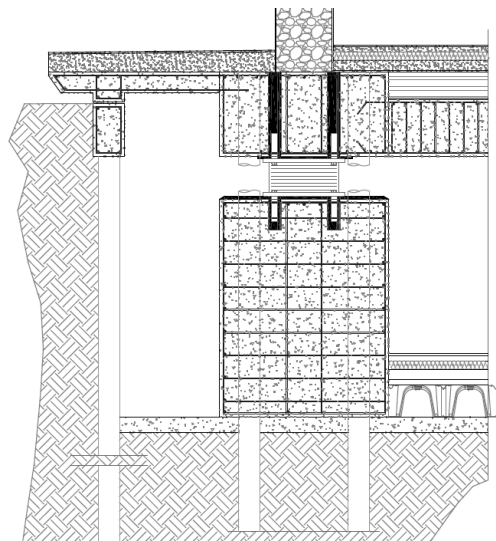


# TECNOLOGIE DI PROTEZIONE SISMICA ISOLAMENTO ALLA BASE INSTALLAZIONE STRUTTURE IN MURATURA

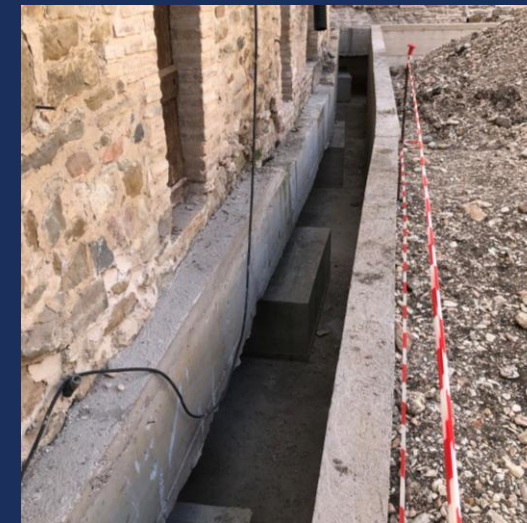
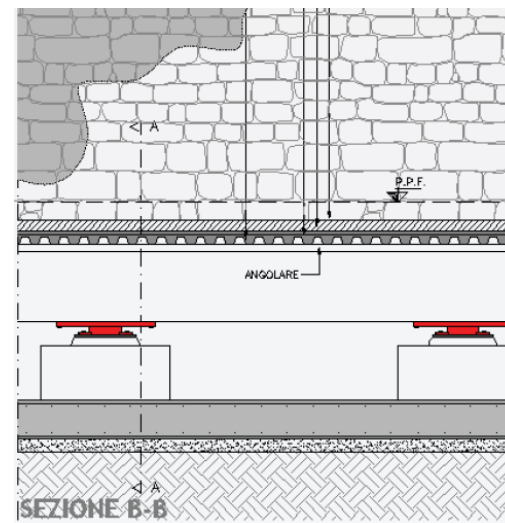
Ing Camossi Giulio



# 1 Top-Down

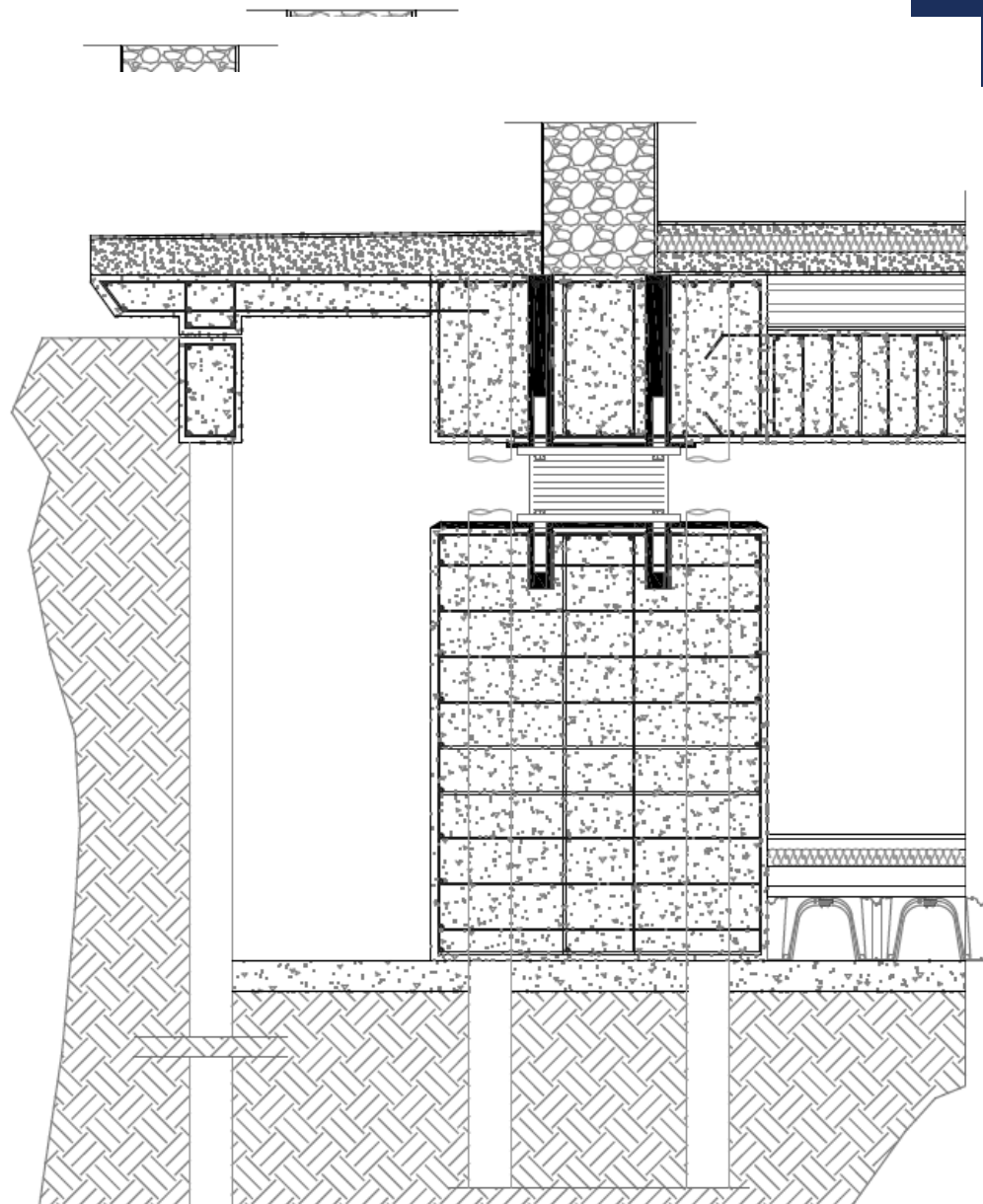
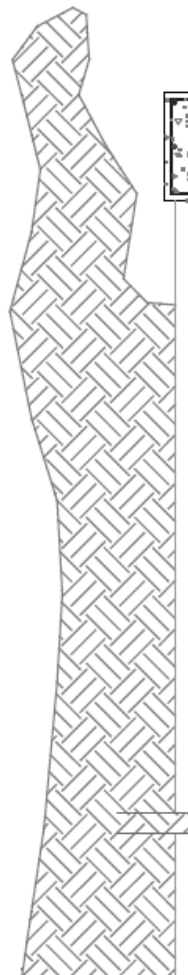


# 2 Doppia Fondazione



# RETROFITTING MURATURA

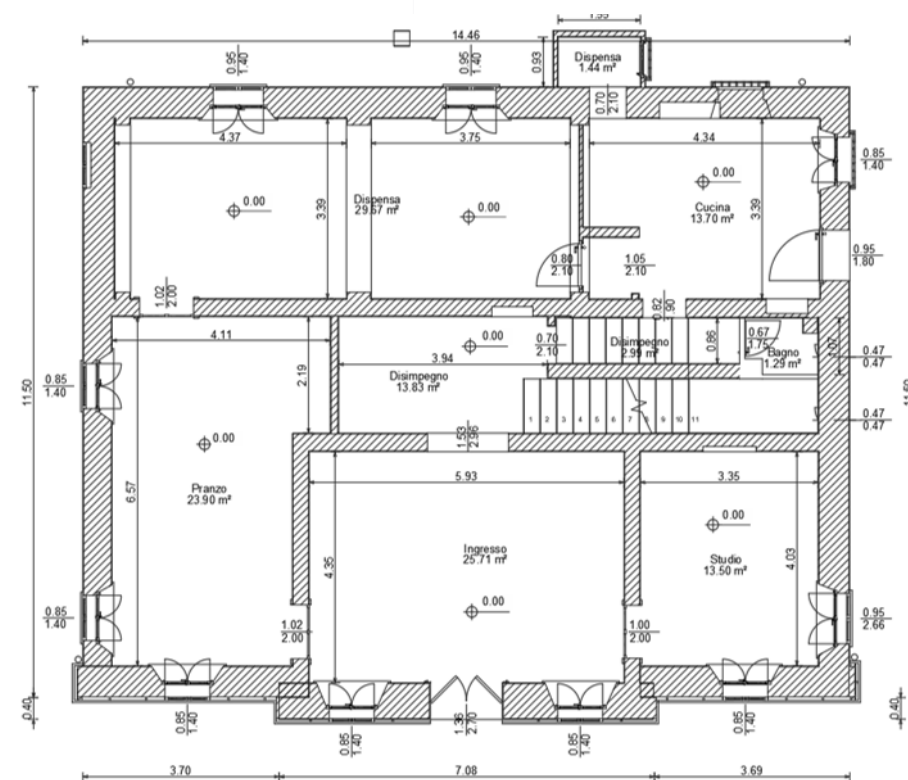
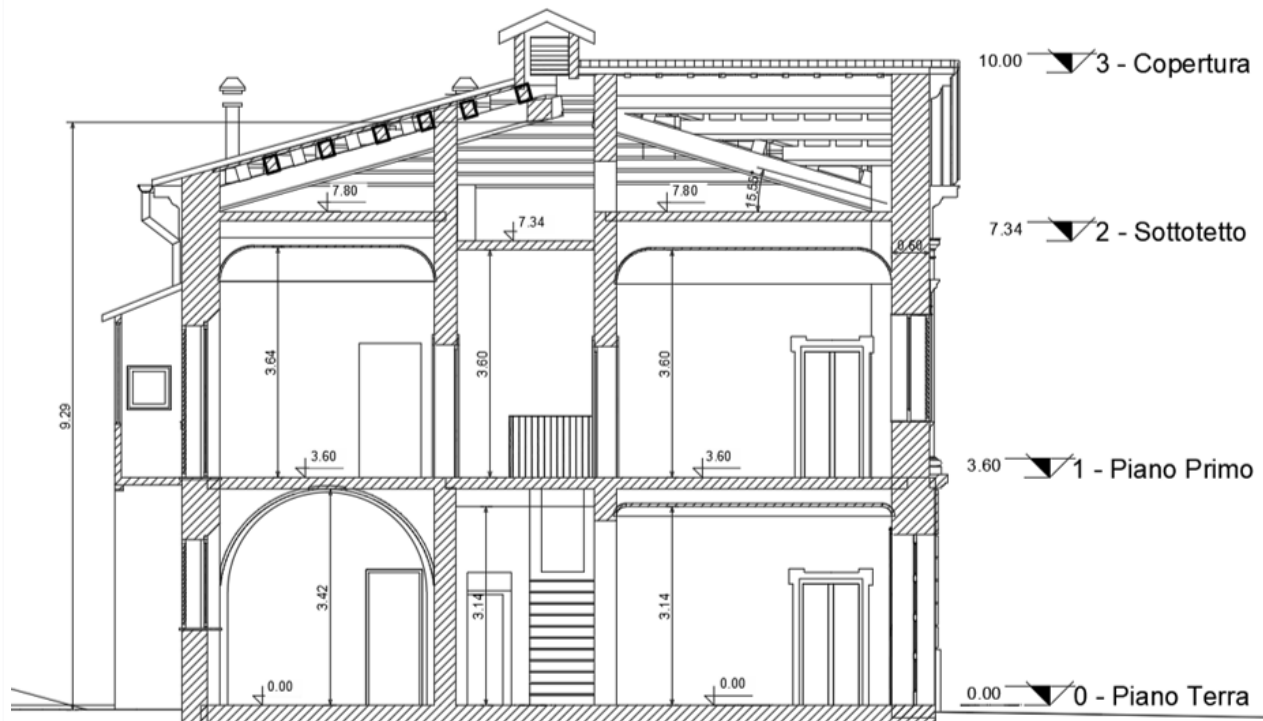
## Top-Down



