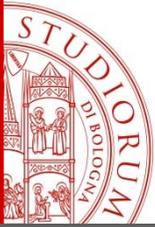


# **Parte 3 - Strategie per il miglioramento e l'adeguamento delle strutture prefabbricate**

**Prof Ing Marco Savoia**  
**DICAM – Università di Bologna**



## QUADRO NORMATIVO (post-sisma)

### Decreto Legge 6 giugno 2012. n. 74 - Art. 3

**Comma 9:** *verifica di sicurezza di cui al comma 7 da fare entro sei mesi*

**Comma 10:** *“il livello di sicurezza dovrà essere almeno pari al 60% della sicurezza richiesta ad un **edificio nuovo**”*

#### **CLASSIFICAZIONE INTERVENTI (secondo D.L. 6/6/2012 n. 74)**

Interventi **fase 1**      *eliminare le 3 carenze strutturali gravi*

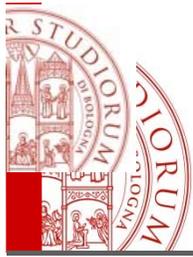
Interventi **fase 2**      *raggiungere il 60% della capacità resistente richiesta per nuovi edifici.*



# INTERVENTI SULLE FONDAZIONI

---

## VERSO L'ADEGUAMENTO...



# INTERVENTI SULLE FONDAZIONI

## ROTAZIONE DI FONDAZIONI DI PILASTRI

**CEDEVOLEZZA ROTAZIONALE  
ELEVATA PER I PLINTI A  
BICCHIERE**



- Mancanza di collegamento fra i plinti
- Liquefazione del terreno

### **CASI DI APPLICAZIONE:**

- Evidente rotazione rigida del pilastro
- Pavimentazione a contatto con il pilastro danneggiata
- Pavimentazione non in battuta contro il pilastro per la presenza di un giunto



# INTERVENTI SULLE FONDAZIONI

## PLINTA A BICCHIERE (gettati in opera)

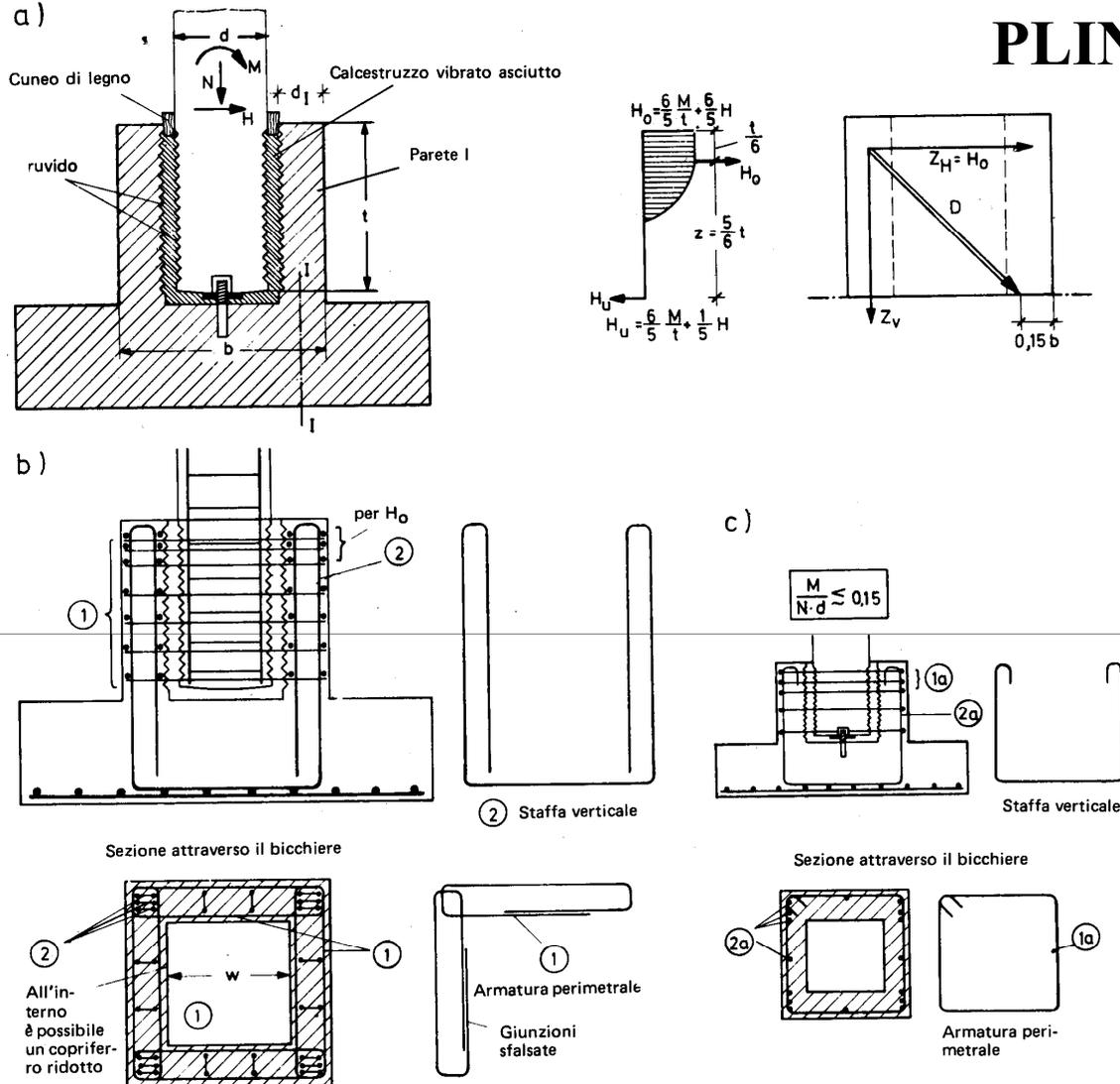
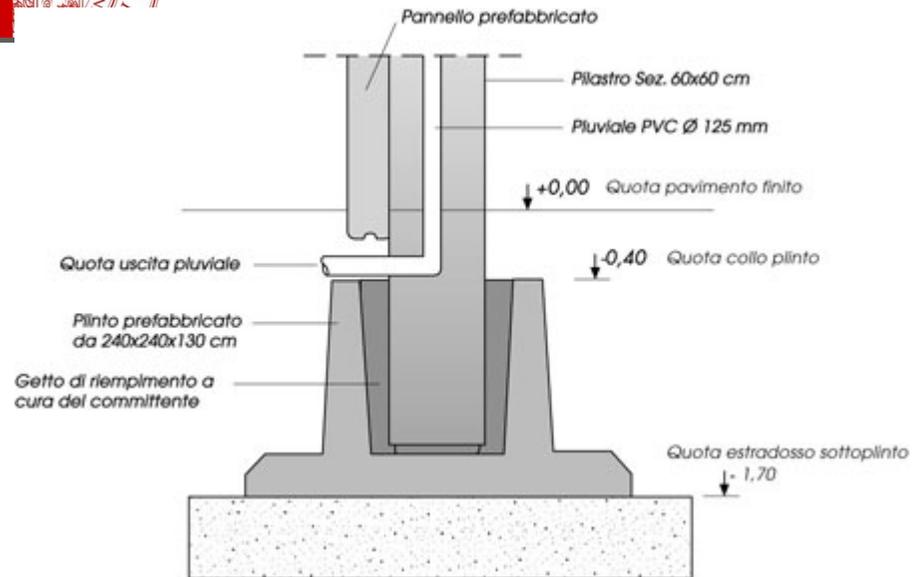


Fig. 16.24: Ipotesi di dimensionamento e armatura di fondazioni a bicchiere con superfici ruvide da cassero





# INTERVENTI SULLE FONDAZIONI

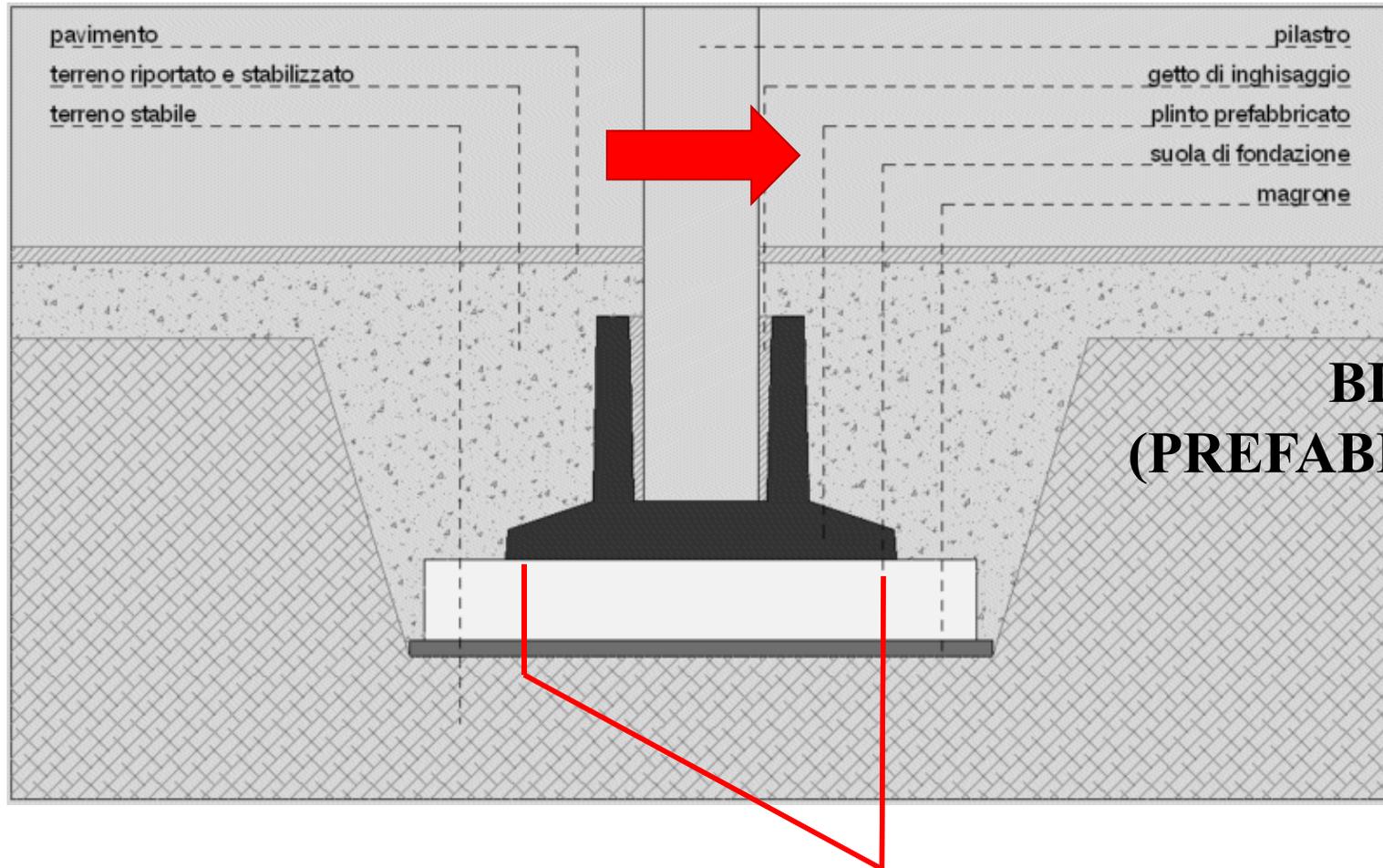


## PLINTIA BICCHIERE (PREFABBRICATO)



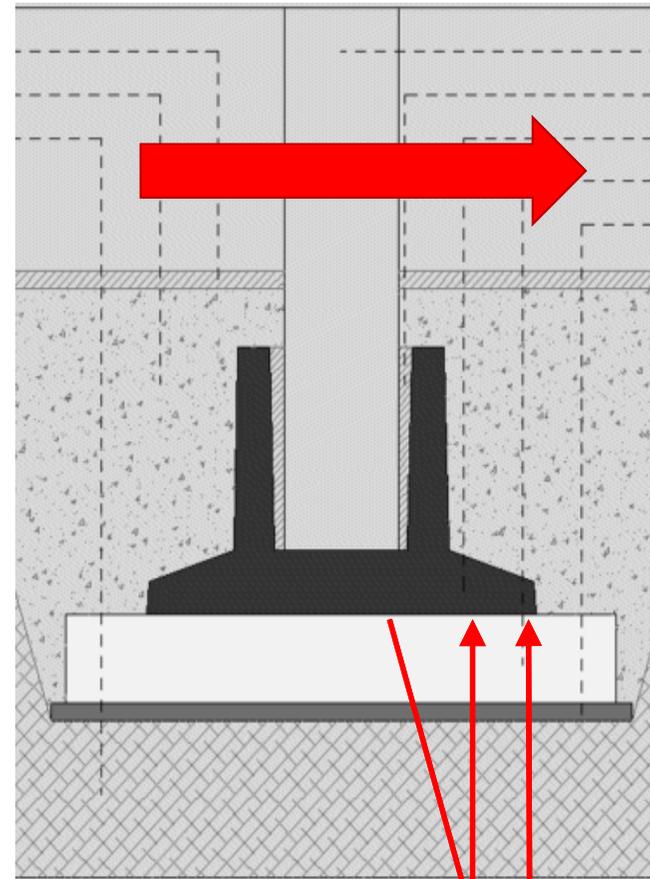
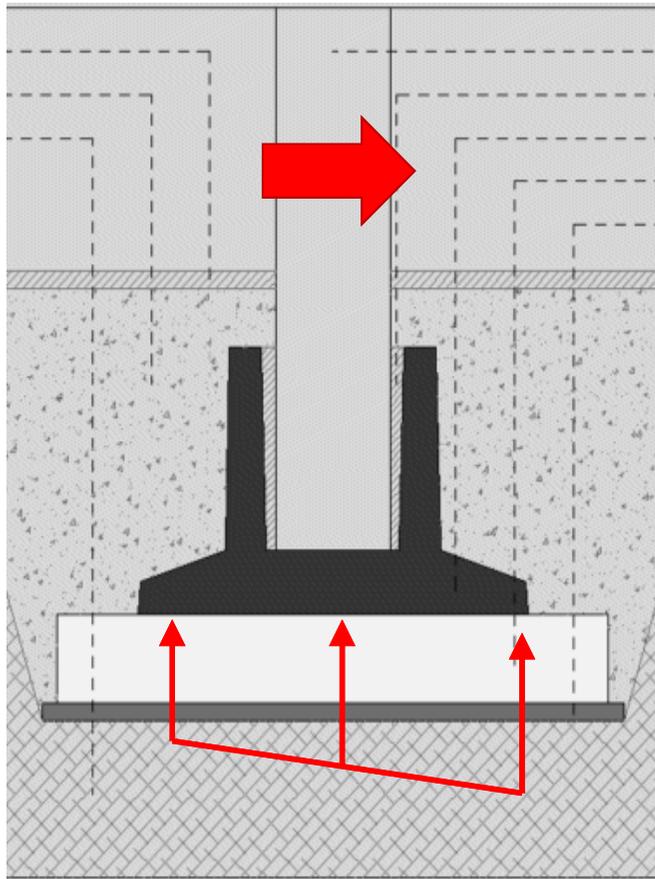


# INTERVENTI SULLE FONDAZIONI



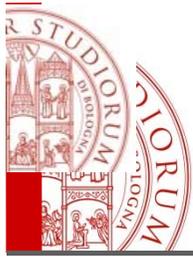


# INTERVENTI SULLE FONDAZIONI



**Ancor più  
se il  
pilastro  
non si  
danneggia  
– fattore di  
struttura**

**PLINTI A BICCHIERE (PREFABBRICATO) –  
possibile ribaltamento**



# INTERVENTI SULLE FONDAZIONI

---

## CATEGORIE DI INTERVENTO:

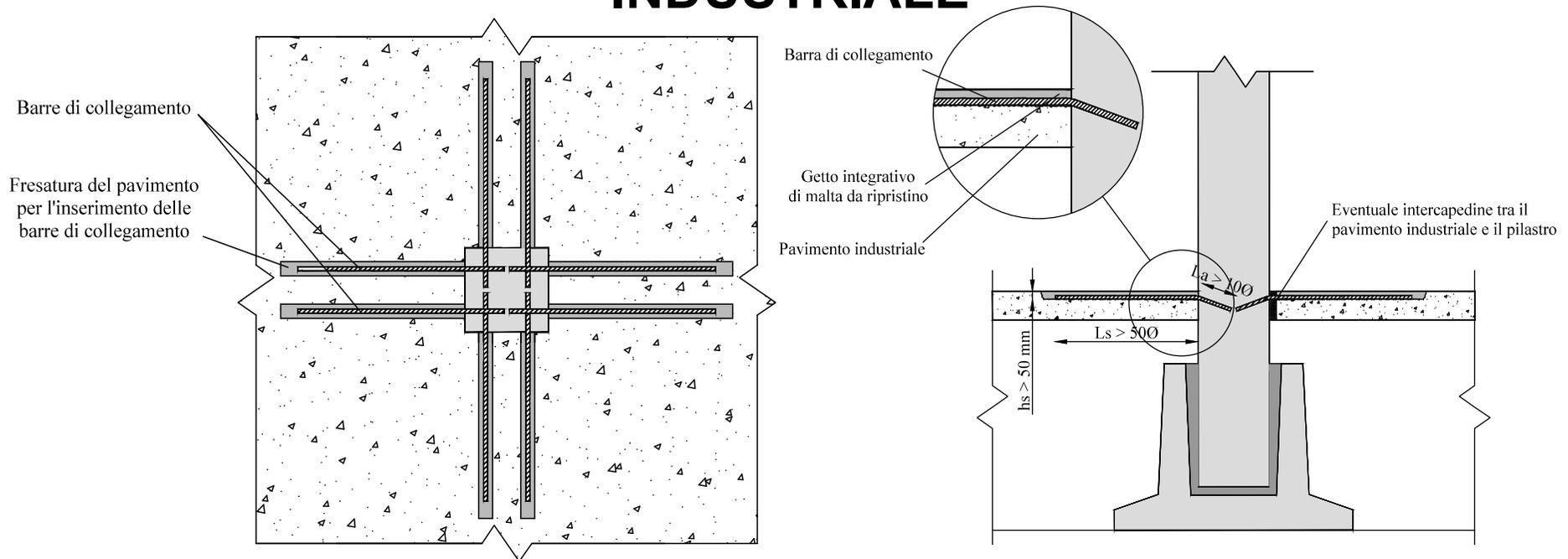
### **(1) – Collegamento plinto con pavimentazione industriale – aumento rigidezza**

Il pavimento può essere utilmente utilizzato per realizzare un diaframma continuo che collega tutti i plinti, limitando quindi eventuali spostamenti differenziali alla base dei pilastri.

Eventuali problemi di realizzazione possono essere legati alla presenza di pannelli e/o travi reggipannello.

# INTERVENTI SULLE FONDAZIONI

## COLLEGAMENTO TRA PILASTRO E PAVIMENTO INDUSTRIALE



### Vantaggi

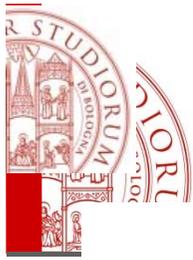
- Semplicità esecutiva.
- Utilizzabile per la sistemazione definitiva della struttura.

### Svantaggi

- Discreta invasività.
- Non realizzabile in presenza di pavimenti con finiture di pregio.

### Dimensionamento

- Trasferimento per trazione di una forza pari ad almeno il 15% dell'azione assiale agente sul pilastro per effetto dei carichi permanenti
- Nella verifica a taglio della parte di pilastro sottostante il pavimento considerare la presenza della spinta passiva della quota parte di terreno



# INTERVENTI SULLE FONDAZIONI

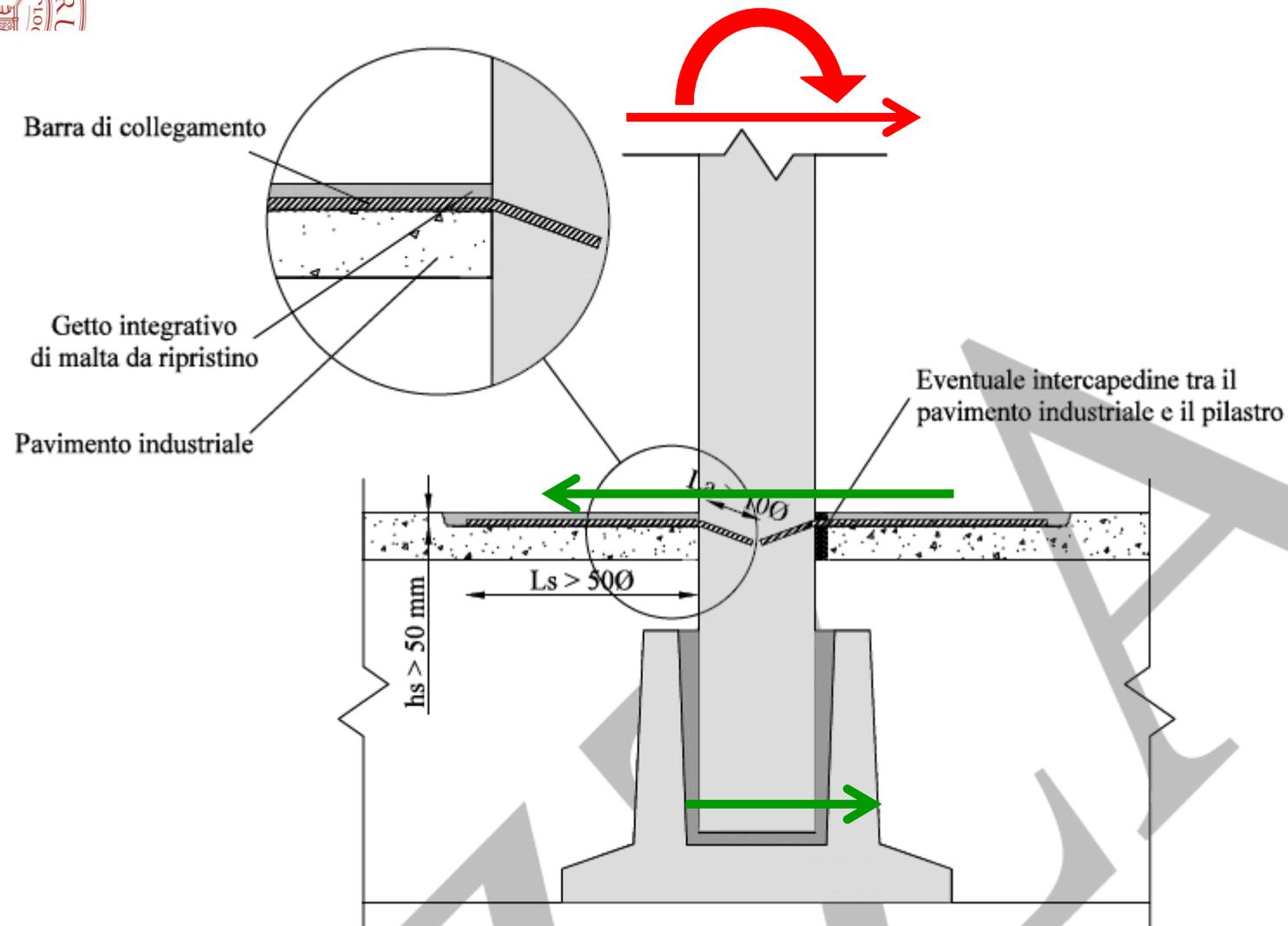
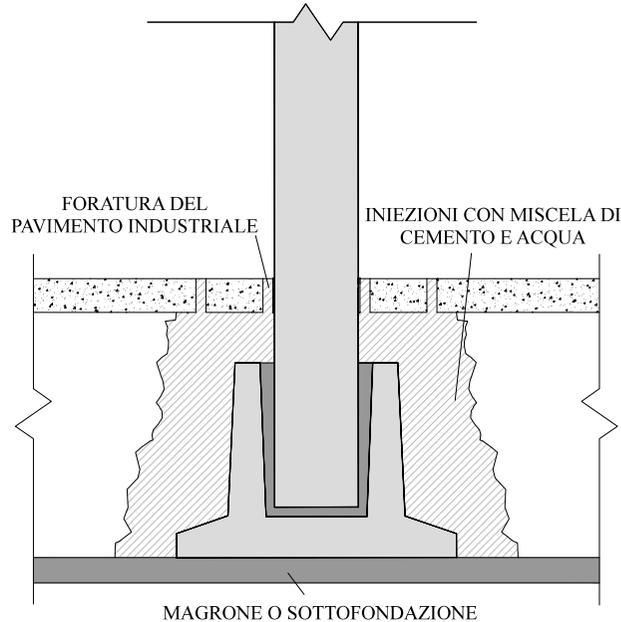


Figura 86 – Collegamento plinto – pavimento industriale



# INTERVENTI SULLE FONDAZIONI

## CONSOLIDAMENTO DEL TERRENO CIRCOSTANTE LA FONDAZIONE MEDIANTE INIEZIONE DI MALTA CEMENTIZIA A BASSA PRESSIONE



### Vantaggi

- Utilizzabile per la sistemazione definitiva della struttura.
- Consente un incremento sensibile della resistenza del sistema di fondazione alle azioni orizzontali.

### Svantaggi

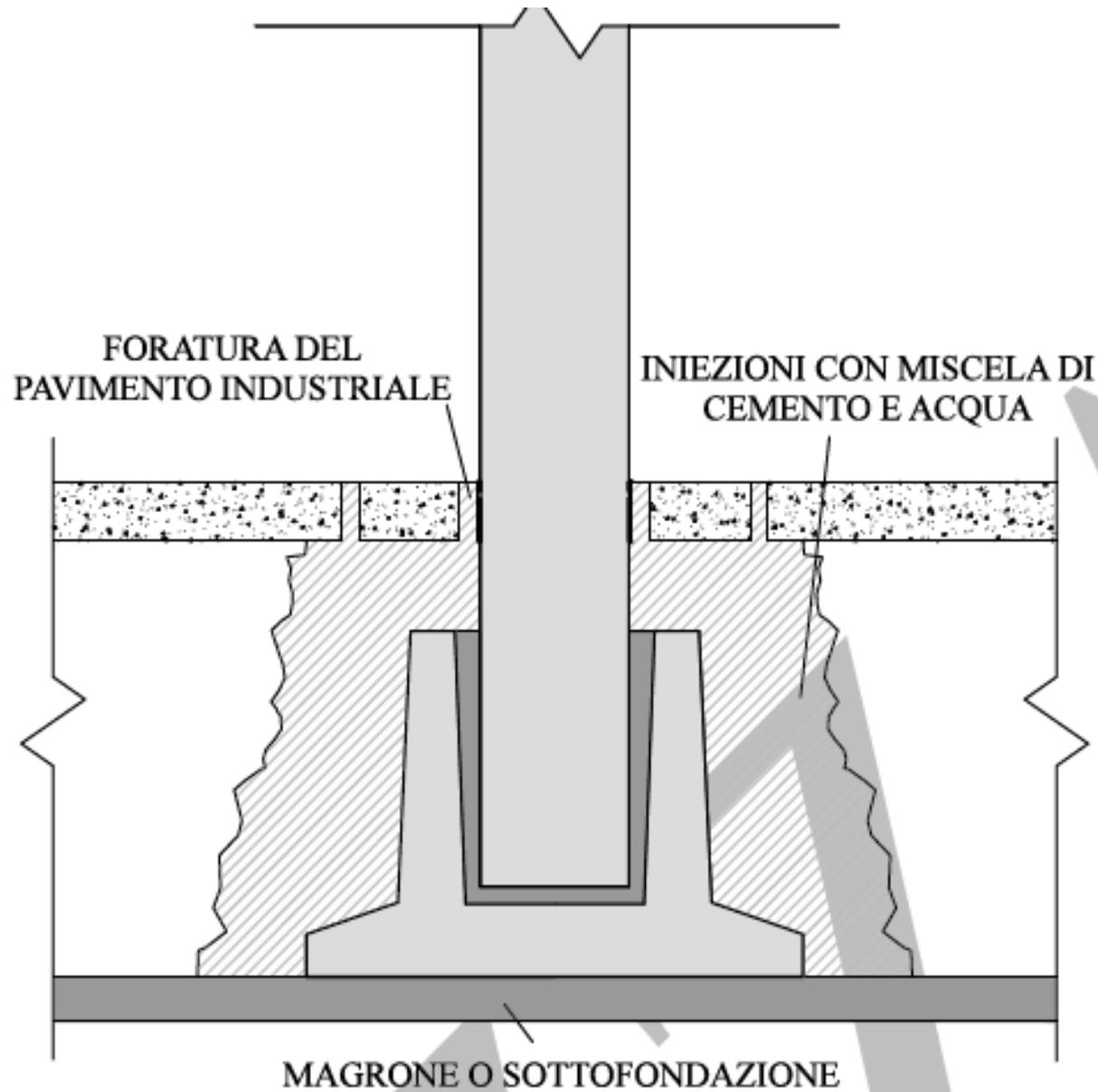
- Costo elevato ed esecuzione complessa.
- Macchinari utilizzati generalmente ingombranti. Tale procedura risulta applicabile solo in zone ampie prive di ostacoli.
- Non realizzabile in presenza di pavimenti con finiture di pregio.
- Possibili problemi di intasamento (rete fognaria, pluviali etc.).
- Rischio di fuoriuscita della miscela di iniezione per la presenza di lesioni nella pavimentazione.
- Il bicchiere di fondazione non risulta efficacemente legato al volume iniettato.
- Se in sede di miglioramento/adequamento si prevede un rinforzo della colonna, può essere difficoltoso realizzare un efficace collegamento con la miscela iniettata, tuttavia va valutata la reale efficacia di tale collegamento.

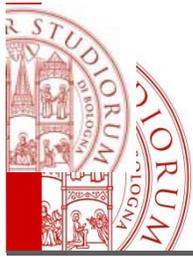
### Dimensionamento

- Non sono richieste particolari verifiche.



