

**VERIFICA SISMICA DI EDIFICI  
ESISTENTI IN MURATURA**

**Parte 11:**

**GLI AGGREGATI EDILIZI**



## GLI AGGREGATI EDILIZI

Insieme di varie unità edilizie connesse più o meno strettamente tra loro che costituiscono, almeno apparentemente, un'unica entità difficilmente divisibile in parti dal comportamento strutturale autonomo

L'aggregato è il risultato di una genesì articolata e non unitaria dovuta a fattori storici, tecnologici, sociali, economici etc.

L'oggetto da studiare non è per forza l'edificio stesso ma una porzione di aggregato (comprendente l'edificio o gran parte di esso) che costituisce un insieme strutturale dal comportamento il più possibile unitario ed omogeneo:

**UNITÀ STRUTTURALE**

# La definizione della UNITÀ STRUTTURALE

La Unità Strutturale da analizzare deve essere individuata preliminarmente caso per caso

## I criteri per individuare la US

- deve comprendere le parti derivanti, per quanto possibile, da un comune processo costruttivo sia in pianta che in elevazione
- deve comprendere tutti gli elementi strutturali interessati dalla trasmissione al suolo dei carichi verticali dell'edificio
- deve avere continuità da cielo a terra in relazione al flusso dei carichi verticali
- deve essere delimitata da spazi aperti o da giunti strutturali o da edifici contigui costruiti con tipologie e/o materiali diversi o in epoche diverse

## Le azioni sulla UNITÀ STRUTTURALE

L'analisi strutturale della US di un edificio in aggregato deve tener conto delle interazioni dovute alla contiguità strutturale con gli edifici adiacenti, connessi o in aderenza

Le azioni che possono derivare dalle US contigue:

- carichi verticali e orizzontali provenienti da solai o da pareti
- spinte di archi e volte
- spinte di archi di contrasto o di tiranti ancorati su altri edifici
- spinte non contrastate dovute a orizzontamenti sfalsati su pareti in comune
- effetti locali causati da differenze di altezza o rigidezza o da prospetti non allineati
- martellamento all'interfaccia di unità adiacenti

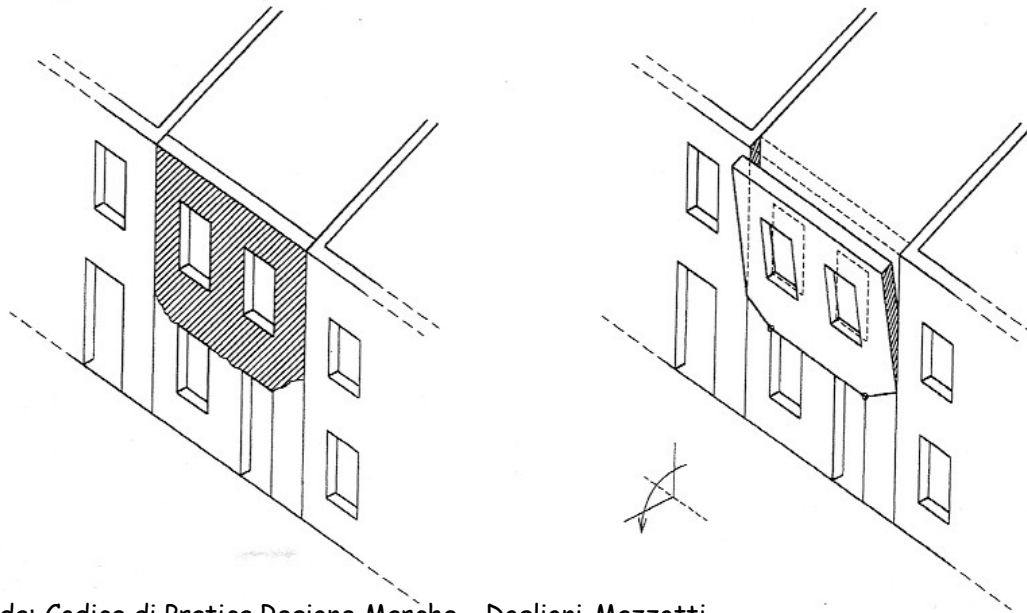
# I MECCANISMI DI DANNO per gli aggregati edilizi (Codice di pratica-Regione Marche)

## I MECCANISMI PER LA PARETE ESTERNA

Ribaltamento verso l'esterno della facciata per tutta la larghezza

STATO DI DANNO

SCHEMA DI MECCANISMO



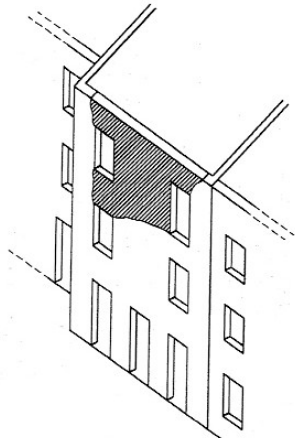
da: Codice di Pratica Regione Marche - Doglioni-Mazzotti



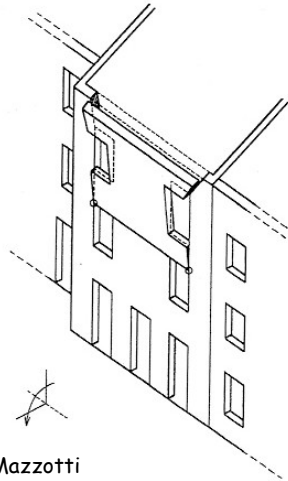
Cattivo ammassamento con le pareti ortogonali e  
alle estremità con quelle degli altri edifici.