# RETROFITTING MURATURA

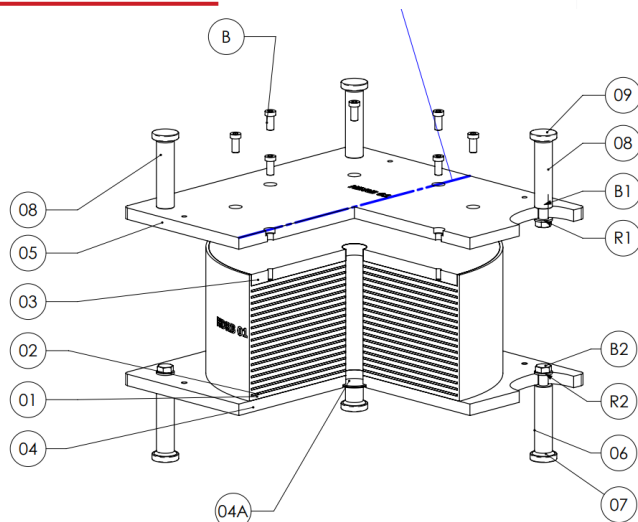
## Top-Down

- Esistente

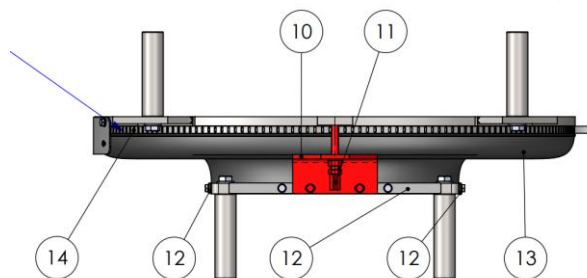




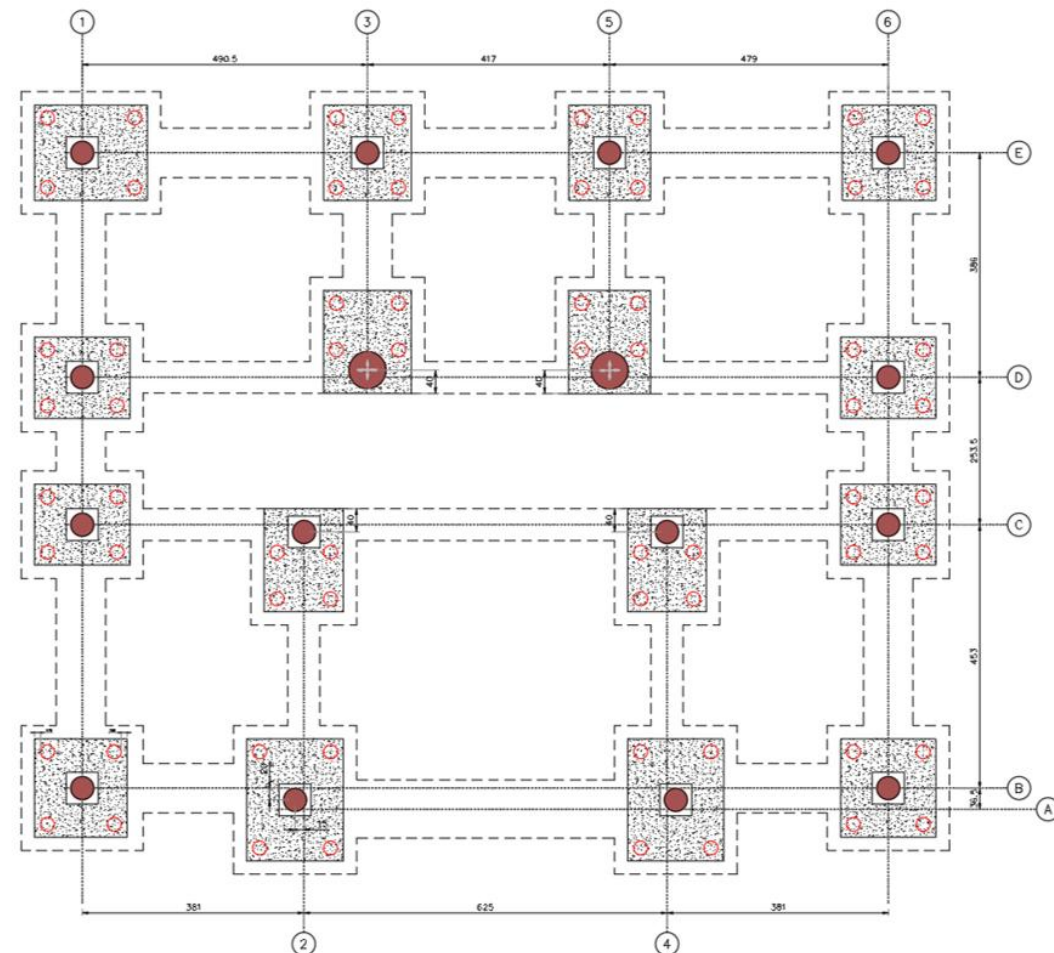
# RETROFITTING MURATURA



Pos.	N.°	Descrizione - Description
01	19	Strati interni di gomma - Rubber internal layers
02	18	Lamierino vulcanizzato - Vulcanized steel sheet
03	1	Lamiera vulcanizzata esterna - External vulcanized sheet
04	1	Piastra di ancoraggio inferiore - Lower anchor plate
04A	1	Lamierino di chiusura - Diaphragm sheet
05	1	Piastra di ancoraggio superiore - Upper anchor plate
06	4	Ancoraggio inferiore - Lower anchorage
07	4	Piatello inferiore - Lower plate
08	4	Ancoraggio superiore - Upper anchorage
09	4	Piatello superiore - Upper plate
B	8	Vite a testa cilindrica bassa - Head cap screw (UNI 9327)
B1	4	Vite a testa esagonale - Hexagon head bolt (ISO 4017)
B2	4	Vite a testa esagonale - Hexagon head bolt (ISO 4017)
R1	4	Rosetta per vite - Plain washer (ISO 7089)
R2	4	Rosetta per vite - Plain washer (ISO 7089)



Pos.	N.°	Descrizione - Description
01	5	Strati interni di gomma - Rubber internal layers
02	4	Piatto vulcanizzato - Vulcanized steel plate
03	1	Piatto vulcanizzato esterno - External vulcanized steel plate
04	1	Lastrina antifrizione - Antifriction plate
05	1	Piastra di ancoraggio inferiore vulcanizzata - Lower vulcanized anchor plate
06	1	Piastra di scorrimento superiore - Upper sliding plate
06A	4	Piastrina "Tipo 1" - "Type 1" plate
06B	2	Piastrina "Tipo 2" - "Type 2" plate
07	1	Piatto di inox - Stainless steel
08	4	Ancoraggio superiore - Upper anchorage
09	4	Ancoraggio inferiore - Lower anchorage
10	2	Piastrina bloccaggio temporaneo - Temporary locking plate
11	2	Nervatura - Rib
12	4	Piastrina bloccaggio scossalina - Locking plate
13	1	Scossalina - Flashing
14	1	Fascetta - Clamp



