

Università di Trieste
Dipartimento di Ingegneria e Architettura

Corso di
Problemi Strutturali dell'Edilizia Storica

INTRODUZIONE

Prof. Ing. Natalino Gattesco

BIBLIOGRAFIA

AA.VV., “Manuale delle murature storiche Vol. I e Vol. II”, Dei, 2011

Croci G., “Conservazione e restauro strutturale dei beni architettonici”, UTET, Torino, 2001.

Hendry A.W. (1986) “Statica delle strutture in muratura di mattoni”, Patron Editore, Bologna.

Tomazevic M. (2001) “Earthquake-Resistant Design of Masonry Buildings”, Series on Innovation in Structures and Construction – Vol. 1, Imperial College Press, London.

INTRODUZIONE

La sicurezza di una struttura può essere valutata solo in termini probabilistici (*infatti il verificarsi di una o più situazioni sfavorevoli, poco probabili, può comportare il superamento di uno o più stati limite*)

Il rischio di perdita di funzionalità, di comparsa di dissesti o di crollo della costruzione viene fissato sulla base di analisi costi-benefici (*mettendo naturalmente in primo piano la salvaguardia dell'incolumità dell'uomo*).

Tale rischio tende ad aumentare nel corso della vita della struttura per l'intervento di fattori nuovi che modificano il comportamento strutturale originario

CROLLO PONTE MORANDI - GENOVA



Viadotto sul Polcevera – Genova (ago. 2018)

CROLLO TETTO CHIESA - ROMA



Chiesa di San Giuseppe dei Falegnami – Roma (ago. 2018)

CROLLO EDIFICIO – TORRE ANNUNZIATA



Crollo durante la notte (luglio 2017) – 8 morti (fam. tecnico comunale)

CROLLO SCUOLA – SAN GIULIANO DI PUGLIA



Crollo scuola Jovine (ottobre 2002) – 28 morti

CROLLO TORRE CIVICA – PAVIA



Crollo Torre Civica (marzo 1989)

CROLLO EDIFICIO RIONE ARENELLA – NAPOLI



CROLLO COPERTURA PISCINA AQUAMARINA TS



FATTORI CHE AUMENTANO IL RISCHIO

QUESTI FATTORI RIGUARDANO:

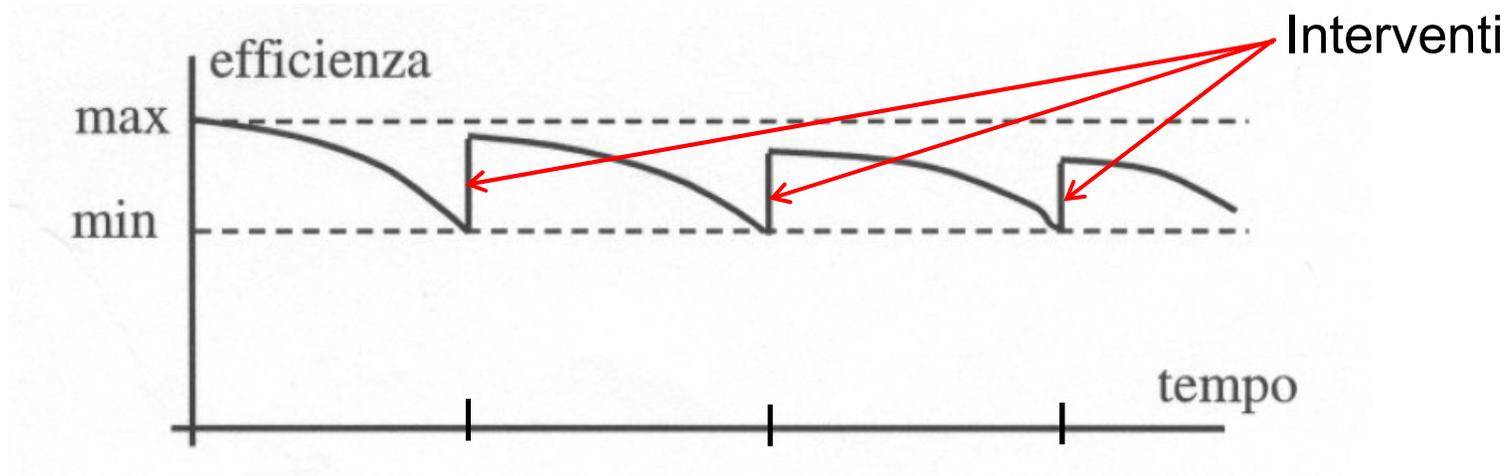
- **Il progressivo degrado dei materiali** per effetto dell'aggressione atmosferica
- **Il degrado strutturale dovuto alla ciclicità delle sollecitazioni** (*carichi ripetuti, variazioni termiche, gelo-disgelo*)
- **L'aumento dei carichi variabili** per cambio di destinazione d'uso
- **L'esecuzione di opere in prossimità** (*e.g. scavi, gallerie, nuovi edifici*)
- **La modifica di alcune parti della struttura** (*realizzazione di aperture, soppressione di vincoli, ecc.*)

VERIFICA PERIODICA

L'intervento di tali fattori richiede, quindi:

UNA VERIFICA PERIODICA DELLE STRUTTURE

Controllo che la sicurezza della struttura non scenda al di sotto di una determinata soglia limite.