## Ribaltamento verso l'esterno della zona centrale della facciata

STATO DI DANNO



SCHEMA DI MECCANISMO



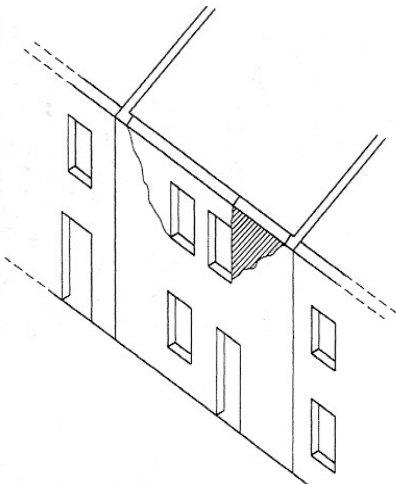
da: Codice di Pratica Regione Marche - Doglioni-Mazzotti

Buon  
ammorsamento  
con le pareti  
ortogonali  
Aperture  
vicine alle  
estremità

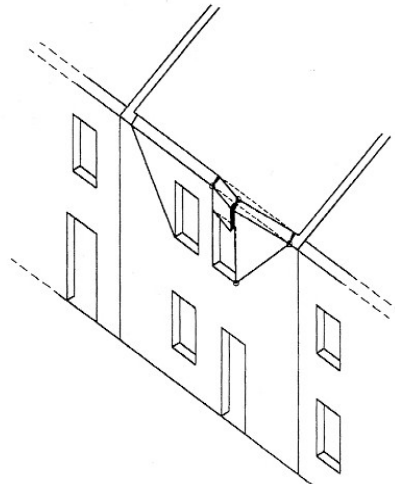


## Ribaltamento verso l'esterno della zona alta della facciata

STATO DI DANNO

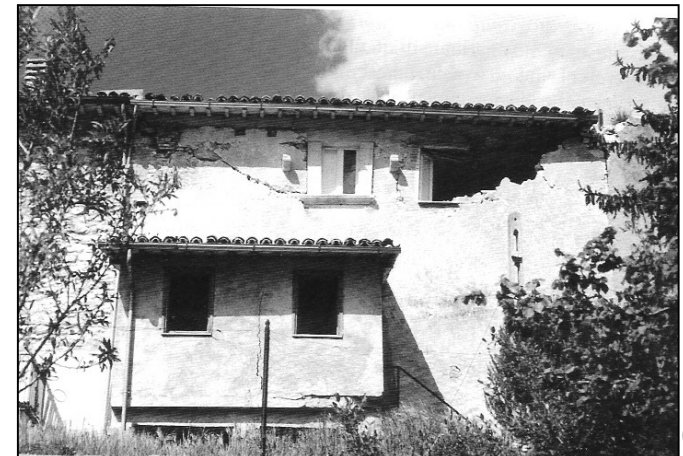


SCHEMA DI MECCANISMO



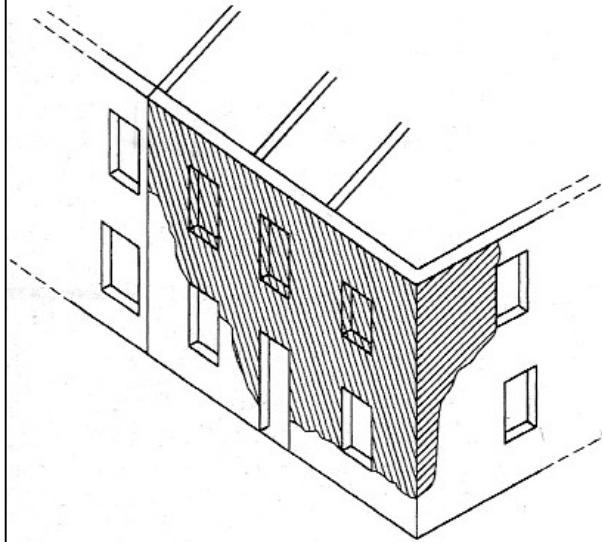
da: Codice di Pratica Regione Marche - Doglioni-Mazzotti

Buon ammorsamento con le pareti ortogonali  
Aperture lontane dalle estremità

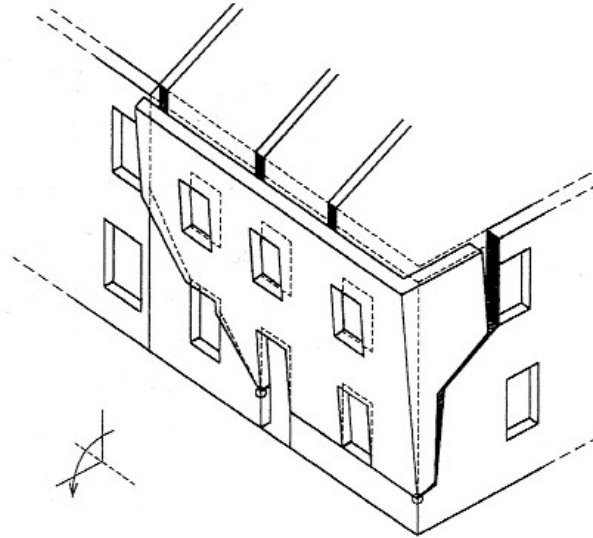




STATO DI DANNO



SCHEMA DI MECCANISMO



Ribaltamento verso  
l'esterno con  
interessamento  
dell'angolata

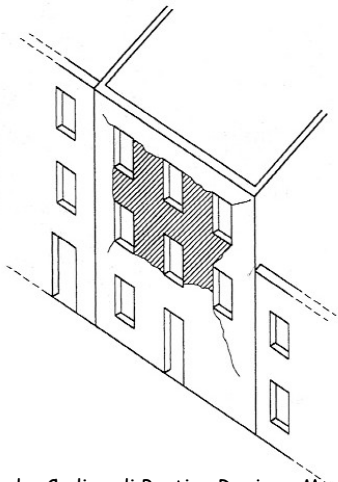
da: Codice di Pratica Regione Marche - Doglioni-Mazzotti

Cattivo ammassamento con le pareti  
ortogonali interne e con i solai.  
Buon collegamento nell'angolo.

