

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
PONTE SUL CANALE DUCALE DAL km 12+306,65 AL km 12+331,65
PILE
Relazione di calcolo baggioli e ritegni**

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

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
I N 1 7	1 2	E	I 2	CL	V I 0 3 0 6	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	Giu.2021	M. Proietti 	Giu.2021	G. Grimaldi 	Giu.2021	
B	EMISSIONE A SEGUITO RDV IN1710E09ISVI0300001A	E.d.in	Sett.2022	M. Proietti 	Sett.2022	G. Grimaldi 	Sett.2022	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712E12CLVI0306003B
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>12</p>	<p>Codifica</p> <p>IN1712E12CLVI0306003</p>	<p>B</p>

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica IN1712EI2CLVI0306003	B

INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.1	Normative.....	5
2.2	Elaborati di riferimento	5
3	MATERIALI.....	6
3.1	Calcestruzzo per ritegni e baggioli.....	6
3.2	Acciaio per barre di armatura	6
3.3	Stati limite	7
3.3.1	Stati limite ultimi	7
4	DESCRIZIONE DELL'OPERA	8
4.1	Sistemi di riferimento ed unità di misura.....	12
5	AZIONI DI PROGETTO	13
6	RITEGNI SISMICI.....	14
6.1	Ritegno sismico longitudinale	14
6.1.1	Verifica secondo il modello di mensola tozza	14
6.1.2	Verifica a tranciamento	17
6.2	Ritegno sismico trasversale	18
6.2.1	Verifica seconso il modello di mensola tozza	18
6.2.2	Verifica a tranciamento	21
7	BAGGIOLI.....	22
7.1	Verifica a tranciamento	22
7.2	Verifica a compressione del cls	23

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica IN1712EI2CLVI0306003	B

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento dei ritegni sismici e dei baggioli del *Ponte sul Canale Dugale – VI03*, che si inserisce nell'ambito della progettazione esecutiva del collegamento della linea AV/AC Verona-Padova.

Il viadotto è costituito da un solo impalcato costituito da quattro travi a cassoncino in c.a.p. di luce pari a 25.0 m.

Tale relazione si ritiene valida sia per i ritegni sismici e il baggiolo della spalla fissa A, sia per quelli della spalla mobile B.

Il dimensionamento e la verifica degli elementi sopra riportati sono condotti secondo il metodo agli Stati Limite (S.L.).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica IN1712EI2CLVI0306003	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. 7/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:

- IN1710EI2CLVI0005002A: Relazione di calcolo – Impalcato 25m CAP con intervvia 4.50m

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	IN1712E12CLVI0306003	B

3 MATERIALI

3.1 Calcestruzzo per ritegni e baggioli

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
α_{cc} =	0,85		Coeff. rid. per carichi di lunga durata
γ_M =	1,50	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
fcd = α_{cc} fck / γ_M =	18,13	MPa	Resistenza di progetto
fctm = 0,3 fck ^(2/3) =	3,03	MPa	Resistenza media a trazione semplice
fctm = 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%)
σ_c = 0,55 fck =	17,60	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. rara (rif. §2.5.1.8.3.2.1 [3])
σ_c = 0,40 fck =	12,80	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §2.5.1.8.3.2.1 [3])
Ecm = 22000 (fcm/10) ^(0,3) =	33646,00	MPa	Modulo elastico di progetto
ν =	0,20		Coefficiente di Poisson
Gc = Ecm / (2(1+ ν)) =	13894,00	MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Condizioni ambientali =	Aggressive		
Classe di esposizione =	XC4		
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 Acciaio per barre di armatura

B450C

fyk ≥	450,00	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
ftk ≥	540,00	MPa	Tensione caratteristica di rottura
(ft/fy) _k ≥	1,15		
(ft/fy) _k <	1,35		

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	IN1712E12CLVI0306003
				B

$\gamma_s =$	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])

3.3 Stati limite

3.3.1 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:

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifia IN1712E12CLVI0306003	B

4 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il *Ponte sul Canale Dugale – VI03*, si estende dal km 12+306.65 al km 12+331.65 della *Tratta Verona-Padova* per uno sviluppo complessivo di 25 m ed è costituito da una campata isostatica con impalcato in c.a.p.

Le spalle, in c.a., sono costituite da un muro frontale e da muri di risvolto per il contenimento del rilevato ferroviario.

La platea di fondazione presenta una pianta rettangolare di dimensioni pari a 13.7 m x 12.0 m e spessore 2.0 m, e poggia su 9 pali Ø1500.

