

REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA
PROVINCIA DI UDINE
COMUNE DI RIVE D'ARCANO

**LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA
DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO**

(CUP: E46F20000000006 CIG: Z4532F6BA6)



Committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI RIVE D'ARCANO

PROGETTO ESECUTIVO

RE02

Data:
SETTEMBRE
2021

**RELAZIONE STRUTTURALE INTEGRATIVA DEL
PROGETTO ESECUTIVO**

INT

22103

PROGETTISTA:
Dott. Ing. Corrado Piccirillo

Controllato il:
Marzo 2022

Sigla del controllore:
CP

Consegnato il:
Marzo 2022

Revisione:

Numero:

Del:

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

INDICE

1	INTEGRAZIONI ALLA RELAZIONE STRUTTURALE DEL PROGETTO ESECUTIVO	2
1.1	GENERALITA'	2
1.2	ASPETTI STRUTTURALI E GEOTECNICI	3
1.2.1	IN CONDIZIONE SISMICA, GLI ELEMENTI PREFABBRICATI ESISTENTI (TRAVI IN DIREZIONE X E COPPONI IN DIREZIONE Y), FUNGONO DA TIRANTE; SI RIPORTI LA VERIFICA A TENSO-FLESSIONE, PER QUELLI PIÙ SOLLECITATI (ESTREMITÀ)	3
1.2.2	PILASTRI ESISTENTI: SI CONTROLLI CHE L'ARMATURA ORIZZONTALE PRESENTE NELLA SEZIONE RIDOTTA ($1+1\phi 6/15$) SIA IN GRADO DI RIPRENDERE LE AZIONI TRASMESSE DAI COLLEGAMENTI TIPO 1, PER TRASFERIRLE AI SETTI TIPO B; PARREBBE INOLTRE OPPORTUNO MAGGIORARE LE ARMATURE (RIPRESE $\phi 16/20$, $L=170$), ALLA QUOTA DEI COLLEGAMENTI TIPO 1 (MASSIMO SFORZO)	9
1.2.3	COLLEGAMENTI TIPO 1 E 2: SI CONTROLLINO GLI EFFETTI LOCALI (FLESSIONE, TAGLIO E PUNZONAMENTO) PRODOTTI SULLE NERVATURE DELLE TRAVI E DEI TEGOLI	16
1.2.4	FONDAZIONI SU MOLLE: CONSIDERATE LE AZIONI AGENTI ALLA BASE DEI NUOVI SETTI (PER ES., TIPO A, $N=63$ kN E $M=1084$ kNm) SI CONTROLLI CHE LE MOLLE, POSTE AL DI SOTTO DEI NUOVI PLINTI E DI QUELLI ESISTENTI, NON VADANO IN TRAZIONE, ALTERANDO LA DISTRIBUZIONE DELLE PRESSIONI TERRENO-FONDAZIONE. PARE INOLTRE STRANO CHE I PLINTI POSTI AL DI SOTTO DELLA COPPIA DI PILASTRI SOLIDARIZZATI (DIREZIONE Y), RISULTINO VERIFICATI, POICHÉ, A DIFFERENZA DELLO STATO DI FATTO, LA FORZA SISMICA NON SI RIPARTISCE SU 4 PILASTRI, MA SI CONCENTRA SUI 2 DI ESTREMITÀ;	40
1.2.5	PER I SETTI TIPO A, SI CONTROLLI L'ANCORAGGIO DELLE ARMATURE SOMMITALI DI "SOSPENSIONE" ($3+3\phi 16$).	72

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

1 INTEGRAZIONI ALLA RELAZIONE STRUTTURALE DEL PROGETTO ESECUTIVO

1.1 GENERALITA'

Nella presente INTEGRAZIONE alla relazione strutturale allegata al Progetto Esecutivo si andrà a rispondere per punti alle richieste dell'Organismo Tecnico relative alle analisi strutturali e alle verifiche allegate al progetto degli interventi di ADEGUAMENTO SISMICO previsti sull'edificio scolastico di via Divisione Julia n.13/a che è sede della Scuola dell'Infanzia di Rive D'Arcano.

DEPOSITO n. 413/2022 di data 23/02/2022

Come da oggetto:

LR 09/05/1988 n. 27, e successive modifiche ed integrazioni, art. 3 e L.R. 11/08/2009 n. 16, art.6. Norme sull'osservanza delle disposizioni sismiche. LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO, in Comune di Rive D'Arcano (Via Divisione Julia 13/A).

E come da relativa nota dell'Organismo Tecnico:

Deposito n. 413/2022 di data 23/02/2022. Comunicazione ai sensi degli artt. 13 e 14 della LR 20/03/2000, n. 7. Si comunica che l'Organismo Tecnico costituito ai sensi dell' art.3, co. 4 della L.R.16/09, nella riunione di data 02/03/2022, ha rinviato la verifica sull'osservanza delle norme sismiche, prevista ai sensi dell'art.6 della LR 11/08/2009 n. 16, in quanto l'esame del progetto, ha dato luogo alle seguenti osservazioni.

Si integra la relazione strutturale rispondendo per punti alle richieste dell'Organismo Tecnico.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

1.2 ASPETTI STRUTTURALI E GEOTECNICI

1.2.1 AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO PER LE SUCCESSIVE VERIFICHE

Per la verifica sismica delle strutture esistenti lo spettro potrebbe essere scalato a quello corrispondente a un coefficiente di rischio sismico di valore ≥ 0.80 (par. 8.4.3 del DM 17/01/2018). Questo spettro scalato in accelerazione corrisponde a un sisma con un tempo di ritorno pari a $T_r = 413$ anni.

A favore di sicurezza in questa relazione di calcolo integrativa verrà utilizzato sia per le verifiche delle strutture di nuova realizzazione e sia per le verifiche delle strutture esistenti lo spettro del sisma di normativa avente tempo di ritorno $T_r = 712$ anni (per $V_n = 50$ anni e $C_u = 1.50$) che porta a soddisfare le verifiche con un coefficiente di rischio sismico maggiore o uguale al valore 1.00.

PER LE SUCCESSIVE VERICHE SI UTILIZZA UNA AZIONE SISMICA CALCOLATA PER UN TEMPO DI RITORNO DI $T_r = 712$ ANNI

Per ottenere un coefficiente di rischio sismico $[\zeta_E (PGA_C/PGA_D) \geq 1.00]$

Livello di conoscenza LC2 e fattore di confidenza FC=1.20 sugli elementi strutturali esistenti

A. Aspetti di calcolo

1.2.2 In condizione sismica, gli elementi prefabbricati esistenti (travi in direzione X e copponi in direzione Y), fungono da tirante; si riporti la verifica a tenso-flessione, per quelli più sollecitati (estremità)

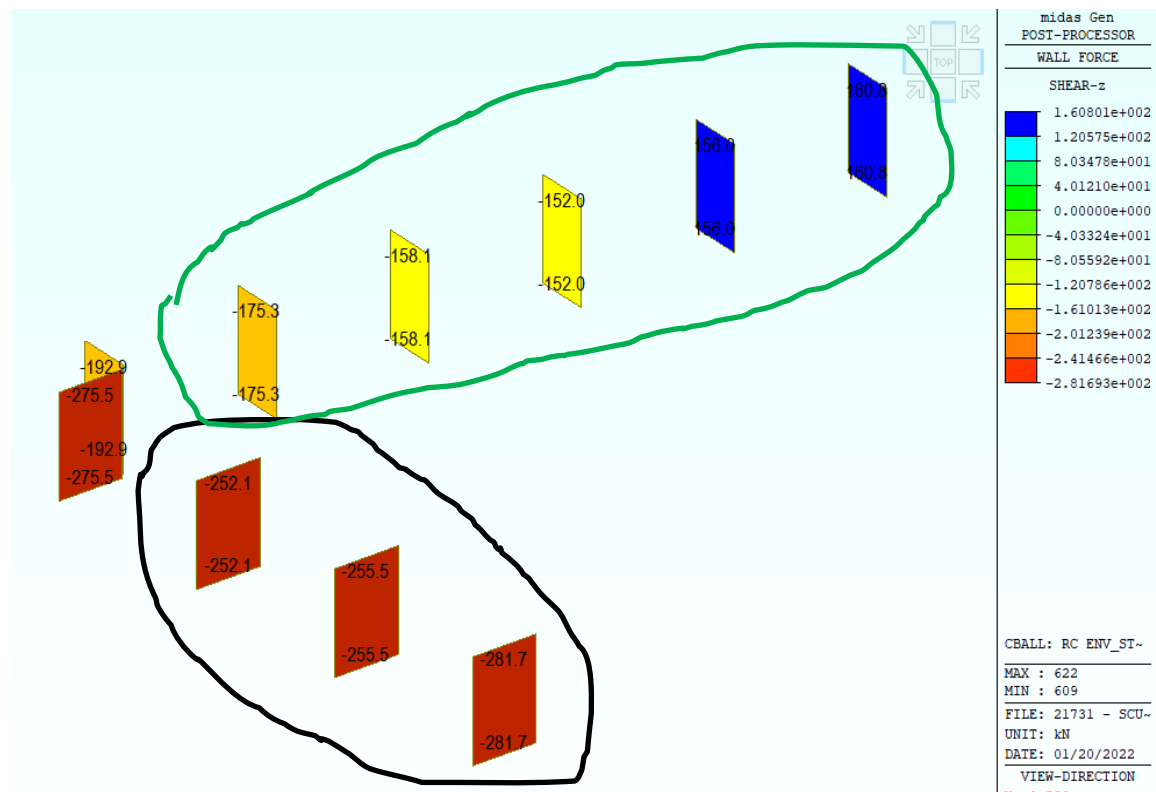
Ipotizzando, a favore di sicurezza, che l'intera azione di taglio agente sui nuovi setti di controvento presenti lungo il perimetro del fabbricato scolastico e dovuta alle azioni sismiche sia trasferita agli stessi elementi delle sole travi e dai copponi del solaio di copertura presenti in corrispondenza dei medesimi setti posti nel loro specifico allineamento si riporta nelle seguenti immagini e tabelle la verifica a tenso-flessione delle travi della copertura (direzione principale X) e dei copponi del solaio di sottotetto-copertura (direzione principale Y) nella combinazione allo SLV sismico.

Condizione diversa è quella presente lungo gli allineamenti perimetrali in cui sono presenti anche le pareti in c.a. esistenti del perimetro esterno le quali sono a loro volta collegate ai pilastri e successivamente ai nuovi contrafforti esterni.

Le massime azioni di taglio allo SLV presenti sui nuovi contrafforti esterni con funzione di controvento risultano dal seguente schema grafico.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

Sforzo di taglio [kN]



Nelle prossime tabelle si riporta la verifica delle travi della copertura a tensoflessione nella combinazione SLV sismico.

Caratteristiche dei materiali di travi e copponi

CALCESTRUZZO TRAVI E COPPONI				
VERIFICA DI RESISTENZA FLESSIONALE DEGLI ELEMENTI				
CAMPIONI	fc [kg/cmq]	FC	γ_c	fcd [kg/cmq]
Campione 1	401.00	1.20	1.00	334.17
Campione 2	395.00	1.20	1.00	329.17
Media	398.00			
		fcd		331.67
ACCIAIO PER C.A.				
CAMPIONI	fr [kg/cmq]	FC	γ_s	frd [kg/cmq]
Campione 1	5170.00	1.20	1.00	4308.33
Campione 2	4950.00	1.20	1.00	4125.00
Media	5060.00			
		frd		4216.67

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

TRAVI DELLA COPERTURA						
Largezza delle travi				b	1.20	m
Altezza delle travi				h	0.36	m
Interasse delle travi				int	7.20	m
Peso proprio				G1	4.32	kN/m
Peso proprio portato copponi				G2 - 1	16.95	kN/m
Peso proprio portato				G2 - 2	10.08	kN/m
Carico accidentale della neve				Qs	8.64	kN/m
Azione da combinazione dei carichi allo SLV				Fed (SLU)	31.35	kN/m
1.0*G1+1.0*(G2-1+G2-2)						
Luce di calcolo dei copponi				L	5.90	m
Caratteristiche di sollecitazione						
Momento massimo in mezzzeria				Med	136.41	kNm
Taglio massimo agli appoggi				Ved	92.48	kN

Le azioni di tenso-flessione sulle travi longitudinali risultano pari a:

Med = 136.41 kNm

Ted = 281.70 kN

Nelle prossime tabelle si riporta la verifica a tensoflessione delle travi della sottotetto-copertura.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

Titolo : Verifica travi di copertura allo SLV

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	120	12
2	30	24

N°	As [cm²]	d [cm]
1	3.02	3
2	22.81	31

Sollecitazioni
☒ S.L.U. ☐ Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
☒ Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
T-C LC2 **T-C CLS**
 ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} N/mm²
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} τ_{c1}

M_{xRd} kNm
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

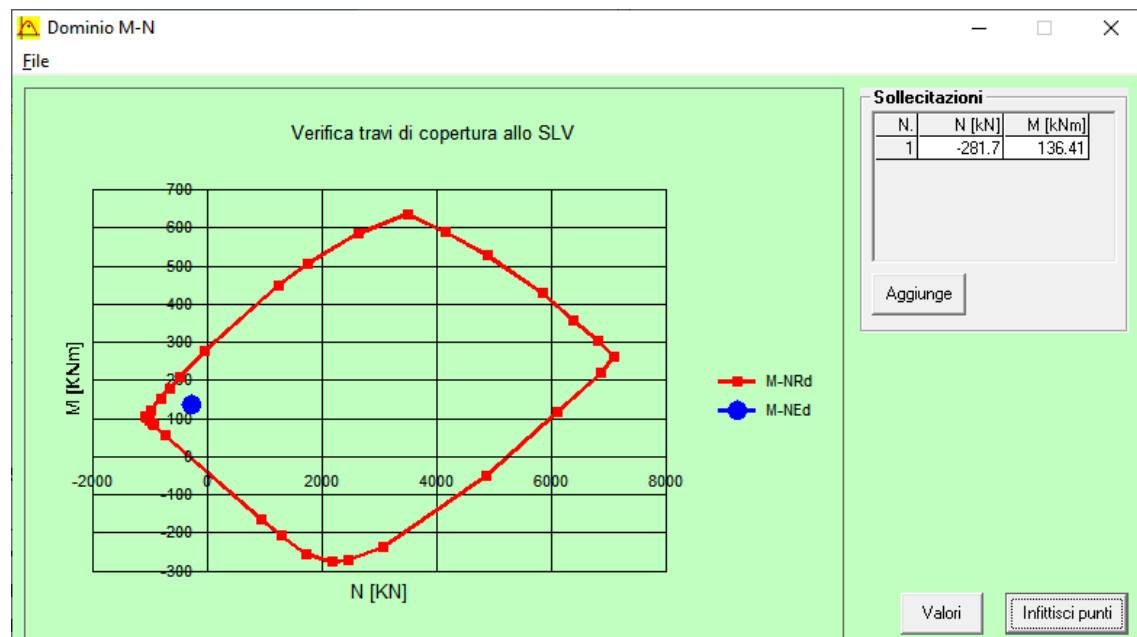
Tipo Sezione
☐ Rettan.re ☐ Trapezi
☒ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☒ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.

L₀ cm
☐ Precompresso



Le travi della copertura sono verificate a tensoflessione.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

Nelle prossime tabelle si riporta la verifica dei copponi della copertura nella combinazione SLV sismico.

COPPONI DELLA COPERTURA				
Largezza dei copponi		b	1.20	m
Altezza dei copponi		h	0.36	m
Peso proprio		G1	3.39	kN/m
Peso proprio portato		G2	1.68	kN/m
Carico accidentale della neve		Qs	1.44	kN/m
Azione da combinazione dei carichi allo SLV		Fed (SLU)	5.07	kN/m
1.0*G1+1.0*G2				
Luce di calcolo dei copponi		L	6.05	m
Caratteristiche di sollecitazione				
Momento massimo in mezzeria		Med	23.20	kNm
Taglio massimo agli appoggi		Ved	15.34	kN

Le azioni di tenso-flessione risultano per la combinazione allo SLV pari a:

$$Med = 136.41 \text{ kNm}$$

L'azione di trazione viene ridistribuita su una coppia di elementi di coppone posti a cavallo dei setti di controvento esterni presenti lungo la direzione Y, l'azione massima di trazione agente sul singolo coppone della copertura, suddivisa su una coppia di copponi, è pari a:

$$Ted = 175.30 / 2 = 87.65 \text{ kN}$$

Nelle prossime tabelle si riporta la verifica a tensoflessione dei copponi della copertura.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

Verifica C.A. S.L.U. - File: — □ ×

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: Verifica dei copponi di copertura allo SLV

N° strati barre

N°	b [cm]	h [cm]
1	120	10
2	20	26

N°	As [cm²]	d [cm]
1	3.02	3
2	4.02	31

Tipo Sezione
☐ Rettan.re ☐ Trapezi
☒ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. ☒ Metodo n ☐

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
 Lato acciaio - Acciaio snervato

Materiali
 T-C LC2 T-C CLS
 ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} N/mm²
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} N/mm²
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{co}

M_{xRd} kN m
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_c ‰
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

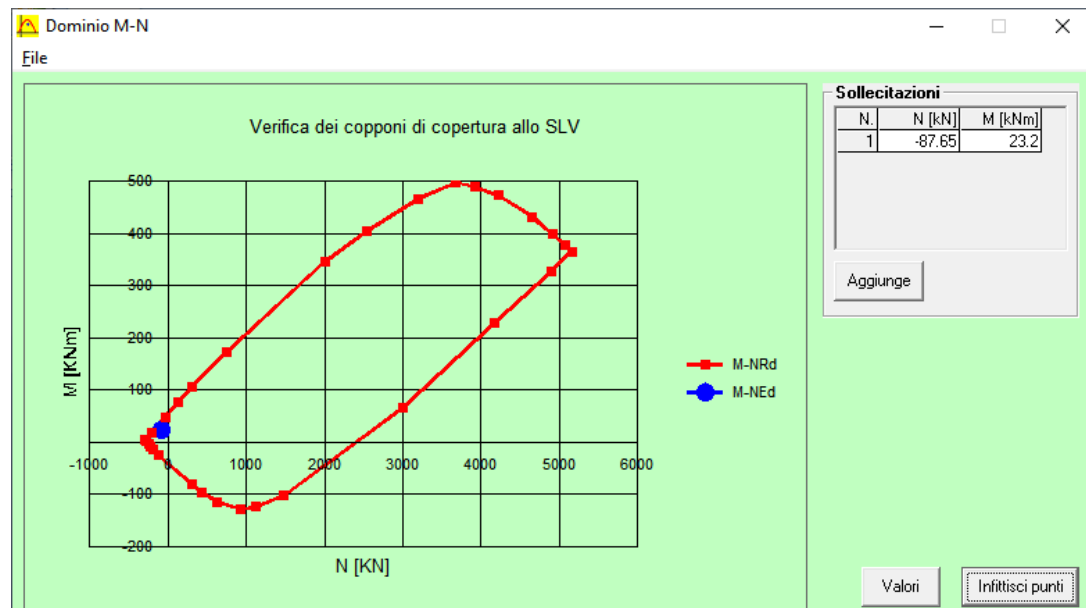
Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☐ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.

 L₀ cm

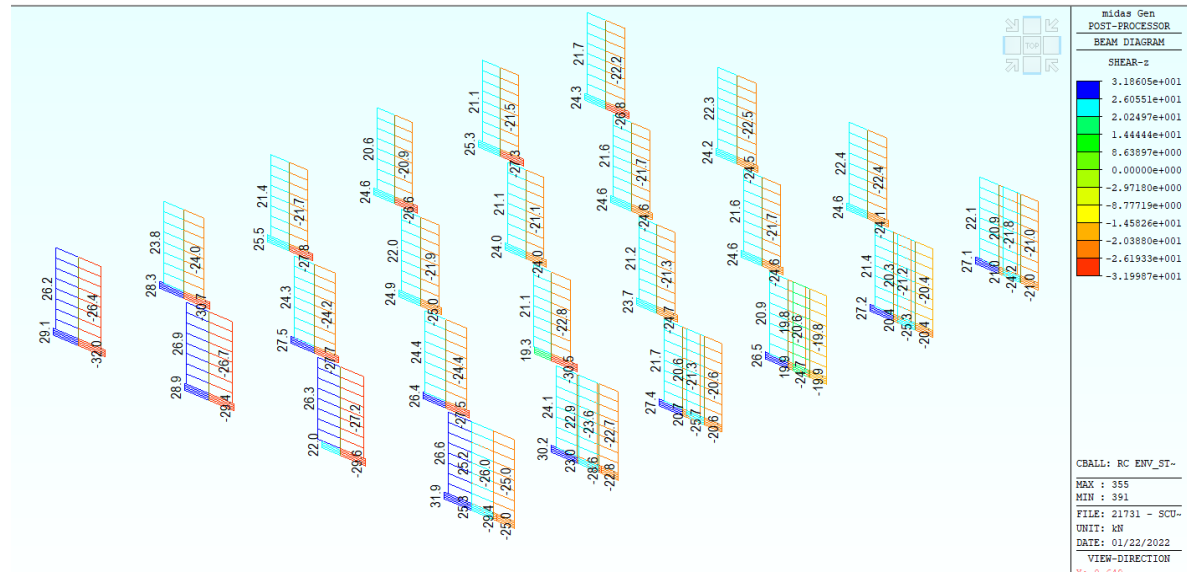
☐ Precompresso



I copponi della copertura sono verificati a tensoflessione nella combinazione allo SLV.

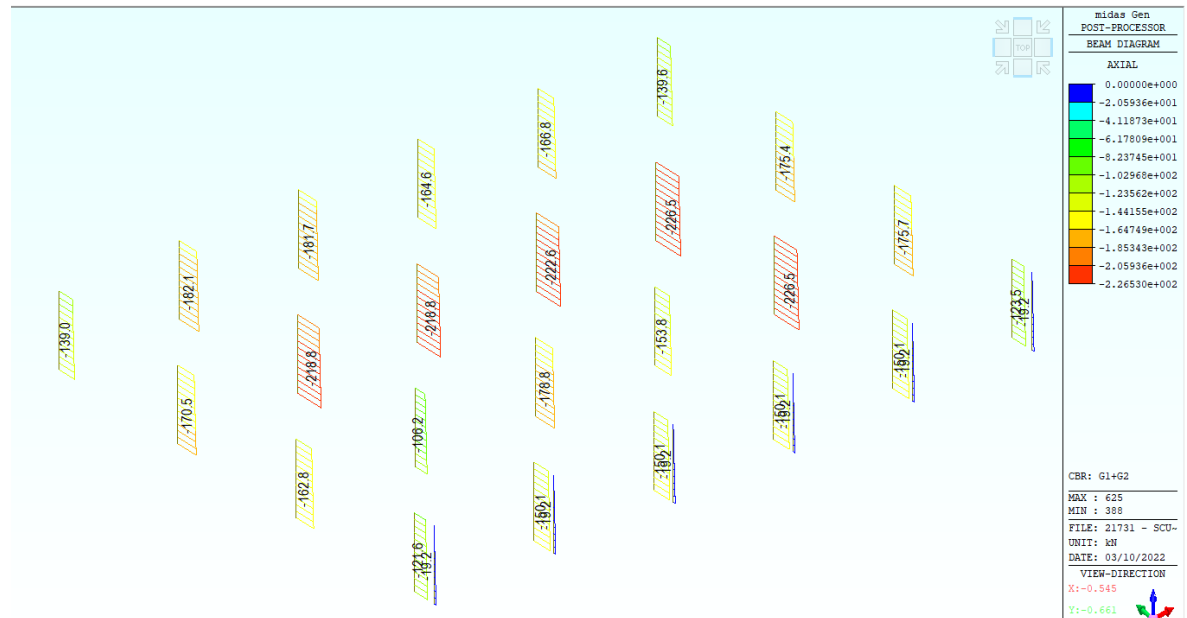
COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

Sforzi di taglio [kN]



E gli sforzi normali nella combinazione di carico sismica (G1+G2) risultano dal seguente schema grafico.

Sforzi normali [kN]



COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

A livello locale nella porzione superiore del pilastro, i collegamenti esistenti e nuovi (collegamenti tipo 1) trasferiscono le seguenti forze ai pilastri.

NODO DI COLLEGAMENTO TRAVI – PILASTRI - TRAVI

Nella seguente tabella si riportano le massime azioni assiali e di taglio agente sui collegamenti travi – pilastri – travi.

