

COMMITTENTE:



**PROVINCIA  
DI BRESCIA**

# PROVINCIA DI BRESCIA

AREA TECNICA E DELL'AMBIENTE  
SETTORE DELLE STRADE E DEI TRASPORTI



**PROVINCIA  
DI BRESCIA**

## PROGETTO

S.P. 11 "ORZINUOVI - ACQUAFREDDA"

PROGETTO DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL CAVALCAFERROVIA AL KM 16+750 IN  
COMUNE DI VEROLANUOVA.

CUP: H37H20002300002

FASE

DATA

**PROGETTO ESECUTIVO**

Gennaio 2023

PROGETTISTA ARCHITETTONICO E STRUTTURALE



## GUERINI INGEGNERIA SRL

*Ing. Guerini Alessandro*

Via Italia, 76 C - 25069 Villa Carcina (Brescia)

Tel. 030.8368592-3 - Cell. 348.8867329

[www.gueriniingegneria.it](http://www.gueriniingegneria.it) - [tecnico@gueriniingegneria.it](mailto:tecnico@gueriniingegneria.it)

C.F. e P.IVA 03711710982

Collaboratori:

Arch.I. Mandis Simona

Ing. Valentini Monica

OGGETTO

ELABORATO

**Fascicolo di calcolo**

**PE-E02**

SCALA

---

## **LAVORI DI**

MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL CAVALCAFERROVIA AL KM  
16+750 IN COMUNE DI VEROLANUOVA. S.P. 11 "ORZINUOVI - ACQUAFREDDA" -

CUP: H37H20002300002

---

## **FASCICOLO DI CALCOLO**

## Sommario

Sommario .....	2
1 INTRODUZIONE.....	3
2 NORMATIVE E RIFERIMENTI .....	4
2.1 Normative e standard .....	4
3 MATERIALI .....	4
3.1 Materiali strutture esistenti .....	4
3.2 Materiali nuovi interventi .....	4
3.2.1 Acciaio.....	4
3.2.2 Calcestruzzo .....	5
4 VERIFICHE INTERVENTI DI RINFORZO.....	7
4.1 Intervento di rinforzo della pila .....	7
4.1.1 Verifica della sezione rinforzata_PILASTRO .....	8
4.1.2 Dati della pilastrata .....	8
4.1.3 Controlli geometrici NTC18.....	9
4.1.4 Verifiche delle sezioni .....	9
4.1.5 Verifiche nodi trave colonna .....	13
4.1.6 Verifiche di gerarchia delle resistenze nei nodi trave pilastro.....	13
4.1.7 Significato dei simboli utilizzati: .....	13
4.1.8 Verifica della sezione rinforzata_SETTO.....	15
4.1.9 Caratteristiche dei materiali .....	15
4.1.10 Verifiche generali .....	16
4.1.11 Verifica del nucleo N1.....	16
4.1.12 Significato dei simboli utilizzati: .....	20
4.2 Intervento di rinforzo pulvino .....	22
4.3 Intervento di rinforzo mensole del pulvino .....	24
5 CONCLUSIONI .....	26

## 1 INTRODUZIONE

La presente relazione riguarda gli aspetti statici e sismici relativi al progetto di manutenzione straordinaria del cavalcaferrovia della SP11 (Orzinuovi-Acquafredda) al km. 16+750 nel comune di Verolanuova (BS)

Il manufatto è un viadotto a tre luci isostatiche che scavalca con la campata centrale, di circa 11 m, la linea ferroviaria Brescia – Cremona e con le due luci laterali di circa 8.5m due stradi comunali. Le due pile centrali sono a portale caratterizzate da tre pilastri collegati in sommità da un traverso con funzione di appoggio per le travi prefabbricate che costituiscono l'impalcato. Quest'ultimo, largo complessivamente 10.70m, è caratterizzato da una carreggiata a doppio senso marcia di larghezza 8.70 m e da due cordoli reggi barriera stradale larghi 1m.

Nella figura seguente si evidenzia l'inquadramento territoriale dell'opera nel contesto planimetrico. La posizione del ponte oggetto della presente relazione è evidenziato con un cerchio di colore rosso.



*Inquadramento territoriale dell'opera*

La presente relazione riguarda:

- Le verifiche relative allo stato di progetto in seguito agli interventi descritti nella relazione di calcolo.

## **2 NORMATIVE E RIFERIMENTI**

### **2.1 Normative e standard**

Gli interventi sono progettati con riferimento alla seguente normativa:

- D.M. 17/1/2018: *Nuove Norme tecniche per le costruzioni*
- Circolare 21/01/2019 n.7 *"Istruzioni per l'applicazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018"*

## **3 MATERIALI**

### **3.1 Materiali strutture esistenti**

Per quanto riguarda la caratterizzazione dei materiali, sono stati considerati i dati ricavati dalle indagini svolte in sito, le cui risultanze sono riportate nel "Rapporto tecnico di prova" a cura della P&P in data Agosto 2021.

In particolare si è considerato:

- per tutte le strutture in opera (pile, pulvino e spalle) si è assunto un calcestruzzo di caratteristiche C25/30
- per le travi dell'impalcato si è assunto un calcestruzzo di caratteristiche C40/50
- per la soletta dell'impalcato si è assunto un calcestruzzo di caratteristiche C25/30

I valori assunti derivano da prove sperimentali in sito diffuse, dalle quali si sono assunti i valori minimi. Si considera pertanto un livello di confidenza LC=3 con fattore pari a 1 sui parametri di resistenza dei materiali.

### **3.2 Materiali nuovi interventi**

#### **3.2.1 Acciaio**

Per l'acciaio da carpenteria si assume il seguente peso per unità di volume:      Acciaio = 78,50 kN/m<sup>3</sup>

##### **3.2.1.1 Acciaio per armatura convenzionale di strutture in c.a.**

Barre a aderenza migliorata: acciaio tipo B450C

Per  $\phi < 26$  mm

- Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} > 4.500$  daN / cm<sup>2</sup>
- Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} > 5.400$  daN / cm<sup>2</sup>

Le tensioni di design risultano:

Per lo S.L.U.  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_m} = \frac{4500}{1.15} = 3.913 \text{ daN/cm}^2$

Per lo S.L.E.  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_m} = \frac{4500}{1.25} = 3.600 \text{ daN/cm}^2$

### 3.2.2 Calcestruzzo

#### 3.2.2.1 Premessa

Di seguito si riportano le caratteristiche e le proprietà meccaniche principali (indipendenti dalla sezione dell'elemento strutturale) definite in accordo alla normativa di riferimento (NTC2018). Per il calcestruzzo si assume il seguente peso per unità di volume:  $\gamma_{CLS} = 25,00 \text{ kN/m}^3$ .

Di seguito vengono elencati i materiali usati nel modello:

#### Dati generali

ID	= numero identificativo del materiale
E	= modulo di Elasticità
v	= coefficiente di Poisson
G	= modulo di Elasticità Tangenziale
Ps	= peso specifico
$\alpha$	= coefficiente di Dilatazione Termica
$f_{yk}$	= tensione caratteristica di snervamento
$f_u$	= resistenza ultima a trazione
$\epsilon_{ud}$	= deformazione ultima
$\gamma_{M,c}$	= coeff. parziale materiale per la resistenza a SLU per compressione
$\gamma_{M,t}$	= coeff. parziale materiale per la resistenza a SLU per trazione
$\gamma_M$	= coeff. parziale materiale per la resistenza a SLU
$\gamma_{M,ecc}$	= coeff. parziale materiale per la resistenza a SLU per situazioni eccezionali

#### Dati specifici per calcestruzzo

$R_{ck}$	= resistenza caratteristica cubica di compressione del calcestruzzo
$f_{ck}$	= resistenza caratteristica cilindrica di compressione del calcestruzzo
$f_{ctk}$	= resistenza caratteristica di trazione del calcestruzzo
$f_{ctm}$	= resistenza media di trazione del calcestruzzo
$f_{tc,eff}$	= resistenza media di trazione efficace del calcestruzzo al momento in cui si suppone l'insorgere delle prime fessure
$\gamma_c$	= coeff. parziale materiale per la resistenza a SLU per compressione del calcestruzzo
$\alpha_{cc}$	= coefficiente riduttivo per la resistenza a compressione di lunga durata
$\alpha_{ct}$	= coefficiente riduttivo per la resistenza a trazione di lunga durata

#### Dati specifici per acciaio da carpenteria

$f_y$	= tensione di snervamento acciaio per spessori minori o uguali a 40 mm
-------	--

- $f_{y1}$  = tensione di snervamento acciaio per spessori maggiori di 40 mm
- $\gamma_{M0,c}$  = coeff. parziale materiale per la resistenza a SLU per compressione per acciaio da carpenteria (per il D.M. 14/09/2005 corrisponde a  $\gamma_M$ )
- $\gamma_{M0,t}$  = coeff. parziale materiale per la resistenza a SLU per trazione per acciaio da carpenteria
- $\gamma_{M1}$  = coeff. parziale materiale per la resistenza a SLU per acciaio da carpenteria per verifiche di instabilità (per il D.M. 14/09/2005 corrisponde a  $\gamma_M$ )

### 3.2.2.2 Calcestruzzo

#### Cls C32/40

Proprietà reologiche:

$$E = 33643 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\nu = 0.200$$

$$G = 15292 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$P_s = 2.5e-005 \text{ (N/mm}^3\text{)}$$

$$\alpha = 1e-005 \text{ (1/}^\circ\text{C)}$$

Parametri di verifica:

$$\gamma_{M,c} = 1.5$$

$$\gamma_{M,t} = 1.5$$

$$\gamma_{M,ecc} = 1$$

$$R_{ck} = 4 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$f_{ck} = 32 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$f_{ctk} = 2.2 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\alpha_{cc} = 0.85$$

$$\alpha_{ct} = 1$$

$$GrpEsig = a$$

Valori di progetto

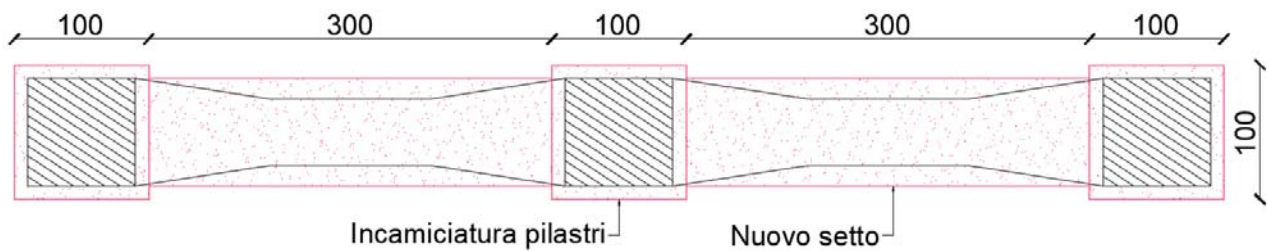
$$F_{cd} = 18.1 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$F_{ctd} = 1.25 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

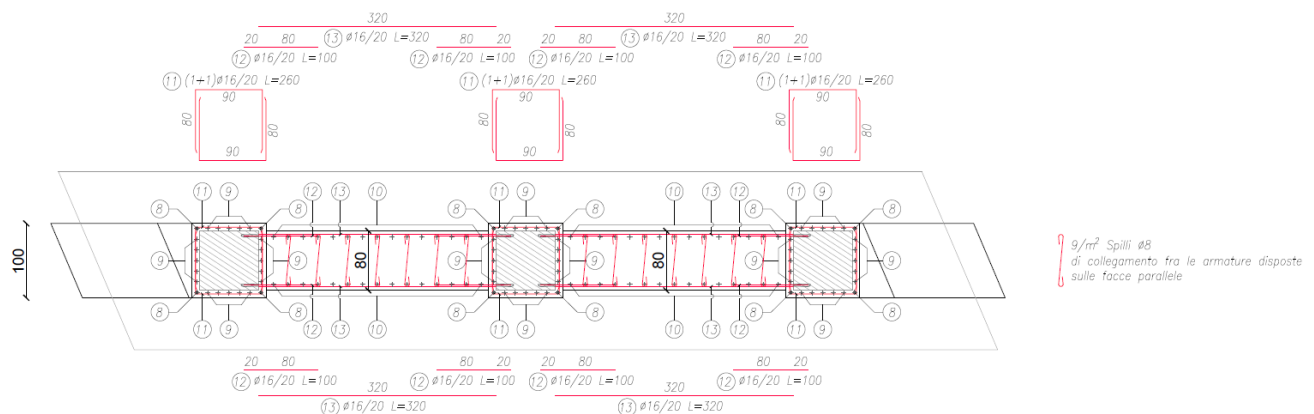
## 4 VERIFICHE INTERVENTI DI RINFORZO

#### 4.1 Intervento di rinforzo della pila

Tra gli interventi previsti, risulta particolarmente rilevante quello di adeguamento delle pile, che saranno incamiciate in una nuova sezione armata e connesse attraverso un setto di c.a., tale da soddisfare le richieste normative circa le forze da deragliamenti. Questo provvedimento porta inoltre ad adeguare le pile anche dal punto di vista sismico.