EVENTI ECCEZIONALI

La sicurezza di una struttura, inoltre, può essere seriamente ridotta da eventi quali

- I terremoti
- Gli smottamenti
- Le esplosioni

Questi eventi provocano danni più o meno gravi in diverse parti **strutturali** (*la costruzione in genere diventa immediatamente inagibile*)

MESSA IN SICUREZZA

In tutti questi casi di superamento della soglia di rischio accettabile e' necessario intervenire con opere di riparazione e/o rafforzamento

MESSA IN SICUREZZA

Inoltre per garantire l'efficienza dell'opera nel tempo e' necessario prevedere una

MANUTENZIONE PROGRAMMATA

INDAGINE CONOSCITIVA

Lo scopo degli interventi di riparazione e rafforzamento strutturale è di conferire alle strutture di edifici esistenti un livello di sicurezza adeguato alla funzione

Per ricercare il metodo di intervento più idoneo è necessario procedere ad un'approfondita

INDAGINE CONOSCITIVA

INDAGINE CONOSCITIVA

- **Rilievo geometrico** (*dimensioni effettive parti strutturali*)
- **Indagine storica** (*ricostruzione variazioni nel tempo*)
- **Indagini sperimentali per la caratterizzazione dei materiali** (*prove soniche, prove di taglio, martinetti piatti, ultrasuoni, carotaggi, ecc.*)
- **Rilievo dei dettagli costruttivi** (*collegamento fra le varie parti, presenza di catene e legature, ecc.*)
- **Rilievo del quadro fessurativo** (*diretto, fotogrammetrico*) **con mappatura di ogni singola lesione** (*apertura, estensione*)

DIAGNOSTICA E VALUTAZIONE

Alla fase di indagine segue una fase di analisi dei dati ottenuti per valutare lo stato attuale delle strutture ed individuare le cause che hanno provocato la caduta di efficienza (*degrado materiali, fessurazioni più o meno estese, dissesti statici, ecc.*)

**VALUTAZIONE SICUREZZA
E DEFINIZIONE TECNICHE DI INTERVENTO**

TECNICHE DI INTERVENTO

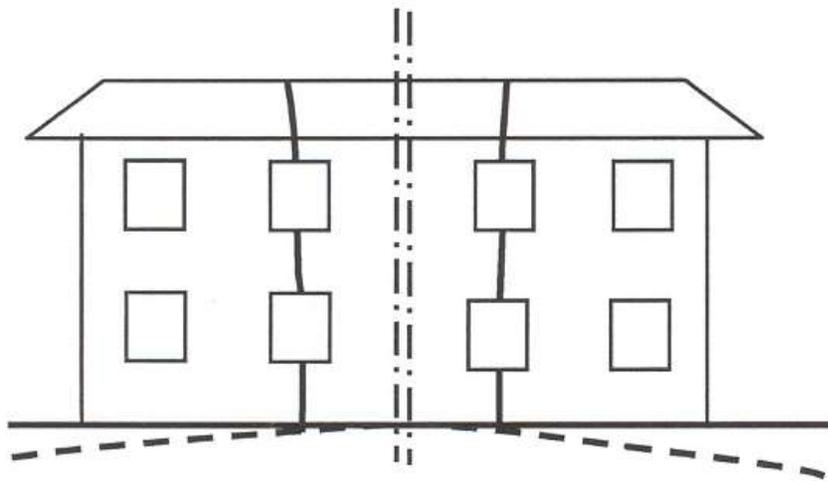
- **Le fasi di indagine e valutazione consentono di conoscere lo stato di una struttura e di individuare le cause che hanno provocato la ridotta efficienza**
- **L'obiettivo dell' intervento e' di migliorare le caratteristiche principali che governano il comportamento strutturale al fine di mettere in sicurezza la struttura**

TECNICHE DI INTERVENTO

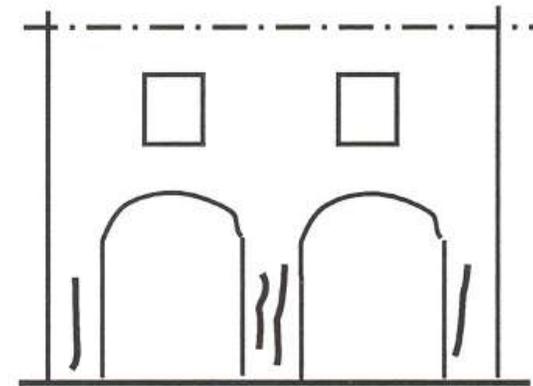
- **Gli interventi strutturali possono essere**
 - **Locali** (*riguardano opere su singoli elementi strutturali mirate principalmente al miglioramento delle caratteristiche meccaniche dei materiali*)
 - **Globali** (*riguardano opere che tendono a modificare il funzionamento dell'intera struttura*)
- **E' necessario far precedere la rimozione delle cause che hanno condotto la struttura ad un livello di sicurezza inadeguato**

PROBLEMI STRUTTURALI

- **Le murature sono spesso fessurate per**
 - Cedimenti differenziali delle fondazioni (a)
 - Carichi verticali eccessivi (colonne) (b)



a)