# INTERVENTI SULLE FONDAZIONI

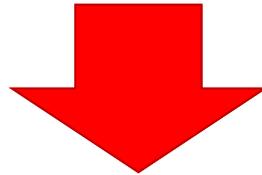




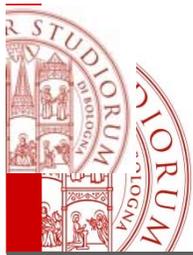
# INTERVENTI SUI PILASTRI

---

**TIPICAMENTE IL RINFORZO DELLE  
FONDAZIONI RICHIEDE ANCHE IL  
RINFORZO DEL PRIMO TRATTO DI  
PILASTRO**



**ADEGUAMENTO / MIGLIORAMENTO AL 60%**



# INTERVENTI SUI PILASTRI

## INCAMICIATURA IN CALCESTRUZZO (tradizionale)

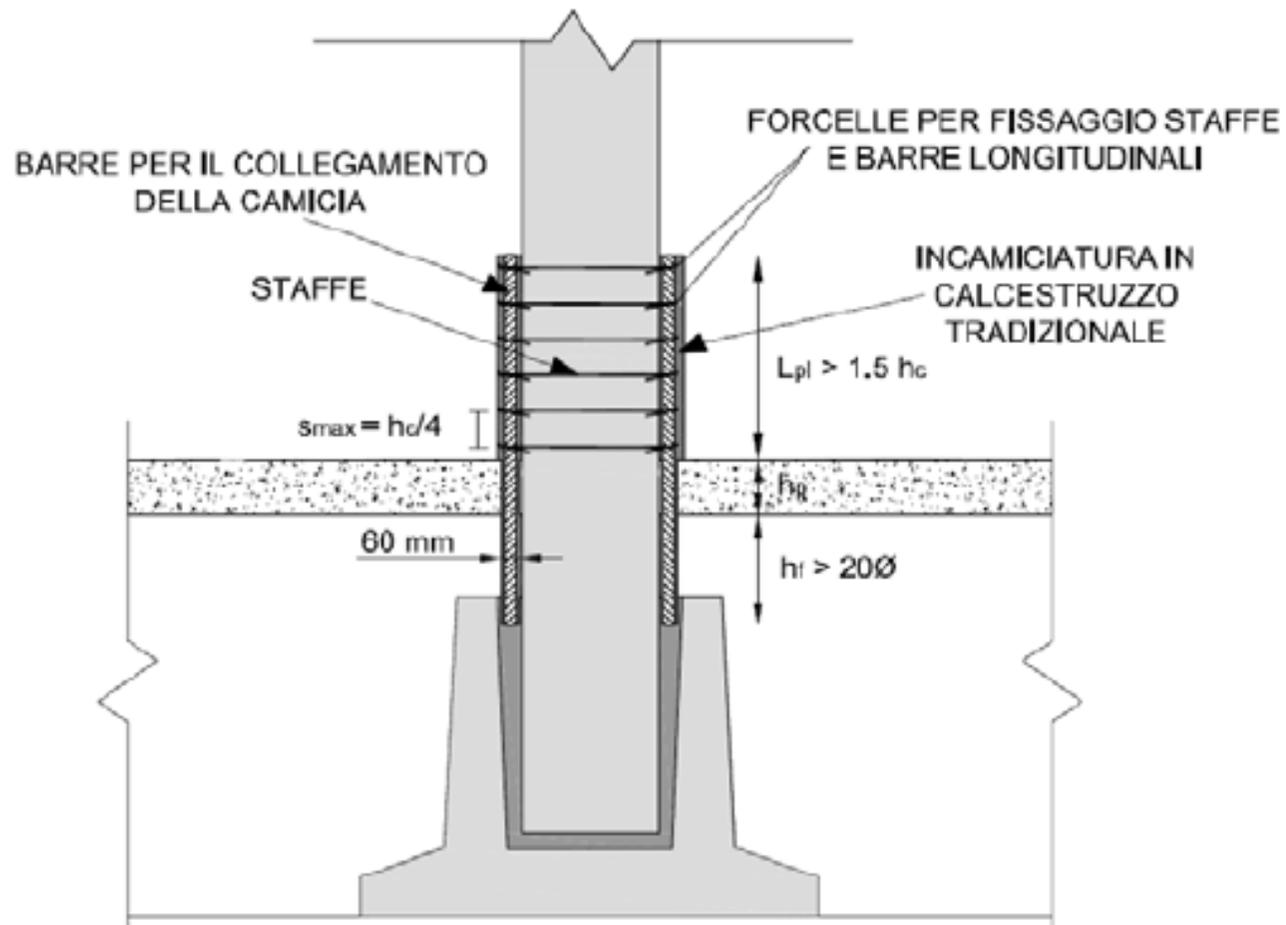


Figura 88 - Incamiciatura in calcestruzzo tradizionale



# INTERVENTI SUI PILASTRI

## FASCIATURA CON FRP

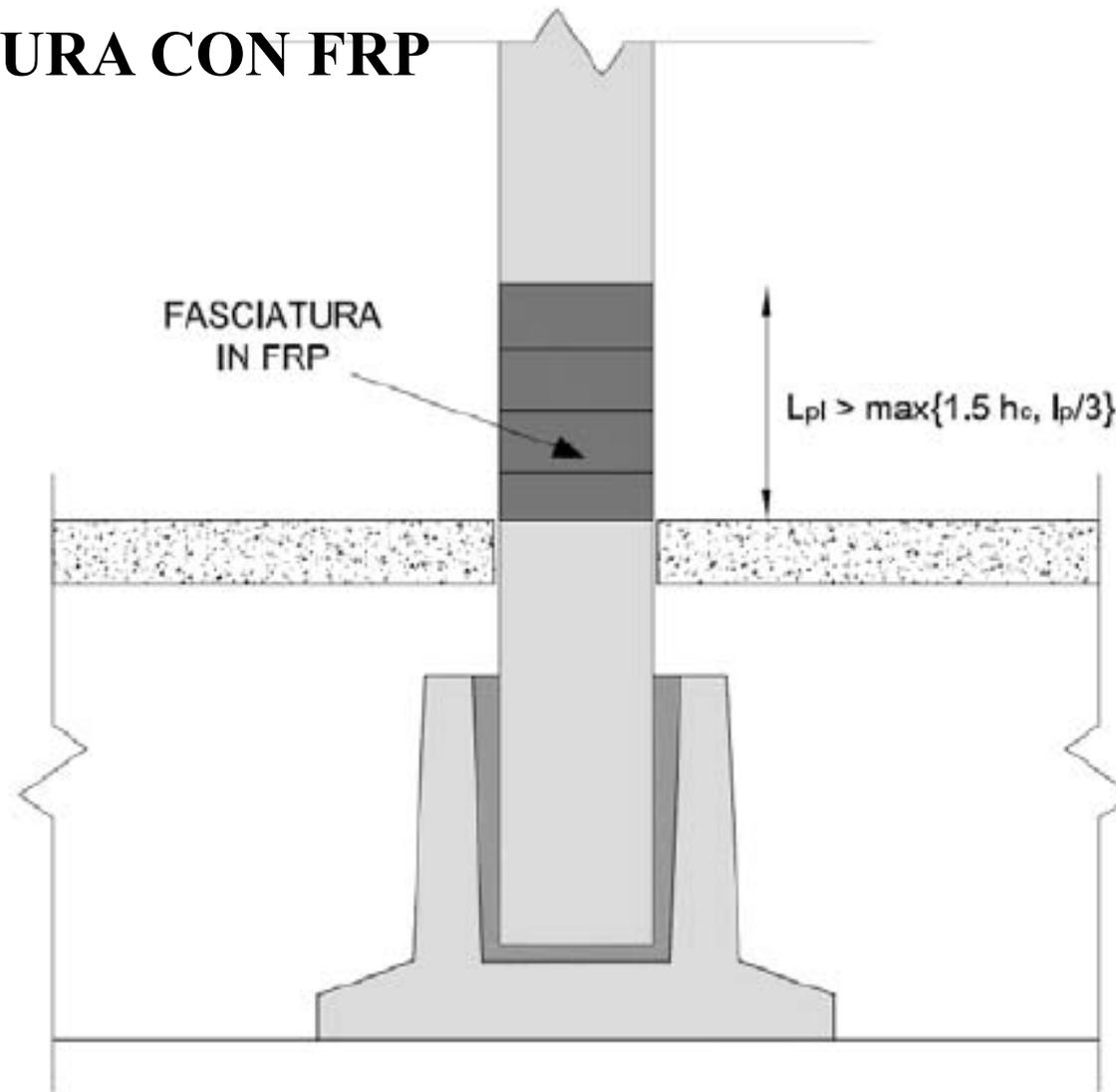


Figura 90 - Rinforzo dei pilastri alla base – fasciatura in FRP

# INTERVENTI SUI PILASTRI

## RINFORZO CON CALASTRELLI METALLICI

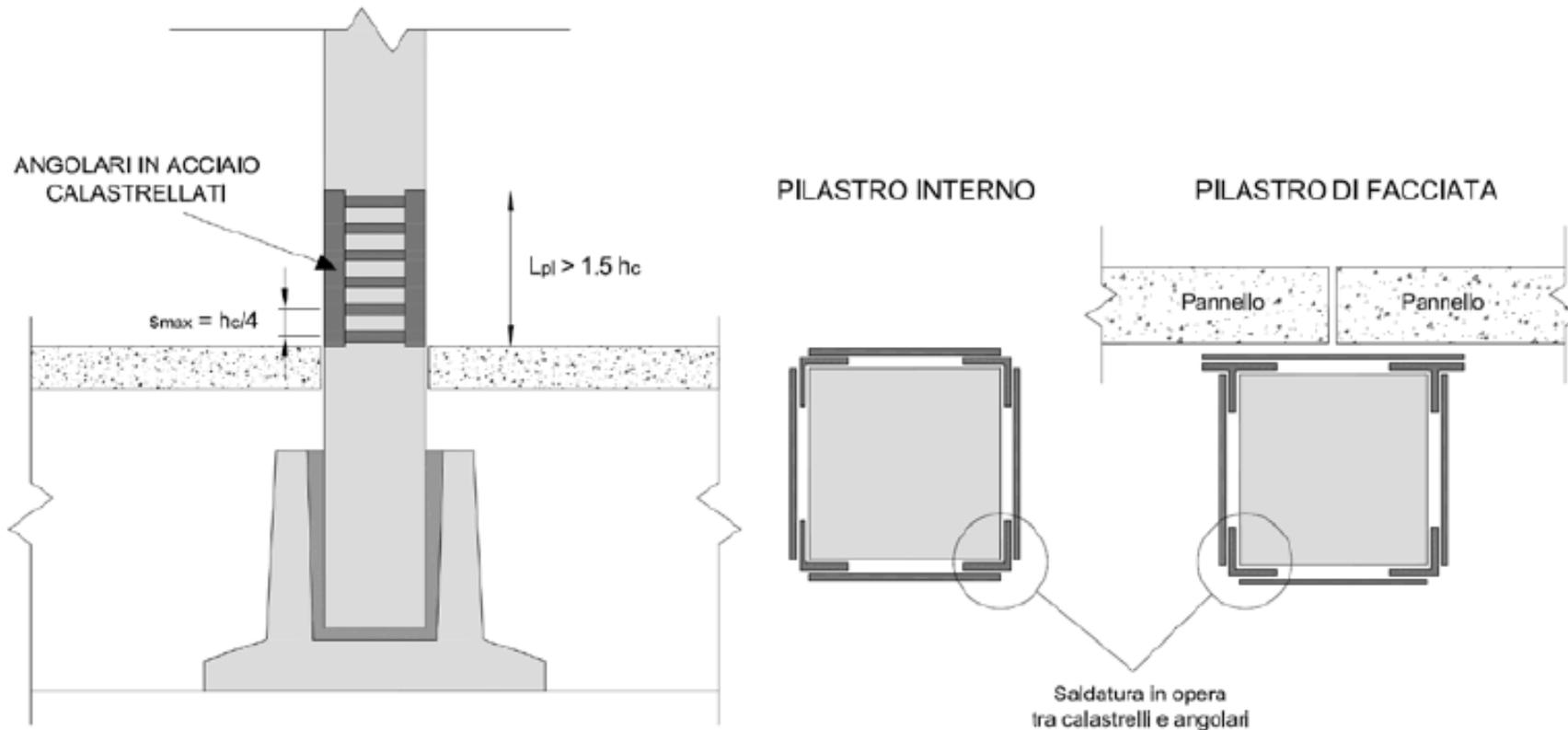


Figura 92 - Confinamento mediante angolari e calastrelli metallici

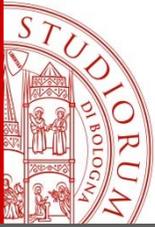
Ed altre tecniche...



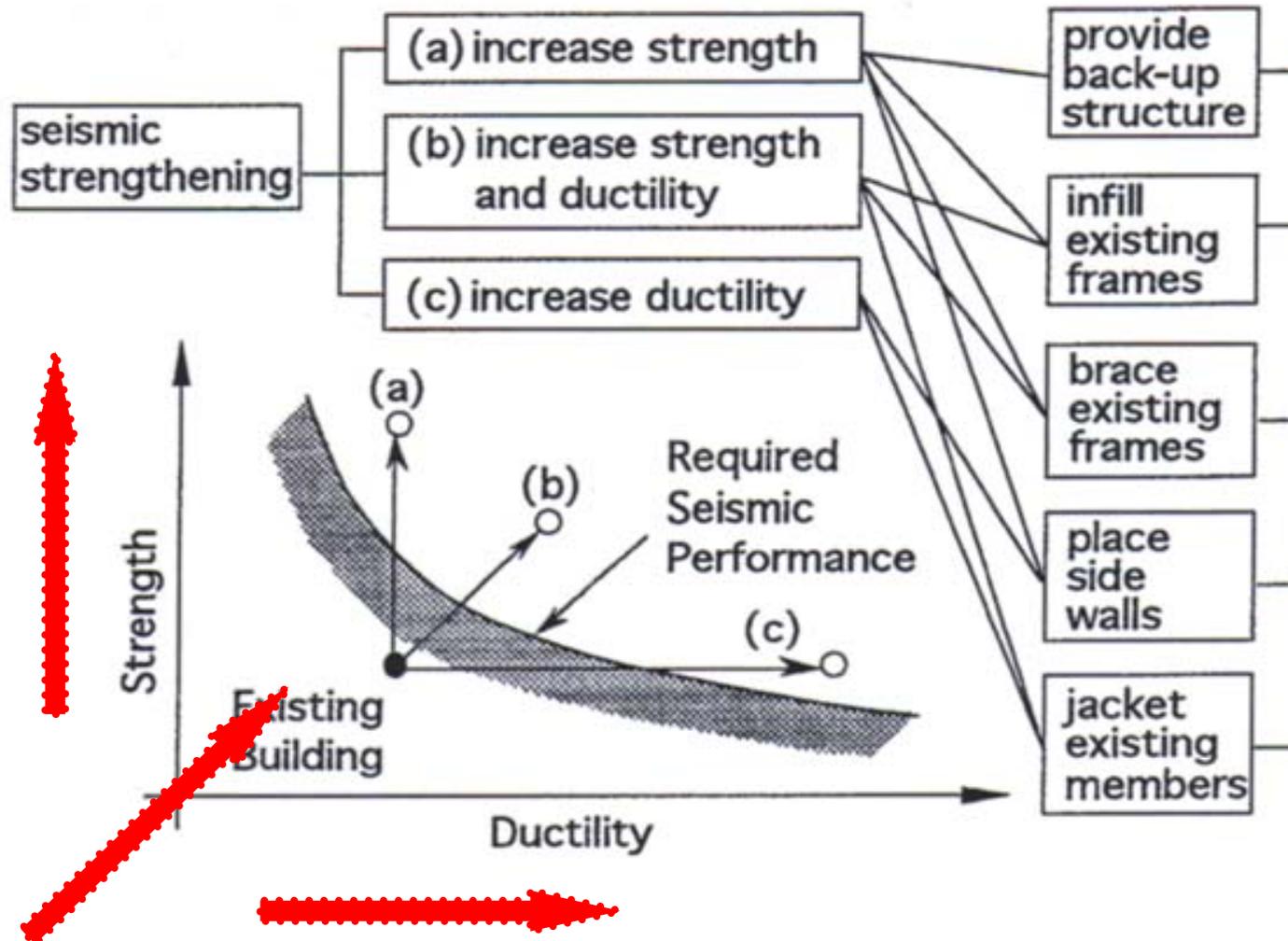
# ***FASE 2***

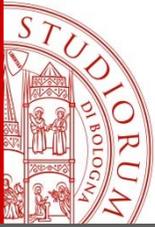
---

## **CRITERI PER L'ADEGUAMENTO/MIGLIORAMENTO SISMICO DELLE STRUTTURE**



# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO/MIGLIORAMENTO SISMICO



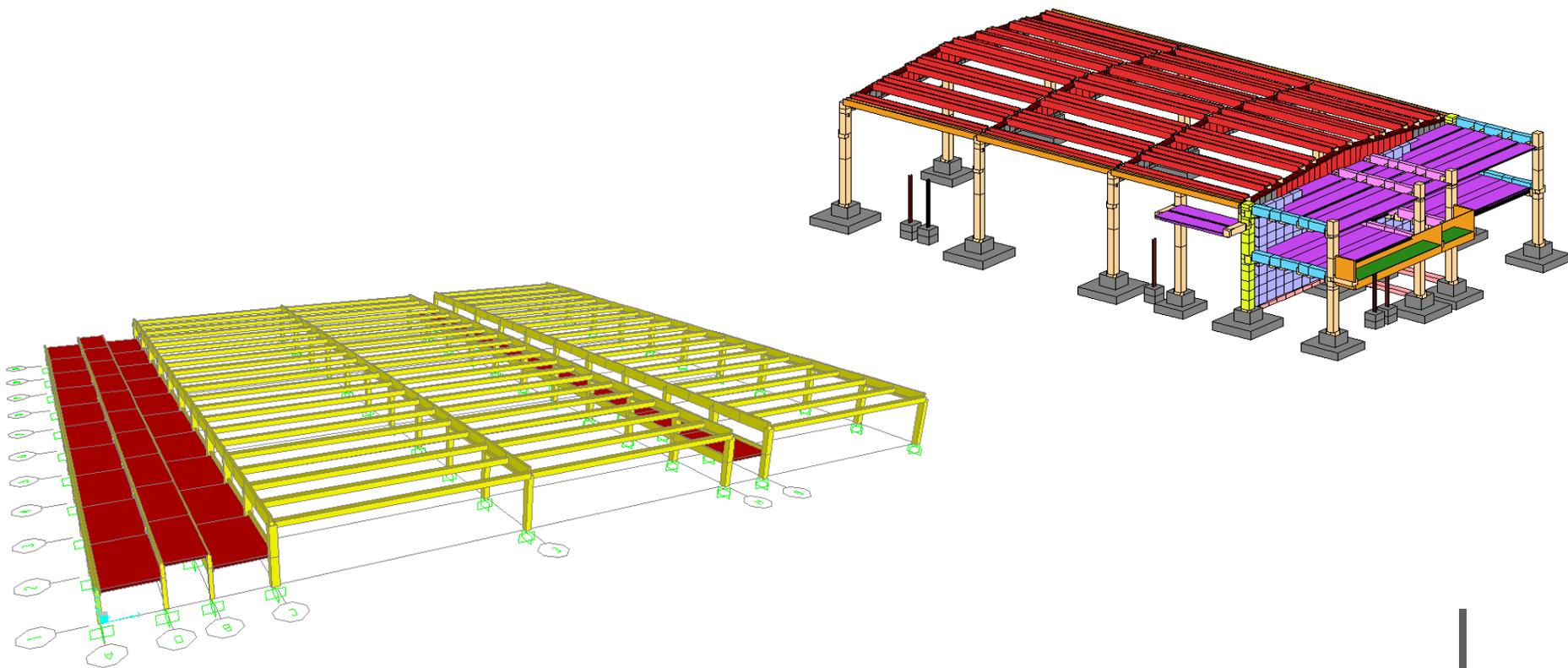


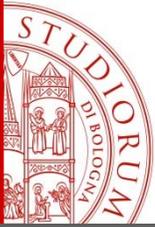
# **MESSA IN SICUREZZA EDIFICI PREFABBRICATI**

## **PROGETTO DEGLI INTERVENTI**

**Progetto degli interventi,.**

**=> MODELLI FEM TRIDIMENSIONALI PER IL CALCOLO DELLE AZIONI.**

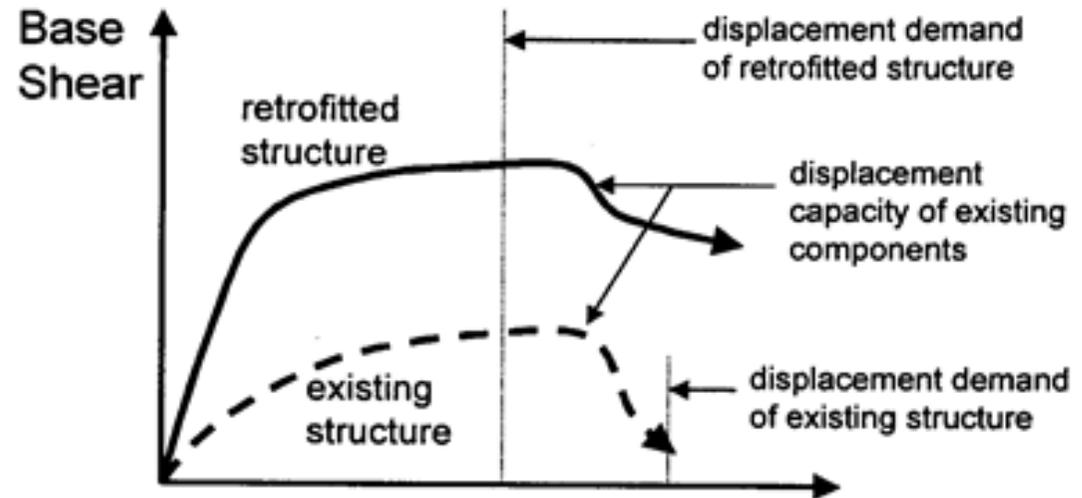




# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO/MIGLIORAMENTO SISMICO

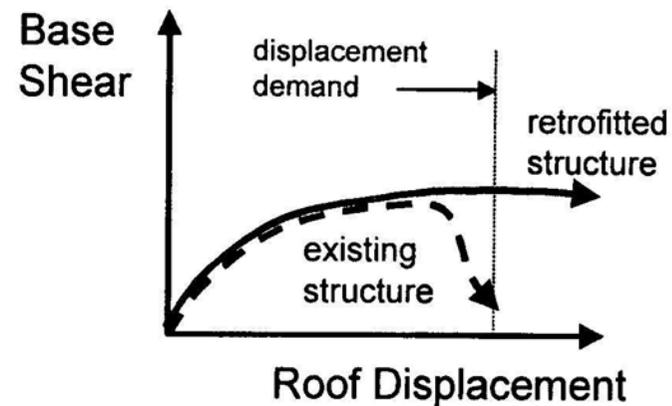
## INCREMENTO DELLA RESISTENZA DELLA STRUTTURA

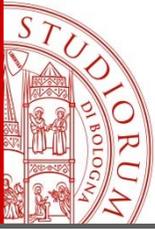
(comprende anche il  
miglioramento della regolarità  
strutturale)



## INCREMENTO DELLA CAPACITA' DEFORMATIVA DELLA STRUTTURA

(di solito meno invasivo)





# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO/MIGLIORAMENTO SISMICO

## 1. Tecniche di intervento globale



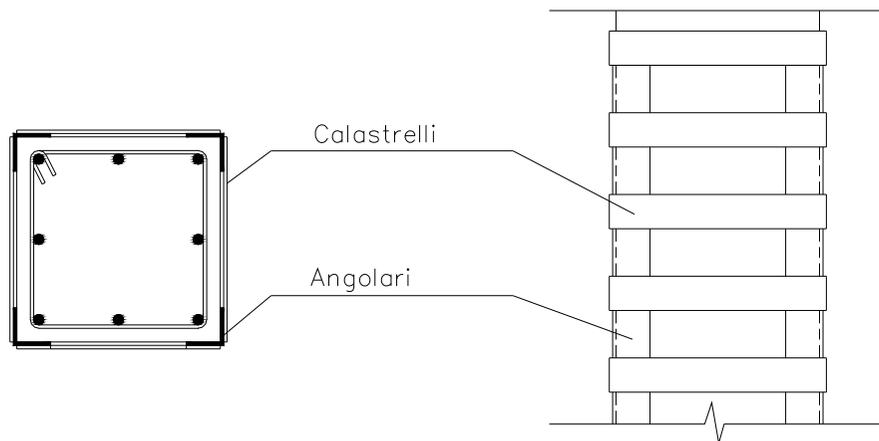
- Inserimento di controventi metallici
- Inserimento di pareti sismoresistenti

**OBIETTIVO: AUMENTARE LA RESISTENZA DELL'EDIFICIO**

# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO/MIGLIORAMENTO SISMICO

## 2. Tecniche di intervento locale

- Incremento di sezione ed armature
- Confinamento con profilati metallici



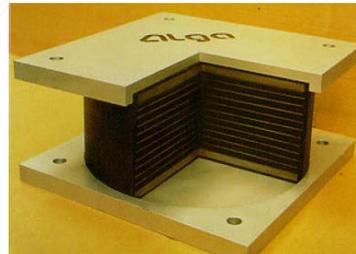
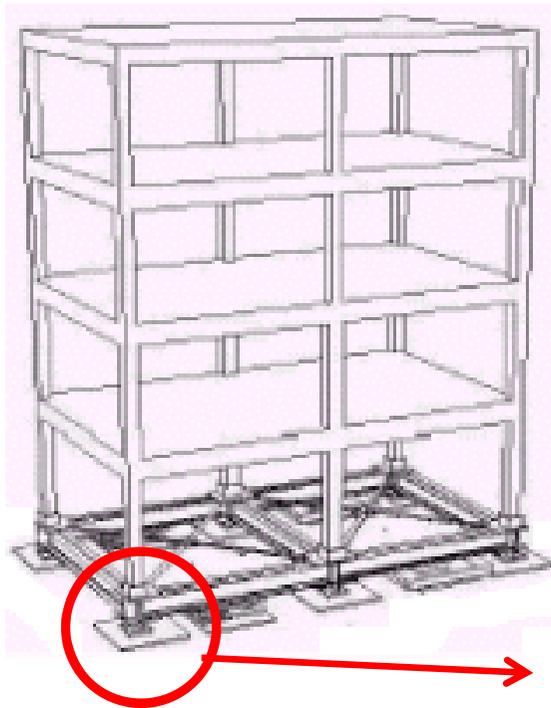
- Confinamento con FRP



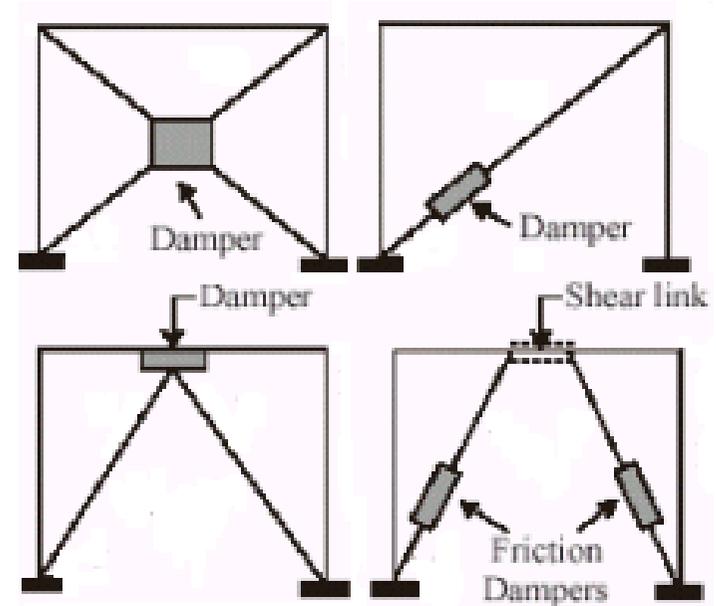
**OBIETTIVO: AUMENTARE LA RESISTENZA/DUTTILITA' DEGLI  
ELEMENTI STRUTTURALI**

## 3. Tecniche di riduzione dell'azione

- Isolamento alla base



- Dissipazione supplementare dell'energia



**OBIETTIVO: RIDURRE L'AZIONE SISMICA SULL'EDIFICIO**

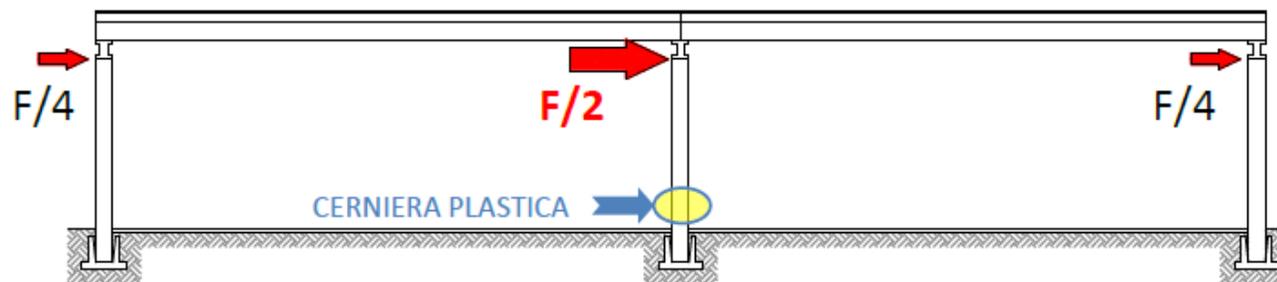


# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

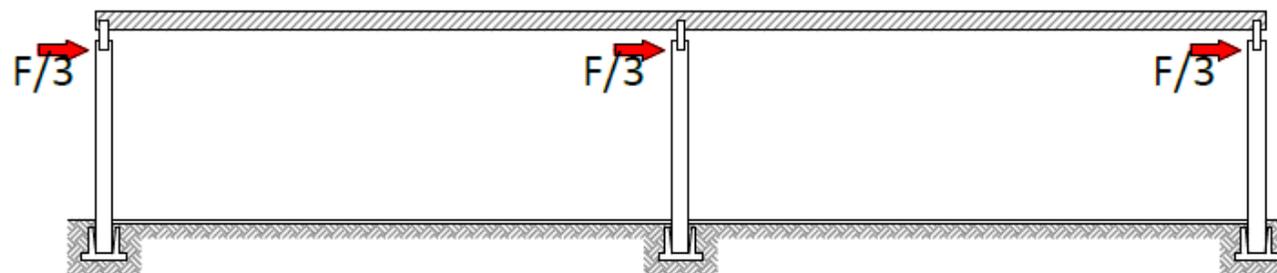
## 1. TECNICHE DI INTERVENTO GLOBALE

=> fondamentale valutare se impalcato è rigido o deformabile

IMPALCATO DEFORMABILE



IMPALCATO RIGIDO

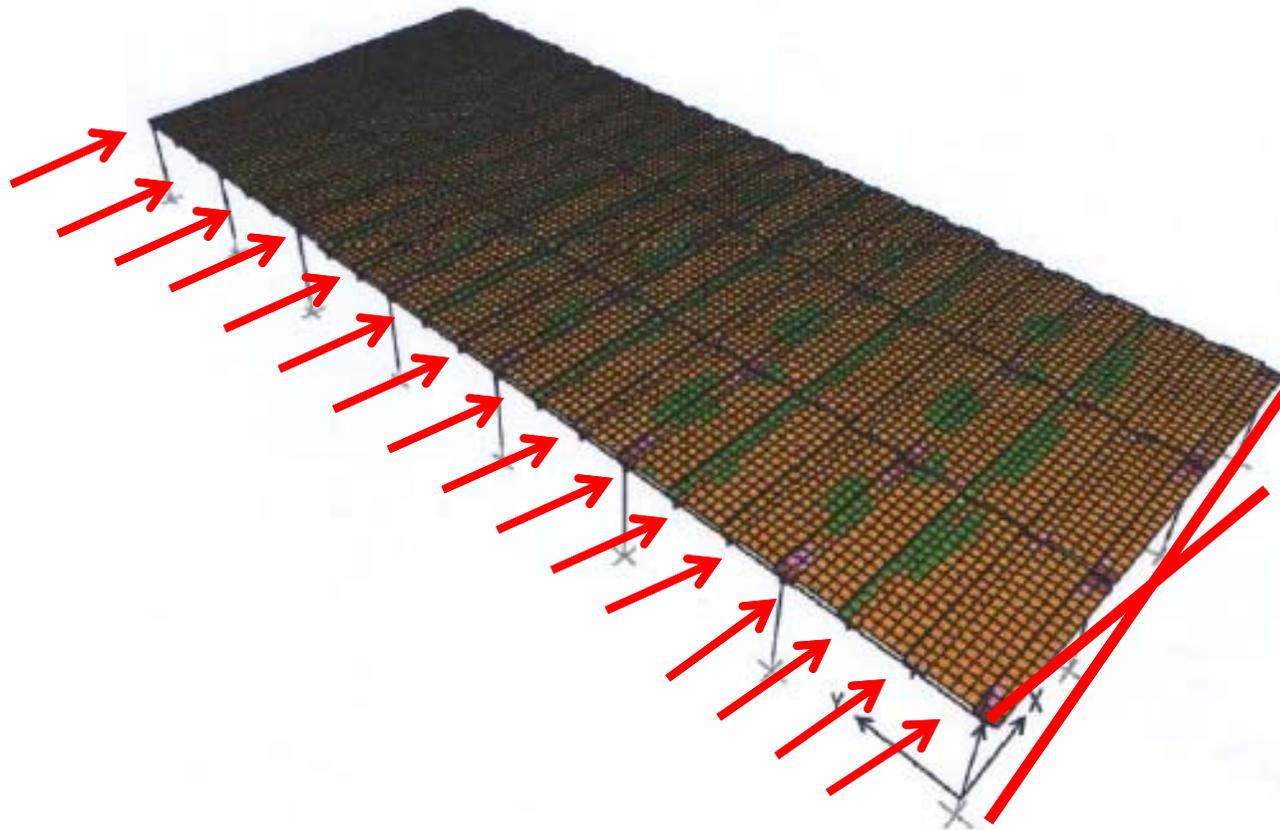


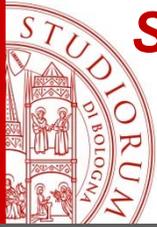


# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 1. TECNICHE DI INTERVENTO GLOBALE