*Dettaglio generale intervento\_Sezione*



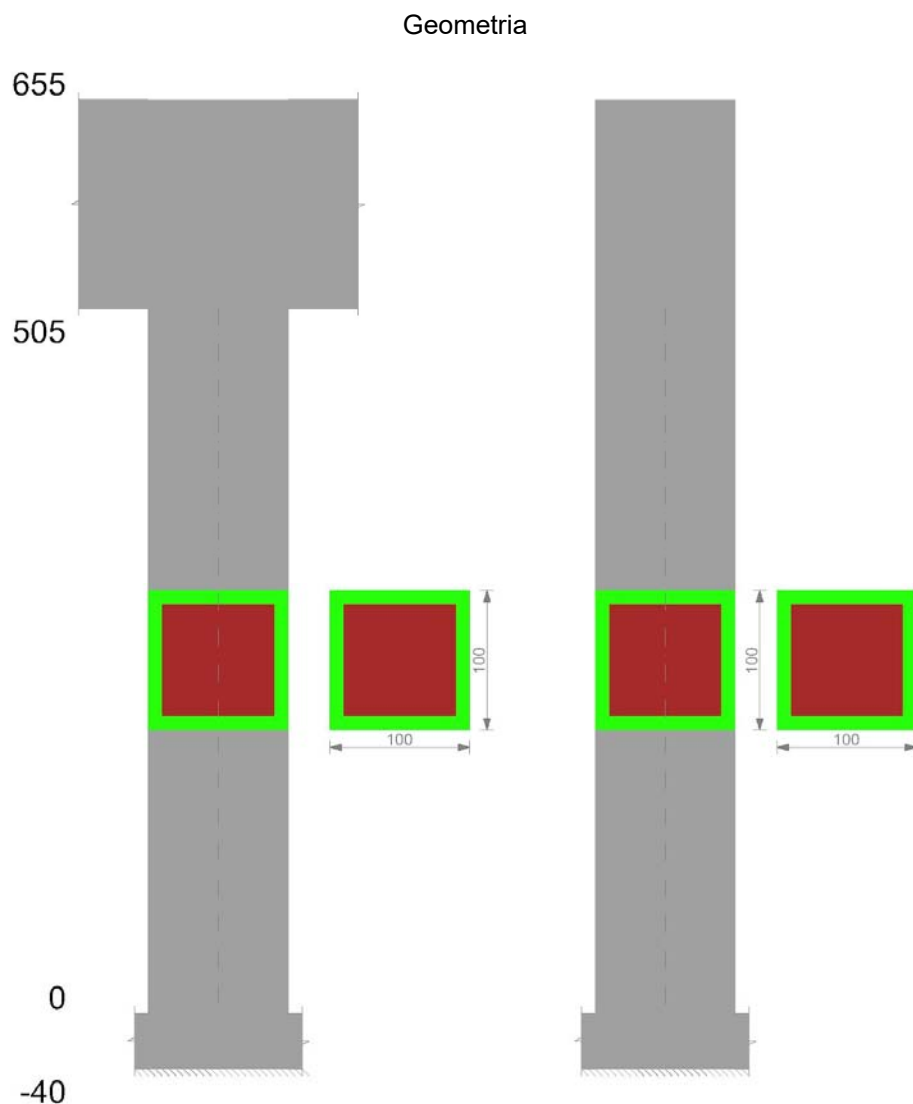
*Dettaglio intervento\_Sezione esecutiva*

A favore di sicurezza si considera una sezione costituita dalla sola armatura nuova e dal getto integrativo.

Il setto di rinforzo prolungandosi fino all'intradosso della traversa, risulta direttamente caricato dall'impalcato, sgravando quindi la traversa di sommità, che versa in condizioni di avanzato degrado e che presenterebbe le maggiori criticità per l'adeguamento ai carichi attuali.



#### 4.1.1 Verifica della sezione rinforzata\_PILASTRO



#### 4.1.2 Dati della pilastrata

##### 4.1.2.1 Campate costituenti la pilastrata

Q.inf.	Q.sup.	Sezione	Esistente	Secondaria	Dissipativa	Interna a parete	Sovraresistenza	Materiale CLS	Materiale Acciaio	FC
0	505	R 100x100	No	No	No	Si		C32/40	B450C	

##### 4.1.2.2 Presenza di campate con incamiciatura in C.A. costituenti la pilastrata

Q.inf.	Q.sup.	Incamiciatura	Sezione interna	Materiale sezione interna	Sezione esterna	Materiale sezione esterna	% riduzione
0	505	Si	R 80x80	C25/30 LC1	R 100x100	C32/40	10

#### 4.1.2.3 Disposizione delle armature longitudinali

Posizione	X	Y	Diametro	Area	Q.inf.	Q.sup.	Sezione	Materiale
p.1	-43.33	-43.33	3.2	8.042	-20	0	R 100x100	B450C
p.1	43.33	-43.33	3.2	8.042	-20	0	R 100x100	B450C
p.1	43.33	43.33	3.2	8.042	-20	0	R 100x100	B450C
p.1	-43.33	43.33	3.2	8.042	-20	0	R 100x100	B450C
p.2	-30.27	-44.2	2.4	4.524	-20	0	R 100x100	B450C
p.2	-15.13	-44.2	2.4	4.524	-20	0	R 100x100	B450C
p.2	0	-44.2	2.4	4.524	-20	0	R 100x100	B450C
p.2	15.13	-44.2	2.4	4.524	-20	0	R 100x100	B450C
p.2	30.27	-44.2	2.4	4.524	-20	0	R 100x100	B450C
p.2	-30.27	44.2	2.4	4.524	-20	0	R 100x100	B450C
p.2	-15.13	44.2	2.4	4.524	-20	0	R 100x100	B450C
p.2	0	44.2	2.4	4.524	-20	0	R 100x100	B450C
p.2	15.13	44.2	2.4	4.524	-20	0	R 100x100	B450C
p.2	30.27	44.2	2.4	4.524	-20	0	R 100x100	B450C
p.2	-44.2	-30.27	2.4	4.524	-20	0	R 100x100	B450C
p.2	-44.2	-15.13	2.4	4.524	-20	0	R 100x100	B450C
p.2	-44.2	0	2.4	4.524	-20	0	R 100x100	B450C
p.2	-44.2	15.13	2.4	4.524	-20	0	R 100x100	B450C
p.2	-44.2	30.27	2.4	4.524	-20	0	R 100x100	B450C
p.2	44.2	-30.27	2.4	4.524	-20	0	R 100x100	B450C
p.2	44.2	-15.13	2.4	4.524	-20	0	R 100x100	B450C
p.2	44.2	0	2.4	4.524	-20	0	R 100x100	B450C
p.2	44.2	15.13	2.4	4.524	-20	0	R 100x100	B450C
p.2	44.2	30.27	2.4	4.524	-20	0	R 100x100	B450C
p.3	-43.33	-43.33	3.2	8.042	0	596.7	R 100x100	B450C
p.3	43.33	-43.33	3.2	8.042	0	596.7	R 100x100	B450C
p.3	43.33	43.33	3.2	8.042	0	596.7	R 100x100	B450C
p.3	-43.33	43.33	3.2	8.042	0	596.7	R 100x100	B450C
p.4	-30.27	-44.2	2.4	4.524	0	596.7	R 100x100	B450C
p.4	-15.13	-44.2	2.4	4.524	0	596.7	R 100x100	B450C
p.4	0	-44.2	2.4	4.524	0	596.7	R 100x100	B450C
p.4	15.13	-44.2	2.4	4.524	0	596.7	R 100x100	B450C
p.4	30.27	-44.2	2.4	4.524	0	596.7	R 100x100	B450C
p.4	-30.27	44.2	2.4	4.524	0	596.7	R 100x100	B450C
p.4	-15.13	44.2	2.4	4.524	0	596.7	R 100x100	B450C
p.4	0	44.2	2.4	4.524	0	596.7	R 100x100	B450C
p.4	15.13	44.2	2.4	4.524	0	596.7	R 100x100	B450C
p.4	30.27	44.2	2.4	4.524	0	596.7	R 100x100	B450C
p.4	-44.2	-30.27	2.4	4.524	0	596.7	R 100x100	B450C
p.4	-44.2	-15.13	2.4	4.524	0	596.7	R 100x100	B450C
p.4	-44.2	0	2.4	4.524	0	596.7	R 100x100	B450C
p.4	-44.2	15.13	2.4	4.524	0	596.7	R 100x100	B450C
p.4	-44.2	30.27	2.4	4.524	0	596.7	R 100x100	B450C
p.4	44.2	-30.27	2.4	4.524	0	596.7	R 100x100	B450C
p.4	44.2	-15.13	2.4	4.524	0	596.7	R 100x100	B450C
p.4	44.2	0	2.4	4.524	0	596.7	R 100x100	B450C
p.4	44.2	15.13	2.4	4.524	0	596.7	R 100x100	B450C
p.4	44.2	30.27	2.4	4.524	0	596.7	R 100x100	B450C

#### 4.1.3 Controlli geometrici NTC18

Nessuna anomalia

#### 4.1.4 Verifiche delle sezioni

##### 4.1.4.1 Verifica a pressoflessione in SLU

Quota	As	%	At	Pos.	Mx	My	N	MRdx	MRdy	Comb.	Coeff.s.	Verifica
0	122.65	2.5	0	1,2,3,4	154026	-154026	-51342	4203589	-4203589	SLU 4	27.291	SI
30	122.65	2.5	0	1,2,3,4	151181	-151181	-50394	4203589	-4203589	SLU 4	27.805	SI
59	122.65	2.5	0	1,2,3,4	146832	-146832	-48944	4203589	-4203589	SLU 4	28.629	SI
89	122.65	1.5	0	1,3,4	143965	-143965	-47988	4203589	-4203589	SLU 4	29.199	SI
119	122.65	1.2	0	3,4	141039	-141039	-47013	4203589	-4203589	SLU 4	29.804	SI
135	122.65	1.2	0	3,4	137012	-137012	-45671	4203589	-4203589	SLU 4	30.681	SI
149	122.65	1.2	0	3,4	135677	-135677	-45226	4203589	-4203589	SLU 4	30.982	SI
178	122.65	1.2	0	3,4	132734	-132734	-44245	4203589	-4203589	SLU 4	31.669	SI
193	122.65	1.2	0	3,4	131350	-131350	-43783	4203589	-4203589	SLU 4	32.003	SI
208	122.65	1.2	0	3,4	126216	-126216	-42072	4203589	-4203589	SLU 4	33.305	SI
238	122.65	1.2	0	3,4	123291	-123291	-41097	4203589	-4203589	SLU 4	34.095	SI
267	122.65	1.2	0	3,4	120394	120394	-40131	4203589	4203589	SLU 4	34.915	SI
297	122.65	1.2	0	3,4	112893	-112893	-37631	4203589	-4203589	SLU 4	37.235	SI
327	122.65	1.2	0	3,4	109975	-109975	-36658	4203589	-4203589	SLU 4	38.223	SI
356	122.65	1.2	0	3,4	107079	107079	-35693	4203589	4203589	SLU 4	39.257	SI
386	122.65	1.2	0	3,4	99497	-99497	-33166	4203589	-4203589	SLU 4	42.249	SI
416	122.65	1.2	0	3,4	96586	96586	-32195	4203589	4203589	SLU 4	43.522	SI
446	122.65	1.2	0	3,4	89473	-89473	-29824	4203589	-4203589	SLU 4	46.982	SI
475	122.65	1.2	0	3,4	86583	86583	-28861	4203589	4203589	SLU 4	48.55	SI
505	122.65	1.2	0	3,4	83729	83729	-27910	4203589	4203589	SLU 4	50.205	SI