## ISOLATORE ELASTOMERICO ISOSIM HDRB 04-10\_500 x 121,5 500

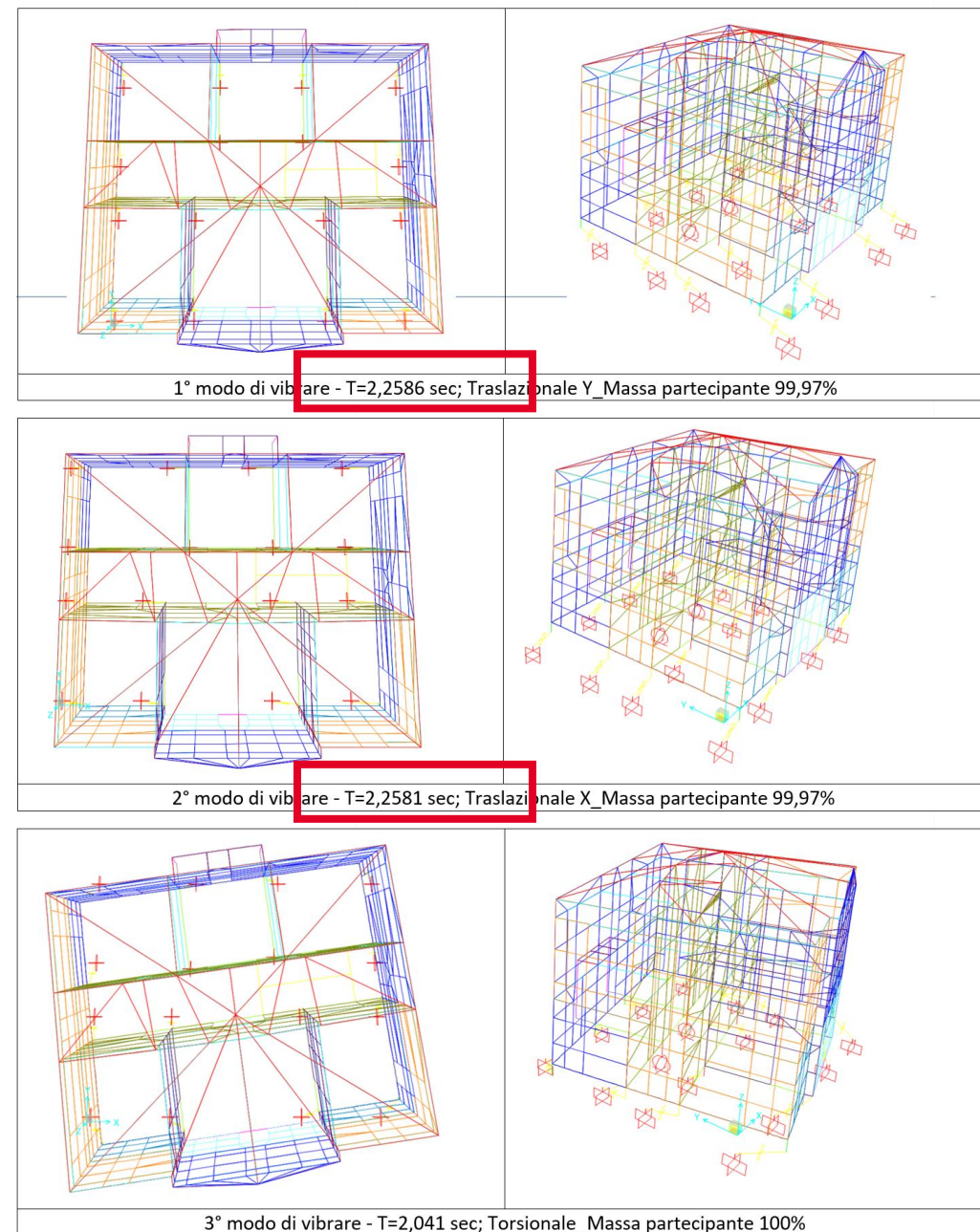
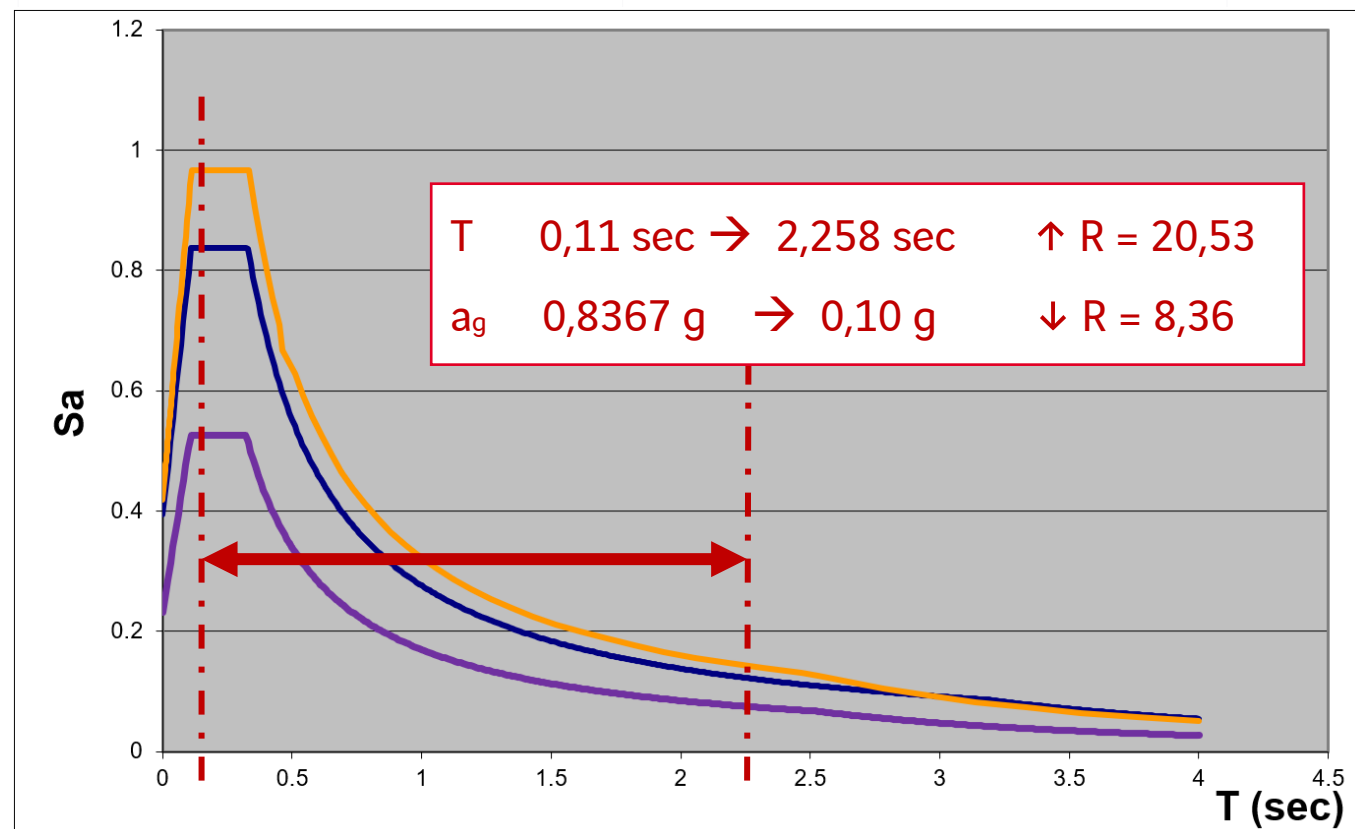
- $K_e = 650 \text{ kN/m}$
- $\xi = 10\%$
- $V_{max} = 1350 \text{ kN}$  (Massimo carico verticale in fase statica)
- $V_{iso} = 1050 \text{ kN}$  (Massimo carico verticale in fase sismica)
- $\Delta_L = \pm 180 \text{ mm}$  (Spostamento Massimo)

## APPOGGIO MULTIDIREZIONALE NTM 300 x77

- $N_{max} = 1250 \text{ kN}$
- $\Delta_{max} = \pm 180 \text{ mm}$  (Spostamento Massimo)

# RETROFITTING MURATURA

Infine se a seguito dei risultati sopra riportati si consulta lo spettro di progetto, pur caratterizzato da una ampia amplificazione locale, si nota che rispetto alla struttura a base fissa caratterizzata da un periodo  $T=0,11$  sec a cui è associata una accelerazione in ingresso pari a  $0,8367 a_g/g$ , grazie all'elongazione del periodo  $T_{iso}$  e la dissipazione aggiuntiva fornita dai dispositivi l'accelerazione in ingresso corrispondente registra valori nell'ordine di  $0,1 a_g/g$ .

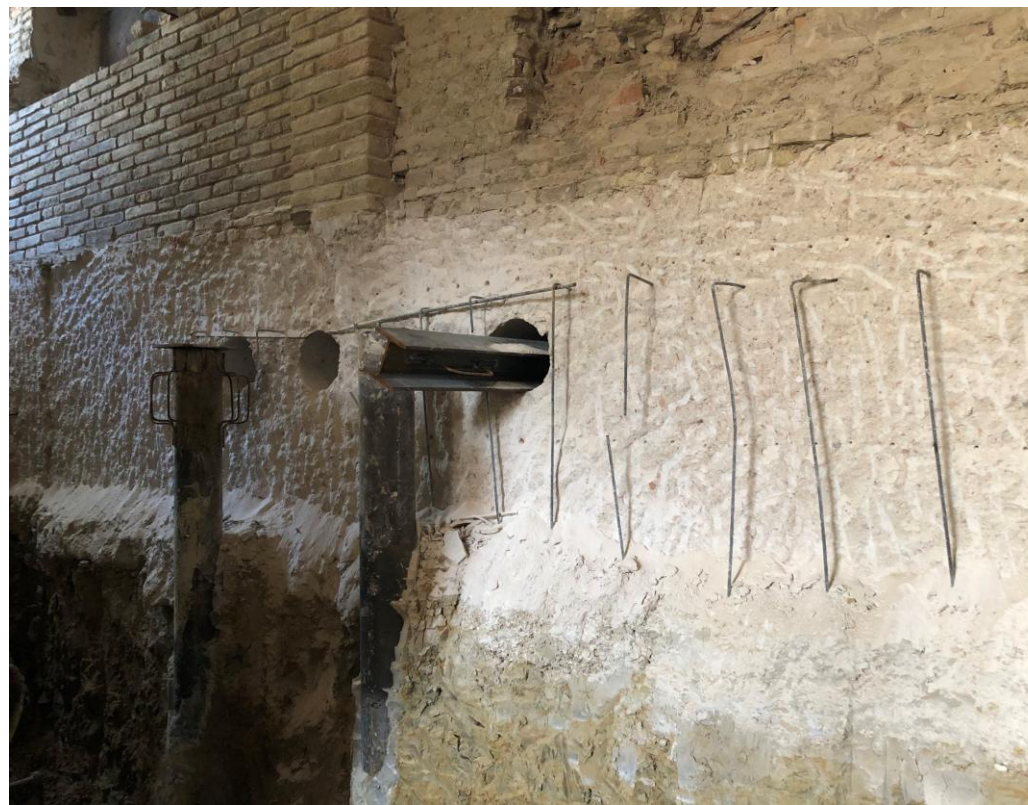
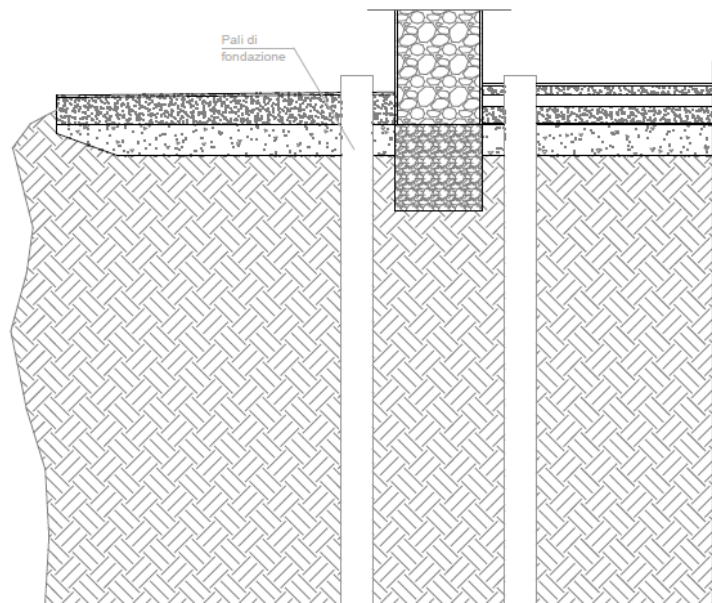