Nella parte sommitale del muro frontale sono disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo lo schema della figura a seguire:

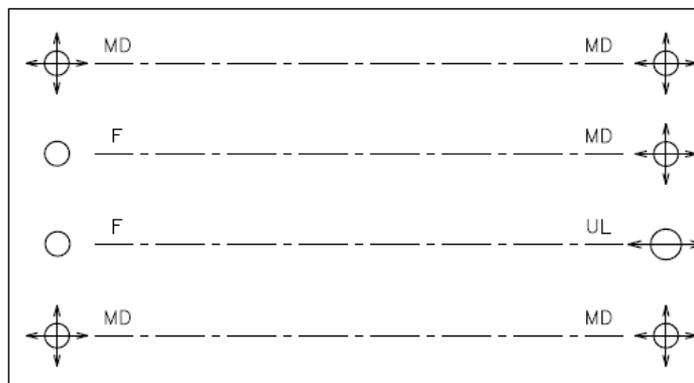


Figura 4-1: Schema appoggi

	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica IN1712E12CLVI0306003	B
--	------------------	-------------	----------------------------------	---

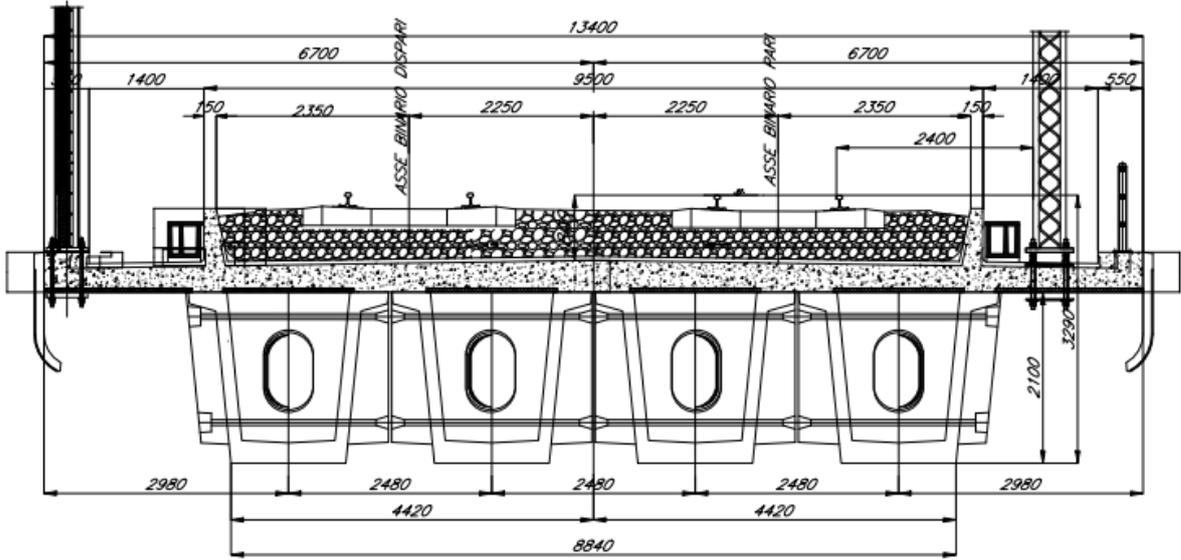


Figura 4-2 - Sezione trasversale impalcato

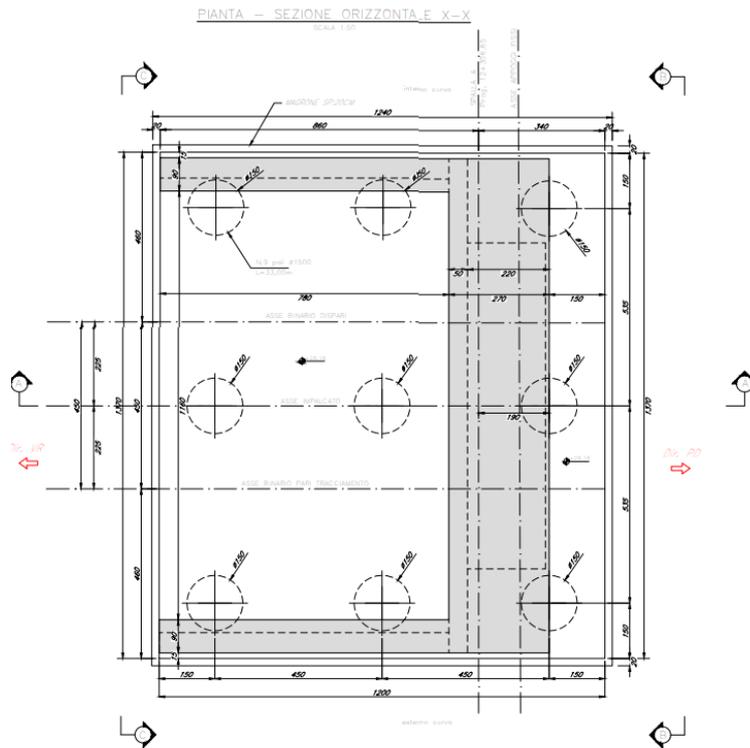


Figura 4-3 - Pianta Spalla A