#### 4.1.4.2 Verifica a pressoflessione in SLV (domini sostanzialmente elastici)

La struttura oppure parte di essa, è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per tutte o solo alcune sezioni, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Le dilatazioni ultime utilizzate sono le dilatazioni limite elastiche

Quota	As	%	At	Pos.	Mx	My	N	$\epsilon_{cu}$	$\epsilon_{fk}$	MRdx	MRdy	Comb.	C.S.	Nmin	Nlim	Comb.Nmin	Ver.
0	122.65	2.5	0	1,2,3,4	11964033	-35540	-36569	-	1.92	16753123	-49766	SLV 13	1.4				Si
30	122.65	2.5	0	1,2,3,4	11683292	816	-35840	-	1.92	16781409	1172	SLV 13	1.436				Si
59	122.65	2.5	0	1,2,3,4	10616012	-44967	-34820	-	1.92	16886479	-71528	SLV 13	1.591				Si
89	122.65	1.5	0	1,3,4	10289150	-21569	-34085	-	1.92	16923581	-35477	SLV 13	1.645				Si
119	122.65	1.2	0	3,4	9955634	10876	-33335	-	1.92	16954188	18522	SLV 13	1.703				Si
135	122.65	1.2	0	3,4	8954170	-43986	-32435	-	1.92	17104724	-84024	SLV 13	1.91				Si
149	122.65	1.2	0	3,4	8800901	-30419	-32093	-	1.92	17131878	-59213	SLV 13	1.947				Si
178	122.65	1.2	0	3,4	8463050	3743	-31339	-	1.92	17192593	7603	SLV 13	2.031				Si
193	122.65	1.2	0	3,4	8304172	17192	-30984	-	1.92	17198796	35607	SLV 13	2.071				Si
208	122.65	1.2	0	3,4	7324633	-50117	-29936	-	1.92	17397118	-119035	SLV 13	2.375				Si
238	122.65	1.2	0	3,4	6977383	-16167	-29186	-	1.92	17496804	-40542	SLV 13	2.508				Si
267	122.65	1.2	0	3,4	6633594	22748	-28443	-	1.92	17558668	60214	SLV 13	2.647				Si
297	122.65	1.2	0	3,4	5514782	-39606	-26697	-	1.92	17910447	-128629	SLV 13	3.248				Si
327	122.65	1.2	0	3,4	5180334	6117	-25949	-	1.92	18078535	21347	SLV 13	3.49				Si
356	122.65	1.2	0	3,4	4848375	48211	-25206	-	1.92	18141031	180389	SLV 13	3.742				Si
386	122.65	1.2	0	3,4	3775172	-22949	-23434	-	1.92	18921879	-115027	SLV 13	5.012				Si
416	122.65	1.2	0	3,4	3455575	29985	-22688	-	1.92	19175022	166386	SLV 13	5.549				Si
446	122.65	1.2	0	3,4	2419356	-58366	-21017	-	1.92	20769501	-501054	SLV 13	8.585				Si
475	122.65	1.2	0	3,4	2117162	978	-20276	-	1.92	21834821	10084	SLV 13	10.313				Si
505	122.65	1.2	0	3,4	1818679	55889	-19544	-	1.92	22579278	693879	SLV 13	12.415				Si

#### 4.1.4.3 Verifica a pressoflessione in SLD

La struttura oppure parte di essa, è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per tutte o solo alcune sezioni, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Le dilatazioni ultime utilizzate sono le dilatazioni limite elastiche

Quota	As	%	At	Pos.	Mx	My	N	MRdx	MRdy	Comb.	Coeff.s.	Verifica
0	122.65	2.5	0	1,2,3,4	4764179	-21040	-36901	20169495	-89074	SLD 13	4.234	Si
30	122.65	2.5	0	1,2,3,4	4652391	-6639	-36172	20224690	-28862	SLD 13	4.347	Si
59	122.65	2.5	0	1,2,3,4	4227404	-26049	-35119	20633810	-127144	SLD 13	4.881	Si
89	122.65	1.5	0	1,3,4	4097251	-15381	-34384	20731200	-77826	SLD 13	5.06	Si
119	122.65	1.2	0	3,4	3964448	-1123	-33634	20847130	-5905	SLD 13	5.259	Si
135	122.65	1.2	0	3,4	3565677	-26915	-32693	21375637	-161351	SLD 13	5.995	Si
149	122.65	1.2	0	3,4	3504647	-19979	-32351	21452730	-122297	SLD 13	6.121	Si
178	122.65	1.2	0	3,4	3370118	-3018	-31597	21640608	-19382	SLD 13	6.421	Si
193	122.65	1.2	0	3,4	3306854	3930	-31242	21704557	25794	SLD 13	6.564	Si
208	122.65	1.2	0	3,4	2916819	-31725	-30089	22409588	-243739	SLD 13	7.683	Si
238	122.65	1.2	0	3,4	2778544	-11754	-29339	22723537	-96125	SLD 13	8.178	Si
267	122.65	1.2	0	3,4	2641647	10107	-28596	22989175	87956	SLD 13	8.703	Si
297	122.65	1.2	0	3,4	2196154	-26911	-26811	24287469	-297615	SLD 13	11.059	Si
327	122.65	1.2	0	3,4	2062967	2367	-26063	24892365	28562	SLD 13	12.066	Si
356	122.65	1.2	0	3,4	1930771	30135	-25321	25203009	393363	SLD 13	13.053	Si
386	122.65	1.2	0	3,4	1503428	-16040	-23513	28070668	-299492	SLD 13	18.671	Si
416	122.65	1.2	0	3,4	1376139	21667	-22767	28753388	452710	SLD 13	20.894	Si
446	122.65	1.2	0	3,4	963524	-43520	-21064	27508378	-1242475	SLD 13	28.55	Si
475	122.65	1.2	0	3,4	843153	639	-20323	27899117	21144	SLD 13	33.089	Si
505	122.65	1.2	0	3,4	724259	42772	-19591	26490011	1564401	SLD 13	36.575	Si

#### 4.1.4.4 Verifica a pressoflessione in SLU Eccezionale

Quota	As	%	At	Pos.	Mx	My	N	MRdx	MRdy	Comb.	Coeff.s.	Verifica
0	122.65	2.5	0	1,2,3,4	6244432	-1799	-36881	28569762	-8232	SLU EX 3	4.575	Si
30	122.65	2.5	0	1,2,3,4	5705141	-2862	-36152	29117118	-14605	SLU EX 3	5.104	Si
59	122.65	2.5	0	1,2,3,4	3713388	-7699	-35178	32858454	-68123	SLU EX 3	8.849	Si
89	122.65	1.5	0	1,3,4	3126405	-6518	-34443	34598787	-72134	SLU EX 3	11.067	Si
119	122.65	1.2	0	3,4	2527426	-5314	-33693	36820768	-77410	SLU EX 3	14.568	Si
135	122.65	1.2	0	3,4	3347	-1871837	-32889	70447	-39395801	SLU EX 4	21.047	Si
149	122.65	1.2	0	3,4	1148279	-11412	-32464	37448353	-372162	SLU EX 1	32.613	Si
178	122.65	1.2	0	3,4	-2161	1858848	-31793	-45564	39197507	SLU EX 4	21.087	Si
193	122.65	1.2	0	3,4	-3943	3065834	-31438	-43452	33787517	SLU EX 4	11.021	Si
208	122.65	1.2	0	3,4	-2049	1870652	-30192	-42465	38765916	SLU EX 4	20.723	Si
238	122.65	1.2	0	3,4	-1299015	-10753	-29471	-39618769	-327951	SLU EX 3	30.499	Si
267	122.65	1.2	0	3,4	-1023154	-40	-28729	-37594314	-1472	SLU EX 3	36.744	Si
297	122.65	1.2	0	3,4	657	-72593	-36146	34702	-3833307	SLU EX 2	52.805	Si
327	122.65	1.2	0	3,4	586	-3442	-35397	31599	-185623	SLU EX 2	53.921	Si
356	122.65	1.2	0	3,4	515	65200	-34655	28387	3590996	SLU EX 2	55.077	Si
386	122.65	1.2	0	3,4	-214207	-11615	-23575	-16878354	-915179	SLU EX 1	78.795	Si
416	122.65	1.2	0	3,4	106	88799	-23430	8662	7233868	SLU EX 2	81.463	Si
446	122.65	1.2	0	3,4	558	-186851	-21094	49317	-16526722	SLU EX 4	88.449	Si
475	122.65	1.2	0	3,4	181	-4865	-20689	16690	-448790	SLU EX 2	92.256	Si
505	122.65	1.2	0	3,4	95	42636	-19957	9039	4077613	SLU EX 2	95.639	Si

#### 4.1.4.5 Verifica a taglio in famiglia SLU

Quota	Staffe	Direzione X								Direzione Y								Verifica
		V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	
0	2X/2Y ø16/19.4	-15	-	SLU 4	36715	154540	254253	2.5	10018.17	0	-	SLU 1	34514	154540	251977	2.5	1000	Si
30	2X/2Y ø16/19.4	-15	-	SLU 4	36595	154540	254129	2.5	10018.17	0	-	SLU 1	34422	154540	251881	2.5	1000	Si
59	2X/2Y ø16/19.4	98	-	SLU 4	36410	154540	253938	2.5	1582.4	0	-	SLU 1	34292	154540	251747	2.5	1000	Si
89	2X/2Y ø16/19.4	98	-	SLU 4	36289	154540	253812	2.5	1582.4	0	-	SLU 1	34198	154540	251650	2.5	1000	Si
119	2X/2Y ø16/19.4	98	-	SLU 4	36165	154540	253684	2.5	1582.4	0	-	SLU 1	34103	154540	251551	2.5	1000	Si
135	2X/2Y ø16/19.4	256	-	SLU 4	35994	154540	253507	2.5	603.5	0	-	SLU 1	33991	154540	251435	2.5	1000	Si
149	2X/2Y ø16/19.4	256	-	SLU 4	35937	154540	253449	2.5	603.5	0	-	SLU 1	33947	154540	251390	2.5	1000	Si
178	2X/2Y ø16/19.4	256	-	SLU 4	35813	154540	253320	2.5	603.5	0	-	SLU 1	33851	154540	251291	2.5	1000	Si
193	2X/2Y ø16/19.4	256	-	SLU 4	35754	154540	253259	2.5	603.5	0	-	SLU 1	33806	154540	251244	2.5	1000	Si
208	2X/2Y ø16/19.4	502	-	SLU 4	35536	154540	253034	2.5	307.75	0	-	SLU 1	33666	154540	251099	2.5	1000	Si
238	2X/2Y ø16/19.4	502	-	SLU 4	35412	154540	252906	2.5	307.75	0	-	SLU 1	33570	154540	251000	2.5	1000	Si
267	2X/2Y ø16/19.4	502	-	SLU 4	35290	154540	252779	2.5	307.75	0	-	SLU 1	33476	154540	250903	2.5	1000	Si
297	2X/2Y ø16/19.4	874	-	SLU 4	34972	154540	252450	2.5	176.81	-1	-	SLU 1	33265	154540	250684	2.5	1000	Si
327	2X/2Y ø16/19.4	874	-	SLU 4	34848	154540	252322	2.5	176.81	-1	-	SLU 1	33170	154540	250586	2.5	1000	Si
356	2X/2Y ø16/19.4	874	-	SLU 4	34725	154540	252195	2.5	176.81	-1	-	SLU 1	33075	154540	250488	2.5	1000	Si
386	2X/2Y ø16/19.4	1321	-	SLU 4	34404	154540	251862	2.5	116.97	-3	-	SLU 4	34404	154540	251862	2.5	57063.42	Si
416	2X/2Y ø16/19.4	1321	-	SLU 4	34280	154540	251735	2.5	116.97	-3	-	SLU 4	34280	154540	251735	2.5	57063.42	Si
446	2X/2Y ø16/19.4	1645	-	SLU 4	33979	154540	251423	2.5	93.93	-4	-	SLU 4	33979	154540	251423	2.5	41970.15	Si
475	2X/2Y ø16/19.4	1645	-	SLU 4	33856	154540	251296	2.5	93.93	-4	-	SLU 4	33856	154540	251296	2.5	41970.15	Si
505	2X/2Y ø16/19.4	1645	-	SLU 4	33735	154540	251171	2.5	93.93	-4	-	SLU 4	33735	154540	251171	2.5	41970.15	Si

