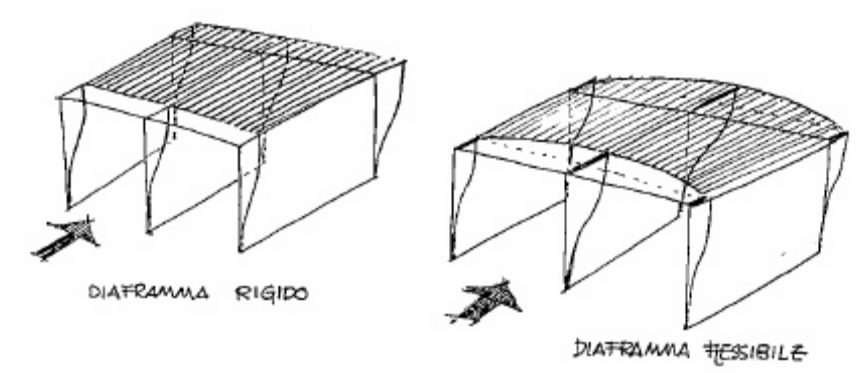
In generale questi elementi piani sono configurabili come elementi tipo lastra, cioè soggetti ad uno stato di sollecitazione nel proprio piano.

Tra i modelli a macro-elementi si possono quindi distinguere quelli che mantengono una modellazione **bidimensionale** dei pannelli murari, in alternativa ad una modellazione **monodimensionale**, in cui si ipotizza di schematizzare i pannelli murari come travi tozze (cioè deformabili anche a taglio) con comportamento non lineare oppure come bielle (puntoni).

## 3.2 I meccanismi di collasso di I e II modo

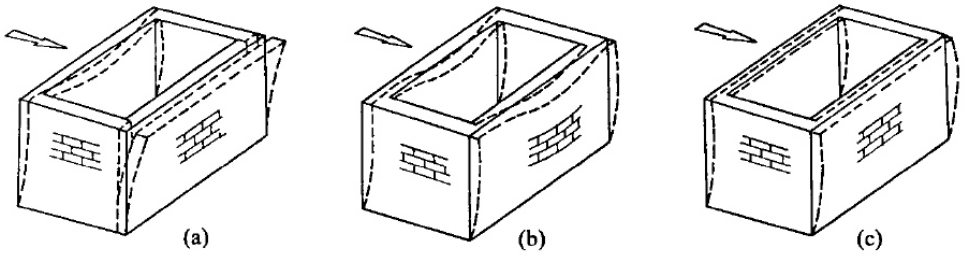
Nella definizione del modello più opportuno non si può prescindere dalla comprensione dell'organizzazione strutturale d'insieme dell'edificio da analizzare. La risposta sismica della struttura dipende in particolare dal grado di connessione delle varie parti resistenti (ammorsamento tra pareti ortogonali, collegamenti perimetrali di piano tra pareti e solaio) e dalla rigidezza degli impalcati. La maggiore o minore rigidezza dell'impalcato nel proprio piano influenza la maggiore o minore capacità di ripartizione delle azioni sismiche: nel caso di solaio rigido si crea una collaborazione tra le varie pareti disposte nella direzione del sisma tale che le azioni sismiche si ripartiscono proporzionalmente alle rigidezze laterali delle pareti stesse. Se invece l'impalcato è deformabile (come accade nei solai tradizionali in legno o in ferro) non si ha questa ridistribuzione benefica con la conseguenza che ciascuna parete, indipendentemente dalla sua rigidezza, risulta caricata da un'azione sismica proporzionale alla massa di competenza per area di influenza, in pratica ai carichi verticali che essa sopporta.




In realtà la mancanza di sufficiente rigidezza dell'impalcato di per sé non è una situazione estremamente negativa, ma lo diventa in assenza di collegamenti efficaci tra le pareti (quali catene, cordoli, buon ammorsamento alle croci di muro).

Con riferimento alla semplice scatola muraria parallelepipeda, è possibile definire la seguente casistica:

- assenza di collegamenti perimetrali (a);
- presenza di collegamenti perimetrali e scarso irrigidimento orizzontale (b);
- presenza di collegamenti perimetrali e sufficiente irrigidimento orizzontale (c).

