



IIS «COPERNICO
CARPEGGIANI»



ISTITUTO TECNICO
"G.B.ALEOTTI"

CONOSCERE PER RIDURRE IL RISCHIO

RESISM

Rete Interregionale
tra Scuole Secondarie



Agenzia per la sicurezza
territoriale e la protezione civile



Città Patrimonio
dell'Umanità

Tavola vibrante

modello TVL_VBR.2 20 maggio 2016

... per una iniziale informazione didattica



PROGETTO SCUOLA REMTECH EXPO 2019

TERREMOTI E RISCHIO SISMICO: CONOSCERE PER PARTECIPARE

...per una iniziale informazione didattica

***Pericolosità sismica e rischio sismico
Accenni a comportamenti dinamici
Prime valutazioni su recenti terremoti***

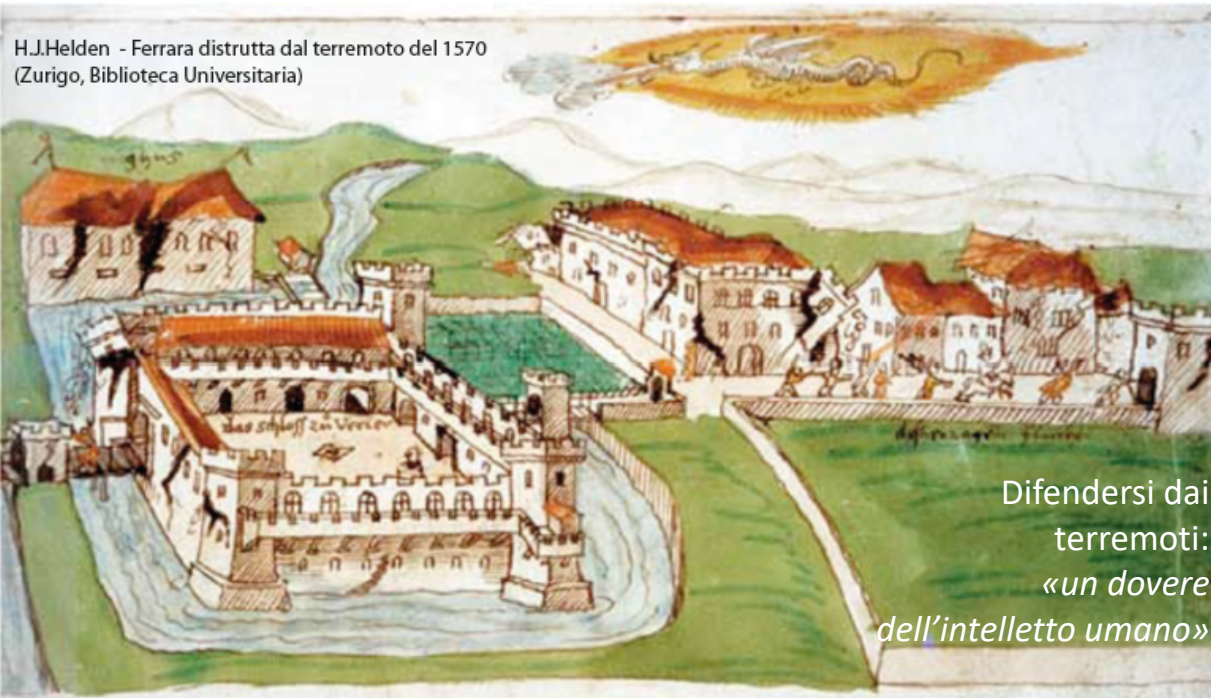
...per Scuole secondarie – prime classi

Ferrara, 18-19-20 settembre 2019

<http://www.iiscopernico.edu.it/attivita/resism>



H.J.Helden - Ferrara distrutta dal terremoto del 1570
(Zurigo, Biblioteca Universitaria)

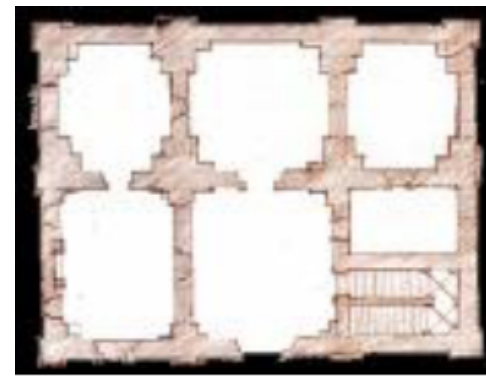


Difendersi dai
terremoti:
«un dovere
dell'intelletto umano»

Pirro Ligorio

«Libro, o Trattato de' diversi terremoti»

Pianta e facciata di una casa antisismica



«**Terremoti e città**, E.Guidoboni, in *L'Italia dei Disastri*, 2014»

«**Libro di diversi terremoti**, ed. 2006, E.Guidoboni»

DAL FOLDER DELLA MOSTRA-LABORATORIO:

EFFETTI SISMICI, STORICI E ATTUALI, PER TERREMOTI IN EMILIA-ROMAGNA ANCHE CON CENNI A VICENDE AMMINISTRATIVE SULLE SCELTE DI CLASSIFICAZIONE SISMICA

La memoria del terremoto: il sisma di Ferrara del 1570 ([pdf, 2,04 MB](#)), un testo dell'epoca e due articoli, di E. Guidoboni – M. Folin e di P. Rumiz, rispettivamente estratti da: *Ferrara. Voci di una città* – dic. 2010 e da *la Repubblica* – 9 ago. 2015

IL TERREMOTO DEL MUGELLO DEL 1542 in un raro opuscolo dell'epoca ([pdf, 8,20 MB](#)), F.Bellandi – D.E. Rhodes, Borgo S. Lorenzo, Comunità Montana zona 'E', 1987

RIMINI-PESARO: accanto alla “*storia sismica*” quale “*storia amministrativa*”? ([pdf, 1,98 MB](#))



Tu e il terremoto

Le parole di Mons.
Domenico POMPILI



30 Agosto 2016
Vescovo di Rieti:
**"Non uccide il sisma
ma opere dell'uomo"**



MA ... 4 novembre 2016



Radio Maria:
**"Il terremoto è colpa
delle unioni civili"**

TERREMOTO: EVENTO NATURALE ED EVENTO SOCIALE

UN ESEMPIO:
I terremoti del **1831** (9.11) ÷ **1832** (3.13)
in pianura padana emiliana

L'interpretazione del potere costituito
I rivoluzionari risorgimentali ritenuti
«responsabili» morali del terremoto

Titolo p.352 del volume *viaggio nelle aree sismiche*,
E.Guidoboni e C.Ciuccarelli, DPC ed. 2001 e 2007

Il terremoto per quanto potesse studiarsi dagli uomini a spiegarlo colle leggi fisiche, è notoriamente da tutti i non miscredenti riconosciuto come un flagello che Dio manda talvolta al pari di tanti altri, sia per castigo, sia per avvertimento agli uomini di convertirsi quando di gravi reità si sono resi colpevoli, o quando dimenticati di Dio battono una falsa strada, o si abbandonano alle loro ree passioni.

Scansione di documenti presso Archivio di Stato di Modena ([pdf, 3,83 MB](#))

Giovedì 21 Marzo 1832.



numero 98.

LA VOCE DELLA VERITÀ *Gazzetta dell'Italia Centrale*

FILIPPO CATTANI

Patrizio di Reggio e di Carpi, per la Grazia di Dio e della Santa Sede Apostolica Vescovo di Reggio e Principe, di Sua Santità Papa Gregorio XVI Prelato Domestico Assistente al Solio Pontificio.

14 marzo 1832

Agli Abitanti della detta Città e Diocesi



FRANCESCO IV.

PER LA GRAZIA DI DIO

DUCA DI MODENA,

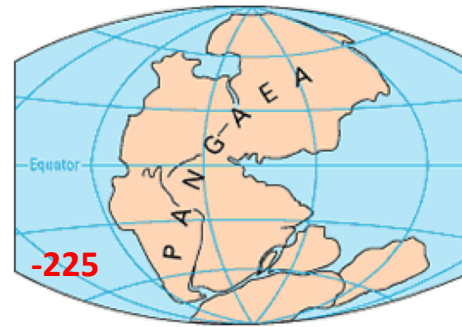
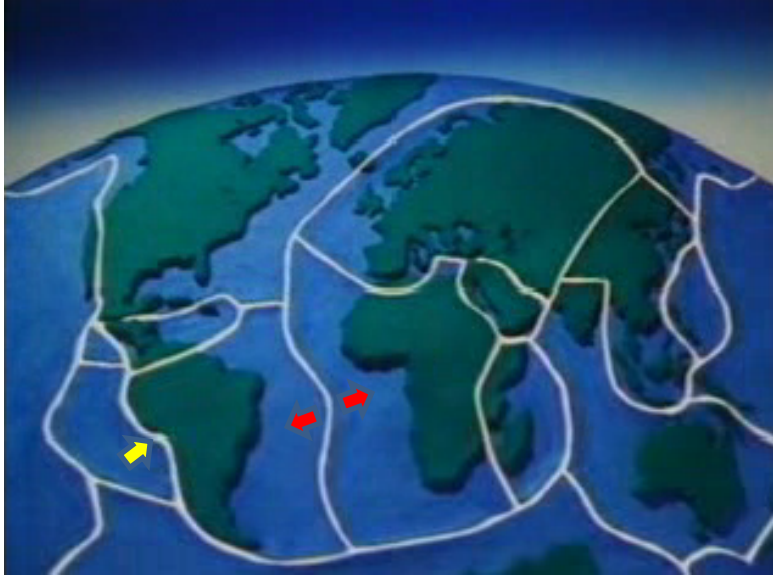
REGGIO, MIRANDOLA, MASSA E CARRARA, Ecc. Ecc. Ecc.

ARCIDUCA D'AUSTRIA, PRINCIPE REALE D'UNGHERIA, E BOEMIA

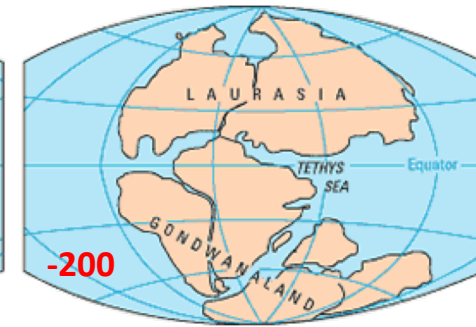
Ai Nostri Amati Sudditi.

15 marzo 1832

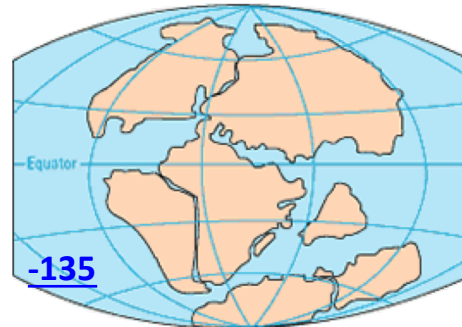
La Teoria della Deriva dei Continenti è oggi inglobata e integrata nel Modello della Tettonica delle Placche



PERMIAN
225 million years ago

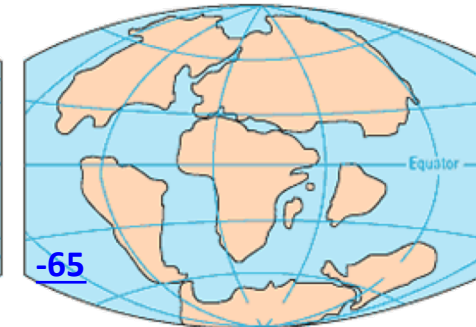


TRIASSIC
200 million years ago



-135

JURASSIC
135 million years ago

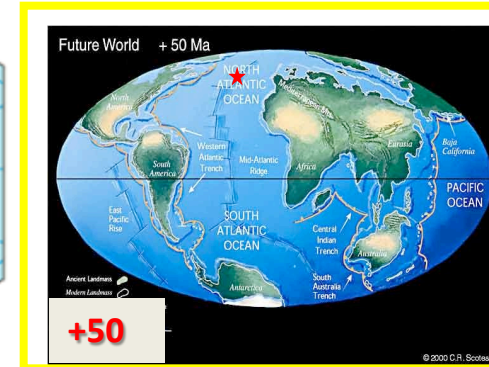


-65

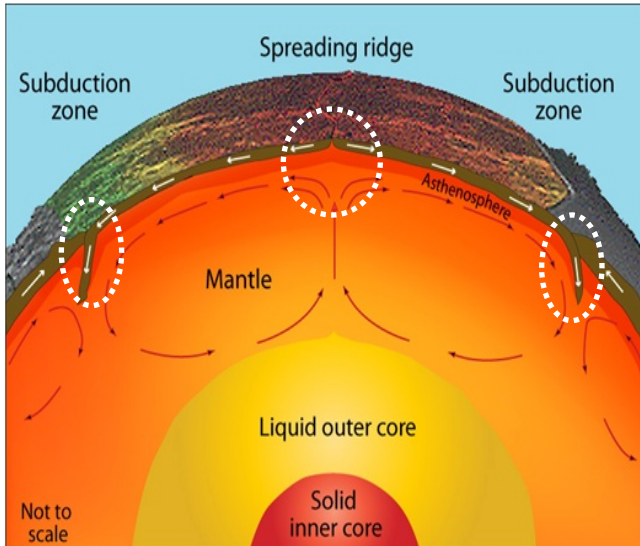
CRETACEOUS
65 million years ago



PRESENT DAY



+50



PIANETA TERRA:

UN MOTORE SEMPRE ACCESO

(filmati di circa 1 minuto)

