

Tavola vibrante

modello TVL_VBR.2 20 maggio 2016

... per una iniziale informazione didattica



PROGETTO SCUOLA REMTECH EXPO 2017
PROGETTO SCUOLA REMTECH EXPO 2018

TERREMOTI E RISCHIO SISMICO: CONOSCERE PER PARTECIPARE

...per una iniziale informazione didattica

***ACCENNI a comportamenti degli edifici
sotto azioni sismiche
e ad altri contenuti della mostra***

Incontri del 20-21-22 settembre 2017

Incontri del 19-20-21 settembre 2018





RESISM

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

[Mostra laboratorio breve guida](#) ←

[Scuole aderenti](#)

Protocollo d'intesa (anche con ARPAE-RES) **3-2018**
*Per la diffusione di conoscenza e consapevolezza
della cittadinanza rispetto al rischio sismico*



RemTech EXPO 2017 20-21-22 settembre 2017

Nell'ambito delle attività della rete RESISM all'evento ha partecipato anche il nostro Istituto, insieme al Comune di Ferrara e all'Agenzia per la sicurezza territoriale e la protezione civile della regione Emilia-Romagna.

Scheda di partecipazione



Schema di presentazione



Elenco pannelli esposti

- I maggiori terremoti per l'Emilia Romagna (CPTI11) e la classificazione sismica
- I terremoti a Ferrara (DBMI11)
- Crisi sismica 2012 Emilia
- Crisi sismica 2016 Italia Centrale
- Rilievo macrosismico 24-08-2016 Italia Centrale
- Spettri di risposta 2009 Abruzzo - Emilia 1996-2012
- Spettri di risposta 2016 Italia Centrale
- Disegni della classe 2N (Meccanica) dell'IIS "N.Copernico-A.Carpeggiani" A.S. 2016/17
 - Pannello telaio 1 - Pannello telaio 2 - Pannello telaio 3

resism@iav.it

Scheda attività didattica classe 2N (Meccanica) dell'IIS "N.Copernico-A.Carpeggiani" A.S. 2016/17

Documentazione audiovisiva dell'evento

Giornata Liceo Ariosto

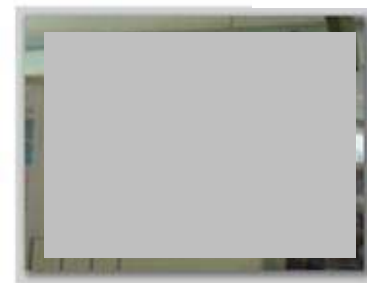


Giornata IIS Aleotti



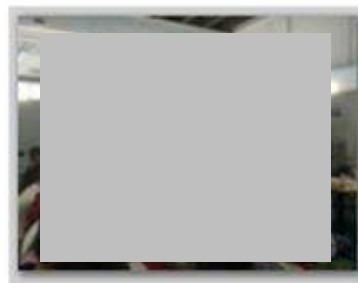
19 sett. 2018

Giornata Liceo **Fanti**



20 sett. 2018

Giornata IIS Aleotti



30 AGOSTO 2016

Vescovo di Rieti:

**"Non uccide il sisma
ma opere dell'uomo"**



18:18 Atti da Amatrice i funerali solenni delle vittime del sisma ~ Le



Giovane di alto rango eccle.

Tu e il terremoto



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



*I terremoti del 1831 (9.11) – 1832 (3.13)
in pianura padana emiliana ([pdf, 3,83 MB](#))*

L'interpretazione del potere costituito

**I rivoluzionari risorgimentali ritenuti «responsabili»
moral del terremoto:** titolo di paragrafo a p. 352 del
volume «**VIAGGIO NELLE AREE SISMICHE**», DPC-2007



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

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 avverti-
mento 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.

Dipinto, custodito nel Museo Civico di Mirandola
 “Madonna con Bambino in gloria con San Felice Cappuccino e **San Francesco Solano**”, sullo sfondo si intravedono edifici vacillanti.



La B.V. delle Grazie preserva FAENZA dai danni del terremoto

Ignoto autore sec. XVIII, 1781
 Olio su rame
 Faenza, Archivio della Confraternita

E a FORLÌ ? ...

la Madonna del Fuoco

E a CERVIA ? San Rogato

E a SCARPERIA ?



Pala d'altare, donata dalla famiglia Forni alla chiesa di San Francesco come ex voto, dopo il **terremoto del 15 dicembre 1571**
 “In giorno di martedì verso le ore 24 ½ (sic) successe una grande scossa di terremoto che spaventò tutto il popolo di Carpi”.



Madonna del Terremoto:
 dipinto ex voto (di F. Raibolini, detto il Francia) dopo i terremoti nel bolognese del 1504-1505, conservato in Sala d'Ercole di Palazzo d'Accursio.



Cartiglio alla base:
 MENTRE IL TERREMOTO
 ROVINAVA TUTTO, IL SIGNORE
 E I CONSOLI POSERO
 L'IMMAGINE DELLA VERGINE
 MADRE DI DIO PER LA CITTA'
 PRESERVATA



Sant'Emidio, patrono di Ascoli, Marche....e Rimini.

Nel gennaio-febbraio 1703 l'Italia Centrale fu colpita da fortissimi terremoti che causarono la quasi totale distruzione di molte località umbre, laziali e abruzzesi (tra cui Norcia, Amatrice e L'Aquila). Le Marche, e Ascoli in particolare, subirono invece solo danni lievi: ciò fu interpretato dalla comunità ascolana come segno di una particolare intercessione del suo patrono. Anche a **Rimini**, circa un mese dopo il terremoto del 25 dicembre 1786, venne deciso pubblicamente come santo protettore Sant'Emidio, vescovo di Ascoli, considerato particolarmente efficace per proteggere dal terremoto.

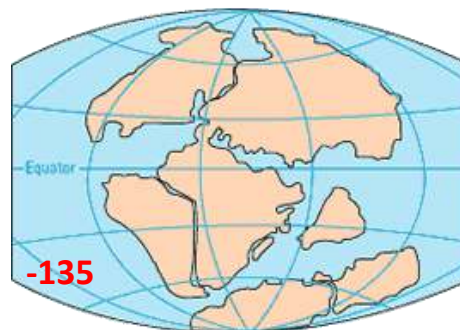
La **Teoria della Deriva dei Continenti** è oggi inglobata e integrata nel **Modello della Tettonica delle Placche**



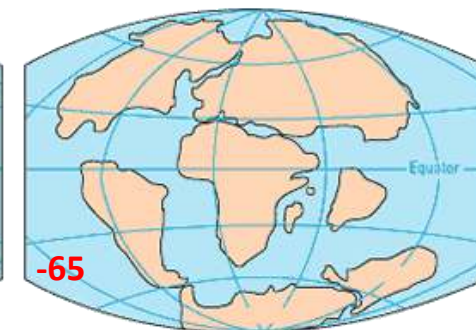
PERMIAN
225 million years ago



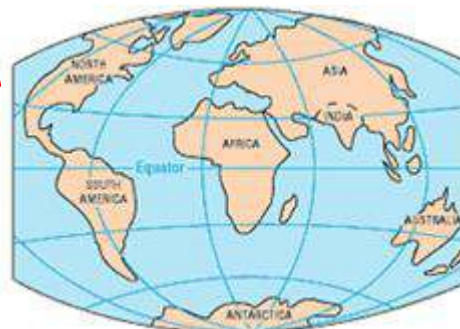
TRIASSIC
200 million years ago



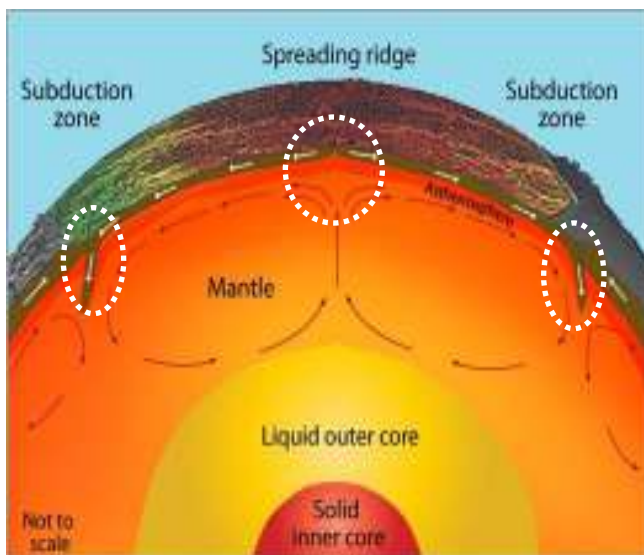
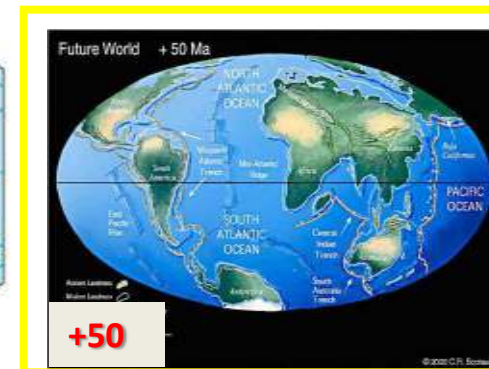
JURASSIC
135 million years ago



CRETACEOUS
65 million years ago



PRESENT DAY



PIANETA TERRA:

UN MOTORE SEMPRE ACCESO

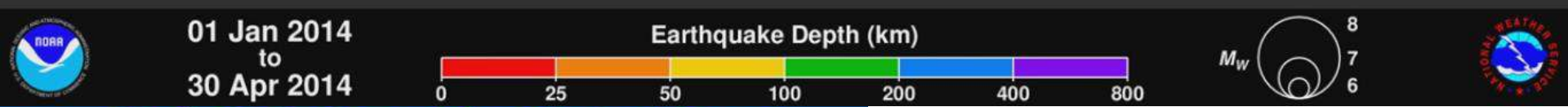
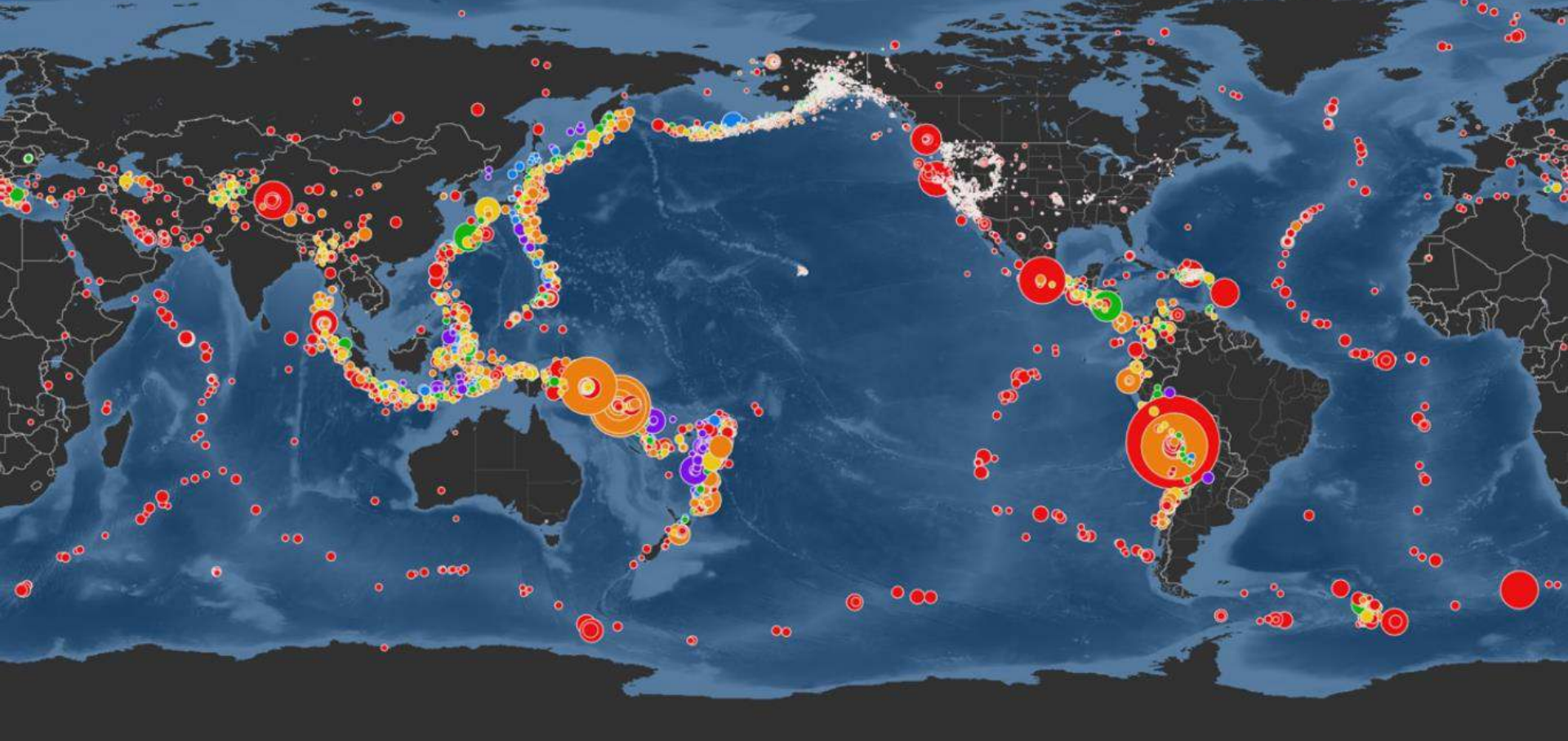
(filmati di circa 1 minuto)