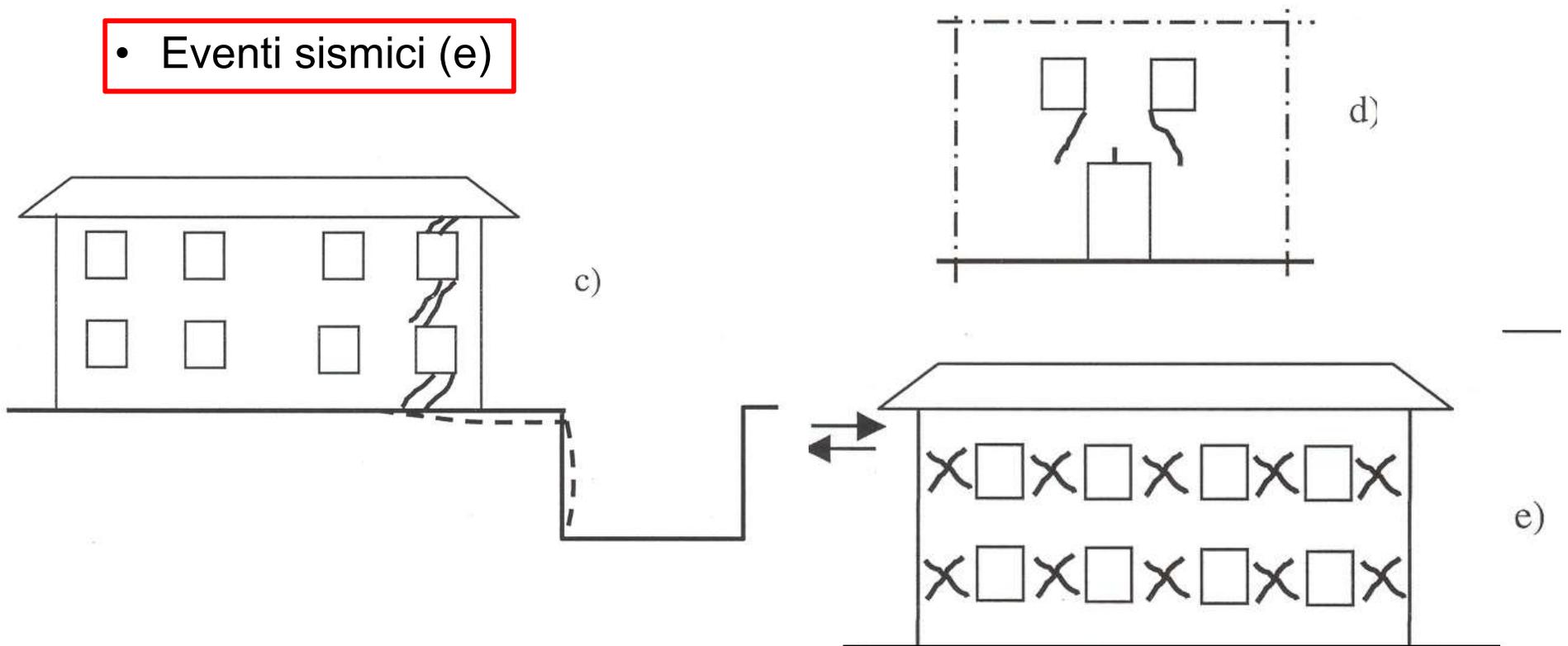


b)

PROBLEMI STRUTTURALI

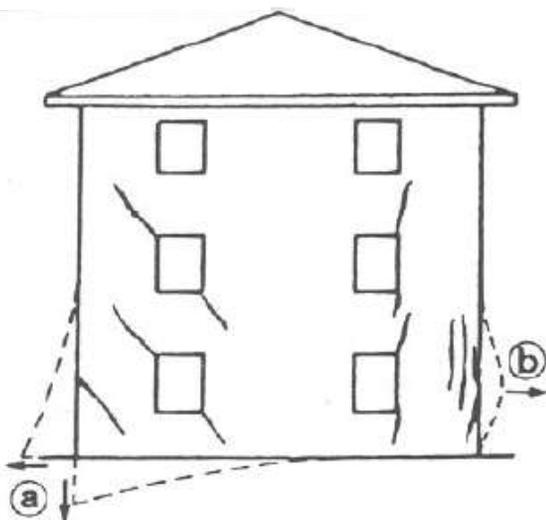
- **Le murature sono spesso fessurate per**
 - Esecuzione di scavi o nuovi edifici nelle vicinanze (c)
 - Errate impostazioni strutturali e/o vizi esecutivi (d)

- **Eventi sismici (e)**



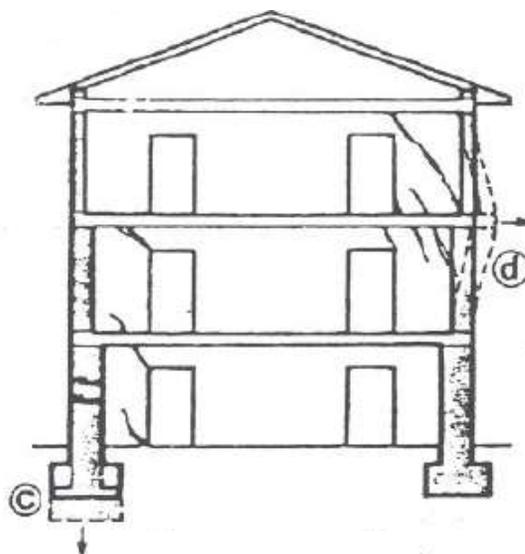
FESSURE E DEFORMAZIONI COME INDICATORI

- Fessure provocate da cedimenti e spinte

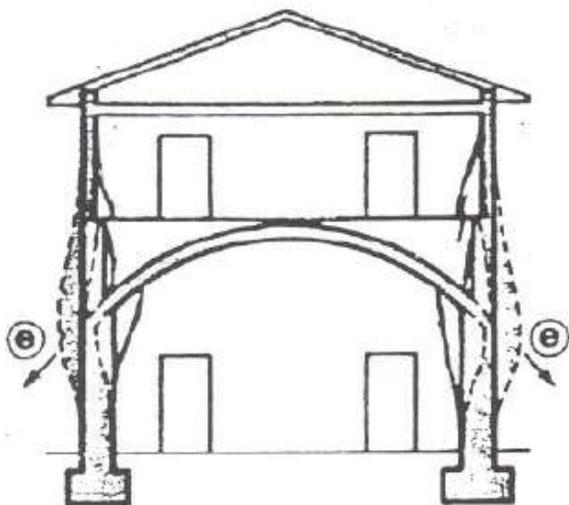


Lesioni tipiche dovute a spostamenti localizzati:

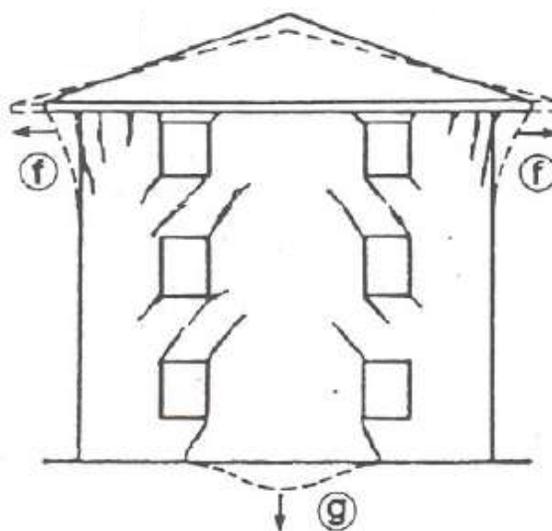
- a) per spostamento laterale dello spigolo dell'edificio;
- b) per schiacciamento della struttura muraria;



- c) per cedimento fondale della parete di facciata;
- d) per spinta verso l'esterno delle strutture di solaio;



