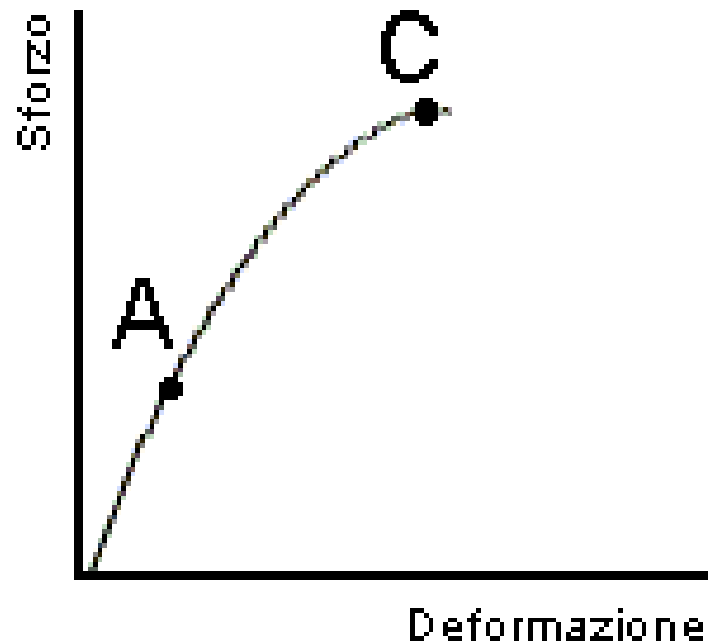


## COSA È UN TERREMOTO ?

- Un TERREMOTO (dal latino *terrae motus*) è uno scuotimento (o vibrazione) della superficie terrestre dovuto al passaggio di onde elastiche emesse dalla **rottura delle rocce** costituenti la parte più rigida della terra, chiamata **litosfera**.
- Succede che, all'atto di tale rottura, gran parte dell'energia di deformazione viene **convertita** in energia cinetica e propagata a distanza sotto forma di onde sismiche.

- A pressione non elevate, la roccia risponde ad uno stress da sforzo con un comportamento elastico fino ad un determinato valore A (v. figura ), al di sopra del quale presenta un comportamento fragile, ovvero superato il valore C la roccia si rompe. Nel punto in cui avviene la rottura, detto **faglia**, si genera il terremoto.



## **CHE COSA È UN MAREMOTO ?**

**Un MAREMOTO (o tsunami) consiste in una serie di onde marine generate da un improvviso movimento del fondo del mare (frane sottomarine, eruzioni vulcaniche , epicentro localizzato sul fondo del mare) che, raggiunta la costa, possono avere effetti distruttivi.**

**IL TERREMOTO non è un fenomeno eccezionale, bensì un fenomeno naturale** che fa parte del complicato funzionamento della "macchina" chiamata Terra e gli effetti sismici sono la prova più evidente della dinamica ancora attiva nel nostro pianeta.

Quasi sempre gli aspetti catastrofici di un terremoto sono legati alle condizioni di impreparazione in cui si trovano le opere costruite dall'uomo e ad una serie di **omissioni** dell'uomo rispetto all'ambiente costruito; questo vale anche per gli altri tipi di cosiddette catastrofi naturali (frane, alluvioni, etc.).

## ALCUNE IMMAGINI DEL TERREMOTO IN ABRUZZO







## **ALCUNE IMMAGINI DELLO TSUNAMI IN GIAPPONE**











# **I TERREMOTI IN CALABRIA DAL 1500 AD OGGI**

- 25 febbraio 1509 (Calabria meridionale)
- 4 aprile 1626 (Girifalco)
- 27 marzo 1638 (Calabria centrale)
- 5 novembre 1659 (Calabria centrale)
- 14 luglio 1767 (nel Cosentino)
- 5 febbraio 1783 (tutta la Calabria, faglia aspromontana – oltre 35.000 morti)**
- 13 ottobre 1791 (Calabria centrale)
- 8 marzo 1832 (nel Crotonese)
- 12 ottobre 1835 (Castiglione Cosentino)
- 25 aprile 1836 (Calabria settentrionale)
- 12 febbraio 1854 (nel Cosentino)
- 4 ottobre 1870 (nel Cosentino)
- 3 dicembre 1887 (Calabria settentrionale)
- 16 novembre 1894 (Calabria meridionale)
- 8 settembre 1905 (tutta la Calabria – 557 morti)**
- 23 ottobre 1907 (Ferruzzano)
- 28 dicembre 1908 (Reggio Calabria e Messina – oltre 80.000 morti)**
- 28 giugno 1913 (Calabria settentrionale)
- 11 maggio 1947 (Calabria centrale)

## IMMAGINE DEL TERREMOTO DEL 1905 IN CALABRIA



# IMMAGINI DEL TERREMOTO DI REGGIO CALABRIA 1908



**1908 – MESSINA**



## IMMAGINI DEL TERREMOTO DI MESSINA 1908







# TERREMOTI IN ITALIA DAL 1500 AL 1984

## TABELLA III

Elenco dei più rovinosi terremoti verificatisi in Italia dall'anno 1500 al 1984.