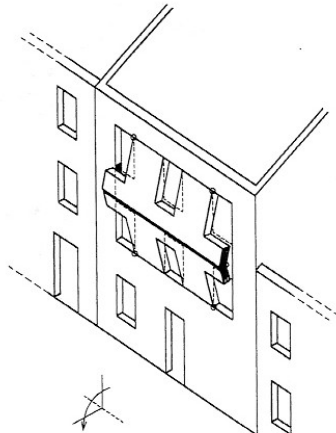


## Spanciamento verso l'esterno della zona centrale della facciata

STATO DI DANNO

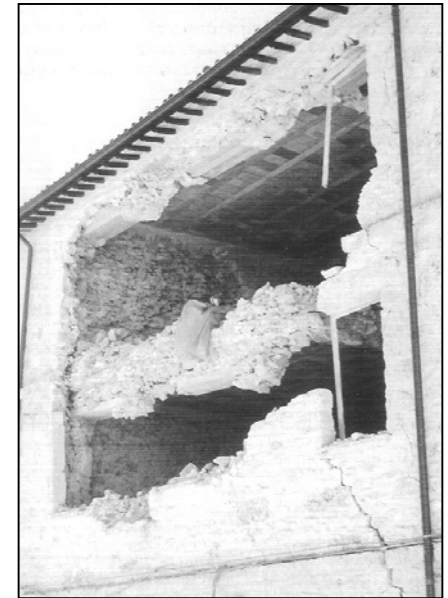


SCHEMA DI MECCANISMO



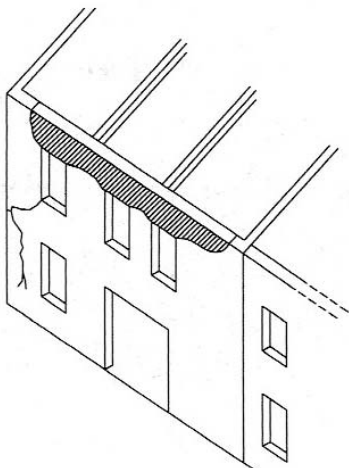
da: Codice di Pratica Regione Marche - Doglioni-Mazzotti

Buon collegamento  
in sommità.  
Mancanza di  
collegamento ai  
piani intermedi.  
Muratura di cattiva  
qualità

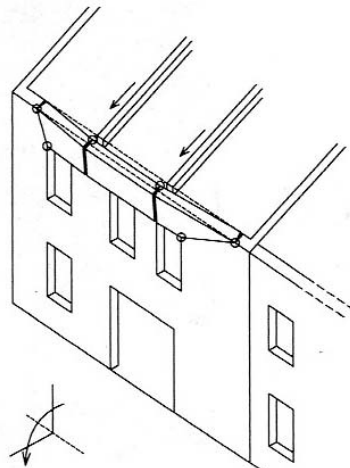


## Ribaltamento della fascia alta della facciata

STATO DI DANNO



SCHEMA DI MECCANISMO



da: Codice di Pratica Regione Marche - Doglioni-Mazzotti

Spinte e martellamenti della copertura.  
Aperture numerose vicine alla sommità

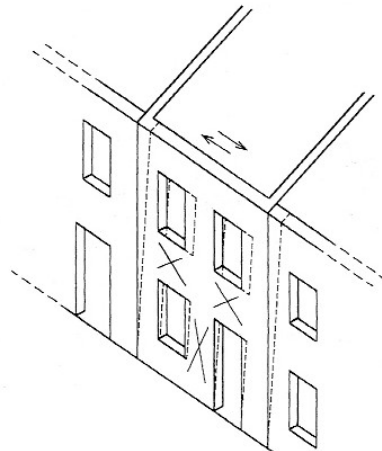
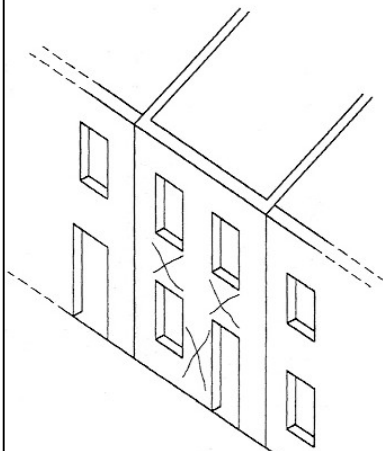




## Rottura della facciata nel proprio piano (comportamento a taglio)

STATO DI DANNO

SCHEMA DI MECCANISMO



da: Codice di Pratica Regione Marche - Doglioni-Mazzotti

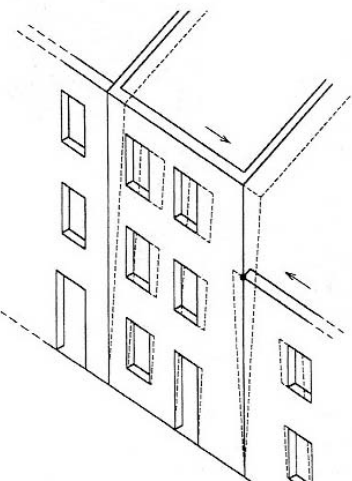
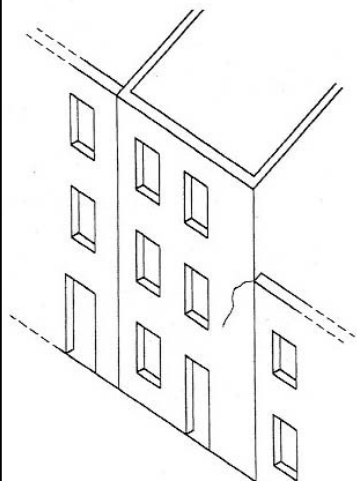
Buon collegamento  
con le murature  
interne. Lesioni ad  
andamento inclinato  
(formazione di  
puntoni).  
Più probabile alle  
estremità degli  
aggregati



## Lesioni nel piano della parete per disuniformità altimetrica

STATO DI DANNO

SCHEMA DI MECCANISMO



da: Codice di Pratica Regione Marche - Doglioni-Mazzotti

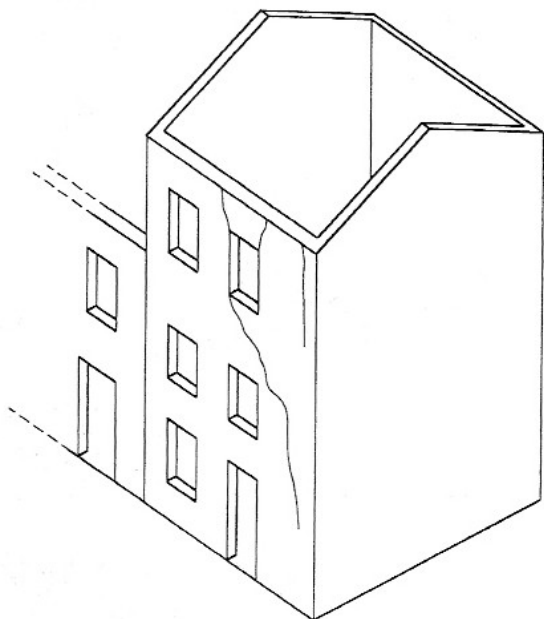
Lesioni inclinate da  
martellamento.  
Favorite dalla  
presenza di  
aperture