Accrescimento dorsale oceanica

Distruzione litosfera (*subduzione*)

Appendice 1
aspetti geodinamici

(curata dal prof. Paolo Scandone)



Global Earthquake Animation:

01 Jan 2014
to
30 Apr 2014

<https://www.youtube.com/watch?v=M3jHUGH0IhA&list=PLd18vQxXt2zMJzNmf-sZDP9RmfjE5JoAq>

[filmato di 2'32'']

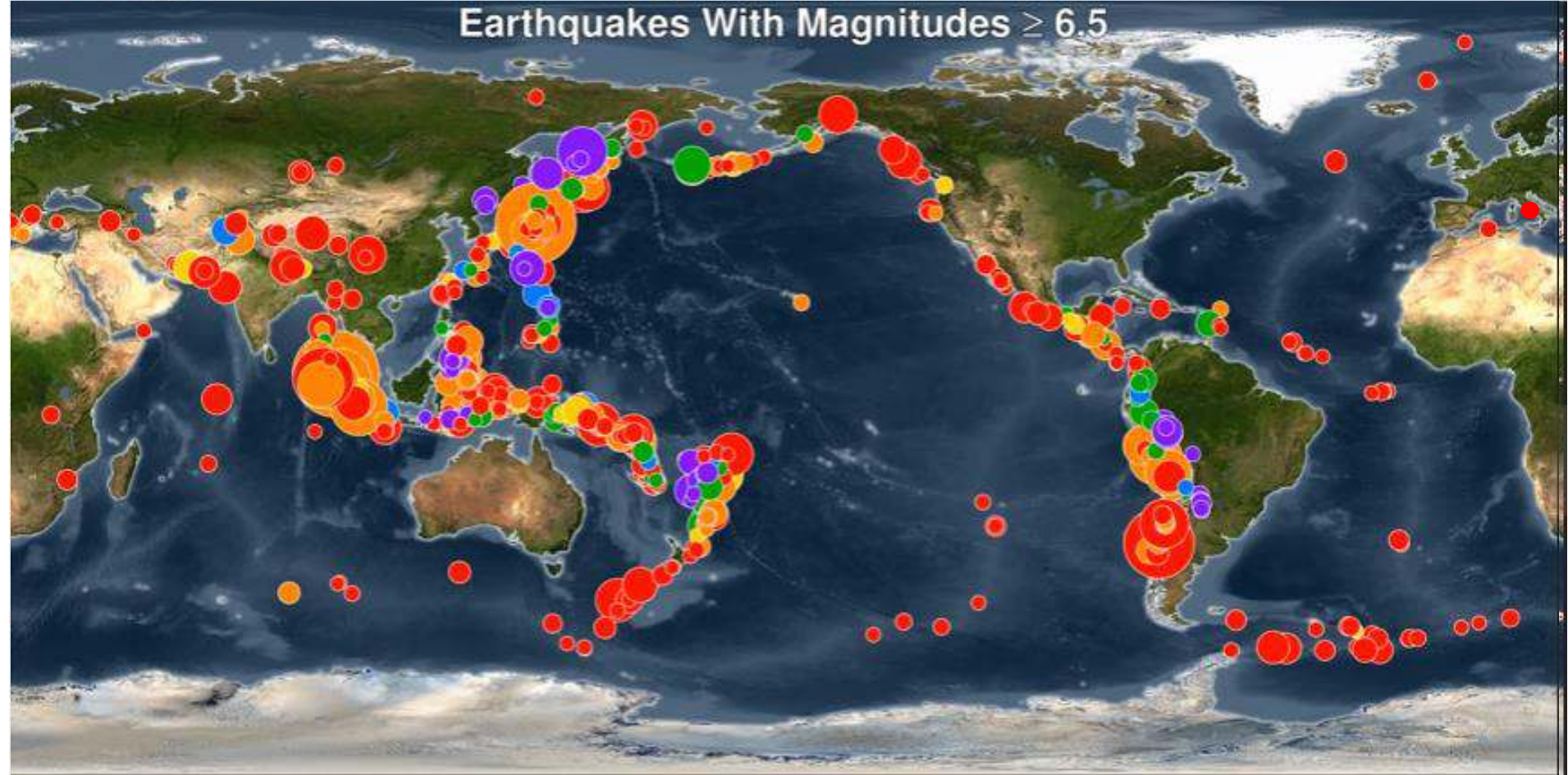
- 1 April, M8.2, northern Chile
- 3 April, M7.8, northern Chile
- 12 April, M7.6, Solomon Islands
- 13 April, M7.7, Solomon Islands
- 19 April, M7.8, Solomon Islands



NOAA/NWS/Pacific Tsunami Warning Center



Earthquakes With Magnitudes ≥ 6.5



01 Jan 2001
to
31 Dec 2015



PACIFIC TSUNAMI
WARNING CENTER

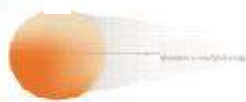
[filmato di 3'49"]

Earthquakes of the First 15 Years of the 21st Century

https://www.youtube.com/watch?v=W0_Z9Wga5A8
21世紀の世界の地震 21st-century Earthquakes 2016-03-01

<https://www.youtube.com/watch?v=ph7Eczs-nTI&list=PLd18vQxXt2zMJzNmf-sZDP9RmfjE5JoAq&index=3>

magnitudo 4



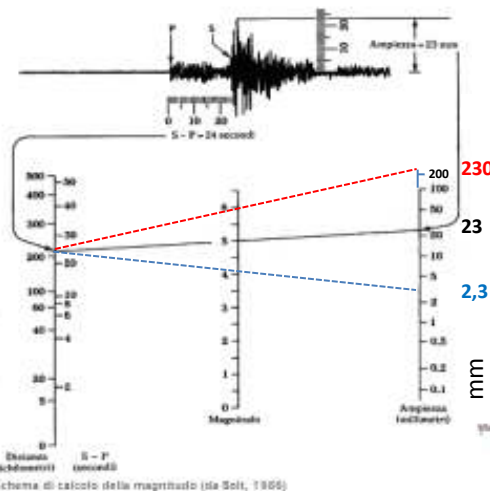
Un terremoto maggiore di un altro di una unità di magnitudo lascia una traccia dieci volte più grande,

Magnitudo Richter o locale (M_L)

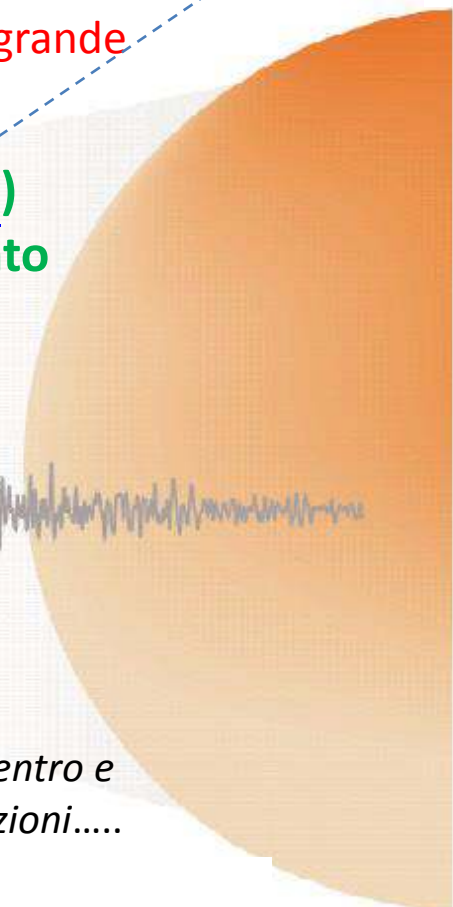
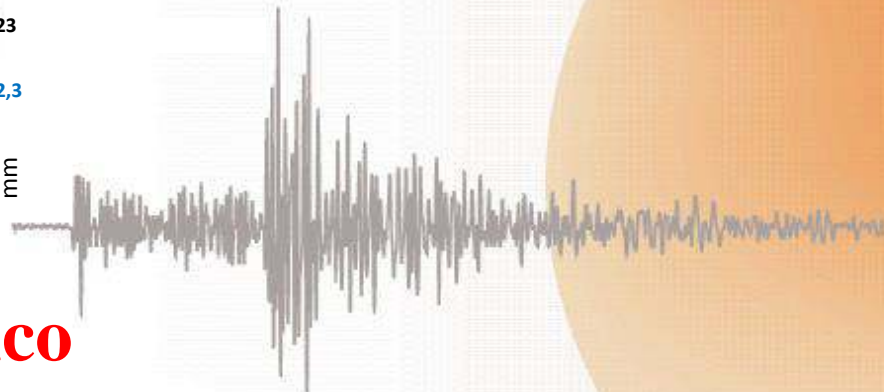
magnitudo 6

ma libera un'energia di circa trentadue volte più grande

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

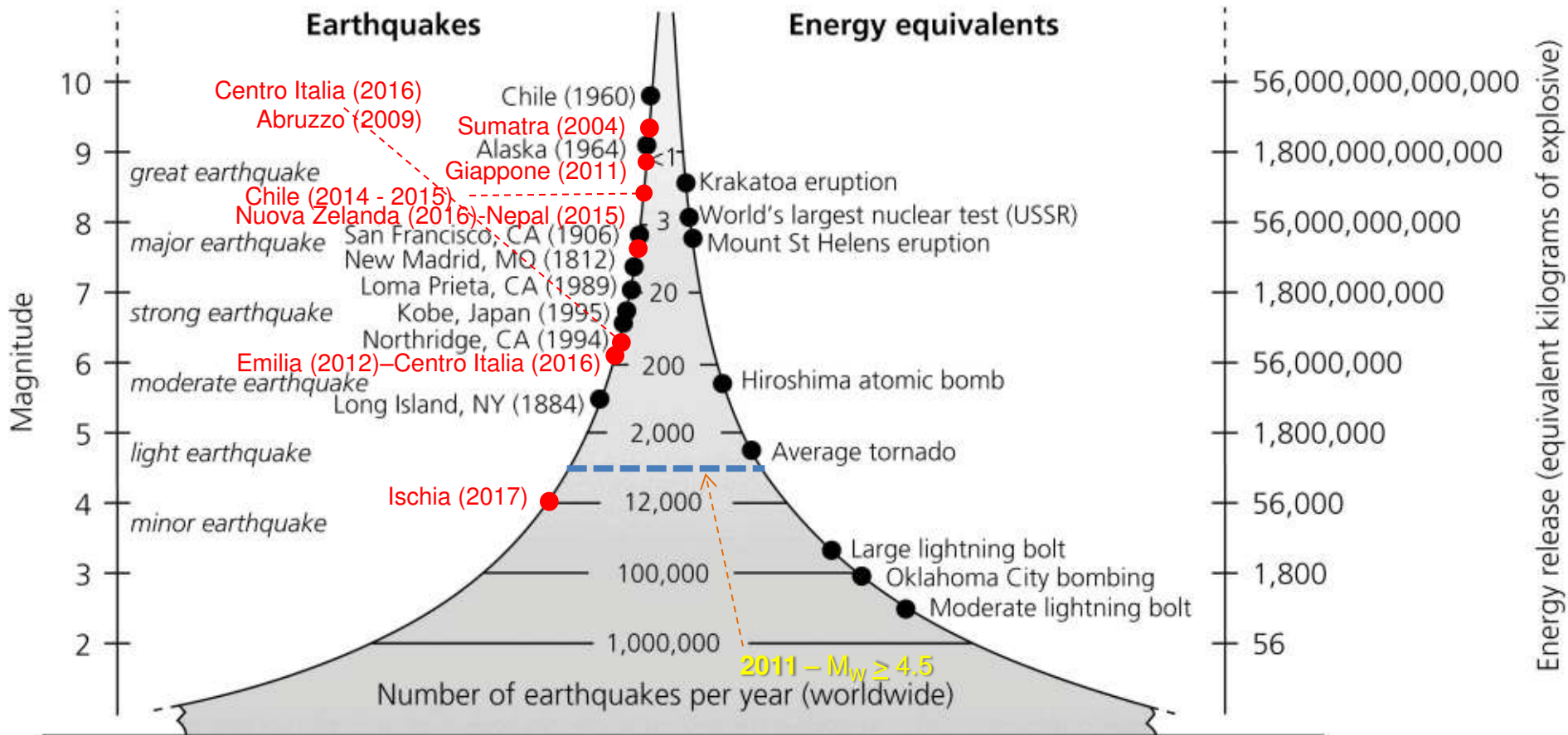
IX-X grado

XI-XII grado

I terremoti di giornata

[Video-scheda](#) per terremoti (con $M \geq 4.5$) accaduti a scala mondiale dal 1-1-2011 al 31-12-2011 [filmato di 9'02"]

<http://cnt.rm.ingv.it/>



[Fonte 3](#)

Valenza interregionale della Rete

motivata dai terremoti più significativi ($M_w > 5.5$)

A) i più recenti:

