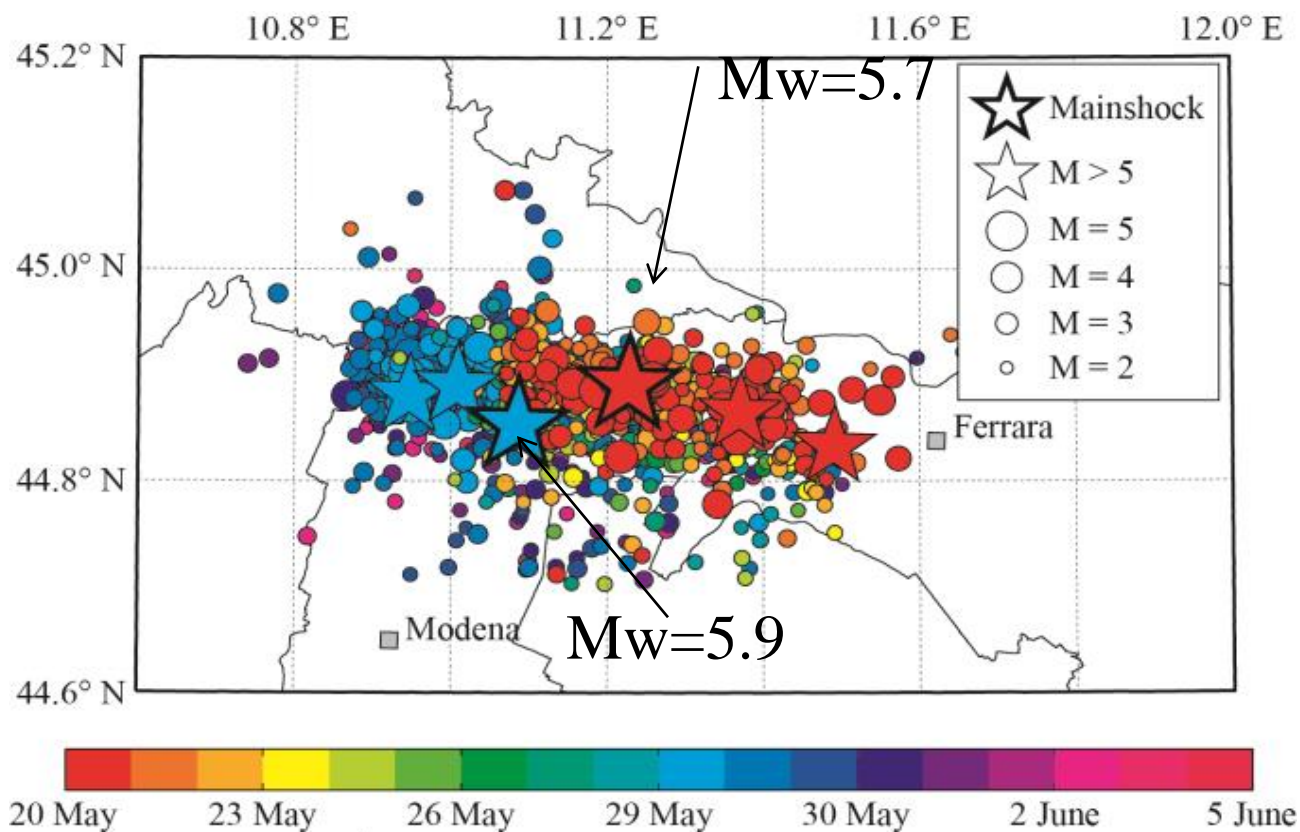


Vulnerabilità delle strutture prefabbricate non progettate per azioni sismiche La lezione del sisma dell'Emilia 2012



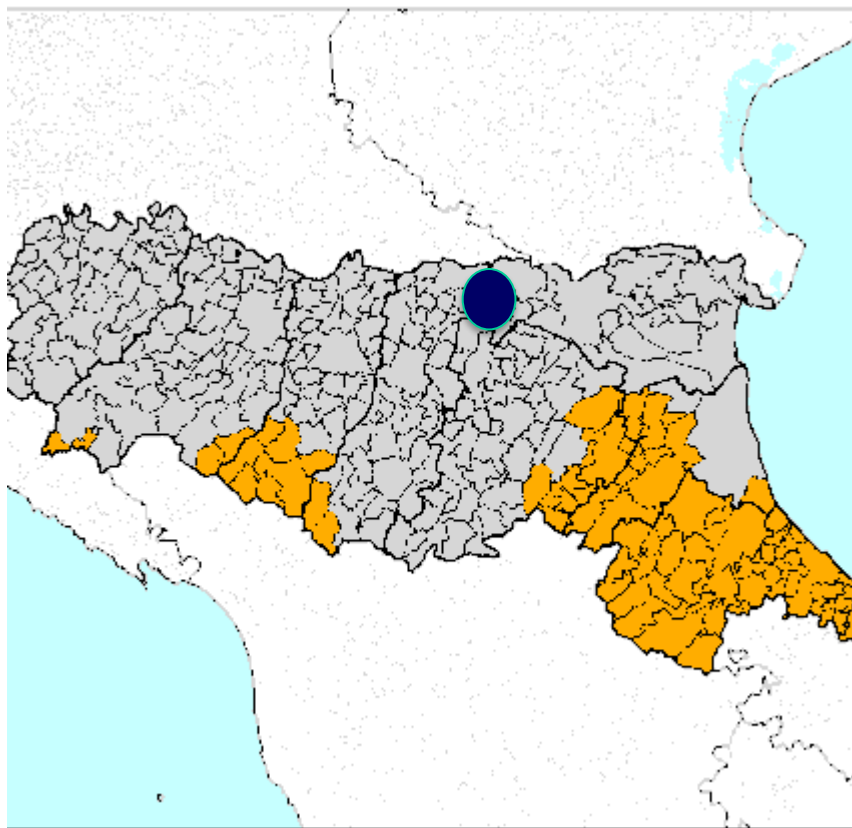
***Marco Savoia
DICAM – Università di Bologna***