ANNO	ZONA COLPITA	VITTIME			
1511	Friuli	5000	1836	Rossano Calabro (CS)	590
1542	Mugello (PT)	300	1851	Monte Vulture (PZ)	670
1561	Valli del Sele e del Calore (SA)	300	1854	Cosenza	460
1564	Valle del Roia (IM)	700	1857	Salerno	12200
1570	Ferrara	150	1859	Norcia (PE)	100
1613	Naso (ME)	200	1870	Cosenza	130
1627	Gargano (FO)	5000			
1638	Catanzaro	9500			
1654	Sora (FR)	600			
1659	Catanzaro	1000			
1661	Romagna	100			
1672	Rimini	200			
1676	Ivrea	600			
1688	Romagna	100			
1688	Benevento	1600			
1693	Catania e Siracusa	60000			
1694	Irpinia	2000			
1695	Asolo (TV)	100			
1703	L'Aquila	9700			
1706	Sulmona (AQ)	1500	ANNO	ZONA COLPITA	
1726	Palermo	250	1905	Nicastro (CZ)	550
1730	Norcia (PE)	200	1907	Ferruzzano (RC)	160
1731	Foggia	30000	1908	Messina e Reggio Calabria	23000
1732	Irpinia	600	1915	Avezzano (AQ)	29980
1783	Reggio Calabria e Catanzaro	30000	1930	Irpinia	1420
1805	Molise	5500	1954	Cosenza	500
1818	Sicilia settentrionale	100	1968	Valle del Belice	400
1831	Foligno	100	1976	Friuli	970
1832	Crotone	220	1980	Irpinia	4440
1835	Cosenza	150			

# LA SISMOLOGIA

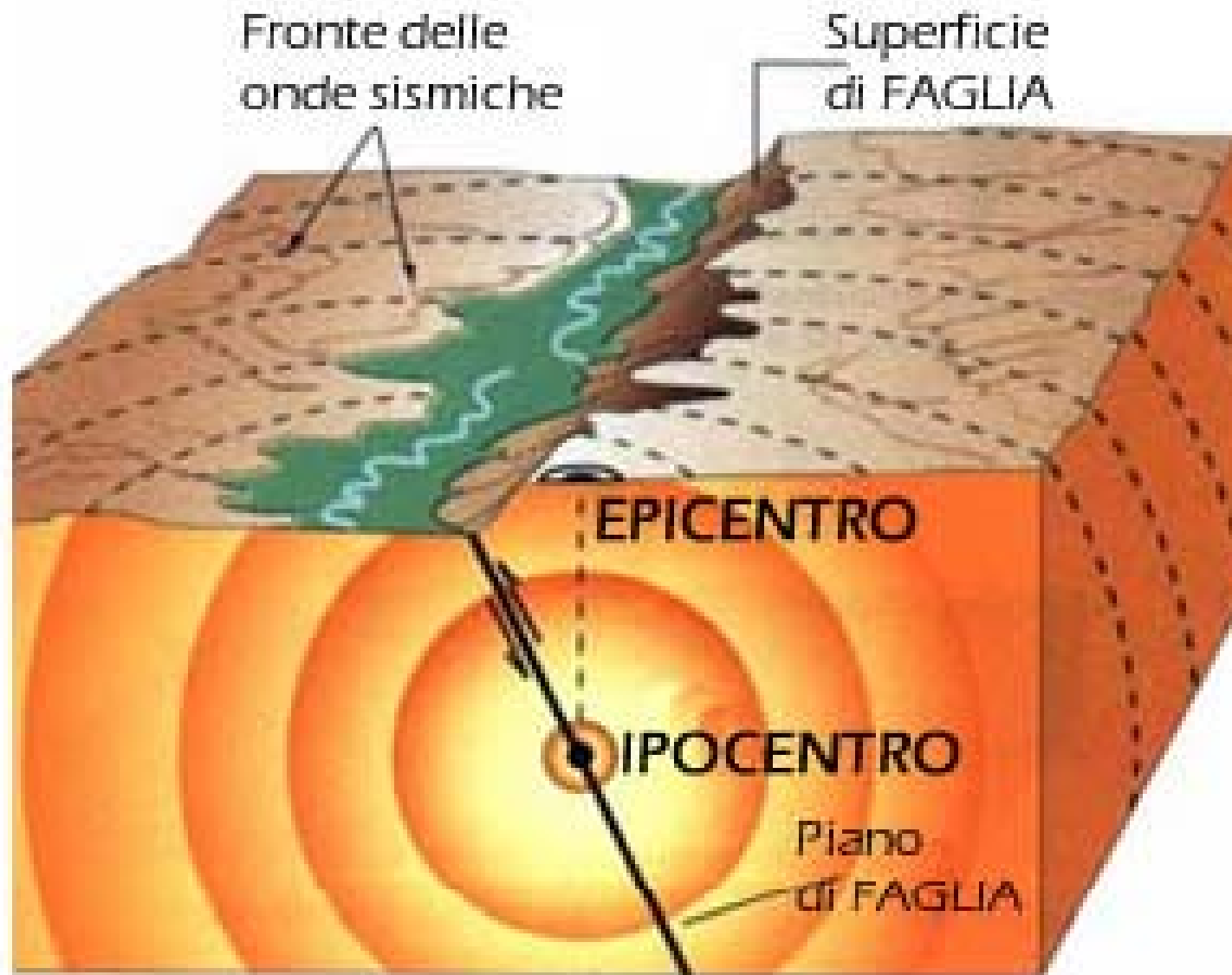
LA **SISMOLOGIA** È LA SCIENZA CHE STUDIA I TERREMOTI.