# RETROFITTING MURATURA

## Top-Down

- Pali di Fondazione

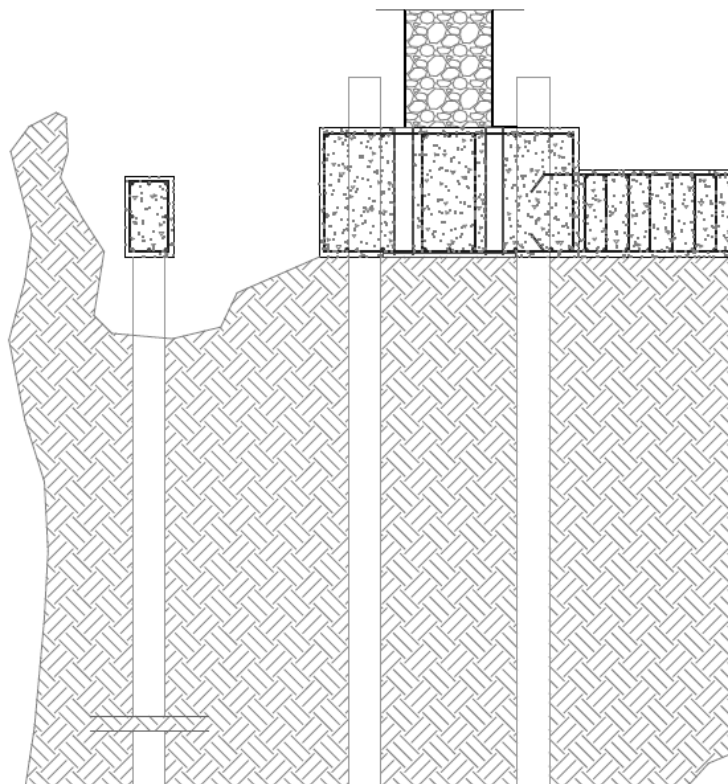




# RETROFITTING MURATURA

## Top-Down

- Fondazione e Paratie

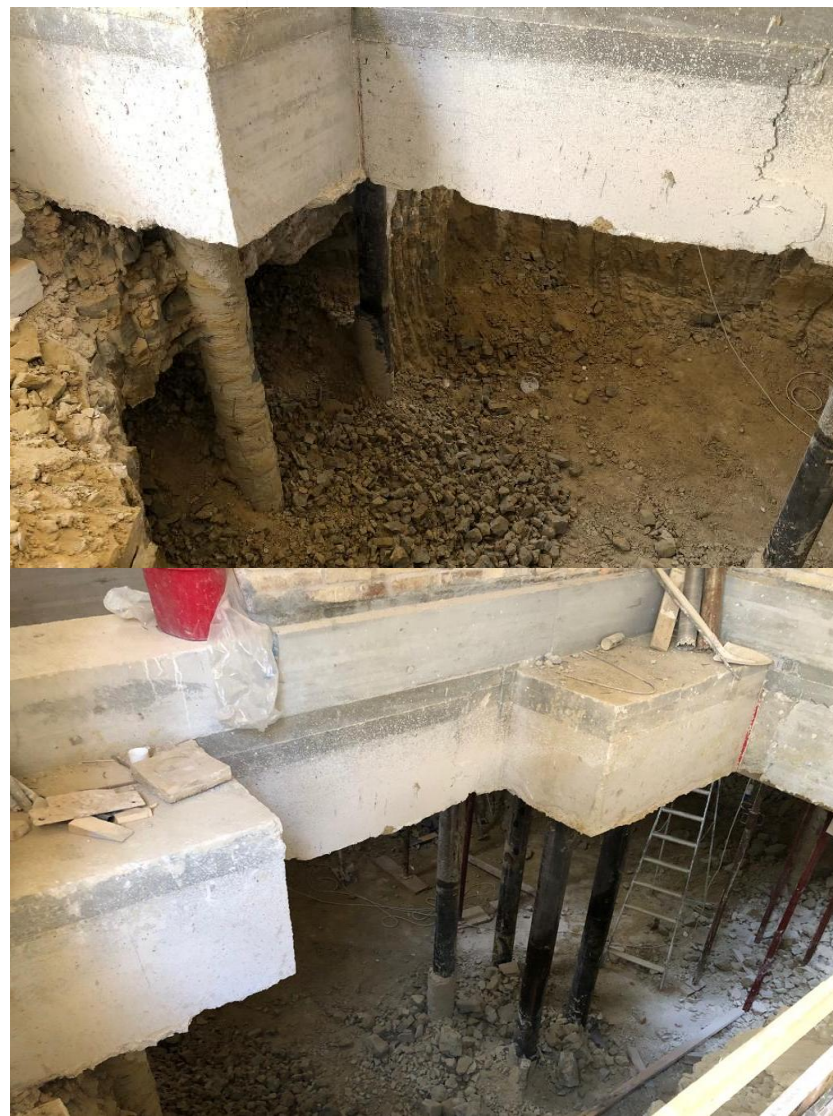
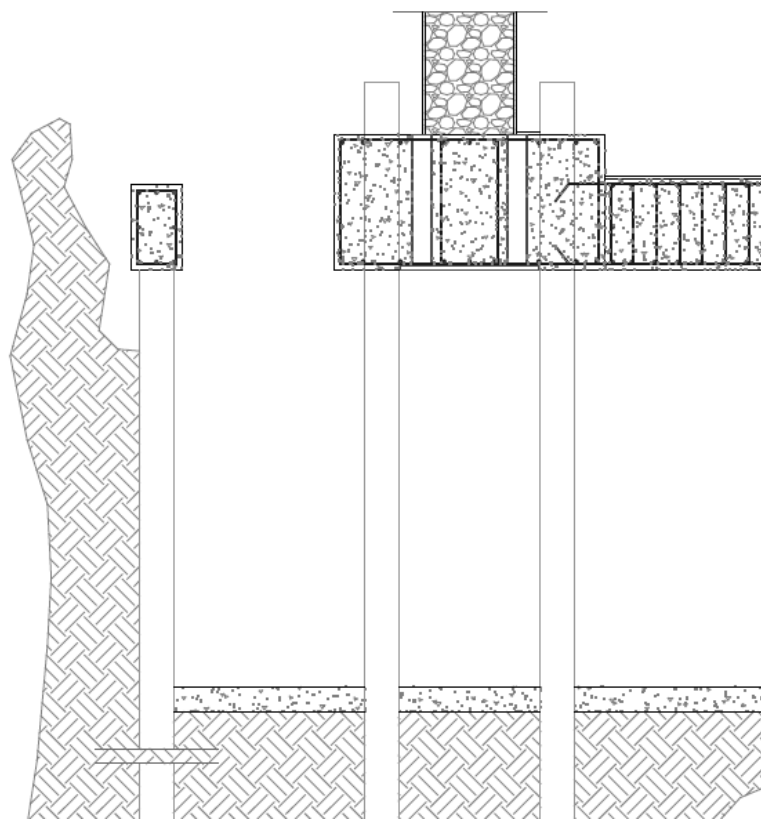