6.0 e 6.1 PIANURA EMILIANA 2012

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

6.5 GARFAGNANA 1920

6.3 MUGELLO 1919

5.9 APP. ROMAGNOLO 1918

5.9 VALTIBERINA 1917

5.95 e 6.1 RIMINESE 1916

7.0 AVEZZANO 1915

7.2 STRETTO DI MESSINA 1908

<http://emidius.mi.ingv.it/CPT111/>

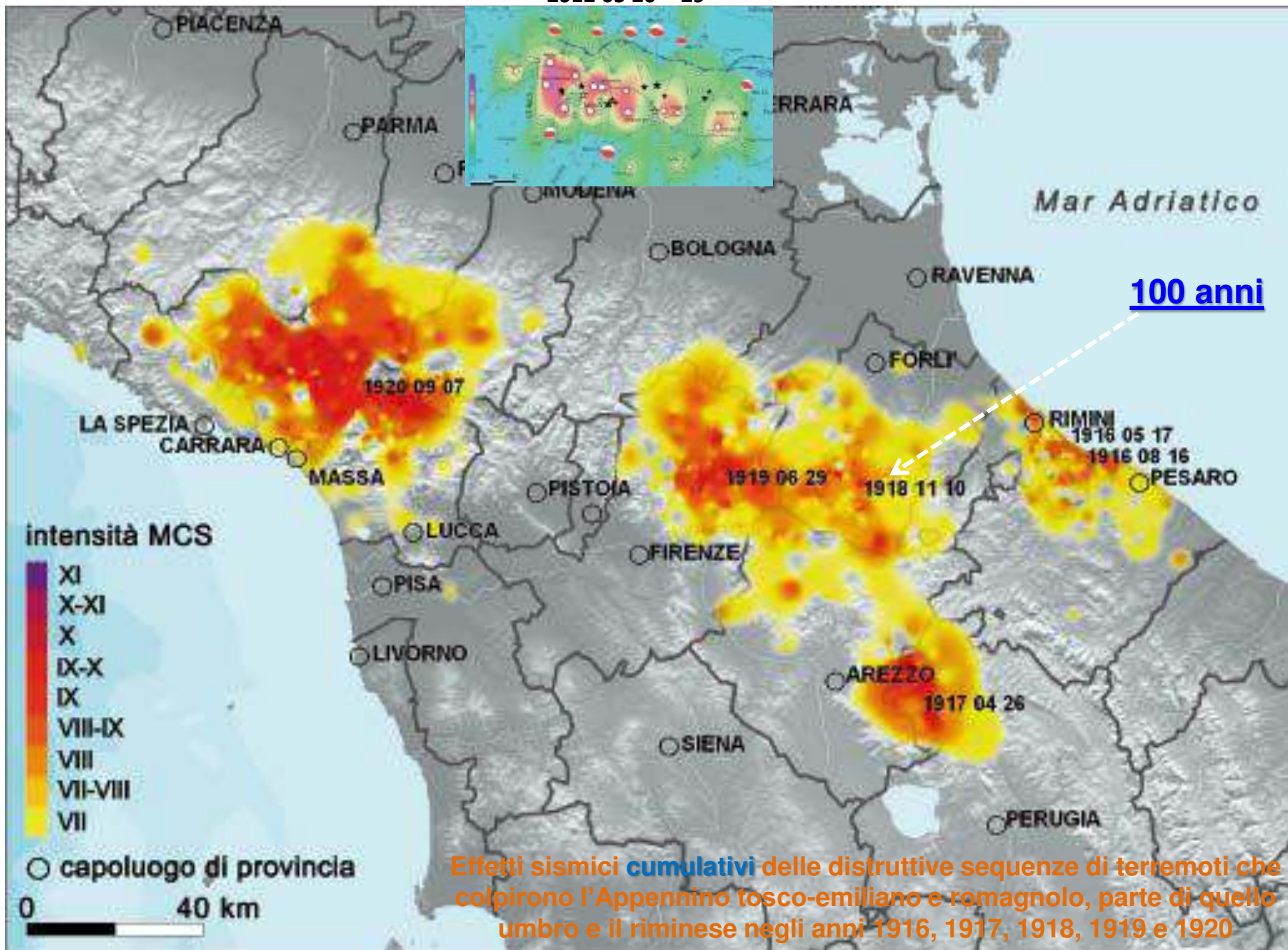
B) altri degli ultimi 100 anni:



Il primo obiettivo è quello di favorire lo scambio di esperienze e la circolazione di buone pratiche progettate all'interno degli Istituti aderenti, compresa la produzione di materiale didattico e laboratoriale ...

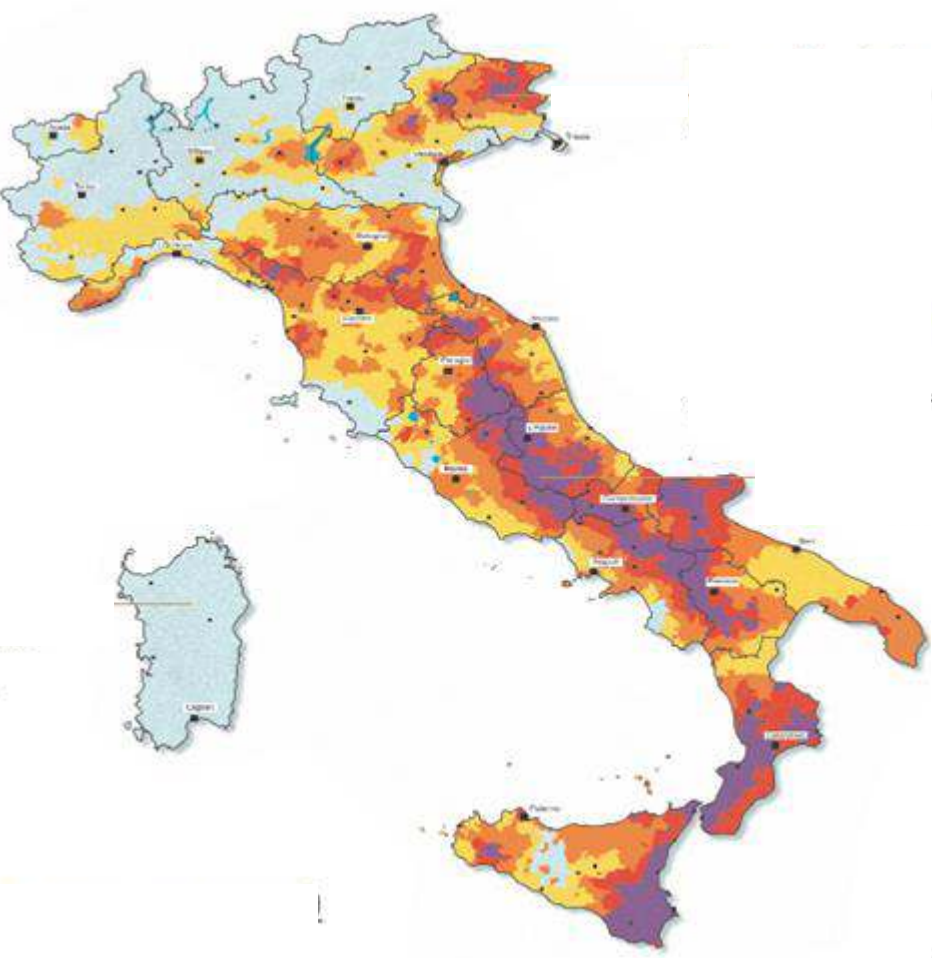


2012 05 20 ÷ 29



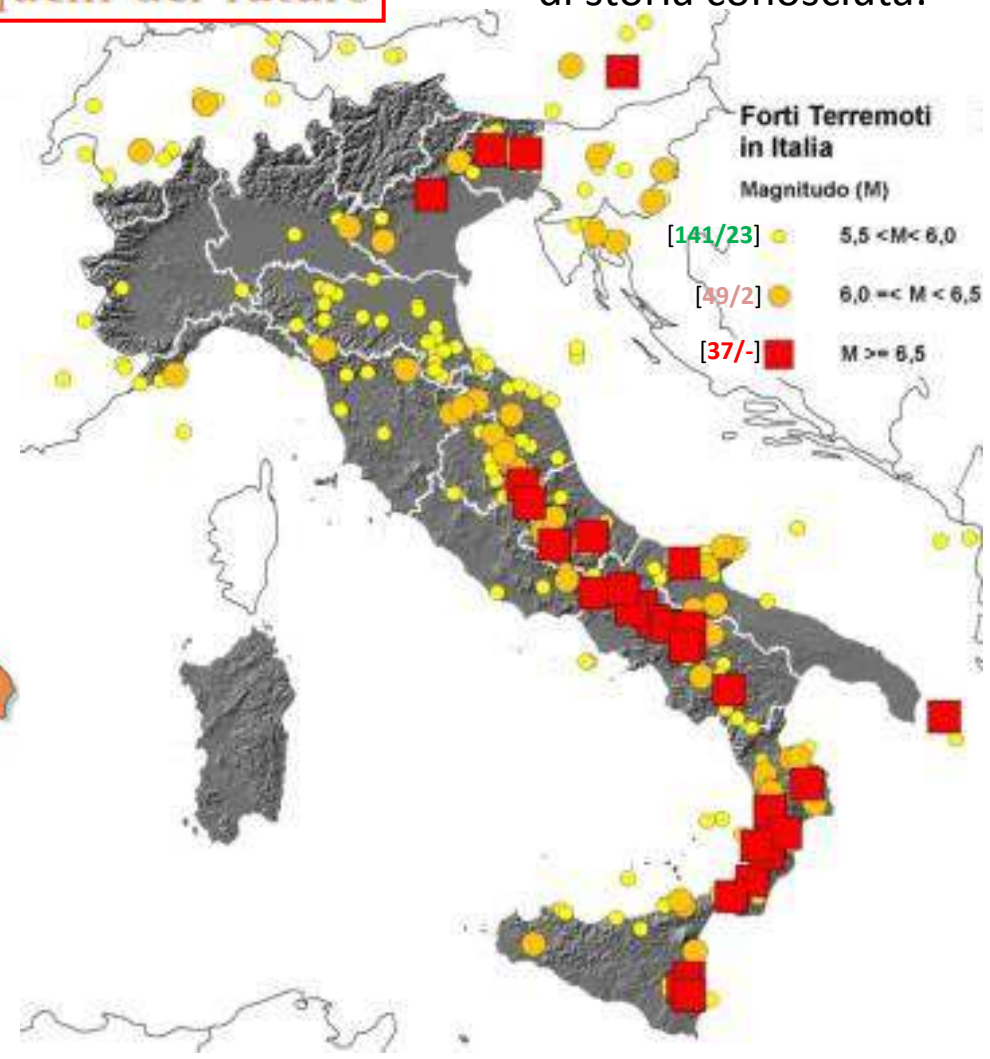
I terremoti del passato ci suggeriscono dove e con quale forza potranno colpire quelli del futuro

C) compresi gli altri di storia conosciuta:



SCALA MCS (Mercalli Cancani Sieberg)

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



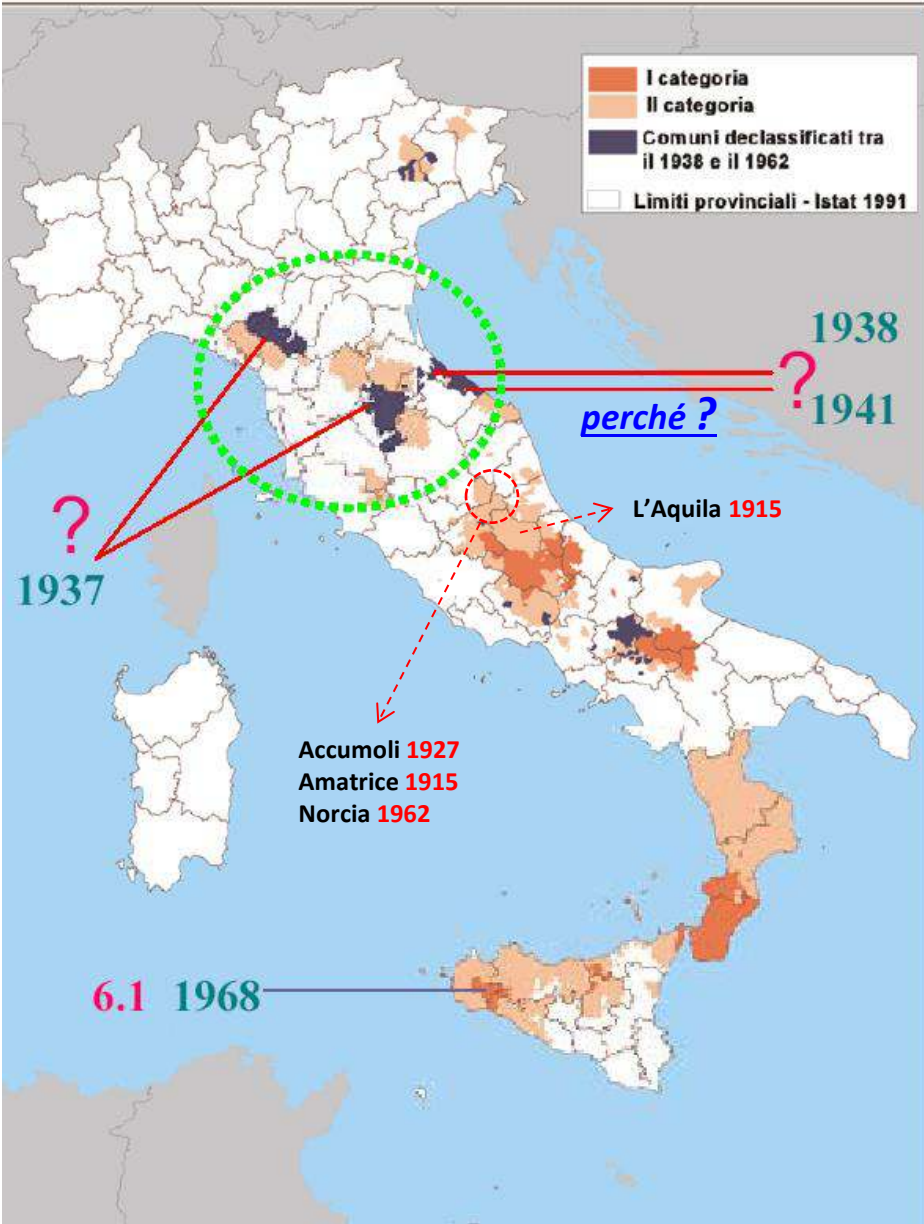
Forti Terremoti in Italia

Magnitudo (M)