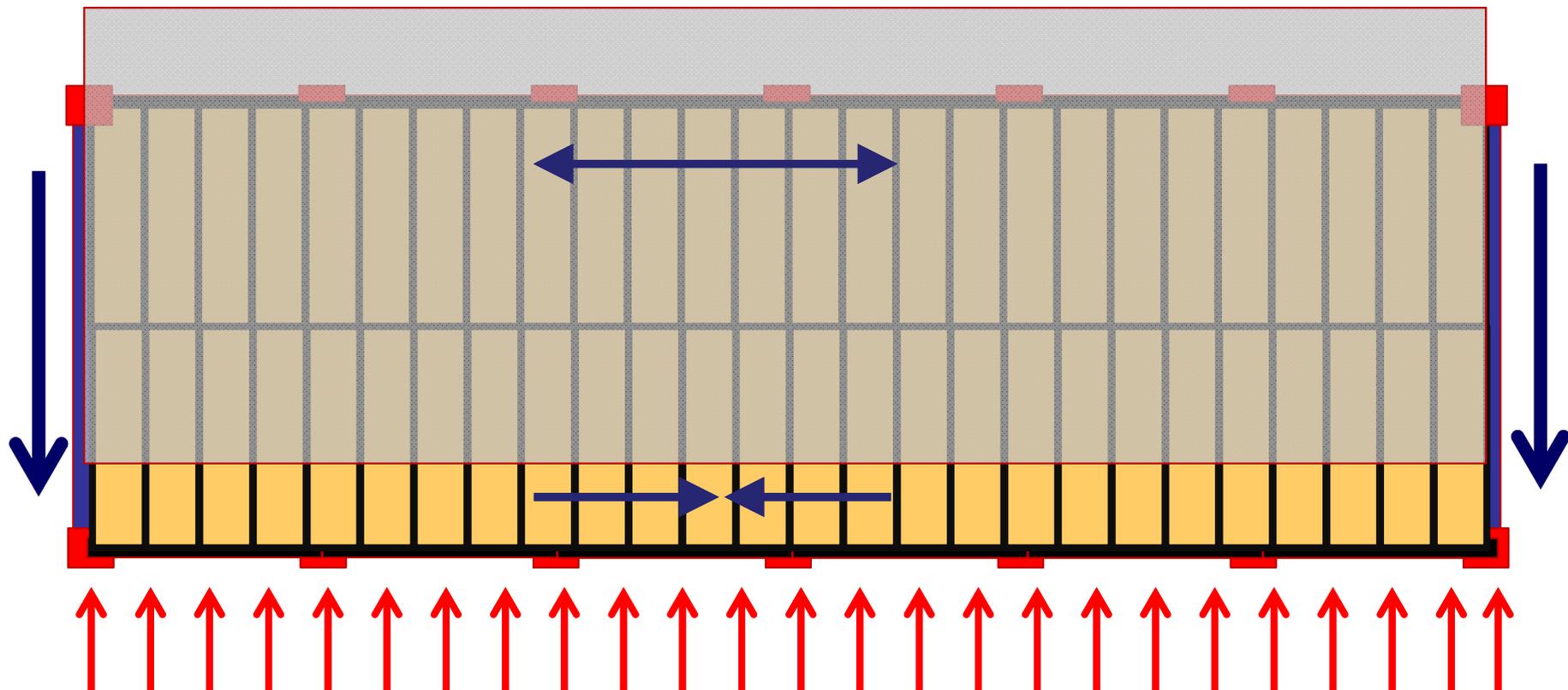
### CONTROVENTAMENTI:





# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 1. TECNICHE DI INTERVENTO GLOBALE

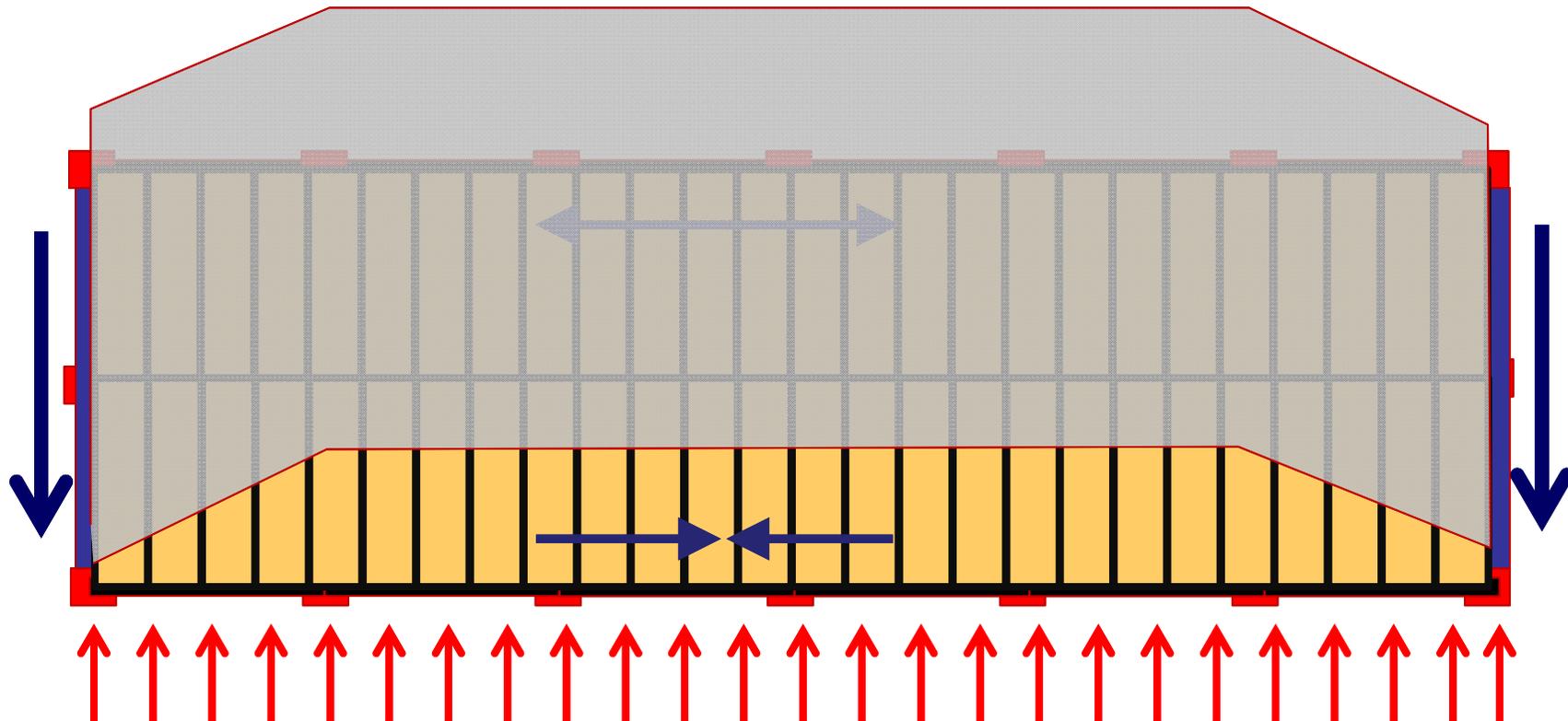


**CONTROVENTAMENTI => Funzionamento solo nel caso di impalcato rigido!**

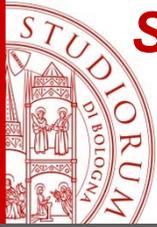


# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 1. TECNICHE DI INTERVENTO GLOBALE



**LO SVERGOLAMENTO DEL PIANO ANCORA PIÙ GRAVE CHE IN ASSENZA  
DEL CONTROVENTO**  
**I PILASTRI CENTRALI NON RISENTONO DELLA PRESENZA DEI  
CONTROVENTI**



# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 1. TECNICHE DI INTERVENTO GLOBALE

### IMPALCATO RIGIDO





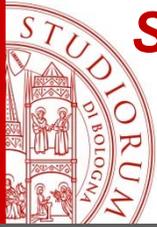
# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 1. TECNICHE DI INTERVENTO GLOBALE



### IMPALCATO DEFORMABILE





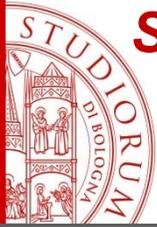
# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 1. TECNICHE DI INTERVENTO GLOBALE



**IMPALCATO ????????**

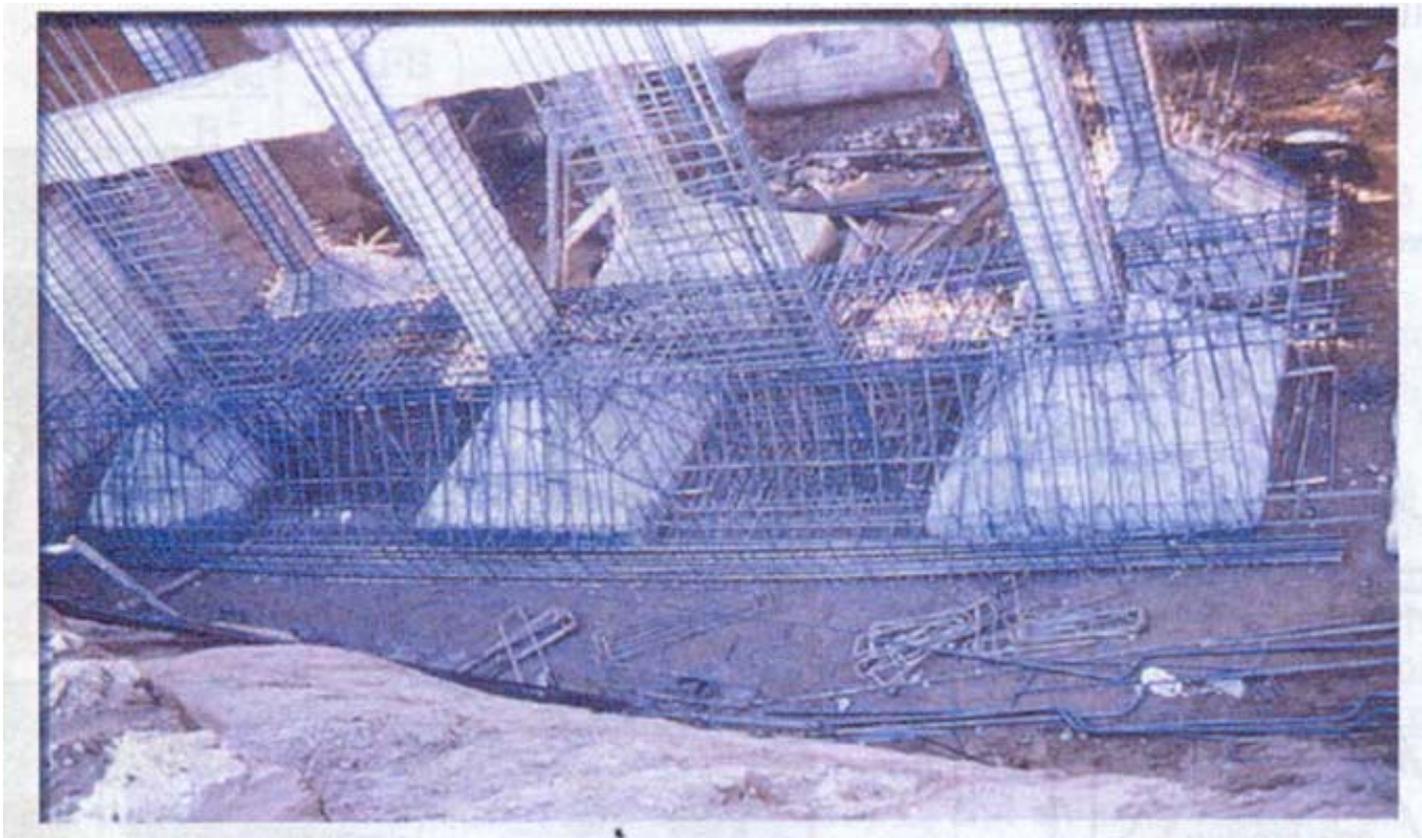


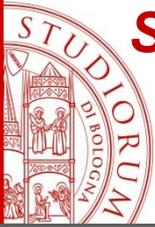


# **STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO**

## **1. TECNICHE DI INTERVENTO GLOBALE**

**INSERIMENTO DI PARETI DA TAGLIO:  
NECESSITA' DI PROVVEDERE A SIGNIFICATIVI INTERVENTI SULLE  
FONDAZIONI**

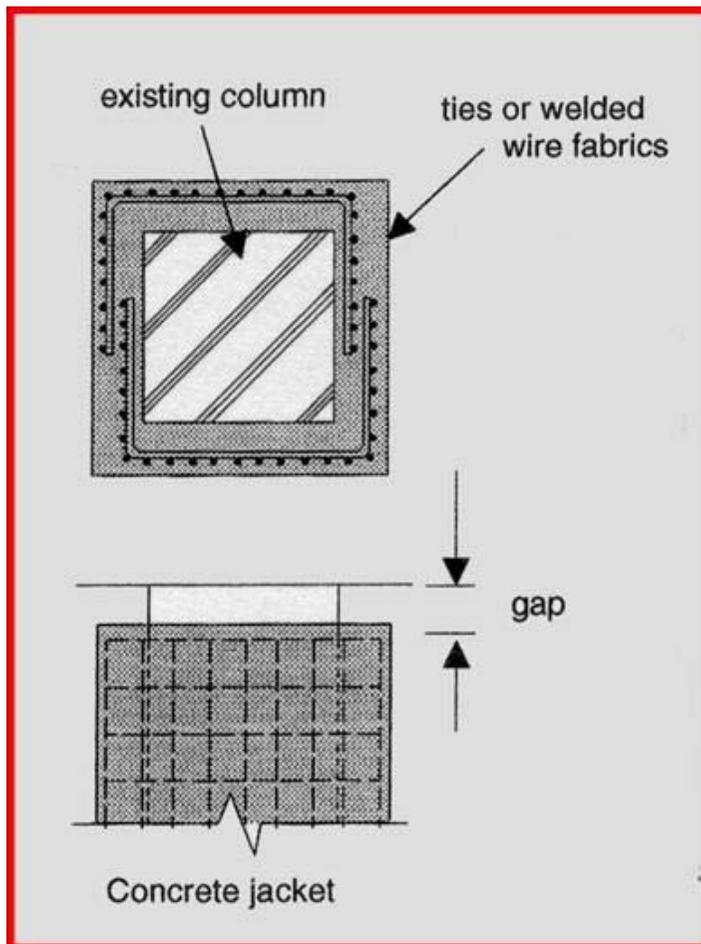




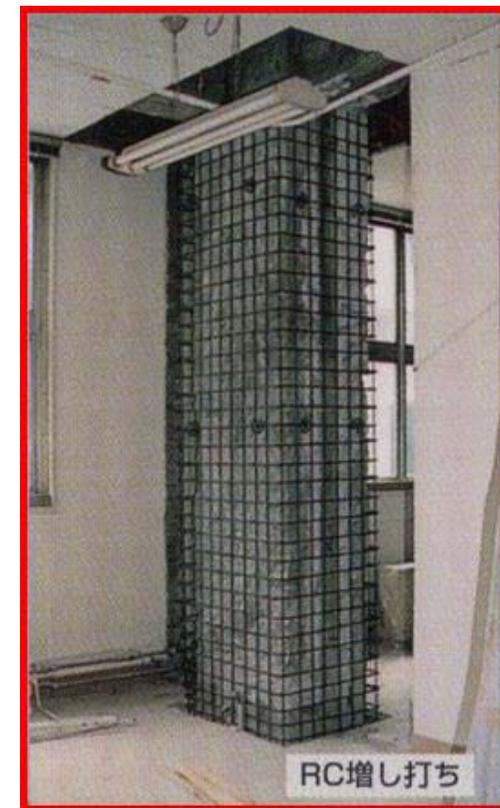
# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 2. INTERVENTI LOCALI – SINGOLI PILASTRI

### Incamicatura con calcestruzzo armato



## CONCRETE JACKETING



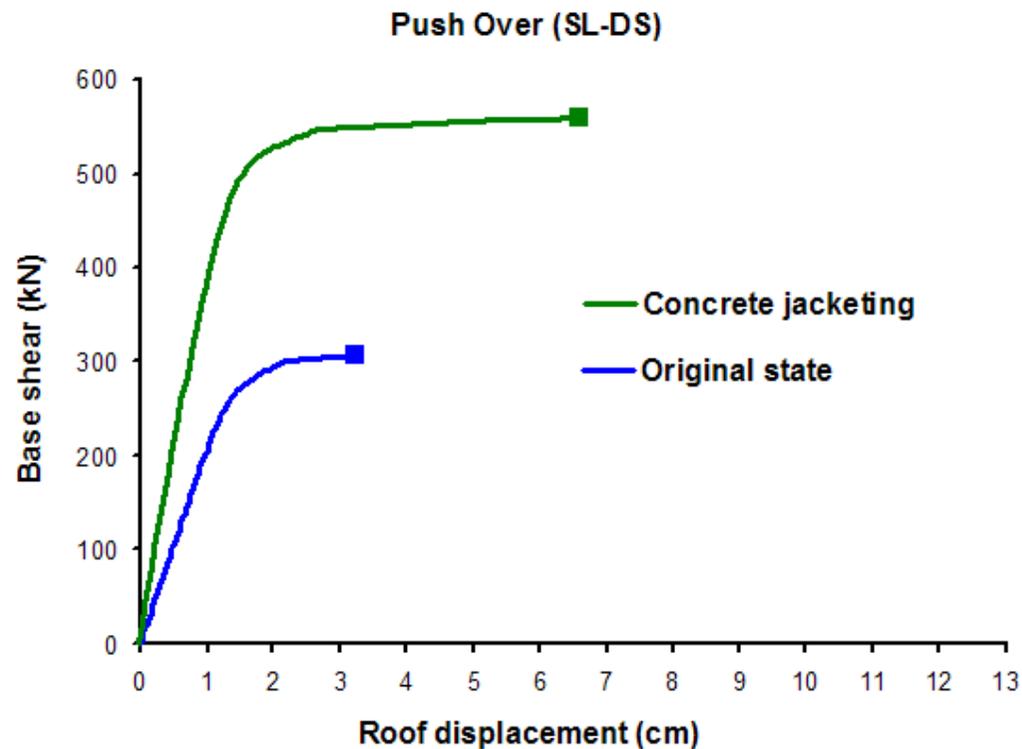


# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 2. INTERVENTI LOCALI – SINGOLI PILASTRI



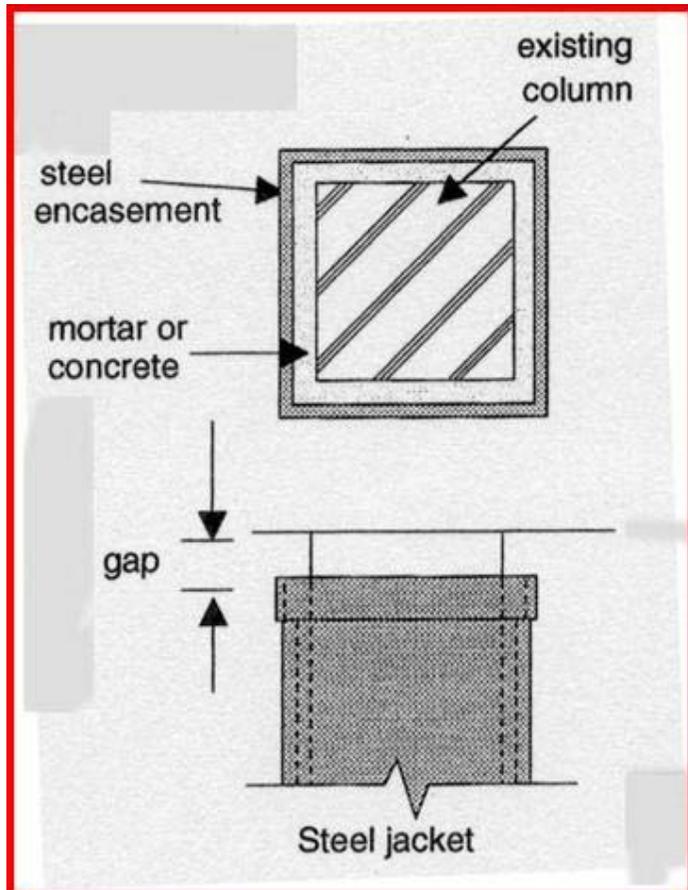
### Incamiciatura con calcestruzzo armato



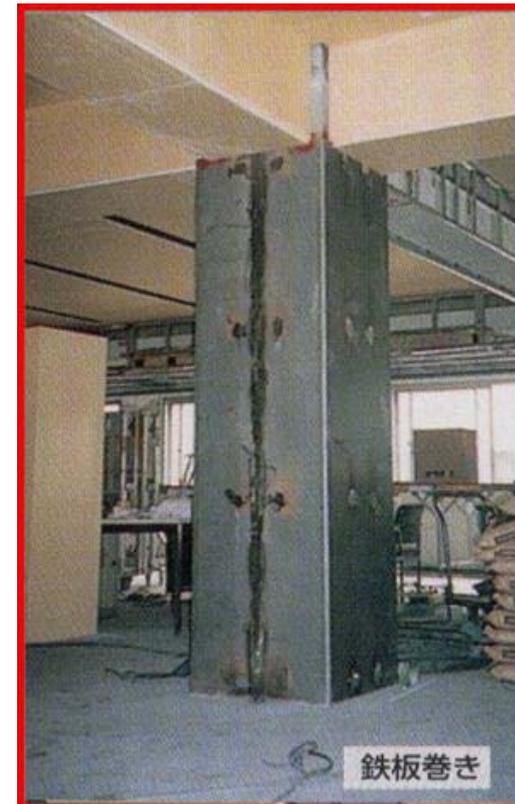


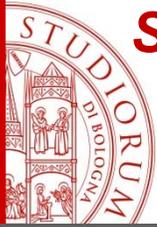
# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 2. INTERVENTI LOCALI – SINGOLI PILASTRI



## STEEL JACKETING

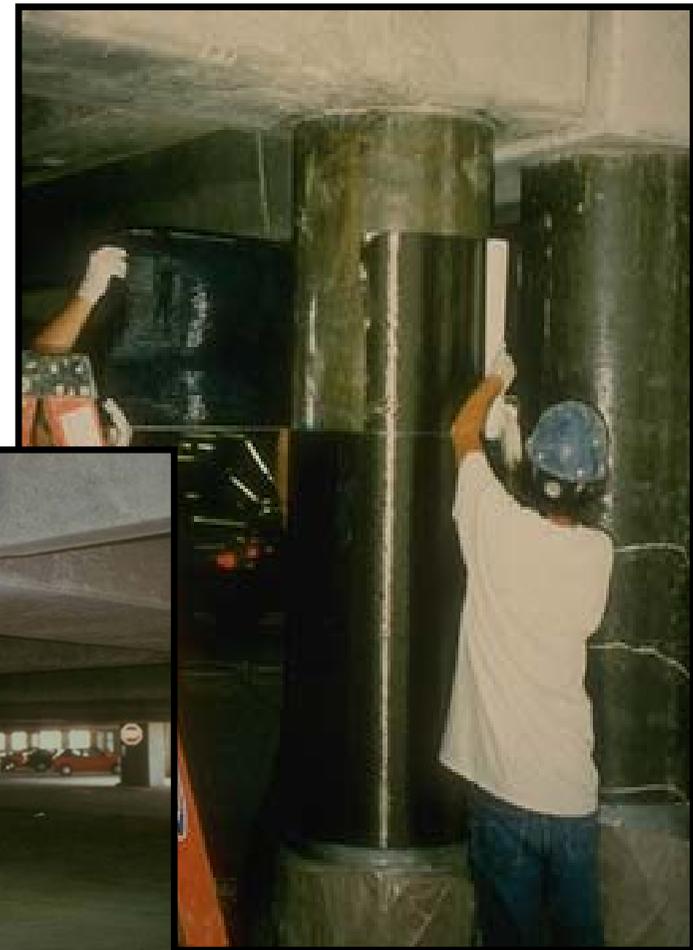


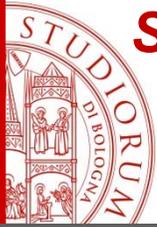


# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 2. INTERVENTI LOCALI – SINGOLI PILASTRI

### Materiali compositi:



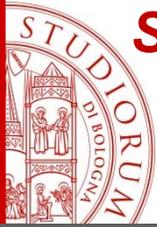


# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 2. INTERVENTI LOCALI – SINGOLI PILASTRI

### Materiali innovativi:

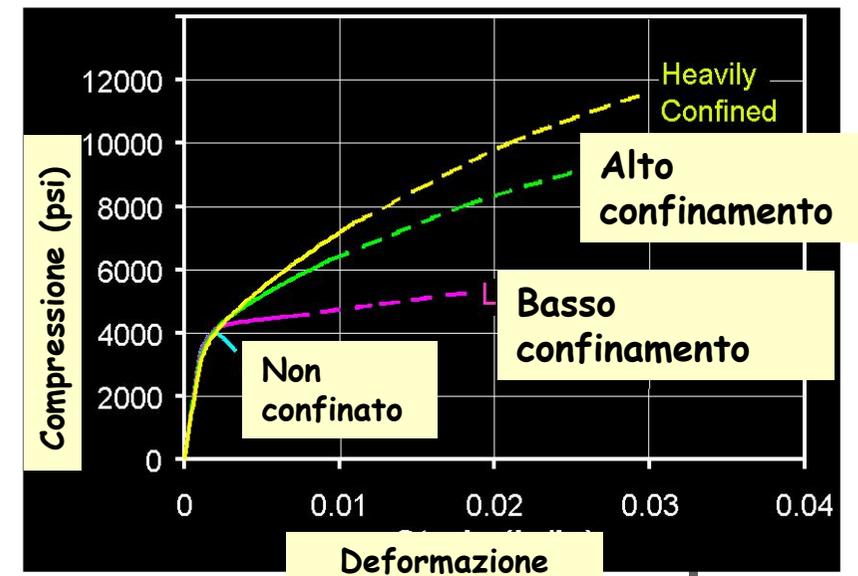
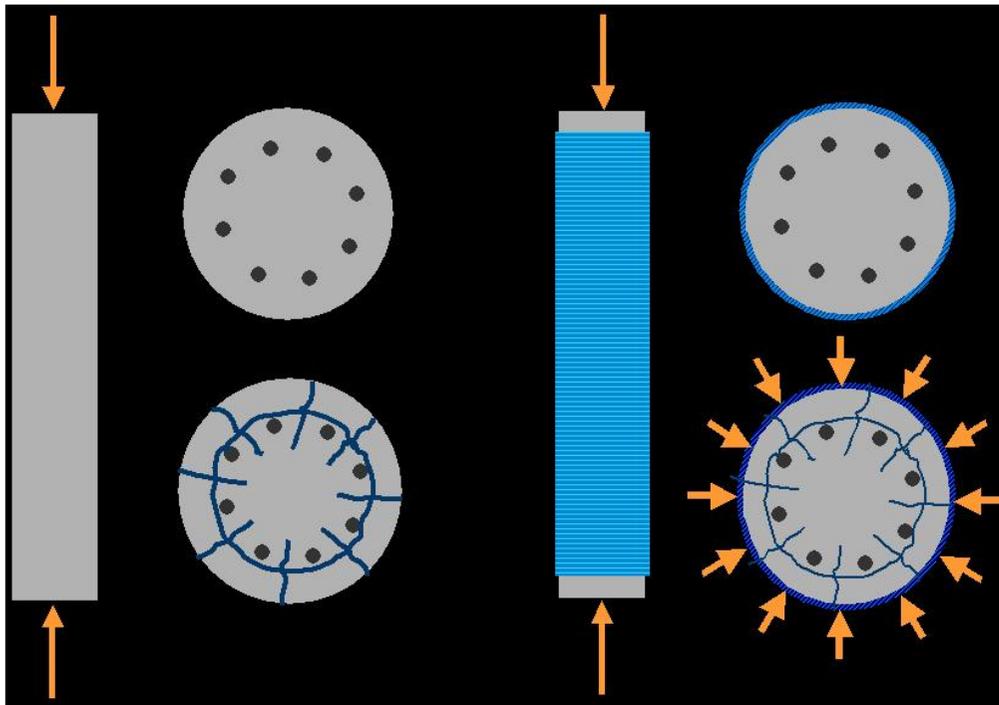


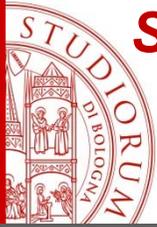


# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 2. INTERVENTI LOCALI – SINGOLI PILASTRI

### RINFORZO DI PILASTRI IN C.A. MEDIANTE FASCIATURA CON FRP (CONFINAMENTO)

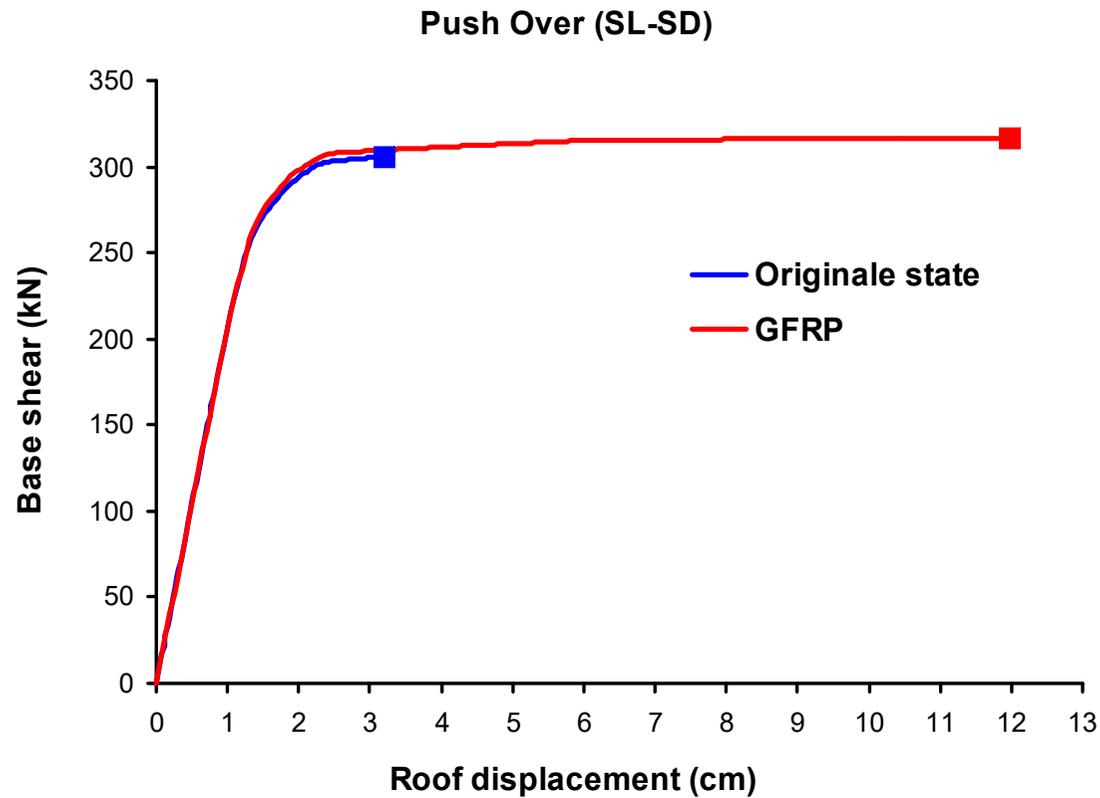




# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 2. INTERVENTI LOCALI – SINGOLI PILASTRI

EFFETTO DEL RINFORZO CON COMPOSITI MEDIANTE FASCIATURA

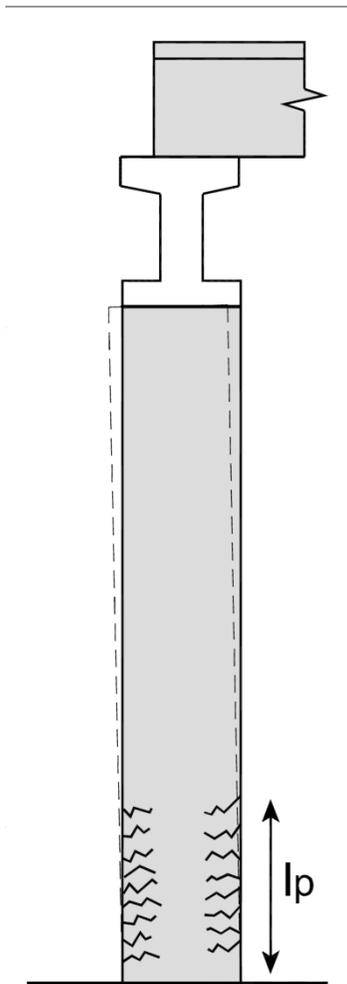




# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 2. INTERVENTI LOCALI – SINGOLI PILASTRI