Accrescimento dorsale oceanica

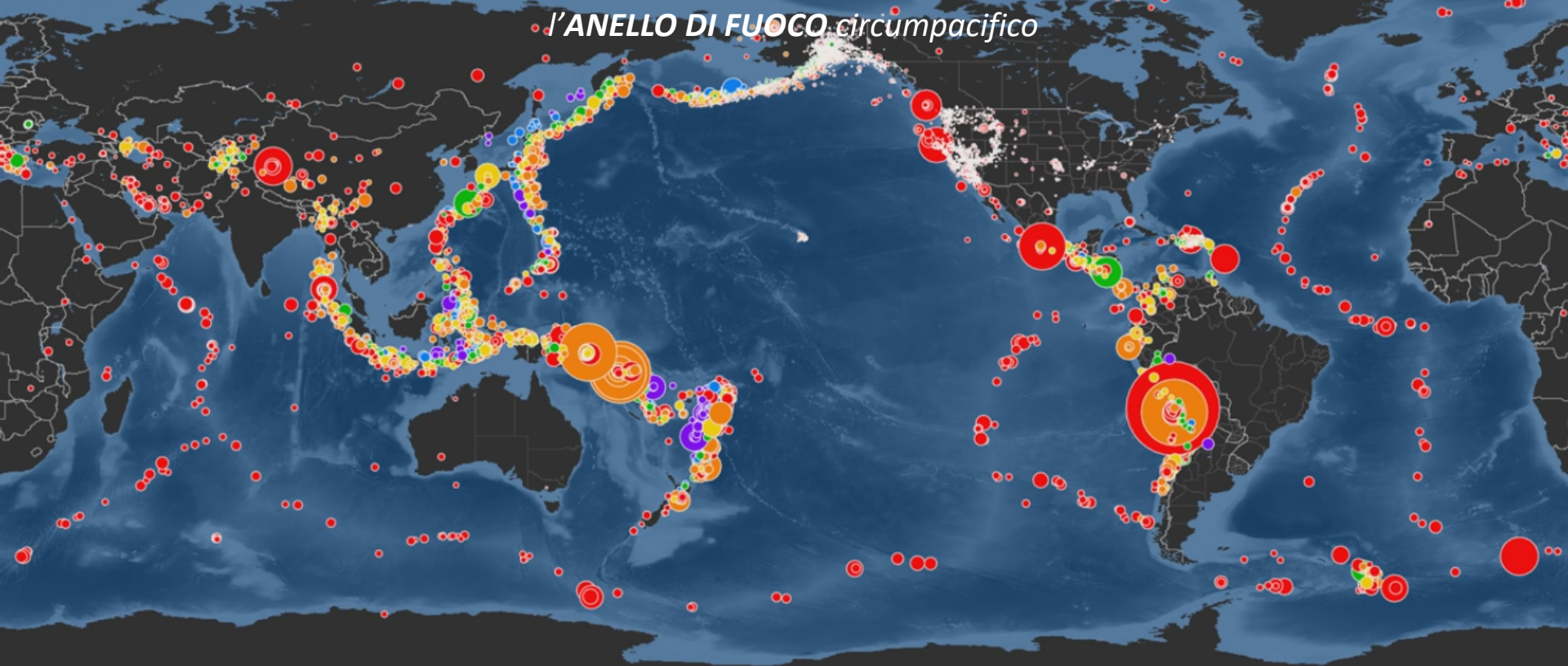
Distruzione litosfera (*subduzione*)

★Islanda

Appendice 1
aspetti geodinamici

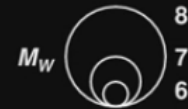
(curata dal prof. Paolo Scandone)

I terremoti che avvengono di continuo "disegnano" i margini di contatto tra le placche e - in particolare -
l'ANELLO DI FUOCO circumpacifico



01 Jan 2014
to
30 Apr 2014

Earthquake Depth (km)



Global Earthquake Animation:

01 Jan 2014
to
30 Apr 2014

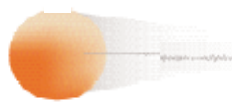
Global Earthquake Animation: January - April 2014

- 1 April, M8.2, northern Chile
- 3 April, M7.8, northern Chile
- 12 April, M7.6, Solomon Islands
- 13 April, M7.7, Solomon Islands
- 19 April, M7.8, Solomon Islands

NOAA/NWS/Pacific Tsunami Warning Center



magnitudo 4

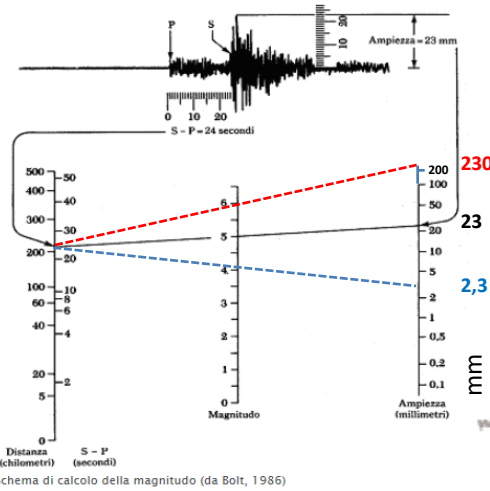
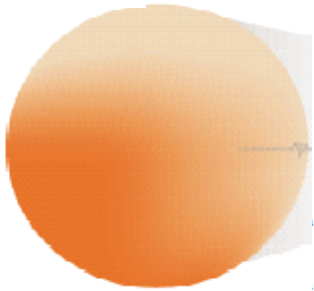


Un terremoto maggiore di un altro di una unità di magnitudo lascia una traccia dieci volte più grande, ma libera un'energia di circa trentadue volte più grande

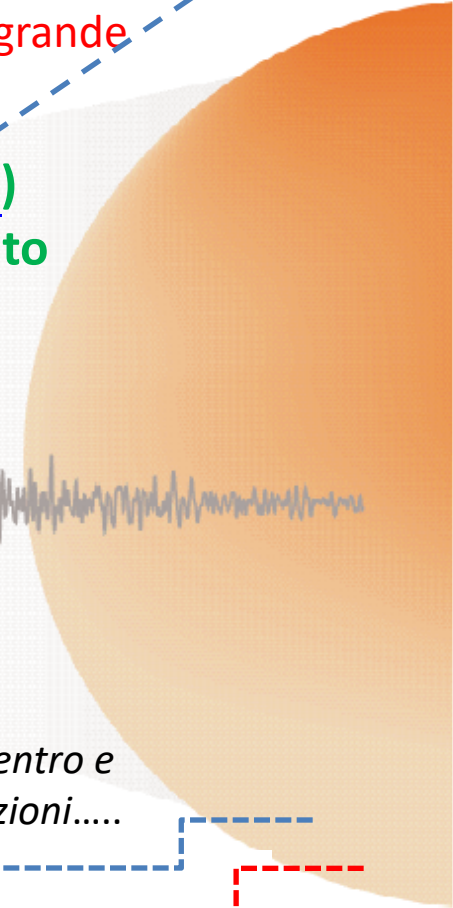
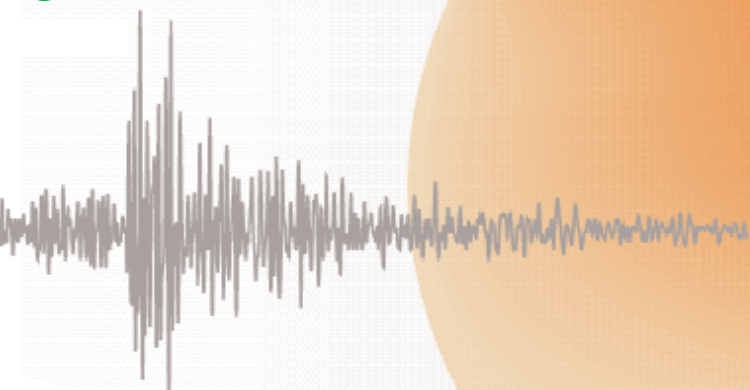
Magnitudo Richter o locale (M_L)

magnitudo 6

magnitudo 5



[filmato di 5'39''] (M_W)
Magnitudo momento



La misura di un evento sismico

Intensità M.C.S. «classificazione» – per località – degli effetti (I_{mx} , I_o , I_s) che possono variare moltissimo a seconda di: *profondità ipocentro e distanza dall'epicentro, categorie di suolo, vulnerabilità costruzioni.....*



I-II grado

III-IV grado

V-VI grado

VII-VIII grado

IX-X grado

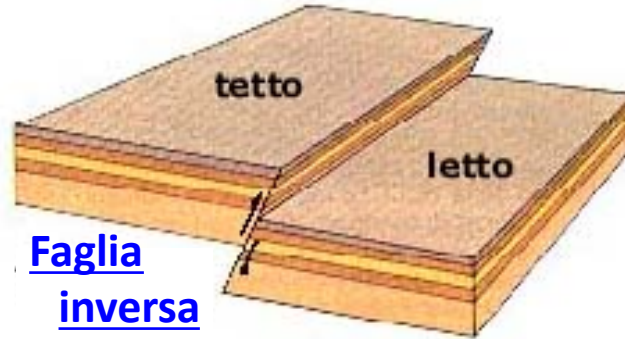
XI-XII grado

Meccanismi focali dei terremoti - dal 1976 al 2012 - dell'Appennino settentrionale

In **rosso** quelli del **2012** nella *pianura emiliana* che evidenziano un fenomeno di compressione attivo

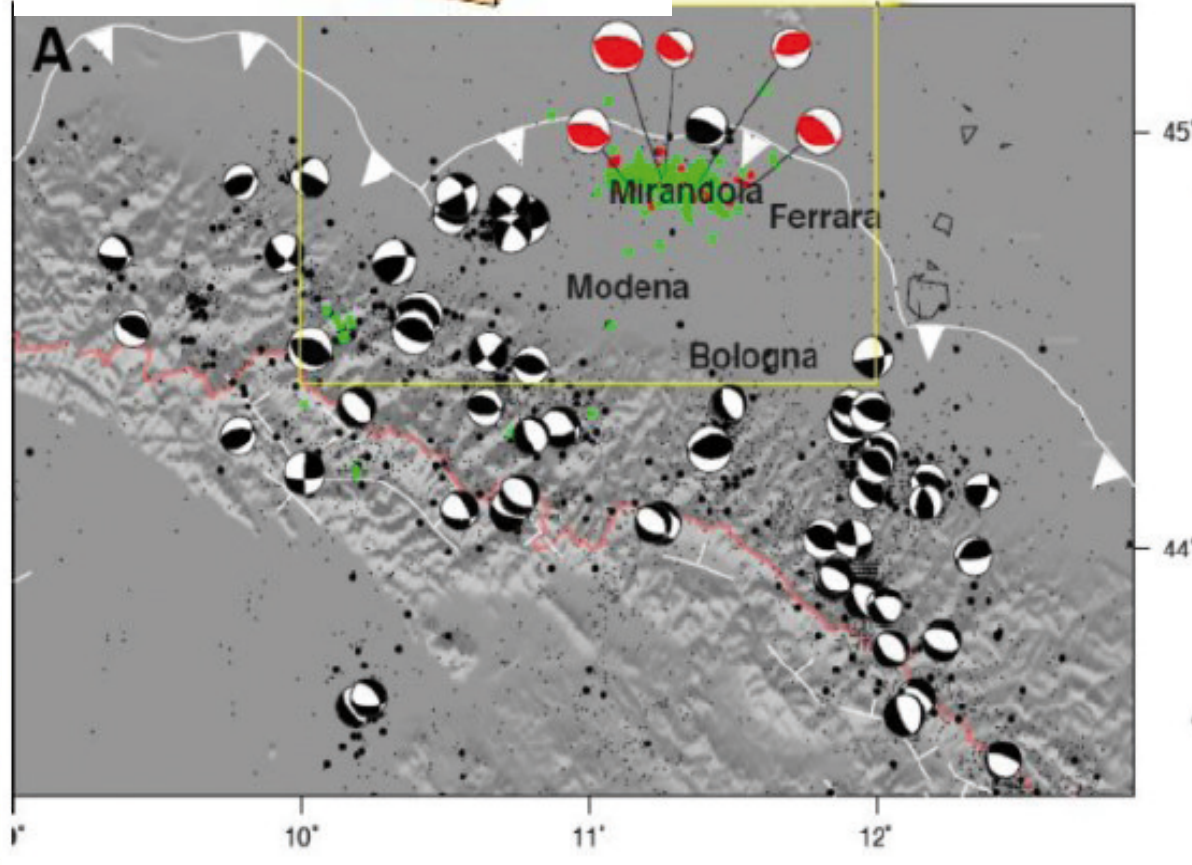
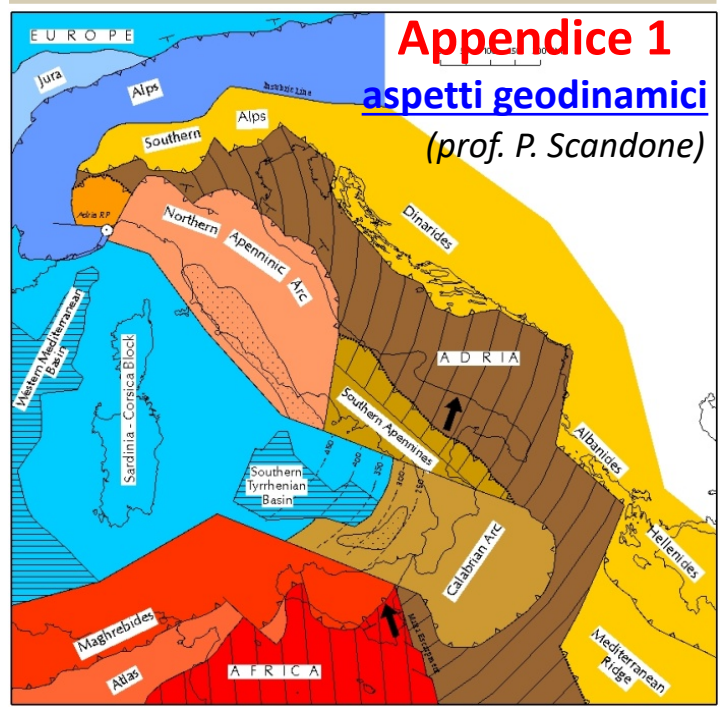
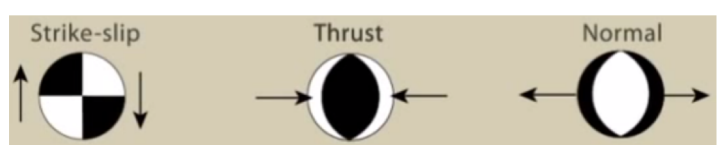


Faglia diretta



Faglia inversa

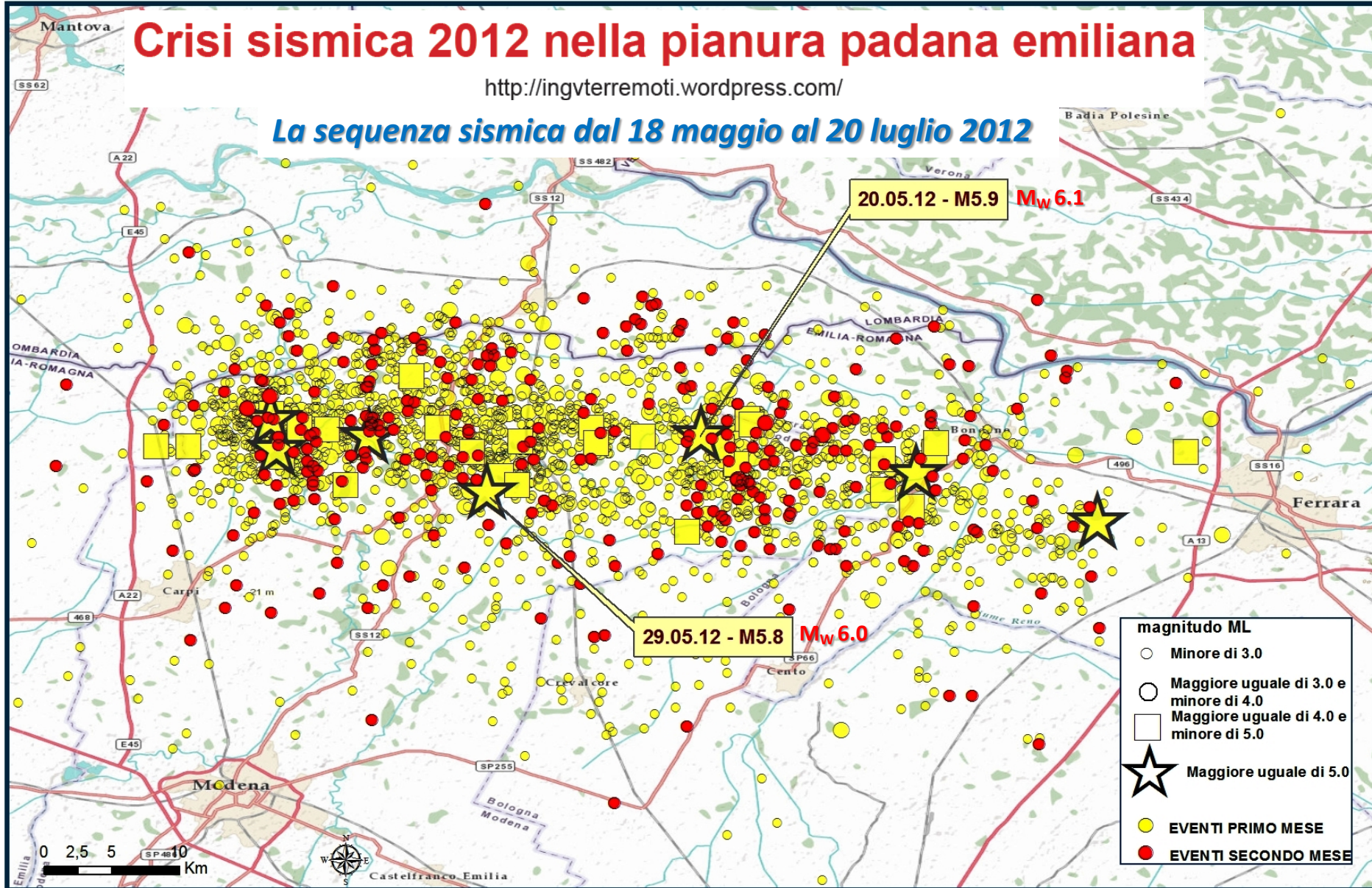
La *linea ricurva bianca con i triangoli* delinea il fronte sepolto dell'Appennino.