Elastic Link					
	No.	Load	Node	Axial (kN)	Shear-y (kN)
	196	RC ENV_STR(all)	3697	11.52	17.43
	198	RC ENV_STR(all)	3698	15.44	5.6
	200	RC ENV_STR(all)	3699	16.49	4.99
	202	RC ENV_STR(all)	3700	16.84	7.76
	204	RC ENV_STR(all)	3701	11.56	18.21
			TOT	71.85	53.99

L'azione di taglio agente sul collegamento trave-pilastri (su un solo lato) è pari a:

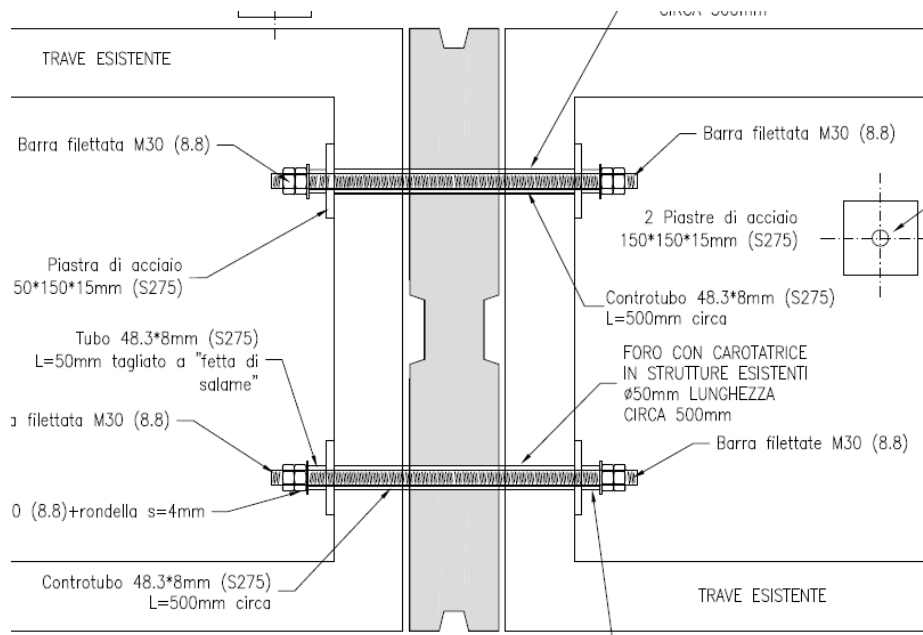
Ved = 53.99 kN

L'azione di taglio viene ripresa sia dai collegamenti esistenti composti di piastre di acciaio annegate nei getti e da saldature in opera e sia dai nuovi collegamenti di tipo 1.

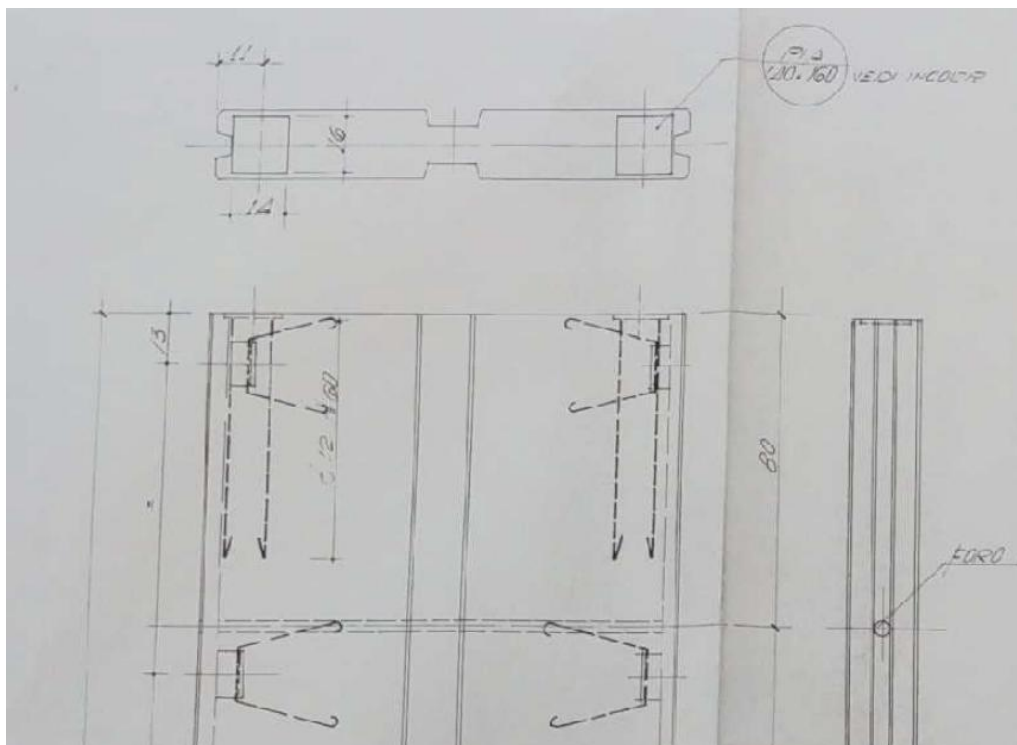
Per quanto riguarda l'azione di taglio agente sul pilastro nella zona sommitale si considera che l'azione di taglio complessiva sia pari alla somma delle azioni di taglio presenti nei collegamenti esistenti e di nuova realizzazione presenti sui due lati del pilastro (collegamento trave-pilastro-trave).

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

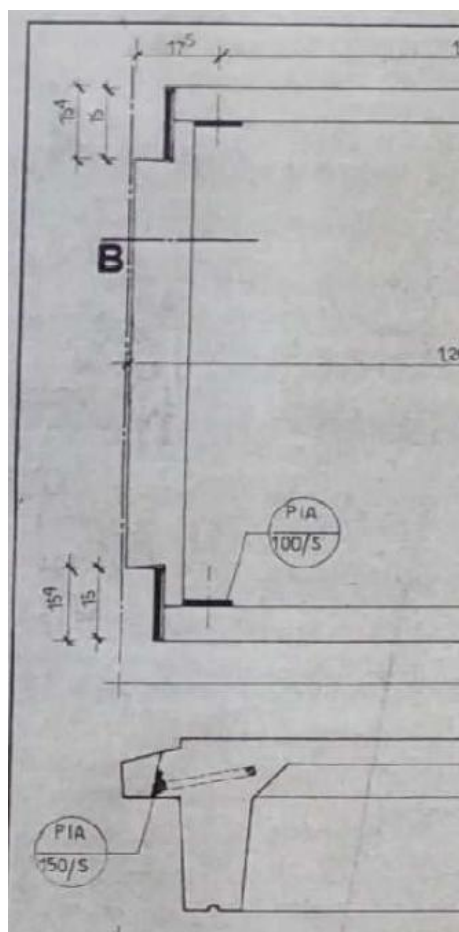
NUOVI COLLEGAMENTI TIPO 1



COLLEGAMENTI ESISTENTI A PIASTRA DI ACCIAIO 140mm E SALDATURE a=4mm



COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO



L'azione di taglio totale sulla sommità del pilastro trasferita dai collegamenti trave-pilastro-trave risulta complessivamente sui due lati del pilastro:

$$V_{ed} (tot) = 53.99 \times 2 = 107.98 \text{ kN}$$

Questa azione di taglio complessiva verrà trasferita tra le parti esterne del pilastro dotate di staffe $\phi 8/150\text{mm}$ attraverso la parte centrale, dello spessore di 12cm , dotata di staffe $\phi 6/150\text{mm}$ che legano le due porzioni esterne del pilastro. La dimensione in lunghezza di questa zona centrale può essere considerata pari a 60cm che corrisponde alla altezza della zona staffata $\phi 6/150\text{mm}$ e bloccata dai ferri longitudinali del pilastro.

Nelle seguenti tabelle si riporta la verifica a taglio di questa porzione centrale di pilastro avente dimensioni di base ridotte.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

VERIFICHE A TAGLIO PER SEZIONI IN C.A. CON ARMATURA TRASVERSALE			
MATERIALI			
Calcestruzzo		fc medio 400	
Resistenza a compressione	fck	40.00	MPa
Alfa cc		0.85	
gamma c x FC (1.20)		1.80	
Resistenza a comp di progetto	fcd	18.89	MPa
Acciaio		Feb 44k	
Resistenza a trazione caratteristica	fyk	440	Mpa
gamma s x FC (1.20)		1.38	
Resistenza a trazione di progetto	fyd	318.84	MPa
CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE			
Base	B	120	mm
Altezza	H	600	mm
Armatura longitudinale tesa			
	D	12	mm
	n	2	
Armature longitudinali aggiuntive	D'	0	mm
	n'	0	
Armatura longitudinale compressa	As	226.19	mm2
	D	12	mm
	n	2	
Armature longitudinali aggiuntive	D'	0	mm
	n'	0	
	As'	226.19	mm2
Copriferro	c	50.00	mm
Altezza utile della sezione	d	550.00	mm
VERIFICA A TAGLIO CON ARMATURA TRASVERSALE			
Armatura trasversale			
Diametro barre trasversali	D	6	mm
Numero di bracci	n	2	
Area dell'armatura trasversale	Asw	56.55	mmq
Angolo della armatura a taglio	α	90	°
Cot alfa		0.00	
Inclinazione dei puntoni in cls	θ	22	
Cot θ		2.48	
Passo delle staffe	s	150	mm
Rottura contemporanea Calcestruzzo-Armature			
Cotangente teta	cotg θ	3.0431	
Tangente teta	tg θ	0.3286	
Angolo teta	θ	0.3175	rad
		18.1910	°

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

Resistenza di calcolo a taglio-trazione	V_{rsd}	147.27	kN
$V_{Rd,s} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha + \cot \vartheta) \cdot \sin \alpha$			
VERIFICA A TAGLIO-COMPRESSIONE DEL PUNTONE COMPRESSO			
Sforzo normale sulla sezione	N_{ed}	120	kN
Area della sezione di calcestruzzo	A _c	72000	mmq
Tensione media di compressione	σ _{cp}	1.67	MPa
Coefficiente maggiorativo	α _{cc}	1.09	
Resistenza a compressione ridotta	f _{cd}	9.44	MPa
Resistenza di calcolo a taglio-coppressione	V_{rcd}	212.04	kN
$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\cot \alpha + \cot \vartheta) / (1 + \cot^2 \vartheta)$			
RESISTENZA AL TAGLIO DELLA SEZIONE			
V_{rd}		147.27	kN
AZIONE DI TAGLIO AGENTE SULLA SEZIONE IN C.A. ALLO SLU E SLV			
V_{ed}		107.98	kN
Coefficiente di utilizzo			
VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE	V_{ed}/V_{rd}	0.73	
		SODDISFATTA	

La verifica a taglio della zona centrale del pilastro avente sezione ridotta e armata con armatura equivalente a staffe 1φ6/15cm risulta soddisfatta.

PARTICOLARE COSTRUTTIVO:

Nella zona posta in corrispondenza al livello del solaio di sottotetto/copertura il collegamento con riprese metalliche tra i nuovi setti di controvento esterni (Setti tipo "A" e setti tipo "B") e le strutture esistenti del fabbricato scolastico (pilastri in c.a. 18x120cm) viene rinforzato introducendo un maggiore numero riprese armate come indicato dall'Organismo Tecnico nel parere progetto.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

1.2.4 Collegamenti tipo 1 e 2: si controllino gli effetti locali (flessione, taglio e punzonamento) prodotti sulle nervature delle travi e dei tegoli

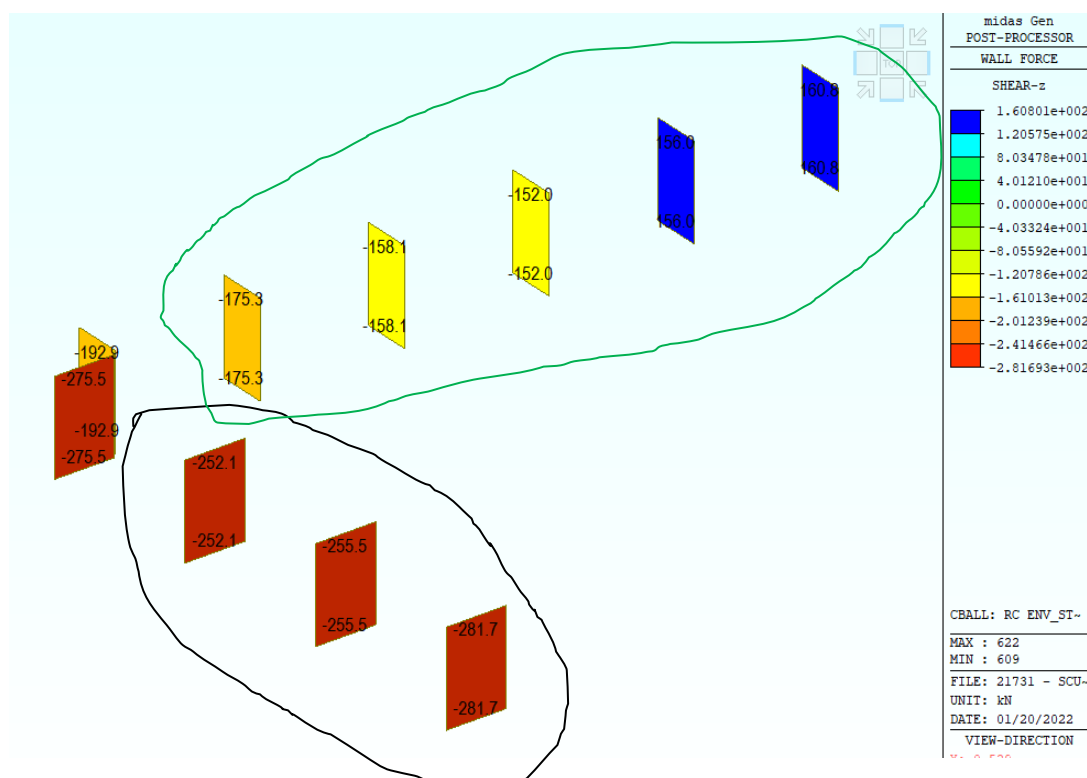
Per le verifiche degli effetti locali sulle due tipologie di collegamenti, tipo 1 sulle travi, e tipo 2 sui copponi, si considera a favore di sicurezza le massime azioni di taglio presenti sui nuovi setti di controvento presenti lungo il perimetro esterno del fabbricato.

Verrà verificata la resistenza anche dei collegamenti esistenti tra le strutture di copertura (travi e copponi) e i pilastri. Questi collegamenti sono composti da piastre di acciaio annegate nelle strutture in c.a. e saldate poi in cantiere al momento del montaggio della struttura prefabbricata.

Nelle verifiche successive vengono considerate entrambe le situazioni, una in cui sono attivi e resistenti solo i collegamenti esistenti con piastre di acciaio e saldature, e una situazione in cui sono attivi solo i nuovi collegamenti di tipo 1 e 2.

Le massime azioni di taglio sui contrafforti esterni risultano dal seguente grafico per un sisma con $T_r = 712$ anni e con coefficiente di rischio sismico $[\zeta_E (PGA_C/PGA_D) \geq 1.00]$ a verifica soddisfatta.

Sforzo di taglio [kN]



Si considerano le azioni presenti sui setti degli allineamenti centrali che non hanno il contributo delle pareti perimetrali e dei relativi fissaggi ai pilastri e ai nuovi contrafforti.

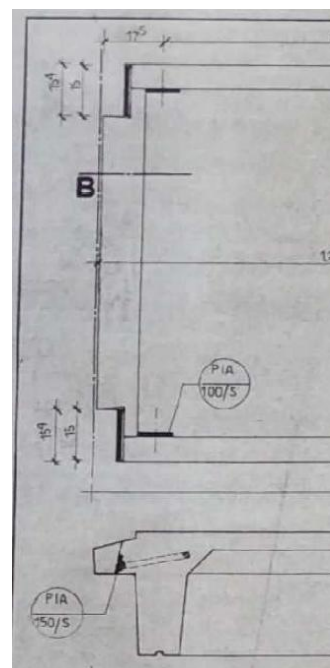
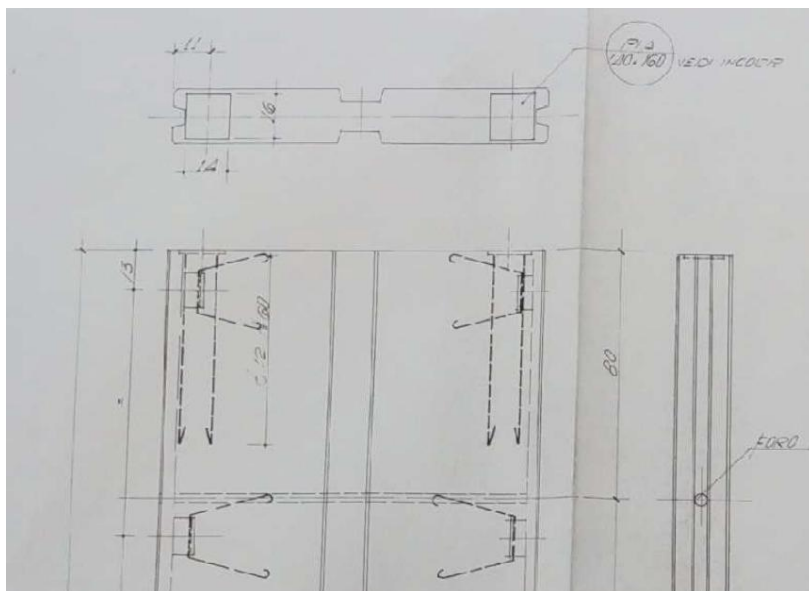
COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

Per la verifica dei collegamenti delle travi in c.a. della copertura con i pilastri si utilizza l'azione complessiva di $Ted = 281.70 \text{ kN}$ agente sui nuovi setti esterni di tipo A.

Per la verifica di dettaglio del collegamento travi – copponi in c.a. della copertura si utilizza l'azione di $Ted = 175.30 / 2 = 87.65 \text{ kN}$ in quanto è attiva una coppia di copponi lungo gli allineamenti trasversali a cavallo dei pilastri e dei nuovi setti esterni di controvento di tipo B.

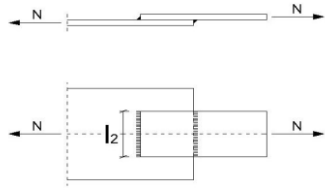
VERIFICA DEI COLLEGAMENTI SULLE TESTE DELLE TRAVI LONGITUDINALI DI COPERTURA E PILASTRI (COLLEGAMENTO TRAVI-PILASTRI-TRAVI)

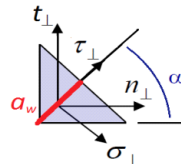
Il collegamento esistente tra le travi e i pilastri è composto da piastre di acciaio annegate nelle strutture in c.a. e poi saldate in opera.



La resistenza del singolo collegamento saldato composto da cordoni da $140 \times 4 \text{ mm}$ risulta pari a:

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

UNIONE A TRAZIONE - cordoni ortogonali all'azione																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">INPUT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Definizione dell'azione di trazione</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N =</td> <td>116000 [N]</td> </tr> <tr> <td>Definizione della geometria dell'unione</td> <td></td> </tr> <tr> <td>l₂ =</td> <td>70 [mm]</td> </tr> <tr> <td>a_w =</td> <td>4 [mm]</td> </tr> <tr> <td>A_w =</td> <td>280 [mm²]</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">VERIFICA (NTC 2018)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Metodo direzionale</td> <td>EN10025 - S235 / S235 W</td> </tr> <tr> <td>$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} \leq \frac{f_{tk}}{\beta \gamma_{M2}}$</td> <td>292.94 < 360.00 Verificato</td> </tr> <tr> <td>Metodo semplificato</td> <td>EN10025 - S235 / S235 W</td> </tr> <tr> <td>$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd} = \frac{a_w f_{tk}}{\sqrt{3} \beta \gamma_{M2}}$</td> <td>828.57 < 831.38 Verificato</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">OUTPUT - tensioni sui cordoni di saldatura</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>t_l =</td> <td>207.14286 [N/mm²] Agente sui cordoni ortogonali all'azione</td> </tr> </tbody> </table> <p>Torna al Menu Principale</p> <p>Torna al Menu Sollecitazioni di trazione</p>	INPUT		Definizione dell'azione di trazione		N =	116000 [N]	Definizione della geometria dell'unione		l ₂ =	70 [mm]	a _w =	4 [mm]	A _w =	280 [mm ²]	VERIFICA (NTC 2018)		Metodo direzionale	EN10025 - S235 / S235 W	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} \leq \frac{f_{tk}}{\beta \gamma_{M2}}$	292.94 < 360.00 Verificato	Metodo semplificato	EN10025 - S235 / S235 W	$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd} = \frac{a_w f_{tk}}{\sqrt{3} \beta \gamma_{M2}}$	828.57 < 831.38 Verificato	OUTPUT - tensioni sui cordoni di saldatura		t _l =	207.14286 [N/mm ²] Agente sui cordoni ortogonali all'azione
INPUT																													
Definizione dell'azione di trazione																													
N =	116000 [N]																												
Definizione della geometria dell'unione																													
l ₂ =	70 [mm]																												
a _w =	4 [mm]																												
A _w =	280 [mm ²]																												
VERIFICA (NTC 2018)																													
Metodo direzionale	EN10025 - S235 / S235 W																												
$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} \leq \frac{f_{tk}}{\beta \gamma_{M2}}$	292.94 < 360.00 Verificato																												
Metodo semplificato	EN10025 - S235 / S235 W																												
$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd} = \frac{a_w f_{tk}}{\sqrt{3} \beta \gamma_{M2}}$	828.57 < 831.38 Verificato																												
OUTPUT - tensioni sui cordoni di saldatura																													
t _l =	207.14286 [N/mm ²] Agente sui cordoni ortogonali all'azione																												



Fondazione
Promozione Acciaio

Considerando il FC = 1.20 la resistenza del singolo collegamento saldato travi-pilastri è pari a:

$$F_{w,Rd} (1) = 116 / 1.20 = 96 \text{ kN}$$

Sulla coppia di collegamenti presenti tra travi – pilastro la resistenza complessiva risulta di:

$$F_{w,Rd} (\text{tot}) = 2 \times F_{w,Rd} (1) = 96 \times 2 = 192 \text{ kN}$$

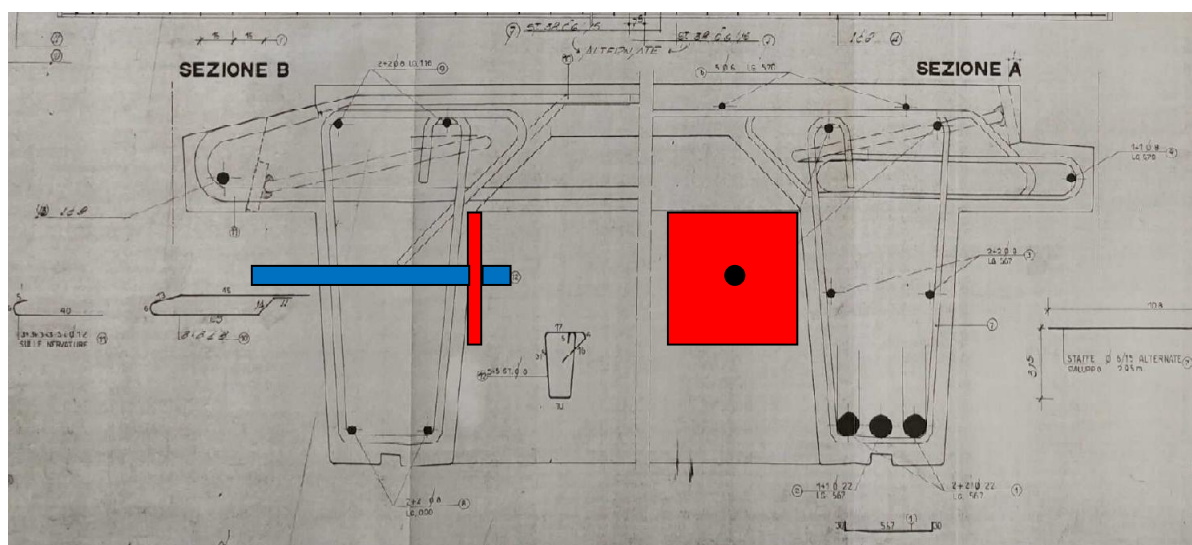
$$F_{w,Rd} (\text{tot}) = 192 \text{ kN} < F_{ed} = 281.70 \text{ kN} \quad \text{la verifica non è soddisfatta}$$

Si procede quindi con la verifica del nuovo collegamento tipo 1 impostato sulla testa delle travi di copertura. Per ogni collegamento trave-pilastro-trave sono presenti due collegamenti di tipo 1.