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	IN1712EI2CLVI0306003	B

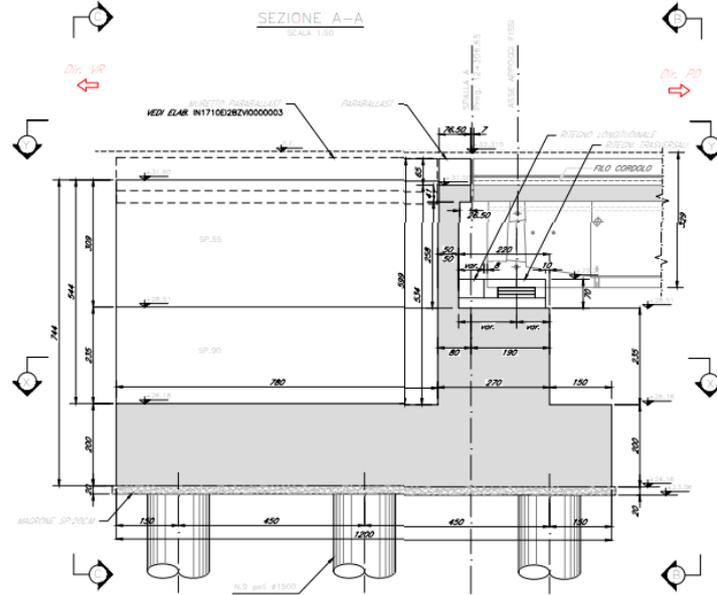


Figura 4-4 – Sezione longitudinale Spalla A

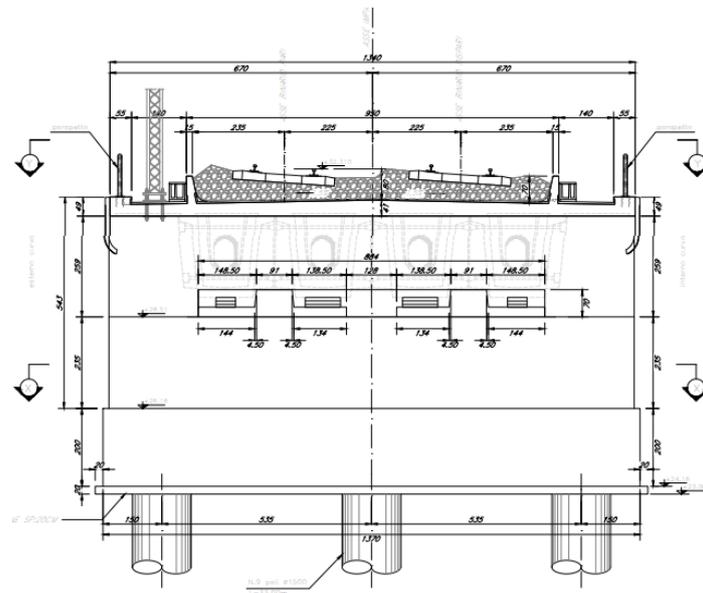
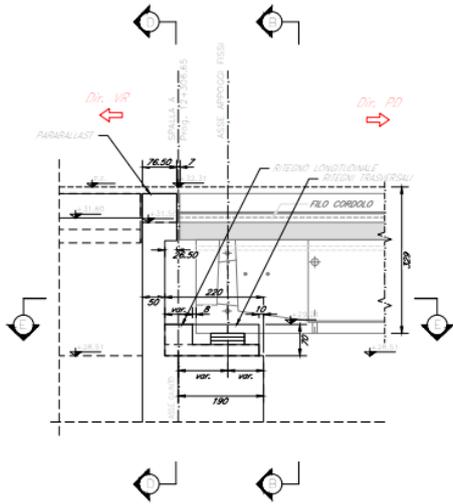


Figura 4-5 – Sezione trasversale Spalla A

Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	IN1712E12CLV10306003	B

VISTA A- Scala 1:50



VISTA B-B Scala 1:50

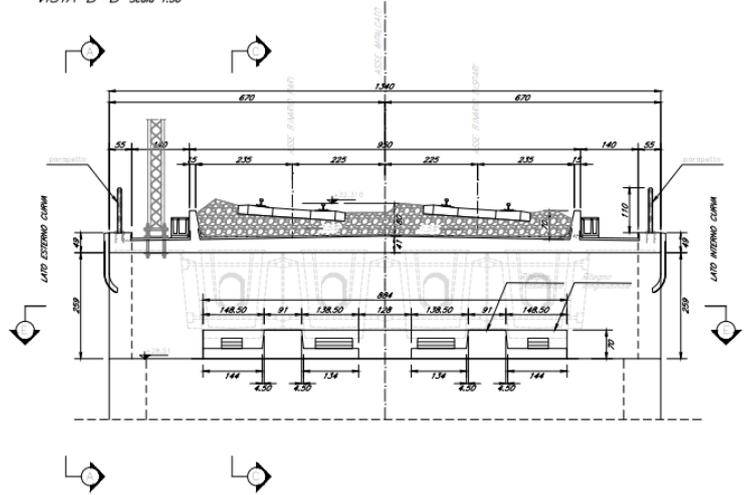


Figura 4-6 – Vista longitudinale ritegni e baggioli (Spalla A)

Figura 4-7 – Vista trasversale ritegni e baggioli (Spalla A)

