

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 SU RIO GUA' DAL km 33+722,75 AL km 34+800,75**

**PILE**

**Relazione di calcolo pile e plinto - Pile da P18 a P20**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona <i>Carmona</i> Data:			
Ing. Giovanni MALAYENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4503 <i>Malayenda</i> Data:				

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO			
I N 1 7	1 2	E	I 2	CL	V I 0 9 0 4	0 0 2	C	-	-	-	p - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Ing. Alberto LEVORATO <i>Levorato</i>	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	E.d.in	Apr.2021	M. Proietti	Apr.2021	G. Grimaldi	Apr.2021	
C	EMISSIONE A SEGUITO RDV IN1710E09ISVI0900001B	E.d.in	Lug.22	M. Proietti	Lug.22	G. Grimaldi	Lug.22	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2CLVI0904002C
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>12</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLVI0904002</p>	<p>C</p>

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

## 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 Stati limite ultimi .....	7
3.4.2 Stati limite d'esercizio.....	7
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	9
5. DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	9
5.1 Modelli di analisi e verifica.....	12
5.2 Sistemi di riferimento ed unità di misura .....	12
6. ANALISI DEI CARICHI.....	13
6.1 Permanenti strutturali e non (G1 e G2) .....	13
6.2 Carichi da traffico verticali (Q1) .....	16
6.3 Effetti dinamici.....	17
6.4 Disposizione treni di carico.....	18
6.5 Carichi da traffico orizzontali .....	22
6.5.1 Forza centrifuga (Q4) .....	22
6.5.2 Serpeggio.....	24
6.5.3 Frenatura ed avviamento (Q3).....	25
6.5.4 Forza d'attrito (Q8) .....	27
6.6 Azione del Vento (Q5).....	28
6.7 Azione termica (Q7) .....	38
6.8 Azione Sismica (E).....	39
6.8.1 Inquadramento Sismico.....	39
6.8.2 Definizione della domanda sismica .....	40
6.8.3 Calcolo dell'azione Sismica .....	45
6.8.4 Check analisi statica.....	46
6.8.5 Analisi statica equivalente .....	47

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

7. CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO .....	49
7.1 Caratteristiche di sollecitazioni .....	54
7.1.1 <i>Combinazioni Estradosso Pulvino – configurazione treni 1,2 e 3</i> .....	54
7.1.2 <i>Combinazioni Estradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3</i> .....	57
7.1.3 <i>Combinazioni Intradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3</i> .....	60
8. VERIFICHE STRUTTURALI .....	64
9. FUSTO PILA .....	64
9.1 Modello locale per ritiro differenziale.....	65
9.2 Verifica a presso flessione .....	65
9.3 Verifica a taglio.....	82
9.1 Verifica minimi di armatura.....	87
9.2 Verifica deformabilità.....	90
9.3 Determinazione spostamenti.....	90
10. PULVINO .....	93
11. PLINTO DI FONDAZIONE .....	95
11.1 Geometria del plinto e della palificata .....	95
11.2 Modellazione strutturale .....	96
11.3 Azioni di progetto .....	99
11.3.1 <i>Reazioni dei pali</i> .....	99
11.3.2 <i>Peso proprio plinto di fondazione</i> .....	100
11.3.3 <i>Peso terreno di ricoprimento</i> .....	100
11.4 Risultati di analisi .....	101
11.5 Dimensionamento e verifica delle armature .....	105
11.5.1 <i>Dimensionamento delle armature</i> .....	105
11.5.2 <i>Verifica a flessione</i> .....	106
11.5.3 <i>Verifica a taglio</i> .....	116
11.5.4 <i>Verifica a taglio-punzonamento</i> .....	119
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 EI2CLVI0904002	C

## 1. Premessa

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento degli elementi in elevazione del *Viadotto Rio Guà- VI09*, che si inserisce nell'ambito della progettazione esecutiva del collegamento ferroviario della linea AV/AC Verona-Padova.

Tale relazione si ritiene valida per tutte le pile del viadotto di altezza compresa tra 10.0m e 10.5m, con fondazione 12.0m x 12.0m x 2.5m su 9pali e sulle quali afferiscono due impalcati in c.a.p. di L=25.0m (P18-P19-P20). Si prende a riferimento la pila di altezza massima P19 per tutte le verifiche esplicitate nella presente relazione (H=10.5m), ad eccezione della verifica a taglio del fusto pila, nella quale si fa riferimento anche alla pila di altezza minima P18 (H=10.0m).

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 EI2CLVI0904002	C

## 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
- IN1710EI2CLVI0900001, Relazione interazione treno binario struttura
- IN1712EI2CLVI0904012, Relazione di calcolo pulvini, baggioli e ritegni
- IN1712EI2RBVI09A0001, Relazione geotecnica
- IN1712EI2RBVI09C0001, Relazione geotecnica

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

### 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 <sup>(2/3)</sup> =	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) <sup>(0,3)</sup> =	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



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{(2/3)} =$	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 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

### 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 "Specifica 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 EI2CLVI0904002	C

### 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).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

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 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)  $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

#### 4. Caratterizzazione geotecnica

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

#### 5. Descrizione dell'opera

Il *Viadotto Rio Guà – VI09*, a doppio binario con intervalla 4.2m, si estende dal km 33+722,75 al km 34+800,75 della *Tratta Verona-Padova* per uno sviluppo complessivo di 1078m ed è costituito da 40 campate isostatiche con travi in c.a.p. a cassoncini e una campata realizzata con impalcato ad arco.

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 esterna di 1.50m, con dimensioni esterne medesime alla pila e pieno. 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  $\Phi 1500$ ).

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0904002

C

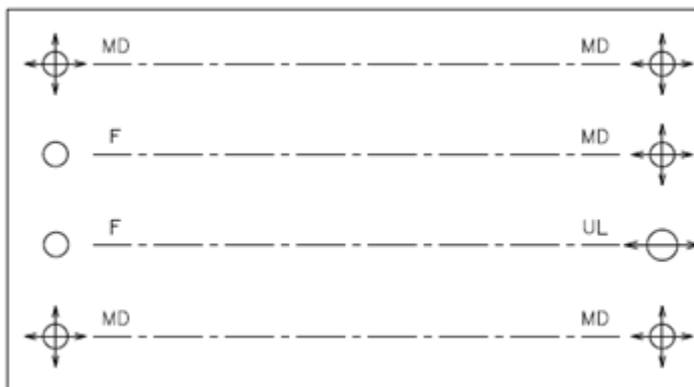


Figura 1 - Schema appoggi

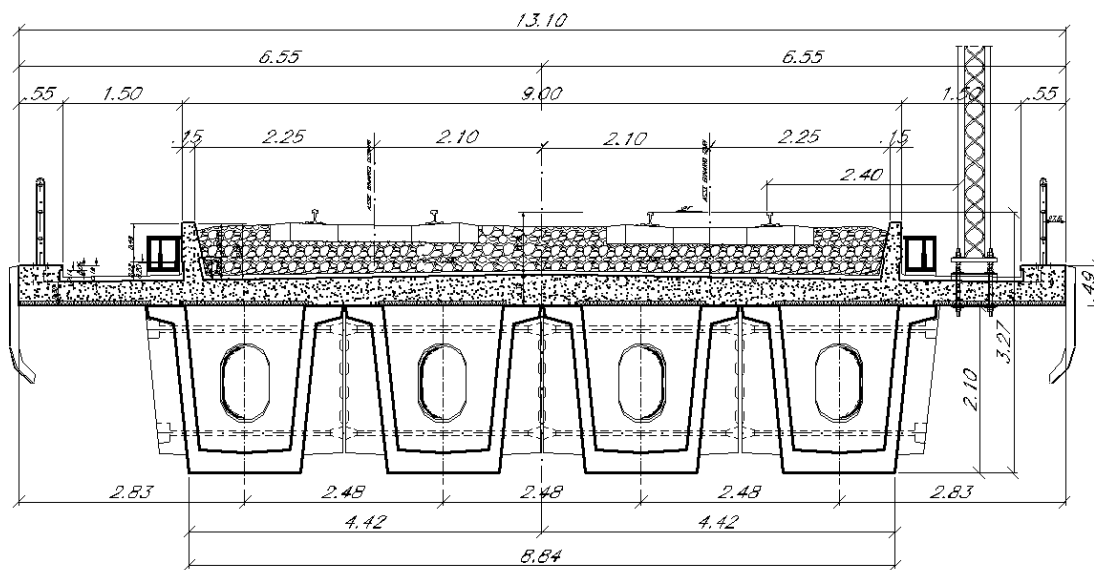


Figura 2 - Sezione impalcato

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

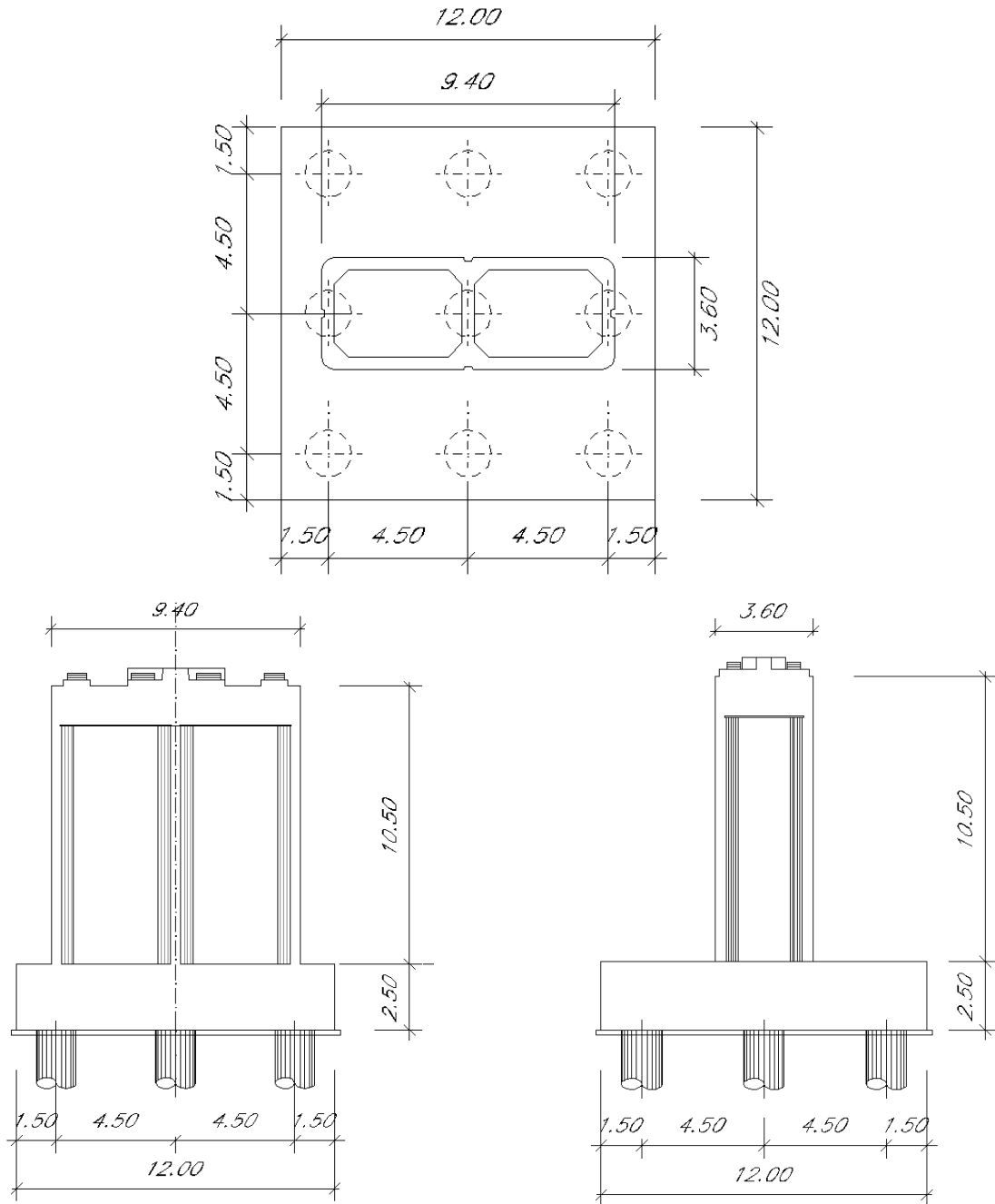


Figura 3 - Pianta e sezioni pila

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

## 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.

## 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  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

## 6. Analisi dei carichi

I dati di seguito riportati fanno riferimento alla pila di altezza massima.

### 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/m<sup>3</sup>.

DATI DI LINEA			
velocità massima della linea	V	<b>220</b>	km/h
raggio di curvatura	R	<b>2500</b>	m
numero di binari		<b>doppio</b>	

IMPALCATO					
		SX		DX	
altezza cassoncino sezione in appoggio	$h_1$	<b>2.10</b>	m	<b>2.10</b>	m
altezza cassoncino sezione in mezzeria	$h_2$	<b>2.10</b>	m	<b>2.10</b>	m
spessore soletta	s	<b>0.35</b>	m	<b>0.35</b>	m
estradosso impalcato sull'appoggio	$H_1$	<b>2.45</b>	m	<b>2.45</b>	m
altezza totale impalcato in mezzeria	$H_2$	<b>2.45</b>		<b>2.45</b>	m
spessore ballast	$h_b$	<b>0.80</b>	m	<b>0.80</b>	m
altezza PF da estradosso trave	$h_{PF}$	<b>1.20</b>	m	<b>1.20</b>	m
lunghezza travata	L	<b>25.00</b>	m	<b>25.00</b>	m
luce appoggi travata	$L_a$	<b>22.80</b>	m	<b>22.80</b>	m
larghezza totale impalcato	B	<b>13.10</b>	m	<b>13.10</b>	m
peso permanente strutturale	$G_1$	<b>6275</b>	kN	<b>6275</b>	kN
peso permanenti non strutturali	$G_2$	<b>5150</b>	kN	<b>5150</b>	kN

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

E12CLVI0904002

C

**Altezze dal intradosso del cassoncino**

baricentro sezione cassone+soletta	Gb1	1.600	m	1.600	m
baricentro del ballast	Gb2	2.850	m	2.850	m
altezza al piano del ferro	H	3.30	m	3.30	m
baricentro treno	Gb3	5.10	m	5.10	m

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	10.50	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 <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale	I11	103.81	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale	I22	22.26	m <sup>4</sup>
modulo elastico cls pila	Ec	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo	%	50	
modulo di calcolo	E	16673	MPa
calcestruzzo	fck	32	MPa
massa pila	mp	2577	kN



GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA			
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

<b>PULVINO</b>			
larghezza in direzione trasversale	b	<b>9.40</b>	m
larghezza in direzione longitudinale	d	<b>3.60</b>	m
altezza pulvino	h	<b>1.50</b>	m
massa pulvino	mp	<b>1269</b>	kN

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

<b>Ulteriori distanze e bracci</b>			
distanza asse pila/ asse appoggi per momento long.	$i_l$	<b>1.10</b>	
altezza baggioli e apparecchi d'appoggio	$h_B$	<b>0.50</b>	
interasse tra i binari (se singolo 0)	$i_b$	<b>4.20</b>	m
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila	a	<b>2.10</b>	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	6275	0
scarichi estradosso Pila - G2	5150	0
scarichi estradosso Fondazione - G1	10121	0
scarichi estradosso Fondazione - G2	5150	0
scarichi intradosso Fondazione - G1	21218	0
scarichi intradosso Fondazione - G2	5150	0

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

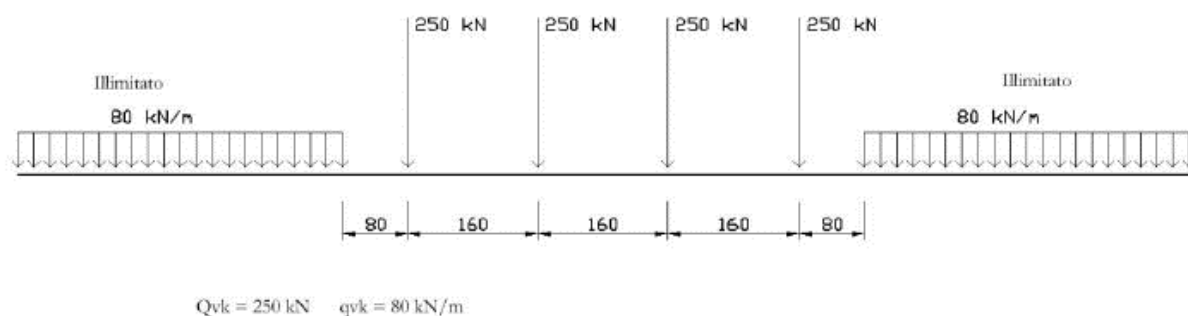
Lo scarico G1 a intradosso fondazione tiene conto del peso del plinto di fondazione e del peso del terreno di ricoprimento al di sopra di esso, di spessore pari a 1 m.

## 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.



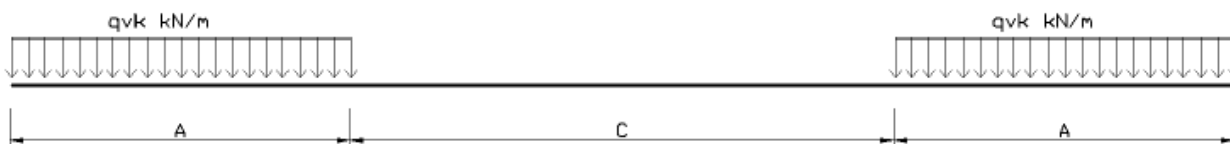
Carichi concentrati: quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m;

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.

**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:

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

## 6.4 Disposizione treni di carico

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

- 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	<b>5992</b>	310	1298
COMBO ML	3529	<b>2759</b>	1090
COMBO MT	3162	206	<b>6957</b>