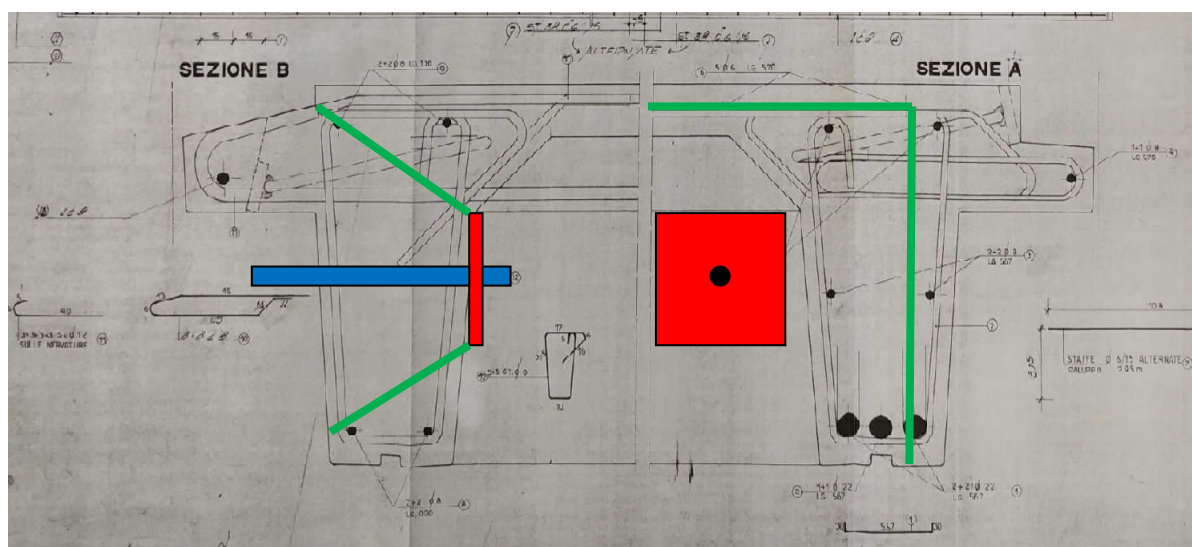
Le testate delle travi costituiscono un elemento tridimensionale posto in corrispondenza delle “zone di discontinuità”, le cosiddette regioni di TIPO “D”, dove non valgono le ipotesi di Bernulli sul comportamento delle travi. I meccanismi resistenti utilizzati per la verifica del collegamento tipo 1 sono quelli del taglio-punzonamento sugli elementi in c.a. e delle mensole tozze presenti sull'elemento tridimensionale della testata trave.

Nella seguente figura si riporta la posizione della piastra di acciaio 150x150x15mm del collegamento di tipo 1 nella vista di fianco e nella vista di fronte.

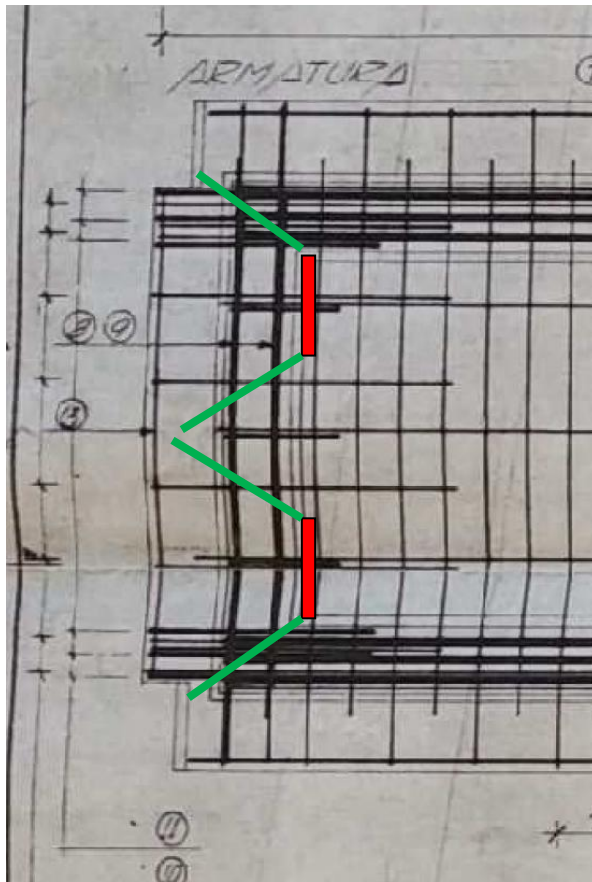
COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO



Il perimetro critico a taglio-punzonamento che si viene a creare coinvolge sia la superiore nervatura orizzontale presente sulla testa delle travi e sia la nervatura verticale costituita dalle anime della trave, nella successiva figura si riporta la schematizzazione del perimetro critico per la verifica a taglio-punzonamento della testa della trave in corrispondenza dei collegamenti tipo 1.



COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO



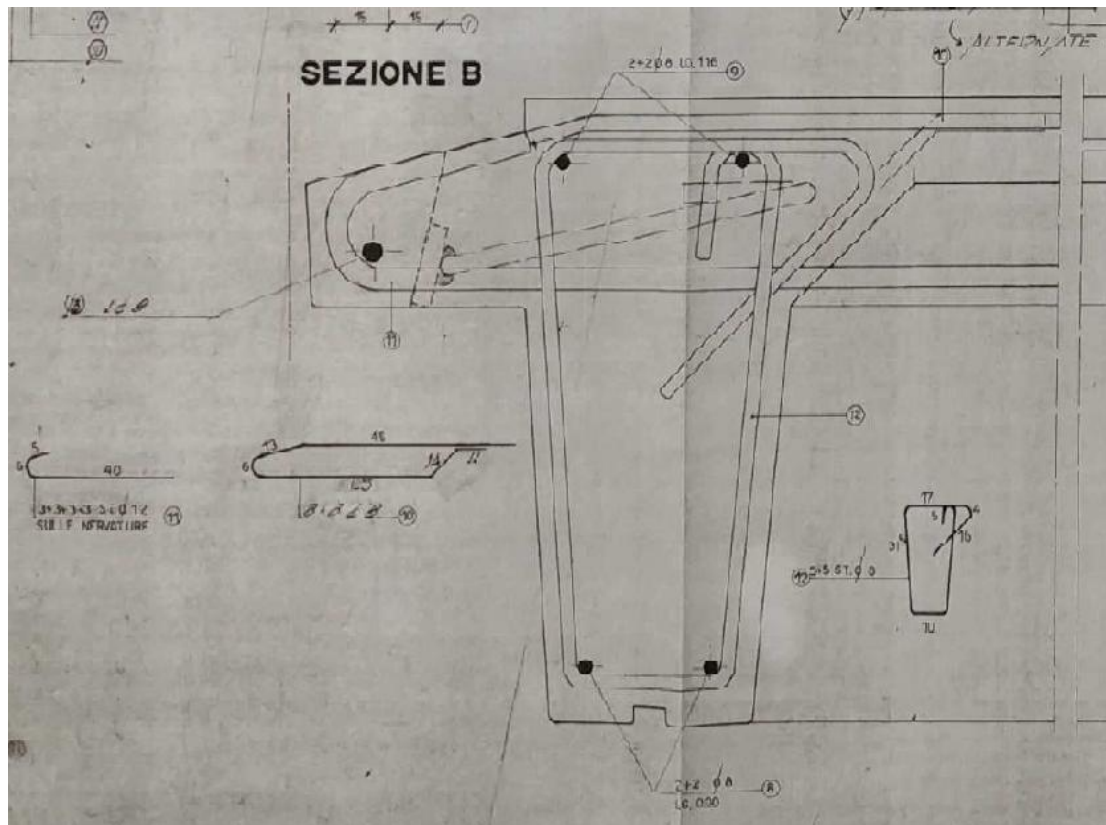
La lunghezza del perimetro critico del singolo collegamento tipo 1 è pari a:

$$u = 45 + 35 \times 2 = 115 \text{ cm}$$

Nella zona del perimetro critico sono presenti molteplici armature che funzionano da armature attive alla resistenza del meccanismo di rottura a taglio-punzonamento, queste armature sono presenti sia nella zona della nervatura orizzontale della soletta della trave e sia in corrispondenza delle anime delle travi.

La armature sulla testa della trave risultano dal seguente schema grafico.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO



Sono presenti in particolare 8 ferri $\phi 8$ con due sezioni a trazione attive per resistere al punzonamento.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

$$u = 45 + 35 \times 2 = 115 \text{ cm}$$

VERIFICA DI PUNZONAMENTO E.C.2 - 4.3.4

Forza di taglio sollecitante	V_{sd}	=	141 [kN]	Angolo di inclinazione dell'armatura	90
Lunghezza del perimetro critico di punzonamento	u	=	115 [cm]	Valore di calcolo dell'armatura	31 [kN/cm ²]
Coefficiente di eccentricità di carico β	β	=	1.00		

Valore del taglio per unità di lunghezza	V_{sd}	=	1.23 [kN/cm]
--	----------	---	--------------

Classe del calcestruzzo	Classe	=	(25)/30
Tensione tangenziale in funzione della classe c.i.s	τ_{Rd}	=	0.030 [kN/cm ²]

Larghezza della sezione	b	=	50 [cm]
Altezza utile della sezione in calcestruzzo	d	=	20 [cm]
	$k = (1,6 - d)$	=	1,4
Area dell'armatura tesa disposta in direzione x	$A_{s,x}$	=	2,5 [cm ²]
Area dell'armatura tesa disposta in direzione y	$A_{s,y}$	=	2,5 [cm ²]
Rapporto geometrico d'armatura in direzione x	$\rho_{1x} = A_{s,x}/bd$	=	0.0025
Rapporto geometrico d'armatura in direzione y	$\rho_{1y} = A_{s,y}/bd$	=	0.0025
Rapporto ideale	$\rho_1 = (\rho_{1x} \rho_{1y})^{0.5}$	=	0.0025 verificato

Resistenza a punzonamento per unità di lunghezza	$V_{Rd1} = \tau_{Rd} k (1,2 + 40\rho_1) d$	=	1.09 [kN/cm]	La sollecitazione è maggiore della resistenza
--	--	---	--------------	---

Resistenza a punzonamento per unità di lunghezza	$V_{Rd2} = 1,6 V_{Rd1}$	=	1.75 [kN/cm]	Verificato
--	-------------------------	---	--------------	------------

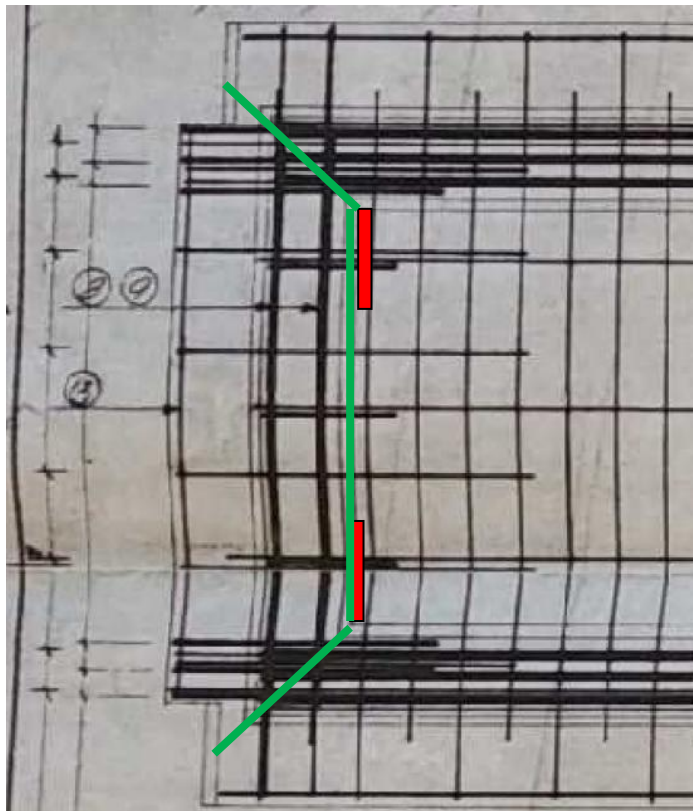
Armatura adottata per il punzonamento	A'_{sw}	=	5.00 [cm ²]
---------------------------------------	-----------	---	-------------------------

Resistenza a punzonamento con armatura	$V_{Rd3} = V_{Rd1} + (A'_{sw} f_y \sin \alpha) / l$	=	2.44 [kN/cm]	Verificato
--	---	---	--------------	------------

Considerando la presenza lungo il perimetro critico delle armature attive a resistere al taglio-punzonamento la verifica risulta soddisfatta per l'azione agente.

Considerando ora un ulteriore perimetro critico che coinvolga l'intera testa della trave con i due fissaggi di tipo 1 qui di seguito descritto.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO



La lunghezza di questo perimetro critico relativo alla coppia di collegamenti tipo 1 può essere posta pari a:

$$u = 100 + 35 \times 2 = 170 \text{ cm}$$

$$F_{ed} = T_{ed} = 282 \text{ kN}$$

Nella successiva tabella si riporta la verifica a taglio-punzonamento del collegamento complessivo di tipo 1 travi-pilastri-travi.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

VERIFICA DI PUNZONAMENTO E.C.2 - 4.3.4

Forza di taglio sollecitante	V_{sd}	=	282 [kN]	Angolo di inclinazione dell'armatura	90
Lunghezza del perimetro critico di punzonamento	u	=	170 [cm]	Valore di calcolo dell'armatura	31 [kN/cm ²]
Coefficiente di eccentricità di carico β	β	=	1.00		

Valore del taglio per unità di lunghezza	v_{sd}	=	1.66 [kN/cm]
--	----------	---	--------------

Classe del calcestruzzo	Classe	=	(25)/30
Tensione tangenziale in funzione della classe c.l.s	τ_{Rd}	=	0.030 [kN/cm ²]

Larghezza della sezione	b	=	100 [cm]
Altezza utile della sezione in calcestruzzo	d	=	20 [cm]
	$k=(1,6 - d)$	=	1.4
Area dell'armatura tesa disposta in direzione x	$A_{s,x}$	=	5 [cm ²]
Area dell'armatura tesa disposta in direzione y	$A_{s,y}$	=	5 [cm ²]
Rapporto geometrico d'armatura in direzione x	$\rho_{1x}=A_{s,x}/bd$	=	0.0025
Rapporto geometrico d'armatura in direzione y	$\rho_{1y}=A_{s,y}/bd$	=	0.0025
Rapporto ideale	$\rho_1=(\rho_{1x} \rho_{1y})^{0.5}$	=	0.0025 verificato

Resistenza a punzonamento per unità di lunghezza	$V_{Rd1}=\tau_{Rd} k(1,2+40\rho_1)d$	=	1.09 [kN/cm]	La sollecitazione è maggiore della resistenza
--	--------------------------------------	---	--------------	---

Resistenza a punzonamento per unità di lunghezza	$V_{Rd2}=1,6V_{Rd1}$	=	1.75 [kN/cm]	Verificato
--	----------------------	---	--------------	------------

Armatura adottata per il punzonamento	A'_{sw}	=	10.00 [cm ²]
---------------------------------------	-----------	---	--------------------------

Resistenza a punzonamento con armatura	$V_{Rd3}=V_{Rd1}+(A'_{sw} f_y \sin\alpha)/t$	=	2.92 [kN/cm]	Verificato
--	--	---	--------------	------------

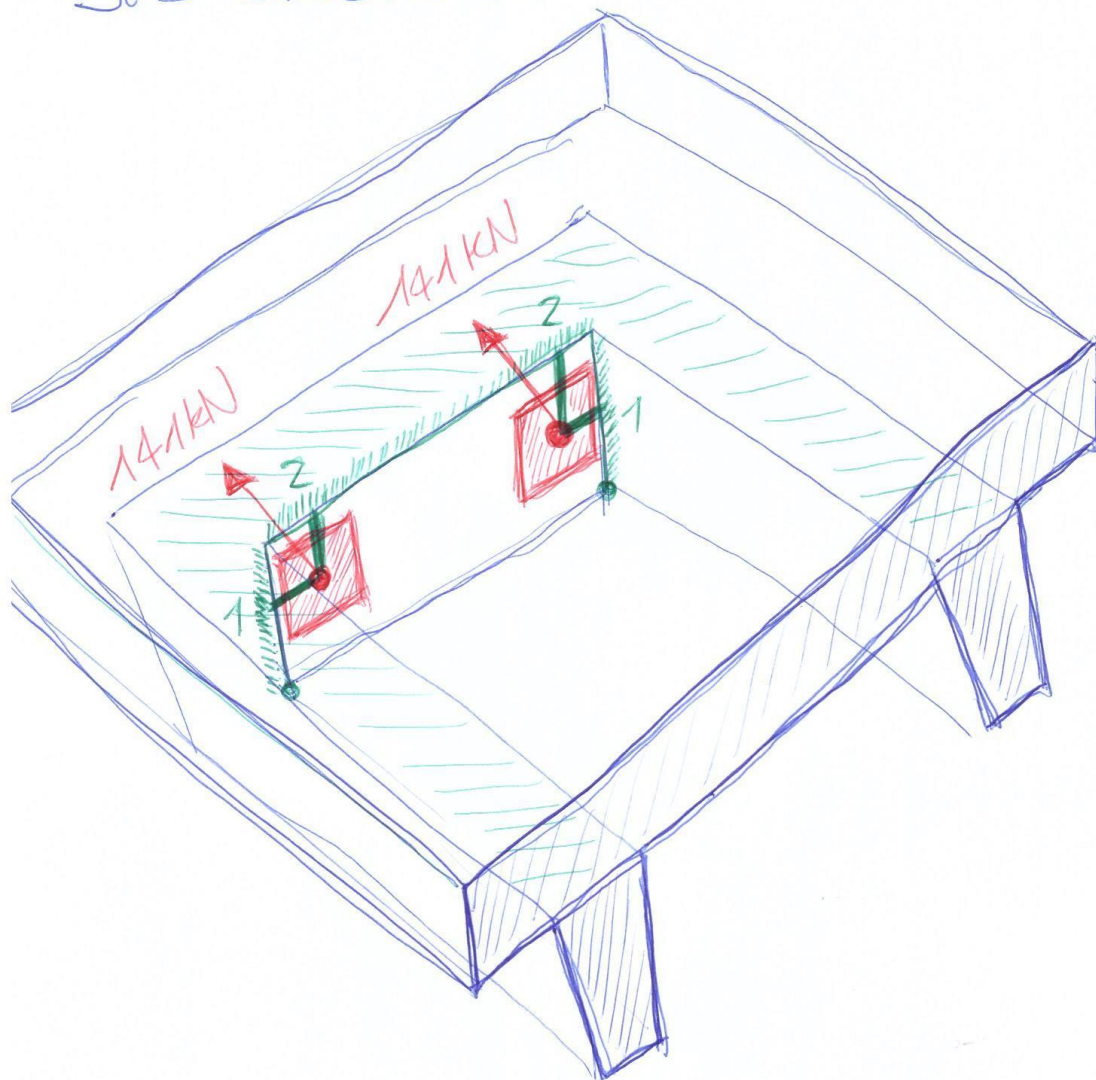
Considerando la presenza lungo il perimetro critico delle armature attive a resistere al taglio-punzonamento la verifica risulta soddisfatta per l'azione agente.

Il secondo meccanismo di rottura che viene considerato per la verifica dei collegamenti tipo 1 sulle teste delle travi è quello della mensola tozza.

Essendo la testata delle travi un elemento che resiste sulle tre dimensioni si vanno a creare due mensole tozze per ciascuno dei due punti di vincolo, la prima sul piano orizzontale di sezionamento e la seconda nel piano verticale di sezione, come rappresentato nel seguente schema grafico.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

MENSOLE TOZZE NELLE
DUE DIREZIONI



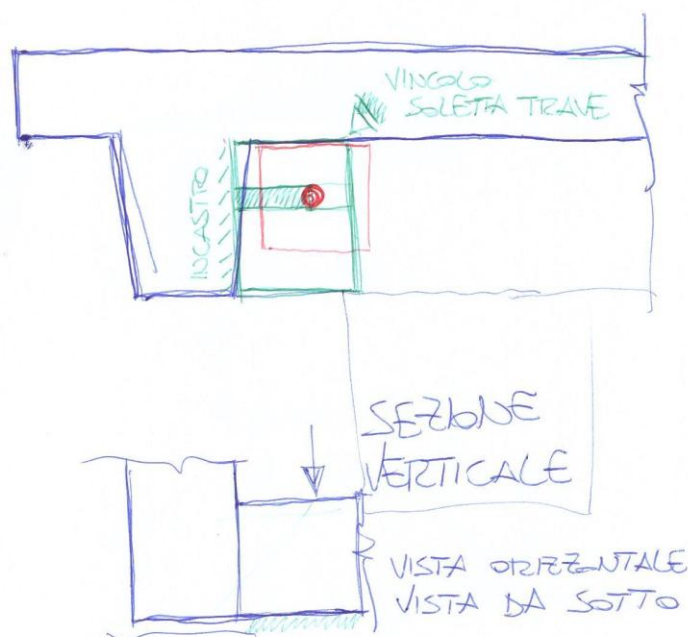
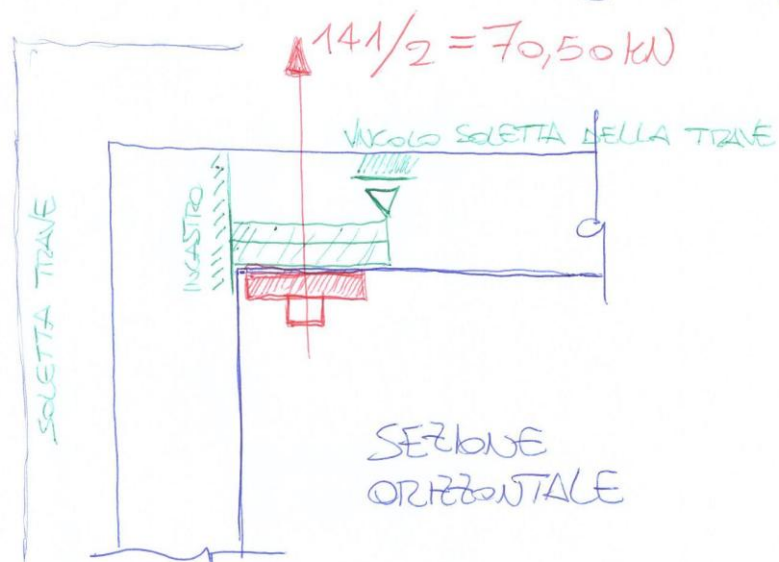
Sono presenti due mensole per ogni punto di fissaggio, vista la simmetria geometrica presente su ognuna di esse può considerarsi agente una forza pari a:

$$F_{ed}(1) = 141 / 2 = 70.50 \text{ kN}$$

Si descrivono nei seguenti schemi grafici le geometrie delle due mensole tozze che reagiscono alla azione trasferita dal collegamento tipo 1.

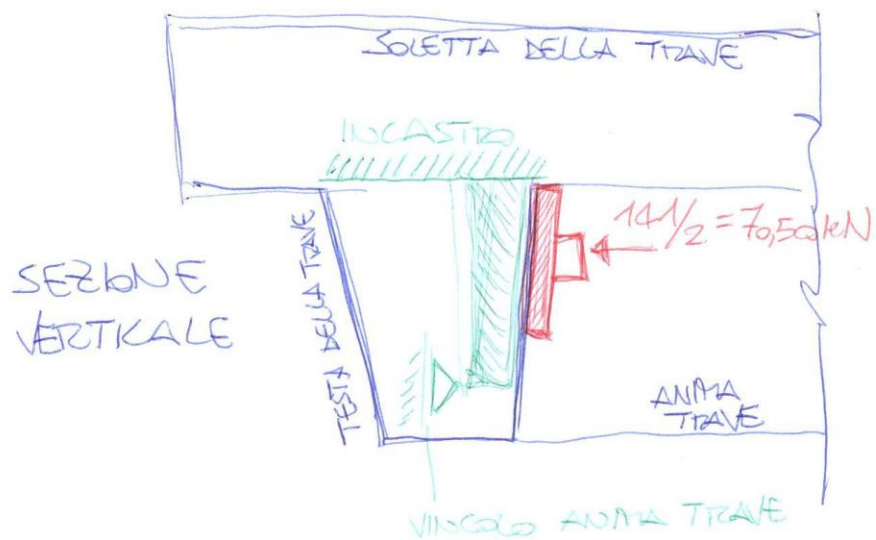
COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

NESSOLA ORIZZONTALE (1) (B)

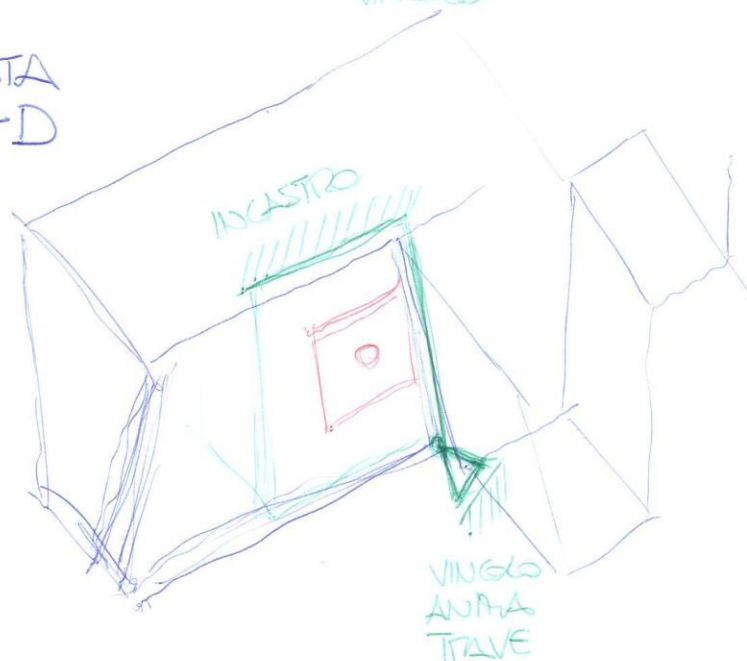


COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

MENSOLA VERTICALE (2)



VISTA
3-D



COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

Per via della tridimensionalità del sistema geometrico le due mensole sono vincolate anche lungo il bordo dalla soletta della trave e dalle anime delle travi.