# RETROFITTING MURATURA

## Top-Down

- Scavo sotto fondazione





- Costruzione interrato

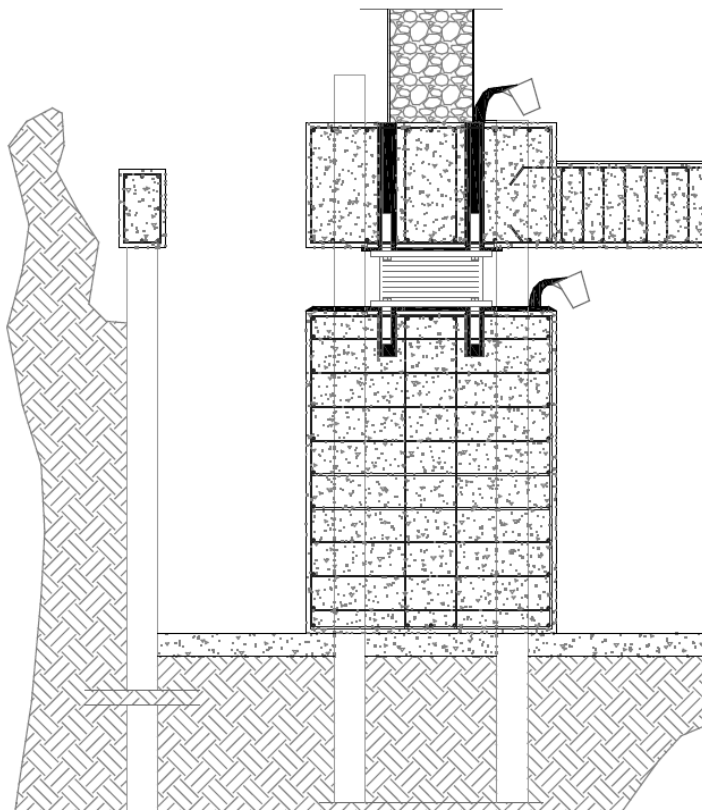




# RETROFITTING MURATURA

## Top-Down

- Inserimento isolatori

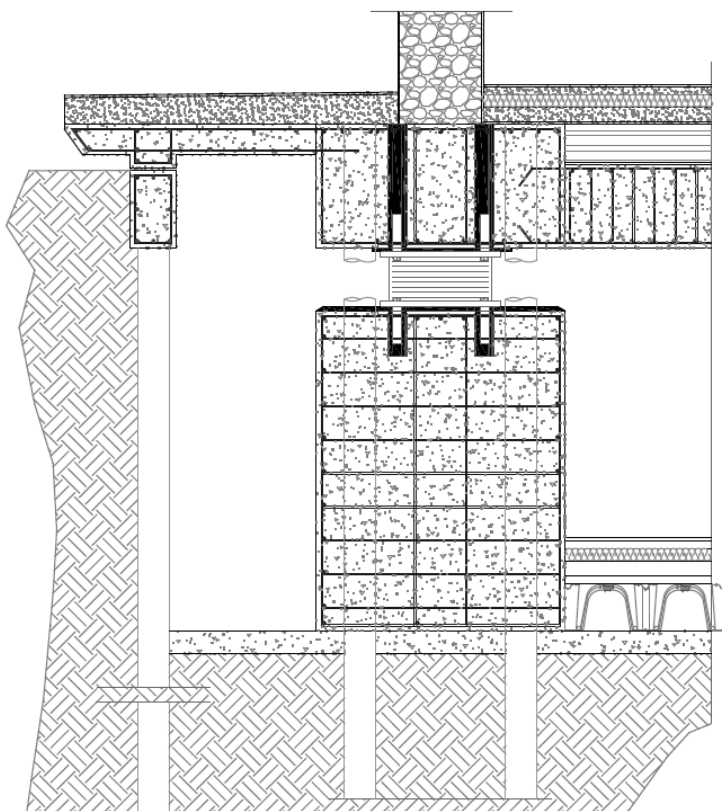




# RETROFITTING MURATURA

## Top-Down

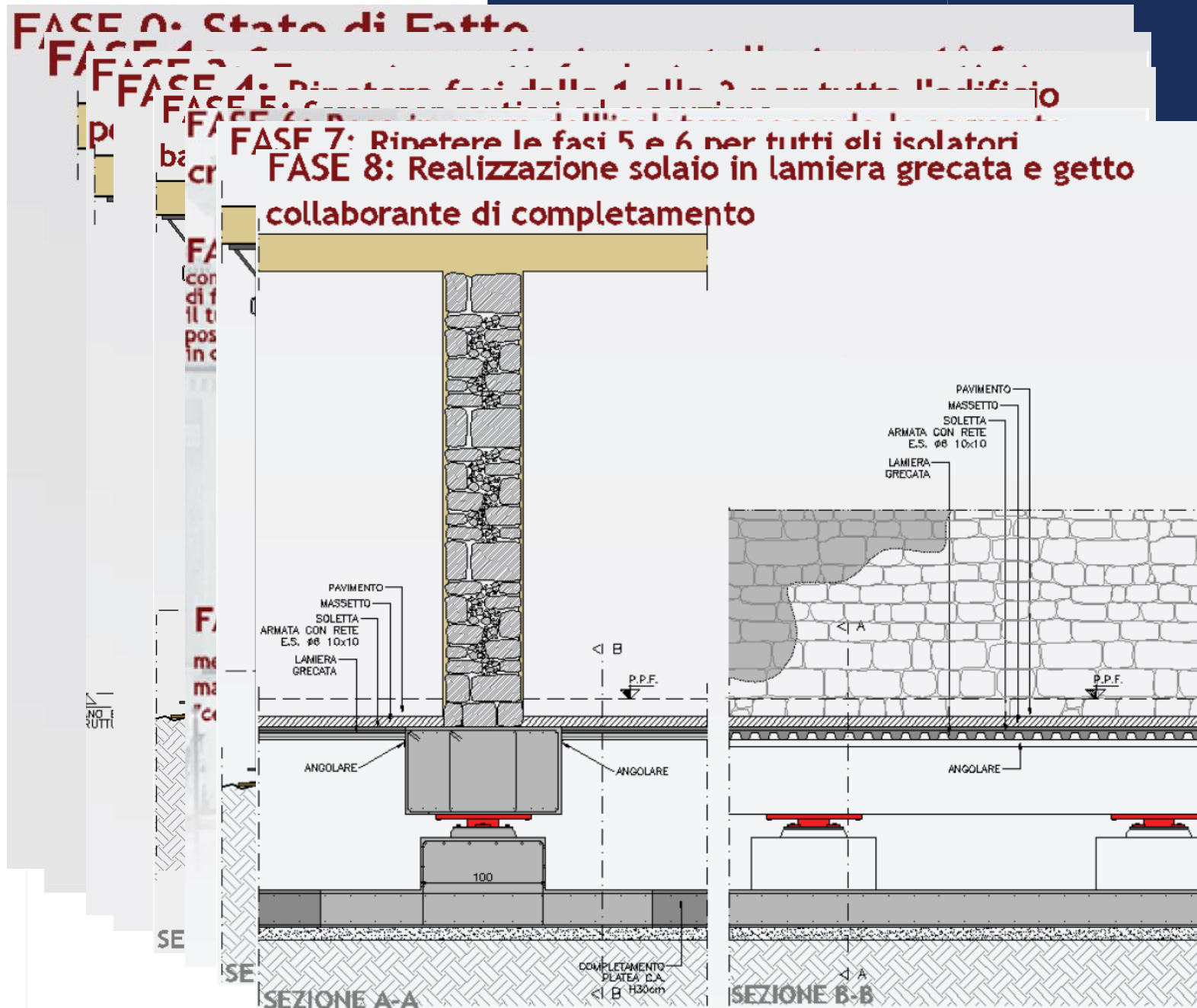
- Nuovo solaio e finiture





# RETROFITTING MURATURA

## Doppia Fondazione

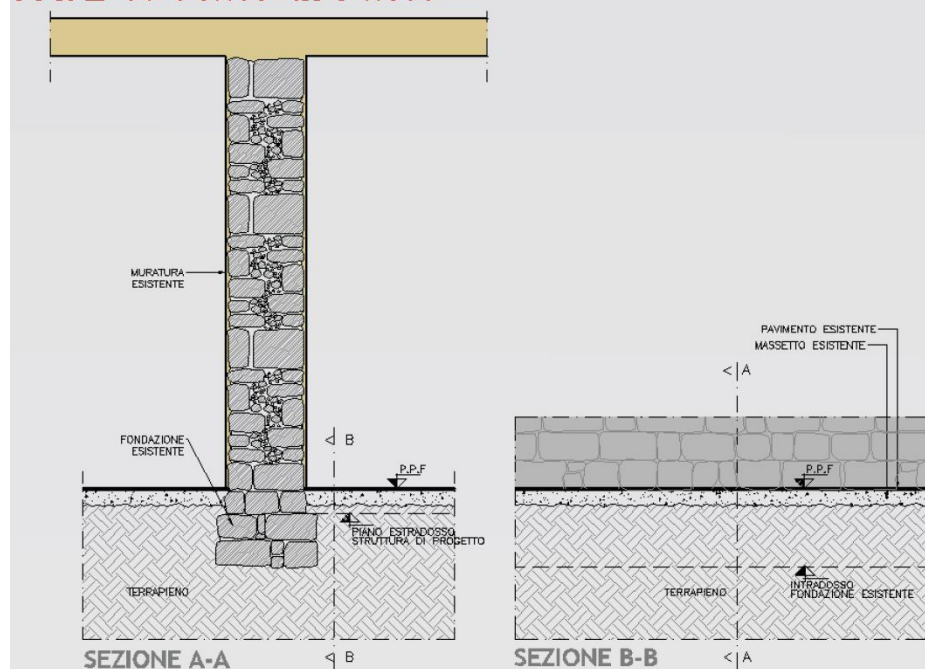


# RETROFITTING MURATURA

## Doppia Fondazione

- Esistente

### FASE 0: Stato di Fatto





# RETROFITTING MURATURA

- Asta in fase elastica
- Asta parzialmente plasticizzata
- Asta plasticizzata
- Asta collassata
- Asta in trazione/compressione eccessiva
- Asta in instabilità
- Asta non sottoposta a verifica



Sintesi risultati: Indicatori di Rischio sismico  $\zeta_E$  in termini di PGA

**Verifica non soddisfatta**

Stato Limite	$\zeta_E$ (PGA <sub>C</sub> /PGA <sub>D</sub> )
SLO	
SLD	
SLV	<b>0.205</b>

## Gerarchia dei comportamenti strutturali

Indicatore di rischio sismico obiettivo:  $\zeta_E \geq 0.800$

Edificio esistente, Classe d'uso (§2.4.2): II

Verifiche obbligatorie secondo Normativa (§7.3.6, §8.3): SLV: RES

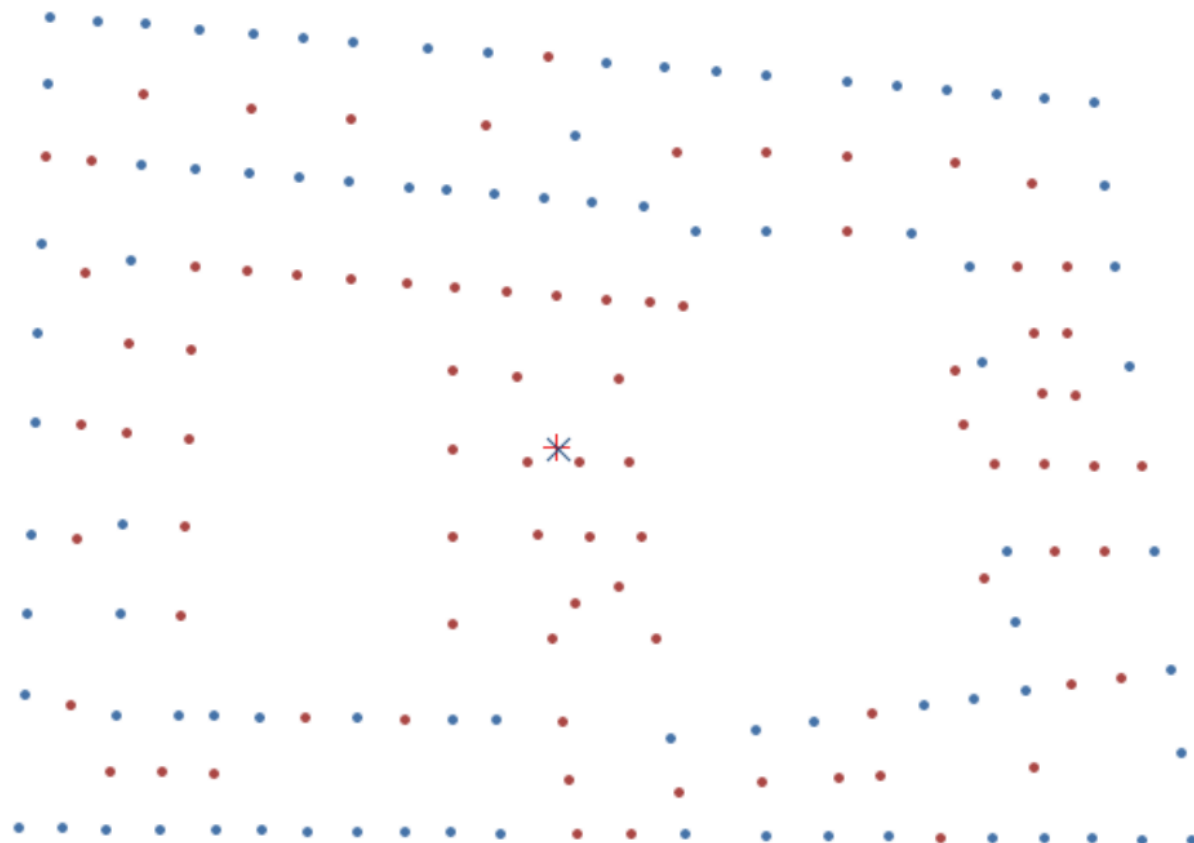
In grigio: comportamenti non analizzati, o da non considerare (cfr. §7.3.6, Tab.7.3.III)