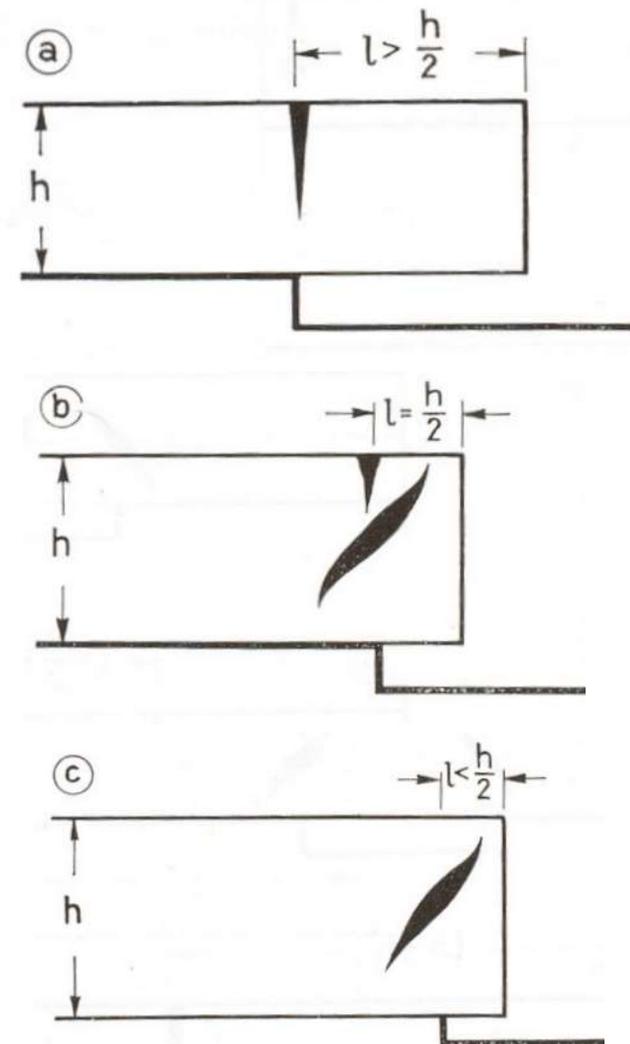
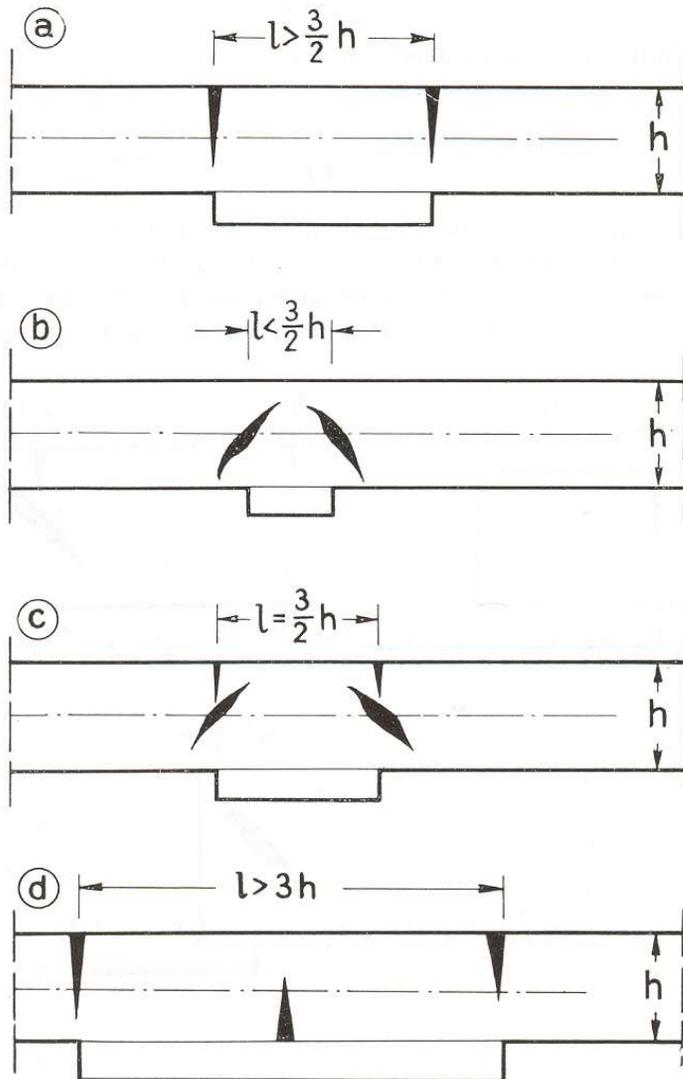
- e) per effetto di spinta della struttura a volta interna;



- f) per presenza di copertura spingente;
- g) per cedimento fondale nella zona intermedia di facciata.

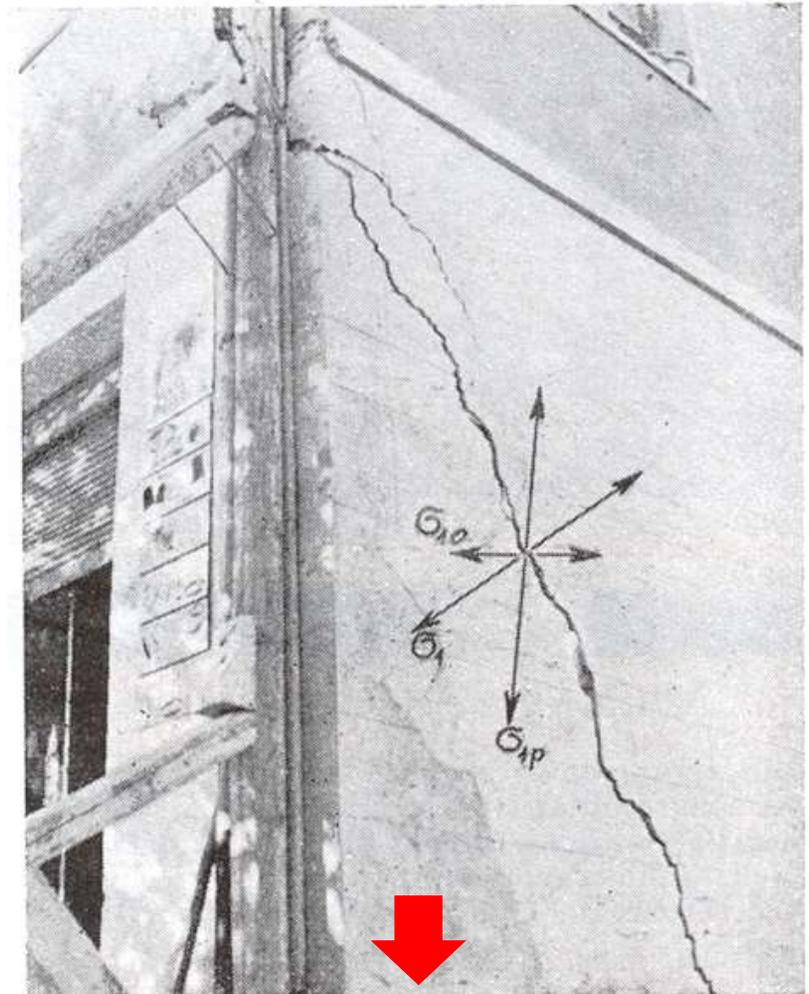
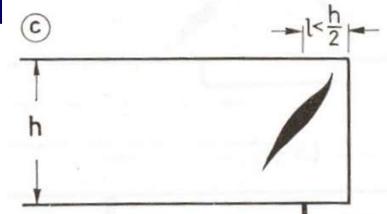
FESSURE COME INDICATORI