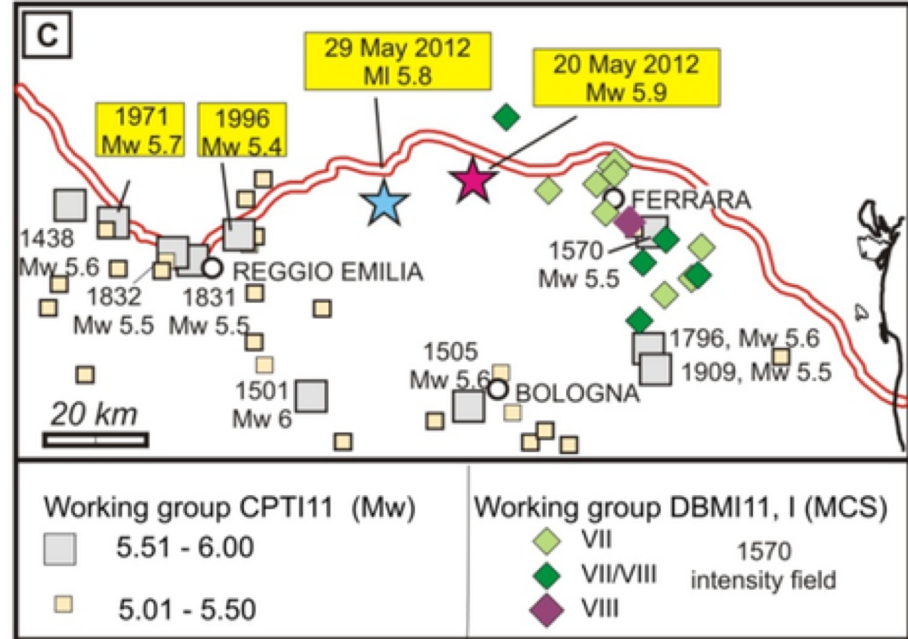
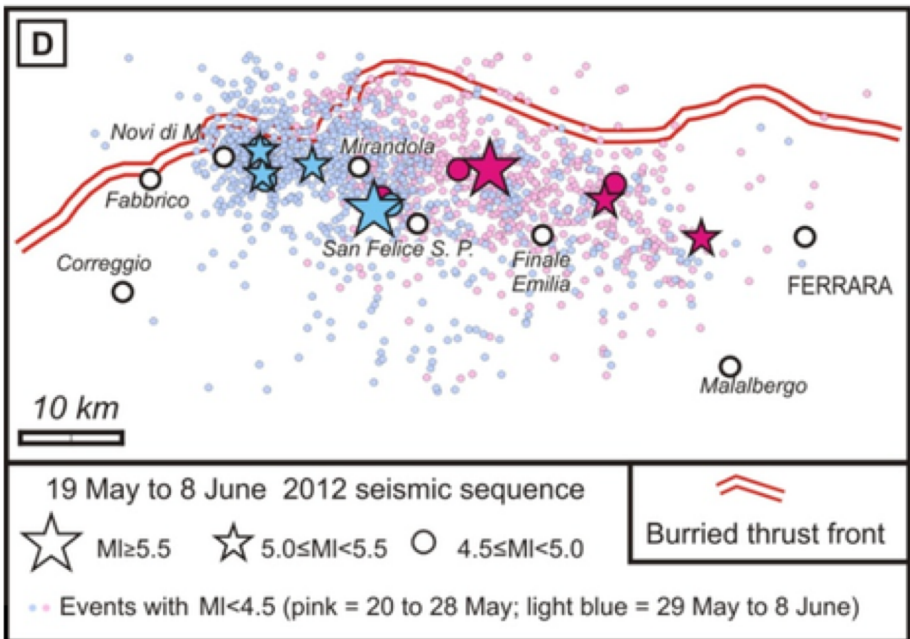
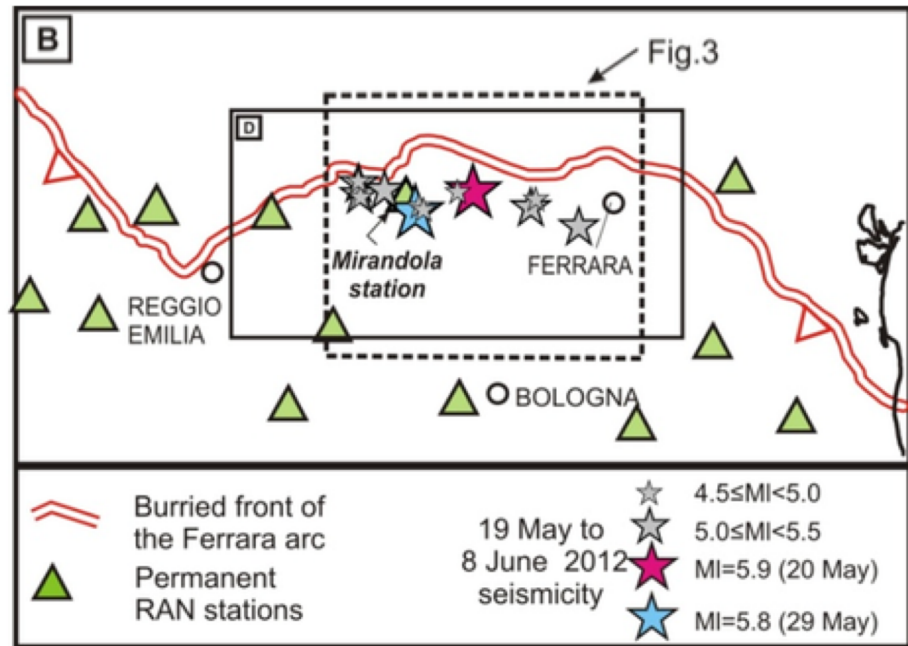
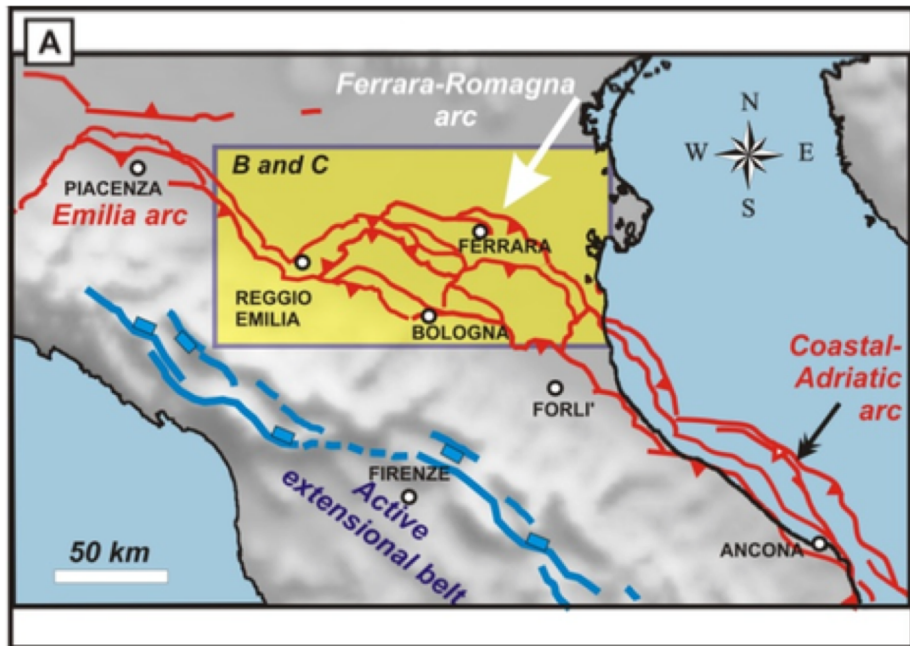


Crisi sismica 2012 nella pianura padana emiliana

<http://ingvterremoti.wordpress.com/>

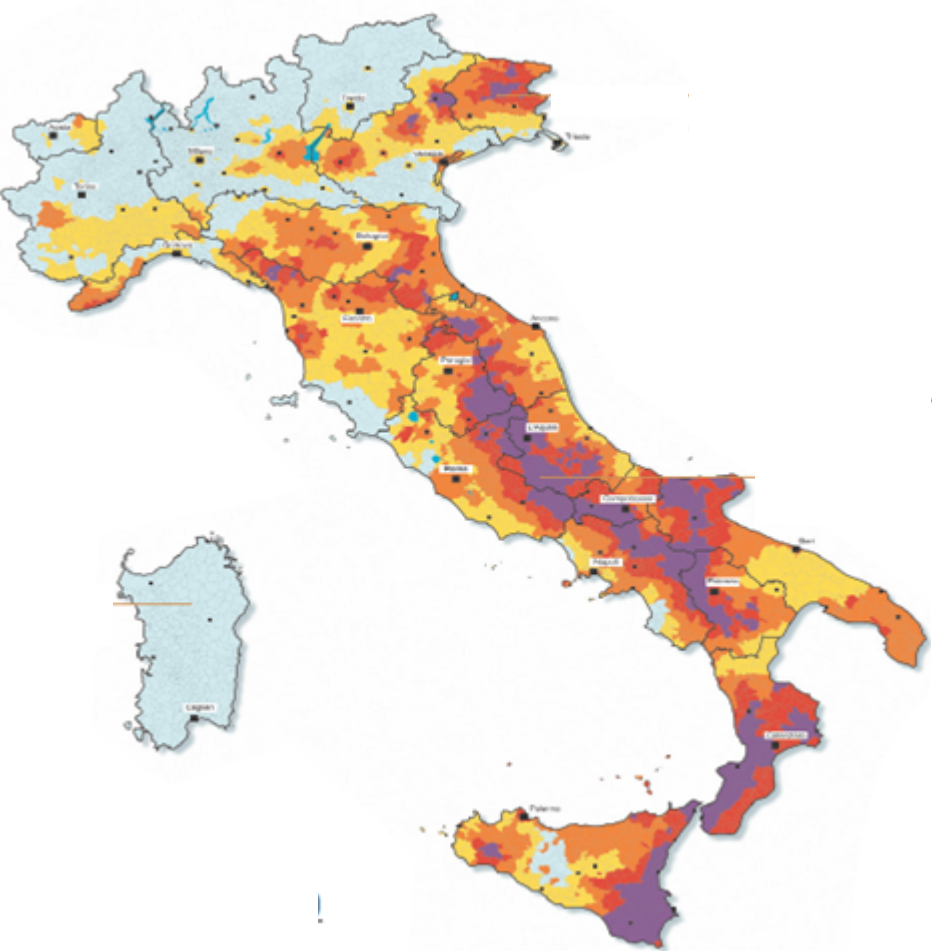
La sequenza sismica dal 18 maggio al 20 luglio 2012





I terremoti del passato ci suggeriscono dove e con quale forza potranno colpire quelli del futuro

Gli ultimi 1000 anni di storia

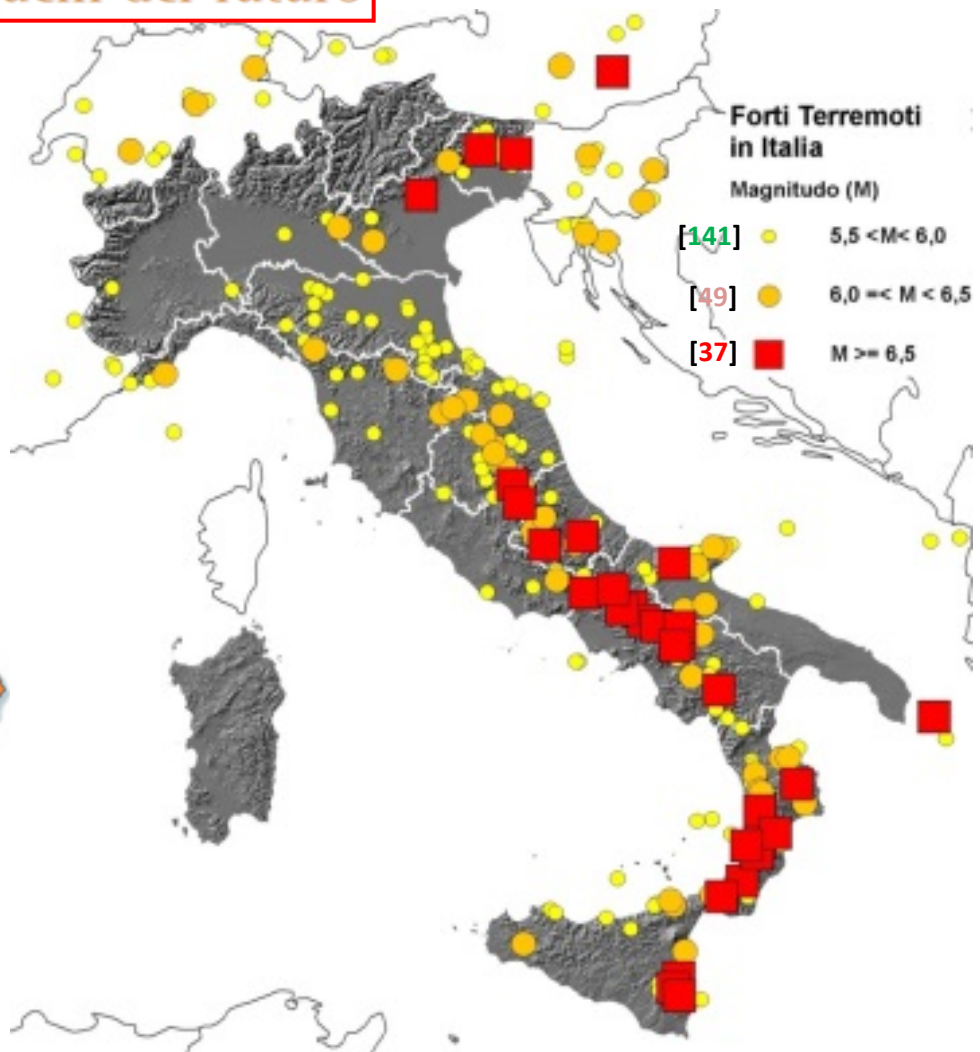


SCALA MCS (Mercalli Cancani Sieberg)

- dal X grado in su
- IX grado
- VIII grado
- VII grado
- dal VI grado in giù

<http://storing.ingv.it/cfti/cfti5/>

<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>



Forti Terremoti in Italia
Magnitudo (M)
[141] 5,5 < M < 6,0
[49] 6,0 <= M < 6,5
[37] M >= 6,5

In media - ogni cento anni - si verificano in Italia dai 7 ai 10 [20÷30] terremoti di magnitudo superiore a 6.0 [5.5].