Sisma dell'Emilia – 20 e 29 Maggio 2012

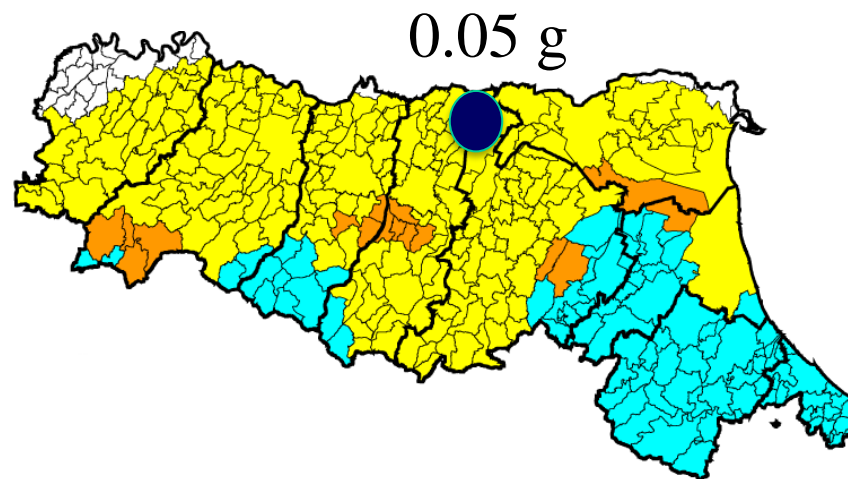


Classificazione sismica

Prima del 2003

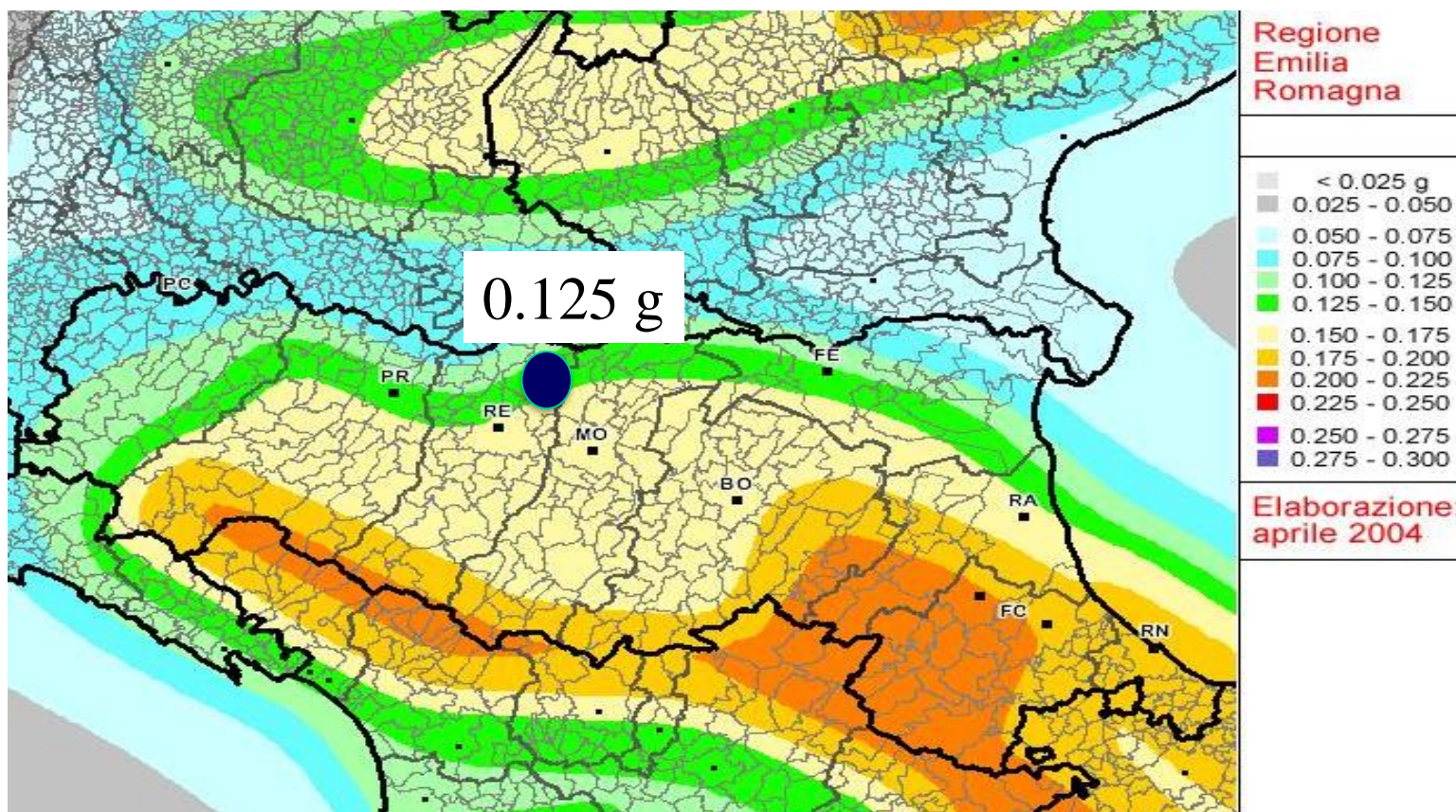


Dopo il 2003



Classificazione sismica

- Dopo il 2005





fib/CNI International Seminar on Precast Concrete in Seismic Regions and International Perspectives