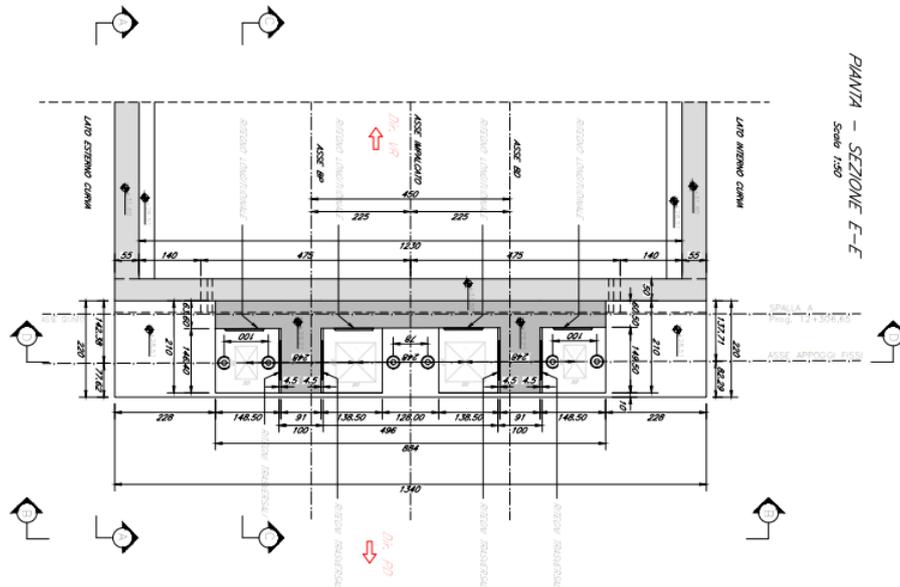


Figura 4-8 – Pianta baggiolo e ritegni (Spalla A)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica IN1712E12CLVI0306003	B

4.1 Sistemi di riferimento ed unità di misura

Il sistema di riferimento globale è stato scelto come di seguito riportato.

- 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 	ALTA SORVEGLIANZA 								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifia</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>IN1712E12CLVI0306003</td> <td>B</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifia		IN17	12	IN1712E12CLVI0306003	B
Progetto	Lotto	Codifia							
IN17	12	IN1712E12CLVI0306003	B						

5 AZIONI DI PROGETTO

Nelle tabelle che seguono si riportano le azioni sugli appoggi sia per le combinazioni statiche SLU che per quelle sismiche SLV.

Sono state considerate tutte le azioni e le combinazioni di carico descritte nella relazione di calcolo dell'impalcato in C.A.P., sopra citata.

Le azioni sismiche sono state calcolate assumendo un fattore di struttura q unitario e un fattore di smorzamento pari al 10% per considerare la capacità di dissipazione allo SLU della struttura del ponte nel suo complesso, coerentemente con quanto riportato al par.2.5.1.8.3.3 del M.d.P.

Impalcato C.A.P. – L=25 m, ib=4.5 m

LATO FISSO MULTIDIREZIONALE APPOGGIO N°1	Combinazioni statiche SLU			
	Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)
	-3725	-1599	-	-
	Combinazioni sismiche SLV			
Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)	
-3744	-895	-	-	

LATO MOBILE MULTIDIREZIONALE APPOGGIO N°5	Combinazioni statiche SLU			
	Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)
	-3861	-1718	-	-
	Combinazioni sismiche SLV			
Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)	
-3822	-842	-	-	

LATO FISSO FISSO APPOGGIO N°2	Combinazioni statiche SLU			
	Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)
	-3322	-1571	1526	-831
	Combinazioni sismiche SLV			
Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)	
-3161	-1406	3512	-3551	

LATO MOBILE UNIDIREZIONALE APPOGGIO N°6	Combinazioni statiche SLU			
	Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)
	-3685	-1781	-	-773
	Combinazioni sismiche SLV			
Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)	
-3113	-1524	-	4092	

forza trasversale affidata completamente ad un F

LATO FISSO FISSO APPOGGIO N°3	Combinazioni statiche SLU			
	Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)
	-3588	-1719	1432	0
	Combinazioni sismiche SLV			
Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)	
-3161	-1499	3514	0	

LATO MOBILE MULTIDIREZIONALE APPOGGIO N°7	Combinazioni statiche SLU			
	Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)
	-3540	-1649	-	-
	Combinazioni sismiche SLV			
Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)	
-3135	-1256	-	-	

LATO FISSO MULTIDIREZIONALE APPOGGIO N°4	Combinazioni statiche SLU			
	Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)
	-4536	-2120	-	-
	Combinazioni sismiche SLV			
Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)	
-4106	-1149	-	-	

LATO MOBILE MULTIDIREZIONALE APPOGGIO N°8	Combinazioni statiche SLU			
	Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)
	-4623	-2145	-	-
	Combinazioni sismiche SLV			
Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)	
-4567	-700	-	-	

Si fa riferimento alla seguente convenzione:

- N: sforzo assiale di compressione;
- T long: taglio lungo l'asse longitudinale del viadotto;
- T trasv: taglio lungo l'asse trasversale del viadotto.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica IN1712EI2CLVI0306003	B

6 RITEGNI SISMICI

6.1 Ritegno sismico longitudinale

I ritegni sismici longitudinali hanno un'altezza dall'estradosso dei baggioli di 0.45 m, una larghezza minima nella direzione longitudinale del ponte di 0.52 m e una larghezza complessiva nella direzione trasversale di 9.00 m.

L'azione sollecitante è ottenuta dal par. 5 ed è pari al taglio complessivo più gravoso in direzione longitudinale in combinazione sismica:

$$V_{Ed} = 3512 + 3514 = 7026 \text{ kN}$$

6.1.1 Verifica secondo il modello di mensola tozza

Il dimensionamento e la verifica dell'armatura verticale principale vengono condotti secondo il modello di mensola tozza descritto nel §C4.1.2.1.5 della Circolare alle NTC2008. La forza sollecitante viene applicata nel baricentro della zona di contatto trave-ritegno, ovvero a 30 cm dall'estradosso del baggiolo, come mostrato nelle figure che seguono.