Gli apparecchi che misurano i terremoti si chiamano **sismografi**. Essi “captano” i movimenti del suolo durante un terremoto e li registrano in grafici chiamati **sismogrammi**. Essi forniscono diagrammi dai quali è possibile ricavare informazioni quali la durata e la «forza» del terremoto, la posizione dell'epicentro e dell'ipocentro ecc..

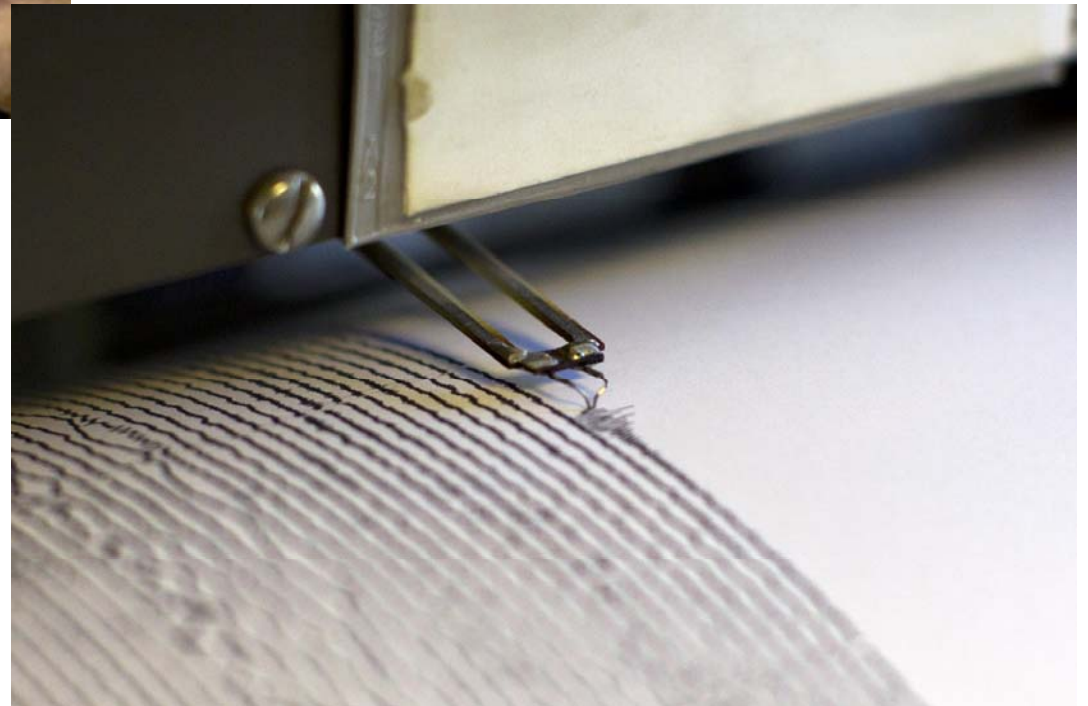
Il punto nella crosta terrestre dal quale partono le "scosse", (a seguito della frattura delle rocce) si chiama **ipocentro** o fuoco del terremoto. Il punto della superficie terrestre posto sulla verticale dell'ipocentro (e dove si riscontra la massima intensità di un terremoto) si chiama **epicentro**.

L'ipocentro si può trovare a profondità che varia da 60 a 700 Km ed, a seconda della sua profondità, il terremoto viene differenziato in superficiale (0,60 km), intermedio (60, 300 km), profondo (300, 700 km). Al passaggio delle onde sismiche le particelle che costituiscono il mezzo si deformano temporaneamente producendo compressioni e dilatazioni nella stessa direzione di propagazione dell'onda.

L'energia rilasciata dalla frattura delle rocce si propaga dall'ipocentro in ogni direzione per mezzo di onde elastiche.