**29 September 2022
Sala Convegni CNI**







Medolla - Haemotronics



CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE PREFABBRICATE ISOSTATICHE REALIZZATE SENZA CRITERI ANTISISMICI

- **ISOSTATICITA'**
- **APPOGGI A SECCO (O CON UNO STRATO DI NEOPRENE)**
 - **GRANDE FLESSIBILITA' (STRUTTURE ANNI '70-'80)**
 - **GRANDI DIMENSIONI DI TRAVI E PILASTRI (STRUTTURE RECENTI CON GRANDI LUCI)**



**Prefabbricati
anni '70:
Pilastrì esili,
Grande
flessibilita',
Pannellature
tipicamente in
laterizio e nella
luce
trave/pilastro.**

San Felice sul Panaro



**Forcelle poco
armate quale unico
ritegno alle azioni
trasversali**



San Felice sul Panaro

Presenza di elementi non strutturali pesanti potenzialmente pericolosi



San Felice sul Panaro

**Pannellature non
adeguatamente
vincolate alle
strutture portanti**



Mirandola



EFFETTI DELLE IRREGOLARITA' DI ELEMENTI NON STRUTTURALI E MASSE

L'EFFETTO DELLE TAMPONATURE DI FACCIATA

**Positivo se la tamponatura
è regolare (è una sorta di
parete di controvento)**



**Negativo se la tamponatura
è irregolare**



San Felice sul Panaro



San Felice sul Panaro



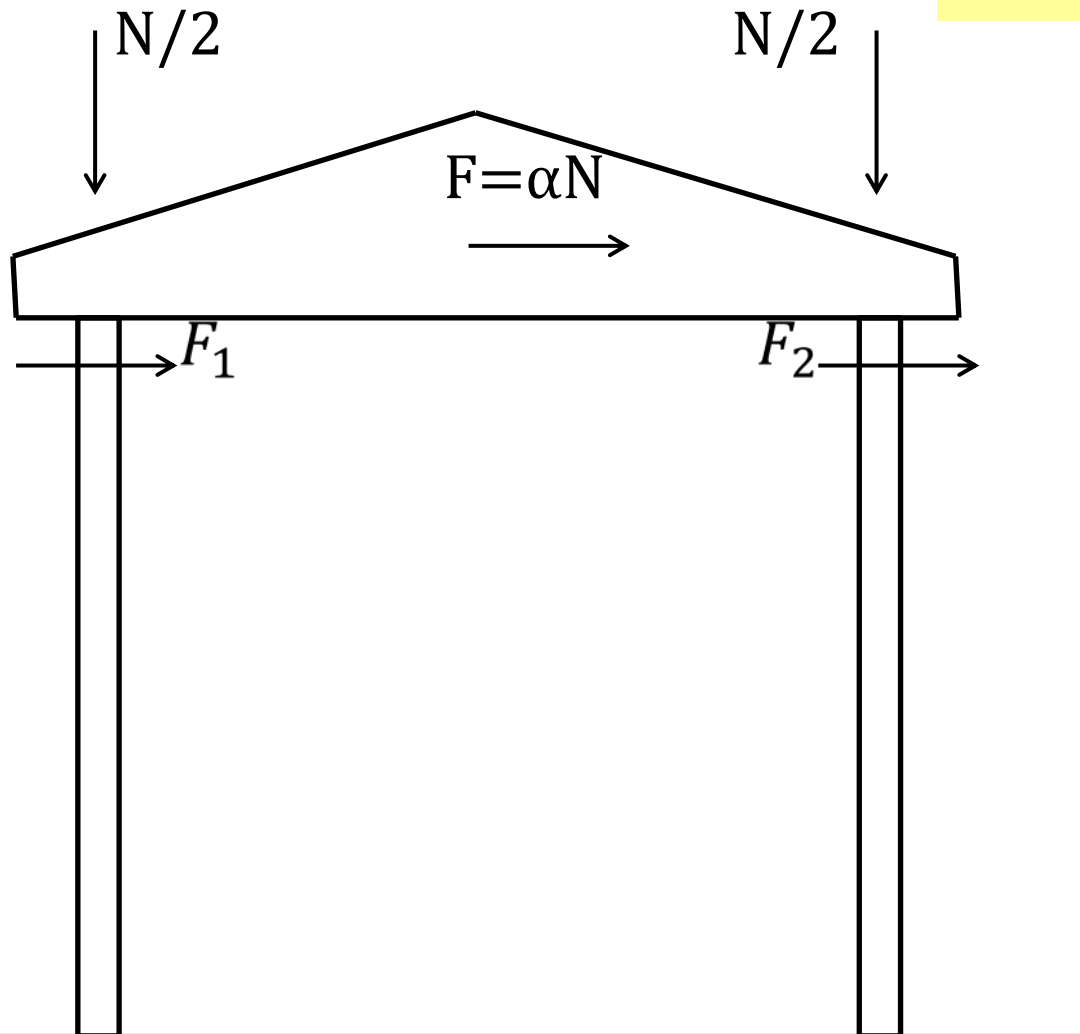


Perché la caduta da questo appoggio?

Perché in questo non è avvenuto?