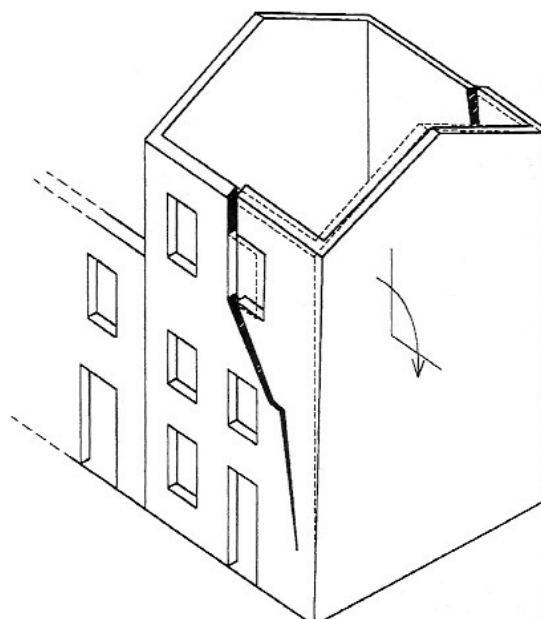
# I MECCANISMI PER LA PARETE DI TESTATA

Ribaltamento globale della parete verso l'esterno

STATO DI DANNO



SCHEMA DI MECCANISMO



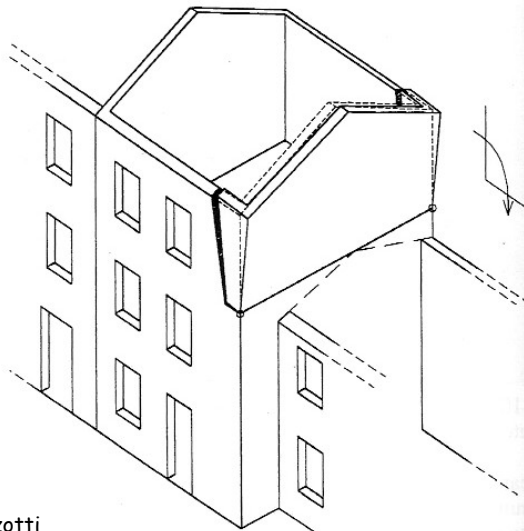
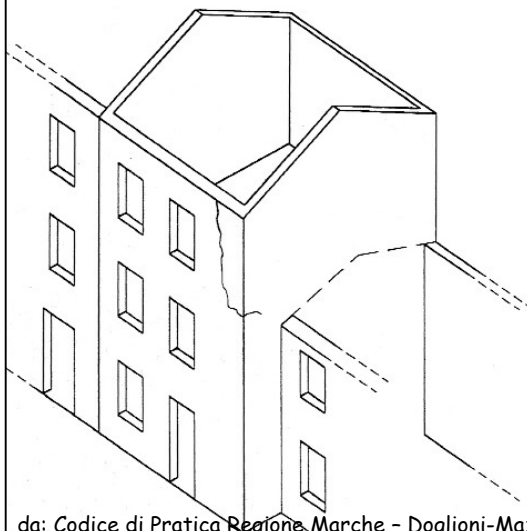
da: Codice di Pratica Regione Marche - Doglioni-Mazzotti

**Mancanza di collegamenti con gli impalcati.**  
**Un buon ammassamento alle estremità chiama in causa anche parte delle pareti ortogonali, spostando le lesioni in corrispondenza delle aperture (se vicine ai cantonali)**

## Ribaltamento parziale della parete verso l'esterno

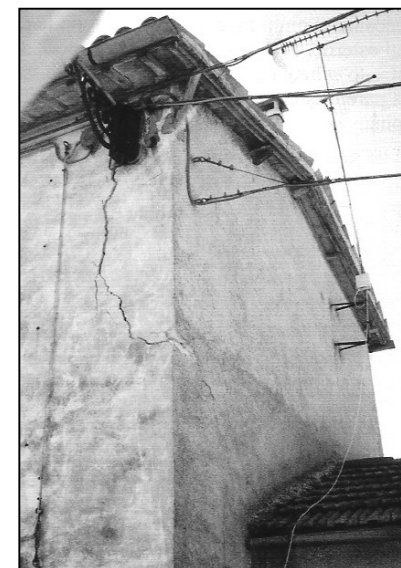
STATO DI DANNO

SCHEMA DI MECCANISMO



da: Codice di Pratica Regione Marche - Doglioni-Mazzotti

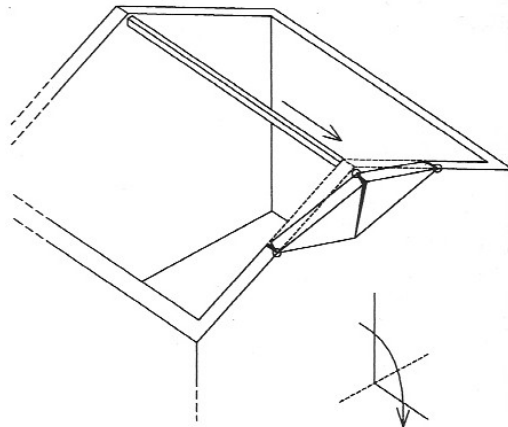
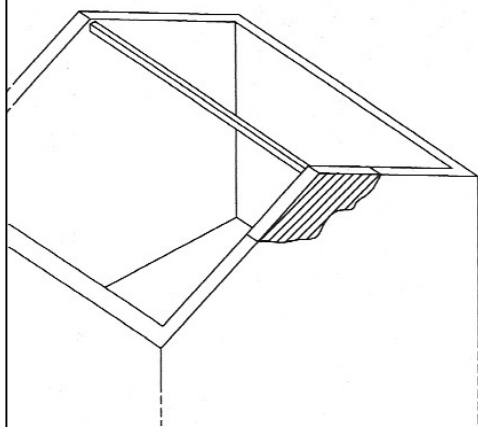
Si può  
verificare in  
presenza di  
un edificio  
adiacente più  
basso