### Applicazione a pilastri di strutture prefabbricate

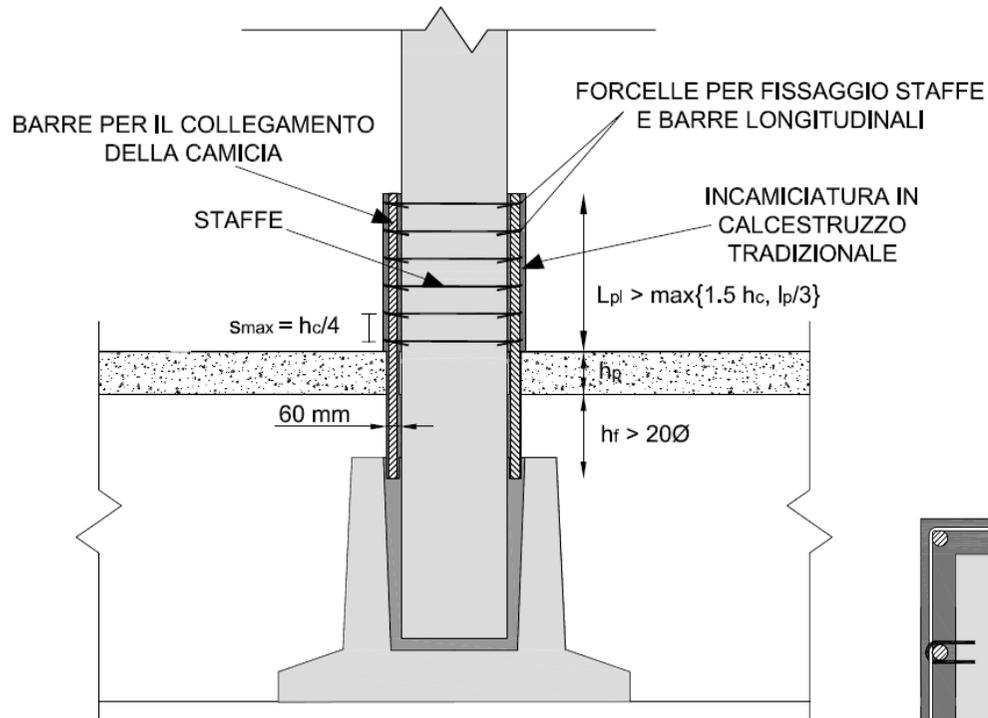


- Strutture prefabbricate con dissipazione concentrata nei pilastri;
- Possibile formazione di una cerniera plastica alla base dopo un'azione sismica;
- Necessità di riparazione o di aumento di duttilità;



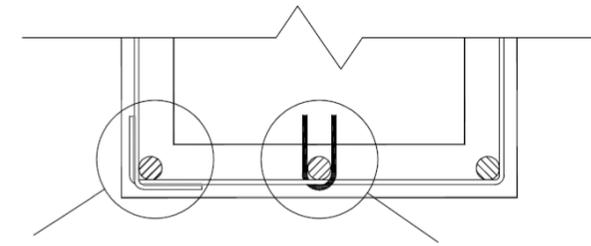
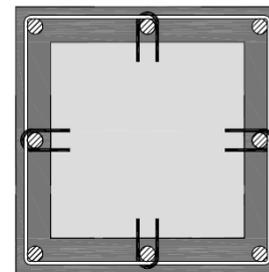
# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 2. INTERVENTI LOCALI – SINGOLI PILASTRI



### 1\_CONFINAMENTO E RINFORZO ALLA BASE DEI PILASTRI

### MEDIANTE INCAMICIATURA IN C.A. (tradizionale)



Particolare staffe:  
saldatura in opera dei  
ganci di chiusura

Fissare staffe e barre di collegamento  
intermedie con forcelle ancorate  
all'interno del pilastro

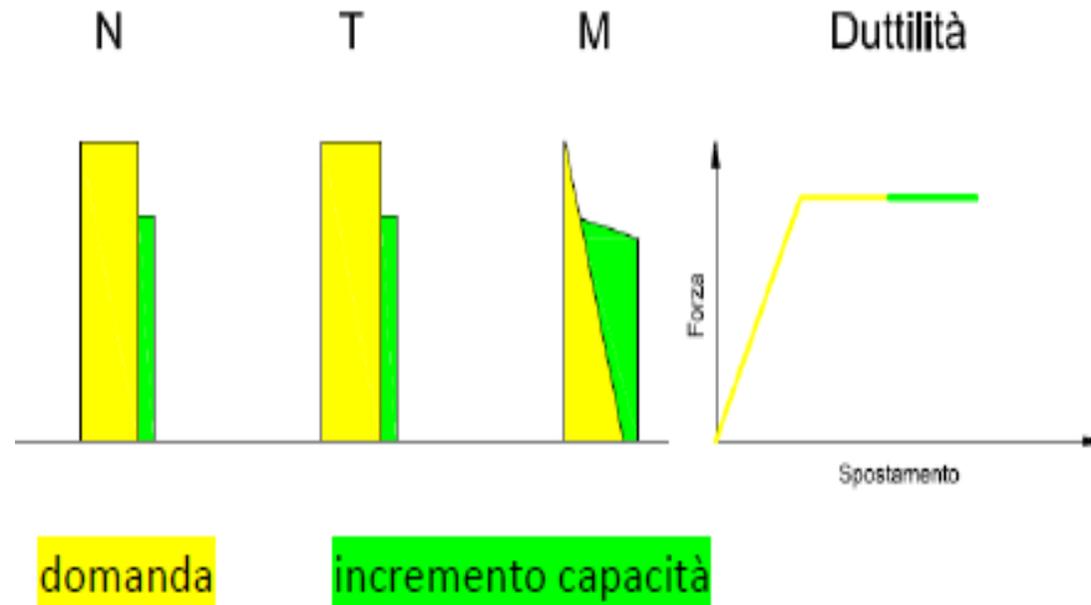
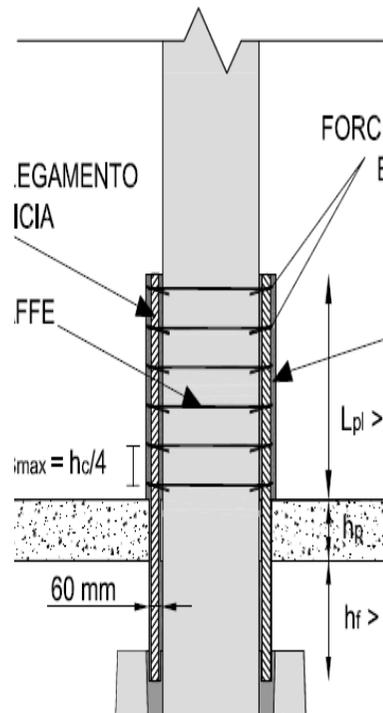
### Dimensionamento

Deve essere dimensionato per consentire alla sezione di base del pilastro di sostenere le azioni sismiche di progetto.



# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 2. INTERVENTI LOCALI – SINGOLI PILASTRI



### Svantaggi

- Metodo di rinforzo invasivo e laborioso.

### Vantaggi

- Incremento della resistenza della sezione di base del pilastro.
- Basato sull'utilizzo di tecniche tradizionali ben consolidate.
- Utilizzabile come soluzione per l'adeguamento definitivo.

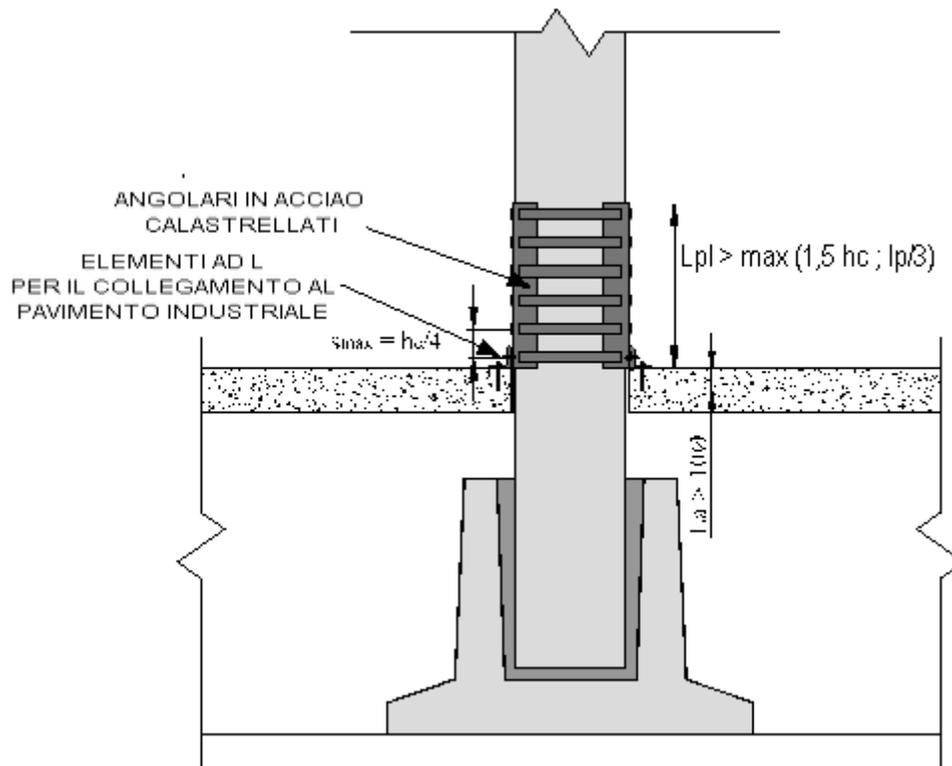


# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 2. INTERVENTI LOCALI – SINGOLI PILASTRI

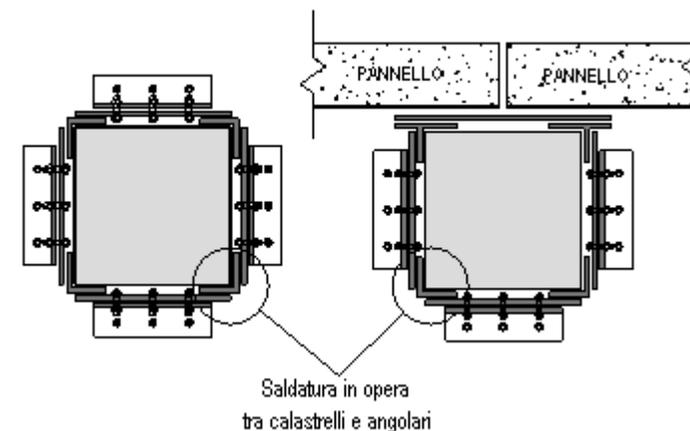
### 11\_CONFINAMENTO E RINFORZO ALLA BASE DEI PILASTRI

### MEDIANTE ANGOLARI E CALASTRELLI METALLICI



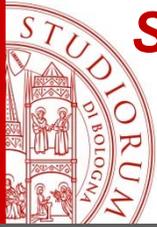
PILASTRO INTERNO

PILASTRO DI FACCIATA



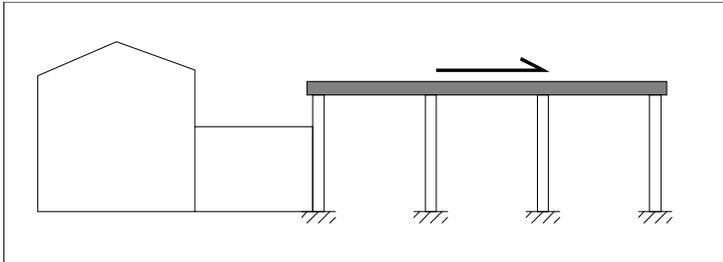
### Dimensionamento

Saldare in opera i calastrelli per un'altezza ( $L_{pl}$ ) pari almeno al massimo valore tra 1.5 volte la dimensione della sezione del pilastro ( $hc$ ) e  $l_p/3$  (con  $l_p$  altezza del pilastro) e passo massimo ( $s_{max}$ ) pari a  $\frac{1}{4}$  della dimensione della sezione del pilastro ( $hc$ ).



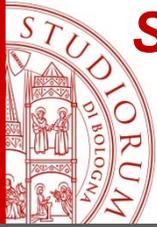
# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 2. INTERVENTI LOCALI – SINGOLI PILASTRI



**Esempio: Riparazione di danni da sisma con eliminazione di un difetto costruttivo**





# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 2. INTERVENTI LOCALI – SINGOLI PILASTRI

### UTILIZZO DI ANGOLARI E CALASTRELLI METALLICI :

#### Svantaggi

- Realizzazione del vincolo alla base piuttosto complessa
- Non realizzabile in pavimenti con finiture di pregio.

#### Vantaggi

- Discreta velocità di messa in opera (nel caso in cui non sia necessaria una preliminare riparazione del pilastro).
- Effetto benefico nei riguardi della potenziale instabilità delle barre longitudinali nel caso in cui il passo delle staffe sia molto rado.
- Utilizzabile come soluzione per l'adeguamento definitivo.

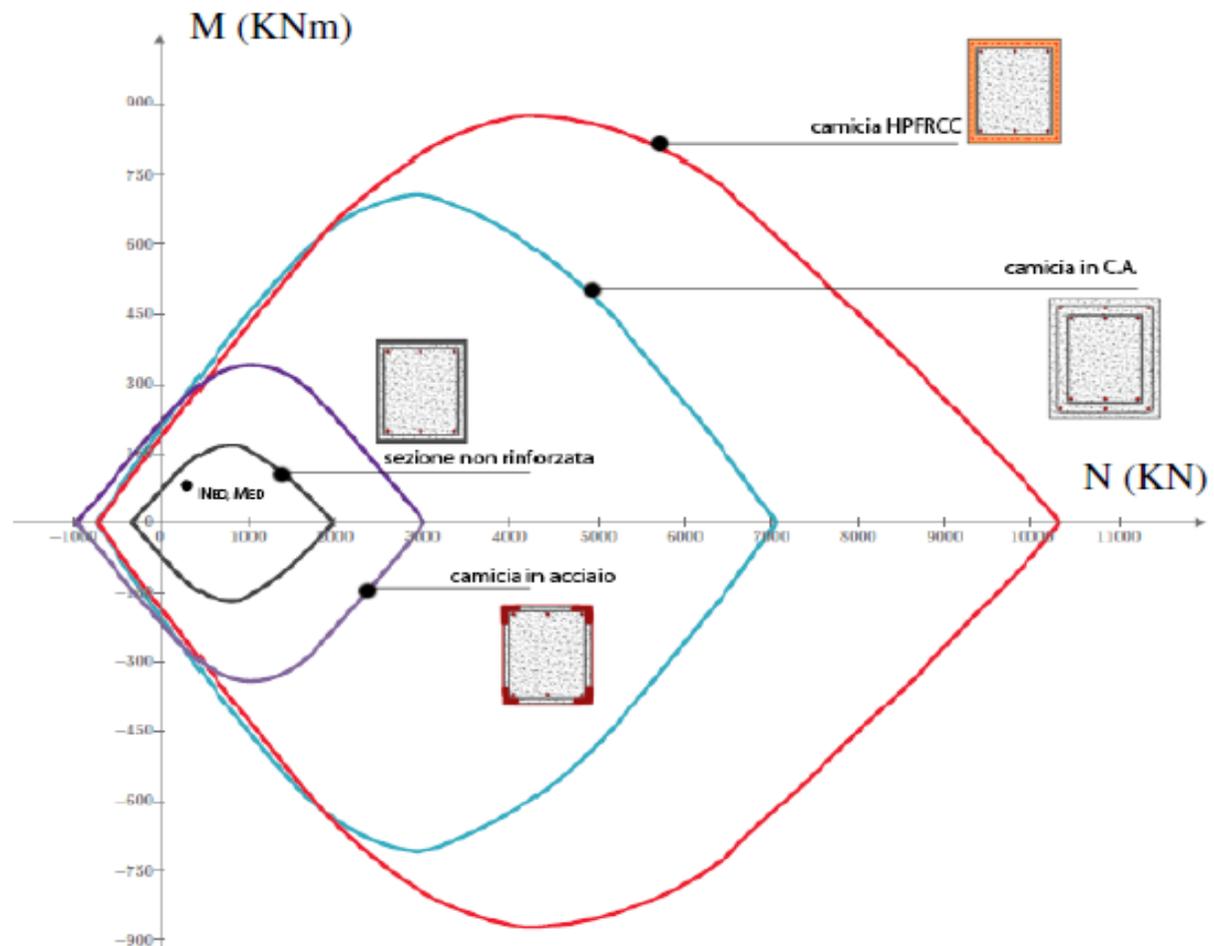


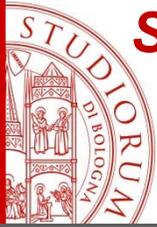
# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 2. INTERVENTI LOCALI – SINGOLI PILASTRI

### Confronto incremento di resistenza con differenti sistemi

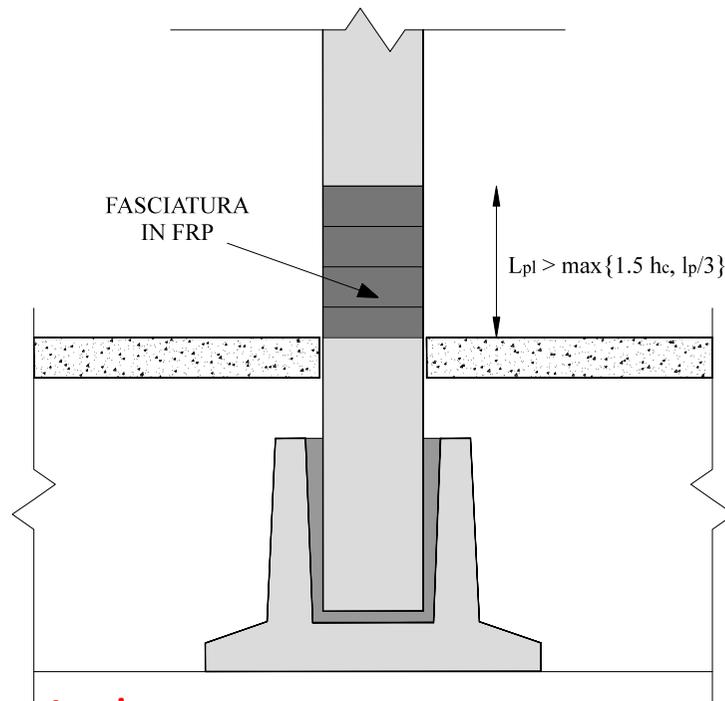
**Attenzione!**  
**Le forze devono**  
**essere portate fino**  
**in fondazione!**





# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 2. INTERVENTI LOCALI – SINGOLI PILASTRI



### Svantaggi

Non dà luogo a sensibili aumenti di resistenza né nei confronti dell'azione assiale, né del momento flettente.

### Dimensionamento

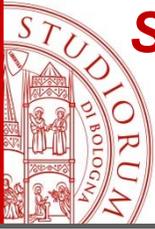
Realizzare la fasciatura del pilastro per un'altezza dal pavimento ( $L_{pl}$ ) almeno pari al massimo valore tra 1.5 volte la dimensione della sezione del pilastro ( $h_c$ ) e  $l_p/3$ , dove  $l_p$  è l'altezza del pilastro.

## CONFINAMENTO E RINFORZO ALLA BASE DEI PILASTRI

### MEDIANTE FASCIATURA IN FRP

### Vantaggi

- Semplicità esecutiva.
- Velocità di messa in opera (nel caso in cui non sia necessaria una preliminare riparazione del pilastro).
- Effetto benefico nei riguardi della potenziale instabilità delle barre longitudinali nel caso in cui il passo delle staffe sia molto rado.
- Utilizzabile sia come soluzione di pronto intervento sia come soluzione per il definitivo adeguamento della struttura.

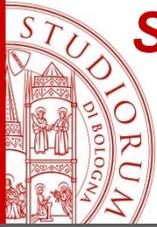


# **STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO**

## **2. INTERVENTI LOCALI – SINGOLI PILASTRI**



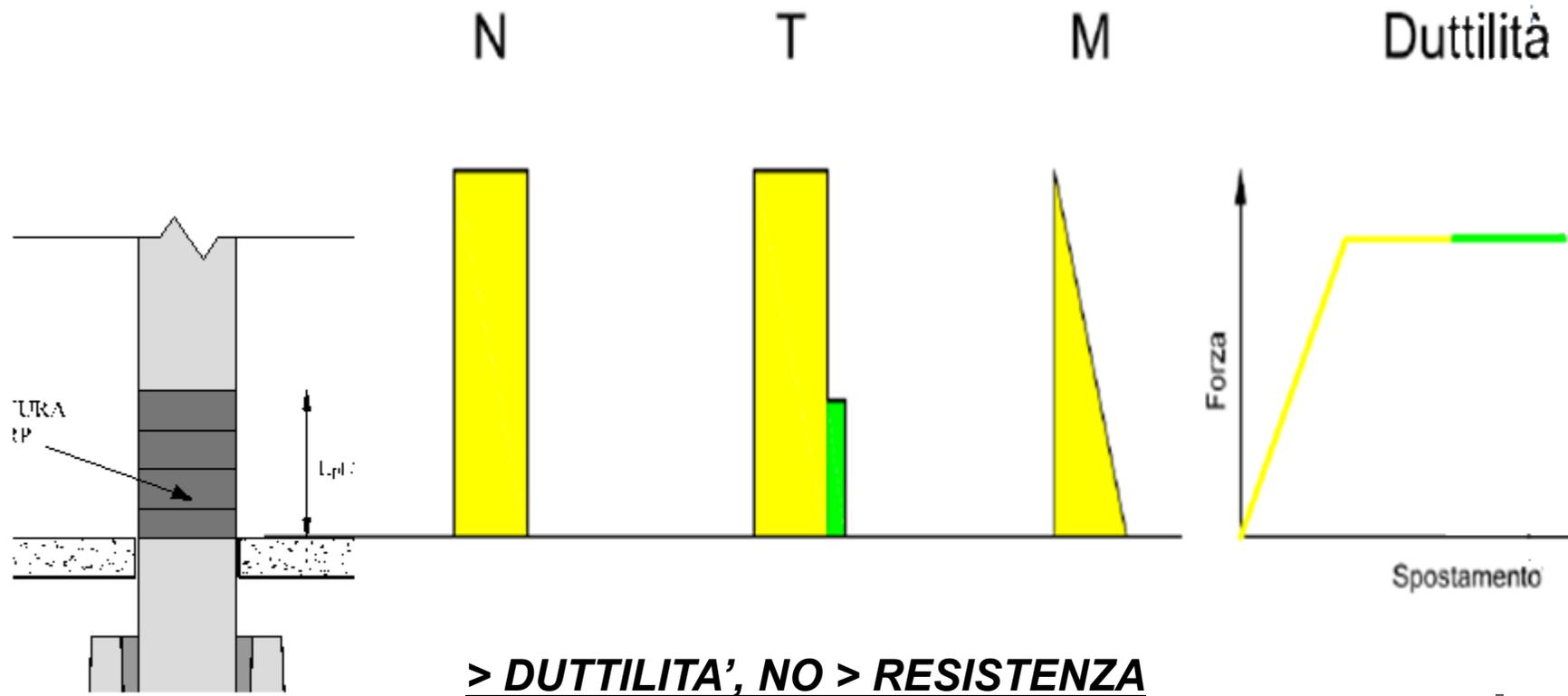
Nella realizzazione degli interventi bisogna fare attenzione a fasciare il pilastro fino in fondo, ovvero fino all'innesto con la fondazione.



# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 2. INTERVENTI LOCALI – SINGOLI PILASTRI

### CONFINAMENTO E FASCIATURA IN FRP

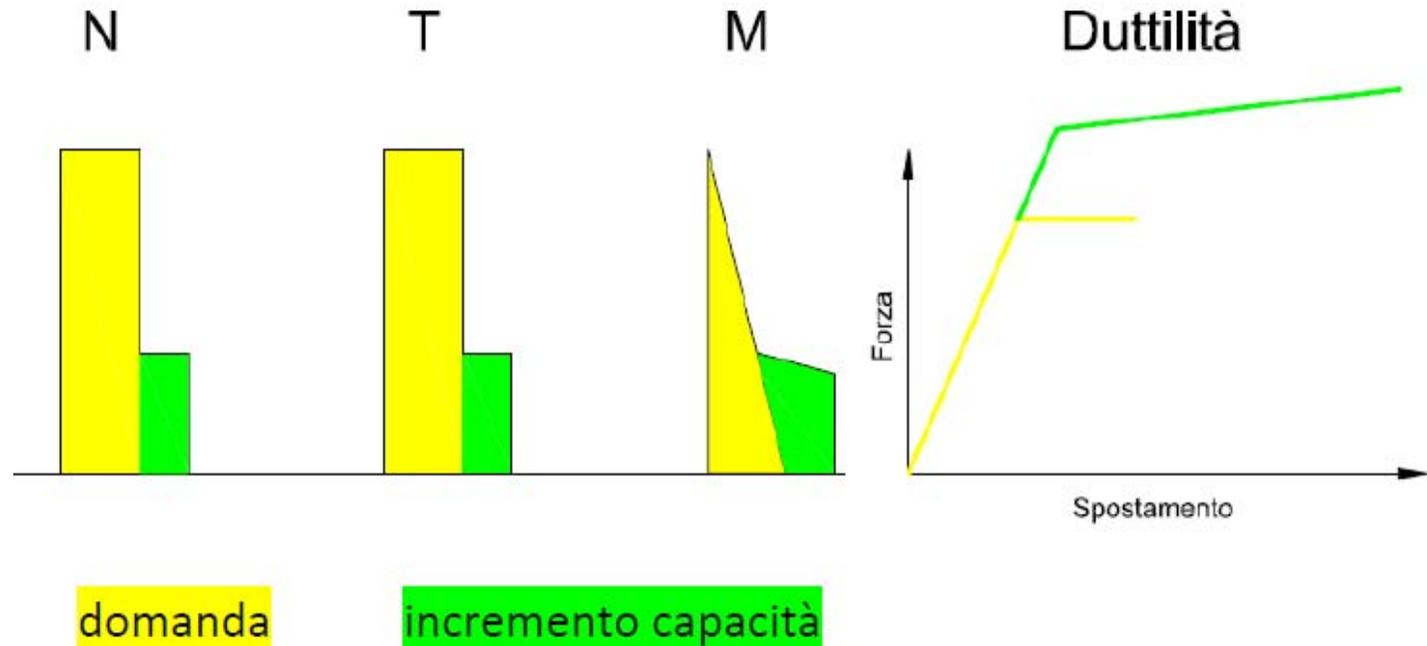




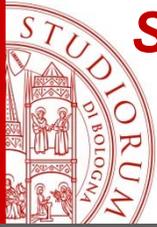
# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 2. INTERVENTI LOCALI – SINGOLI PILASTRI

### Utilizzo di sistema con ANGOLARI E FASCIATURA



> duttilità, > resistenza a taglio e > rigidezza



# **STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO**

## **2. Interventi locali – rinforzo delle fondazioni**

### **ROTAZIONE DI FONDAZIONI DI PILASTRI**

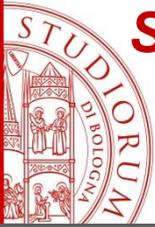
**CEDEVOLEZZA ROTAZIONALE  
ELEVATA PER I PLINTI A  
BICCHIERE**



- Mancanza di collegamento fra i plinti
- Liquefazione del terreno

### **CASI DI APPLICAZIONE:**

- Evidente rotazione rigida del pilastro
- Pavimentazione a contatto con il pilastro danneggiata
- Pavimentazione non in battuta contro il pilastro per la presenza di un giunto



# **STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO**

## **2. Interventi locali – rinforzo delle fondazioni**

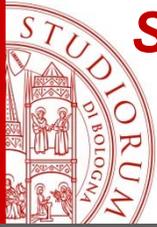
### **ROTAZIONE DI FONDAZIONI DI PILASTRI**

#### **CATEGORIE DI INTERVENTO:**

#### **(1) – Collegamento plinto con pavimentazione industriale – aumento rigidezza**

Il pavimento può essere utilmente utilizzato per realizzare un diaframma continuo che collega tutti i plinti, limitando quindi eventuali spostamenti differenziali alla base dei pilastri.

Eventuali problemi di realizzazione possono essere legati alla presenza di pannelli e/o travi reggipannello.

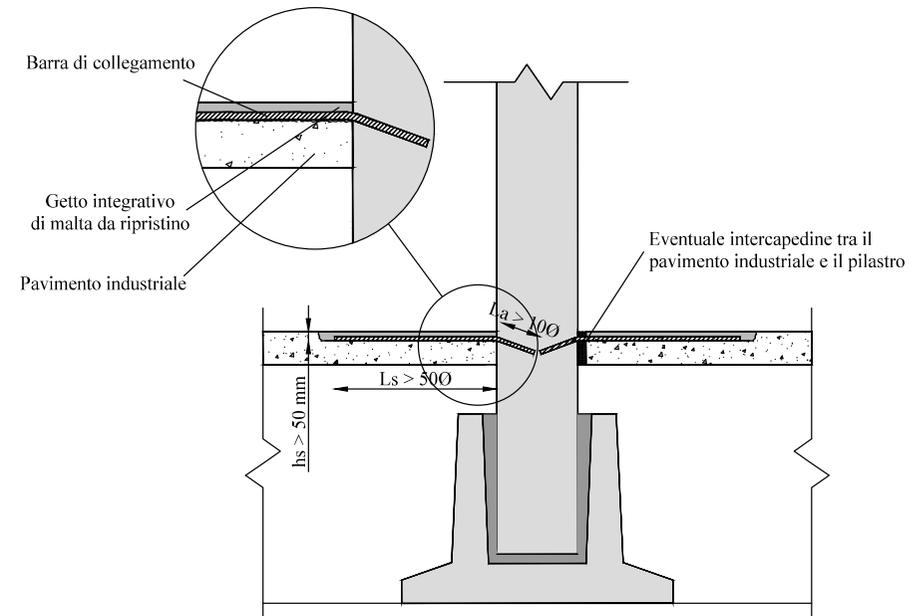
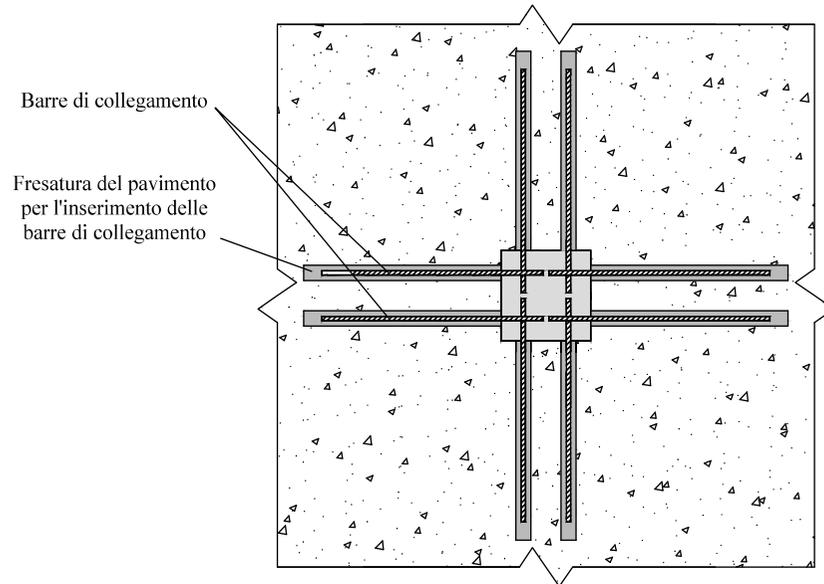


# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO



## 2. Interventi locali – rinforzo delle fondazioni

### COLLEGAMENTO TRA PILASTRO E PAVIMENTO INDUSTRIALE



#### Vantaggi

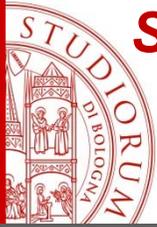
- Semplicità esecutiva.
- Utilizzabile per la sistemazione definitiva della struttura.

#### Svantaggi

- Discreta invasività.
- Non realizzabile in presenza di pavimenti con finiture di pregio.

