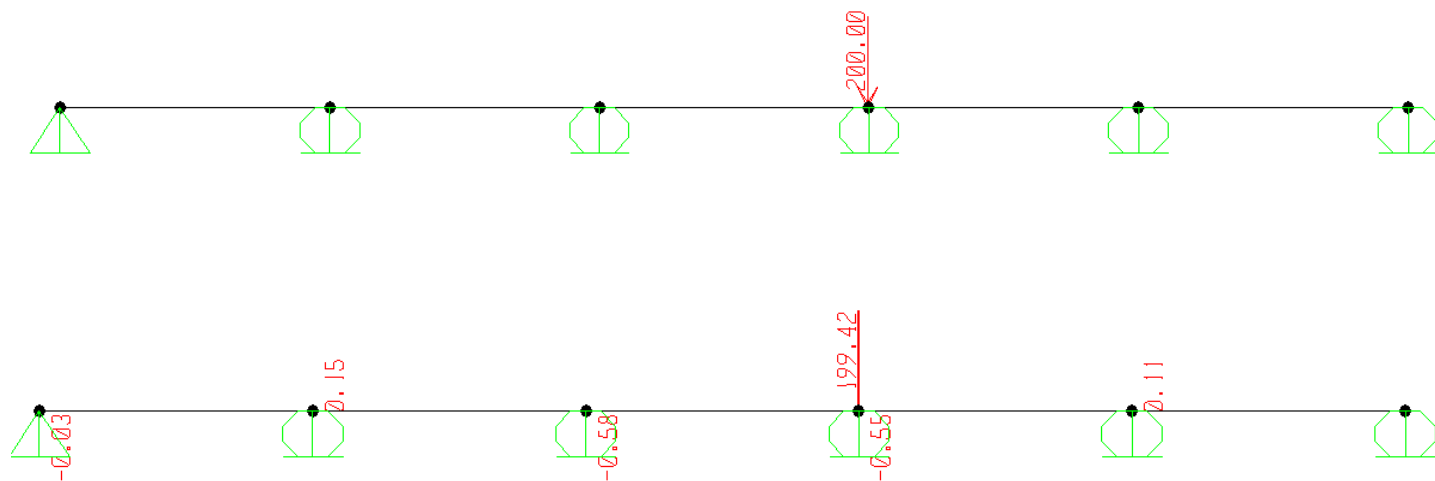



Massimo momento negativo sull'appoggio [kNm]



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 11</p>	<p>Codifica EI2CLNV54A5002</p>	<p>A</p>

Massimo taglio [kN]



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	11	EI2CLNV54A5002	A

1.1.2. RIEPILOGO

SCHEMA 1 - MASSIMO MOMENTO POSITIVO IN CAMPATA

$$L_{coll,M} = 1.69 \text{ m}$$

$$M_d = 9.86 \text{ kNm/m}$$

$$M_C = 133.27 \text{ kNm}$$

$$M_C/m = 78.86 \text{ kNm/m}$$

$$M_{schema1} = 88.72 \text{ kNm/m}$$

SCHEMA 1 - MASSIMO MOMENTO NEGATIVO SULL'APPOGGIO

$$L_{coll,M} = 1.69 \text{ m}$$

$$M_d = -11.88 \text{ kNm/m}$$

$$M_C = -87.6 \text{ kNm}$$

$$M_C/m = -51.83 \text{ kNm/m}$$

$$M_{schema1} = -63.71 \text{ kNm/m}$$

SCHEMA 2 - MASSIMO MOMENTO POSITIVO IN CAMPATA

$$L_{coll,M} = 1.5 \text{ m}$$

$$M_d = 0 \text{ kNm/m}$$

$$M_C = 135.21 \text{ kNm}$$

$$M_C/m = 90.14 \text{ kNm/m}$$

$$M_{schema2} = 90.14 \text{ kNm/m}$$

SCHEMA 2 - MASSIMO MOMENTO NEGATIVO SULL'APPOGGIO

$$L_{coll,M} = 1.5 \text{ m}$$

$$M_d = 0 \text{ kNm/m}$$

$$M_C = -68.22 \text{ kNm}$$

$$M_C/m = -45.48 \text{ kNm/m}$$

$$M_{schema2} = -45.48 \text{ kNm/m}$$

SCHEMA 1 - MASSIMO TAGLIO

$$L_{coll,V} = 1.69 \text{ m}$$

$$V_d = 18.55 \text{ kN/m}$$

$$V_C = 238.28 \text{ kN}$$

$$V_C/m = 140.99 \text{ kN/m}$$

$$V_{schema1} = 159.54 \text{ kN/m}$$

SCHEMA 2 - MASSIMO TAGLIO



$$L_{coll,V} = 1.15 \text{ m}$$

$$V_d = 0 \text{ kN/m}$$

$$V_C = 200 \text{ kN}$$

$$V_C/m = 173.91 \text{ kN/m}$$

$$V_{schema2} = 173.91 \text{ kN/m}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A



10. SOLLECITAZIONI DI FASE 2 E 3 – EFFETTI GLOBALI

I fili longitudinali inseriti nel modello globale rappresentano la soletta.