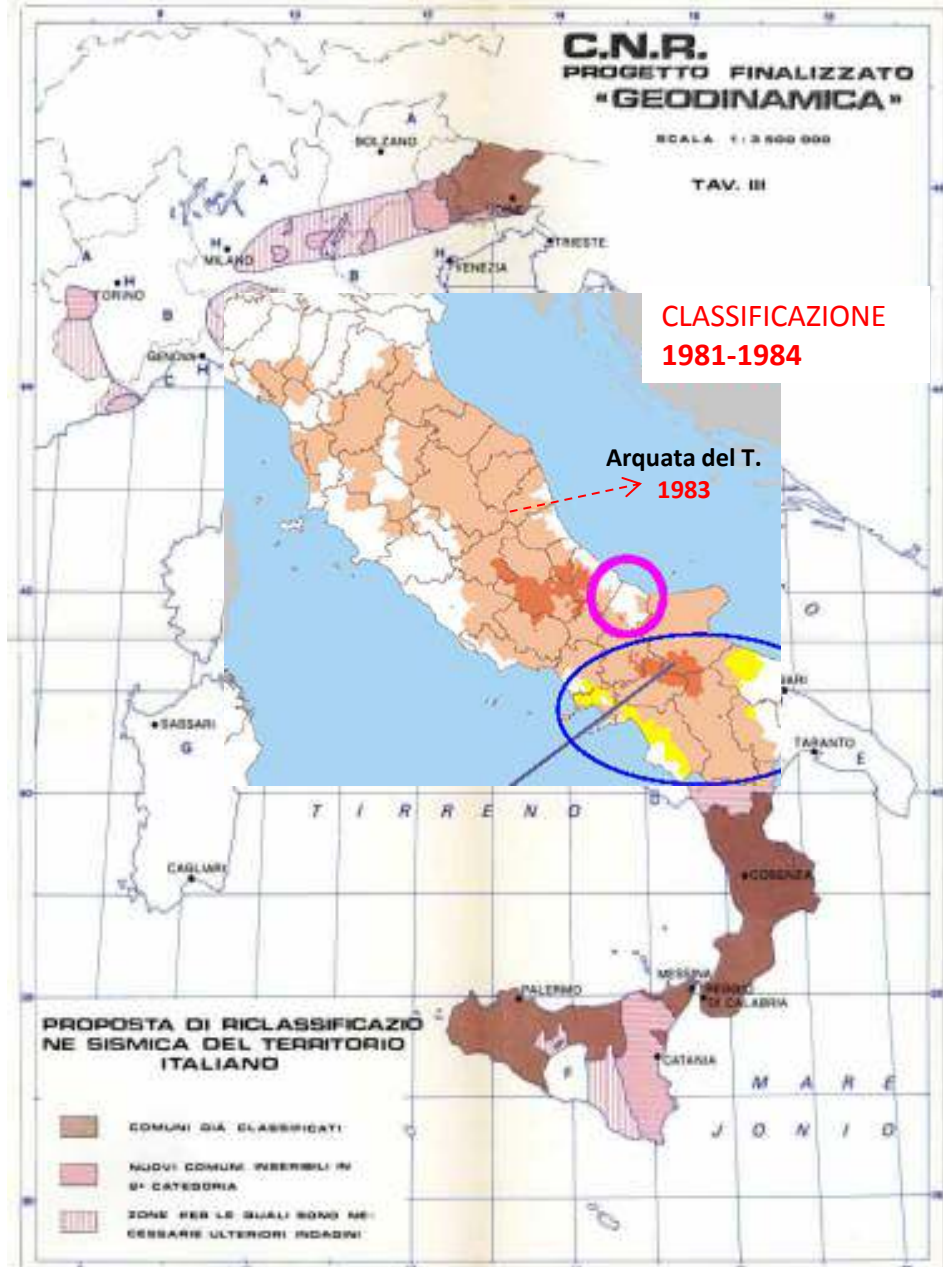
- [141/23] 5,5 < M < 6,0
- [49/2] 6,0 ≤ M < 6,5
- [37/-] M ≥ 6,5

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

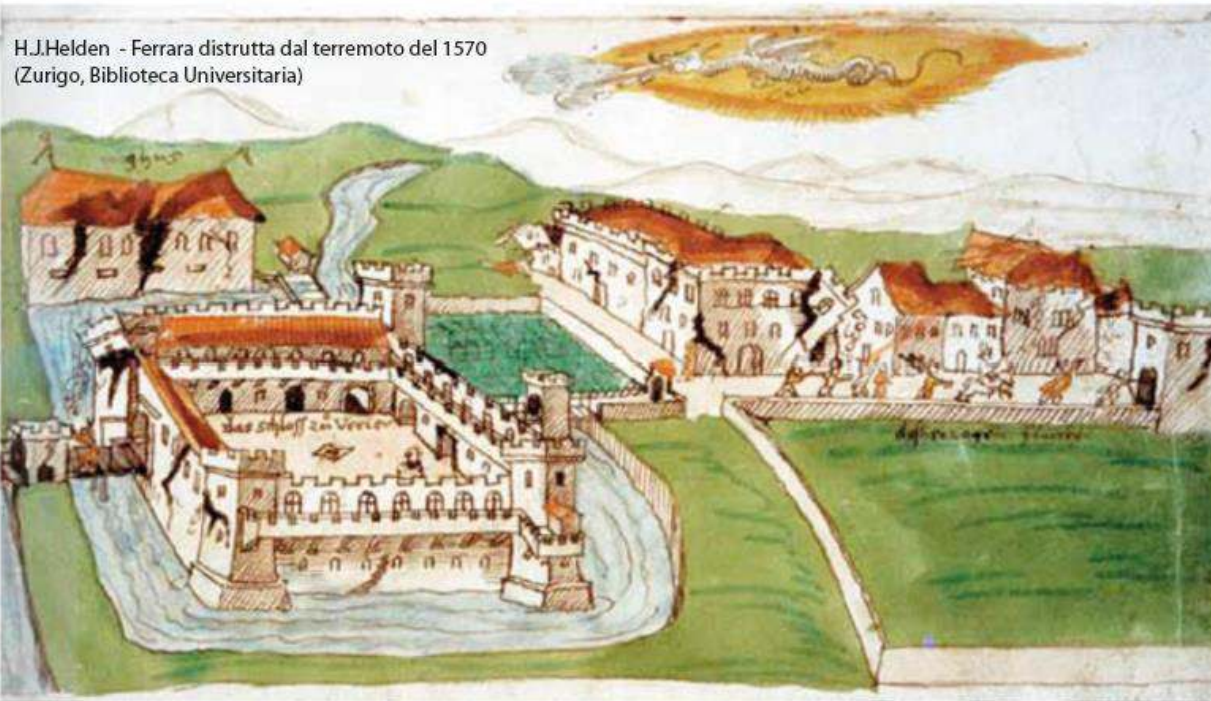
La classificazione alla fine del 1975 con validità estesa fino al 1981÷1984



La proposta P.F.G. – C.N.R. 1981



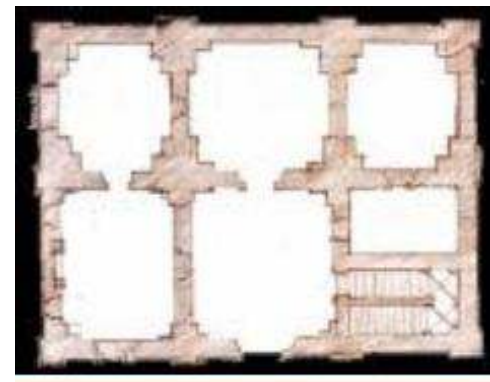
H.J.Helden - Ferrara distrutta dal terremoto del 1570
(Zurigo, Biblioteca Universitaria)



Pirro Ligorio

«Libro, o Trattato de' diversi terremoti»

Pianta e facciata di una casa antisismica



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, tratti da: Ferrara. Voci di una città – dic. 2010 e la Repubblica – 9 ago. 2015.

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

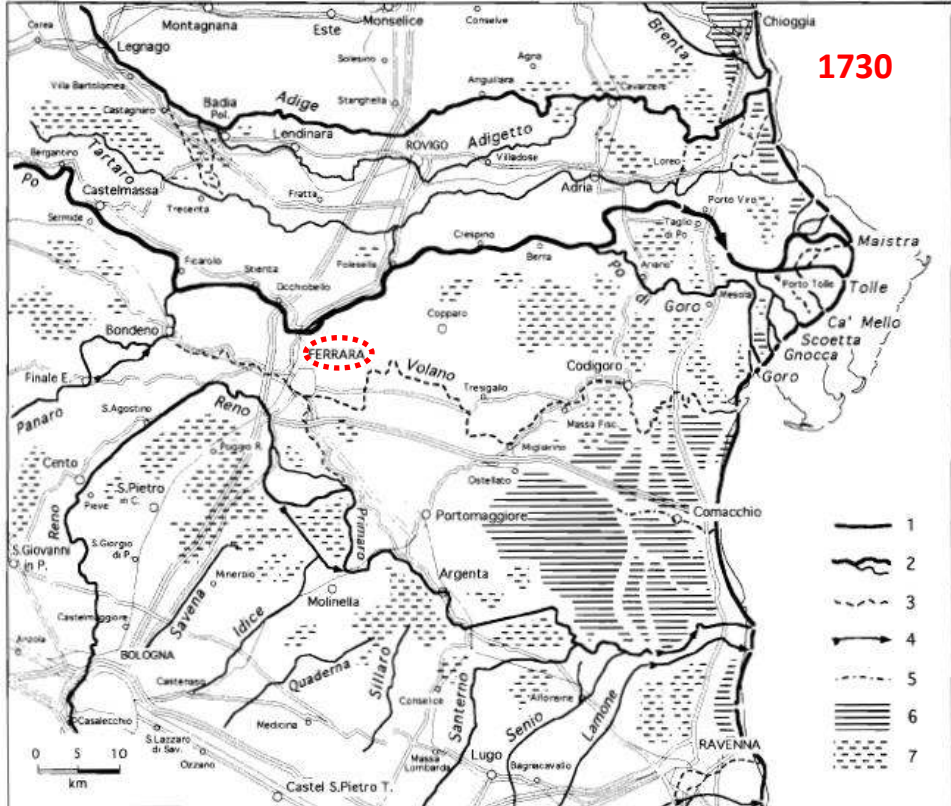
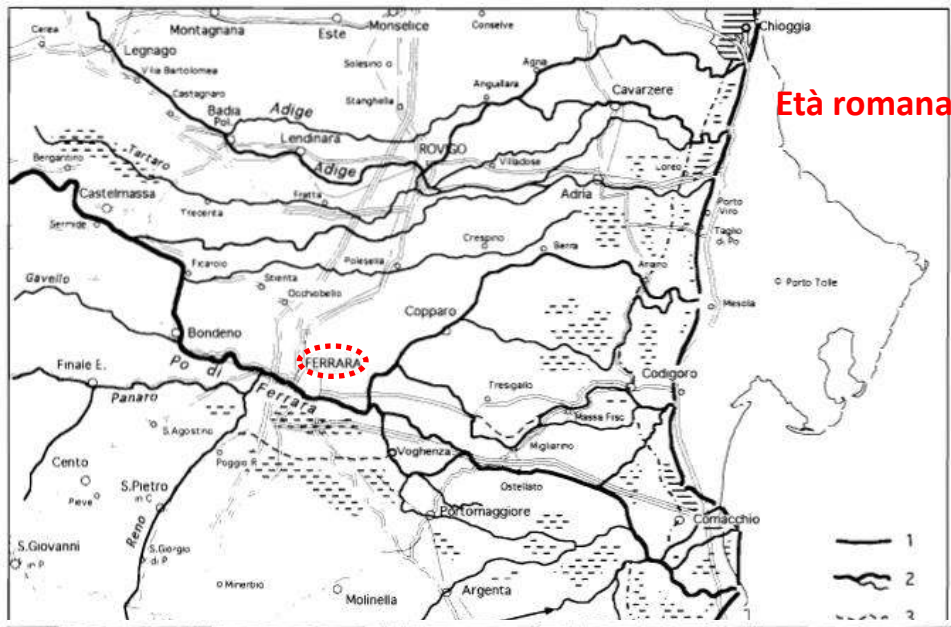
Due immagini a confronto sull'evoluzione idrografica del Po in diverse epoche storiche, estratte da: «L'evoluzione idrografica e ambientale della pianura ferrarese negli ultimi 3.000 anni», Marco Bondesan, su *Storia di Ferrara*, Corbo 2001