#### Dimensionamento:

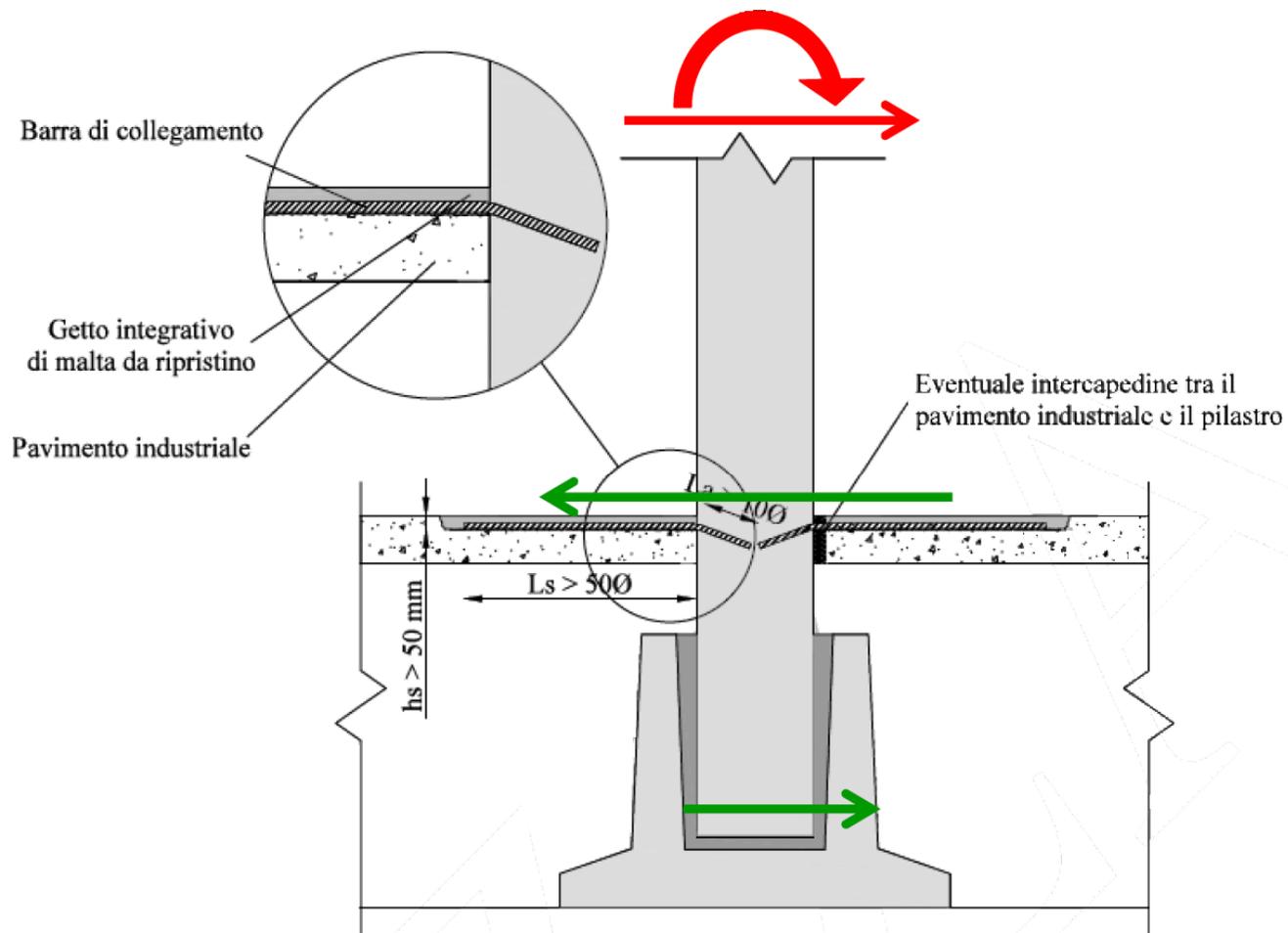
- Trasferimento per trazione di una forza pari ad almeno il 15% dell'azione assiale agente sul pilastro per effetto dei carichi permanenti
- Nella verifica a taglio della parte di pilastro sottostante il pavimento considerare la presenza della spinta passiva della quota parte di terreno



# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 2. Interventi locali – rinforzo delle fondazioni

### COLLEGAMENTO TRA PILASTRO E PAVIMENTO INDUSTRIALE

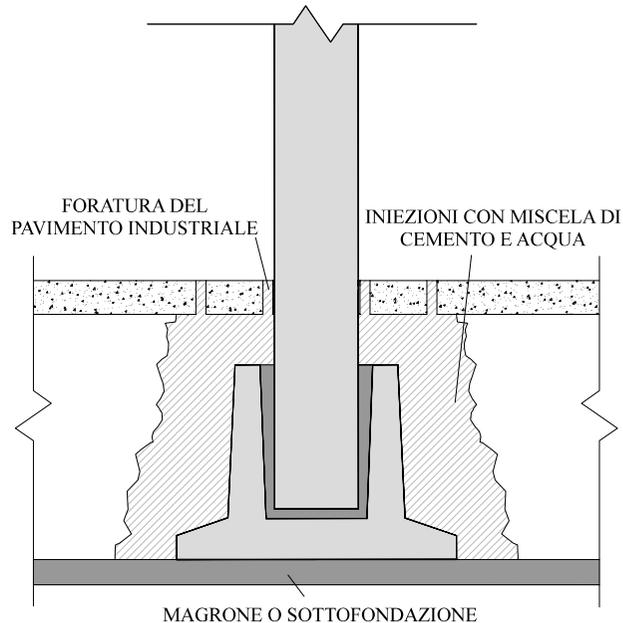




# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 2. Interventi locali – rinforzo delle fondazioni

### CONSOLIDAMENTO DEL TERRENO CIRCOSTANTE LA FONDAZIONE MEDIANTE INIEZIONE DI MALTA CEMENTIZIA A BASSA PRESSIONE



#### Vantaggi

- Utilizzabile per la sistemazione definitiva della struttura.
- Consente un incremento sensibile della resistenza del sistema di fondazione alle azioni orizzontali.

#### Dimensionamento

- Non sono richieste particolari verifiche.

#### Svantaggi

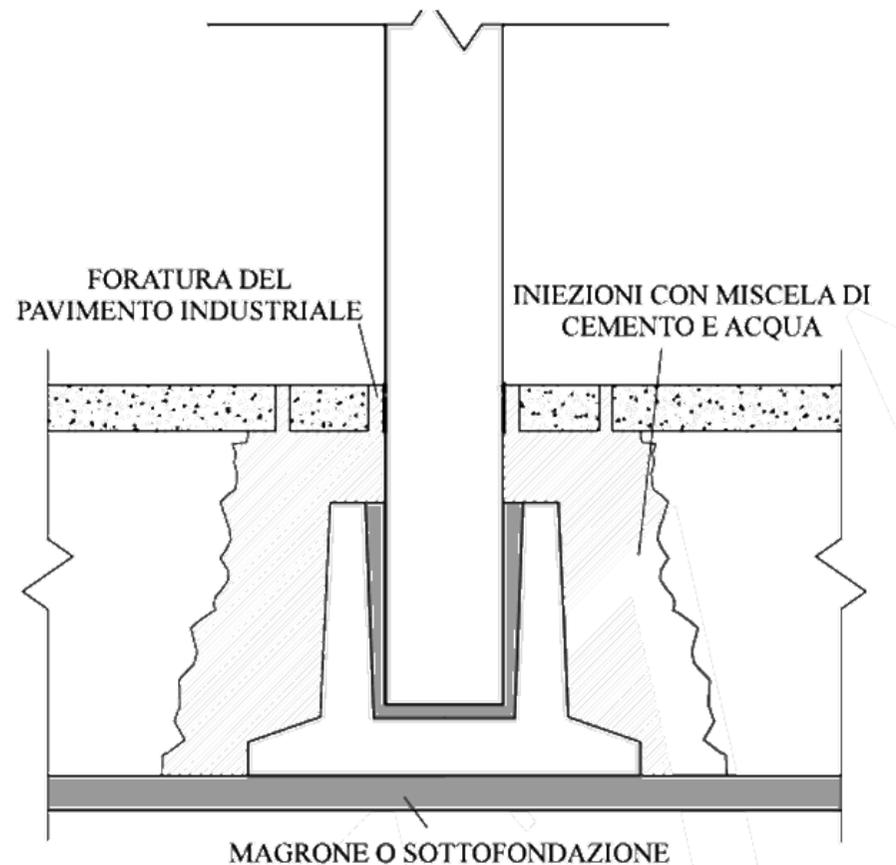
- Costo elevato ed esecuzione complessa.
- Macchinari utilizzati generalmente ingombranti. Tale procedura risulta applicabile solo in zone ampie prive di ostacoli.
- Non realizzabile in presenza di pavimenti con finiture di pregio.
- Possibili problemi di intasamento (rete fognaria, pluviali etc.).
- Rischio di fuoriuscita della miscela di iniezione per la presenza di lesioni nella pavimentazione.
- Il bicchiere di fondazione non risulta efficacemente legato al volume iniettato.
- Se in sede di miglioramento/adequamento si prevede un rinforzo della colonna, può essere difficoltoso realizzare un efficace collegamento con la miscela iniettata, tuttavia va valutata la reale efficacia di tale collegamento.

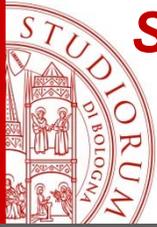


# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 2. Interventi locali – rinforzo delle fondazioni

### CONSOLIDAMENTO DEL TERRENO CIRCOSTANTE LA FONDAZIONE MEDIANTE INIEZIONE DI MALTA CEMENTIZIA A BASSA PRESSIONE





# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 3. Tecniche di riduzione dell'azione



Utilizzo di sistemi di smorzamento

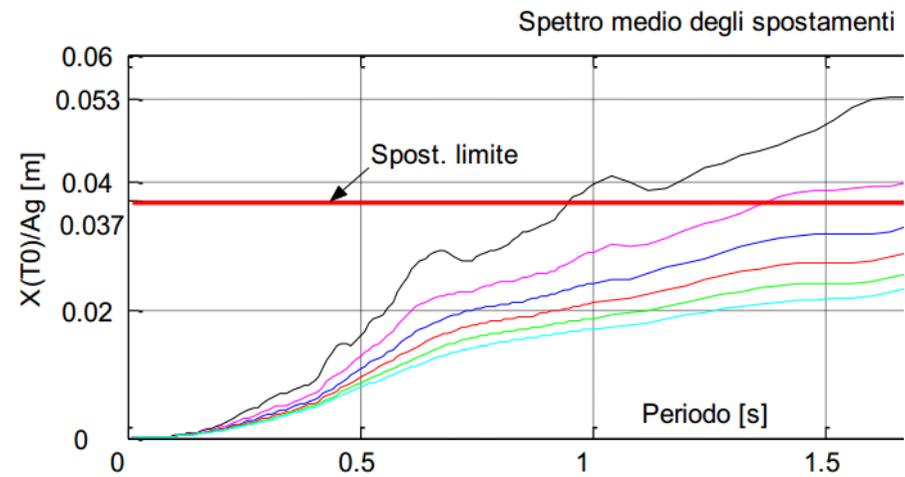
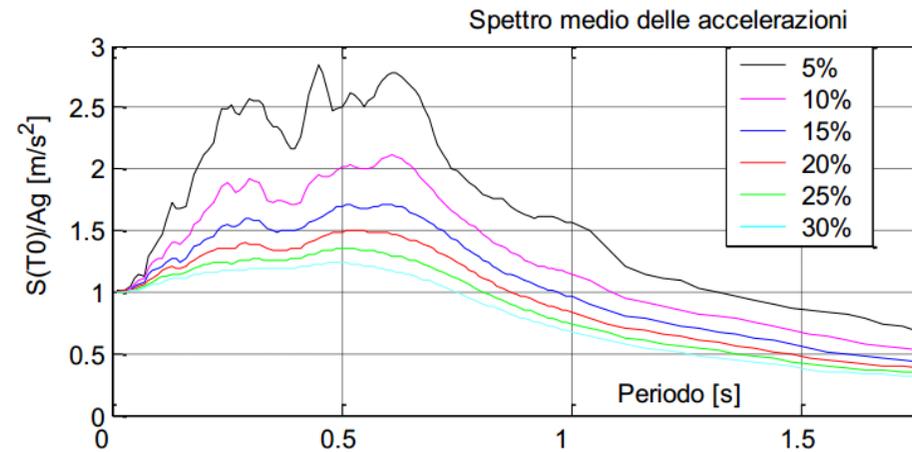
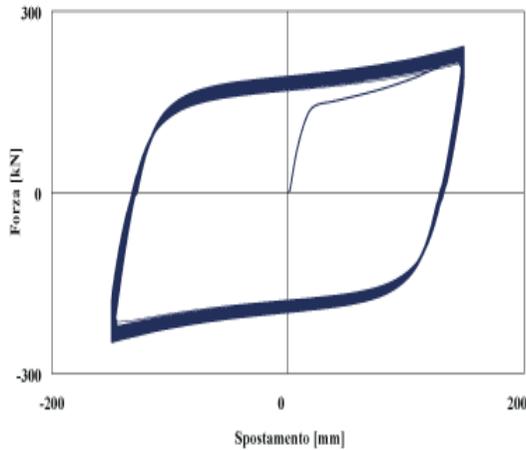




# STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO

## 3. Tecniche di riduzione dell'azione

### Utilizzo di sistemi di smorzamento



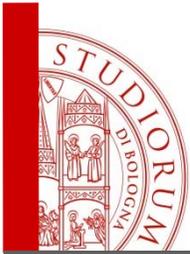


# **STRATEGIE DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO SISMICO**

## **3. Tecniche di riduzione dell'azione**

### **Adeguamento di capannone con sistemi di dissipazione**



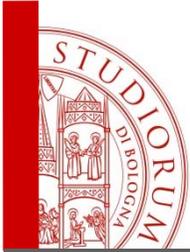


## **CASO STUDIO 1: PROGETTO DEGLI INTERVENTI DI FASE 2**

# **EDIFICIO USO PRODUTTIVO COMUNE DI SAN PROSPERO (MO)**

*Intervento di miglioramento*





## CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

### DESCRIZIONE EDIFICIO:

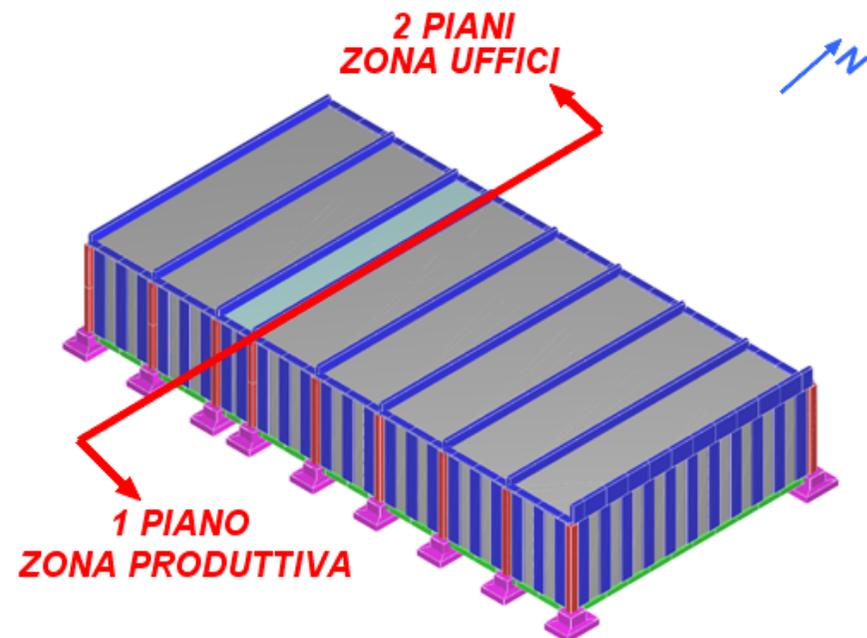
- Capannone anni '80
- Edificio produttivo, uso artigianale, destinato a maglieria
- A Ovest edificio monopiano;
- A Est zona edificio a due piani uso uffici.

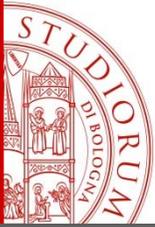
**VERIFICHE STATICHE SLU**

**+**

**VERIFICHE SISMICHE SLV**

**=> AZIONE SISMICA PARI AL 60%  
DELL'AZIONE DI PROGETTO PER  
NUOVE COSTRUZIONI**





# CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

## DESCRIZIONE STRUTTURA ANTE SISMA

**FONDAZIONI** : gettate in opera e costituite da plinti a bicchiere collegati da trave porta pannelli in semplice appoggio

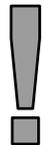
**PILASTRI**: tipo prefabbricato.

Pilastri esterni sezione 45x60 cm, pilastri centrali zona uffici 45x45 cm.

Armatura 4+4  $\Phi$ 16.

Centralmente al pilastro è stato ubicato il pluviale in plastica dal diametro di 100 mm

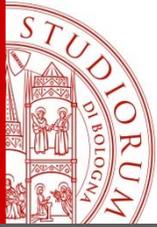
**FONDAZIONI E PILASTRI ARMATURA INADEGUATA AD ASSORBIRE AZIONE SISMICA**



**PAVIMENTAZIONE COSTITUITA DA UNA SOLETTA IN C.A. AVENTE ENORME RIGIDEZZA NEL PIANO HA EVITATO CRISI FONDAZIONI.**

**⇒ CONTRIBUTITO AD ASSORBIRE LE AZIONI TRAGLIANTI PROVENIENTI DAI PILASTRI**

**⇒ EFFETTO DI CERCHIATURA DEI PILASTRI.**



# CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

## DESCRIZIONE STRUTTURA ANTE SISMA

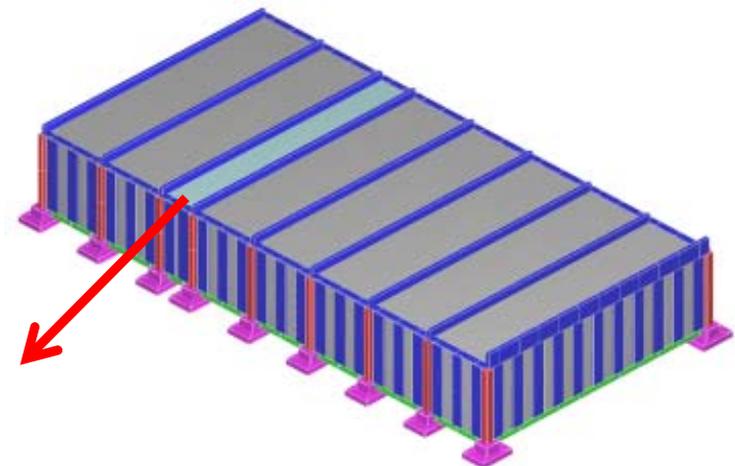
**TRAVI DI COPERTURA:** 9 travi monolitiche in c.a. a doppia pendenza (10%), Luce = 21 m. Collegamento ad attrito su forcelle pilastri.

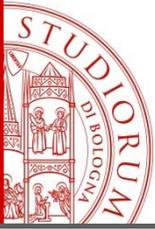
**PANNELLI DI COPERTURA:** pannelli in laterizio MOLTO PESANTI (1800kg/mq). Rivestimento in lastre di eternit.

Pannelli collegati tra loro da GETTO DI COMPLETAMENTO gettato sopra ferri di ancoraggio ubicati alle estremità dei pannelli => **PIANO RIGIDO.**



**LUCERNARIO  
INTERROMPE PIANO  
RIGIDO**





# CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

## DANNI DA SISMA

- ⇒ SISTEMA RESISTENTE E' COSTITUITO DA 9 TELAI ISOSTATICI
- ⇒ EDIFICIO CON FORTE IRREGOLARITA' SIA IN PIANTA CHE IN ALTEZZA
- PRESENZA LUCERNARIO + PIANO INTERMEDIO NELLA ZONA UFFICI =>

### PRESENZA DI 2 PARTI STRUTTURALI CON 2 DIVERSI MODI DI VIBRARE

=> DURANTE SISMA STRUTTURA LUCERNARIO HA DEMOLITO TUTTI GLI APPOGGI





# **CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO**

## **DANNI DA SISMA**



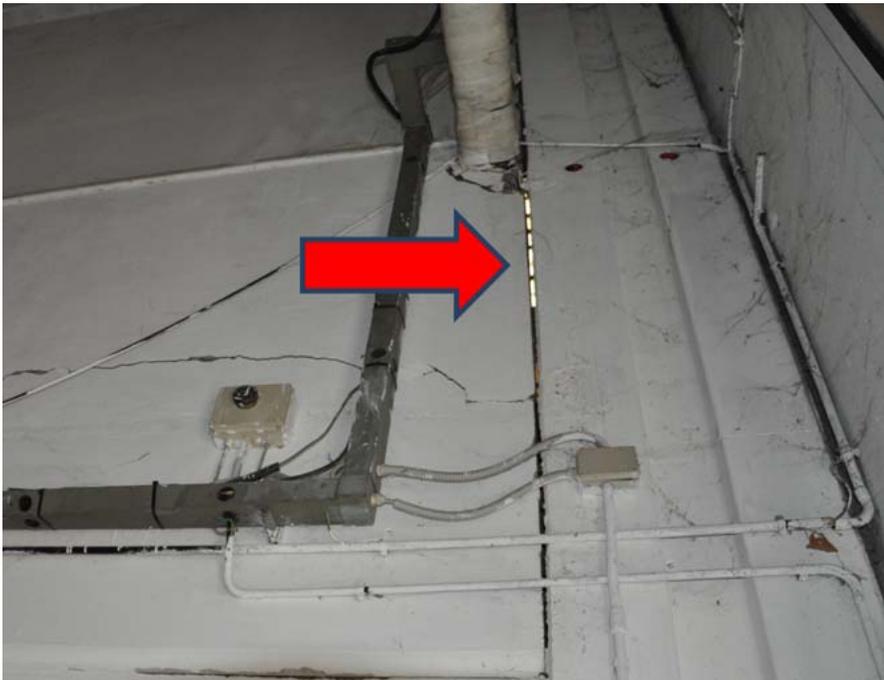
**DANNI ALLE  
FORCELLE DEI  
PILASTRI  
=> armatura inadeguata**

**ROTTURA DEL PILASTRO PER  
PRESENZA DI MURO DI  
TAMPONAMENTO  
=> PILASTRO TOZZO**



# **CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO DANNI DA SISMA**

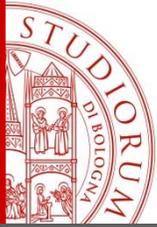
## **ELEVATI SPOSTAMENTI IN SOMMITA' PILASTRI:**



**1. DISTACCO DI CIRCA DUE CENTIMETRI TRA I TAMPONAMENTI ESTERNI E I PILASTRI**

**2. SCIVOLAMENTO DELLA TRAVE MONOLITICA DAL SUO APPOGGIO.  
(Collegamento ad attrito)**





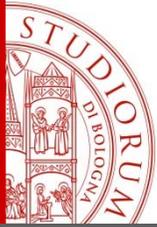
# CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

## DANNI DA SISMA



3. **ROTTURA SOLAI IN  
CORRISPONDENZA  
DELL'UNIONE TRA SOLAI  
E STRUTTURA VERTICALE**





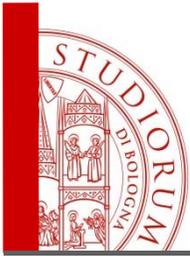
# **CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO**

## **DANNI DA SISMA**



**ROTTURA DEI DIVISORI INTERNI E  
DELLE FINITURE (CONTROSOFFITTI)**





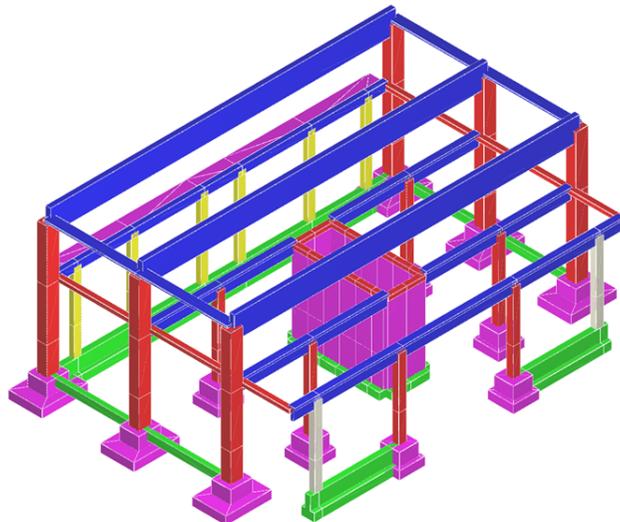
## **CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO**

### **ANALISI VULNERABILITA'**

- Eccessiva deformabilità della struttura;
- Porzioni di edifici con periodi di vibrazione differenti;
- Mancanza di adeguati collegamenti trave/pilastro;
- Forcelle nella sommità del pilastro non armata per azioni sismiche;
- Armatura dei pilastri inadeguata alle azioni sismiche;
- Mancanza di adeguati collegamenti nell'unione copertura/trave;
- Plinti di fondazione armati inadeguatamente alle azioni sismiche;
- Pannelli di tamponamento molto pesanti (2.000 kg/metro) collegati superiormente con squadrette in acciaio => deteriorate con sisma.

# CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

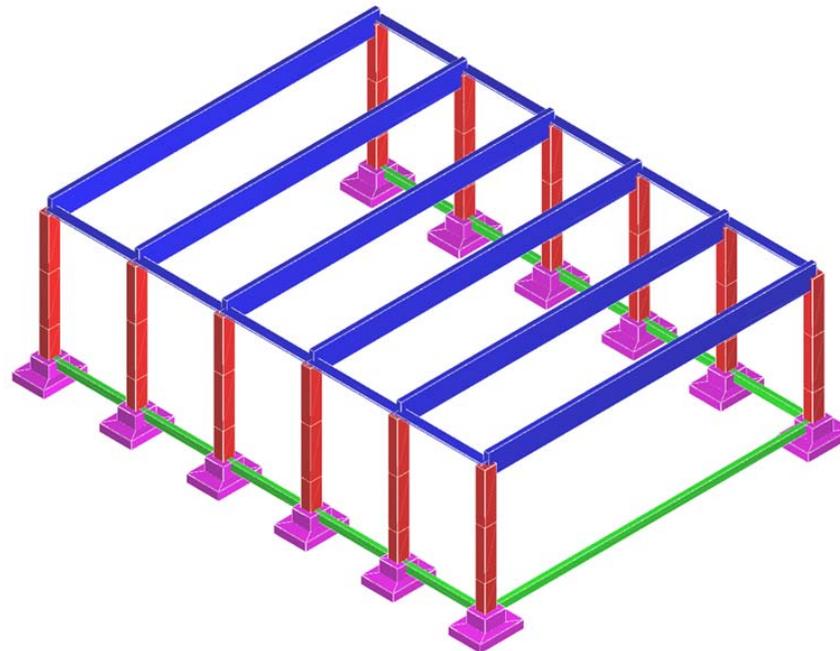
## Zona uffici



Modello tridimensionale

GIUNTO STRUTTURALE  
=> 2 MODELLI SEPARATI

## Zona produzione



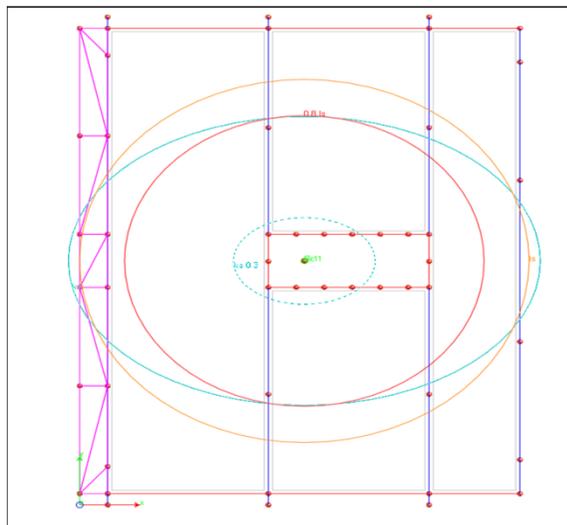
Modello tridimensionale

# CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

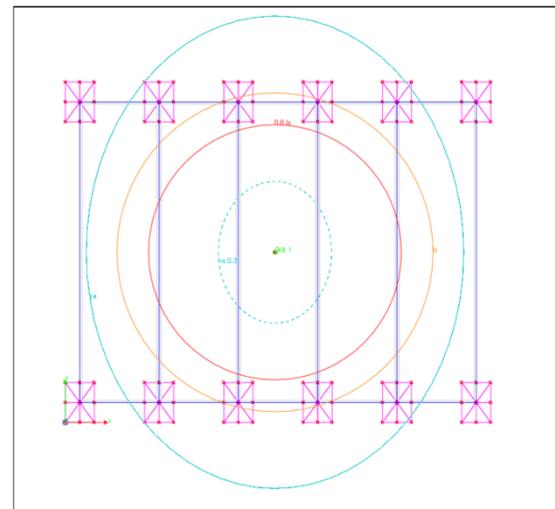
## INTERVENTI PREVISTI PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO

1. **GIUNTO STRUTTURALE** tra la parte più deformabile e zona più rigida  
Dimensione > somma degli spostamenti delle due strutture (6 cm).
2. **REALIZZAZIONE NUOVE STRUTTURE SISMORESISTENTI** => disposizione, forma e orientamento studiate in modo tale da correggere l'eccentricità tra centro di massa e centro di rigidezza.

### 1 + 2 = CREARE REGOLARITA' STRUTTURALE

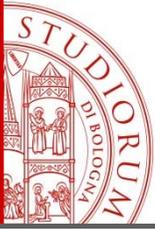


Zona uffici



Zona lavorazione

**Coincidenza tra centro di massa e rigidezza.**

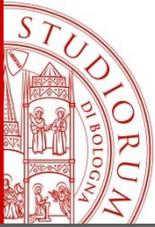


## **CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO**

### **INTERVENTI PREVISTI PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO**

---

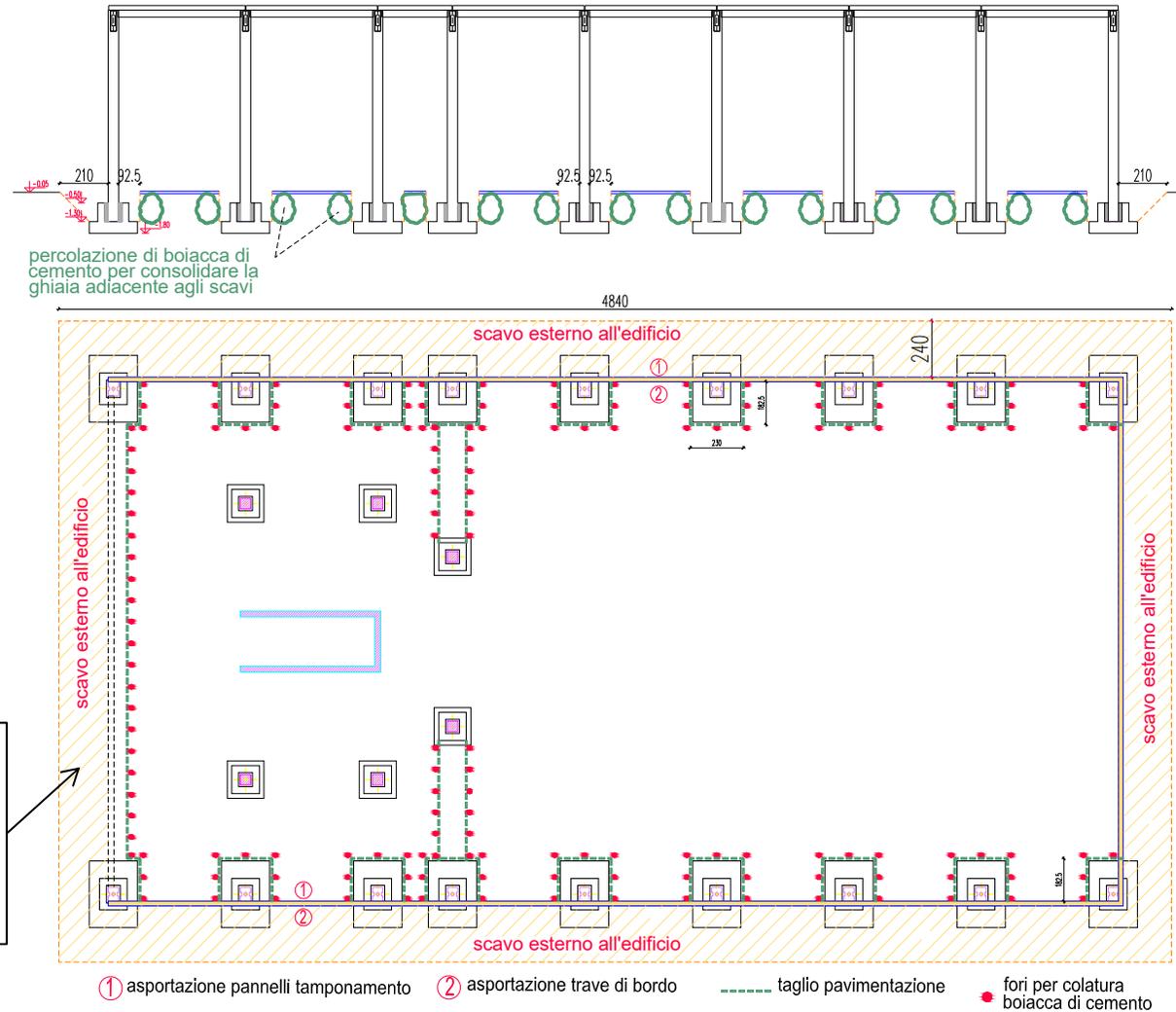
- 3. RIDUZIONE DELLE MASSE SISMICHE:** sostituzione dei pannelli di tamponamento danneggiati e pesanti con pannelli sandwich coibentati a bassissimo peso (inoltre aumento delle prestazioni termiche !);
- 4. RINFORZO FONDAZIONI, RINFORZO COLLEGAMENTO PLINTO – PAVIMENTAZIONE E PLINTO – PILASTRO:** pavimentazione estremamente rigida nel piano crea utile contributo cerchiante in caso di sisma.