Dalle analisi condotte sul modello complessivo si ottengono i seguenti valori di sforzo normale massimo, espressi in [kN], e di momento flettente espresso in [kNm].

Di seguito si riportano i valori del momento flettente e dell'azione normale agenti su una sezione di soletta larga 1 metro calcolati agli S.L.E.

	Ritiro		Fase 2		Fase 3		Termica (+/-)	
	N	M	N	M	N	M	N	M
	[kN/m]	[kNm]	[kN/m]	[kNm]	[kN/m]	[kNm]	[kN/m]	[kNm]
MAX	137	0	55	8	159	45	33	8
MIN	0	0	0	0	0	0	-33	-8

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A

11. AZIONI DI VERIFICA

In accordo con i paragrafi. 2.5.3 e 5.1.3.12 del DM 14/01/2008 si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

Combinazione rara (SLE)

Ritiro x 0.50 + Fase 2 x 1.00 + Traffico x 1.00 + Vento x 0.60

Combinazione frequente (SLE)

Ritiro x 0.50 + Fase 2 x 1.00 + Traffico x 0.75

Combinazione quasi permanente (SLE)

Ritiro x 0.50 + Fase 2 x 1.00 + Traffico x 0.00

Combinazione A1 STR (SLU)



Ritiro x 0.50 x 1.20 + Fase 2 x 1.35 + Traffico x 1.35 + Vento x 0.90

Combinazione eccezionale E (SLU)

Ritiro x 0.50 + Fase 2 x 1.00 + Traffico (Schema 2) x 1.00 + Urto x 1.00

N.B. Si fa presente che le sollecitazioni di fase 2, se favorevoli, verranno trascurate, moltiplicandole per un coefficiente di combinazione pari a 0.

Visto l'impiego di additivi antiritiro, conservativamente si considera la sollecitazione indotta dal ritiro al 50%.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	11	EI2CLNV54A5002
				A

Ritiro	Fase 2	Fase 3	Termica
--------	--------	--------	---------

Campata L=3.33 m



f	M_F =	0 x 0.5 +	11 x 1.00 +	135.14 x 0.75 +	8 x 0.60) =	117 KNm/m
	N_{max} =	137 x 0.5 +	55 x 1.00 +	159 x 0.75 +	33 x 0.60) =	263 KN/m
q.p.	M_{QP} =	0 x 0.5 +	11 x 1.00 +	135.14 x 0.00 +	8 x 0.50) =	15 KNm/m
	N_{QP} =	137 x 0.5 +	55 x 1.00 +	159 x 0.00 +	33 x 0.50) =	140 KN/m
Rara	M⁺ =	0 x 0.50 +	11 x 1.00 +	135.14 x 1.00 +	8 x 0.60) =	151 KNm/m
	N_{max} =	137 x 0.50 +	55 x 1.00 +	159 x 1.00 +	33 x 0.60) =	302 KNm/m
A1STR	M⁺ =	0 x 0.60 +	11 x 1.35 +	135.14 x 1.35 +	8 x 0.90) =	205 KNm/m
	N_{max} =	137 x 0.60 +	55 x 1.35 +	159 x 1.35 +	33 x 0.90) =	401 KNm/m

Nota: cautelativamente si considera la sollecitazione da ritiro al 50% a seguito dell'impiego di additivi antiritiro

Appoggio tipico (in corrispondenza del traverso)

f	M_F =	0 x 0.5	-4.1 x 1.00	-63.61 x 0.75	-7 x 0.60) =	-56 KNm/m
	N_{max} =	137 x 0.5 +	55 x 1.00 +	159 x 0.75 +	33 x 0.60) =	263 KN/m
q.p.	M_{QP} =	0 x 0.5	-4.1 x 1.00	-63.61 x 0.00	-7 x 0.50) =	-8 KNm/m
	N_{QP} =	137 x 0.5 +	55 x 1.00 +	159 x 0.00 +	33 x 0.50) =	140 KN/m
Rara	M⁺ =	0 x 0.50	-4.1 x 1.00	-63.61 x 1.00	-7 x 0.60) =	-72 KNm/m
	N_{max} =	137 x 0.50 +	55 x 1.00 +	159 x 1.00 +	33 x 0.60) =	302 KNm/m
A1STR	M⁺ =	0 x 0.60	-4.1 x 1.50	-63.61 x 1.35	-7 x 0.90) =	-98 KNm/m
	N_{max} =	137 x 0.60 +	55 x 1.35 +	159 x 1.35 +	33 x 0.90) =	401 KNm/m
	T =	0 x 0.00 +	7.05 x 1.35 +	173.91 x 1.35	0 x 0.90) =	244 KNm/m