## Ribaltamento del timpano verso l'esterno

STATO DI DANNO

SCHEMA DI MECCANISMO



da: Codice di Pratica Regione Marche - Doglioni-Mazzotti

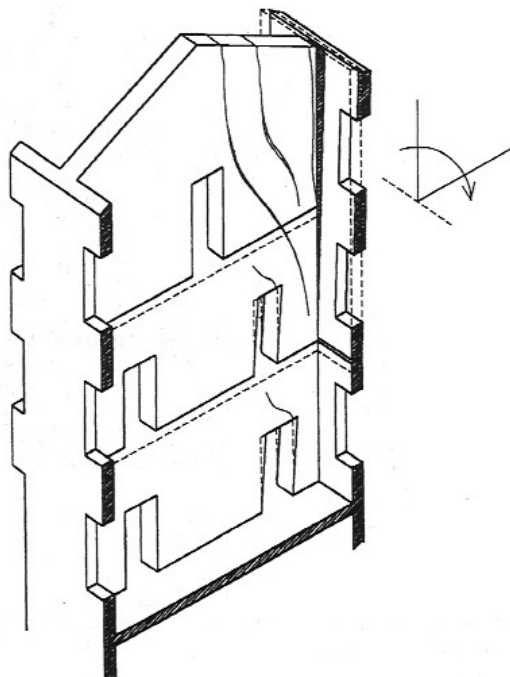
Mancanza di connessioni con la  
copertura. Favorito dall'azione  
della trave di colmo



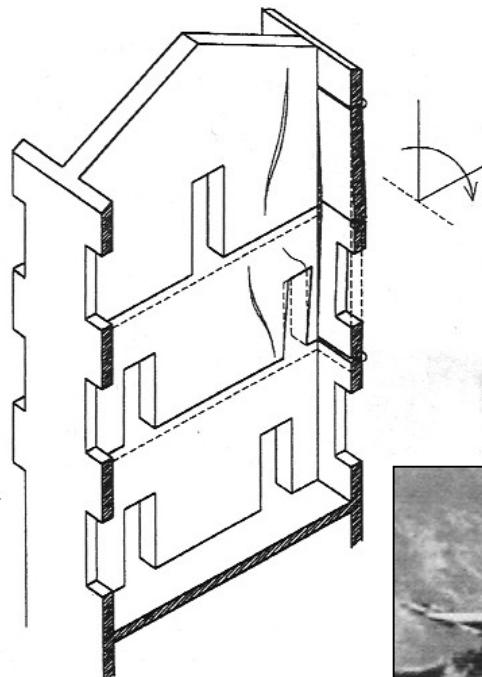


# I MECCANISMI PER LA PARETE DI DI SPINA

SCHEMA DI MECCANISMO 1



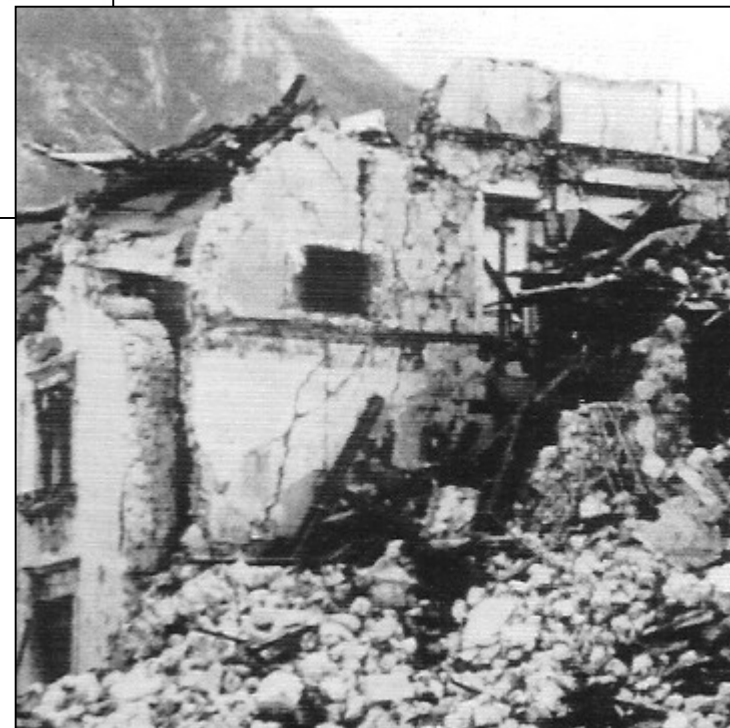
SCHEMA DI MECCANISMO 2



Rottura della  
parete per azioni  
nel suo piano

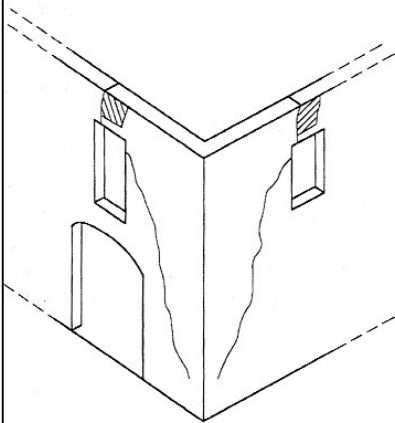
da: Codice di Pratica Regione Marche - Doglioni-Mazzotti

Trascinamento nel ribaltamento o nello spanciamiento della parete di facciata (stabilizzandola) in presenza di buon ammortamento.  
Comportamento resistente nel proprio piano per sisma in quella direzione.