Per quanto riguarda il comportamento della mensola 1, la presenza della soletta della trave costituisce vincolo distribuito per la mensola medesima.

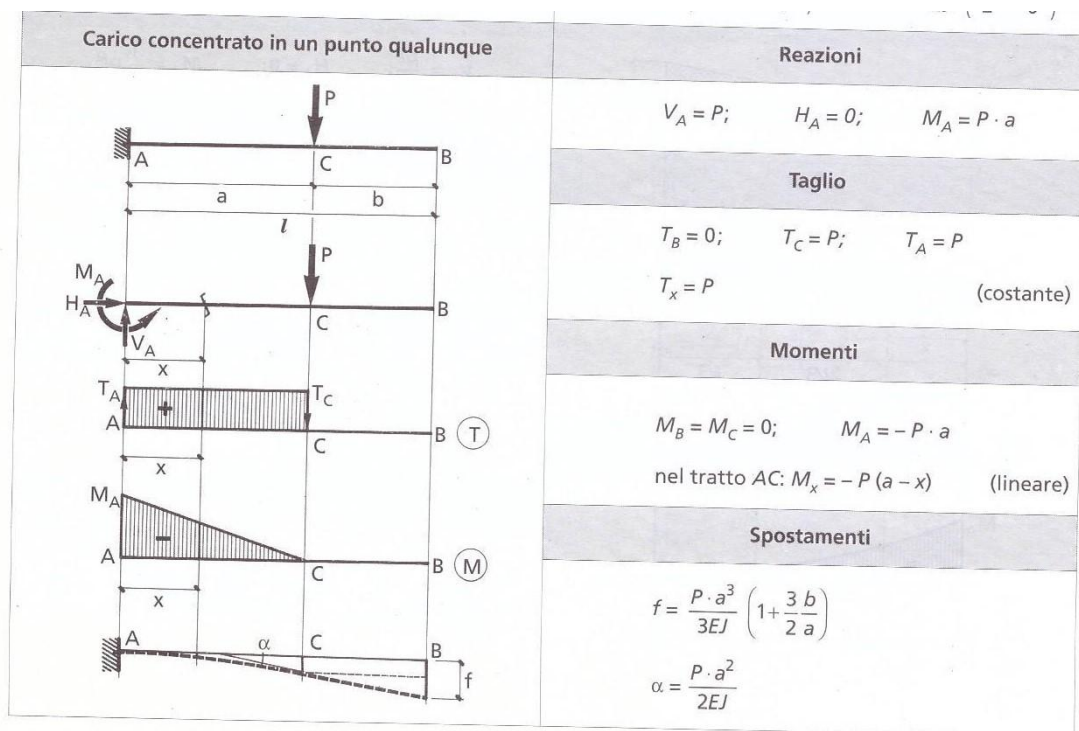
Per la mensola verticale tipo 2 le anime delle travi costituiscono vincolo distribuito per la stessa mensola.

Per la verifica delle mensole tipo 1 e 2 si schematizza il sistema di vincolo delle medesime secondo uno schema semplificato e a favore di sicurezza che va a concentrare il vincolo distribuito in un unico punto.

Tenendo conto dei vincoli presenti per i due tipi di comportamento a mensola tozza si può considerare per un confronto sulle caratteristiche di sollecitazione ai vincoli i seguenti schemi strutturali:

- Mensola incastrata;
- Trave con incastro e appoggio.

Si riporta nelle seguenti immagini i due schemi statici precedentemente indicati.



COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

Carico concentrato in mezzeria della trave	Reazioni
	$V_A = \frac{11}{16} P;$ $H_A = 0;$ $V_B = \frac{5}{16} P;$ $M_A = \frac{3}{16} Pl$
	Taglio
	$T_A = \frac{11}{16} P;$ $T_B = -\frac{5}{16} P$
	Momenti
	$M_A = -\frac{3}{16} P \cdot l;$ $M_C = \frac{5}{32} P \cdot l$ $M_B = 0$
	Spostamenti
	$f_C = \frac{7}{768} \frac{Pl^3}{EJ}$ $f_{max} = \frac{1}{107} \frac{Pl^3}{EJ}$ (per $x = 0,553 \cdot l$) $\alpha = \frac{1}{32} \frac{Pl^2}{EJ}$

Considerando che le dimensioni geometriche di riferimento per le due mensole siano:

$$a = b = 10\text{cm} = L/2 \quad \text{e con } L = 20 \text{ cm}$$

Dal confronto dai due momenti all'incastro per la medesima forza P agente si ricava che il momento presente all'incastro nello schema di trave incastro-appoggio è inferiore alla metà del momento di incastro nella situazione senza appoggio.

Per tenere conto quindi del contributo degli appoggi che sono presenti sulle due mensole e per utilizzare nelle verifiche lo schema di calcolo e di verifica previsto per le mensole tozze, si andrà a determinare una "forza equivalente" da applicare nelle formule di verifica:

$$((3/16 \times PL) / (L/2 \times P)) = 0.40$$

Il "carico equivalente" agente sulla mensola 1 sarà pari a:

$$P' = 70.50 \times 0.40 = 28.20 \text{ kN}$$

Nella seguente tabella di calcolo si riporta la verifica della mensola tozza 1 per il carico equivalente agente determinato come precedentemente descritto.

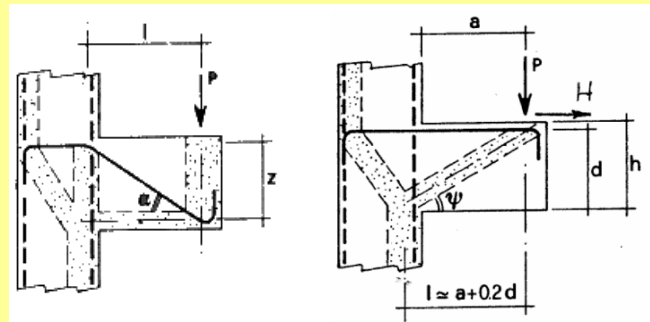
COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

VERIFICA ELEMENTI TOZZI

AZIONI	V_{sd} (KN)	28.2
	H_{sd} (KN)	0
GEOMETRIA	h (cm)	20
	c (cm)	5
	d (cm)	15
	a (cm)	10
	b (cm)	25
CLS	Rck (MPa)	C25/30
	fck (MPa)	24.9
	fcid (MPa)	14.11
ARMATURA	fyk (MPa)	319
	fyd (MPa)	277.4
	As	
	ϕ	8
	n°	2.00
	cm ²	1.01

Elemento con staffe	
γ	1.50
$\lambda = L/0.9d$	0.96
α (°)	0.00
ψ (°)	46.1
A'_s (cm ²)	1.01
ϕ (mm)	8
n°	2.00

P_{Rc} (KN)	164.73
P_{Rs} (KN)	28.96
ΔP_{Rc} (KN)	0.00
ΔP_{Rs} (KN)	0.00
P_{Rd} (KN)	28.96



$$Prd = 28.96 \text{ kN} > Ped = 28.20 \text{ kN}$$

verifica soddisfatta

Il controllo della relazione di appoggio costituita dalla soletta della trave, sottoposta alla forza

$$5/16 \times P = 5/16 \times 70.50 = 22.03 \text{ kN}$$

È soddisfatta dalla presenza delle armature nella soletta della trave in c.a.

Per la mensola verticale 2 la verifica viene riportata nella seguente tabella seguendo le analoghe considerazioni riportate per la mensola 1.

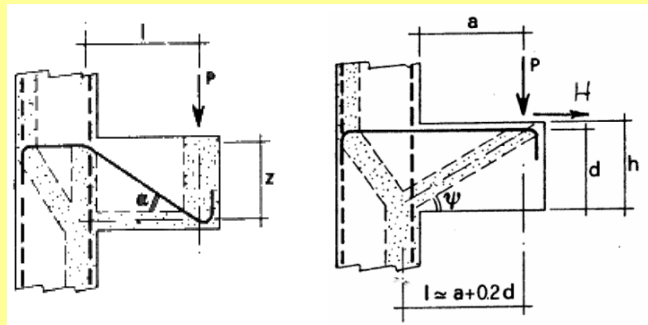
COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

VERIFICA ELEMENTI TOZZI

AZIONI	V_{sd} (kN)	28.2
	H_{sd} (kN)	0
GEOMETRIA	h (cm)	20
	c (cm)	5
	d (cm)	15
	a (cm)	10
	b (cm)	25
CLS	Rck (MPa)	C25/30
	fck (MPa)	24.9
	fcid (MPa)	14.11
ARMATURA	fyk (MPa)	319
	fyd (MPa)	277.4
	As	
	ϕ	8
	n°	3.00
	cm²	1.51

NTC 2008

Elemento con staffe	
γ	1.50
$\lambda = L/0.9d$	0.96
α (°)	0.00
ψ (°)	46.1
A'_s (cm²)	1.01
ϕ (mm)	8
n°	2.00
P_{Rc} (kN)	164.73
P_{Rs} (kN)	43.44
ΔP_{Rc} (kN)	0.00
ΔP_{Rs} (kN)	0.00
P_{Rd} (kN)	43.44



$P_{rd} = 43.44 \text{ kN} > P_{ed} = 28.20 \text{ kN}$ verifica soddisfatta

Il controllo della relazione di appoggio costituita dalla soletta della trave, sottoposta alla forza $5/16 \times P = 5/16 \times 70.50 = 22.03 \text{ kN}$

È soddisfatta dalla presenza delle armature nelle anime della trave in c.a.

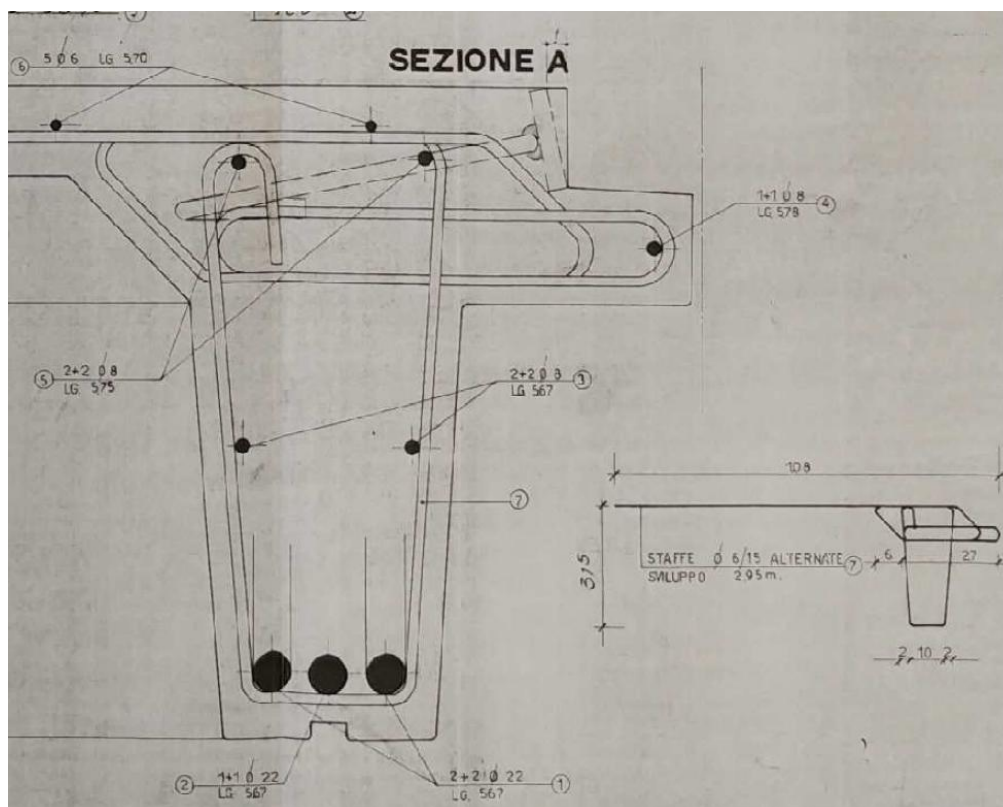
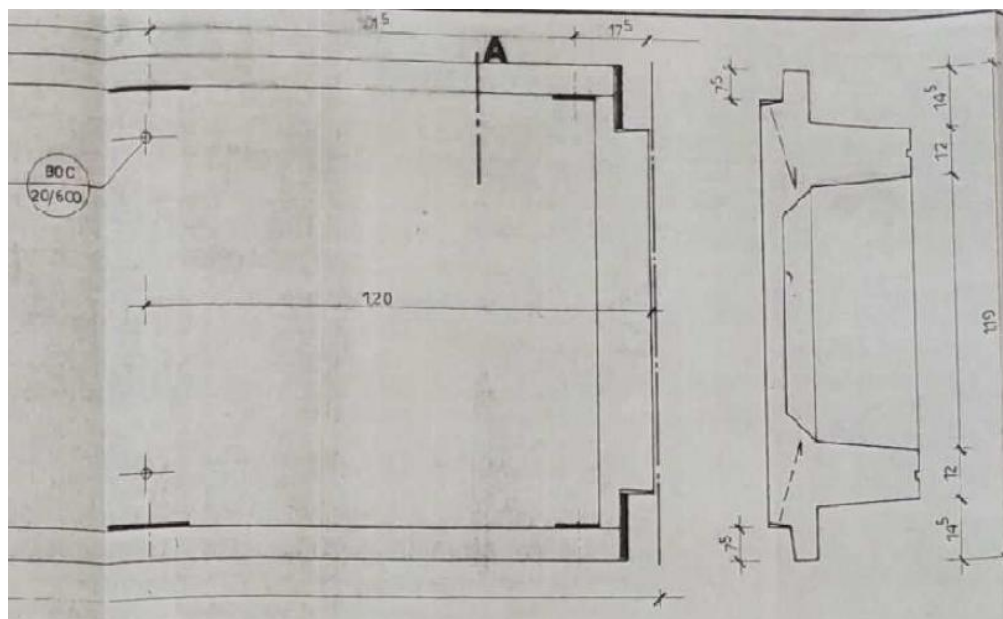
Sono stati verificati positivamente entrambi i meccanismi di rottura, meccanismo a taglio-punzonamento e meccanismo a mensola tozza, presenti sulla testata della trave per le massime azioni trasferite dai collegamenti tipo 1.

In considerazione dell'utilizzo nelle verifiche del sisma di progetto con $T_r = 712$ anni e con coefficiente di rischio sismico $[\zeta_E (PGA_C/PGA_D) \geq 1.00]$ il margine di sicurezza risulta maggiore nel rispetto delle richieste normative per gli edifici esistenti $[\zeta_E (PGA_C/PGA_D) \geq 0.80]$.

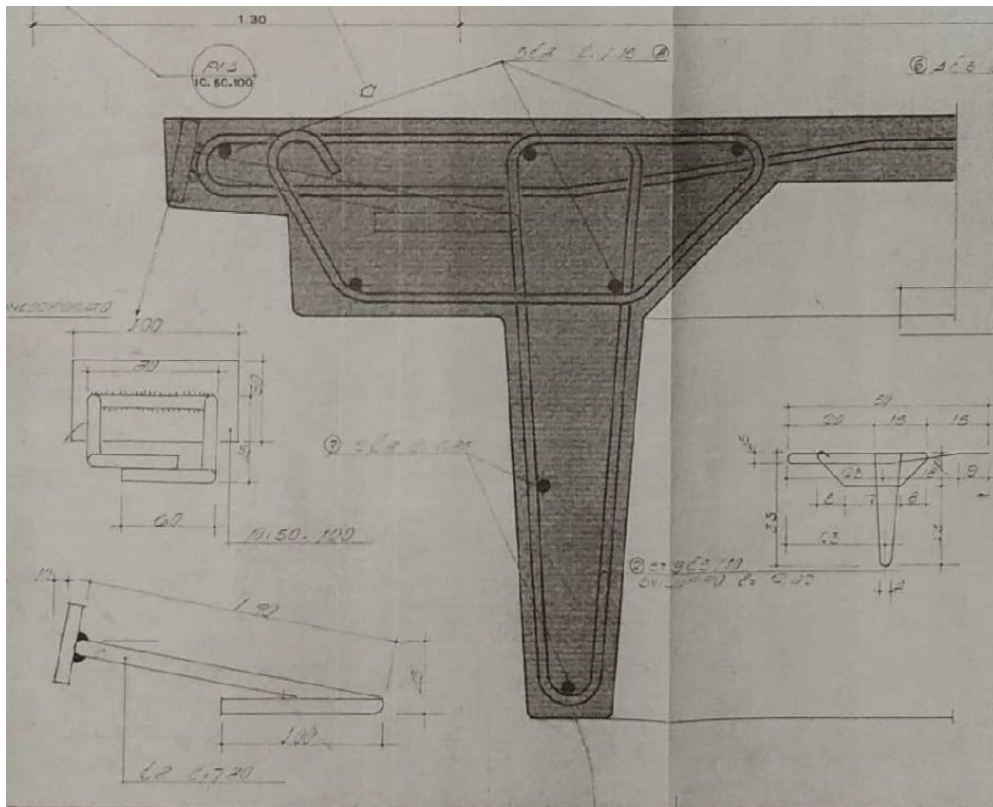
COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

VERIFICA DEI COLLEGAMENTI SULLE TESTE DEI COPPONI TRASVERSALI DELLA COPERTURA

Il collegamento esistente tra le travi e i copponi è composto da piastre di acciaio annegate nelle strutture in c.a. e poi saldate in opera.



COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO



La resistenza singolo collegamento saldato composto da cordoni da 100*4mm ciascuno risulta pari

a:

UNIONE A TRAZIONE - cordoni ortogonali all'azione															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>INPUT</th> <th>VERIFICA (NTC 2018)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Definizione dell'azione di trazione</td> <td>Metodo direzionale EN10025 - S235 / S235 W</td> </tr> <tr> <td>N = 83000 [N]</td> <td>$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} \leq \frac{f_{tk}}{\beta \gamma_{M2}}$ 293.45 < 360.00 Verificato</td> </tr> <tr> <td>Definizione della geometria dell'unione</td> <td>Metodo semplificato EN10025 - S235 / S235 W</td> </tr> <tr> <td>l₂ = 50 [mm]</td> <td>$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd} = \frac{a_w f_{tk}}{\sqrt{3} \beta \gamma_{M2}}$ 830.00 < 831.38 Verificato</td> </tr> <tr> <td>a_w = 4 [mm]</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A_w = 200 [mm²]</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	INPUT	VERIFICA (NTC 2018)	Definizione dell'azione di trazione	Metodo direzionale EN10025 - S235 / S235 W	N = 83000 [N]	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} \leq \frac{f_{tk}}{\beta \gamma_{M2}}$ 293.45 < 360.00 Verificato	Definizione della geometria dell'unione	Metodo semplificato EN10025 - S235 / S235 W	l ₂ = 50 [mm]	$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd} = \frac{a_w f_{tk}}{\sqrt{3} \beta \gamma_{M2}}$ 830.00 < 831.38 Verificato	a _w = 4 [mm]		A _w = 200 [mm ²]	
INPUT	VERIFICA (NTC 2018)														
Definizione dell'azione di trazione	Metodo direzionale EN10025 - S235 / S235 W														
N = 83000 [N]	$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} \leq \frac{f_{tk}}{\beta \gamma_{M2}}$ 293.45 < 360.00 Verificato														
Definizione della geometria dell'unione	Metodo semplificato EN10025 - S235 / S235 W														
l ₂ = 50 [mm]	$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd} = \frac{a_w f_{tk}}{\sqrt{3} \beta \gamma_{M2}}$ 830.00 < 831.38 Verificato														
a _w = 4 [mm]															
A _w = 200 [mm ²]															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>OUTPUT - tensioni sui cordoni di saldatura</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>t₂ = 207.5 [N/mm²] Agente sui cordoni ortogonali all'azione</td> </tr> </tbody> </table>		OUTPUT - tensioni sui cordoni di saldatura	t ₂ = 207.5 [N/mm ²] Agente sui cordoni ortogonali all'azione												
OUTPUT - tensioni sui cordoni di saldatura															
t ₂ = 207.5 [N/mm ²] Agente sui cordoni ortogonali all'azione															
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div> <p>Torna al Menu Principale</p> <p>Torna al Menu Sollecitazioni di trazione</p> </div> <div> </div> <div> </div> </div>															

Considerando il FC = 1.20 la resistenza del singolo collegamento saldato travi-pilastri è pari a:

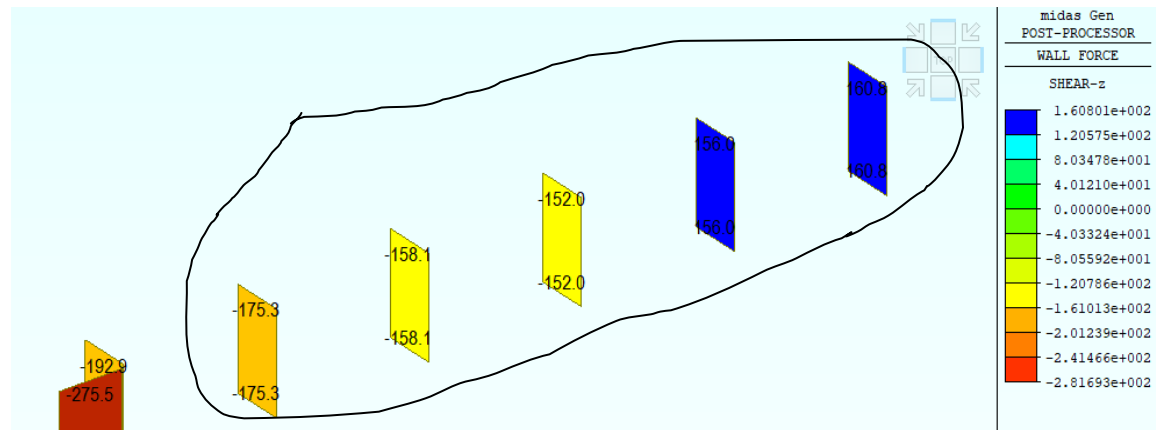
$$F_{w,Rd} (1) = 83 / 1.20 = 69 \text{ kN}$$

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

La coppia di collegamenti esistenti tra travi – copponi da la resistenza complessiva di:

$$F_{w,rd} \text{ (tot)} = 2 \times F_{w,rd} \text{ (1)} = 69 \times 2 = 138 \text{ kN}$$

Sforzo di taglio [kN]



Nella ipotesi di fare assorbire a una coppia di copponi posti a cavallo dell'allineamento pilastri-setti di controvento l'azione sui collegamenti copponi-travi risulta per il singolo elemento pari a:

$$F_{ed} \text{ (1)} = V_{ed} / 2 = 175.30 / 2 = 87.65 \text{ kN}$$

La verifica sui sistemi di fissaggio esistenti risulta quindi:

$$F_{w,rd} \text{ (tot)} = 138 \text{ kN} > F_{ed} \text{ (1)} = 87.65 \text{ kN} \quad \text{soddisfatta}$$

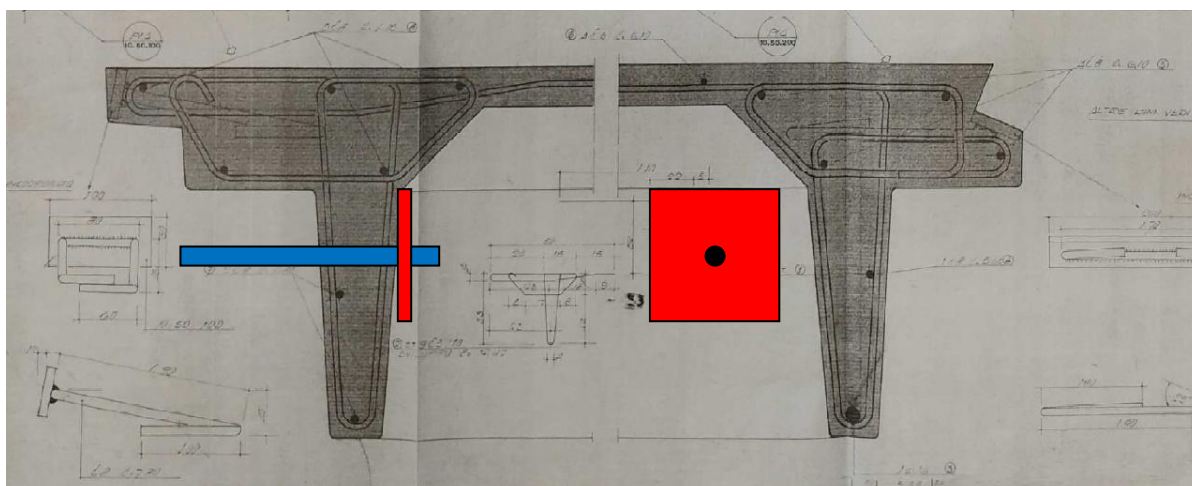
Si effettua ora anche la verifica sul collegamento di tipo 2 con la totale azione trasmessa tra le travi e i copponi.

$$F_{ed} \text{ (1)} = 87.65 \text{ kN}$$

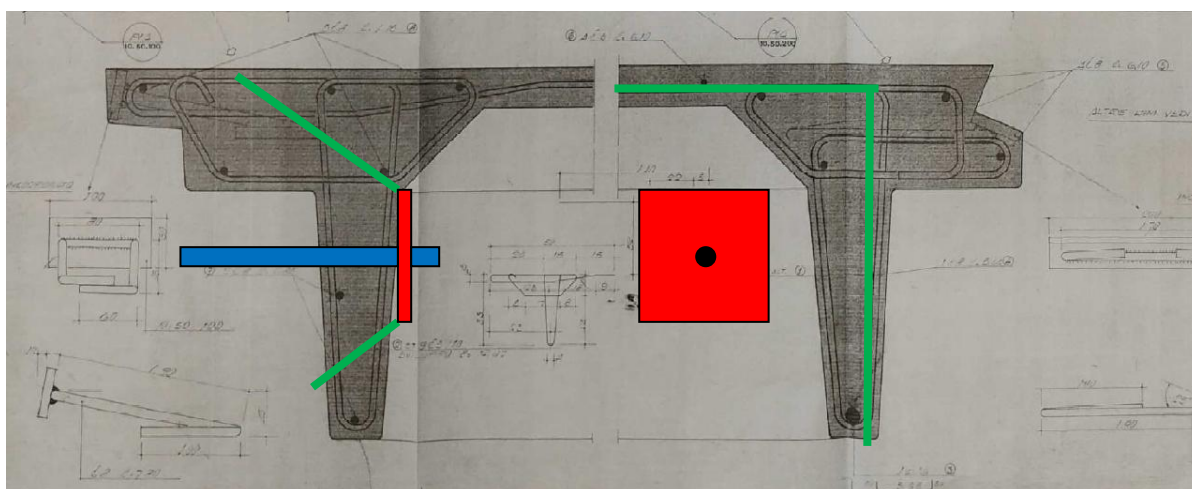
Le testate dei copponi costituiscono un elemento tridimensionale posto in corrispondenza delle “zone di discontinuità”, le cosiddette regioni di TIPO “D”, dove non valgono le ipotesi di Bernulli sul comportamento delle travi. I meccanismi resistenti utilizzati per la verifica del collegamento tipo 2 sono quelli del taglio-punzonamento sugli elementi in c.a. e delle mensole tozze presenti sull'elemento tridimensionale.