# I SISMOGRAFI



## COME SI MISURA LA “FORZA” DI UN TERREMOTO?

La «forza» di un terremoto viene valutata in termini di **intensità** e di **magnitudo**.

L'**intensità** è la valutazione degli effetti prodotti da un sisma sulle persone, sui manufatti e sul territorio (scala Mercalli-1904). La **magnitudo** misura invece **la forza** di un terremoto a confronto con un terremoto standard preso come riferimento (scala Richter).

La **scala Richter** (1935) è una scala di valori relativi alla quantità d'energia liberata del sisma (valore di magnitudo).

La magnitudo è un parametro indipendente dagli effetti prodotti sull'uomo e sulle costruzioni, che permette di confrontare eventi sismici avvenuti in parti e in tempi differenti nel mondo.

<b>Grado</b>	<b>Scossa</b>	<b>Effetti</b>	<b>Magnitudo Richter</b>
I	Strumentale	Sentiti solo dai sismografi	< 3,5
II	Molto deboli	Notati solo da persone sensibili	3,5
III	Debole	Come le vibrazioni al passaggio di un autotreno sentiti da persone in riposo, nei piani alti specialmente	4,2
IV	Moderata	Sentiti da persone che camminano; tremolio di oggetti e di veicoli fermi	4,5
V	Poco forte	Sentiti da tutti; quasi tutti i dormienti si svegliano, le campane suonano	4,8
VI	Forte	Gli alberi oscillano, gli oggetti sospesi dondolano; danni da rovesciamento e caduta di oggetti liberi	5,4
VII	Molto forte	Allarme generale, le pareti si incrinano, l'intonaco cade	6,1
VIII	Distruttiva	I guidatori in auto fortemente sviati; crepe nelle murature; caduta di camini; danni agli edifici	6,5
IX	Rovinoso	Alcune case crollano dove il terreno si crepa; rottura delle condutture	6,9
X	Disastrosa	Il terreno si fende, molti edifici crollano, i binari si curvano, frane sui pendii ripidi	7,3
XI	Molto disastrosa	Pochi edifici restano in piedi, i ponti crollano, le comunicazioni (ferrovie, cavi, tubazioni) si interrompono, grandi frane e allagamenti	8,1
XII	Catastrofica	Distruzione totale, oggetti lanciati in aria, il terreno si alza e si abbassa in ondate	>8,1

## IL RISCHIO SISMICO

La probabilità che un terremoto si verifichi in una certa area entro un certo numero d'anni può esprimersi in diversi gradi di **rischio sismico** ed è sulla base del rischio sismico che si emanano le **norme relative alla costruzione d'edifici** e d'altre opere, allo scopo di evitare o comunque ridurre gli eventuali danni.

L'Italia è un Paese ad **alto rischio sismico**: oltre il 60% del territorio, di cui il 70% al Sud, è stato interessato da eventi sismici disastrosi. Relativamente all'ultimo secolo, oltre **120.000** sono state le vittime causate dai terremoti e i danni, relativamente agli ultimi 25 anni, sono quantificabili in circa **65 miliardi di Euro**.



## LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO

Tecnicamente, la valutazione del rischio, cioè del danno atteso in una determinata area vulnerabile ed in un dato periodo temporale si esprime:

$$R = P * E * V$$

dove:

**P (pericolosità)** = probabilità che un evento potenzialmente dannoso si verifichi entro un determinato periodo di tempo in una certa area (0,1)

**E (esposizione)** = valore dell'insieme delle vite umane, dei beni materiali e del patrimonio ambientale e storico-culturale, che possono andare perduti nell'eventualità che un fenomeno distruttivo si verifichi

**V (vulnerabilità)** = possibilità che un determinato bene subisca dei danni in caso di fenomeno distruttivo. La vulnerabilità è legata strettamente alle capacità intrinseche del bene a sopportare il danno (0,1).

Il rischio sismico può essere definito, quindi, come il prodotto tra la probabilità che un determinato terremoto si verifichi in un certo intervallo di tempo, ed il danno inteso sia in termini economici che in perdite di vite umane.

# LA PREVEDIBILITÀ

Un terremoto, allo stato attuale delle conoscenze, è un fenomeno non prevedibile. La Ricerca Scientifica, se da un lato non è in grado di dire "quando", può dire "dove" presumibilmente si verificherà un terremoto. Grazie agli studi compiuti negli ultimi anni, non solo sono note le aree sismicamente attive, ma è possibile dare un'indicazione sul "quanto forte potrebbe essere" il terremoto che, presumibilmente, si verificherà in un'area.

Una corretta opera di divulgazione ed educazione alla conoscenza del fenomeno terremoto e dei suoi effetti, fa sviluppare nelle popolazioni residenti quella "cultura della prevenzione", necessaria a fronteggiare le emergenze. Tra queste, in primis, l'applicazione delle Normative Tecniche sulle Costruzioni che contengono le "regole" per la realizzazione di edifici antisismici.