- Fessure provocate da cedimenti verticali



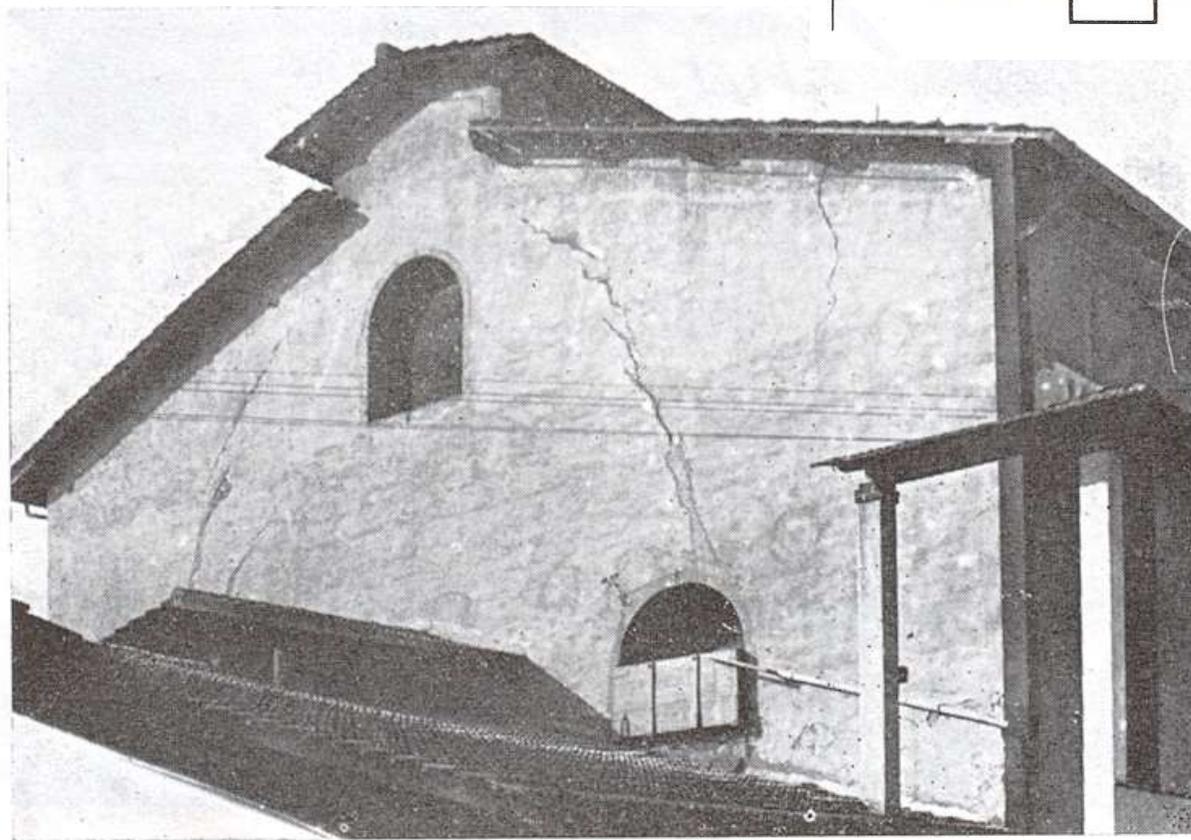
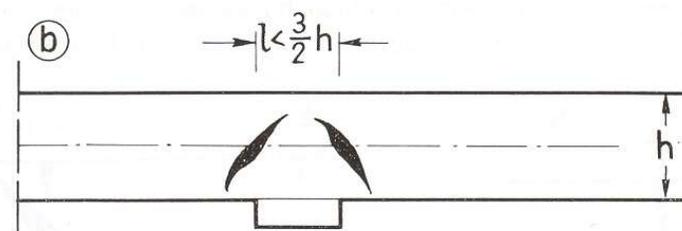
FESSURE COME INDICATORI

