

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

PONTI E VIADOTTI

VIADOTTO GRENA DAL km 18+841,81 AL km 18+913,81

PILE

Relazione di calcolo pile e plinto – Pile P1 e P2

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona			
Ing. Giovanni MALAYENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI TREVISO n. 4503				
Data:	Data:			

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
I N 1 7	1 2	E	I 2	CL	V I 1 8 0 4	0 0 1	B	- - - p - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Ing. Alberto LEVORATO 	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	E.d.in	Ott.2021	M. Proietti 	Ott.2021	G. Grimaldi 	Ott.2021	
B	EMISSIONE A SEGUITO RDV IN1710E09ISV11800001A	E.d.in	Sett.2022	M. Proietti 	Sett.2022	G. Grimaldi 	Sett.2022	

CIG. 8377957CD1

CUP: J41E91000000009

File: IN1712EI2CLVI1804001B

Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

TUTTI I DIRITTI DEL PRESENTE DOCUMENTO SONO RISERVATI: LA RIPRODUZIONE ANCHE PARZIALE È VIETATA

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

INDICE

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
2.1 Normative.....	4
2.2 Elaborati di riferimento	4
3. MATERIALI	5
3.1 Calcestruzzo per fusto pila e pulvino.....	5
3.2 Calcestruzzo per fondazione.....	5
3.3 Acciaio per barre di armature	6
3.4 Stati limite.....	7
3.4.1 <i>Stati limite ultimi</i>	7
3.4.2 <i>Stati limite d'esercizio</i>	7
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	10
5. DESCRIZIONE DELL'OPERA	10
5.1 Modelli di analisi e verifica.....	13
5.2 Sistemi di riferimento ed unità di misura	13
6. ANALISI DEI CARICHI.....	14
6.1 Permanenti strutturali e non (G1 e G2)	14
6.2 Carichi da traffico verticali (Q1)	17
6.3 Effetti dinamici.....	18
6.4 Disposizione treni di carico.....	18
6.5 Carichi da traffico orizzontali	23
6.5.1 <i>Forza centrifuga (Q4)</i>	23
6.5.2 <i>Serpeggio</i>	25
6.5.3 <i>Frenatura ed avviamento (Q3)</i>	26
6.5.4 <i>Forza d'attrito (Q8)</i>	28
6.6 Azione del Vento (Q5).....	29
6.7 Azione termica (Q7)	39
6.8 Azione Sismica (E).....	40
6.8.1 <i>Inquadramento Sismico</i>	40
6.8.2 <i>Definizione della domanda sismica</i>	41
6.8.3 <i>Calcolo dell'azione Sismica</i>	46
6.8.4 <i>Check analisi statica</i>	47
6.8.5 <i>Analisi statica equivalente</i>	48

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

7. CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO	50
7.1 Caratteristiche di sollecitazioni	55
7.1.1 <i>Combinazioni Estradosso Pulvino – configurazione treni 1,2 e 3</i>	55
7.1.2 <i>Combinazioni Estradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3</i>	58
7.1.3 <i>Combinazioni Intradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3</i>	61
8. VERIFICHE STRUTTURALI	65
9. FUSTO PILA	65
9.1 Modello locale per ritiro differenziale	66
9.2 Verifica a presso flessione	66
9.3 Verifica a taglio.....	83
9.4 Verifica minimi di armatura.....	86
9.5 Verifica deformabilità.....	89
9.6 Determinazione spostamenti.....	89
10. PULVINO	92
11. PLINTO DI FONDAZIONE	94
11.1 Geometria del plinto e della palificata	94
11.2 Modellazione strutturale	95
11.3 Azioni di progetto	97
11.3.1 <i>Reazioni dei pali</i>	97
11.3.2 <i>Peso proprio plinto di fondazione</i>	98
11.3.3 <i>Peso terreno di ricoprimento</i>	98
11.4 Risultati di analisi	99
11.5 Dimensionamento e verifica delle armature	104
11.5.1 <i>Dimensionamento delle armature</i>	104
11.5.2 <i>Verifica a flessione</i>	105
11.5.3 <i>Verifica a taglio</i>	115
11.5.4 <i>Verifica a taglio-punzonamento</i>	118
12. VALUTAZIONE DELLA ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI OTTENUTI (RIF.PAR.10.2 DM 14/01/2008)	123

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

1. Premessa

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento degli elementi in elevazione del *Viadotto Grena – VI18*, che si inserisce nell'ambito della progettazione esecutiva del collegamento ferroviario della linea AV/AC Verona-Padova.

Tale relazione si ritiene valida per le pile P1 e P2 di altezza pari a 6.5-7.8m, con fondazione 12.0m x 12.0m x 2.5m su 9 pali, con altezza del terreno di ricoprimento di 2.0m e su ognuna delle quali afferiscono un impalcato in c.a.p. di L=25.0m e un impalcato a travi incorporate di L=22.0m.

La presente relazione ha per oggetto il calcolo dello stato di sollecitazione e le verifiche dei vari elementi costituenti la pila, secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

2. Normativa e documenti di riferimento

2.1 Normative

Sono state prese a riferimento le seguenti Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento:

- [1] *Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Norme tecniche per le costruzioni».*
- [2] *Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Circolare 2 febbraio 2009, n. 617/C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»*
- [3] *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture*
- [4] *Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale*
- [5] *Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;*
- [6] *Eurocodice UNI EN 1991-1-4 – Azioni sulle strutture – azioni in generale – azioni del vento*
- [7] *Eurocodice UNI EN 1992-1-1 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – regole generali e regole per gli edifici*

2.2 Elaborati di riferimento

Vengono presi a riferimento tutti gli elaborati grafici progettuali di pertinenza.

Inoltre, si richiamano le relazioni:

- IN1710EI2CLVI0004001, Studio degli effetti locali sulle pile
- IN1712EI2CLVI1800001, Interazione treno binario struttura – Relazione di calcolo
- IN1712EI2CLVI1804002, Relazione di calcolo pulvini, baggioli e ritegni
- IN1712EI2RBVI1800001, Relazione geotecnica

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

3. Materiali

3.1 Calcestruzzo per fusto pila e pulvino

Classe C32/40

Rck =	40,00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
fck = 0,83 Rck =	32,00	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
fcm = fck +8 =	40,00	MPa	Valore medio resistenza cilindrica
acc =	0,85		Coeff. rid. per carichi di lunga durata
γM =	1,50	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
fcd = acc fck/γM =	18,13	MPa	Resistenza di progetto
fctm = 0,3 fck ^(2/3) =	3,03	MPa	Resistenza media a trazione semplice
fcm = 1,2 fctm =	3,68	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
fctk = 0,7 fctm =	2,12	MPa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
σc = 0,55 fck =	17,60	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. rara (rif. §2.5.1.8.3.2.1 [3])
σc = 0,40 fck =	12,80	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §2.5.1.8.3.2.1 [3])
Ecm = 22000 (fcm/10) ^(0,3) =	33643,00	MPa	Modulo elastico di progetto
ν =	0,20		Coefficiente di Poisson
Gc = Ecm / (2(1+ ν)) =	14018,00	MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Classe di esposizione =	XC4+XF1		
c =	5,00	cm	Copriferro minimo
w =	0,20	mm	Apertura massima fessure in esercizio in comb. rara (rif. §2.5.1.8.3.2.4 [3])

3.2 Calcestruzzo per fondazione

Classe C25/30

Rck =	30,00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
fck = 0,83 Rck =	25,00	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
fcm = fck +8 =	33,00	MPa	Valore medio resistenza cilindrica
acc =	0,85		Coeff. rid. per carichi di lunga durata
γM =	1,50	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
fcd = acc fck/γM =	14,17	MPa	Resistenza di progetto

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE						
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 50%;">Codifica</td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI1804001</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica	IN17	12	EI2CLVI1804001
Progetto	Lotto	Codifica					
IN17	12	EI2CLVI1804001					
	B						

$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{(2/3)} =$	2,56	MPa	Resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm} =$	3,08	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} = 0,7 f_{ctm} =$	1,80	MPa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
$\sigma_c = 0,55 f_{ck} =$	13,75	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. rara (rif. §2.5.1.8.3.2.1 [3])
$\sigma_c = 0,40 f_{ck} =$	10,00	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §2.5.1.8.3.2.1 [3])
$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{(0,3)}$ =	31476,00	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,20		Coefficiente di Poisson
$G_c = E_{cm} / (2(1 + \nu)) =$	13115,00	MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Classe di esposizione =	XC2		
$c =$	4,00	cm	Copriferro minimo
$w =$	0,20	mm	Apertura massima fessure in esercizio in comb. rara (rif. §2.5.1.8.3.2.4 [3])

3.3 Acciaio per barre di armature

B450C

$f_{yk} \geq$	450,00	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	540,00	MPa	Tensione caratteristica di rottura
$(f_t/f_y)_{k \geq}$	1,15		
$(f_t/f_y)_{k <}$	1,35		
$\gamma_s =$	1,15	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s =$	391,30	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	210000,00	MPa	Modulo elastico di progetto
$\epsilon_{yd} =$	0,20	%	Deformazione di progetto a snervamento
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$	7,50	%	Deformazione caratteristica ultima
$\sigma_s = 0,75 f_{yk} =$	337,50	MPa	Tensione in esercizio in comb. rara (rif. §2.5.1.8.3.2.1 [3])

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

3.4 Stati limite

3.4.1 Stati limite ultimi

In coerenza con quanto prescritto nel capitolo 2.6.1 e 2.5.3 delle NTC2008, gli stati limiti ultimi si traducono nel confrontare in modo diretto la domanda amplificata con la capacità decrementata. Coefficienti amplificativi e deamplificativi variano in funzione della tipologia di sollecitazione e di concomitanza, traducendosi in:

$$A_{Ed} \leq A_{Rd}$$

3.4.2 Stati limite d'esercizio

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio, il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato.

3.4.2.1 Verifica tensionale

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario", ovvero:

tensione massima di compressione del calcestruzzo

- per combinazione caratteristica (rara): $0.55 f_{ck}$ = 17,6 MPa
- per combinazione quasi permanente: $0.40 f_{ck}$ = 12,8 MPa
- per spessori minori di 5cm tali valori devono essere decrementati del 30%.

tensione massima di trazione dell'acciaio

- per combinazione caratteristica (rara): $0.75 f_{yk}$ = 337,5 MPa

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

3.4.2.2 Verifica fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]. In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportata nel prospetto seguente:

Tabella 1 - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wk	Stato limite	wk
A	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
C	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 2 - Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Risultando:

- $w_1 = 0.2$ mm
- $w_2 = 0.3$ mm
- $w_3 = 0.4$ mm

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, qual è il caso delle strutture in esame così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- Combinazione Caratteristica (Rara) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI1804001	B

4. Caratterizzazione geotecnica

Per la caratterizzazione geotecnica della Tratta si fa riferimento agli elaborati specialistici di riferimento.

5. Descrizione dell'opera

Il *Viadotto Grena – VI18*, a doppio binario con intervalla 4.5 m, si estende dal km 18+841.809 al km 18+913.809 della *Tratta Verona-Padova* per uno sviluppo complessivo di 72.0 m ed è costituito da 3 campate di cui:

- Una campata di luce pari a 22.0m, con impalcato a travi incorporate;
- Due di luce pari a 25.0m, con impalcato in c.a.p. con quattro travi a cassoncino.

Le pile, in c.a., presentano un fusto a sezione rettangolare smussata cava costante su tutta l'altezza di dimensioni esterne pari a 3.60m x 9.40m.

Il pulvino presenta un'altezza variabile a seconda se appartenete alle pile di transizione o alle pile tipologiche, con dimensioni esterne medesime alla pila e pieno; in questo caso ha un'altezza di 1.5m lato impalcato in c.a.p. e di 2.85m lato impalcato travi incorporate. Su esso sono disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo gli schemi sotto riportati.

I plinti presentano una pianta rettangolare di dimensioni variabili in relazione alla tipologia di impalcato che afferisce alla pila. In particolare, in questa relazione sono analizzati i plinti di dimensioni pari a 12.0m x 12.0m e di spessore 2.5m. Le fondazioni previste sono su pali (9 pali Φ 1500).

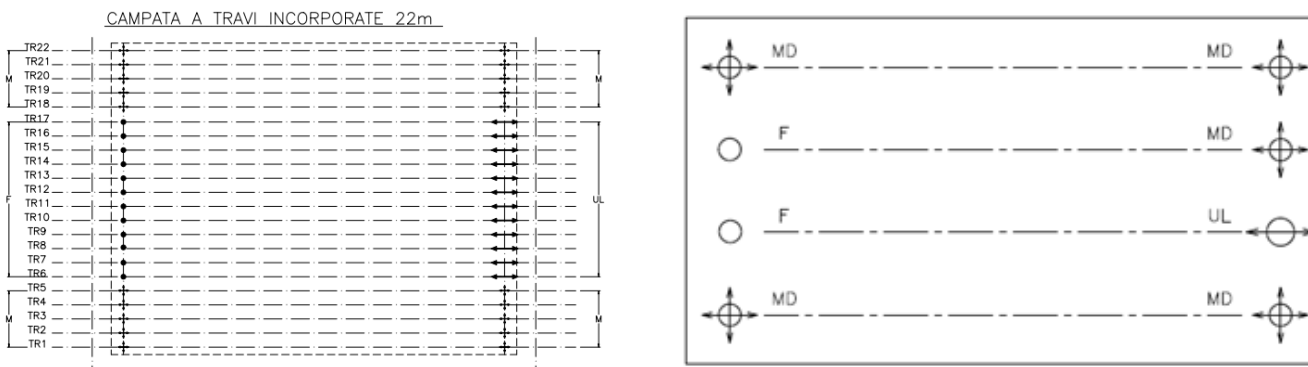


Figura 1 - Schema appoggi

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI1804001

B

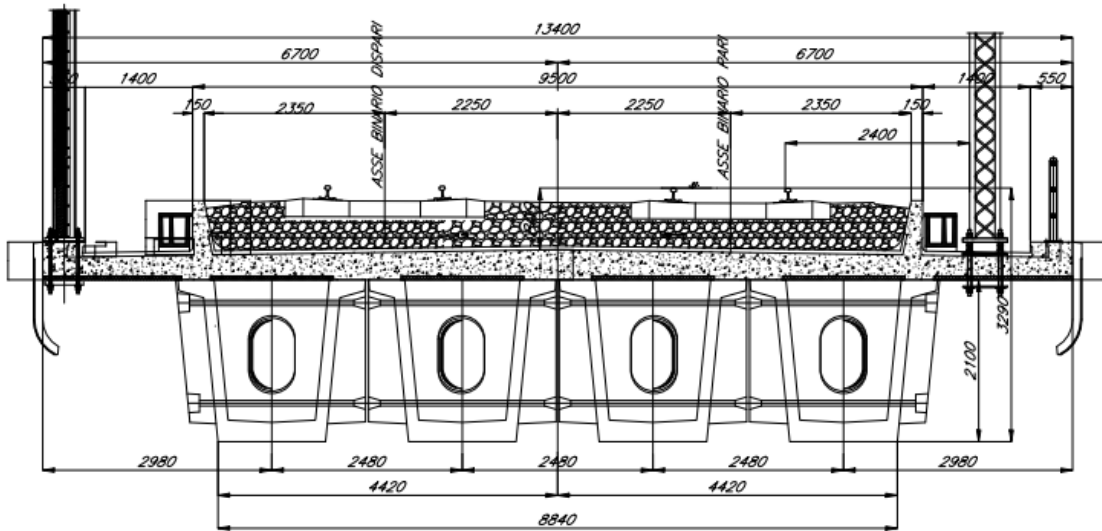


Figura 2 - Sezione impalcato c.a.p.

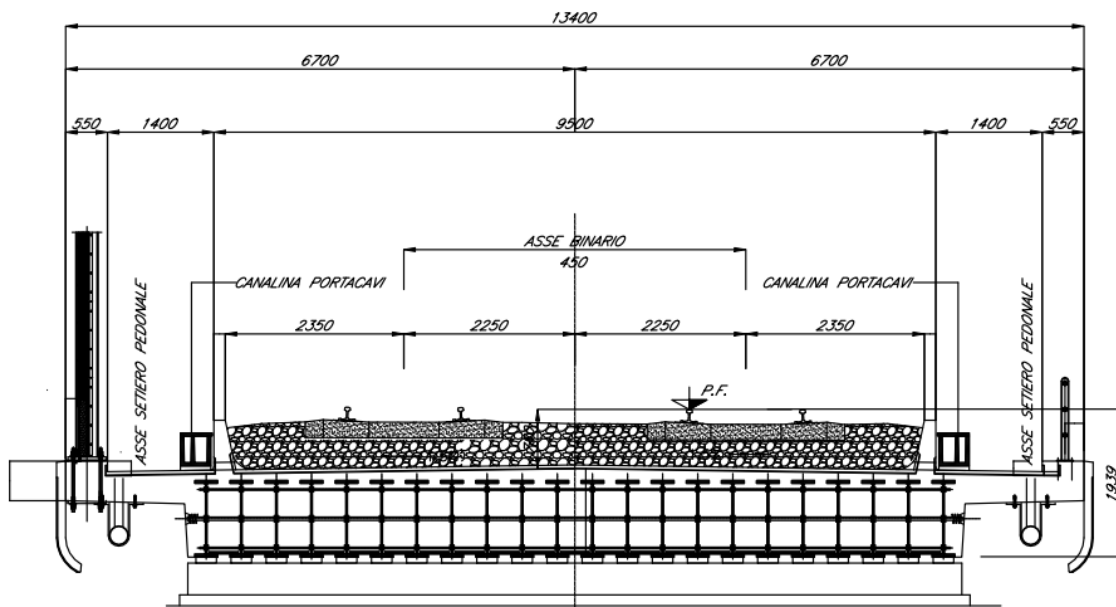


Figura 3 - Sezione impalcato travi incorporate

	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B
--	------------------	-------------	----------------------------	---

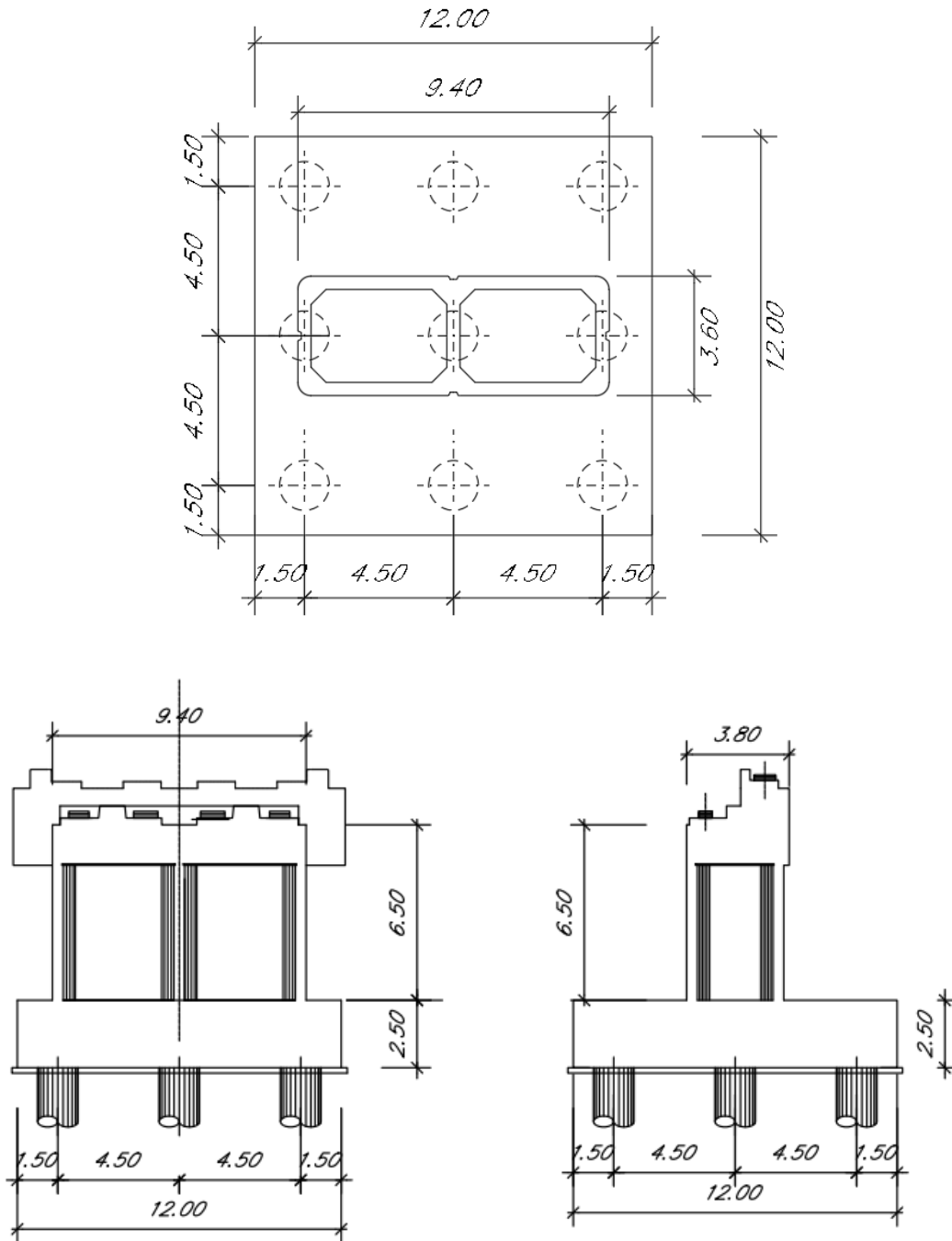


Figura 4 - Pianta e sezioni pila

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

5.1 Modelli di analisi e verifica

Le sollecitazioni di verifica della pila sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati alla quota degli apparecchi di appoggio, alle quali sono state combinate le azioni determinate dalle azioni indotte dalle forze di inerzia e dal peso proprio delle sottostrutture.

Il modello a mensola della struttura è stato implementato in un foglio di calcolo appositamente realizzato per la valutazione delle azioni agenti sulle singole parti della struttura, quali fusto pila e plinto. Per l'analisi e la verifica del plinto di fondazione, è stato realizzato un modello agli elementi finiti, descritto al paragrafo 11.2.

5.2 Sistemi di riferimento ed unità di misura

- Asse X parallelo all'asse trasversale dell'impalcato
- Asse Y parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z verticale

- [Lunghezze] m
- [Forze] KN

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

6. Analisi dei carichi

6.1 Permanenti strutturali e non (G1 e G2)

I pesi degli elementi strutturali sono calcolati utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m³.

DATI DI LINEA				
velocità massima della linea	V	300	km/h	
raggio di curvatura	R	2700	m	
numero di binari		doppio		

IMPALCATO					
		SX		DX	
altezza cassoncino sezione in appoggio	h_1	2.10	m	1.00	m
altezza cassoncino sezione in mezzeria	h_2	2.10	m	1.00	m
spessore soletta	s	0.35	m	0.10	m
estradosso impalcato sull'appoggio	H_1	2.45	m	1.10	m
altezza totale impalcato in mezzeria	H_2	2.45		1.10	m
spessore ballast	h_b	0.80	m	0.80	m
altezza PF da estradosso trave	h_{PF}	1.20	m	0.93	m
lunghezza travata	L	25.00	m	22.00	m
luce appoggi travata	L_a	22.80	m	19.80	m
larghezza totale impalcato	B	13.40	m	13.40	m
peso permanente strutturale	G_1	6340	kN	8287	kN
peso permanenti non struttrutturali	G_2	5390	kN	4106	kN

Altezze dal intradosso del cassoncino					
baricentro sezione cassone+soletta	Gb1	1.600	m	0.600	m
baricentro del ballast	Gb2	2.850	m	1.500	m
altezza al piano del ferro	H	3.30	m	1.93	m
baricentro treno	Gb3	5.10	m	3.73	m

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

I requisiti idraulici impongono un getto di riempimento di magrone fino all'altezza di piena con $T_r > 200$ anni, questo è stato tenuto in conto nella progettazione esclusivamente come massa aggiunta. Per tener conto di baggioli e ritegni. è incrementato del 10% la massa del pulvino.

PILA			
altezza pila (estradosso fond-estradosso pulvino)	Hp	7.20	m
tipologia di sezione		rettangolare	
larghezza trasversale pila	b	9.40	m
larghezza longitudinale pila	d	3.60	m
raggio angolo esterno	r	0.40	m
area della sezione	A	11.45	m ²
inerzia sezione direzione trasversale	I11	103.81	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale	I22	22.26	m ⁴
modulo elastico cls pila	E _c	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo	%	50	
modulo di calcolo	E	16673	MPa
calcestruzzo	f _{ck}	32	MPa
massa pila	mp	1432	kN

PULVINO			
larghezza in direzione trasversale	b	9.40	m
larghezza in direzione longitudinale	d	3.80	m
altezza pulvino	h	2.20	m
massa pulvino	mp	1965	kN

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804001	B

FONDAZIONE			
larghezza in direzione trasversale	b	12.00	m
larghezza in direzione longitudinale	d	12.00	m
altezza della fondazione	h	2.50	m
area della fondazione	Af	144.00	m ²
pali di fondazione	Φ	1.50	m
numero di pali	n.	9	

Ulteriori distanze e bracci			
distanza asse pila/ asse appoggi per momento long.	i_l	1.10	
altezza baggioli e apparecchi d'appoggio	h_B	0.50	
interasse tra i binari (se singolo 0)	i_b	4.50	m
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila	a	2.25	m

Si riassumono gli scarichi ai diversi livelli di analisi, come azione globale desunta dalla campata di destra e di sinistra, alla pila in esame:

	N [kN]	Mlong [kN m]
scarichi estradosso Pila - G1	7314	1071
scarichi estradosso Pila - G2	4748	706
scarichi estradosso Fondazione - G1	10710	1071
scarichi estradosso Fondazione - G2	4748	706
scarichi intradosso Fondazione - G1	20838	1071
scarichi intradosso Fondazione - G2	4748	706

Lo scarico G1 a intradosso fondazione tiene conto del peso del plinto di fondazione e del peso del terreno di ricoprimento al di sopra di esso, di spessore pari a 2 m.

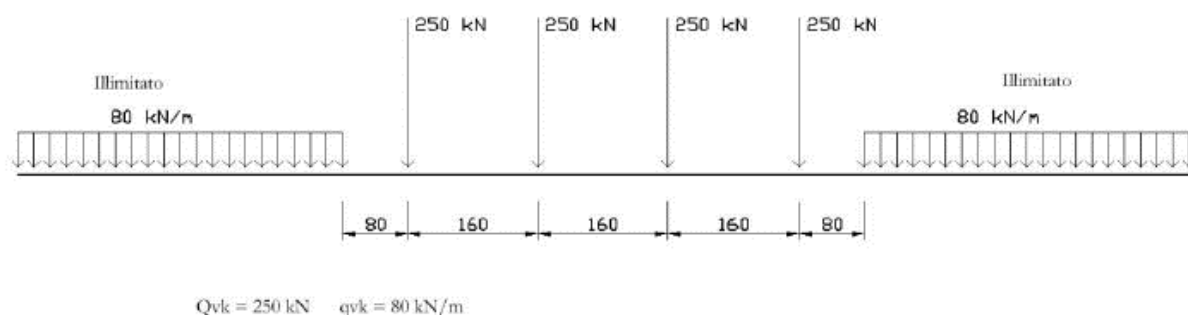
GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

6.2 Carichi da traffico verticali (Q1)

L'opera è stata progettata considerando le sollecitazioni dovute al carico da traffico ferroviario, considerando i modelli LM71 e/o SW/2. Si riportano di seguito le caratteristiche dei modelli di traffico presi in esame.

