

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 MONTEBELLO VICENTINO DAL km 33+463,75 AL km 33+722,75**

**PILE**

**Relazione di calcolo pile e plinto – Pile da P3 a P6**

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

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO			
I N 1 7	1 2	E	I 2	CL	V I 2 1 0 4	0 0 3	B	-	-	-	p - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Ing. Alberto LEVORATO 	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	E.d.in	Apr.2021	M. Proietti	Apr.2021	G. Grimaldi	Apr.2021	
B	EMISSIONE A SEGUITO RDV IN1710E09ISVI2100001A	E.d.in	Lug.2022	M. Proietti	Lug.2022	G. Grimaldi	Lug.2022	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2CLVI2104003B
Progetto cofinanziato dalla Unione Europea		Cod. origine:

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p><b>IRICAV2</b></p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>12</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLVI2104003</p>	<p>B</p>

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

## INDICE

1. PREMESSA .....	3
2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
2.1 Normative.....	4
2.2 Elaborati di riferimento .....	4
3. MATERIALI .....	5
3.1 Calcestruzzo per fusto pila e pulvino.....	5
3.2 Calcestruzzo per fondazione.....	5
3.3 Acciaio per barre di armature .....	6
3.4 Stati limite.....	7
3.4.1 Stati limite ultimi .....	7
3.4.2 Stati limite d'esercizio.....	7
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	10
5. DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	10
5.1 Modelli di analisi e verifica.....	14
5.2 Sistemi di riferimento ed unità di misura .....	14
6. ANALISI DEI CARICHI.....	15
6.1 Permanenti strutturali e non (G1 e G2) .....	15
6.2 Carichi da traffico verticali (Q1) .....	17
6.3 Effetti dinamici.....	19
6.4 Disposizione treni di carico.....	19
6.5 Carichi da traffico orizzontali .....	23
6.5.1 Forza centrifuga (Q4) .....	23
6.5.2 Serpeggio.....	25
6.5.3 Frenatura ed avviamento (Q3).....	26
6.5.4 Forza d'attrito (Q8) .....	28
6.6 Azione del Vento (Q5).....	29
6.7 Azione termica (Q7) .....	39
6.8 Azione Sismica (E).....	40
6.8.1 Inquadramento Sismico.....	40
6.8.2 Definizione della domanda sismica .....	41
6.8.3 Calcolo dell'azione Sismica .....	46
6.8.4 Check analisi statica.....	47
6.8.5 Analisi statica equivalente .....	48

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

7. CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO .....	50
7.1 Caratteristiche di sollecitazioni .....	55
7.1.1 <i>Combinazioni Estradosso Pulvino – configurazione treni 1,2 e 3</i> .....	55
7.1.2 <i>Combinazioni Estradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3</i> .....	58
7.1.3 <i>Combinazioni Intradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3</i> .....	61
8. VERIFICHE STRUTTURALI .....	65
9. FUSTO PILA .....	65
9.1 Modello locale per ritiro differenziale .....	66
9.2 Verifica a presso flessione .....	66
9.3 Verifica a taglio.....	83
9.1 Verifica minimi di armatura.....	86
9.2 Verifica deformabilità.....	89
9.3 Determinazione spostamenti.....	89
10. PULVINO .....	92
11. PLINTO DI FONDAZIONE .....	93
11.1 Geometria del plinto e della palificata .....	93
11.2 Modellazione strutturale .....	94
11.3 Azioni di progetto .....	97
11.3.1 <i>Reazioni dei pali</i> .....	97
11.3.2 <i>Peso proprio plinto di fondazione</i> .....	97
11.3.3 <i>Peso terreno di ricoprimento</i> .....	98
11.4 Risultati di analisi .....	99
11.5 Dimensionamento e verifica delle armature .....	103
11.5.1 <i>Dimensionamento delle armature</i> .....	103
11.5.2 <i>Verifica a flessione</i> .....	105
11.5.3 <i>Verifica a taglio</i> .....	115
11.5.4 <i>Verifica a taglio-punzonamento</i> .....	118
12. VALUTAZIONE DELLA ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI OTTENUTI (RIF.PAR.10.2 DM 14/01/2008) .....	122

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

## 1. Premessa

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento degli elementi in elevazione del *Viadotto Montebello Vicentino – VI21*, 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 pari a 8.5 m, con fondazione 12.0m x 12.0m x 2.5m su 9pali e sulle quali afferiscono un impalcato in c.a.p. di L=25m e un impalcato a travi incorporate L=22.0 m (P03-P04-P05-P06). Si prende a riferimento la pila P03 di altezza 8.5 m.

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  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

## 2. Normativa e documenti di riferimento

### 2.1 Normative

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

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

### 2.2 Elaborati di riferimento

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

Inoltre, si richiamano le relazioni:

- IN1710EI2CLVI0004001, Studio degli effetti locali sulle pile
- IN1712EI2CLVI2100001, Relazione interazione treno binario struttura
- IN1712EI2CLVI2104008, Relazione di calcolo pulvini, baggioli e ritegni
- IN1712EI2RBVI2100001, Relazione geotecnica

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104003	B

### 3. Materiali

#### 3.1 Calcestruzzo per fusto pila e pulvino

##### Classe C32/40

Rck =	40,00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
fck = 0,83 Rck =	32,00	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
fcm = fck +8 =	40,00	MPa	Valore medio resistenza cilindrica
acc =	0,85		Coeff. rid. per carichi di lunga durata
γM =	1,50	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
fcd = acc fck/γM =	18,13	MPa	Resistenza di progetto
fctm = 0,3 fck <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  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

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

### 3.3 Acciaio per barre di armature

#### B450C

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104003	B

### 3.4 Stati limite

#### 3.4.1 Stati limite ultimi

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

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

#### 3.4.2 Stati limite d'esercizio

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

##### 3.4.2.1 Verifica tensionale

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

##### tensione massima di compressione del calcestruzzo

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

##### tensione massima di trazione dell'acciaio

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104003	B

### 3.4.2.2 Verifica fessurazione

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

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

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

*Tabella 2 - Descrizione delle condizioni ambientali*

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

Risultando:

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104003	B

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

#### 4. Caratterizzazione geotecnica

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

#### 5. Descrizione dell'opera

Il *Viadotto Rio Acquetta – VI21*, a doppio binario con intervallata 4.2m, si estende dal km 33+463,75 al km 33+722.75 della *Tratta Verona-Padova* per uno sviluppo complessivo di 259m ed è costituito da 10 campate isostatiche, di cui:

- la prima campata è realizzata con tipologia mista acciaio-calcestruzzo, a quattro travi, e ha luce  $L=40.0m$
- la terza e la quinta campata sono realizzate con la tipologia a travi incorporate, con luce  $L=22.0m$
- le restanti campate sono costituite da quattro cassoncini in c.a.p. e luce  $L=25.0m$

Le pile, in c.a., presentano un fusto a sezione rettangolare smussata cava costante su tutta l'altezza di dimensioni esterne pari a 3,60m x 9,40m.

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

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



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104003	B

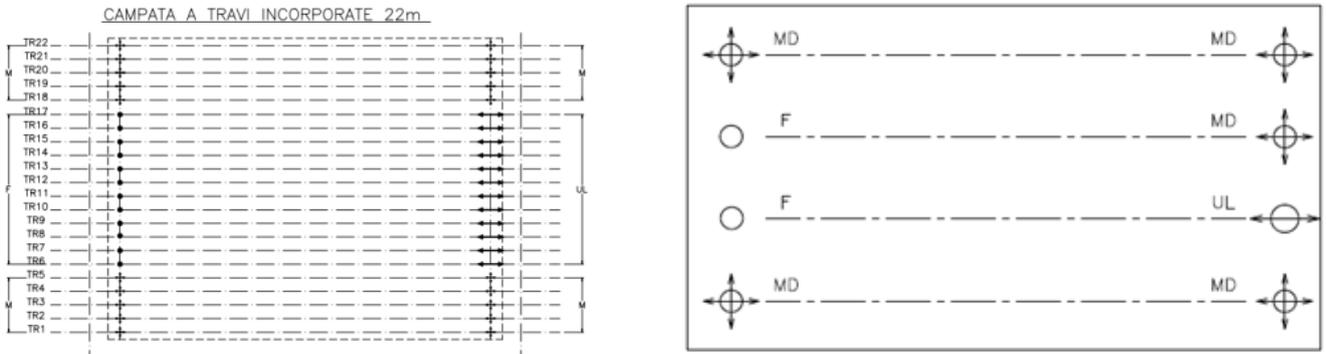


Figura 1 - Schema appoggi

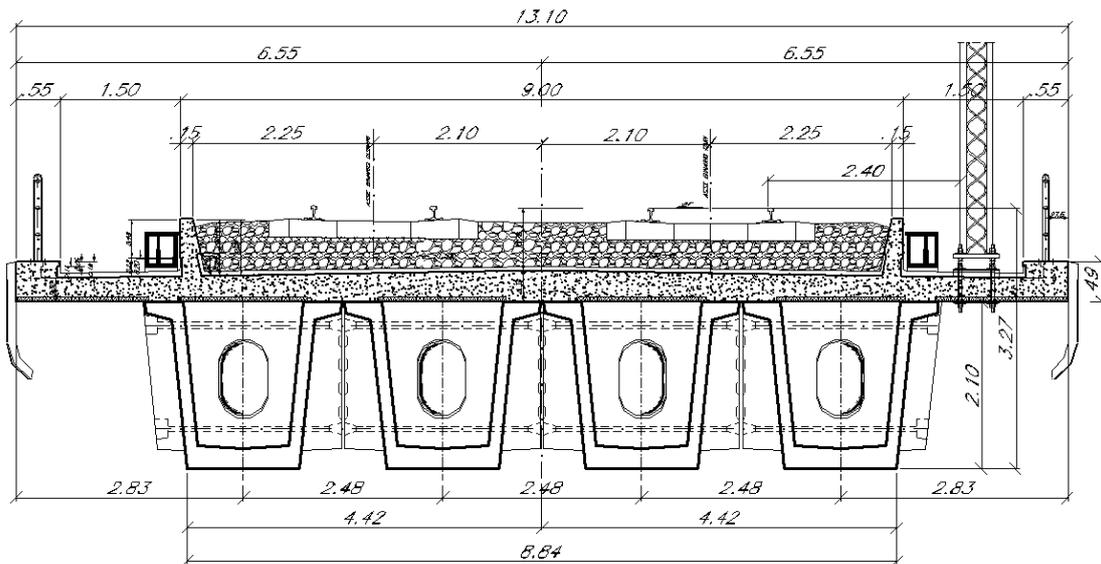


Figura 2 - Sezione impalcato c.a.p.

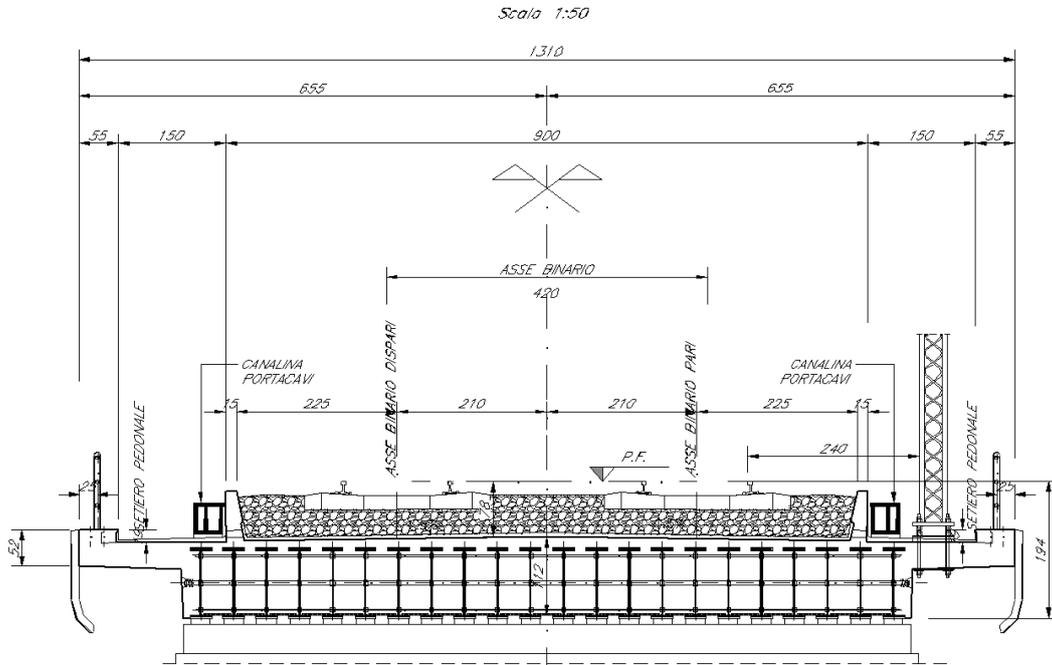


Figura 3 - Sezione impalcato travi incorporate

	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B
--	------------------	-------------	----------------------------	---

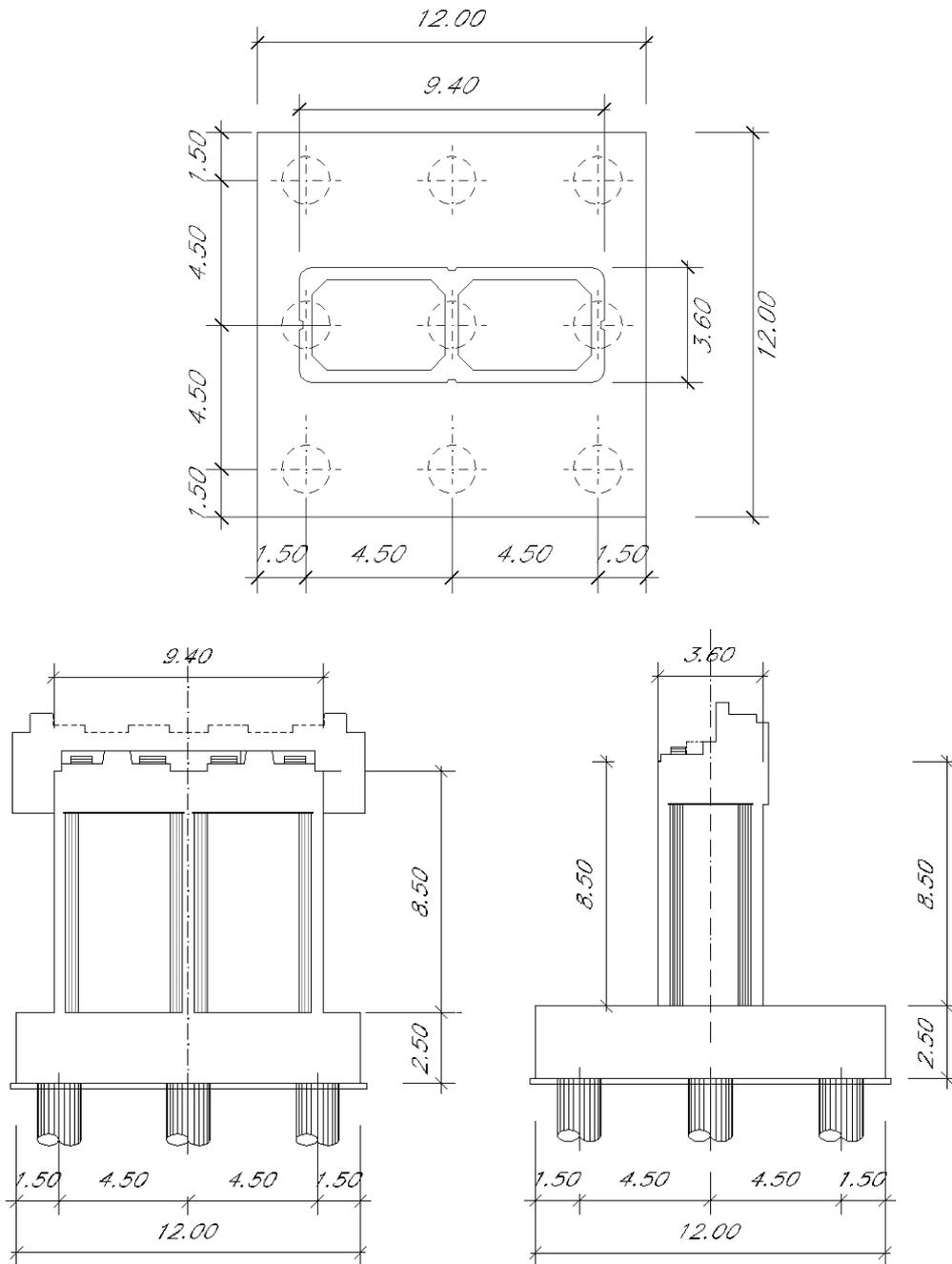


Figura 4 - Pianta e sezioni pila

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

## 5.1 Modelli di analisi e verifica

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

Il modello a mensola della struttura è stato implementato in un foglio di calcolo appositamente realizzato per la valutazione delle azioni agenti sulle singole parti della struttura, quali fusto pila e plinto. Per l'analisi e la verifica del plinto di fondazione, è stato realizzato un modello agli elementi finiti, descritto al paragrafo 11.

## 5.2 Sistemi di riferimento ed unità di misura

- Asse X parallelo all'asse trasversale dell'impalcato
- Asse Y parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z verticale
  
- [Lunghezze] m
- [Forze] KN

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

## 6. Analisi dei carichi

### 6.1 Permanenti strutturali e non (G1 e G2)

I pesi degli elementi strutturali sono calcolati utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m<sup>3</sup>.

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

IMPALCATO		SX		DX	
altezza cassoncino sezione in appoggio	$h_1$	2.10	m	1.00	m
altezza cassoncino sezione in mezzeria	$h_2$	2.10	m	1.00	m
spessore soletta	s	0.35	m	0.10	m
estradosso impalcato sull'appoggio	$H_1$	2.45	m	1.10	m
altezza totale impalcato in mezzeria	$H_2$	2.45		1.10	m
spessore ballast	$h_b$	0.80	m	0.80	m
altezza PF da estradosso trave	$h_{PF}$	1.20	m	0.93	m
lunghezza travata	L	25.00	m	22.00	m
luce appoggi travata	$L_a$	22.80	m	19.80	m
larghezza totale impalcato	B	13.10	m	13.40	m
peso permanente strutturale	$G_1$	6275	kN	8287	kN
peso permanenti non struttrutturali	$G_2$	5150	kN	4106	kN

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

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLV12104003	B

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

Come altezza della pila è stata considerata la media tra l'altezza di destra e di sinistra, per tenere in considerazione la sagomatura del pulvino di transizione.