- Fessure provocate da cedimenti verticali di estremita' del fabbricato



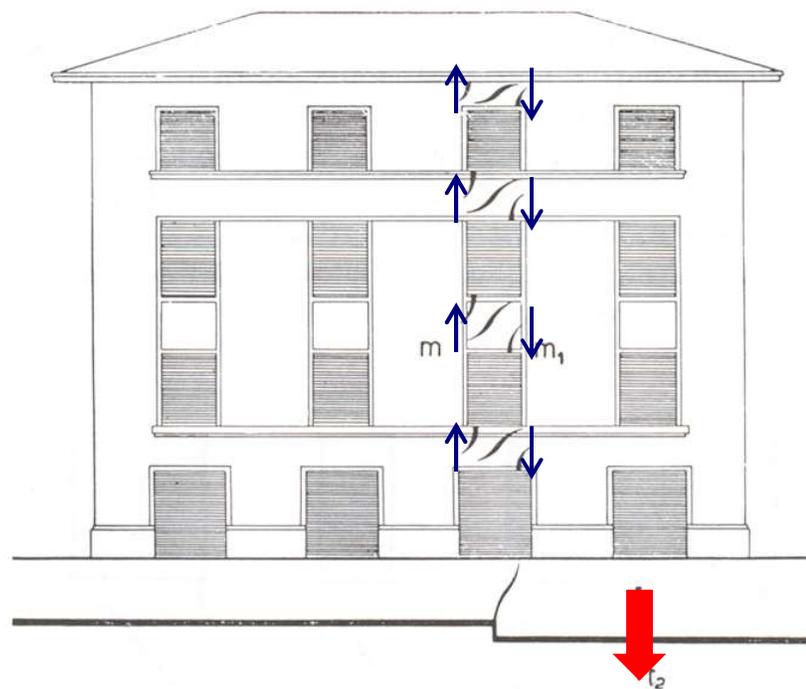
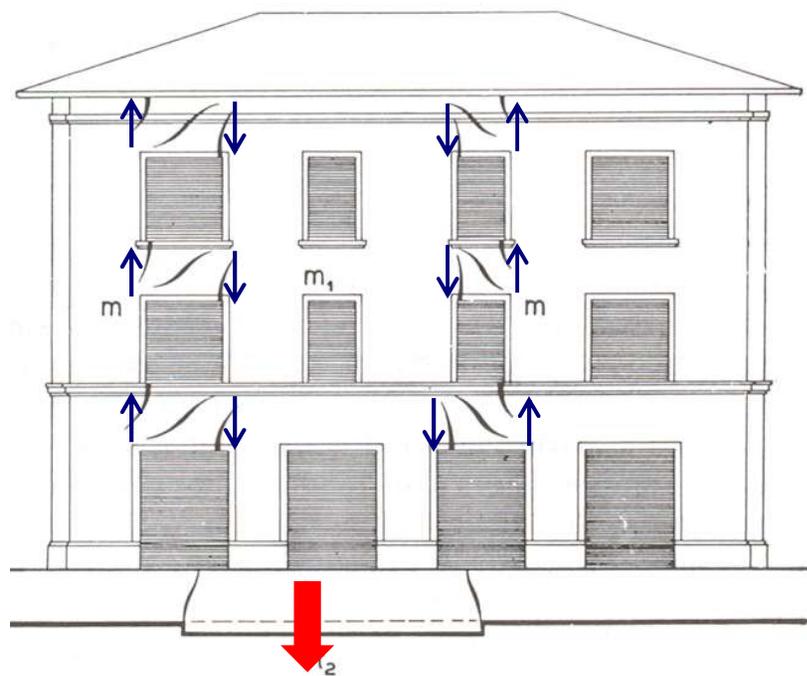
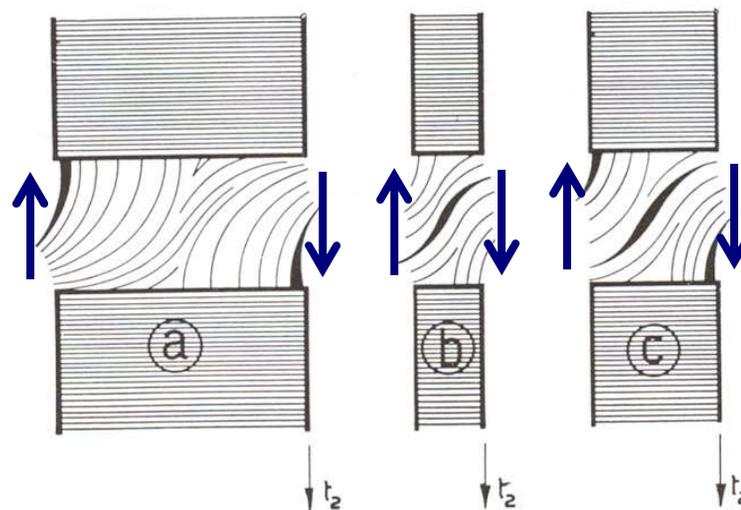
FESSURE COME INDICATORI