➤ *Modello di carico LM71*

Sia le istruzioni RFI che le NTC 2008 (par. 5.2.2.3.1.1), definiscono questo modello di carico tramite carichi concentrati e carichi distribuiti, riferiti all'asse dei binari.



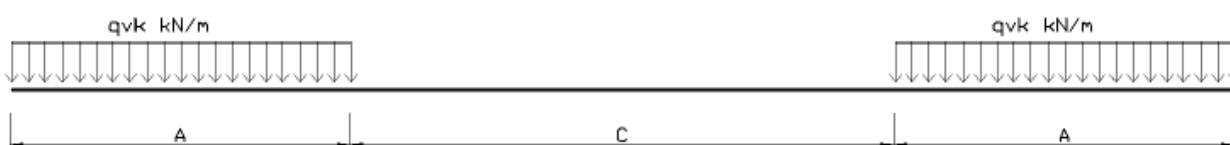
Carichi concentrati: quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m;

Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

Per questo modello di carico è prevista un'eccentricità del carico rispetto all'asse del binario.

➤ *Modello di carico SW/2*

Sia le istruzioni RFI che le NTC 2008 (par. 5.2.2.3.1.2), definiscono questo modello di carico tramite solo carichi distribuiti.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

SW/0

Carico distribuito	Qvk	133	KN/m
Lunghezza	A	15	m
Lunghezza	C	5.3	m

SW/2

Carico distribuito	Qvk	150	KN/m
Lunghezza	A	25	m
Lunghezza	C	7	m

In questo modello di carico non è prevista alcuna eccentricità del carico ferroviario. Le azioni di entrambi i modelli dovranno essere moltiplicate per un coefficiente di adattamento definito dalla seguente tabella (tab. 2.5.1.4.1.1 - RFI DTC SI PS MA IFS 001).

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE "α"
LM/71	1.10
SW/0	1.10
SW/2	1.00

6.3 Effetti dinamici

Per la definizione del coefficiente dinamico si segue quanto contenuto nel par.5.2.2.2.3 del DM 14.1.2008 che per l'opera in esame riporta:

$$\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\phi - 0,2}} + 0,82 \quad \text{con la limitazione } 1,00 \leq \Phi_2 \leq 1,67$$

6.4 Disposizione treni di carico

La disposizione dei treni di carico è stata individuata per ottenere le seguenti massime sollecitazioni:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

- Sforzo Assiale: il convoglio è localizzato sostanzialmente al di sopra della pila in esame
- Momento Longitudinale: il convoglio è localizzato sulla campata di luce maggiore, più o meno centrato a seconda dei rapporti di lunghezza del treno di carico e della campata.
- Momento Trasversale: è fornito dallo stesso schema di posizionamento del massimo sforzo assiale, ma considerando un solo binario carico.

Questi schemi di base sono stati accoppiati nel caso di doppio binario, ottenendo le seguenti caratteristiche di sollecitazioni:

	N [kN]	Mlong [kN/m]	Mtrasv [kN/m]
COMBO N	5859	227	1406
COMBO ML	3637	2840	1098
COMBO MT	3112	36	7312

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI1804001

B

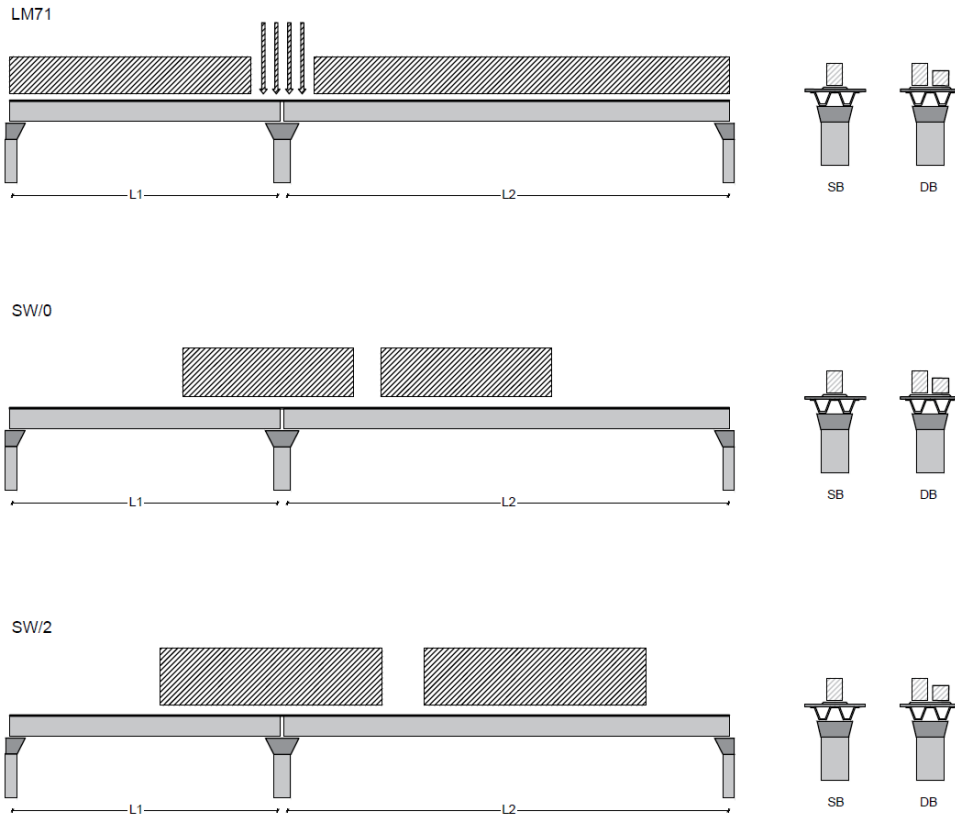


Figura 5- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI1804001

B

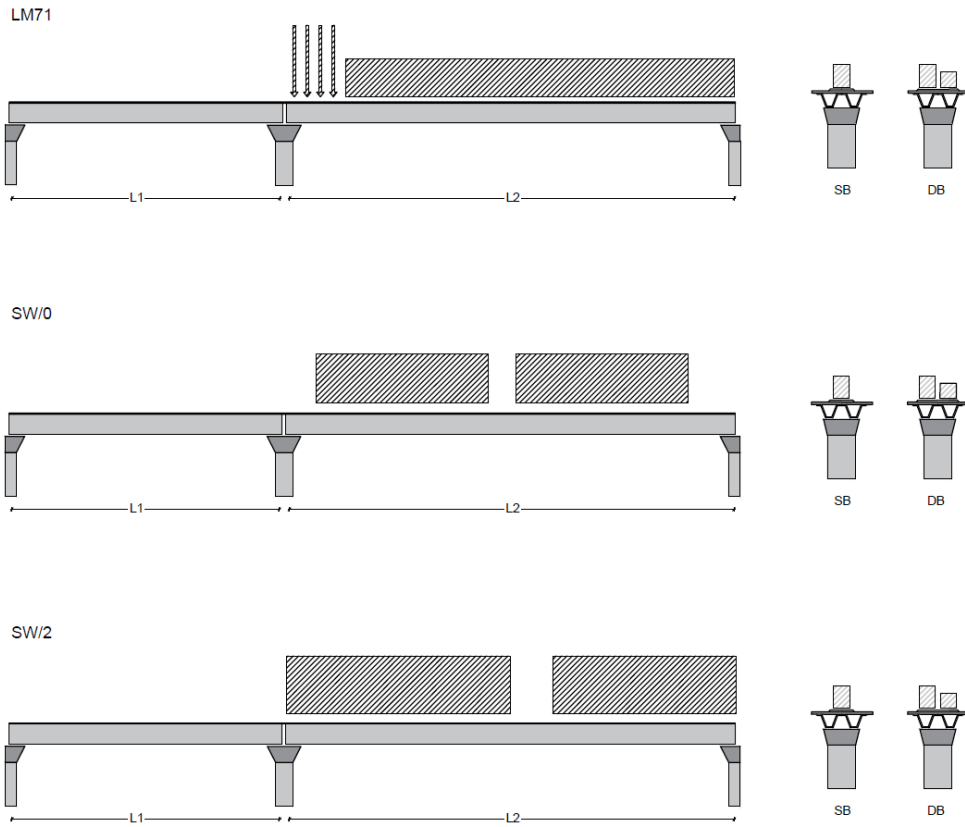


Figura 6- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804001	B

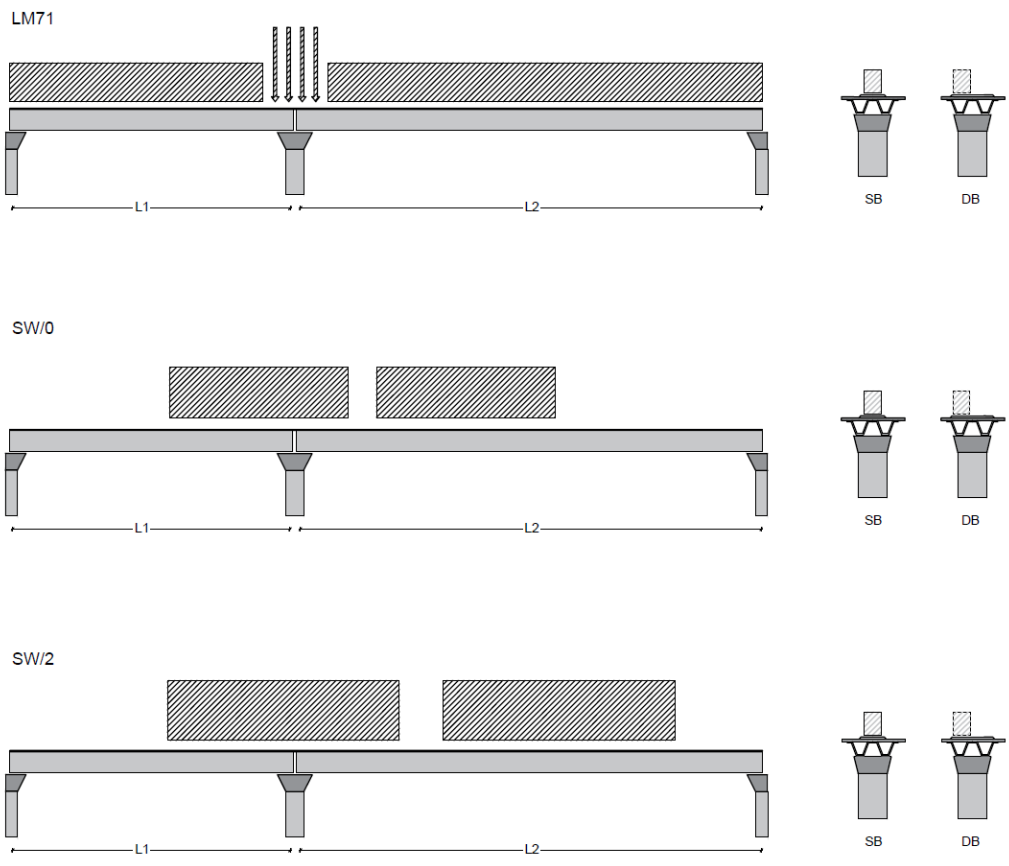


Figura 7- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

6.5 Carichi da traffico orizzontali

6.5.1 Forza centrifuga (Q4)

L'azione centrifuga è schematizzata come una forza agente in direzione orizzontale perpendicolarmente al binario e verso l'esterno della curva, applicata ad 1,80 m al di sopra del p.f.. Il valore caratteristico della forza centrifuga si determina in accordo con la seguente espressione:

$$Q_{tk} = V^2 \cdot f \cdot (\alpha \cdot Q_{vk}) / (127 \cdot R)$$

- dove
- V velocità di progetto espressa in km/h
 - Q_{vk} valore caratteristico dei carichi verticali
 - R raggio di curvatura in m
 - f fattore di riduzione (rif. §2.5.1.4.3.1 [3])

raggio di curvatura	R	2700	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea	Vmax	300	km/h
		SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario	Lf	22.8	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V	f	0.48	

Per il modello di carico LM71 e per velocità di progetto superiori a 120 km/h, si considerano i seguenti 2 casi:

- a) modello di carico LM71 e forza centrifuga per $V = 120$ km/h e $f = 1$;
- b) modello di carico LM71 e forza centrifuga calcolata per la massima velocità di progetto.

La forza centrifuga non deve essere incrementata dei coefficienti dinamici.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI1804001

B

Valore di α	Massima velocità della linea [Km/h]	Azione centrifuga basata su:				traffico verticale associato
		V	α	f		
SW/2	≥ 100	100	1	1	$1 \times 1 \times SW/2$	$\Phi \times 1 \times SW/2$
	< 100	V	1	1	$1 \times 1 \times SW/2$	
LM71 e SW/0	> 120	V	1	f	$1 \times f \times (LM71'' + SW/0)$	$\Phi \times 1 \times 1 \times (LM71'' + SW/0)$
		120	α	1	$\alpha \times 1 \times (LM71'' + SW/0)$	$\Phi \times \alpha \times 1 \times (LM71'' + SW/0)$
	≤ 120	V	α	1	$\alpha \times 1 \times (LM71'' + SW/0)$	

Tab. 2.5.1.4.3.1-1 - Parametri per determinazione della forza centrifuga

LM71 caso a

velocità massima

Vmax 120

fattore di riduzione funzione della Lf e della V

f 1.00

coefficiente di adattamento

a 1.10

valore caratteristico dei carichi verticali

Qvk 250.0 kN x asse

valore caratteristico dei carichi verticali

qvk 80.0 kN/m

valore caratteristico della forza centrifuga

Qtk 11.5 kN x asse

valore caratteristico della forza centrifuga

qtk 3.7 kN/m

LM71 caso b

velocità massima compatibile con il tracciato della linea

Vmax 300

fattore di riduzione funzione della Lf e della V

f 0.48

coefficiente di adattamento

a 1.0

valore caratteristico dei carichi verticali

Qvk 250.0 kN x asse

valore caratteristico dei carichi verticali

qvk 80.0 kN/m

valore caratteristico della forza centrifuga

Qtk 31.6 kN x asse

valore caratteristico della forza centrifuga

qtk 10.1 kN/m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

Per quanto riguarda il modello di carico SW/2 si deve assumere: una velocità V non superiore a 100 km/h, un valore di f pari ad 1 ed il valore di a pari a 1:

SW/2			
velocità massima compatibile con il tracciato della linea	V_{max}	100	
fattore di riduzione funzione della L_f e della V	f	1.00	
coefficiente di adattamento	a	1.00	
valore caratteristico dei carichi verticali	q_{vk}	150.00	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga	q_{tk}	4.37	kN/m

Riassumendo:

	$Q_{tk\ sx}$	$q_{tk\ sx}$	$Q_{tk\ dx}$	$q_{tk\ dx}$	$F\ testa\ Pila$	$Mom\ Trasv$
	KN	KN/m	KN	KN/m	KN	KN/m
Fcen_LM/71_1	46.2	3.7	46.2	3.7	109	607
Fcen_LM/71_2	126.5	10.1	132.0	10.6	317	1760
Fcen_SW/2_1	0.0	4.4	0.0	4.4	103	571

6.5.2 Serpeggio

La forza laterale indotta dal serpeggio si schematizza come una forza concentrata agente orizzontalmente perpendicolarmente all'asse del binario. Il valore caratteristico di tale forza è assunto pari a 100 kN. Tale valore deve essere moltiplicato per α ma non per il coefficiente di amplificazione dinamica. Essa si applicherà sia in rettilineo che in curva.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

viadotto a binario combinazione treni	doppio LM/71 + SW/2		
valore caratteristico della forza	Qsk	100	kN
coefficiente di adattamento	a	1.1	
coefficiente di adattamento	a2	1	
Questa forza laterale deve essere sempre combinata con i carichi verticali			
altezza baggioli e apparecchi d'appoggio		0.5	m
altezza impalcato + soletta		2.45	m
armamento		0.8	m
incremento altezza rotaia + alta		0.1	m
valore caratteristico della Forza	Fsk	210	kN
valore caratteristico Momento Tra	Msk	808.5	kN/m

Tale forza rappresenta l'azione complessiva in testa alla pila di riferimento.

6.5.3 Frenatura ed avviamento (Q3)

Le forze di frenatura e di avviamento agiscono sulla sommità del binario, nella direzione longitudinale dello stesso. Dette forze sono da considerarsi uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale considerato. I valori da considerare sono i seguenti:

- avviamento: $Q_{la,k} = 33 \text{ kN/m} \cdot L \leq 1000 \text{ kN}$ per i modelli di carico LM71, SW/2
- frenatura: $Q_{lb,k} = 20 \text{ kN/m} \cdot L \leq 6000 \text{ kN}$ per i modelli di carico LM71
- $Q_{lb,k} = 35 \text{ kN/m}$ per i modelli di carico SW/2

I valori caratteristici dell'azione di frenatura e di avviamento devono essere moltiplicati per α e non devono essere moltiplicati per Φ . Nel caso di ponti a doppio binario si devono considerare due treni in transito in versi opposti, uno in fase di avviamento e l'altro in fase di frenatura.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

Nei sotto paragrafi che seguono si riportano i risultati delle reazioni vincolari per le diverse disposizioni di carico considerate e descritte precedentemente nel §6.4.

numero di binari combinazione treni posizionamento vincoli fissi	doppio LM/71 + SW/2 caso peggiore		
estradosso pulvino sommità binario	H	0.5	m
lunghezza del binario	L	25	m

FRENATURA

LM/71			
coefficiente di adattamento	a	1.1	
lunghezza del binario	L	25	m
valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	550	kN
SW/0			
coefficiente di adattamento	a	1.1	
lunghezza del binario	L	19.7	m
valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	433.4	kN
SW/2			
coefficiente di adattamento	a	1	
lunghezza del binario	L	25	
valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	875	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

AVVIAMENTO

LM/71 valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	908	kN
SW/0 valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	715	kN
SW/2 valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	825	kN

Si rimanda alla “*Relazione interazione treno binario struttura*” per l’analisi di interazione binario-struttura. Le variazioni in termini di sollecitazioni longitudinali non risultano significative e, di conseguenza, non verranno portate in conto nella presente relazione.

6.5.4 Forza d’attrito (Q8)

Le forze parassitarie dei vincoli si esplicano in corrispondenza degli apparecchi d’appoggio mobili per traslazione relativa impalcato-apparecchi d’appoggio. Essendo funzione del carico verticale, la sua definizione è associata ai coefficienti moltiplicativi delle combinazioni γ e ψ dei carichi da peso proprio strutturali e non, e dei carichi verticali da traffico. Si riporta per questo motivo un esempio di forza d’attrito “caratteristica” solo come esempio di calcolo, in quanto il calcolo è stato eseguito a valle della combinazione di carico.

Per la valutazione delle coazioni generate è stato considerato un coefficiente d’attrito f pari a 0,04. Con riferimento a quanto riportato nel §2.5.1.6.3 [3] la forza agente sulle pile per impalcato a travate isostatiche, facendo riferimento all’apparecchio d’appoggio maggiormente caricato tra i due presenti sulla pila, si considera pari a:

$$F_a = f (0,2 \cdot V_G + V_Q)$$

dove V_G reazione verticale massima associata ai carichi permanenti

V_Q reazione verticale massima associata ai carichi mobili dinamizzati

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

altezza baggioli e apparecchi d'appoggio	h	0.5	m
lunghezza del binario	L	25	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti	Vg1	7314	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti	Vg2	4748	KN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili	Vq	7517	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)	f	0.04	
forza d'attrito trasmessa alla pila	Fa	397.2	kN
momento longitudinale in testa pila	M	198.6	kN/m

6.6 Azione del Vento (Q5)

L'azione del vento viene ricondotta ad un'azione statica equivalente costituita da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici. Ricadendo nella classificazione ordinaria di ponti l'azione del vento è valutata come agente su una superficie continua, convenzionalmente alta 4m dal piano del ferro rappresentante il convoglio. L'altezza effettiva è valutata sia in funzione della presenza o meno del convoglio sia in funzione dell'altezza delle barriere antirumore, convenzionalmente alte 5m.

La valutazione è stata svolta in coerenza con i capitoli 3.3, 5.1.3.7 delle NTC2008 e dei 8.1, 8.2, 8.3 e 8.4 del Eurocodice 1991-1-4.

Non essendo ritenuta la necessità di un'analisi dinamica, per la valutazione della risposta sotto azione del vento, è possibile utilizzare il metodo semplificato che permette di esprimere F_w con la seguente espressione:

$$F_w = \frac{1}{2} \times \rho \times v_b^2 \times C \times A_{ref,x}$$

dove:

v_b indica la velocità di base del vento

C indica il fattore del carico del vento. $C = c_e \times c_{f,x}$ dove c_e è il fattore di esposizione e $c_{f,x}$ coefficienti di forza

$A_{ref,x}$ indica l'area di riferimento

ρ indica la densità dell'aria

Di seguito si riportano le assunzioni principali per la scrittura di tale forza, a partire dai contributi del fattore del carico del vento $c_e \times c_{f,x}$ e del coefficiente di esposizione sulla base della classe d'esposizione e l'altezza z del punto considerato. Altezza posta pari alla massima quota del complesso impalcato, barriere antirumore, sagoma del treno. A tal proposito il §2.5.1.4.4.2 [3] impone di considerare il treno come una superficie piana continua convenzionalmente alta 4,00 m sul p.f.. L'azione del vento dovrà comunque considerarsi agente sulle b.a. presenti considerando la loro altezza effettiva se disponibile oppure un'altezza convenzionale di 4,00 m misurati dall'estradosso della soletta qualora le b.a. non siano previste al momento della redazione del progetto.

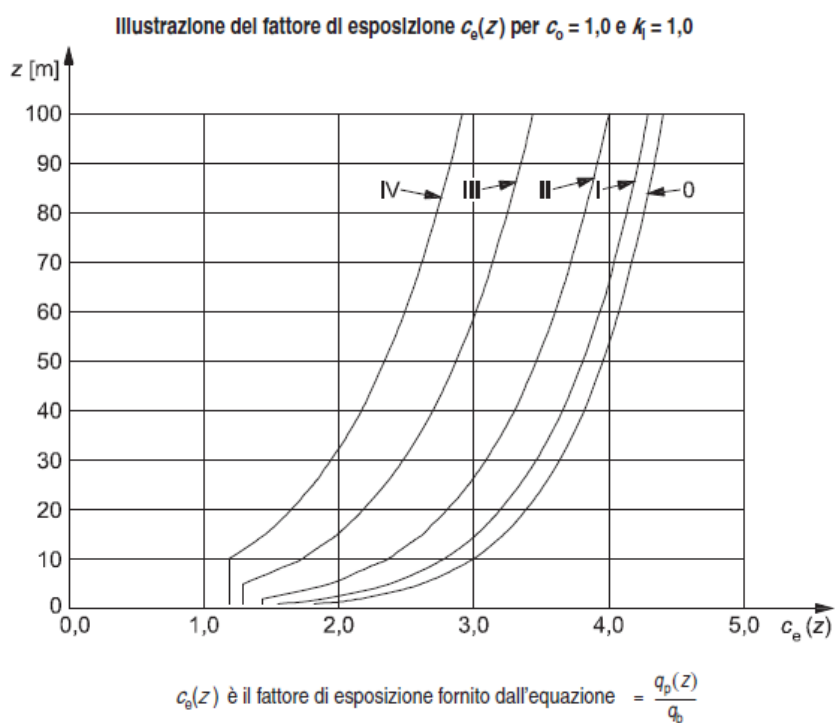


Figura 8 -fattore di esposizione - Eurocodice 1991-1-4

Illustrazione del fattore di forza $c_{f,x,0}$

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804001	B

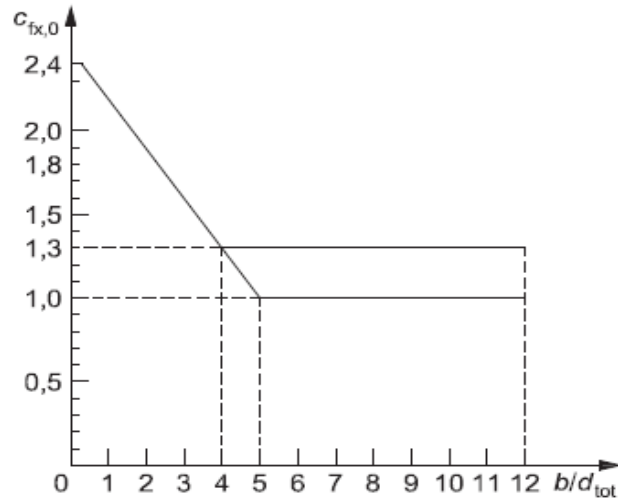


Figura 9 - Fattore di forza trasversale - Eurocodice 1991-1-4

$$c_{f,x} = c_{fx,0}$$

dove:

$c_{fx,0}$ indica il coefficiente di forza relativo all'impalcato in assenza di flusso di estremità libera

- a) Fase di costruzione, parapetti aperti (aperti più del 50%) e barriere di sicurezza aperte
- b) Parapetti solidi, barriere antirumore, barriere di sicurezza solide o traffico
- 1 Tipo di ponte
- 2 Travi reticolari separatamente

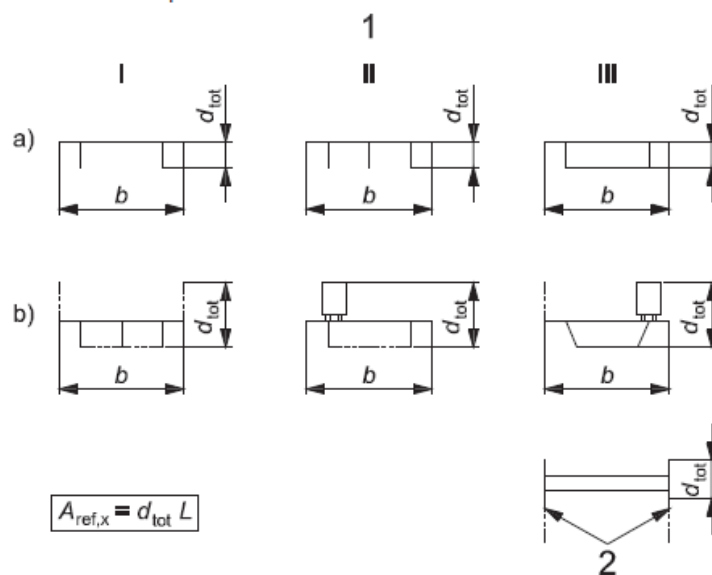


Figura 10 - Area effettiva - Eurocodice 1991-1-4

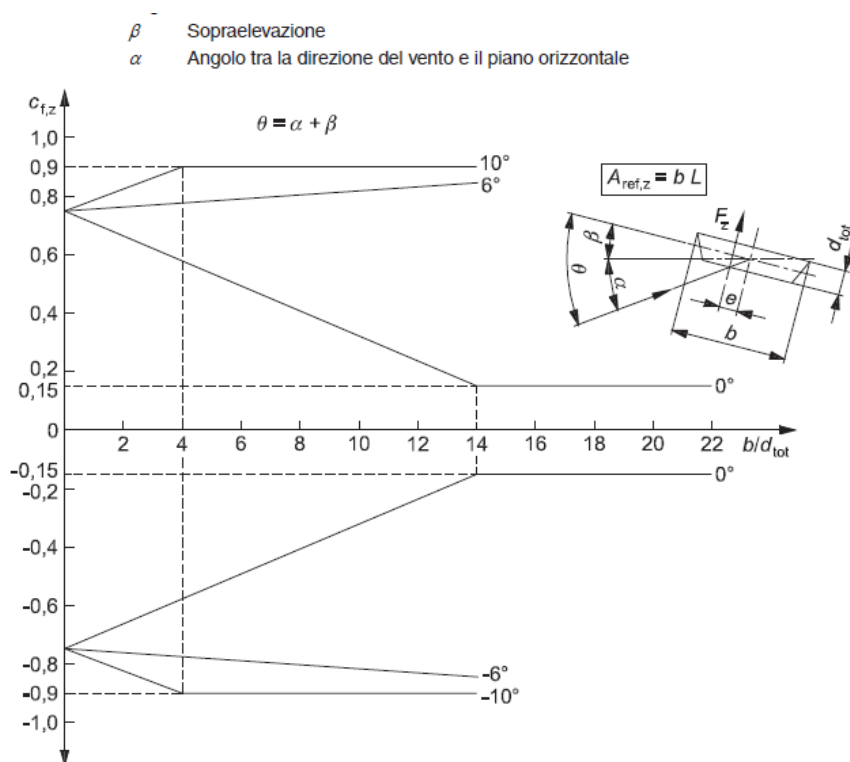


Figura 11 - coefficiente di forza verticale - Eurocodice 1991-1-4

L'azione longitudinale del vento se non espressamente richiesta può essere trascurata. In generale, le forze spiranti da direzioni diverse non agiscono simultaneamente. Nel caso di azione verticale, essendo prodotta da un ampio ventaglio di direzioni è possibile combinarla con altri venti se il contributo aggiunto è sfavorevole.