Nella seguente figura si riporta la posizione della piastra di acciaio 150x150x15mm del collegamento di tipo 2 nella vista di fianco e nella vista di fronte.

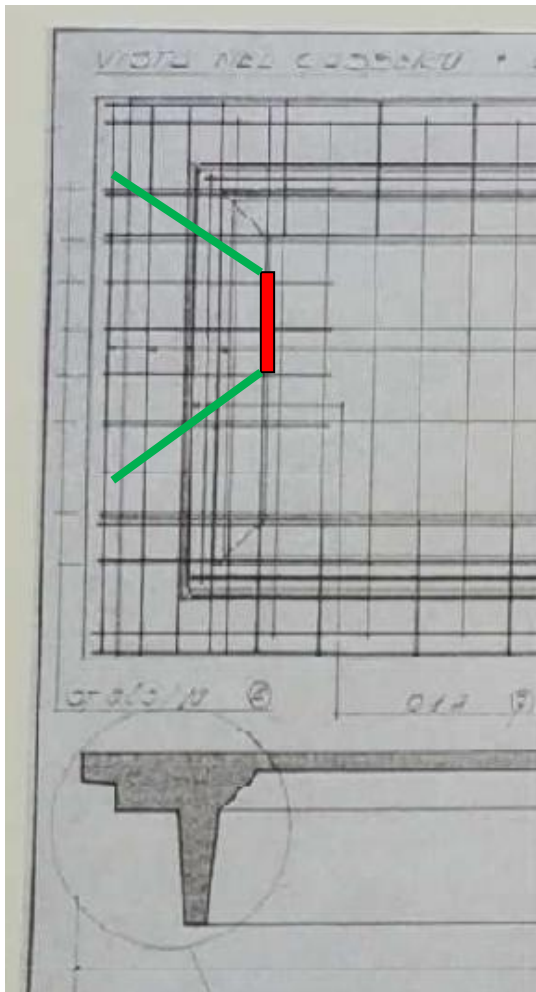
COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO



Il perimetro critico a taglio-punzonamento che si viene a creare coinvolge sia la superiore nervatura orizzontale presente sulla testa dei copponi e sia la nervatura verticale costituita dalle anime dei copponi, nella successiva figura si riporta la schematizzazione del perimetro critico per la verifica a punzonamento della testa dei copponi.



COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO



La lunghezza del perimetro critico a punzonamento può essere posta pari a:

$$u = 50 + 30 \times 2 = 110 \text{ cm}$$

Nella zona ricompresa dal perimetro critico sono presenti molteplici armature che fungono da armature attive alla resistenza al meccanismo di rottura a taglio-punzonamento sia nella zona della nervatura orizzontale della soletta e sia in corrispondenza delle anime delle travi.

Nella successiva tabella si riporta la verifica a taglio-punzonamento del collegamento di tipo 2.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

VERIFICA DI PUNZONAMENTO E.C.2 - 4.3.4

Forza di taglio sollecitante	V_{sd}	=	87.65 [kN]	Angolo di inclinazione dell'armatura	90
Lunghezza del perimetro critico di punzonamento	u	=	110 [cm]	Valore di calcolo dell'armatura	31 [kN/cm ²]
Coefficiente di eccentricità di carico β	β	=	1.00		

Valore del taglio per unità di lunghezza	v_{sd}	=	0.80 [kN/cm]
--	----------	---	--------------

Classe del calcestruzzo	Classe	=	(25)/30
Tensione tangenziale in funzione della classe c.i.s	τ_{Rd}	=	0.030 [kN/cm ²]

Larghezza della sezione	b	=	50 [cm]
Altezza utile della sezione in calcestruzzo	d	=	10 [cm]
	$k=(1,6 - d)$	=	1.5
Area dell'armatura tesa disposta in direzione x	$A_{s,x}$	=	1.9 [cm ²]
Area dell'armatura tesa disposta in direzione y	$A_{s,y}$	=	1.9 [cm ²]
Rapporto geometrico d'armatura in direzione x	$\rho_{1x}=A_{s,x}/bd$	=	0.0038
Rapporto geometrico d'armatura in direzione y	$\rho_{1y}=A_{s,y}/bd$	=	0.0038
Rapporto ideale	$\rho_1=(\rho_{1x} \rho_{1y})^{0.5}$	=	0.0038 verificato

Resistenza a punzonamento per unità di lunghezza	$V_{Rd1}=\tau_{Rd} k(1,2+40\rho_1)d$	=	0.61 [kN/cm]	La sollecitazione è maggiore della resistenza
--	--------------------------------------	---	--------------	---

Resistenza a punzonamento per unità di lunghezza	$V_{Rd2}=1,6V_{Rd1}$	=	0.97 [kN/cm]	Verificato
--	----------------------	---	--------------	------------

Armatura adottata per il punzonamento	A'_{sw}	=	1.90 [cm ²]	L'armatura deve essere minore o uguale a A_{sw}
---------------------------------------	-----------	---	-------------------------	---

Resistenza a punzonamento con armatura	$V_{Rd3}=V_{Rd1}+(A'_{sw} f_y \sin\alpha)/t$	=	1.14 [kN/cm]	Verificato
--	--	---	--------------	------------

Considerando all'interno del perimetro critico la presenza delle armature attive a resistere alla rottura di taglio-punzonamento la verifica risulta soddisfatta.

La verifica del meccanismo di rottura a taglio-punzonamento del collegamento tipo 2 risulta soddisfatta.

Per la verifica delle mensole tozze che si vengono a creare sulla testa del coppone, che risulta essere l'elemento maggiormente sollecitato del collegamento di tipo 2 (la trave risulta più resistente) si richiama alla precedente impostazione utilizzata per le teste delle travi.

La forza agente su ciascuna delle due mensole tozze presenti sul fissaggio tipo 2, risulta:

$$F_{ed}(1) = 87.65 / 2 = 43.83 \text{ kN}$$

Per la presenza dei vincoli distribuiti alle due mensole tozze costituiti dalla soletta del coppone a dalla anima dello stesso si determina una forza equivalente da utilizzare nella verifica del meccanismo di rottura a mensola tozza.

Il "carico equivalente" agente sulle due mensole con vincoli distribuiti della testa del coppone sarà pari a:

$$P' = 43.83 \times 0.40 = 17.53 \text{ kN}$$

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

Nella seguente tabella di calcolo si riporta la verifica delle mensole tozze per il carico equivalente agente determinato come precedentemente descritto.

VERIFICA ELEMENTI TOZZI			NTC 2008	
AZIONI	V_{sd} (KN)	17.53	Elemento con staffe	
	H_{sd} (KN)	0	γ	1.50
GEOMETRIA	h (cm)	15	$\lambda = L/0,9d$	1.33
	c (cm)	5	α (°)	0.00
	d (cm)	10	ψ (°)	36.9
	a (cm)	10	A'_s (cm ²)	1.01
	b (cm)	25	ϕ (mm)	8
			n°	2.00
CLS	R_{ck} (MPa)	C25/30	P_{Rc} (KN)	76.19
	f_{ck} (MPa)	24.9	P_{Rs} (KN)	31.37
	f_{cd} (MPa)	14.11	ΔP_{Rc} (KN)	0.00
ARMATURA	f_{yk} (MPa)	319	ΔP_{Rs} (KN)	0.00
	f_{yd} (MPa)	277.4	P_{Rd} (KN)	31.37
	A_s			
	ϕ	8		
	n°	3.00		
	cm ²	1.51		

$$P_{rd} = 31.37 \text{ kN} > P_{ed} = 17.53 \text{ kN}$$

verifica soddisfatta

Il controllo della relazione di appoggio costituita dalla soletta della trave, sottoposta alla forza

$$5/16 \times P = 5/16 \times 43.83 = 13.70 \text{ kN}$$

È soddisfatta dalla presenza delle armature nella soletta e nell'anima del coppone in c.a.

In considerazione dell'utilizzo nelle verifiche del sisma di progetto con $T_r = 712$ anni e con coefficiente di rischio sismico $[\zeta_E (PGA_C/PGA_D) \geq 1.00]$ il margine di sicurezza risulta maggiore nel rispetto delle richieste normative per gli edifici esistenti $[\zeta_E (PGA_C/PGA_D) \geq 0.80]$.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

1.2.5 Fondazioni su molle: considerate le azioni agenti alla base dei nuovi setti (per es., tipo A, $N=63$ kN e $M=1084$ kNm) si controlli che le molle, poste al di sotto dei nuovi plinti e di quelli esistenti, non vadano in trazione, alterando la distribuzione delle pressioni terreno-fondazione. Pare inoltre strano che i plinti posti al di sotto della coppia di pilastri solidarizzati (direzione Y), risultino verificati, poiché, a differenza dello stato di fatto, la forza sismica non si ripartisce su 4 pilastri, ma si concentra sui 2 di estremità;

Per aumentare la resistenza sismica complessiva dell'edificio scolastico sono stati inseriti lungo il perimetro esterno dell'edificio dei nuovi setti in c.a. con funzione di contrafforte disposti lungo tutti gli allineamenti longitudinali e trasversali dell'edificio.

Questi setti e le loro fondazioni vengono rigidamente collegati alle strutture di fondazione, alle strutture orizzontali di solaio, alle strutture verticali esistenti e alle strutture di copertura con riprese metalliche disposte a interasse regolare.

I setti vengono poi collegati tra di loro a livello delle fondazioni con una nuova platea in c.a. dello spessore di 30cm con un soprastante marciapiede da 15cm di spessore.

Si ritiene che il "sistema complesso" composto dalle fondazioni a plinto esistenti collegate con travi e cordoli di fondazione e il superiore solaio di piano terra in elementi travi-copponi prefabbricati con la relativa cappa collaborante in c.a. di collegamento possano fungere da vincolo ai nuovi setti posti lungo il perimetro esterno in maniera da impedirne la loro rotazione e quindi il sollevamento alla base quando gli stessi setti vanno ad assorbire l'azione sismica. Si ritiene che il sistema composto dalle nuove strutture così collegate alle strutture esistenti possa funzionare come un unico insieme reagente.

Nelle successive schematizzazioni e calcoli si riporta la verifica del sistema di comportamento ipotizzato tra i nuovi setti e le strutture dell'edificio esistente.

Per quanto riguarda la coppia di pilastri presenti lungo il prospetto principale, uno dei quali ora non è attivo per via della interposizione di un vecchio pluviale non più utilizzato, questi pilastri verranno collegati con dei nastri di acciaio posti alla loro sommità.

Con questa nota integrativa viene modificato il sistema di collegamento fra le coppie di pilastri in maniera di garantire la coerenza del funzionamento statico ipotizzato nella modellazione che vuole la sola attivazione a taglio del pilastro esterno senza che si venga a creare un setto di rigidezza pari alle dimensioni complessive (18x250cm).

Per collegare fra di loro le coppie di pilastri esterni ora scollegati verranno utilizzate due fasce di nastri di acciaio del tipo "GeoSteel G1200 della Kerakoll" che saranno posizionati sulle due facce in prossimità alla sommità dei pilastri e fissati a questo con la apposita malta cementizia del tipo "Geolite" ad alta resistenza.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

NASTRI DI FIBRE IN ACCIAIO DEL TIPO GEOSTEEL G1200 + MATRICE CEMENTIZIA TIPO GEOLITE (B=30cm)

GeoSteel G1200

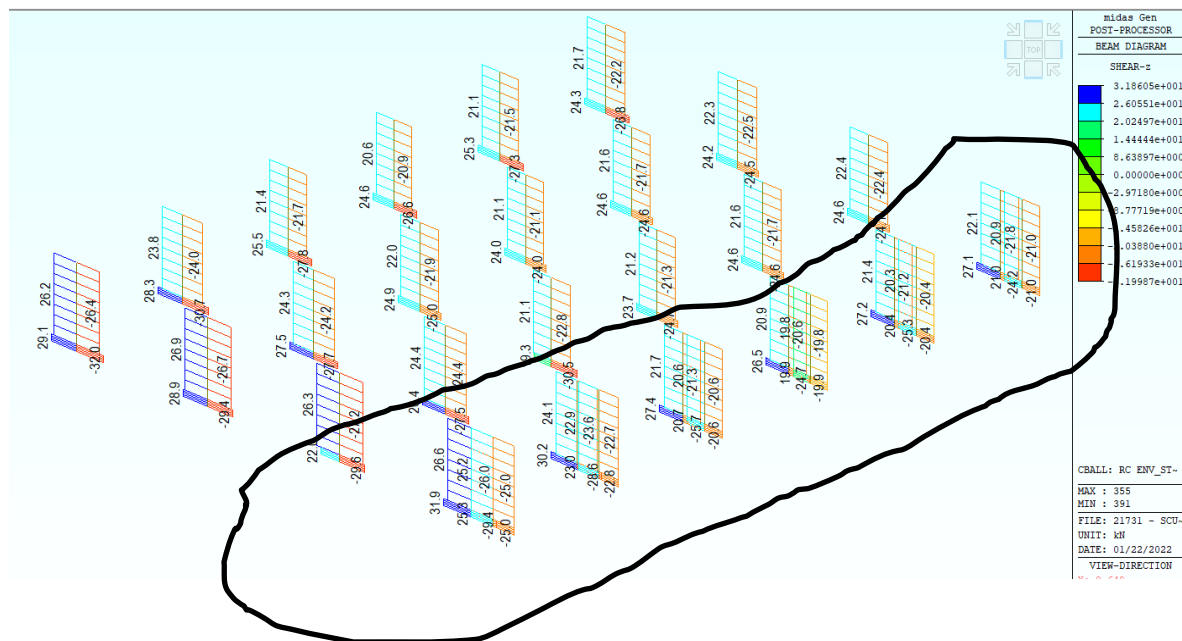
Tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato Hardwire™ ad altissima resistenza, formato da micro-trefoli di acciaio fissati su una microrete in fibra di vetro. GeoSteel G1200 è specifico per i rinforzi strutturali in accoppiamento a matrici minerali GeoCalce® e GeoLite® o matrice organica GeoLite® Gel a seconda delle esigenze progettuali e di cantiere.

Grazie alle sue caratteristiche GeoSteel G1200 è facilmente sagomabile con ottime proprietà per l'installazione e la durabilità. I tessuti GeoSteel garantiscono proprietà superiori rispetto ai tradizionali tessuti in fibra di carbonio-vetro-aramide e sono particolarmente efficaci nelle diverse applicazioni per rinforzo strutturale, miglioramento e adeguamento sismico e nella realizzazione dei sistemi di connessione.



I massimi valori della azione di taglio sommitale che devono trasferire al pilastro ora scollegato sono riportati nel seguente schema grafico.

TAGLIO AGENTE SUI PILASTRI [KN/m] ALLO SLV



L'azione massima di taglio da trasferire tra i due pilastri risulta pari a:

$V_{ed} = 26 \text{ kN}$

Che diviso per 2 in quanto c'è una coppia di nastri sulle due facce, risulta che la forza di trazione su ognuno dei nastri è pari a:

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

$$T_{ed}(1) = T_{ed} / 2 = 26 / 2 = 13.00 \text{ kN}$$

La resistenza del singolo nastro di acciaio della larghezza di 30cm risulta dalle seguenti tabelle:

DATI TECNICI SECONDO NORMA DI QUALITÀ KERAKOLL		
Dati tessuto non impregnato		
Trefolo 3x2 ottenuto unendo fra loro 5 filamenti, di cui 3 rettilinei e 2 in avvolgimento con elevato angolo di torsione		
- area effettiva di un trefolo 3x2 (5 fili)	A_{trefolo}	0,538 mm ²
- n° trefoli/cm		3,14 trefoli/cm
- massa (comprensivo di termosaldatura)		≈ 1200 g/m ²
- carico di rottura a trazione di un trefolo		> 1500 N
- resistenza a trazione del nastro, valore caratteristico	σ_{nastro}	> 3000 MPa
- resistenza a trazione per unità di larghezza		> 4,72 kN/cm
- modulo di elasticità normale del nastro	E_{nastro}	> 190 GPa
- deformazione a rottura del nastro, valore caratteristico	ϵ_{nastro}	> 1,5%
- spessore equivalente	t_t	≈ 0,169 mm
Confezione		rotoli 40 m (h 30 cm)
Peso 1 rotolo		≈ 18 kg inclusa confezione

KERAKOLL
The GreenBuilding Company

La resistenza a trazione caratteristica del nastro di acciaio sulla sua larghezza di 30cm è pari a:

$$T_{rk} = 4.72 \text{ kN/cm} \times 30 \text{ cm} = 141.60 \text{ kN (per la larghezza della fascia di 30cm)}$$

Il valore di progetto viene ricavato secondo le indicazioni del documento tecnico CNR-DT 215-2018.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

Il valore di calcolo, X_d , della generica proprietà di resistenza o di deformazione di un sistema di rinforzo FRCM è espresso mediante una relazione del tipo:

$$X_d = \eta \cdot \frac{X_k}{\gamma_m} \quad (3.1)$$

dove η è un opportuno fattore di conversione che tiene conto di problemi speciali, X_k è il valore caratteristico della proprietà in questione e γ_m è il fattore parziale corrispondente.

Quest'ultimo è pari a 1.5 per gli Stati Limite Ultimi (SLU); a 1.0 per gli Stati Limite di Esercizio (SLE). Per le verifiche nei confronti degli Stati Limite Ultimi vanno tenuti in conto gli effetti dei fattori ambientali attribuendo al fattore di conversione η , in mancanza di dati più specifici, i valori η_a esposti nella Tabella 3.1, qualunque sia la natura della rete.

Condizione di esposizione	η_a
Interna	0.90
Esterna	0.80
Ambiente aggressivo	0.70

Tabella 3.1 – Fattori di conversione ambientale.

La resistenza di progetto del nastro di acciaio risulta per la condizione ambientale “esterna”:

$$Trd = 0.80 \times 141.60 / 1.50 = 75.52 \text{ kN} > Ted = 13.00 \text{ kN}$$

La capacità resistente a trazione del singolo nastro di acciaio è verificata.


Si determina ora la lunghezza di ancoraggio necessaria del nastro per esplicitare questa resistenza in corrispondenza della superficie di contatto tra i due pilastri affiancati.

Considerando che la tensione di aderenza caratteristica tra il nastro di acciaio e il supporto in calcestruzzo risulta dalla scheda tecnica del prodotto pari a:

Si determina ora la lunghezza di ancoraggio necessaria del nastro per esplicitare questa resistenza in corrispondenza della superficie di contatto tra i due pilastri affiancati.

Considerando che la tensione di aderenza caratteristica tra il nastro di acciaio e il supporto in calcestruzzo risulta dalla scheda tecnica del prodotto pari a:

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

Sistemi GeoSteel SRP – ETA n° 18/0314					
SRP – GeoLite® Gel & GeoSteel G1200					
Caratteristica prestazionale	Metodo di prova		Prestazioni sistema GeoSteel SRP G1200 (1 strato)	Prestazioni sistema GeoSteel SRP G1200 (3 strati)	Dati di progetto secondo CNR-DT 200 R1/2013
Resistenza a trazione (valore caratteristico)	EN 2561	σ_{SRP}	2805 MPa	2887 MPa	2800 MPa
Modulo Elastico (valore medio)	EN 2561	E_{SRP}	226 GPa	207 GPa	210 GPa
Allungamento a rottura (valore medio)	EN 2561	ϵ_{SRP}	1,59%	1,68%	1,60%
Lap tensile strength ¹ (valore caratteristico)	EN 2561	σ_{lap}	2698 MPa	NPD	-
Resistenza a trazione del tessuto piegato (valore caratteristico)	EN 2561	$\sigma_{u,f,bent}$	2406 MPa	NPD	-
Temperatura di transizione vetrosa	EN 12614	T_g	+60 °C	+60 °C	-
ADESIONE AL SUPPORTO ²					
Pull-off strength (valore caratteristico)	EN 1542	f_h	2,4 MPa	 NPD	-

Si considera il valore della tensione caratteristica di adesione al supporto indicata nella scheda tecnica del prodotto utilizzato (si veda tabella sopra riportata), che secondo la normativa EN 1542 risulta pari a:

$$f_h = 2.40 \text{ MPa}$$

La resistenza caratteristica all'adesione con malta cementizia del tipo "Geolite" sarà pari alla larghezza del nastro (300mm) e alla lunghezza imposta di 300mm per ogni lato della superficie di scorrimento reciproca.

$$F_{tRK} = f_h \times B \times L = 2.40 \times 300 \times 300 = 216000 \text{ N} \equiv 216 \text{ kN}$$

La resistenza di aderenza di progetto tra i nastri di acciaio e i supporti risulta applicando i prescritti coefficienti di sicurezza:

$$T_{rd} (\text{aderenza al supporto}) = 0.80 \times 216 / 1.50 = 115.20 \text{ kN} > T_{ed} = 13.00 \text{ kN}$$

La capacità resistente a trazione del singolo nastro di acciaio, sottoposto alle azioni di trazione, è verificata anche nei confronti della sua aderenza al supporto.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

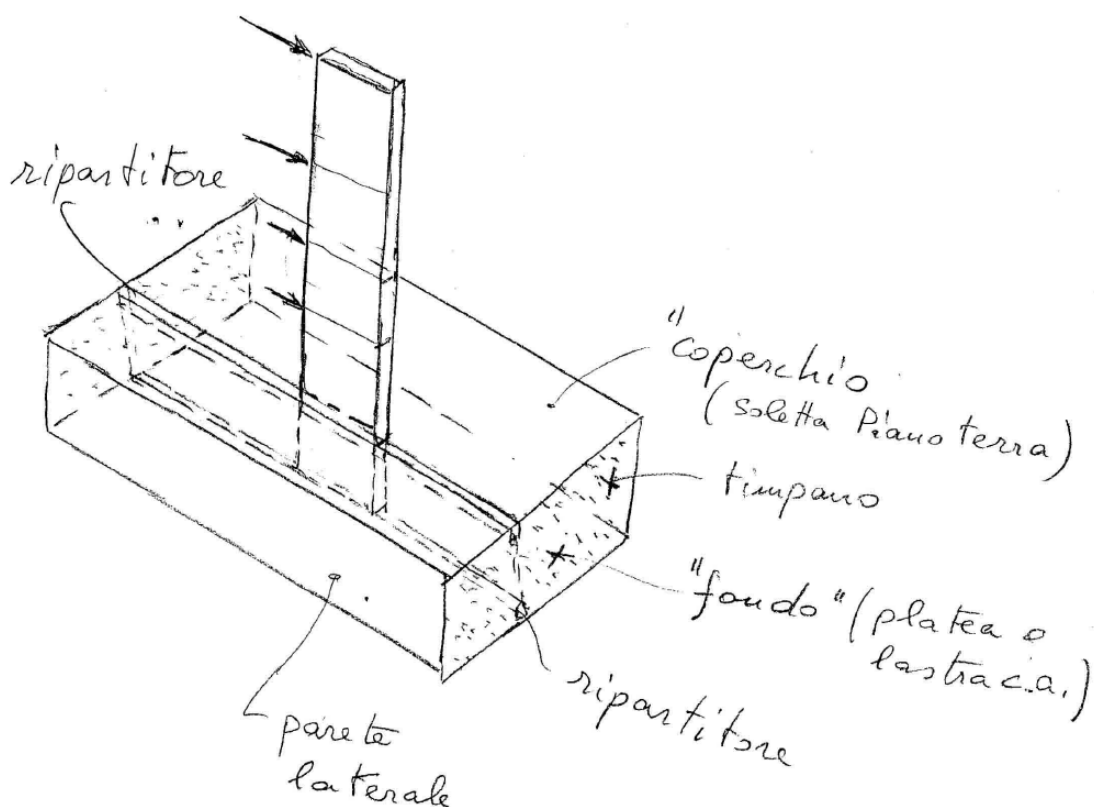
VERIFICA DEL COMPORTAMENTO DEL SISTEMA COMPOSTO DAI SETTI DI TIPO "A" e "B" E L'EDIFICIO ESISTENTE, VERIFICA DEL SISTEMA DELLA COPPIA DI PILASTRI COLLEGATI

Si procede alla verifica del comportamento complessivo dei nuovi setti di controvento esterni collegati in maniera rigida alle strutture esistenti di fondazione, dei solai, delle strutture verticali e della copertura.