- Fessure provocate da cedimenti verticali in zona centrale al fabbricato



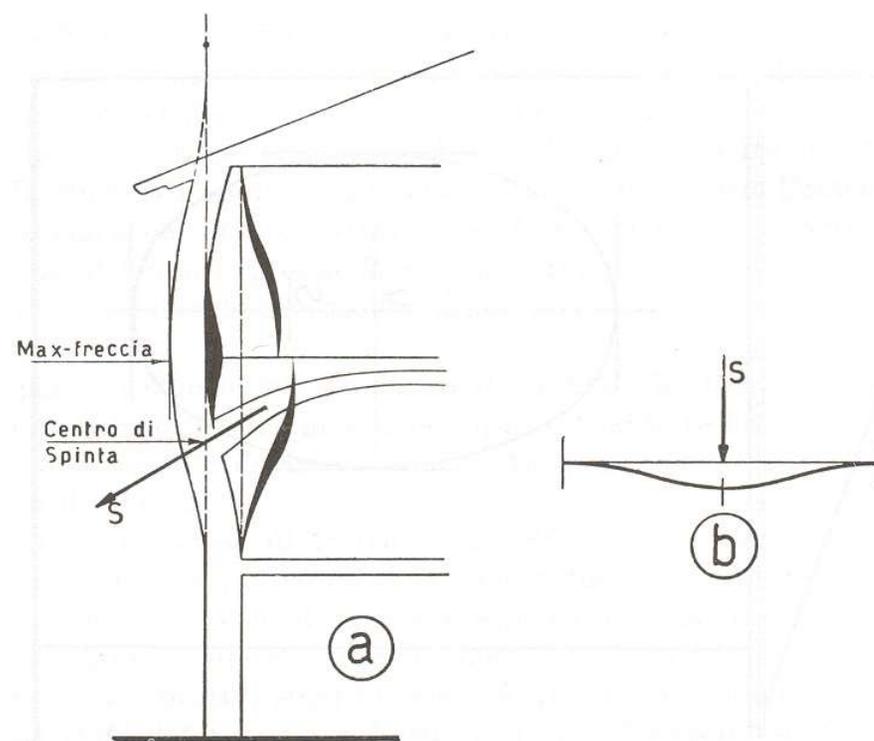
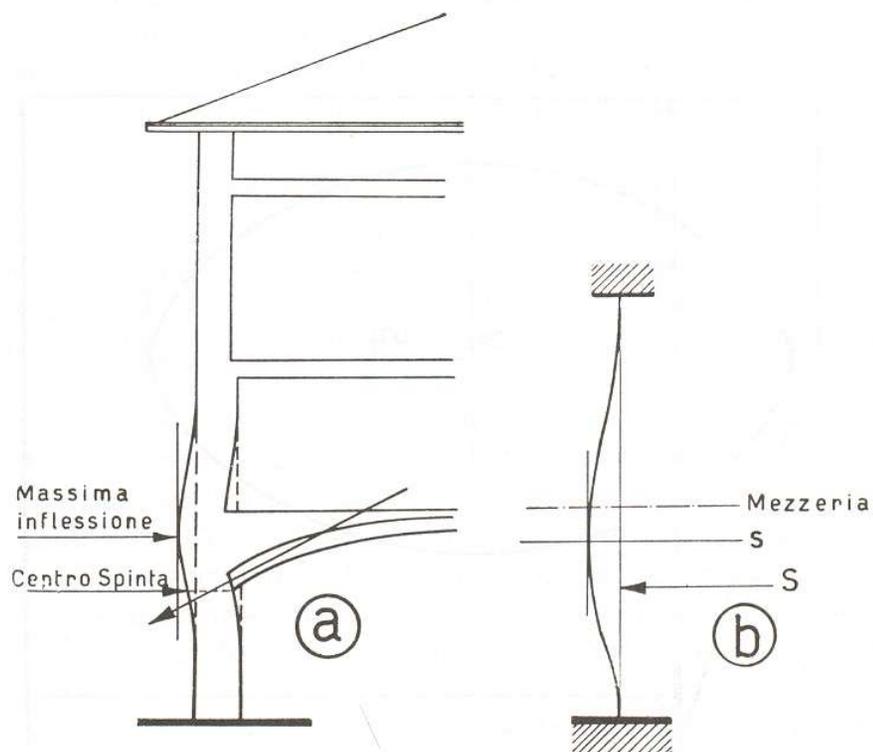
FESSURE COME INDICATORI

- Fessure provocate da cedimenti verticali *verticali* (nel caso di traverse più deboli dei maschi)



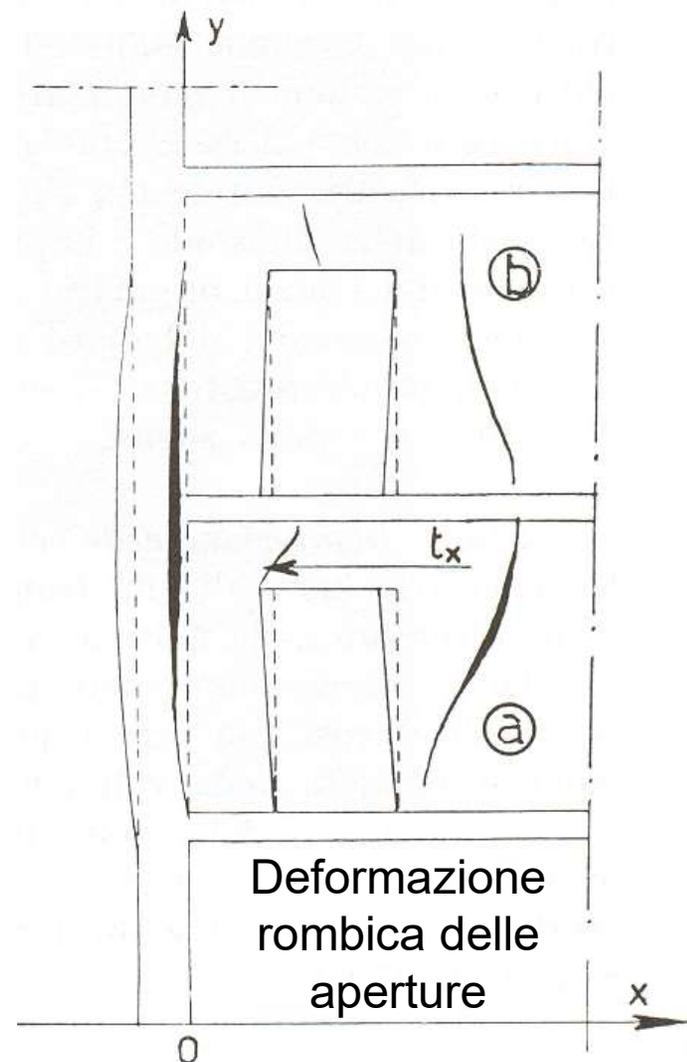
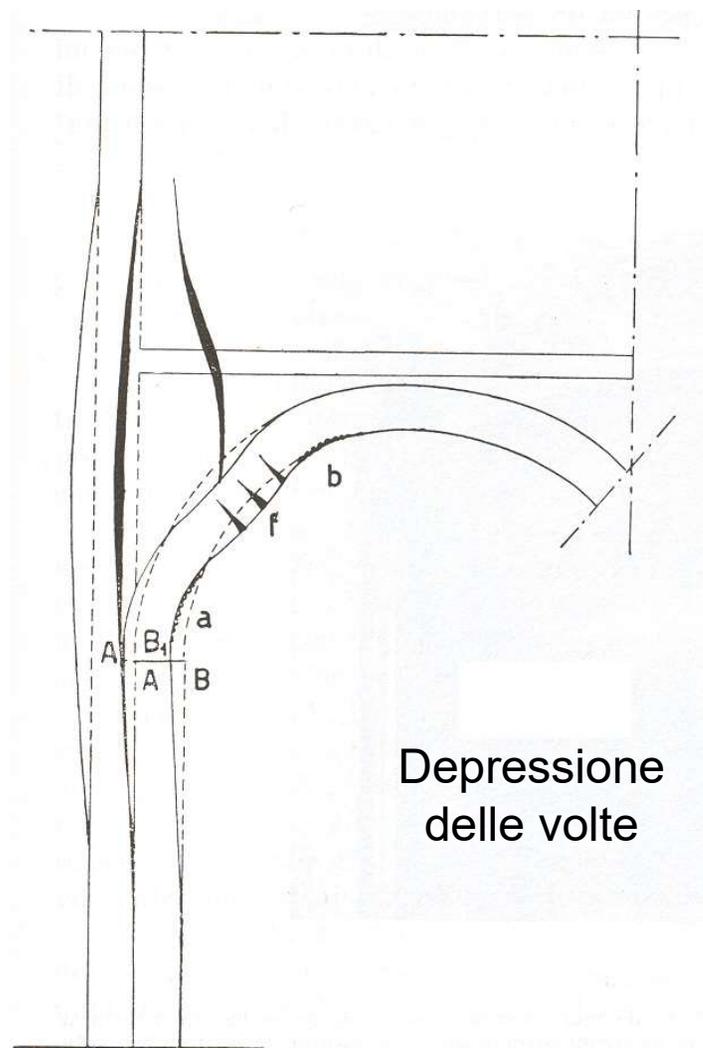
FESSURE E DEFORMAZIONI COME INDICATORI