#### 4.1.4.6 Verifica a taglio in famiglia SLV

Quota	Staffe	Direzione X								Direzione Y								Verifica
		V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	
0	2X/2Y ø16/19.4	-7451	-	SLV 5	34897	154540	252372	2.5	20.74	-9633	-	SLV 13	34837	154540	252310	2.5	16.04	Si
30	2X/2Y ø16/19.4	-7451	-	SLV 5	34804	154540	252276	2.5	20.74	-9633	-	SLV 13	34744	154540	252214	2.5	16.04	Si
59	2X/2Y ø16/19.4	7508	-	SLV 11	34687	154540	252156	2.5	20.58	-	-	SLV 13	34614	154540	252080	2.5	13.89	Si
89	2X/2Y ø16/19.4	7508	-	SLV 11	34594	154540	252059	2.5	20.58	-	-	SLV 13	34521	154540	251983	2.5	13.89	Si
119	2X/2Y ø16/19.4	7508	-	SLV 11	34498	154540	251960	2.5	20.58	-	-	SLV 13	34425	154540	251885	2.5	13.89	Si
135	2X/2Y ø16/19.4	7757	-	SLV 11	34375	154540	251833	2.5	19.92	-	-	SLV 13	34311	154540	251766	2.5	13.79	Si
149	2X/2Y ø16/19.4	7757	-	SLV 11	34332	154540	251788	2.5	19.92	-	-	SLV 13	34267	154540	251721	2.5	13.79	Si
178	2X/2Y ø16/19.4	7757	-	SLV 11	34236	154540	251689	2.5	19.92	-	-	SLV 13	34171	154540	251622	2.5	13.79	Si

		Direzione X								Direzione Y								Verifica
Quota	Staffe	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	
193	2X/2Y ø16/19.4	7757	-	SLV 11	34191	154540	251642	2.5	19.92	-	-	SLV 13	34126	154540	251575	2.5	13.79	Si
			31490	-						11208	30984	-						
208	2X/2Y ø16/19.4	7981	-	SLV 11	33992	154540	251437	2.5	19.36	-	-	SLV 13	33993	154540	251437	2.5	13.34	Si
			29931	-						11585	29936	-						
238	2X/2Y ø16/19.4	7981	-	SLV 11	33897	154540	251338	2.5	19.36	-	-	SLV 13	33898	154540	251339	2.5	13.34	Si
			29181	-						11585	29186	-						
267	2X/2Y ø16/19.4	7981	-	SLV 11	33803	154540	251240	2.5	19.36	-	-	SLV 13	33803	154540	251241	2.5	13.34	Si
			28439	-						11585	28443	-						
297	2X/2Y ø16/19.4	8249	-	SLV 11	33578	154540	251008	2.5	18.73	-	-	SLV 13	33581	154540	251011	2.5	13.82	Si
			26673	-						11183	26697	-						
327	2X/2Y ø16/19.4	8249	-	SLV 11	33483	154540	250910	2.5	18.73	-	-	SLV 13	33486	154540	250913	2.5	13.82	Si
			25925	-						11183	25949	-						
356	2X/2Y ø16/19.4	8249	-	SLV 11	33388	154540	250812	2.5	18.73	-	-	SLV 13	33392	154540	250815	2.5	13.82	Si
			25182	-						11183	25206	-						
386	2X/2Y ø16/19.4	8390	-	SLV 11	33162	154540	250578	2.5	18.42	-	-	SLV 13	33166	154540	250582	2.5	14.43	Si
			23403	-						10710	23434	-						
416	2X/2Y ø16/19.4	8390	-	SLV 11	33067	154540	250480	2.5	18.42	-	-	SLV 13	33071	154540	250484	2.5	14.43	Si
			22657	-						10710	22688	-						
446	2X/2Y ø16/19.4	8239	-	SLV 11	32856	154540	250261	2.5	18.76	-	-	SLV 13	32859	154540	250264	2.5	15.16	Si
			20994	-						10197	21017	-						
475	2X/2Y ø16/19.4	8239	-	SLV 11	32762	154540	250164	2.5	18.76	-	-	SLV 13	32764	154540	250167	2.5	15.16	Si
			20253	-						10197	20276	-						
505	2X/2Y ø16/19.4	8239	-	SLV 11	32669	154540	250067	2.5	18.76	-	-	SLV 13	32671	154540	250070	2.5	15.16	Si
			19522	-						10197	19544	-						

#### 4.1.4.7 Verifica a taglio in famiglia SLD Resistenza

		Direzione X								Direzione Y								Verifica
Quota	Staffe	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	
0	2X/2Y ø16/19.4	-3015	-	SLD 5	34903	154540	252378	2.5	51.27	-3836	-	SLD 13	34879	154540	252354	2.5	40.29	Si
			37089	-							36901	-						
30	2X/2Y ø16/19.4	-3015	-	SLD 5	34810	154540	252282	2.5	51.27	-3836	-	SLD 13	34786	154540	252258	2.5	40.29	Si
			36360	-							36172	-						
59	2X/2Y ø16/19.4	3072	-	SLD 11	34681	154540	252149	2.5	50.31	-4432	-	SLD 13	34652	154540	252119	2.5	34.87	Si
			35349	-							35119	-						
89	2X/2Y ø16/19.4	3072	-	SLD 11	34588	154540	252053	2.5	50.31	-4432	-	SLD 13	34559	154540	252023	2.5	34.87	Si
			34613	-							34384	-						
119	2X/2Y ø16/19.4	3072	-	SLD 11	34492	154540	251954	2.5	50.31	-4432	-	SLD 13	34463	154540	251924	2.5	34.87	Si
			33863	-							33634	-						
135	2X/2Y ø16/19.4	3238	-	SLD 11	34369	154540	251827	2.5	47.73	-4463	-	SLD 13	34344	154540	251800	2.5	34.63	Si
			32895	-							32693	-						
149	2X/2Y ø16/19.4	3238	-	SLD 11	34326	154540	251782	2.5	47.73	-4463	-	SLD 13	34300	154540	251755	2.5	34.63	Si
			32553	-							32351	-						
178	2X/2Y ø16/19.4	3238	-	SLD 11	34230	154540	251682	2.5	47.73	-4463	-	SLD 13	34204	154540	251656	2.5	34.63	Si
			31799	-							31597	-						
193	2X/2Y ø16/19.4	3238	-	SLD 11	34185	154540	251636	2.5	47.73	-4463	-	SLD 13	34159	154540	251609	2.5	34.63	Si
			31444	-							31242	-						
208	2X/2Y ø16/19.4	3430	-	SLD 11	34012	154540	251457	2.5	45.05	-4613	-	SLD 13	34012	154540	251457	2.5	33.5	Si
			30086	-							30089	-						
238	2X/2Y ø16/19.4	3430	-	SLD 11	33917	154540	251358	2.5	45.05	-4613	-	SLD 13	33917	154540	251359	2.5	33.5	Si
			29336	-							29339	-						
267	2X/2Y ø16/19.4	3430	-	SLD 11	33822	154540	251261	2.5	45.05	-4613	-	SLD 13	33823	154540	251261	2.5	33.5	Si
			28594	-							28596	-						
297	2X/2Y ø16/19.4	3693	-	SLD 11	33594	154540	251025	2.5	41.85	-4453	-	SLD 13	33596	154540	251026	2.5	34.7	Si
			26801	-							26811	-						
327	2X/2Y ø16/19.4	3693	-	SLD 11	33499	154540	250927	2.5	41.85	-4453	-	SLD 13	33500	154540	250928	2.5	34.7	Si
			26053	-							26063	-						
356	2X/2Y ø16/19.4	3693	-	SLD 11	33405	154540	250829	2.5	41.85	-4453	-	SLD 13	33406	154540	250830	2.5	34.7	Si
			25310	-							25321	-						
386	2X/2Y ø16/19.4	3935	-	SLD 11	33175	154540	250591	2.5	39.27	-4266	-	SLD 13	33176	154540	250592	2.5	36.23	Si
			23500	-							23513	-						
416	2X/2Y ø16/19.4	3935	-	SLD 11	33080	154540	250493	2.5	39.27	-4266	-	SLD 13	33081	154540	250494	2.5	36.23	Si
			22754	-							22767	-						
446	2X/2Y ø16/19.4	4008	-	SLD 11	32864	154540	250269	2.5	38.55	-4062	-	SLD 13	32865	154540	250270	2.5	38.05	Si
			21055	-							21064	-						
475	2X/2Y ø16/19.4	4008	-	SLD 11	32769	154540	250172	2.5	38.55	-4062	-	SLD 13	32770	154540	250173	2.5	38.05	Si
			20314	-							20323	-						
505	2X/2Y ø16/19.4	4008	-	SLD 11	32676	154540	250075	2.5	38.55	-4062	-	SLD 13	32677	154540	250076	2.5	38.05	Si
			19582	-							19591	-						

#### 4.1.4.8 Verifica a taglio in combinazioni eccezionali

		Direzione X								Direzione Y								Verifica
Quota	Staffe	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	
0	2X/2Y ø16/19.4	41553	-	SLU EX 4	34906	177721	376131	2.5	4.28	-	-	SLU EX 3	34876	177721	376101	2.5	9.62	Si
			37115	-						18483	36881	-						
30	2X/2Y ø16/19.4	41553	-	SLU EX 4	34813	177721	376035	2.5	4.28	-	-	SLU EX 3	34783	177721	376005	2.5	9.62	Si
			36386	-						18483	36152	-						
59	2X/2Y ø16/19.4	44504	-	SLU EX 4	34678	177721	375896	2.5	3.99	-	-	SLU EX 3	34660	177721	375877	2.5	8.9	Si
			35323	-						19962	35178	-						
89	2X/2Y ø16/19.4	44504	-	SLU EX 4	34585	177721	375799	2.5	3.99	-	-	SLU EX 3	34566	177721	375780	2.5	8.9	Si
			34588	-						19962	34443	-						
119	2X/2Y ø16/19.4	44504	-	SLU EX 4	34489	177721	375700	2.5	3.99	-	-	SLU EX 3	34471	177721	375681	2.5	8.9	Si
			33838	-						19962	33693	-						
135	2X/2Y ø16/19.4	85038	-	SLU EX 4	34369	177721	375575	2.5	2.09	-	-	SLU EX 3	34363	177721	375569	2.5	7.25	Si
			32889	-						24509	32842	-						
149	2X/2Y ø16/19.4	85038	-	SLU EX 4	34325	177721	375530	2.5	2.09	-	-	SLU EX 3	34319	177721	375524	2.5	7.25	Si
			32547	-						24509	32500	-						