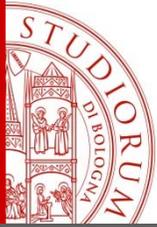
# CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

## INTERVENTI PREVISTI PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO

### RINFORZO FONDAZIONI

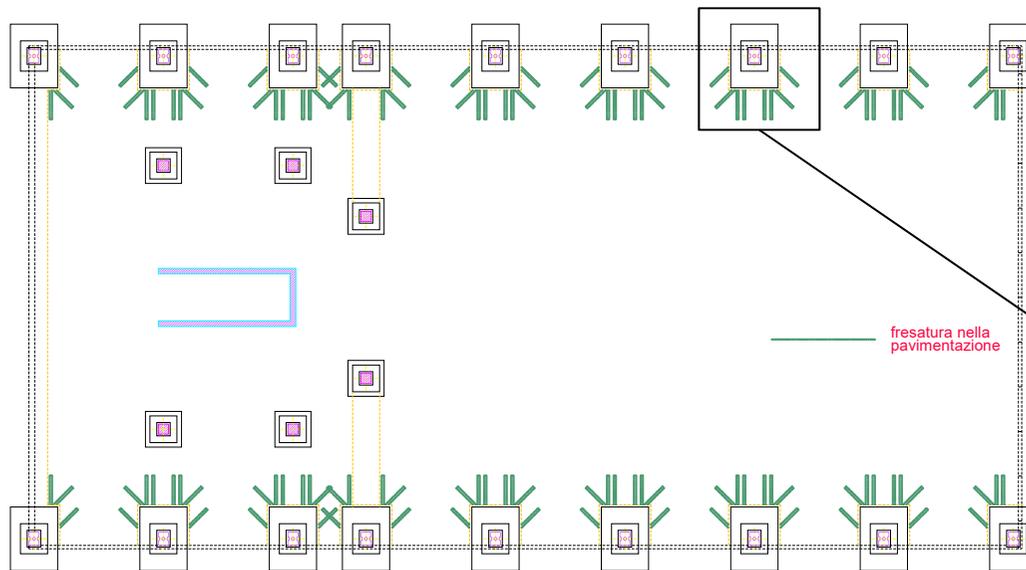


Creazione nuova pavimentazione esterna => effetto di cerchiatura dei pilastri.

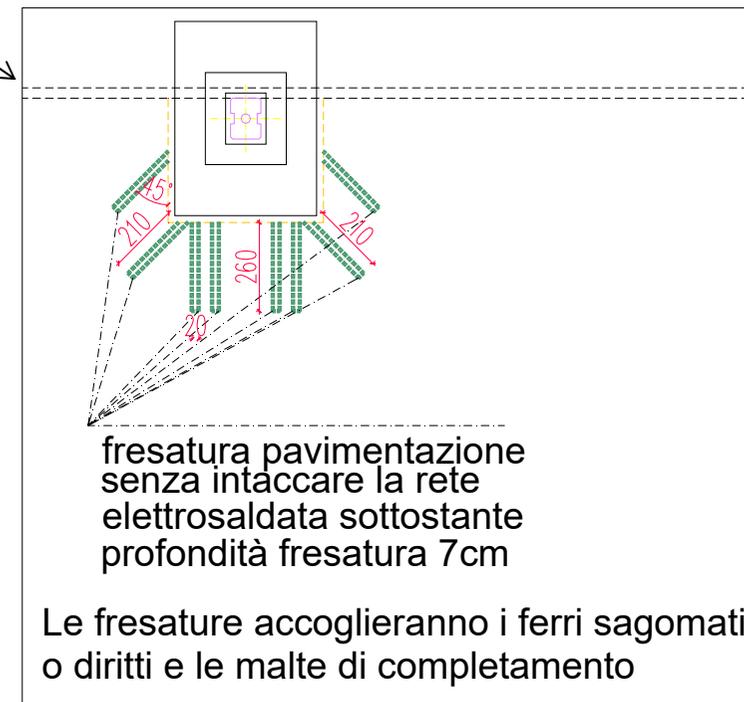


# CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

## INTERVENTI PREVISTI PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO



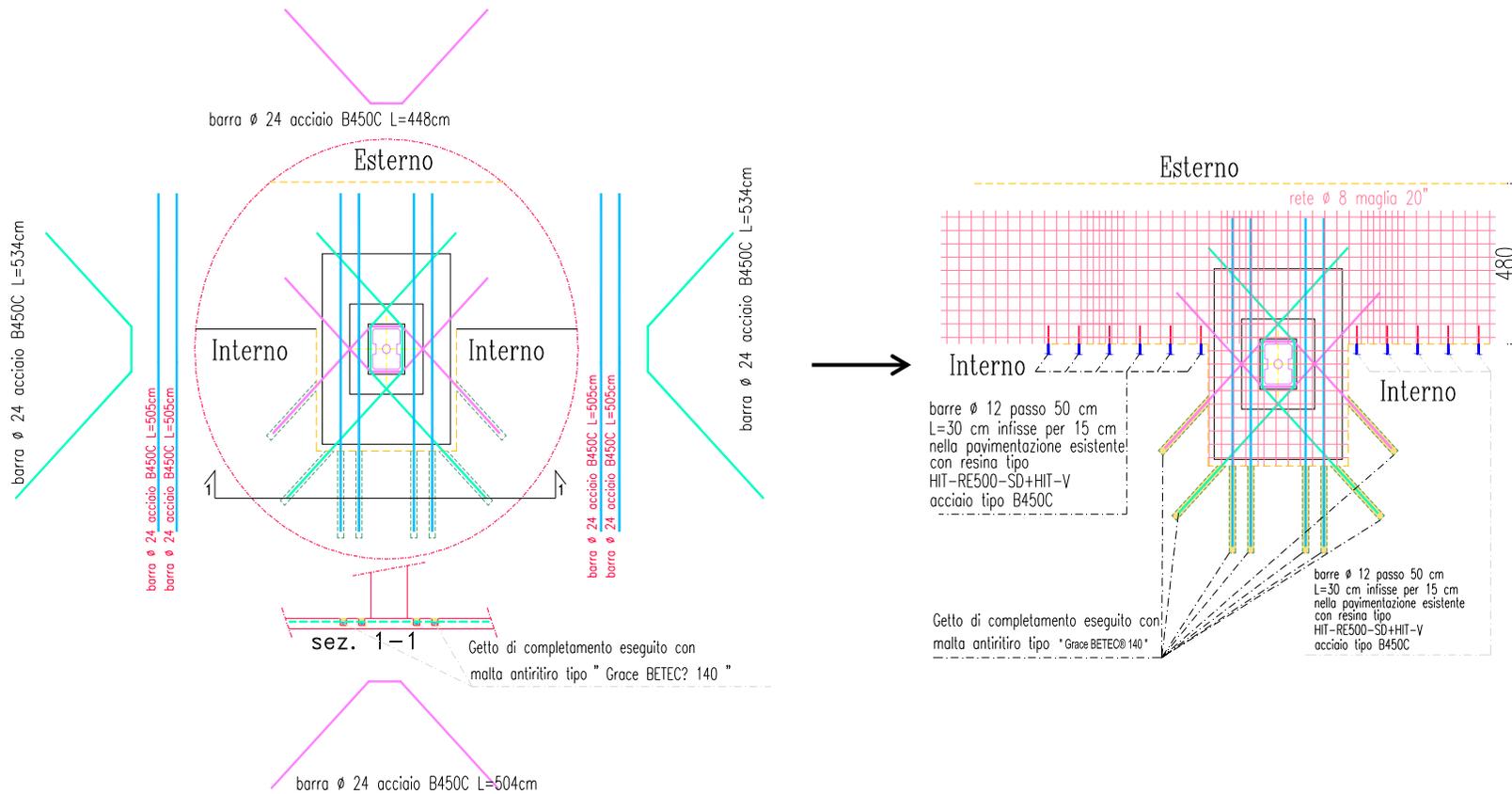
### RINFORZO COLLEGAMENTO PLINTO-PAVIMENTO



# CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

## INTERVENTI PREVISTI PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO

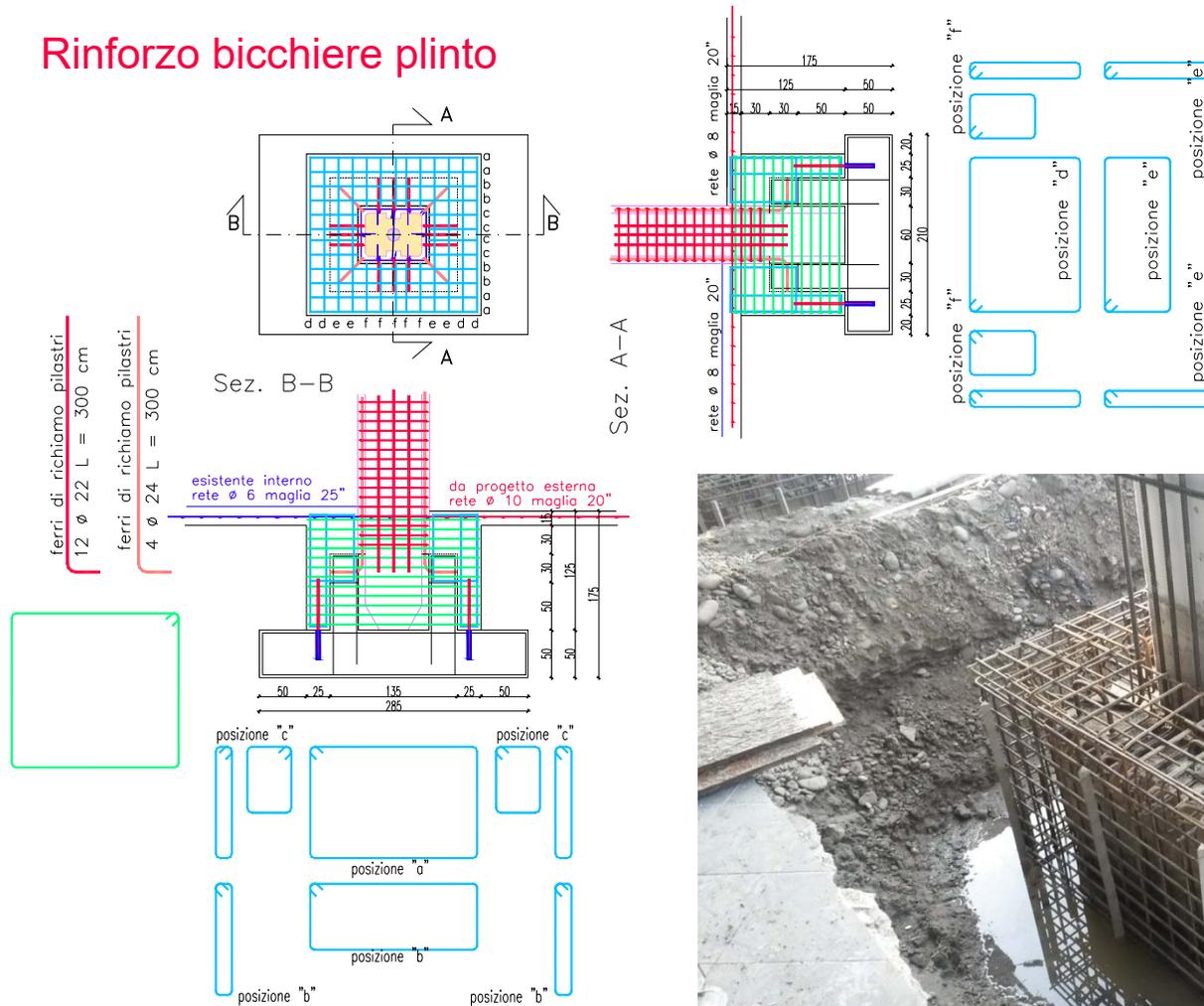
### Particolare posa barre di ancoraggio nelle tasche fresate

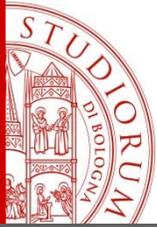


# CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

## INTERVENTI PREVISTI PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO

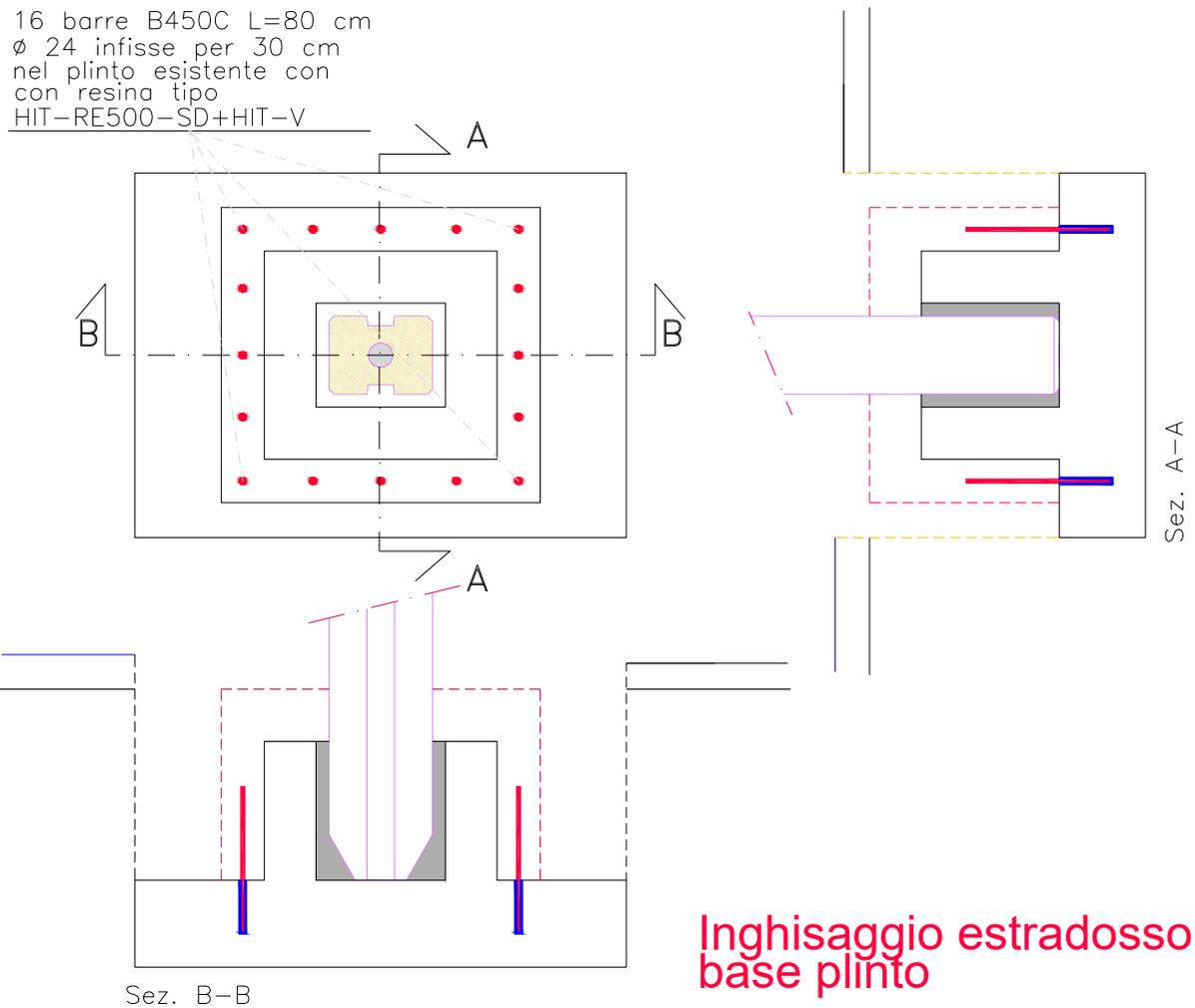
### Rinforzo bicchiere plinto

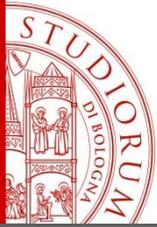




# CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

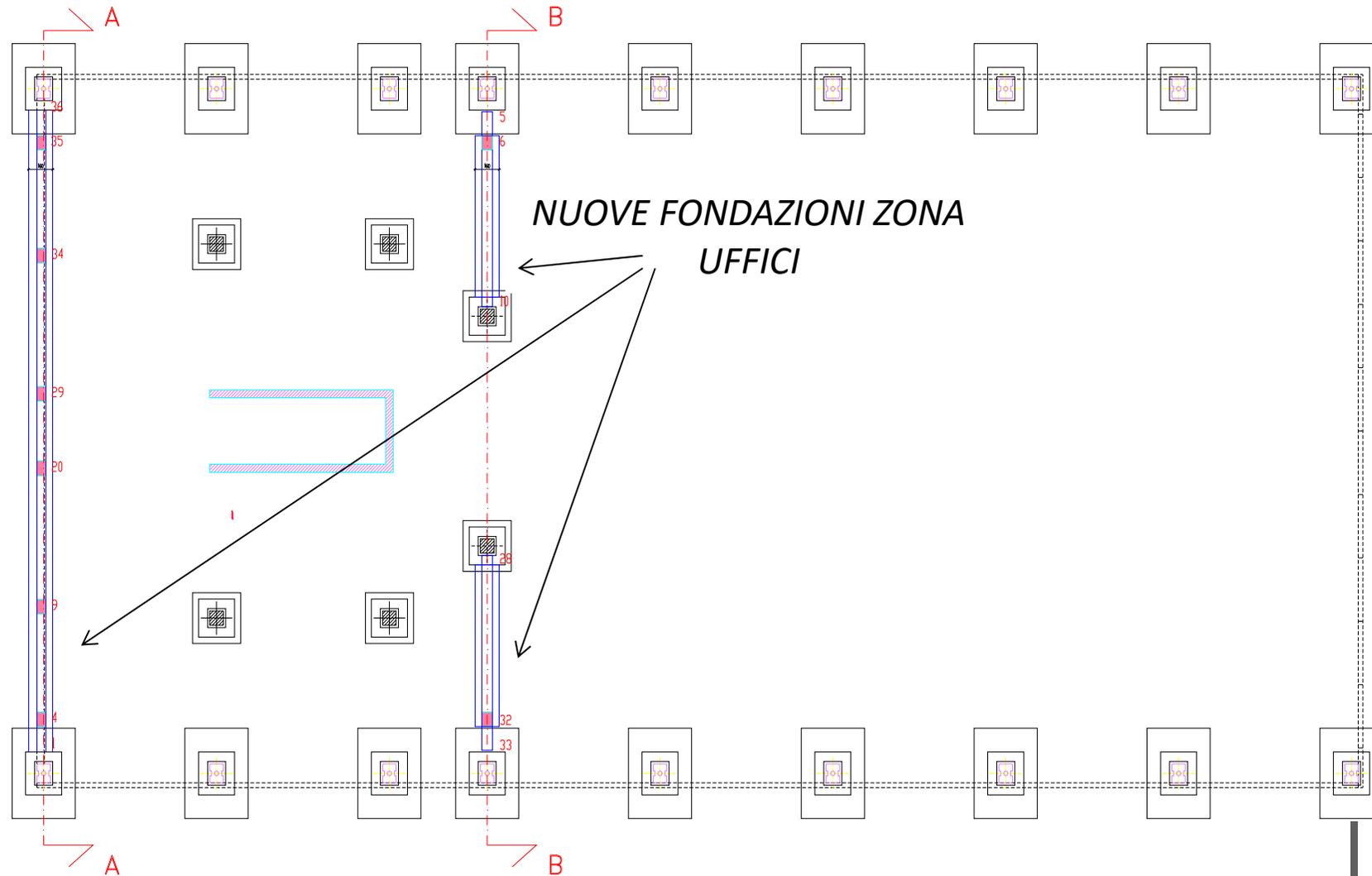
## INTERVENTI PREVISTI PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO

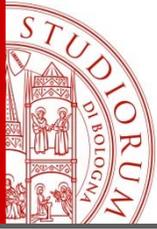




# CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

## INTERVENTI PREVISTI PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO



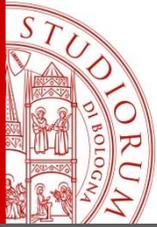


# **CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO**

## **INTERVENTI PREVISTI PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO**

### *NUOVE FONDAZIONI ZONA UFFICI*





# CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

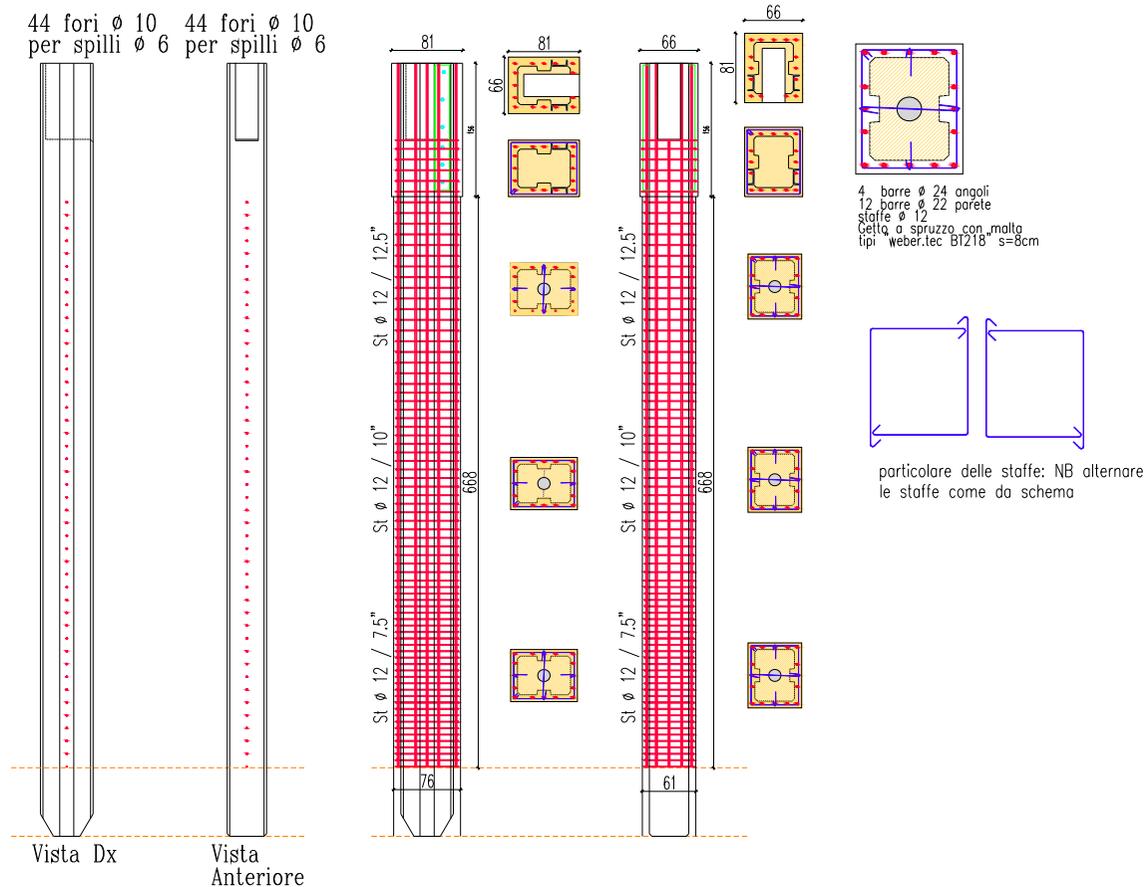
## INTERVENTI PREVISTI PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO

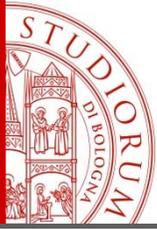
### 3. RIPARAZIONE E RINFORZO DEI PILASTRI: incamiciamento con nuove barre metalliche + BETONCINO FIBRORINFORZATO

Sezione iniziale 45x60 cm  
diventa 66x81 cm



**AREA RADDOPPIATA !!**





# CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

## INTERVENTI PREVISTI PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO

*Armatura di incamiciamento alla base del pilastro:*



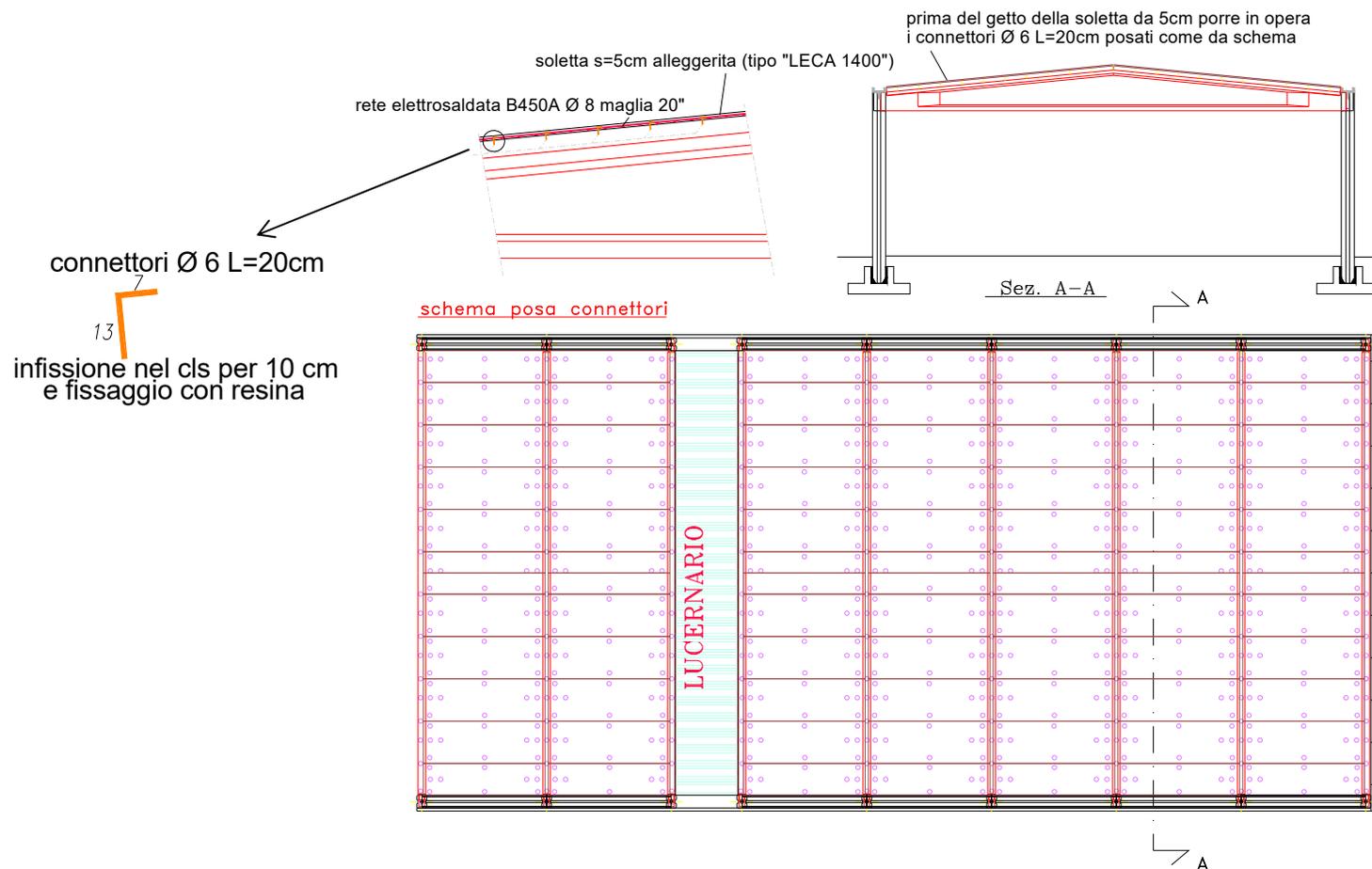
*Armatura di incamiciamento in sommità pilastro:*



# CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

## INTERVENTI PREVISTI PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO

4. **RAFFORZAMENTO PIANO RIGIDO IN COPERTURA:** asportazione manto in eternit e getto soletta alleggerita con rete elettrosaldata e connettori metallici

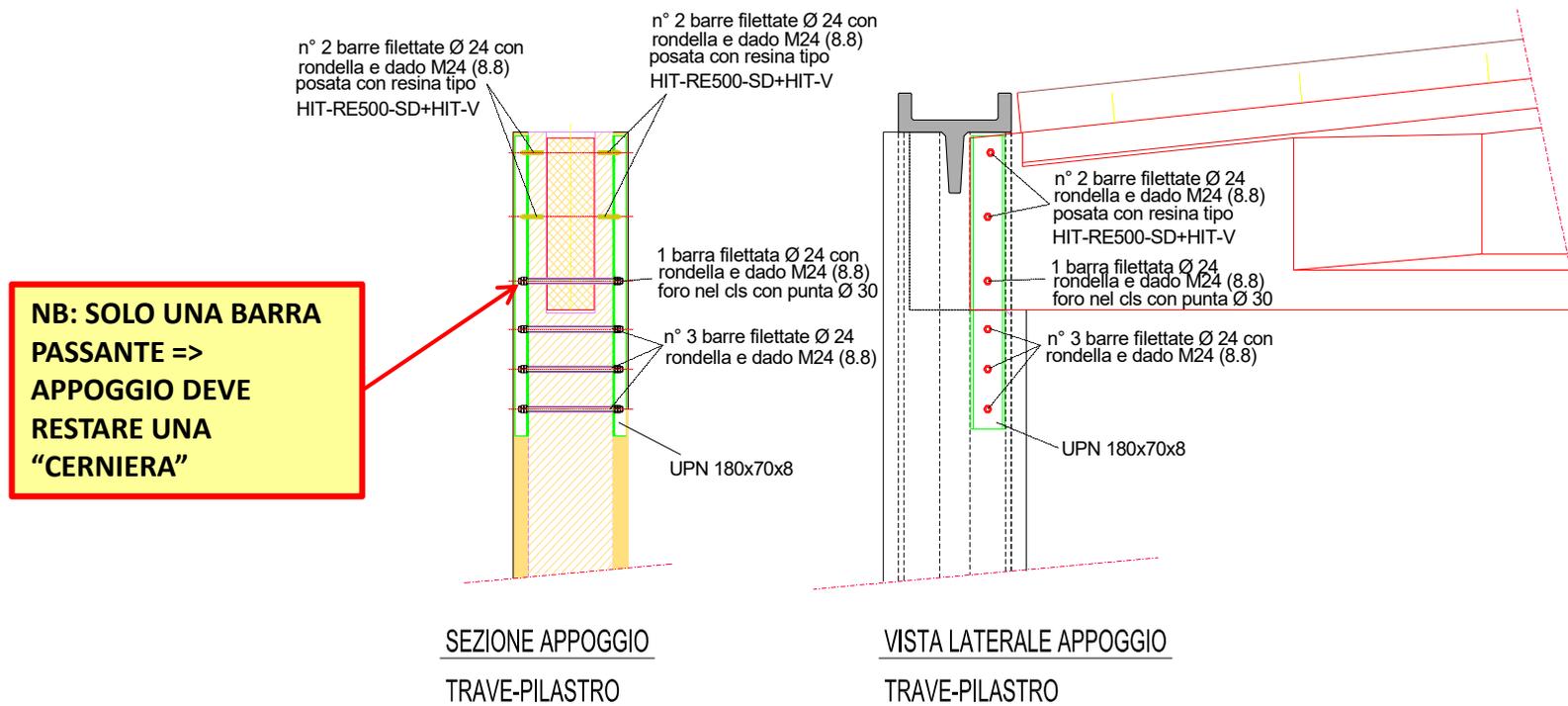


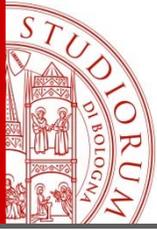
# CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

## INTERVENTI PREVISTI PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO

5. **INTERVENTO SU NODO TRAVE PILASTRO:** bloccare sfilamento e ribaltamento travi monolitiche dall'appoggio senza creare incastro = > fondamentale ricreare ipotesi di cerniera.