- Fessurazioni provocate da spinte di archi e volte



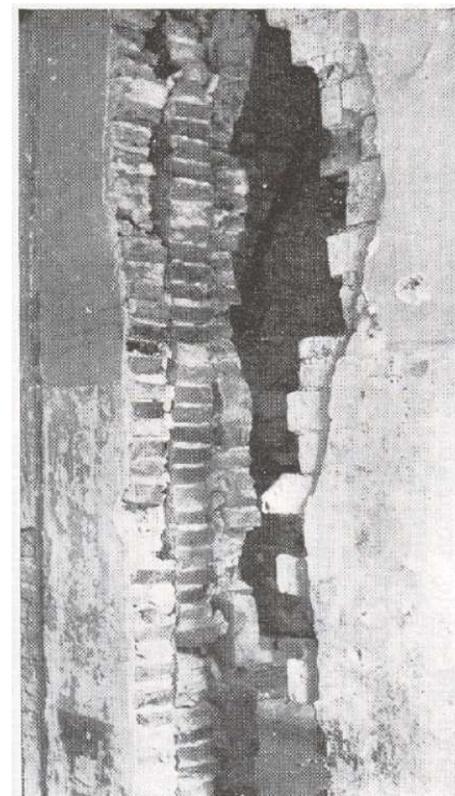
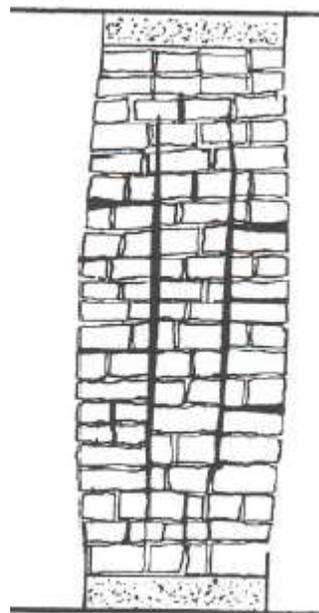
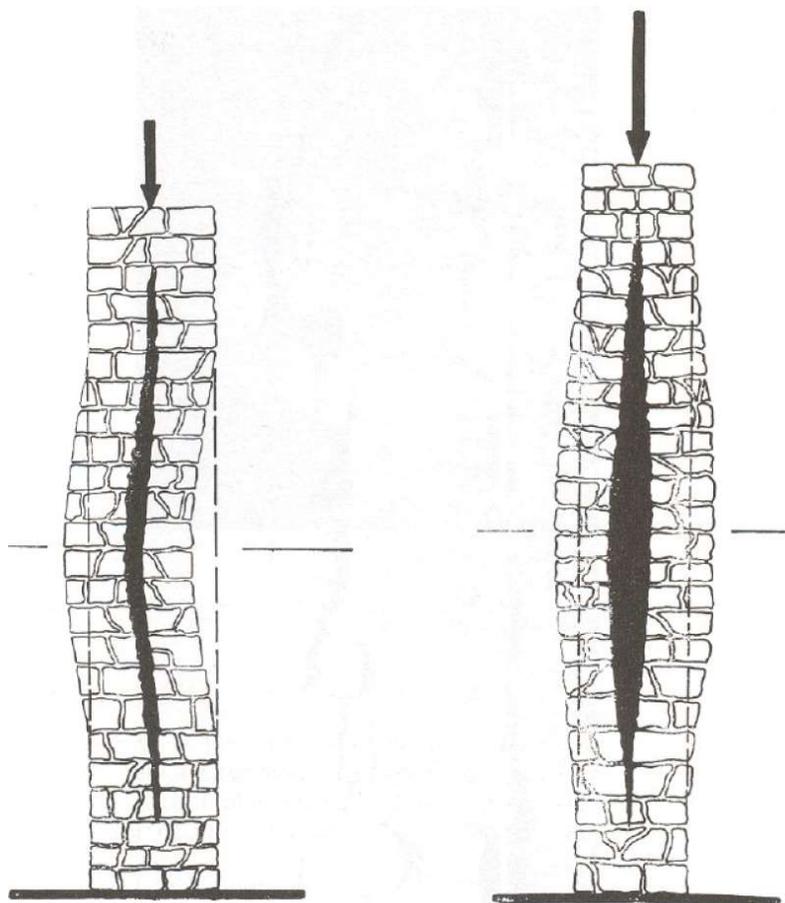
FESSURE E DEFORMAZIONI COME INDICATORI

- Fessurazioni provocate da spinte di archi e volte



FESSURE E DEFORMAZIONI COME INDICATORI

- Fessurazioni nel piano della muratura



CARICO CRITICO MURATURE

- **Muratura a più paramenti** (*Carico critico*)

Le murature sono in genere elementi snelli. Se si calcola il carico critico Euleriano per tre murature di ugual spessore: singolo paramento, due paramenti affiancati, tre paramenti affiancati, si ottiene:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2}{12} \cdot \frac{E a^3}{I_o^2}$$

$$\frac{P_{cr,b}}{P_{cr,a}} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{P_{cr,c}}{P_{cr,a}} = \frac{1}{9}$$