Nota: cautelativamente si considera la sollecitazione da ritiro al 50% a seguito dell'impiego di additivi antiritiro

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	11	EI2CLNV54A5002	A

12. VERIFICHE DI RESISTENZA A FLESSIONE

Per la disposizione dell'armatura trasversale si rimanda agli elaborati grafici relativi alla carpenteria ed armatura soletta.

12.1. CAMPATA

Ferri superiori: 1 Φ 16/10

Ferri superiori: 1 Φ 24/10

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

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

Titolo : **CAMPATA SLU**

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	20.11	4.7
2	22.61	17.8
3	22.61	17.8

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

Diagramma della sezione trasversale con armatura.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	-401	0	kN
M _{xEd}	205	0	kNm
M _{yEd}	0	0	

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°

Precompresso

Materiali

B450C		C32/40	
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}	18.81
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8 ?
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	12.25
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0.7333
		τ_{c1}	2.114

M _{xRd}	220.3	kN m
M _{yRd}	0	kN m
σ_c	-18.81	N/mm²
σ_s	391.3	N/mm²
ϵ_c	3.5	‰
ϵ_s	6.139	‰
d	17.8	cm
x	6.463	x/d 0.3631
δ	0.8939	

Progetto

IN17

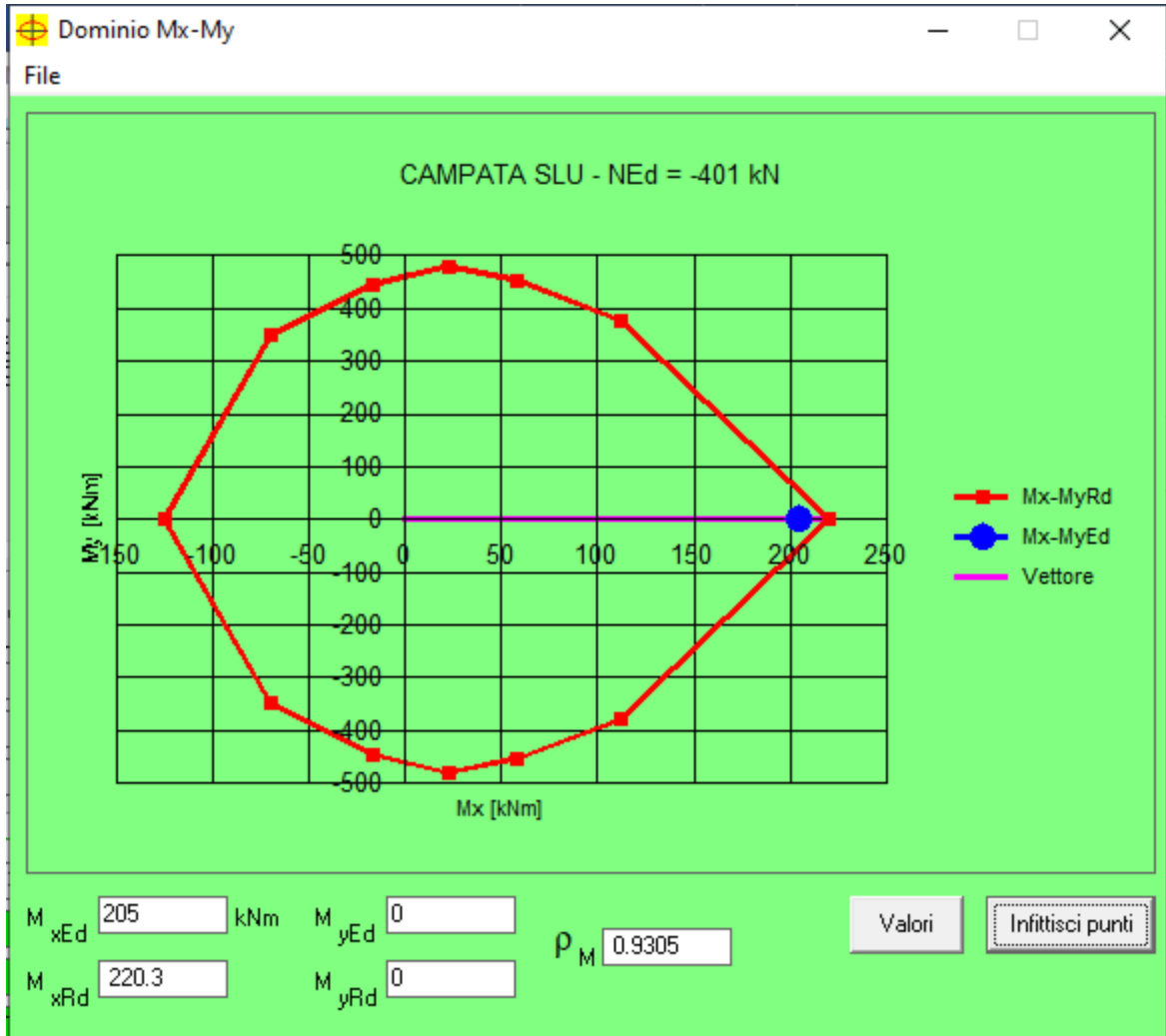
Lotto


11

Codifica