		Direzione X								Direzione Y								Verifica
Quota	Staffe	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	
178	2X/2Y ø16/19.4	85038	-	SLU EX 4	34229	177721	375431	2.5	2.09	-	-	SLU EX 3	34223	177721	375425	2.5	7.25	Si
193	2X/2Y ø16/19.4	85038	31793	SLU EX 4	34184	177721	375384	2.5	2.09	24509	31746	SLU EX 3	34178	177721	375378	2.5	7.25	Si
208	2X/2Y ø16/19.4	-	31438	SLU EX 4	34026	177721	375221	2.5	4.29	24509	31391	SLU EX 3	34029	177721	375224	2.5	19.14	Si
238	2X/2Y ø16/19.4	41448	30192	SLU EX 4	33930	177721	375122	2.5	4.29	9286	30221	SLU EX 3	33934	177721	375126	2.5	19.14	Si
267	2X/2Y ø16/19.4	41448	29442	SLU EX 4	33836	177721	375024	2.5	4.29	9286	29471	SLU EX 3	33839	177721	375028	2.5	19.14	Si
297	2X/2Y ø16/19.4	2311	28699	SLU EX 2	34783	177721	376004	2.5	76.91	2953	28729	SLU EX 3	33608	177721	374788	2.5	60.19	Si
327	2X/2Y ø16/19.4	2311	36146	SLU EX 2	34687	177721	375905	2.5	76.91	2953	26907	SLU EX 3	33513	177721	374690	2.5	60.19	Si
356	2X/2Y ø16/19.4	2311	35397	SLU EX 2	34593	177721	375808	2.5	76.91	2953	26158	SLU EX 3	33418	177721	374592	2.5	60.19	Si
386	2X/2Y ø16/19.4	3361	34655	SLU EX 4	33183	177721	374350	2.5	52.88	1050	25416	SLU EX 3	33184	177721	374350	2.5	169.2	Si
416	2X/2Y ø16/19.4	3361	23570	SLU EX 4	33089	177721	374251	2.5	52.88	1050	23575	SLU EX 3	33089	177721	374252	2.5	169.2	Si
446	2X/2Y ø16/19.4	4229	22824	SLU EX 4	32869	177721	374024	2.5	42.03	636	22829	SLU EX 1	32869	177721	374025	2.5	279.46	Si
475	2X/2Y ø16/19.4	4229	21094	SLU EX 4	32774	177721	373926	2.5	42.03	636	21102	SLU EX 1	32775	177721	373927	2.5	279.46	Si
505	2X/2Y ø16/19.4	4229	20353	SLU EX 4	32681	177721	373830	2.5	42.03	636	20361	SLU EX 1	32682	177721	373831	2.5	279.46	Si
			19622								19629							

#### 4.1.5 Verifiche nodi trave colonna

Verifiche dei nodi trave pilastro non presenti in quanto la verifica è non necessaria per la pilastrata.

#### 4.1.6 Verifiche di gerarchia delle resistenze nei nodi trave pilastro

Verifiche di gerarchia delle resistenze nei nodi trave pilastro non presenti in quanto la verifica è non necessaria per la pilastrata

per il nodo Appoggio 580 in quanto elemento di materiale esistente.

per il nodo Appoggio -20 in quanto elemento di materiale esistente.

#### 4.1.7

*Significato dei simboli utilizzati:*

Le unità di misura elencate sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

**Q.inf.:** quota inferiore. [cm]

**Q.sup.:** quota superiore. [cm]

**Sezione:** sezione impiegata.

**Esistente:** campata esistente.

**Secondaria:** campata secondaria.

**Dissipativa:** campata dissipativa.

**Interna a parete:** campata adiacente ad una parete in c.a.

**Sovreresistenza:** aliquota di sovreresistenza da assicurare in verifica.

**Materiale CLS:** materiale calcestruzzo impiegato.

**Materiale Acciaio:** materiale/i acciaio impiegato/i.

**FC:** fattore di confidenza riferito al materiale CLS.

**Incamiciatura:** presenza di incamiciatura in C.A.

**Sezione interna:** sezione interna incamiciata.

**Materiale sezione interna:** materiale sezione interna.

**Sezione esterna:** sezione esterna incamiciante.

**Materiale sezione esterna:** materiale sezione esterna.

**% riduzione:** percentuale di riduzione della resistenza.

**Posizione:** posizione della barra.

**X:** ascissa relativa della barra rispetto al baricentro della sezione. [cm]

**Y:** ordinata relativa della barra rispetto al baricentro della sezione. [cm]

**Diametro:** diametro nominale della barra. [cm]

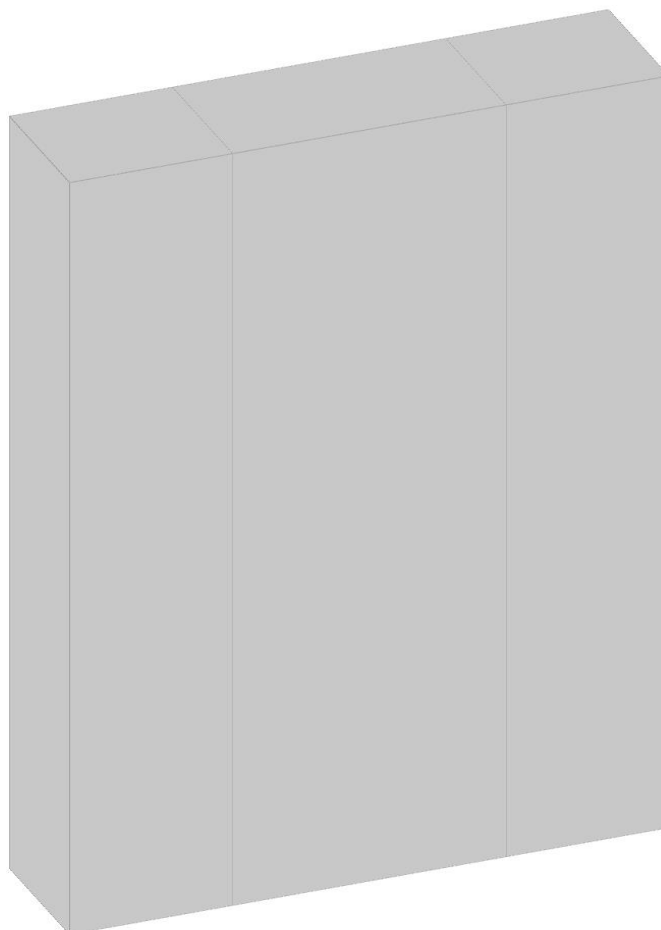
**Area:** area nominale della barra. [cm<sup>2</sup>]

**Q.inf.:** quota inferiore della barra. [cm]  
**Q.sup.:** quota superiore della barra. [cm]  
**Materiale:** materiale della barra.  
**Quota:** quota della sezione. [cm]  
**As:** area complessiva delle armature verticali. [cm<sup>2</sup>]  
**%:** percentuale di acciaio.  
**At:** area delle armature verticali destinata alla verifica di torsione. [cm<sup>2</sup>]  
**Pos.:** posizioni barre longitudinali presenti nella sezione.  
**Mx:** momento Mx. [daN\*cm]  
**My:** momento My. [daN\*cm]  
**N:** sforzo normale. [daN]  
**MRdx:** momento resistente in direzione X. [daN\*cm]  
**MRdy:** momento resistente in direzione Y. [daN\*cm]  
**Comb.:** combinazione peggiore.  
**Coeff.s.:** coefficiente di sicurezza minimo.  
**Verifica:** stato di verifica.  
 **$\epsilon_{cu}$ :** deformazione ultima utilizzata per il calcestruzzo [%].  
 **$\epsilon_{fk}$ :** deformazione ultima utilizzata per l'acciaio [%].  
**C.S.:** coefficiente di sicurezza minimo.  
**Nmin:** compressione massima. [daN]  
**Nlim:** compressione limite. [daN]  
**Comb.Nmin:** combinazione in cui si ottiene la compressione massima.  
**Ver.:** stato di verifica.  
**Staffe:** staffatura presente nella sezione.  
**Direzione X:** dati della verifica a taglio in direzione X.  
**V:** taglio di verifica per la direzione considerata. [daN]  
**N:** sforzo normale per la verifica nella direzione considerata. [daN]  
**Comb.:** combinazione per la verifica nella direzione considerata.  
**VRd:** resistenza a taglio del calcestruzzo non staffato per la verifica nella direzione considerata. [daN]  
**VRsd:** resistenza a taglio delle staffe per la verifica nella direzione considerata. [daN]  
**VRcd:** resistenza a taglio delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata. [daN]  
**Cot:** cotangente delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata.  
**c.s.:** coefficiente di sicurezza per la verifica nella direzione considerata.  
**Direzione Y:** dati della verifica a taglio in direzione Y.

#### 4.1.8 Verifica della sezione rinforzata\_SETTO

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Geometria



#### 4.1.9 Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500

Calcestruzzo: C32/40 Rck 400

##### 4.1.9.1 Livelli significativi

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	40
L2	muro	50	0
L3	Piano 1	595	0



#### 4.1.10 Verifiche generali

##### 4.1.10.1 Verifica $f_{yk}$ minimo D.M. 17-01-18 §§7.4.2.2-11.3.2.1

$f_{yk} = 4500 \geq 4500$ .

##### 4.1.10.2 Verifica copriferro minimo Circolare 7 21-01-19 §C4.1.6.1.3

Elemento	$f_{ck}$	Classe esposizione	Copriferro	Copriferro min	Verifica
Parete C.A. a tronco Fondazione - Piano 1 (1183; 2275.7) (1217.2; 2355.7) [cm]	332	X0	3	3	Si
Parete C.A. a tronco Fondazione - Piano 1 (1217.2; 2355.7) (1274.4; 2490) [cm]	332	X0	3	3	Si
Parete C.A. a tronco Fondazione - Piano 1 (1274.4; 2490) (1308.5; 2570) [cm]	332	X0	3	3	Si

##### 4.1.10.3 Verifica $R_{ck}$ minimo D.M. 17-01-18 Tab. 4.1.II

Elemento	$R_{ck}$	$R_{ck}$ min	Verifica
Parete C.A. a tronco Fondazione - Piano 1 (1183; 2275.7) (1217.2; 2355.7) [cm]	400	200	Si
Parete C.A. a tronco Fondazione - Piano 1 (1217.2; 2355.7) (1274.4; 2490) [cm]	400	200	Si
Parete C.A. a tronco Fondazione - Piano 1 (1274.4; 2490) (1308.5; 2570) [cm]	400	200	Si

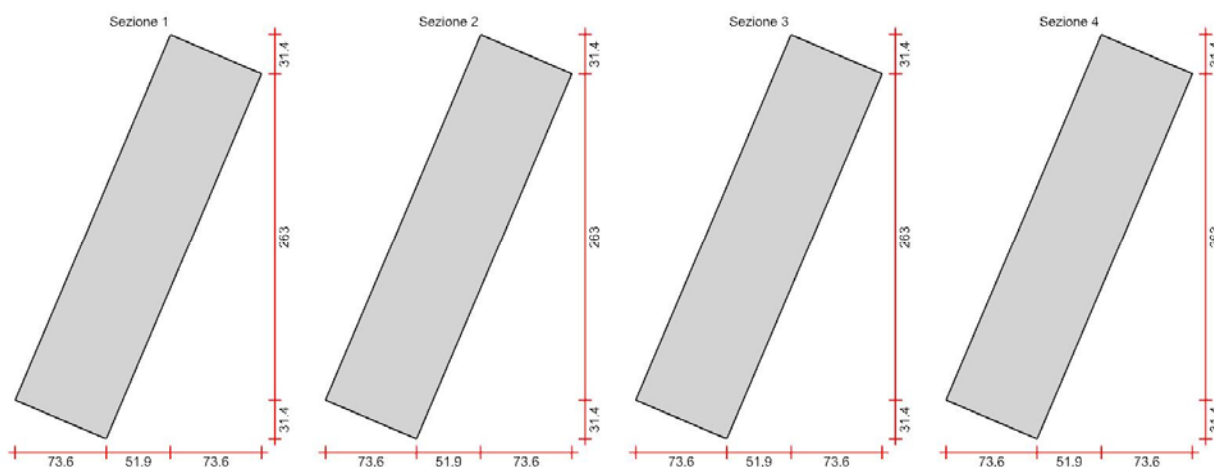
#### 4.1.11 Verifica del nucleo N1

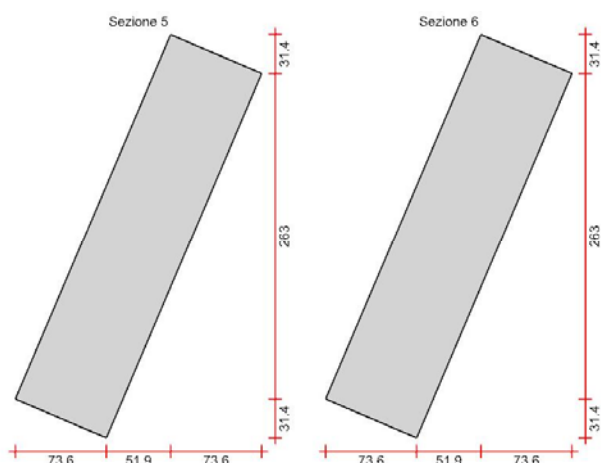
Nucleo con cerniera plastica a quota 0.