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

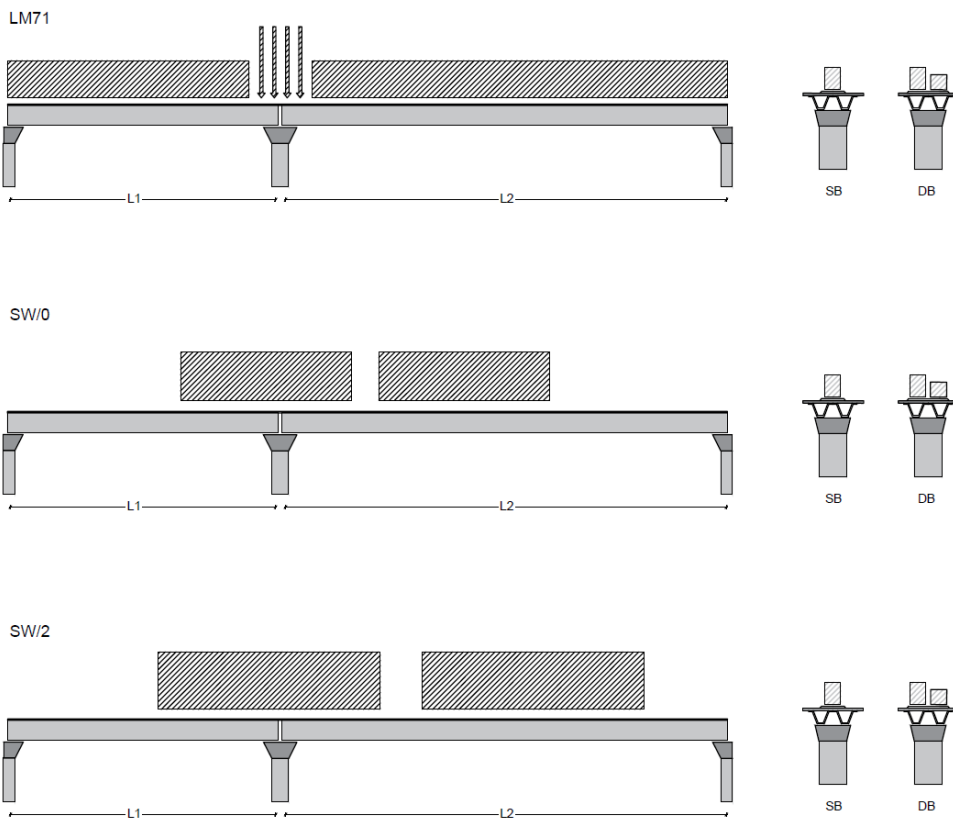


Figura 4- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

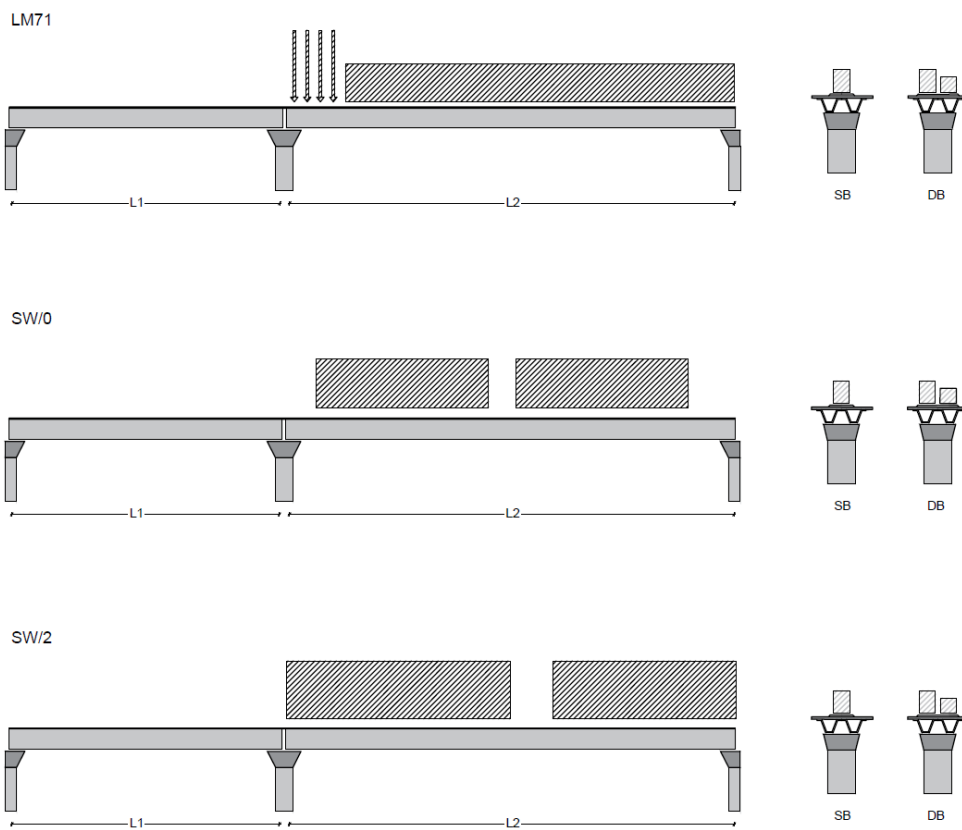


Figura 5- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

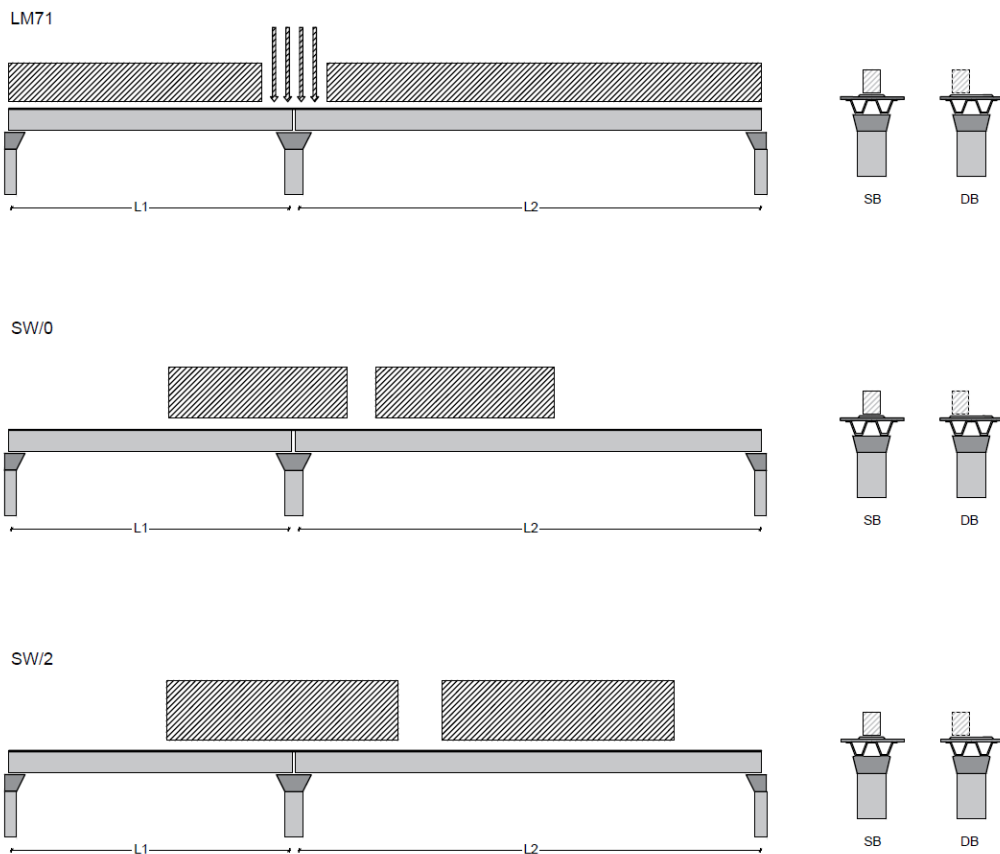


Figura 6- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

## 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	2500	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea	V <sub>max</sub>	220	km/h
		<b>SX</b>	
lunghezza di influenza della parte curva del binario	Lf	22.8	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V	f	0.65	

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

E12CLVI0904002

C

Valore di $\alpha$	Massima velocità della linea [Km/h]	Azione centrifuga basata su:				traffico verticale associato
		V	$\alpha$	f		
SW/2	$\geq 100$	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	$\alpha$	1	$\alpha \times 1 \times (LM71'' + SW/0)$	$\Phi \times \alpha \times 1 \times (LM71'' + SW/0)$
	$\leq 120$	V	$\alpha$	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 12.5 kN x asse

valore caratteristico della forza centrifuga

qtk 4.0 kN/m

**LM71 caso b**

velocità massima compatibile con il tracciato della linea

Vmax 220

fattore di riduzione funzione della Lf e della V

f 0.65

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 24.7 kN x asse

valore caratteristico della forza centrifuga

qtk 7.9 kN/m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

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:

<b>SW/2</b>			
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	$q_{tk}$	4.72	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	49.9	4.0	49.9	4.0	124	689
Fcen_LM/71_2	98.9	7.9	98.9	7.9	255	1414
Fcen_SW/2_1	0.0	4.7	0.0	4.7	118	656

### 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  $\alpha$  ma non per il coefficiente di amplificazione dinamica. Essa si applicherà sia in rettilineo che in curva.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

viadotto a binario combinazione treni	<b>doppio</b> <b>LM/71 + SW/2</b>		
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  $\alpha$  e non devono essere moltiplicati per  $\Phi$ . 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  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

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

#### FRENATURA

LM/71			
coefficiente di adattamento	a	<b>1.1</b>	
lunghezza del binario	L	<b>25</b>	m
valore caratteristico della forza	Q <sub>la,k</sub>	<b>550</b>	kN
SW/0			
coefficiente di adattamento	a	<b>1.1</b>	
lunghezza del binario	L	<b>19.7</b>	m
valore caratteristico della forza	Q <sub>la,k</sub>	<b>433.4</b>	kN
SW/2			
coefficiente di adattamento	a	<b>1</b>	
lunghezza del binario	L	<b>25</b>	
valore caratteristico della forza	Q <sub>la,k</sub>	<b>875</b>	

#### AVVIAMENTO

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

LM/71 valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	<b>908</b>	kN
SW/0 valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	<b>715</b>	kN
SW/2 valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	<b>825</b>	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  $\gamma$  e  $\psi$  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	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

altezza baggioli e apparecchi d'appoggio	h	0.5	m
lunghezza del binario	L	25	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti	Vg1	6275	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti	Vg2	5150	KN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili	Vq	7361	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)	f	0.04	
forza d'attrito trasmessa alla pila	Fa	385.8	kN
momento longitudinale in testa pila	M	192.9	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

$\rho$  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.

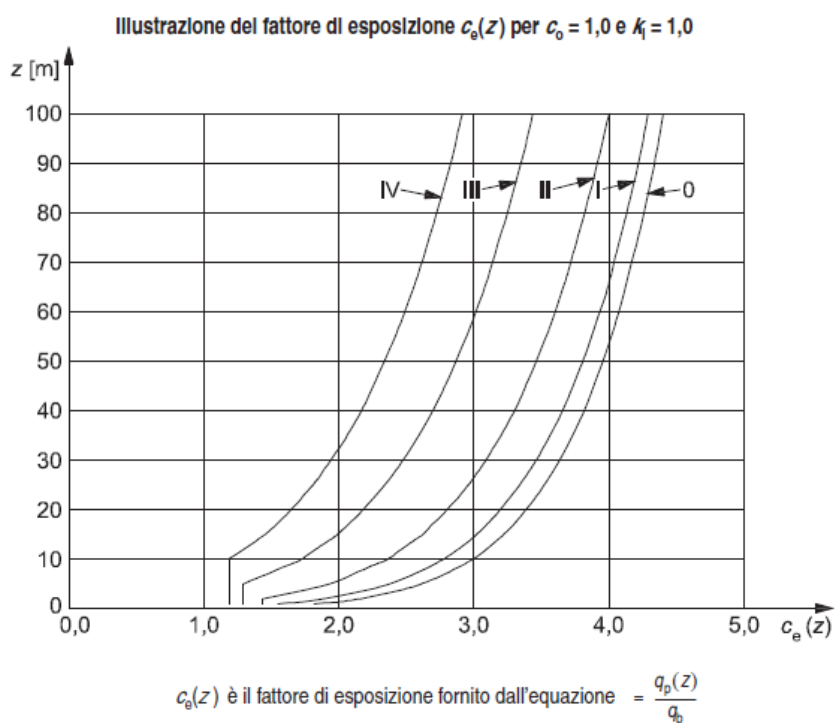


Figura 7 -fattore di esposizione - Eurocodice 1991-1-4

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

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

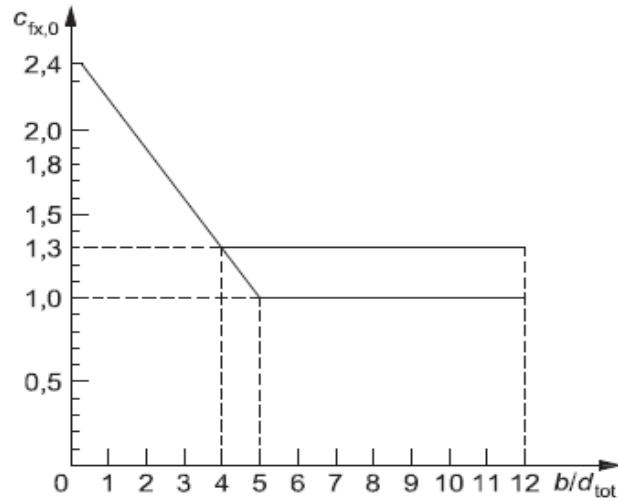


Figura 8 - Fattore di forza trasversale - Eurocodice 1991-1-4

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

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

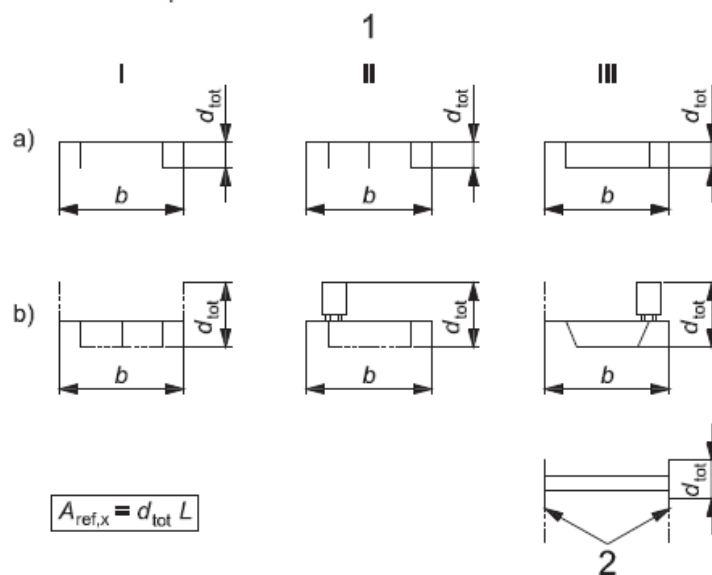


Figura 9 - Area effettiva - Eurocodice 1991-1-4



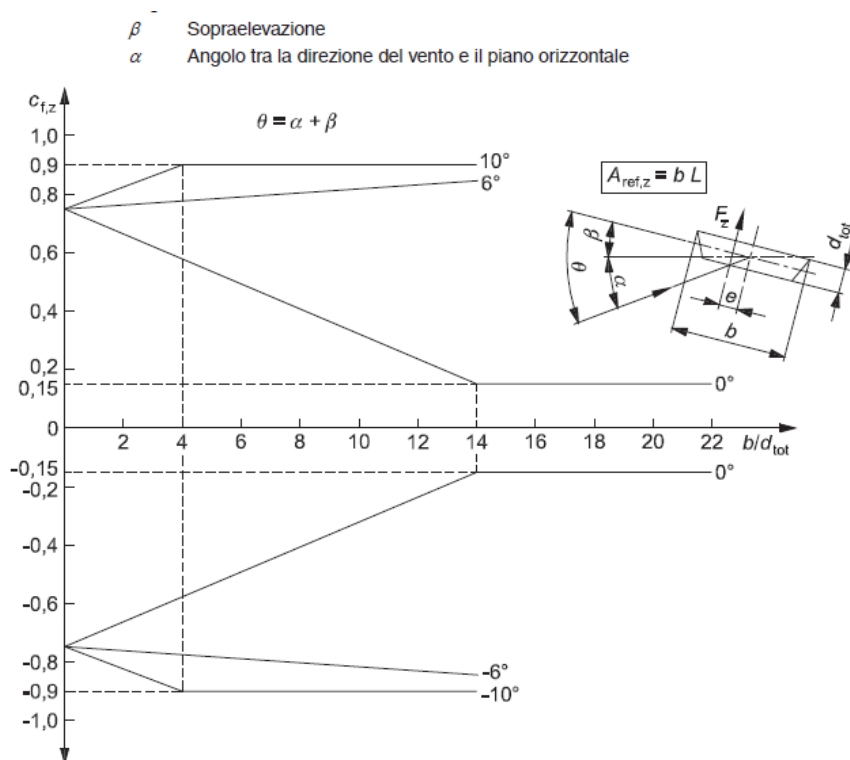


Figura 10 - coefficiente di forza verticale - Eurocodice 1991-1-4

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

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

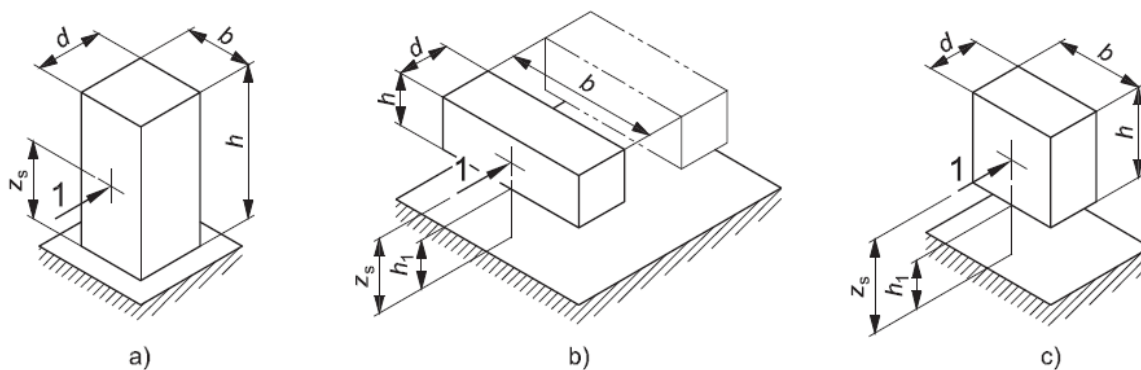


Figura 11 - Altezza di riferimento - Eurocodice 1991-1-4

tab. 3.3.I	Zona	<b>1</b>	
tab.3.3.II	Categoria	<b>II</b>	
tab. 3.3.III	Classe rug	<b>D</b>	
velocità di base di riferimento s.l.m.	Vbo	<b>25</b>	m/s
parametro di quota	ao	<b>1000</b>	m
altitudine sul livello del mare	as	<b>150</b>	m
parametro adimensionale	ks	<b>0.4</b>	
coefficiente di altitudine	ca	<b>1</b>	
velocità di base di riferimento	Vb	<b>25</b>	m/s

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0904002

C

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	10.50	m
altezza baggioli e app. d'appoggio	z2	0.50	m
altezza all'intradosso	zint	11	m
altezza di riferimento	z	14.6	m
coefficiente di topografia	ct	1	
coefficiente di esposizione	ce	2.60	
densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m <sup>3</sup>
pressione statica di riferimento	qr	439.8	n/m <sup>2</sup>
pressione statica di picco	qpicco	1143.0	n/m <sup>2</sup>
larghezza impalcato	d	13.1	m
altezza impalcato+soletta	z3	2.45	m
armamento	z4	0.80	m
altezza treno	z5a	4	m
altezza barriera	z5b	4	m
altezza di impatto treno o barriera	htot	7.25	m
	d/h	1.81	
coefficiente di forza trasversale	cfx	1.90	
coefficiente di forza trasversale	cfz	0.9	

GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA			
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

forza trasversale	fx	<b>18.1</b>	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fx	<b>453.1</b>	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	<b>1869.1</b>	kN/m
forza verticale	fz	<b>32.8</b>	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fz	<b>818.8</b>	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	<b>2681.4</b>	kN/m

<b>ponte scarico</b>			
altezza di impatto treno o barriere	htot	<b>6.45</b>	m
rapporto geometrico	d/h	<b>2.03</b>	
coefficiente di forza trasversale	cfx	<b>1.84</b>	
coefficiente di forza trasversale	cfz	<b>0.90</b>	
forza trasversale	fx	<b>16.1</b>	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fx	<b>403.1</b>	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	<b>1501.6</b>	kN/m
forza verticale	fz	<b>32.8</b>	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fz	<b>818.8</b>	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	<b>2681.4</b>	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;
  - $\psi_r$  è il fattore riduttivo per sezioni con spigoli arrotondati;
  - $\psi_\lambda$  è il fattore di effetto di estremità, posto cautelativamente pari a 1.

I valori di  $c_{f,0}$  e  $\psi_r$  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

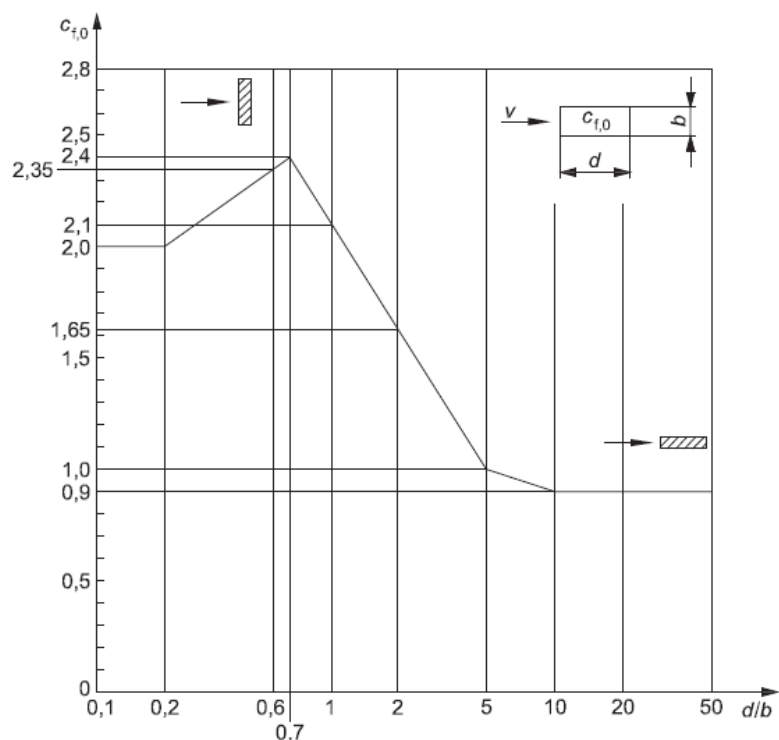


Figura 12 - Correlazione tra dimensioni in sezione dell'elemento e il coefficiente di forma  $c_{f,0}$  (figura 7.23 EC1-4)

Fattore di riduzione  $\psi_r$  per sezioni quadrate con spigoli arrotondati

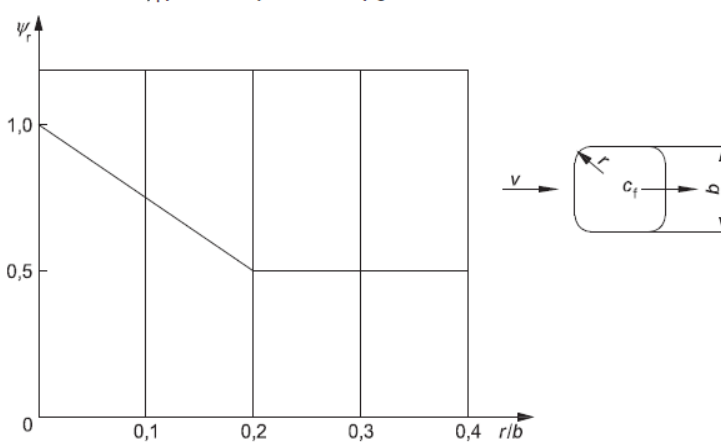


Figura 13 - correlazione tra il raggio di arrotondamento dello spigolo e il fattore riduttivo  $\psi_r$  (figura 7.24 EC1-4)