6.5 – 5.9 – 6.0 ITALIA CENTRALE 2016

6.3 ABRUZZO-L'AQUILA 2009

5.7 S. GIULIANO DI PUGLIA 2002

5.7-6.0 e 5.6 UMBRIA-MARCHE 1997

5.9 APPENNINO ABRUZZESE 1984

6.9 IRPINIA-BASILICATA 1980

5.9 VALNERINA 1979

6.4-5.8-6.1 e 6.0 FRIULI V.G. 1976

6.3 VALLE DEL BELICE 1968

5.8 e 6.1 IRPINIA 1962

5.7 CALABRIA CENTRALE 1947

5.8 ASCOLANO 1943

6.1 BOSCO CANSIGLIO 1936

6.0 MAIELLA 1933

5.8 SENIGALLIA 1930

6.6 VULTURE 1930

5.8 CARNIA 1928

7.0 AVEZZANO 1915

7.1 STRETTO DI MESSINA 1908

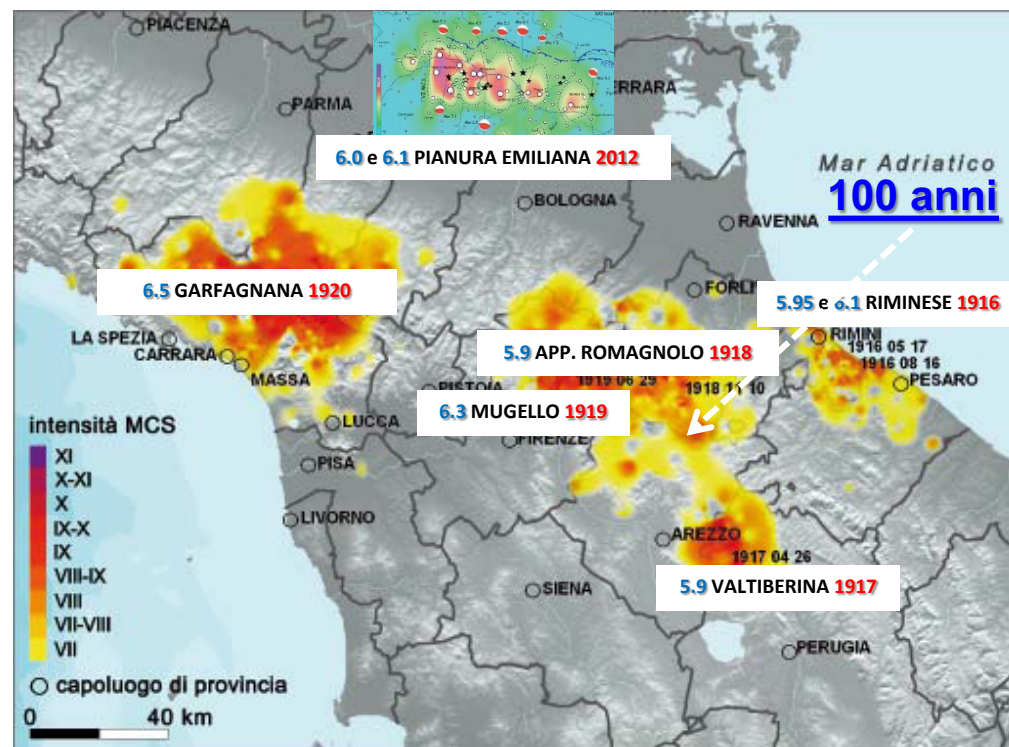
7.0 CALABRIA MERIDIONALE 1905

La storia sismica a ritroso
(*mainshock con $M > 5.5$*)
degli ultimi 100 anni circa

<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/>

$M_w > 5.5$

Effetti sismici **cumulativi** delle distruttive sequenze di terremoti che colpirono l'Appennino tosco-emiliano e romagnolo, parte di quello umbro e il riminese negli anni 1916, 1917, 1918, 1919 e 1920 [+ 2012]



E. Guidoboni, G. Valensise *Il peso economico e sociale dei disastri sismici in Italia negli ultimi 150 anni 1861-2011*, Bologna, BUP, 2011 (pag. 415)

Ipocentro–epicentro–onde sismiche

(emesse durante il processo di fratturazione delle rocce in profondità)

Le **onde P** (o **Primarie**) sono le più veloci: 6,2-8,2 km/s

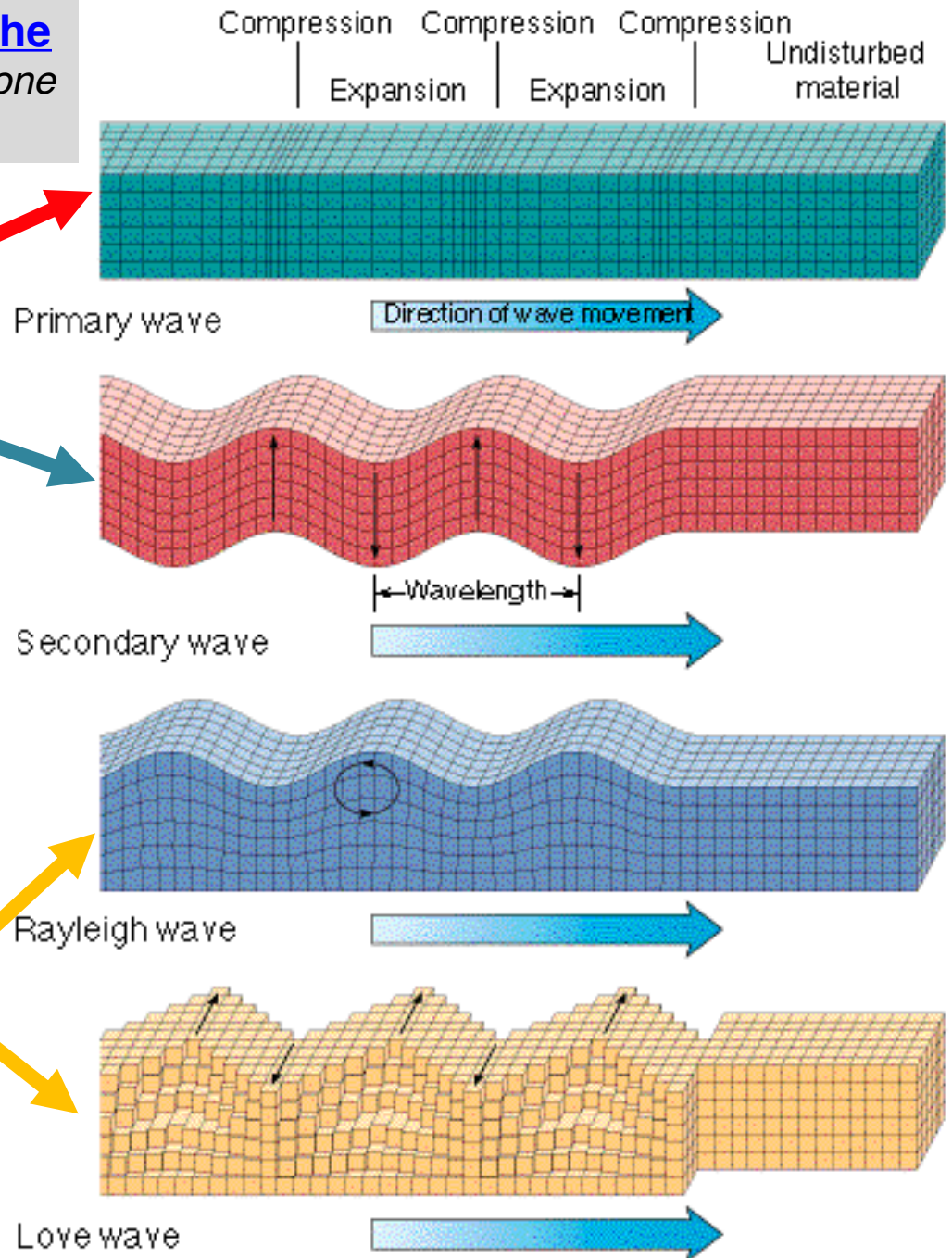
Le **onde S** (o **Secondarie**) non si propagano nei fluidi e sono meno veloci: 3,6-4,7 km/s (circa il 60% delle onde **P**)

Le onde **P** ed **S** sono dette **onde di volume** perché si propagano all'interno della Terra

Struttura interna della Terra riconosciuta attraverso lo studio di traiettorie e velocità delle onde **P** e **S**

Le **onde di Rayleigh** (2,7 km/s) e le **onde di Love** (3 km/s) sono invece **onde superficiali**, che si propagano cioè solo lungo la superficie terrestre

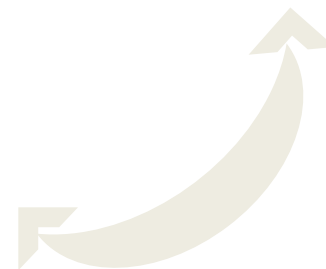
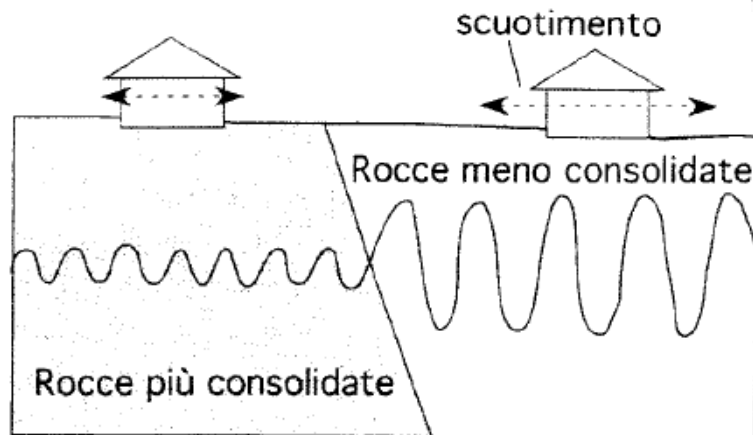
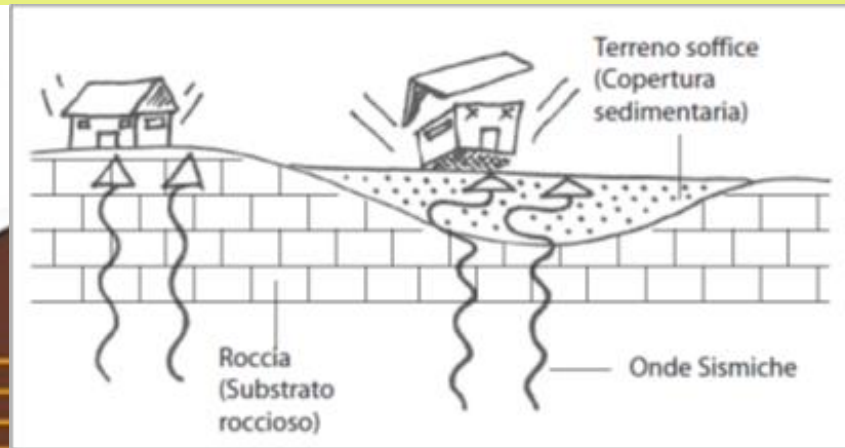
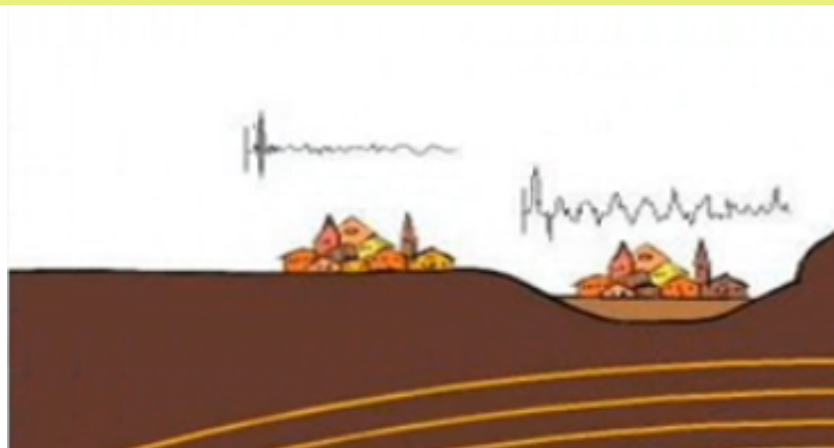
Appendice 2 animazione onde sismiche



Gli effetti di un terremoto sono gli stessi ovunque?

In genere, lo scuotimento degli edifici è minore sui terreni rigidi (roccia) e si incrementa dove i terreni sono soffici, [CATEGORIE DI SOTTOSUOLO]

Gli effetti distruttivi di un terremoto si incrementano se le case sono costruite su rocce poco consolidate in cui le onde sismiche rallentano e aumentano in ampiezza e durata.



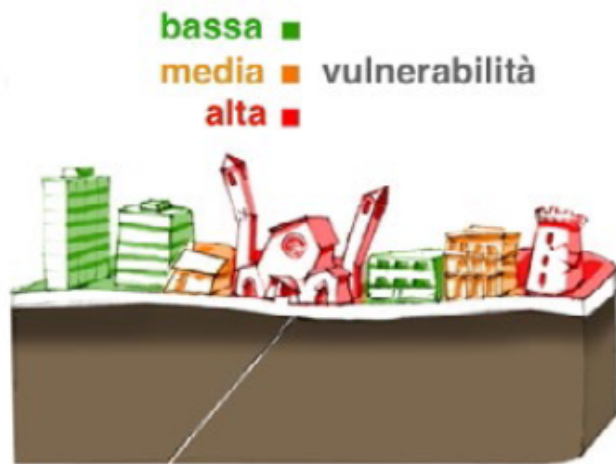
P



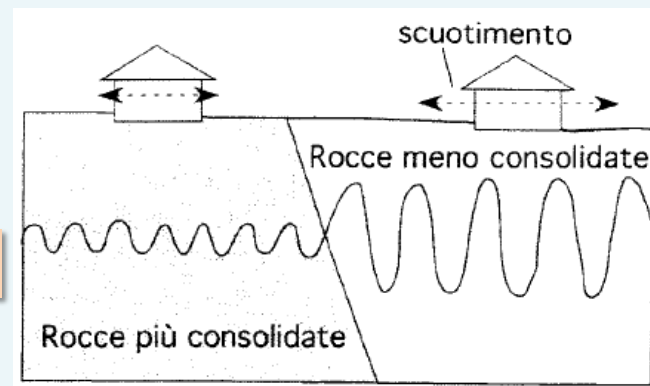
E



V



$P_b + P_i$



I FATTORI DEL RISCHIO SISMICO **R**

$$R = P * E * V$$

Approccio consapevole è chiedersi:
 che cosa **RISCHIO**? quanto **RISCHIO**?
IL RISCHIO NON È MAI NULLO!
MA SI PUÒ E SI DEVE RIDURRE!
IO RISCHIO MENO SE ...