## LE SOLLECITAZIONI SISMICHE

Le **onde sismiche** generate da un terremoto inducono, sui fabbricati, **sollecitazioni sia verticali che orizzontali**; queste ultime sono le più pericolose e sono la causa principale dei danni che possono avere gli edifici.

Nelle zone considerate sismiche, quindi, la progettazione dei fabbricati avviene considerando anche le spinte orizzontali che generano sugli edifici degli sforzi cosiddetti di *taglio*.

Sia le costruzioni in muratura che quelle in cemento armato, se ben progettate e realizzate, sono in grado di reagire bene agli sforzi di taglio, garantendo in questo modo l'incolumità degli abitanti.

## IL COMPORTAMENTO DEGLI EDIFICI

Prescindendo dalla natura del terreno su cui è costruito, il **comportamento** degli edifici in caso di terremoto è alquanto complesso.

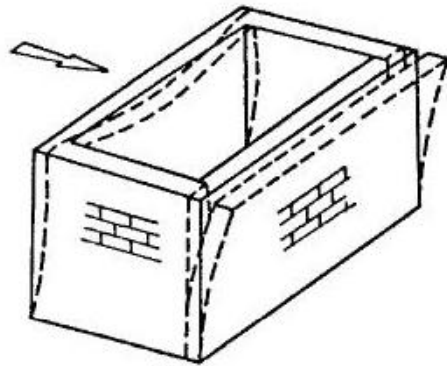
Per un **edificio in cemento armato** (struttura elastica) esso dipende dal tipo di fondazioni, dalla qualità dei collegamenti tra vari elementi portanti verticali, i pilastri, ed orizzontali, i solai e le coperture. Per gli **edifici in muratura** (struttura rigida), invece, esso dipende da come sono stati realizzati i collegamenti tra i muri portanti e i solai e tra i muri portanti e la copertura.

Discorso a parte per il terreno di fondazione: **terreni a diversa composizione** rispondono differentemente al passaggio delle onde sismiche.

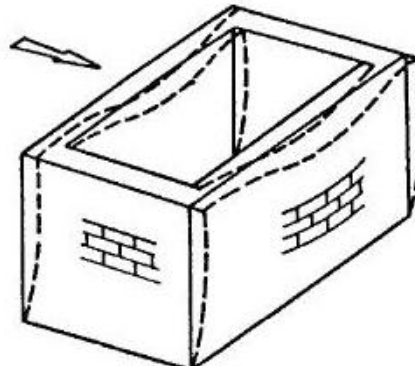
## **GLI EFFETTI DI UN TERREMOTO SULLE STRUTTURE**

PER QUALSIASI TIPOLOGIA DI EDIFICIO GLI ELEMENTI ORIZZONTALI, I SOLAI, E QUELLI VERTICALI, LE PARETI, DEVONO ESSERE BEN COLLEGATI TRA LORO.

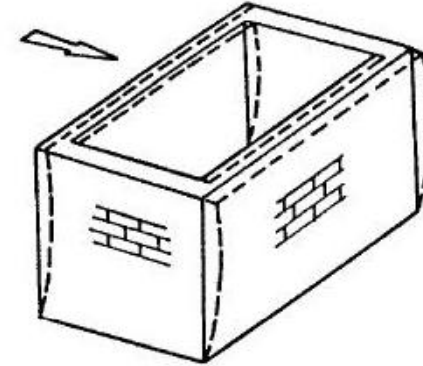
IN QUESTO MODO SI ASSICURA LA BUONA STABILITÀ DELLA COSTRUZIONE E, QUINDI, LA QUASI TOTALE INCOLUMITÀ DELLE PERSONE CHE OCCUPANO L'EDIFICIO IN CASO DI SISMA.