EI2CLNV54A5002

A



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	11	EI2CLNV54A5002	A

12.2. APPOGGIO

Ferri superiori: 1 Φ 16/10

Ferri superiori: 1 Φ 24/10

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

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

Titolo : **APPOGGIO SLU**

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	20.11	4.7
2	22.61	17.8
3	22.61	17.8

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	-401	0	kN
M _{xEd}	-98	0	kNm
M _{yEd}	0	0	

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C		C32/40	
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}	18.81
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8 ?
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	12.25
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0.7333
		τ_{c1}	2.114

M_{xRd} -125.3 kN m

σ_c -18.81 N/mm²

σ_s 391.3 N/mm²

ϵ_c 3.5 ‰

ϵ_s 8.079 ‰

d 20.3 cm

x 6.136 x/d 0.3023

δ 0.8178



Progetto

Lotto

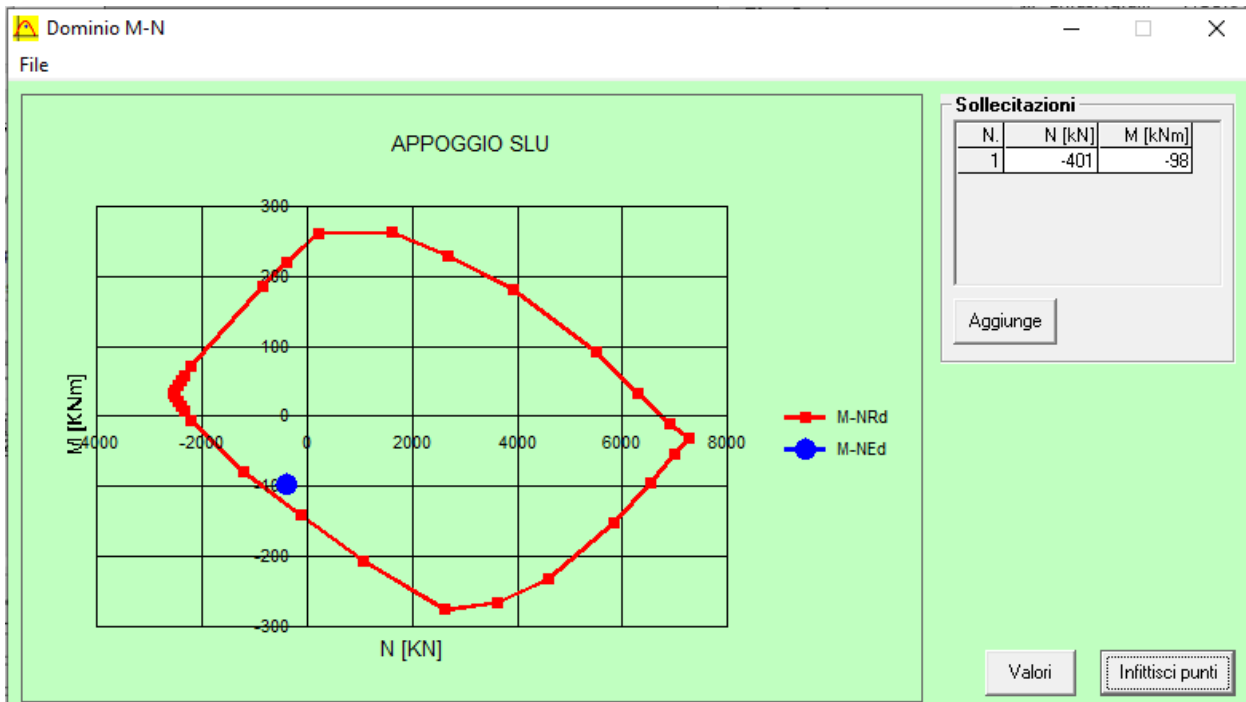
Codifica



IN17

11

EI2CLNV54A5002

A



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A

12.3. VERIFICHE DI RESISTENZA A TAGLIO

In accordo con il DM 14.01.2008, la resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di un'adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono le armature trasversali specifiche a taglio, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima ad inclinazione variabile.