Comportamento	$\zeta_E$ (PGA <sub>C</sub> /PGA <sub>D</sub> )
SLV: Cinematismo	<b>0.205</b>
SLV: Resistenza fuori piano	<b>0.252</b>
SLV: Resistenza nel piano	<b>0.252</b>
SLV: Capacità limite in fondazione	<b>1.067</b>



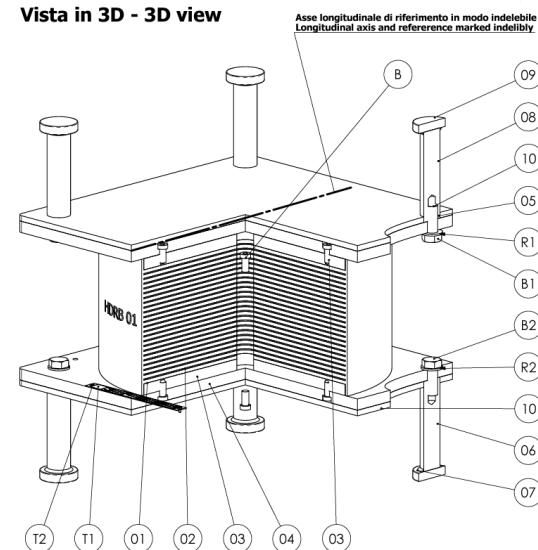
# RETROFITTING MURATURA

Si riporta di seguito la configurazione finale della posizione e del tipo di dispositivi adottati.

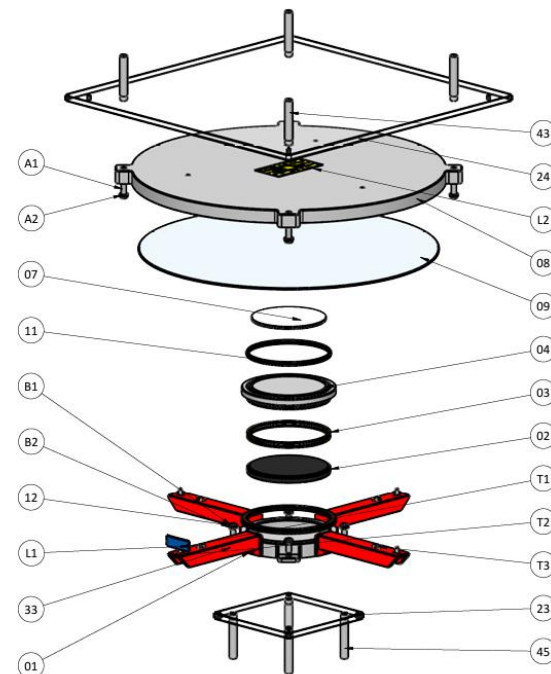


*Disposizione in pianta dei dispositivi elastomerici e delle slitte,  
con indicazione del baricentro delle masse e delle rigidezze del sistema di isolamento*

Vista in 3D - 3D view



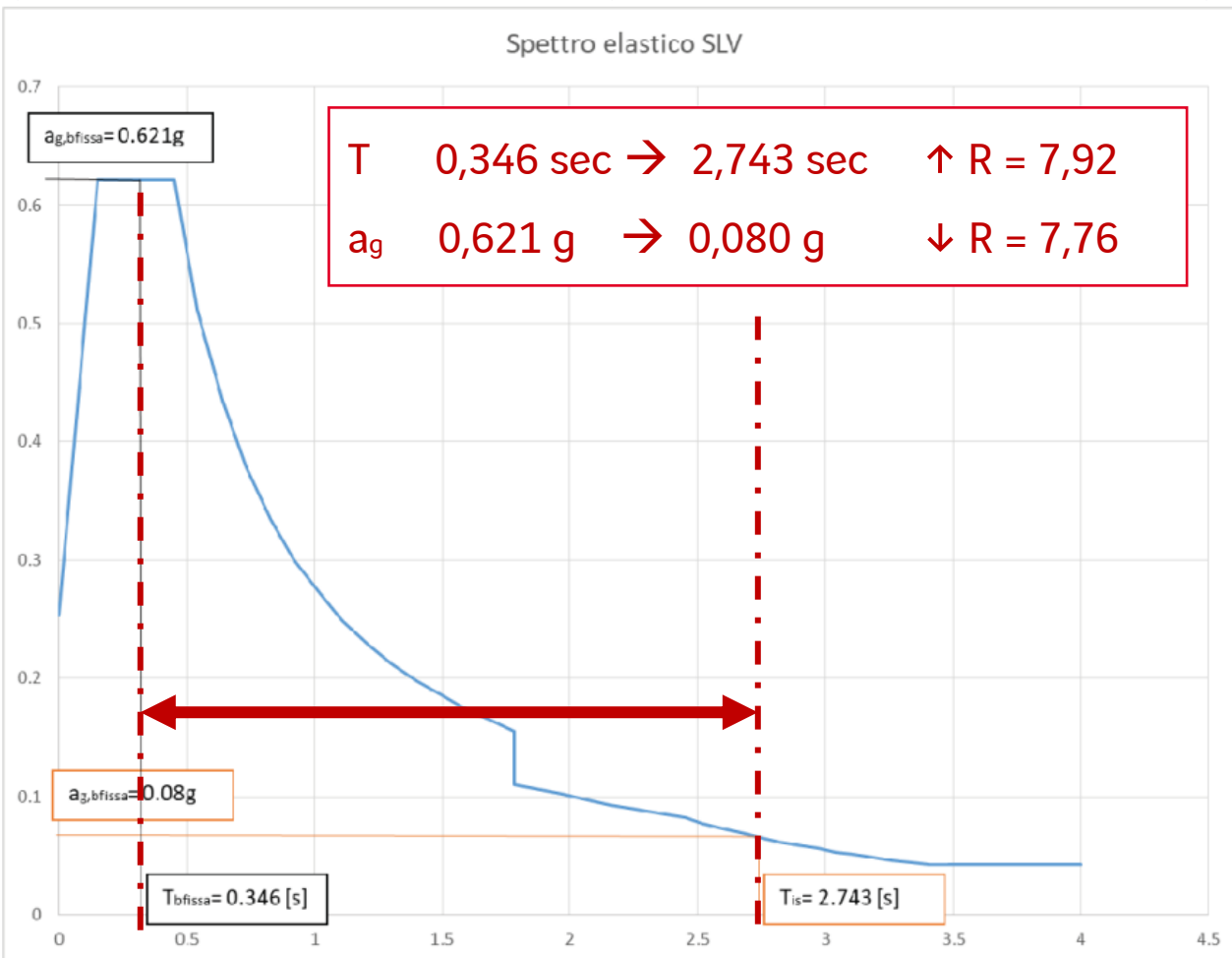
Pos.	N.°	Descrizione - Description
01	24	Strati interni di gomma - Rubber internal layers
02	23	Lamiera vulcanizzata - Vulcanized plate
03	2	Lamiera vulcanizzata esterna superiore - Upper external vulcanized sheet
04	1	Piastra di ancoraggio inferiore - Lower anchorage plate
05	1	Piastra di ancoraggio superiore - Upper anchorage plate
06	4	Ancoraggio inferiore - Lower anchorage
07	4	Piatello inferiore - Lower plate
08	4	Ancoraggio superiore - Upper anchorage
09	4	Piatello superiore - Upper plate
10	2	Contropiastra di ancoraggio - Masonry plate
B	16	Vite a testa cilindrica BASSA - Hex. socket thin head cap screw ( UNI 9327)
B1	4	Vite a testa esagonale - Hexagon head bolt (ISO 4017)
B2	4	Vite a testa esagonale - Hexagon head bolt (ISO 4017)
R1	4	Rosetta per vite - Plain washer (ISO 7089)
R2	4	Rosetta per vite - Plain washer (ISO 7089)
T1	1	Targhetta - Label
T2	2	Rivetto - Rivet



ITEM	QTY.	Description - Descrizione
01	1	Pot - Pot
02	1	Elastomeric disc - Disco elastomerico
03	2	Antiextrusion rings - Guarnizione anti-estrusione
04	1	Piston - Pistone
07	1	Sliding material - Materiale di scorrimento
08	1	Sliding plate - Piastra di scorrimento
09	1	Stainless steel sheet - Lastra acciaio inossidabile
23	1	Lower masonry plate - Contrapiastra inf.
24	1	Upper masonry plate - Contrapiastra sup.
33	4	Lower lugs - Piastrine inf.
37	4	Temporary fixing lugs - Piastrine temporanee
43	4	Upper dowel (B) - Zanca sup. (B)
45	4	Lower dowel (B) - Zanca inf. (B)
A1	4	Upper screw - Vite sup.
A2	4	Upper washer - Rosetta sup.
B1	4	Lower screw - Vite inf.
B2	4	Lower washer - Rosetta inf.
G1	1	Wiper seal - Raschiatore
G4	1	Foam seal - Guarnizione in schiuma
L1	1	Identification label - Etichetta identificazione
L2	1	Position label - Etichetta posizionamento
T1	4	Temporary fixing screw - Vite temporanea
T2	8	Temporary washer - Rosetta temporanea
T3	4	Temporary fixing screw - Vite temporanea



# RETROFITTING MURATURA



Anche a seguito dell'analisi dinamica lineare con spettro di risposta elastico lo stato deformativo della sovrastruttura risulta sostanzialmente nullo, prossimo a quello di un corpo rigido, mentre gli spostamenti sono essenzialmente a carico del solo sistema di isolamento sottostante.

Lo spostamento massimo rilevato negli isolatori nell'analisi allo stato Limite di Collasso (SLC) risulta pari a 22.2cm.