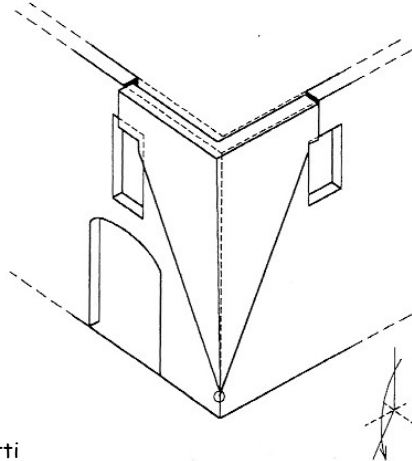
# I MECCANISMI PER L'ANGOLATA LIBERA

STATO DI DANNO



da: Codice di Pratica Regione Marche - Doglioni-Mazzotti

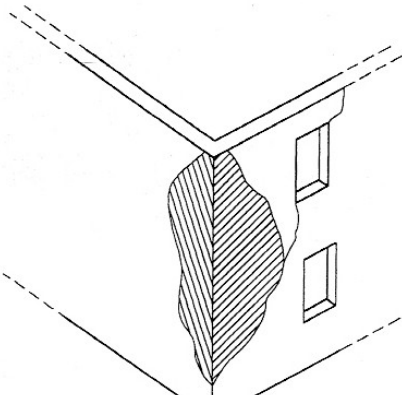
SCHEMA DI MECCANISMO



Ribaltamento  
verso  
l'esterno

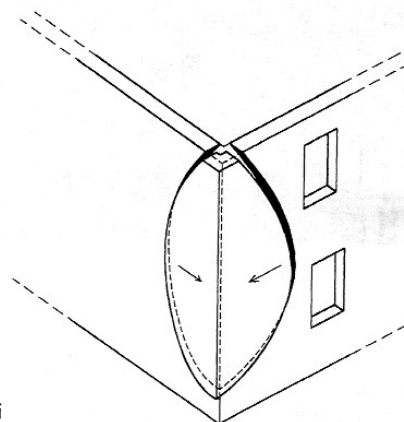
Mancanza di  
collegamenti e  
tiranti in  
copertura

STATO DI DANNO



da: Codice di Pratica Regione Marche - Doglioni-Mazzotti

SCHEMA DI MECCANISMO



Espulsione  
dell'angolo

Presenza di  
vincolo in  
copertura  
(nuovo solaio).  
Si attiva un  
effetto arco



## La verifica sismica della UNITÀ STRUTTURALE

La verifica sismica della US di un edificio in aggregato si può effettuare con i metodi utilizzati per gli edifici isolati

Si possono modellare in modo approssimato le influenze strutturali degli edifici adiacenti, connessi o in aderenza

L'analisi della capacità sismica globale della US assume quindi un significato convenzionale

Si ammettono metodologie semplificate definite in base:

- alla situazione effettiva specifica della US (definita caso per caso) in relazione al resto dell'aggregato
- ai meccanismi di danno che si possono effettivamente attivare

# La verifica del Comportamento Sismico Globale della US

## LE SEMPLIFICAZIONI CONSENTITE

### a) impalcati rigidi nel piano orizzontale

- si può verificare separatamente ogni piano della US, senza considerare le variazioni di sforzo normale ( $\Delta N$ ) dovute al momento globale ribaltante trasmesso dai piani superiori (in pratica si effettua una verifica a taglio tipo POR)
- si possono trascurare gli effetti torsionali di piano, dovuti sia all'eccentricità propria che a quella accidentale, considerando solo la traslazione degli impalcati nella direzione dell'azione sismica (schema piano a treno di telai o di mensole collegate)

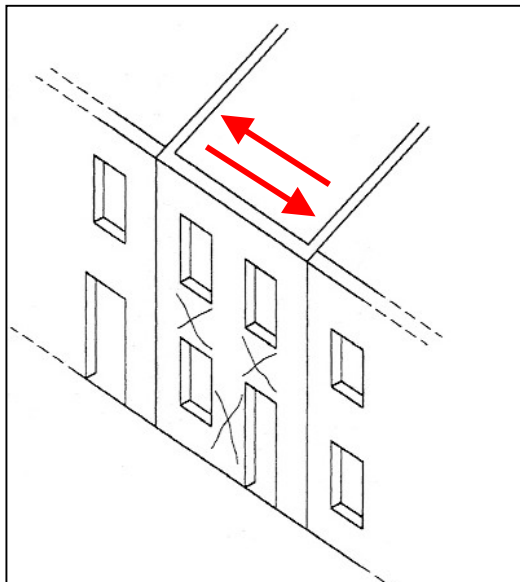
### b) impalcati non rigidi nel piano orizzontale

#### nessuna semplificazione

Ogni parete si analizza come una struttura isolata, soggetta ai carichi verticali ed alle azioni sismiche dirette nella direzione della parete valutate con riferimento all'area di influenza

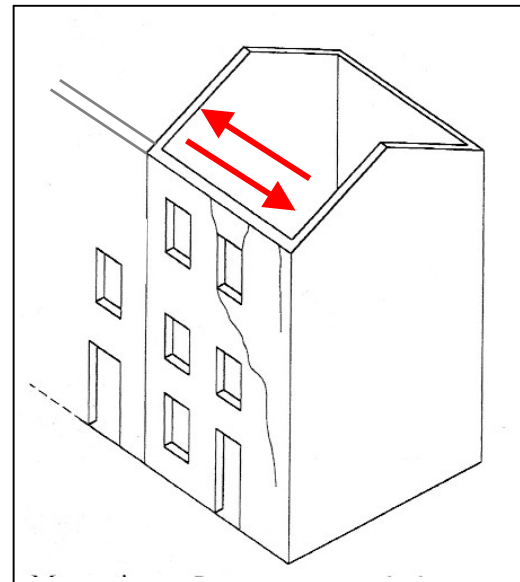
# Comportamento Sismico Globale della US