- a) Struttura verticale per esempio edifici, ecc.
 b) Oscillatore parallelo, per esempio strutture orizzontali come travi, ecc.
 c) Strutture puntuali per esempio insegne, ecc.
 1) Vento

$$z_s = 0,6 \times h \geq z_{\min} \quad z_s = h_1 + \frac{h}{2} \geq z_{\min} \quad z_s = h_1 + \frac{h}{2} \geq z_{\min}$$

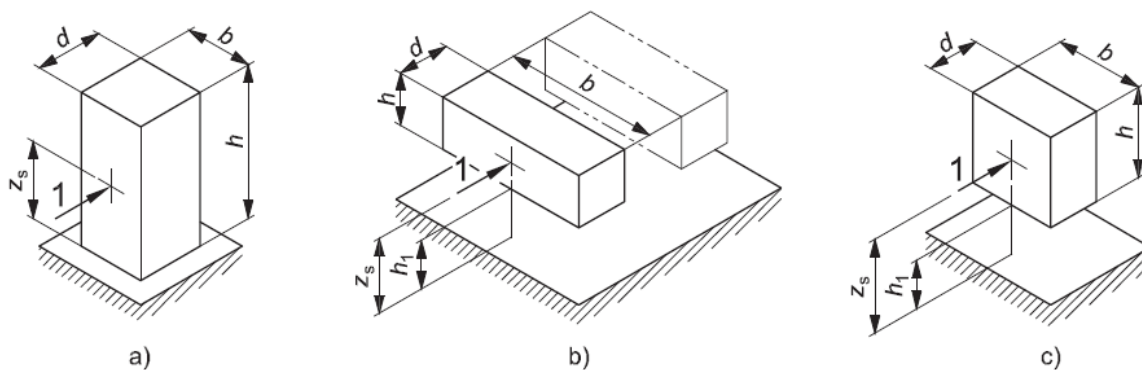


Figura 12 - Altezza di riferimento - Eurocodice 1991-1-4

tab. 3.3.I

Zona **1**

tab.3.3.II

Categoria **II**

tab. 3.3.III

Classe rug **D**

velocità di base di riferimento s.l.m.

Vbo **25** m/s

parametro di quota

ao **1000** m

altitudine sul livello del mare

as **150** m

parametro adimensionale

ks **0.4**

coefficiente di altitudine

ca **1**

velocità di base di riferimento

Vb **25** m/s

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI1804001

B

tempo di ritorno azione del vento	Tr	150	anni
coefficiente di ritorno	cr	1.06	
velocità di riferimento	Vr	26.5	m/s
fattore di terreno	Kr	0.19	
lunghezza di rugosità	zo	0.05	m
altezza minima	zmin	4	m

6.6.1.1 Impalcato

ponete carico

altezza pila	z1	7.20	m
altezza baggioli e app. d'appoggio	z2	0.50	m
altezza all'intradosso	zint	7.7	m
altezza di riferimento	z	11.0	m
coefficiente di topografia	ct	1	
coefficiente di esposizione	ce	2.41	
densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m ³
pressione statica di riferimento	qr	439.8	n/m ²
pressione statica di picco	qpicco	1061.5	n/m ²
larghezza impalcato	d	13.4	m
altezza impalcato+soletta	z3	1.82	m
armamento	z4	0.80	m
altezza treno	z5a	4	m
altezza barriere	z5b	4	m
altezza di impatto treno o barriere	htot	6.62	m
	d/h	2.02	
coefficiente di forza trasversale	cfx	1.84	
coefficiente di forza trasversale	cfz	0.9	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

forza trasversale	fx	16.5	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fx	388.8	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	1481.0	kN/m
forza verticale	fz	33.5	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fz	787.3	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2637.3	kN/m

ponte scarico			
altezza di impatto treno o barriere	htot	5.82	m
rapporto geometrico	d/h	2.30	
coefficiente di forza trasversale	cfx	1.77	
coefficiente di forza trasversale	cfz	0.90	
forza trasversale	fx	14.5	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fx	341.8	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	1165.3	kN/m
forza verticale	fz	33.5	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fz	787.3	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2637.3	kN/m

6.6.1.2 Pila

Nel caso di pila con sezione rettangolare, il coefficiente di forma della pila e l'area di riferimento per il calcolo della risultante si determinano in base alle indicazioni del §7.2 della UNI EN1991-1-4. A tal proposito si riconduce il coefficiente di forma c_p al coefficiente di forza c_f .

Il coefficiente di forza c_f si determina mediante l'espressione:

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_r \cdot \psi_\lambda$$

- dove
- $c_{f,0}$ è il coefficiente di forma in assenza di effetto di estremità;
 - ψ_r è il fattore riduttivo per sezioni con spigoli arrotondati;
 - ψ_λ è il fattore di effetto di estremità, posto cautelativamente pari a 1.

I valori di $c_{f,0}$ e ψ_r si determinano in funzione del rapporto tra le dimensioni in sezione dell'elemento investito, secondo gli abachi riportati nella figura seguente.

Coefficienti di forza $c_{f,0}$ con sezioni rettangolari a spigoli vivi in assenza di flusso di estremità libera

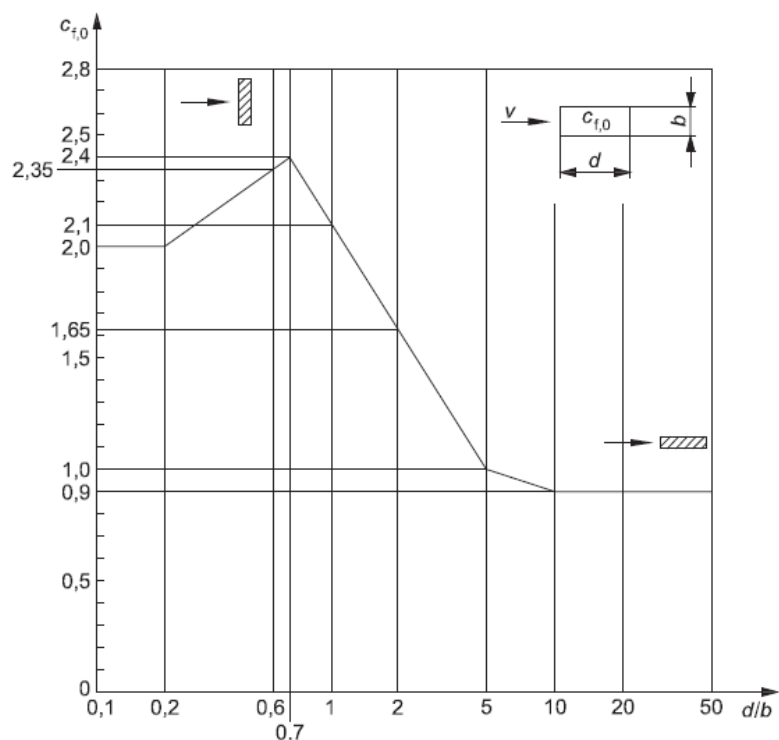


Figura 13 - Correlazione tra dimensioni in sezione dell'elemento e il coefficiente di forma c_{fx0} (figura 7.23 EC1-4)

Fattore di riduzione ψ_r per sezioni quadrate con spigoli arrotondati

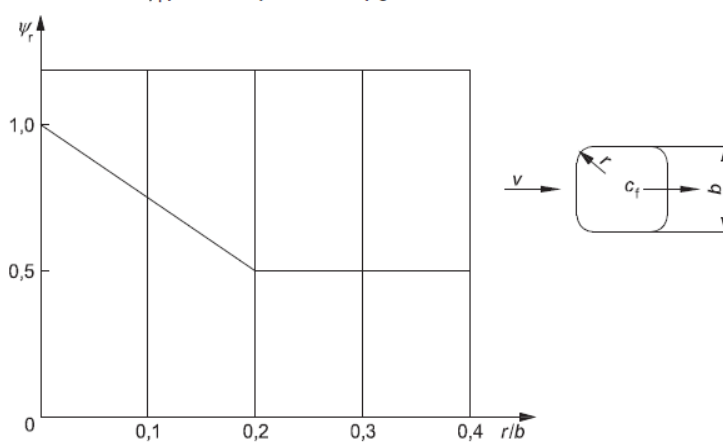


Figura 14 - correlazione tra il raggio di arrotondamento dello spigolo e il fattore riduttivo ψ_r (figura 7.24 EC1-4)



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804001	B

Coefficiente di forza $c_{f,0}$ per cilindri circolari in assenza di effetti di estremità libera in corrispondenza di diversi valori della rugosità equivalente k/b

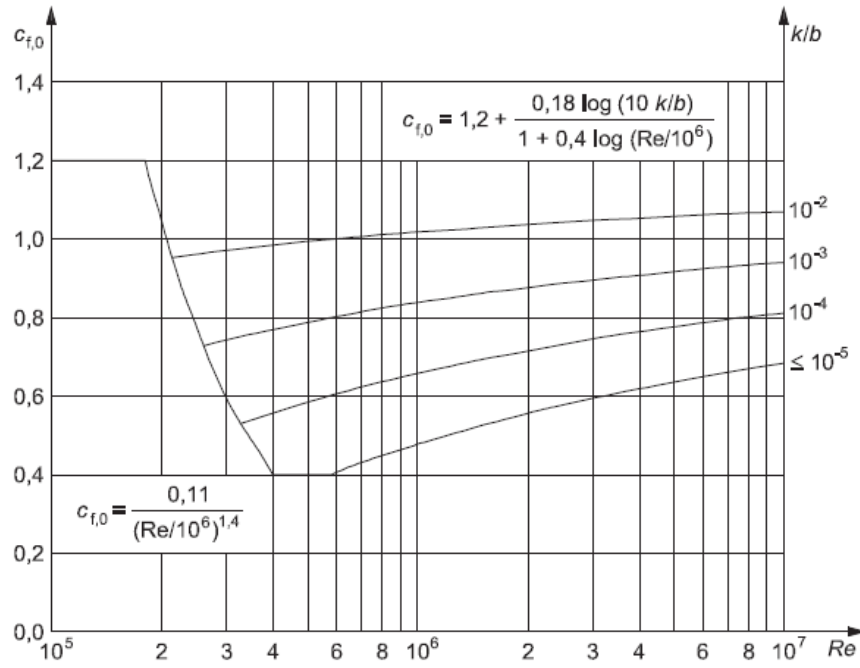


Figura 15 - Fattori di forza pila - Eurocodice 1991-1-4

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI1804001

B

direzione trasversale

altezza di riferimento	z	7.2	m
coefficiente di topografia	ct	1	
coefficiente di esposizione	ce	2.15	
densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m ³
pressione statica di riferimento	qr	439.8	n/m ²
pressione statica di picco	qpicco	944.4	n/m ²
		0.94	Kpa
tipologia di sezione		rettangolare	
larghezza trasversale pila	b	9.4	m
larghezza longitudinale pila	d	3.6	m
raggio della sezione	R	0.40	m
rapporto geometrico	b/d	2.61	
rapporto geometrico	r/b	0.11	
coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	1.46	
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.72	
viscosità cinematica dell'aria	v	1.50E-05	m/s
numero di Reynolds	Re	1.71E+06	
materiale pila		cls ruvido	
rugosità equivalente	k	1	mm
rapporto	k/b	2.50E-03	
coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.94	
rapporto geometrico	l/b	2.00	
snellezza effettiva	λ	70.00	
rapporto di solidità	ϕ	1	
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.89	
forza trasversale	f tras	9.0	kN/m
forza equivalente totale	F tras	64.8	kN
altezza di applicazione sulla pila	h tra	3.7	m

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

direzione longitudinale			
tipologia di sezione		rettangolare	
larghezza trasversale pila	b	9.4	m
larghezza longitudinale pila	d	3.6	m
raggio della sezione	R	0.4	m
rapporto geometrico	b/d	0.38	
rapporto geometrico	r/b	0.04	
coefficiente di forza long. sez.ret	cf,0	2.21	
coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.94	
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.89	
rapporto geometrico	l/b	0.77	
snellezza effettiva	λ	70.00	
rapporto di solidità	ϕ	1	
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.89	
forza longitudinale	f lon	23.50	kN/m
forza equivalente totale	Flon	169.20	kN
altezza di applicazione sulla pila	h lon	3.71	m

6.7 Azione termica (Q7)

Le azioni termiche sono state applicate all'impalcato e alle pile. In particolare, all'impalcato è stata applicata una variazione termica uniforme, al fine di calcolare le escursioni di appoggi e giunti; sono state considerate le seguenti variazioni:

- DT= ± 15°C per impalcato in c.a.p. e in c.a.
- DT= ± 15°C per impalcato in struttura mista acciaio-calcestruzzo e per le travi incorporate

Come previsto nelle NTC2008, la variazione di temperatura è stata incrementata del 50 % per tutte le tipologie di impalcato.

Per le pile cave invece, sono state adottate le seguenti ipotesi:

- Differenza di temperatura tra interno ed esterno pari a 10° C (con interno più caldo dell'esterno o viceversa, considerando un modulo elastico E non ridotto);
- Ritiro differenziale fusto-fondazione (fusto-pulvino), considerando un plinto (pulvino) parzialmente stagionato, che non ha, quindi, ancora esaurito la relativa deformazione da ritiro.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

Conseguentemente a tale situazione si potrà considerare un valore di ritiro differenziale pari al 50% di quello a lungo termine, considerando un valore convenzionale del modulo di elasticità pari ad 1/3 di quello misurato (tale contributo è stato valutato in modo esplicito);

- Variazione termica uniforme tra fusto, pila e zattera interrata pari a 5 °C (zattera più fredda della pila e viceversa con variazione lineare tra l'estradosso zattera di fondazione ed un'altezza da assumersi, in mancanza di determinazioni più precise, pari a 5 volte lo spessore

6.8 Azione Sismica (E)

L'azione sismica di progetto è rappresentata da spettri di risposta definiti in base alla pericolosità sismica di base del sito ove sorge l'opera in oggetto, la vita di riferimento e le caratteristiche del sottosuolo.

Di seguito si riportano i parametri di input utilizzati per la definizione degli spettri di progetto orizzontali e verticali e i grafici degli stessi.

6.8.1 Inquadramento Sismico

La determinazione della pericolosità sismica di base è definita a partire dall'ubicazione dell'opera e dalle sue caratteristiche progettuali come la vita nominale V_N e la classe d'uso C_u . Sulla base del "Manuale di Progettazione delle Opere Civili". I parametri identificativi dell'opera sono:

Vita Nominale	Classe d'Uso	Coeff. D'uso
100	III	1.5

La geo-localizzazione permette di ottenere le coordinate geografiche delle singole opere e individuare puntualmente la domanda sismica secondo gli spettri normativi rappresentativi delle due componenti (orizzontale e verticale), ovvero determinare i singoli parametri indipendenti di riferimento.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI1804001

B

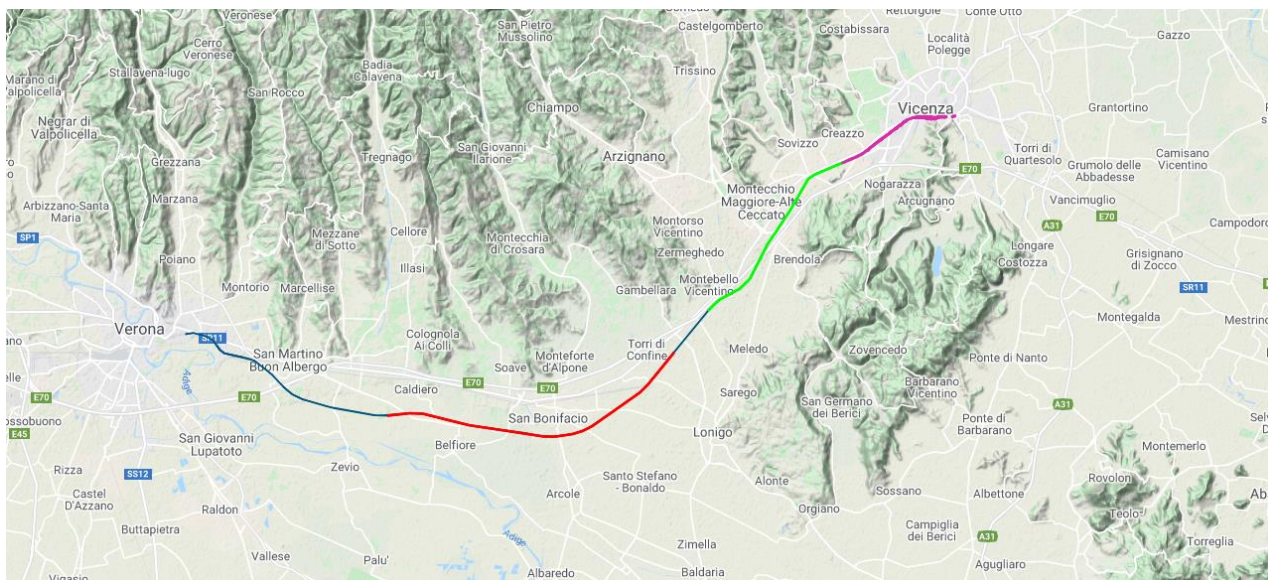


Figura 16 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

I parametri indipendenti per le forme spettrali di riferimento hanno una variazione spaziale lungo la linea poco influente; per le seguenti analisi si è fatto riferimento alle seguenti coordinate individuando così la condizione sismica più gravosa fra quelle dell'intera tratta di interesse.

Latitudine 45.40294

Longitudine 11.11012

6.8.2 Definizione della domanda sismica

Secondo le NTC 2008 l'azione sismica viene considerata mediante spettri di risposta elastici in accelerazione. Sulla base dello studio geologico, i terreni in esame sono di tipo C, pianeggianti, tali da ricadere nella categoria topografica T1. Risulta quindi possibile tracciare lo spettro di riferimento normativo.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI1804001

B

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate LONGITUDINE: 11.11012 LATITUDINE: 45.40294

Ricerca per comune REGIONE: Veneto PROVINCIA: Verona COMUNE: Verona

Elaborazioni grafiche
Grafici spettri di risposta |>
Variabilità dei parametri |>

Elaborazioni numeriche
Tabella parametri |>

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo:
 Sito esterno al reticolo
 Interpolazione su 3
 Interpolazione

Interpolazione:
superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

Figura 17 - Sito di riferimento secondo "Spettri_NTC"

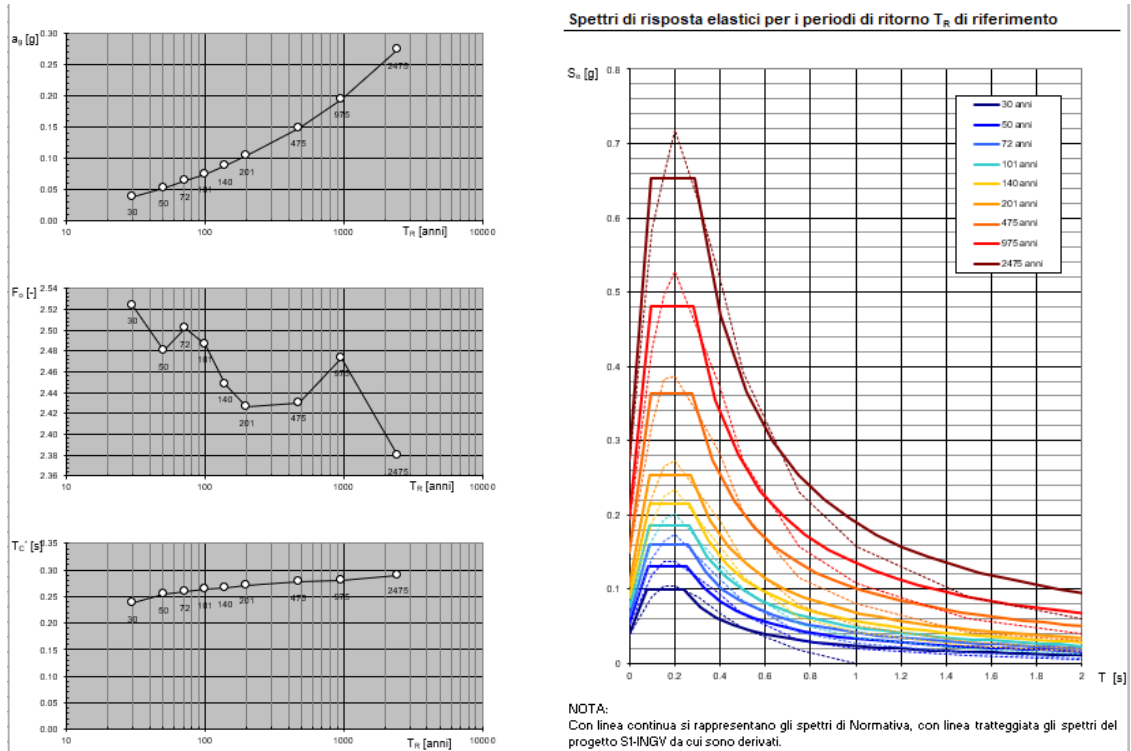


Figura 18 - Parametri di riferimento del sito secondo "Spettri_NTC"

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.039	2.524	0.237
50	0.053	2.480	0.253
72	0.064	2.501	0.259
101	0.075	2.486	0.263
140	0.088	2.448	0.265
201	0.104	2.426	0.271
475	0.149	2.430	0.278
975	0.195	2.474	0.280
2475	0.275	2.379	0.291

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. L'ANIDIS non potrà essere ritenuta responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Figura 19 - Tabella riassuntiva degli stati limite di riferimento del sito in esame



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI1804001	B

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE {

- SLO - $P_{VR} = 81\%$
- SLD - $P_{VR} = 63\%$

Stati limite ultimi - SLU {

- SLV - $P_{VR} = 10\%$
- SLC - $P_{VR} = 5\%$

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO

--□-- Strategia per costruzioni ordinarie

Strategia di progettazione

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica

Categoria di sottosuolo info

Categoria topografica info

$S_B = 1.373$ $C_C = 1.591$ info

$h/H = 0.000$ $S_T = 1.000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) $\eta = 1.000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore $q_o = 1.5$ Regol. in altezza info

Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore $q_v = 1$ $\eta = 1/q = 1.000$ info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

Spettri di risposta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 20 - Definizione della domanda sismica allo SLV

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.224 g
F_o	2.435
T_c	0.284 s
S_s	1.373
C_c	1.591
S_T	1.000
q	1.500

Parametri dipendenti

S	1.373
η	0.667
T_B	0.151 s
T_C	0.452 s
T_D	2.495 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.307
T_B	0.151	0.499
T_C	0.452	0.499
	0.549	0.410
	0.646	0.349
	0.744	0.303
	0.841	0.268
	0.938	0.240
	1.036	0.218
	1.133	0.199
	1.230	0.183
	1.328	0.170
	1.425	0.158
	1.522	0.148
	1.619	0.139
	1.717	0.131
	1.814	0.124
	1.911	0.118
	2.009	0.112
	2.106	0.107
	2.203	0.102
	2.301	0.098
	2.398	0.094
T_D	2.495	0.090
	2.567	0.085
	2.638	0.081
	2.710	0.077
	2.782	0.073
	2.853	0.069
	2.925	0.066
	2.997	0.063
	3.068	0.060
	3.140	0.057
	3.212	0.055
	3.283	0.052
	3.355	0.050
	3.427	0.048
	3.498	0.046
	3.570	0.045
	3.642	0.045
	3.713	0.045
	3.785	0.045
	3.857	0.045
	3.928	0.045
	4.000	0.045

La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. L' ANIDIS non potrà essere ritenuta responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

Figura 21 – Parametri indipendenti e dipendenti spettro orizzontale allo SLV $q=1.5$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

6.8.3 Calcolo dell'azione Sismica

Per il calcolo delle azioni sismiche si utilizza una Analisi Statica Lineare, come riportata nel cap. 7.9.4.1 delle NTC 2008. Qualora le ipotesi non siano soddisfatte, per il calcolo dei periodi propri della pila e quindi delle sollecitazioni sismiche, si è fatto riferimento ad una Analisi Dinamica Modale, attraverso la costruzione di un modello agli Elementi Finiti monodimensionali (Beam/Frame) mediante il software di calcolo Midas Civil.

Per lo spettro orizzontale è stato applicato un fattore di struttura q pari a 1.5, confermando l'assunzione di PD ed in linea con quanto previsto dall'EC8.

Per la verifica degli apparecchi di appoggio è stato utilizzato invece lo spettro elastico non ridotto dal coefficiente di comportamento, utilizzando, sempre secondo le regole del manuale di progettazione riportate al paragrafo 2.5.1.8.3.3, uno smorzamento viscoso pari a $\zeta = 10\%$.

Infine, per i 'Pali di fondazione', secondo il paragrafo del §2.5.1.8.3.3 del citato manuale RFI, si assume allo SLV sui pali un'azione sismica di progetto pari a quella derivante da un'analisi della struttura condotta adottando un fattore di struttura $q=1.5$

Nella scrittura delle combinazioni di carico si è distinta la posizione del convoglio per massimizzare le singole sollecitazioni (N,Mx,My,Tx,Ty), identificando tre configurazioni, ovvero tre masse statiche.

Nell'analisi sismica la massa partecipante riferita ai carichi da traffico è stata valutata in maniera distinta per le tre componenti del moto e successivamente messa in combinazione per le tre configurazioni statiche.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804001	B

6.8.4 Check analisi statica

Direzione Longitudinale			
massa treno per direzione long	Com Nmax	7274	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	1455	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	12393	kN
massa sismica portata sulla pila	Mimp t	13848	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	1/5 Mimp t	2770	kN
massa pila	Mpul	1432	kN
massa pulvino	Mpila	1965	kN
massa efficace pila	Mpe	2442	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long	Mtot long	16290	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	OK	

Direzione Trasversale			
massa treno per direzione long	Com Mmax	5859	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	1172	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	12062	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	Mimp t	13233	kN
massa pila	Mpul	1432	kN
massa pulvino	Mpila	1965	kN
massa efficace pila	Mpe	2442	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv	Mtot tras	15675	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	OK	

GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA		
			
	Progetto	Lotto	Codifica
	IN17	12	EI2CLVI1804001
			B

Direzione Verticale			
massa treno per direzione long	Com Mmax	5859	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	1172	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	12062	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	Mimp t	13233	kN
massa pila	Mpul	1432	kN
massa pulvino	Mpila	1965	kN
massa efficace pila	Mpe	2442	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert	Mtot vert	15675	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	OK	

6.8.5 Analisi statica equivalente

area della sezione	A	11.5	m ²
inerzia sezione direzione trasversale	I11	104	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale	I22	22	m ⁴
modulo elastico cls pila	Ec	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo	%	50.00	
modulo di calcolo	E	16673	MPa
calcestruzzo	fck	32	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino	H	7.20	m
altezza plinto di fondazione	hf	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio	hap	0.50	m
altezza equivalente sdof	He	7.70	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv	Ktra	4.74E+09	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long	Klong	2.44E+09	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert	Kvert	3.71E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale	Ttra	0.12	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale	Tlong	0.16	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale	Tvert	0.04	sec

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI1804001

B

	SLV		SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.45	0.64	0.29	g
accelerazione componente longitudinale	0.50	0.75	0.33	g
accelerazione componente verticale	0.31	0.31	0.08	g
Sforzo assiale	4812	4812	1258	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	7068	10000	4470	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	8125	12187	5450	kN
Momento flessionale trasversale	69979	99007	44256	kN m
Momento flessionale longitudinale	62561	93842	41966	kN m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

7. Condizioni elementari e combinazioni di carico

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche sono state condotte utilizzando combinazioni di carico definite in ottemperanza alle NTC 2008, secondo quanto riportato nei paragrafi 2.5.3, 5.1.3.12. Di seguito sono mostrati i coefficienti parziali di sicurezza utilizzati allo SLU ed i coefficienti di combinazione adoperati per i carichi variabili nella progettazione delle strutture da ponte.