<b>PILA</b>			
altezza pila (estradosso fond-estradosso pulvino)	Hp	<b>9.20</b>	m
tipologia di sezione		<b>rettangolare</b>	
larghezza trasversale pila	b	<b>9.40</b>	m
larghezza longitudinale pila	d	<b>3.60</b>	m
raggio angolo esterno	r	<b>0.40</b>	m
area della sezione	A	<b>11.45</b>	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale	I11	<b>103.81</b>	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale	I22	<b>22.26</b>	m <sup>4</sup>
modulo elastico cls pila	E <sub>c</sub>	<b>33346</b>	MPa
eventuale abbattimento del modulo	%	<b>50</b>	
modulo di calcolo	E	<b>16673</b>	MPa
calcestruzzo	f <sub>ck</sub>	<b>32</b>	MPa
massa pila	mp	<b>2004</b>	kN

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104003	B

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

Ulteriori distanze e bracci			
distanza asse pila/ asse appoggi per momento long.	$i_l$	1.10	
altezza baggioli e apparecchi d'appoggio	$h_B$	0.50	
interasse tra i binari (se singolo 0)	$i_b$	4.20	m
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila	a	2.10	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]	M <sub>long</sub> [kN m]
scarichi estradosso Pila - G1	7281	1107
scarichi estradosso Pila - G2	4628	574
scarichi estradosso Fondazione - G1	11250	1107
scarichi estradosso Fondazione - G2	4628	574
scarichi intradosso Fondazione - G1	22347	1107
scarichi intradosso Fondazione - G2	4628	574

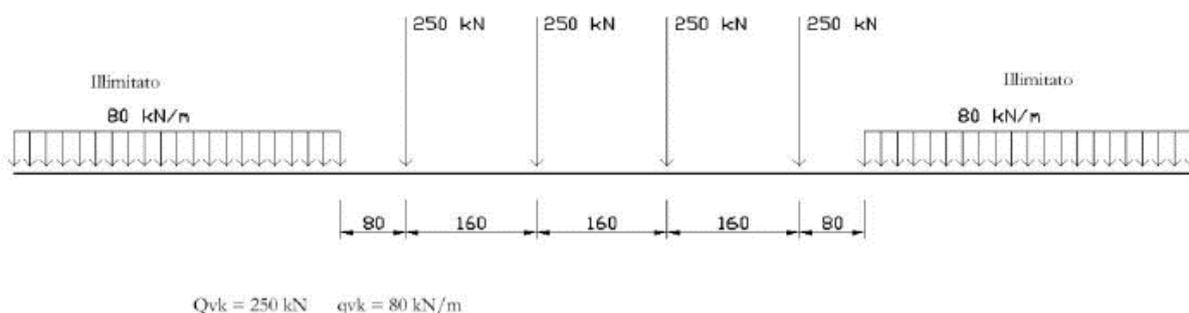
Lo scarico G1 a intradosso fondazione tiene conto del peso del plinto di fondazione e del peso del terreno di ricoprimento al di sopra di esso, di spessore pari a 1 m.

## 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.



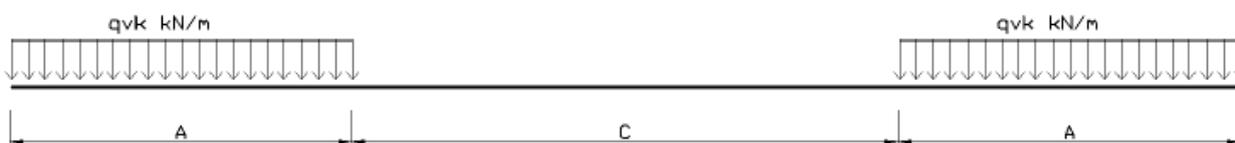
Carichi concentrati: quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m;

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	$Q_{vk}$	133	KN/m
Lunghezza	A	15	m
Lunghezza	C	5.3	m

**SW/2**

Carico distribuito	$Q_{vk}$	150	KN/m
--------------------	----------	-----	------

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104003	B

Lunghezza	A	25	m
Lunghezza	C	7	m

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

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

### 6.3 Effetti dinamici

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

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

### 6.4 Disposizione treni di carico

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

- 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:

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104003	B

	N [kN]	Mlong [kN/m]	Mtrasv [kN/m]
COMBO N	<b>5859</b>	227	1352
COMBO ML	3637	<b>2840</b>	1049
COMBO MT	3112	36	<b>6846</b>

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

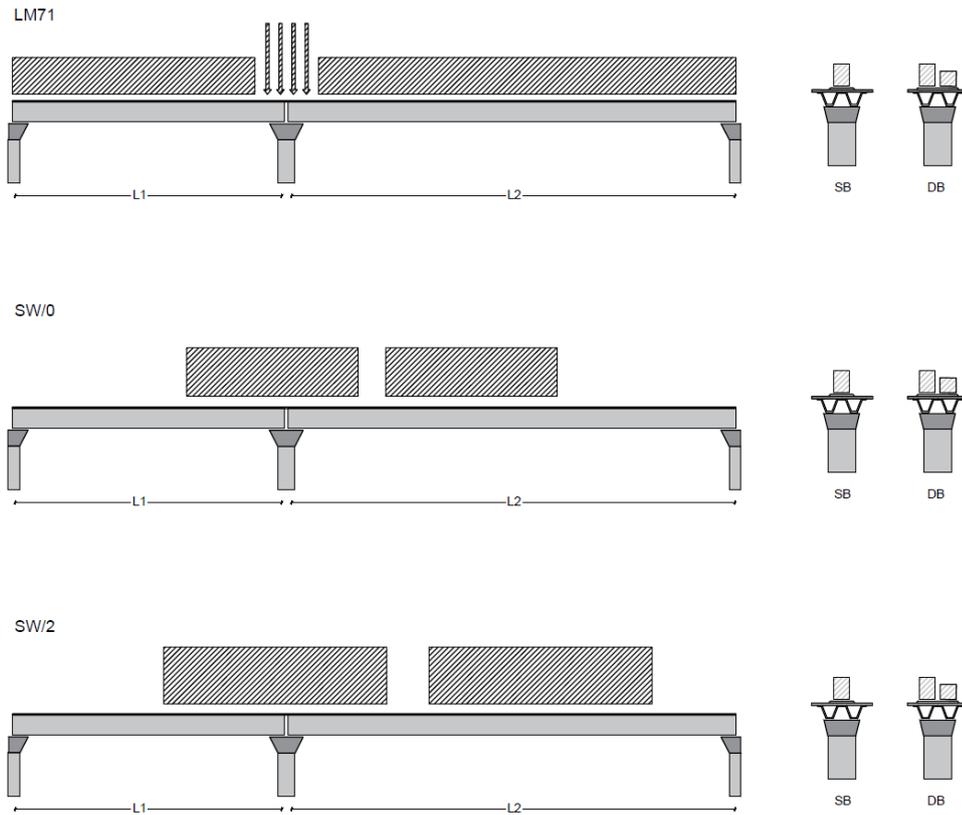


Figura 5- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104003	B

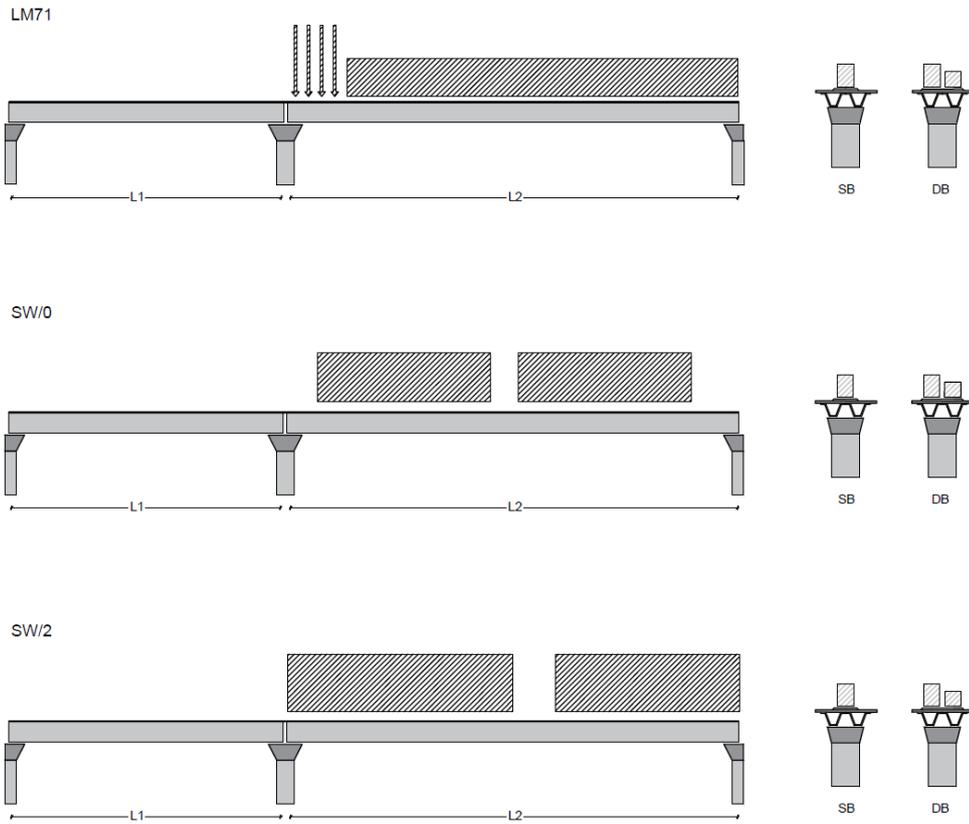


Figura 6- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B
--	------------------	-------------	----------------------------	---

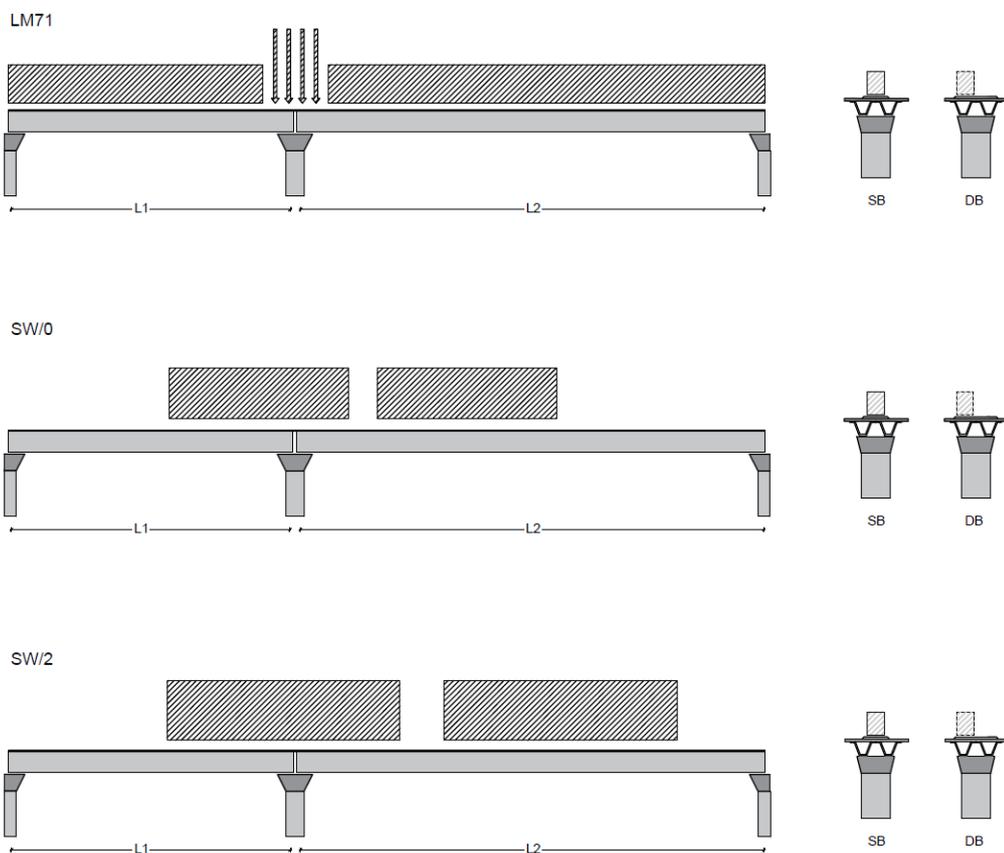


Figura 7- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

## 6.5 Carichi da traffico orizzontali

### 6.5.1 Forza centrifuga (Q4)

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

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

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

raggio di curvatura	R	2500	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea	Vmax	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.

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  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

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

<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:

	$Q_{tk\ sx}$	$q_{tk\ sx}$	$Q_{tk\ dx}$	$q_{tk\ dx}$	$F\ testa\ Pila$	$Mom\ Trasv$
	<i>KN</i>	<i>KN/m</i>	<i>KN</i>	<i>KN/m</i>	<i>KN</i>	<i>KN/m</i>
Fcen_LM/71_1	49.9	4.0	49.9	4.0	118	656
Fcen_LM/71_2	98.9	7.9	101.0	8.1	245	1362
Fcen_SW/2_1	0.0	4.7	0.0	4.7	111	616

### 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  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104003	B

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

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.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI2104003

B

numero di binari

**doppio**

combinazione treni

**LM/71 + SW/2**

posizionamento vincoli fissi

**caso peggiore**

estradosso pulvino sommità binario

H

**0.5**

m

lunghezza del binario

L

**25**

m

**FRENATURA**

LM/71

coefficiente di adattamento

a

**1.1**

lunghezza del binario

L

**25**

m

valore caratteristico della forza

Q<sub>la,k</sub>**550**

kN

SW/0

coefficiente di adattamento

a

**1.1**

lunghezza del binario

L

**19.7**

m

valore caratteristico della forza

Q<sub>la,k</sub>**433.4**

kN

SW/2

coefficiente di adattamento

a

**1**

lunghezza del binario

L

**25**

valore caratteristico della forza

Q<sub>la,k</sub>**875****AVVIAMENTO**

LM/71

valore caratteristico della forza

Q<sub>la,k</sub>**908**

kN

SW/0

valore caratteristico della forza

Q<sub>la,k</sub>**715**

kN

SW/2

valore caratteristico della forza

Q<sub>la,k</sub>**825**

kN

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

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

altezza baggioli e apparecchi d'appoggio	h	0.5	m
lunghezza del binario	L	25	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti	Vg1	7281	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti	Vg2	4628	KN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili	Vq	7517	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)	f	0.04	
forza d'attrito trasmessa alla pila	Fa	396.0	kN
momento longitudinale in testa pila	M	198.0	kN/m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

## 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.

	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B
--	------------------	-------------	----------------------------	---

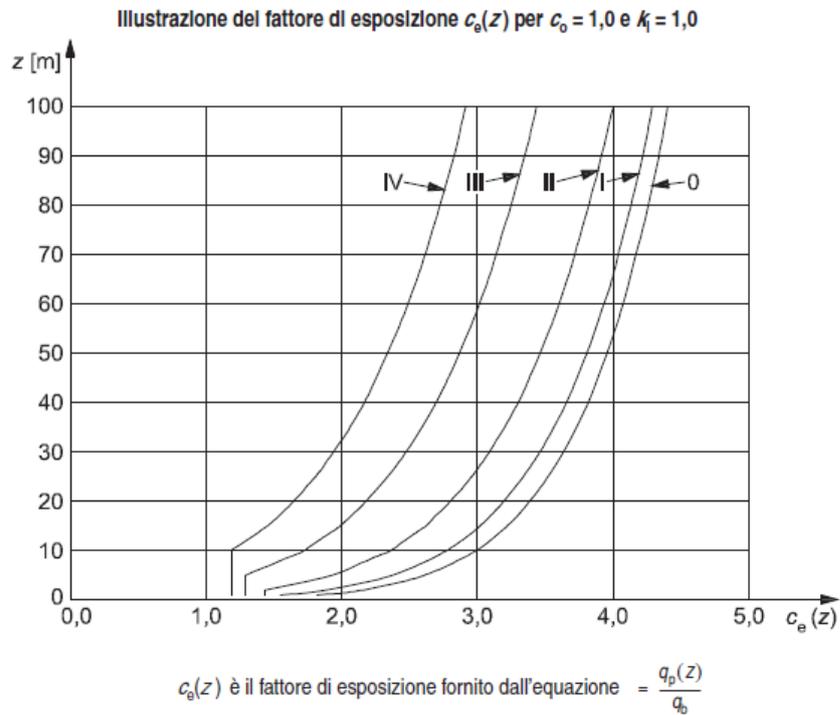


Figura 8 -fattore di esposizione - Eurocodice 1991-1-4

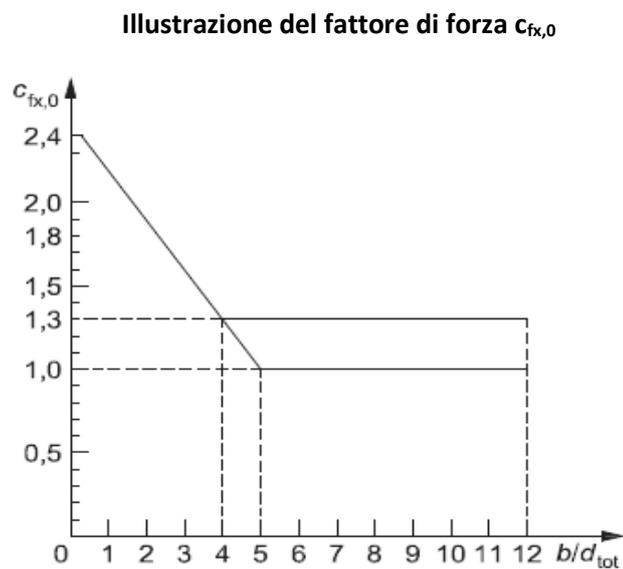


Figura 9 - Fattore di forza trasversale - Eurocodice 1991-1-4

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLV12104003	B

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

dove:

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

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

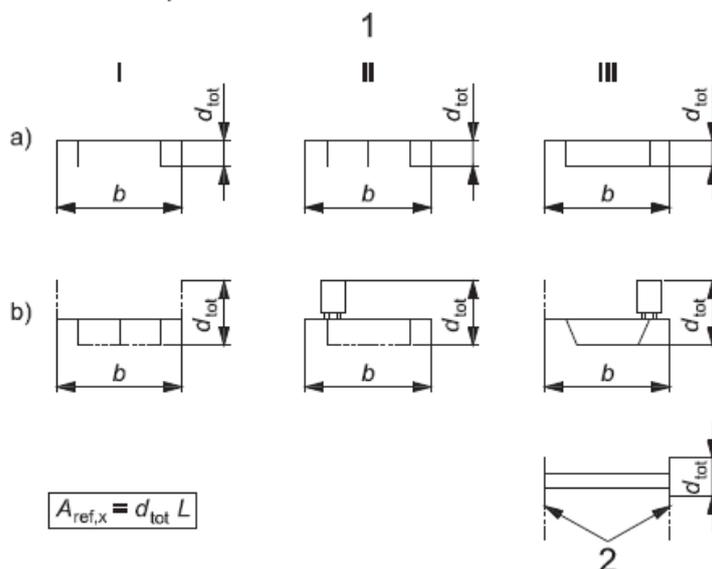


Figura 10 - Area effettiva - Eurocodice 1991-1-4

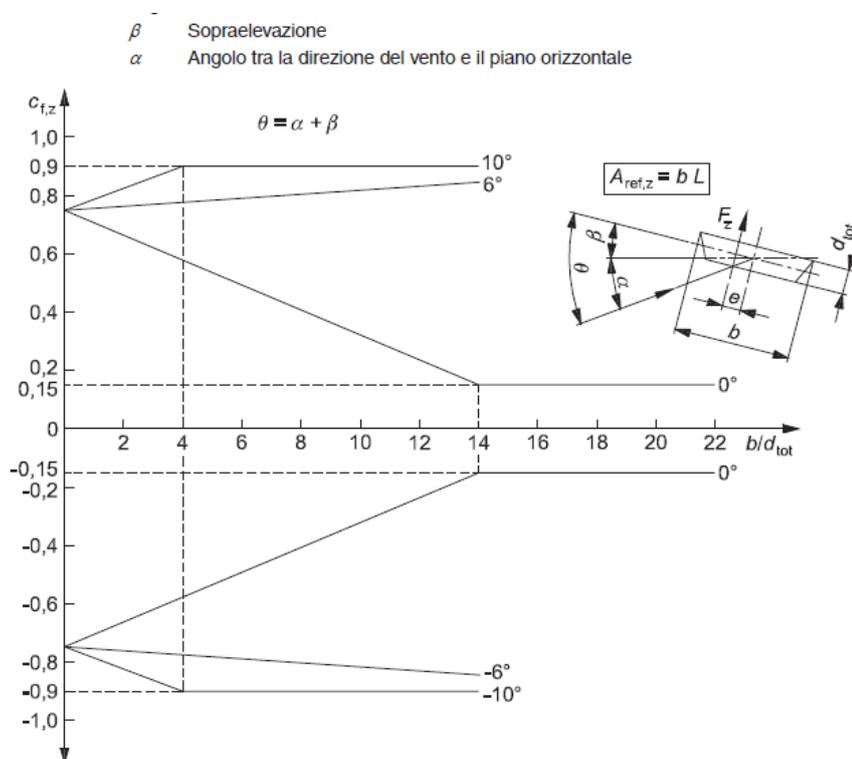


Figura 11 - coefficiente di forza verticale - Eurocodice 1991-1-4

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

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

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

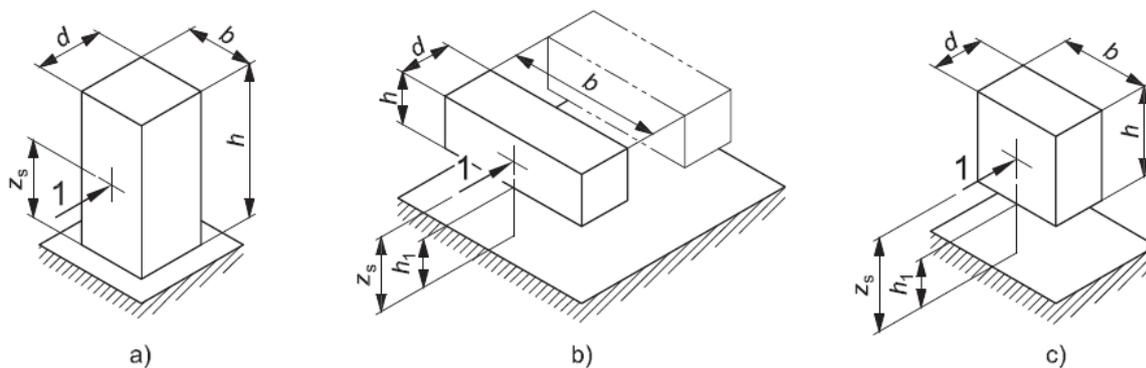


Figura 12 - Altezza di riferimento - Eurocodice 1991-1-4

tab. 3.3.I

Zona **1**

tab.3.3.II

Categoria **II**

tab. 3.3.III

Classe rug **D**

velocità di base di riferimento s.l.m.