La verifica di resistenza agli SLU si pone con $V_{Rd} > V_{Ed}$ in cui V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente. Il valore del taglio resistente si assume come il minore tra la resistenza a "taglio trazione" dell'armatura trasversale $V_{Rs,d}$, e la resistenza a "taglio compressione" del puntone di calcestruzzo d'anima $V_{Rc,d}$. Più precisamente:

$$V_{Rd} = \min [V_{Rs,d}; V_{Rc,d}]$$

dove:

$$V_{Rs,d} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg \alpha + ctg \vartheta) \cdot sen \alpha$$

$$V_{Rc,d} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot f'_{cd} \cdot (ctg \alpha + ctg \vartheta) / (1 + ctg^2 \vartheta)$$



d	altezza utile della sezione
b_w	larghezza minima della sezione
A_{sw}	area dell'armatura trasversale a taglio
s	interasse tra due armature trasversali consecutive
f_{yd}	resistenza al limite di snervamento dell'acciaio di armatura
f'_{cd}	resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima $f'_{cd} = 0.5 f_{cd}$
α	inclinazione delle armature trasversali rispetto all'asse della trave
ϑ	inclinazione variabile dei puntoni d'anima tale che $1 < ctg \vartheta < 2.5$

La schematizzazione a traliccio ad inclinazione variabile permette infatti di considerare in maniera corretta il contributo di resistenza al taglio fornito dagli effetti iperstatici, principalmente l'ingranamento degli inerti, i quali permettono un passaggio degli sforzi attraverso le fessure. Ciò determina un abbassamento della tensione nell'armatura trasversale, la quale raggiungerà lo snervamento per valori di taglio sensibilmente più elevati.

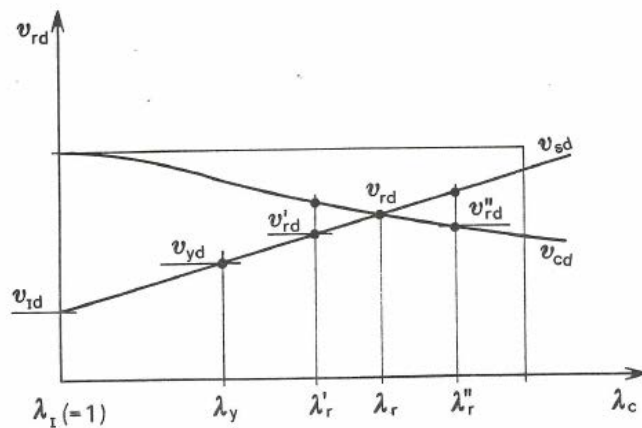
Gli effetti iperstatici permangono però anche dopo lo snervamento dell'armatura e consentono una ulteriore crescita del taglio grazie ad un adattamento plastico che compensa l'incremento con un accresciuto impegno del calcestruzzo secondo un'inclinazione sempre più abbattuta delle compressioni d'anima.

La risorsa ultima di resistenza è raggiunta quando si arriva anche alla rottura del calcestruzzo, ossia quando:



$$V_{sd} = V_{cd}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A

Il grafico sottostante mostra gli andamenti della resistenza a taglio trazione adimensionalizzata, $n_{sd} = V_{sd} / bzf'_{cd}$, e della resistenza a taglio compressione adimensionalizzata $n_{cd} = V_{cd} / bzf'_{cd}$, in funzione del parametro $l_c = \text{ctg } \theta$.



Il valore di $\text{ctg } \theta$ ottenuto imponendo la precedente uguaglianza deve rispettare comunque i limiti imposti dalla normativa ($1 < \text{ctg } \theta < 2.5$), altrimenti, se maggiore, si assumerà il valore massimo ammesso pari a 2.5.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A

Verifica a Taglio soletta secondo DM 14.01.2008

R_{ck}	400 kg/cm ²	
f_{cd}	181 kg/cm ²	
f_{cd}	91 kg/cm ²	resistenza a compressione ridotta
α_c	1	coefficiente = 1 in quanto sforzo normale assente
f_{yd}	3111 kg/cm ²	portata residua dei tralicci da analisi traliccio in fase I
h	25 cm	altezza della soletta
h_t	14.8 cm	altezza del traliccio
c	3.7 cm	copriferro armatura superiore
d	21.3 cm	altezza utile delle sezione
b_w	100 cm	
ϕ	10 mm	diametro delle staffe / armatura diagonale traliccio
n braccia	5	
A_{sw}	3.93 cm ² /m	area delle armature trasversali a ml di soletta
s	20 cm	passo dell'armatura trasversale
α	56.0 °	inclinazione dei diagonali del traliccio sull'orizzontale
α	0.98 rad	