##### 4.1.11.1 Posizione delle sezioni di verifica

Indice sezione	Quota	Tipo
1	0	Fondazione (estradosso); Si
2	25	interpiano
3	50	muro; Si
4	200	
5	322.5	interpiano
6	595	Piano 1; Si

##### 4.1.11.2 Sezioni lorde





#### 4.1.11.3 Ritegni all'instabilità

Quota ritegno	Tipo	$\beta$
0	Fondazione (estradosso); Si	Automatico
50	muro; Si	Automatico
595	Piano 1; Si	Automatico

#### 4.1.11.4 Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4-§7.4.4.5.1

La struttura oppure parte di essa, è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Indice sezione	Quota	Comb.	MEd,x	MRd,x	MEd,y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
1	0	SLU 4	-764540	-23262296	327476	9963951	-149904	-4561058	30.427	Si
1	0	SLV 3	-9311634	-10322821	-20355712	-22566218	-104728	-116101	1.109	Si
2	25	SLU 4	-777737	-23663827	333027	10132861	-149904	-4561058	30.427	Si
2	25	SLV 3	-9103349	-10797113	-19034112	-22575587	-104728	-124214	1.186	Si
3	50	SLU 4	-790934	-26232875	338579	11229631	-149904	-4971864	33.167	Si
3	50	SLV 3	-8895064	-17389514	-17712512	-34627292	-104728	-204740	1.955	Si
4	200	SLU 4	-1332242	-45425767	569293	19411302	-133766	-4561058	34.097	Si
4	200	SLV 3	-6093004	-12179047	-11960674	-23907683	-93861	-187614	1.999	Si
5	322.5	SLU 4	-1341434	-51957762	573331	22206840	-117756	-4561058	38.733	Si
5	322.5	SLV 3	-3979022	-13665647	-7604362	-26116598	-81963	-281495	3.434	Si
6	595	SLU 4	-813149	-49431287	347614	21131466	-63382	-3852971	60.79	Si
6	595	SLV 3	-467993	-26436545	883887	49930066	-43652	-2465893	56.489	Si

#### 4.1.11.5 Verifiche a flessione SLU Ecc. D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4-§7.4.4.5.1

Indice sezione	Quota	Comb.	MEd,x	MRd,x	MEd,y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
1	0	SLU EX 1	4889732	13883293	12957980	36791267	-108246	-307339	2.839	Si
2	25	SLU EX 1	3694012	14925670	10171764	41099048	-108246	-437367	4.041	Si
3	50	SLU EX 1	2498293	25184899	7385549	74452557	-108246	-1091207	10.081	Si
4	200	SLU EX 1	-2487327	-50776999	-3216641	-65665427	-95699	-1953627	20.414	Si
5	322.5	SLU EX 2	-2835103	-185259504	1209313	79022403	-95599	-6246921	65.345	Si
6	595	SLU EX 4	-400020	-47239155	171424	20243777	-48940	-5779456	118.092	Si

#### 4.1.11.6 Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4-§7.4.4.5.1

Indice sezione	Quota	Comb.	MEd,x	MRd,x	MEd,y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
1	0	SLD 3	-4026049	-14602400	-7967683	-28898628	-106654	-386834	3.627	Si
2	25	SLD 3	-3946820	-15609013	-7439370	-29421462	-106654	-421801	3.955	Si
3	50	SLD 3	-3867592	-25039163	-6911057	-44742851	-106654	-690491	6.474	Si
4	200	SLD 3	-2990217	-22694132	-4516233	-34275766	-94913	-720337	7.589	Si
5	322.5	SLD 3	-2141654	-32893626	-2788485	-42828294	-83043	-1275458	15.359	Si
6	595	SLD 3	-527036	-40618934	499423	38490762	-43885	-3382257	77.071	Si

#### 4.1.11.7 Verifiche a taglio non dissipativa SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Indice sezione	Quota	d	bw	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
1	0	314.2	80	0.201	SLU 2	-734	-131854	776446	90458	753887	556203	556203	2.5	0	757.732	Si
1	0	314.2	80	0.201	SLV 5	-30001	-79137	1069312	82694	745855	556203	556203	2.5	0	18.54	Si
2	25	314.2	80	0.214	SLU 2	-734	-131854	794797	90458	753887	593283	593283	2.5	0	808.248	Si
2	25	314.2	80	0.214	SLV 5	-30001	-79137	-319293	82694	745855	593283	593283	2.5	0	19.776	Si
3	50	314.2	80	0.201	SLU 2	-734	-131854	813148	90458	753887	556203	556203	2.5	0	757.732	Si
3	50	314.2	80	0.201	SLV 5	-30001	-79137	430726	82694	745855	556203	556203	2.5	0	18.54	Si
4	200	314.2	80	0.201	SLU 4	-9738	-133766	1448780	90740	754178	556203	556203	2.5	0	57.119	Si
4	200	314.2	80	0.201	SLV 5	-26667	-79659	-688794	82771	745935	556203	556203	2.5	0	20.857	Si
5	322.5	314.2	80	0.201	SLU 4	-12050	-117756	1458819	88382	751739	556203	556203	2.5	0	46.159	Si
5	322.5	314.2	80	0.201	SLV 5	-28284	-67659	-55606	81003	744106	556203	556203	2.5	0	19.665	Si
6	595	320	80	0.241	SLU 4	-7727	-63382	884334	81658	757179	679764	679764	2.5	0	87.975	Si
6	595	320	80	0.241	SLV 5	-25948	-40544	1421117	78232	753635	679764	679764	2.5	0	26.197	Si

#### 4.1.11.8 Verifiche a taglio non dissipativa SLU Ecc. D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Indice sezione	Quota	d	bw	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
1	0	314	80	0.201	SLU EX 2	184983	-133991	7547916	101290	1120276	639156	639156	2.5	22.619	3.455	Si
2	25	314.2	80	0.214	SLU EX 2	184983	-133991	2923330	90773	1121112	682276	682276	2.5	0	3.688	Si
3	50	314.2	80	0.201	SLU EX 2	184983	-133991	-1701256	90773	1121112	639633	639633	2.5	0	3.458	Si
4	200	310	80	0.201	SLU EX 2	-95240	-103664	6847964	105657	1101480	631033	631033	2.5	31.667	6.626	Si
5	322.5	314.2	80	0.201	SLU EX 2	-34168	-95599	3082247	85119	1115262	639633	639633	2.5	0	18.72	Si
6	595	320	80	0.241	SLU EX 1	-5404	-44041	615512	78757	1127849	781729	781729	2.5	0	144.67	Si

#### 4.1.11.9 Verifiche a taglio non dissipativa SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Indice sezione	Quota	d	bw	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
1	0	314.2	80	0.201	SLD 5	-12256	-96322	-87188	85225	748474	556203	556203	2.5	0	45.381	Si
2	25	314.2	80	0.214	SLD 5	-12256	-96322	219221	85225	748474	593283	593283	2.5	0	48.406	Si
3	50	314.2	80	0.201	SLD 5	-12256	-96322	525630	85225	748474	556203	556203	2.5	0	45.381	Si
4	200	314.2	80	0.201	SLD 5	-14831	-89178	332503	84173	747385	556203	556203	2.5	0	37.502	Si
5	322.5	314.2	80	0.201	SLD 5	-16444	-77268	581024	82419	745570	556203	556203	2.5	0	33.825	Si
6	595	320	80	0.241	SLD 5	-13679	-42630	940453	78545	753958	679764	679764	2.5	0	49.695	Si

#### 4.1.11.10 Verifiche ad instabilità deviata SLU EN1992-1-1:2008 §5.8.8

					SLU				SLV			
Indice sezione	Quota	Quota ritegno inf.	Quota ritegno sup.	ΔH	βx	λx	βy	λy	βx	λx	βy	λy
1	0	0	50	50	1	2.165	1	0.541	1	2.165	1	0.541
2	25	0	50	50	1	2.165	1	0.541	1	2.165	1	0.541
3	50	50	595	545	1	23.599	1	5.9	1	23.599	1	5.9
4	200	50	595	545	1	23.599	1	5.9	1	23.599	1	5.9
5	322.5	50	595	545	1	23.599	1	5.9	1	23.599	1	5.9
6	595	595		0	2	0	2	0	2	0	2	0

#### 4.1.11.11

Indice sezione	Quota	Comb.	λ,lim,x	λ,lim,y	MxEd	M0Ed,x	M2,x	MEd,tot,x	MRd,x	MyEd	M0Ed,y	M2,y	MEd,tot,y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
1	0	SLU 4	141.705	141.705	1446	26430	0	26430	804170	831721	831721	0	831721	2530637	-149904	-4561058	30.427	Si
1	0	SLV 3	169.535	169.535	22376793	22394248	0	22394248	25992980	583691	583691	0	583691	677489	-104728	-121558	1.161	Si
2	25	SLU 4	141.705	141.705	1378	26362	0	26362	802098	846038	846038	0	846038	25741985	-149904	-4561058	30.427	Si
2	25	SLV 3	169.535	169.535	21079366	21096821	0	21096821	26177445	910331	910331	0	910331	1129561	-104728	-129950	1.241	Si
3	50	SLU 4	141.705	141.705	1310	273635	0	273635	9075658	860355	860355	0	860355	28535355	-149904	-4971864	33.167	Si
3	50	SLV 3	169.535	169.535	19781940	19972197	0	19972197	40474572	1236972	1236972	0	1236972	2506780	-104728	-212237	2.027	Si

Indice sezione	Quota	Comb.	$\lambda_{lim,x}$	$\lambda_{lim,y}$	MxEd	M0Ed,x	M2,x	MEd,tot,x	MRd,x	MyEd	M0Ed,y	M2,y	MEd,tot,y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
4	200	SLU 4	150.01	150.01	1280	244289	0	244289	8329570	1448780	1448780	0	1448780	49399362	-133766	-4561058	34.097	Si
4	200	SLV 3	179.082	179.082	13391994	13562508	0	13562508	27935133	914823	914823	0	914823	1884290	-93861	-193328	2.06	Si
5	322.5	SLU 4	159.882	159.882	1391	215315	0	215315	8339794	1458819	1458819	0	1458819	56504424	-117756	-4561058	38.733	Si
5	322.5	SLV 3	191.639	191.639	8555624	8704523	0	8704523	30595614	678410	678410	0	678410	2384549	-81963	-288092	3.515	Si
6	595	SLU 4	217.927	217.927	910	910	0	910	55342	884334	884334	0	884334	53758608	-63382	-3852971	60.79	Si
6	595	SLV 3	262.596	262.596	629580	629580	0	629580	35513253	777113	777113	0	777113	43835291	-43652	-2462345	56.408	Si

#### 4.1.11.12 Verifiche ad instabilità deviata SLU Ecc. EN1992-1-1:2008 §5.8.8

Indice sezione	Quota	Quota ritengo inf.	Quota ritengo sup.	$\Delta H$	$\beta x$	$\lambda x$	$\beta y$	$\lambda y$
1	0	0	50	50	1	2.165	1	0.541
2	25	0	50	50	1	2.165	1	0.541
3	50	50	595	545	1	23.599	1	5.9
4	200	50	595	545	1	23.599	1	5.9
5	322.5	50	595	545	1	23.599	1	5.9
6	595	595		0	2	0	2	0