Vbo **25** m/s

parametro di quota

ao **1000** m

altitudine sul livello del mare

as **150** m

parametro adimensionale

ks **0.4**

coefficiente di altitudine

ca **1**

velocità di base di riferimento

Vb **25** m/s

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

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

#### 6.6.1.1 Impalcato

<b>ponte carico</b>			
altezza pila	z1	9.20	m
altezza baggioli e app. d'appoggio	z2	0.50	m
altezza all'intradosso	zint	9.7	m
altezza di riferimento	z	13.0	m
coefficiente di topografia	ct	1	
coefficiente di esposizione	ce	2.52	
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	1109.1	n/m <sup>2</sup>
larghezza impalcato	d	13.1	m
altezza impalcato+soletta	z3	1.82	m
armamento	z4	0.80	m
altezza treno	z5a	4	m
altezza barriere	z5b	4	m
altezza di impatto treno o barriere	htot	6.62	m
	d/h	1.98	
coefficiente di forza trasversale	cfx	1.86	
coefficiente di forza trasversale	cfz	0.9	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104003	B

forza trasversale	fx	<b>16.5</b>	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fx	<b>388.8</b>	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	<b>1481.0</b>	kN/m
forza verticale	fz	<b>32.8</b>	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fz	<b>769.6</b>	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	<b>2520.5</b>	kN/m

<b>ponte scarico</b>			
altezza di impatto treno o barriere	htot	<b>5.82</b>	m
rapporto geometrico	d/h	<b>2.25</b>	
coefficiente di forza trasversale	cfx	<b>1.78</b>	
coefficiente di forza trasversale	cfz	<b>0.90</b>	
forza trasversale	fx	<b>14.5</b>	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fx	<b>341.8</b>	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	<b>1165.3</b>	kN/m
forza verticale	fz	<b>32.8</b>	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fz	<b>769.6</b>	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	<b>2520.5</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

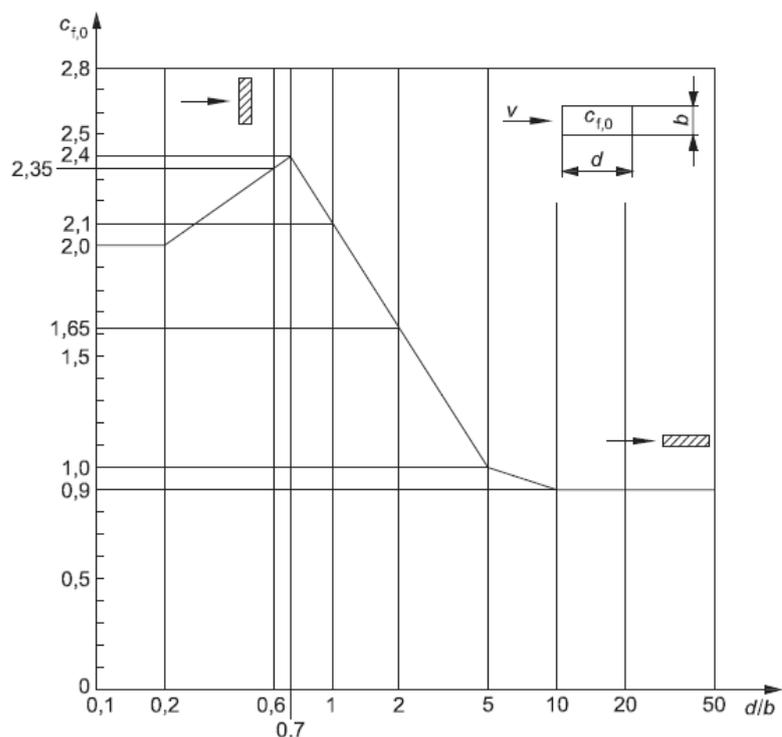


Figura 13 - Correlazione tra dimensioni in sezione dell'elemento e il coefficiente di forma  $c_{f,0}$  (figura 7.23 EC1-4)

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

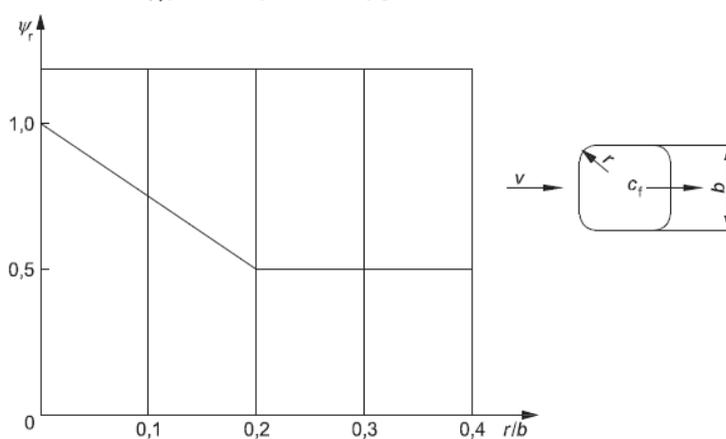


Figura 14 - correlazione tra il raggio di arrotondamento dello spigolo e il fattore riduttivo  $\psi_r$  (figura 7.24 EC1-4)



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104003	B

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

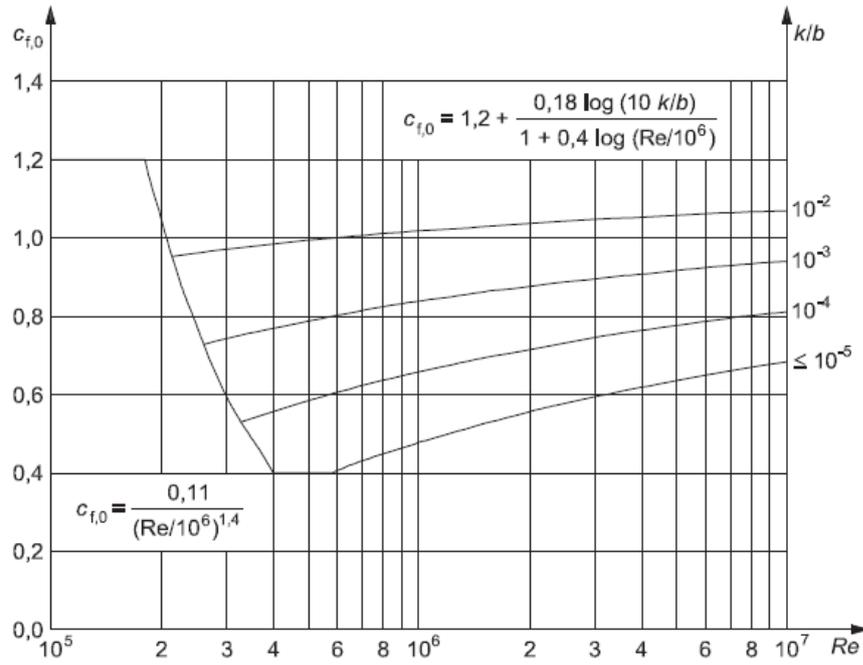


Figura 15 - Fattori di forza pila - Eurocodice 1991-1-4



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104003	B

**direzione trasversale**

altezza di riferimento	z	9.2	m
coefficiente di topografia	ct	1	
coefficiente di esposizione	ce	2.30	
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	1011.3	n/m <sup>2</sup>
		1.01	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	1.78E+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	2.56	
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	82.8	kN
altezza di applicazione sulla pila	h tra	4.8	m

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

<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	0.98	
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>216.20</b>	kN
altezza di applicazione sulla pila	h lon	<b>4.82</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:

- $DT = \pm 15^{\circ}C$  per impalcato in c.a.p. e in c.a.
- $DT = \pm 15^{\circ}C$  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  $10^{\circ}C$  (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  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

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

- Variazione termica uniforme tra fusto, pila e zattera interrata pari a 5 °C (zattera più fredda della pila e viceversa con variazione lineare tra l'estradosso zattera di fondazione ed una 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.

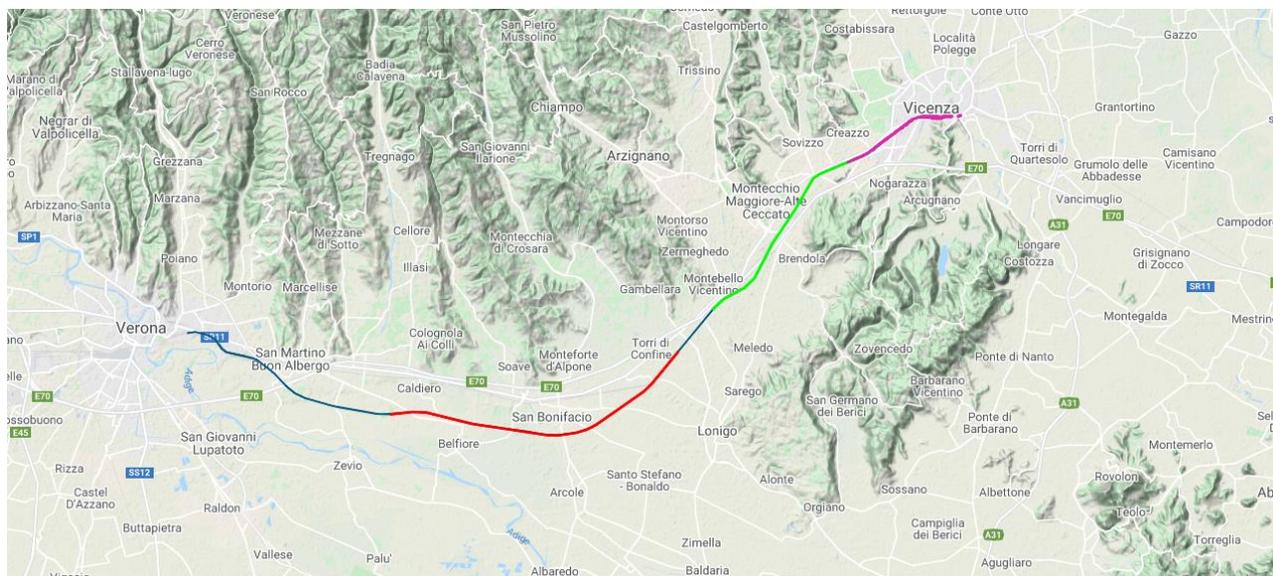


Figura 16 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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

Latitudine 45.40294

Longitudine 11.11012

### 6.8.2 Definizione della domanda sismica

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLV12104003

B

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate      LONGITUDINE: 11.11012      LATITUDINE: 45.40294

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

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

**Elaborazioni numeriche**  
Tabella parametri |>

**Nodi del reticolo intorno al sito**

**Reticolo di riferimento**

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

Interpolazione:  
superficie rigata

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

INTRO      **FASE 1**      FASE 2      FASE 3

Figura 17 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

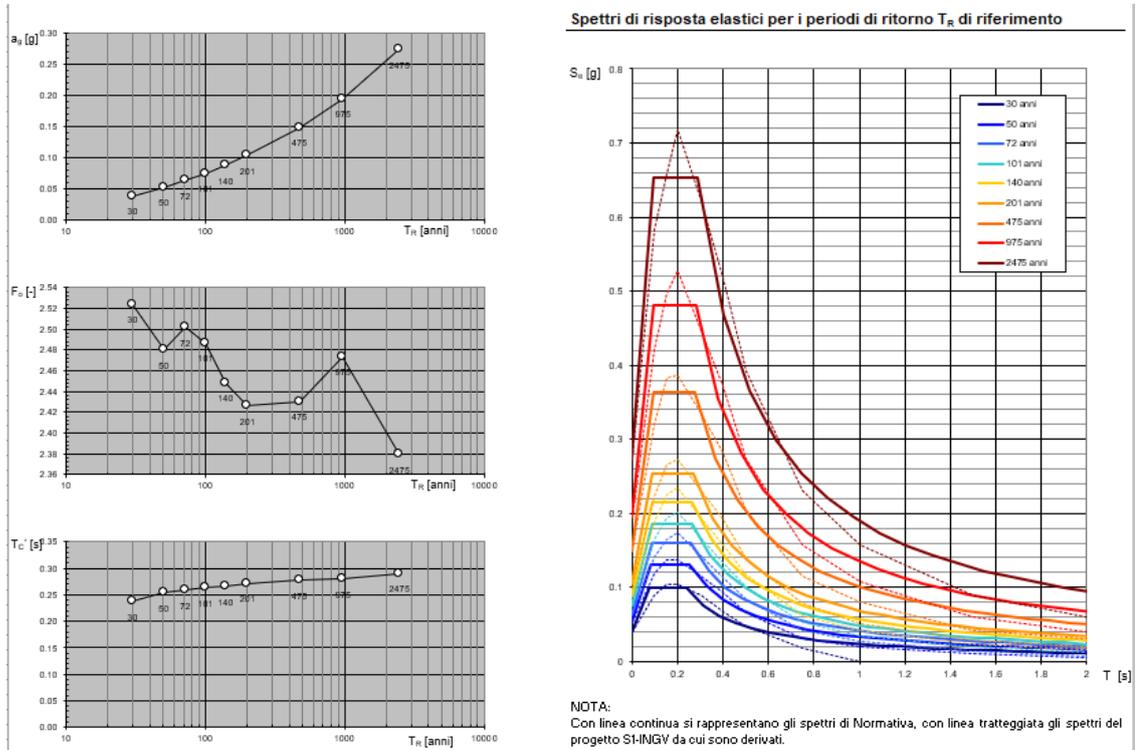


Figura 18 - Parametri di riferimento del sito secondo "Spettri\_NTC"

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

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

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

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



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLV12104003	B

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$   info

Valori di progetto

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

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

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<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

LEGENDA GRAFICO

--□-- Strategia per costruzioni ordinarie

Strategia di progettazione

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato  info

Risposta sismica

Categoria di sottosuolo  info

Categoria topografica  info

$S_B = 1.373$   $C_C = 1.591$  info

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

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)  $\zeta = 5\%$   $\eta = 1.000$  info

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

Compon. verticale

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

Elaborazioni

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

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

Spettri di risposta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 20 - Definizione della domanda sismica allo SLV

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104003	B

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104003	B

### 6.8.3 Calcolo dell'azione Sismica

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

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

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

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

#### 6.8.4 Check analisi statica

<b>Direzione Longitudinale</b>			
massa treno per direzione long	Com Nmax	7274	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	1455	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	12393	kN
massa sismica portata sulla pila	Mimp t	13848	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	1/5 Mimp t	2770	kN
massa pila	Mpul	2004	kN
massa pulvino	Mpila	1965	kN
massa efficace pila	Mpe	2633	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long	Mtot long	16480	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	5859	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	1172	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	11909	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	Mimp t	13081	kN
massa pila	Mpul	2004	kN
massa pulvino	Mpila	1965	kN
massa efficace pila	Mpe	2633	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv	Mtot tras	15713	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	<b>NO</b>	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLV12104003	B

<b>Direzione Verticale</b>			
massa treno per direzione long	Com Mmax	5859	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	1172	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	11909	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	Mimp t	13081	kN
massa pila	Mpul	2004	kN
massa pulvino	Mpila	1965	kN
massa efficace pila	Mpe	2633	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert	Mtot vert	15713	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	<b>NO</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	9.20	m
altezza plinto di fondazione	hf	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio	hap	0.50	m
altezza equivalente sdof	He	9.70	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv	Ktra	2.79E+09	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long	Klong	1.22E+09	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert	Kvert	3.10E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale	Ttra	0.15	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale	Tlong	0.23	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale	Tvert	0.05	sec

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

E12CLV12104003

B

	SLV		SLD	
<b>Tabella Riassuntiva</b>	q=1.5	q=1	q=1	
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	5146	5146	1345	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	7837	11756	5257	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	8220	12330	5514	kN
Momento flessionale trasversale	93011	139516	62391	kN m
Momento flessionale longitudinale	79734	119601	53485	kN m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

## 7. Condizioni elementari e combinazioni di carico

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

### 2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

		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  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

	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

EI2CLVI2104003

B

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

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

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

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

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

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

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

## 7.1 Caratteristiche di sollecitazioni

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

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

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA					
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	25266	1719	1016	3544	7082
A1_SLU_gr2_Scarico_2	17389	143	1016	2475	5122
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	25266	3011	508	4190	4521
A1_SLU_gr1+vento_5	25959	1913	1441	4482	11042
A1_SLU_gr2+vento_6	18082	338	1441	3412	9082
A1_SLU_gr3+vento_7	25959	3206	933	5128	8481
A1_SLU_vento_gr1_9	17926	324	707	3918	6601
A1_SLU_vento_gr2_10	17926	324	707	3918	6601
A1_SLU_vento_gr3_11	17926	324	707	3918	6601
A1_SLU_Scalz_gr1_13	21868	958	610	3032	4249
A1_SLU_Scalz_gr2_14	17142	80	610	2424	3073
A1_SLU_Scalz_gr3_15	21868	1733	305	3420	2713
<hr/>					
SLE_rar_gr1_Treno_1	17768	1089	701	2452	4884
SLE_rar_gr2_Scarico_2	12335	67	701	1747	3532
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	17768	1980	350	2898	3118
SLE_rar_gr1+vento_5	18229	1219	984	3078	7524
SLE_rar_gr2+vento_6	12797	197	984	2373	6173
SLE_rar_gr3+vento_7	18229	2110	633	3523	5758
SLE_rar_vento_gr1_9	12679	216	472	2723	4401

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

SLE_rar_vento_gr2_10	12679	216	472	2723	4401
SLE_rar_vento_gr3_11	12679	216	472	2723	4401
SLE_rar_gr4_Centrif_4	15424	1211	420	2423	2930
SLE_rar_gr4+vento_8	15886	1341	703	3048	5571
SLE_rar_vento_gr4_12	12679	216	472	2723	4401
SLE_qp_gr1+vento_33	11909	48	0	1705	0
E_103x_SLV_q=1.5_45	14624	6978	1957	3534	6345
E_103y_SLV_q=1.5_46	14624	2143	6524	1117	20520
E_103z_SLV_q=1.5_47	18226	2143	1957	1117	6345
E_103x_SLD_q=1_54	13484	4704	1313	2398	4345
E_103y_SLD_q=1_55	13484	1461	4377	776	13854
E_103z_SLD_q=1_56	14426	1461	1313	776	4345

#### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	22045	1603	1016	7275	6643
A1_SLU_gr2_Scarico_58	17389	143	1016	2475	5122
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	22045	2895	508	7921	4082
A1_SLU_gr1+vento_61	22737	1797	1441	8213	10604
A1_SLU_gr2+vento_62	18082	338	1441	3412	9082
A1_SLU_gr3+vento_63	22737	3090	933	8859	8043
A1_SLU_vento_gr1_65	17926	324	707	3918	6601
A1_SLU_vento_gr2_66	17926	324	707	3918	6601
A1_SLU_vento_gr3_67	17926	324	707	3918	6601
A1_SLU_Scalz_gr1_69	19935	916	610	5284	3986
A1_SLU_Scalz_gr2_70	17142	80	610	2424	3073
A1_SLU_Scalz_gr3_71	19935	1692	305	5672	2449
SLE_rar_gr1_Treno_57	15546	1036	701	5039	4582
SLE_rar_gr2_Scarico_58	12335	67	701	1747	3532
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	15546	1927	350	5484	2815
SLE_rar_gr1+vento_61	16008	1165	984	5664	7222
SLE_rar_gr2+vento_62	12797	197	984	2373	6173
SLE_rar_gr3+vento_63	16008	2057	633	6110	5456
SLE_rar_vento_gr1_65	12679	216	472	2723	4401
SLE_rar_vento_gr2_66	12679	216	472	2723	4401

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI2104003	B

SLE_rar_vento_gr3_67	12679	216	472	2723	4401
SLE_rar_gr4_Centrif_60	14091	1179	420	3974	2749
SLE_rar_gr4+vento_64	14553	1309	703	4600	5389
SLE_rar_vento_gr4_68	12679	216	472	2723	4401
SLE_qp_gr1+vento_89	11909	48	0	1705	0
E_103x_SLV_q=1.5_101	14180	6969	1957	4053	6285
E_103y_SLV_q=1.5_102	14180	2134	6524	1635	20459
E_103z_SLV_q=1.5_103	17782	2134	1957	1635	6285
E_103x_SLD_q=1_110	13040	4695	1313	2916	4285
E_103y_SLD_q=1_111	13040	1452	4377	1294	13793
E_103z_SLD_q=1_112	13981	1452	1313	1294	4285

#### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	21283	1575	1016	3196	15048
A1_SLU_gr2_Scarico_114	17389	143	1016	2475	5122
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	21283	2868	508	3842	12487
A1_SLU_gr1+vento_117	21976	1770	1441	4134	19009
A1_SLU_gr2+vento_118	18082	338	1441	3412	9082
A1_SLU_gr3+vento_119	21976	3062	933	4780	16448
A1_SLU_vento_gr1_121	17926	324	707	3918	6601
A1_SLU_vento_gr2_122	17926	324	707	3918	6601
A1_SLU_vento_gr3_123	17926	324	707	3918	6601
A1_SLU_Scalz_gr1_125	19479	906	610	2840	9029
A1_SLU_Scalz_gr2_126	17142	80	610	2424	3073
A1_SLU_Scalz_gr3_127	19479	1682	305	3228	7492
SLE_rar_gr1_Treno_113	15021	1023	701	2229	10378
SLE_rar_gr2_Scarico_114	12335	67	701	1747	3532
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	15021	1914	350	2674	8612
SLE_rar_gr1+vento_117	15482	1153	984	2854	13018
SLE_rar_gr2+vento_118	12797	197	984	2373	6173
SLE_rar_gr3+vento_119	15482	2044	633	3300	11252
SLE_rar_vento_gr1_121	12679	216	472	2723	4401
SLE_rar_vento_gr2_122	12679	216	472	2723	4401
SLE_rar_vento_gr3_123	12679	216	472	2723	4401

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

SLE_rar_gr4_Centrif_116	13776	1171	420	2288	6227
SLE_rar_gr4+vento_120	14238	1301	703	2914	8867
SLE_rar_vento_gr4_124	12679	216	472	2723	4401
SLE_qp_gr1+vento_145	11909	48	0	1705	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	14075	6967	1957	3491	7444
E_103y_SLV_q=1.5_158	14075	2132	6524	1073	21619
E_103z_SLV_q=1.5_159	17677	2132	1957	1073	7444
E_103x_SLD_q=1_166	12935	4693	1313	2354	5444
E_103y_SLD_q=1_167	12935	1450	4377	732	14952
E_103z_SLD_q=1_168	13876	1450	1313	732	5444

### 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	30624	1719	1016	19358	16430
A1_SLU_gr2_Scarico_2	22747	143	1016	3790	14470
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	30624	3011	508	31893	9195
A1_SLU_gr1+vento_5	31317	1913	1441	22086	24296
A1_SLU_gr2+vento_6	23440	338	1441	6518	22336
A1_SLU_gr3+vento_7	31317	3206	933	34621	17061
A1_SLU_vento_gr1_9	23284	324	707	6902	13109
A1_SLU_vento_gr2_10	23284	324	707	6902	13109
A1_SLU_vento_gr3_11	23284	324	707	6902	13109
A1_SLU_Scalz_gr1_13	27226	958	610	11845	9858
A1_SLU_Scalz_gr2_14	22500	80	610	3164	8682
A1_SLU_Scalz_gr3_15	27226	1733	305	19366	5517
SLE_rar_gr1_Treno_1	21737	1089	701	12471	11331
SLE_rar_gr2_Scarico_2	16304	67	701	2367	9980
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	21737	1980	350	21117	6341
SLE_rar_gr1+vento_5	22198	1219	984	14290	16575

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI2104003	B

SLE_rar_gr2+vento_6	16766	197	984	4186	15223
SLE_rar_gr3+vento_7	22198	2110	633	22935	11585
SLE_rar_vento_gr1_9	16647	216	472	4712	8739
SLE_rar_vento_gr2_10	16647	216	472	4712	8739
SLE_rar_vento_gr3_11	16647	216	472	4712	8739
SLE_rar_gr4_Centrif_4	19393	1211	420	13564	6799
SLE_rar_gr4+vento_8	19855	1341	703	15383	12042
SLE_rar_vento_gr4_12	16647	216	472	4712	8739
SLE_qp_gr1+vento_33	15878	48	0	2143	0
E_103x_SLV_q=1.5_45	18593	8291	2351	81496	28174
E_103y_SLV_q=1.5_46	18593	2537	7837	25682	93281
E_103z_SLV_q=1.5_47	22195	2537	2351	25682	28174
E_103x_SLD_q=1_54	17453	5585	1577	55247	18988
E_103y_SLD_q=1_55	17453	1725	5257	17807	62662
E_103z_SLD_q=1_56	18395	1725	1577	17807	18988

#### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	27403	1603	1016	22022	15992
A1_SLU_gr2_Scarico_58	22747	143	1016	3790	14470
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	27403	2895	508	34557	8756
A1_SLU_gr1+vento_61	28095	1797	1441	24750	23857
A1_SLU_gr2+vento_62	23440	338	1441	6518	22336
A1_SLU_gr3+vento_63	28095	3090	933	37285	16622
A1_SLU_vento_gr1_65	23284	324	707	6902	13109
A1_SLU_vento_gr2_66	23284	324	707	6902	13109
A1_SLU_vento_gr3_67	23284	324	707	6902	13109
A1_SLU_Scalz_gr1_69	25293	916	610	13713	9595
A1_SLU_Scalz_gr2_70	22500	80	610	3164	8682
A1_SLU_Scalz_gr3_71	25293	1692	305	21234	5254
SLE_rar_gr1_Treno_57	19515	1036	701	14567	11029
SLE_rar_gr2_Scarico_58	16304	67	701	2367	9980
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	19515	1927	350	23212	6039
SLE_rar_gr1+vento_61	19976	1165	984	16386	16272
SLE_rar_gr2+vento_62	16766	197	984	4186	15223

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

SLE_rar_gr3+vento_63	19976	2057	633	25031	11283
SLE_rar_vento_gr1_65	16647	216	472	4712	8739
SLE_rar_vento_gr2_66	16647	216	472	4712	8739
SLE_rar_vento_gr3_67	16647	216	472	4712	8739

SLE_rar_gr4_Centrif_60	18060	1179	420	14822	6617
SLE_rar_gr4+vento_64	18522	1309	703	16640	11861
SLE_rar_vento_gr4_68	16647	216	472	4712	8739

SLE_qp_gr1+vento_89	15878	48	0	2143	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_101	18149	8282	2351	82014	28113
E_103y_SLV_q=1.5_102	18149	2528	7837	26200	93221
E_103z_SLV_q=1.5_103	21751	2528	2351	26200	28113
E_103x_SLD_q=1_110	17009	5576	1577	55765	18927
E_103y_SLD_q=1_111	17009	1716	5257	18326	62601
E_103z_SLD_q=1_112	17950	1716	1577	18326	18927

### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	26641	1575	1016	17690	24397
A1_SLU_gr2_Scarico_114	22747	143	1016	3790	14470
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	26641	2868	508	30226	17161
A1_SLU_gr1+vento_117	27334	1770	1441	20418	32262
A1_SLU_gr2+vento_118	23440	338	1441	6518	22336
A1_SLU_gr3+vento_119	27334	3062	933	32954	25027
A1_SLU_vento_gr1_121	23284	324	707	6902	13109
A1_SLU_vento_gr2_122	23284	324	707	6902	13109
A1_SLU_vento_gr3_123	23284	324	707	6902	13109
A1_SLU_Scalz_gr1_125	24836	906	610	11178	14638
A1_SLU_Scalz_gr2_126	22500	80	610	3164	8682
A1_SLU_Scalz_gr3_127	24836	1682	305	18699	10297

SLE_rar_gr1_Treno_113	18990	1023	701	11641	16825
SLE_rar_gr2_Scarico_114	16304	67	701	2367	9980
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	18990	1914	350	20286	11835
SLE_rar_gr1+vento_117	19451	1153	984	13460	22069
SLE_rar_gr2+vento_118	16766	197	984	4186	15223
SLE_rar_gr3+vento_119	19451	2044	633	22105	17079

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI2104003	B

SLE_rar_vento_gr1_121	16647	216	472	4712	8739
SLE_rar_vento_gr2_122	16647	216	472	4712	8739
SLE_rar_vento_gr3_123	16647	216	472	4712	8739
SLE_rar_gr4_Centrif_116	17745	1171	420	13066	10095
SLE_rar_gr4+vento_120	18207	1301	703	14885	15339
SLE_rar_vento_gr4_124	16647	216	472	4712	8739
SLE_qp_gr1+vento_145	15878	48	0	2143	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	18044	8280	2351	81452	29272
E_103y_SLV_q=1.5_158	18044	2526	7837	25638	94380
E_103z_SLV_q=1.5_159	21646	2526	2351	25638	29272
E_103x_SLD_q=1_166	16904	5574	1577	55203	20086
E_103y_SLD_q=1_167	16904	1714	5257	17764	63760
E_103z_SLD_q=1_168	17845	1714	1577	17764	20086

### 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	45606	1719	1016	23655	18971
A1_SLU_gr2_Scarico_2	37729	143	1016	4148	17011
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	45606	3011	508	39421	10465
A1_SLU_gr1+vento_5	46299	1913	1441	26870	27897
A1_SLU_gr2+vento_6	38421	338	1441	7362	25937
A1_SLU_gr3+vento_7	46299	3206	933	42636	19392
A1_SLU_vento_gr1_9	38265	324	707	7713	14878
A1_SLU_vento_gr2_10	38265	324	707	7713	14878
A1_SLU_vento_gr3_11	38265	324	707	7713	14878
A1_SLU_Scalz_gr1_13	39376	958	610	14240	11382
A1_SLU_Scalz_gr2_14	34650	80	610	3366	10206
A1_SLU_Scalz_gr3_15	39376	1733	305	23699	6279
SLE_rar_gr1_Treno_1	32834	1089	701	15194	13083
SLE_rar_gr2_Scarico_2	27401	67	701	2536	11731

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	32834	1980	350	26067	7217
SLE_rar_gr1+vento_5	33296	1219	984	17337	19034
SLE_rar_gr2+vento_6	27863	197	984	4679	17683
SLE_rar_gr3+vento_7	33296	2110	633	28210	13168
SLE_rar_vento_gr1_9	27745	216	472	5252	9918
SLE_rar_vento_gr2_10	27745	216	472	5252	9918
SLE_rar_vento_gr3_11	27745	216	472	5252	9918

SLE_rar_gr4_Centrif_4	0	0	30491	1211	420
SLE_rar_gr4+vento_8	0	0	30952	1341	703
SLE_rar_vento_gr4_12	0	0	27745	216	472

SLE_qp_gr1+vento_33	26975	48	0	2262	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	30167	11057	3181	105680	35089
E_103y_SLV_q=1.5_46	30167	3367	10603	33062	116332
E_103z_SLV_q=1.5_47	34879	3367	3181	33062	35089
E_103x_SLD_q=1_54	28675	6817	1947	70750	23393
E_103y_SLD_q=1_55	28675	2095	6490	22583	77345
E_103z_SLD_q=1_56	29905	2095	1947	22583	23393

### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	42384	1603	1016	26029	18532
A1_SLU_gr2_Scarico_58	37729	143	1016	4148	17011
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	42384	2895	508	41795	10027
A1_SLU_gr1+vento_61	43077	1797	1441	29243	27459
A1_SLU_gr2+vento_62	38421	338	1441	7362	25937
A1_SLU_gr3+vento_63	43077	3090	933	45010	18953
A1_SLU_vento_gr1_65	38265	324	707	7713	14878
A1_SLU_vento_gr2_66	38265	324	707	7713	14878
A1_SLU_vento_gr3_67	38265	324	707	7713	14878
A1_SLU_Scalz_gr1_69	37443	916	610	16004	11119
A1_SLU_Scalz_gr2_70	34650	80	610	3366	10206
A1_SLU_Scalz_gr3_71	37443	1692	305	25463	6016
SLE_rar_gr1_Treno_57	30612	1036	701	17156	12781
SLE_rar_gr2_Scarico_58	27401	67	701	2536	11731
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	30612	1927	350	28030	6915

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

SLE_rar_gr1+vento_61	31074	1165	984	19299	18732
SLE_rar_gr2+vento_62	27863	197	984	4679	17683
SLE_rar_gr3+vento_63	31074	2057	633	30173	12866
SLE_rar_vento_gr1_65	27745	216	472	5252	9918
SLE_rar_vento_gr2_66	27745	216	472	5252	9918
SLE_rar_vento_gr3_67	27745	216	472	5252	9918

SLE_rar_gr4_Centrif_60	29158	1179	420	17769	7668
SLE_rar_gr4+vento_64	29619	1309	703	19912	13619
SLE_rar_vento_gr4_68	27745	216	472	5252	9918

SLE_qp_gr1+vento_89	26975	48	0	2262	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_101	29722	11048	3181	106176	35028
E_103y_SLV_q=1.5_102	29722	3358	10603	33558	116271
E_103z_SLV_q=1.5_103	34434	3358	3181	33558	35028
E_103x_SLD_q=1_110	28230	6808	1947	71246	23332
E_103y_SLD_q=1_111	28230	2086	6490	23079	77285
E_103z_SLD_q=1_112	29461	2086	1947	23079	23332

#### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	41623	1575	1016	21629	26937
A1_SLU_gr2_Scarico_114	37729	143	1016	4148	17011
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	41623	2868	508	37395	18432
A1_SLU_gr1+vento_117	42316	1770	1441	24844	35864
A1_SLU_gr2+vento_118	38421	338	1441	7362	25937
A1_SLU_gr3+vento_119	42316	3062	933	40610	27358
A1_SLU_vento_gr1_121	38265	324	707	7713	14878
A1_SLU_vento_gr2_122	38265	324	707	7713	14878
A1_SLU_vento_gr3_123	38265	324	707	7713	14878
A1_SLU_Scalz_gr1_125	36986	906	610	13444	16162
A1_SLU_Scalz_gr2_126	34650	80	610	3366	10206
A1_SLU_Scalz_gr3_127	36986	1682	305	22904	11059

SLE_rar_gr1_Treno_113	30087	1023	701	14199	18577
SLE_rar_gr2_Scarico_114	27401	67	701	2536	11731
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	30087	1914	350	25072	12711
SLE_rar_gr1+vento_117	30549	1153	984	16342	24528

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

SLE_rar_gr2+vento_118	27863	197	984	4679	17683
SLE_rar_gr3+vento_119	30549	2044	633	27215	18663
SLE_rar_vento_gr1_121	27745	216	472	5252	9918
SLE_rar_vento_gr2_122	27745	216	472	5252	9918
SLE_rar_vento_gr3_123	27745	216	472	5252	9918

SLE_rar_gr4_Centrif_116	28842	1171	420	15995	11146
SLE_rar_gr4+vento_120	29304	1301	703	18138	17097
SLE_rar_vento_gr4_124	27745	216	472	5252	9918

SLE_qp_gr1+vento_145	26975	48	0	2262	0
----------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_157	29617	11046	3181	105609	36188
E_103y_SLV_q=1.5_158	29617	3356	10603	32991	117430
E_103z_SLV_q=1.5_159	34329	3356	3181	32991	36188
E_103x_SLD_q=1_166	28125	6806	1947	70679	24492
E_103y_SLD_q=1_167	28125	2084	6490	22511	78444
E_103z_SLD_q=1_168	29356	2084	1947	22511	24492

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003
				B

## 8. Verifiche strutturali

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

elemento	arm. flessionale	staffe	c.f
fusto	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.

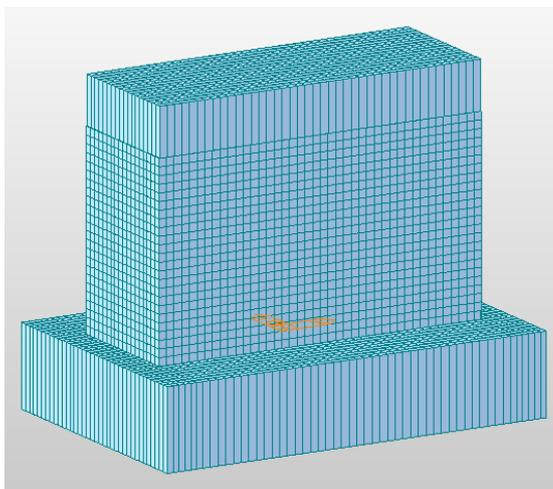
<sup>(2)</sup> in testa e alla base del fusto pila sono presenti  $\Phi$ 16/15 in sostituzione dei  $\Phi$ 14/15

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.