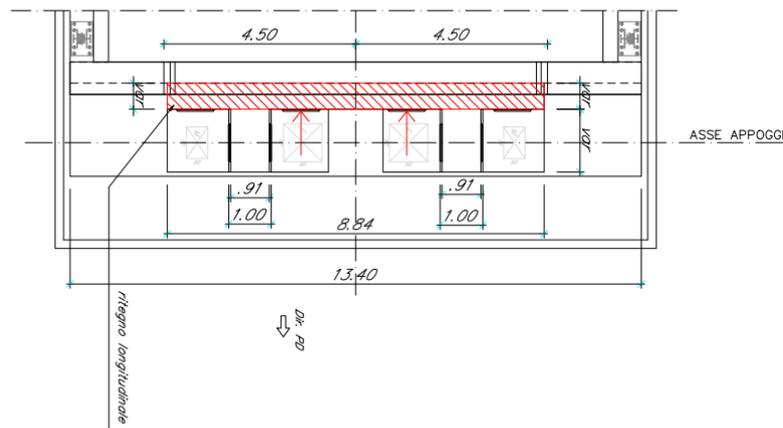


Figura 6-1: Schema di applicazione delle forze sul ritegno sismico longitudinale (Pianta)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifia IN1712E12CLVI0306003	B

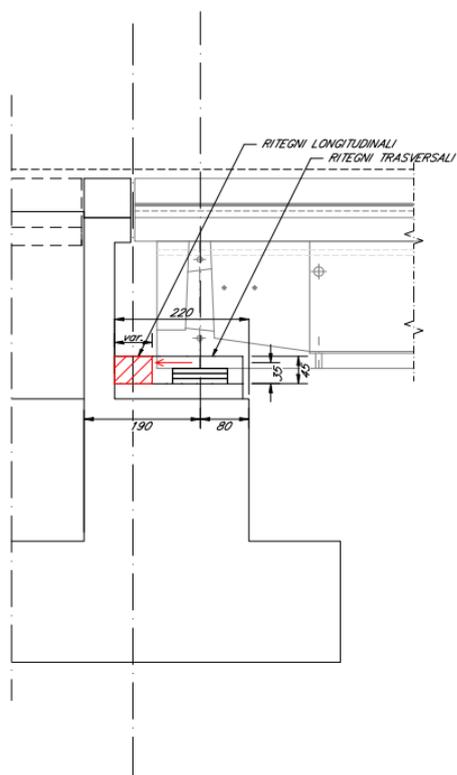


Figura 6-2: Schema di applicazione delle forze sul ritegno sismico longitudinale (Prospetto)

L'armatura resistente a trazione è costituita da un solo strato di $\phi 20$ passo 10 cm. La verifica è esplicitata nella tabella che segue.

DATI DI INPUT

1) Resistenze materiali

Resistenza compressione cilindrica	fck	32	MPa
Resistenza di calcolo cls	fcd	18.13	MPa
Resistenza di calcolo acciaio	fyd	391.30	MPa

2) Carichi agenti

Carico verticale	Ped	7026	kN
Carico orizzontale	Hed	0	kN

3) Geometria della mensola

Altezza mensola	hc	520	mm
Lunghezza della mensola	lc	450	mm
Distanza di applicazione carico	a	350	mm

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	IN1712E12CLVI0306003	B

Profondità mensola	b	9000	mm
Copriferro netto	c netto	50	mm
Copriferro da asse tirante	c tir	60	mm
Altezza utile tirante superiore	d	460	mm
Braccio delle forze interne (0.9d)	z	414	mm
Proiezione orizzontale del puntone	l	442	mm
ctg Ψ	λ	1.068	
Inclinazione puntone	Ψ	0.753	rad

RESISTENZE E VERIFICHE

1) Tirante

Diametro dell'armatura principale	φ	20	mm
Numero di barre per strato	n strato	88	
Numero strati	strati	1	
Numero totale di barre	n tot	88	
Area barre	As	27646.02	mm ²

Passo	s	10	cm
Interferro orizzontale	ih	8	cm

Resistenza tirante	PRs	10132.70	kN
Verifica	PRs>Ped	ok	
Coefficiente di sicurezza	Fs	1.44	

2) Puntone e G.d.R.

In presenza di staffe $c=1.5$, altrimenti $c=1$	c	1.5	
Resistenza puntone	PRc	21049.80	kN
Verifica	PRc>Ped	ok	
Coefficiente di sicurezza	Fc	3.00	
Gerarchia delle resistenze	PRc>PRs	ok	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica IN1712E12CLVI0306003	B

6.1.2 Verifica a tranciamento

Sono state effettuate le seguenti verifiche a tranciamento:

- Verifica a tranciamento dell'acciaio:

$$\frac{A_s \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}} > V_{Ed}$$

- Verifica a tranciamento calcolando l'azione tagliante nell'interfaccia tra calcestruzzi gettati in tempi diversi, secondo la formulazione prevista al §6.2.5 dell'Eurocodice 1992-1-1.

La resistenza di progetto a taglio all'interfaccia è data da:

$$V_{Rd1} = c f_{ctd} + \mu \sigma_n + \rho f_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0,5 v f_{cd}$$

dove c e μ sono fattori che dipendono dalla scabrezza dell'interfaccia e sono pari rispettivamente a 0.2 e 0.6 nel caso in esame di superficie liscia.