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

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

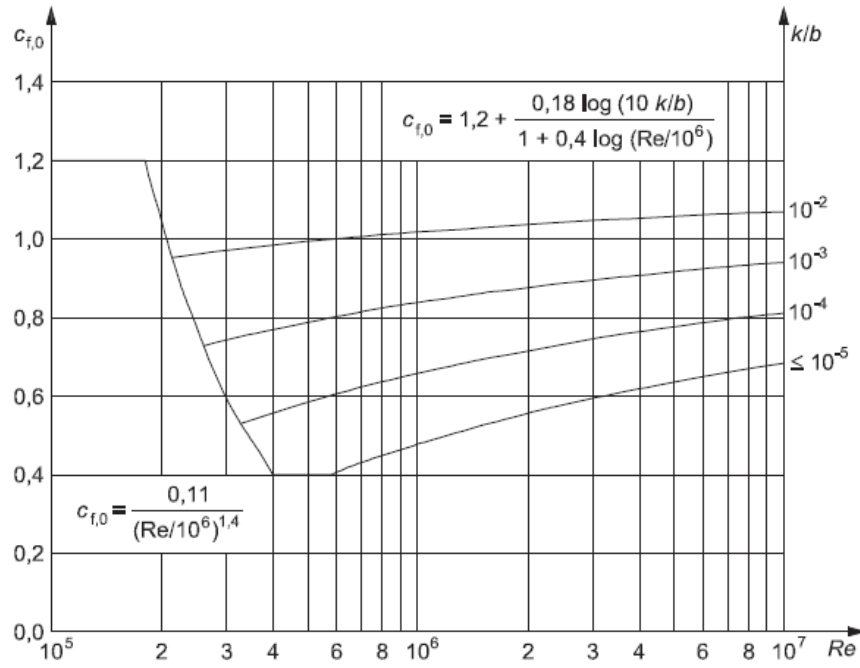


Figura 14 - Fattori di forza pila - Eurocodice 1991-1-4

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

E12CLVI0904002

C

**direzione trasversale**

altezza di riferimento	z	10.5	m
coefficiente di topografia	ct	1	
coefficiente di esposizione	ce	2.38	
densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m <sup>3</sup>
pressione statica di riferimento	qr	439.8	n/m <sup>2</sup>
pressione statica di picco	qpicco	1048.1	n/m <sup>2</sup>
		1.05	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	1.84E+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	2.92	
snellezza effettiva	$\lambda$	70.00	
rapporto di solidità	$\phi$	1	
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.89	
forza trasversale	f tras	9.0	kN/m
forza equivalente totale	F tras	94.5	kN
altezza di applicazione sulla pila	h tra	5.5	m

GENERAL CONTRACTOR					ALTA SORVEGLIANZA				
	Progetto	Lotto	Codifica						
	IN17	12	EI2CLVI0904002						C

<b>direzione longitudinale</b>			
tipologia di sezione		<b>rettangolare</b>	
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	1.12	
snellezza effettiva	$\lambda$	70.00	
rapporto di solidità	$\phi$	1	
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.89	
forza longitudinale	f lon	<b>23.50</b>	kN/m
forza equivalente totale	Flon	<b>246.75</b>	kN
altezza di applicazione sulla pila	h lon	<b>5.55</b>	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:

- $DT = \pm 15^{\circ}\text{C}$  per impalcato in c.a.p. e in c.a.
- $DT = \pm 15^{\circ}\text{C}$  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  $10^{\circ}\text{C}$  (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 EI2CLVI0904002	C

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	EI2CLVI0904002	C

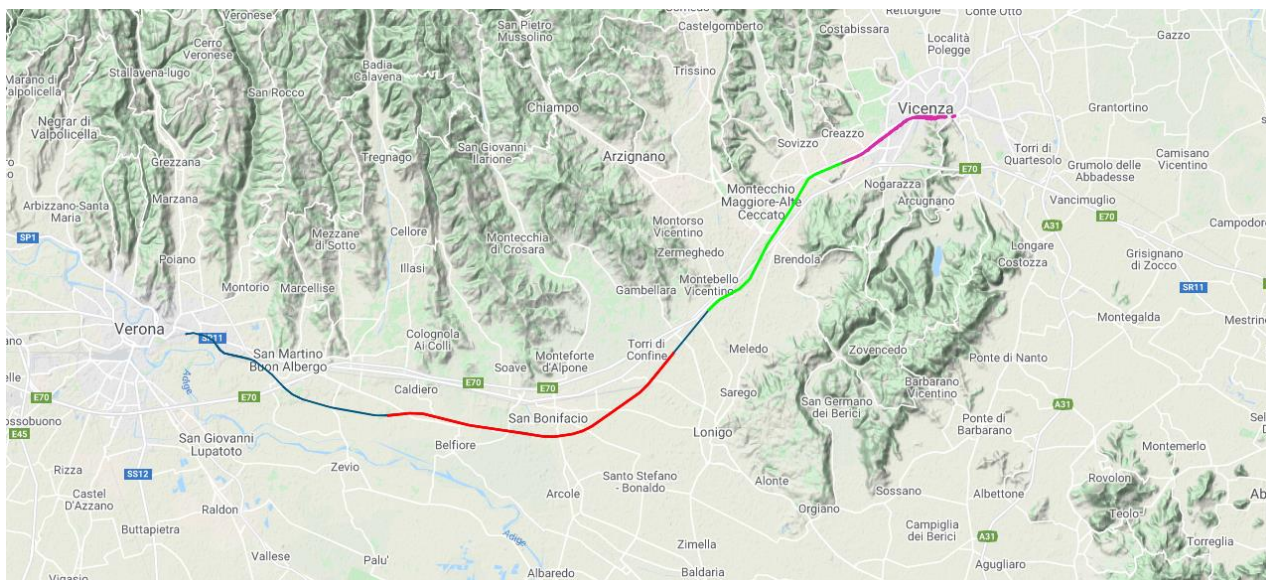


Figura 15 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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 E12CLVI0904002	C

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

**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**

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 16 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

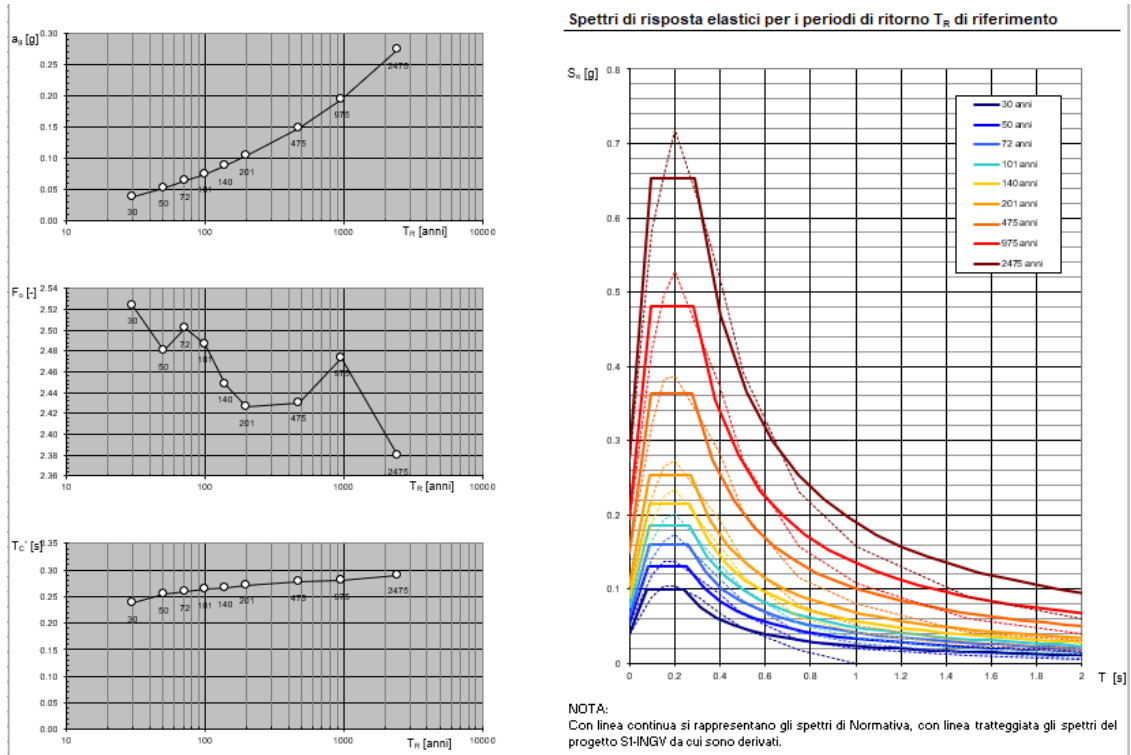


Figura 17 - Parametri di riferimento del sito secondo "Spettri\_NTC"

**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'ideoneità 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 18 - Tabella riassuntiva degli stati limite di riferimento del sito in esame



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI0904002	C

### 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 - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="90"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="151"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1424"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2475"/>

Elaborazioni

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

#### Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

--□-- Strategia per costruzioni ordinarie

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  $\xi$  (%)   $\eta = 1.000$  info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore  $q_0 = 1.5$  Regol. in altezza  info

Compon. verticale

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

Elaborazioni

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

#### Spettri di risposta

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 19 - 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
$\eta$	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  $\eta$  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 20 – Parametri indipendenti e dipendenti spettro orizzontale allo SLV  $q=1.5$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

### 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	ALTA SORVEGLIANZA			
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

#### 6.8.4 Check analisi statica

<b>Direzione Longitudinale</b>			
massa treno per direzione long	Com Nmax	7059	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	1412	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	11425	kN
massa sismica portata sulla pila	Mimp t	12837	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	1/5 Mimp t	2567	kN
massa pila	Mpul	2577	kN
massa pulvino	Mpila	1269	kN
massa efficace pila	Mpe	2128	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long	Mtot long	14965	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	<b>OK</b>	

<b>Direzione Trasversale</b>			
massa treno per direzione long	Com Mmax	5992	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	1198	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	11425	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	Mimp t	12623	kN
massa pila	Mpul	2577	kN
massa pulvino	Mpila	1269	kN
massa efficace pila	Mpe	2128	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv	Mtot tras	14751	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	<b>OK</b>	



GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA		
			
	Progetto	Lotto	Codifica
	IN17	12	EI2CLVI0904002
			C

<b>Direzione Verticale</b>			
massa treno per direzione long	Com Mmax	5992	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	1198	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	11425	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	Mimp t	12623	kN
massa pila	Mpul	2577	kN
massa pulvino	Mpila	1269	kN
massa efficace pila	Mpe	2128	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert	Mtot vert	14751	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	<b>OK</b>	

### 6.8.5 Analisi statica equivalente

area della sezione	A	11.5	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale	I11	104	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale	I22	22	m <sup>4</sup>
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	10.50	m
altezza plinto di fondazione	hf	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio	hap	0.50	m
altezza equivalente sdof	He	11.00	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv	Ktra	2.06E+09	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long	Klong	8.37E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert	Kvert	2.81E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale	Ttra	0.17	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale	Tlong	0.27	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale	Tvert	0.05	sec

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

E12CLVI0904002

C

	SLV		SLD	
	q=1.5	q=1	q=1	
<b>Tabella Riassuntiva</b>				
accelerazione componente trasversale	0.50	0.75	0.33	g
accelerazione componente longitudinale	0.50	0.75	0.33	g
accelerazione componente verticale	0.33	0.33	0.09	g
Sforzo assiale	4831	4831	1263	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	7358	11036	4935	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	7464	11196	5007	kN
Momento flessionale trasversale	97309	145963	65274	kN m
Momento flessionale longitudinale	82104	123157	55075	kN m

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904002	C

## 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

E12CLVI0904002

C

		Coefficiente	EQ <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	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 <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	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 <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 <sup>(5)</sup>	0,20 <sup>(5)</sup>
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(6)</sup>	1,00 <sup>(7)</sup>	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.

<sup>(2)</sup> 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.

<sup>(3)</sup> Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

<sup>(4)</sup> Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

<sup>(5)</sup> Aliquota di carico da traffico da considerare.

<sup>(6)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

<sup>(7)</sup> 1,20 per effetti locali

Azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	gr2	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	-
	gr3	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	gr4	1,00	1,00 <sup>(1)</sup>	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  $\psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

E12CLVI0904002

C

	Azioni	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 <sup>(3)</sup>	<sup>(1)</sup>	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 <sup>(3)</sup>	-	-
	Centrifuga	<sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	<sup>(2)</sup>	<sup>(2)</sup>
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 <sup>(3)</sup>	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  $\psi$  adottati per i carichi che provocano dette azioni.

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\psi_0$  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

EI2CLVI0904002

C

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	EI2CLVI0904002
				C

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	ALTA SORVEGLIANZA			
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

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

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, per la pila di altezza massima.

### 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	24885	1722	1043	1311	7154
A1_SLU_gr2_Scarico_2	16857	140	1043	70	5272
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	24885	3014	522	1957	4518
A1_SLU_gr1+vento_5	25622	1944	1536	2542	11722
A1_SLU_gr2+vento_6	17594	362	1536	1302	9839
A1_SLU_gr3+vento_7	25622	3236	1014	3189	9085
A1_SLU_vento_gr1_9	17424	370	821	2053	7612
A1_SLU_vento_gr2_10	17424	370	821	2053	7612
A1_SLU_vento_gr3_11	17424	370	821	2053	7612
A1_SLU_Scalz_gr1_13	21409	958	626	749	4293
A1_SLU_Scalz_gr2_14	16593	79	626	39	3163
A1_SLU_Scalz_gr3_15	21409	1733	313	1137	2711
SLE_rar_gr1_Treno_1	17417	1090	719	855	4934
SLE_rar_gr2_Scarico_2	11881	66	719	33	3636
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	17417	1981	360	1301	3116
SLE_rar_gr1+vento_5	17908	1238	1048	1676	7979
SLE_rar_gr2+vento_6	12372	214	1048	854	6681
SLE_rar_gr3+vento_7	17908	2129	688	2122	6161



GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA			
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

SLE_rar_vento_gr1_9	12244	247	548	1369	5075
SLE_rar_vento_gr2_10	12244	247	548	1369	5075
SLE_rar_vento_gr3_11	12244	247	548	1369	5075

SLE_rar_gr4_Centrif_4	15020	1211	432	791	2960
SLE_rar_gr4+vento_8	15512	1359	760	1613	6005
SLE_rar_vento_gr4_12	12244	247	548	1369	5075

SLE_qp_gr1+vento_33	11425	46	0	23	0
---------------------	-------	----	---	----	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	14073	6472	1889	3298	6116
E_103y_SLV_q=1.5_46	14073	1990	6296	1057	19782
E_103z_SLV_q=1.5_47	17454	1990	1889	1057	6116
E_103x_SLD_q=1_54	13002	4365	1267	2244	4188
E_103y_SLD_q=1_55	13002	1358	4223	741	13355
E_103z_SLD_q=1_56	13886	1358	1267	741	4188

#### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	21314	1593	1043	4797	6853
A1_SLU_gr2_Scarico_58	16857	140	1043	70	5272
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	21314	2885	522	5443	4217
A1_SLU_gr1+vento_61	22051	1815	1536	6028	11420
A1_SLU_gr2+vento_62	17594	362	1536	1302	9839
A1_SLU_gr3+vento_63	22051	3108	1014	6675	8784
A1_SLU_vento_gr1_65	17424	370	821	2053	7612
A1_SLU_vento_gr2_66	17424	370	821	2053	7612
A1_SLU_vento_gr3_67	17424	370	821	2053	7612
A1_SLU_Scalz_gr1_69	19267	912	626	2856	4112
A1_SLU_Scalz_gr2_70	16593	79	626	39	3163
A1_SLU_Scalz_gr3_71	19267	1687	313	3244	2530

SLE_rar_gr1_Treno_57	14954	1031	719	3274	4726
SLE_rar_gr2_Scarico_58	11881	66	719	33	3636
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	14954	1922	360	3720	2908
SLE_rar_gr1+vento_61	15446	1179	1048	4095	7771
SLE_rar_gr2+vento_62	12372	214	1048	854	6681
SLE_rar_gr3+vento_63	15446	2070	688	4541	5953
SLE_rar_vento_gr1_65	12244	247	548	1369	5075

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904002	C

SLE_rar_vento_gr2_66	12244	247	548	1369	5075
SLE_rar_vento_gr3_67	12244	247	548	1369	5075
SLE_rar_gr4_Centrif_60	13543	1175	432	2243	2836
SLE_rar_gr4+vento_64	14034	1323	760	3064	5881
SLE_rar_vento_gr4_68	12244	247	548	1369	5075
SLE_qp_gr1+vento_89	11425	46	0	23	0
E_103x_SLV_q=1.5_101	13580	6462	1889	3783	6075
E_103y_SLV_q=1.5_102	13580	1981	6296	1542	19741
E_103z_SLV_q=1.5_103	16962	1981	1889	1542	6075
E_103x_SLD_q=1_110	12510	4355	1267	2729	4147
E_103y_SLD_q=1_111	12510	1348	4223	1226	13314
E_103z_SLD_q=1_112	13394	1348	1267	1226	4147

#### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	20782	1574	1043	1085	15361
A1_SLU_gr2_Scarico_114	16857	140	1043	70	5272
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	20782	2866	522	1732	12724
A1_SLU_gr1+vento_117	21519	1796	1536	2317	19928
A1_SLU_gr2+vento_118	17594	362	1536	1302	9839
A1_SLU_gr3+vento_119	21519	3088	1014	2963	17292
A1_SLU_vento_gr1_121	17424	370	821	2053	7612
A1_SLU_vento_gr2_122	17424	370	821	2053	7612
A1_SLU_vento_gr3_123	17424	370	821	2053	7612
A1_SLU_Scalz_gr1_125	18948	905	626	631	9216
A1_SLU_Scalz_gr2_126	16593	79	626	39	3163
A1_SLU_Scalz_gr3_127	18948	1680	313	1019	7635
SLE_rar_gr1_Treno_113	14587	1022	719	717	10593
SLE_rar_gr2_Scarico_114	11881	66	719	33	3636
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	14587	1913	360	1162	8775
SLE_rar_gr1+vento_117	15079	1170	1048	1538	13638
SLE_rar_gr2+vento_118	12372	214	1048	854	6681
SLE_rar_gr3+vento_119	15079	2061	688	1984	11820
SLE_rar_vento_gr1_121	12244	247	548	1369	5075
SLE_rar_vento_gr2_122	12244	247	548	1369	5075

GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA			
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

SLE_rar_vento_gr3_123	12244	247	548	1369	5075
SLE_rar_gr4_Centrif_116	13322	1170	432	708	6356
SLE_rar_gr4+vento_120	13814	1318	760	1530	9401
SLE_rar_vento_gr4_124	12244	247	548	1369	5075
SLE_qp_gr1+vento_145	11425	46	0	23	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	13507	6461	1889	3272	7248
E_103y_SLV_q=1.5_158	13507	1979	6296	1031	20914
E_103z_SLV_q=1.5_159	16888	1979	1889	1031	7248
E_103x_SLD_q=1_166	12436	4353	1267	2218	5320
E_103y_SLD_q=1_167	12436	1347	4223	715	14487
E_103z_SLD_q=1_168	13320	1347	1267	715	5320

### 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	30077	1722	1043	19389	18108
A1_SLU_gr2_Scarico_2	22049	140	1043	1545	16226
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	30077	3014	522	33604	9995
A1_SLU_gr1+vento_5	30814	1944	1536	22952	27851
A1_SLU_gr2+vento_6	22786	362	1536	5108	25969
A1_SLU_gr3+vento_7	30814	3236	1014	37168	19737
A1_SLU_vento_gr1_9	22616	370	821	5939	16237
A1_SLU_vento_gr2_10	22616	370	821	5939	16237
A1_SLU_vento_gr3_11	22616	370	821	5939	16237
A1_SLU_Scalz_gr1_13	26601	958	626	10808	10865
A1_SLU_Scalz_gr2_14	21785	79	626	864	9736
A1_SLU_Scalz_gr3_15	26601	1733	313	19337	5997
SLE_rar_gr1_Treno_1	21263	1090	719	12299	12489
SLE_rar_gr2_Scarico_2	15727	66	719	724	11191
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	21263	1981	360	22103	6893
SLE_rar_gr1+vento_5	21754	1238	1048	14675	18983
SLE_rar_gr2+vento_6	16218	214	1048	3099	17685
SLE_rar_gr3+vento_7	21754	2129	688	24479	13388

GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA			
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

SLE_rar_vento_gr1_9	16090	247	548	3959	10825
SLE_rar_vento_gr2_10	16090	247	548	3959	10825
SLE_rar_vento_gr3_11	16090	247	548	3959	10825

SLE_rar_gr4_Centrif_4	18866	1211	432	13503	7493
SLE_rar_gr4+vento_8	19357	1359	760	15879	13988
SLE_rar_vento_gr4_12	16090	247	548	3959	10825

SLE_qp_gr1+vento_33	15271	46	0	503	0
---------------------	-------	----	---	-----	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	17918	7534	2207	82201	29452
E_103y_SLV_q=1.5_46	17918	2309	7358	24728	97568
E_103z_SLV_q=1.5_47	21300	2309	2207	24728	29452
E_103x_SLD_q=1_54	16848	5077	1481	55172	19842
E_103y_SLD_q=1_55	16848	1572	4935	16619	65534
E_103z_SLD_q=1_56	17732	1572	1481	16619	19842

#### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	26506	1593	1043	21525	17807
A1_SLU_gr2_Scarico_58	22049	140	1043	1545	16226
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	26506	2885	522	35740	9694
A1_SLU_gr1+vento_61	27243	1815	1536	25088	27549
A1_SLU_gr2+vento_62	22786	362	1536	5108	25969
A1_SLU_gr3+vento_63	27243	3108	1014	39304	19436
A1_SLU_vento_gr1_65	22616	370	821	5939	16237
A1_SLU_vento_gr2_66	22616	370	821	5939	16237
A1_SLU_vento_gr3_67	22616	370	821	5939	16237
A1_SLU_Scalz_gr1_69	24459	912	626	12429	10684
A1_SLU_Scalz_gr2_70	21785	79	626	864	9736
A1_SLU_Scalz_gr3_71	24459	1687	313	20958	5816

SLE_rar_gr1_Treno_57	18800	1031	719	14098	12281
SLE_rar_gr2_Scarico_58	15727	66	719	724	11191
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	18800	1922	360	23901	6685
SLE_rar_gr1+vento_61	19292	1179	1048	16473	18776
SLE_rar_gr2+vento_62	16218	214	1048	3099	17685
SLE_rar_gr3+vento_63	19292	2070	688	26277	13180
SLE_rar_vento_gr1_65	16090	247	548	3959	10825

GENERAL CONTRACTOR					ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica					
	IN17	12	E12CLVI0904002		C			

SLE_rar_vento_gr2_66	16090	247	548	3959	10825
SLE_rar_vento_gr3_67	16090	247	548	3959	10825

SLE_rar_gr4_Centrif_60	17388	1175	432	14582	7368
SLE_rar_gr4+vento_64	17880	1323	760	16958	13863
SLE_rar_vento_gr4_68	16090	247	548	3959	10825

SLE_qp_gr1+vento_89	15271	46	0	503	0
---------------------	-------	----	---	-----	---

E_103x_SLV_q=1.5_101	17426	7524	2207	82686	29411
E_103y_SLV_q=1.5_102	17426	2299	7358	25213	97527
E_103z_SLV_q=1.5_103	20807	2299	2207	25213	29411
E_103x_SLD_q=1_110	16356	5067	1481	55657	19800
E_103y_SLD_q=1_111	16356	1562	4935	17104	65492
E_103z_SLD_q=1_112	17239	1562	1481	17104	19800

#### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	25974	1574	1043	17613	26315
A1_SLU_gr2_Scarico_114	22049	140	1043	1545	16226
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	25974	2866	522	31828	18201
A1_SLU_gr1+vento_117	26711	1796	1536	21176	36057
A1_SLU_gr2+vento_118	22786	362	1536	5108	25969
A1_SLU_gr3+vento_119	26711	3088	1014	35391	27944
A1_SLU_vento_gr1_121	22616	370	821	5939	16237
A1_SLU_vento_gr2_122	22616	370	821	5939	16237
A1_SLU_vento_gr3_123	22616	370	821	5939	16237
A1_SLU_Scalz_gr1_125	24139	905	626	10132	15789
A1_SLU_Scalz_gr2_126	21785	79	626	864	9736
A1_SLU_Scalz_gr3_127	24139	1680	313	18661	10921

SLE_rar_gr1_Treno_113	18433	1022	719	11448	18148
SLE_rar_gr2_Scarico_114	15727	66	719	724	11191
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	18433	1913	360	21251	12553
SLE_rar_gr1+vento_117	18925	1170	1048	13823	24643
SLE_rar_gr2+vento_118	16218	214	1048	3099	17685
SLE_rar_gr3+vento_119	18925	2061	688	23627	19048
SLE_rar_vento_gr1_121	16090	247	548	3959	10825
SLE_rar_vento_gr2_122	16090	247	548	3959	10825

GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA			
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

SLE_rar_vento_gr3_123	16090	247	548	3959	10825
SLE_rar_gr4_Centrif_116	17168	1170	432	12992	10889
SLE_rar_gr4+vento_120	17660	1318	760	15368	17384
SLE_rar_vento_gr4_124	16090	247	548	3959	10825
SLE_qp_gr1+vento_145	15271	46	0	503	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	17353	7522	2207	82175	30584
E_103y_SLV_q=1.5_158	17353	2298	7358	24702	98700
E_103z_SLV_q=1.5_159	20734	2298	2207	24702	30584
E_103x_SLD_q=1_166	16282	5065	1481	55146	20974
E_103y_SLD_q=1_167	16282	1560	4935	16593	66666
E_103z_SLD_q=1_168	17166	1560	1481	16593	20974

### 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	45059	1722	1043	23693	20716
A1_SLU_gr2_Scarico_2	37031	140	1043	1896	18834
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	45059	3014	522	41139	11299
A1_SLU_gr1+vento_5	45795	1944	1536	27812	31691
A1_SLU_gr2+vento_6	37768	362	1536	6014	29809
A1_SLU_gr3+vento_7	45795	3236	1014	45258	22274
A1_SLU_vento_gr1_9	37598	370	821	6864	18291
A1_SLU_vento_gr2_10	37598	370	821	6864	18291
A1_SLU_vento_gr3_11	37598	370	821	6864	18291
A1_SLU_Scalz_gr1_13	38751	958	626	13202	12430
A1_SLU_Scalz_gr2_14	33935	79	626	1060	11301
A1_SLU_Scalz_gr3_15	38751	1733	313	23670	6780
SLE_rar_gr1_Treno_1	32361	1090	719	15024	14287
SLE_rar_gr2_Scarico_2	26824	66	719	888	12989
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	32361	1981	360	27056	7793
SLE_rar_gr1+vento_5	32852	1238	1048	17770	21603
SLE_rar_gr2+vento_6	27316	214	1048	3634	20305
SLE_rar_gr3+vento_7	32852	2129	688	29802	15109

GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA			
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

SLE_rar_vento_gr1_9	27187	247	548	4576	12194
SLE_rar_vento_gr2_10	27187	247	548	4576	12194
SLE_rar_vento_gr3_11	27187	247	548	4576	12194

SLE_rar_gr4_Centrif_4	0	0	29964	1211	432
SLE_rar_gr4+vento_8	0	0	30455	1359	760
SLE_rar_vento_gr4_12	0	0	27187	247	548

SLE_qp_gr1+vento_33	26368	46	0	617	0
---------------------	-------	----	---	-----	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	29492	10299	3037	104492	36007
E_103y_SLV_q=1.5_46	29492	3139	10123	31537	119419
E_103z_SLV_q=1.5_47	33984	3139	3037	31537	36007
E_103x_SLD_q=1_54	28070	6309	1850	69404	24005
E_103y_SLD_q=1_55	28070	1941	6168	21011	79413
E_103z_SLD_q=1_56	29243	1941	1850	21011	24005

#### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	41488	1593	1043	25508	20415
A1_SLU_gr2_Scarico_58	37031	140	1043	1896	18834
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	41488	2885	522	42954	10998
A1_SLU_gr1+vento_61	42224	1815	1536	29627	31390
A1_SLU_gr2+vento_62	37768	362	1536	6014	29809
A1_SLU_gr3+vento_63	42224	3108	1014	47073	21972
A1_SLU_vento_gr1_65	37598	370	821	6864	18291
A1_SLU_vento_gr2_66	37598	370	821	6864	18291
A1_SLU_vento_gr3_67	37598	370	821	6864	18291
A1_SLU_Scalz_gr1_69	36609	912	626	14708	12249
A1_SLU_Scalz_gr2_70	33935	79	626	1060	11301
A1_SLU_Scalz_gr3_71	36609	1687	313	25176	6599

SLE_rar_gr1_Treno_57	29898	1031	719	16675	14079
SLE_rar_gr2_Scarico_58	26824	66	719	888	12989
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	29898	1922	360	28706	7585
SLE_rar_gr1+vento_61	30389	1179	1048	19420	21396
SLE_rar_gr2+vento_62	27316	214	1048	3634	20305
SLE_rar_gr3+vento_63	30389	2070	688	31452	14901
SLE_rar_vento_gr1_65	27187	247	548	4576	12194



GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA			
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

SLE_rar_vento_gr2_66	27187	247	548	4576	12194
SLE_rar_vento_gr3_67	27187	247	548	4576	12194

SLE_rar_gr4_Centrif_60	28486	1175	432	17520	8448
SLE_rar_gr4+vento_64	28977	1323	760	20266	15764
SLE_rar_vento_gr4_68	27187	247	548	4576	12194

SLE_qp_gr1+vento_89	26368	46	0	617	0
---------------------	-------	----	---	-----	---

E_103x_SLV_q=1.5_101	28999	10289	3037	104952	35966
E_103y_SLV_q=1.5_102	28999	3129	10123	31998	119377
E_103z_SLV_q=1.5_103	33491	3129	3037	31998	35966
E_103x_SLD_q=1_110	27577	6299	1850	69864	23964
E_103y_SLD_q=1_111	27577	1932	6168	21471	79371
E_103z_SLD_q=1_112	28750	1932	1850	21471	23964

#### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	40955	1574	1043	21548	28923
A1_SLU_gr2_Scarico_114	37031	140	1043	1896	18834
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	40955	2866	522	38994	19505
A1_SLU_gr1+vento_117	41692	1796	1536	25666	39897
A1_SLU_gr2+vento_118	37768	362	1536	6014	29809
A1_SLU_gr3+vento_119	41692	3088	1014	43112	30480
A1_SLU_vento_gr1_121	37598	370	821	6864	18291
A1_SLU_vento_gr2_122	37598	370	821	6864	18291
A1_SLU_vento_gr3_123	37598	370	821	6864	18291
A1_SLU_Scalz_gr1_125	36289	905	626	12394	17354
A1_SLU_Scalz_gr2_126	33935	79	626	1060	11301
A1_SLU_Scalz_gr3_127	36289	1680	313	22861	11703

SLE_rar_gr1_Treno_113	29531	1022	719	14003	19947
SLE_rar_gr2_Scarico_114	26824	66	719	888	12989
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	29531	1913	360	26035	13452
SLE_rar_gr1+vento_117	30022	1170	1048	16748	27263
SLE_rar_gr2+vento_118	27316	214	1048	3634	20305
SLE_rar_gr3+vento_119	30022	2061	688	28780	20768
SLE_rar_vento_gr1_121	27187	247	548	4576	12194
SLE_rar_vento_gr2_122	27187	247	548	4576	12194



GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

SLE_rar_vento_gr3_123	27187	247	548	4576	12194
SLE_rar_gr4_Centrif_116	28266	1170	432	15917	11968
SLE_rar_gr4+vento_120	28757	1318	760	18663	19284
SLE_rar_vento_gr4_124	27187	247	548	4576	12194
SLE_qp_gr1+vento_145	26368	46	0	617	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	28926	10288	3037	104437	37139
E_103y_SLV_q=1.5_158	28926	3127	10123	31483	120551
E_103z_SLV_q=1.5_159	33418	3127	3037	31483	37139
E_103x_SLD_q=1_166	27504	6297	1850	69349	25137
E_103y_SLD_q=1_167	27504	1930	6168	20956	80544
E_103z_SLD_q=1_168	28677	1930	1850	20956	25137

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

## 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	h<3m: 344 $\Phi$ 22 interasse 20 cm <sup>(1)</sup> h>3m: 344 $\Phi$ 20 interasse 20 cm <sup>(1)</sup>	$\Phi$ 14/15 <sup>(2)</sup>	7.6 cm

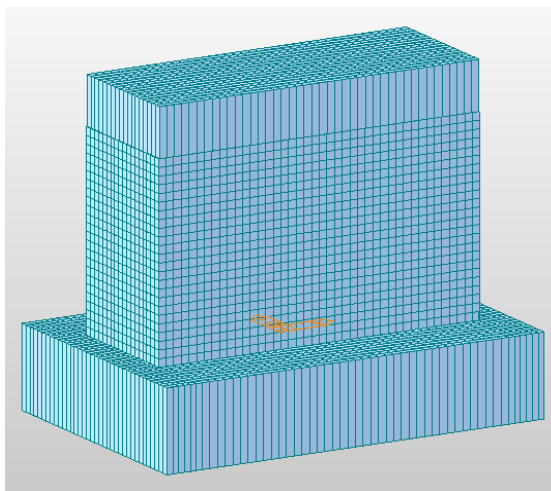
<sup>(1)</sup>è riferito alla corona esterna di armatura mentre, l'interasse della corona interna è funzione dell'allineamento con quella esterna. È comunque rispettato l'iterasse minimo.

<sup>(2)</sup>in testa e alla base del fusto pila sono presenti  $\Phi$ 16/15 in sostituzione dei  $\Phi$ 14/15

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 EI2CLVI0904002	C

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.

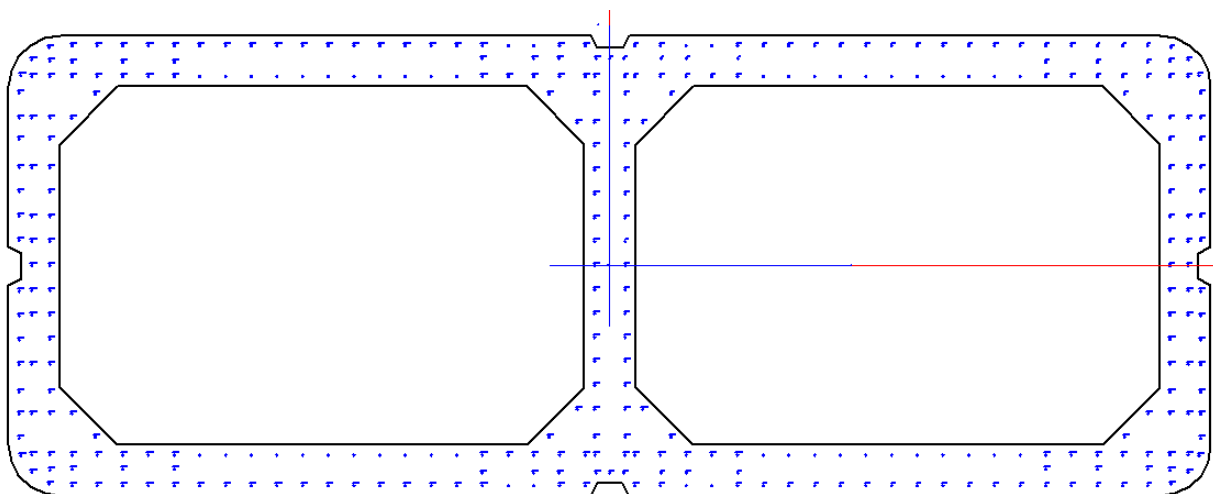


Figura 21 - Sezione implementata in RC-SEC

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0904002

C

**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.****NOME SEZIONE: PILA\_10.5m\_VI09\_fi20.4**

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/cm <sup>2</sup>
	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	-460.0	10.0
2	-470.0	15.0
3	-470.0	140.0
4	-468.0	152.4
5	-462.4	163.5
6	-453.5	172.4
7	-442.4	178.0
8	-430.0	180.0
9	-15.0	180.0
10	-10.0	170.0
11	10.0	170.0

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0904002

C

12	15.0	180.0
13	430.0	180.0
14	442.4	178.0
15	453.5	172.4
16	462.4	163.5
17	468.0	152.4
18	470.0	140.0
19	470.0	15.0
20	460.0	10.0
21	460.0	-10.0
22	470.0	-15.0
23	470.0	-140.0
24	468.0	-152.4
25	462.4	-163.5
26	453.5	-172.4
27	442.4	-178.0
28	430.0	-180.0
29	15.0	-180.0
30	10.0	-170.0
31	-10.0	-170.0
32	-15.0	-180.0
33	-430.0	-180.0
34	-442.4	-178.0
35	-453.5	-172.4
36	-462.4	-163.5
37	-468.0	-152.4
38	-470.0	-140.0
39	-470.0	-15.0
40	-460.0	-10.0

**DOMINIO N° 2**

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

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	385.0	140.0
2	430.0	95.0
3	430.0	-95.0
4	385.0	-140.0
5	65.0	-140.0
6	20.0	-95.0
7	20.0	95.0
8	65.0	140.0

**DOMINIO N° 3**

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

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-65.0	140.0
2	-20.0	95.0
3	-20.0	-95.0
4	-65.0	-140.0
5	-385.0	-140.0
6	-430.0	-95.0
7	-430.0	95.0
8	-385.0	140.0

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0904002

C

## DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	452.5	-160.8	20.4
2	438.4	-169.7	20.4
3	459.7	-148.4	20.4
4	-452.5	-160.8	20.4
5	-438.4	-169.7	20.4
6	-459.7	-148.4	20.4
7	452.5	160.8	20.4
8	438.4	169.7	20.4
9	459.7	148.4	20.4
10	20.4	171.3	20.4
11	-20.4	171.3	20.4
12	-452.5	160.8	20.4
13	-438.4	169.7	20.4
14	-459.7	148.4	20.4
15	461.3	-20.4	20.4
16	461.3	20.4	20.4
17	-461.3	20.4	20.4
18	-461.3	-20.4	20.4
19	20.4	-171.3	20.4
20	-20.4	-171.3	20.4
21	421.3	-116.0	20.4
22	402.8	-134.5	20.4
23	28.7	-116.0	20.4
24	47.2	-134.5	20.4
25	421.3	116.0	20.4
26	402.8	134.5	20.4
27	28.7	116.0	20.4
28	47.2	134.5	20.4
29	-28.7	-116.0	20.4
30	-47.2	-134.5	20.4
31	-421.3	-116.0	20.4
32	-402.8	-134.5	20.4
33	-28.7	116.0	20.4
34	-47.2	134.5	20.4
35	-340.7	-159.1	20.4
36	-380.9	-159.1	20.4
37	-420.3	-159.1	20.4
38	-438.7	-159.9	20.4
39	-438.7	-115.5	20.4
40	-451.3	-115.5	20.4
41	-461.3	-115.6	20.4
42	-438.7	-98.8	20.4
43	-461.3	-98.8	20.4
44	-461.3	-135.0	20.4
45	-438.7	-148.5	20.4
46	-461.3	-39.0	20.4
47	-461.3	-58.0	20.4
48	-461.3	-77.0	20.4
49	-451.3	-148.5	20.4
50	-451.3	-76.8	20.4
51	-451.3	-38.4	20.4
52	-451.3	-19.2	20.4
53	-438.7	-76.8	20.4
54	-438.7	-57.6	20.4

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI0904002	C

55	-438.7	-38.4	20.4
56	-438.7	-19.2	20.4
57	-11.1	-148.7	20.4
58	-11.3	-134.0	20.4
59	-11.3	-112.1	20.4
60	-11.3	-93.5	20.4
61	-11.3	-74.8	20.4
62	-11.3	-56.1	20.4
63	-11.3	-37.4	20.4
64	-19.3	-148.7	20.4
65	-39.4	-148.7	20.4
66	-59.5	-148.7	20.4
67	-79.6	-148.7	20.4
68	-99.7	-148.7	20.4
69	-340.7	-148.7	20.4
70	-360.8	-148.7	20.4
71	-380.9	-148.7	20.4
72	-401.0	-148.7	20.4
73	-420.3	-148.7	20.4
74	-39.4	-171.3	20.4
75	-99.7	-171.3	20.4
76	-119.8	-171.3	20.4
77	-139.8	-171.3	20.4
78	-159.9	-171.3	20.4
79	-180.0	-171.3	20.4
80	-200.1	-171.3	20.4
81	-220.2	-171.3	20.4
82	-240.3	-171.3	20.4
83	-260.4	-171.3	20.4
84	-280.5	-171.3	20.4
85	-300.5	-171.3	20.4
86	-320.6	-171.3	20.4
87	-340.7	-171.3	20.4
88	-360.8	-171.3	20.4
89	-380.9	-171.3	20.4
90	-401.0	-171.3	20.4
91	-420.3	-171.3	20.4
92	-99.9	-161.3	20.4
93	-59.9	-161.3	20.4
94	-40.0	-161.3	20.4
95	-11.0	-161.3	20.4
96	-11.3	-18.7	20.4
97	-340.7	159.1	20.4
98	-380.9	159.1	20.4
99	-420.3	159.1	20.4
100	-438.7	159.9	20.4
101	-438.7	115.5	20.4
102	-451.3	115.5	20.4
103	-461.3	115.6	20.4
104	-438.7	98.8	20.4
105	-461.3	98.8	20.4
106	-461.3	135.0	20.4
107	-438.7	148.5	20.4
108	-461.3	39.0	20.4
109	-461.3	58.0	20.4
110	-461.3	77.0	20.4
111	-451.3	148.5	20.4
112	-451.3	76.8	20.4
113	-451.3	38.4	20.4