#### 4.1.11.13

Indice sezione	Quota	Comb.	$\lambda_{lim,x}$	$\lambda_{lim,y}$	MxEd	M0Ed,x	M2,x	MEd,tot,x	MRd,x	MyEd	M0Ed,y	M2,y	MEd,tot,y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
1	0	SLU EX 1	204.236	204.236	13837581	13855622	0	13855622	39689792	583154	583154	0	583154	1670461	-108246	-310072	2.865	Si
2	25	SLU EX 1	204.236	204.236	10805637	10823677	0	10823677	43898659	590538	590538	0	590538	2395103	-108246	-439023	4.056	Si
3	50	SLU EX 1	204.236	204.236	7773692	7970338	0	7970338	77598944	597921	597921	0	597921	5821343	-108246	-1053876	9.736	Si
4	200	SLU EX 1	217.212	217.212	3934380	4108233	0	4108233	78695623	1026760	1026760	0	1026760	19668187	-95699	-1833171	19.156	Si
5	322.5	SLU EX 2	217.326	217.326	718	174389	0	174389	11258111	3082247	3082247	0	3082247	198981498	-95599	-6171627	64.557	Si
6	595	SLU EX 4	303.742	303.742	833	833	0	833	98358	435203	435203	0	435203	51393955	-48940	-5779456	118.092	Si

#### 4.1.11.14 Verifiche ad instabilità deviata SLD Resistenza EN1992-1-1:2008 §5.8.8

Indice sezione	Quota	Quota ritengo inf.	Quota ritengo sup.	$\Delta H$	$\beta x$	$\lambda x$	$\beta y$	$\lambda y$
1	0	0	50	50	1	2.165	1	0.541
2	25	0	50	50	1	2.165	1	0.541
3	50	50	595	545	1	23.599	1	5.9
4	200	50	595	545	1	23.599	1	5.9
5	322.5	50	595	545	1	23.599	1	5.9
6	595	595		0	2	0	2	0

#### 4.1.11.15

Indice sezione	Quota	Comb.	$\lambda_{lim,x}$	$\lambda_{lim,y}$	MxEd	M0Ed,x	M2,x	MEd,tot,x	MRd,x	MyEd	M0Ed,y	M2,y	MEd,tot,y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
1	0	SLD 3	167.998	167.998	8908286	8926062	0	8926062	33884721	579200	579200	0	579200	2198732	-106654	-404877	3.796	Si
2	25	SLD 3	167.998	167.998	8391219	8408995	0	8408995	34762663	713486	713486	0	713486	2949540	-106654	-440908	4.134	Si
3	50	SLD 3	167.998	167.998	7874151	8067907	0	8067907	52935094	847772	847772	0	847772	5562396	-106654	-699781	6.561	Si
4	200	SLD 3	178.086	178.086	5327084	5499509	0	5499509	41273874	979759	979759	0	979759	7353101	-94913	-712322	7.505	Si

Indice sezione	Quota	Comb.	$\lambda_{lim,x}$	$\lambda_{lim,y}$	MxEd	M0Ed,x	M2,x	MEd,tot,x	MRd,x	MyEd	M0Ed,y	M2,y	MEd,tot,y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
5	322.5	SLD 13	188.734	188.734	3406897	3560416	0	3560416	52150750	1144399	1144399	0	1144399	16762448	-84506	-1237787	14.647	Si
6	595	SLD 3	261.899	261.899	252755	252755	0	252755	19476125	680665	680665	0	680665	52448988	-43885	-3381598	77.055	Si

#### 4.1.11.16 Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.5.1

Indice sezione	Quota	Comb.	MEd,x	MEd,y	NEd	Sezione fessurata	$\sigma_c$	$\sigma_c$ limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1	0	SLE RA 1	-532276	227989	-107959	No	-4.2	199.2	15	47.584	Si
1	0	SLE QP 1	-532276	227989	-107959	No	-4.2	149.4	15	35.688	Si
2	25	SLE RA 1	-539426	230985	-107959	No	-4.2	199.2	15	47.529	Si
2	25	SLE QP 1	-539426	230985	-107959	No	-4.2	149.4	15	35.647	Si
3	50	SLE RA 1	-546575	233980	-107959	No	-4	199.2	15	50.188	Si
3	50	SLE QP 1	-546575	233980	-107959	No	-4	149.4	15	37.641	Si
4	200	SLE RA 1	-939862	401606	-95626	No	-4	199.2	15	49.377	Si
4	200	SLE QP 1	-939862	401606	-95626	No	-4	149.4	15	37.033	Si
5	322.5	SLE RA 1	-929219	397153	-83774	No	-3.6	199.2	15	55.203	Si
5	322.5	SLE QP 1	-929219	397153	-83774	No	-3.6	149.4	15	41.402	Si
6	595	SLE RA 1	-565123	241586	-44043	No	-2.2	199.2	15	91.695	Si
6	595	SLE QP 1	-565123	241586	-44043	No	-2.2	149.4	15	68.771	Si

#### 4.1.11.17 Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.5.2

Indice sezione	Quota	Comb.	MEd,x	MEd,y	NEd	Sezione fessurata	$\sigma_f$	$\sigma_f$ limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1	0	SLE RA 1	-532276	227989	-107959	No	-51.8	3600	15	69.483	Si
2	25	SLE RA 1	-539426	230985	-107959	No	-51.7	3600	15	69.578	Si
3	50	SLE RA 1	-546575	233980	-107959	No	-49	3600	15	73.423	Si
4	200	SLE RA 1	-939862	401606	-95626	No	-41.2	3600	15	87.427	Si
5	322.5	SLE RA 1	-929219	397153	-83774	No	-35	3600	15	102.845	Si
6	595	SLE RA 1	-565123	241586	-44043	No	0	3600	15	1000000	Si

#### 4.1.11.18 Verifiche SLE fessurazione

Il nucleo non presenta apertura delle fessure.

#### 4.1.12 Significato dei simboli utilizzati:

Le unità di misura elencate sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

**Descrizione breve:** nome sintetico assegnato al livello.

**Descrizione:** nome assegnato al livello.

**Quota:** quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [cm]

**Spessore:** spessore del livello. [cm]

**Elemento:** descrizione dell'elemento di disegno.

**fck:** valore della resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Classe esposizione:** classe di esposizione dell'elemento.

**Copriferro:** minimo valore di copriferro. [cm]

**Copriferro min:** minimo valore limite di Copriferro. [cm]

**Verifica:** stato di verifica.

**Rck:** valore della resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Rck min:** minimo valore limite di Rck. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Indice sezione:** indice della sezione di verifica.

**Quota:** quota della sezione di verifica. [cm]

**Tipo:** descrizione della quota.

**Quota ritegno:** quota del ritegno all'instabilità. [cm]

**$\beta$ :** valore del coefficiente nel tratto al di sopra del ritegno all'instabilità.

**Comb.:** combinazione di verifica.

**MEd,x:** momento agente attorno all'asse x della sezione di verifica. [daN\*cm]

**MRd,x:** momento resistente attorno all'asse x della sezione di verifica. [daN\*cm]

**MEd,y:** momento agente attorno all'asse y della sezione di verifica. [daN\*cm]

**MRd,y:** momento resistente attorno all'asse y della sezione di verifica. [daN\*cm]

**NEd:** sforzo normale agente, negativo se di compressione. [daN]

**NRd:** sforzo normale resistente, negativo se di compressione. [daN]

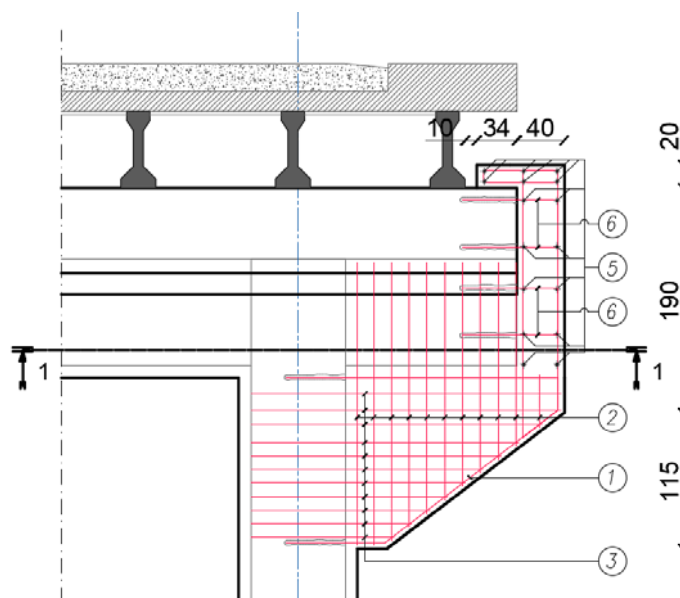
**c.s.:** coefficiente di sicurezza.

**d:** altezza utile. [cm]  
**bw:** minima larghezza anima. [cm]  
**Asw/s:** rapporto tra l'area dell'armatura trasversale e l'interasse tra due armature consecutive.  
**VEd:** taglio agente. [daN]  
**NEd:** sforzo normale agente, positivo se di trazione. [daN]  
**MEd:** momento agente. [daN\*cm]  
**Vrd,c:** resistenza di calcolo a taglio per elementi privi di armature trasversali. [daN]  
**Vrcd:** valore resistente di calcolo a taglio compressione del calcestruzzo d'anima. [daN]  
**Vrsd:** valore resistente di calcolo a taglio trazione dell'armatura trasversale. [daN]  
**VRd:** resistenza a taglio. [daN]  
**cotg( $\theta$ ):** cotangente dell'angolo dei puntoni rispetto all'asse.  
**Asl:** area armatura longitudinale. [cm<sup>2</sup>]  
**Quota ritegno inf.:** quota del ritegno inferiore. [cm]  
**Quota ritegno sup.:** quota del ritegno superiore. [cm]  
 **$\Delta H$ :** distanza tra i ritegni all'interno dei quali cade la sezione. [cm]  
**SLU:** valori per SLU.  
 **$\beta_x$ :** valore di  $\beta$  per inflessione attorno l'asse x-x.  
 **$\lambda_x$ :** snellezza per inflessione attorno l'asse x-x.  
 **$\beta_y$ :** valore di  $\beta$  per inflessione attorno l'asse y-y.  
 **$\lambda_y$ :** snellezza per inflessione attorno l'asse y-y.  
**SLV:** valori per SLV.  
 **$\lambda_{lim,x}$ :** snellezza limite per inflessione attorno l'asse x-x. D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.9.2 [4.1.41].  
 **$\lambda_{lim,y}$ :** snellezza limite per inflessione attorno l'asse y-y. D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.9.2 [4.1.41].  
**MxEd:** momento agente attorno l'asse x-x della sezione, privo di imperfezioni e effetti del secondo ordine. [daN\*cm]  
**M0Ed,x:** momento del primo ordine attorno l'asse x-x della sezione, considerante eventuali imperfezioni geometriche. [daN\*cm]  
**M2,x:** momento del secondo ordine attorno l'asse x-x della sezione. [daN\*cm]  
**MEd,tot,x:** momento di verifica attorno l'asse x-x della sezione. [daN\*cm]  
**MRd,x:** momento resistente attorno l'asse x-x della sezione in pressoflessione deviata. [daN\*cm]  
**MyEd:** momento agente attorno l'asse y-y della sezione, privo di imperfezioni e effetti del secondo ordine. [daN\*cm]  
**M0Ed,y:** momento del primo ordine attorno l'asse y-y della sezione, considerante eventuali imperfezioni geometriche. [daN\*cm]  
**M2,y:** momento del secondo ordine attorno l'asse y-y della sezione. [daN\*cm]  
**MEd,tot,y:** momento di verifica attorno l'asse y-y della sezione. [daN\*cm]  
**MRd,y:** momento resistente attorno l'asse y-y della sezione in pressoflessione deviata. [daN\*cm]  
**NRd:** sforzo normale resistente. [daN]  
**Sezione fessurata:** sezione fessurata.  
 **$\sigma_c$ :** tensione del calcestruzzo. [daN/cm<sup>2</sup>]  
 **$\sigma_c$  limite:** tensione limite del calcestruzzo. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**Es/Ec:** coefficiente di omogenizzazione.  
 **$\sigma_f$ :** tensione dell'armatura. [daN/cm<sup>2</sup>]  
 **$\sigma_f$  limite:** tensione limite dell'armatura. [daN/cm<sup>2</sup>]