a) con solaio deformabile e senza cordolo



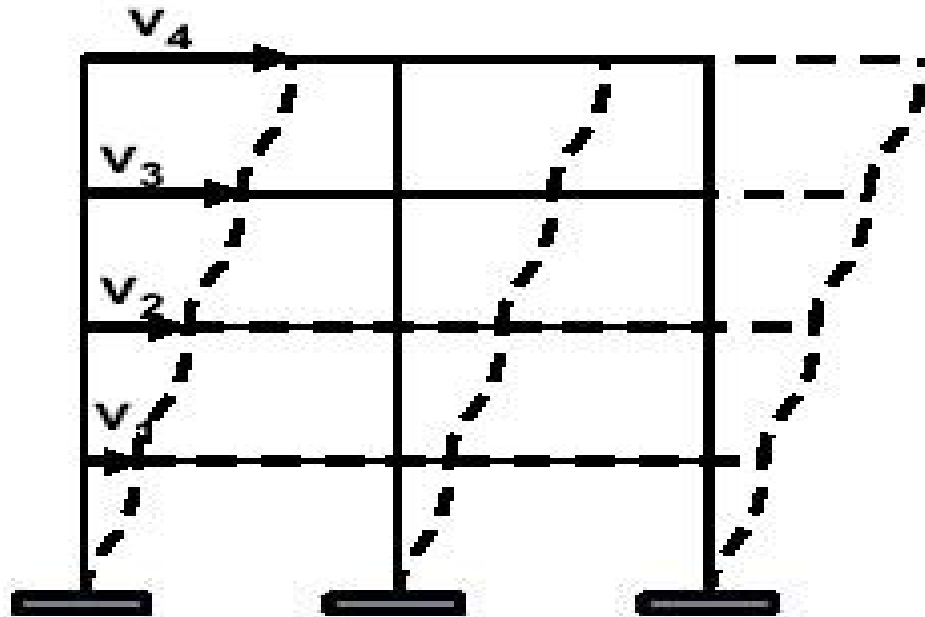
b) con cordolo e con solaio deformabile



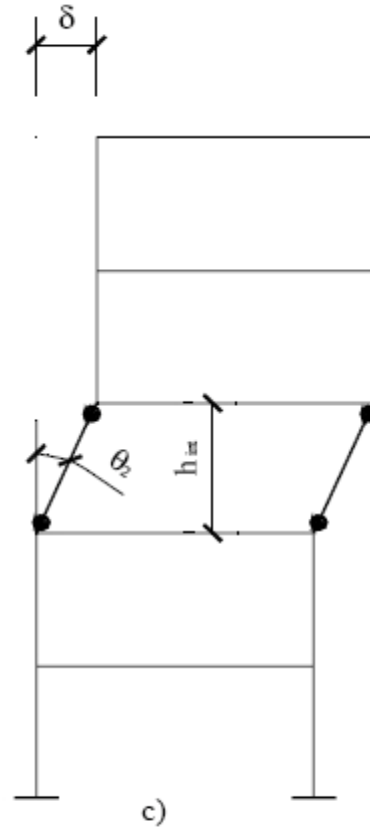
c) con cordolo e con solaio rigido

## MECCANISMI DI COLLASSO

**Negli edifici in muratura:** è importante legare le pareti portanti fra loro mediante l'inserimento di cordoli, catene in acciaio e realizzando solai sufficientemente rigidi nel loro piano in modo da ripartire le azioni orizzontali ai muri di controventamento. MECCANISMI DI COLLASSO



Risposta sismica di un edificio ben progettato che dissipa più energia.



Risposta sismica di un edificio MAL progettato.

**Negli edifici in c.a.:** è importante prestare attenzione ai nodi dei telai.  
 Il progettista deve tendere alla più ottimale situazione ultima andando ad incrementare la resistenza degli elementi che non devono plasticizzarsi (pilastri), a discapito di quelli in cui la plasticizzazione è voluta (travi). -  
 (CRITERIO DELLA GERARCHIA DELLE RESISTENZE)

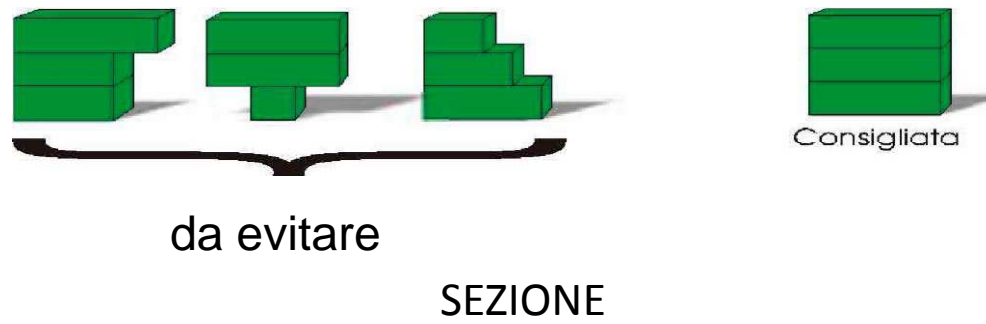
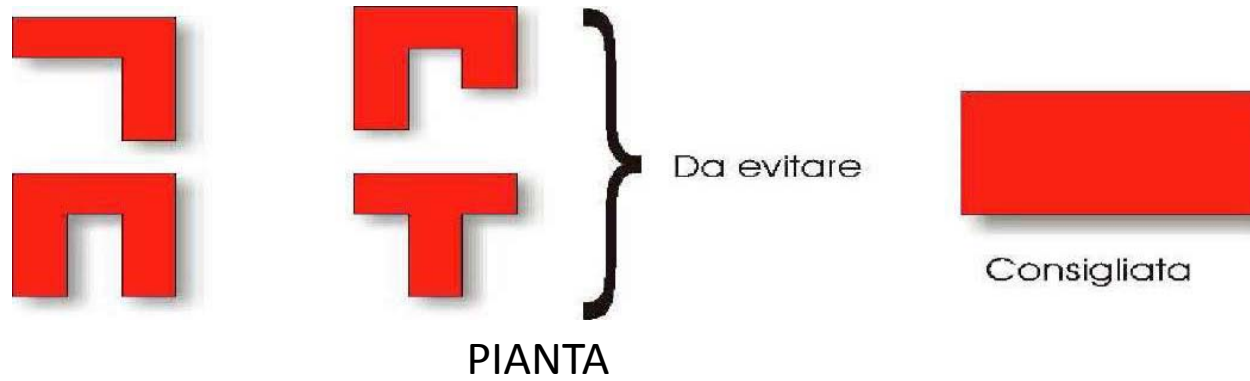
## LE BUONE REGOLE DEL COSTRUIRE