2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omissi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI1804001

B

		Coefficiente	EQ ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.
⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.
⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA			
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804001	B

	Azioni	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 ⁽³⁾	⁽¹⁾	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 ⁽³⁾	-	-
	Centrifuga	⁽²⁾ ⁽³⁾	⁽²⁾	⁽²⁾
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 ⁽³⁾	0,80	0,0

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Si usano gli stessi coefficienti ψ adottati per i carichi che provocano dette azioni.

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Nel seguito si riportano le azioni considerate ai fini della valutazione delle sollecitazioni agenti sulle sottostrutture e quindi, alle verifiche strutturali.

COMBO	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
A1_SLU_gr1_Treno_	1.35	1.5	1.45	0	0.725	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr2_Scarico_	1.35	1.5	0	1.45	0	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv_	1.35	1.5	1.45	0	1.45	0.725	0.725	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr1+vento_	1.35	1.5	1.45	0	0.725	1.45	1.45	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr2+vento_	1.35	1.5	0	1.45	0	1.45	1.45	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr3+vento_	1.35	1.5	1.45	0	1.45	0.725	0.725	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr1_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr2_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr3_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr1_	1.35	1.5	0.87	0	0.435	0.87	0.87	0.54	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr2_	1.35	1.5	0	0.87	0	0.87	0.87	0.54	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr3_	1.35	1.5	0.87	0	0.87	0.435	0.435	0.54	0	0	0	0	1.5

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI1804001

B

COMBO	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
SLE_rar_gr1_Treno_	1	1	1	0	0.5	1	1	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr2_Scarico_	1	1	0	1	0	1	1	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr3_Fre/avv_	1	1	1	0	1	0.5	0.5	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr4_Centrif_	1	1	0.6	0	0.6	0.6	0.6	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr1+vento_	1	1	1	0	0.5	1	1	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr2+vento_	1	1	0	1	0	1	1	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr3+vento_	1	1	1	0	1	0.5	0.5	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr4+vento_	1	1	0.6	0	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr1_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr2_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr3_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr4_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

COMBO	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
SLE_fre_gr1_Treno_	1	1	0.6	0	0.3	0.6	0.6	0.3	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr2_Scarico_	1	1	0	0.6	0	0.6	0.6	0.3	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_Fre/avv_	1	1	0.6	0	0.6	0.3	0.3	0.3	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr4_Centrif_	1	1	0.6	0	0.6	0.6	0.6	0.5	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr1+vento_	1	1	0.6	0	0.3	0.6	0.6	0.3	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr2+vento_	1	1	0	0.6	0	0.6	0.6	0.3	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr3+vento_	1	1	0.6	0	0.6	0.3	0.3	0.3	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr4+vento_	1	1	0.6	0	0.6	0.6	0.6	0.5	0	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr1_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr2_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr3_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr4_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr4_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0	1

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI1804001

B

COMBO	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
SLE_qp_gr1_Treno_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_Scarico_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_Fre/avv_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr1+vento_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2+vento_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3+vento_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr1_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr2_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr3_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1

COMBO	G1	G2	Treno	Treno scari	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
E_103x_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0	1	0.3	0.3	1
E_103y_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0	0.3	1	0.3	1
E_103z_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0	0.3	0.3	1	1

Nota: nelle combinazioni sismiche gli effetti dei convogli come azioni statiche sono tenute in conto direttamente a monte della combinazione

Gli scarichi agli appoggi, riportati nei paragrafi seguenti, fanno riferimento alla seguente terna di assi:

- asse X coincidente con l'asse trasversale del ponte;
- asse Y coincidente con l'asse longitudinale del ponte;
- asse Z coincidente con l'asse verticale del ponte;

Per quanto riguarda la risposta alle diverse componenti dell'azione sismica, poiché si è adottata un'analisi in campo lineare, essa può essere calcolata separatamente per ciascuna delle componenti. Gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc) sono combinate successivamente applicando l'espressione

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

con rotazione ed inversione dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi.

7.1 Caratteristiche di sollecitazioni

Come precedentemente descritto si è valutata la posizione del singolo convoglio per massimizzare la sollecitazione d'interesse. Questo ha portato alla definizione di tre configurazioni per la progettazione e verifica del pulvino, del fusto pila e della fondazione. Di seguito si riportano le tabelle di tutte le combinazioni di carico, funzione delle suddette configurazioni.

7.1.1 Combinazioni Estradosso Pulvino – configurazione treni 1,2 e 3

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA					
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	25490	1721	1224	3695	8317
A1_SLU_gr2_Scarico_2	17613	145	1224	2625	6278
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	25490	3013	612	4341	5178
A1_SLU_gr1+vento_5	26199	1873	1633	4259	12240
A1_SLU_gr2+vento_6	18321	297	1633	3190	10200
A1_SLU_gr3+vento_7	26199	3165	1020	4906	9101
A1_SLU_vento_gr1_9	18176	254	680	3446	6538
A1_SLU_vento_gr2_10	18176	254	680	3446	6538
A1_SLU_vento_gr3_11	18176	254	680	3446	6538
A1_SLU_Scalz_gr1_13	22092	959	735	3182	4990
A1_SLU_Scalz_gr2_14	17366	81	735	2574	3767
A1_SLU_Scalz_gr3_15	22092	1734	367	3570	3107
<hr/>					
SLE_rar_gr1_Treno_1	17920	1090	844	2549	5736
SLE_rar_gr2_Scarico_2	12488	68	844	1844	4329
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	17920	1981	422	2995	3571
SLE_rar_gr1+vento_5	18393	1191	1117	2926	8351
SLE_rar_gr2+vento_6	12960	170	1117	2221	6945
SLE_rar_gr3+vento_7	18393	2083	694	3371	6186
SLE_rar_vento_gr1_9	12849	169	454	2405	4359

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

SLE_rar_vento_gr2_10	12849	169	454	2405	4359
SLE_rar_vento_gr3_11	12849	169	454	2405	4359
SLE_rar_gr4_Centrif_4	15577	1212	507	2519	3441
SLE_rar_gr4+vento_8	16049	1313	779	2896	6057
SLE_rar_vento_gr4_12	12849	169	454	2405	4359
SLE_qp_gr1+vento_33	12062	48	0	1801	0
E_103x_SLV_q=1.5_45	14677	6979	1790	3535	5843
E_103y_SLV_q=1.5_46	14677	2144	5967	1117	18821
E_103z_SLV_q=1.5_47	18045	2144	1790	1117	5843
E_103x_SLD_q=1_54	13610	4705	1132	2398	3799
E_103y_SLD_q=1_55	13610	1462	3774	776	12006
E_103z_SLD_q=1_56	14491	1462	1132	776	3799

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	22269	1605	1224	7425	7870
A1_SLU_gr2_Scarico_58	17613	145	1224	2625	6278
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	22269	2897	612	8072	4731
A1_SLU_gr1+vento_61	22977	1757	1633	7990	11793
A1_SLU_gr2+vento_62	18321	297	1633	3190	10200
A1_SLU_gr3+vento_63	22977	3049	1020	8636	8654
A1_SLU_vento_gr1_65	18176	254	680	3446	6538
A1_SLU_vento_gr2_66	18176	254	680	3446	6538
A1_SLU_vento_gr3_67	18176	254	680	3446	6538
A1_SLU_Scalz_gr1_69	20159	917	735	5434	4722
A1_SLU_Scalz_gr2_70	17366	81	735	2574	3767
A1_SLU_Scalz_gr3_71	20159	1693	367	5822	2839
SLE_rar_gr1_Treno_57	15698	1036	844	5135	5427
SLE_rar_gr2_Scarico_58	12488	68	844	1844	4329
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	15698	1928	422	5581	3263
SLE_rar_gr1+vento_61	16171	1138	1117	5512	8043
SLE_rar_gr2+vento_62	12960	170	1117	2221	6945
SLE_rar_gr3+vento_63	16171	2029	694	5958	5878
SLE_rar_vento_gr1_65	12849	169	454	2405	4359
SLE_rar_vento_gr2_66	12849	169	454	2405	4359

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI1804001	B

SLE_rar_vento_gr3_67	12849	169	454	2405	4359
SLE_rar_gr4_Centrif_60	14244	1180	507	4071	3256
SLE_rar_gr4+vento_64	14716	1281	779	4448	5872
SLE_rar_vento_gr4_68	12849	169	454	2405	4359
SLE_qp_gr1+vento_89	12062	48	0	1801	0
E_103x_SLV_q=1.5_101	14232	6970	1790	4053	5781
E_103y_SLV_q=1.5_102	14232	2135	5967	1635	18759
E_103z_SLV_q=1.5_103	17601	2135	1790	1635	5781
E_103x_SLD_q=1_110	13166	4696	1132	2916	3737
E_103y_SLD_q=1_111	13166	1453	3774	1294	11944
E_103z_SLD_q=1_112	14046	1453	1132	1294	3737

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	21507	1577	1224	3346	16881
A1_SLU_gr2_Scarico_114	17613	145	1224	2625	6278
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	21507	2869	612	3992	13742
A1_SLU_gr1+vento_117	22216	1729	1633	3911	20803
A1_SLU_gr2+vento_118	18321	297	1633	3190	10200
A1_SLU_gr3+vento_119	22216	3022	1020	4557	17665
A1_SLU_vento_gr1_121	18176	254	680	3446	6538
A1_SLU_vento_gr2_122	18176	254	680	3446	6538
A1_SLU_vento_gr3_123	18176	254	680	3446	6538
A1_SLU_Scalz_gr1_125	19702	907	735	2990	10128
A1_SLU_Scalz_gr2_126	17366	81	735	2574	3767
A1_SLU_Scalz_gr3_127	19702	1683	367	3378	8245
SLE_rar_gr1_Treno_113	15173	1024	844	2325	11642
SLE_rar_gr2_Scarico_114	12488	68	844	1844	4329
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	15173	1915	422	2771	9477
SLE_rar_gr1+vento_117	15646	1125	1117	2702	14257
SLE_rar_gr2+vento_118	12960	170	1117	2221	6945
SLE_rar_gr3+vento_119	15646	2017	694	3148	12092
SLE_rar_vento_gr1_121	12849	169	454	2405	4359
SLE_rar_vento_gr2_122	12849	169	454	2405	4359
SLE_rar_vento_gr3_123	12849	169	454	2405	4359

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

SLE_rar_gr4_Centrif_116	13929	1172	507	2385	6985
SLE_rar_gr4+vento_120	14401	1274	779	2762	9600
SLE_rar_vento_gr4_124	12849	169	454	2405	4359
SLE_qp_gr1+vento_145	12062	48	0	1801	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	14127	6968	1790	3491	7024
E_103y_SLV_q=1.5_158	14127	2133	5967	1074	20002
E_103z_SLV_q=1.5_159	17496	2133	1790	1074	7024
E_103x_SLD_q=1_166	13061	4694	1132	2354	4980
E_103y_SLD_q=1_167	13061	1451	3774	733	13187
E_103z_SLD_q=1_168	13941	1451	1132	733	4980

7.1.2 Combinazioni Estradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA					
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	30075	1721	1224	16082	17132
A1_SLU_gr2_Scarico_2	22198	145	1224	3666	15093
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	30075	3013	612	26033	9586
A1_SLU_gr1+vento_5	30784	1873	1633	17743	23994
A1_SLU_gr2+vento_6	22906	297	1633	5327	21955
A1_SLU_gr3+vento_7	30784	3165	1020	27694	16448
A1_SLU_vento_gr1_9	22761	254	680	5274	11437
A1_SLU_vento_gr2_10	22761	254	680	5274	11437
A1_SLU_vento_gr3_11	22761	254	680	5274	11437
A1_SLU_Scalz_gr1_13	26677	959	735	10086	10279
A1_SLU_Scalz_gr2_14	21951	81	735	3161	9056
A1_SLU_Scalz_gr3_15	26677	1734	367	16057	5751
SLE_rar_gr1_Treno_1	21316	1090	844	10395	11815
SLE_rar_gr2_Scarico_2	15884	68	844	2335	10409
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	21316	1981	422	17258	6611
SLE_rar_gr1+vento_5	21789	1191	1117	11503	16390
SLE_rar_gr2+vento_6	16356	170	1117	3442	14984

GENERAL CONTRACTOR					ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica					
	IN17	12	EI2CLVI1804001		B			

SLE_rar_gr3+vento_7	21789	2083	694	18365	11186
SLE_rar_vento_gr1_9	16245	169	454	3623	7625
SLE_rar_vento_gr2_10	16245	169	454	3623	7625
SLE_rar_vento_gr3_11	16245	169	454	3623	7625

SLE_rar_gr4_Centrif_4	18973	1212	507	11244	7089
SLE_rar_gr4+vento_8	19445	1313	779	12351	11664
SLE_rar_vento_gr4_12	16245	169	454	3623	7625

SLE_qp_gr1+vento_33	15458	48	0	2149	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	18073	8196	2120	64419	21275
E_103y_SLV_q=1.5_46	18073	2509	7068	20627	70260
E_103z_SLV_q=1.5_47	21441	2509	2120	20627	21275
E_103x_SLD_q=1_54	17007	5522	1341	43824	13558
E_103y_SLD_q=1_55	17007	1707	4470	14448	44537
E_103z_SLD_q=1_56	17887	1707	1341	14448	13558

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	26853	1605	1224	18978	16685
A1_SLU_gr2_Scarico_58	22198	145	1224	3666	15093
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	26853	2897	612	28929	9139
A1_SLU_gr1+vento_61	27562	1757	1633	20639	23547
A1_SLU_gr2+vento_62	22906	297	1633	5327	21955
A1_SLU_gr3+vento_63	27562	3049	1020	30590	16001
A1_SLU_vento_gr1_65	22761	254	680	5274	11437
A1_SLU_vento_gr2_66	22761	254	680	5274	11437
A1_SLU_vento_gr3_67	22761	254	680	5274	11437
A1_SLU_Scalz_gr1_69	24744	917	735	12038	10011
A1_SLU_Scalz_gr2_70	21951	81	735	3161	9056
A1_SLU_Scalz_gr3_71	24744	1693	367	18008	5483

SLE_rar_gr1_Treno_57	19095	1036	844	12598	11507
SLE_rar_gr2_Scarico_58	15884	68	844	2335	10409
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	19095	1928	422	19460	6303
SLE_rar_gr1+vento_61	19567	1138	1117	13705	16082
SLE_rar_gr2+vento_62	16356	170	1117	3442	14984
SLE_rar_gr3+vento_63	19567	2029	694	20568	10877

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

SLE_rar_vento_gr1_65	16245	169	454	3623	7625
SLE_rar_vento_gr2_66	16245	169	454	3623	7625
SLE_rar_vento_gr3_67	16245	169	454	3623	7625
SLE_rar_gr4_Centrif_60	17640	1180	507	12565	6904
SLE_rar_gr4+vento_64	18112	1281	779	13673	11479
SLE_rar_vento_gr4_68	16245	169	454	3623	7625
SLE_qp_gr1+vento_89	15458	48	0	2149	0
E_103x_SLV_q=1.5_101	17629	8188	2120	64938	21213
E_103y_SLV_q=1.5_102	17629	2500	7068	21145	70198
E_103z_SLV_q=1.5_103	20997	2500	2120	21145	21213
E_103x_SLD_q=1_110	16562	5513	1341	44342	13496
E_103y_SLD_q=1_111	16562	1698	4470	14966	44476
E_103z_SLD_q=1_112	17443	1698	1341	14966	13496

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA					
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	26092	1577	1224	14701	25696
A1_SLU_gr2_Scarico_114	22198	145	1224	3666	15093
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	26092	2869	612	24652	18150
A1_SLU_gr1+vento_117	26801	1729	1633	16363	32558
A1_SLU_gr2+vento_118	22906	297	1633	5327	21955
A1_SLU_gr3+vento_119	26801	3022	1020	26314	25012
A1_SLU_vento_gr1_121	22761	254	680	5274	11437
A1_SLU_vento_gr2_122	22761	254	680	5274	11437
A1_SLU_vento_gr3_123	22761	254	680	5274	11437
A1_SLU_Scalz_gr1_125	24287	907	735	9523	15418
A1_SLU_Scalz_gr2_126	21951	81	735	3161	9056
A1_SLU_Scalz_gr3_127	24287	1683	367	15493	10890
SLE_rar_gr1_Treno_113	18569	1024	844	9697	17721
SLE_rar_gr2_Scarico_114	15884	68	844	2335	10409
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	18569	1915	422	16560	12517
SLE_rar_gr1+vento_117	19042	1125	1117	10804	22296
SLE_rar_gr2+vento_118	16356	170	1117	3442	14984
SLE_rar_gr3+vento_119	19042	2017	694	17667	17092
SLE_rar_vento_gr1_121	16245	169	454	3623	7625

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI1804001	B

SLE_rar_vento_gr2_122	16245	169	454	3623	7625
SLE_rar_vento_gr3_123	16245	169	454	3623	7625
SLE_rar_gr4_Centrif_116	17325	1172	507	10825	10633
SLE_rar_gr4+vento_120	17797	1274	779	11932	15208
SLE_rar_vento_gr4_124	16245	169	454	3623	7625
SLE_qp_gr1+vento_145	15458	48	0	2149	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	17524	8186	2120	64376	22456
E_103y_SLV_q=1.5_158	17524	2498	7068	20583	71441
E_103z_SLV_q=1.5_159	20892	2498	2120	20583	22456
E_103x_SLD_q=1_166	16457	5511	1341	43780	14739
E_103y_SLD_q=1_167	16457	1696	4470	14404	45719
E_103z_SLD_q=1_168	17338	1696	1341	14404	14739

7.1.3 Combinazioni Intradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE					
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	43748	1721	1224	19523	19581
A1_SLU_gr2_Scarico_2	35871	145	1224	3955	17542
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	43748	3013	612	32059	10810
A1_SLU_gr1+vento_5	44457	1873	1633	21489	27260
A1_SLU_gr2+vento_6	36579	297	1633	5921	25220
A1_SLU_gr3+vento_7	44457	3165	1020	34024	18489
A1_SLU_vento_gr1_9	36434	254	680	5781	12798
A1_SLU_vento_gr2_10	36434	254	680	5781	12798
A1_SLU_vento_gr3_11	36434	254	680	5781	12798
A1_SLU_Scalz_gr1_13	35425	959	735	12004	11748
A1_SLU_Scalz_gr2_14	30699	81	735	3323	10525
A1_SLU_Scalz_gr3_15	35425	1734	367	19525	6486
SLE_rar_gr1_Treno_1	31444	1090	844	12575	13504
SLE_rar_gr2_Scarico_2	26012	68	844	2471	12098
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	31444	1981	422	21220	7455

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

SLE_rar_gr1+vento_5	31917	1191	1117	13885	18623
SLE_rar_gr2+vento_6	26484	170	1117	3781	17217
SLE_rar_gr3+vento_7	31917	2083	694	22531	12574
SLE_rar_vento_gr1_9	26373	169	454	3961	8532
SLE_rar_vento_gr2_10	26373	169	454	3961	8532
SLE_rar_vento_gr3_11	26373	169	454	3961	8532

SLE_rar_gr4_Centrif_4	0	0	29101	1212	507
SLE_rar_gr4+vento_8	0	0	29573	1313	779
SLE_rar_vento_gr4_12	0	0	26373	169	454

SLE_qp_gr1+vento_33	25586	48	0	2245	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	28635	10188	2718	82804	26113
E_103y_SLV_q=1.5_46	28635	3106	9059	26242	86387
E_103z_SLV_q=1.5_47	33017	3106	2718	26242	26113
E_103x_SLD_q=1_54	27248	6409	1607	55755	16506
E_103y_SLD_q=1_55	27248	1973	5357	18128	54364
E_103z_SLD_q=1_56	28392	1973	1607	18128	16506

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	40526	1605	1224	22187	19134
A1_SLU_gr2_Scarico_58	35871	145	1224	3955	17542
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	40526	2897	612	34722	10363
A1_SLU_gr1+vento_61	41235	1757	1633	24153	26813
A1_SLU_gr2+vento_62	36579	297	1633	5921	25220
A1_SLU_gr3+vento_63	41235	3049	1020	36688	18042
A1_SLU_vento_gr1_65	36434	254	680	5781	12798
A1_SLU_vento_gr2_66	36434	254	680	5781	12798
A1_SLU_vento_gr3_67	36434	254	680	5781	12798
A1_SLU_Scalz_gr1_69	33492	917	735	13872	11480
A1_SLU_Scalz_gr2_70	30699	81	735	3323	10525
A1_SLU_Scalz_gr3_71	33492	1693	367	21393	6218

SLE_rar_gr1_Treno_57	29223	1036	844	14671	13196
SLE_rar_gr2_Scarico_58	26012	68	844	2471	12098
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	29223	1928	422	23316	7147
SLE_rar_gr1+vento_61	29695	1138	1117	15981	18315

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

SLE_rar_gr2+vento_62	26484	170	1117	3781	17217
SLE_rar_gr3+vento_63	29695	2029	694	24626	12266
SLE_rar_vento_gr1_65	26373	169	454	3961	8532
SLE_rar_vento_gr2_66	26373	169	454	3961	8532
SLE_rar_vento_gr3_67	26373	169	454	3961	8532

SLE_rar_gr4_Centrif_60	27768	1180	507	14925	7917
SLE_rar_gr4+vento_64	28240	1281	779	16235	13037
SLE_rar_vento_gr4_68	26373	169	454	3961	8532

SLE_qp_gr1+vento_89	25586	48	0	2245	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_101	28191	10179	2718	83304	26051
E_103y_SLV_q=1.5_102	28191	3098	9059	26743	86325
E_103z_SLV_q=1.5_103	32572	3098	2718	26743	26051
E_103x_SLD_q=1_110	26803	6400	1607	56255	16445
E_103y_SLD_q=1_111	26803	1964	5357	18628	54303
E_103z_SLD_q=1_112	27948	1964	1607	18628	16445

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	39765	1577	1224	17856	28145
A1_SLU_gr2_Scarico_114	35871	145	1224	3955	17542
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	39765	2869	612	30391	19374
A1_SLU_gr1+vento_117	40473	1729	1633	19822	35823
A1_SLU_gr2+vento_118	36579	297	1633	5921	25220
A1_SLU_gr3+vento_119	40473	3022	1020	32357	27053
A1_SLU_vento_gr1_121	36434	254	680	5781	12798
A1_SLU_vento_gr2_122	36434	254	680	5781	12798
A1_SLU_vento_gr3_123	36434	254	680	5781	12798
A1_SLU_Scalz_gr1_125	33035	907	735	11337	16887
A1_SLU_Scalz_gr2_126	30699	81	735	3323	10525
A1_SLU_Scalz_gr3_127	33035	1683	367	18859	11624
SLE_rar_gr1_Treno_113	28697	1024	844	11745	19410
SLE_rar_gr2_Scarico_114	26012	68	844	2471	12098
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	28697	1915	422	20390	13361
SLE_rar_gr1+vento_117	29170	1125	1117	13055	24529
SLE_rar_gr2+vento_118	26484	170	1117	3781	17217

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

SLE_rar_gr3+vento_119	29170	2017	694	21700	18480
SLE_rar_vento_gr1_121	26373	169	454	3961	8532
SLE_rar_vento_gr2_122	26373	169	454	3961	8532
SLE_rar_vento_gr3_123	26373	169	454	3961	8532

SLE_rar_gr4_Centrif_116	27453	1172	507	13169	11646
SLE_rar_gr4+vento_120	27925	1274	779	14480	16765
SLE_rar_vento_gr4_124	26373	169	454	3961	8532

SLE_qp_gr1+vento_145	25586	48	0	2245	0
----------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_157	28086	10177	2718	82738	27294
E_103y_SLV_q=1.5_158	28086	3095	9059	26177	87568
E_103z_SLV_q=1.5_159	32467	3095	2718	26177	27294
E_103x_SLD_q=1_166	26698	6398	1607	55689	17687
E_103y_SLD_q=1_167	26698	1962	5357	18062	55546
E_103z_SLD_q=1_168	27843	1962	1607	18062	17687

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

8. Verifiche strutturali

Le armature di calcolo derivanti dalle verifiche di resistenza e di esercizio soddisfano le quantità minime indicate dalla normativa; si riepilogano i quantitativi per il fusto pila mentre quelli per il plinto di fondazione sono riportati al paragrafo 11.5.

elemento	arm. flessionale	staffe	c.f
fusto	344 Φ 20 interasse 20 cm ⁽¹⁾	Φ 14/15 ⁽²⁾ ⁽³⁾	7.6 cm

⁽¹⁾ è riferito alla corona esterna di armatura mentre, l'interasse della corona interna è funzione dell'allineamento con quella esterna. È comunque rispettato l'iterasse minimo.

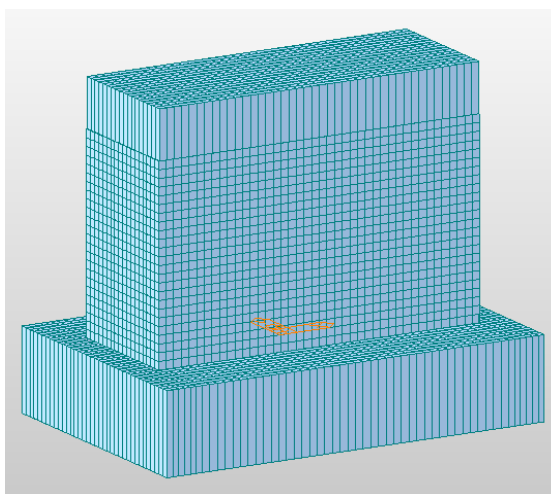
⁽²⁾ in testa e alla base del fusto pila sono presenti Φ 16/15 in sostituzione dei Φ 14/15

⁽³⁾ in direzione longitudinale sono presenti 8 bracci, mentre in direzione trasversale 4 bracci.

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.

9. Fusto pila

Determinate le sollecitazioni indotte dai carichi statici e delle azioni sismiche è possibile verificare la sezione d'incastro del fusto. A queste sollecitazioni va aggiunta un'ulteriore armatura flessionale e a taglio che assorba un effetto locale indotto dal ritiro differenziale tra il plinto ed il fusto della pila. Questa sollecitazione è stata individuata mediante un modello spaziale della fondazione, nel programma di calcolo Midas Civil.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

Le verifiche allo SLU flessionale e agli SLE di fessurazione e tensionale della sezione in oggetto vengono effettuate mediante l'ausilio del programma RC-SEC.