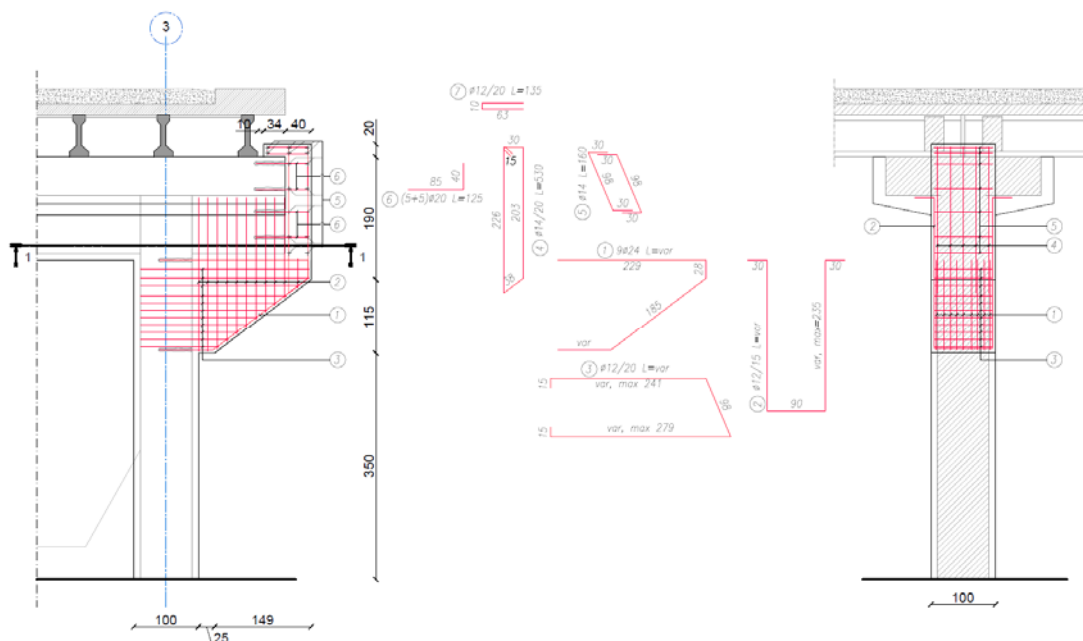
## 4.2 Intervento di rinforzo pulvino

La realizzazione del setto di collegamento fra i pilastri della pila consente di sgravare i pulvini dal carico proveniente dall'impalcato. Il problema di sollecitazioni elevate rimane però in corrispondenza delle mensole esterne del pulvino. In queste porzioni il momento flettente negativo derivante dalle sollecitazioni di progetto previste dalla normativa vigente risulta troppo elevato per le strutture esistenti. Per ovviare a questa carenza strutturale si prevede la realizzazione di una mensola in calcestruzzo armato che consenta il trasferimento delle azioni sollecitanti sgravando la struttura esistente.

L'intervento è rappresentato dall'immagine seguente che riporta un estratto della tavola di progetto.



Dettaglio intervento mensola pulvino

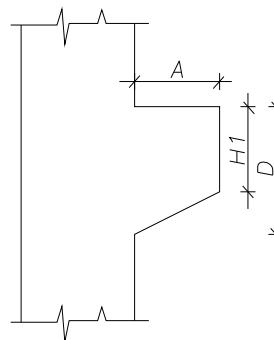


Dettaglio intervento mensola pulvino\_armature

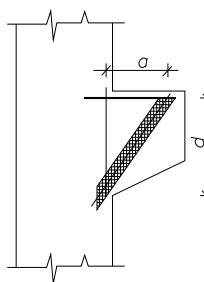
AZIONI di PROGETTO		$\gamma$	CARICO
PERMANENTE [kN]	0	1.4	0
ACCIDENTALE [kN]	900	1.5	1350
CARICO ULTIMO $N_{sdu}$ [kN]			1350

MATERIALI	[MPa]	$\gamma_m$
ACCIAIO FeB 44K $f_{yk}$	440	1.15
CALCESTRUZZO $R_{ck}$	40	1.6

GEOMETRIA MENSOLA		
Sporgenza (A)	169	cm
Altezza (H1)	40	cm
Altezza (D)	155	cm
Larghezza (b)	90	cm



1° SCHEMA				
Carico Assegnato [%]				100%
Carico ultimo	$N_{sdu}$	1350	kN	
Braccio azione	$a$	165	cm	
Braccio reazione	$d$	151	cm	
Puntone	$N_{csd}$	2000	kN	
	$N_{crd}$	4230	kN	
Tirante	$N_{ssd}$	1475	kN	
Armatura tirante (cmq)	40.69	$N_{srd}$	1557	kN



Armatura tirante =  $(9 \times 4.52 \text{ cm}^2) = 40.69 \text{ cm}^2$  rappresentata dai 9  $\Phi$  24 di pos.1 (vedi TAV.07)

$N_{csd}$  azione sollecitante puntone compresso

$N_{crd}$  azione resistente puntone compresso

$N_{ssd}$  azione sollecitante tirante

$N_{srd}$  azione resistente tirante

Come riportato in tabella precedente, applicando lo schema tirante puntone, si ottiene:

$$N_{csd} = 2000 \text{ kN} < 4230 = N_{crd} \rightarrow \text{VERIFICATO}$$

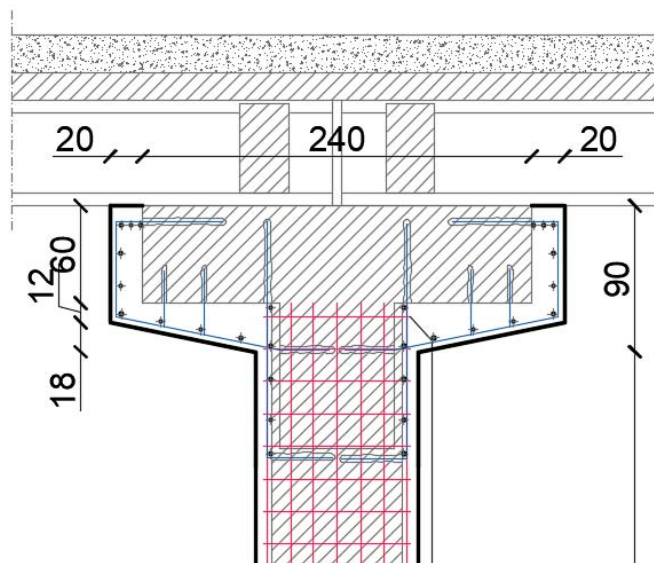
$$N_{ssd} = 1475 < 1557 = N_{srd} \rightarrow \text{VERIFICATO}$$



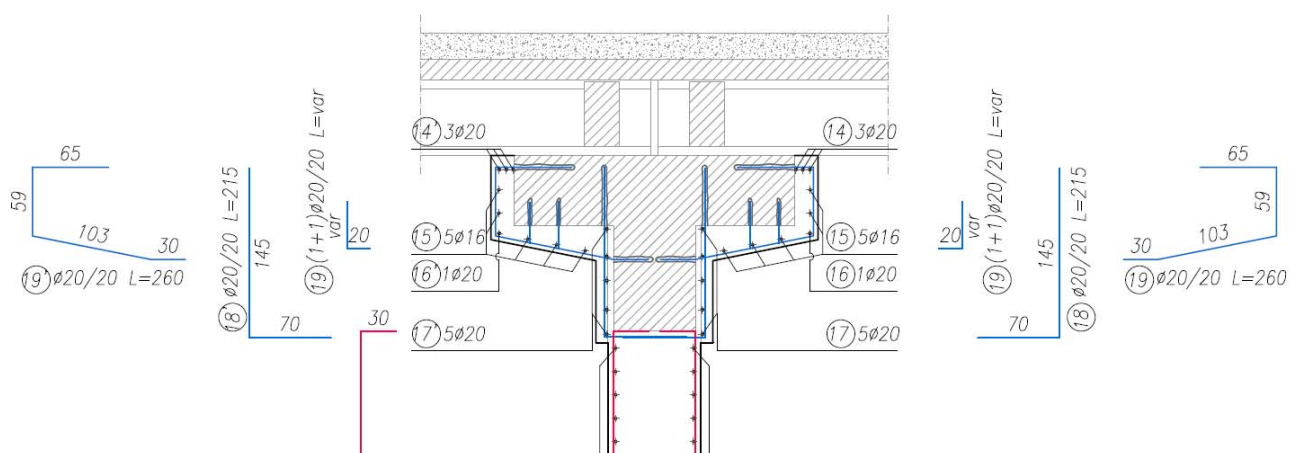
### 4.3 Intervento di rinforzo mensole del pulvino

Altro elemento oggetto di rinforzo strutturale sono le mensole del pulvino date dalla sua sezione a T. In seguito allo stato di degrado delle strutture che le costituiscono si è optato per un intervento di ripristino tramite incamiciatura che genera una nuova sezione armata dimensionata tenendo in considerazione il fatto che si tratta di un elemento tozzo. A tal proposito si è utilizzato il modello del tirante-puntone al fine di dimensionare la nuova sezione armata.

Di seguito si riporta l'estratto della tavola per meglio descrivere l'intervento proposto.



Dettaglio intervento mensole pulvino



Dettaglio intervento mensole pulvino\_armature

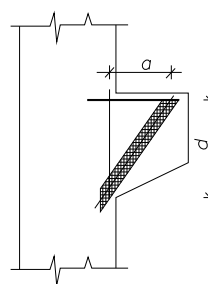
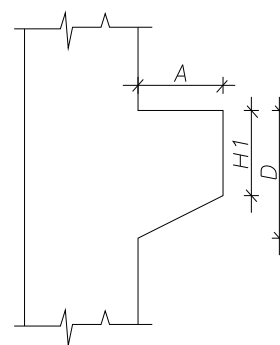
Il carico sollecitante ottenuto va ritenuto ogni 1.20 m di trave pulvino che costituisce la pila.

AZIONI di PROGETTO		$\gamma$	CARICO
PERMANENTE [kN]	0	1.4	0
ACCIDENTALE [kN]	470	1.5	705
CARICO ULTIMO Nsdu [kN]			705

MATERIALI	[MPa]	$\gamma_m$
ACCIAIO FeB 44K fyk	440	1.15
CALCESTRUZZO Rck	40	1.6

GEOMETRIA MENSOLA		
Sporgenza (A)	90	cm
Altezza (H1)	72	cm
Altezza (D)	100	cm
Larghezza (b)	120	cm

1° SCHEMA				
Carico Assegnato [%]				100%
Carico ultimo	Nsdu	705	kN	
Braccio azione	a	86	cm	
Braccio reazione	d	96	cm	
Puntone	Ncsd	947	kN	
	Ncrd	3586	kN	
Tirante	Nssd	632	kN	
Armatura tirante (cmq)	18.84	Nsrd	721	kN



Considerando 1.20m di trave pulvino si ha:

Armatura tirante =  $(6 \times 3.14 \text{ cm}^2) = 18.84 \text{ cm}^2$  rappresentata dai 6  $\Phi$  20 di pos.19 (vedi TAV.07)

$N_{csd}$  azione sollecitante puntone compresso

$N_{crd}$  azione resistente puntone compresso

$N_{ssd}$  azione sollecitante tirante

$N_{srd}$  azione resistente tirante

Come riportato in tabella precedente, applicando lo schema tirante puntone, si ottiene:

$N_{csd} = 947 \text{ kN} < 3586 = N_{crd} \rightarrow \text{VERIFICATO}$

$N_{ssd} = 632 < 721 = N_{srd} \rightarrow \text{VERIFICATO}$

## **5 CONCLUSIONI**

Dalle verifiche riportate nei capitoli precedenti le pile risultano soddisfare le richieste normative circa le forze da deragliamento e sismiche.

Gli interventi progettati sulla trave pulvino, considerando i carichi previsti dalla normativa vigente, consentono invece di risolvere le carenze strutturali delle strutture esistenti