ESPOSIZIONE



VULNERABILITA'

Terremoto in Abruzzo 6 aprile 2009 ($M_L = 5.9$; $M_W = 6.3$)

Due località: entrambe valutate con effetti di IX MCS



Villa Sant'Angelo (AQ) - Edificio in muratura di pietrame listata, copertura in legno e pietre angolari. Capichave delle catene al primo piano.

Colle di Roio (AQ) - Edificio in muratura in pietrame non squadro con malta argillosa e copertura pesante in c.a. **Effetto negativo di un tetto pesante e rigido**



[Blog 2012](#)

«Questo post doveva uscire a dicembre 2011, poi ho iniziato a tentennare, ho pensato che forse non è sempre bene dire quello che si pensa e si sa, non è sempre bene fare ricerche. Ora mi sento male per aver tardato e per aver sprecato così tanto tempo.»

FORZE DI INERZIA

(filmato di 27 secondi)

da:

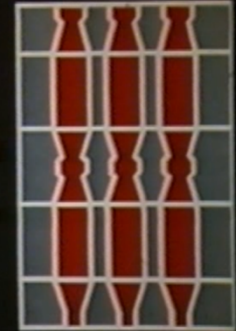
Riparare Rafforzare Prevenire
Regione Umbria 1985

1985

Prof. D. Benedetti

RIPARARE
RAFFORZARE
PREVENIRE

Regione
dell'Umbria
Giunta Regionale



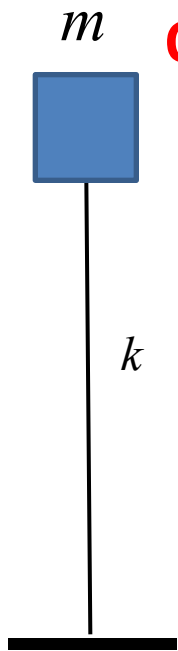
SABATO 19 OTTOBRE 2013

BOLOGNA

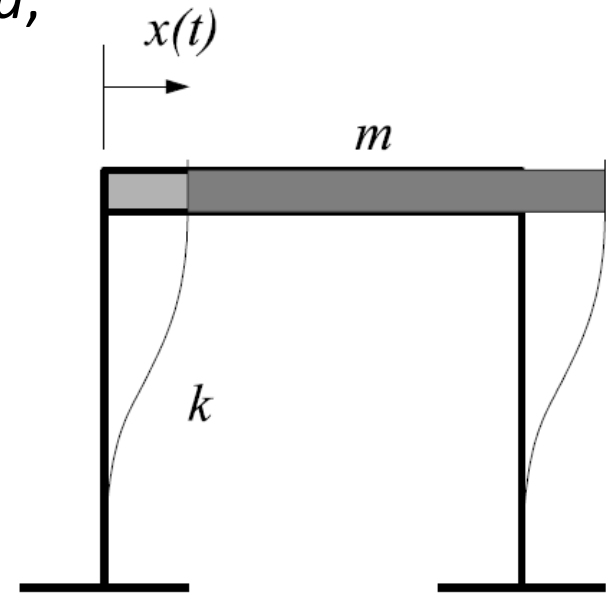
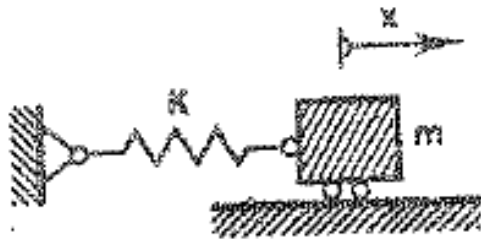
Italia Centrale: scossa principale del 30 ottobre 2016 Mw 6.5



Frenata improvvisa, 21 feriti e panico sul bus
L'incidente in via Irnerio per evitare un'auto. Traffico bloccato, nessuno è grave



Oscillatori semplici a un grado di libertà, caratterizzati dagli unici parametri:
 m – massa del solaio (o impalcato)
 k – rigidezza alla traslazione dei/l pilastri/o



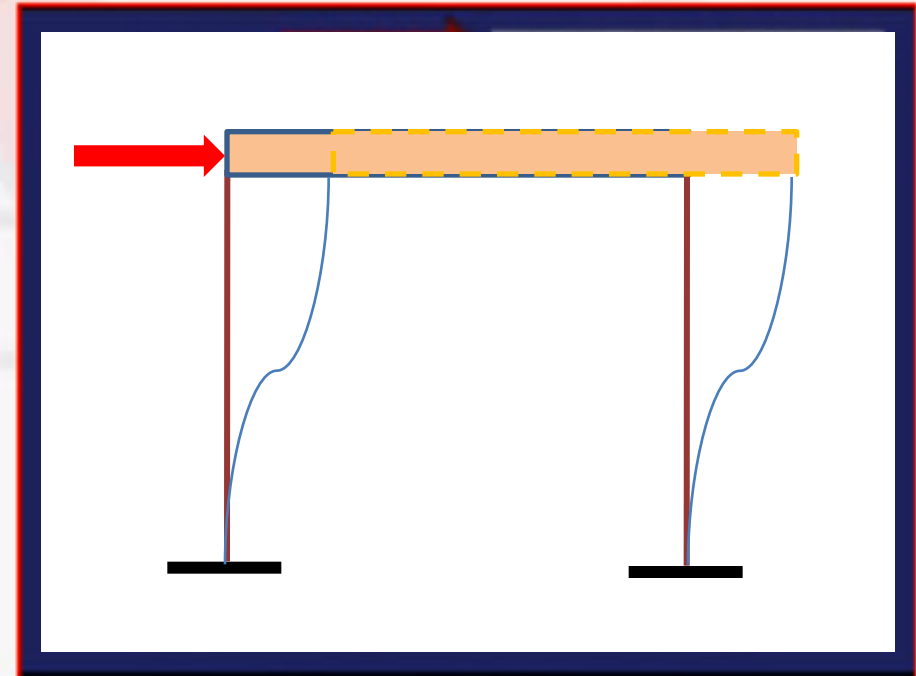
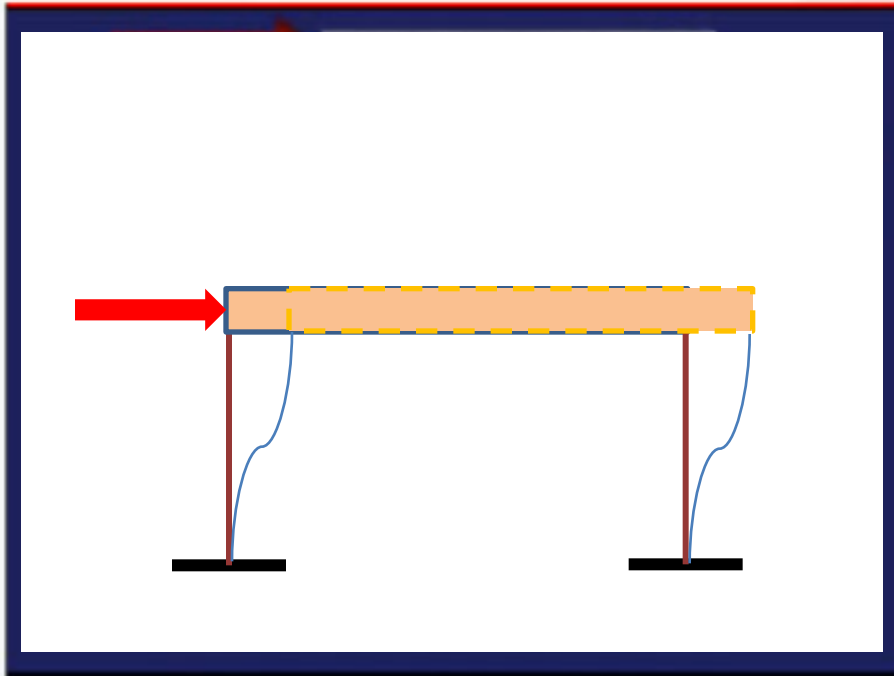
Come una molla con k e m

L'oscillatore ha un suo modo naturale di vibrare detto anche **modo proprio**. Una oscillazione intera (andata e ritorno) si compie in un tempo T_1 chiamato *periodo* (s). L'inverso del periodo f_1 si chiama *frequenza* (Hz).

PIU' RIGIDO

Una struttura è più rigida di un'altra quando, a parità di forza applicata, si deforma in misura minore

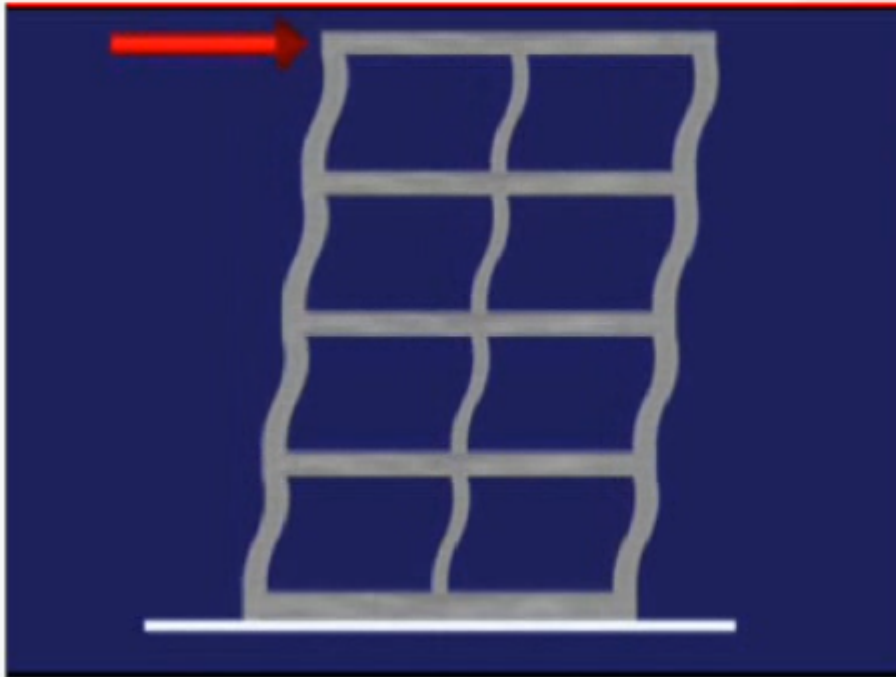
MENO RIGIDO



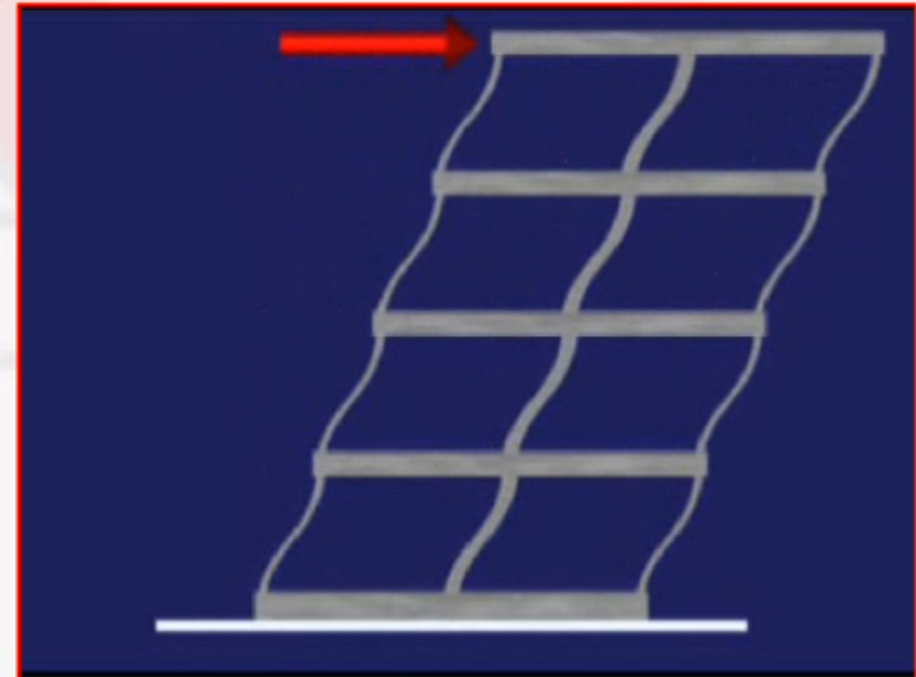
La frequenza di oscillazione della struttura (costruzione) aumenta con la sua rigidezza

PIU' RIGIDO

Una struttura è più rigida di un'altra quando, a parità di forza applicata, si deforma in misura minore



MENO RIGIDO

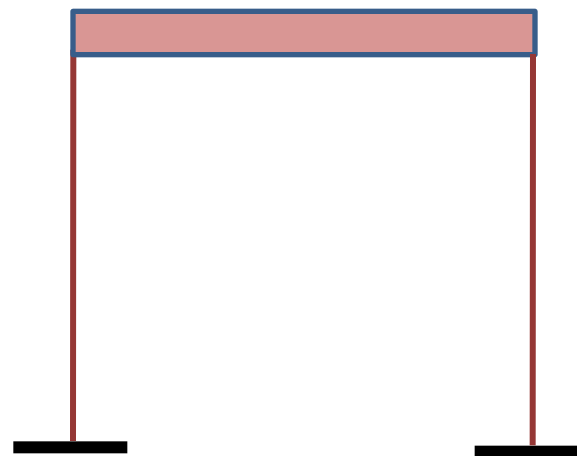
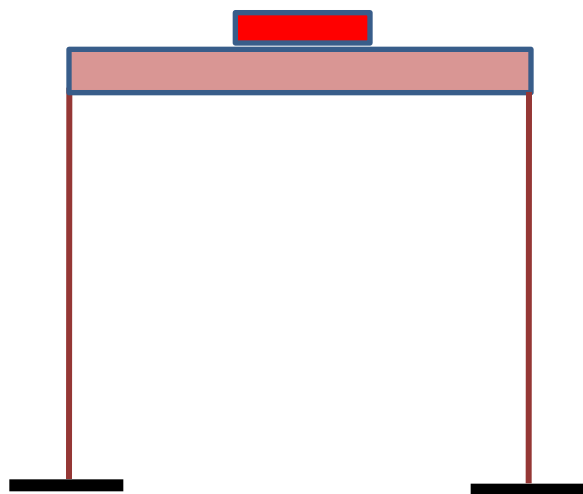