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 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  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

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

## 9.1 Modello locale per ritiro differenziale

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

## 9.2 Verifica a presso flessione

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

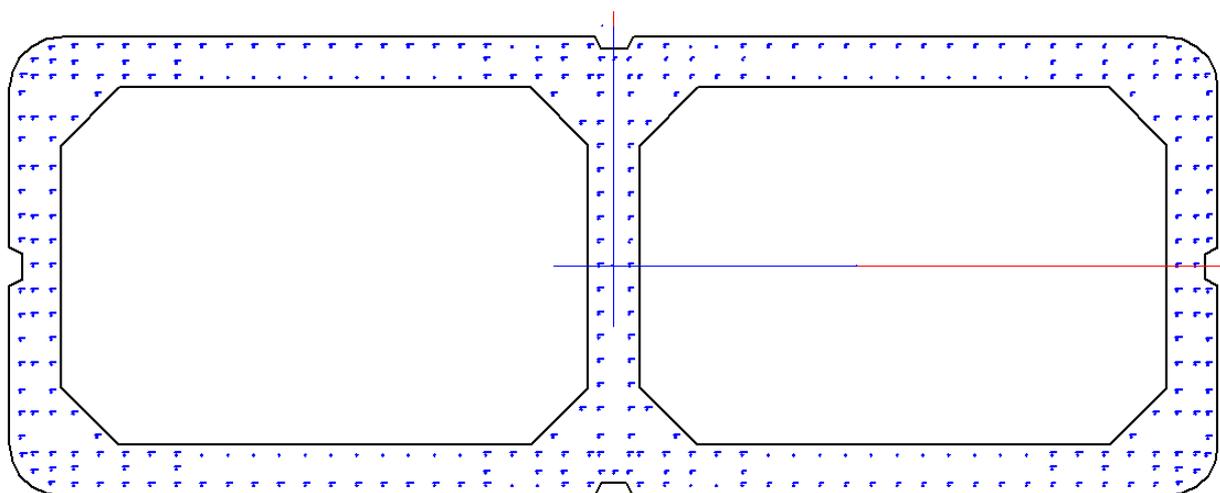


Figura 22 - Sezione implementata in RC-SEC

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104003	B

**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.**  
**NOME SEZIONE: PILA\_8.5m\_VI21\_fi18.3**

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

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

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

**ACCIAIO -** Tipo: B450C  
Resist. caratt. snervam. fyk: 450.0 MPa  
Resist. caratt. rottura ftk: 450.0 MPa  
Resist. snerv. di progetto fyd: 391.3 MPa  
Resist. ultima di progetto ftd: 391.3 MPa  
Deform. ultima di progetto Epu: 0.068  
Modulo Elastico Ef: 2000000 daN/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	112.3	304.4
2	102.3	309.4
3	102.3	434.4
4	104.3	446.8
5	109.9	458.0
6	118.8	466.8
7	129.9	472.5
8	142.3	474.4
9	557.3	474.4
10	562.3	464.4
11	582.3	464.4

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLV12104003
				B

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

**DOMINIO N° 2**

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

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

**DOMINIO N° 3**

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

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	507.3	434.4
2	552.3	389.4
3	552.3	199.4
4	507.3	154.4
5	187.3	154.4
6	142.3	199.4
7	142.3	389.4
8	187.3	434.4

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2104003
				B

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	472.4	443.0	18.3
2	512.8	123.0	18.3
3	492.7	123.0	18.3
4	651.9	123.0	18.3
5	631.8	123.0	18.3
6	651.9	465.8	18.3
7	631.8	465.8	18.3
8	512.8	465.8	18.3
9	492.7	465.8	18.3
10	120.0	133.2	18.3
11	134.0	124.7	18.3
12	112.6	146.2	18.3
13	1024.6	133.2	18.3
14	1010.6	124.7	18.3
15	1032.0	146.2	18.3
16	120.0	455.7	18.3
17	134.0	464.2	18.3
18	112.6	442.7	18.3
19	1024.6	455.7	18.3
20	1010.6	464.2	18.3
21	1032.0	442.7	18.3
22	1033.7	274.1	18.3
23	1033.7	314.8	18.3
24	110.9	314.8	18.3
25	110.9	274.1	18.3
26	552.0	123.0	18.3
27	592.6	123.0	18.3
28	552.0	465.8	18.3
29	993.6	410.3	18.3
30	975.0	428.9	18.3
31	601.0	410.3	18.3
32	619.6	428.9	18.3
33	993.6	178.6	18.3
34	975.0	160.0	18.3
35	601.0	178.6	18.3
36	619.6	160.0	18.3
37	543.6	410.3	18.3
38	525.0	428.9	18.3
39	151.0	410.3	18.3
40	169.6	428.9	18.3
41	543.6	178.6	18.3
42	525.0	160.0	18.3
43	151.0	178.6	18.3
44	169.6	160.0	18.3
45	231.6	135.4	18.3
46	191.4	135.4	18.3
47	152.0	135.4	18.3
48	133.7	134.5	18.3
49	133.7	178.9	18.3
50	120.9	178.9	18.3
51	110.9	178.8	18.3
52	133.7	195.6	18.3
53	110.9	195.6	18.3
54	110.9	159.4	18.3

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLV12104003	B

55	133.7	146.0	18.3
56	110.9	255.5	18.3
57	110.9	236.5	18.3
58	110.9	217.5	18.3
59	120.9	146.0	18.3
60	120.9	217.7	18.3
61	120.9	256.1	18.3
62	120.9	275.2	18.3
63	133.7	217.7	18.3
64	133.7	236.9	18.3
65	133.7	256.1	18.3
66	133.7	275.2	18.3
67	561.1	145.8	18.3
68	560.9	160.4	18.3
69	560.9	182.3	18.3
70	560.9	201.0	18.3
71	560.9	219.7	18.3
72	560.9	238.4	18.3
73	560.9	257.1	18.3
74	553.0	145.8	18.3
75	532.9	145.8	18.3
76	472.6	145.8	18.3
77	231.6	145.8	18.3
78	211.5	145.8	18.3
79	191.4	145.8	18.3
80	171.3	145.8	18.3
81	152.0	145.8	18.3
82	532.9	123.0	18.3
83	472.6	123.0	18.3
84	452.5	123.0	18.3
85	432.4	123.0	18.3
86	412.4	123.0	18.3
87	392.3	123.0	18.3
88	372.2	123.0	18.3
89	352.1	123.0	18.3
90	332.0	123.0	18.3
91	311.9	123.0	18.3
92	291.8	123.0	18.3
93	271.8	123.0	18.3
94	251.7	123.0	18.3
95	231.6	123.0	18.3
96	211.5	123.0	18.3
97	191.4	123.0	18.3
98	171.3	123.0	18.3
99	152.0	123.0	18.3
100	472.4	133.0	18.3
101	512.4	133.0	18.3
102	532.3	133.0	18.3
103	561.3	133.0	18.3
104	560.9	275.8	18.3
105	231.6	453.5	18.3
106	191.4	453.5	18.3
107	152.0	453.5	18.3
108	133.7	454.4	18.3
109	133.7	409.9	18.3
110	120.9	409.9	18.3
111	110.9	410.1	18.3
112	133.7	393.3	18.3
113	110.9	393.3	18.3

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
 <b>IRICAV2</b>		 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2104003
				B

114	110.9	429.4	18.3
115	133.7	442.8	18.3
116	110.9	333.4	18.3
117	110.9	352.4	18.3
118	110.9	371.4	18.3
119	121.5	442.9	18.3
120	120.9	371.2	18.3
121	120.9	332.8	18.3
122	120.9	313.6	18.3
123	120.9	294.4	18.3
124	133.7	371.2	18.3
125	133.7	352.0	18.3
126	133.7	332.8	18.3
127	133.7	313.6	18.3
128	133.7	294.4	18.3
129	561.1	443.0	18.3
130	560.9	428.5	18.3
131	560.9	406.6	18.3
132	560.9	387.9	18.3
133	560.9	369.2	18.3
134	560.9	350.5	18.3
135	560.9	331.8	18.3
136	560.9	294.4	18.3
137	553.0	443.0	18.3
138	532.9	443.0	18.3
139	512.8	443.0	18.3
140	231.6	443.0	18.3
141	211.5	443.0	18.3
142	191.4	443.0	18.3
143	171.3	443.0	18.3
144	152.0	443.0	18.3
145	532.9	465.8	18.3
146	472.6	465.8	18.3
147	452.5	465.8	18.3
148	432.4	465.8	18.3
149	412.4	465.8	18.3
150	392.3	465.8	18.3
151	372.2	465.8	18.3
152	352.1	465.8	18.3
153	332.0	465.8	18.3
154	311.9	465.8	18.3
155	291.8	465.8	18.3
156	271.8	465.8	18.3
157	251.7	465.8	18.3
158	231.6	465.8	18.3
159	211.5	465.8	18.3
160	191.4	465.8	18.3
161	171.3	465.8	18.3
162	152.0	465.8	18.3
163	472.4	455.8	18.3
164	512.4	455.8	18.3
165	532.3	455.8	18.3
166	561.3	455.8	18.3
167	560.9	313.1	18.3
168	913.0	135.4	18.3
169	953.2	135.4	18.3
170	992.6	135.4	18.3
171	1010.9	134.5	18.3
172	1010.9	178.9	18.3

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104003	B

173	1023.7	178.9	18.3
174	1033.7	178.8	18.3
175	1010.9	195.6	18.3
176	1033.7	195.6	18.3
177	1033.7	159.4	18.3
178	1010.9	146.0	18.3
179	1033.7	255.5	18.3
180	1033.7	236.5	18.3
181	1033.7	217.5	18.3
182	1024.3	146.0	18.3
183	1023.7	217.7	18.3
184	1023.7	256.1	18.3
185	1023.7	275.2	18.3
186	1010.9	217.7	18.3
187	1010.9	236.9	18.3
188	1010.9	256.1	18.3
189	1010.9	275.2	18.3
190	583.5	145.8	18.3
191	583.7	160.4	18.3
192	583.7	182.3	18.3
193	583.7	201.0	18.3
194	583.7	219.7	18.3
195	583.7	238.4	18.3
196	583.7	257.1	18.3
197	591.6	145.8	18.3
198	611.7	145.8	18.3
199	672.0	145.8	18.3
200	913.0	145.8	18.3
201	933.1	145.8	18.3
202	953.2	145.8	18.3
203	973.3	145.8	18.3
204	992.6	145.8	18.3
205	611.7	123.0	18.3
206	672.0	123.0	18.3
207	692.1	123.0	18.3
208	712.1	123.0	18.3
209	732.2	123.0	18.3
210	752.3	123.0	18.3
211	772.4	123.0	18.3
212	792.5	123.0	18.3
213	812.6	123.0	18.3
214	832.7	123.0	18.3
215	852.8	123.0	18.3
216	872.8	123.0	18.3
217	892.9	123.0	18.3
218	913.0	123.0	18.3
219	933.1	123.0	18.3
220	953.2	123.0	18.3
221	973.3	123.0	18.3
222	992.6	123.0	18.3
223	672.2	133.0	18.3
224	632.2	133.0	18.3
225	612.3	133.0	18.3
226	583.3	133.0	18.3
227	572.3	133.0	18.3
228	583.7	275.8	18.3
229	913.0	453.5	18.3
230	953.2	453.5	18.3
231	992.6	453.5	18.3

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

232	1010.9	454.4	18.3
233	1010.9	409.9	18.3
234	1023.7	409.9	18.3
235	1033.7	410.1	18.3
236	1010.9	393.3	18.3
237	1033.7	393.3	18.3
238	1033.7	429.4	18.3
239	1010.9	442.8	18.3
240	1033.7	333.4	18.3
241	1033.7	352.4	18.3
242	1033.7	371.4	18.3
243	1024.3	442.9	18.3
244	1023.7	371.2	18.3
245	1023.7	332.8	18.3
246	1023.7	313.6	18.3
247	1023.7	294.4	18.3
248	1010.9	371.2	18.3
249	1010.9	352.0	18.3
250	1010.9	332.8	18.3
251	1010.9	313.6	18.3
252	1010.9	294.4	18.3
253	583.5	443.0	18.3
254	583.7	428.5	18.3
255	583.7	406.6	18.3
256	583.7	387.9	18.3
257	583.7	369.2	18.3
258	583.7	350.5	18.3
259	583.7	331.8	18.3
260	583.7	294.4	18.3
261	591.6	443.0	18.3
262	611.7	443.0	18.3
263	672.0	443.0	18.3
264	913.0	443.0	18.3
265	933.1	443.0	18.3
266	953.2	443.0	18.3
267	973.3	443.0	18.3
268	992.6	443.0	18.3
269	592.6	465.8	18.3
270	611.7	465.8	18.3
271	672.0	465.8	18.3
272	692.1	465.8	18.3
273	712.1	465.8	18.3
274	732.2	465.8	18.3
275	752.3	465.8	18.3
276	772.4	465.8	18.3
277	792.5	465.8	18.3
278	812.6	465.8	18.3
279	832.7	465.8	18.3
280	852.8	465.8	18.3
281	872.8	465.8	18.3
282	892.9	465.8	18.3
283	913.0	465.8	18.3
284	933.1	465.8	18.3
285	953.2	465.8	18.3
286	973.3	465.8	18.3
287	992.6	465.8	18.3
288	672.2	455.8	18.3
289	632.2	455.8	18.3
290	612.3	455.8	18.3

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLV12104003	B

291	583.3	455.8	18.3
292	572.3	455.8	18.3
293	583.7	313.1	18.3

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	30624.40	19357.87	16430.19	0.00	0.00
2	22746.96	3790.07	14470.28	0.00	0.00
3	30624.40	31893.30	9195.05	0.00	0.00
4	31317.06	22085.84	24295.69	0.00	0.00
5	23439.62	6518.05	22335.78	0.00	0.00
6	31317.06	34621.28	17060.55	0.00	0.00
7	23283.70	6901.84	13109.16	0.00	0.00
8	23283.70	6901.84	13109.16	0.00	0.00
9	23283.70	6901.84	13109.16	0.00	0.00
10	27226.34	11844.84	9858.11	0.00	0.00
11	22499.88	3164.36	8682.17	0.00	0.00
12	27226.34	19366.10	5517.03	0.00	0.00
13	27402.65	22021.64	15991.61	0.00	0.00
14	22746.96	3790.07	14470.28	0.00	0.00
15	27402.65	34557.07	8756.48	0.00	0.00
16	28095.31	24749.62	23857.11	0.00	0.00
17	23439.62	6518.05	22335.78	0.00	0.00
18	28095.31	37285.05	16621.97	0.00	0.00
19	23283.70	6901.84	13109.16	0.00	0.00
20	23283.70	6901.84	13109.16	0.00	0.00
21	23283.70	6901.84	13109.16	0.00	0.00
22	25293.29	13713.12	9594.97	0.00	0.00
23	22499.88	3164.36	8682.17	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLV12104003	B

24	25293.29	21234.37	5253.89	0.00	0.00
25	26641.21	17690.34	24396.57	0.00	0.00
26	22746.96	3790.07	14470.28	0.00	0.00
27	26641.21	30225.77	17161.43	0.00	0.00
28	27333.87	20418.32	32262.06	0.00	0.00
29	23439.62	6518.05	22335.78	0.00	0.00
30	27333.87	32953.75	25026.92	0.00	0.00
31	23283.70	6901.84	13109.16	0.00	0.00
32	23283.70	6901.84	13109.16	0.00	0.00
33	23283.70	6901.84	13109.16	0.00	0.00
34	24836.43	11178.15	14637.94	0.00	0.00
35	22499.88	3164.36	8682.17	0.00	0.00
36	24836.43	18699.41	10296.86	0.00	0.00
37	18593.27	81495.98	28173.58	0.00	0.00
38	18593.27	25682.04	93281.15	0.00	0.00
39	22195.25	25682.04	28173.58	0.00	0.00
40	18148.89	82014.13	28113.08	0.00	0.00
41	18148.89	26200.19	93220.65	0.00	0.00
42	21750.87	26200.19	28113.08	0.00	0.00
43	18043.87	81452.34	29272.39	0.00	0.00
44	18043.87	25638.39	94379.96	0.00	0.00
45	21645.85	25638.39	29272.39	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	21736.54	12471.50	11331.16
2	16303.82	2367.46	9979.50
3	21736.54	21116.62	6341.41
4	22198.31	14290.15	16574.83
5	16765.60	4186.11	15223.17
6	22198.31	22935.27	11585.08
7	16647.45	4711.89	8739.44
8	16647.45	4711.89	8739.44
9	16647.45	4711.89	8739.44
10	19514.64	14567.21	11028.70
11	16303.82	2367.46	9979.50
12	19514.64	23212.34	6038.95
13	19976.41	16385.86	16272.37
14	16765.60	4186.11	15223.17
15	19976.41	25030.99	11282.61
16	16647.45	4711.89	8739.44
17	16647.45	4711.89	8739.44
18	16647.45	4711.89	8739.44
19	18989.51	11641.23	16825.22
20	16303.82	2367.46	9979.50
21	18989.51	20286.36	11835.47
22	19451.29	13459.89	22068.88
23	16765.60	4186.11	15223.17
24	19451.29	22105.01	17079.13
25	16647.45	4711.89	8739.44
26	16647.45	4711.89	8739.44

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>		ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLV12104003	B

27	16647.45	4711.89	8739.44
28	17453.08	55247.07	18987.68
29	17453.08	17807.36	62661.51
30	18394.60	17807.36	18987.68
31	17008.70	55765.22	18927.19
32	17008.70	18325.51	62601.01
33	17950.22	18325.51	18927.19
34	16903.67	55203.43	20086.50
35	16903.67	17763.72	63760.32
36	17845.20	17763.72	20086.50

#### 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	19393.05	13564.09 (0.00)	6798.70 (0.00)
2	19854.83	15382.74 (6900606.03)	12042.36 (5402131.35)
3	16647.45	4711.89 (0.00)	8739.44 (0.00)
4	18059.91	14821.51 (0.00)	6617.22 (0.00)
5	18521.69	16640.17 (258282.48)	11860.89 (184100.29)
6	16647.45	4711.89 (0.00)	8739.44 (0.00)
7	17744.84	13065.93 (0.00)	10095.13 (0.00)
8	18206.61	14884.58 (200036.65)	15338.80 (206141.00)
9	16647.45	4711.89 (0.00)	8739.44 (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	15877.82	2142.87 (0.00)	0.00 (0.00)
2	15877.82	2142.87 (0.00)	0.00 (0.00)
3	15877.82	2142.87 (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

EI2CLV12104003

B

As Totale

Area totale barre longitudinali [cm<sup>2</sup>]. [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	30624.40	19357.87	16430.19	30624.35	104825.07	88569.50	5.40	904.8(343.3)
2	S	22746.96	3790.07	14470.28	22746.71	54969.61	209077.04	14.45	904.8(343.3)
3	S	30624.40	31893.30	9195.05	30624.28	107754.56	31164.61	3.38	904.8(343.3)
4	S	31317.06	22085.84	24295.69	31316.89	103252.10	113442.89	4.67	904.8(343.3)
5	S	23439.62	6518.05	22335.78	23439.43	60344.10	203895.30	9.14	904.8(343.3)
6	S	31317.06	34621.28	17060.55	31316.95	107977.74	53305.68	3.12	904.8(343.3)
7	S	23283.70	6901.84	13109.16	23283.92	82939.06	158048.97	12.05	904.8(343.3)
8	S	23283.70	6901.84	13109.16	23283.92	82939.06	158048.97	12.05	904.8(343.3)
9	S	23283.70	6901.84	13109.16	23283.92	82939.06	158048.97	12.05	904.8(343.3)
10	S	27226.34	11844.84	9858.11	27226.21	100190.06	83796.06	8.48	904.8(343.3)
11	S	22499.88	3164.36	8682.17	22500.01	68796.12	187756.87	21.64	904.8(343.3)
12	S	27226.34	19366.10	5517.03	27226.21	102701.56	28757.95	5.30	904.8(343.3)
13	S	27402.65	22021.64	15991.61	27402.66	101106.44	73608.70	4.60	904.8(343.3)
14	S	22746.96	3790.07	14470.28	22746.71	54969.61	209077.04	14.45	904.8(343.3)
15	S	27402.65	34557.07	8756.48	27402.40	103040.68	26014.98	2.98	904.8(343.3)
16	S	28095.31	24749.62	23857.11	28095.15	100392.47	97496.44	4.07	904.8(343.3)
17	S	23439.62	6518.05	22335.78	23439.43	60344.10	203895.30	9.14	904.8(343.3)
18	S	28095.31	37285.05	16621.97	28095.17	103463.86	46013.08	2.77	904.8(343.3)
19	S	23283.70	6901.84	13109.16	23283.92	82939.06	158048.97	12.05	904.8(343.3)
20	S	23283.70	6901.84	13109.16	23283.92	82939.06	158048.97	12.05	904.8(343.3)
21	S	23283.70	6901.84	13109.16	23283.92	82939.06	158048.97	12.05	904.8(343.3)
22	S	25293.29	13713.12	9594.97	25293.11	98212.58	68553.87	7.16	904.8(343.3)
23	S	22499.88	3164.36	8682.17	22500.01	68796.12	187756.87	21.64	904.8(343.3)
24	S	25293.29	21234.37	5253.89	25293.03	99865.02	25028.82	4.71	904.8(343.3)
25	S	26641.21	17690.34	24396.57	26641.47	94392.02	129074.88	5.31	904.8(343.3)
26	S	22746.96	3790.07	14470.28	22746.71	54969.61	209077.04	14.45	904.8(343.3)
27	S	26641.21	30225.77	17161.43	26641.29	100775.26	57853.79	3.34	904.8(343.3)
28	S	27333.87	20418.32	32262.06	27333.94	91953.74	145937.23	4.52	904.8(343.3)
29	S	23439.62	6518.05	22335.78	23439.43	60344.10	203895.30	9.14	904.8(343.3)
30	S	27333.87	32953.75	25026.92	27334.01	100841.25	76329.65	3.06	904.8(343.3)
31	S	23283.70	6901.84	13109.16	23283.92	82939.06	158048.97	12.05	904.8(343.3)
32	S	23283.70	6901.84	13109.16	23283.92	82939.06	158048.97	12.05	904.8(343.3)
33	S	23283.70	6901.84	13109.16	23283.92	82939.06	158048.97	12.05	904.8(343.3)
34	S	24836.43	11178.15	14637.94	24836.58	92974.29	121514.27	8.31	904.8(343.3)
35	S	22499.88	3164.36	8682.17	22500.01	68796.12	187756.87	21.64	904.8(343.3)
36	S	24836.43	18699.41	10296.86	24836.37	98189.68	54654.79	5.26	904.8(343.3)
37	S	18593.27	81495.98	28173.58	18593.00	89432.22	30613.77	1.10	904.8(343.3)
38	S	18593.27	25682.04	93281.15	18593.31	54165.97	197236.84	2.11	904.8(343.3)
39	S	22195.25	25682.04	28173.58	22195.42	91421.63	100345.24	3.56	904.8(343.3)
40	S	18148.89	82014.13	28113.08	18148.81	88748.61	30416.87	1.08	904.8(343.3)
41	S	18148.89	26200.19	93220.65	18148.65	54309.48	195611.15	2.10	904.8(343.3)
42	S	21750.87	26200.19	28113.08	21750.78	91026.60	97007.72	3.46	904.8(343.3)
43	S	18043.87	81452.34	29272.39	18044.17	88559.19	31438.62	1.09	904.8(343.3)
44	S	18043.87	25638.39	94379.96	18043.86	53685.03	196077.24	2.08	904.8(343.3)
45	S	21645.85	25638.39	29272.39	21645.60	90349.19	103144.63	3.52	904.8(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.)