- Realizzare un edificio in grado di resistere alle sollecitazioni prodotte da un evento sismico è possibile applicando le normative in vigore e rispettando le regole basilari del "*buon costruire*" che possono essere così riassunte:
  - evitare di costruire su terreni franosi, detritici e la cui struttura è eterogenea;
  - costruire su terreni compatti e tali da assicurare stabilità all'edificio;
  - evitare di realizzare edifici con forme irregolari in pianta, al fine di scongiurare il verificarsi delle **torsioni di piano**;
  - evitare di realizzare edifici con forme irregolari in elevazione, cioè con grandi variazioni di superficie in altezza e quindi con evidenti sporgenze o rientranze (evitare variazioni di **rigidezza**);
  - prestare attenzione ai materiali (calcestruzzo, acciaio).
  - corretto impiego delle staffe nei pilastri e nei nodi.

Un edificio progettato e costruito applicando la Normativa Antisismica, anche in caso di forte terremoto i danni dovrebbero essere limitati alle sole parti non strutturali, ad esempio alle tamponature e tramezzature per gli edifici in cemento armato, mentre le parti strutturali, ad esempio pilastri e solai, non dovrebbero riportare danni o, comunque, riportarne di molto lievi. Gli edifici in muratura, invece, possono subire anche danni alle parti strutturali preservando, comunque, l'incolumità delle persone che li abitano.



# LE FORME DEGLI EDIFICI



## GLI EFFETTI DI UN TERREMOTO SULLE STRUTTURE



*Collasso strutturale con espulsione esterna dei pilastri in c.a. e schiacciamento del piano primo da parte dei piani sovrastanti per il cedimento del nodo pilastro-trave non adeguatamente armato.*