San Felice sul Panaro

Senza tamponatura



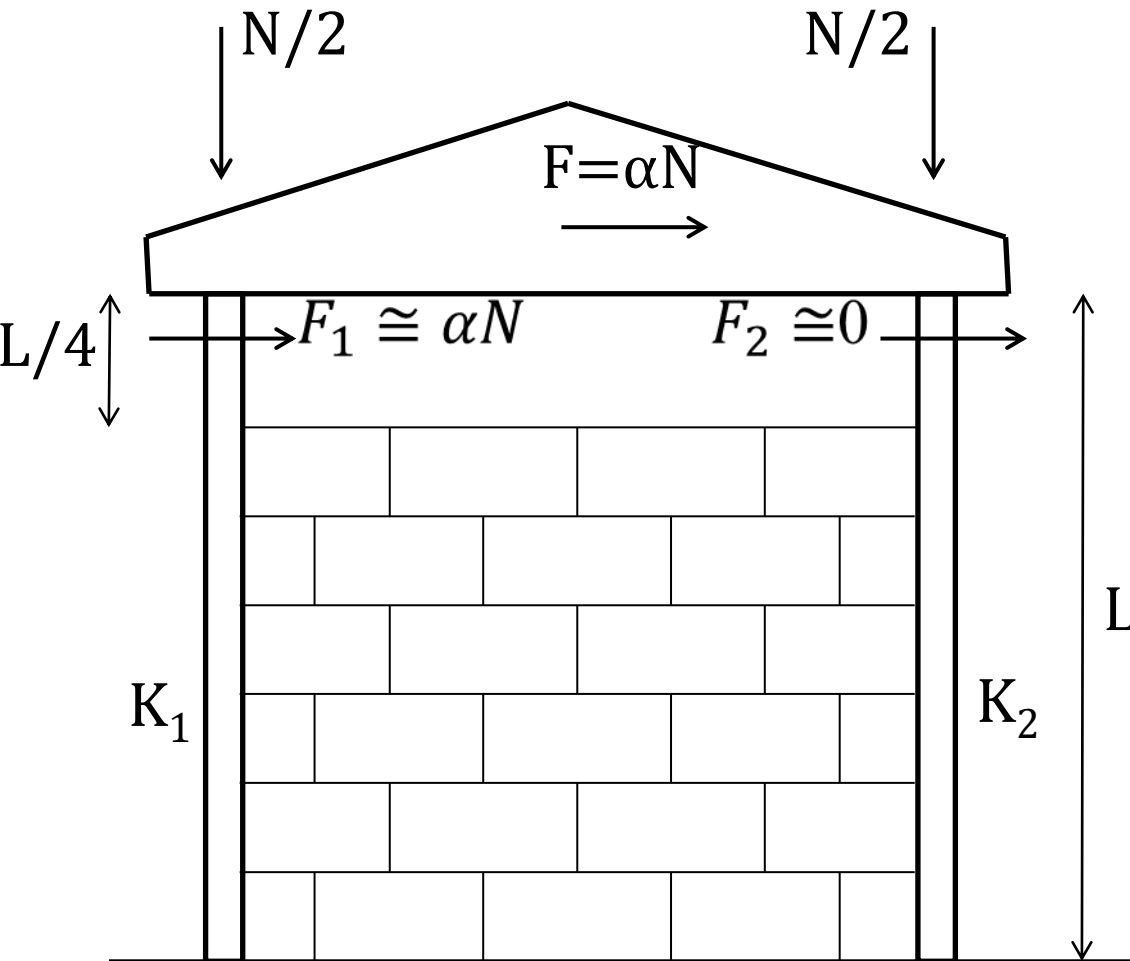
Dal calcolo dell'azione
sismica $\alpha = 0.3 - 0.4$