## Verifica sismica delle pareti nel proprio piano



CORTINA DI  
EDIFICI

Sisma  
PARALLELO  
alla facciata

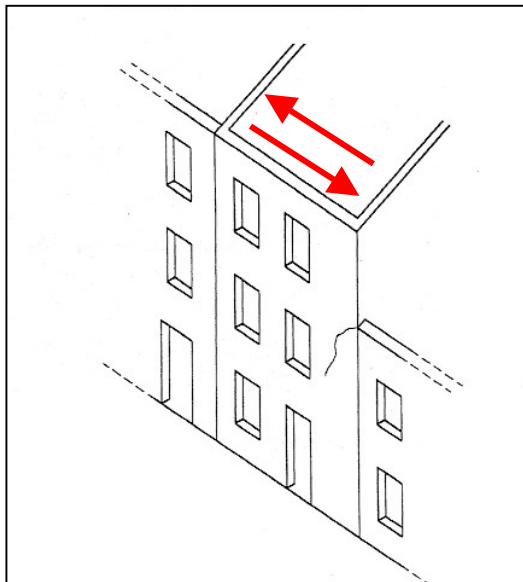


Unità Strutturale  
Intermedia  
SEMPLIFICAZIONI  
APPLICABILI

Unità Strutturale di  
Testata  
SEMPLIFICAZIONI  
NON APPLICABILI

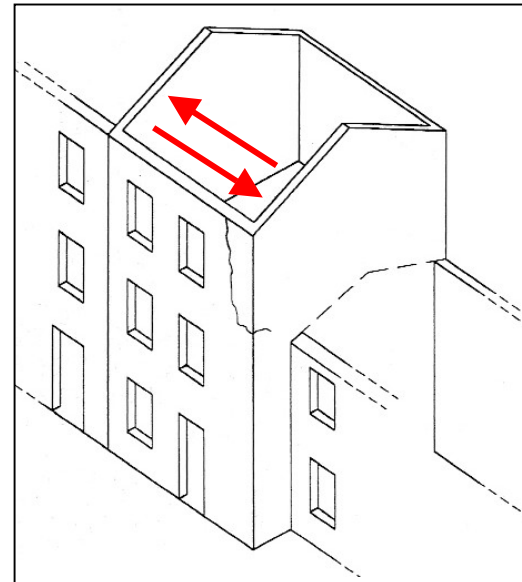
# Comportamento Sismico Globale della US

## Verifica sismica delle pareti nel proprio piano



CORTINA DI  
EDIFICI

Sisma  
PARALLELO  
alla facciata



Unità Strutturale Intermedia  
Diverso numero di piani

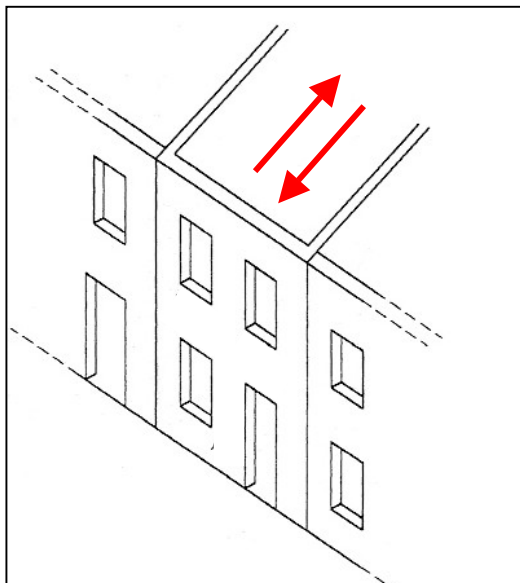
SEMPLIFICAZIONI  
APPLICABILI  
SOLO AI PIANI BASSI

Unità Strutturale Intermedia  
Diverso numero di piani  
Facciata non allineata

SEMPLIFICAZIONI NON  
APPLICABILI A NESSUN PIANO

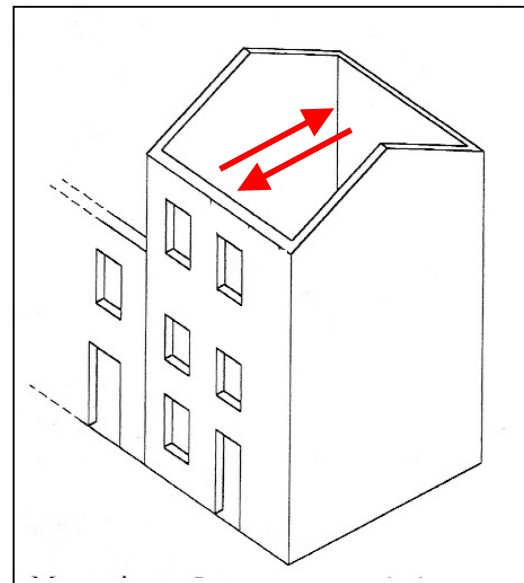
# Comportamento Sismico Globale della US

## Verifica sismica delle pareti nel proprio piano

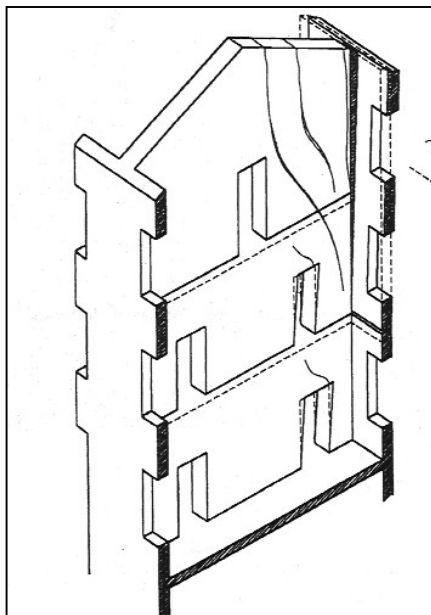


CORTINA DI  
EDIFICI

Sisma  
ORTOGONALE  
alla facciata



Unità Strutturale  
Intermedia  
SEMPLIFICAZIONI  
APPLICABILI  
SOLO PER IL  
COMPORTAMENTO  
TORSIONALE