9.1 Modello locale per ritiro differenziale

Si richiama la *“Relazione effetti lenti”* per la descrizione del modello, delle analisi effettuate per il ritiro differenziale e del calcolo dell'armatura aggiuntiva. Nel seguito, pertanto, le verifiche a pressoflessione e a taglio sono state effettuate considerando un'armatura ridotta rispetto a quella realmente presente nel fusto della pila, eliminando cioè il quantitativo di acciaio necessario ad offrire una sufficiente resistenza nei confronti delle sollecitazioni indotte dai fenomeni termici e di ritiro differenziale. Questa riduzione è stata tenuta in conto nelle verifiche lasciando invariato il numero di barre d'armatura ed attribuendo loro un diametro equivalente diverso da quello reale.

9.2 Verifica a presso flessione

Di seguito viene riportato l'output del programma per la sezione in oggetto e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

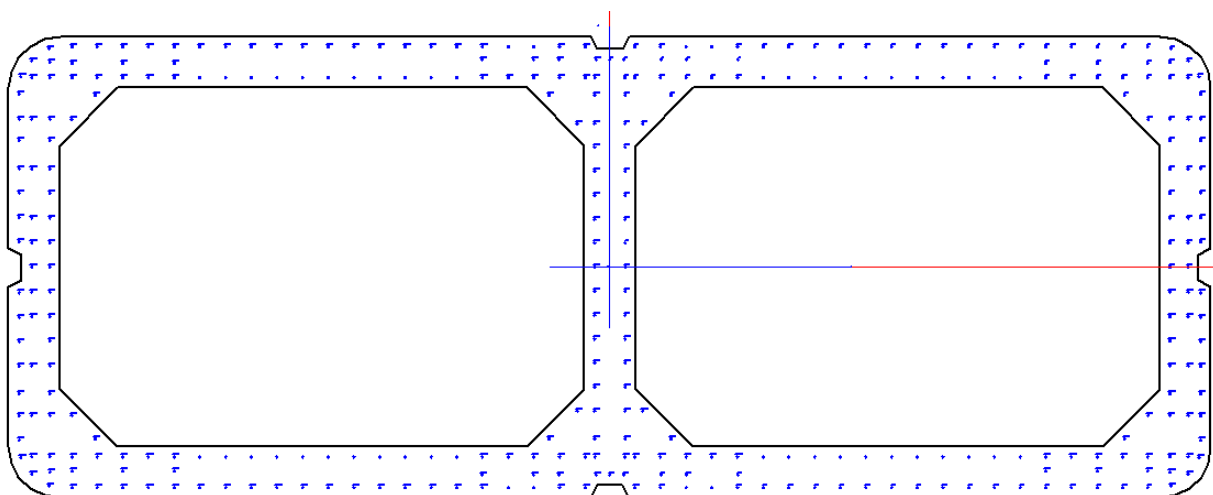


Figura 22 - Sezione implementata in RC-SEC

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.
NOME SEZIONE: PILA_7.2m_VI18_fi18.3

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit : Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C32/40
Resis. compr. di progetto fcd: 18.1 MPa
Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
Def.unit. ultima ecu: 0.0035
Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec: 33346.0 MPa
Resis. media a trazione fctm: 3.02 MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare: 17.6 MPa
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 17.6 MPa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.200 mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 12.8 MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk: 450.0 MPa
Resist. caratt. rottura ftk: 450.0 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd: 391.3 MPa
Resist. ultima di progetto ftd: 391.3 MPa
Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
Modulo Elastico Ef 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 337.50 MPa

CARATTERISTICHE DOMINI CALCESTRUZZO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	112.3	304.4
2	102.3	309.4
3	102.3	434.4
4	104.3	446.8
5	109.9	458.0
6	118.8	466.8
7	129.9	472.5
8	142.3	474.4
9	557.3	474.4

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI1804001

B

10	562.3	464.4
11	582.3	464.4
12	587.3	474.4
13	1002.3	474.4
14	1014.7	472.5
15	1025.8	466.8
16	1034.7	458.0
17	1040.3	446.8
18	1042.3	434.4
19	1042.3	309.4
20	1032.3	304.4
21	1032.3	284.4
22	1042.3	279.4
23	1042.3	154.4
24	1040.3	142.1
25	1034.7	130.9
26	1025.8	122.1
27	1014.7	116.4
28	1002.3	114.4
29	587.3	114.4
30	582.3	124.4
31	562.3	124.4
32	557.3	114.4
33	142.3	114.4
34	129.9	116.4
35	118.8	122.1
36	109.9	130.9
37	104.3	142.1
38	102.3	154.4
39	102.3	279.4
40	112.3	284.4

DOMINIO N° 2

Forma del Dominio: Poligonale vuoto
 Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	957.3	434.4
2	1002.3	389.4
3	1002.3	199.4
4	957.3	154.4
5	637.3	154.4
6	592.3	199.4
7	592.3	389.4
8	637.3	434.4

DOMINIO N° 3

Forma del Dominio: Poligonale vuoto
 Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	507.3	434.4
2	552.3	389.4
3	552.3	199.4
4	507.3	154.4
5	187.3	154.4
6	142.3	199.4

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI1804001

B

7	142.3	389.4
8	187.3	434.4

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	472.4	443.0	18.3
2	512.8	123.0	18.3
3	492.7	123.0	18.3
4	651.9	123.0	18.3
5	631.8	123.0	18.3
6	651.9	465.8	18.3
7	631.8	465.8	18.3
8	512.8	465.8	18.3
9	492.7	465.8	18.3
10	120.0	133.2	18.3
11	134.0	124.7	18.3
12	112.6	146.2	18.3
13	1024.6	133.2	18.3
14	1010.6	124.7	18.3
15	1032.0	146.2	18.3
16	120.0	455.7	18.3
17	134.0	464.2	18.3
18	112.6	442.7	18.3
19	1024.6	455.7	18.3
20	1010.6	464.2	18.3
21	1032.0	442.7	18.3
22	1033.7	274.1	18.3
23	1033.7	314.8	18.3
24	110.9	314.8	18.3
25	110.9	274.1	18.3
26	552.0	123.0	18.3
27	592.6	123.0	18.3
28	552.0	465.8	18.3
29	993.6	410.3	18.3
30	975.0	428.9	18.3
31	601.0	410.3	18.3
32	619.6	428.9	18.3
33	993.6	178.6	18.3
34	975.0	160.0	18.3
35	601.0	178.6	18.3
36	619.6	160.0	18.3
37	543.6	410.3	18.3
38	525.0	428.9	18.3
39	151.0	410.3	18.3
40	169.6	428.9	18.3
41	543.6	178.6	18.3
42	525.0	160.0	18.3
43	151.0	178.6	18.3
44	169.6	160.0	18.3
45	231.6	135.4	18.3
46	191.4	135.4	18.3
47	152.0	135.4	18.3
48	133.7	134.5	18.3
49	133.7	178.9	18.3
50	120.9	178.9	18.3
51	110.9	178.8	18.3
52	133.7	195.6	18.3

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI1804001
				B

53	110.9	195.6	18.3
54	110.9	159.4	18.3
55	133.7	146.0	18.3
56	110.9	255.5	18.3
57	110.9	236.5	18.3
58	110.9	217.5	18.3
59	120.9	146.0	18.3
60	120.9	217.7	18.3
61	120.9	256.1	18.3
62	120.9	275.2	18.3
63	133.7	217.7	18.3
64	133.7	236.9	18.3
65	133.7	256.1	18.3
66	133.7	275.2	18.3
67	561.1	145.8	18.3
68	560.9	160.4	18.3
69	560.9	182.3	18.3
70	560.9	201.0	18.3
71	560.9	219.7	18.3
72	560.9	238.4	18.3
73	560.9	257.1	18.3
74	553.0	145.8	18.3
75	532.9	145.8	18.3
76	472.6	145.8	18.3
77	231.6	145.8	18.3
78	211.5	145.8	18.3
79	191.4	145.8	18.3
80	171.3	145.8	18.3
81	152.0	145.8	18.3
82	532.9	123.0	18.3
83	472.6	123.0	18.3
84	452.5	123.0	18.3
85	432.4	123.0	18.3
86	412.4	123.0	18.3
87	392.3	123.0	18.3
88	372.2	123.0	18.3
89	352.1	123.0	18.3
90	332.0	123.0	18.3
91	311.9	123.0	18.3
92	291.8	123.0	18.3
93	271.8	123.0	18.3
94	251.7	123.0	18.3
95	231.6	123.0	18.3
96	211.5	123.0	18.3
97	191.4	123.0	18.3
98	171.3	123.0	18.3
99	152.0	123.0	18.3
100	472.4	133.0	18.3
101	512.4	133.0	18.3
102	532.3	133.0	18.3
103	561.3	133.0	18.3
104	560.9	275.8	18.3
105	231.6	453.5	18.3
106	191.4	453.5	18.3
107	152.0	453.5	18.3
108	133.7	454.4	18.3
109	133.7	409.9	18.3
110	120.9	409.9	18.3
111	110.9	410.1	18.3

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI1804001	B

112	133.7	393.3	18.3
113	110.9	393.3	18.3
114	110.9	429.4	18.3
115	133.7	442.8	18.3
116	110.9	333.4	18.3
117	110.9	352.4	18.3
118	110.9	371.4	18.3
119	121.5	442.9	18.3
120	120.9	371.2	18.3
121	120.9	332.8	18.3
122	120.9	313.6	18.3
123	120.9	294.4	18.3
124	133.7	371.2	18.3
125	133.7	352.0	18.3
126	133.7	332.8	18.3
127	133.7	313.6	18.3
128	133.7	294.4	18.3
129	561.1	443.0	18.3
130	560.9	428.5	18.3
131	560.9	406.6	18.3
132	560.9	387.9	18.3
133	560.9	369.2	18.3
134	560.9	350.5	18.3
135	560.9	331.8	18.3
136	560.9	294.4	18.3
137	553.0	443.0	18.3
138	532.9	443.0	18.3
139	512.8	443.0	18.3
140	231.6	443.0	18.3
141	211.5	443.0	18.3
142	191.4	443.0	18.3
143	171.3	443.0	18.3
144	152.0	443.0	18.3
145	532.9	465.8	18.3
146	472.6	465.8	18.3
147	452.5	465.8	18.3
148	432.4	465.8	18.3
149	412.4	465.8	18.3
150	392.3	465.8	18.3
151	372.2	465.8	18.3
152	352.1	465.8	18.3
153	332.0	465.8	18.3
154	311.9	465.8	18.3
155	291.8	465.8	18.3
156	271.8	465.8	18.3
157	251.7	465.8	18.3
158	231.6	465.8	18.3
159	211.5	465.8	18.3
160	191.4	465.8	18.3
161	171.3	465.8	18.3
162	152.0	465.8	18.3
163	472.4	455.8	18.3
164	512.4	455.8	18.3
165	532.3	455.8	18.3
166	561.3	455.8	18.3
167	560.9	313.1	18.3
168	913.0	135.4	18.3
169	953.2	135.4	18.3
170	992.6	135.4	18.3

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804001	B

171	1010.9	134.5	18.3
172	1010.9	178.9	18.3
173	1023.7	178.9	18.3
174	1033.7	178.8	18.3
175	1010.9	195.6	18.3
176	1033.7	195.6	18.3
177	1033.7	159.4	18.3
178	1010.9	146.0	18.3
179	1033.7	255.5	18.3
180	1033.7	236.5	18.3
181	1033.7	217.5	18.3
182	1024.3	146.0	18.3
183	1023.7	217.7	18.3
184	1023.7	256.1	18.3
185	1023.7	275.2	18.3
186	1010.9	217.7	18.3
187	1010.9	236.9	18.3
188	1010.9	256.1	18.3
189	1010.9	275.2	18.3
190	583.5	145.8	18.3
191	583.7	160.4	18.3
192	583.7	182.3	18.3
193	583.7	201.0	18.3
194	583.7	219.7	18.3
195	583.7	238.4	18.3
196	583.7	257.1	18.3
197	591.6	145.8	18.3
198	611.7	145.8	18.3
199	672.0	145.8	18.3
200	913.0	145.8	18.3
201	933.1	145.8	18.3
202	953.2	145.8	18.3
203	973.3	145.8	18.3
204	992.6	145.8	18.3
205	611.7	123.0	18.3
206	672.0	123.0	18.3
207	692.1	123.0	18.3
208	712.1	123.0	18.3
209	732.2	123.0	18.3
210	752.3	123.0	18.3
211	772.4	123.0	18.3
212	792.5	123.0	18.3
213	812.6	123.0	18.3
214	832.7	123.0	18.3
215	852.8	123.0	18.3
216	872.8	123.0	18.3
217	892.9	123.0	18.3
218	913.0	123.0	18.3
219	933.1	123.0	18.3
220	953.2	123.0	18.3
221	973.3	123.0	18.3
222	992.6	123.0	18.3
223	672.2	133.0	18.3
224	632.2	133.0	18.3
225	612.3	133.0	18.3
226	583.3	133.0	18.3
227	572.3	133.0	18.3
228	583.7	275.8	18.3
229	913.0	453.5	18.3

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804001	B

230	953.2	453.5	18.3
231	992.6	453.5	18.3
232	1010.9	454.4	18.3
233	1010.9	409.9	18.3
234	1023.7	409.9	18.3
235	1033.7	410.1	18.3
236	1010.9	393.3	18.3
237	1033.7	393.3	18.3
238	1033.7	429.4	18.3
239	1010.9	442.8	18.3
240	1033.7	333.4	18.3
241	1033.7	352.4	18.3
242	1033.7	371.4	18.3
243	1024.3	442.9	18.3
244	1023.7	371.2	18.3
245	1023.7	332.8	18.3
246	1023.7	313.6	18.3
247	1023.7	294.4	18.3
248	1010.9	371.2	18.3
249	1010.9	352.0	18.3
250	1010.9	332.8	18.3
251	1010.9	313.6	18.3
252	1010.9	294.4	18.3
253	583.5	443.0	18.3
254	583.7	428.5	18.3
255	583.7	406.6	18.3
256	583.7	387.9	18.3
257	583.7	369.2	18.3
258	583.7	350.5	18.3
259	583.7	331.8	18.3
260	583.7	294.4	18.3
261	591.6	443.0	18.3
262	611.7	443.0	18.3
263	672.0	443.0	18.3
264	913.0	443.0	18.3
265	933.1	443.0	18.3
266	953.2	443.0	18.3
267	973.3	443.0	18.3
268	992.6	443.0	18.3
269	592.6	465.8	18.3
270	611.7	465.8	18.3
271	672.0	465.8	18.3
272	692.1	465.8	18.3
273	712.1	465.8	18.3
274	732.2	465.8	18.3
275	752.3	465.8	18.3
276	772.4	465.8	18.3
277	792.5	465.8	18.3
278	812.6	465.8	18.3
279	832.7	465.8	18.3
280	852.8	465.8	18.3
281	872.8	465.8	18.3
282	892.9	465.8	18.3
283	913.0	465.8	18.3
284	933.1	465.8	18.3
285	953.2	465.8	18.3
286	973.3	465.8	18.3
287	992.6	465.8	18.3
288	672.2	455.8	18.3

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804001	B

289	632.2	455.8	18.3
290	612.3	455.8	18.3
291	583.3	455.8	18.3
292	572.3	455.8	18.3
293	583.7	313.1	18.3

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	140	1	11	18.3
2	263	264	11	18.3
3	77	76	11	18.3
4	199	200	11	18.3
5	1	139	1	18.3
6	262	263	2	18.3
7	76	75	2	18.3
8	198	199	2	18.3

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	30075.22	16082.23	17132.11	0.00	0.00
2	22197.78	3666.24	15092.89	0.00	0.00
3	30075.22	26033.04	9585.67	0.00	0.00
4	30783.74	17743.49	23994.31	0.00	0.00
5	22906.30	5327.50	21955.08	0.00	0.00
6	30783.74	27694.30	16447.86	0.00	0.00
7	22760.95	5273.71	11436.99	0.00	0.00
8	22760.95	5273.71	11436.99	0.00	0.00
9	22760.95	5273.71	11436.99	0.00	0.00
10	26677.16	10086.15	10279.27	0.00	0.00
11	21950.70	3160.63	9055.73	0.00	0.00
12	26677.16	16056.64	5751.40	0.00	0.00
13	26853.46	18977.97	16685.23	0.00	0.00
14	22197.78	3666.24	15092.89	0.00	0.00
15	26853.46	28928.78	9138.78	0.00	0.00
16	27561.99	20639.23	23547.42	0.00	0.00
17	22906.30	5327.50	21955.08	0.00	0.00
18	27561.99	30590.04	16000.97	0.00	0.00
19	22760.95	5273.71	11436.99	0.00	0.00
20	22760.95	5273.71	11436.99	0.00	0.00
21	22760.95	5273.71	11436.99	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

22	24744.11	12037.93	10011.14	0.00	0.00
23	21950.70	3160.63	9055.73	0.00	0.00
24	24744.11	18008.42	5483.27	0.00	0.00
25	26092.03	14701.50	25695.97	0.00	0.00
26	22197.78	3666.24	15092.89	0.00	0.00
27	26092.03	24652.30	18149.52	0.00	0.00
28	26800.55	16362.76	32558.16	0.00	0.00
29	22906.30	5327.50	21955.08	0.00	0.00
30	26800.55	26313.56	25011.72	0.00	0.00
31	22760.95	5273.71	11436.99	0.00	0.00
32	22760.95	5273.71	11436.99	0.00	0.00
33	22760.95	5273.71	11436.99	0.00	0.00
34	24287.25	9522.71	15417.58	0.00	0.00
35	21950.70	3160.63	9055.73	0.00	0.00
36	24287.25	15493.19	10889.71	0.00	0.00
37	18072.93	64419.41	21274.85	0.00	0.00
38	18072.93	20626.65	70259.86	0.00	0.00
39	21441.11	20626.65	21274.85	0.00	0.00
40	17628.55	64937.56	21213.21	0.00	0.00
41	17628.55	21144.80	70198.22	0.00	0.00
42	20996.73	21144.80	21213.21	0.00	0.00
43	17523.53	64375.77	22456.07	0.00	0.00
44	17523.53	20583.01	71441.08	0.00	0.00
45	20891.70	20583.01	22456.07	0.00	0.00

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

- N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	21316.40	10395.34	11815.25
2	15883.69	2334.57	10408.89
3	21316.40	17257.96	6610.80
4	21788.75	11502.85	16390.05
5	16356.04	3442.07	14983.69
6	21788.75	18365.47	11185.60
7	16244.94	3622.89	7624.66
8	16244.94	3622.89	7624.66
9	16244.94	3622.89	7624.66
10	19094.50	12597.70	11507.05
11	15883.69	2334.57	10408.89
12	19094.50	19460.33	6302.61
13	19566.85	13705.21	16081.85
14	16356.04	3442.07	14983.69
15	19566.85	20567.84	10877.40
16	16244.94	3622.89	7624.66
17	16244.94	3622.89	7624.66
18	16244.94	3622.89	7624.66
19	18569.38	9696.93	17721.36
20	15883.69	2334.57	10408.89
21	18569.38	16559.56	12516.91
22	19041.73	10804.44	22296.15
23	16356.04	3442.07	14983.69
24	19041.73	17667.07	17091.71

GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA		
			
	Progetto	Lotto	Codifica
	IN17	12	EI2CLVI1804001
			B

25	16244.94	3622.89	7624.66
26	16244.94	3622.89	7624.66
27	16244.94	3622.89	7624.66
28	17006.68	43823.98	13558.13
29	17006.68	14448.02	44537.47
30	17886.93	14448.02	13558.13
31	16562.30	44342.13	13496.49
32	16562.30	14966.17	44475.83
33	17442.55	14966.17	13496.49
34	16457.28	43780.34	14739.35
35	16457.28	14404.38	45718.69
36	17337.53	14404.38	14739.35

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

- N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	18972.92	11243.92 (0.00)	7089.15 (0.00)
2	19445.27	12351.42 (0.00)	11663.95 (0.00)
3	16244.94	3622.89 (0.00)	7624.66 (0.00)
4	17639.78	12565.33 (0.00)	6904.23 (0.00)
5	18112.13	13672.84 (0.00)	11479.03 (0.00)
6	16244.94	3622.89 (0.00)	7624.66 (0.00)
7	17324.70	10824.87 (0.00)	10632.81 (0.00)
8	17797.05	11932.38 (892795.61)	15207.61 (1137852.42)
9	16244.94	3622.89 (0.00)	7624.66 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

- N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	15457.69	2148.54 (0.00)	0.00 (0.00)
2	15457.69	2148.54 (0.00)	0.00 (0.00)
3	15457.69	2148.54 (0.00)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.9 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804001	B

My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	30075.22	16082.23	17132.11	30074.94	102045.63	109210.86	6.36	904.8(343.3)
2	S	22197.78	3666.24	15092.89	22197.75	51916.53	211248.07	14.01	904.8(343.3)
3	S	30075.22	26033.04	9585.67	30075.32	106677.20	39378.24	4.10	904.8(343.3)
4	S	30783.74	17743.49	23994.31	30783.71	99069.31	134809.99	5.61	904.8(343.3)
5	S	22906.30	5327.50	21955.08	22906.34	52091.78	213141.78	9.71	904.8(343.3)
6	S	30783.74	27694.30	16447.86	30783.73	106695.55	63461.40	3.85	904.8(343.3)
7	S	22760.95	5273.71	11436.99	22760.72	78359.66	168967.60	14.79	904.8(343.3)
8	S	22760.95	5273.71	11436.99	22760.72	78359.66	168967.60	14.79	904.8(343.3)
9	S	22760.95	5273.71	11436.99	22760.72	78359.66	168967.60	14.79	904.8(343.3)
10	S	26677.16	10086.15	10279.27	26677.32	98087.38	100096.15	9.73	904.8(343.3)
11	S	21950.70	3160.63	9055.73	21950.71	66068.61	190573.08	21.03	904.8(343.3)
12	S	26677.16	16056.64	5751.40	26677.29	101647.90	36431.17	6.33	904.8(343.3)
13	S	26853.46	18977.97	16685.23	26853.40	99361.99	87684.82	5.24	904.8(343.3)
14	S	22197.78	3666.24	15092.89	22197.75	51916.53	211248.07	14.01	904.8(343.3)
15	S	26853.46	28928.78	9138.78	26853.46	102048.36	31954.97	3.52	904.8(343.3)
16	S	27561.99	20639.23	23547.42	27562.13	98100.02	112315.17	4.76	904.8(343.3)
17	S	22906.30	5327.50	21955.08	22906.34	52091.78	213141.78	9.71	904.8(343.3)
18	S	27561.99	30590.04	16000.97	27561.83	102375.71	53052.57	3.34	904.8(343.3)
19	S	22760.95	5273.71	11436.99	22760.72	78359.66	168967.60	14.79	904.8(343.3)
20	S	22760.95	5273.71	11436.99	22760.72	78359.66	168967.60	14.79	904.8(343.3)
21	S	22760.95	5273.71	11436.99	22760.72	78359.66	168967.60	14.79	904.8(343.3)
22	S	24744.11	12037.93	10011.14	24743.95	96687.08	80783.60	8.05	904.8(343.3)
23	S	21950.70	3160.63	9055.73	21950.71	66068.61	190573.08	21.03	904.8(343.3)
24	S	24744.11	18008.42	5483.27	24744.39	98895.13	30260.12	5.49	904.8(343.3)
25	S	26092.03	14701.50	25695.97	26091.79	88370.50	153270.22	5.98	904.8(343.3)
26	S	22197.78	3666.24	15092.89	22197.75	51916.53	211248.07	14.01	904.8(343.3)
27	S	26092.03	24652.30	18149.52	26092.19	99142.11	73577.51	4.03	904.8(343.3)
28	S	26800.55	16362.76	32558.16	26800.30	84916.92	167729.06	5.16	904.8(343.3)
29	S	22906.30	5327.50	21955.08	22906.34	52091.78	213141.78	9.71	904.8(343.3)
30	S	26800.55	26313.56	25011.72	26800.45	98801.41	93969.14	3.76	904.8(343.3)
31	S	22760.95	5273.71	11436.99	22760.72	78359.66	168967.60	14.79	904.8(343.3)
32	S	22760.95	5273.71	11436.99	22760.72	78359.66	168967.60	14.79	904.8(343.3)
33	S	22760.95	5273.71	11436.99	22760.72	78359.66	168967.60	14.79	904.8(343.3)
34	S	24287.25	9522.71	15417.58	24287.27	88355.14	142868.35	9.27	904.8(343.3)
35	S	21950.70	3160.63	9055.73	21950.71	66068.61	190573.08	21.03	904.8(343.3)
36	S	24287.25	15493.19	10889.71	24287.20	96752.94	67410.72	6.23	904.8(343.3)
37	S	18072.93	64419.41	21274.85	18072.86	88663.14	29152.18	1.38	904.8(343.3)
38	S	18072.93	20626.65	70259.86	18072.73	56314.29	192670.10	2.74	904.8(343.3)
39	S	21441.11	20626.65	21274.85	21440.91	90787.98	94032.53	4.41	904.8(343.3)
40	S	17628.55	64937.56	21213.21	17628.63	87978.47	28945.57	1.36	904.8(343.3)
41	S	17628.55	21144.80	70198.22	17628.74	56523.69	190919.10	2.72	904.8(343.3)
42	S	20996.73	21144.80	21213.21	20996.58	90304.05	91487.21	4.29	904.8(343.3)
43	S	17523.53	64375.77	22456.07	17523.54	87781.41	30284.82	1.36	904.8(343.3)
44	S	17523.53	20583.01	71441.08	17523.42	55689.40	191721.03	2.69	904.8(343.3)
45	S	20891.70	20583.01	22456.07	20891.60	89669.74	97745.22	4.35	904.8(343.3)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
 Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804001	B

Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	1002.3	474.4	0.00318	1010.6	464.2	-0.01216	134.0	124.7
2	0.00350	1025.8	466.8	0.00337	1024.6	455.7	-0.00869	120.0	133.2
3	0.00350	1002.3	474.4	0.00287	992.6	465.8	-0.02314	152.0	123.0
4	0.00350	1014.7	472.5	0.00328	1010.6	464.2	-0.00932	134.0	124.7
5	0.00350	1025.8	466.8	0.00337	1024.6	455.7	-0.00856	120.0	133.2
6	0.00350	1002.3	474.4	0.00299	992.6	465.8	-0.01864	152.0	123.0
7	0.00350	1014.7	472.5	0.00333	1010.6	464.2	-0.00830	134.0	124.7
8	0.00350	1014.7	472.5	0.00333	1010.6	464.2	-0.00830	134.0	124.7
9	0.00350	1014.7	472.5	0.00333	1010.6	464.2	-0.00830	134.0	124.7
10	0.00350	1002.3	474.4	0.00311	1010.6	464.2	-0.01434	134.0	124.7
11	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1010.6	464.2	-0.00819	134.0	124.7
12	0.00350	1002.3	474.4	0.00282	992.6	465.8	-0.02509	152.0	123.0
13	0.00350	1002.3	474.4	0.00306	992.6	465.8	-0.01616	152.0	123.0
14	0.00350	1025.8	466.8	0.00337	1024.6	455.7	-0.00869	120.0	133.2
15	0.00350	1002.3	474.4	0.00280	992.6	465.8	-0.02588	152.0	123.0
16	0.00350	1002.3	474.4	0.00318	1010.6	464.2	-0.01238	134.0	124.7
17	0.00350	1025.8	466.8	0.00337	1024.6	455.7	-0.00856	120.0	133.2
18	0.00350	1002.3	474.4	0.00291	992.6	465.8	-0.02166	152.0	123.0
19	0.00350	1014.7	472.5	0.00333	1010.6	464.2	-0.00830	134.0	124.7
20	0.00350	1014.7	472.5	0.00333	1010.6	464.2	-0.00830	134.0	124.7
21	0.00350	1014.7	472.5	0.00333	1010.6	464.2	-0.00830	134.0	124.7
22	0.00350	1002.3	474.4	0.00301	992.6	465.8	-0.01795	152.0	123.0
23	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1010.6	464.2	-0.00819	134.0	124.7
24	0.00350	1002.3	474.4	0.00277	992.6	465.8	-0.02711	152.0	123.0
25	0.00350	1014.7	472.5	0.00331	1010.6	464.2	-0.00866	134.0	124.7
26	0.00350	1025.8	466.8	0.00337	1024.6	455.7	-0.00869	120.0	133.2
27	0.00350	1002.3	474.4	0.00299	992.6	465.8	-0.01867	152.0	123.0
28	0.00350	1014.7	472.5	0.00333	1010.6	464.2	-0.00782	134.0	124.7
29	0.00350	1025.8	466.8	0.00337	1024.6	455.7	-0.00856	120.0	133.2
30	0.00350	1002.3	474.4	0.00308	992.6	465.8	-0.01521	152.0	123.0
31	0.00350	1014.7	472.5	0.00333	1010.6	464.2	-0.00830	134.0	124.7
32	0.00350	1014.7	472.5	0.00333	1010.6	464.2	-0.00830	134.0	124.7
33	0.00350	1014.7	472.5	0.00333	1010.6	464.2	-0.00830	134.0	124.7
34	0.00350	1014.7	472.5	0.00328	1010.6	464.2	-0.00965	134.0	124.7
35	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1010.6	464.2	-0.00819	134.0	124.7
36	0.00350	1002.3	474.4	0.00295	992.6	465.8	-0.02039	152.0	123.0
37	0.00350	1002.3	474.4	0.00268	992.6	465.8	-0.03059	152.0	123.0
38	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1024.6	455.7	-0.00918	120.0	133.2
39	0.00350	1002.3	474.4	0.00304	992.6	465.8	-0.01686	152.0	123.0
40	0.00350	1002.3	474.4	0.00268	992.6	465.8	-0.03088	152.0	123.0
41	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1024.6	455.7	-0.00925	120.0	133.2
42	0.00350	1002.3	474.4	0.00303	992.6	465.8	-0.01742	152.0	123.0
43	0.00350	1002.3	474.4	0.00269	992.6	465.8	-0.03059	152.0	123.0
44	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1024.6	455.7	-0.00931	120.0	133.2
45	0.00350	1002.3	474.4	0.00306	992.6	465.8	-0.01640	152.0	123.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804001	B

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.00004020	0.000034784	-0.017031972	----	----
2	0.00009609	0.000010451	-0.011236071	----	----
3	0.000001880	0.000071250	-0.032187969	----	----
4	0.000004731	0.000024879	-0.013055336	----	----
5	0.000009508	0.000010336	-0.011078564	----	----
6	0.000002686	0.000056498	-0.025997228	----	----
7	0.000006668	0.000017040	-0.011316700	----	----
8	0.000006668	0.000017040	-0.011316700	----	----
9	0.000006668	0.000017040	-0.011316700	----	----
10	0.000003860	0.000041421	-0.020021174	----	----
11	0.000008049	0.000013194	-0.010915524	----	----
12	0.000001821	0.000076964	-0.034840189	----	----
13	0.000003487	0.000047517	-0.022538712	----	----
14	0.000009609	0.000010451	-0.011236071	----	----
15	0.000001645	0.000079619	-0.035923884	----	----
16	0.000004207	0.000034969	-0.017306981	----	----
17	0.000009508	0.000010336	-0.011078564	----	----
18	0.000002400	0.000065786	-0.030117437	----	----
19	0.000006668	0.000017040	-0.011316700	----	----
20	0.000006668	0.000017040	-0.011316700	----	----
21	0.000006668	0.000017040	-0.011316700	----	----
22	0.000003339	0.000052958	-0.024971802	----	----
23	0.000008049	0.000013194	-0.010915524	----	----
24	0.000001618	0.000083183	-0.037586896	----	----
25	0.000005631	0.000020691	-0.011989651	----	----
26	0.000009609	0.000010451	-0.011236071	----	----
27	0.000003085	0.000055637	-0.025988637	----	----
28	0.000006068	0.000017190	-0.010778555	----	----
29	0.000009508	0.000010336	-0.011078564	----	----
30	0.000003674	0.000044357	-0.021227174	----	----
31	0.000006668	0.000017040	-0.011316700	----	----
32	0.000006668	0.000017040	-0.011316700	----	----
33	0.000006668	0.000017040	-0.011316700	----	----
34	0.000005435	0.000024047	-0.013376720	----	----
35	0.000008049	0.000013194	-0.010915524	----	----
36	0.000002933	0.000060880	-0.028324229	----	----
37	0.000001702	0.000092897	-0.042280179	----	----
38	0.000009472	0.000012282	-0.011949338	----	----
39	0.000003860	0.000048590	-0.023422337	----	----
40	0.000001701	0.000093733	-0.042676330	----	----
41	0.000009481	0.000012474	-0.012048214	----	----
42	0.000003795	0.000050338	-0.024185799	----	----
43	0.000001764	0.000092750	-0.042272559	----	----
44	0.000009604	0.000012324	-0.012104492	----	----
45	0.000004009	0.000046929	-0.022783361	----	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804001	B

As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.86	1014.7	472.5	7.7	134.0	124.7	---	---
2	S	1.81	1025.8	466.8	10.3	120.0	133.2	---	---
3	S	3.16	1002.3	474.4	3.6	152.0	123.0	---	---
4	S	3.15	1014.7	472.5	4.5	134.0	124.7	---	---
5	S	2.10	1025.8	466.8	7.1	120.0	133.2	---	---
6	S	3.44	1002.3	474.4	0.4	134.0	124.7	0	0.0
7	S	1.82	1014.7	472.5	11.0	134.0	124.7	---	---
8	S	1.82	1014.7	472.5	11.0	134.0	124.7	---	---
9	S	1.82	1014.7	472.5	11.0	134.0	124.7	---	---
10	S	2.83	1014.7	472.5	3.0	134.0	124.7	---	---
11	S	1.81	1025.8	466.8	10.3	120.0	133.2	---	---
12	S	3.14	1002.3	474.4	-1.2	152.0	123.0	384	5.3
13	S	3.12	1014.7	472.5	-0.2	134.0	124.7	211	2.6
14	S	2.10	1025.8	466.8	7.1	120.0	133.2	---	---
15	S	3.45	1002.3	474.4	-5.1	134.0	124.7	1233	13.2
16	S	1.82	1014.7	472.5	11.0	134.0	124.7	---	---
17	S	1.82	1014.7	472.5	11.0	134.0	124.7	---	---
18	S	1.82	1014.7	472.5	11.0	134.0	124.7	---	---
19	S	2.82	1014.7	472.5	1.8	134.0	124.7	---	---
20	S	1.81	1025.8	466.8	10.3	120.0	133.2	---	---
21	S	3.12	1014.7	472.5	-2.4	134.0	124.7	416	5.3
22	S	3.11	1014.7	472.5	-1.4	134.0	124.7	203	2.6
23	S	2.10	1025.8	466.8	7.1	120.0	133.2	---	---
24	S	3.44	1014.7	472.5	-6.6	134.0	124.7	1658	15.8
25	S	1.82	1014.7	472.5	11.0	134.0	124.7	---	---
26	S	1.82	1014.7	472.5	11.0	134.0	124.7	---	---
27	S	1.82	1014.7	472.5	11.0	134.0	124.7	---	---
28	S	6.71	1002.3	474.4	-173.7	152.0	123.0	40593	331.4
29	S	4.68	1025.8	466.8	-39.4	120.0	133.2	10326	92.1
30	S	2.95	1014.7	472.5	-1.6	134.0	124.7	216	2.6
31	S	6.77	1002.3	474.4	-183.2	152.0	123.0	41122	336.7
32	S	4.75	1025.8	466.8	-42.9	120.0	133.2	10632	92.1
33	S	2.95	1014.7	472.5	-2.7	134.0	124.7	480	5.3
34	S	6.80	1002.3	474.4	-181.4	152.0	123.0	40549	331.4
35	S	4.77	1025.8	466.8	-44.1	120.0	133.2	10733	92.1
36	S	2.95	1014.7	472.5	-3.0	134.0	124.7	528	5.3

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= (e1 + e2)/(2*e1) [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804001	B

1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	0.000	.0	79	0.00000 (0.00000)	0	0.003 (990.00)	1408424.30	857809.29
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
12	S	-0.00001	0.00000	0.742	18.3	77	0.00000 (0.00000)	599	0.002 (990.00)	393783.27	127534.44
13	S	0.00000	0.00000	0.569	18.3	79	0.00000 (0.00000)	552	0.000 (990.00)	665703.83	781144.48
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
15	S	-0.00003	0.00000	0.833	18.3	79	0.00002 (0.00002)	754	0.012 (990.00)	172057.67	90993.52
16	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
17	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
18	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
19	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
20	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
21	S	-0.00002	0.00000	0.833	18.3	79	0.00001 (0.00001)	677	0.005 (990.00)	238842.93	180534.72
22	S	-0.00001	0.00000	0.833	18.3	79	0.00000 (0.00000)	669	0.003 (990.00)	249152.72	514154.03
23	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
24	S	-0.00004	0.00000	0.833	18.3	79	0.00002 (0.00002)	812	0.016 (990.00)	125503.85	121416.59
25	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
26	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
27	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
28	S	-0.00090	0.00000	0.833	18.3	77	0.00052 (0.00052)	896	0.467 (990.00)	56482.89	17474.50
29	S	-0.00020	0.00000	0.833	18.3	79	0.00012 (0.00012)	849	0.100 (990.00)	31098.55	95864.40
30	S	-0.00001	0.00000	0.817	18.3	79	0.00000 (0.00000)	686	0.003 (990.00)	289035.94	271233.49
31	S	-0.00095	0.00000	0.833	18.3	77	0.00055 (0.00055)	895	0.492 (990.00)	55494.07	16890.83
32	S	-0.00022	0.00000	0.833	18.3	79	0.00013 (0.00013)	866	0.111 (990.00)	30719.88	91292.03
33	S	-0.00002	0.00000	0.833	18.3	79	0.00001 (0.00001)	740	0.006 (990.00)	205037.96	184903.20
34	S	-0.00094	0.00000	0.833	18.3	77	0.00054 (0.00054)	896	0.487 (990.00)	54490.36	18345.05
35	S	-0.00023	0.00000	0.833	18.3	79	0.00013 (0.00013)	871	0.115 (990.00)	29218.36	92737.42
36	S	-0.00002	0.00000	0.833	18.3	79	0.00001 (0.00001)	788	0.007 (990.00)	184712.02	189007.45

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.56	1002.3	474.4	6.7	134.0	124.7	---	---
2	S	2.85	1014.7	472.5	3.6	134.0	124.7	---	---
3	S	1.82	1014.7	472.5	11.0	134.0	124.7	---	---
4	S	2.54	1002.3	474.4	3.9	134.0	124.7	---	---
5	S	2.83	1014.7	472.5	0.8	134.0	124.7	---	---
6	S	1.82	1014.7	472.5	11.0	134.0	124.7	---	---
7	S	2.53	1014.7	472.5	3.2	134.0	124.7	---	---
8	S	2.82	1014.7	472.5	0.1	134.0	124.7	0	0.0
9	S	1.82	1014.7	472.5	11.0	134.0	124.7	---	---

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804001	B

4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	0.833	18.3	79			0.00001 (0.00001)	0	0.002 (0.20)	892795.611137852.42
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.36	142.3	474.4	15.9	992.6	123.0	---	---
2	S	1.36	142.3	474.4	15.9	992.6	123.0	---	---
3	S	1.36	142.3	474.4	15.9	992.6	123.0	---	---

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

9.3 Verifica a taglio

La verifica SLU a taglio viene invece effettuata mediante calcolo diretto distintamente per le due direzioni.

In accorso al §7.9.5 delle NTC2008, le sollecitazioni di progetto sono state assunte pari al valore minimo tra:

- Taglio calcolato sulla base della gerarchia delle resistenze;
- Taglio ricavato moltiplicando il valore derivante dall'analisi per il fattore di struttura q e per un fattore di sicurezza addizionale γ_{bd1} pari a 1.25

Il valore resistente a taglio della sezione si determina secondo le indicazioni del §4.1.2.1.3.2

[1]:

$$V_{Rcd} = \min(V_{Rcd} ; V_{Rsd})$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta)$$

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

in cui

d altezza utile della sezione

b_w larghezza minima della sezione

A_{sw} area dell'armatura trasversale

s interasse tra due armature trasversali consecutive

θ inclinazione delle bielle di calcestruzzo (posto pari a 45°)

α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento

f_{cd}' resistenza a compressione ridotta (pari a 0,5 f_{cd})

α_{cv} coefficiente maggiorativo che tiene conto della compressione (posto cautelativamente pari a 1)

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI1804001				B

Calcolo del taglio agente – Direzione Longitudinale

H_{pila}	7.20	m	Altezza fusto pila
M_{Rd,inf_long}	88036	kNm	Momento resistente della sezione di base della pila
M_{E,i_long}	64419.41	kNm	Momento sollecitante alla base della pila
γ_{Rd}	1		Fattore di sovrarresistenza (§7.9.5.1 NTC2008)
$V_{E,i,long}$	8196	kN	Azione di taglio di calcolo base pila - Comb. Sismica di progetto
$V_{gr,0}$	11201	kN	Valore del taglio di progetto per la gerarchia delle resistenze $V_{gr0}=\min(V_{ed} \gamma_{rd} M_{rd}/M_{ed}; V_{ed} q)$
$V_{E,i,long}/V_{gr,c}$	0.732	-	
γ_{Rd}	1.15	-	Fattore di sovrarresistenza aggiuntivo (§7.9.5.2.2 NTC2008)
$V_{gr,i,long}$	12908	kN	Sollecitazione di taglio

Direzione Longitudinale				
altezza della sezione		h	3600	mm
copriferro netto		c netto	60	mm
copriferro al baricentro dell'armatura long		c'	86	mm
larghezza dell'anima resistente		bw	1000	mm
altezza utile della sezione		d	3514	mm
area della sezione di calcestruzzo		Ac	2909592	mm ²
diametro delle barre longitudinali		\varnothing_{bl}	20	mm
diametro delle staffe		\varnothing_{st}	12.8	mm
passo delle staffe		sst	150.0	mm
numero di bracci delle staffe		n _{bw}	8.0	
inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali)		α	90	°
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse longitudinale		ϑ	33	°
taglio resistente relativo alle armature tese	VR _{sd}		13092	KN
taglio resistente relativo alle bielle compressive	VR _{cd}		13092	KN
taglio resistente di calcolo	VR _d		13092	KN
taglio agente sul pannello	VE _d		12908	KN
	C.S.		0.99	<1

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI1804001

B

Direzione Trasversale				
altezza della sezione	h	9400	mm	
copriferro netto	c netto	60	mm	
copriferro al baricentro dell'armatura long	c'	86	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	800	mm	
altezza utile della sezione	d	9314	mm	
area della sezione di calcestruzzo	Ac	5849192	mm ²	
diámetro delle barre longitudinali	Øbl	20	mm	
diámetro delle staffe	Øst	11.2	mm	
passo delle staffe	sst	150.0	mm	
numero di bracci delle staffe	nbw	4.0		
inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali)	α	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse delle staffe	ϑ	22	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	VRsd	21206	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compresse	VRcd	21206	KN	
taglio resistente di calcolo	VRd	21206	KN	
taglio agente sul pannello	VEd	7068	KN	
	C.S.	0.33	<1	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

9.4 Verifica minimi di armatura

Secondo quanto prescritto dalle NTC 2008 e dal “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” i quantitativi minimi di armatura da rispettare sono:

- *L'area dell'armatura longitudinale dovrà essere non inferiore allo 0,6% dell'area della sezione effettiva del calcestruzzo. Questa prescrizione non si applica ai tratti di pile che, per motivi idraulici, sono realizzati a sezione piena; per queste, fatte salve le esigenze di calcolo, si manterrà l'armatura corrispondente alla sezione del tratto cavo immediatamente superiore;*
- *Le barre di armatura longitudinale non dovranno distare fra loro più di 300 mm compatibilmente con i limiti forniti nella Tab. 2.5.2.2.6-1;*

Diametro delle barre [mm]	Massimo interasse delle barre [mm]
32	300
24	250
20	200

Tab. 2.5.2.2.6-1 – Diametri e relativi interassi massimi delle barre

- *Non è ammesso l'impiego di staffe elicoidali (spiral);*
- *Non è consentito congiungere tra loro i bracci delle staffe per sovrapposizione. Le staffe devono essere chiuse risvoltando i bracci nel nucleo di calcestruzzo mediante la piegatura dei ferri di 135° verso l'interno e per una lunghezza non inferiore a 10 volte il diametro della staffa;*
- *Nella zona di spiccato delle pile e in quella di sommità delle pile a telaio, per un tratto di lunghezza non inferiore a 3 metri non è consentito operare alcun tipo di giunzione delle armature verticali; al di fuori di tale tratto è consentito congiungere, in modo graduale, le barre verticali mediante sovrapposizione o altro. In particolare, le giunzioni devono essere effettuate in modo da interessare non più di 1/3 delle barre longitudinali presenti nella generica sezione, sfalsando due riprese di armatura successive di almeno 40 diametri in senso verticale;*
- *L'interasse delle armature trasversali s non deve essere superiore a 10 volte il diametro delle barre longitudinali, né a 1/5 del diametro del nucleo della sezione interna alle stesse;*
- *Nelle pile a sezione cava dovranno prevedersi spille di collegamento fra le armature longitudinali in numero di almeno 6 a metro quadro;*

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

- Nel caso in cui il fattore di struttura “q” sia minore o uguale ad 1,5 l’armatura di confinamento delle pile si devono rispettare le limitazioni sulla percentuale meccanica:

Sezioni rettangolari piene o cave

In entrambe le direzioni parallele ai lati della sezione deve verificarsi che:

$$\omega_{wd,r} = \frac{A_{sw}}{s \cdot b} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \geq \zeta$$

Dove:

A_{sw} = Area totale delle staffe e/o delle spille in una direzione di confinamento;

b = Dimensione del nucleo di calcestruzzo confinato perpendicolare alla direzione del confinamento, misurata fra i bracci delle armature più esterne;

s = Interasse verticale delle staffe.

$\zeta = 0,07$ per le zone classificate sismiche con $a_g(SLV) \geq 0,35 g$

$\zeta = 0,05$ per le zone classificate sismiche con $a_g(SLV) \geq 0,25 g$

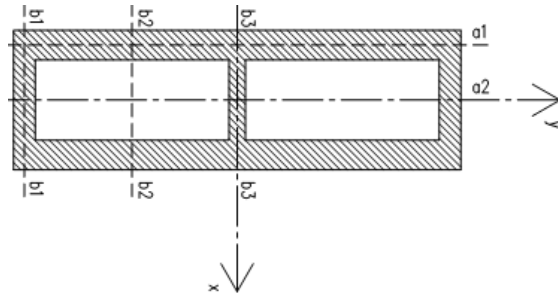
$\zeta = 0,04$ per le zone classificate sismiche con $a_g(SLV) \geq 0,15 g$

$\zeta = 0,03$ per le zone classificate sismiche con $a_g(SLV) < 0,15 g$

minimi per armatura flessionale			
numero di ferri longitudinali	n	344	
diametro del ferro longitudinale	f_i	20	mm
passo massimo longitudinale	p	20	cm
area dell'armatura longitudinale	A_s	108070.7873	mm ²
area di calcestruzzo (non riempito)	A_c	11452700	mm ³
		0.94%	>0.6%
minimi per armatura trasversale			
diametro minimo armatura a taglio	f_i	8	mm
dimensione (diametro) del nucleo	d	4000	mm
interasse massimo staffe	s	200	mm

Verifica a confinamento

$$\omega_{wd,r} = \frac{A_{sw}}{s \cdot b} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \geq \zeta$$

Sez. **b1-b1**

Confinamento lungo la direzione long. del viadotto (direzione x)

	d	A	n°
sp	10	78.5	8
st	16	200.96	10

Asw 2637.6 mm²

s 150 mm

 $\omega_{wd,r} = 0.108$ ok

b 3500 mm

fyd 391 Mpa

fcd 18.13 Mpa

 ζ 0.04Sez. **a1-a1**

Confinamento lungo la direzione trasv. del viadotto (direzione y)

	d	A	n°
sp	10	78.5	20
st	16	200.96	10

Asw 3579.6 mm²

s 150 mm

 $\omega_{wd,r} = 0.057$ ok

b 9100 mm

fyd 391 Mpa

fcd 18.13 Mpa

 ζ 0.04Sez. **b2-b2**

Confinamento lungo la direzione long. del viadotto (direzione x)

	d	A	n°
sp	10	78.5	0
st	16	200.96	4

Asw 803.84 mm²

s 150 mm

 $\omega_{wd,r} = 0.144$ ok

b 800 mm

fyd 391 Mpa

fcd 18.13 Mpa

 ζ 0.04Sez. **a2-a2**

Confinamento lungo la direzione trasv. del viadotto (direzione y)

	d	A	n°
sp	10	78.5	0
st	16	200.96	6

Asw 1205.76 mm²

s 150 mm

 $\omega_{wd,r} = 0.144$ ok

b 1200 mm

fyd 391 Mpa

fcd 18.13 Mpa

 ζ 0.04Sez. **b3-b3**

Confinamento lungo la direzione long. del viadotto (direzione x)

	d	A	n°
sp	10	78.5	8
st	16	200.96	8

Asw 2235.68 mm²

s 150 mm

 $\omega_{wd,r} = 0.092$ ok

b 3500 mm

fyd 391 Mpa

fcd 18.13 Mpa

 ζ 0.04

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

9.5 Verifica deformabilità

Lo spostamento della singola campata soggetta, convenzionalmente, alle sole azioni di frenatura di 2 modelli di carico LM71, per doppio binario, non vede superare i 5 mm, come prescritto nell'Allegato 3 del "Manuale di Progettazione delle Opere Civili"

forza massima di frenatura	Ff	1100.0	kN
altezza pila estradosso appoggi	h	7.7	m
rigidezza flessionale longitudinale	J	22.3	m4
modulo elastico	E	33345.8	MPa
spostamento in testa pila	D	0.23	mm

9.6 Determinazione spostamenti

Per l'identificazione dell'escursione dei giunti tra le testate di due travi adiacenti si richiama il "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" al capitolo 2.5.2.1.5.3 il quale fa riferimento allo spostamento longitudinale E_L identificabile come il contributo di una dilatazione termica, più un contributo indotto dall'azione sismica sulle fondazioni e sulle pile:

$$E_L = k_1 \cdot (E_1 + E_2 + E_3) = k_1 \cdot (2 \cdot D_t + 4 \cdot d_{Ed} \cdot k_2 + 2 \cdot d_{eg})$$

dove:

- E_1 = spostamento dovuto alla variazione termica uniforme;
- E_2 = spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica;
- E_3 = spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni di strutture non collegate;
- k_1 = 0,45 coefficiente che tiene conto della non contemporaneità dei valori massimi corrispondenti a ciascun evento singolo;
- k_2 = 0,55 coefficiente legato alla probabilità di moto in controfase di due pile adiacenti;

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI1804001

B

spostamento longitudinale indotto dal moto relativo delle pile

categoria di terreno

C

periodo inizio tratto velocità costante

TC

0.452

s

periodo tratto a spostamento costante

TD

2.495

s

coef. categoria e topografia terreno

S

1.373

accelerazione orizzontale max al sito

ag

0.224

g

periodo di vibrare longitudinale

T1

0.16

sec

fattore di struttura

q

1.5

fattore di duttilità in spostamento

 μ **2.4**

accelerazione di riferimento pila dir. long

ag (T)

0.50

g

w

38.33

sec

0.00

m

spostamento SLV relativo all'analisi spettrale

dEe

0.0000

m

spostamento totale relativo

dEd**0.0079**

m

spostamento longitudinale indotto dal moto relativo del terreno

spostamento massimo orizz. del terreno

dg**0.0850**

m

spostamenti massimi terreno punto i

dji

0.085

m

spostamenti massimi terreno punto j

dgi

0.085

m

velocità prop. onde di taglio nel terreno

vs

270

m/s

distanza tra i-esima tra punto i j (dist. Pile)

x

25

m

spostamento massimo rel

dij0

0.1502

m

tipologia di moto

indipendente

forti discontinuità del terreno

senza

distanza

>20

terreni

uguali

spost. relativo tra due punti dipendenti

di(x)

0.032

m

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI1804001

B

spostamento longitudinale relativo alla termica

variazione termica uniforme	DT	15	°C
coefficiente di dilatazione termica	α	1.00E-05	1/°C
dilatazione termica	Dt	0.004	m
dilatazione termica incrementata del 50%	Dt	0.006	m

spostamento longitudinale finale

coefficiente non contemporaneità del moto	K1	0.45	
coefficiente controfase pile	k2	0.55	

spostamento longitudinale minimo	EL min	0.13	m
spostamento long di calcolo	EL	0.04	m
spostamento longitudinale	EL	0.131	m

altri spostamenti longitudinali

escursione longitudinale giunto	Eg	± 7.5	cm
corsa appoggi mobili	Cap	± 8.2	cm

10. Pulvino

Il pulvino presenta un'altezza di 1.5m lato impalcato c.a.p. e un'altezza di 2.85m lato impalcato travi incorporate, sezione rettangolare piena smussata con forma medesima a quella della pila e dimensioni pari a 3.8m x 9.4m rispettivamente nelle direzioni degli assi longitudinale e trasversale del viadotto.

Su di esso sono disposti gli apparecchi d'appoggio degli impalcati secondo lo schema sotto riportato. Su ogni pulvino sono inoltre presenti un ritegno sismico longitudinale centrale e due trasversali laterali.