La frequenza di oscillazione della struttura (costruzione) aumenta con la sua rigidezza

CON PIU' MASSA

CON MENO MASSA

Il terremoto genera accelerazioni che inducono forze tanto più alte quanto maggiore è la massa

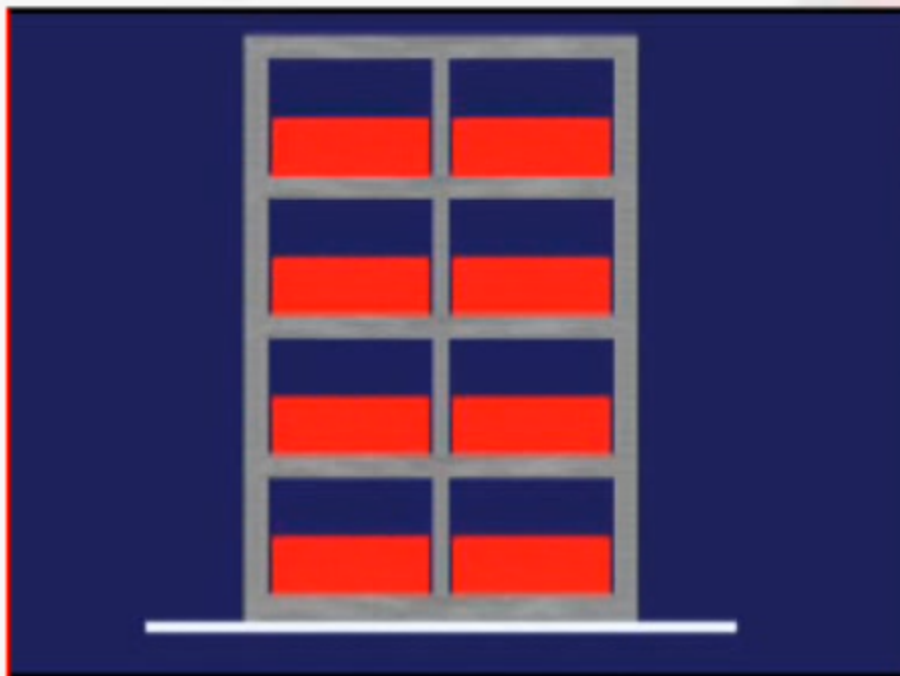


La frequenza di oscillazione della struttura (costruzione) diminuisce all'aumentare della massa dell'edificio

CON PIU' MASSA

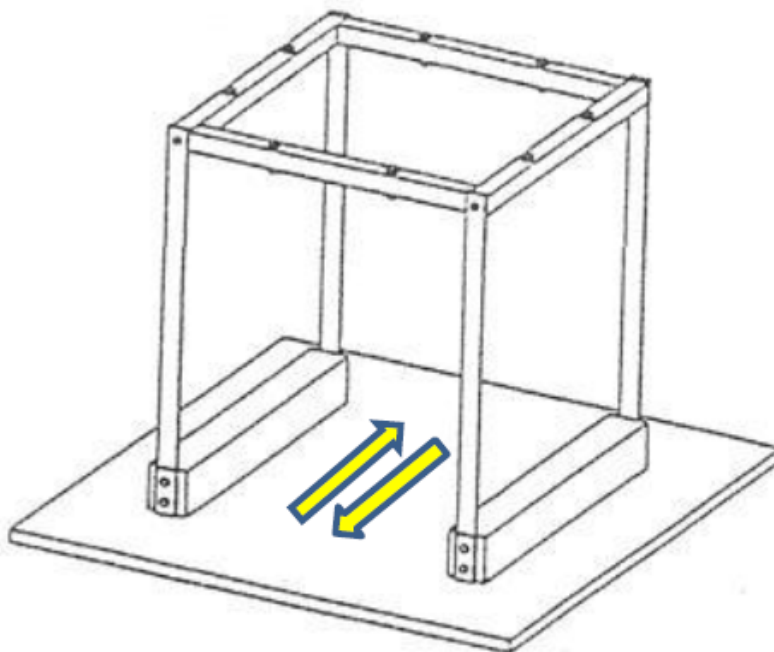
Il terremoto genera accelerazioni che inducono forze tanto più alte quanto maggiore è la massa

CON MENO MASSA



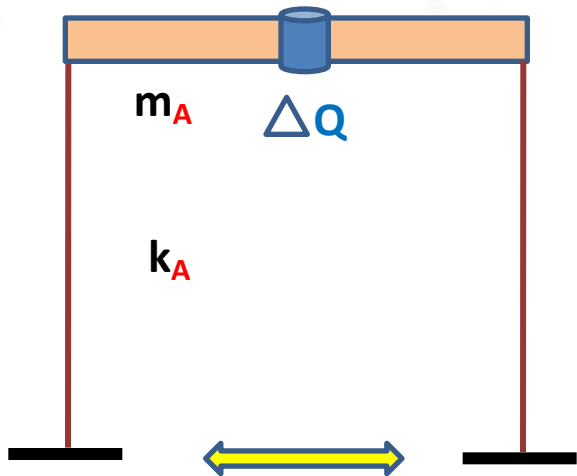
La frequenza di oscillazione della struttura (costruzione) diminuisce all'aumentare della massa dell'edificio

Esperienza n. 1



Il caso più semplice è quello di un modello di struttura intelaiata "regolare" di un solo piano fuori terra, quindi con un solo "grado di libertà" (1 G.d.L., ossia lo spostamento del "solaio", rispetto alla "fondazione") nella direzione della maggiore flessibilità del modello. E, sempre in tale direzione, le caratteristiche dei materiali e le dimensioni di questo modello (come dei successivi) sono tali da garantire notevole flessibilità dei piedritti ("pilastri") sia rispetto alla fondazione che alla intelaiatura di piano ("solaio").

$$T_1 = 1/f_1$$

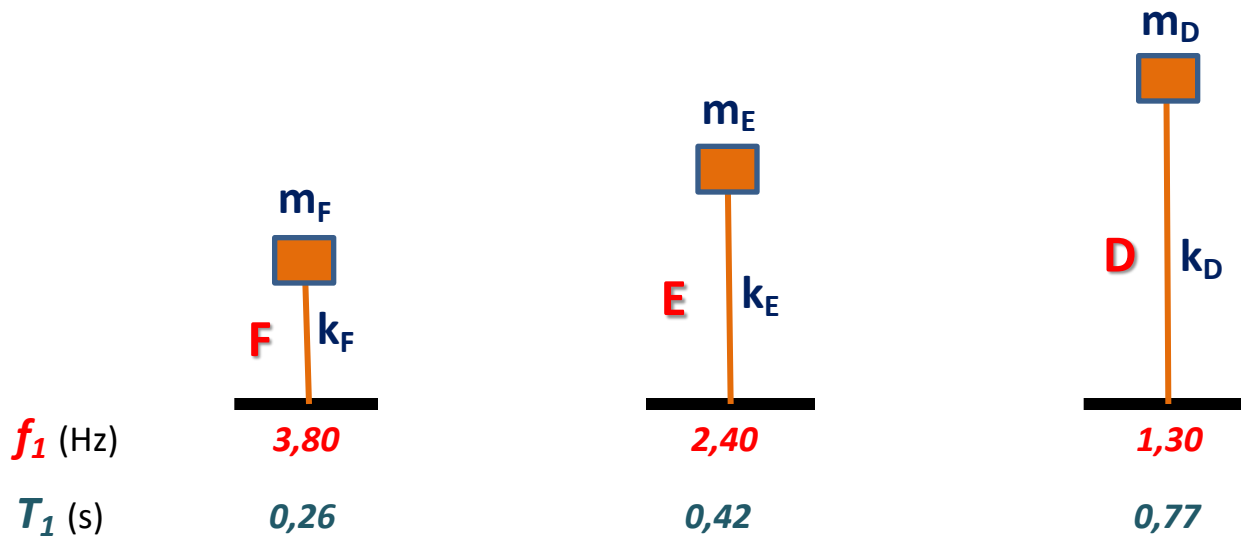


f_1 (Hz)	1,50	1,00
T_1 (s)	0,67	1,00

Con incremento di massa pari a ΔQ di 270 g



Identificazione sperimentale delle frequenze proprie dei modelli mediante attivazione alla loro base di moti armonici semplici ad ampiezza costante e frequenza variabile



Configurazioni strutturali regolari (1 G.d.L.)

$$T_1 = 1/f_1$$

Configurazioni strutturali regolari (1 G.d.L.)

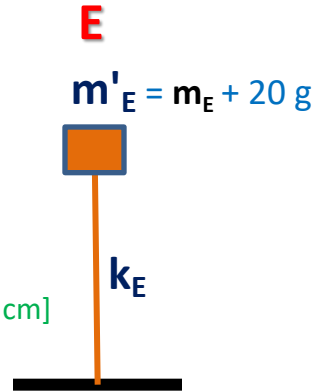
Caso particolare: frequenze multiple

Stime *approssimative*

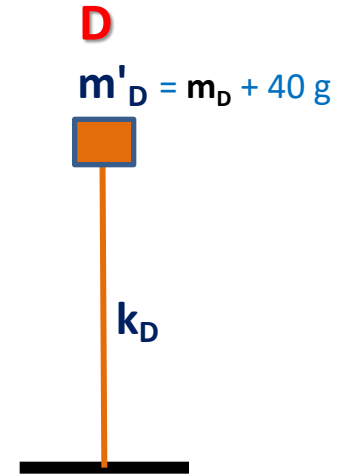
$$f_1 = \sqrt{k/m} / 2\pi$$



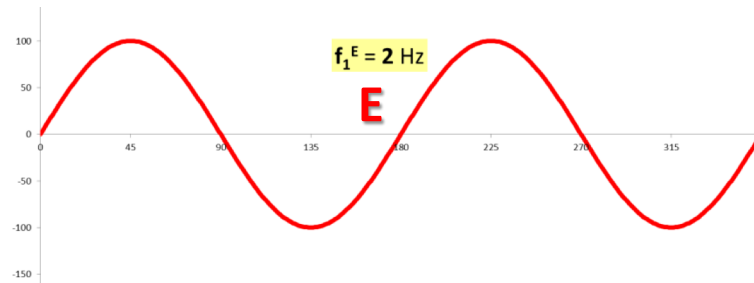
f_1 (Hz) **4,00**
 T_1 (s) **0,25**



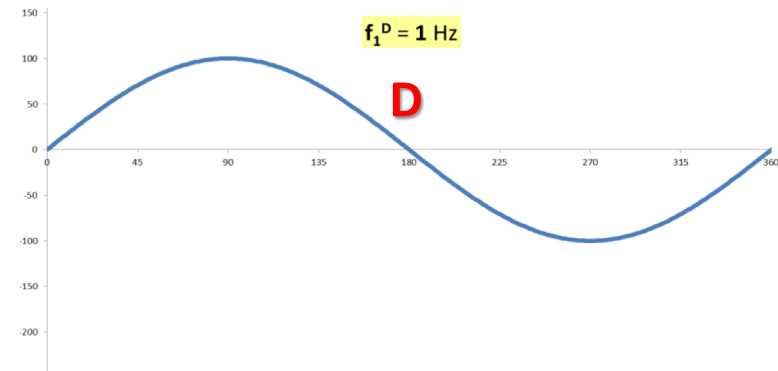
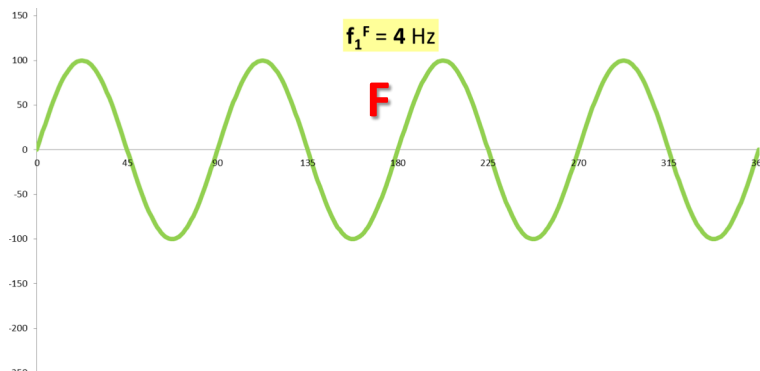
2,00
0,50



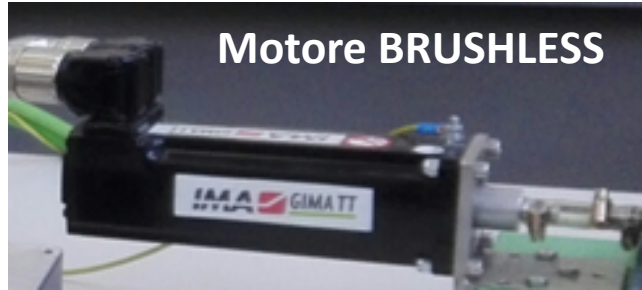
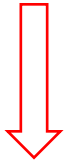
1,00
1,00 $T_1 = 1/f_1$



Tre *moti sinusoidali* (detti anche *moti armonici elementari*) con identica ampiezza e *periodi* corrispondenti ai *periodi propri* dei tre oscillatori semplici [**RISONANZA**]