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI0904002	C

114	-451.3	19.2	20.4
115	-451.3	0.0	20.4
116	-438.7	76.8	20.4
117	-438.7	57.6	20.4
118	-438.7	38.4	20.4
119	-438.7	19.2	20.4
120	-438.7	0.0	20.4
121	-11.1	148.7	20.4
122	-421.3	116.0	20.4
123	-402.8	134.5	20.4
124	-11.3	134.0	20.4
125	-11.3	112.1	20.4
126	-11.3	93.5	20.4
127	-11.3	74.8	20.4
128	-11.3	56.1	20.4
129	-11.3	37.4	20.4
130	-11.3	0.0	20.4
131	-19.3	148.7	20.4
132	-39.4	148.7	20.4
133	-59.5	148.7	20.4
134	-79.6	148.7	20.4
135	-99.7	148.7	20.4
136	-340.7	148.7	20.4
137	-360.8	148.7	20.4
138	-380.9	148.7	20.4
139	-401.0	148.7	20.4
140	-420.3	148.7	20.4
141	-39.4	171.3	20.4
142	-99.7	171.3	20.4
143	-119.8	171.3	20.4
144	-139.8	171.3	20.4
145	-159.9	171.3	20.4
146	-180.0	171.3	20.4
147	-200.1	171.3	20.4
148	-220.2	171.3	20.4
149	-240.3	171.3	20.4
150	-260.4	171.3	20.4
151	-280.5	171.3	20.4
152	-300.5	171.3	20.4
153	-320.6	172.0	20.4
154	-340.7	171.3	20.4
155	-360.8	171.3	20.4
156	-380.9	171.3	20.4
157	-401.0	171.3	20.4
158	-420.3	171.3	20.4
159	-99.9	161.3	20.4
160	-59.9	161.3	20.4
161	-40.0	161.3	20.4
162	-11.0	161.3	20.4
163	-11.3	18.7	20.4
164	340.7	-159.1	20.4
165	380.9	-159.1	20.4
166	420.3	-159.1	20.4
167	438.7	-159.9	20.4
168	438.7	-115.5	20.4
169	451.3	-115.5	20.4
170	461.3	-115.6	20.4
171	438.7	-98.8	20.4
172	461.3	-98.8	20.4



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI0904002	C

173	461.3	-135.0	20.4
174	438.7	-148.5	20.4
175	461.3	-39.0	20.4
176	461.3	-58.0	20.4
177	461.3	-77.0	20.4
178	452.0	-148.5	20.4
179	451.3	-76.8	20.4
180	451.3	-38.4	20.4
181	451.3	-19.2	20.4
182	438.7	-76.8	20.4
183	438.7	-57.6	20.4
184	438.7	-38.4	20.4
185	438.7	-19.2	20.4
186	11.1	-148.7	20.4
187	11.3	-134.0	20.4
188	11.3	-112.1	20.4
189	11.3	-93.5	20.4
190	11.3	-74.8	20.4
191	11.3	-56.1	20.4
192	11.3	-37.4	20.4
193	19.3	-148.7	20.4
194	39.4	-148.7	20.4
195	59.5	-148.7	20.4
196	79.6	-148.7	20.4
197	99.7	-148.7	20.4
198	340.7	-148.7	20.4
199	360.8	-148.7	20.4
200	380.9	-148.7	20.4
201	401.0	-148.7	20.4
202	420.3	-148.7	20.4
203	39.4	-171.3	20.4
204	99.7	-171.3	20.4
205	119.8	-171.3	20.4
206	139.8	-171.3	20.4
207	159.9	-171.3	20.4
208	180.0	-171.3	20.4
209	200.1	-171.3	20.4
210	220.2	-171.3	20.4
211	240.3	-171.3	20.4
212	260.4	-171.3	20.4
213	280.5	-171.3	20.4
214	300.5	-171.3	20.4
215	320.6	-171.3	20.4
216	340.7	-171.3	20.4
217	360.8	-171.3	20.4
218	380.9	-171.3	20.4
219	401.0	-171.3	20.4
220	420.3	-171.3	20.4
221	99.9	-161.3	20.4
222	59.9	-161.3	20.4
223	40.0	-161.3	20.4
224	11.0	-161.3	20.4
225	0.0	-161.3	20.4
226	11.3	-18.7	20.4
227	340.7	159.1	20.4
228	380.9	159.1	20.4
229	420.3	159.1	20.4
230	438.7	159.9	20.4
231	438.7	115.5	20.4

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI0904002	C

232	451.3	115.5	20.4
233	461.3	115.6	20.4
234	438.7	98.8	20.4
235	461.3	98.8	20.4
236	461.3	135.0	20.4
237	438.7	148.5	20.4
238	461.3	39.0	20.4
239	461.3	58.0	20.4
240	461.3	77.0	20.4
241	452.0	148.5	20.4
242	451.3	76.8	20.4
243	451.3	38.4	20.4
244	451.3	19.2	20.4
245	451.3	0.0	20.4
246	438.7	76.8	20.4
247	438.7	57.6	20.4
248	438.7	38.4	20.4
249	438.7	19.2	20.4
250	438.7	0.0	20.4
251	11.1	148.7	20.4
252	11.3	134.0	20.4
253	11.3	112.1	20.4
254	11.3	93.5	20.4
255	11.3	74.8	20.4
256	11.3	56.1	20.4
257	11.3	37.4	20.4
258	11.3	0.0	20.4
259	19.3	148.7	20.4
260	39.4	148.7	20.4
261	59.5	148.7	20.4
262	79.6	148.7	20.4
263	99.7	148.7	20.4
264	340.7	148.7	20.4
265	360.8	148.7	20.4
266	380.9	148.7	20.4
267	401.0	148.7	20.4
268	420.3	148.7	20.4
269	39.4	171.3	20.4
270	99.7	171.3	20.4
271	119.8	171.3	20.4
272	139.8	171.3	20.4
273	159.9	171.3	20.4
274	180.0	171.3	20.4
275	200.1	171.3	20.4
276	220.2	171.3	20.4
277	240.3	171.3	20.4
278	260.4	171.3	20.4
279	280.5	171.3	20.4
280	300.5	171.3	20.4
281	320.6	171.3	20.4
282	340.7	171.3	20.4
283	360.8	171.3	20.4
284	380.9	171.3	20.4
285	401.0	171.3	20.4
286	420.3	171.3	20.4
287	99.9	161.3	20.4
288	59.9	161.3	20.4
289	40.0	161.3	20.4
290	11.0	161.3	20.4

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

291	0.0	161.3	20.4
292	11.3	18.7	20.4

#### 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	136	135	11	20.4
2	263	264	11	20.4
3	69	68	11	20.4
4	197	198	11	20.4
5	142	141	2	20.4
6	269	270	2	20.4
7	75	74	2	20.4
8	203	204	2	20.4

#### 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	30076.81	19388.83	18108.34	0.00	0.00
2	22049.36	1544.58	16226.26	0.00	0.00
3	30076.81	33604.27	9995.21	0.00	0.00
4	30813.68	22952.27	27850.58	0.00	0.00
5	22786.23	5108.02	25968.50	0.00	0.00
6	30813.68	37167.71	19737.45	0.00	0.00
7	22616.28	5939.07	16237.08	0.00	0.00
8	22616.28	5939.07	16237.08	0.00	0.00
9	22616.28	5939.07	16237.08	0.00	0.00
10	26601.35	10807.53	10865.00	0.00	0.00
11	21784.88	863.91	9735.75	0.00	0.00
12	26601.35	19336.79	5997.13	0.00	0.00
13	26505.78	21524.98	17807.09	0.00	0.00
14	22049.36	1544.58	16226.26	0.00	0.00
15	26505.78	35740.42	9693.96	0.00	0.00
16	27242.66	25088.42	27549.34	0.00	0.00
17	22786.23	5108.02	25968.50	0.00	0.00
18	27242.66	39303.86	19436.21	0.00	0.00
19	22616.28	5939.07	16237.08	0.00	0.00
20	22616.28	5939.07	16237.08	0.00	0.00
21	22616.28	5939.07	16237.08	0.00	0.00
22	24458.73	12428.61	10684.25	0.00	0.00
23	21784.88	863.91	9735.75	0.00	0.00
24	24458.73	20957.87	5816.38	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

25	25973.72	17612.53	26314.50	0.00	0.00
26	22049.36	1544.58	16226.26	0.00	0.00
27	25973.72	31827.96	18201.38	0.00	0.00
28	26710.60	21175.97	36056.75	0.00	0.00
29	22786.23	5108.02	25968.50	0.00	0.00
30	26710.60	35391.40	27943.62	0.00	0.00
31	22616.28	5939.07	16237.08	0.00	0.00
32	22616.28	5939.07	16237.08	0.00	0.00
33	22616.28	5939.07	16237.08	0.00	0.00
34	24139.50	10131.70	15788.70	0.00	0.00
35	21784.88	863.91	9735.75	0.00	0.00
36	24139.50	18660.97	10920.83	0.00	0.00
37	17918.49	82201.25	29452.16	0.00	0.00
38	17918.49	24728.20	97568.15	0.00	0.00
39	21299.94	24728.20	29452.16	0.00	0.00
40	17425.93	82686.02	29410.61	0.00	0.00
41	17425.93	25212.97	97526.60	0.00	0.00
42	20807.39	25212.97	29410.61	0.00	0.00
43	17352.54	82174.70	30584.05	0.00	0.00
44	17352.54	24701.65	98700.03	0.00	0.00
45	20734.00	24701.65	30584.05	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	21263.03	12299.23	12488.51
2	15726.86	723.62	11190.52
3	21263.03	22102.98	6893.25
4	21754.28	14674.86	18983.34
5	16218.11	3099.25	17685.35
6	21754.28	24478.61	13388.08
7	16089.61	3959.38	10824.72
8	16089.61	3959.38	10824.72
9	16089.61	3959.38	10824.72
10	18800.25	14097.53	12280.75
11	15726.86	723.62	11190.52
12	18800.25	23901.28	6685.49
13	19291.50	16473.15	18775.58
14	16218.11	3099.25	17685.35
15	19291.50	26276.90	13180.32
16	16089.61	3959.38	10824.72
17	16089.61	3959.38	10824.72
18	16089.61	3959.38	10824.72
19	18433.32	11447.71	18147.93
20	15726.86	723.62	11190.52
21	18433.32	21251.46	12552.67
22	18924.57	13823.34	24642.76
23	16218.11	3099.25	17685.35
24	18924.57	23627.09	19047.50
25	16089.61	3959.38	10824.72
26	16089.61	3959.38	10824.72
27	16089.61	3959.38	10824.72

GENERAL CONTRACTOR					ALTA SORVEGLIANZA				
		Progetto	Lotto	Codifica					
		IN17	12	EI2CLVI0904002					C

28	16848.10	55172.08	19841.82
29	16848.10	16619.45	65533.67
30	17731.98	16619.45	19841.82
31	16355.54	55656.84	19800.27
32	16355.54	17104.22	65492.12
33	17239.42	17104.22	19800.27
34	16282.16	55145.52	20973.70
35	16282.16	16592.90	66665.56
36	17166.04	16592.90	20973.70

#### 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	18866.16	13503.08 (0.00)	7493.11 (0.00)
2	19357.41	15878.71 (319051.60)	13987.94 (281060.28)
3	16089.61	3959.38 (0.00)	10824.72 (0.00)
4	17388.49	14582.06 (0.00)	7368.45 (0.00)
5	17879.74	16957.69 (153531.89)	13863.28 (125515.66)
6	16089.61	3959.38 (0.00)	10824.72 (0.00)
7	17168.33	12992.17 (33179763.94)	10888.76 (27808017.16)
8	17659.58	15367.80 (125713.16)	17383.59 (142202.92)
9	16089.61	3959.38 (0.00)	10824.72 (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	15270.86	502.70 (0.00)	0.00 (0.00)
2	15270.86	502.70 (0.00)	0.00 (0.00)
3	15270.86	502.70 (0.00)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

#### 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  
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  $\geq 1.000$

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI0904002	C

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	30076.81	19388.83	18108.34	30076.80	115510.66	107726.55	5.95	1124.4(343.3)
2	S	22049.36	1544.58	16226.26	22049.36	25764.31	265371.47	16.36	1124.4(343.3)
3	S	30076.81	33604.27	9995.21	30076.66	120175.96	35870.15	3.58	1124.4(343.3)
4	S	30813.68	22952.27	27850.58	30813.84	112156.66	137163.77	4.91	1124.4(343.3)
5	S	22786.23	5108.02	25968.50	22786.01	48813.72	247342.97	9.53	1124.4(343.3)
6	S	30813.68	37167.71	19737.45	30813.68	120047.86	64131.93	3.23	1124.4(343.3)
7	S	22616.28	5939.07	16237.08	22616.10	76418.70	208727.64	12.86	1124.4(343.3)
8	S	22616.28	5939.07	16237.08	22616.10	76418.70	208727.64	12.86	1124.4(343.3)
9	S	22616.28	5939.07	16237.08	22616.10	76418.70	208727.64	12.86	1124.4(343.3)
10	S	26601.35	10807.53	10865.00	26601.27	110384.70	110057.14	10.17	1124.4(343.3)
11	S	21784.88	863.91	9735.75	21784.66	22735.14	266389.12	27.35	1124.4(343.3)
12	S	26601.35	19336.79	5997.13	26601.20	115016.81	35193.29	5.94	1124.4(343.3)
13	S	26505.78	21524.98	17807.09	26505.60	111845.37	92965.52	5.21	1124.4(343.3)
14	S	22049.36	1544.58	16226.26	22049.36	25764.31	265371.47	16.36	1124.4(343.3)
15	S	26505.78	35740.42	9693.96	26505.79	114992.51	31079.24	3.22	1124.4(343.3)
16	S	27242.66	25088.42	27549.34	27242.78	109899.00	121296.41	4.39	1124.4(343.3)
17	S	22786.23	5108.02	25968.50	22786.01	48813.72	247342.97	9.53	1124.4(343.3)
18	S	27242.66	39303.86	19436.21	27242.78	115164.45	56323.60	2.92	1124.4(343.3)
19	S	22616.28	5939.07	16237.08	22616.10	76418.70	208727.64	12.86	1124.4(343.3)
20	S	22616.28	5939.07	16237.08	22616.10	76418.70	208727.64	12.86	1124.4(343.3)
21	S	22616.28	5939.07	16237.08	22616.10	76418.70	208727.64	12.86	1124.4(343.3)
22	S	24458.73	12428.61	10684.25	24458.66	108808.45	93747.99	8.76	1124.4(343.3)
23	S	21784.88	863.91	9735.75	21784.66	22735.14	266389.12	27.35	1124.4(343.3)
24	S	24458.73	20957.87	5816.38	24458.53	111918.67	30964.36	5.34	1124.4(343.3)
25	S	25973.72	17612.53	26314.50	25973.85	102323.39	153389.80	5.82	1124.4(343.3)
26	S	22049.36	1544.58	16226.26	22049.36	25764.31	265371.47	16.36	1124.4(343.3)
27	S	25973.72	31827.96	18201.38	25973.57	112906.44	64081.89	3.54	1124.4(343.3)
28	S	26710.60	21175.97	36056.75	26710.49	99352.57	168501.65	4.68	1124.4(343.3)
29	S	22786.23	5108.02	25968.50	22786.01	48813.72	247342.97	9.53	1124.4(343.3)
30	S	26710.60	35391.40	27943.62	26710.49	112482.78	88662.07	3.18	1124.4(343.3)
31	S	22616.28	5939.07	16237.08	22616.10	76418.70	208727.64	12.86	1124.4(343.3)
32	S	22616.28	5939.07	16237.08	22616.10	76418.70	208727.64	12.86	1124.4(343.3)
33	S	22616.28	5939.07	16237.08	22616.10	76418.70	208727.64	12.86	1124.4(343.3)
34	S	24139.50	10131.70	15788.70	24139.73	99320.39	155652.83	9.84	1124.4(343.3)
35	S	21784.88	863.91	9735.75	21784.66	22735.14	266389.12	27.35	1124.4(343.3)
36	S	24139.50	18660.97	10920.83	24139.25	110179.82	63908.78	5.89	1124.4(343.3)
37	S	17918.49	82201.25	29452.16	17918.40	101839.87	36123.44	1.24	1124.4(343.3)
38	S	17918.49	24728.20	97568.15	17918.51	57512.24	223274.71	2.29	1124.4(343.3)
39	S	21299.94	24728.20	29452.16	21300.11	101471.91	121624.39	4.12	1124.4(343.3)
40	S	17425.93	82686.02	29410.61	17426.04	101078.42	36405.62	1.22	1124.4(343.3)
41	S	17425.93	25212.97	97526.60	17426.13	57718.58	221545.06	2.27	1124.4(343.3)
42	S	20807.39	25212.97	29410.61	20807.47	101244.16	117494.35	4.00	1124.4(343.3)
43	S	17352.54	82174.70	30584.05	17352.77	100943.70	37150.38	1.23	1124.4(343.3)
44	S	17352.54	24701.65	98700.03	17352.84	55487.86	224154.61	2.27	1124.4(343.3)
45	S	20734.00	24701.65	30584.05	20734.02	100423.51	123440.59	4.05	1124.4(343.3)

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

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

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	430.0	180.0	0.00317	438.4	169.7	-0.01204	-438.4	-169.7
2	0.00350	468.0	152.4	0.00337	459.7	148.4	-0.01024	-459.7	-148.4
3	0.00350	430.0	180.0	0.00287	420.3	171.3	-0.02252	-420.3	-171.3
4	0.00350	442.4	178.0	0.00327	438.4	169.7	-0.00914	-438.4	-169.7
5	0.00350	462.4	163.5	0.00338	452.5	160.8	-0.00828	-452.5	-160.8
6	0.00350	430.0	180.0	0.00301	420.3	171.3	-0.01760	-420.3	-171.3
7	0.00350	453.5	172.4	0.00336	438.4	169.7	-0.00742	-438.4	-169.7
8	0.00350	453.5	172.4	0.00336	438.4	169.7	-0.00742	-438.4	-169.7
9	0.00350	453.5	172.4	0.00336	438.4	169.7	-0.00742	-438.4	-169.7
10	0.00350	430.0	180.0	0.00316	438.4	169.7	-0.01266	-438.4	-169.7
11	0.00350	468.0	152.4	0.00337	459.7	148.4	-0.01066	-459.7	-148.4
12	0.00350	430.0	180.0	0.00284	420.3	171.3	-0.02404	-420.3	-171.3
13	0.00350	430.0	180.0	0.00308	420.3	171.3	-0.01490	-420.3	-171.3
14	0.00350	468.0	152.4	0.00337	459.7	148.4	-0.01024	-459.7	-148.4
15	0.00350	430.0	180.0	0.00282	420.3	171.3	-0.02482	-420.3	-171.3
16	0.00350	430.0	180.0	0.00321	438.4	169.7	-0.01123	-438.4	-169.7
17	0.00350	462.4	163.5	0.00338	452.5	160.8	-0.00828	-452.5	-160.8
18	0.00350	430.0	180.0	0.00294	420.3	171.3	-0.02017	-420.3	-171.3
19	0.00350	453.5	172.4	0.00336	438.4	169.7	-0.00742	-438.4	-169.7
20	0.00350	453.5	172.4	0.00336	438.4	169.7	-0.00742	-438.4	-169.7
21	0.00350	453.5	172.4	0.00336	438.4	169.7	-0.00742	-438.4	-169.7
22	0.00350	430.0	180.0	0.00307	420.3	171.3	-0.01541	-420.3	-171.3
23	0.00350	468.0	152.4	0.00337	459.7	148.4	-0.01066	-459.7	-148.4
24	0.00350	430.0	180.0	0.00279	420.3	171.3	-0.02567	-420.3	-171.3
25	0.00350	442.4	178.0	0.00329	438.4	169.7	-0.00872	-438.4	-169.7
26	0.00350	468.0	152.4	0.00337	459.7	148.4	-0.01024	-459.7	-148.4
27	0.00350	430.0	180.0	0.00296	420.3	171.3	-0.01938	-420.3	-171.3
28	0.00350	442.4	178.0	0.00332	438.4	169.7	-0.00780	-438.4	-169.7
29	0.00350	462.4	163.5	0.00338	452.5	160.8	-0.00828	-452.5	-160.8
30	0.00350	430.0	180.0	0.00307	420.3	171.3	-0.01543	-420.3	-171.3
31	0.00350	453.5	172.4	0.00336	438.4	169.7	-0.00742	-438.4	-169.7
32	0.00350	453.5	172.4	0.00336	438.4	169.7	-0.00742	-438.4	-169.7
33	0.00350	453.5	172.4	0.00336	438.4	169.7	-0.00742	-438.4	-169.7
34	0.00350	442.4	178.0	0.00330	438.4	169.7	-0.00882	-438.4	-169.7
35	0.00350	468.0	152.4	0.00337	459.7	148.4	-0.01066	-459.7	-148.4
36	0.00350	430.0	180.0	0.00295	420.3	171.3	-0.02007	-420.3	-171.3
37	0.00350	430.0	180.0	0.00276	420.3	171.3	-0.02736	-420.3	-171.3
38	0.00350	453.5	172.4	0.00337	452.5	160.8	-0.00858	-452.5	-160.8
39	0.00350	430.0	180.0	0.00318	438.4	169.7	-0.01249	-438.4	-169.7
40	0.00350	430.0	180.0	0.00275	420.3	171.3	-0.02751	-420.3	-171.3
41	0.00350	453.5	172.4	0.00336	452.5	160.8	-0.00864	-452.5	-160.8
42	0.00350	430.0	180.0	0.00316	438.4	169.7	-0.01315	-438.4	-169.7
43	0.00350	430.0	180.0	0.00276	420.3	171.3	-0.02740	-420.3	-171.3
44	0.00350	453.5	172.4	0.00337	452.5	160.8	-0.00877	-452.5	-160.8
45	0.00350	430.0	180.0	0.00319	438.4	169.7	-0.01239	-438.4	-169.7