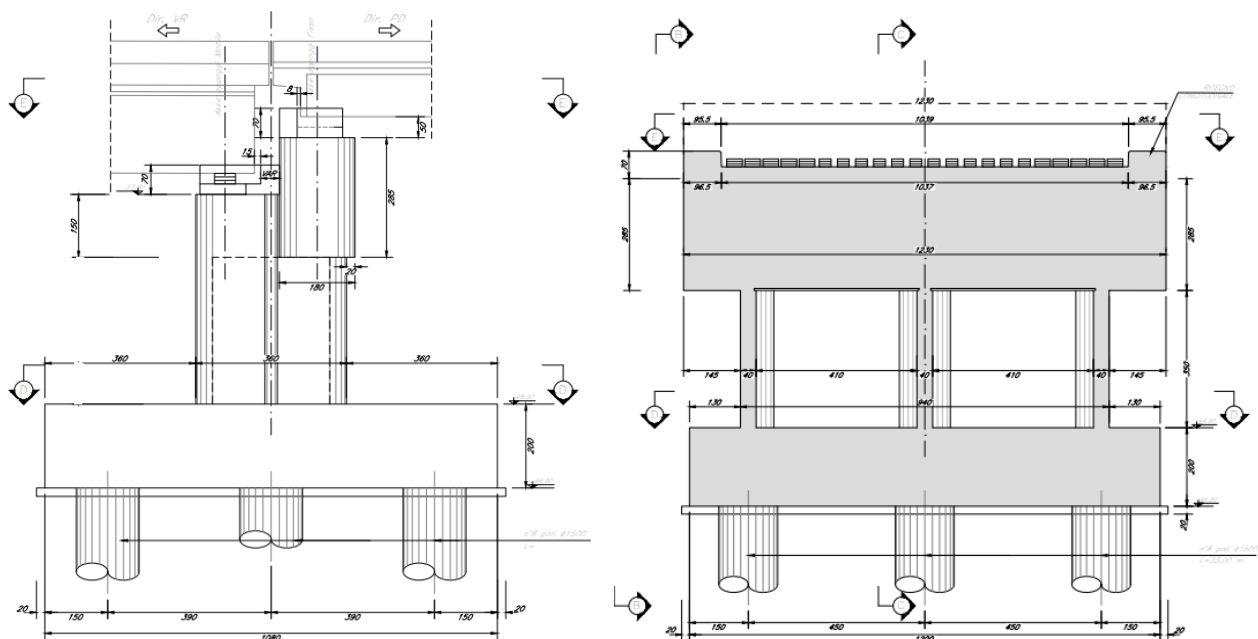


Figura 23 – Sezioni e pianta pulvino

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804001	B

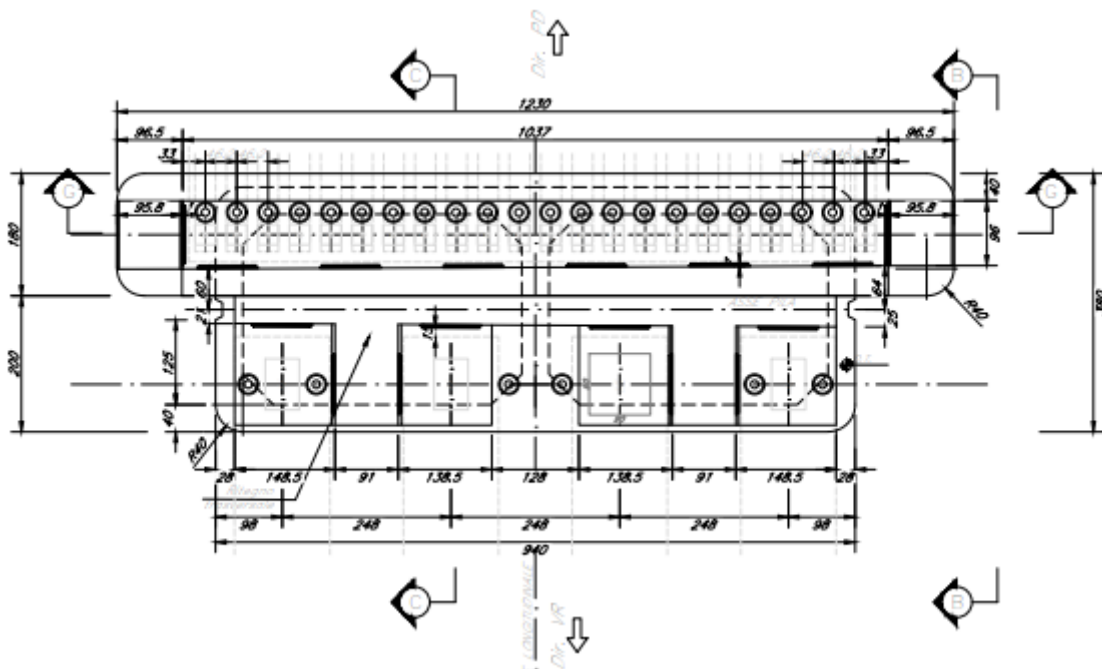


Figura 24 – Sezioni e pianta pulvino

Per la progettazione e verifica delle armature principali e secondarie del pulvino, dei baggioli e dei ritegni si rimanda alla Relazione di calcolo pulvini, baggioli e ritegni - IN1712EI2CLVI1804002.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

11. Plinto di fondazione

La progettazione del plinto di fondazione vede la determinazione dello stato sollecitativo in funzione dell'interazione tra pali e terreno di fondazione. Le sollecitazioni agenti in testa palo sono state dedotte dalle relazioni geotecniche.

Note le reazioni dei singoli pali, sono state calcolate le sollecitazioni agenti sul plinto mediante un modello spaziale dell'intera struttura di fondazione nel software di calcolo Midas Civil.

11.1 Geometria del plinto e della palificata

Nella seguente figura è mostrata la geometria della palificata della tipologia di pila in esame per il viadotto VI18. È inoltre esplicitato il sistema di riferimento e la numerazione dei pali utilizzata nel calcolo.

Si prevedono 9 pali aventi diametro $D=1500$ mm. Il plinto è caratterizzato da un'altezza di 2.5 m ed ha delle dimensioni in pianta pari a 12.0 m x 12.0 m. Sul plinto di fondazione in esame è previsto un ricoprimento di terreno di spessore pari a 2.0 m.

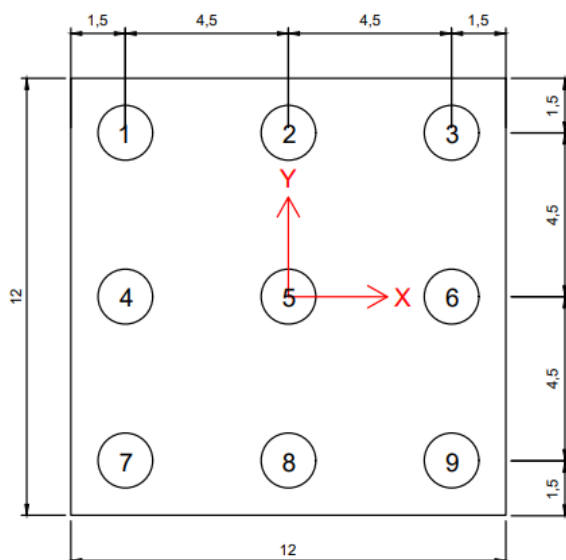


Figura 25 – Geometria del plinto di fondazione

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

11.2 Modellazione strutturale

Per valutare il comportamento del plinto di fondazione è stato realizzato un modello agli elementi finiti, mediante il programma di calcolo Midas Civil.

I vari elementi strutturali presenti nel modello sono stati modellati come di seguito descritto:

- *Plinto di fondazione*: nel suo piano medio mediante elementi “plate-thick” di spessore pari a 2.5 m;
- *Palo di fondazione*: mediante elementi “solid” nel tratto iniziale in prossimità del plinto e mediante un elemento “beam” nel tratto terminale. L'utilizzo di elementi “solid” nella modellazione della parte iniziale dei pali consente infatti di evitare la nascita di forti concentrazioni di tensione nel plinto di fondazione. Favorendo dunque la diffusione delle sollecitazioni provenienti dai pali, si ottiene un comportamento della struttura molto prossimo a quello reale.

Si riporta di seguito una vista tridimensionale, una vista in pianta e un prospetto del modello realizzato.

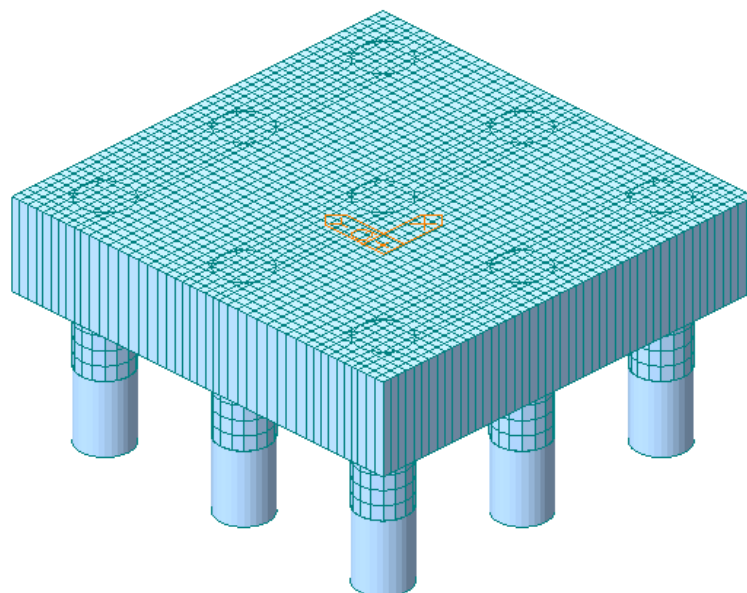


Figura 26 – Vista estrusa del modello agli elementi finiti

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI1804001

B

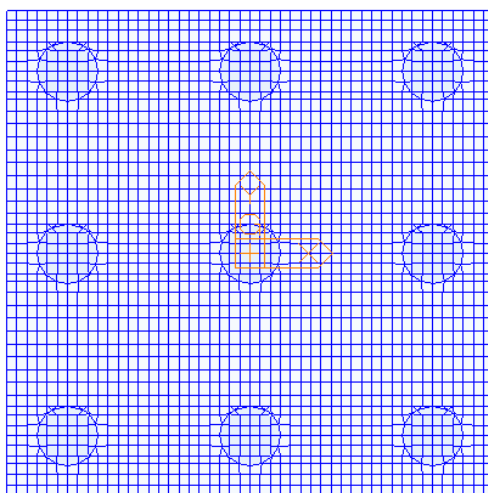


Figura 27 – Pianta del modello agli elementi finiti

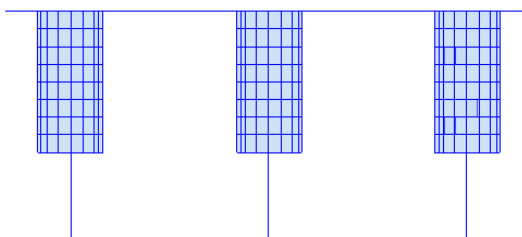


Figura 28 – Prospetto del modello agli elementi finiti

La piastra è vincolata lungo il perimetro della pila cava, cautelativamente con vincoli di incastro perfetto.

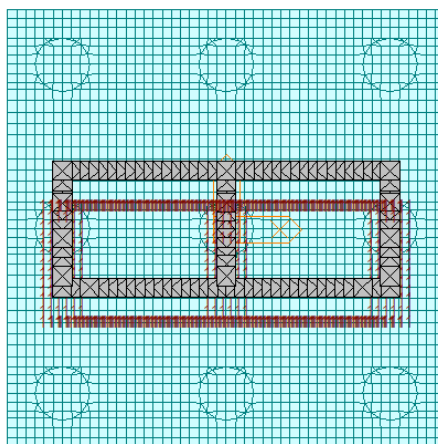


Figura 29 – Sistema di vincoli del modello agli elementi finiti

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

L'elemento "beam" che schematizza il tratto terminale di ogni singolo palo di fondazione è collegato agli elementi "solid" del tratto superiore mediante una serie di "rigid link".

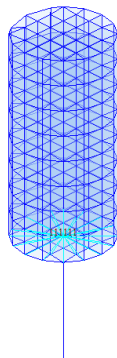


Figura 30 – Sistema di vincoli del palo nel modello agli elementi finiti

Agli elementi "plate" che costituiscono il plinto è stato assegnato un calcestruzzo C25/30, così come ai pali di fondazione.

11.3 Azioni di progetto

11.3.1 Reazioni dei pali

La progettazione del plinto di fondazione è stata effettuata a partire dalle massime sollecitazioni in testa palo dedotte dalla relazione geotecnica.

Sono state considerate tutte le combinazioni che presentano azioni che:

- presentano il massimo sforzo di compressione sul palo;
- presentano il massimo sforzo di trazione sul palo;
- massimizzano il momento longitudinale;
- massimizzano il momento trasversale;
- massimizzano le deformazioni del plinto.

Le combinazioni agli SLU, SLV, SLE e SLD sono quelle esplicitate nel paragrafo 7.

Tali azioni sono state applicate nel modello di calcolo in termini di reazioni dei pali, mediante delle forze e dei momenti nodali alla base degli elementi beam che schematizzano la parte terminale dei pali stessi.

A titolo di esempio, nella figura che segue sono riportate le forze e momenti nodali della combinazione SLV-Treno 1-Sisma prevalente in direzione trasversale.

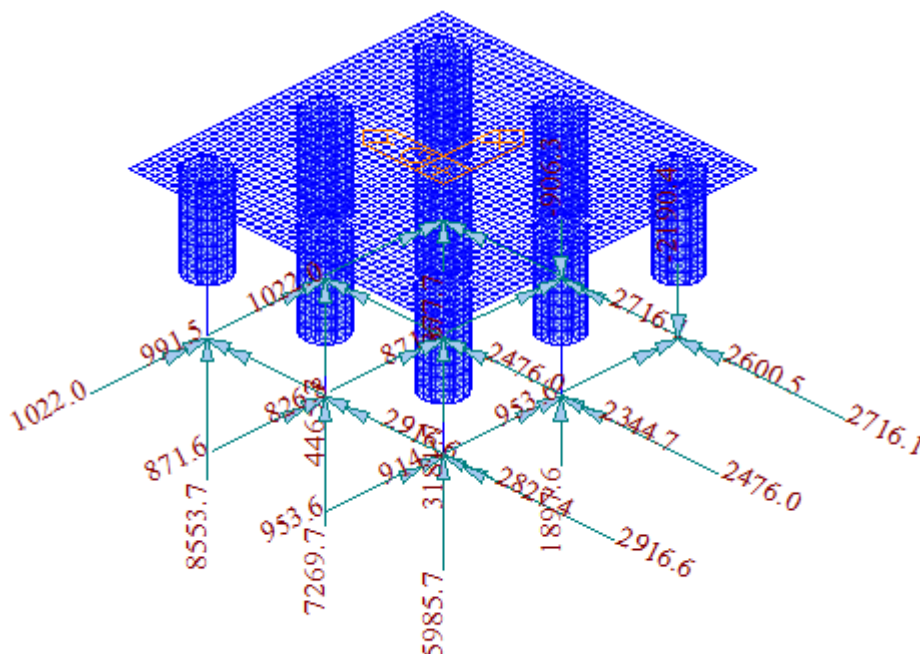


Figura 31 – Applicazione delle reazioni dei pali nel modello agli elementi finiti

11.3.2 Peso proprio plinto di fondazione

Il peso proprio del plinto di fondazione è stato valutato assumendo per il calcestruzzo un peso specifico γ_{cls} pari a 25 kN/m³, ed è stato calcolato automaticamente dal programma.

11.3.3 Peso terreno di ricoprimento

Il terreno di ricoprimento, caratterizzato da un peso specifico $\gamma_{terreno}$ pari a 19 kN/m³, è stato applicato come carico uniformemente distribuito sul plinto di fondazione, in tutta la zona esterna all'impronta del fusto pila.

$$P_{terreno} = \gamma_{terreno} \cdot h_{rinterro} = 19 \cdot 2 = 38.0 \text{ kN/m}^2$$

11.4 Risultati di analisi

Si riportano a titolo di esempio alcuni dei diagrammi delle sollecitazioni ritenuti più significativi. Le sollecitazioni sono espresse come forze al metro; gli assi locali e la convenzione di lettura degli output degli elementi è riportata a seguire.

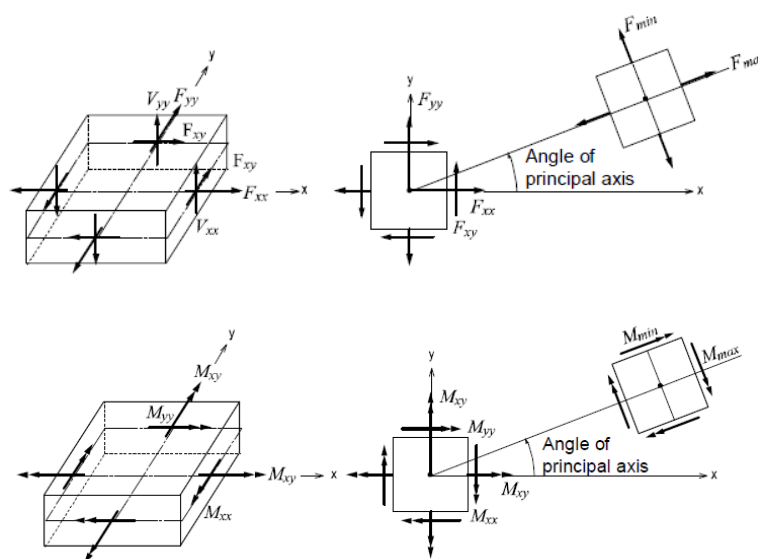


Figura 32 – Posizioni di output delle forze dell'elemento piastra per unità di lunghezza e convenzione del segno

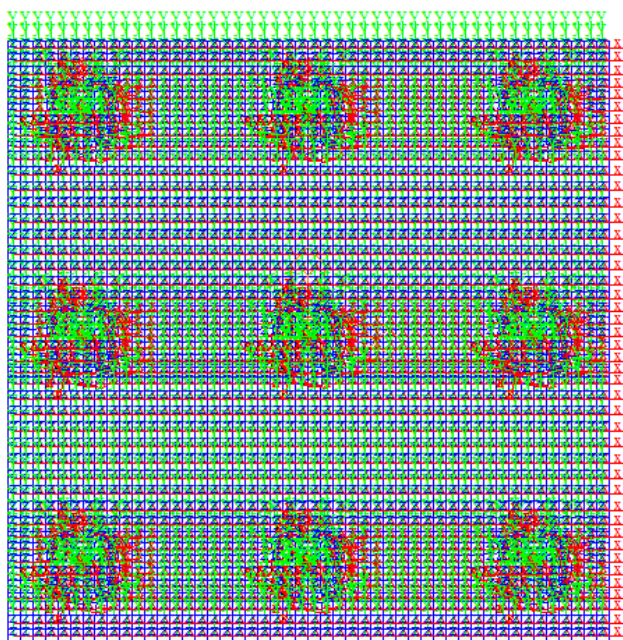


Figura 33 – Assi locali per gli elementi del plinto di fondazione

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

La direzione 1 del Wood Armer Moment coincide con la direzione X del sistema di riferimento riportato nel par. 11.1.

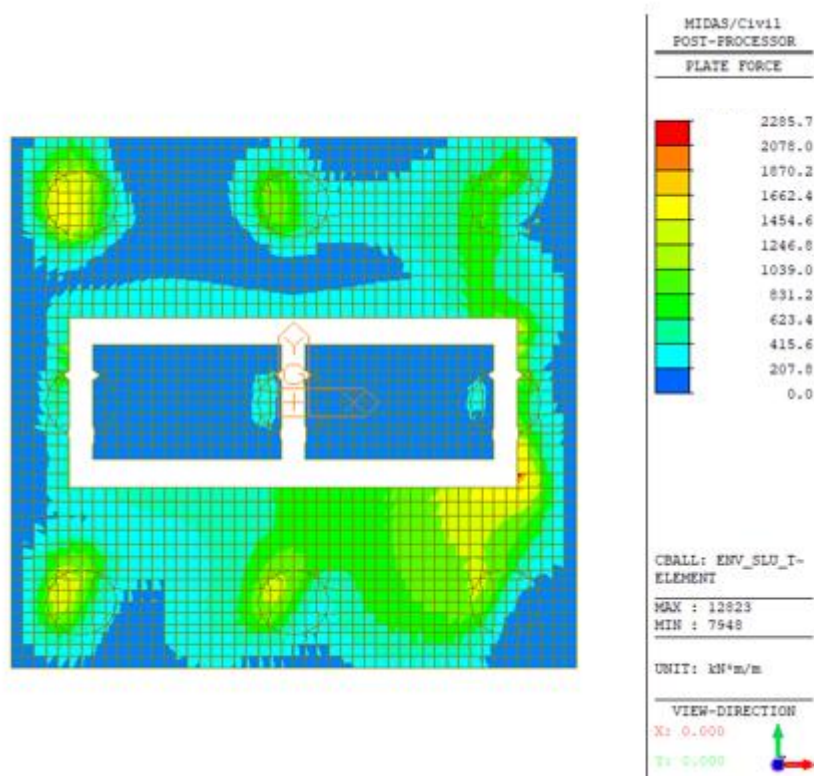


Figura 34 – Wood Armer Moment – Direction1 – Top (Involuppo SLU/SLV)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804001	B

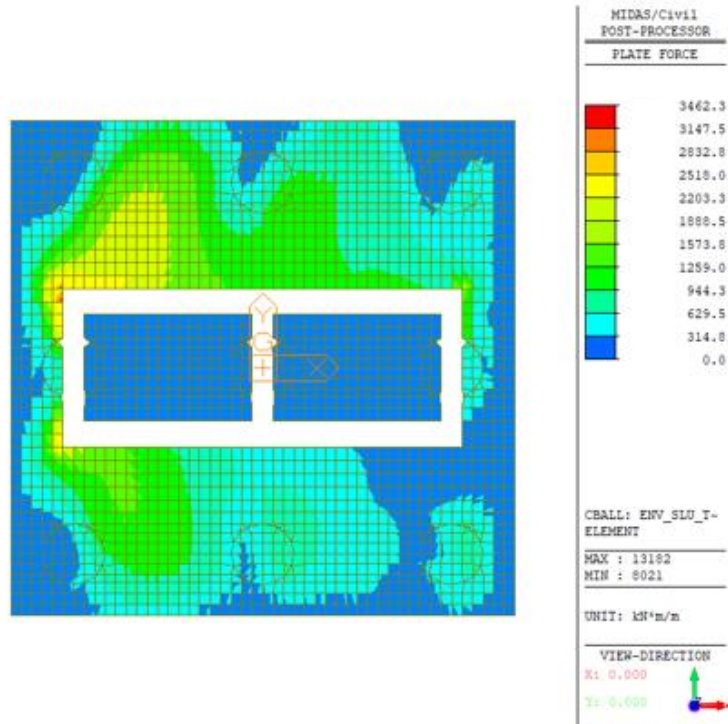


Figura 35 – Wood Armer Moment – Direction1 – Bottom (Inviluppo SLU/SLV)

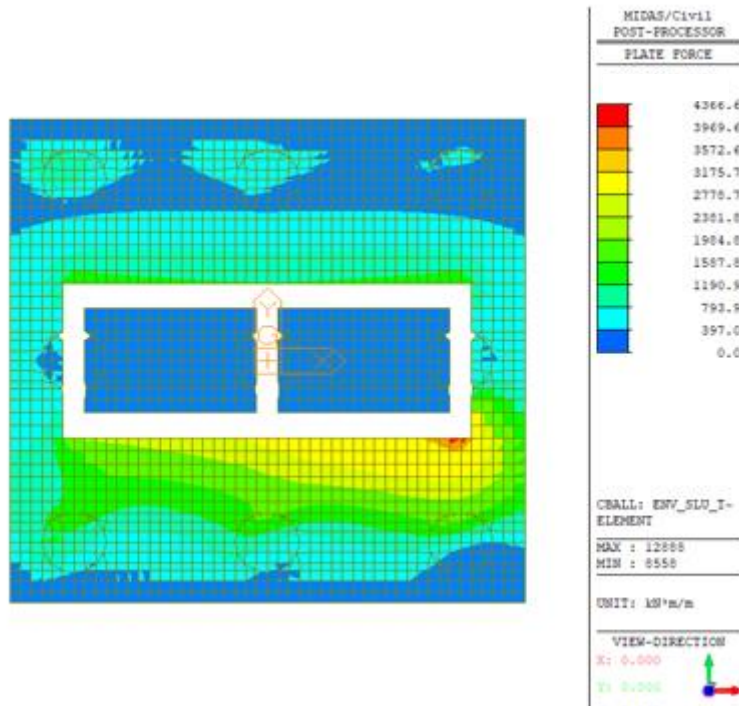


Figura 36 – Wood Armer Moment – Direction 2 – Top (Inviluppo SLU/SLV)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804001	B

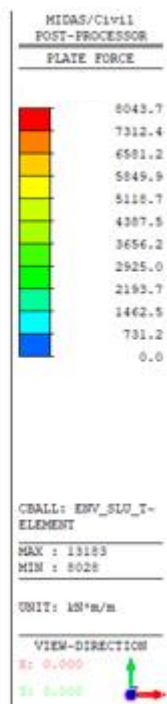
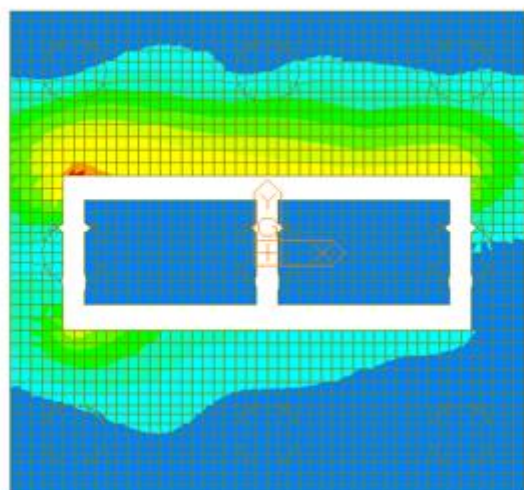


Figura 37 – Wood Armer Moment – Direction 2 – Bottom (Involuppo SLU/SLV)

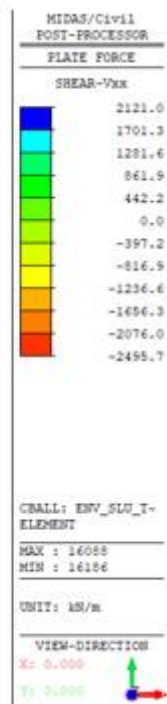
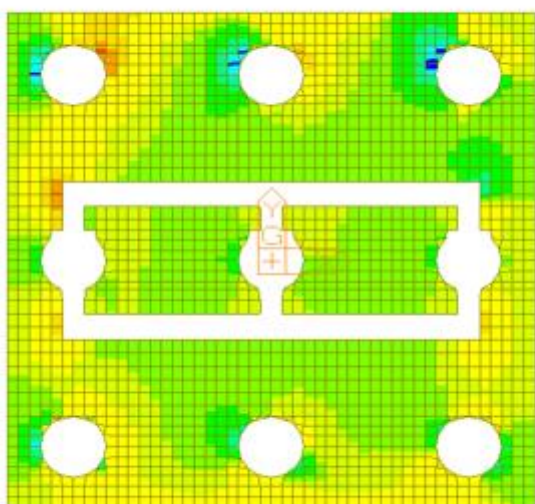


Figura 38 – Vxx, Involuppo SLU/SLV

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI1804001

B

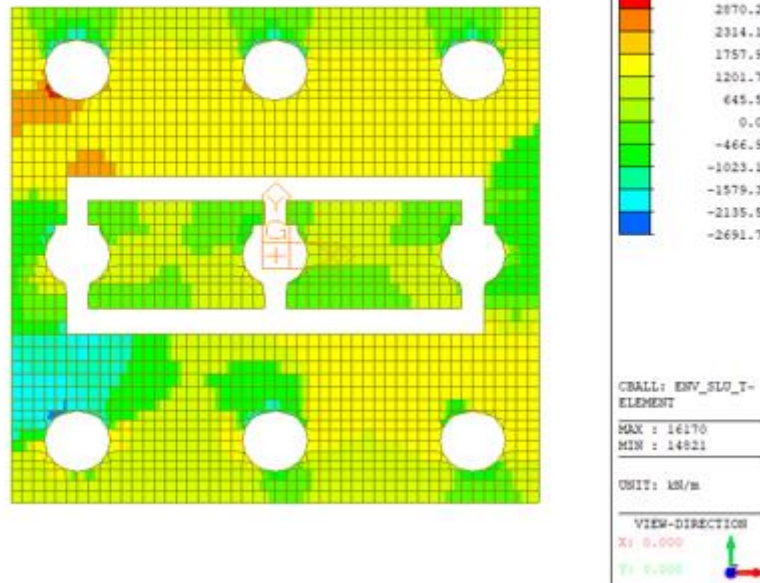


Figura 39 – Vyy, Involuppo SLU/SLV

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

11.5 Dimensionamento e verifica delle armature

11.5.1 Dimensionamento delle armature

In funzione delle sollecitazioni precedentemente riportate è stata definita per il plinto la seguente armatura.