Risulta evidente la tendenza nel tempo del fiume a spostarsi più a nord



Un commento del prof. Franco Cazzola
Aprile 2017 www.francocazzola.it

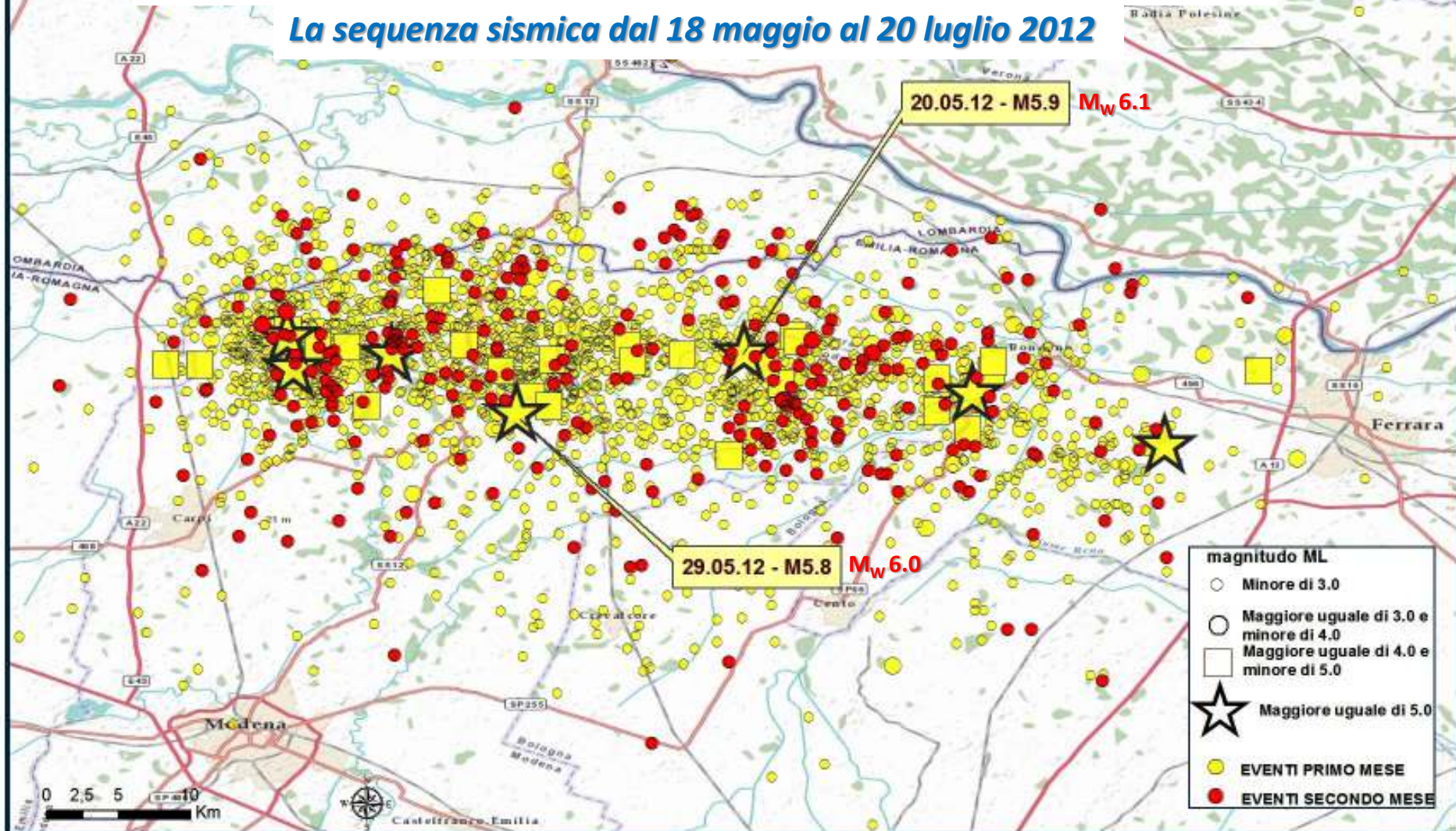
«I geologi e geomorfologi hanno individuato da tempo cosa succede sotto i nostri piedi da Ferrara a Reggio Emilia. E' una piega dell'Appennino in sollevamento. Il terremoto del 1570 non spostò il fiume Po ma fu un sintomo ulteriore dei movimenti ... che hanno fatto mutare direzione al fiume. La grande mutazione fu quella che nel XII secolo fu chiamata la Rotta di Ficarolo. L'inaridimento dei rami meridionali del fiume dipendeva dal fatto che Ferrara sta su una cuspidè detta "Dorsale ferrarese" ... La crisi definitiva del ramo meridionale inizia già nell'alto medioevo e si conclude nella prima metà del '500, anche a causa dell'immissione del Reno nel suo alveo (1522) Da includere anche il sovralluvionamento degli alvei che si accentua nel secondo cinquecento con l'ingresso nella piccola età glaciale.»



Crisi sismica 2012 nella pianura padana emiliana

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

La sequenza sismica dal 18 maggio al 20 luglio 2012



Tempo: 21/gen/2017

INGV terremoti

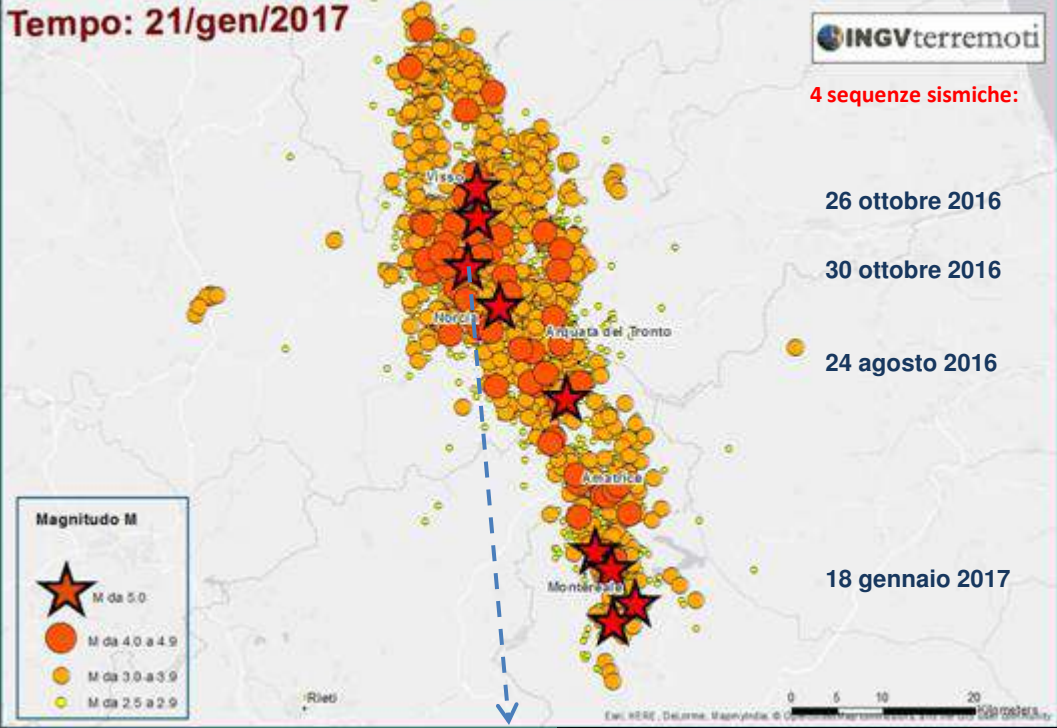
4 sequenze sismiche:

26 ottobre 2016

30 ottobre 2016

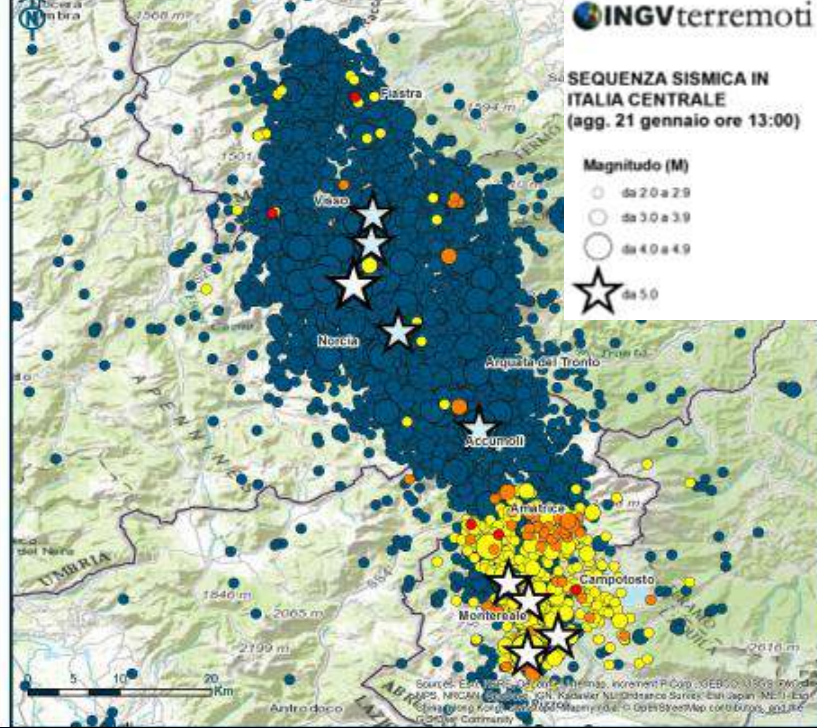
24 agosto 2016

18 gennaio 2017



INGV terremoti

SEQUENZA SISMICA IN ITALIA CENTRALE (agg. 21 gennaio ore 13:00)



2014 - Foto A. Notaro



30/10/2016 - Foto P. Galli



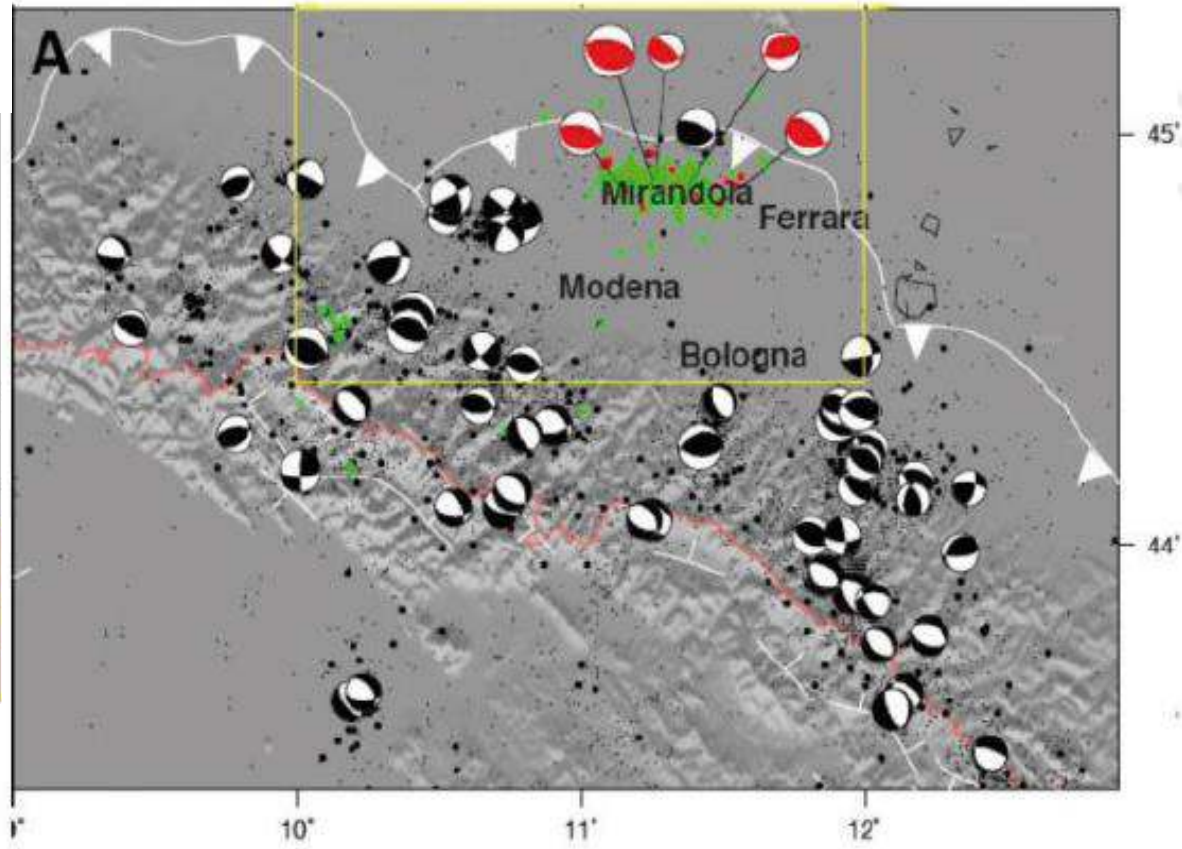
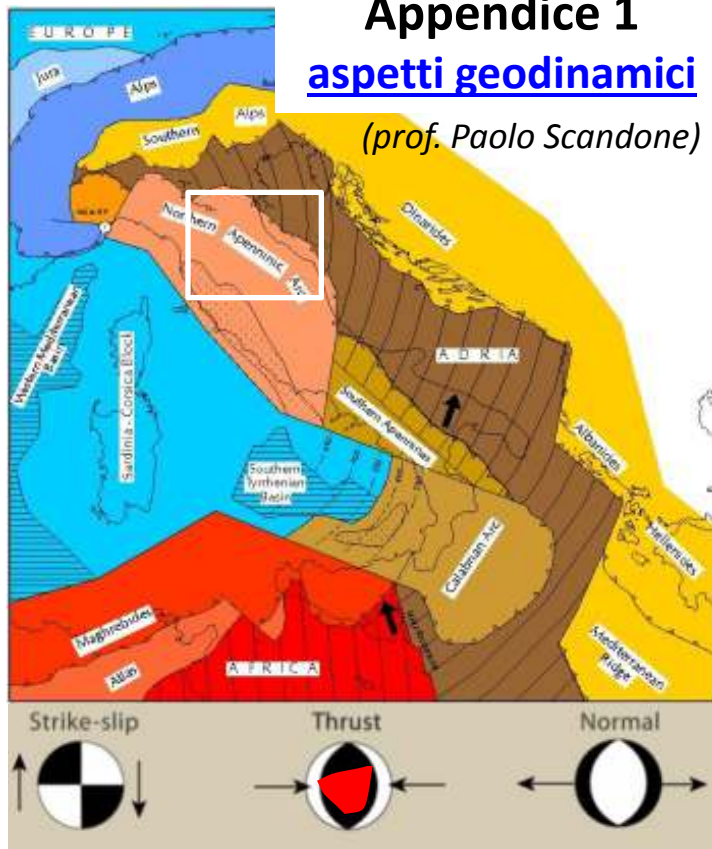
Monte Vettore



Appendice 1

aspetti geodinamici

(prof. Paolo Scandone)

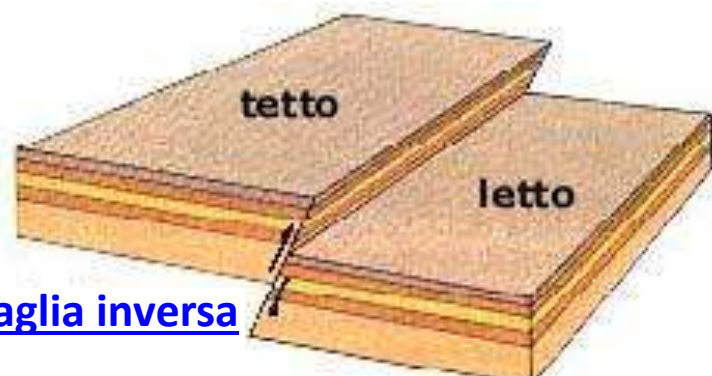


Meccanismi focali dei terremoti - dal 1976 al 2012 - dell'Appennino settentrionale. In rosso quelli del 2012 nella pianura padana emiliana che evidenziano un fenomeno di compressione attivo.