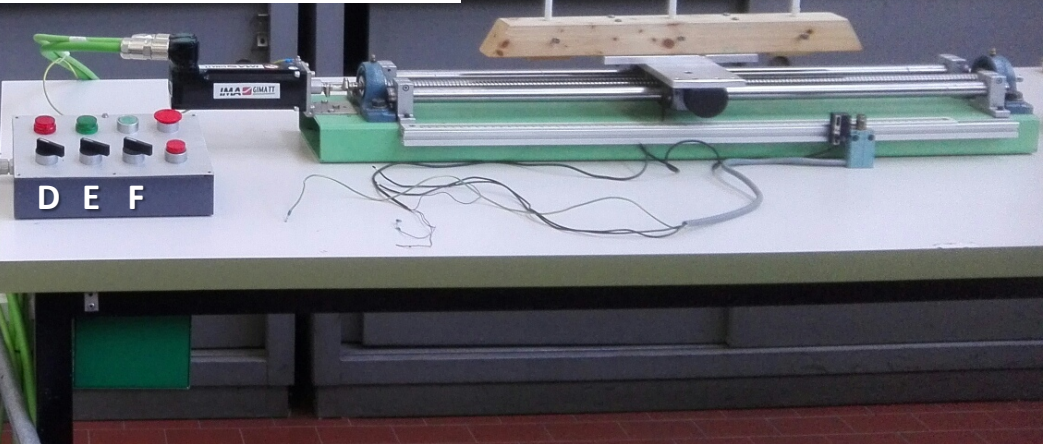
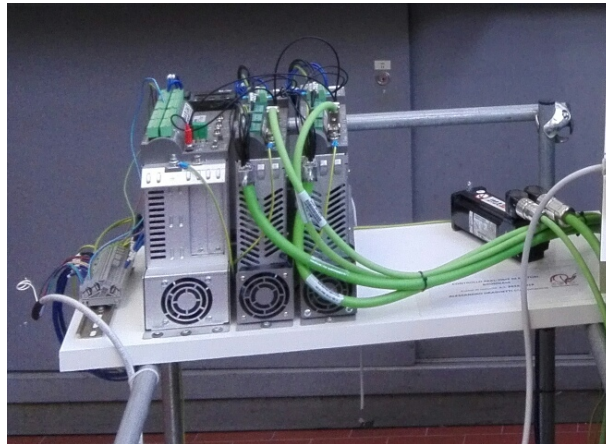
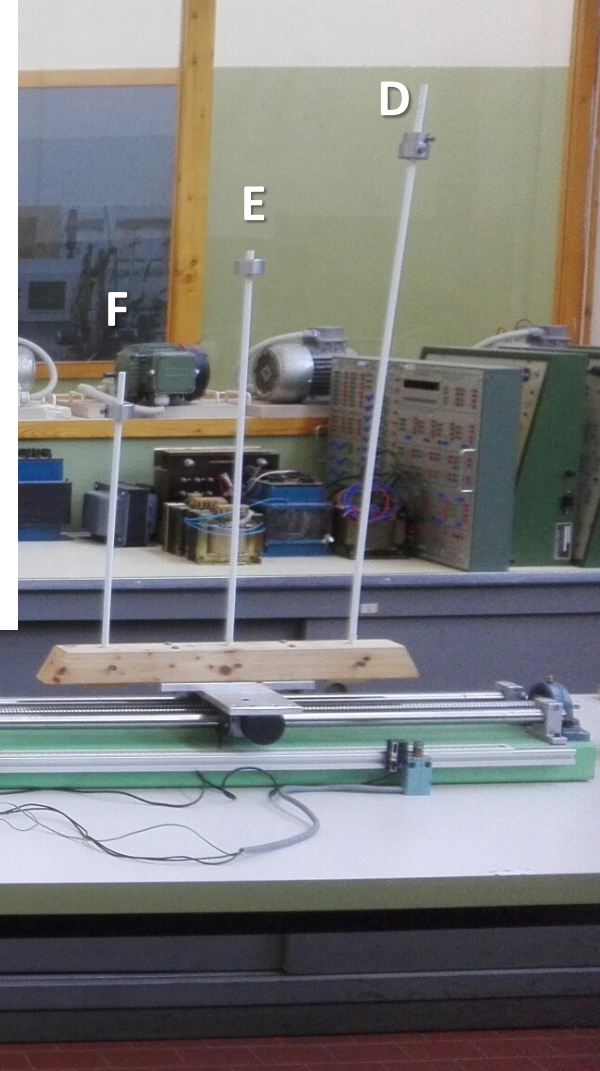


gestito da
CPU e driver



Motore BRUSHLESS

collegato a vite a ricircolo di sfere per
trasferire moto oscillatorio radiale



OSCILLATORI SEMPLICI
sollecitati da
moti armonici semplici di
uguale ampiezza
*e da **loro combinazioni***

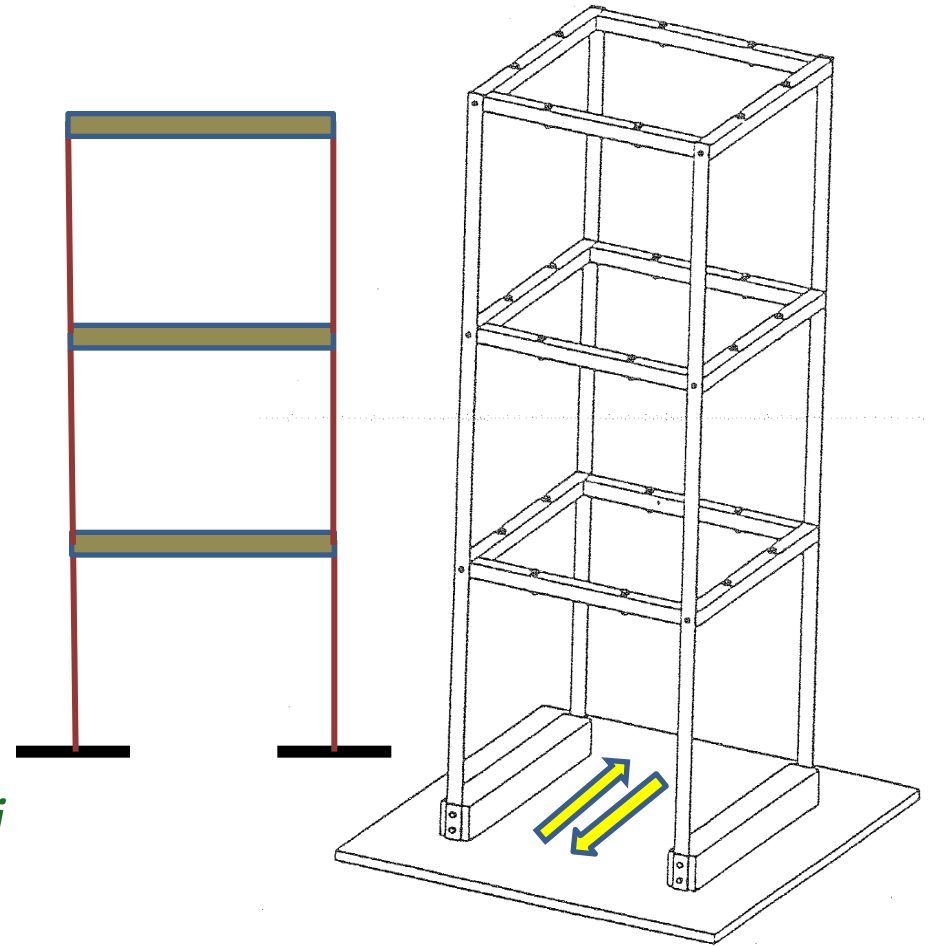


Pulpito di comando (filmato di 2'33")
con tre selettori ON-OFF per attivare i
tre moti a 1/2/4 Hz singolarmente
e in loro quattro combinazioni
(tre con due e una con tre oscillatori)

Esperienza n. 2



*Configurazione
strutturale regolare* per
distribuzione di masse e rigidità
*L'oscillazione avviene in una sola
direzione predeterminata e quindi
sono possibili solo i tre spostamenti
indipendenti dei tre solai:*
(tre gradi di libertà - 3 GdL)



Identificazione sperimentale
delle frequenze $f_1 - f_2 - f_3$ per i
tre modi naturali di vibrare

In particolare, per il primo dei tre modi di vibrare, c'è un *periodo proprio del 1° modo* (detto anche *periodo fondamentale di vibrazione*) T_1 (s) e, quindi, una corrispondente frequenza $f_1 = 1/T_1$ (Hz).

Configurazione strutturale regolare (3 G.d.L.)

Modello **G3**

Massa/impalcato

1088 g

Modo 1

f_1 (Hz)

1,34

Modo 2

f_2 (Hz)

4,00

Modo 3

f_3 (Hz)

> di 4,84 [5,76]

[Massa addizionale identica pari a **339 g** (+ 31%) su ciascuno dei tre impalcato]

→ **1427 g** (+31%)

1,10 (-18%)

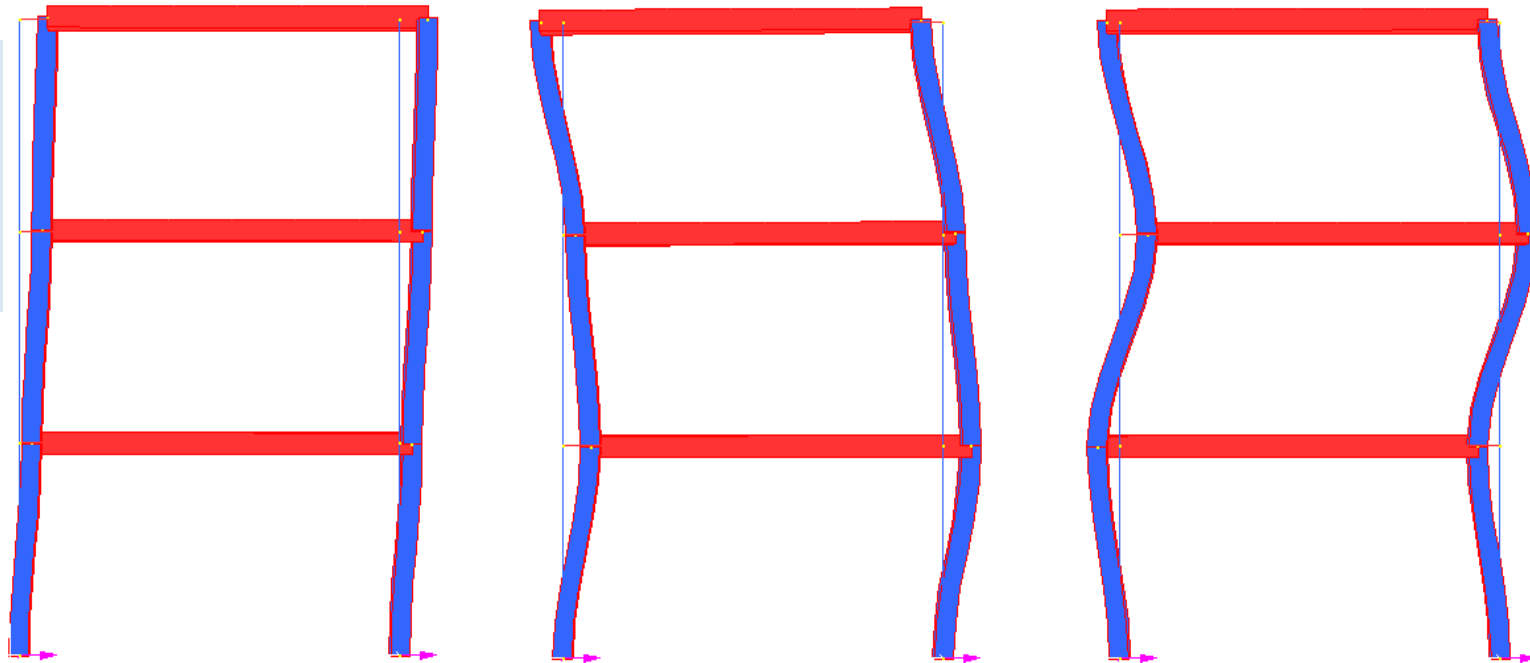
3,36 (-16%)

4,84 [-16%]

Modello **G3**

Modello a tre piani
con pilastri in lamiera
zincata 15x1 mm

Forme
modali con
distribuzione
uniforme
delle masse



E in casi di incrementi di massa distribuiti con **irregolarità** in alzata?

Esperienza n. 3

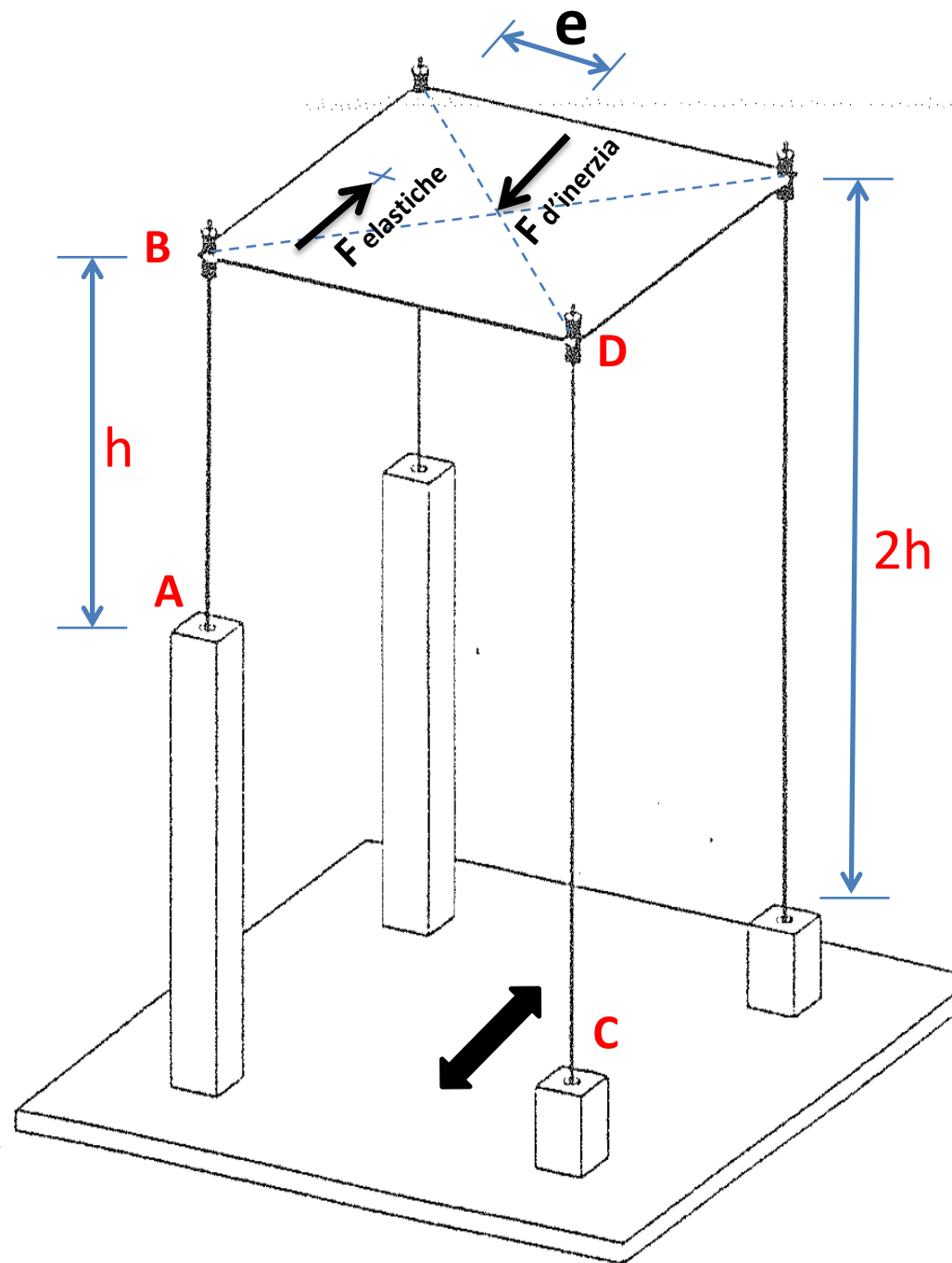


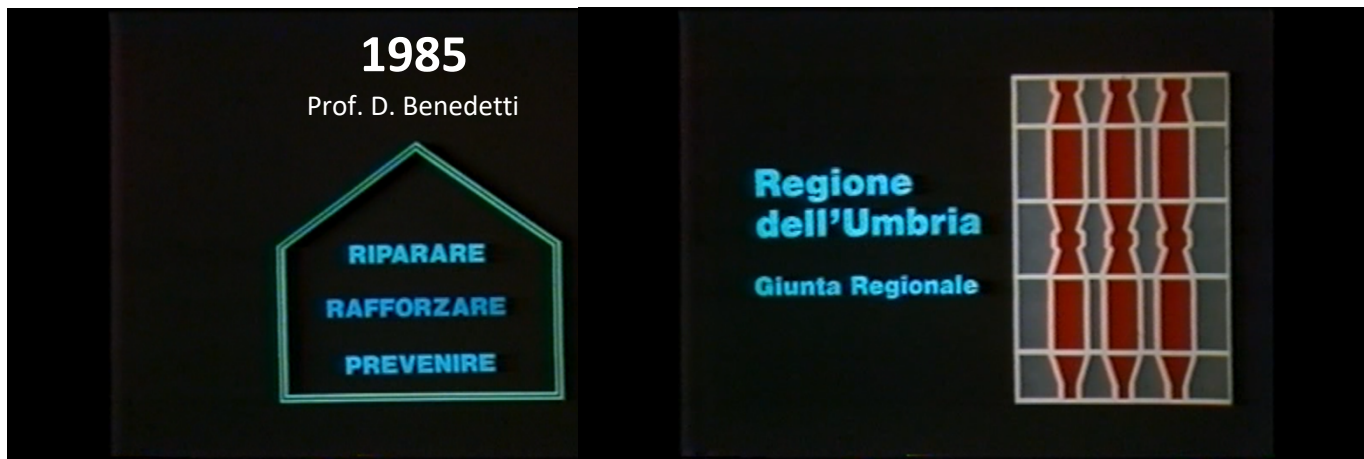
Configurazione strutturale
irregolare in pianta

Il pilastro **AB** è molto più rigido
del pilastro **CD** (circa 8 volte)

Questo comporta, nella circostanza di moto oscillatorio della base, che la conseguente *forza d'inerzia*, applicata nel baricentro di massa, risulta eccentrica (con braccio e) rispetto alla parallela risultante delle *forze elastiche*.