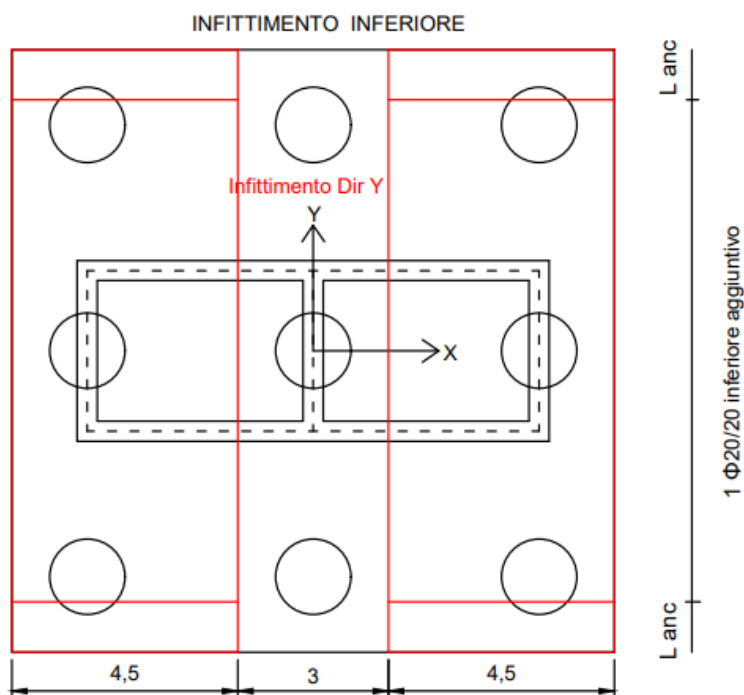
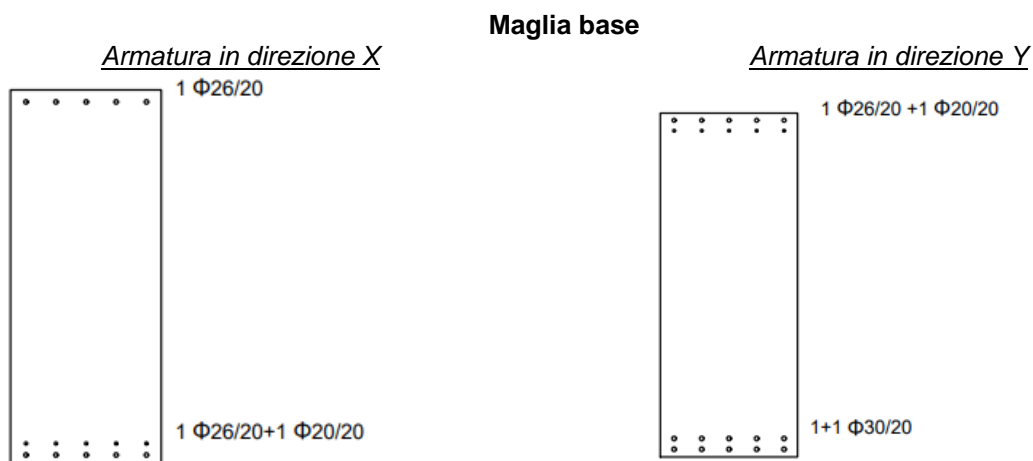


Figura 40: Zone di infittimento dell'armatura a flessione del plinto



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

Armatura aggiuntiva

Armatura in direzione Y

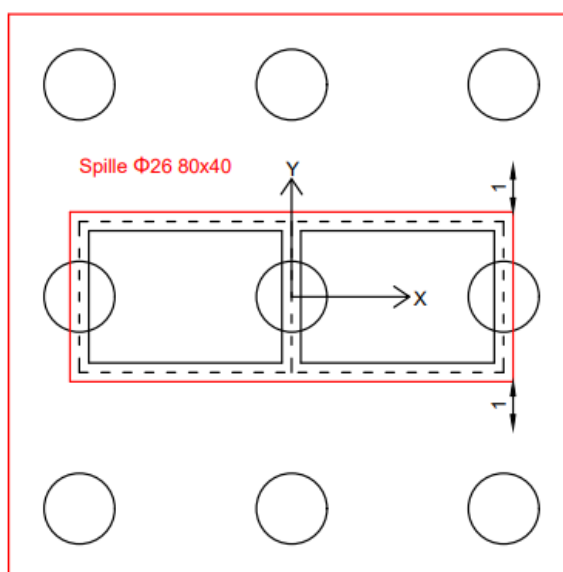
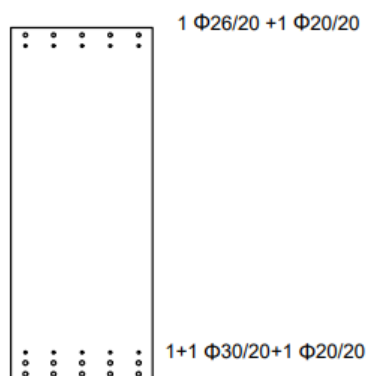


Figura 41 – Armatura a taglio del plinto

11.5.2 Verifica a flessione

Le verifiche allo SLU flessionale e agli SLE di fessurazione e tensionale vengono effettuate mediante l'ausilio del programma RC-SEC.

Sono state considerate due sezioni distinte per il dimensionamento e la verifica delle armature nelle due direzioni X e Y, di altezza pari all'altezza del plinto (2.5 m) e di larghezza pari a 1 m.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804001	B

Il plinto è stato verificato nei confronti dei momenti massimi derivanti dagli involuppi delle combinazioni SLU, SLV, SLE rara, SLE fessurazione, SLE quasi permanente, sia nelle zone di infittimento che nelle zone in cui è presente la sola maglia di base.

Tali sollecitazioni sono riportate nella tabella che segue. Le sollecitazioni massime sono ottenute mediando i valori nell'intorno del picco su una larghezza di circa 1 m.

	W-A Mom_Top_X (kNm/m)	W-A Mom_Top_Y (kNm/m)	W-A Mom_Bottom_X (kNm/m)	W-A Mom_Bottom_Y (kNm/m)
SLU/SLV	1589.2	3559.0	2459.7	6784.6
SLE Rara	869.1	1900.6	1645.6	4803.5
SLE Fessurazione	480.0	349.1	835.6	2695.4
SLE Quasi Perm.	310.3	211.7	413.3	1414.6

A titolo di esempio, vengono riportati gli output del programma per le due sezioni nelle zone di infittimento e per tutti i casi di carico sopra descritti.

Sezione per la verifica delle armature in direzione X

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: VI18_P1_DirX

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804001	B

Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	125.0
2	50.0	125.0
3	50.0	-125.0
4	-50.0	-125.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	40.0	-109.2	20
2	20.0	-109.2	20
3	0.0	-109.2	20
4	-20.0	-109.2	20
5	-40.0	-109.2	20
6	40.0	117.1	26
7	20.0	117.1	26
8	0.0	117.1	26
9	-20.0	117.1	26
10	-40.0	117.1	26
11	40.0	-116.7	26
12	20.0	-116.7	26
13	0.0	-116.7	26
14	-20.0	-116.7	26
15	-40.0	-116.7	26

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	-1589.20	0.00
2	0.00	2459.70	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-869.10	0.00
2	0.00	1645.60	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-480.00 (-2923.61)	0.00 (0.00)
2	0.00	835.60 (2969.92)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-310.30 (-2923.61)	0.00 (0.00)
2	0.00	413.30 (2969.92)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.6 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-1589.20	0.00	-2511.90	1.58	42.3(37.0)
2	S	0.00	2459.70	0.00	3861.46	1.57	42.3(37.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI1804001	B

es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00308	0.044	50.0	-125.0	0.00066	40.0	-116.7	-0.06750	40.0	117.1
2	0.00315	0.045	-50.0	125.0	0.00085	40.0	117.1	-0.06750	40.0	-116.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000291518	-0.033363294	0.044	0.700
2	0.000000000	0.000292323	-0.033385937	0.045	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.67	50.0	-125.0	-142.2	-40.0	117.1	1950	26.5
2	S	2.77	-50.0	125.0	-176.0	-40.0	-116.7	2730	42.3

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00074	0	0.500	26.0	66	0.00043 (0.00043)	549	0.234 (990.00)	-2923.61	0.00
2	S	-0.00092	0	0.500	23.4	70	0.00053 (0.00053)	495	0.261 (990.00)	2969.92	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI1804001			B	

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.92	50.0	-125.0	-78.5	-40.0	117.1	1950	26.5
2	S	1.41	-50.0	125.0	-89.4	-40.0	-116.7	2730	42.3

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00041	0	0.500	26.0	66	0.00024	(0.00024)	549	0.129 (0.20)	-2923.61	0.00
2	S	-0.00047	0	0.500	23.4	70	0.00027	(0.00027)	495	0.133 (0.20)	2969.92	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.60	50.0	-125.0	-50.8	-40.0	117.1	1950	26.5
2	S	0.70	-50.0	125.0	-44.2	-40.0	-116.7	2730	42.3

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00026	0	0.500	26.0	66	0.00015	(0.00015)	549	0.084 (990.00)	-2923.61	0.00
2	S	-0.00023	0	0.500	23.4	70	0.00013	(0.00013)	495	0.066 (990.00)	2969.92	0.00

Sezione per la verifica delle armature in direzione Y

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: VI18_P1_DirY

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804001	B

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	125.0
2	50.0	125.0
3	50.0	-125.0
4	-50.0	-125.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	40.0	-104.3	20
2	20.0	-104.3	20
3	0.0	-104.3	20
4	-20.0	-104.3	20
5	-40.0	-104.3	20
6	40.0	-111.7	30
7	20.0	-111.7	30
8	0.0	-111.7	30
9	-20.0	-111.7	30
10	-40.0	-111.7	30
11	40.0	112.2	20
12	20.0	112.2	20
13	0.0	112.2	20
14	-20.0	112.2	20
15	-40.0	112.2	20
16	40.0	-119.5	30
17	20.0	-119.5	30
18	0.0	-119.5	30
19	-20.0	-119.5	30
20	-40.0	-119.5	30
21	40.0	119.7	26
22	20.0	119.7	26
23	0.0	119.7	26
24	-20.0	119.7	26
25	-40.0	119.7	26

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
		Progetto	Lotto	Codifica			
		IN17	12	EI2CLVI1804001			B

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	-3559.00	0.00
2	0.00	6784.60	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-1900.60	0.00
2	0.00	4803.50	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-349.10 (-3115.63)	0.00 (0.00)
2	0.00	2695.40 (3253.80)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-211.70 (-3115.63)	0.00 (0.00)
2	0.00	1414.60 (3253.80)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.8 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI1804001	B

As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-3559.00	0.00	-4037.42	1.13	58.0(37.0)
2	S	0.00	6784.60	0.00	7819.39	1.15	86.4(37.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00339	0.048	50.0	-125.0	0.00179	40.0	-119.5	-0.06750	40.0	119.7
2	0.00350	0.073	-50.0	125.0	0.00245	40.0	119.7	-0.04475	40.0	-119.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000289690	-0.032824148	0.048	0.700
2	0.000000000	0.000197337	-0.021167105	0.073	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.74	50.0	-125.0	-199.0	-40.0	119.7	2000	42.3
2	S	5.96	-50.0	125.0	-261.4	-40.0	-119.5	2850	86.4

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI1804001	B

k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00102	0	0.500	23.4	40	0.00060 (0.00060)	324 0.194 (990.00)	-3115.63	0.00	
2	S	-0.00135	0	0.500	27.5	40	0.00100 (0.00078)	290 0.292 (990.00)	3253.80	0.00	

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.50	50.0	-125.0	-36.6	-40.0	119.7	2000	42.3
2	S	3.34	-50.0	125.0	-146.7	-40.0	-119.5	2850	86.4

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00019	0	0.500	23.4	40	0.00011 (0.00011)	324 0.036 (0.20)	-3115.63	0.00	
2	S	-0.00076	0	0.500	27.5	40	0.00044 (0.00044)	290 0.128 (0.20)	3253.80	0.00	

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.30	50.0	-125.0	-22.2	-40.0	119.7	2000	42.3
2	S	1.75	-50.0	125.0	-77.0	-40.0	-119.5	2850	86.4

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00011	0	0.500	23.4	40	0.00007 (0.00007)	324 0.022 (990.00)	-3115.63	0.00	
2	S	-0.00040	0	0.500	27.5	40	0.00023 (0.00023)	290 0.067 (990.00)	3253.80	0.00	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

11.5.3 Verifica a taglio

La verifica SLU a taglio viene invece effettuata mediante calcolo diretto distintamente per le due direzioni. Il valore resistente a taglio della sezione si determina secondo le indicazioni del §4.1.2.1.3.2 [1]:

$$V_{Rcd} = \min(V_{Rcd} ; V_{Rsd})$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta)$$

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

in cui:

- d altezza utile della sezione
- b_w larghezza minima della sezione
- A_{sw} area dell'armatura trasversale
- s interasse tra due armature trasversali consecutive
- θ inclinazione delle bielle di calcestruzzo (posto pari a 45°)
- α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento
- f_{cd}' resistenza a compressione ridotta (pari a 0,5 f_{cd})
- α_{cv} coefficiente maggiorativo che tiene conto della compressione (posto cautelativamente pari a 1)

La verifica è stata effettuata nei confronti del valore massimo di taglio $V_{Ed,max}$, per le combinazioni SLU e SLV.

In particolar modo, per ogni elemento plate e per ogni combinazione è stato calcolato il taglio

risultante $V_{Ed} = \sqrt{V_{xx}^2 + V_{yy}^2}$, dove V_{xx} è il taglio al metro lineare sulla faccia di normale l'asse x locale

dell'elemento plate, mentre V_{yy} è il taglio al metro lineare sulla faccia di normale l'asse y. Il taglio di progetto è ottenuto poi mediando le sollecitazioni nell'intorno del picco su una larghezza di circa 1 m.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

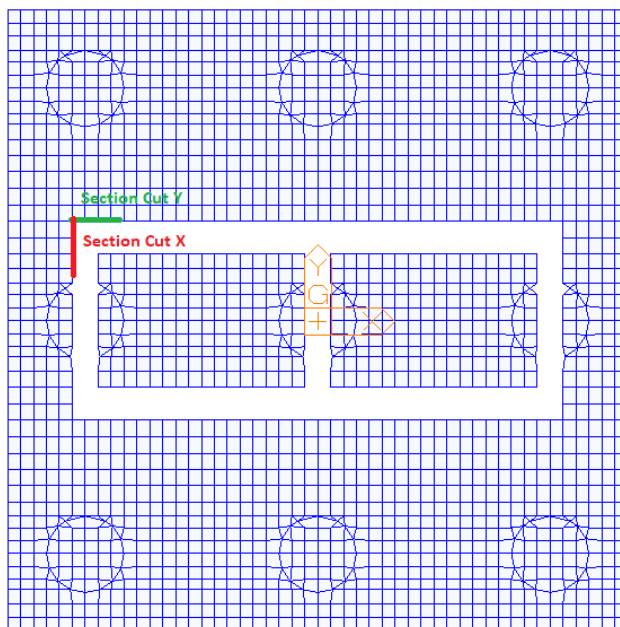


Figura 42 – Section cut considerate per la verifica a taglio

Non sono stati presi in considerazione gli elementi “plate” del plinto di fondazione in corrispondenza dei pali e della pila.

Di seguito viene esplicitata la verifica a taglio per la sezione più gravosa, sulla quale agisce un taglio massimo $V_{Ed,max} = 2730 \text{ kN/m}$.

Caratteristiche materiali

Cls

R_{ck}	30	N/mm^2	resistenza cubica caratteristica a compressione
f_{ck}	24.90	N/mm^2	resistenza cilindrica caratteristica a compressione
f_{cm}	32.90	N/mm^2	resistenza cilindrica media a compressione
f_{cd}	14.11	N/mm^2	resistenza cilindrica di progetto a compressione
f_{ctm}	2.56	N/mm^2	resistenza a trazione media
f_{ctm}	3.07	N/mm^2	resistenza a trazione media per fessurazione
E_{cm}	31447	N/mm^2	modulo elastico istantaneo (valore secante fra 0 e 0.4 f_{cm})
ν	0.2		coefficiente di Poisson

Acciaio barre longitudinali

f_{yk}	450	N/mm^2	tensione caratteristica di snervamento
f_{yd}	391.3	N/mm^2	resistenza di progetto di snervamento

Acciaio staffe

f_{yk}	450	N/mm^2	tensione caratteristica di snervamento
f_{yd}	391.3	N/mm^2	resistenza di progetto di snervamento

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
		Progetto	Lotto	Codifica			
		IN17	12	EI2CLVI1804001			B

Calcoli preliminari

A_{sl}	2654.6	mm ²	area dell'armatura longitudinale
ρ_l	0.0011		rapporto geometrico d'armatura longitudinale
$\rho_{l,eff}$	0.0011		rapporto considerato nei calcoli
σ_{cp}	0.000	N/mm ²	tensione media di compressione nella sezione
$\sigma_{cp,eff}$	0.000	N/mm ²	tensione media considerata nei calcoli
n_{bw}	1.25		numero di bracci degli spilli (in 1 m)
φ_{st}	26	mm	diametro degli spilli
S_{st}	400	mm	passo degli spilli
A_{sw}	663.7	mm ²	area della singola staffa (è considerato il numero di braccia)

Elemento non armato a taglio

k	1.29		
k_{eff}	1.29		
v_{min}	0.26		
$V_{Rd,1}$	522.08	KN	taglio resistente - valore 1
$V_{Rd,2}$	616.46	KN	taglio resistente - valore 2
V_{Rd}	616.46	KN	taglio resistente di calcolo

Elemento armato a taglio

α	1.571	rad	inclinazione delle staffe rispetto all'orizzontale
θ	0.384	rad	inclinazione delle bielle compresse rispetto all'asse della trave
f'_{cd}	7.055	N/mm ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
α_c	1.000		coefficiente maggiorativo per compressione
N_{Rd}	35275	KN	sforzo normale di compressione ultimo
$ctg\alpha$	0.00		
$ctg\theta$	2.48		
V_{Rsd}	3493.2	KN	taglio resistente relativo alle armature tese
V_{Rcd}	5326.8	KN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
V_{Rd}	3493.2	KN	taglio resistente di calcolo
V_{Ed}	2730	kN	Taglio di calcolo
Verifica	ok		
FS	1.28		Coefficiente di sicurezza

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

11.5.4 Verifica a taglio-punzonamento

Le verifiche a punzonamento sono state condotte secondo le formulazioni dell'Eurocodice 2, par. 6.4. Il punzonamento può essere determinato dalla reazione concentrata del palo agente su un'area relativamente piccola di plinto.

Il procedimento di calcolo per il taglio-punzonamento si fonda sulle verifiche alla faccia del palo e al perimetro di verifica di base u_1 . Si definiscono le seguenti tensioni di taglio di progetto lungo le sezioni di verifica:

- $v_{Rd,c}$: è il valore di progetto del taglio-punzonamento resistente di una piastra, priva di armature per il taglio-punzonamento, lungo la sezione di verifica considerata;
- $v_{Rd,cs}$: è il valore di progetto del taglio-punzonamento resistente di una piastra dotata di armature per il taglio-punzonamento, lungo la sezione di verifica considerata.

L'armatura per il taglio-punzonamento non è necessaria se:

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,c}$$

Se v_{Ed} supera il valore $v_{Rd,c}$ si deve disporre armatura specifica per il taglio-punzonamento e deve risultare:

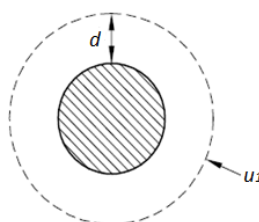
$$v_{Ed} \leq v_{Rd,cs}$$

La tensione massima di taglio, nel caso generale di reazione d'appoggio eccentrica rispetto al perimetro di verifica, è pari a:

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_1 d}$$

Dove:

- d è l'altezza utile media della piastra;
- u_1 è la lunghezza del perimetro di verifica
- V_{Ed} è il taglio agente
- β è un coefficiente assunto pari a 1



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

Secondo quanto riportato al §6.4.2 dell'Eurocodice 2 il perimetro di verifica di base u_1 può generalmente essere collocato a una distanza pari a $2d$ dall'area caricata. Tuttavia, considerando lo spessore elevato del plinto di fondazione e, a favore di sicurezza, tale perimetro è stato collocato ad una distanza d dal bordo del palo.

La resistenza di progetto a punzonamento $v_{Rd,c}$ per una piastra priva di armatura specifica a taglio è pari a:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp})$$

Dove:

- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2.0$
- $\rho_l = \sqrt{\rho_{ly} \cdot \rho_{lz}} \leq 0.02$, dove ρ_{ly} e ρ_{lz} sono riferiti all'acciaio teso aderente rispettivamente nelle direzioni y e z.
- $\sigma_{cp} = 0$
- $C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c$
- $k_1 = 1$
- $v_{min} = 0.035 k^2 \sqrt{f_{ck}}$

La resistenza di progetto a punzonamento $v_{Rd,cs}$ per una piastra munita di armatura specifica a taglio è pari a:

$$v_{Rd,cs} = 0,75 v_{Rd,c} + 1,5 (d/s_r) A_{sw} f_{ywd,ef} (1/(u_1 d)) \sin \alpha$$

Dove:

- A_{sw} è l'area di armatura a taglio- punzonamento situata su di un perimetro intorno al pilastro;
- s_r è il passo dei perimetri dell'armatura a taglio-punzonamento;
- $f_{ywd,ef}$ è la resistenza di progetto efficace dell'armatura a taglio-punzonamento, secondo la relazione $f_{ywd,ef} = 250 + 0.25d \leq f_{ywd}$;
- α è l'angolo compreso fra l'armatura a taglio e il piano della piastra (pari a 90° nel caso di armatura verticale).

Inoltre, in adiacenza ai pilastri la resistenza a taglio-punzonamento è limitata a un valore massimo di:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

$$v_{Ed} = \frac{\beta V_{Ed}}{u_0 d} \leq v_{Rd,max}$$

Dove:

- u_0 è il perimetro del pilastro;
- $v_{Rd,max} = 0.5 v f_{cd}$
- $v = 0.6 (1 - f_{ck}/250)$

La verifica è stata condotta in corrispondenza del palo d'angolo più sollecitato (palo 1), per lo sforzo assiale massimo della combinazione SLV - Treno 1 – Sisma Y prevalente: $V_{Ed} = 8554$ kN.

Tale sforzo assiale massimo è stato poi ridotto a causa dell'effetto favorevole del peso del plinto di fondazione e del terreno di ricoprimento.

Caratteristiche materiali

R_{ck}	30	N/mm ²	Resistenza caratt. cubica cls
f_{ck}	25	N/mm ²	Resistenza caratt. cilindrica cls
γ_c	1.5		Coefficiente sicurezza cls
T_{rd}	0.30	N/mm ²	Resist. unit. a taglio
f_{yk}	450	N/mm ²	Tensione di snervamento acciaio
γ_s	1.15		Coefficiente di sicurezza acciaio

Armatura tesa

A_{ly}	34.40	cm ² /m	Armatura tesa in direzione y (media)
A_{lx}	26.55	cm ² /m	Armatura tesa in direzione x (media)

Impronta di carico

a	75	cm	(a = raggio per sezioni circolari)
h	250	cm	Altezza plinto
d	242	cm	Altezza utile
β	1		Coeff. che tiene conto eccentricità del carico

u_1	809.76	cm	Perimetro di verifica di base
u_0	471.24	cm	Perimetro dell'area caricata
k	1.29		Coefficiente
ρ_l	0.0013		Percentuale di armatura tesa

Peso del plinto

γ_{cls}	25	kN/m ³	Peso specifico cls
h_{plinto}	2.5	m	Altezza plinto
A	10.48	m ²	Area di verifica in corrispondenza del baricentro del plinto
ΔV_{sd}	654.7	kN	Riduzione di taglio dovuta al peso proprio del plinto

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI1804001				B

Peso del rinterro

γ_{terr}	19	kN/m ³	Peso specifico terreno
h_{rint}	2.0	m	Altezza rinterro
A	19.12	m ²	Area di verifica in corrispondenza dell'estradosso del plinto
ΔV_{sd}	726.6	kN	Riduzione di taglio dovuta al peso del rinterro

Tensione massima di taglio

V_{ed}	8554	kN	Reazione agli SLU
V_{ed}	7173	kN	Taglio applicato (ridotto del peso proprio e del rinterro)
V_{ed}	886	kN/m	Taglio applicato per unità di lunghezza
V_{ed}	0.37	N/mm ²	Tensione di taglio agente

Resistenza a punzonamento offerta dal solo calcestruzzo immediatamente a ridosso del palo

V_{ed}	0.63	N/mm ²	Tensione di taglio a rifosso del palo
V_{rdmax}	3.83	N/mm ²	Tensione resistente massima
Verifica	ok		
FS	6.07		

Resistenza a punz. per unità di lungh. senza armatura a taglio

$V_{Rd,c}$	0.26	N/mm ²	Tensione resistente senza armatura a taglio
V_{min}	0.26	N/mm ²	
V_{Rd}	617.69	kN/m	Taglio resistente per unità di lunghezza
Verifica	no		
FS	0.70		

Resistenza a punz. per unità di lungh. con armatura a taglio

STAFFE

$f_{ywd,ef}$	391.30	N/mm ²	Resistenza di progetto efficace dell'armatura a taglio-punzonamento
α	90.00	°	Angolo compreso fra l'armatura a taglio e il piano della piastra
	1.57	rad	

s_r	400	mm	Passo radiale dei perimetri dell'armatura a taglio-punzonamento
d/s_r	6.04		

$A_{sw min}$	965.3	mm ²	Area di armatura minima a taglio-punzonamento di uno strato (se sono presenti solo le staffe)
--------------	-------	-----------------	---

φ	26		Diametro armatura taglio-punzonamento
n ferri	3.75		Numero di ferri in uno strato
A_{sw}	1991.0	mm ²	Area di armatura di armatura a taglio-punzonamento di uno strato

GENERAL CONTRACTOR					ALTA SORVEGLIANZA				
		Progetto	Lotto	Codifica					
		IN17	12	EI2CLVI1804001					B

CAVALLOTTI

$f_{ywd,ef}$	391.30	N/mm ²	<i>Resistenza di progetto efficace dell'armatura a taglio-punzonamento</i>
α	90.00	°	<i>Angolo compreso fra l'armatura a taglio e il piano della piastra</i>
	1.57	rad	

s_r	1500	mm	<i>Passo radiale dei perimetri dell'armatura a taglio-punzonamento</i>
d/s_r	1.61		

$A_{sw\ min}$	3620.0	mm ²	<i>Area di armatura minima a taglio-punzonamento di uno strato (se sono presenti solo i cavallotti)</i>
---------------	--------	-----------------	---

φ	24		<i>Diametro armatura taglio-punzonamento</i>
n ferri	2		<i>Numero di ferri in uno strato</i>
A_{sw}	904.78	mm ²	<i>Area di armatura di armatura a taglio-punzonamento di uno strato</i>

$V_{Rd,cs}$	0.60	N/mm ²	<i>Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente</i>
V_{Ed}	0.37	N/mm ²	<i>Tensione di taglio-punzonamento agente</i>
Verifica	ok		
FS	1.63		

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804001	B

12. Valutazione della accettabilità dei risultati ottenuti (rif.par.10.2 DM 14/01/2008)

Le analisi della struttura sono state condotte con un programma agli elementi finiti (MIDAS).

L'affidabilità del codice di calcolo è confermata dai test di validazione allegati alla release del programma e dalla sua ampia diffusione che lo pone tra i software specialistici standard previsti dalla specifica tecnica Italferr PPA.0002851.

I risultati ottenuti sono stati considerati attendibili dallo scrivente a fronte di verifiche condotte con metodi semplificati o con altri codici di calcolo nonché dal confronto critico con i risultati presentati dai documenti di progettazione definitiva.

Per lo studio dei plinti di fondazione sono stati sviluppati modelli agli elementi finiti a piastra caricati con tutti i carichi analizzati in modo da ottenere, in base alla distribuzione effettiva delle sollecitazioni, la corretta distribuzione di dettaglio delle armature.

Il confronto tra i risultati del PE con quelli del PD è stato criticamente eseguito al fine di validare i valori ottenuti.