Unità Strutturale di  
Testata  
SEMPLIFICAZIONI  
NON APPLICABILI



## Comportamento Sismico Globale della US

### AZIONI SISMICHE AGGIUNTIVE

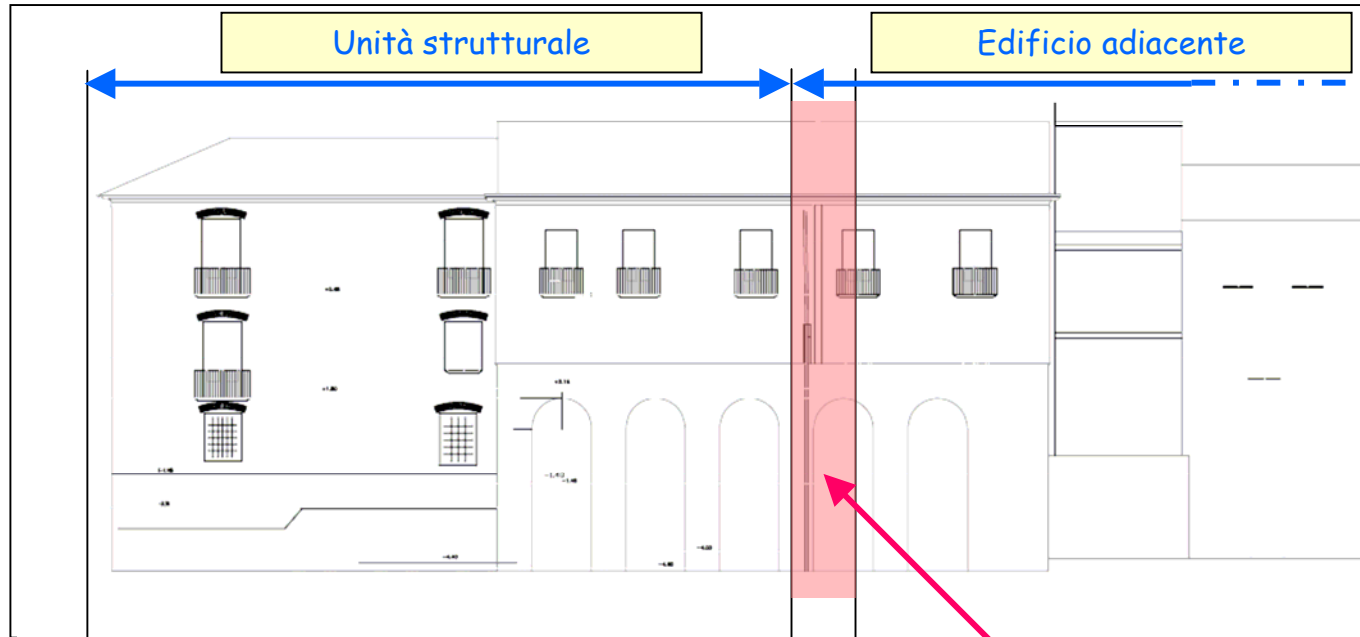
Nella verifica globale della US occorre sempre considerare azioni sismiche aggiuntive trasmesse dagli edifici adiacenti

Tali azioni sono dovute alla masse delle parti degli edifici adiacenti comunque connesse alla US

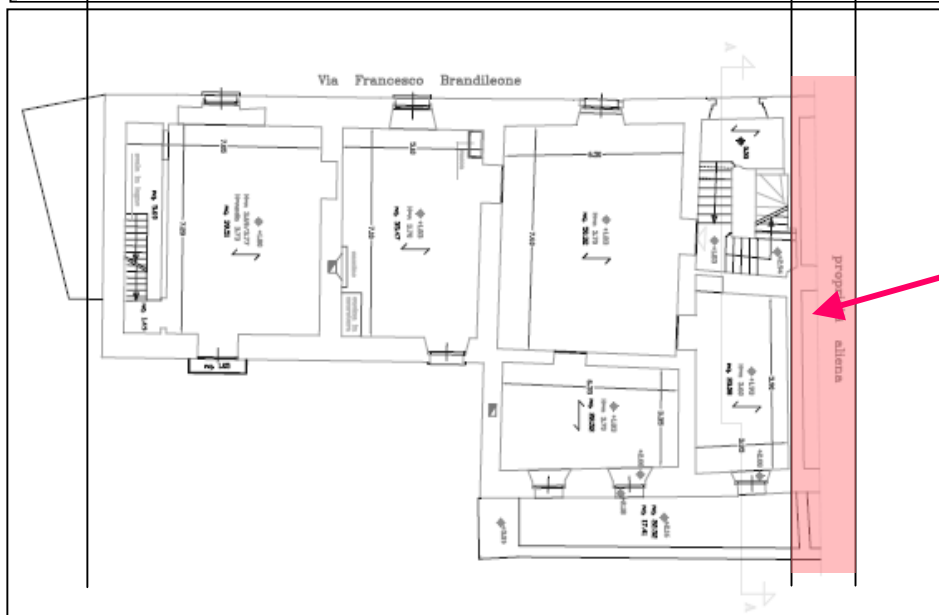
Anche rigidezze diverse (se maggiori quelle della US) possono richiamare sulle pareti della US forze sismiche connesse a masse non direttamente collegate ad esse

# Comportamento Sismico Globale della US

## AZIONI SISMICHE AGGIUNTIVE



AGGREGATO  
EDILIZIO A  
CORTINA  
UNITÀ  
STRUTTURALE  
DI TESTATA



Parte dell'edificio  
adiacente da portare in  
conto nella valutazione  
delle masse della US

Si considera almeno metà del  
campo delimitato dalla prima  
parete trasversale

## La verifica del Comportamento Sismico Locale della US

### VERIFICA DELLE PARETI AL DI FUORI DEL PIANO

La verifica sismica locale della US di un edificio in aggregato si effettua con gli stessi metodi utilizzati per gli edifici isolati

Lo schema strutturale da adottare dipende sempre dalla efficienza dei collegamenti della parete con gli impalcati

Nella verifica occorre tener conto anche di:

- carichi verticali trasmessi dagli edifici adiacenti non facenti parte della US (ad es. solai poggianti su muri in comune)
- eventuali forze orizzontali da carichi verticali (ad es. spinte di volte adiacenti)
- azioni sismiche relative alle masse di una parte degli edifici adiacenti non scollegati