Verifica a tranciamento (Acciaio)

Resistenza di calcolo acciaio	f _{yd}	391.30	MPa
Area totale ferri	As,tot	55292.03	mm ²
Resistenza a tranciamento	V _{rd}	12491.56	kN
Verifica	V _{rd} >Ped	ok	
Coefficiente di sicurezza	F _t	1.78	

Verifica a tranciamento (Eurocodice 1992-1-1)

Coeff. 1	c	0.2	
Coeff. 2	μ	0.6	
Resistenza a trazione cls	f _{ctd}	1.41	MPa
Resistenza di calcolo acciaio	f _{yd}	391.30	MPa
Resistenza di calcolo cls	f _{cd}	18.13	MPa
Angolo inclinazione ferri	α	90	°
Coeff. 3	v	0.52	
Area totale ferri	As	55292	mm ²
Area totale cls	Ac	4680000	mm ²
As/Ac	ρ	0.012	
Resistenza di progetto	τ_{rd}	3.06	MPa
Tensione agente	τ_{ed}	1.50	MPa
Verifica	Verifica	ok	
Coefficiente di sicurezza	F _s	2.04	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica IN1712E12CLVI0306003	B

6.2 Ritegno sismico trasversale

Sono presenti due ritegni sismici trasversali su ogni spalla, ognuno con un'altezza dall'estradosso dei baggioli di 0.45 m, una larghezza nella direzione trasversale del viadotto di 0.91 m e una larghezza minima nella direzione longitudinale di 1.464 m.

L'azione sollecitante è ottenuta dal par. 5 ed è pari alla metà del taglio trasversale più gravoso in combinazione sismica.

$$V_{Ed} = \frac{4092}{2} = 2046 \text{ kN}$$

6.2.1 Verifica secondo il modello di mensola tozza

Il dimensionamento e la verifica dell'armatura verticale principale vengono condotti secondo il modello di mensola tozza descritto nel §C4.1.2.1.5 della Circolare alle NTC2008. La forza sollecitante viene applicata nel baricentro della zona di contatto trave-ritegno, ovvero a 30 cm dall'estradosso del baggiolo, come mostrato nelle figure che seguono.

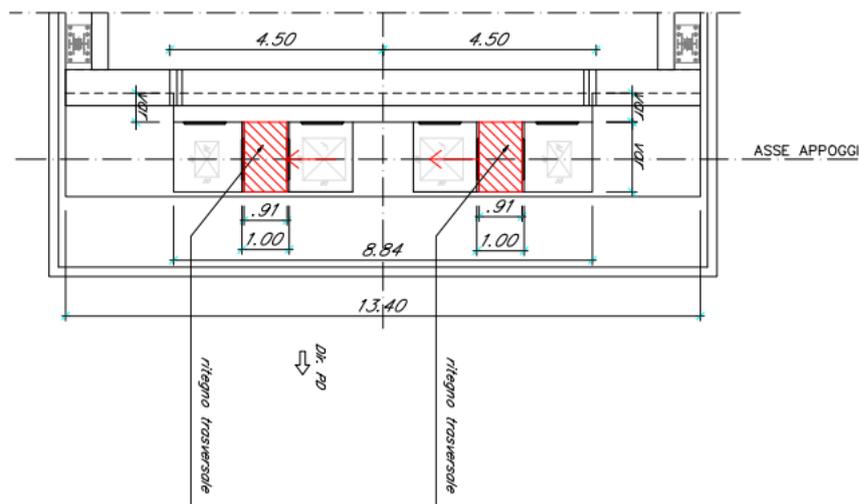


Figura 6-3: Schema di applicazione delle forze sul ritegno sismico trasversale (Pianta)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica IN1712EI2CLVI0306003	B