### Rinforzo nodotrave/pilastro



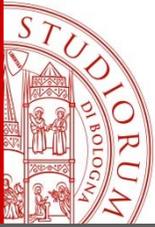


# CASO STUDIO 1: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

## INTERVENTI PREVISTI PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO

Particolare attacco trave – pilastro:

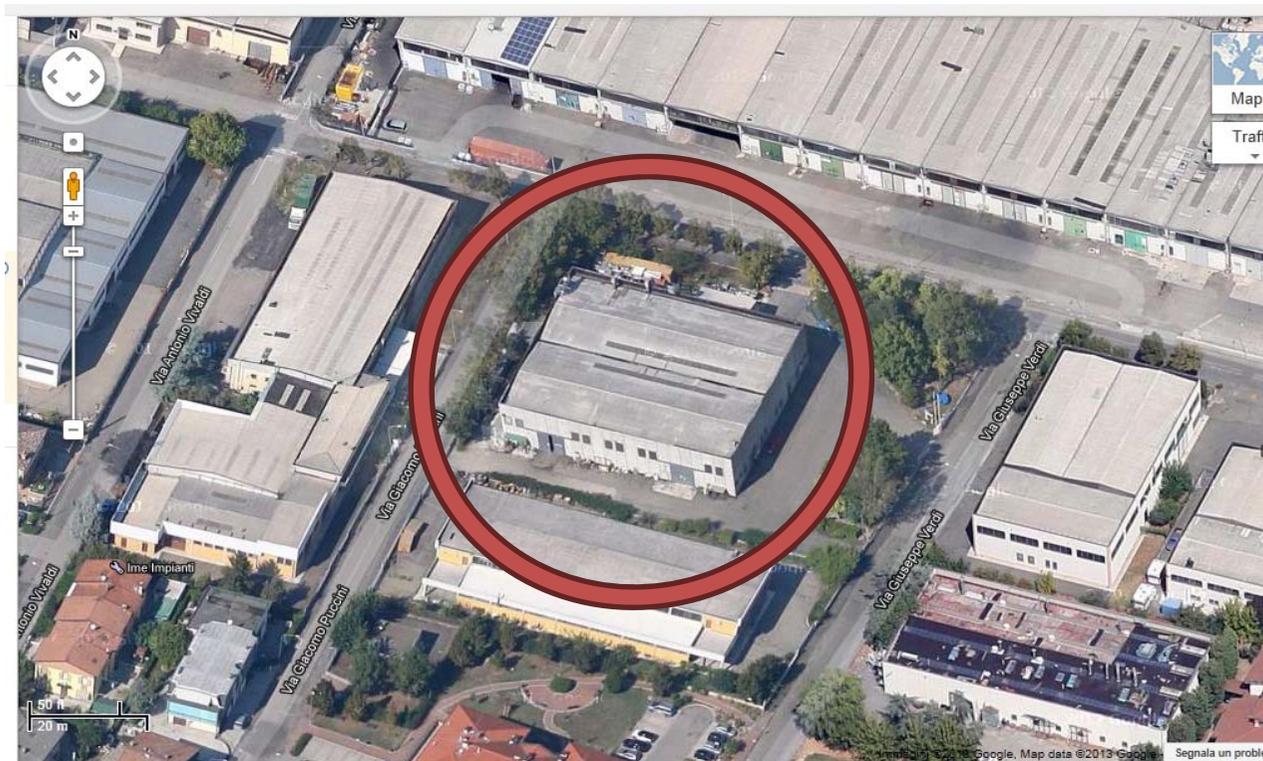




## CASO STUDIO 2: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

### EDIFICIO USO PRODUTTIVO COMUNE DI BASTIGLIA (MO)

*Intervento di miglioramento*





## **CASO STUDIO 2: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO**

### **DESCRIZIONE EDIFICIO:**

- **Capannone anni '80**
- Edificio produttivo, destinazione autocarrozzeria macchine d'epoca
- A Ovest edificio monopiano;
- A Est zona edificio a due piani uso uffici.

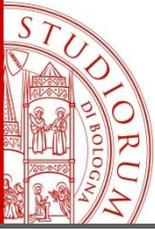
### **STRUTTURE PORTANTI SIMILI A QUELLE DELL'EDIFICIO PRECEDENTE:**

**FONDAZIONI:** gettate in opera e costituite da plinti a bicchiere collegati da trave porta pannelli in semplice appoggio.

**PILASTRI:** tipo prefabbricato.

PILASTRI E FONDAZIONI CON ARMATURA INADEGUATA AD ASSORBIRE AZIONE SISMICA.

**PAVIMENTAZIONE COSTITUITA DA SOLETTA IN C.A. DI ESTREMAMENTE RIGIDA => ha evitato crisi fondazioni**



## **CASO STUDIO 2: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO**

### **DESCRIZIONE STRUTTURA ANTE SISMA**

**TRAVI DI COPERTURA:** travi monolitiche a doppia pendenza (10%), Luce = 18 m.

Appoggio su forcelle pilastri tramite piastra delle dimensioni 200\*200\*10 mm + spinotto che ne impedisce lo scivolamento.

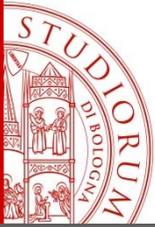
**PANNELLI DI COPERTURA:** “pannelli traliccio” s= 20 cm.

Pannelli collegati tra loro e alle travi di copertura attraverso da GETTO DI COMPLETAMENTO gettato sopra ferri di ancoraggio ubicati alle estremità dei pannelli

**=> PIANO RIGIDO.**

**CRITICITA':** a causa di esigenze produttive, avendo l'edificio numerose **aperture**, queste sono state **tamponate con mattoni senza le necessarie ammorsature**, creando giunti freddi e possibilità di ribaltamento dei tamponamenti fuori dal piano.

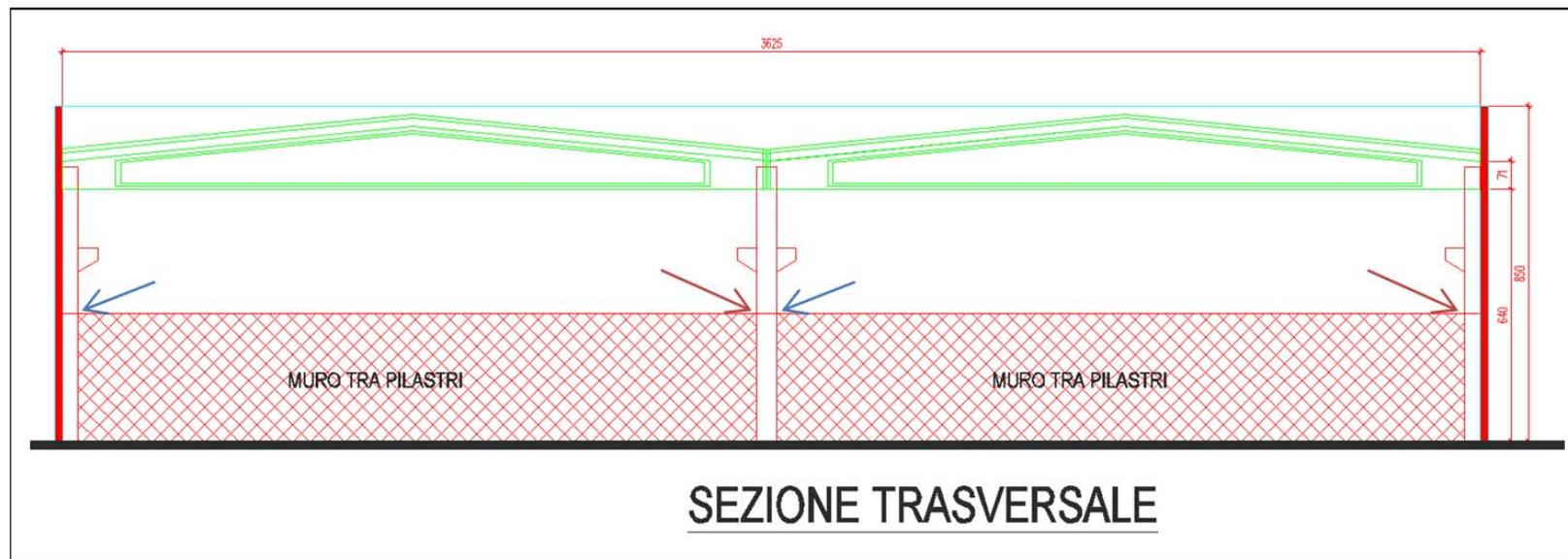
Inoltre all'interno del capannone è stata creata una **zona uffici** creando asimmetrie strutturali e conseguenti diversi comportamenti in caso di sisma (IRREGOLARITÀ IN PIANTA ED IN ALTEZZA).



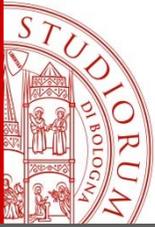
## CASO STUDIO 2: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

### DESCRIZIONE STRUTTURA ANTE SISMA

*Contributo negativo della zona uffici:*



Le frecce riportano la nascita dei nuovi vincoli in caso di sisma in direzione Y;  
In rosso sono indicati i nuovi vincoli in caso di sisma in direzione  $Y+ \rightarrow$  ( ) e in colore azzurro i nuovi vincoli in caso di sisma in direzione  $Y- \leftarrow$  ( )  
=> cambiamento della rigidezza alla traslazione del pilastro in seguito alla creazione del nuovo vincolo.



## CASO STUDIO 2: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

### DESCRIZIONE STRUTTURA ANTE SISMA



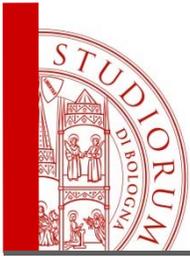
La freccia riporta la nascita del nuovo vincolo in caso di sisma in direzione X => cambiamento della rigidezza alla traslazione del pilastro in seguito alla creazione del nuovo vincolo:

Rigidezza iniziale del pilastro:  $k=3EJ/L^3$  ;

Dopo l'inserimento del muro  $k=3EJ/(L/2)^3 \Rightarrow K=24EJ/L^3$

**8 volte più rigida rispetto agli altri pilastri senza la costruzione del muro tra i pilastri stessi.**

=> Saranno create delle asole in corrispondenza dell'unione tra il muro, il relativo solaio ed i pilastri interessati in modo tale da ripristinare le vecchie ipotesi di calcolo e l'originale comportamento dei pilastri.



## **CASO STUDIO 2: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO**

### **DESCRIZIONE STRUTTURA ANTE SISMA**

#### **VULNERABILITÀ RISCONTRATE:**

- Eccessiva deformabilità della struttura;
- Zona uffici in muratura posizionata internamente all'edificio e non separata dalla struttura in C.A. da opportuni giunti;
- Mancanza di collegamenti "adeguati" nel nodo trave/pilastro;
- Forcelle nella sommità del pilastro armate inadeguatamente alle azioni sismiche;
- Armatura dei pilastri inadeguata alle azioni sismiche;
- Mancanza di collegamenti "adeguati" nell'unione copertura/trave;
- Plinti di fondazione armati inadeguatamente alle azioni sismiche;
- Pannelli di tamponamento molto pesanti (2.000,00 kg al metro);



## **CASO STUDIO 2: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO**

### **ACCORGIMENTI ADOTTATI:**

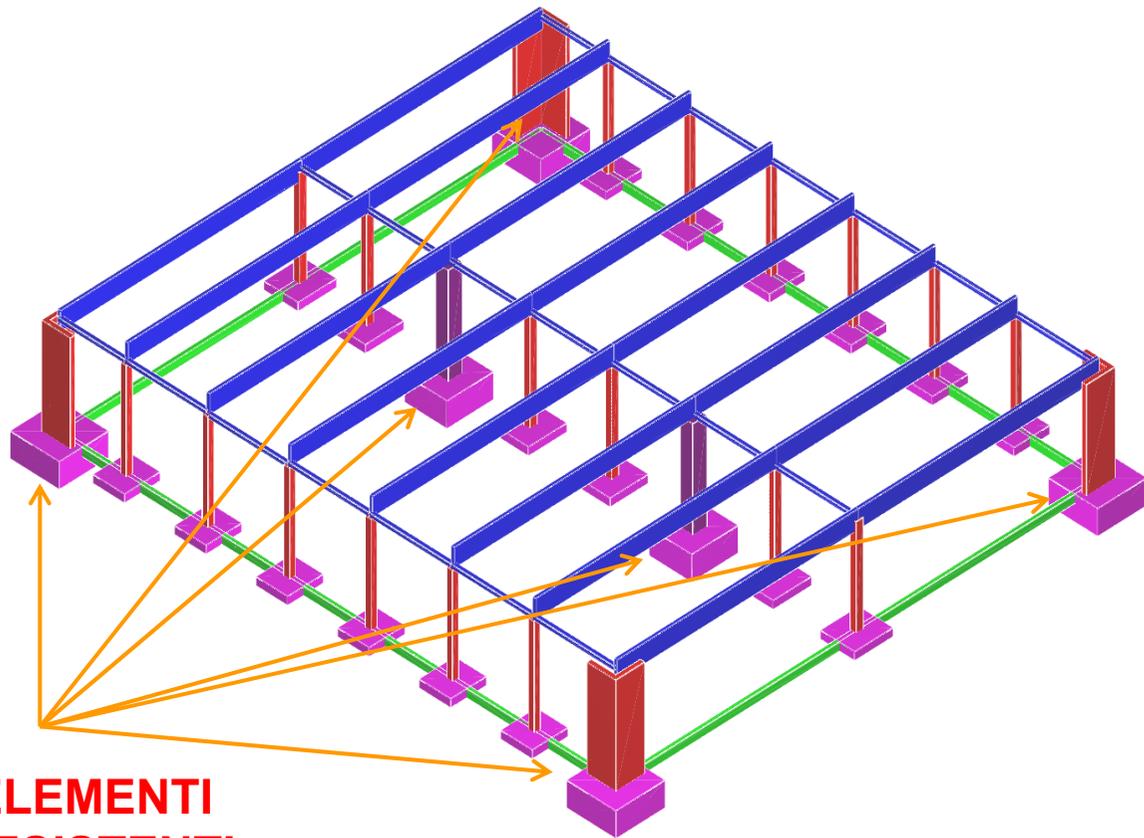
- 1. CREAZIONI DI GIUNTI SISMICI** tra la zona uffici in muratura (molto rigida) e la struttura in C.A. del capannone (molto deformabile);
- 2. CREAZIONE DI ELEMENTI SISMO-RESISTENTI** => strategia progettuale prevede di affidare le azioni sismiche solo agli elementi di nuova progettazione.  
Nuovi elementi progettati cercando di far coincidere il centro di massa con il centro delle rigidezze e centrifugare il più possibile le strutture sismo-resistenti.

## CASO STUDIO 2: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

### MODELLO TRIDIMENSIONALE EDIFICIO:

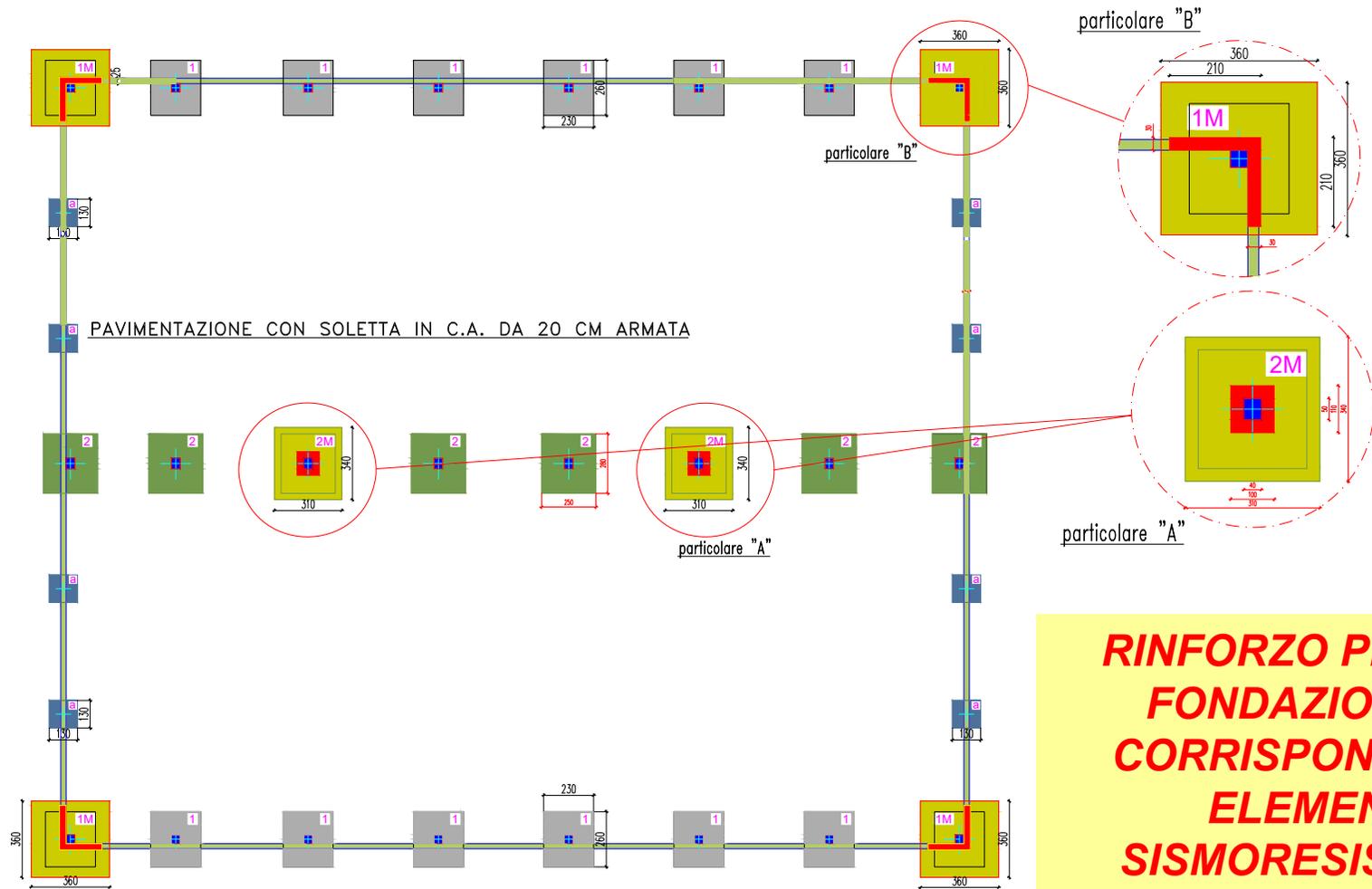
⇒ Sono stati rafforzati i 4 plinti d'angolo per assorbire gli sforzi derivante dai NUOVI 4 ELEMENTI SISMO-RESISTENTI (SETTI IN C.A.)

⇒ stesso ragionamento è stato adottato per i 2 plinti centrali anch'essi adibiti ad assorbire nuove sollecitazioni.



**NUOVI ELEMENTI  
SISMO-RESISTENTI**

## CASO STUDIO 2: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO



## CASO STUDIO 2: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

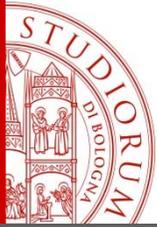
RINFORZO FONDAZIONI:



*Plinto d'angolo*



*Plinto centrale*



## **CASO STUDIO 2: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO**

*Nuovi elementi sismo-resistenti: setti d'angolo*

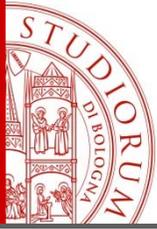


*Ferri di richiamo*



*Armatura setto*

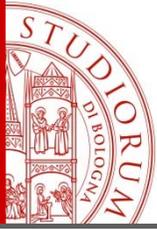




## **CASO STUDIO 2: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO**

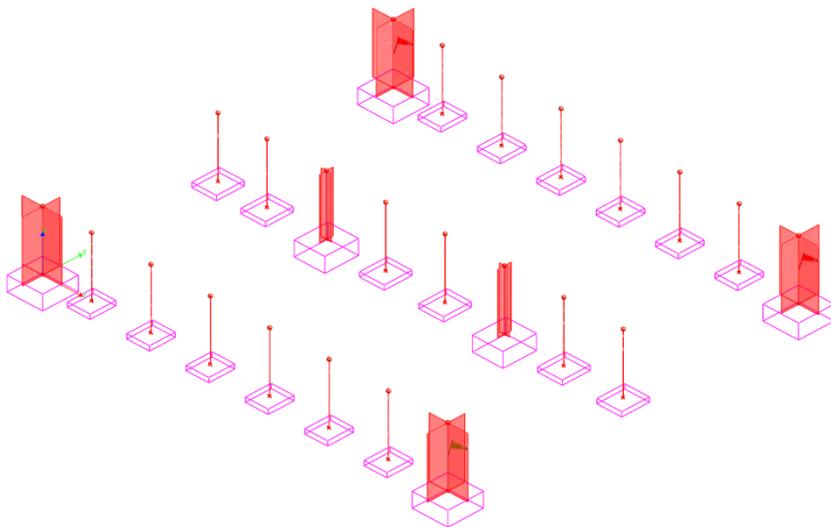
*Setti d'angolo:*





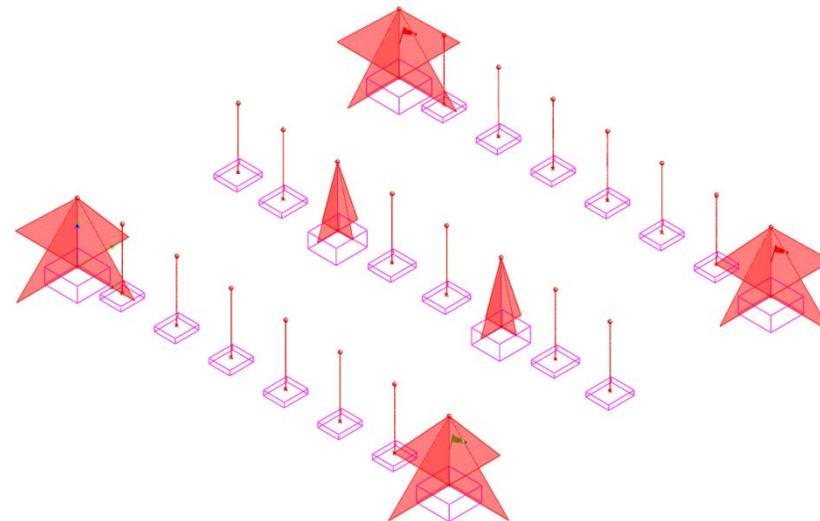
## CASO STUDIO 2: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

### INVILUPPO DIAGRAMMA DI TAGLIO:



*Dall'osservazione dell'inviluppo dei diagrammi dei momenti e dei tagli nei pilastri, si evince che TUTTA L'AZIONE SISMICA È STATA ASSORBITA DAI NUOVI ELEMENTI STRUTTURALI => azioni molto basse ai pilastri originali.*

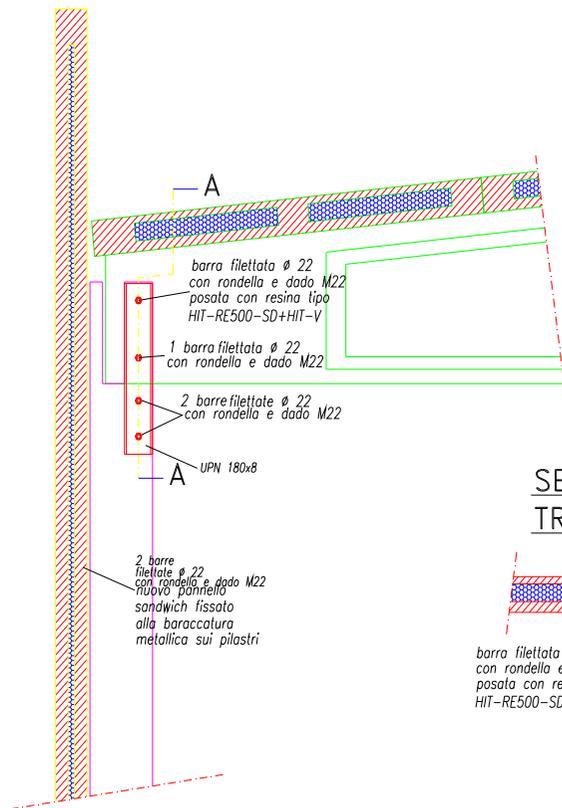
### INVILUPPO DIAGRAMMA MOMENTI



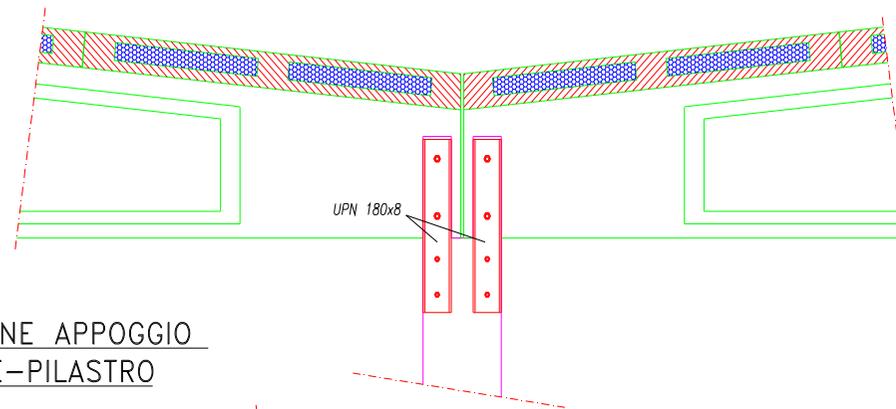
## CASO STUDIO 2: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

### 3. COLLEGAMENTI TRAVE PILASTRO per evitare lo sfilamento ed il ribaltamento della trave

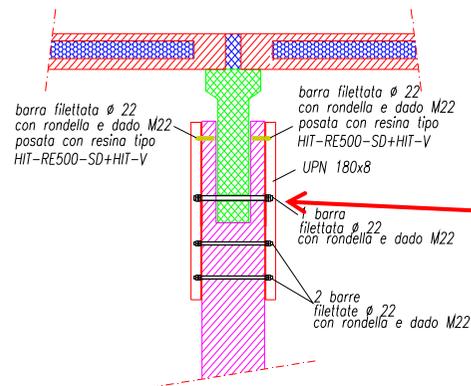
VISTA APPOGGIO TRAVE-PILASTRO ESTERNO



VISTA APPOGGIO TRAVE-PILASTRO CENTRALE



SEZIONE APPOGGIO  
TRAVE-PILASTRO



**NB: SOLO UNA  
BARRA PASSANTE  
=> APPOGGIO DEVE  
RESTARE UNA  
"CERNIERA"**



## CASO STUDIO 2: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO



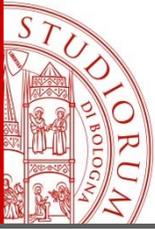
*Rinforzo  
copertura con  
fibre di carbonio*



## **CASO STUDIO 2: INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO**

---

6. **Rimozione dei pannelli di tamponamento** e sostituzione con pannelli più leggeri per migliorare il comportamento del telaio, ridurre le masse sismiche e migliorare l'efficientamento energetico
7. Inoltre al fine di **evitare il ribaltamento dei muri**, verranno posti in opera dei muri in muratura di mattoni adeguatamente ammorsati ai muri esistenti e posti perpendicolarmente ai muri longitudinali posati su nuove fondazioni.

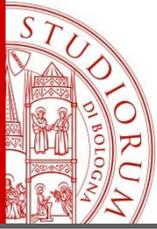


# **INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO DI UN CAPANNONE INDUSTRIALE PREFABBRICATO IN C.A. SITO IN EMILIA.**

**Edificio produttivo sito a Reggio Emilia  
(RE)**



**Progetto strutturale: Ing. Maurizio Trizzino  
Consulenza strutturale: Prof. Marco Savoia**



## **PARTICOLARITA' INTERVENTO**

Edificio produttivo con annessi uffici di grande valore, sia per motivi economici (attività leader nel settore a livello mondiale nella fabbricazione motori e accessori auto), sia per l'elevato contenuto tecnologico interno (presenza delle cosiddette "camere bianche"\*)

**ATTIVITÀ PRODUTTIVA CHE NON POTEVA ESSERE INTERROTTA  
DURANTE LA MESSA IN OPERA DEGLI INTERVENTI**

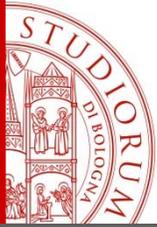
### **INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO PROGETTATO AL FINE DI INTERVENIRE**

**PRINCIPALMENTE DALL'ESTERNO** in modo tale da proseguire l'attività produttiva e non interferire con l'elevato contenuto tecnologico interno.

⇒ **Si interviene dall'esterno con ELEMENTI SISMORESISTENTI E DISSIPATORI ISTERETICI**

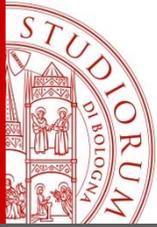
⇒ soluzione economicamente più vantaggiosa in quanto non si interrompe la produzione.