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104003	B

Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	1002.3	474.4	0.00309	992.6	465.8	-0.01481	152.0	123.0
2	0.00350	1025.8	466.8	0.00337	1024.6	455.7	-0.00843	120.0	133.2
3	0.00350	1002.3	474.4	0.00283	992.6	465.8	-0.02445	152.0	123.0
4	0.00350	1002.3	474.4	0.00320	1010.6	464.2	-0.01136	134.0	124.7
5	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00809	120.0	133.2
6	0.00350	1002.3	474.4	0.00295	992.6	465.8	-0.02015	152.0	123.0
7	0.00350	1014.7	472.5	0.00331	1010.6	464.2	-0.00874	134.0	124.7
8	0.00350	1014.7	472.5	0.00331	1010.6	464.2	-0.00874	134.0	124.7
9	0.00350	1014.7	472.5	0.00331	1010.6	464.2	-0.00874	134.0	124.7
10	0.00350	1002.3	474.4	0.00304	992.6	465.8	-0.01665	152.0	123.0
11	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00808	134.0	124.7
12	0.00350	1002.3	474.4	0.00279	992.6	465.8	-0.02634	152.0	123.0
13	0.00350	1002.3	474.4	0.00300	992.6	465.8	-0.01820	152.0	123.0
14	0.00350	1025.8	466.8	0.00337	1024.6	455.7	-0.00843	120.0	133.2
15	0.00350	1002.3	474.4	0.00277	992.6	465.8	-0.02681	152.0	123.0
16	0.00350	1002.3	474.4	0.00311	1010.6	464.2	-0.01430	134.0	124.7
17	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00809	120.0	133.2
18	0.00350	1002.3	474.4	0.00288	992.6	465.8	-0.02271	152.0	123.0
19	0.00350	1014.7	472.5	0.00331	1010.6	464.2	-0.00874	134.0	124.7
20	0.00350	1014.7	472.5	0.00331	1010.6	464.2	-0.00874	134.0	124.7
21	0.00350	1014.7	472.5	0.00331	1010.6	464.2	-0.00874	134.0	124.7
22	0.00350	1002.3	474.4	0.00296	992.6	465.8	-0.01982	152.0	123.0
23	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00808	134.0	124.7
24	0.00350	1002.3	474.4	0.00275	992.6	465.8	-0.02795	152.0	123.0
25	0.00350	1014.7	472.5	0.00325	1010.6	464.2	-0.01058	134.0	124.7
26	0.00350	1025.8	466.8	0.00337	1024.6	455.7	-0.00843	120.0	133.2
27	0.00350	1002.3	474.4	0.00292	992.6	465.8	-0.02117	152.0	123.0
28	0.00350	1014.7	472.5	0.00329	1010.6	464.2	-0.00897	134.0	124.7
29	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00809	120.0	133.2
30	0.00350	1002.3	474.4	0.00301	992.6	465.8	-0.01778	152.0	123.0
31	0.00350	1014.7	472.5	0.00331	1010.6	464.2	-0.00874	134.0	124.7
32	0.00350	1014.7	472.5	0.00331	1010.6	464.2	-0.00874	134.0	124.7
33	0.00350	1014.7	472.5	0.00331	1010.6	464.2	-0.00874	134.0	124.7
34	0.00350	1002.3	474.4	0.00321	1010.6	464.2	-0.01183	134.0	124.7
35	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00808	134.0	124.7
36	0.00350	1002.3	474.4	0.00289	992.6	465.8	-0.02243	152.0	123.0
37	0.00350	1002.3	474.4	0.00270	992.6	465.8	-0.02995	152.0	123.0
38	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00919	120.0	133.2
39	0.00350	1002.3	474.4	0.00308	1010.6	464.2	-0.01559	134.0	124.7
40	0.00350	1002.3	474.4	0.00269	992.6	465.8	-0.03023	152.0	123.0
41	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00927	120.0	133.2
42	0.00350	1002.3	474.4	0.00306	992.6	465.8	-0.01627	152.0	123.0
43	0.00350	1002.3	474.4	0.00270	992.6	465.8	-0.03003	152.0	123.0
44	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00933	120.0	133.2
45	0.00350	1002.3	474.4	0.00309	1010.6	464.2	-0.01530	134.0	124.7

#### 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	EI2CLVI2104003	B

1	0.00003422	0.000043838	-0.020728680	----	----
2	0.000009197	0.000010789	-0.010970946	----	----
3	0.000001556	0.000075779	-0.034012245	----	----
4	0.000004097	0.000032308	-0.015935192	----	----
5	0.000008553	0.000011514	-0.010648881	----	----
6	0.000002352	0.000061620	-0.028092587	----	----
7	0.000006111	0.000019702	-0.012009891	----	----
8	0.000006111	0.000019702	-0.012009891	----	----
9	0.000006111	0.000019702	-0.012009891	----	----
10	0.000003363	0.000049196	-0.023211234	----	----
11	0.000007734	0.000013685	-0.010822019	----	----
12	0.000001511	0.000081270	-0.036572443	----	----
13	0.000003058	0.000054342	-0.025347191	----	----
14	0.000009197	0.000010789	-0.010970946	----	----
15	0.000001396	0.000082868	-0.037214932	----	----
16	0.000003739	0.000041608	-0.019988828	----	----
17	0.000008553	0.000011514	-0.010648881	----	----
18	0.000002149	0.000069399	-0.031579967	----	----
19	0.000006111	0.000019702	-0.012009891	----	----
20	0.000006111	0.000019702	-0.012009891	----	----
21	0.000006111	0.000019702	-0.012009891	----	----
22	0.000002946	0.000059240	-0.027559325	----	----
23	0.000007734	0.000013685	-0.010822019	----	----
24	0.000001390	0.000086133	-0.038758063	----	----
25	0.000004799	0.000028326	-0.014753229	----	----
26	0.000009197	0.000010789	-0.010970946	----	----
27	0.000002576	0.000063977	-0.029435025	----	----
28	0.000005286	0.000022479	-0.012484252	----	----
29	0.000008553	0.000011514	-0.010648881	----	----
30	0.000003141	0.000052952	-0.024770937	----	----
31	0.000006111	0.000019702	-0.012009891	----	----
32	0.000006111	0.000019702	-0.012009891	----	----
33	0.000006111	0.000019702	-0.012009891	----	----
34	0.000004650	0.000032284	-0.016477044	----	----
35	0.000007734	0.000013685	-0.010822019	----	----
36	0.000002507	0.000067710	-0.031137215	----	----
37	0.000001755	0.000090944	-0.041407153	----	----
38	0.000009712	0.000011684	-0.011916559	----	----
39	0.000004040	0.000044559	-0.021689645	----	----
40	0.000001756	0.000091740	-0.041785371	----	----
41	0.000009736	0.000011841	-0.012014755	----	----
42	0.000003947	0.000046709	-0.022616094	----	----
43	0.000001803	0.000091046	-0.041503227	----	----
44	0.000009833	0.000011749	-0.012071103	----	----
45	0.000004161	0.000043424	-0.021273132	----	----

**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	3.02	1014.7	472.5	6.3	134.0	124.7	----	----

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLV12104003
				B

2	S	1.83	1025.8	466.8	11.0	120.0	133.2	---	---
3	S	3.46	1002.3	474.4	0.2	152.0	123.0	0	0.0
4	S	3.39	1014.7	472.5	2.0	134.0	124.7	---	---
5	S	2.19	1025.8	466.8	6.7	120.0	133.2	---	---
6	S	3.84	1002.3	474.4	-4.7	134.0	124.7	930	10.5
7	S	1.97	1014.7	472.5	9.8	134.0	124.7	---	---
8	S	1.97	1014.7	472.5	9.8	134.0	124.7	---	---
9	S	1.97	1014.7	472.5	9.8	134.0	124.7	---	---
10	S	2.99	1014.7	472.5	1.7	134.0	124.7	---	---
11	S	1.83	1025.8	466.8	11.0	120.0	133.2	---	---
12	S	3.48	1002.3	474.4	-5.9	152.0	123.0	2067	21.0
13	S	3.36	1014.7	472.5	-2.7	134.0	124.7	437	5.3
14	S	2.19	1025.8	466.8	6.7	120.0	133.2	---	---
15	S	3.95	1002.3	474.4	-14.1	134.0	124.7	4921	50.0
16	S	1.97	1014.7	472.5	9.8	134.0	124.7	---	---
17	S	1.97	1014.7	472.5	9.8	134.0	124.7	---	---
18	S	1.97	1014.7	472.5	9.8	134.0	124.7	---	---
19	S	2.95	1014.7	472.5	0.9	134.0	124.7	---	---
20	S	1.83	1025.8	466.8	11.0	120.0	133.2	---	---
21	S	3.44	1002.3	474.4	-6.6	134.0	124.7	1981	21.0
22	S	3.33	1014.7	472.5	-3.8	134.0	124.7	817	7.9
23	S	2.19	1025.8	466.8	6.7	120.0	133.2	---	---
24	S	3.91	1014.7	472.5	-14.4	134.0	124.7	4435	44.7
25	S	1.97	1014.7	472.5	9.8	134.0	124.7	---	---
26	S	1.97	1014.7	472.5	9.8	134.0	124.7	---	---
27	S	1.97	1014.7	472.5	9.8	134.0	124.7	---	---
28	S	8.61	1002.3	474.4	-269.2	152.0	123.0	41904	344.6
29	S	6.53	1025.8	466.8	-87.5	120.0	133.2	13776	118.4
30	S	3.52	1014.7	472.5	-9.9	134.0	124.7	2965	31.6
31	S	8.67	1002.3	474.4	-278.8	152.0	123.0	42061	344.6
32	S	6.63	1025.8	466.8	-92.9	120.0	133.2	13926	118.4
33	S	3.55	1014.7	472.5	-12.0	134.0	124.7	3756	39.5
34	S	8.69	1002.3	474.4	-276.9	152.0	123.0	41853	341.9
35	S	6.65	1025.8	466.8	-94.7	120.0	133.2	14077	121.0
36	S	3.55	1014.7	472.5	-12.3	134.0	124.7	3877	42.1

### 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 di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 * e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(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	0.00000	0.00000	0.000	.0	77	0.00000 (0.00000)	0	0.003 (990.00)	993550.57	298367.43

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104003	B

4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	-0.00003	0.00000	0.833	18.3	79	0.00001 (0.00001)	726	0.010 (990.00)	196276.75	99143.45
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
12	S	-0.00004	0.00000	0.833	18.3	77	0.00002 (0.00002)	771	0.014 (990.00)	185301.34	48208.22
13	S	-0.00002	0.00000	0.833	18.3	79	0.00001 (0.00001)	698	0.006 (990.00)	215779.41	214284.90
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
15	S	-0.00008	0.00000	0.833	18.3	79	0.00004 (0.00004)	778	0.033 (990.00)	113331.15	51083.52
16	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
17	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
18	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
19	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
20	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
21	S	-0.00004	0.00000	0.833	18.3	79	0.00002 (0.00002)	756	0.015 (990.00)	145514.48	84896.07
22	S	-0.00002	0.00000	0.833	18.3	79	0.00001 (0.00001)	805	0.009 (990.00)	144923.24	237616.62
23	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
24	S	-0.00008	0.00000	0.833	18.3	79	0.00004 (0.00004)	782	0.034 (990.00)	93970.38	72604.91
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	-0.00139	0.00000	0.833	18.3	77	0.00081 (0.00081)	892	0.720 (990.00)	50026.69	17193.50
29	S	-0.00045	0.00000	0.833	18.3	79	0.00026 (0.00026)	870	0.228 (990.00)	23330.43	82096.40
30	S	-0.00005	0.00000	0.833	18.3	79	0.00003 (0.00003)	755	0.022 (990.00)	96453.52	102846.72
31	S	-0.00144	0.00000	0.833	18.3	77	0.00084 (0.00084)	894	0.748 (990.00)	49457.95	16786.45
32	S	-0.00048	0.00000	0.833	18.3	79	0.00028 (0.00028)	877	0.244 (990.00)	23318.58	79657.64
33	S	-0.00007	0.00000	0.833	18.3	79	0.00004 (0.00004)	761	0.027 (990.00)	88255.81	91153.50
34	S	-0.00143	0.00000	0.833	18.3	77	0.00083 (0.00083)	896	0.744 (990.00)	48812.95	17761.24
35	S	-0.00049	0.00000	0.833	18.3	79	0.00028 (0.00028)	870	0.247 (990.00)	22468.37	80646.97
36	S	-0.00007	0.00000	0.833	18.3	79	0.00004 (0.00004)	745	0.027 (990.00)	83956.15	94934.24

#### 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	2.75	1002.3	474.4	5.0	134.0	124.7	---	---
2	S	3.11	1014.7	472.5	0.7	134.0	124.7	0	0.0
3	S	1.97	1014.7	472.5	9.8	134.0	124.7	---	---
4	S	2.73	1002.3	474.4	2.3	134.0	124.7	---	---
5	S	3.09	1002.3	474.4	-2.2	134.0	124.7	380	5.3
6	S	1.97	1014.7	472.5	9.8	134.0	124.7	---	---
7	S	2.70	1014.7	472.5	1.7	134.0	124.7	---	---
8	S	3.08	1014.7	472.5	-2.8	134.0	124.7	475	5.3
9	S	1.97	1014.7	472.5	9.8	134.0	124.7	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	0.833	18.3	79	0.00004 (0.00004)	0	0.002 (0.20)	6900606.035402131.35	
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	-0.00002	0.00000	0.833	18.3	79	0.00001 (0.00001)	642	0.004 (0.20)	258282.48	184100.29
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104003	B

8	S	-0.00002	0.00000	0.833	18.3	79	0.00001 (0.00001)	736	0.006 (0.20)	200036.65	206141.00
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	1.40	142.3	474.4	16.4	992.6	123.0	---	---
2	S	1.40	142.3	474.4	16.4	992.6	123.0	---	---
3	S	1.40	142.3	474.4	16.4	992.6	123.0	---	---

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104003	B

### 9.3 Verifica a taglio

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

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)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

### P03 (H=8.5m)

#### Calcolo del taglio agente – Direzione Longitudinale

$H_{pila}$	9.20	m	Altezza fusto pila
$M_{Rd,inf\_long}$	<b>88749</b>	kNm	Momento resistente della sezione di base della pila
$M_{E,i\_long}$	81495.98	kNm	Momento sollecitante alla base della pila
$\gamma_{Rd}$	1		Fattore di sovrarresistenza (§7.9.5.1 NTC2008)
$V_{E,i\_long}$	8291	kN	Azione di taglio di calcolo base pila - Comb. Sismica di progetto
$V_{gr,0}$	9029	kN	Valore del taglio di progetto per la gerarchia delle resistenze $V_{gr0} = \min(V_{ed} \gamma_{rd} M_{rd}/M_{ed}; V_{ed} q)$
$V_{E,i\_long}/V_{gr,c}$	0.918	-	
$\gamma_{Rd}$	1.00	-	Fattore di sovrarresistenza aggiuntivo (§7.9.5.2.2 NTC2008)
$V_{gr,i\_long}$	9029	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 or	$\alpha$	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispe	$\vartheta$	24	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	$V_{Rsd}$	10770	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compress	$V_{Rcd}$	10770	KN	
taglio resistente di calcolo	$V_{Rd}$	10770	KN	
taglio agente sul pannello	$V_{Ed}$	9029	KN	
	C.S.	0.84	<1	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI2104003

B

<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 staffe	$\vartheta$	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	7837	KN	
	C.S.	0.37	<1	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

## 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;
- 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:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

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  $a_g(\text{SLV}) \geq 0,35 \text{ g}$

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

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

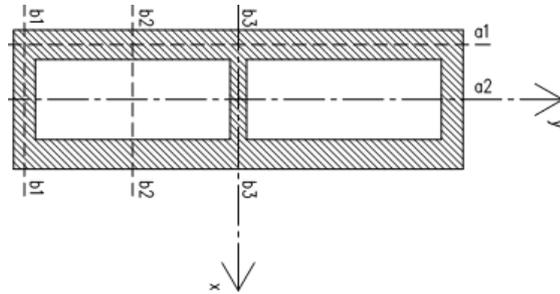
$\zeta = 0,03$  per le zone classificate sismiche con  $a_g(\text{SLV}) < 0,15 \text{ g}$

<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	EI2CLVI2104003	B

**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 mm<sup>2</sup>  
 s 150 mm  
 b 3500 mm  
 fyd 391 Mpa  
 fcd 18.13 Mpa  
 ζ 0.04

$\omega_{wd,r} = 0.108$  **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 mm<sup>2</sup>  
 s 150 mm  
 b 9100 mm  
 fyd 391 Mpa  
 fcd 18.13 Mpa  
 ζ 0.04

$\omega_{wd,r} = 0.057$  **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 mm<sup>2</sup>  
 s 150 mm  
 b 800 mm  
 fyd 391 Mpa  
 fcd 18.13 Mpa  
 ζ 0.04

$\omega_{wd,r} = 0.144$  **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 mm<sup>2</sup>  
 s 150 mm  
 b 1200 mm  
 fyd 391 Mpa  
 fcd 18.13 Mpa  
 ζ 0.04

$\omega_{wd,r} = 0.144$  **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 mm<sup>2</sup>  
 s 150 mm  
 b 3500 mm  
 fyd 391 Mpa  
 fcd 18.13 Mpa  
 ζ 0.04

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

## 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	9.7	m
rigidezza flessionale longitudinale	J	22.3	m <sup>4</sup>
modulo elastico	E	33345.8	MPa
spostamento in testa pila	D	0.45	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

EI2CLVI2104003

B

**spostamento longitudinale indotto dal moto relativo delle pile**

categoria di terreno

**C**

periodo inizio tratto velocità costante

TC

**0.452**

s

periodo tratto a spostamento costante

TD

**2.495**

s

coef. categoria e topografia terreno

S

**1.373**

accelerazione orizzontale max al sito

ag

**0.224**

g

periodo di vibrare longitudinale

T1

**0.23**

sec

fattore di struttura

q

**1.5**

fattore di duttilità in spostamento

 $\mu$ **2.0**

accelerazione di riferimento pila dir. long

ag (T)