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



faglia diretta



faglia inversa

Durante il processo di fratturazione vengono emesse le onde sismiche

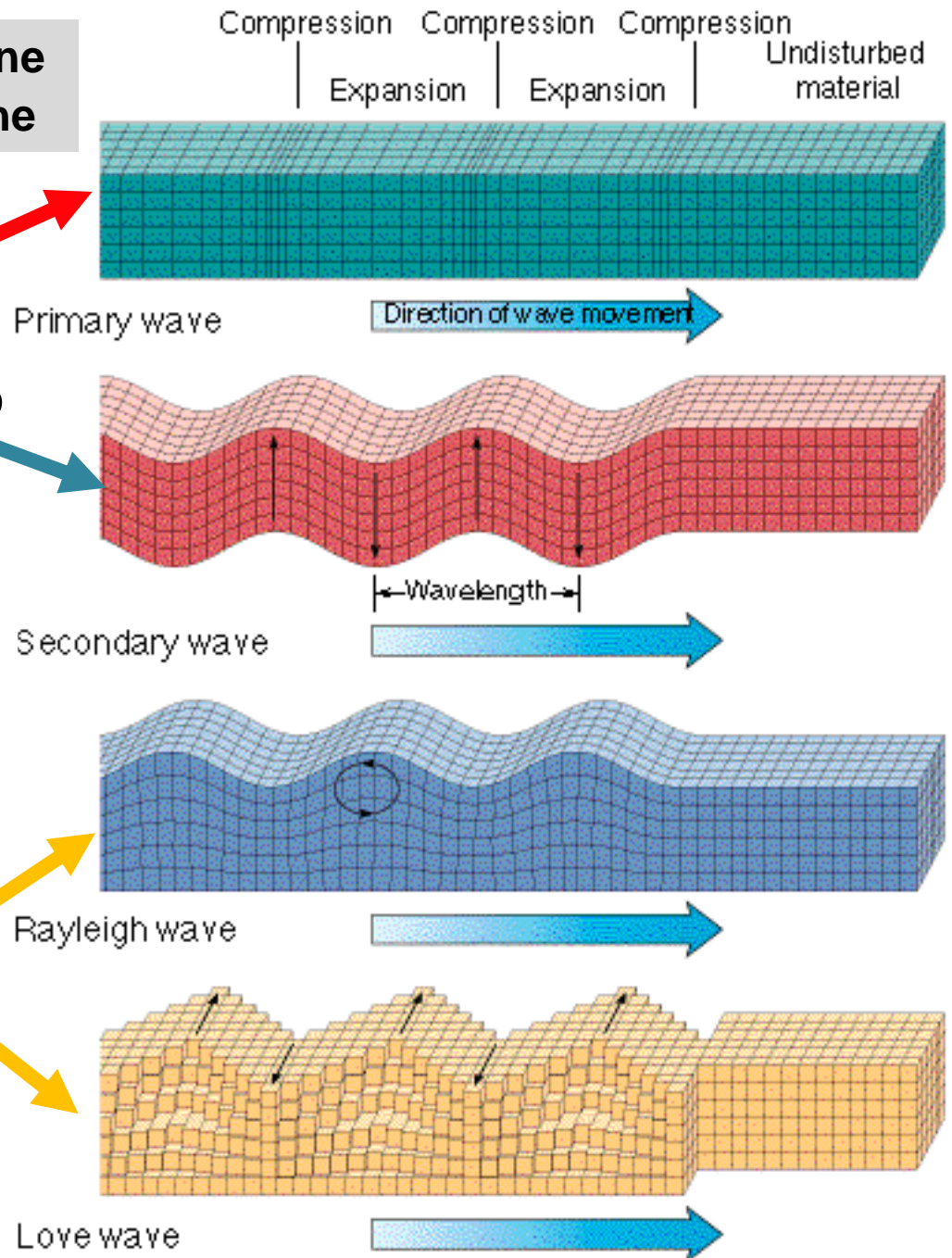
Le **onde P** (o **Primarie**) sono le più veloci: 6,2-8,2 km/s

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

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

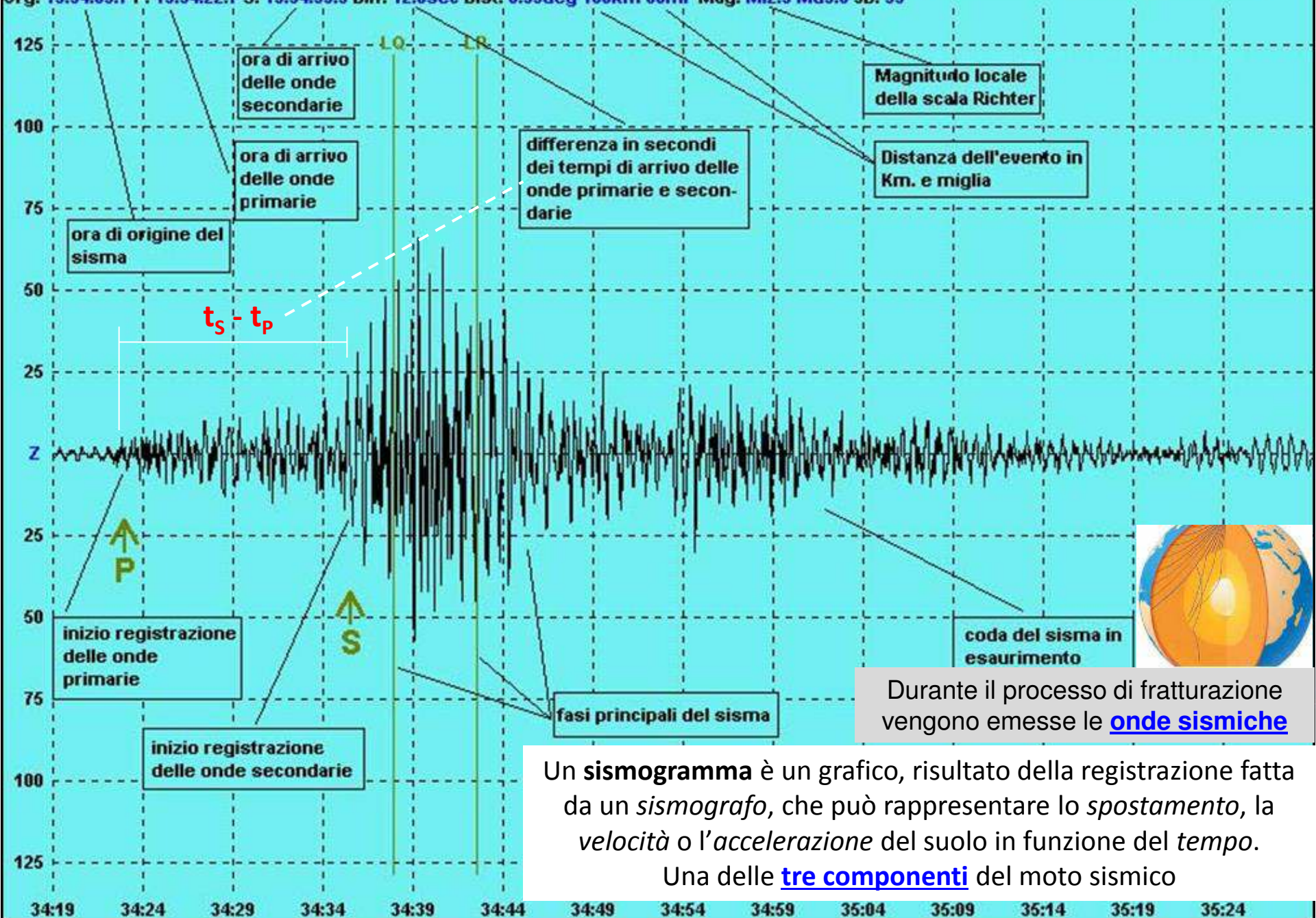
Le **onde di Rayleigh** (2,7 km/s) e le **onde di Love** (3 km/s) sono invece **onde superficiali**, che si propagano cioè solo lungo la superficie terrestre

Appendice 2 [animazione onde sismiche](#)



Start: 7/22/98 15:34:19 UTC Station: Resia (Udine) I 46.373N 13.305E Samples: 1750 SPS: 25.00
Comment: S.Stino di Livenza - MI. 2.9 - 106 Km. da Resia (Udine) I Max/Min: 66/-57 X: 1:10 Y: 2
Org: 15:34:05.7 P: 15:34:22.7 S: 15:34:35.3 Diff: 12.6sec Dist: 0.95deg 106km 66mi Mag: MI2.9 Md3.0 JB: 33

PRINCIPALI CARATTERISTICHE DI UN SISMOGRAMMA

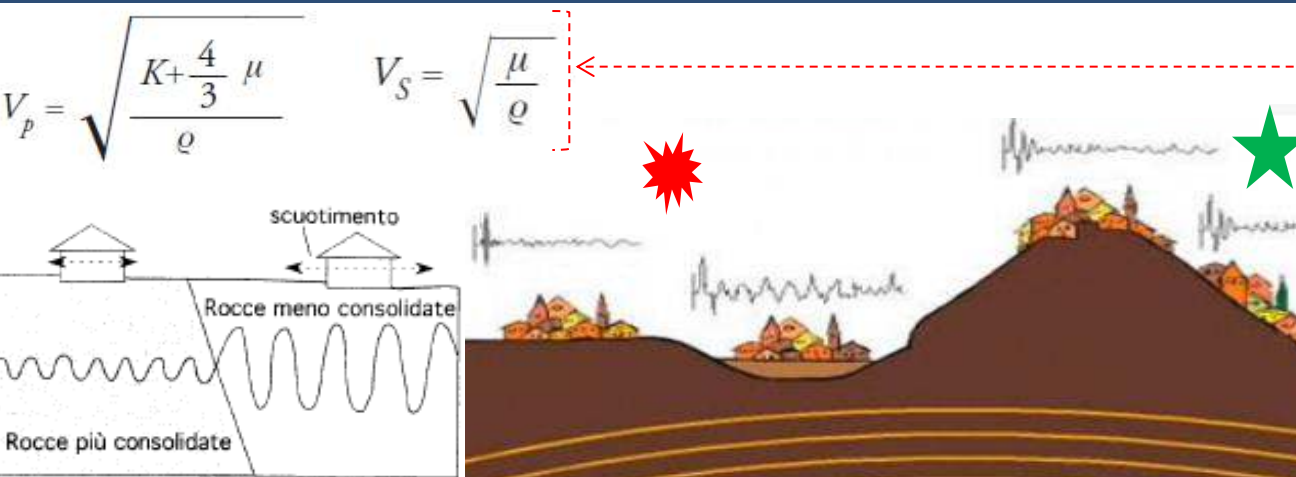


Durante il processo di fratturazione vengono emesse le onde sismiche

Un **sismogramma** è un grafico, risultato della registrazione fatta da un *sismografo*, che può rappresentare lo *spostamento*, la *velocità* o l'*accelerazione* del suolo in funzione del *tempo*.
Una delle tre componenti del moto sismico

Gli effetti di un terremoto sono gli stessi ovunque?

Lo scuotimento può variare notevolmente anche a piccole distanze, perché dipende molto dalle condizioni locali del territorio, in particolare dal tipo di terreni e dalla forma del paesaggio (valli, montagne, etc.), dunque – a parità di vulnerabilità delle costruzioni – anche gli effetti spesso sono assai diversi.




«La velocità delle onde sismiche dipende dalla radice quadrata del rapporto tra la rigidità (μ) e la densità (ρ) dei mezzi attraversati. Poiché i liquidi hanno rigidità (*shear modulus*) nulla, le onde **S** non si propagano nei fluidi. Le onde **P** invece continuano a propagarsi anche nei fluidi perché al numeratore del rapporto che le definisce interviene anche la compressibilità (K) del mezzo (*bulk modulus*).»