Sintesi dei risultati: Indicatori di Rischio sismico  $\zeta_E$  in termini di PGA

Verifica soddisfatta

Stato di Progetto (dopo l'intervento)

Stato Limite	$\zeta_E$ (PGA <sub>C</sub> /PGA <sub>D</sub> )
SLO	
SLD	
SLV	1.050

Gerarchia dei comportamenti strutturali

Indicatore di rischio sismico obiettivo  $\zeta_E \geq 1.000$

Edificio esistente, Classe d'uso (§2.4.2): II

Verifiche obbligatorie secondo Normativa (§7.3.6, §8.3): SLV: RES

In grigio: comportamenti non analizzati, o da non considerare (cfr. §7.3.6, Tab.7.3.III)

Comportamento	$\zeta_E$ (PGA <sub>C</sub> /PGA <sub>D</sub> )
SLV: Cinematismo	1.050
SLV: Resistenza nel piano	1.130
SLV: Resistenza fuori piano	1.177

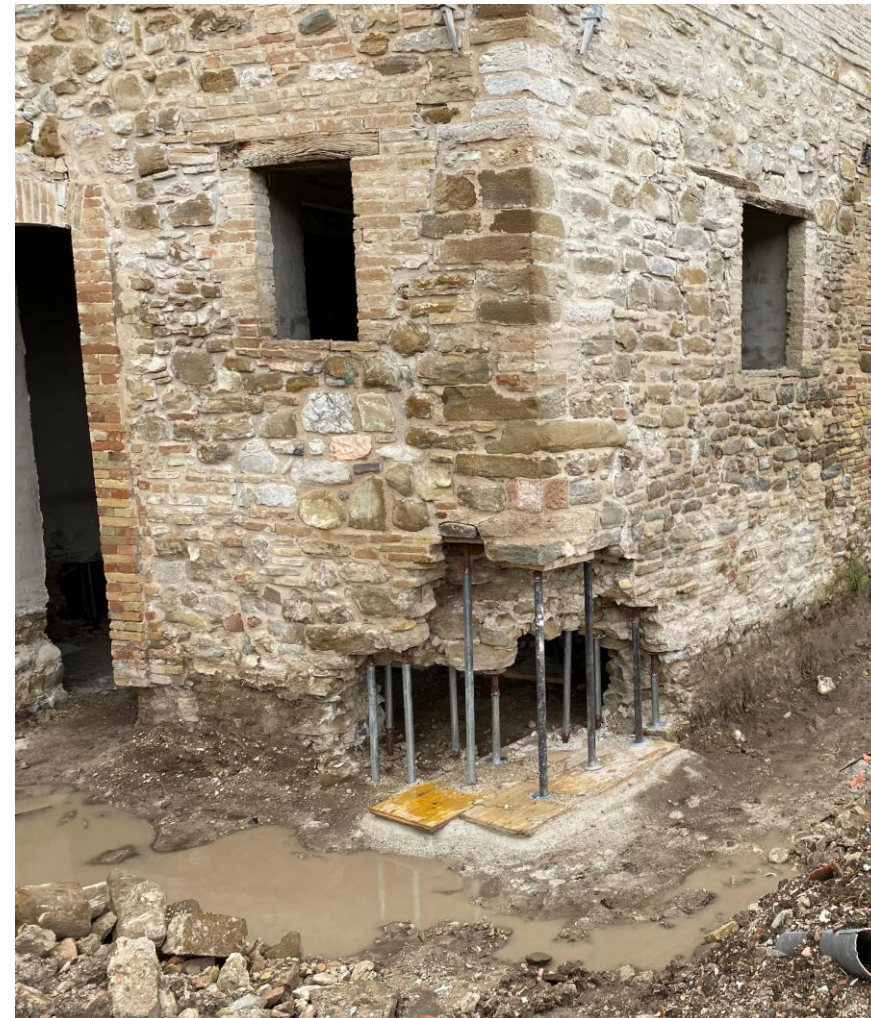
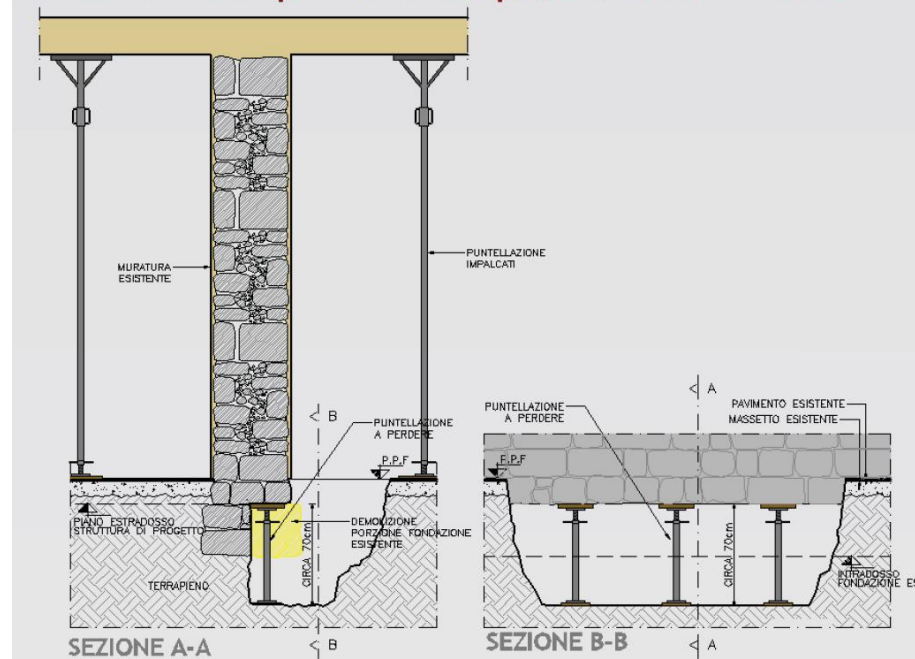


# RETROFITTING MURATURA

## Doppia Fondazione

- Scavo e Puntellazione

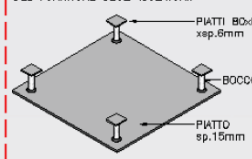
### FASE 1: Scavo per cantieri e puntellazione - 1° fase





- Sottofondazione

NOTA:  
IN ASSE ALLA POSIZIONE DEGLI ISOLATORI  
PREDISPORRE DIMA PROPEDEUTICA  
AL FISSAGGIO DELL'ISOLATORE.  
LA DIMA DOVRÀ ESSERE PERFETTAMENTE  
IN PIANO.  
LE DIMENSIONI DELLA DIMA SONO A CARICO  
DEL FORNITORE DEGLI ISOLATORI.