L'impalcato ha tre gradi di libertà (due spostamenti e una rotazione) e non si tratta quindi di oscillatore semplice. *Il primo dei tre modi di oscillare risulta essenzialmente di tipo torsionale.*

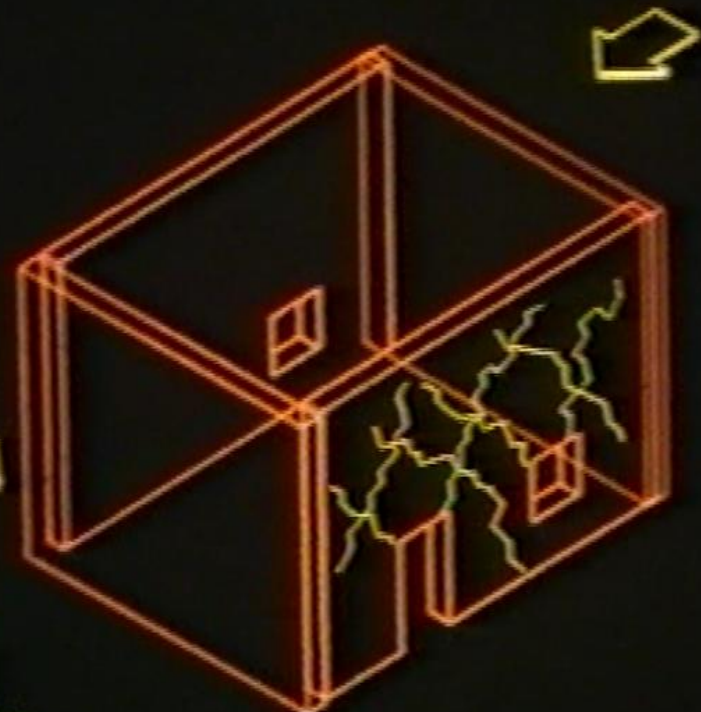
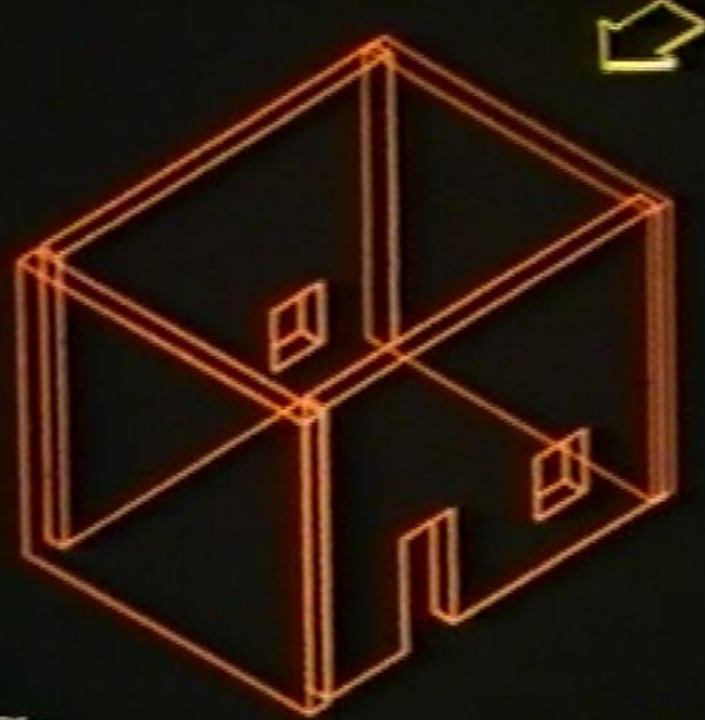
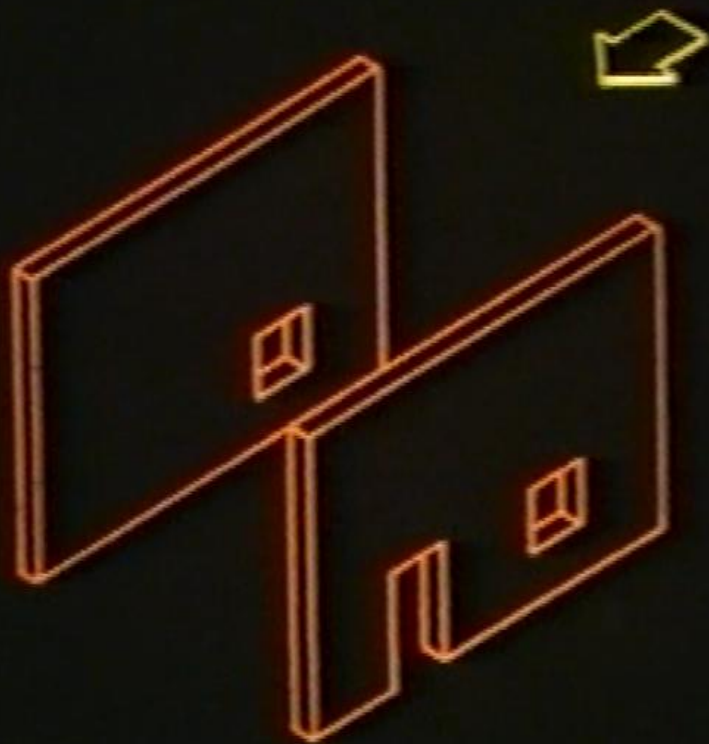




da: **Riparare Rafforzare Prevenire**
Regione Umbria 1985

MODELLO CASA IN MURATURA

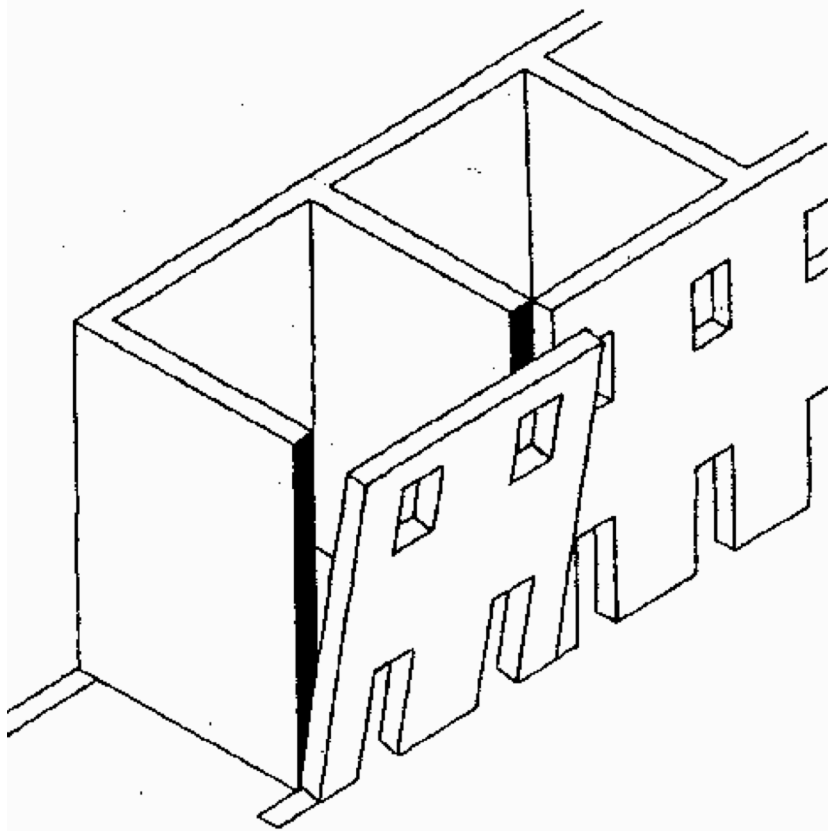
(filmato di 84 secondi)



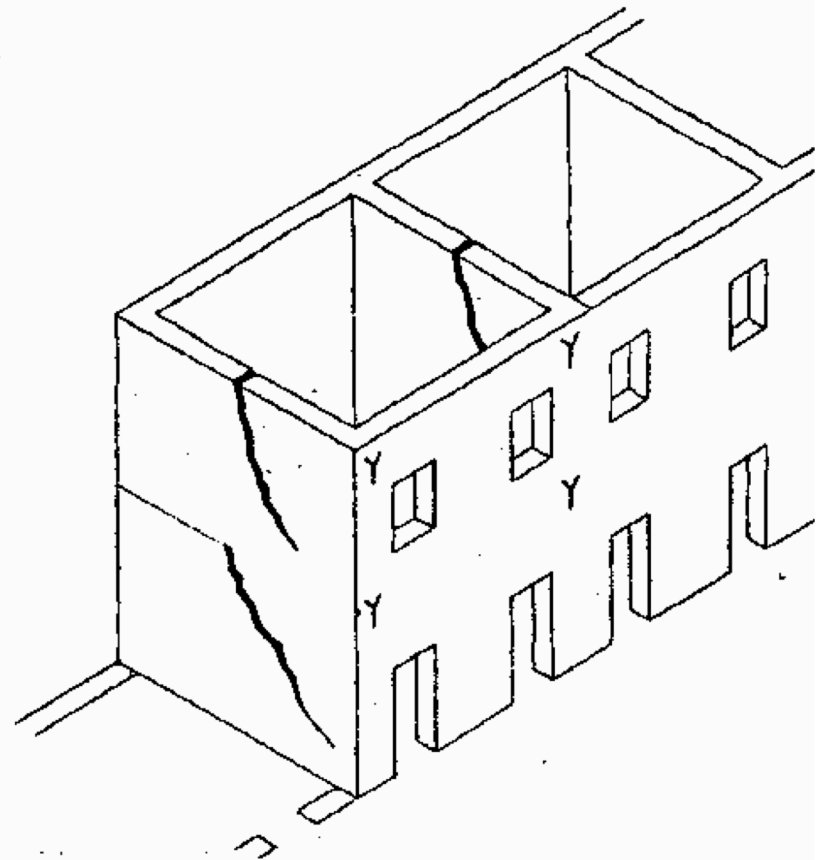
Meccanismi resistenti globali, per sollecitazione delle pareti murarie nel proprio piano

È obiettivo a cui tendere **niente affatto scontato** ... dipendendo dalla **qualità dei collegamenti** tra elementi strutturali (pannelli murari e solaio).

I meccanismi di taglio si potranno sviluppare se i meccanismi di 1° modo (ribaltamenti) sono inibiti (pareti ammorsate o incatenate)



Ribaltamento della parete
(meccanismo di I modo)
Assenza di ammorsamento
fra le pareti. Condizione di
massima pericolosità



Rottura per taglio (meccanismo di
II modo) in virtù della buona
tessitura muraria. In assenza di
ammorsamento si può ovviare con
l'introduzione di incatenamenti.

Terremoto in Abruzzo del 6 aprile 2009 ($M_L = 5.9$; $M_w = 6.3$)

Immagini da due località: entrambe valutate con effetti di IX° MCS



Villa Sant'Angelo (AQ) - Edificio in muratura di pietrame listata, copertura in legno e pietre angolari. Capichiave delle catene al primo piano.

Colle di Roio (AQ) - Edificio in muratura in pietrame non squadrato con malta argillosa e copertura pesante in c.a. **Effetto negativo di un tetto pesante e rigido**



La sesta edizione della mostra "Io non tremo": AS 2018/2019

Tweet Mi piace 0



Si è svolta dal 15 al 27 Febbraio 2019 la sesta edizione della mostra "Io non tremo" allestita presso il Galilei di Mirandola. Sedici le classi coinvolte appartenenti ai tre istituti superiori dell'Area Nord: il Galilei ed il Luosi di Mirandola ed il Calvi di Finale Emilia. Agli studenti è stata offerta l'opportunità di approfondire le loro conoscenze sui terremoti



CENTRO DI EDUCAZIONE ALLA SOSTENIBILITÀ
"La Raganella"

Via Giolitti, 22 - 41037 Mirandola

[http://195.62.174.140:8080/ucman/servizi/centro-
educazione-ambientale/i-progetti-didattici/io-non-
tremo-la-mostra-laboratorio-che-parla-agli-studenti-di-
riduzione-di-rischio-sismico/la-sesta-edizione-della-
mostra-io-non-tremo-as-2018-2019](http://195.62.174.140:8080/ucman/servizi/centro-educazione-ambientale/i-progetti-didattici/io-non-tremo-la-mostra-laboratorio-che-parla-agli-studenti-di-riduzione-di-rischio-sismico/la-sesta-edizione-della-mostra-io-non-tremo-as-2018-2019)

La mostra è stata realizzata grazie alla collaborazione del CEAS "La Raganella" e dei volontari dell'Associazione "Amici del Galilei di Mirandola", con il sostegno economico di ARPAE Emilia Romagna. Entro Giugno 2019 la mostra è stata visitata da oltre duemila studenti di tutta la regione Emilia Romagna, un importante traguardo educativo raggiunto grazie al protocollo d'intesa firmato tra l'Arpae Emilia Romagna, l'Agenzia per la Sicurezza territoriale e la Protezione civile della Regione Emilia-Romagna e la rete interregionale RESISM tra scuole secondarie.

E' possibile scaricare materiali informativi:

Scarica l'opuscolo didattico ["Tavola vibrante"](#)

Scarica l'opuscolo ["Riflessioni degli studenti"](#)

Scarica la storia vera ["I due campanili"](#)

Scarica il pdf [«La prevenzione sismica in Italia: una sconfitta culturale, un impegno inderogabile»](#)

Documento/Appello *inviato all'attenzione del Presidente della Repubblica*

**Terremoti e riduzione del rischio sismico:
CONOSCERE PER PARTECIPARE**

[Convegno del 4 novembre 2016 a Mirandola \(MO\)](#)