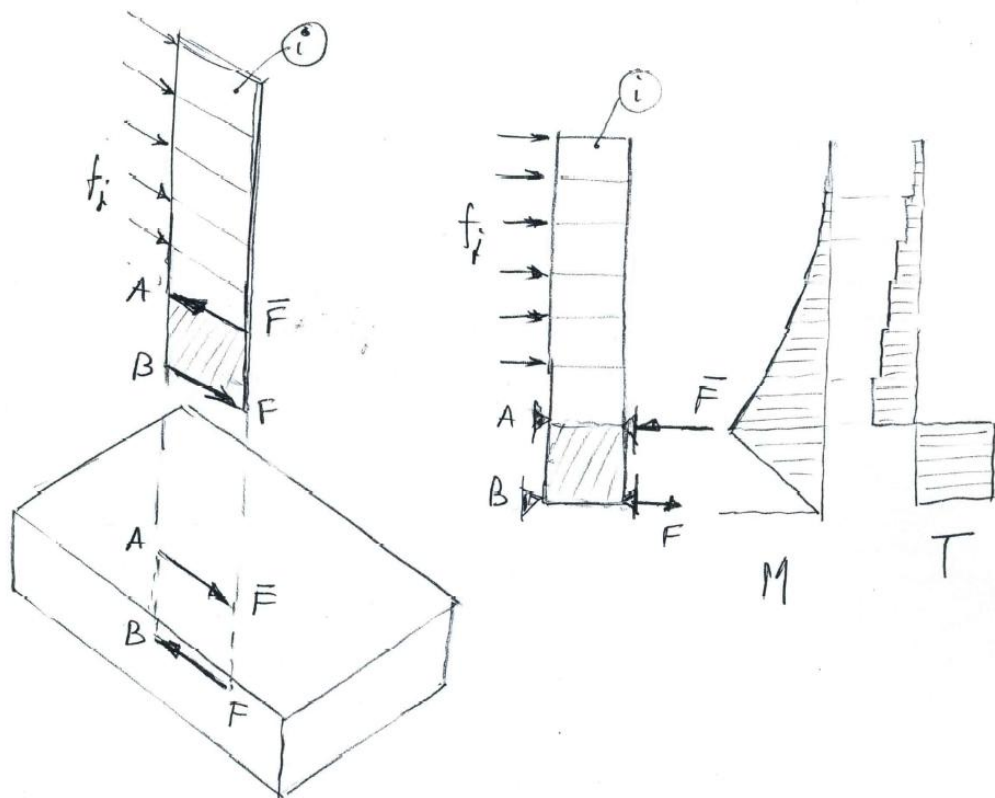
Si ipotizza che il "sistema complesso" composto dalle fondazioni a plinto esistenti collegate con travi e cordoli di fondazione e il superiore solaio di piano terra in elementi travi-copponi prefabbricati e relativa cappa collaborante in c.a. di collegamento possano fungere da vincolo ai nuovi setti esterni.

Il comportamento ipotizzato per il complesso costituito dai nuovi setti e dall'edificio esistente può trovare una analogia con il comportamento dei setti di controvento incastrati all'interno di fondazioni scatolari (piano terra – piano fondazione), si riporta nelle seguenti immagini lo schema di funzionamento di questo sistema resistente a fondazioni scatolari.

FONDAZIONI SCATOLARI

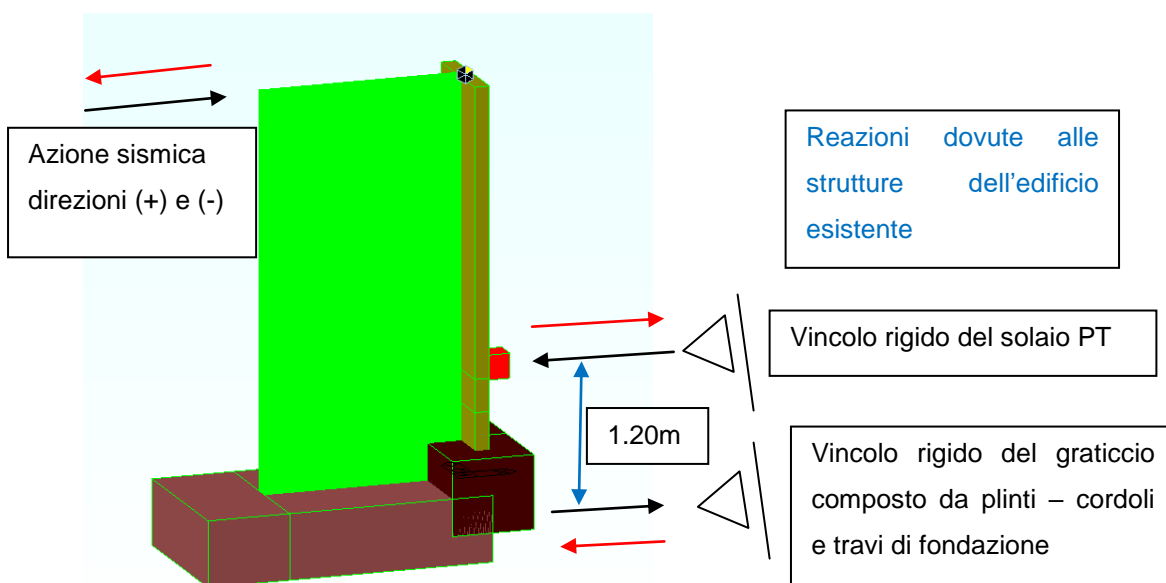


COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO



Il vincolo di incastro alla base è costituito dai due livelli, quello fondazionale e quello del solaio di piano terra, con le loro strutture longitudinali e trasversali che fungono da elementi ripartitori su cui agiscono le forze della coppia di contrasto alla azione sismica presente sui nuovi setti di controvento.

Lo schema utilizzato per la verifica del sistema composto dall'edificio esistente e dai nuovi setti di controvento perimetrali viene schematizzato nella seguente immagine



COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

Nelle seguenti immagini e tabelle si riporta la verifica a ribaltamento dei nuovi controventi esterni, setti tipo "A" e setti tipo "B" e delle loro fondazioni collegate rigidamente alla struttura esistente.

AGGIORNAMENTO GEOMETRICO DELLE DIMENSIONI DEI NUOVI PLINTI DI FONDAZIONE DEI SETTI "A" E DELLA PLATEA DI COLLEGAMENTO

I nuovi plinti di fondazione dei setti tipo "A" sono stati aumentati in altezza da 50cm a 80cm in maniera da migliorare il livello di collegamento con le strutture di fondazione esistente e aumentare l'azione equilibrante a livello delle fondazioni.

I plinti di tipo "A" vengono inoltre allargati da 1.50m a 2.50m in maniera da equilibrare maggiormente l'azione sismica.

La platea di fondazione in c.a. di collegamento dello spessore di 30cm con soprastante marciapiede da 15cm di spessore viene allungata dove necessario per aumentare ulteriormente le azioni stabilizzanti in particolare sui setti di spigolo.

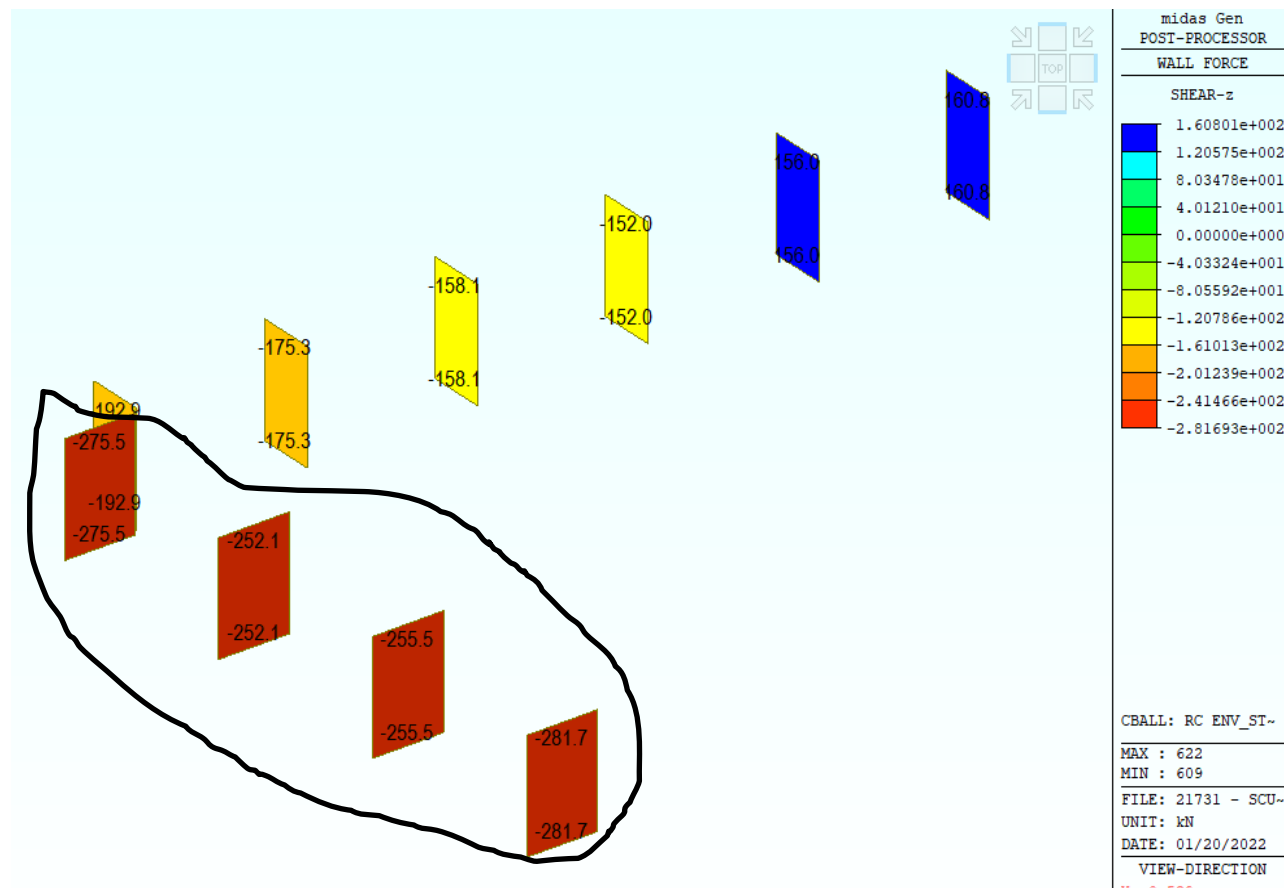
Si procede ora alla verifica del sistema composto dalle nuove strutture di controvento poste lungo i due lati dell'edificio scolastico e collegate rigidamente all'edificio esistente.

Si effettueranno le verifiche nelle due direzioni della azione sismica, sisma agente verso l'interno dell'edificio esistente (direzioni +X e -Y), e sisma agente verso l'esterno dell'edificio esistente (direzioni -X e +Y).

Per le verifiche del complesso nuovi controventi-edificio esistente verrà effettuata una verifica di equilibrio alla rotazione sul polo (A) di riferimento delle fondazioni per le due direzioni della forza sismica, andando a calcolare i contributi resistenti necessari per garantire l'equilibrio del sistema.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

VERIFICA DEL COMPLESSO SETTI TIPO "A" – STRUTTURE EDIFICIO ESISTENTE



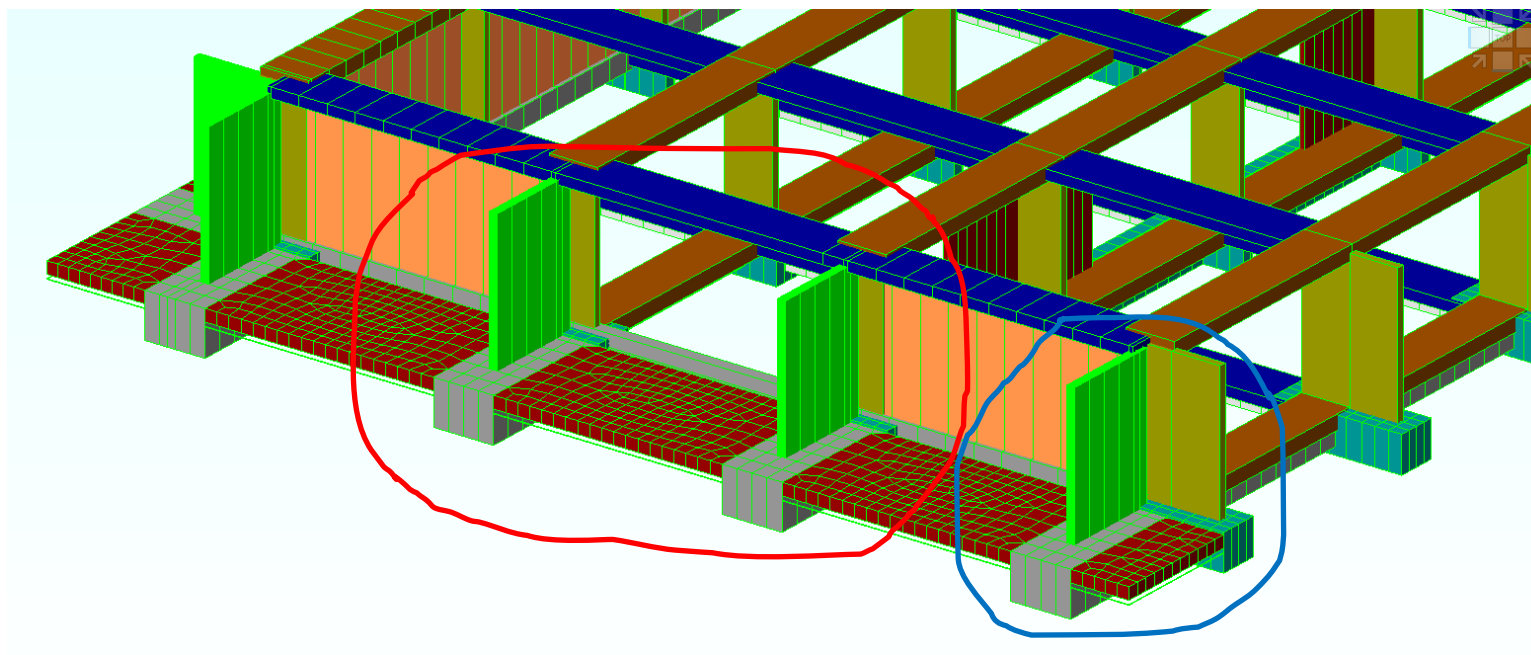
SETTO ESTERNO (angolo inferiore) - AZIONE SISMICA MASSIMA F_x (SLV) = 282 kN

SETTI INTERNI - AZIONE SISMICA MASSIMA F_x (SLV) = 256 kN

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

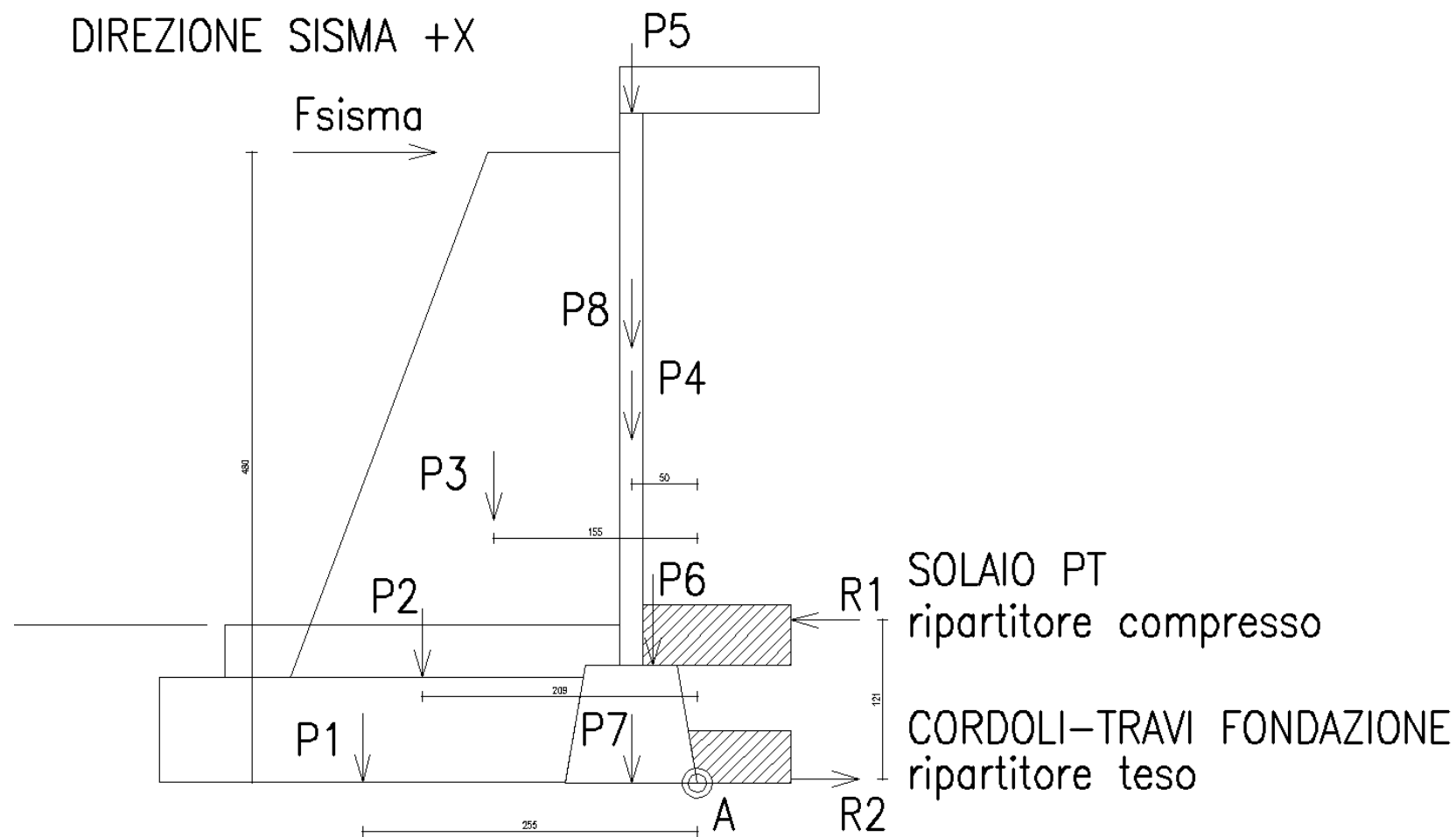
Si riportano nelle verifiche le due situazioni più penalizzanti per il complesso nuovi setti-edificio esistente, il setto d'angolo inferiore nel precedente schema grafico, che risulta il più sollecitato e il più penalizzato per la sua posizione d'angolo, e la coppia di setti degli allineamenti centrali. Non si riportano in questa relazione le verifiche comunque soddisfatte del setto lungo l'allineamento perimetrale superiore che risulta collegato al sistema delle pareti perimetrali in c.a. con le loro fondazioni, lo stesso è anche collegato alle fondazioni dei nuovi setti presenti nella direzione Y e quindi è quello meno penalizzato per problematiche di ribaltamento e per le azioni sul terreno di fondazione.

Nelle prossime tabelle si riporta lo schema di calcolo con l'equilibrio alla rotazione intorno al polo A delle fondazioni, nelle due direzione di azione della forza sismica con il calcolo delle reazioni di contrasto che in sistema fondazione-solaio piano terra deve fornire per garantire l'equilibrio alla rotazione.



COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

SCHEMA DI CALCOLO - DIREZIONE SISMA +X



COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

NUOVI CONTRAFFORTI TIPO "A" - ALLINEAMENTO D'ANGOLO - FONDAZIONI ESISTENTI CALCOLO DEI CONTRIBUTI RESISTENTI NECESSARI - ASSE +X													
EQUILIBRIO INTORNO AL POLO -A- DELLA FONDAZIONE ESISTENTE													
					INDICE	CORPO	B	L	H	PESO SPECIFICO	FORZA/PESO	BRACCIO (A)	MOMENTO (A)
							m	m	m	kN/m3	kN	m	kNm
FORZE STABILIZZANTI	FONDAZIONE CONTRAFFORTE				P1	1	2.50	3.50	0.80	25.00	175.00	2.50	437.50
	PESO DELLA PLATEA + MARCIAPIEDE				P2	2	7.00	3.00	0.45	25.00	236.25	2.09	493.76
	SETTO DI CONTROVENTO				P3	3	0.20	2.50	4.00	25.00	50.00	1.55	77.50
	PESO DEI PILASTRI ESISTENTI				P4	4	0.18	2.50	4.00	25.00	45.00	0.50	22.50
	PESI DALLA COPERTURA				P5	5					103.00	0.50	51.50
	PESI DAL SOLAIO PIANO TERRA				P6	6					190.00	0.40	76.00
	PLINTO DI FONDAZIONE ESISTENTE				P7	7	1.00	2.00	0.90	25.00	45.00	0.50	22.50
	PARETI PERIMETRALI ESISTENTI				P8	8	0.15	3.00	4.80	25.00	54.00	0.50	27.00
										MOMENTO RESISTENTE		1208.26	
					INDICE	CORPO	B	L	H	PESO SPECIFICO	FORZA/PESO	BRACCIO (A)	MOMENTO (A)
							m	m	m	kN/m3	kN	m	kNm
FORZE INSTABILIZZANTI	AZIONE SISMICA SUI CONTRAFFORTI				Sx (SLV)						282.00	4.80	1353.60
										MOMENTO INSTABILIZZANTE		1353.60	

Nella prossima tabella si riporta il calcolo dei contributi resistenti presenti per quanto riguarda il ripartitore compresso a livello del solaio di piano terra, e quello del ripartitore teso a livello delle fondazioni.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

RESISTENZA RIPARTITORE COMPRESSO				
CONTRIBUTO DEL SOLAIO DI PIANO TERRA				
Soletta solaio	spessore solette		9	cm
	larghezza		120	cm
	fcd		200	kg/cm2
Resistenza del ripartitore compresso		R1		2160 kN
RESISTENZA RIPARTITORE TESO				
CONTRIBUTO DEL CORDOLO DI COLLEGAMENTO DEI PLINTI DI FONDAZIONE				
Resistenza a trazione dei cordoli	Area acciaio cordoli		4.52	cm2
	fsd		3100	kg/cm2
	R2		140.12	kN
Resistenza del ripartitore teso				140.12 kN

I contributi resistenti dei due ripartitori delle azioni sismiche sono superiori ai contributi necessari per garantire l'equilibrio del sistema composto dai nuovi setti e dall'edificio esistente.