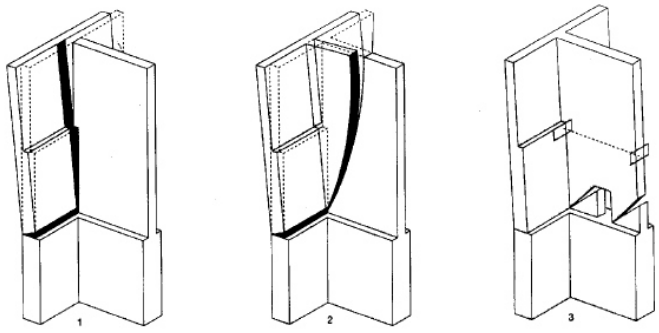



Nel caso (a) ogni parete, sottoposta alle azioni verticali e orizzontali che direttamente le competono, si comporta come un elemento del tutto

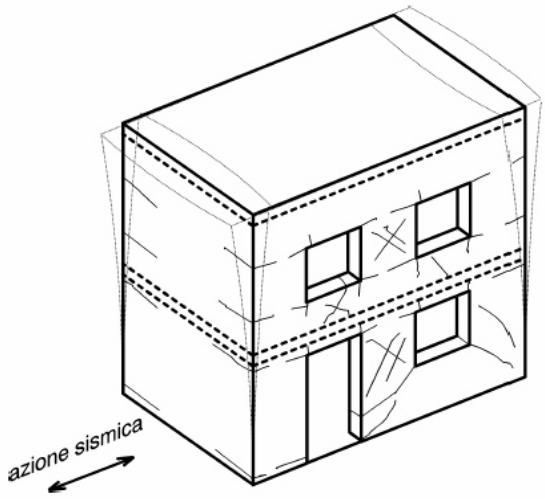
indipendente, isolato dagli altri, e quindi non ha senso l'utilizzo di un unico modello globale spaziale ma occorre riferirsi a tanti schemi piani quante sono le pareti. In queste condizioni si attivano i cosiddetti meccanismi di collasso di I modo, ovvero meccanismi di collasso delle pareti fuori dal piano (ribaltamento semplice o composto, flessione verticale, flessione orizzontale), che riducono notevolmente la capacità sismica dell'edificio e quindi lo rendono molto vulnerabile sismicamente.

Nel caso (b) grazie alla presenza di collegamenti efficaci il rischio di ribaltamento o flessione fuori piano viene notevolmente attenuato ma sono ancora possibili meccanismi di I modo soprattutto locali e l'edificio non è ancora in grado di comportarsi come un unico organismo scatolare solidale in cui cioè si ha una collaborazione di insieme all'assorbimento delle sollecitazioni sismiche.

Nel caso (c) viene praticamente annullata la possibilità, o comunque resa poco probabile, di avere un comportamento fuori piano, la capacità sismica dell'edificio aumenta considerevolmente ed è condizionata dal comportamento delle pareti nel proprio piano, ovvero da meccanismi di collasso di II modo.




**Meccanismi di ribaltamento della facciata: senza ammorsamento (1), con ammorsamento (2) e con l'inserimento di una catena (3)**




## 3.3 I modelli monodimensionali a macroelementi

Questa classe di modelli riduce la parete muraria ad elementi monodimensionali capaci di rappresentare il comportamento meccanico di opportune porzioni di muratura in cui la parete è suddivisa. In particolare si distinguono:

- **modelli a puntone**;
- **modelli a telaio equivalente**.

Nell'ambito dei modelli basati sull'idealizzazione a biella o a puntone (Calderoni et al., 1987 e 1989) si propone di modellare la porzione reagente del pannello murario mediante un elemento biella la cui inclinazione e la cui rigidezza riproducano in media il comportamento del pannello. Poichè al crescere dell'azione orizzontale rispetto al carico assiale si ha una progressiva parzializzazione a cui consegue quindi una variazione delle proprietà geometriche della biella equivalente (l'inclinazione cresce, la sezione decresce), questi metodi rientrano in quelli "a geometria variabile".