Il valore di θ che uguaglia i due contributi di resistenza a taglio trazione V_{sd} e a taglio compressione V_{cd} è

θ 13.78 ° inclinazione dei puntoni d'anima



V_{rsd} 461 daN taglio trazione
 V_{rcd} 468 daN taglio compressione

$ctg \theta$ 4.08 => si assume $ctg \theta = 2.5$

V_{rsd} 30813 daN
 V_{rcd} 75992 daN

$V_{rd} = \min[V_{rsd}; V_{rcd}]$ 308 kN

V_{ed} 244 kN $V_{rd} > V_{ed} \Rightarrow$ verifica soddisfatta

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A

13. VERIFICHE A FESSURAZIONE E VERIFICHE DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO

Per la definizione dei limiti di apertura delle fessure si faccia riferimento al capitolo “Verifica a trazione convenzionale della soletta” della relazione di calcolo dell’impalcato metallico.

I valori limite delle tensioni sono stati valutati secondo quanto riportato al par. 4.1.2.2.5 del DM08.

13.1. CAMPATA

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

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

Titolo : **CAMPATA - Combinazione Frequente**

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	20.11	4.7
2	22.61	17.8
3	22.61	17.8

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

Solecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="-263"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="117"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

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

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

Materiali

B450C	C32/40
ϵ_{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ϵ_{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd} <input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ϵ_{cu} <input type="text" value="3.5"/>
E_s <input type="text" value="200'000"/> N/mm²	f_{cd} <input type="text" value="18.81"/>
E_s/E_c <input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ϵ_{syd} <input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="12.25"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm²	τ_{co} <input type="text" value="0.7333"/>
	τ_{c1} <input type="text" value="2.114"/>

σ_c	<input type="text" value="-12.81"/> N/mm²
σ_s	<input type="text" value="214.9"/> N/mm²
ϵ_s	<input type="text" value="1.074"/> ‰
d	<input type="text" value="17.8"/> cm
x	<input type="text" value="8.404"/> x/d <input type="text" value="0.4721"/>
δ	<input type="text" value="1"/>

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

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

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

Titolo : CAMPATA - Combinazione Quasi permanente

N* figure elementari Zoom N* strati barre Zoom

N*	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N*	As [cm²]	d [cm]
1	20.11	4.5
2	22.61	17.8
3	22.61	17.8

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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



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

Materiali

B450C		C32/40	
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}	18.81
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	12.25
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0.7333
		τ_{c1}	2.114

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica
 N* iterazioni:
 Precompresso

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	11	EI2CLNV54A5002	A

$f_{ck} = 33.2$ MPa
 $E_{cm} = 33643$ N/mm² Concrete Young modulus
 $E_s = 210000$ N/mm² Steel Young modulus
 $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 3.10$ N/mm²

Section characteristic

Concrete slab height	$h =$	25 cm
Cover from bars in tension	$c =$	6 cm
Effective height	$d =$	19 cm
Width	$b =$	100 cm
Cover from bars in compression	$c' =$	3.9 cm
Bars in tension		10 Φ 24
		0 Φ 0
		0 Φ 0
Section of bars in tension	$A_s =$	45.24 cm ²
Bars in compression		10 Φ 16
		0 Φ 0
		0 Φ 0
Section of bars in compression	$A's =$	20.11 cm ²

Calculation of crack widths

The calculation of the crack width w_k , is calculated from expression 7.8 according to EN1992-1-1 §7.3.4

$$w_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

where:

$s_{r,max}$ is the maximum crack spacing

ϵ_{sm} is the mean strain in the reinforcement under the relevant combination of loads, including effect of imposed deformations and taking into account the effects of tension stiffening. Only the additional tensile strain beyond the state of zero strain of the concrete at the same level is considered

ϵ_{cm} is the mean strain in the concrete between cracks

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \left(1 + a_e \rho_{p,eff} \right)}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	11	EI2CLNV54A5002	A

where:

stress in the tension reinforcements assuming a cracked section
 Ratio E_s/E_{cm}
 Effective height of the concrete
 Effective area of concrete in tension surrounding the reinforcements
 Factor dependent on the duration of the load

Comb. Freq.