#### 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.
--------	---	---	---	-----	--------

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

1	0.00003733	0.000035167	-0.004435336	----	----
2	0.000012815	0.000006164	-0.003436886	----	----
3	0.000001642	0.000070104	-0.009824649	----	----
4	0.000004433	0.000025120	-0.002933332	----	----
5	0.000009708	0.000008936	-0.002449587	----	----
6	0.000002566	0.000053865	-0.007299198	----	----
7	0.000007288	0.000012929	-0.002033533	----	----
8	0.000007288	0.000012929	-0.002033533	----	----
9	0.000007288	0.000012929	-0.002033533	----	----
10	0.000003880	0.000036562	-0.004749600	----	----
11	0.000013413	0.000005713	-0.003648532	----	----
12	0.000001649	0.000074414	-0.010603533	----	----
13	0.000003427	0.000044092	-0.005909918	----	----
14	0.000012815	0.000006164	-0.003436886	----	----
15	0.000001496	0.000077004	-0.011003775	----	----
16	0.000004162	0.000031796	-0.004013046	----	----
17	0.000009708	0.000008936	-0.002449587	----	----
18	0.000002364	0.000061655	-0.008614224	----	----
19	0.000007288	0.000012929	-0.002033533	----	----
20	0.000007288	0.000012929	-0.002033533	----	----
21	0.000007288	0.000012929	-0.002033533	----	----
22	0.000003493	0.000045369	-0.006168473	----	----
23	0.000013413	0.000005713	-0.003648532	----	----
24	0.000001519	0.000079358	-0.011437437	----	----
25	0.000005090	0.000022238	-0.002711144	----	----
26	0.000012815	0.000006164	-0.003436886	----	----
27	0.000002621	0.000058781	-0.008207443	----	----
28	0.000005451	0.000018686	-0.002238184	----	----
29	0.000009708	0.000008936	-0.002449587	----	----
30	0.000003307	0.000045893	-0.006182721	----	----
31	0.000007288	0.000012929	-0.002033533	----	----
32	0.000007288	0.000012929	-0.002033533	----	----
33	0.000007288	0.000012929	-0.002033533	----	----
34	0.000005272	0.000022068	-0.002761235	----	----
35	0.000013413	0.000005713	-0.003648532	----	----
36	0.000002643	0.000060705	-0.008563532	----	----
37	0.000001828	0.000083419	-0.012301387	----	----
38	0.000009357	0.000010801	-0.002605164	----	----
39	0.000004412	0.000034767	-0.004655364	----	----
40	0.000001848	0.000083793	-0.012377494	----	----
41	0.000009381	0.000010934	-0.002639112	----	----
42	0.000004301	0.000036926	-0.004996183	----	----
43	0.000001877	0.000083407	-0.012320409	----	----
44	0.000009635	0.000010626	-0.002700956	----	----
45	0.000004499	0.000034265	-0.004602038	----	----

#### 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 <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] 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	2.94	442.4	178.0	5.2	-438.4	-169.7	----	----





	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

2	S	1.68	468.0	152.4	10.9	-459.7	-148.4	---	---
3	S	3.43	430.0	180.0	-1.8	-420.3	-171.3	387	6.5
4	S	3.38	442.4	178.0	-0.2	-438.4	-169.7	222	3.3
5	S	2.12	462.4	163.5	5.6	-452.5	-160.8	---	---
6	S	3.95	430.0	180.0	-9.4	-438.4	-169.7	2684	32.7
7	S	1.90	453.5	172.4	8.5	-438.4	-169.7	---	---
8	S	1.90	453.5	172.4	8.5	-438.4	-169.7	---	---
9	S	1.90	453.5	172.4	8.5	-438.4	-169.7	---	---
10	S	2.87	442.4	178.0	0.7	-438.4	-169.7	0	0.0
11	S	1.68	468.0	152.4	10.9	-459.7	-148.4	---	---
12	S	3.46	430.0	180.0	-9.8	-420.3	-171.3	4489	52.3
13	S	3.34	442.4	178.0	-5.5	-438.4	-169.7	1304	16.3
14	S	2.12	462.4	163.5	5.6	-452.5	-160.8	---	---
15	S	4.08	430.0	180.0	-22.1	-438.4	-169.7	8466	94.8
16	S	1.90	453.5	172.4	8.5	-438.4	-169.7	---	---
17	S	1.90	453.5	172.4	8.5	-438.4	-169.7	---	---
18	S	1.90	453.5	172.4	8.5	-438.4	-169.7	---	---
19	S	2.87	442.4	178.0	-0.3	-438.4	-169.7	238	3.3
20	S	1.68	468.0	152.4	10.9	-459.7	-148.4	---	---
21	S	3.45	430.0	180.0	-10.1	-438.4	-169.7	3535	45.8
22	S	3.36	442.4	178.0	-6.9	-438.4	-169.7	2061	29.4
23	S	2.12	462.4	163.5	5.6	-452.5	-160.8	---	---
24	S	4.07	442.4	178.0	-21.4	-438.4	-169.7	7124	78.4
25	S	1.90	453.5	172.4	8.5	-438.4	-169.7	---	---
26	S	1.90	453.5	172.4	8.5	-438.4	-169.7	---	---
27	S	1.90	453.5	172.4	8.5	-438.4	-169.7	---	---
28	S	8.10	430.0	180.0	-229.5	-420.3	-171.3	41551	411.8
29	S	6.31	453.5	172.4	-85.9	-452.5	-160.8	14269	150.4
30	S	3.33	442.4	178.0	-9.6	-438.4	-169.7	3117	39.2
31	S	8.15	430.0	180.0	-237.5	-420.3	-171.3	42022	415.1
32	S	6.39	453.5	172.4	-90.9	-452.5	-160.8	14575	153.6
33	S	3.35	442.4	178.0	-11.6	-438.4	-169.7	3965	52.3
34	S	8.17	430.0	180.0	-236.2	-420.3	-171.3	41492	411.8
35	S	6.42	453.5	172.4	-92.6	-452.5	-160.8	14729	153.6
36	S	3.36	442.4	178.0	-12.0	-438.4	-169.7	4196	55.6

### 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 $f_{ctm}$
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 $A_{c,eff}$
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 $A_{c,eff}$ [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 = $0.6 S_{max} / E_s$ [(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
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	-0.00001	0.00000	0.785	20.4	77	0.00001 (0.00001)	584	0.003 (990.00)	355279.52	110800.92



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

4	S	-0.00001	0.00000	0.602	20.4	78	0.00000 (0.00000)	549	0.000 (990.00)	651947.63	843356.84
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	-0.00005	0.00000	0.833	20.4	78	0.00003 (0.00003)	741	0.021 (990.00)	134163.45	73377.98
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	0.833	20.4	78	0.00003 (0.00003)	0	0.002 (990.00)	7863612.286850211.10	
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
12	S	-0.00006	0.00000	0.833	20.4	77	0.00003 (0.00003)	757	0.022 (990.00)	145848.17	40795.58
13	S	-0.00003	0.00000	0.833	20.4	78	0.00002 (0.00002)	727	0.012 (990.00)	133228.42	151849.58
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
15	S	-0.00012	0.00000	0.833	20.4	78	0.00007 (0.00007)	782	0.052 (990.00)	92485.77	46390.25
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	0.646	20.4	78	0.00000 (0.00000)	593	0.001 (990.00)	533697.36	846064.61
20	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
21	S	-0.00006	0.00000	0.833	20.4	78	0.00003 (0.00003)	712	0.022 (990.00)	117502.91	69405.83
22	S	-0.00004	0.00000	0.833	20.4	78	0.00002 (0.00002)	671	0.014 (990.00)	96462.18	171962.38
23	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
24	S	-0.00011	0.00000	0.833	20.4	78	0.00006 (0.00006)	791	0.051 (990.00)	78340.59	63156.00
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	-0.00119	0.00000	0.833	20.4	77	0.00069 (0.00069)	844	0.581 (990.00)	50150.84	18036.00
29	S	-0.00044	0.00000	0.833	20.4	79	0.00026 (0.00026)	816	0.210 (990.00)	21650.05	85370.29
30	S	-0.00005	0.00000	0.833	20.4	78	0.00003 (0.00003)	725	0.021 (990.00)	92651.07	110615.32
31	S	-0.00123	0.00000	0.833	20.4	77	0.00071 (0.00071)	846	0.603 (990.00)	49544.11	17625.63
32	S	-0.00047	0.00000	0.833	20.4	79	0.00027 (0.00027)	816	0.222 (990.00)	21640.24	82860.57
33	S	-0.00006	0.00000	0.833	20.4	78	0.00003 (0.00003)	704	0.025 (990.00)	84466.79	97780.85
34	S	-0.00122	0.00000	0.833	20.4	77	0.00071 (0.00071)	843	0.598 (990.00)	48922.08	18606.71
35	S	-0.00047	0.00000	0.833	20.4	79	0.00028 (0.00028)	821	0.228 (990.00)	20858.71	83804.38
36	S	-0.00006	0.00000	0.833	20.4	78	0.00004 (0.00004)	702	0.025 (990.00)	80213.74	101391.50

#### 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	2.66	430.0	180.0	4.0	-438.4	-169.7	---	---
2	S	3.10	442.4	178.0	-1.5	-438.4	-169.7	221	3.3
3	S	1.90	453.5	172.4	8.5	-438.4	-169.7	---	---
4	S	2.62	430.0	180.0	1.3	-438.4	-169.7	---	---
5	S	3.08	442.4	178.0	-4.8	-438.4	-169.7	1357	19.6
6	S	1.90	453.5	172.4	8.5	-438.4	-169.7	---	---
7	S	2.62	442.4	178.0	0.7	-438.4	-169.7	0	0.0
8	S	3.09	442.4	178.0	-5.6	-438.4	-169.7	1614	19.6
9	S	1.90	453.5	172.4	8.5	-438.4	-169.7	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	∅	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	-0.00001	0.00000	0.817	20.4	78	0.00000 (0.00000)	650	0.003 (0.20)	319051.60	281060.28
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	-0.00003	0.00000	0.833	20.4	78	0.00001 (0.00001)	666	0.010 (0.20)	153531.89	125515.66
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	0.833	20.4	78	0.00001 (0.00001)	0	0.002 (0.20)	33179763.9427808017.16	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

8	S	-0.00003	0.00000	0.833	20.4	78	0.00002 (0.00002)	742	0.012 (0.20)	125713.16	142202.92
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	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	1.20	-430.0	180.0	16.9	420.3	-171.3	---	---
2	S	1.20	-430.0	180.0	16.9	420.3	-171.3	---	---
3	S	1.20	-430.0	180.0	16.9	420.3	-171.3	---	---

#### 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	0.00000	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 EI2CLVI0904002	C

### 9.3 Verifica a taglio

La verifica SLU a taglio viene invece effettuata mediante calcolo diretto distintamente per le due direzioni, considerando sia la pila di altezza massima che quella di altezza minima.

In accordo 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 aggiuntiva  $\gamma_{bd1}$  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

$\theta$  inclinazione delle bielle di calcestruzzo (posto pari a 45°)

$\alpha$  angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento

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

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



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0904002

C

**P19 (H=10.5m)**Calcolo del taglio agente – Direzione Longitudinale

$H_{pila}$	10.50	m	Altezza fusto pila
$M_{Rd,inf\_long}$	<b>101078</b>	kNm	Momento resistente della sezione di base della pila
$M_{E,i\_long}$	82201.25	kNm	Momento sollecitante alla base della pila
$\gamma_{Rd}$	1		Fattore di sovraresistenza (§7.9.5.1 NTC2008)
$V_{E,i\_long}$	7534	kN	Azione di taglio di calcolo base pila - Comb. Sismica di progetto
$V_{gr,0}$	9264	kN	Valore del taglio di progetto per la gerarchia delle resistenze $V_{gr0} = \min(V_{ed} \gamma_{rd} M_{rd}/M_{ed}; V_{ed} q)$
$V_{E,i\_long}/V_{gr,c}$	0.813	-	
$\gamma_{Rd}$	1.03	-	Fattore di sovraresistenza aggiuntivo (§7.9.5.2.2 NTC2008)
$V_{gr,i\_long}$	9543	kN	Sollecitazione di taglio

Verifiche

<b>Direzione Longitudinale</b>				
altezza della sezione	h	3600	mm	
copriferro netto	c netto	60	mm	
copriferro al baricentro dell'armatura long	c'	87	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	1000	mm	
altezza utile della sezione	d	3513	mm	
area della sezione di calcestruzzo	$A_c$	2901738	mm <sup>2</sup>	
diametro delle barre longitudinali	$\varnothing_{bl}$	22	mm	
diametro delle staffe	$\varnothing_{st}$	11.2	mm	
passo delle staffe	sst	150.0	mm	
numero di bracci delle staffe	n <sub>bw</sub>	6.0		
inclinazione delle staffe ( $\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali)	$\alpha$	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse della sezione	$\vartheta$	24	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	$V_{Rsd}$	10770	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compresse	$V_{Rcd}$	10770	KN	
taglio resistente di calcolo	$V_{Rd}$	10770	KN	
taglio agente sul pannello	$V_{Ed}$	9543	KN	
	C.S.	0.89	<1	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0904002

C

<b>Direzione Trasversale</b>				
altezza della sezione	h	9400	mm	
copriferro netto	c netto	60	mm	
copriferro al baricentro dell'armatura long	c'	87	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	800	mm	
altezza utile della sezione	d	9313	mm	
area della sezione di calcestruzzo	Ac	5829938	mm <sup>2</sup>	
diametro delle barre longitudinali	Øbl	22	mm	
diametro 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)	$\alpha$	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse delle barre longitudinali	$\vartheta$	22	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	VRsd	21204	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compresse	VRcd	21204	KN	
taglio resistente di calcolo	VRd	21204	KN	
taglio agente sul pannello	VEd	7358	KN	
	C.S.	0.35	<1	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

**P18 (H=10.0m)**Calcolo del taglio agente – Direzione Longitudinale

$H_{pila}$	10.00	m	Altezza fusto pila
$M_{Rd,inf\_long}$	<b>100872</b>	kNm	Momento resistente della sezione di base della pila
$M_{E,i\_long}$	78219.32	kNm	Momento sollecitante alla base della pila
$\gamma_{Rd}$	1		Fattore di sovraresistenza (§7.9.5.1 NTC2008)
$V_{E,i\_long}$	7510	kN	Azione di taglio di calcolo base pila - Comb. Sismica di progetto
$V_{gr,0}$	9685	kN	Valore del taglio di progetto per la gerarchia delle resistenze $V_{gr0} = \min(V_{ed} \gamma_{rd} M_{rd}/M_{ed}; V_{ed} q)$
$V_{E,i\_long}/V_{gr,c}$	0.775	-	
$\gamma_{Rd}$	1.09	-	Fattore di sovraresistenza aggiuntivo (§7.9.5.2.2 NTC2008)
$V_{gr,i\_long}$	10526	kN	Sollecitazione di taglio

Verifiche

<b>Direzione Longitudinale</b>				
altezza della sezione	h	3600	mm	
copriferro netto	c netto	60	mm	
copriferro al baricentro dell'armatura long	c'	87	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	1000	mm	
altezza utile della sezione	d	3513	mm	
area della sezione di calcestruzzo	$A_c$	2901738	mm <sup>2</sup>	
diametro delle barre longitudinali	$\varnothing_{bl}$	22	mm	
diametro delle staffe	$\varnothing_{st}$	11.2	mm	
passo delle staffe	sst	150.0	mm	
numero di bracci delle staffe	nbw	6.0		
inclinazione delle staffe ( $\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali)	$\alpha$	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse della sezione	$\vartheta$	24	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	$V_{Rsd}$	10770	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compressive	$V_{Rcd}$	10770	KN	
taglio resistente di calcolo	$V_{Rd}$	10770	KN	
taglio agente sul pannello	$V_{Ed}$	10526	KN	
	C.S.	0.98	<1	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0904002

C

<b>Direzione Trasversale</b>				
altezza della sezione	h	9400	mm	
copriferro netto	c netto	60	mm	
copriferro al baricentro dell'armatura long	c'	87	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	800	mm	
altezza utile della sezione	d	9313	mm	
area della sezione di calcestruzzo	Ac	5829938	mm <sup>2</sup>	
diametro delle barre longitudinali	Øbl	22	mm	
diametro 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)	$\alpha$	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse	$\vartheta$	22	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	VRsd	21204	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compresse	VRcd	21204	KN	
taglio resistente di calcolo	VRd	21204	KN	
taglio agente sul pannello	VEd	7334	KN	
	C.S.	0.35	<1	



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

## 9.1 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 EI2CLVI0904002	C

- 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  $a_g(SLV) < 0,15 g$

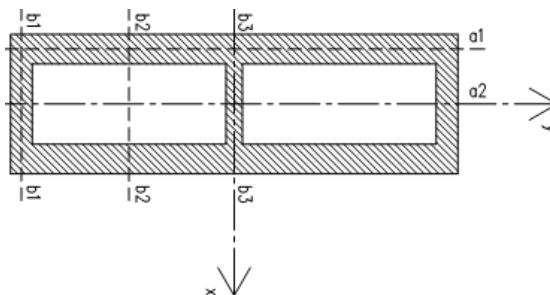
<b>minimi per armatura flessionale</b>			
numero di ferri longitudinali	n	344	
diametro del ferro longitudinale	fi	22	mm
passo massimo longitudinale	p	20	cm
area dell'armatura longitudinale	As	130765.6526	mm <sup>2</sup>
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	11452700	mm <sup>3</sup>
		1.14%	>0.6%
<b>minimi per armatura trasversale</b>			
diametro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
dimensione (diametro) del nucleo	d	4000	mm
interasse massimo staffe	s	220	mm



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI0904002	C

**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

b 3500 mm

f<sub>yd</sub> 391 Mpa

f<sub>cd</sub> 18.13 Mpa

ζ 0.04

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

**Sez. 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

b 9100 mm

f<sub>yd</sub> 391 Mpa

f<sub>cd</sub> 18.13 Mpa

ζ 0.04

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

**Sez. 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

b 800 mm

f<sub>yd</sub> 391 Mpa

f<sub>cd</sub> 18.13 Mpa

ζ 0.04

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

**Sez. 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

b 1200 mm

f<sub>yd</sub> 391 Mpa

f<sub>cd</sub> 18.13 Mpa

ζ 0.04

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

**Sez. 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

b 3500 mm

f<sub>yd</sub> 391 Mpa

f<sub>cd</sub> 18.13 Mpa

ζ 0.04

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

## 9.2 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	11.0	m
rigidezza flessionale longitudinale	J	22.3	m <sup>4</sup>
modulo elastico	E	33345.8	MPa
spostamento in testa pila	D	0.66	mm

## 9.3 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

EI2CLVI0904002

C

**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

**0.27**

sec

fattore di struttura

q

**1.5**

fattore di duttilità in spostamento

 $\mu$ **1.8**

accelerazione di riferimento pila dir. long

ag (T)

**0.50**

g

w

**23.42**

sec

**0.01**

m

spostamento SLV relativo all'analisi spettrale

dEe

**0.0000**

m

spostamento totale relativo

**dEd****0.0164**

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

EI2CLVI0904002

C

**spostamento longitudinale relativo alla termica**

variazione termica uniforme	DT	<b>15</b>	°C
coefficiente di dilatazione termica	$\alpha$	1.00E-05	1/°C
dilatazione termica	Dt	0.004	m
dilatazione termica incrementata del 50%	<b>Dt</b>	<b>0.006</b>	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	0.05	m
spostamento longitudinale	<b>EL</b>	<b>0.131</b>	m

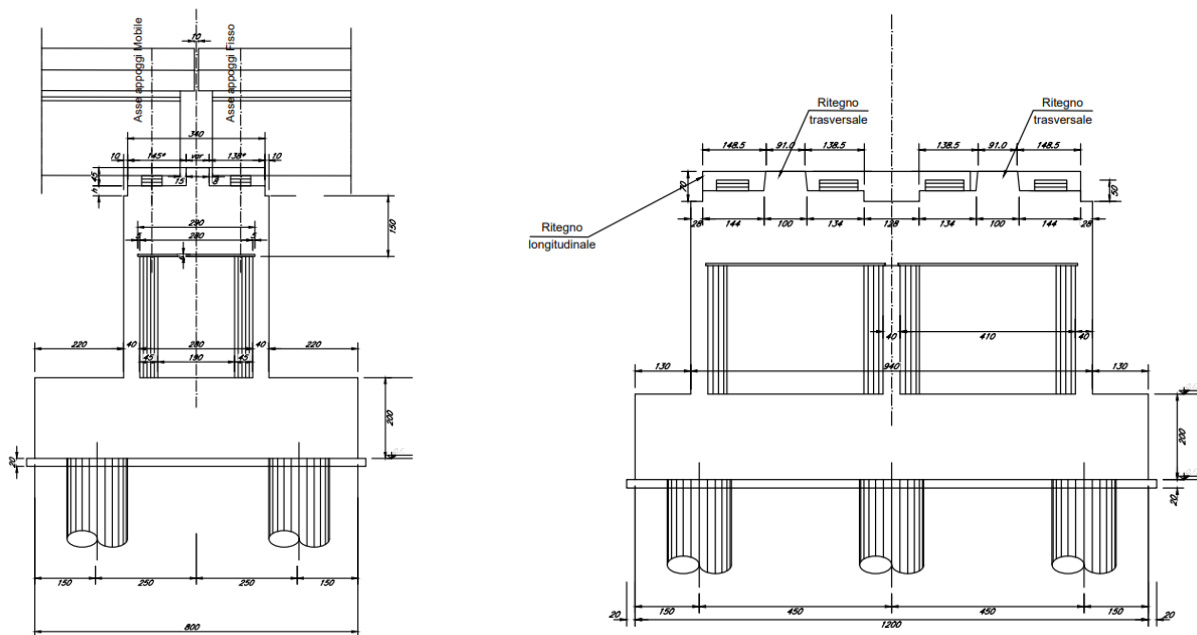
**altri spostamenti longitudinali**

escursione longitudinale giunto	Eg	$\pm 7.5$	cm
corsa appoggi mobili	Cap	$\pm 8.2$	cm

## 10. Pulvino

Il pulvino presenta un'altezza di 1.5m, sezione rettangolare piena smussata con forma medesima a quella della pila e dimensioni pari a 3.6m x 9.4m rispettivamente nelle direzioni degli assi longitudinale e trasversale del viadotto.