$$F_1 = F_2 = \alpha \frac{N}{2}$$

$$R_1 = \frac{F_1}{\frac{N}{2}} = \alpha$$

$$R_2 = \frac{F_2}{\frac{N}{2}} = \alpha = \mathbf{0.3}$$

Presenza di tamponatura irregolare

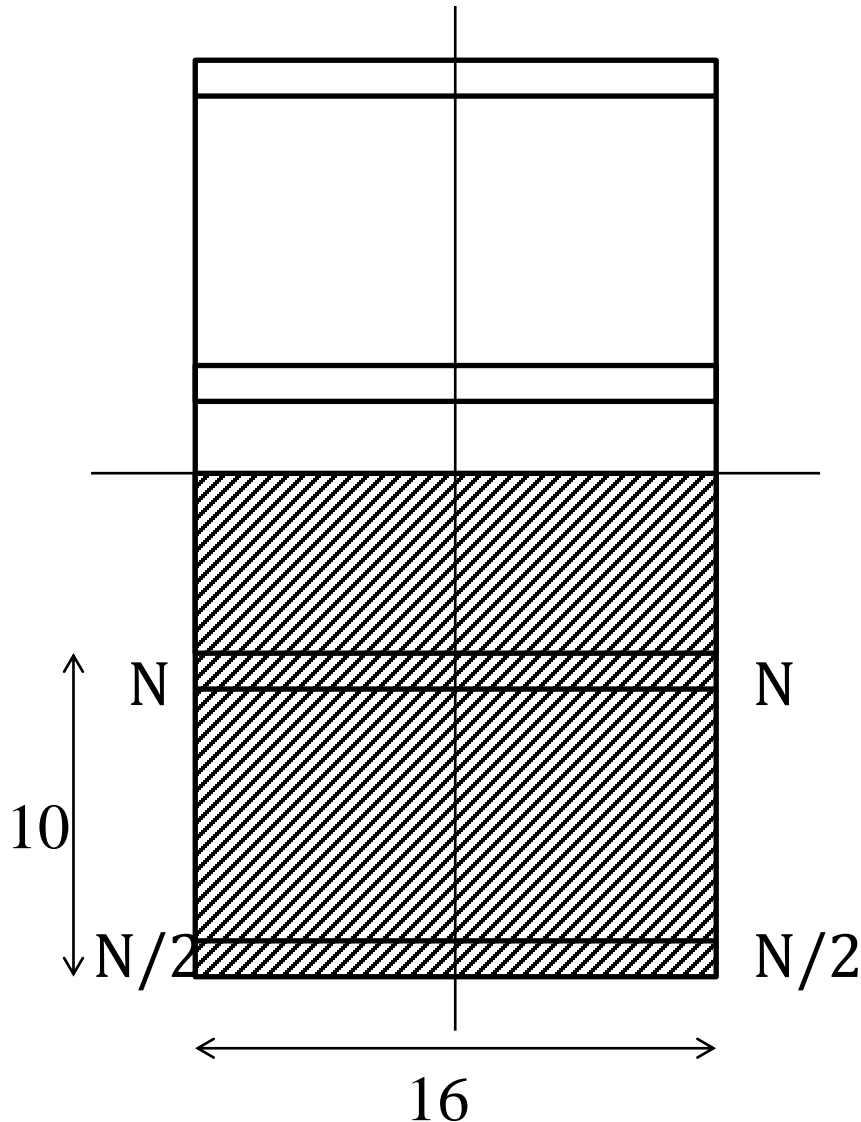


$$K = \frac{3EJ}{L^3}$$

$$K_1 = 4^3 K_2 = 64 K_2$$

$$R_1 = \frac{F_1}{N} = 2\alpha = \mathbf{0.6}$$

Se il piano si comportasse come piano rigido



$$N_{tot} = 3N$$

$$F_{tot} = \alpha \cdot 3N$$

$$F_1 = F_{tot} = \alpha \cdot 3N$$

$$R_1 = \frac{F_1}{N} = \frac{\alpha \cdot 3N}{\frac{N}{2}} = 6\alpha = \mathbf{1.8!!}$$

$$A = 16 \cdot 15 = 240m^2$$

$$F = 240 \cdot 500 \cdot 0,3 = 120000 \cdot 0,3 = 40t$$











Capannone n. 3

Il 28 Maggio prima della seconda sequenza



Capannone n. 3 Il 29 Maggio dopo la seconda sequenza







Probabile presenza di un collegamento senza adeguata armatura nella testa della trave



Intervento di prima urgenza per evitare il collasso di una trave slittata rispetto al pilastro