$\sigma_s = 214.90 \text{ N/mm}^2$
 $\alpha_e = 6.24$
 $h_{c,eff} = 5.53 \text{ cm}$
 $X = 8.4 \text{ cm}$
 $A_{c,eff} = 553.3333 \text{ cm}^2$
 $k_t = 0.6$
 $\rho_{p,eff} = 0.08176$
 $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 0.00086 > 0.00061$
 $\rightarrow 0.00086$

Comb. QP

$\sigma_s = 49.02 \text{ N/mm}^2$
 $\alpha_e = 6.24$
 $h_{c,eff} = 6.51 \text{ cm}$
 $X = 5.459 \text{ cm}$
 $A_{c,eff} = 651.3667 \text{ cm}^2$
 $k_t = 0.4$
 $\rho_{p,eff} = 0.06945$
 $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 0.00011 < 0.00014$
 $\rightarrow 0.00014$

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff}$$

where:

Bar diameter

$\Phi_{eq} = 24.00 \text{ mm}$
 $K_1 = 0.8$
 $K_2 = 0.5$
 $K_3 = 3.400$
 $K_4 = 0.425$
 $s_{r,max} = 213.10 \text{ mm}$

$\Phi_{eq} = 24 \text{ mm}$
 $K_1 = 0.8$
 $K_2 = 0.5$
 $K_3 = 3.400$
 $K_4 = 0.425$
 $s_{r,max} = 221.95 \text{ mm}$

Crack width

$w_k = 0.18 \text{ mm}$
 $w_{k,lim} = 0.40 \text{ mm}$

OK!

$w_k = 0.03 \text{ mm}$
 $w_{k,lim} = 0.30 \text{ mm}$

OK!

13.2. APPOGGIO

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

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

Titolo : APPOGGIO - Combinazione Frequente

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	20.11	4.7
2	22.61	17.8
3	22.61	17.8

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} -263 kN
M_{xEd} -56 kNm
M_{yEd} 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
yN

Metodo di calcolo

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

Materiali

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ ‰
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} ‰
 τ_{c1} ‰

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²

ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

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

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

Titolo : APPOGGIO - Combinazione Quasi permanente

N* figure elementari Zoom N* strati barre Zoom

N*	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N*	As [cm²]	d [cm]
1	20.11	4.7
2	22.61	17.8
3	22.61	17.8

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} -140 kN
 M_{xEd} -8 kNm
 M_{yEd} 0

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



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

Materiali

 ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ε_{cu}
 E_s N/mm² f_{cd}
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ε_{syd} ‰ σ_{c,adm}
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica
 N* iterazioni:
 Precompresso

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>11</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLNV54A5002</p>	<p>A</p>

$f_{ck} = 33.2$ MPa
 $E_{cm} = 33643$ N/mm² Concrete Young modulus
 $E_s = 210000$ N/mm² Steel Young modulus
 $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 3.10$ N/mm²

Section characteristic

Concrete slab height	h=	25	cm
Cover from bars in tension	c=	3.9	cm
Effective height	d=	21.1	cm
Width	b=	100	cm
Cover from bars in compression	c'=	6	cm
Bars in tension		10	Φ 16
		0	Φ 0
		0	Φ 0
Section of bars in tension	As=	20.11	cm ²
Bars in compression		10	Φ 24
		0	Φ 0
		0	Φ 0
Section of bars in compression	A's=	45.24	cm ²

Calculation of crack widths

The calculation of the crack width w_k , is calculated from expression 7.8 according to EN1992-1-1 §7.3.4

$$w_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

where:

- $s_{r,max}$ is the maximum crack spacing
- ϵ_{sm} is the mean strain in the reinforcement under the relevant combination of loads, including effect of imposed deformations and taking into account the effects of tension stiffening. Only the additional tensile strain beyond the state of zero strain of the concrete at the same level is considered
- ϵ_{cm} is the mean strain in the concrete between cracks

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



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	11	EI2CLNV54A5002	A

where:

stress in the tension reinforcements assuming a cracked section
 Ratio E_s/E_{cm}
 Effective height of the concrete
 Effective area of concrete in tension surrounding the reinforcements
 Factor dependent on the duration of the load

Comb. Freq.