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



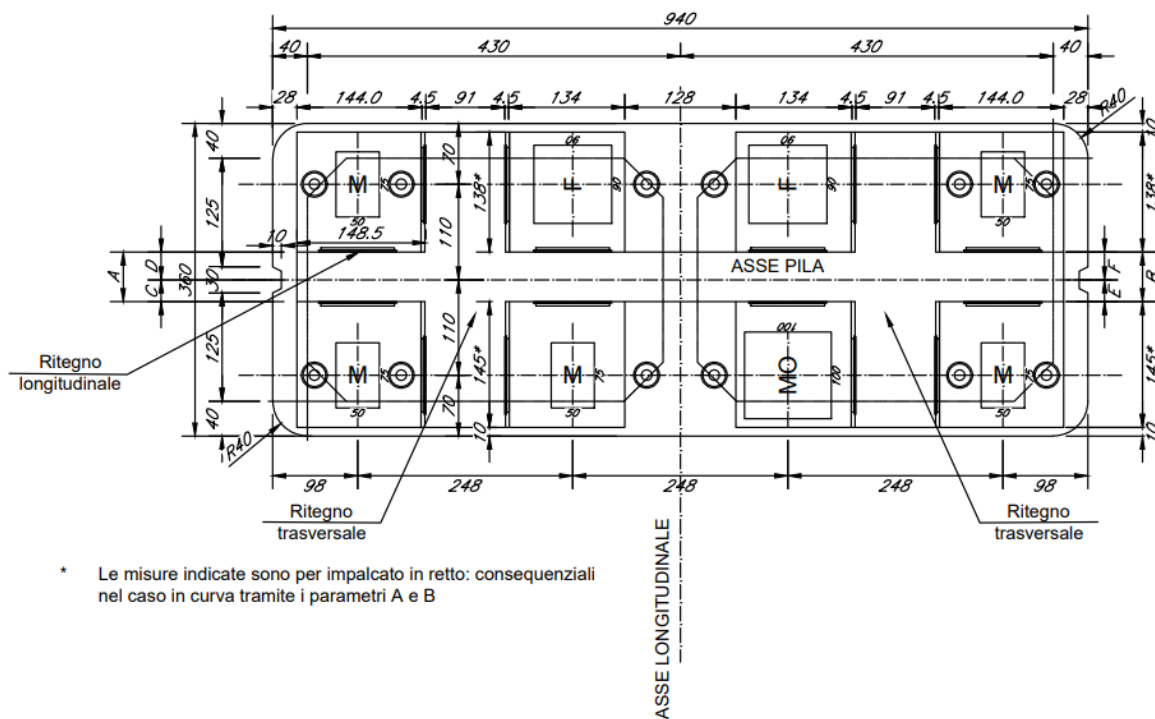


Figura 22 – Sezioni e pianta pulvino

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 - IN1712E12CLVI0904012.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

## 11. Plinto di fondazione

Si riporta integralmente il calcolo del plinto relativo alla pila P10, di dimensioni analoghe alla pila P19, ma che per la geotecnica è risultato essere dimensionante.

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 VI09. È inoltre esplicitato il sistema di riferimento e la numerazione dei pali utilizzata nel calcolo.

Si prevedono 9 pali aventi diametro  $D=1500$  mm e lunghezza pari a 36.0 m se ricadono nel modello stratigrafico 1 e 4, o pari a 49.0m se ricadono nel modello 2. 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 1.0 m.

Tra le tipologie di fondazione sopra citate ed analizzate nelle relazioni geotecniche, nei paragrafi che seguono verrà riportato il dimensionamento e la verifica del plinto di fondazione più critico, ovvero quello con pali di lunghezza pari a 49.0m e altezza del fusto pila pari a 9.5m (pila P10). Nella relazione geotecnica, le reazioni in testa palo di P10 sono state calcolate considerando i carichi della pila di altezza massima ( $h=10.5m$ ).

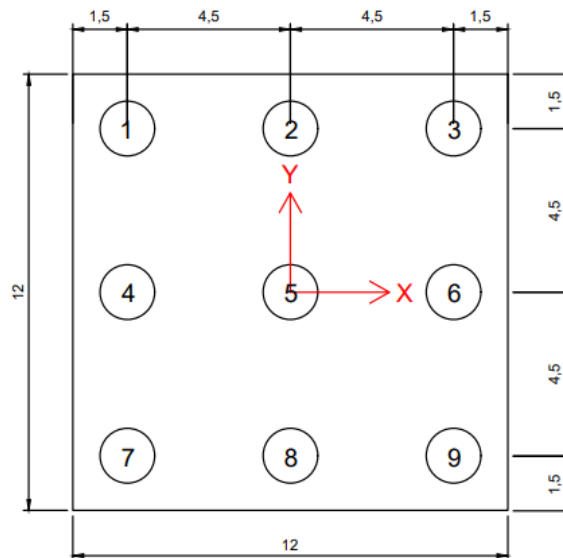


Figura 23 – Geometria del plinto di fondazione

## 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.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0904002

C

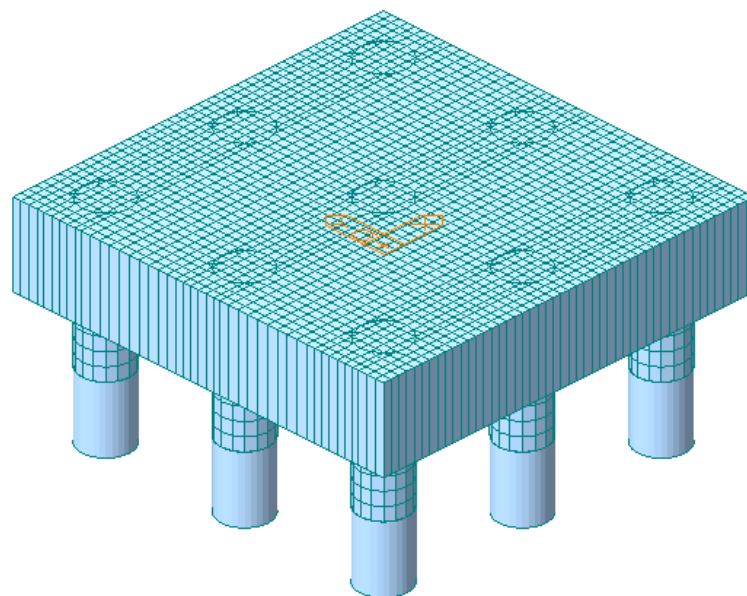


Figura 24 – Vista estrusa del modello agli elementi finiti

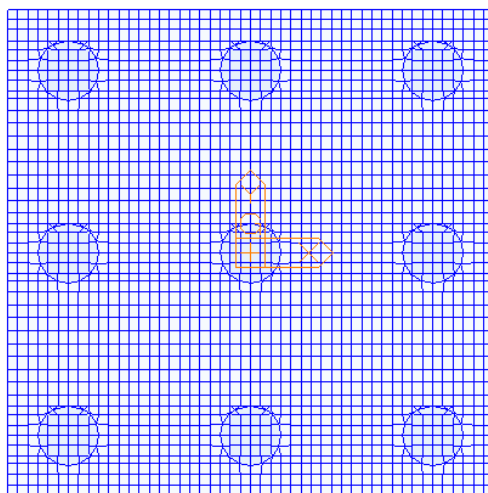


Figura 25 – Pianta del modello agli elementi finiti

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0904002

C

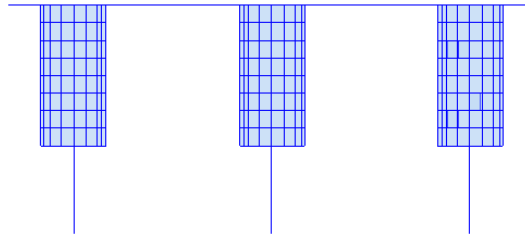


Figura 26 – Prospetto del modello agli elementi finiti

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

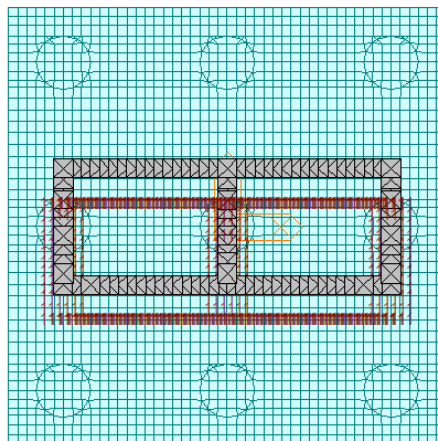


Figura 27 – Sistema di vincoli del modello agli elementi finiti

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".

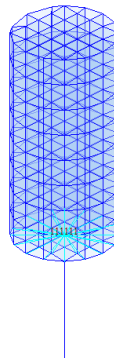


Figura 28 – Sistema di vincoli del palo nel modello agli elementi finiti

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.

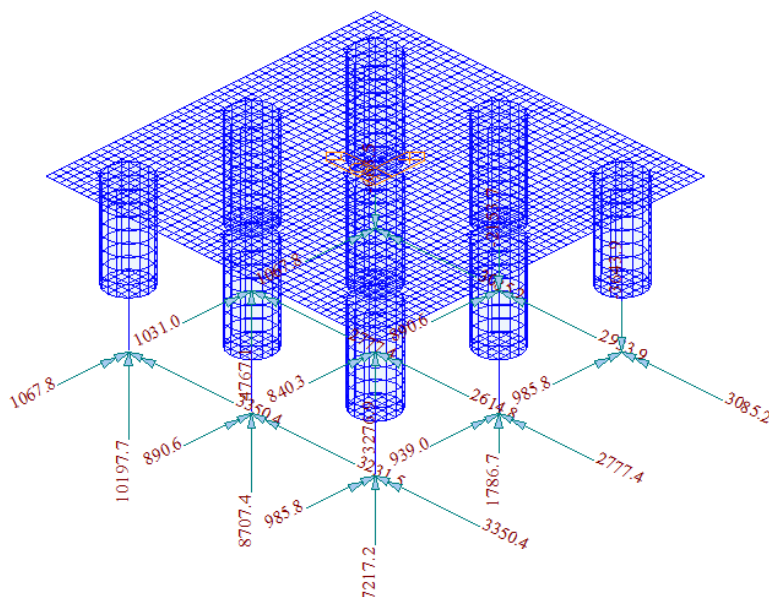


Figura 29 – Applicazione delle reazioni dei pali nel modello agli elementi finiti

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

### 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  $\gamma_{cls}$  pari a 25 kN/m<sup>3</sup>, 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/m<sup>3</sup>, è stato applicato come carico uniformemente distribuito sul plinto di fondazione, in tutta la zona esterna all'impronta del fusto pila.

$$P_{terreno} = \gamma_{terreno} \cdot h_{rinterro} = 19 \cdot 1.0 = 19.0 \text{ kN/m}^2$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

## 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.

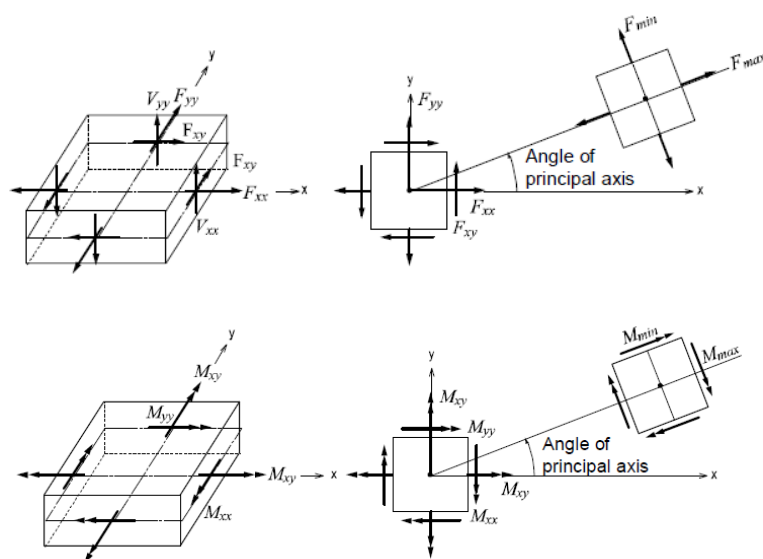


Figura 30 – Posizioni di output delle forze dell'elemento piastra per unità di lunghezza e convenzione del segno

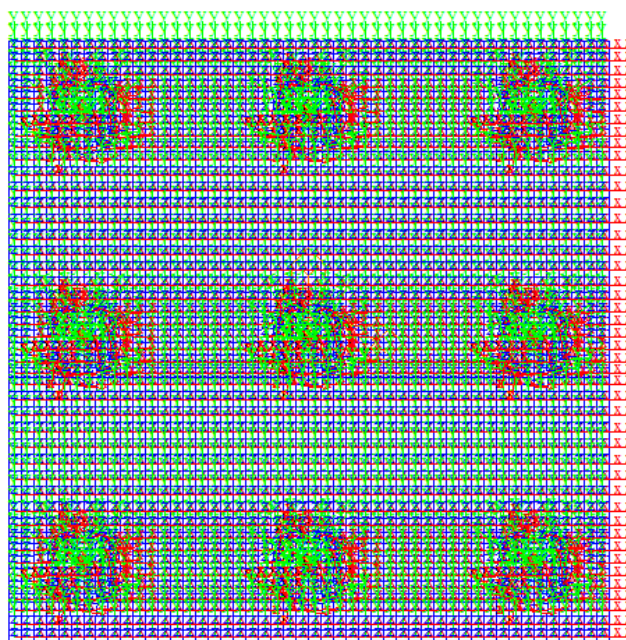


Figura 31 – Assi locali per gli elementi del plinto di fondazione

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

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

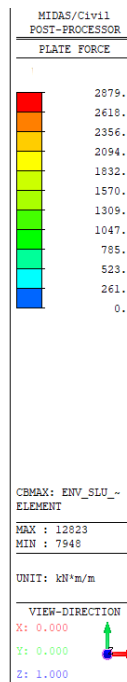
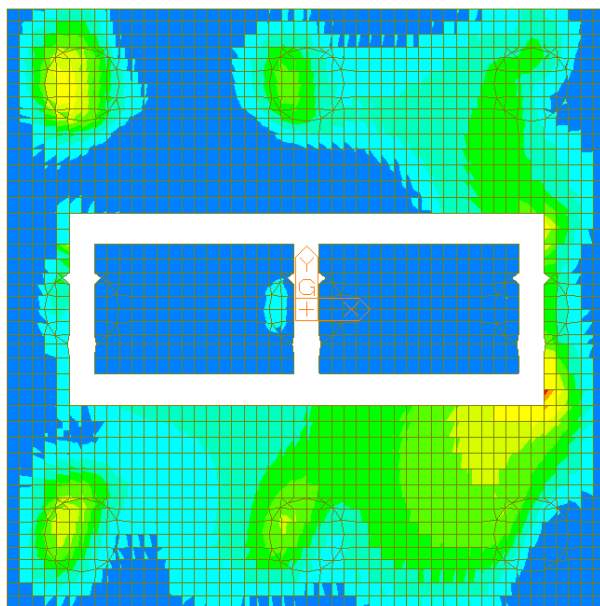


Figura 32 – Wood Armer Moment – Direction1 – Top (Inviluppo SLU/SLV)

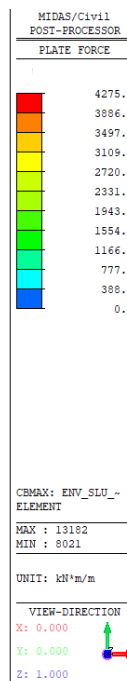
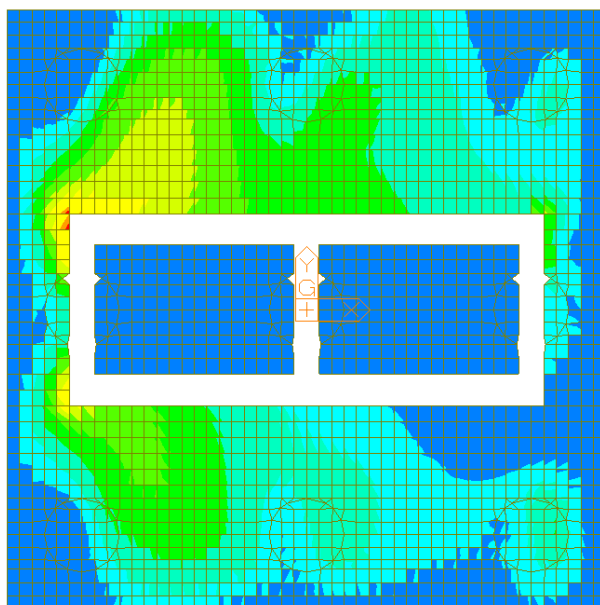


Figura 33 – Wood Armer Moment – Direction1 – Bottom (Inviluppo SLU/SLV)



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

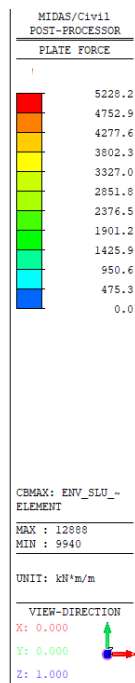
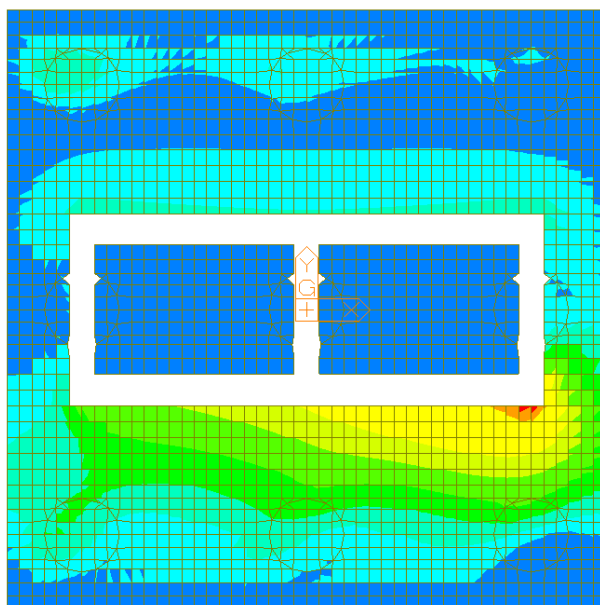


Figura 34 – Wood Armer Moment – Direction 2 – Top (Inviluppo SLU/SLV)

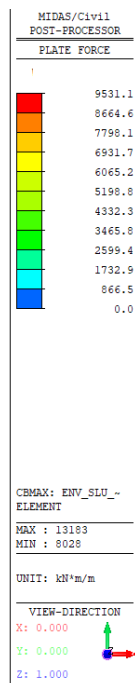
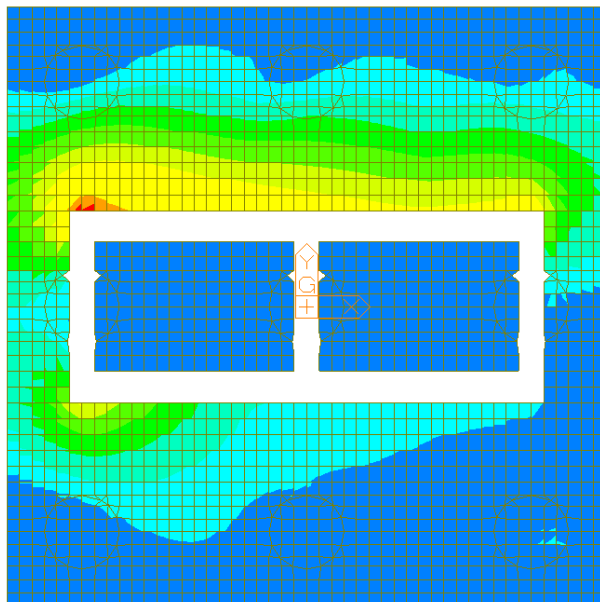