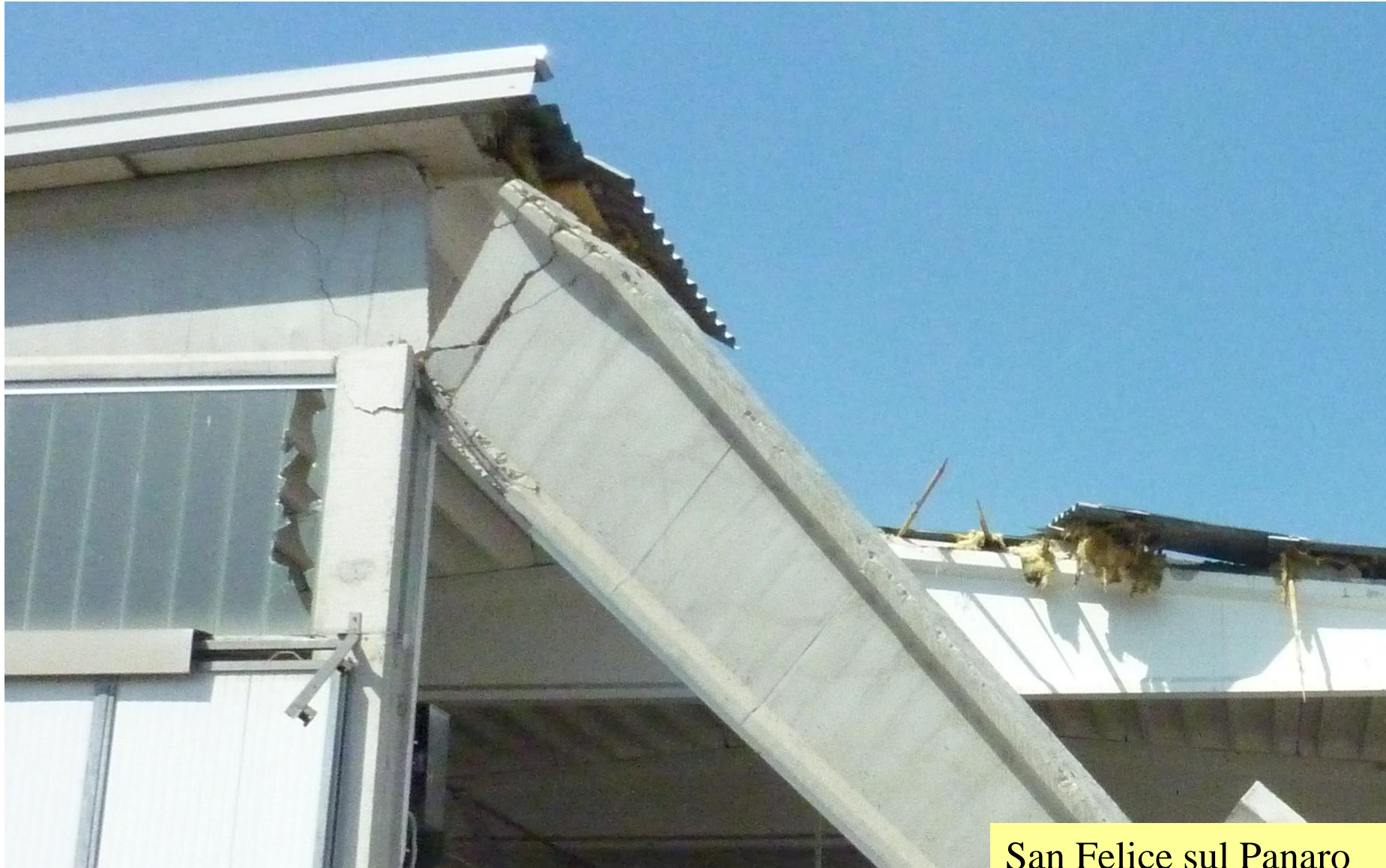


(segue) – accenno di rotazione alla base del pilastro





San Felice sul Panaro

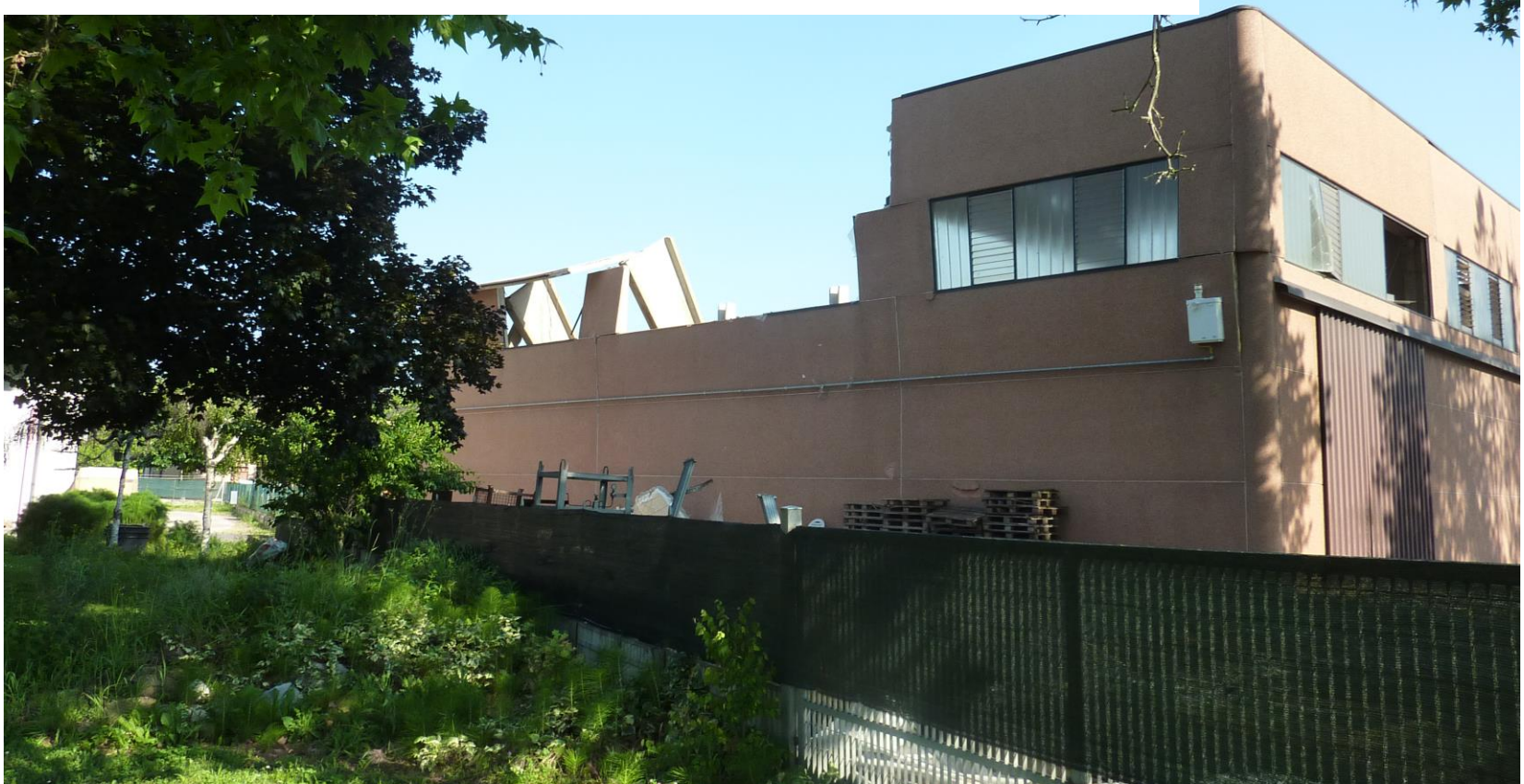


San Felice sul Panaro



COLLASSI CON INTERESSAMENTO DELLE PILASTRATE

**Prefabbricati recenti:
Grandi luci (e travi di grande altezza)
Pilastrì di grossa sezione,
Pannellature esterne collegate ai pilastri**





Prefabbricati recenti: Collasso verso l'interno di capannone



Prefabbricati recenti: Collasso verso l'interno di capannone per probabile cedimento di pilastro interno