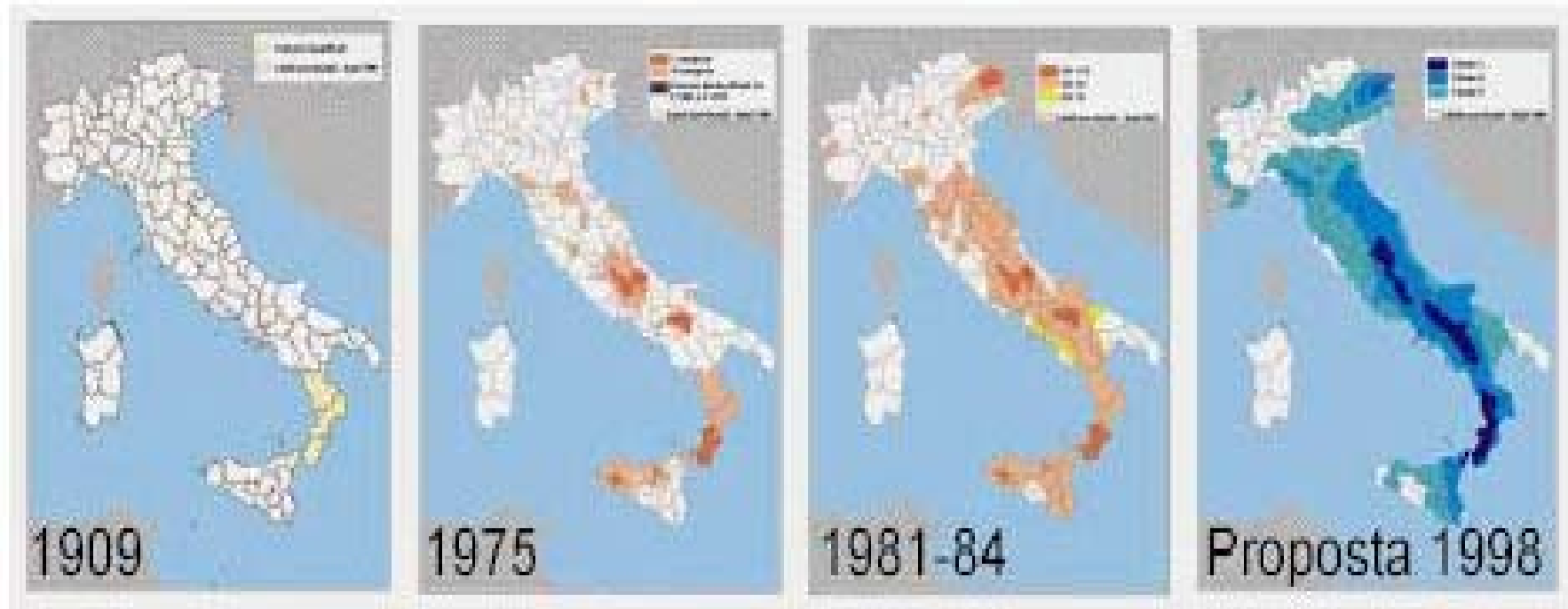


*Collasso strutturale con espulsione esterna dei pilastri in c.a. e schiacciamento del piano terra per il cedimento del nodo pilastro-trave non adeguatamente armato.*



*Collasso strutturale di un edificio in muratura.*

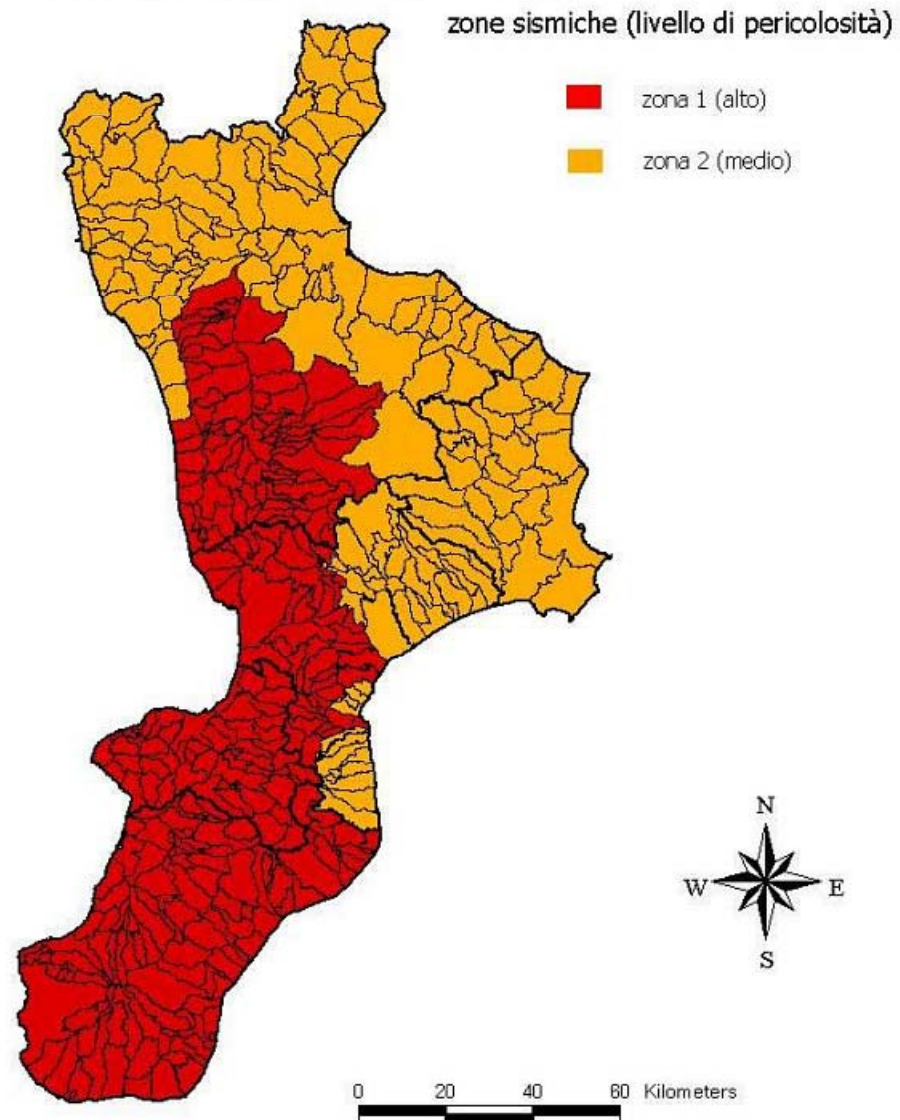
## EVOLUZIONE DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA IN ITALIA



NTC 2008: assenza di aree "non classificate"

# LE ZONE SISMICHE IN CALABRIA

classificazione sismica 2004



# LA PREVENZIONE

- Classificazione sismica del territorio
- Normativa antisismica
- Corretta esecuzione delle opere
- Adeguamento sismico degli edifici esistenti
- Informazione alla popolazione