Figura 35 – Wood Armer Moment – Direction 2 – Bottom (Inviluppo SLU/SLV)

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

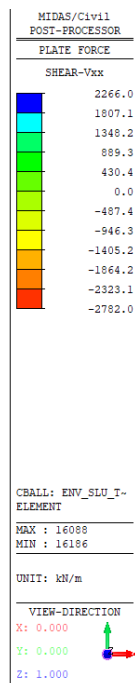
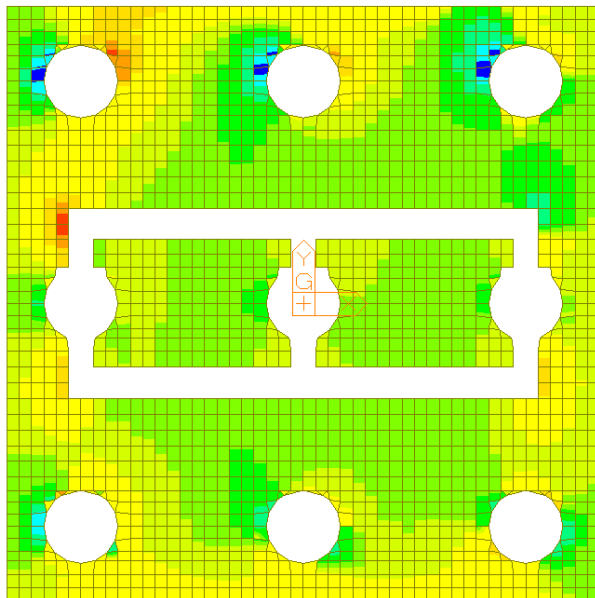


Figura 36 – Vxx, Inviluppo SLU/SLV

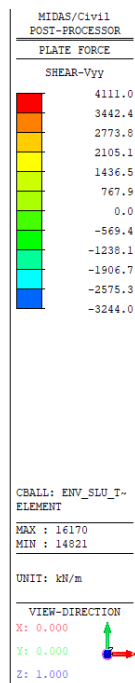
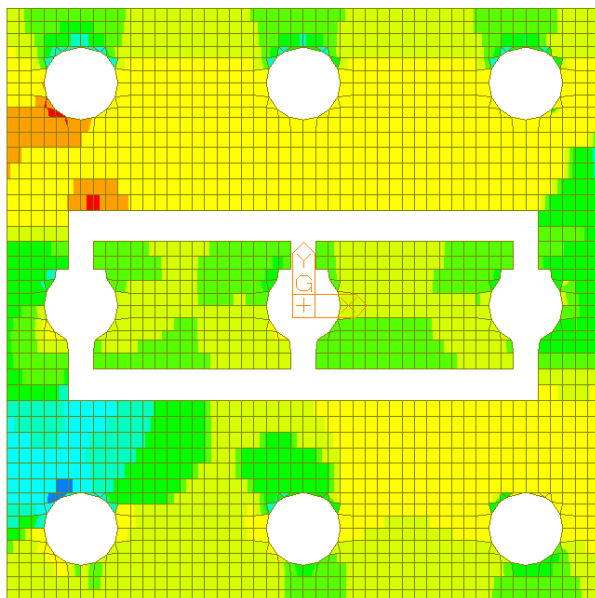


Figura 37 – Vyy, Inviluppo SLU/SLV

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

## 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.

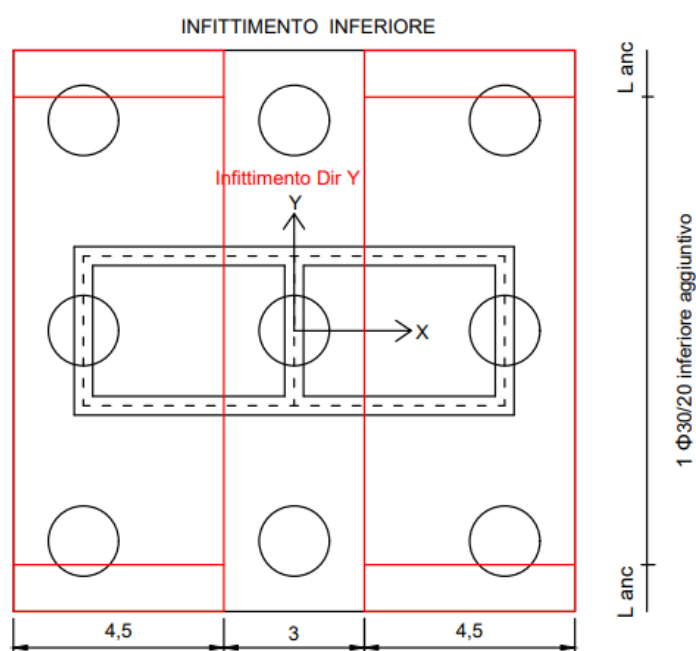
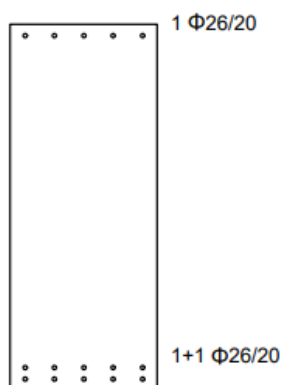


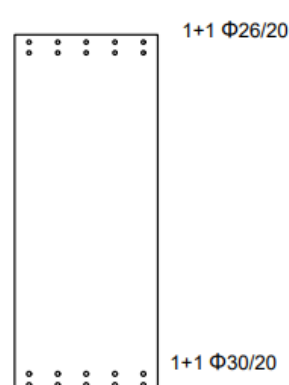
Figura 38: Zone di infittimento dell'armatura a flessione del plinto

### Maglia base

#### Armatura in direzione X



#### Armatura in direzione Y



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

### Armatura aggiuntiva

#### Armatura in direzione Y

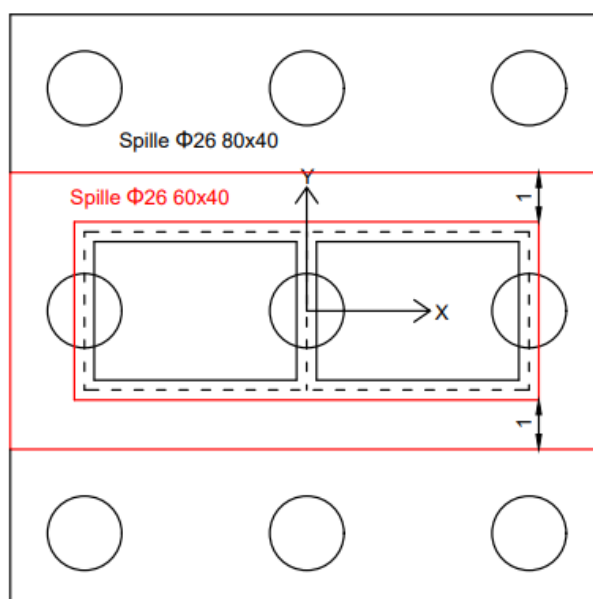
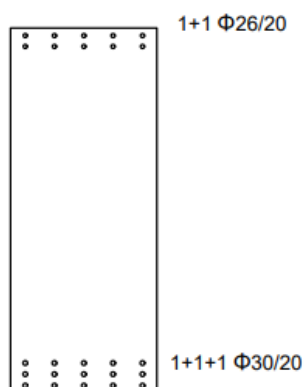


Figura 39 – Armatura a taglio del plinto

#### 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 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

Il plinto è stato verificato nei confronti dei momenti massimi derivanti dagli involuipi 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	2093.3	4255.5	3177.2	8024.9
SLE Rara	1166.9	2254.7	2184.1	5676.1
SLE Fessurazione	540.7	366.6	1024.6	3155.2
SLE Quasi Perm.	297.6	204.2	452.1	1559.5

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: VI09\_P10\_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 <sup>2</sup>
	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

EI2CLVI0904002

C

Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
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	-108.9	26
2	20.0	-108.9	26
3	0.0	-108.9	26
4	-20.0	-108.9	26
5	-40.0	-108.9	26
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	-2093.30	0.00
2	0.00	3177.20	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		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0904002
				C

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-1166.90	0.00
2	0.00	2184.10	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	-540.70 (-2945.94)	0.00 (0.00)
2	0.00	1024.60 (3024.72)	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	-297.60 (-2945.94)	0.00 (0.00)
2	0.00	452.10 (3024.72)	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 [cm<sup>2</sup>] 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	-2093.30	0.00	-2532.41	1.21	53.1(37.0)
2	S	0.00	3177.20	0.00	4815.67	1.52	53.1(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	EI2CLVI0904002	C

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	0.00333	0.047	50.0	-125.0	0.00090	40.0	-116.7	-0.06750	40.0	117.1
2	0.00350	0.051	-50.0	125.0	0.00125	40.0	117.1	-0.06519	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	-0.000292576	-0.033239365	0.047	0.700
2	0.000000000	0.000284191	-0.032023841	0.051	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<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] 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	2.20	50.0	-125.0	-190.9	-40.0	117.1	1950	26.5
2	S	3.40	-50.0	125.0	-189.3	-40.0	-116.7	3050	53.1

#### 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  $f_{ctm}$   
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]  
k3 = 0.5 per flessione;  $=(e1 + e2)/(2*e1)$  per trazione eccentrica [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]  
wk Massima distanza tra le fessure [mm]  
Mx fess. Apertura fessure in mm calcolata =  $sr \max * (e\_sm - e\_cm)$  [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi  
My fess. 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
1	S	-0.00099	0	0.500	26.0	66	0.00057 (0.00057)	549	0.314 (990.00)	-2945.94	0.00
2	S	-0.00099	0	0.500	26.0	70	0.00057 (0.00057)	492	0.279 (990.00)	3024.72	0.00

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



GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI0904002	C

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.02	50.0	-125.0	-88.4	-40.0	117.1	1950	26.5
2	S	1.59	-50.0	125.0	-88.8	-40.0	-116.7	3050	53.1

#### 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	-0.00046	0	0.500	26.0	66	0.00027 (0.00027)	549	0.146 (0.20)	-2945.94	0.00
2	S	-0.00046	0	0.500	26.0	70	0.00027 (0.00027)	492	0.131 (0.20)	3024.72	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	0.56	50.0	-125.0	-48.7	-40.0	117.1	1950	26.5
2	S	0.70	-50.0	125.0	-39.2	-40.0	-116.7	3050	53.1

#### 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	-0.00025	0	0.500	26.0	66	0.00015 (0.00015)	549	0.080 (990.00)	-2945.94	0.00
2	S	-0.00020	0	0.500	26.0	70	0.00012 (0.00012)	492	0.058 (990.00)	3024.72	0.00

#### Sezione per la verifica delle armature in direzione Y

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

NOME FILE SEZIONE: VI09\_P10\_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 <sup>2</sup>
	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	EI2CLVI0904002	C

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 <sup>2</sup>
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	-103.9	30
2	20.0	-103.9	30
3	0.0	-103.9	30
4	-20.0	-103.9	30
5	-40.0	-103.9	30
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	112.3	26
12	20.0	112.3	26
13	0.0	112.3	26
14	-20.0	112.3	26
15	-40.0	112.3	26
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**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0904002
				C

Vy con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	-4255.50	0.00
2	0.00	8024.90	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	-2254.70	0.00
2	0.00	5676.10	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	-366.60 (-3208.61)	0.00 (0.00)
2	0.00	3155.20 (3372.57)	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	-204.20 (-3208.61)	0.00 (0.00)
2	0.00	1559.50 (3372.57)	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  
As Tesa Area armature trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
 <b>IRICAV2</b>		 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0904002
				C

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-4255.50	0.00	-5047.99	1.19	88.4(37.0)
2	S	0.00	8024.90	0.00	9466.28	1.18	106.0(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	0.00350	0.059	50.0	-125.0	0.00216	40.0	-119.5	-0.05593	40.0	119.7
2	0.00350	0.085	-50.0	125.0	0.00261	40.0	119.7	-0.03756	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	-0.000242873	-0.026859140	0.059	0.700
2	0.000000000	0.000167950	-0.017493789	0.085	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 <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] 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	2.92	50.0	-125.0	-190.7	-40.0	119.7	2250	53.1
2	S	6.48	-50.0	125.0	-258.1	-40.0	-119.5	3300	106.0

#### 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 $f_{ctm}$
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]
k3	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0904002

C

Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\text{ eff}}$ [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 = $0.6 S_{\text{max}} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\text{ max} * (e_{\text{ sm}} - e_{\text{ cm}})$ [(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	-0.00098	0	0.500	26.0	40	0.00058 (0.00057)	323	0.187 (990.00)	-3208.61	0.00
2	S	-0.00133	0	0.500	30.0	40	0.00100 (0.00077)	295	0.296 (990.00)	3372.57	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	0.47	50.0	-125.0	-31.0	-40.0	119.7	2250	53.1
2	S	3.60	-50.0	125.0	-143.5	-40.0	-119.5	3300	106.0

#### 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	-0.00016	0	0.500	26.0	40	0.00009 (0.00009)	323	0.030 (0.20)	-3208.61	0.00
2	S	-0.00074	0	0.500	30.0	40	0.00043 (0.00043)	295	0.127 (0.20)	3372.57	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	0.26	50.0	-125.0	-17.3	-40.0	119.7	2250	53.1
2	S	1.78	-50.0	125.0	-70.9	-40.0	-119.5	3300	106.0

#### 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	-0.00009	0	0.500	26.0	40	0.00005 (0.00005)	323	0.017 (990.00)	-3208.61	0.00
2	S	-0.00037	0	0.500	30.0	40	0.00021 (0.00021)	295	0.063 (990.00)	3372.57	0.00

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

### 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
- $\theta$  inclinazione delle bielle di calcestruzzo (posto pari a 45°)
- $\alpha$  angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento
- $f_{cd}'$  resistenza a compressione ridotta (pari a 0,5  $f_{cd}$ )
- $\alpha_{cv}$  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	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

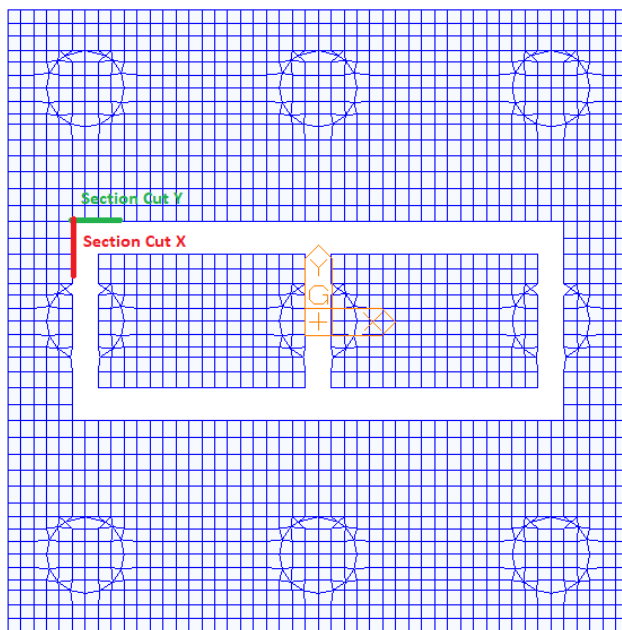


Figura 40 – Section cut considerate per la verifica a taglio

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  $V_{Ed,max} = 3421 \text{ kN/m}$ .

### Caratteristiche materiali

#### Cls

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

#### Acciaio barre longitudinali

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

#### Acciaio staffe

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

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
 <b>IRICAV2</b>		 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

### Calcoli preliminari

$A_{sl}$	2654.6	mm <sup>2</sup>	area dell'armatura longitudinale
$\rho_l$	0.0011		rapporto geometrico d'armatura longitudinale
$\rho_{l,eff}$	0.0011		rapporto considerato nei calcoli
$\sigma_{cp}$	0.000	N/mm <sup>2</sup>	tensione media di compressione nella sezione
$\sigma_{cp,eff}$	0.000	N/mm <sup>2</sup>	tensione media considerata nei calcoli
$n_{bw}$	<b>1.67</b>		numero di bracci degli spilli (in 1 m)
$\varphi_{st}$	<b>26</b>	mm	diametro degli spilli
$S_{st}$	<b>400</b>	mm	passo degli spilli
$A_{sw}$	884.9	mm <sup>2</sup>	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

$\alpha$	1.571	rad	inclinazione delle staffe rispetto all'orizzontale
$\theta$	0.384	rad	inclinazione delle bielle compresse rispetto all'asse della trave
$f_{cd}$	7.055	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c$	1.000		coefficiente maggiorativo per compressione
$N_{Rd}$	35275	KN	sforzo normale di compressione ultimo
$ctg\alpha$	0.00		
$ctg\theta$	2.48		
$V_{Rsd}$	4657.6	KN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd}$	5326.8	KN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd}$	4657.6	KN	taglio resistente di calcolo
$V_{Ed}$	<b>3421</b>	kN	Taglio di calcolo
Verifica	ok		
FS	1.36		Coefficiente di sicurezza



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

#### 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:

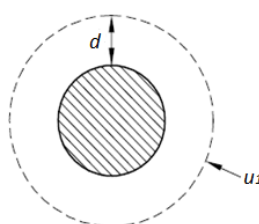
$$v_{Ed} \leq v_{Rd,cs}$$

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
- $\beta$  è un coefficiente assunto pari a 1



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

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  $\rho_{ly}$  e  $\rho_{lz}$  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  $f_{ywd,ef} = 250 + 0.25d \leq f_{ywd}$ ;
- $\alpha$  è l'angolo compreso fra l'armatura a taglio e il piano della piastra (pari a  $90^\circ$  nel caso di armatura verticale).

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

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

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:  $V_{Ed} = 10198$  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 <sup>2</sup>	Resistenza caratt. cubica cls
$f_{ck}$	25	N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratt. cilindrica cls
$\gamma_c$	1.5		Coefficiente sicurezza cls
$\tau_{rd}$	0.30	N/mm <sup>2</sup>	Resist. unit. a taglio
$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>	Tensione di snervamento acciaio
$\gamma_s$	1.15		Coefficiente di sicurezza acciaio

#### Armatatura tesa

$A_{ly}$	53.09	cm <sup>2</sup> /m	Armatatura tesa in direzione y (media)
$A_{lx}$	26.55	cm <sup>2</sup> /m	Armatatura 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
$\beta$	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
$\rho_l$	0.0016		Percentuale di armatura tesa

#### Peso del plinto

$\gamma_{cls}$	25	kN/m <sup>3</sup>	Peso specifico cls
$h_{plinto}$	2.5	m	Altezza plinto
A	10.48	m <sup>2</sup>	Area di verifica in corrispondenza del baricentro del plinto
$\Delta V_{sd}$	654.7	kN	Riduzione di taglio dovuta al peso proprio del plinto

#### Peso del rinterro

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
 <b>IRICAV2</b>		 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904002	C

$\gamma_{terr}$	19	kN/m <sup>3</sup>	<i>Peso specifico terreno</i>
$h_{rint}$	1	m	<i>Altezza rinterro</i>
A	19.12	m <sup>2</sup>	<i>Area di verifica in corrispondenza dell'estradosso del plinto</i>
$\Delta V_{sd}$	363.3	kN	<i>Riduzione di taglio dovuta al peso del rinterro</i>

Tensione massima di taglio

$V_{ed}$	10198	kN	<i>Reazione agli SLU</i>
$V_{ed}$	9180	kN	<i>Taglio applicato (ridotto del peso proprio e del rinterro)</i>
$V_{ed}$	1134	kN/m	<i>Taglio applicato per unità di lunghezza</i>
$V_{ed}$	0.47	N/mm <sup>2</sup>	<i>Tensione di taglio agente</i>

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

$V_{ed}$	0.81	N/mm <sup>2</sup>	<i>Tensione di taglio a rifosso del palo</i>
$V_{rdmax}$	3.83	N/mm <sup>2</sup>	<i>Tensione resistente massima</i>
Verifica	ok		
FS	4.74		

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

$V_{Rd,c}$	0.26	N/mm <sup>2</sup>	<i>Tensione resistente senza armatura a taglio</i>
$V_{min}$	0.26	N/mm <sup>2</sup>	
$V_{Rd}$	617.69	kN/m	<i>Taglio resistente per unità di lunghezza</i>
Verifica	no		
FS	0.54		

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

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

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

$A_{sw\ min}$	1531.7	mm <sup>2</sup>	<i>Area di armatura minima a taglio-punzonamento di uno strato</i>
---------------	--------	-----------------	--

$\varphi$	26	mm	<i>Diametro armatura taglio-punzonamento</i>
n ferri	3.75		<i>Numero di ferri in uno strato</i>
$A_{sw}$	1991.0	mm <sup>2</sup>	<i>Area di armatura di armatura a taglio-punzonamento di uno strato</i>

$V_{Rd,cs}$	0.55	N/mm <sup>2</sup>	<i>Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente</i>
$V_{Ed}$	0.47	N/mm <sup>2</sup>	<i>Tensione di taglio-punzonamento agente</i>
Verifica	ok		
FS	1.18		

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904002	C

## 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.