Prefabbricati recenti: Collegamenti pilastro-trave comunque carente



Collasso di pilastro a flessione alla base



Medolla - Haemotronics

Mancanza di staffatura adeguata in zona critica



Collasso per strappo delle armature a trazione



Instabilità delle armature compresse



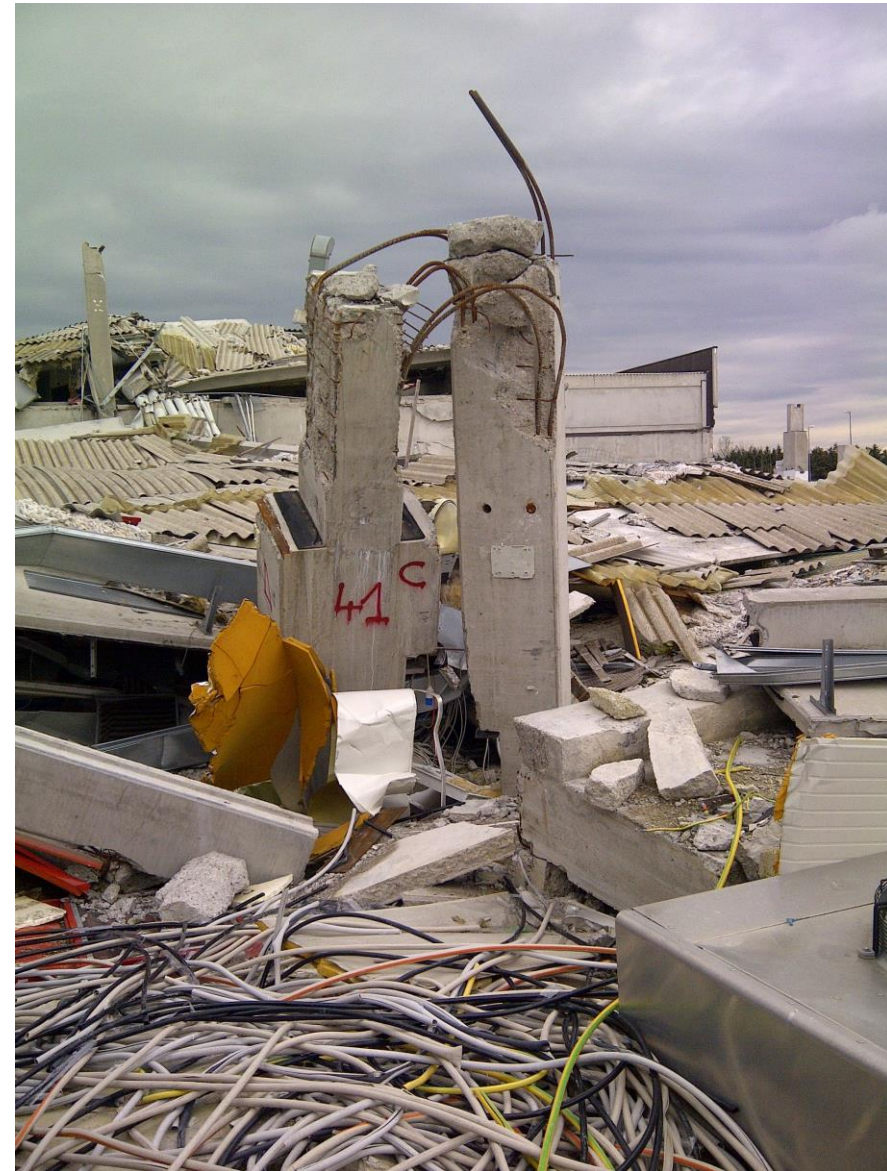
Crisi a flessione - taglio di pilastro



Crisi a taglio-torsione di trave a T rovescia



Collasso di pilastro a metà altezza causa presenza di piano intermedio a fianco





COLLASSI PER RIBALTAMENTO DELLE TRAVI DI COPERTURA

Ribaltamento laterale della trave



Ribaltamento laterale della trave



Ribaltamento laterale della trave



Ribaltamento laterale della trave



Ribaltamento laterale della trave



Ribaltamento laterale delle travi

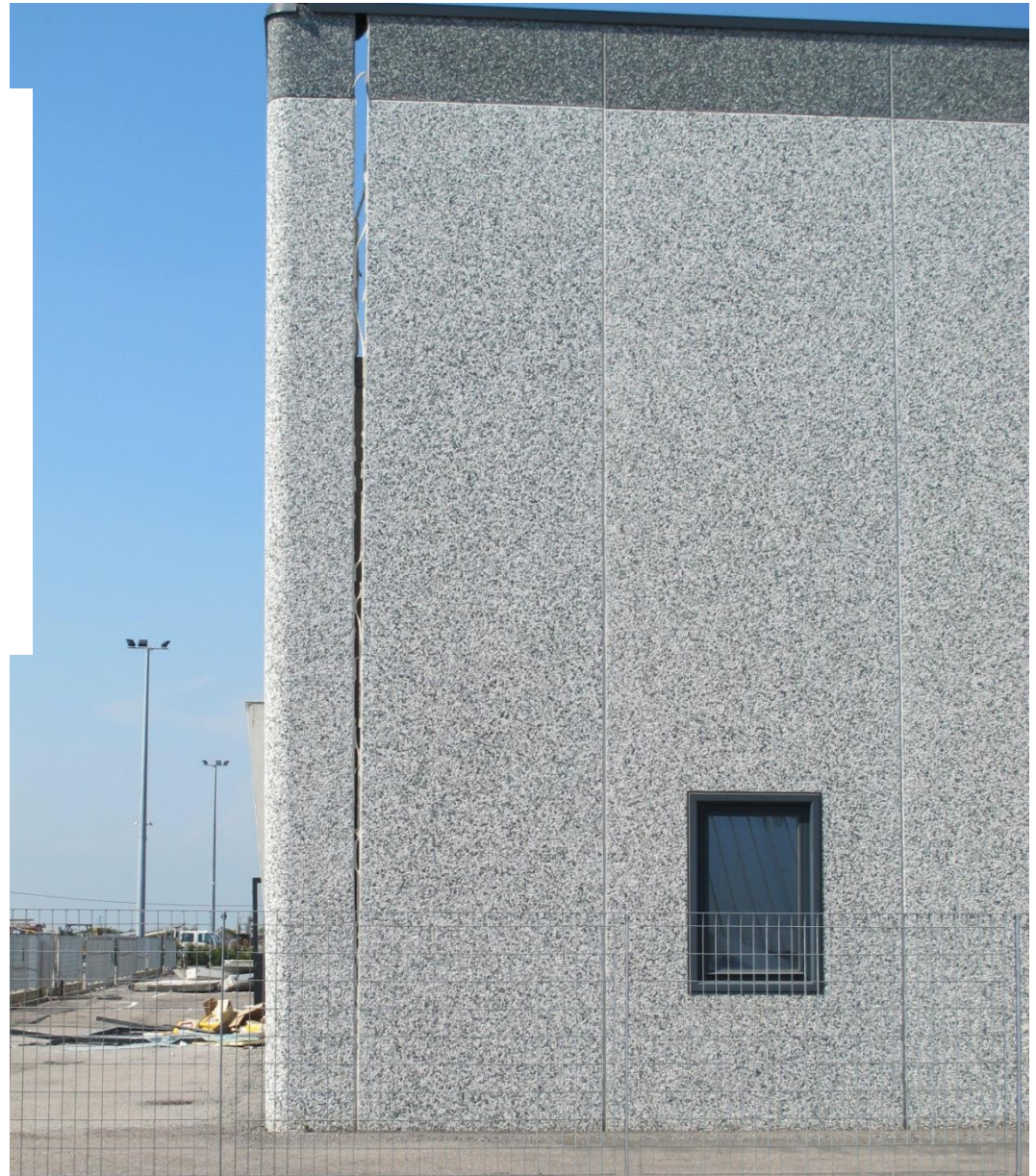




PANNELLI DI TAMPONAMENTO

Danno ai pilastri

I pannelli verticali si sono comportati generalmente bene se incastrati alla base





Crollo completo per cedimento dei pilastri interni