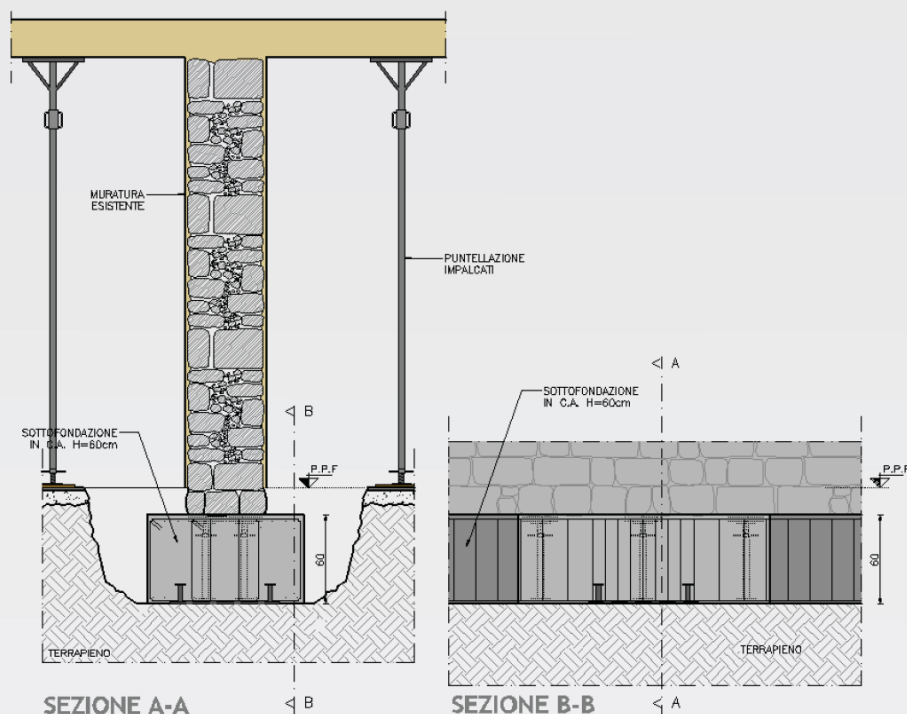


# RETROFITTING MURATURA

## Doppia Fondazione

- Sottofondazione

**FASE 4: Ripetere fasi dalla 1 alla 3 per tutto l'edificio**



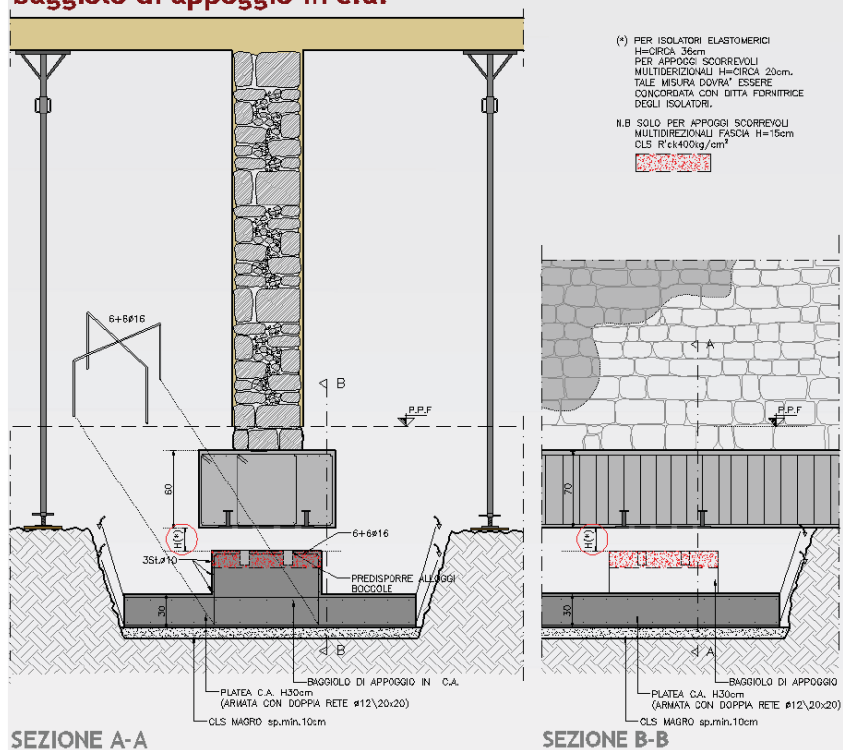


# RETROFITTING MURATURA

## Doppia Fondazione

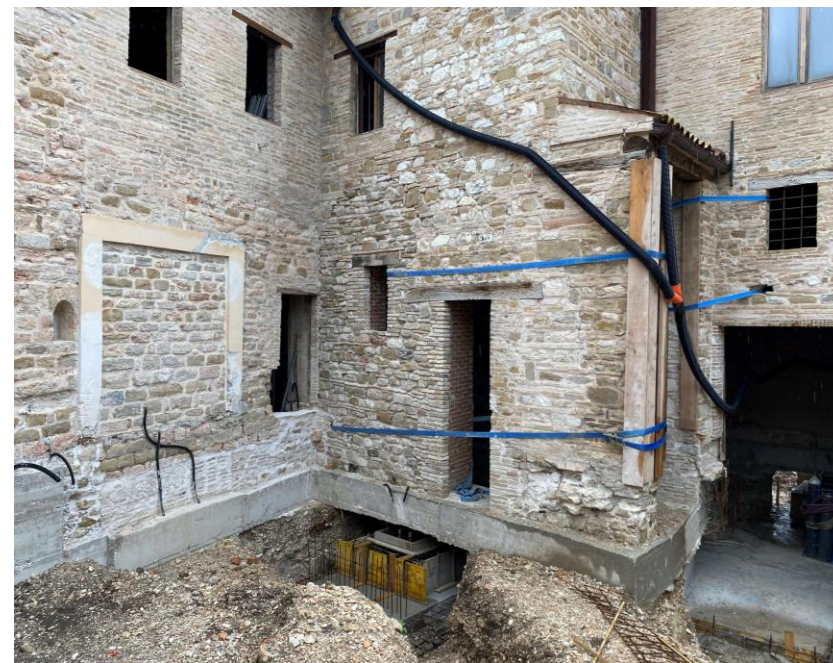
- Baggiolo sottofondazione

**FASE 5: Scavo per cantieri ed esecuzione baggiolo di appoggio in c.a.**





# RETROFITTING MURATURA





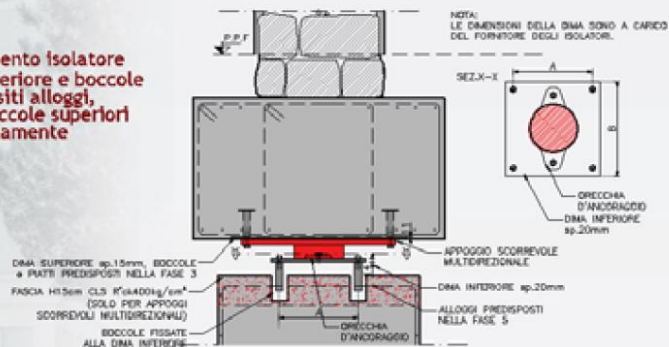
# RETROFITTING MURATURA

## Doppia Fondazione

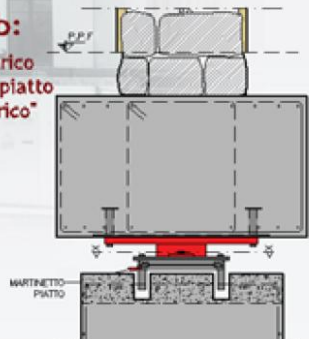
- Inserimento isolatori

**FASE 6: Posa in opera dell'isolatore secondo la seguente cronologia esecutiva**

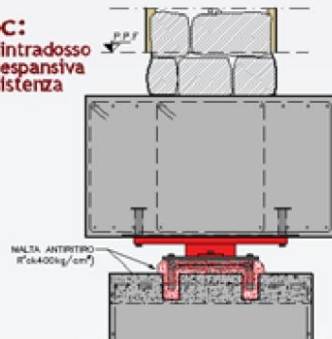
**FASE 6a:** inserimento isolatore completo di "dima" inferiore e boccole di fissaggio negli appositi alloggi, il tutto appeso alle boccole superiori posizionandolo perfettamente in orizzontale



**FASE 6b:** messa in carico martinetto piatto "cella di carico"



**FASE 6c:** sigillatura intradosso con malta espansiva ad alta resistenza



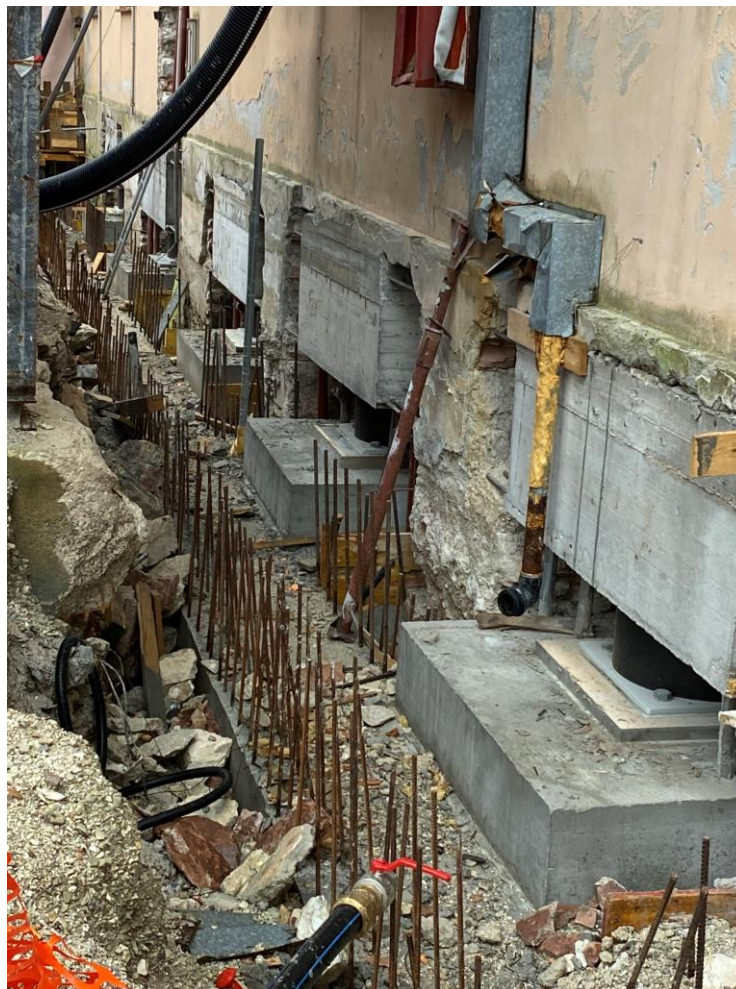
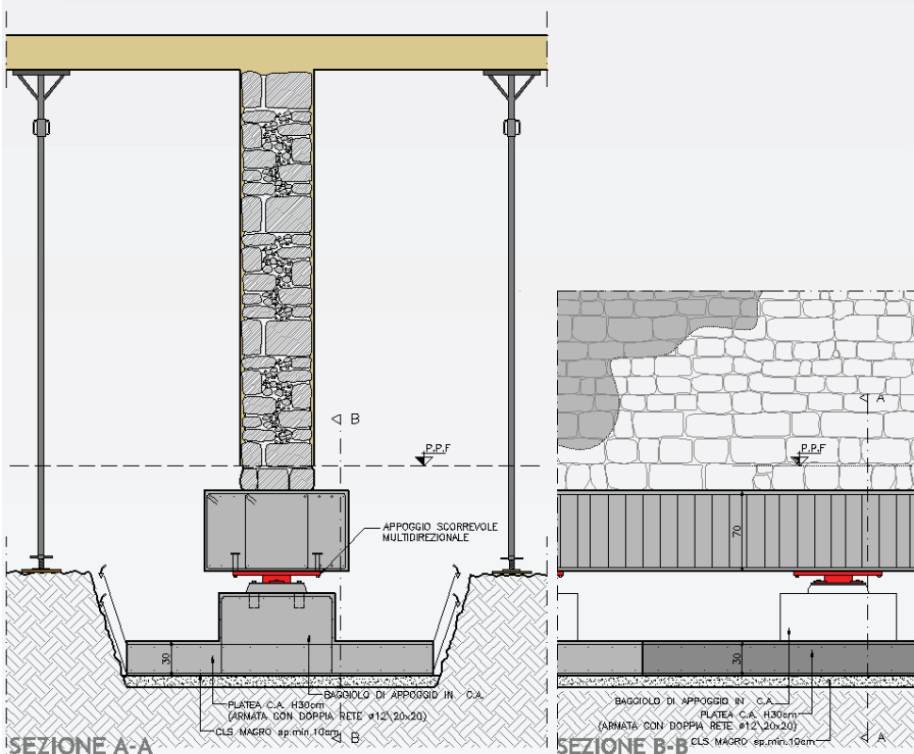


# RETROFITTING MURATURA

## Doppia Fondazione

- Inserimento isolatori

FASE 7: Ripetere le fasi 5 e 6 per tutti gli isolatori





# RETROFITTING MURATURA

---





# RETROFITTING MURATURA



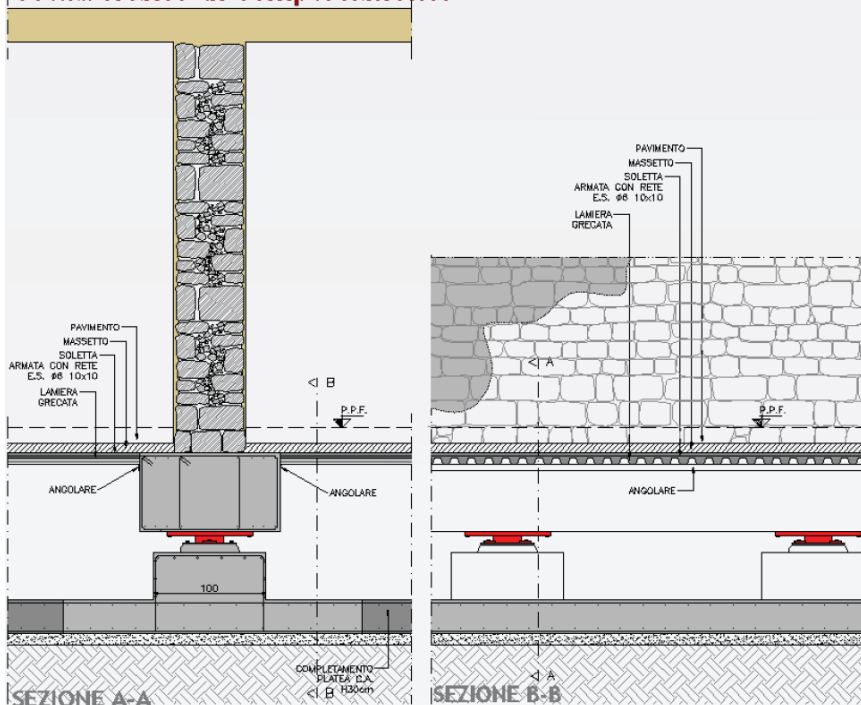


# RETROFITTING MURATURA

## Doppia Fondazione

- Solaio di completamento

**FASE 8: Realizzazione solaio in lamiera grecata e getto collaborante di completamento**





---

GRAZIE  
PER LA VOSTRA  
ATTENZIONE