Carlo Doglioni, *Terra. Interno della Terra* – Treccani, Enciclopedia Scienza e Tecnica (2007)

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

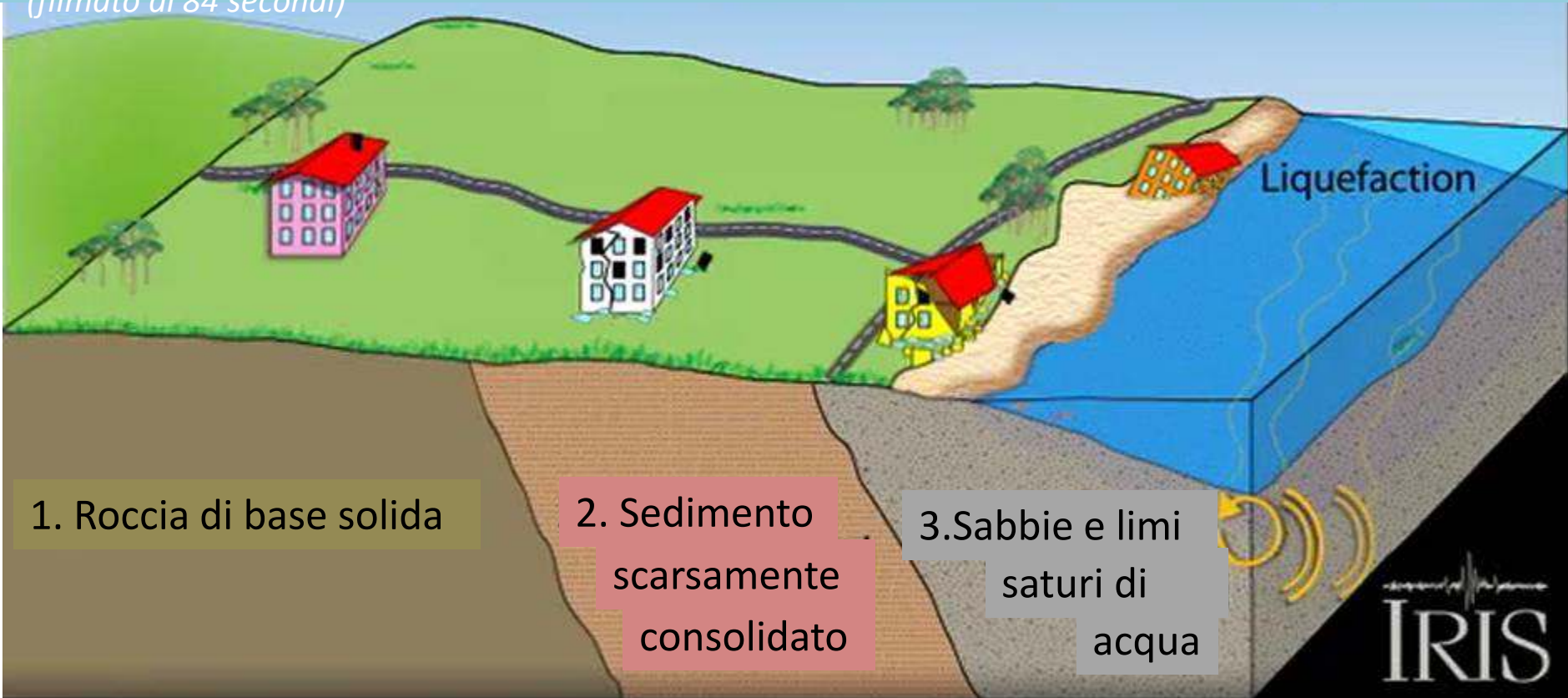
«Gli effetti distruttivi di un terremoto aumentano se le case sono costruite su rocce o terreni poco consolidati in cui le onde sismiche rallentano e aumentano la loro ampiezza e durata»

Lo scuotimento si incrementa anche sulla cima di rilievi e lungo i bordi delle scarpate e dei versanti ripidi  [CONDIZIONI TOPOGRAFICHE]

Le onde caratterizzate da bassa frequenza/elevata ampiezza possono essere le più distruttive in bacini sedimentari non consolidati

Effetti di sito

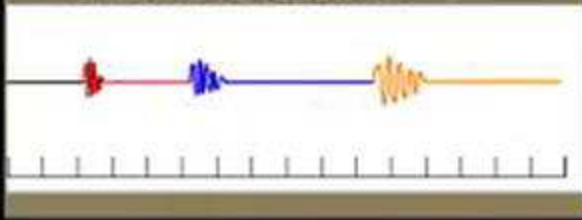
(filmato di 84 secondi)



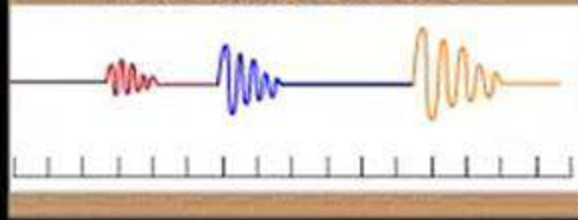
Alta frequenza/bassa ampiezza ←

→ Bassa frequenza/elevata ampiezza

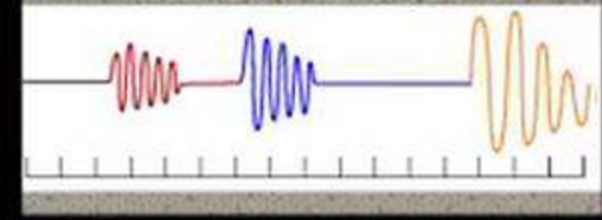
SEISMOGRAM 1



SEISMOGRAM 2



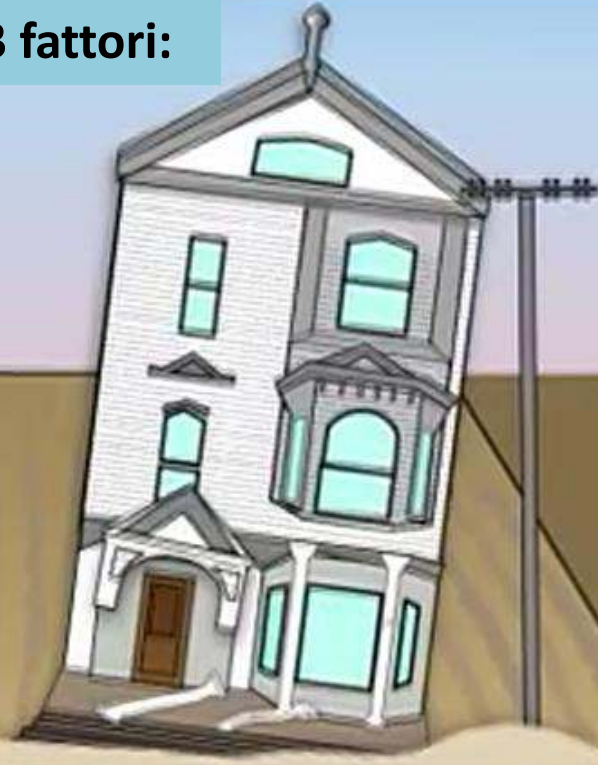
SEISMOGRAM 3



(filmato di 42 secondi)

Affinché si verifichi la liquefazione occorrono 3 fattori:

- 1) sedimenti granulari sciolti
- 2) sedimenti saturi d'acqua
- 3) scuotimento intenso

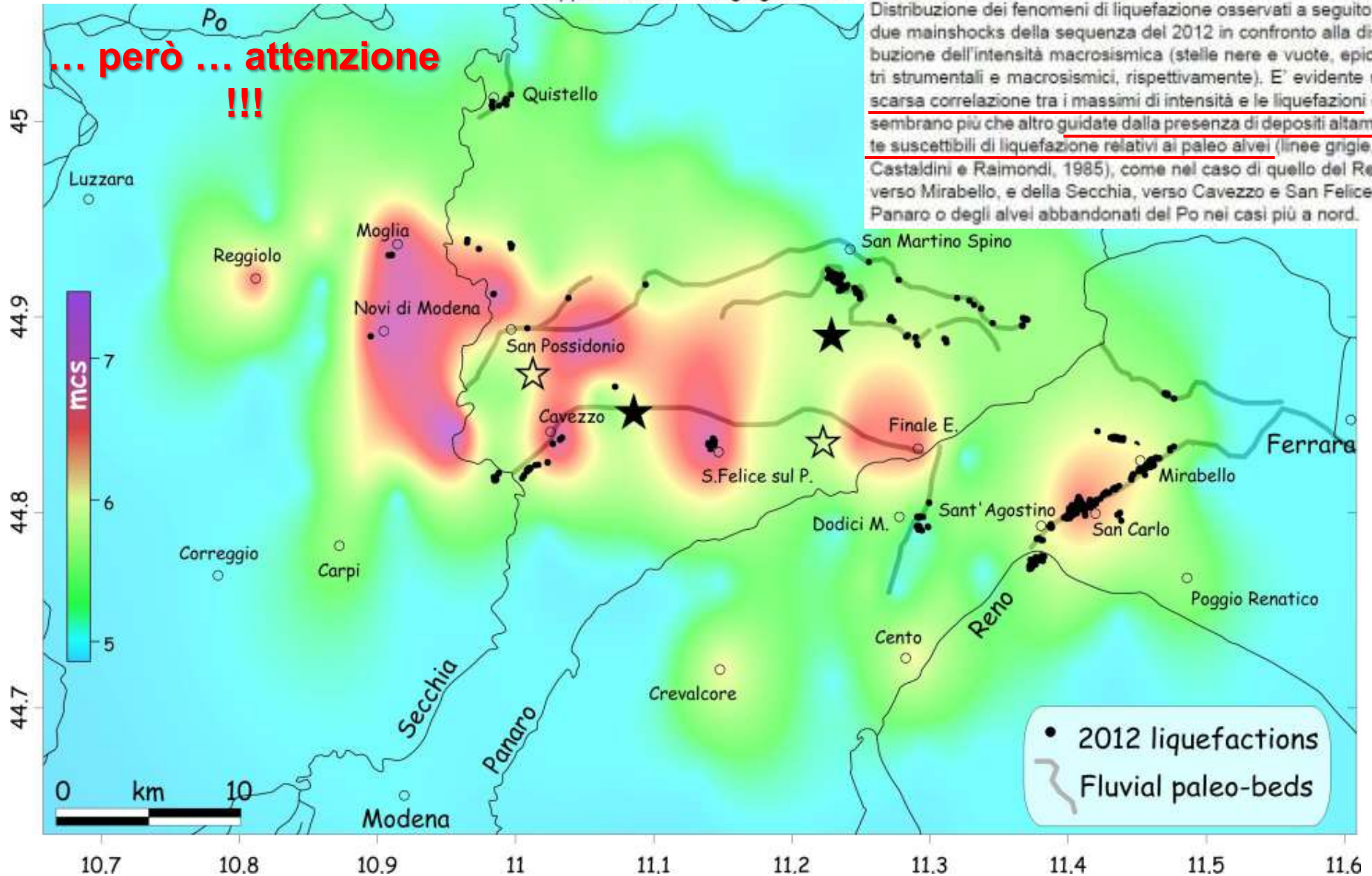


Crisi sismica 2012 nella pianura padana emiliana

http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/rischio_sismico.wp

RILIEVO MACROSISMICO MCS SPEDITIVO

Rapporto finale – 15 giugno 2012



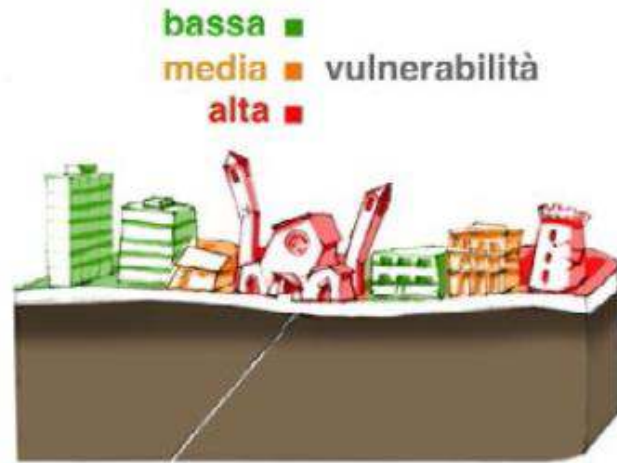
P



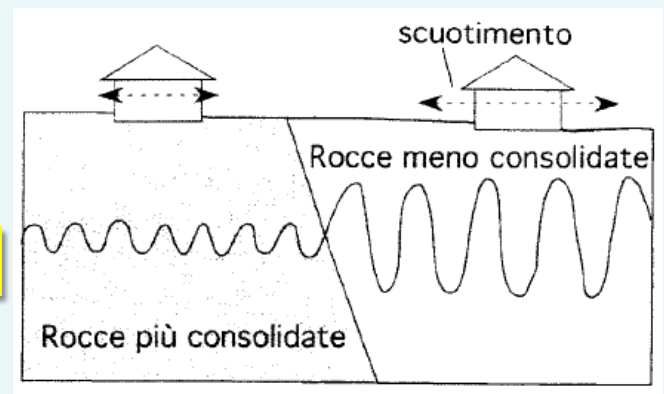
E



V



$P_b + P_l$



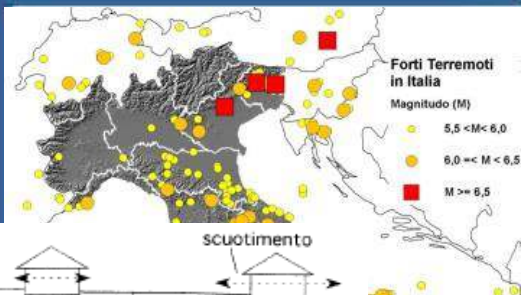
I FATTORI DEL RISCHIO SISMICO **R**

$$R = P * E * V$$

Sintesi grafica degli elementi che determinano il Rischio Sismico (G.Valensise, INGV)

Approccio consapevole è chiedersi: **che cosa RISCHIO? quanto RISCHIO?**
IL RISCHIO non è mai nullo: si può e si deve ridurre! **IO RISCHIO MENO SE ...**

Pericolosità



Vulnerabilità



Esposizione



Abruzzo 6 aprile 2009 ($M_L = 5.9$; $M_w = 6.3$)
le località: entrambe valutate con effetti di IX MCS

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

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

Google maps **2017** **1916**



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.