$\sigma_s = 221.60 \text{ N/mm}^2$
 $\alpha_e = 6.24$
 $h_{c,eff} = 6.15 \text{ cm}$
 $X = 6.547 \text{ cm}$
 $A_{c,eff} = 615.1 \text{ cm}^2$
 $k_1 = 0.6$
 $\rho_p,eff = 0.03269$
 $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 0.00073 > 0.00063$
 $\rightarrow 0.00073$

Comb. QP

$\sigma_s = 54.54 \text{ N/mm}^2$
 $\alpha_e = 6.24$
 $h_{c,eff} = 7.00 \text{ cm}$
 $X = 4.011 \text{ cm}$
 $A_{c,eff} = 699.6333 \text{ cm}^2$
 $k_1 = 0.4$
 $\rho_p,eff = 0.02874$
 $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 0.00002 < 0.00016$
 $\rightarrow 0.00016$

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_p,eff$$

where:

Bar diameter

$\Phi_{eq} = 16.00 \text{ mm}$
 $K_1 = 0.8$
 $K_2 = 0.5$
 $K_3 = 3.400$
 $K_4 = 0.425$
 $s_{r,max} = 188.61 \text{ mm}$

$\Phi_{eq} = 16 \text{ mm}$
 $K_1 = 0.8$
 $K_2 = 0.5$
 $K_3 = 3.400$
 $K_4 = 0.425$
 $s_{r,max} = 200.05 \text{ mm}$



Crack width

$w_k = 0.14 \text{ mm}$
 $w_{k,lim} = 0.40 \text{ mm}$

OK!

$w_k = 0.03 \text{ mm}$
 $w_{k,lim} = 0.30 \text{ mm}$

OK!

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A

14. VALIDAZIONE DEI PROGRAMMI DI CALCOLO

14.1. ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO

Ai sensi del punto 10.2 del N.T.C. 2008 si dichiara quanto segue.

14.2. TIPO DI ANALISI SVOLTA

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di più codici di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Per quanto riguarda i criteri di modellazione e le caratteristiche dei programmi utilizzati si rimanda ai relativi paragrafi.



14.3. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Titolo SAP2000 – Structural analysis program
Versione 7.50, 8, 14.2
Produttore Computers & Structures
Utente SETECO INGEGNERIA SRL
Licenza GP4U48XG77V7R5M2C2WOBNZ4ODXV9XFGDZUPCWR55Z7V8GVALPFUHC*****#

Titolo WININV2012**
Versione 2.7.2
Produttore Seteco Ingegneria Srl
Utente SETECO INGEGNERIA SRL
Licenza 4EGKSH7A9OM6B948JP6O*****

Titolo WINVER2012**
Versione 5.2.22
Produttore Seteco Ingegneria Srl
Utente SETECO INGEGNERIA SRL
Licenza 2CEIQJ587MK4972EOS3Q*****

Titolo SAPBRIDGE2008**
Versione 2.0
Produttore Seteco Ingegneria Srl
Utente SETECO INGEGNERIA SRL
Licenza 2CEIQJ587MK4972ASK2Q*****

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A

Titolo STRAUS7
Versione 2.4.6 – B5
Produttore HSH
Utente SETECO INGEGNERIA SRL
Licenza CKMWNOUWGVS RPDCDACO*****

Titolo WINPLASTIC**
Versione 5.3.1
Produttore Seteco Ingegneria Srl
Utente SETECO INGEGNERIA SRL
Licenza 4EGKSH7A9OM6B948JP6O*****

Titolo TRAVILOG
Versione TITANIUM
Produttore Logical Soft
Utente SETECO INGEGNERIA SRL
Licenza 6TTG65VFXB5AGPNYL3CYY*****

Titolo VcaSlu – Verifica cemento armato Stato limite ultimo
Versione 7.7
Produttore Prof. Piero Gelfi
Utente SETECO INGEGNERIA SRL
Licenza Free

****NB:** I programmi sviluppati internamente, sono utilizzati esclusivamente dalla Seteco Ingegneria s.r.l, e vengono redatti, controllati, approvati e validati internamente, con una serie di test svolti, in prima istanza dall'ingegnere informatico, e successivamente a campione da diversi ingegneri.



Questi test, consistono in una serie di controlli quali l'affidabilità dei codici di calcolo, la leggibilità dei risultati, l'individuazione degli errori ed il controllo sulla coerenza risultati.

I singoli tests validanti sono riportati sui manuali d'uso di ogni singolo programma e sono conservati presso i nostri uffici.

Gli input dati a tali programmi sono files out di uscita da programmi acquistati, come il SAP2000 – Structural analysis program, e quindi di evidente validità.

Tali programmi per essere utilizzati, hanno bisogno di un codice di licenza, creato da un apposito generatore di licenze che risiede su Cd appositamente chiuso in cassaforte.

Solo il gestore dell'area informatica ha la possibilità di accedere a questo Cd.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2CLNV54A5002	A

14.4. AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo dei software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dai produttori dei software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. L'affidabilità e la robustezza dei codici di calcolo sono garantite attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

14.5. MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

14.6. INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE

I software prevedono una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

14.7. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.