*\*camere bianche= stanze ad atmosfera controllata la cui caratteristica principale è la presenza di aria molto pura, cioè a bassissimo contenuto di microparticelle di polvere in sospensione.*

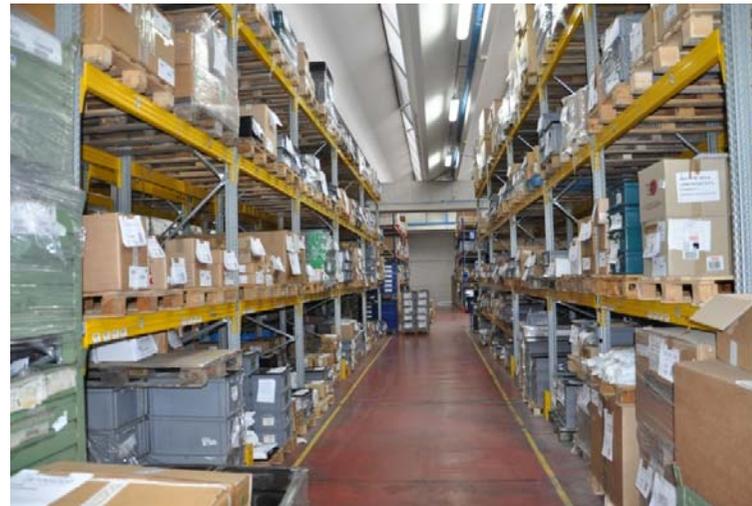


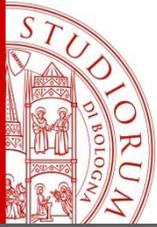
## **ELEVATO CONTENUTO TECNOLOGICO INTERNO**





## **ELEVATO CONTENUTO TECNOLOGICO INTERNO**





# GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

## 4 TIPOLOGIE COSTRUTTIVE:

**FORTE  
IRREGOLARITA' IN  
PIANTA  
E IN ALTEZZA**

**A**

**LOTTO 1**  
C.A  
PREFABBRICATO  
1 PIANO

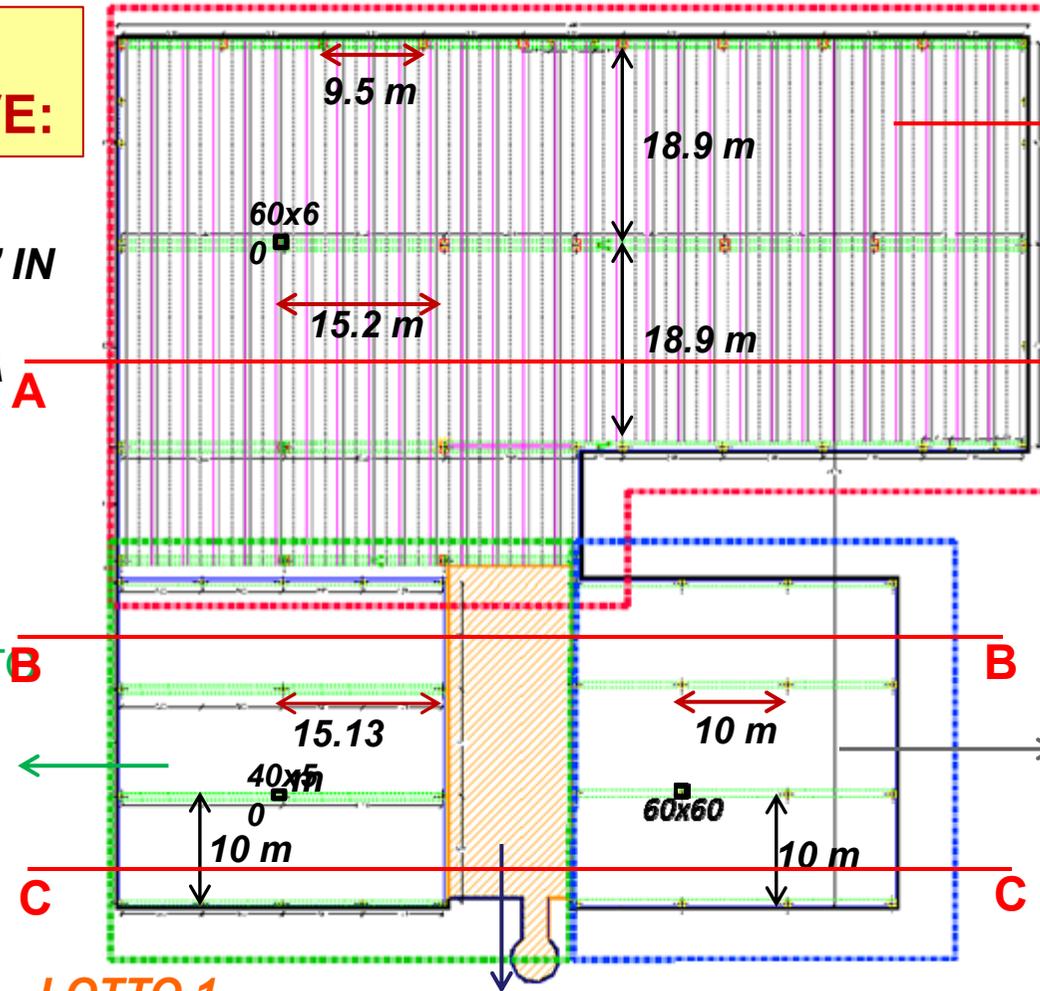
*H= 4.5 m sotto  
coppone*

**B**

**C**

**LOTTO 1**

C.A IN OPERA, IN PARTE 1 PIANO, IN PARTE 2 PIANI



**LOTTO 3**  
C.A  
PREFABBRICATO  
1 PIANO

*H= 5.25 m sotto  
tegolo*

**LOTTO 2**  
C.A  
PREFABBRICATO  
2 PIANI

*H= 8.05 m sotto  
coppone*

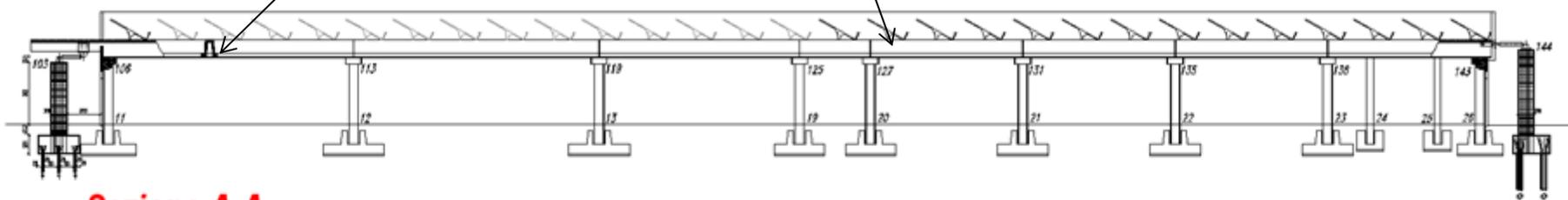
**INGOMBRO  
PLANIMETRICO = 81X86 M  
SUPERFICIE = 6130 MQ**

# GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

**LOTTO 3:** TRAVE A «V-ROVESCIA»  
h=1.1 m



TEGOLO AD ALI DI GABBIANO ASIMMETTRICA  
IN C.A.P. - tra i tegoli traslucido.



Sezione A-A

**LOTTO 1**

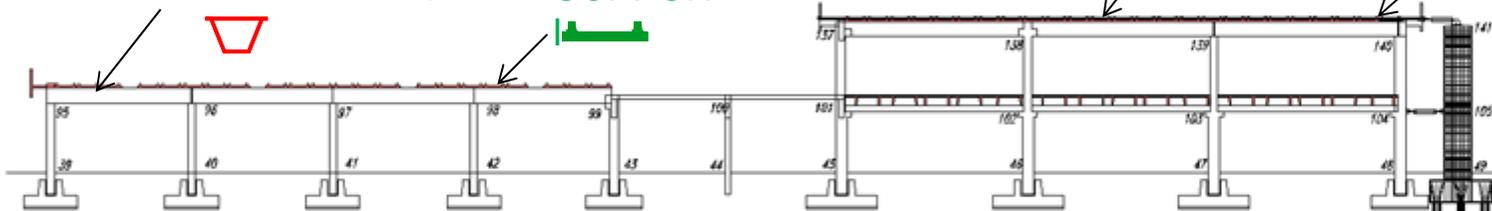
«TRAVE CANALA»  
IN PARETE SOTTILE COPPON



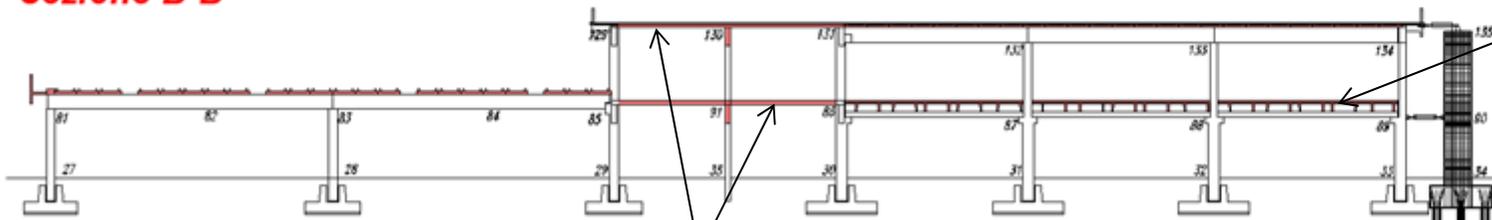
**LOTTO 2**

«TRAVE CANALA»  
IN PARETE SOTTILE

COPPON



Sezione B-B



Sezione C-C

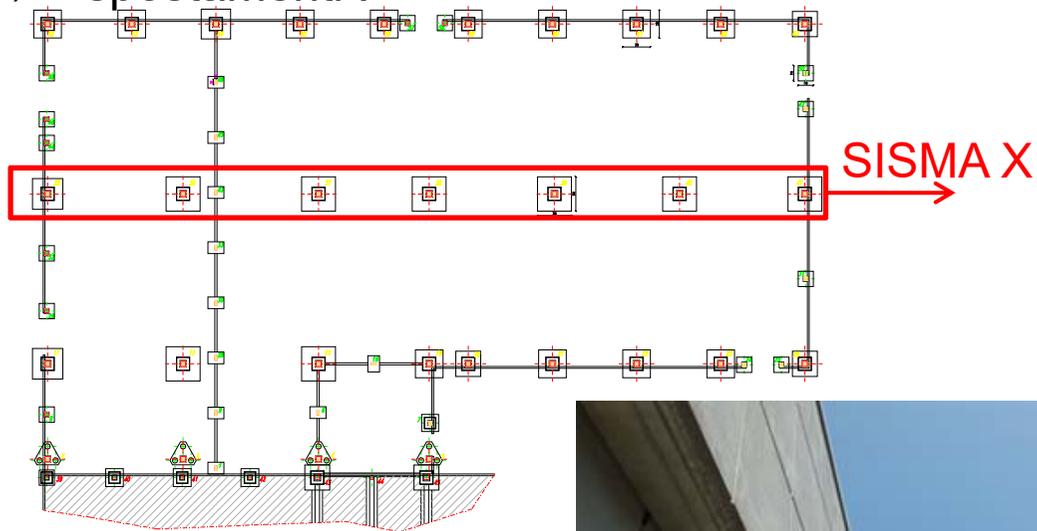
Solaio gettato in opera

TRAVE A T  
ROVESCIA  
TEGOLO A TT  
+ soletta in ca  
gettata in opera.



Pilastrata centrale ha  $< n^{\circ}$  di pilastri  $\Rightarrow$   $<$  RIGIDEZZA,  $>$  MASSA

$\Rightarrow$   $>$  spostamenti !



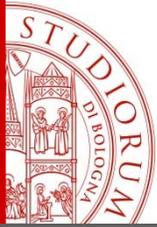
3° LOTTO



*Sbandamento pilastrata centrale*  $\Rightarrow$  **Martellamento trave su pannelli esterni di testata:**

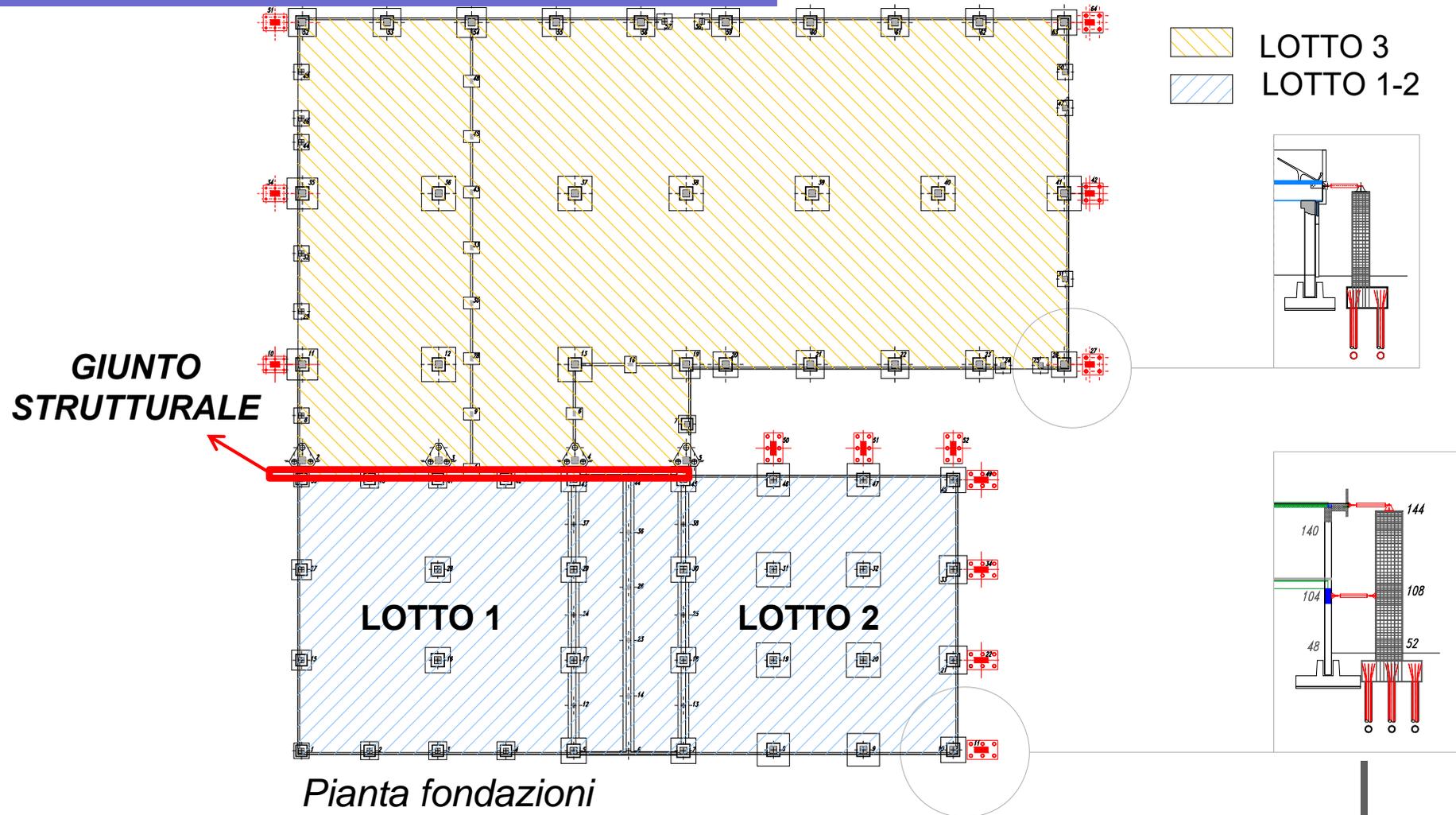
danneggiamento e fuoriuscita degli stessi di 3cm circa.

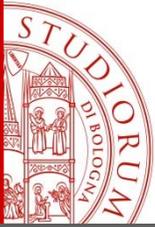




# INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO: POSIZIONAMENTO DEGLI ELEMENTI SISMORESISTENTI

**2 PARTI STRUTTURALI INDIPENDENTI:**

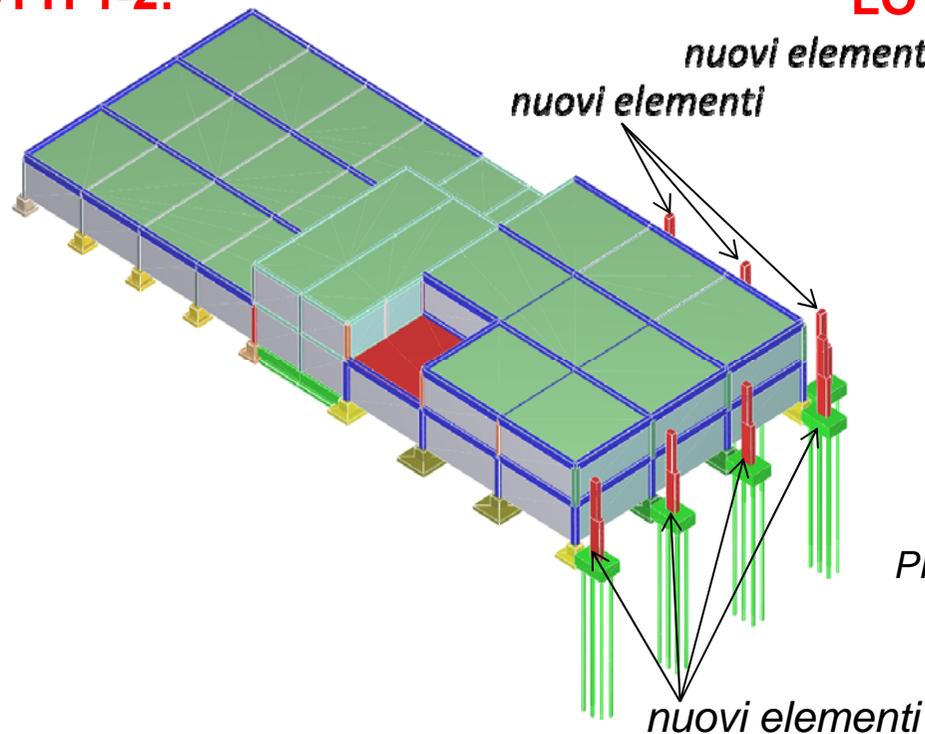




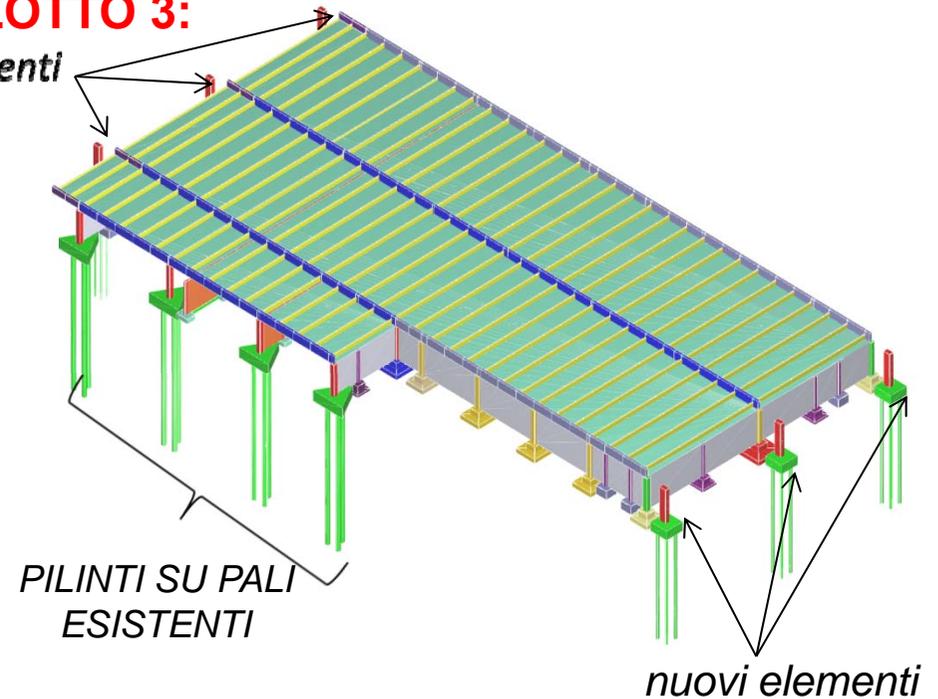
## INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO: MODELLAZIONE STRUTTURALE

### MODELLO TRIDIMENSIONALE STRUTTURA

**LOTTI 1-2:**

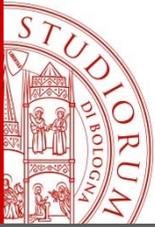


**LOTTO 3:**



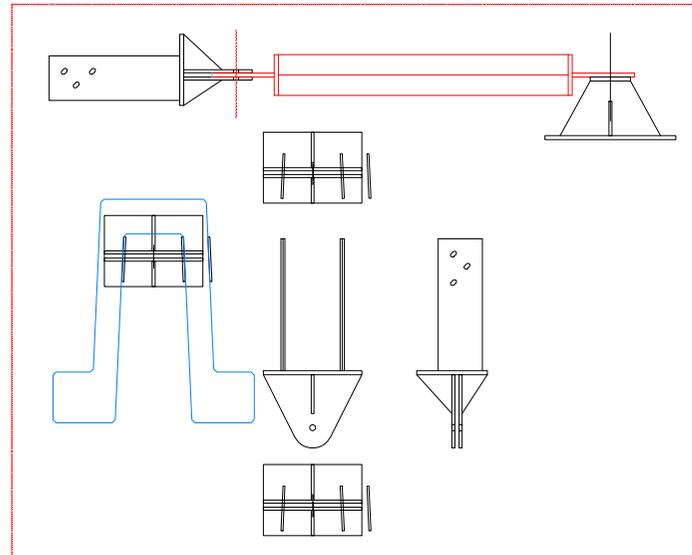
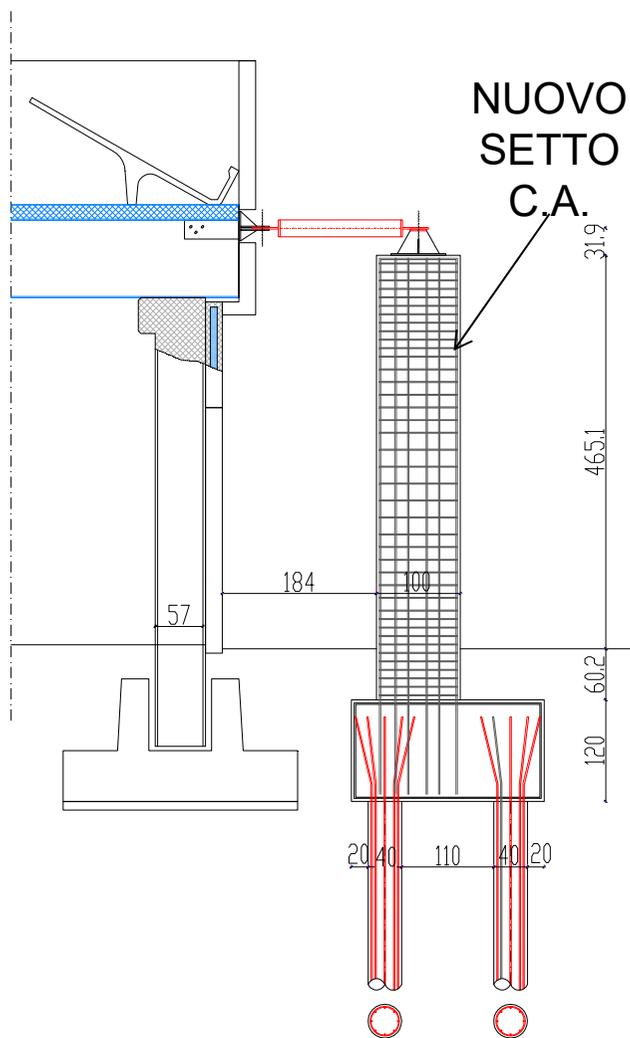
⇒ azioni sismiche assorbite dai nuovi elementi sismo-resistenti ⇒ DISSIPAZIONE E > RIGIDEZZA

**Nessun intervento su fondazioni esistenti** => soletta in C.A. Di pavimentazione effetto di cerchiatura dei pilastri, le azioni in fondazione non subiscono apprezzabili modifiche.



## INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO: DISSIPATORE FRONTE SUD LOTTO 3

**DISSIPATORI SONO COLLEGATI A SETTI IN C.A. DOTATI DI ELEVATA RIGIDEZZA**



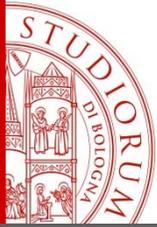
**DISSIPATORE  
ISTERETICO  
TIPO BRAD\*  
FUNZIONAMENT  
O A BIELLA**



**INCREMENTO LA  
CAPACITÀ  
DISSIPATIVA  
=> SI ABBATTE LO  
SPETTRO DI  
PROGETTO**

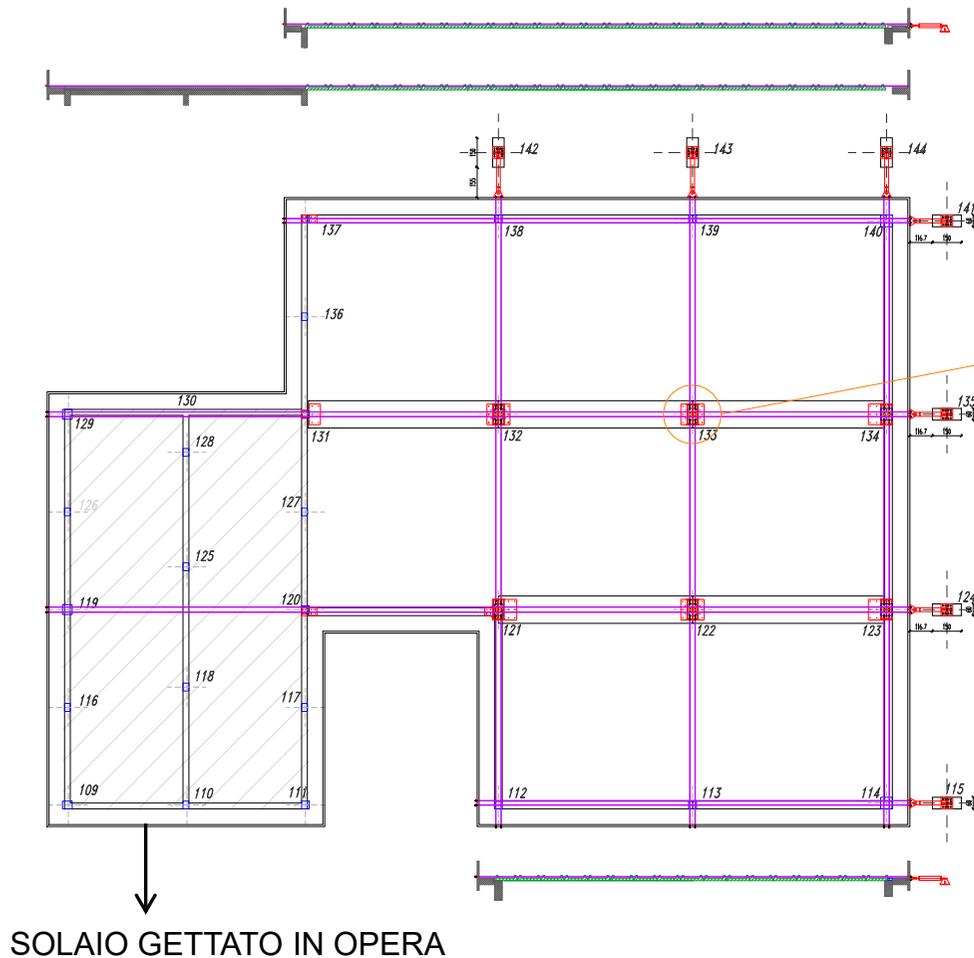
- ⇒ **4 PALI IN C.A.  $\phi 40$  cm L=15 m**
- ⇒ **PLINTO 2,3x2,8 m h=1,2 m**
- ⇒ **vincolamento molto rigido che non permette rotazioni alla base dei setti in c.a.**

*\*BRAD => dissipatori isteretici assiali ad instabilità impedita (Buckling Restrained Axial Damper).*

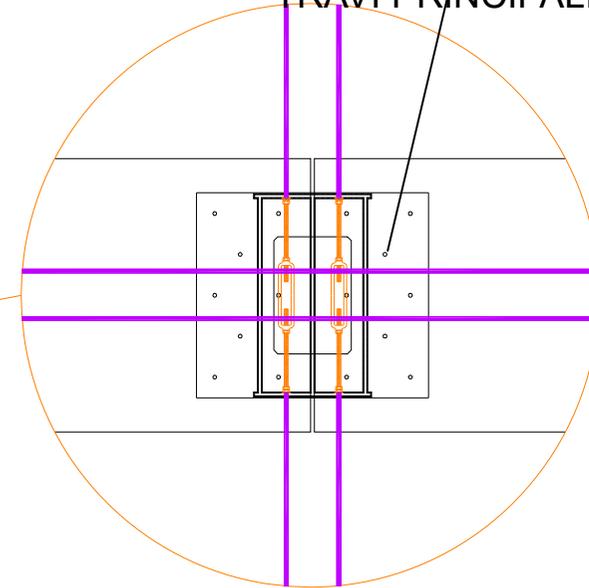


## INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO : SECONDO IMPALCATO LOTTO 1-2:

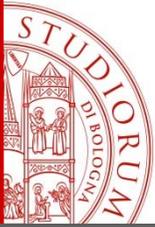
ELEMENTI SISMO-RESISTENTI CON DISSIPATORI IN  
CORRISPONDENZA DI OGNI CAMPATA => direzioni X-X  
e Y-Y



PIASTRA DI  
COLLEGAMENTO TRA LE  
TRAVI PRINCIPALI

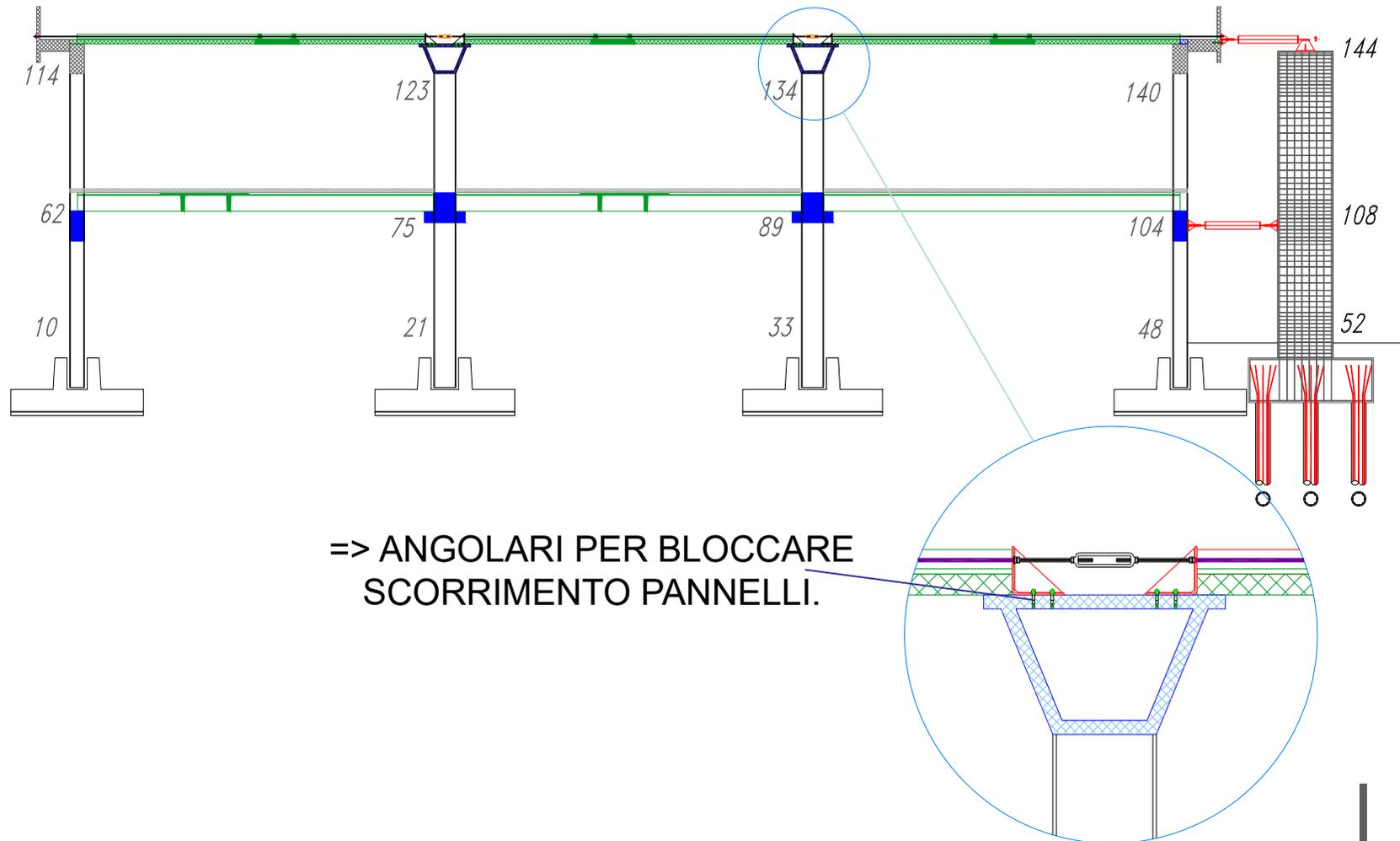


**TIRANTI CON TENDITORI PER  
MANTENERE IN FASE LE  
ORDITURE PRINCIPALI DEI TELAI  
ED EVITARE SPOSTAMENTI  
RELATIVI TRA DI ESSI.**



# INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO: LOTTO 2

## DIREZIONE Y-Y



=> ANGOLARI PER BLOCCARE  
SCORRIMENTO PANNELLI.



*Analisi e verifica dei capannoni industriali  
Regione Emilia Romagna - 2018*



***Grazie per l'attenzione***

***Prof. Marco Savoia  
Università di Bologna***