**0.50**

g

w

**26.95**

sec

**0.01**

m

spostamento SLV relativo all'analisi spettrale

dEe

**0.0000**

m

spostamento totale relativo

**dEd****0.0133**

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



IRICAV2

ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI2104003

B

**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

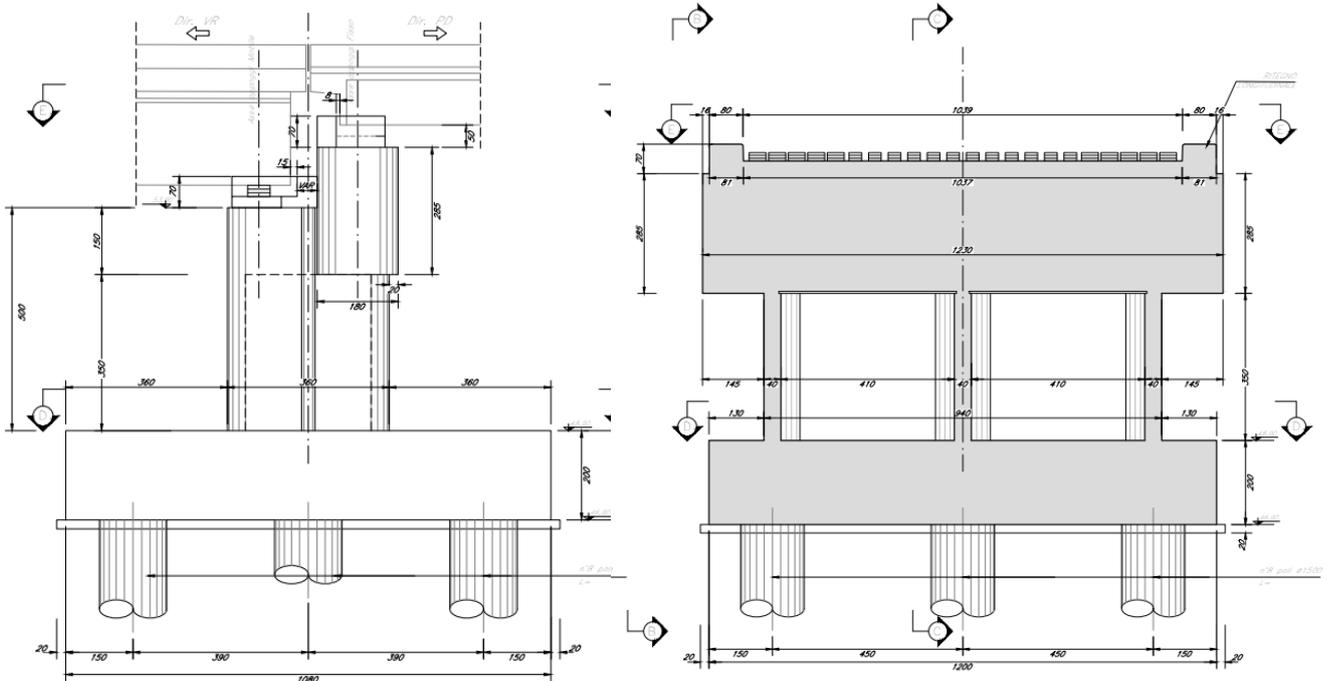
**altri spostamenti longitudinali**

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

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



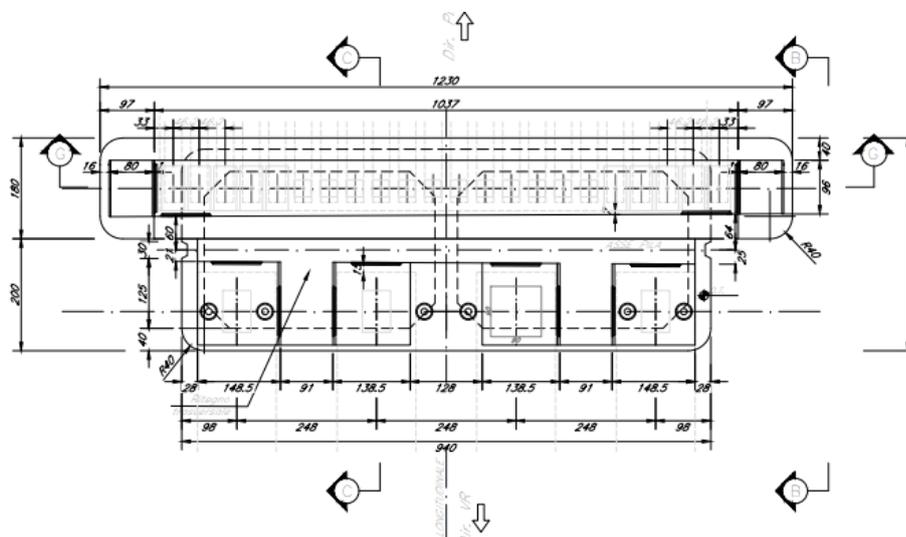


Figura 23 – Sezioni e pianta pulvino

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 - IN1712EI2CLVI2104008.

## 11. Plinto di fondazione

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

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

### 11.1 Geometria del plinto e della palificata

Nella seguente figura è mostrata la geometria della palificata della tipologia di pila in esame per il viadotto VI21. 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 38.0 m. Il plinto è caratterizzato da un'altezza di 2.5 m ed ha delle dimensioni in pianta pari a 12.00 m x 12.00 m. Sul plinto di fondazione in esame è previsto un ricoprimento di terreno di spessore pari a 1 m.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104003	B

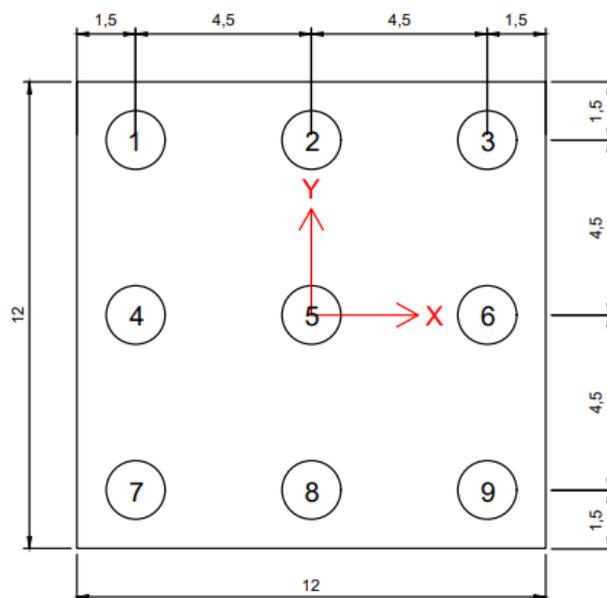


Figura 24 – Geometria del plinto di fondazione

## 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

EI2CLV12104003

B

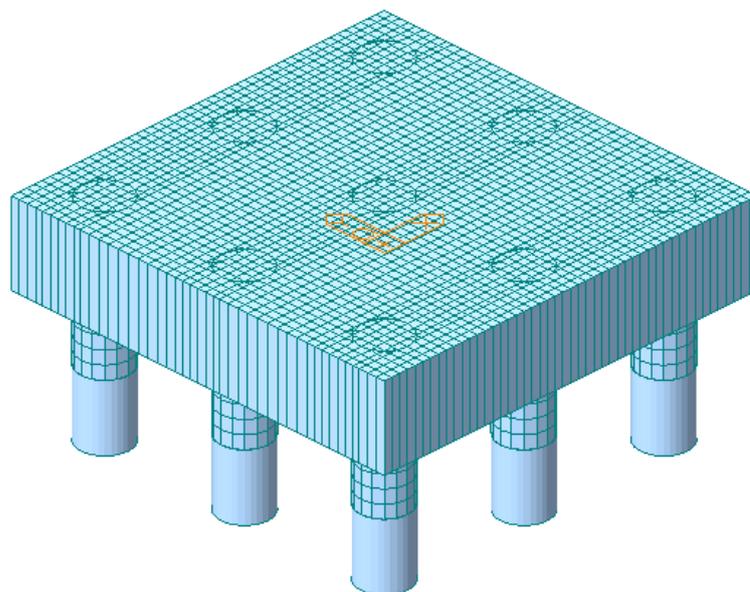


Figura 25 – Vista estrusa del modello agli elementi finiti

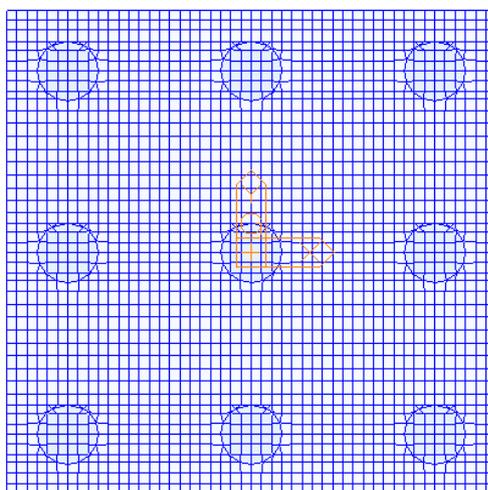
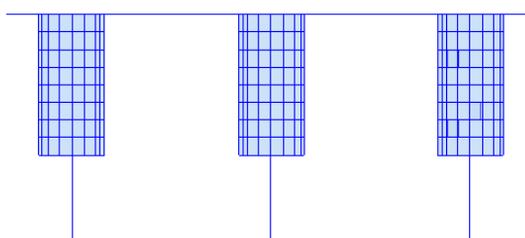


Figura 26 – Pianta del modello agli elementi finiti



GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104003	B

Figura 27 – Prospetto del modello agli elementi finiti

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

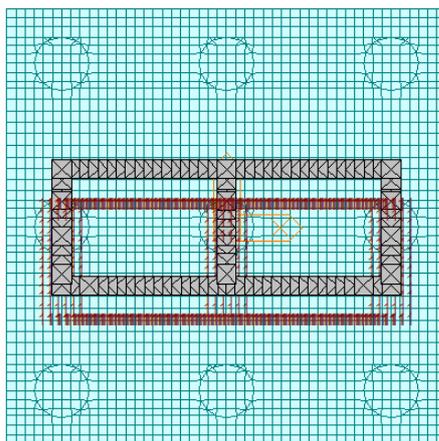


Figura 28 – Sistema di vincoli del modello agli elementi finiti

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".

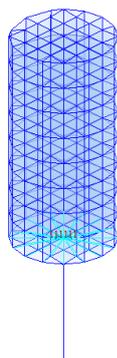


Figura 29 – Sistema di vincoli del palo nel modello agli elementi finiti

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

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104003	B

## 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.

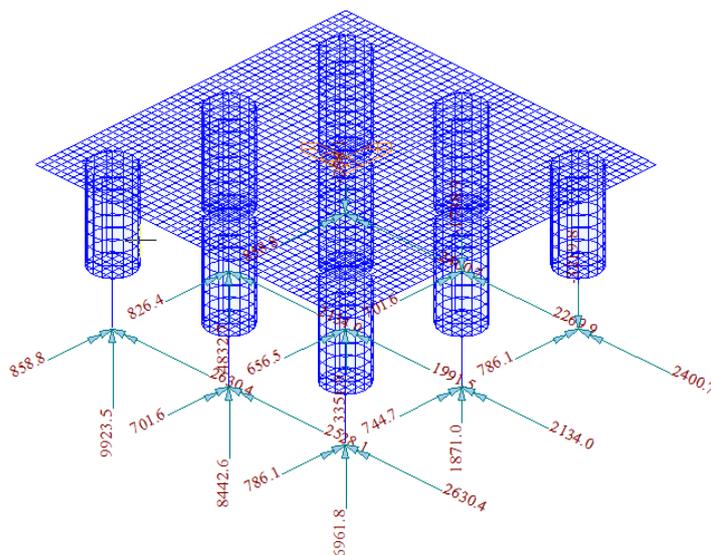


Figura 30 – Applicazione delle reazioni dei pali nel modello agli elementi finiti

### 11.3.2 Peso proprio plinto di fondazione

Il peso proprio del plinto di fondazione è stato valutato assumendo per il calcestruzzo un peso specifico  $\gamma_{cls}$  pari a 25 kN/m<sup>3</sup>, ed è stato calcolato automaticamente dal programma.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104003	B

### 11.3.3 Peso terreno di ricoprimento

Il terreno di ricoprimento, caratterizzato da un peso specifico  $\gamma_{\text{terreno}}$  pari a  $19 \text{ kN/m}^3$ , è stato applicato come carico uniformemente distribuito sul plinto di fondazione, in tutta la zona esterna all'impronta del fusto pila.

$$P_{\text{terreno}} = \gamma_{\text{terreno}} \cdot h_{\text{rinterro}} = 19 \cdot 1 = 19 \text{ kN/m}^2$$

## 11.4 Risultati di analisi

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

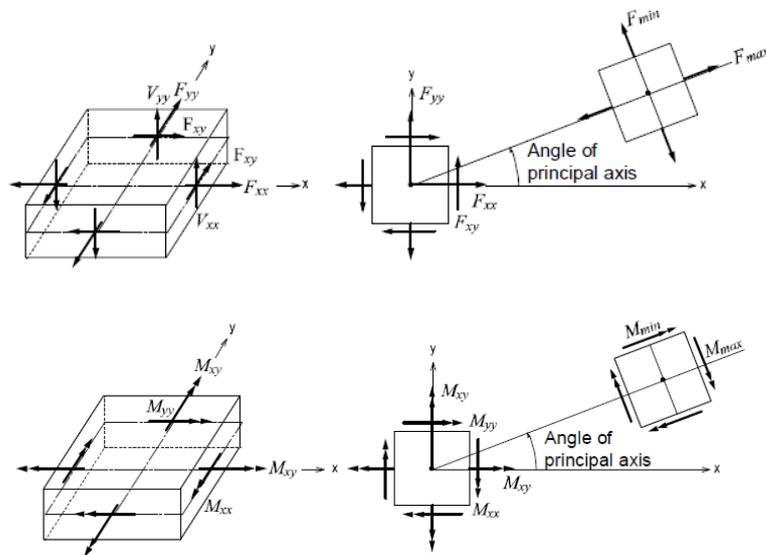
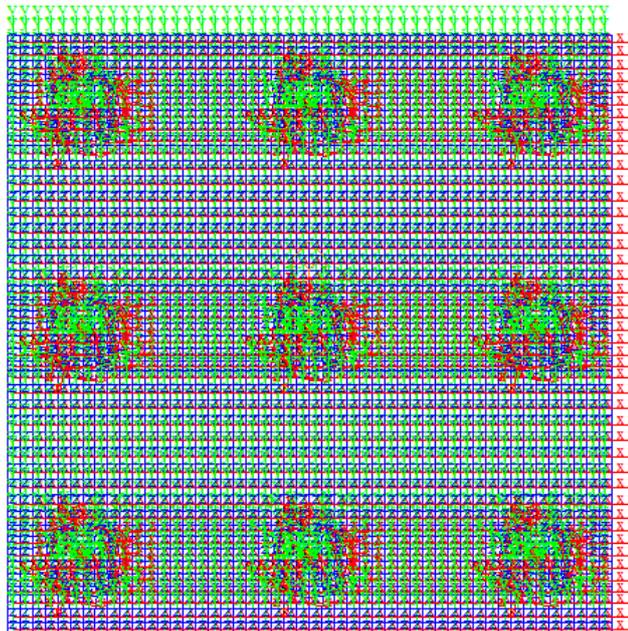


Figura 31 – Posizioni di output delle forze dell'elemento piastra per unità di lunghezza e convenzione del segno



GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLV12104003	B

Figura 32 – Assi locali per gli elementi del plinto di fondazione  
 La direzione 1 del Wood Armer Moment coincide con la direzione X del sistema di riferimento riportato nel par. 11.1.

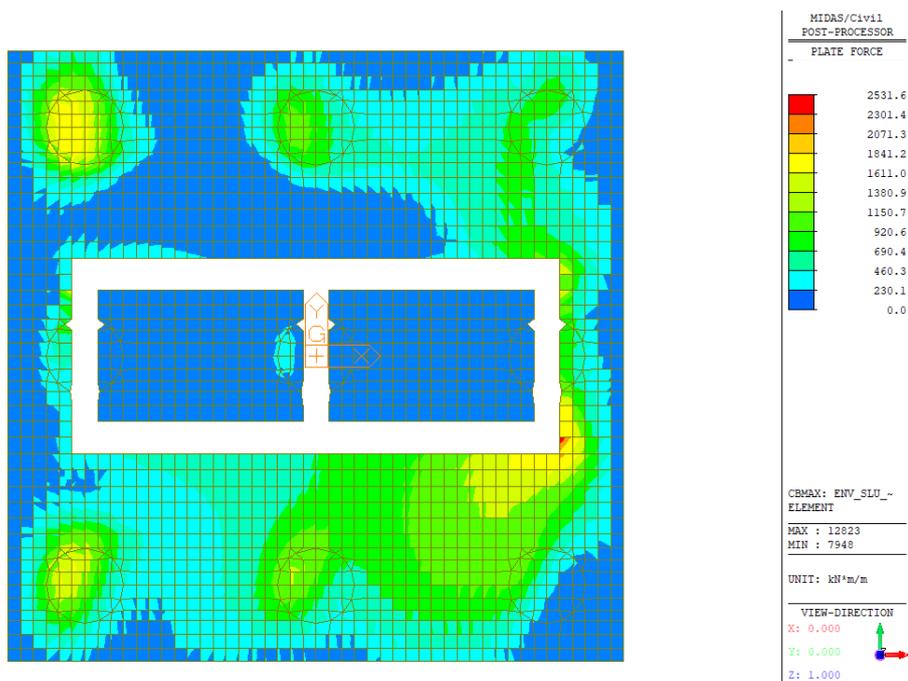


Figura 33 – Wood Armer Moment – Direction1 – Top (Inviluppo SLU/SLV)

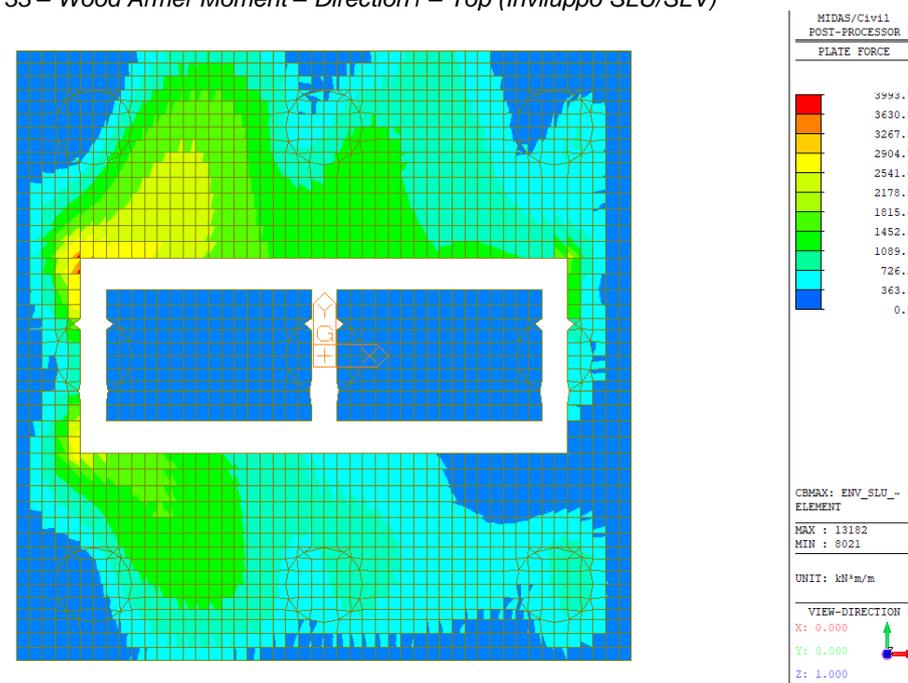


Figura 34 – Wood Armer Moment – Direction1 – Bottom (Inviluppo SLU/SLV)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLV12104003