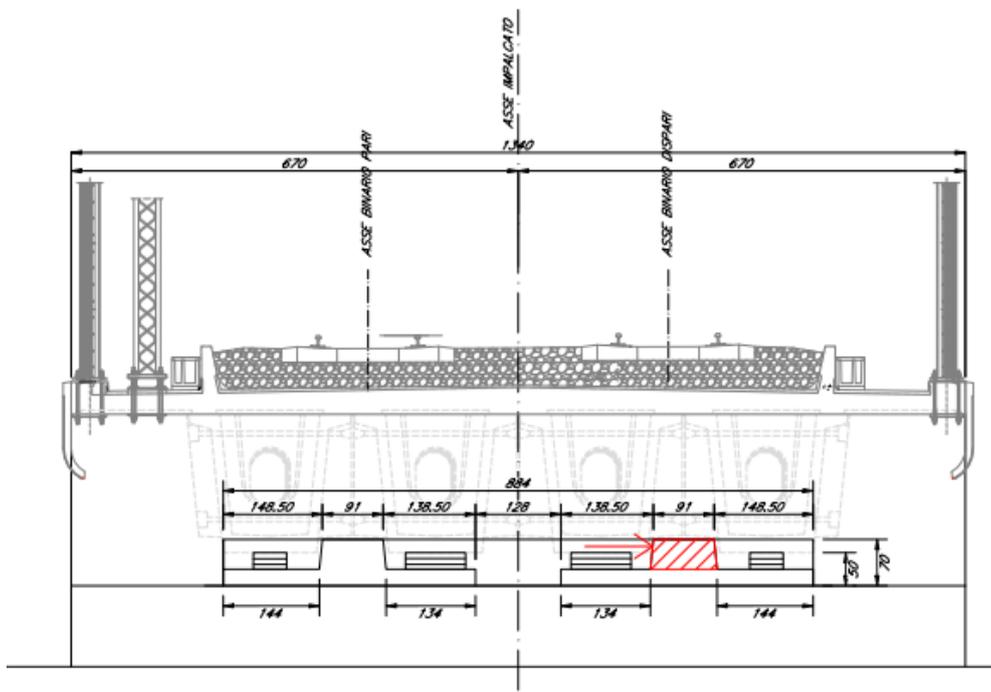


Figura 6-4: Schema di applicazione delle forze sul ritegno sismico trasversale (Prospetto)

L'armatura resistente a trazione è costituita da un solo strato di $\Phi 22$ passo 10 cm. La verifica è esplicitata nella tabella che segue.

DATI DI INPUT

1) Resistenze materiali

Resistenza compressione cilindrica	fck	32	MPa
Resistenza di calcolo cls	fcd	18.13	MPa
Resistenza di calcolo acciaio	fyd	391.30	MPa

2) Carichi agenti

Carico verticale	Ped	2046	kN
Carico orizzontale	Hed	0	kN

3) Geometria della mensola

Altezza mensola	hc	910	mm
Lunghezza della mensola	lc	450	mm
Distanza di applicazione carico	a	350	mm
Profondità mensola	b	1464	mm
Copriferro netto	c netto	50	mm

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifia	
	IN17	12	IN1712E12CLVI0306003	B

Copriferro da asse tirante	c tir	61	mm
Altezza utile tirante superiore	d	849	mm
Braccio delle forze interne (0.9d)	z	764.1	mm
Proiezione orizzontale del puntone	l	519.8	mm
ctg Ψ	λ	0.680	
Inclinazione puntone	Ψ	0.973	rad

RESISTENZE E VERIFICHE

1) Tirante

Diametro dell'armatura principale	φ	22	mm
Numero di barre per strato	n strato	13	
Numero strati	strati	1	
Numero totale di barre	n tot	14	
Area barre	As	4941.73	mm ²

Passo	s	10	cm
Interferro orizzontale	ih	7.8	cm

Resistenza tirante	PRs	2842.54	kN
Verifica	PRs>Ped	ok	
Coefficiente di sicurezza	Fs	1.39	

2) Puntone e G.d.R.

In presenza di staffe $c=1.5$, altrimenti $c=1$	c	1.5	
Resistenza puntone	PRc	9244.84	kN
Verifica	PRc>Ped	ok	
Coefficiente di sicurezza	Fc	4.52	
Gerarchia delle resistenze	PRc>PRs	ok	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifia	
	IN17	12	IN1712EI2CLVI0306003	B

6.2.2 Verifica a tranciamento

Sono state effettuate le verifiche a tranciamento descritte al par. 6.1.2 e riportate nelle tabelle seguenti.

Verifica a tranciamento (Acciaio)

Resistenza di calcolo acciaio	f _{yd}	391.30	MPa
Area totale ferri	A _{s,tot}	9883.45	mm ²
Resistenza a tranciamento	V _{rd}	2232.87	kN
Verifica	V _{rd} >P _{ed}	ok	
Coefficiente di sicurezza	F _t	1.09	

Verifica a tranciamento (Eurocodice 1992-1-1)

Coeff. 1	c	0.2	
Coeff. 2	μ	0.6	
Resistenza a trazione cls	f _{ctd}	1.41	MPa
Resistenza di calcolo acciaio	f _{yd}	391.30	MPa
Resistenza di calcolo cls	f _{cd}	18.13	MPa
Angolo inclinazione ferri	α	90	°
Coeff. 3	v	0.52	
Area totale ferri	A _s	9883.45	mm ²
Area totale cls	A _c	1332240	mm ²
As/Ac	ρ	0.007	
Resistenza di progetto	τ _{rd}	2.02	MPa
Tensione agente	τ _{ed}	1.54	MPa
Verifica	Verifica	ok	
Coefficiente di sicurezza	F _s	1.32	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica IN1712EI2CLVI0306003	B

7 BAGGIOLI

7.1 Verifica a tranciamento

Su ogni baggiolo sottostante gli apparecchi d'appoggio fissi e unidirezionali si considera agente un taglio di progetto pari al massimo taglio risultante in combinazione sismica:

$$V_{Ed} = T_{ris} = \max \left\{ \begin{array}{l} \sqrt{T_{long}^2 + (0.3 \cdot T_{trasv})^2} \\ \sqrt{T_{trasv}^2 + (0.3 \cdot T_{long})^2} \end{array} \right\}$$

	All. fisso	All. mobile
V_{long}	3512	0
V_{trasv}	3550	4092
V_{ris}	3704	4092

Nel caso in esame, il taglio di progetto è pari a: $V_{Ed} = 4092 \text{ kN}$.