L'equilibrio alla rotazione del complesso fondazionale è garantito dalle azioni delle forze verticali agenti e dalle resistenze presenti nel sistema strutturale originario.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

NUOVI CONTRAFFORTI TIPO "A" - ALLINEAMENTI CENTRALI - FONDAZIONI ESISTENTI CALCOLO DEI CONTRIBUTI RESISTENTI NECESSARI - ASSE +X													
EQUILIBRIO INTORNO AL POLO -A- DELLA FONDAZIONE ESISTENTE													
					INDICE	CORPO	B	L	H	PESO SPECIFICO	FORZA/PESO	BRACCIO (A)	MOMENTO (A)
							m	m	m	kN/m3	kN	m	kNm
FORZE STABILIZZANTI	FONDAZIONE CONTRAFFORTE				P1	1	2.50	3.50	0.80	25.00	175.00	2.50	437.50
	PESO DELLA PLATEA + MARCIAPIEDE				P2	2	7.00	3.00	0.45	25.00	236.25	2.09	493.76
	SETTO DI CONTROVENTO				P3	3	0.20	2.50	4.00	25.00	50.00	1.55	77.50
	PESO DEI PILASTRI ESISTENTI				P4	4	0.18	2.50	4.00	25.00	45.00	0.50	22.50
	PESI DALLA COPERTURA				P5	5					144.00	0.50	72.00
	PESI DAL SOLAIO PIANO TERRA				P6	6					262.00	0.40	104.80
	PLINTO DI FONDAZIONE ESISTENTE				P7	7	1.00	2.00	0.90	25.00	45.00	0.50	22.50
	PARETI PERIMETRALI ESISTENTI				P8	8	0.15	5.00	4.80	25.00	90.00	0.50	45.00
										MOMENTO RESISTENTE			1275.56
					INDICE	CORPO	B	L	H	PESO SPECIFICO	FORZA/PESO	BRACCIO (A)	MOMENTO (A)
							m	m	m	kN/m3	kN	m	kNm
FORZE INSTABILIZZANTI	AZIONE SISMICA SUI CONTRAFFORTI				Sx (SLV)						282.00	4.80	1353.60
										MOMENTO INSTABILIZZANTE			1353.60
DIFFERENZA MOMENTI													
INSTABILIZZANTI-STABILIZZANTI													
										FORZA/PESO	BRACCIO (A)	MOMENTO	
										kN	m	kNm	
REAZIONI PIANO TERRA-FONDAZIONI					R1/R2						65.03	1.2	78.04
					FORZA DI REAZIONE NECESSARIA PER L'EQUILIBRIO						65.03	kN	
					Agente sul sistema solaio PT - fondazioni - terreno								

Nella prossima tabella si riporta il calcolo dei contributi resistenti presenti per quanto riguarda il ripartitore compresso a livello del solaio di piano terra, e quello del ripartitore teso a livello delle fondazioni.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

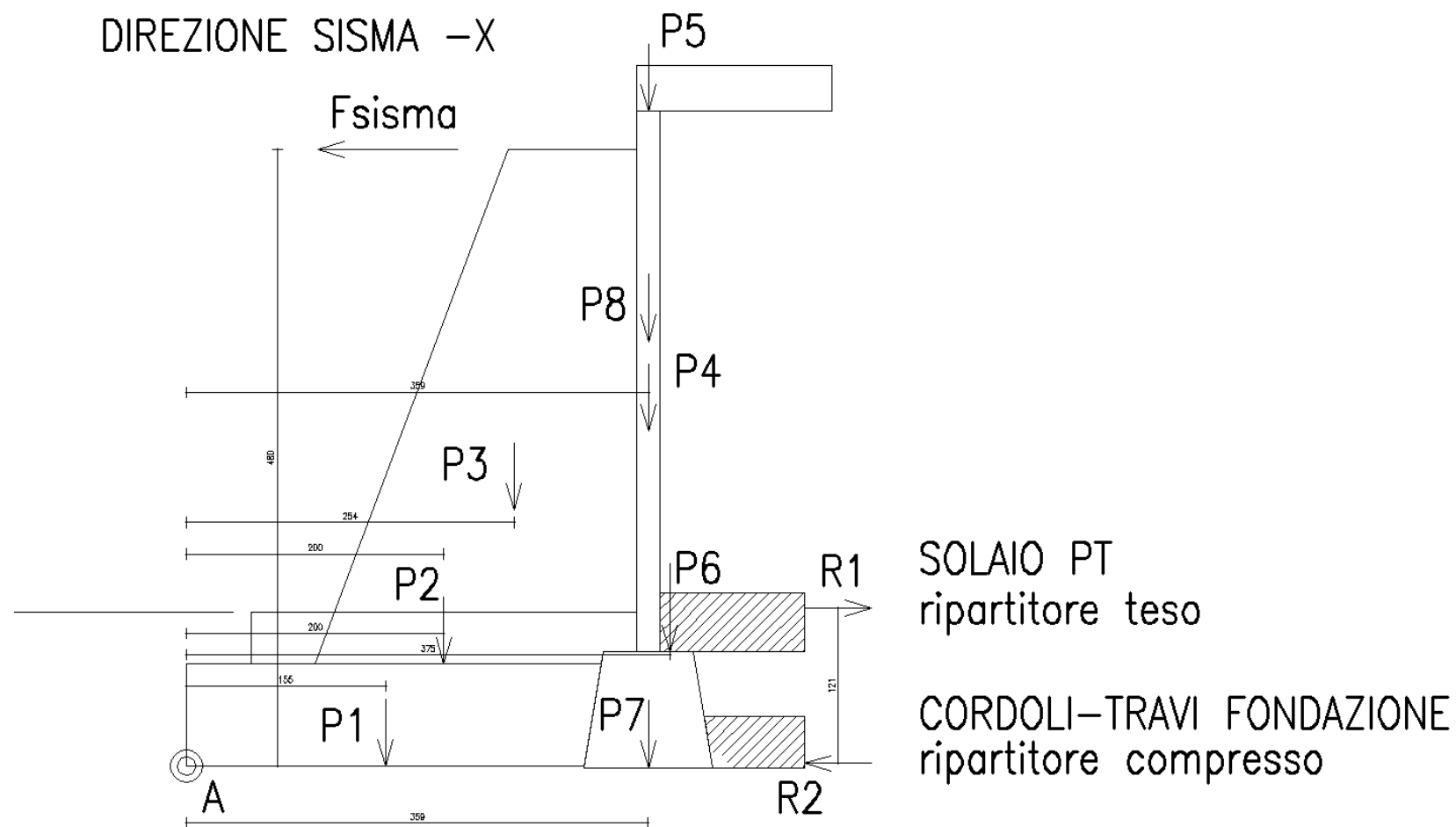
RESISTENZA RIPARTITORE COMPRESSO				
CONTRIBUTO DEL SOLAIO DI PIANO TERRA				
Soletta solaio	spessore solette		9	cm
	larghezza		120	cm
	fcd		200	kg/cm2
Resistenza del ripartitore compresso		R1		2160 kN
RESISTENZA RIPARTITORE TESO				
CONTRIBUTO DEL CORDOLO DI COLLEGAMENTO DEI PLINTI DI FONDAZIONE				
Resistenza a trazione dei cordoli	Area acciaio cordoli		4.52	cm2
	fsd		3100	kg/cm2
	R2		140.12	kN
Resistenza del ripartitore teso				140.12 kN

I contributi resistenti dei due ripartitori delle azioni sismiche sono superiori ai contributi necessari per garantire l'equilibrio del sistema composto dai nuovi setti e dall'edificio esistente.

L'equilibrio alla rotazione del complesso fondazionale è garantito dalle azioni delle forze verticali agenti e dalle resistenze presenti nel sistema strutturale originario.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

SCHEMA DI CALCOLO – DIREZIONE SISMA -X



COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

NUOVI CONTRAFFORTI TIPO "A" - ALLINEAMENTO D'ANGOLO - FONDAZIONI ESISTENTI CALCOLO DEI CONTRIBUTI RESISTENTI NECESSARI - ASSE -X													
EQUILIBRIO INTORNO AL POLO -A- DELLA FONDAZIONE ESISTENTE													
					INDICE	CORPO	B m	L m	H m	PESO SPECIFICO kN/m3	FORZA/PESO kN	BRACCIO (A) m	MOMENTO (A) kNm
FORZE STABILIZZANTI	FONDAZIONE CONTRAFFORTE				P1	1	2.50	3.50	0.80	25.00	175.00	1.55	271.25
	PESO DELLA PLATEA + MARCIAPIEDE				P2	2	7.00	3.00	0.45	25.00	236.25	2.00	472.50
	SETTO DI CONTROVENTO				P3	3	0.20	2.50	4.00	25.00	50.00	2.54	127.00
	PESO DEI PILASTRI ESISTENTI				P4	4	0.18	2.50	4.00	25.00	45.00	3.60	162.00
	PESI DALLA COPERTURA				P5	5					103.00	3.60	370.80
	PESI DAL SOLAIO PIANO TERRA				P6	6					190.00	3.60	684.00
	PLINTO DI FONDAZIONE ESISTENTE				P7	7	1.00	2.00	0.90	25.00	45.00	3.60	162.00
	PARETI PERIMETRALI ESISTENTI				P8	8	0.15	3.00	4.80	25.00	54.00	3.60	194.40
										MOMENTO RESISTENTE		2443.95	
					INDICE	CORPO	B m	L m	H m	PESO SPECIFICO kN/m3	FORZA/PESO kN	BRACCIO (A) m	MOMENTO (A) kNm
FORZE INSTABILIZZANTI	AZIONE SISMICA SUI CONTRAFFORTI				Sx (SLV)						282.00	4.80	1353.60
										MOMENTO INSTABILIZZANTE		1353.60	
DIFFERENZA MOMENTI INSTABILIZZANTI-STABILIZZANTI													-1090.35 kNm
											FORZA/PESO kN	BRACCIO (A) m	MOMENTO kNm
REAZIONI PIANO TERRA-FONDAZIONI					R1/R2						-908.63	1.2	-1090.35
FORZA DI REAZIONE NECESSARIA PER L'EQUILIBRIO											-908.63 kN		
Agente sul sistema solaio PT - fondazioni - terreno													

Il sistema risulta equilibrato alla rotazione intorno al polo A (momento stabilizzante maggiore di quello instabilizzante).

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

NUOVI CONTRAFFORTI TIPO "A" - ALLINEAMENTI CENTRALI - FONDAZIONI ESISTENTI CALCOLO DEI CONTRIBUTI RESISTENTI NECESSARI - ASSE -X														
EQUILIBRIO INTORNO AL POLO -A- DELLA FONDAZIONE ESISTENTE														
					INDICE	CORPO	B m	L m	H m	PESO SPECIFICO kN/m3	FORZA/PESO kN	BRACCIO (A) m	MOMENTO (A) kNm	
FORZE STABILIZZANTI	FONDAZIONE CONTRAFFORTE				P1	1	2.50	3.50	0.80	25.00	175.00	1.55	271.25	
	PESO DELLA PLATEA + MARCIAPIEDE				P2	2	7.00	3.00	0.45	25.00	236.25	2.00	472.50	
	SETTO DI CONTROVENTO				P3	3	0.20	2.50	4.00	25.00	50.00	2.54	127.00	
	PESO DEI PILASTRI ESISTENTI				P4	4	0.18	2.50	4.00	25.00	45.00	3.60	162.00	
	PESI DALLA COPERTURA				P5	5					144.00	3.60	518.40	
	PESI DAL SOLAIO PIANO TERRA				P6	6					262.00	3.60	943.20	
	PLINTO DI FONDAZIONE ESISTENTE				P7	7	1.00	2.00	0.90	25.00	45.00	3.60	162.00	
	PARETI PERIMETRALI ESISTENTI				P8	8	0.15	5.00	4.80	25.00	90.00	3.60	324.00	
										MOMENTO RESISTENTE		2980.35		
					INDICE	CORPO	B m	L m	H m	PESO SPECIFICO kN/m3	FORZA/PESO kN	BRACCIO (A) m	MOMENTO (A) kNm	
FORZE INSTABILIZZANTI	AZIONE SISMICA SUI CONTRAFFORTI				Sx (SLV)						282.00	4.80	1353.60	
										MOMENTO INSTABILIZZANTE		1353.60		
DIFFERENZA MOMENTI INSTABILIZZANTI-STABILIZZANTI											-1626.75 kNm			
											FORZA/PESO kN	BRACCIO (A) m	MOMENTO kNm	
REAZIONI PIANO TERRA-FONDAZIONI					R1/R2						-1355.63	1.2	-1626.75	
										FORZA DI REAZIONE NECESSARIA PER L'EQUILIBRIO		-1355.63	kN	
										Agente sul sistema solaio PT - fondazioni - terreno				

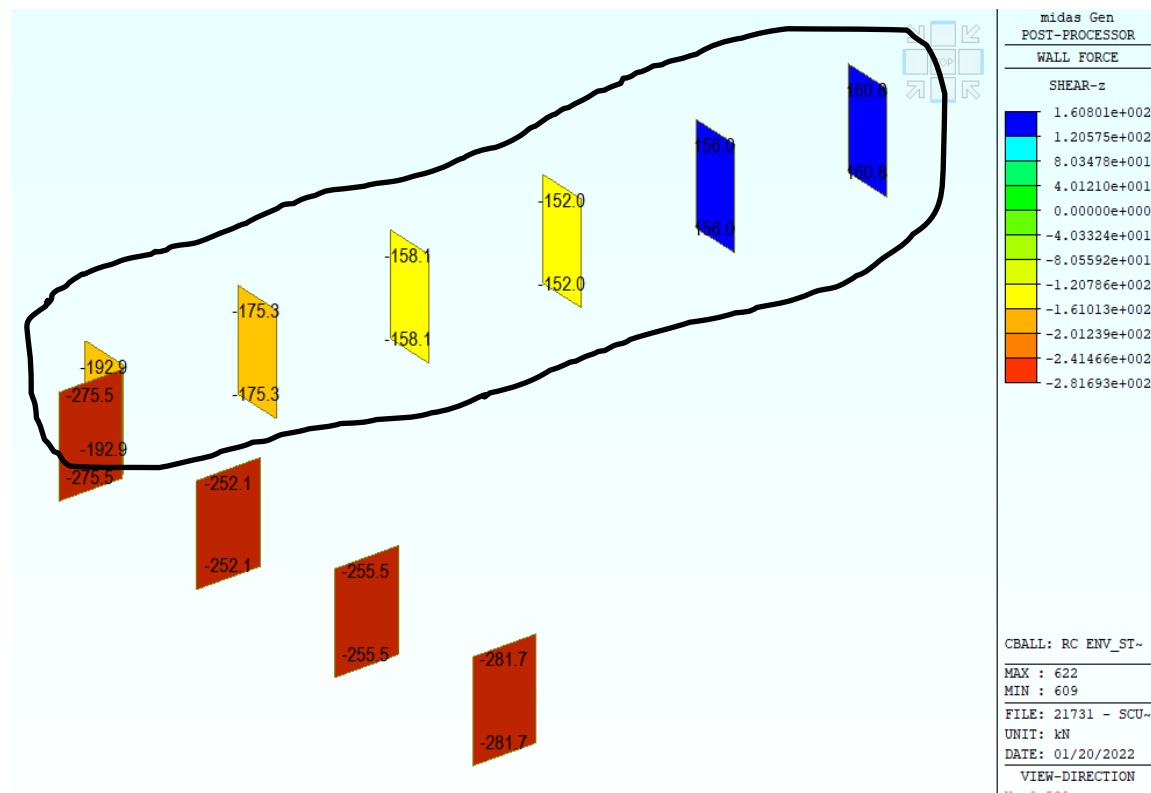
Il sistema risulta equilibrato alla rotazione intorno al polo A (momento stabilizzante maggiore di quello instabilizzante).

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

Per quanto riguarda gli equilibri alle azioni orizzontali esterne, questi sono garantiti dalla presenza dei collegamenti tra i nuovi setti e le strutture esistenti presenti in corrispondenza del solaio di copertura, dei pilastri e delle fondazioni. Viene incrementato questo collegamento a livello del solaio di piano terra introducendo un collegamento con barra di acciaio $\phi 20\text{mm}$ direttamente nelle strutture del solaio PT.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

VERIFICA DEL SISTEMA SETTI TIPO "B" – EDIFICIO ESISTENTE

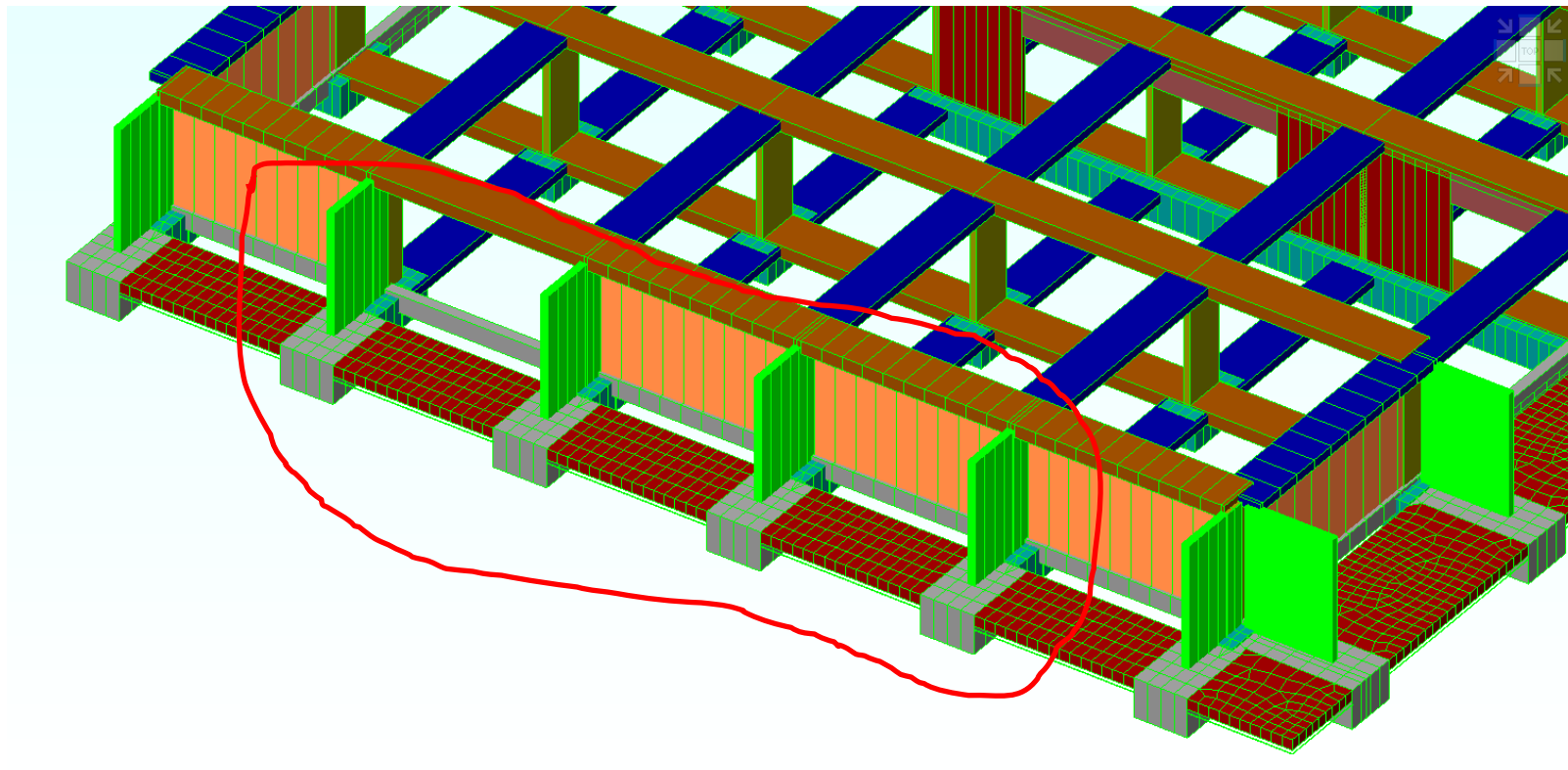


AZIONE SISMICA MASSIMA SUI SETTI CENTRALI F_x (SLV) = 176 kN

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

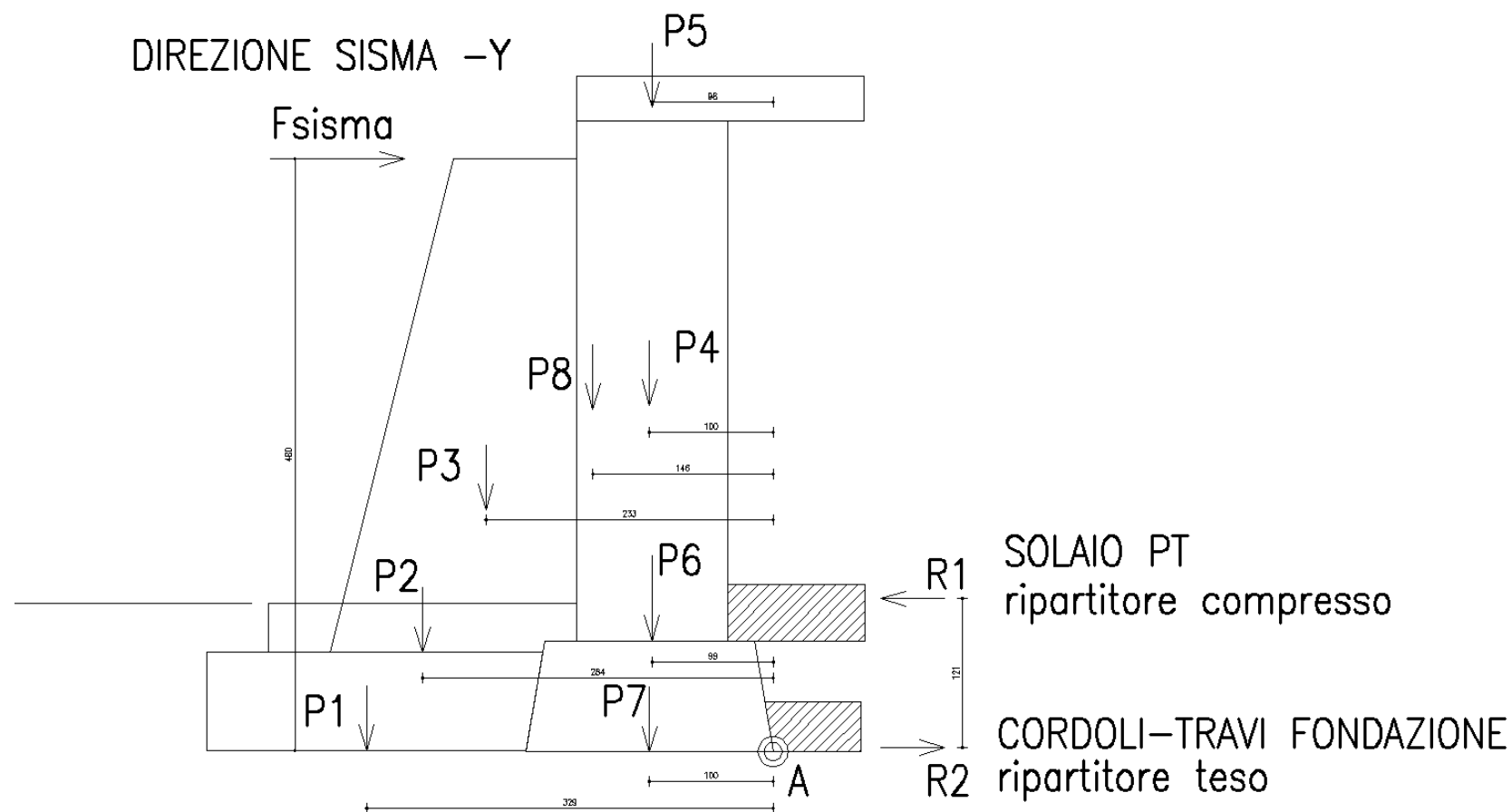
Si riportano nelle seguenti verifiche i setti degli allineamenti centrali. Le verifiche lungo i setti perimetrali che sono collegati al sistema delle pareti perimetrali in c.a. con le loro fondazioni sono soddisfatte in quanto meno penalizzati per problematiche di ribaltamento e azioni sul terreno di fondazione.

Nelle prossime tabelle si riporta lo schema di calcolo con l'equilibrio alla rotazione intorno al polo A delle fondazioni, nelle due direzione di azione della forza sismica, e il calcolo delle reazioni di contrasto che in sistema fondazione-solaio piano terra deve fornire per garantire l'equilibrio alla rotazione.



COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

SCHEMA DI CALCOLO – DIREZIONE SISMA -Y



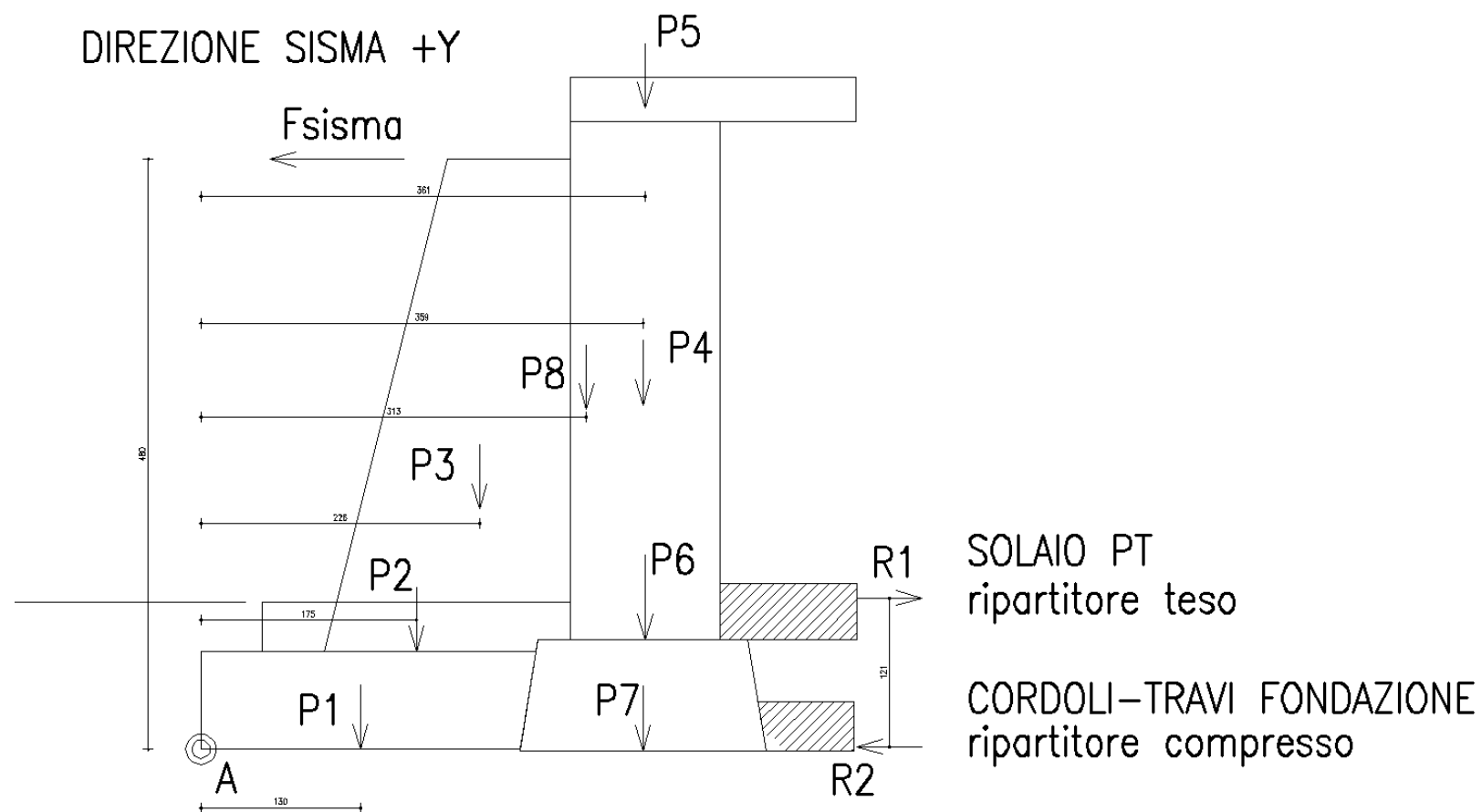
COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

NUOVI CONTRAFFORTI TIPO "B"-ALLINEAMENTI CENTRALI - FONDAZIONI ESISTENTI CALCOLO DEI CONTRIBUTI RESISTENTI NECESSARI - ASSE -Y													
EQUILIBRIO INTORNO AL POLO -A- DELLA FONDAZIONE ESISTENTE													
					INDICE	CORPO	B	L	H	PESO SPECIFICO	FORZA/PESO	BRACCIO (A)	MOMENTO
							m	m	m	kN/m3	kN	m	kNm
FORZE STABILIZZANTI	FONDAZIONE CONTRAFFORTE				P1	1	1.50	3.00	0.50	25.00	56.25	3.20	180.00
	PESO DELLA PLATEA + MARCIAPIEDE				P2	2	6.00	2.50	0.45	25.00	168.75	2.84	479.25
	SETTO DI CONTROVENTO				P3	3	0.20	2.00	4.00	25.00	40.00	2.30	92.00
	PESO DEL PILASTRO ESISTENTE				P4	4	0.18	1.20	4.00	25.00	21.60	1.00	21.60
	PESI DALLA COPERTURA				P5	5					150.00	1.00	150.00
	PESI DAL SOLAIO PIANO TERRA				P6	6					240.00	1.00	240.00
	PLINTO DI FONDAZIONE ESISTENTE				P7	7	1.00	2.00	0.90	25.00	45.00	1.00	45.00
	PARETI PERIMETRALI ESISTENTI				P8	8	0.15	4.00	4.80	25.00	72.00	1.45	104.40
										MOMENTO RESISTENTE		1312.25	
					INDICE	CORPO	B	L	H	PESO SPECIFICO	FORZA/PESO	BRACCIO A	MOMENTO
							m	m	m	kN/m3	kN	m	kNm
FORZE INSTABILIZZANTI	AZIONE SISMICA SUI CONTRAFFORTI				Sx (SLV)						193.00	4.80	926.40
										MOMENTO INSTABILIZZANTE		926.40	
DIFFERENZA MOMENTI INSTABILIZZANTI-STABILIZZANTI													-385.85
													kNm
										FORZA/PESO	BRACCIO (A)	MOMENTO	
										kN	m	kNm	
REAZIONI PIANO TERRA-TERRENO					R1/R2/R4					-321.54		1.2	-385.85
					FORZA DI REAZIONE NECESSARIA PER L'EQUILIBRIO						-321.54 kN		
					Agente sul sistema solaio PT - fondazioni - terreno								

Il sistema risulta equilibrato alla rotazione intorno al polo A (momento stabilizzante maggiore di quello instabilizzante).

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

SCHEMA DI CALCOLO – DIREZIONE SISMA +Y



COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

NUOVI CONTRAFFORTI TIPO "B"-ALLINEAMENTI CENTRALI - FONDAZIONI ESISTENTI CALCOLO DEI CONTRIBUTI RESISTENTI NECESSARI - ASSE +Y													
EQUILIBRIO INTORNO AL POLO -A- DELLA FONDAZIONE ESISTENTE													
					INDICE	CORPO	B	L	H	PESO SPECIFICO	FORZA/PESO	BRACCIO (A)	MOMENTO
							m	m	m	kN/m3	kN	m	kNm
FORZE STABILIZZANTI	FONDAZIONE CONTRAFFORTE				P1	1	1.50	3.00	0.50	25.00	56.25	1.30	73.13
	PESO DELLA PLATEA + MARCIAPIEDE				P2	2	6.00	2.50	0.45	25.00	168.75	1.75	295.31
	SETTO DI CONTROVENTO				P3	3	0.20	2.00	4.00	25.00	40.00	2.25	90.00
	PESO DEL PILASTRO ESISTENTE				P4	4	0.18	1.20	4.00	25.00	21.60	3.60	77.76
	PESI DALLA COPERTURA				P5	5					150.00	3.60	540.00
	PESI DAL SOLAIO PIANO TERRA				P6	6					240.00	3.60	864.00
	PLINTO DI FONDAZIONE ESISTENTE				P7	7	1.00	2.00	0.90	25.00	45.00	3.60	162.00
	PARETI PERIMETRALI ESISTENTI				P8	8	0.15	4.00	4.80	25.00	72.00	3.10	223.20
										MOMENTO RESISTENTE		2325.40	
					INDICE	CORPO	B	L	H	PESO SPECIFICO	FORZA/PESO	BRACCIO A	MOMENTO
							m	m	m	kN/m3	kN	m	kNm
FORZE INSTABILIZZANTI	AZIONE SISMICA SUI CONTRAFFORTI				Sx (SLV)						193.00	4.80	926.40
										MOMENTO INSTABILIZZANTE		926.40	
DIFFERENZA MOMENTI INSTABILIZZANTI-STABILIZZANTI													-1399.00
													kNm
										FORZA/PESO	BRACCIO (A)	MOMENTO	
										kN	m	kNm	
REAZIONI PIANO TERRA-TERRENO					R1/R2/R4					-1165.83		1.2	-1398.9975
					FORZA DI REAZIONE NECESSARIA PER L'EQUILIBRIO						-1165.83		kN
					Agente sul sistema solaio PT - fondazioni - terreno								

Il sistema risulta equilibrato alla rotazione intorno al polo A (momento stabilizzante maggiore di quello instabilizzante).

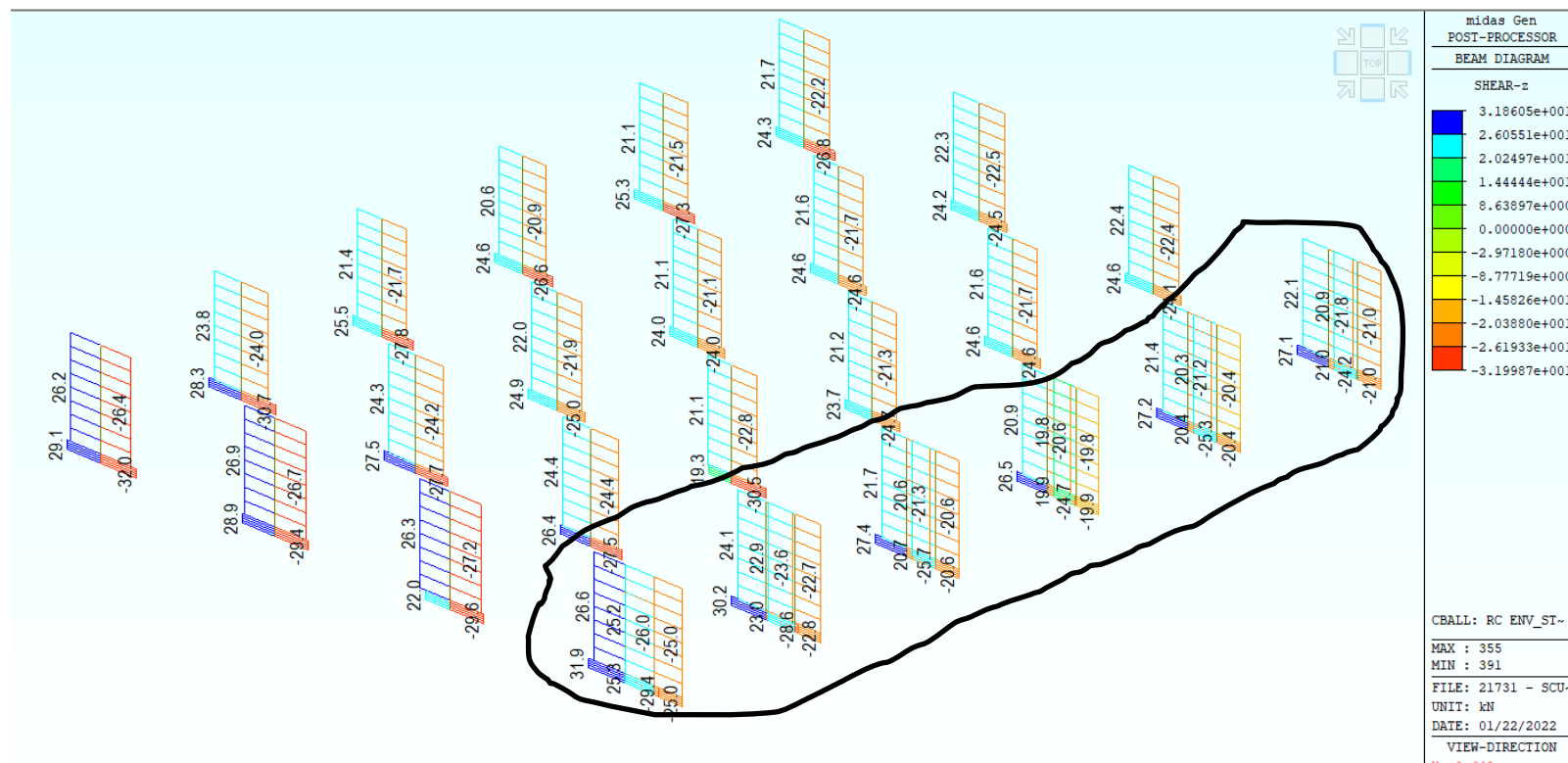
COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

Per quanto riguarda gli equilibri alle azioni orizzontali esterne, questi sono garantiti dalla presenza dei collegamenti tra i nuovi setti e le strutture esistenti presenti in corrispondenza del solaio di copertura, dei pilastri e delle fondazioni.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

VERIFICA DEL SISTEMA DEI PILASTRI COLLEGATI SUL FRONTE PRINCIPALE

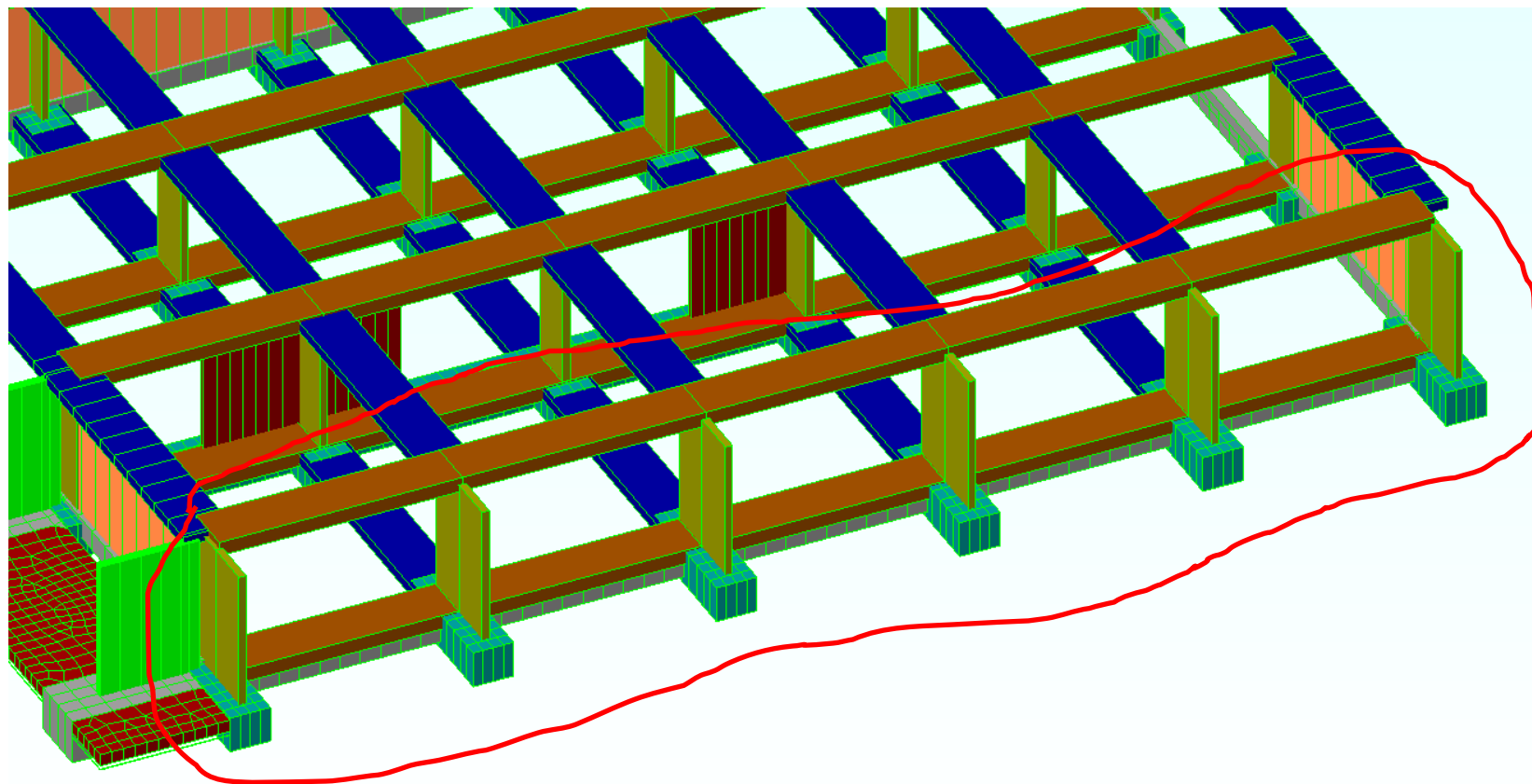
Sforzi di taglio [kN]



AZIONE SISMICA MASSIMA SULLA COPPIA DI PILASTRI $F_x (SLV) = 26+26 = 52 \text{ kN}$

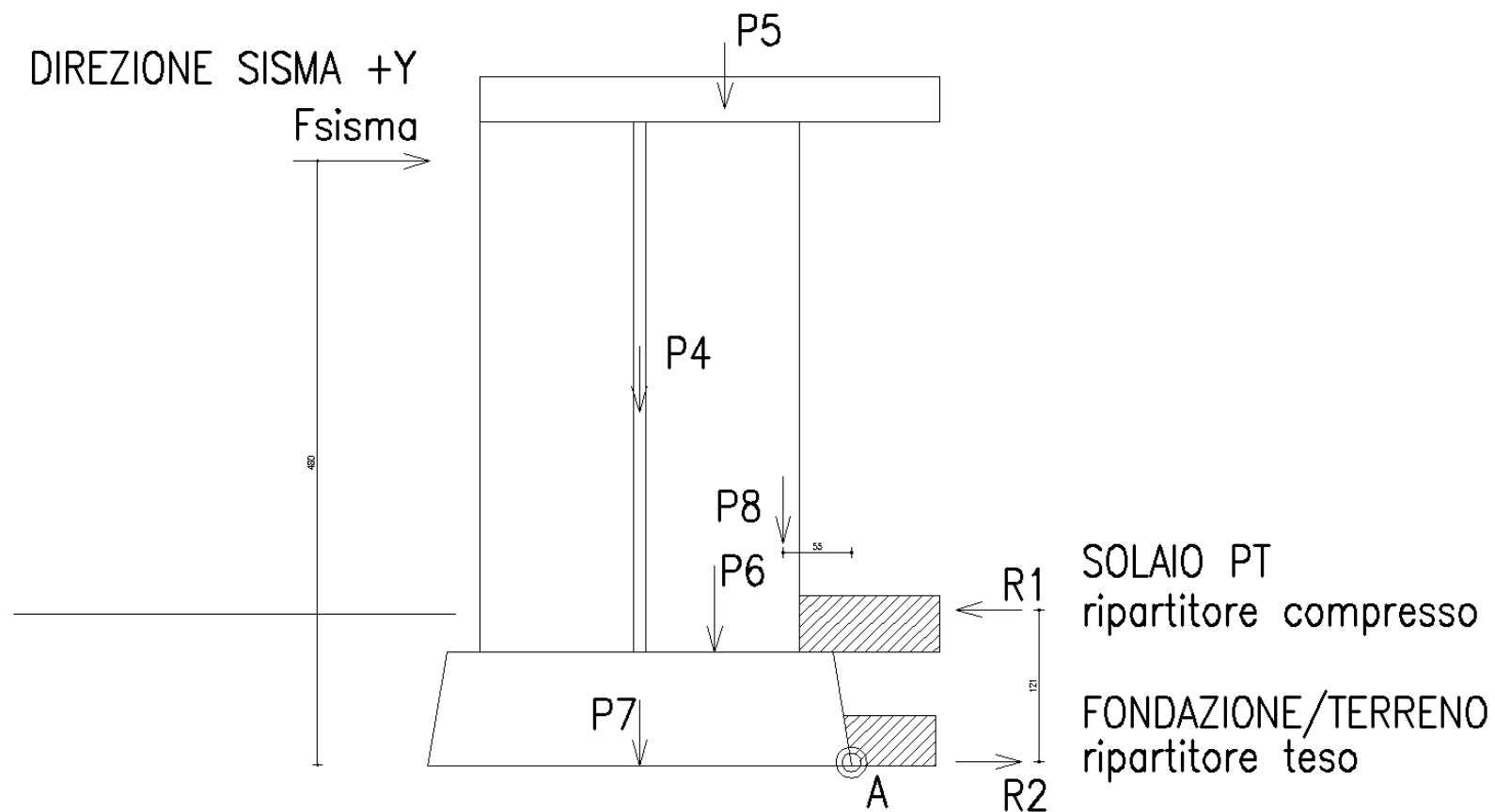
Nelle prossime tabelle si riporta lo schema di calcolo con l'equilibrio alla rotazione intorno al polo A e il calcolo delle reazioni di contrasto che in sistema fondazione-solaio piano terra deve fornire per garantire l'equilibrio.

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO



COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

SCHEMA DI CALCOLO – DIREZIONE SISMA +Y



COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

PILASTRI COLLEGATI FRONTE PRINCIPALE - FONDAZIONI ESISTENTI CALCOLO DEI CONTRIBUTI RESISTENTI NECESSARI - ASSE TRASVERSALE +Y													
EQUILIBRIO INTORNO AL POLO -A- DELLA FONDAZIONE ESISTENTE													
				INDICE	CORPO	B m	L m	H m	PESO SPECIFICO kN/m3	FORZA/PESO kN	BRACCIO (A) m	MOMENTO kNm	
FORZE STABILIZZANTI													
	PESO DEL PILASTRO ESISTENTE			P4	4	0.18	2.50	4.00	25.00	45.00	1.65	74.25	
	PESI DALLA COPERTURA			P5	5					150.00	1.00	150.00	
	PESI DAL SOLAIO PIANO TERRA			P6	6					190.00	1.00	190.00	
	PLINTO DI FONDAZIONE ESISTENTE			P7	7	1.00	3.30	0.90	25.00	74.25	1.65	122.51	
	PARETI PERIMETRALI ESISTENTI			P8	8	0.15	5.00	1.10	25.00	20.63	0.50	10.31	
									MOMENTO RESISTENTE				547.08
				INDICE	CORPO	B m	L m	H m	PESO SPECIFICO kN/m3	FORZA/PESO kN	BRACCIO A m	MOMENTO kNm	
FORZE INSTABILIZZANTI	AZIONE SISMICA SUI PILASTRI			Sx (SLV)						55.00	4.80	264.00	
									MOMENTO INSTABILIZZANTE				264.00
DIFFERENZA MOMENTI INSTABILIZZANTI-STABILIZZANTI												-283.08 kNm	
										FORZA/PESO kN	BRACCIO (A) m	MOMENTO kNm	
REAZIONI PIANO TERRA-TERRENO				R1/R2/R4					-235.90		1.2	-283.08	
									FORZA DI REAZIONE NECESSARIA PER L'EQUILIBRIO		-235.90 kN		
									Agente sul sistema solaio PT - fondazioni - terreno				

Il sistema risulta equilibrato alla rotazione intorno al polo A (momento stabilizzante maggiore di quello instabilizzante).

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

PILASTRI COLLEGATI FRONTE PRINCIPALE - FONDAZIONI ESISTENTI CALCOLO DEI CONTRIBUTI RESISTENTI NECESSARI - ASSE TRASVERSALE -Y														
EQUILIBRIO INTORNO AL POLO -A- DELLA FONDAZIONE ESISTENTE														
					INDICE	CORPO	B m	L m	H m	PESO SPECIFICO kN/m3	FORZA/PESO kN	BRACCIO (A) m	MOMENTO kNm	
FORZE STABILIZZANTI														
	PESO DEL PILASTRO ESISTENTE				P4	4	0.18	2.50	4.00	25.00	45.00	1.65	74.25	
	PESI DALLA COPERTURA				P5	5					150.00	2.35	352.50	
	PESI DAL SOLAIO PIANO TERRA				P6	6					190.00	2.30	437.00	
	PLINTO DI FONDAZIONE ESISTENTE				P7	7	1.00	3.30	0.90	25.00	74.25	2.80	207.90	
	PARETI PERIMETRALI ESISTENTI				P8	8	0.15	5.00	1.10	25.00	20.63	0.50	10.31	
										MOMENTO RESISTENTE				1081.96
					INDICE	CORPO	B m	L m	H m	PESO SPECIFICO kN/m3	FORZA/PESO kN	BRACCIO A m	MOMENTO kNm	
FORZE INSTABILIZZANTI	AZIONE SISMICA SUI PILASTRI				Sx (SLV)						55.00	4.80	264.00	
										MOMENTO INSTABILIZZANTE				264.00

COMUNE DI RIVE D'ARCANO		
OGGETTO	LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI RIVE D'ARCANO - Relazione strutturale del PE - INTEGRAZIONI	PROGETTISTA ING. CORRADO PICCIRILLO

Dalle verifiche effettuate si evince che solo per i setti di tipo "A" è necessario che intervenga il contributo resistente del sistema solaio piano terra – fondazioni mentre per i setti tipo "B" e per i pilastri collegati sul fronte principale il sistemi sono già equilibrati a motivo dei collegamenti rigidi presenti o di nuova realizzazione.

Per i setti di tipo "A" la verifica sulla capacità del sistema a fornire la necessaria resistenza dei ripartitori compressi e di quelli tesi risulta soddisfatta.

Le fondazioni dei setti di tipo "A" vengono incrementate in larghezza (da 1.50m a 2.50m), e in altezza (da 0.50m a 0.80m) in maniera da garantire il funzionamento appena descritto.

Le calcolazioni "a equilibrio" che sono state ora riportate confermano in gran parte i calcoli effettuati nella relazione di calcolo originaria con il modello lineare agli elementi finiti in cui non era presente il sistema di vincolo Solaio PT-Fondazioni. Il modello lineare segnalava che sui setti di tipo "B" non erano presenti delle problematiche di sollevamento dei plinti, mentre segnalava delle parzializzazioni delle fondazioni per i setti tipo "A". Attivando il contributo resistente di piano PT-Fondazione si ricava che le fondazioni risultano completamente compresse senza la presenza di fenomeni di parzializzazione delle stesse.

B. Aspetti grafici

1.2.6 Per i setti tipo A, si controlli l'ancoraggio delle armature sommitali di "sospensione" (3+3 ϕ 16).

Le armature indicate nella nota dell'Organismo Tecnico verranno chiuse a staffa, oppure in alternativa a "C" in maniera da garantire l'ancoraggio necessario per il 3+3 ϕ 16mm di "sospensione".

IL PROGETTISTA
dott. ing. Corrado Piccirillo