B

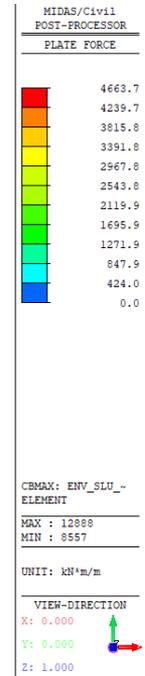
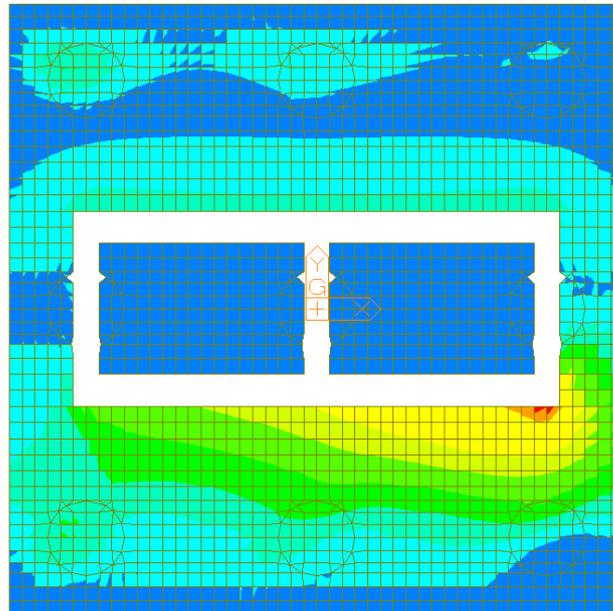


Figura 35 – Wood Armer Moment – Direction 2 – Top (Inviluppo SLU/SLV)

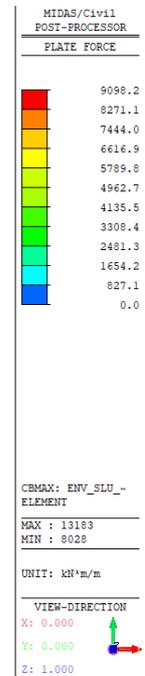
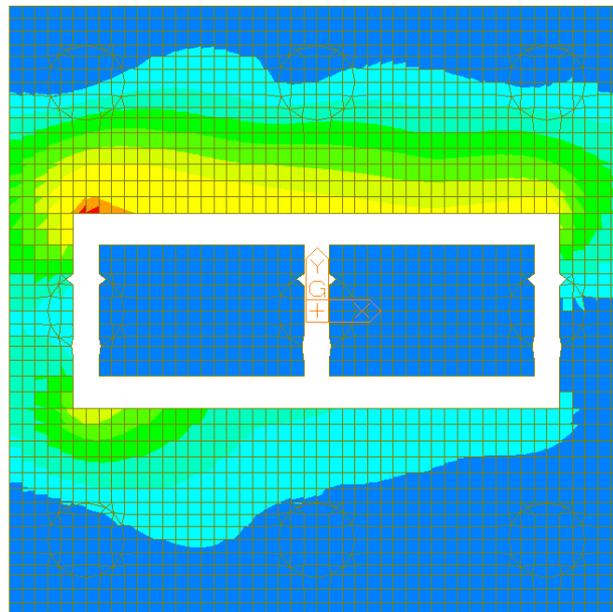


Figura 36 – Wood Armer Moment – Direction 2 – Bottom (Inviluppo SLU/SLV)

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLV12104003	B

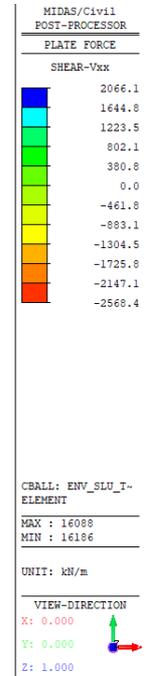
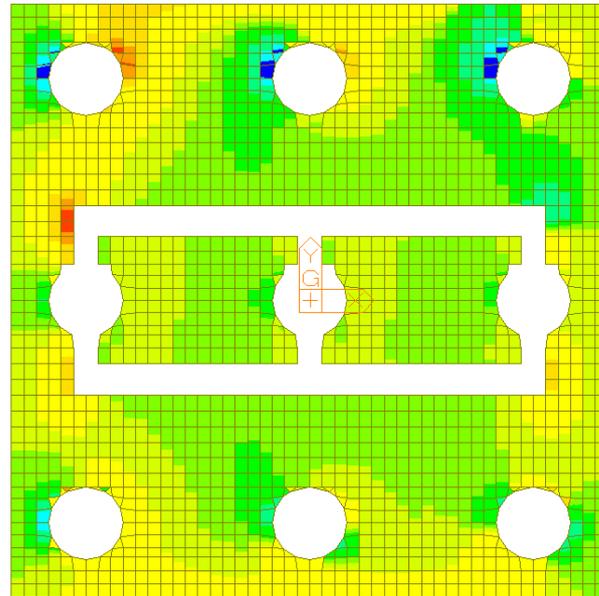


Figura 37 – Vxx, Inviluppo SLU/SLV

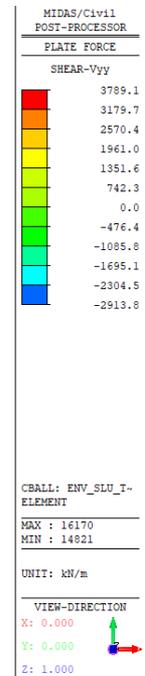
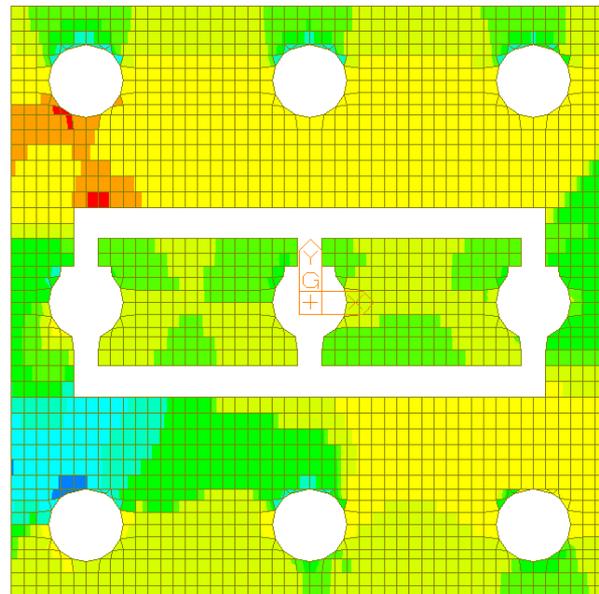


Figura 38 – Vyy, Inviluppo SLU/SLV

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

## 11.5 Dimensionamento e verifica delle armature

### 11.5.1 Dimensionamento delle armature

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

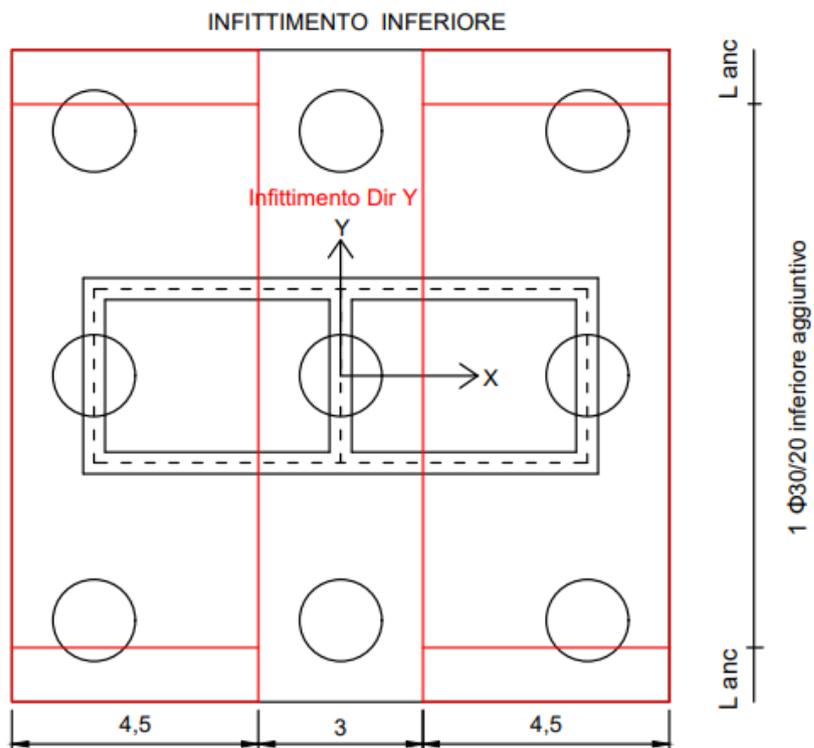


Figura 39 – Zone di infittimento dell'armatura a flessione del plinto

### Maglia base

Armatura in direzione X

Armatura in direzione Y

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

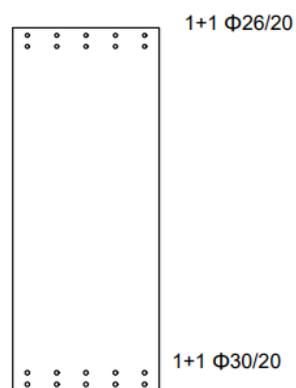
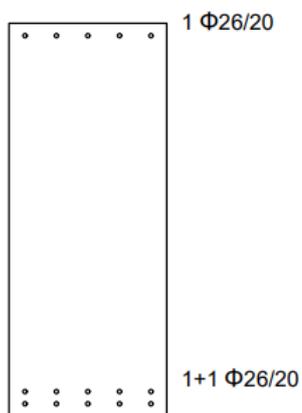
Lotto

12

Codifica

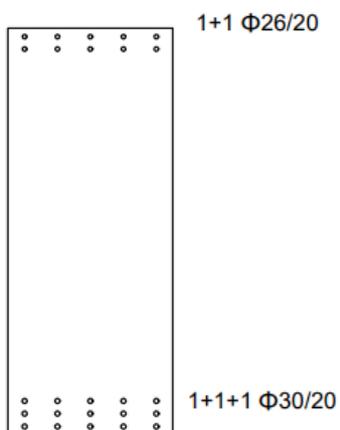
EI2CLVI2104003

B



**Armatura aggiuntiva**

Armatura in direzione Y



GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
Progetto	Lotto	Codifica		
IN17	12	EI2CLV12104003	B	

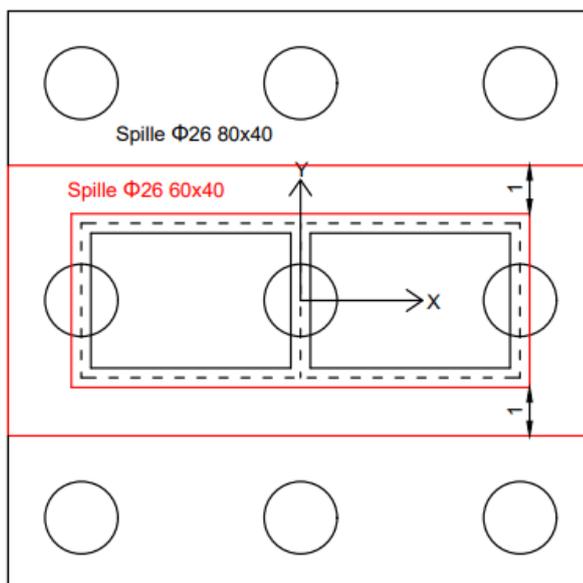


Figura 40 – Armatura a taglio del plinto

### 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.

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	1837.4	3908.4	2950.4	7651.4
SLE Rara	1049.5	2033.5	2056.1	5485.1
SLE Fessurazione	519.7	346.6	972.0	3034.2
SLE Quasi Perm.	309.7	210.6	482.0	1654.1

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.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLV12104003	B

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

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

NOME FILE SEZIONE: VI21\_P3\_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
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 $\beta_1\beta_2$ :		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1\beta_2$ :		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]
---------	--------	--------	-----------

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104003	B

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	-1837.40	0.00
2	0.00	2950.40	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	-1049.50	0.00
2	0.00	2056.10	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	-519.70 (-2945.94)	0.00 (0.00)
2	0.00	972.00 (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

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104003	B

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-309.70 (-2945.94)	0.00 (0.00)
2	0.00	482.00 (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	-1837.40	0.00	-2532.41	1.38	53.1(37.0)
2	S	0.00	2950.40	0.00	4815.67	1.63	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.)
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)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLV12104003	B

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	1.98	50.0	-125.0	-171.7	-40.0	117.1	1950	26.5
2	S	3.20	-50.0	125.0	-178.2	-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  $f_{ctm}$   
 Esito della verifica  
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata  
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata  
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  
 k2 = 0.5 per flessione;  $= (e1 + e2) / (2 * e1)$  per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]  
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]  
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]  
 Tra parentesi: valore minimo =  $0.6 S_{max} / E_s$  [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]  
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]  
 wk Apertura fessure in mm calcolata =  $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$  [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi  
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00089	0	0.500	26.0	66	0.00052 (0.00052)	549	0.283 (990.00)	-2945.94	0.00
2	S	-0.00093	0	0.500	26.0	70	0.00053 (0.00053)	492	0.263 (990.00)	3024.72	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	0.98	50.0	-125.0	-85.0	-40.0	117.1	1950	26.5
2	S	1.51	-50.0	125.0	-84.2	-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	-0.00044	0	0.500	26.0	66	0.00026 (0.00026)	549	0.140 (0.20)	-2945.94	0.00
2	S	-0.00044	0	0.500	26.0	70	0.00025 (0.00025)	492	0.124 (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	0.58	50.0	-125.0	-50.7	-40.0	117.1	1950	26.5
2	S	0.75	-50.0	125.0	-41.8	-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
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLV12104003
				B

1	S	-0.00026	0	0.500	26.0	66	0.00015 (0.00015)	549	0.083 (990.00)	-2945.94	0.00
2	S	-0.00022	0	0.500	26.0	70	0.00013 (0.00013)	492	0.062 (990.00)	3024.72	0.00

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

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

NOME FILE SEZIONE: VI21\_P3\_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 sismicit�:	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
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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLV12104003

B

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  
 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	-3908.40	0.00
2	0.00	7651.40	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	-2033.50	0.00
2	0.00	5485.10	0.00

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLV12104003	B

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	-346.60 (-3208.61)	0.00 (0.00)
2	0.00	3034.20 (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	-210.60 (-3208.61)	0.00 (0.00)
2	0.00	1654.10 (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]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-3908.40	0.00	-5047.99	1.29	88.4(37.0)
2	S	0.00	7651.40	0.00	9466.28	1.24	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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLV12104003	B

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	2.63	50.0	-125.0	-172.0	-40.0	119.7	2250	53.1
2	S	6.27	-50.0	125.0	-249.4	-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  $f_{ctm}$   
Esito della verifica  
e1    Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata  
e2    Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata  
k1    = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  
kt    = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  
k2    = 0.5 per flessione;  $=(e1 + e2)/(2*e1)$  per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]  
k3    = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
k4    = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
Ø    Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]  
Cf    Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
e sm - e cm    Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]  
Tra parentesi: valore minimo =  $0.6 S_{max} / E_s$  [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]  
sr max    Massima distanza tra le fessure [mm]  
wk    Apertura fessure in mm calcolata =  $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$  [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi  
Mx fess.    Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
My fess.    Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00088	0	0.500	26.0	40	0.00052 (0.00052)	323	0.167 (990.00)	-3208.61	0.00
2	S	-0.00129	0	0.500	30.0	40	0.00096 (0.00075)	295	0.283 (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	0.45	50.0	-125.0	-29.3	-40.0	119.7	2250	53.1
2	S	3.47	-50.0	125.0	-138.0	-40.0	-119.5	3300	106.0

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104003	B

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00015	0	0.500	26.0	40	0.00009 (0.00009)	323	0.028 (0.20)	-3208.61	0.00
2	S	-0.00071	0	0.500	30.0	40	0.00041 (0.00041)	295	0.122 (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	0.27	50.0	-125.0	-17.8	-40.0	119.7	2250	53.1
2	S	1.89	-50.0	125.0	-75.2	-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	-0.00039	0	0.500	30.0	40	0.00023 (0.00023)	295	0.067 (990.00)	3372.57	0.00

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104003	B

### 11.5.3 Verifica a taglio

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

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

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

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

in cui:

- d altezza utile della sezione
- $b_w$  larghezza minima della sezione
- $A_{sw}$  area dell'armatura trasversale
- s interasse tra due armature trasversali consecutive
- $\theta$  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  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104003	B

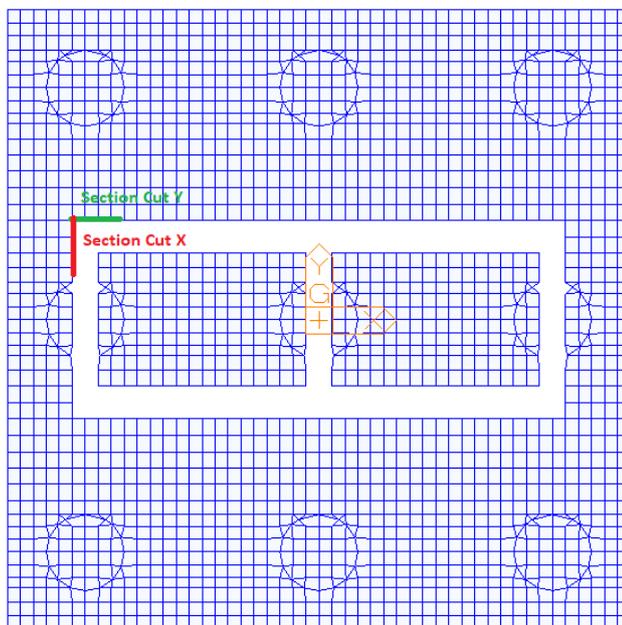


Figura 41 – Section cut considerate per la verifica a taglio

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  $V_{Ed,max} = 3259 \text{ kN/m}$ .

### 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
$f_{ctm}$	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  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLV12104003	B

### 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>3259</b>	kN	Taglio di calcolo
Verifica	ok		
FS	1.43		Coefficiente di sicurezza

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104003	B

#### 11.5.4 Verifica a taglio-punzonamento

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

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

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

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

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

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

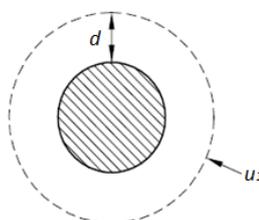
$$v_{Ed} \leq v_{Rd,cs}$$

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

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

Dove:

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



GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

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

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

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

Dove:

- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2.0$
- $\rho_l = \sqrt{\rho_{ly} \cdot \rho_{lz}} \leq 0.02$ , dove  $\rho_{ly}$  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  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104003	B

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

Dove:

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

La verifica è stata condotta in corrispondenza del palo d'angolo più sollecitato (palo 1), per lo sforzo assiale massimo della combinazione SLV - Treno 1 – Sisma Y prevalente:  $V_{Ed} = 9924$  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	241.5	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	EI2CLVI2104003
				B

$\gamma_{terr}$	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

$V_{ed}$	9924	kN	<i>Reazione agli SLU</i>
$V_{ed}$	8906	kN	<i>Taglio applicato (ridotto del peso proprio e del rinterro)</i>
$V_{ed}$	1100	kN/m	<i>Taglio applicato per unità di lunghezza</i>
$v_{ed}$	0.46	N/mm <sup>2</sup>	<i>Tensione di taglio agente</i>

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

$v_{ed}$	0.78	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	4.89		

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	0.56		

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		

$A_{sw\ min}$	1454.4	mm <sup>2</sup>	<i>Area di armatura minima a taglio-punzonamento di uno strato</i>
---------------	--------	-----------------	--

$\varphi$	26		<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>
$v_{Ed}$	0.46	N/mm <sup>2</sup>	<i>Tensione di taglio-punzonamento agente</i>
Verifica	ok		
FS	1.21		

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104003	B

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

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

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

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

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

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