Collasso di pannelli di tamponamento verticali non incastrati nel cordolo di fondazione



Distacco delle pannellature orizzontali a causa di carenti collegamenti ai pilastri









Distacco delle pannellature orizzontali a causa di carenti collegamenti ai pilastri



Particolare del collegamento al pilastro



Particolare del collegamento al pilastro









Collasso di pannello di tamponamento di un centro commerciale



Collasso di pannello di tamponamento di un centro commerciale







COLLASSI PER MOVIMENTI DELLE FONDAZIONI

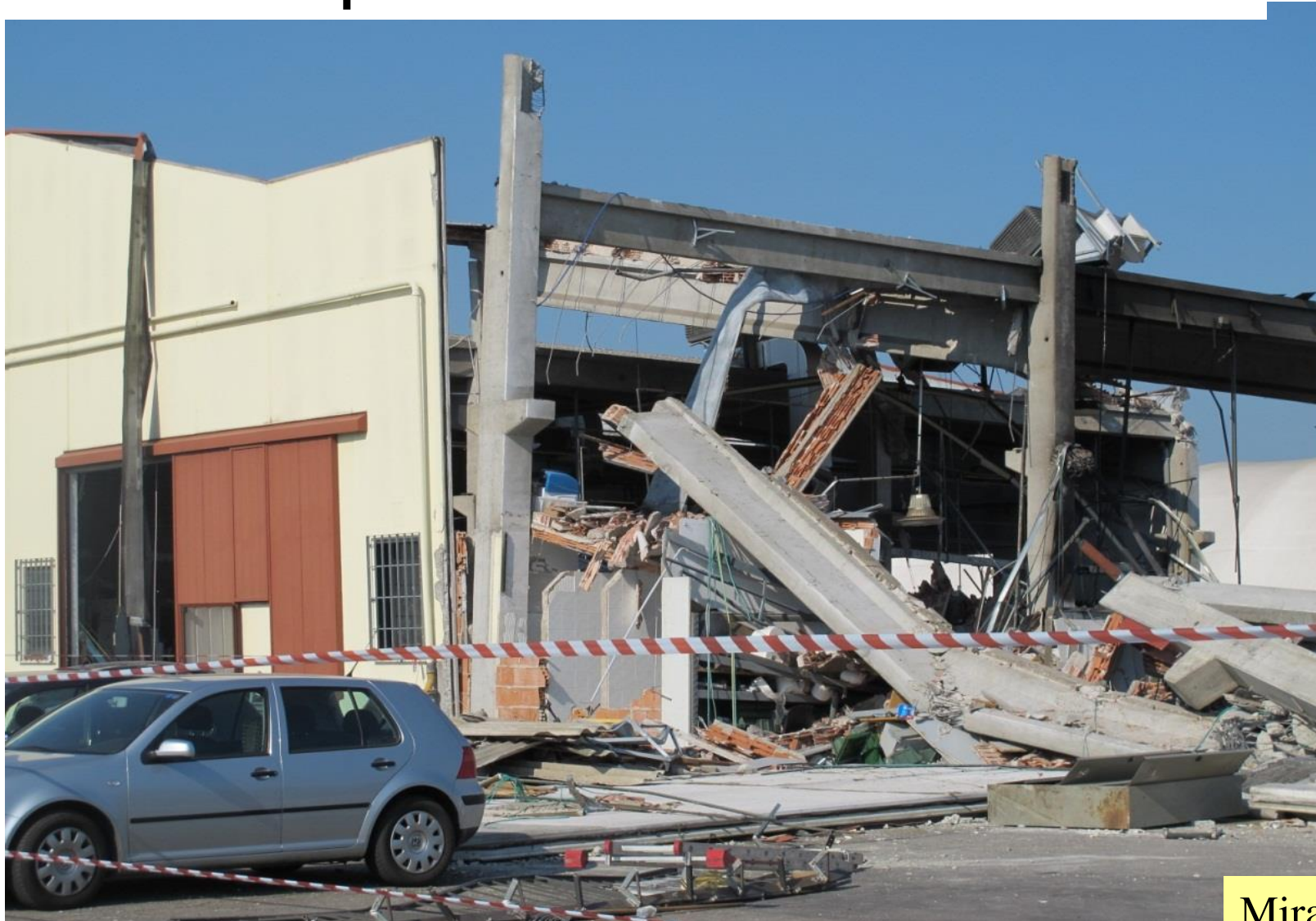


**Problematiche legate alla rotazione dei plinti di fondazione
Spesso la perdita di appoggio della trave è una conseguenza,
non la causa del crollo**



In questo caso non basta collegare trave e pilastro Sant'Agostino

Rotazione di pilastri alla base



Attenzione!!!





Vulnerabilità delle strutture prefabbricate non progettate per azioni sismiche

La lezione del sisma dell'Emilia 2012

Grazie per l'attenzione

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