Sui baggioli degli appoggi fissi e unidirezionali longitudinali è necessario disporre dei ferri verticali $\phi 26$ passo 10 cm, con un numero totale di braccia pari a 52, per soddisfare le verifiche a tranciamento di seguito descritte:

- Verifica a tranciamento dell'acciaio:

$$\frac{A_s \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}} > V_{Ed}$$

- Verifica a tranciamento calcolando l'azione tagliante nell'interfaccia tra calcestruzzi gettati in tempi diversi, secondo la formulazione prevista al §6.2.5 dell'Eurocodice 1992-1-1. La resistenza di progetto a taglio all'interfaccia è data da:

$$V_{Rdi} = c f_{ctd} + \mu \sigma_n + \rho f_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0,5 v f_{cd}$$

dove c e μ sono fattori che dipendono dalla scabrezza dell'interfaccia e sono pari rispettivamente a 0.2 e 0.6 nel caso in esame di superficie liscia.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifia	
	IN17	12	IN1712E12CLVI0306003	B

Verifica a tranciamento (Acciaio)

Resistenza di calcolo acciaio	f _{yd}	391.30	MPa
Area totale ferri	As,tot	27608.3	mm ²

Resistenza a tranciamento	V _{rd}	6237.26	kN
Taglio di progetto	V _{ed}	4091.61	kN
Verifica	V _{rd} >V _{ed}	ok	
Coefficiente di sicurezza	F _t	1.52	

Verifica a tranciamento (Eurocodice 1992-1-1)

Coeff. 1	c	0.2	
Coeff. 2	μ	0.6	
Resistenza a trazione cls	f _{ctd}	1.41	MPa
Resistenza di calcolo acciaio	f _{yd}	391.30	MPa
Resistenza di calcolo cls	f _{cd}	18.13	MPa
Angolo inclinazione ferri	α	90	°
Coeff. 3	v	0.52	
Area totale ferri	As	27608.3	mm ²
Area totale cls	Ac	2056725	mm ²
As/Ac	ρ	0.013	
Resistenza di progetto	τ _{rd}	3.43	MPa
Tensione agente	τ _{ed}	1.99	MPa
Verifica	Verifica	ok	
Coefficiente di sicurezza	F _s	1.73	

7.2 Verifica a compressione del cls

La verifica è stata condotta secondo quanto prescritto al §6.7 dell'Eurocodice 1992-1-1. Tale paragrafo fa riferimento a zone sottoposte ad elevate pressioni localizzate, dunque adatto per la verifica di resistenza del calcestruzzo dei baggioli, in quanto sottoposti ad elevati carichi concentrati di compressione.

L'azione sollecitante è data massimo sforzo assiale sull'apparecchio d'appoggio multidirezionale più esterno, pari a 4623.5 kN.

La forza di compressione ultima è data da:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	IN1712EI2CLVI0306003	B

$$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A_{c1}/A_{c0}} \leq 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0} \quad (6.63)$$

dove:

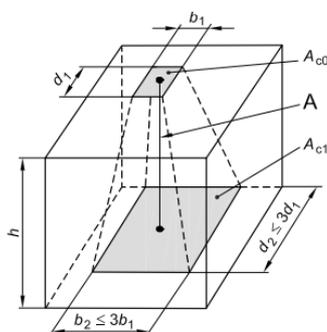
A_{c0} è l'area caricata;

A_{c1} è la massima area di diffusione del carico utilizzata per il calcolo e che ha una forma omotetica a quella di A_{c0} .

figura 6.29 Distribuzione di progetto nel caso di pressioni localizzate

Legenda

- A Linea di azione
- $h \geq (b_2 - b_1)$ e
- $\geq (d_2 - d_1)$



Verifica pressioni localizzate: compressione ultima (EC2 par. 6.7)

b1	0.5	mm	Larghezza appoggio multidirezionale trasv
d1	0.75	mm	Larghezza appoggio multidirezionale long
h	0.25	mm	Altezza baggiolo

$b_2 < 3 b_1$	ok
$d_2 < 3 d_1$	ok

b2	0.75	mm	Larghezza area diffusione direzione trasv
d2	1	mm	Larghezza area diffusione direzione long

Ac,0	0.375	mm ²	Area caricata
Ac,1	0.75	mm ²	Area di massima diffusione del carico

fcd	18.13	MPa	Resistenza cilindrica di progetto
Fr,du	9616.65	kN	Forza di compressione ultima

$Fr,du^{2/3}$	6144.10	kN	Forza di compressione ultima ridotta
Ned	4623.5	kN	Sforzo di compressione massimo

Verifica	ok		
Ft	1.39		Coefficiente di sicurezza

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	IN1712EI2CLVI0306003
				B

Verifica dell'armatura di confinamento del cls

Il massimo sforzo di compressione riscontrato in corrispondenza dell'apparecchio d'appoggio multidirezionale più esterno è pari a 4623 kN.

Risultano verificati 1 strato di $\phi 16$ a 2 bracci + 2 strati di $\phi 20$ a 4 bracci, i quali forniscono una resistenza al confinamento pari a: $N_{Rd} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{v}$.

Verifica confinamento

ϕ_w	20	mm
nbr	4	
nstr	2	
Aw	2513.27	mm ²

Diametro staffe
Numero braccia
Numero strati
Area staffe

ϕ_w	16	mm
nbr	2	
nstr	1	
Aw	402.12	mm ²

Nrd	5704.0	kN
Ned	4623	kN
Verifica	ok	
Ft	1.23	

Forza resistente di progetto
Sforzo di compressione massimo