[Blog 2012](#)



ACCENNI a comportamenti di edifici sotto azioni sismiche

Sommario:

- Le azioni sulle strutture ed elementi di caratterizzazione dei terremoti
- TAVOLA VIBRANTE...per una iniziale informazione didattica:

Esperienza 1: configurazione strutturale regolare (1 G.d.L.)

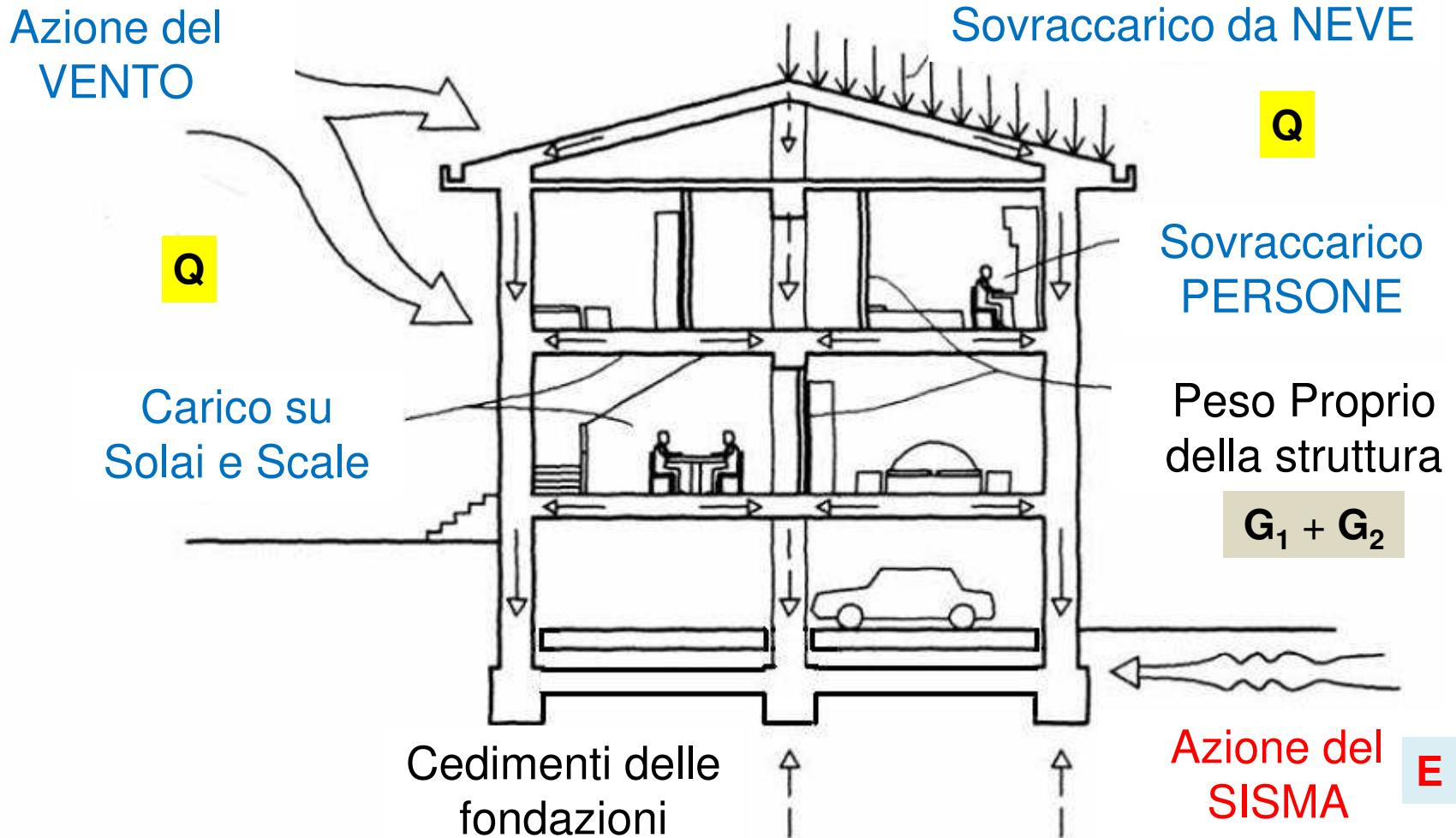
Sviluppi didattici

Esperienza 2: configurazione strutturale regolare (3 G.d.L.)

Esperienza 3: configurazione strutturale irregolare

- Accenni al comportamento delle costruzioni in muratura in zona sismica

Le azioni sulle strutture



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

CRONACA

Scossa principale 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



TAVOLA VIBRANTE ...

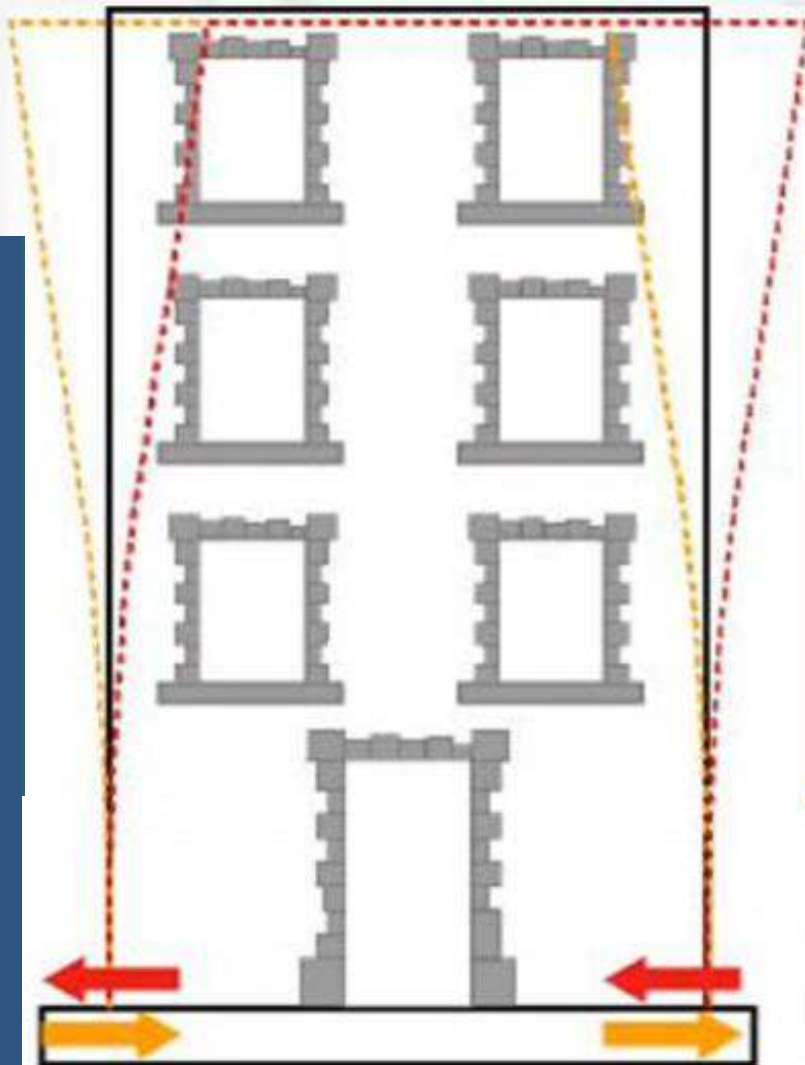
...per una iniziale informazione didattica

Il terremoto, quale evento naturale, raro ma probabile nell'arco di vita di una costruzione, si evidenzia con improvviso e alternato movimento del terreno (per una durata, a volte di pochi secondi, in genere non superiore al minuto) e, quindi, con conseguenti brusche accelerazioni che fanno nascere forze d'inerzia sulle masse presenti ai vari piani (solai) e lungo l'altezza (muri, colonne, etc.) di una costruzione.

Le sollecitazioni e gli spostamenti provocati sulla struttura di una costruzione sono influenzati dalle caratteristiche della stessa struttura; vale a dire che è la "risposta" della struttura (ai movimenti impressi alla sua base) a definire l'entità e qualità dell'azione sismica e gli eventuali conseguenti danni.

*Titolo e prime due frasi del documento CTS
revisionato allora dal compianto Prof. Piero POZZATI*

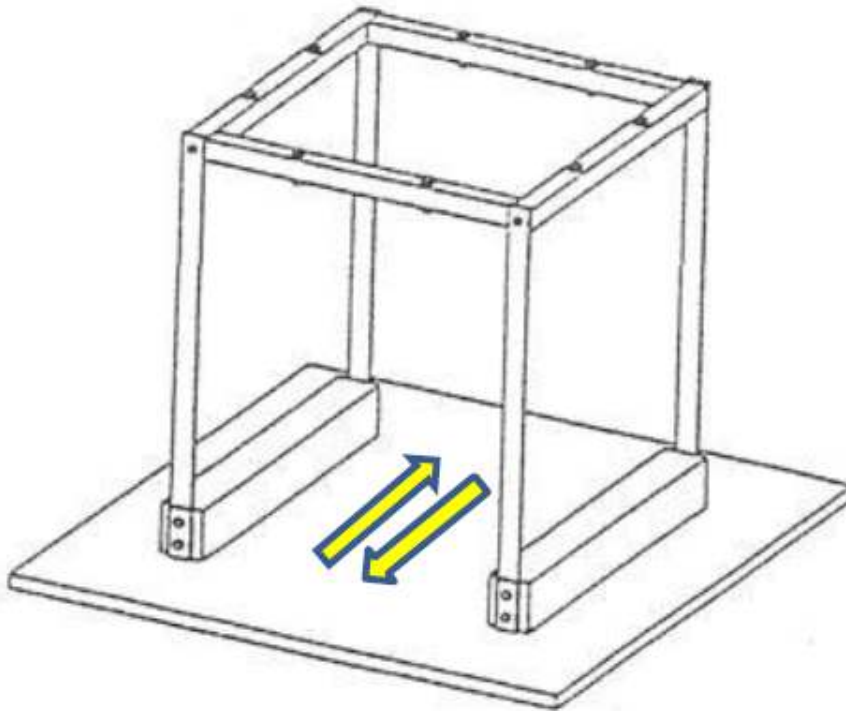
Cosa accade agli edifici durante il terremoto?



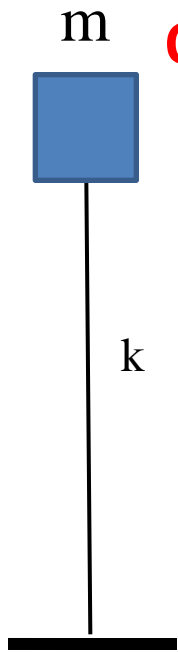
Moto **ondulatorio**

Le fondazioni, quando vengono raggiunte dalle onde sismiche, le trasmettono alla sovrastruttura provocando l'oscillazione dell'edificio. In tale moto alternato la struttura subisce **forze di inerzia** proporzionali alle masse e quindi ai pesi dell'edificio. Il moto (e cioè la **risposta**) è regolato dalla **rigidezza** e dalla **massa** dell'edificio.

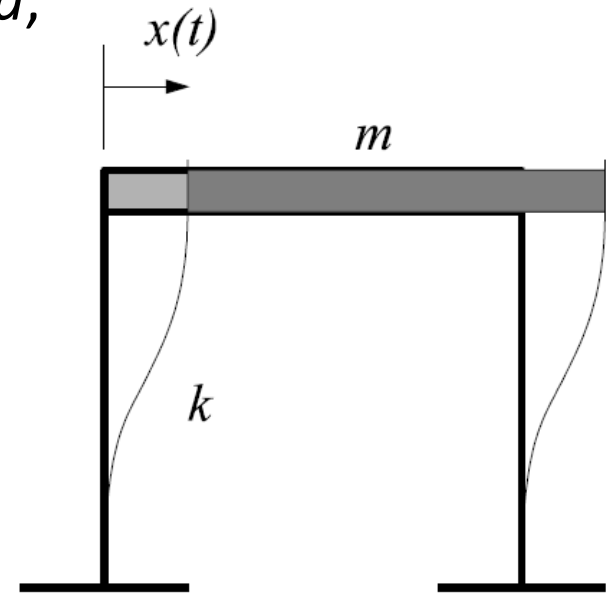
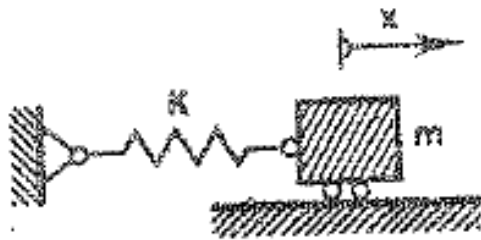
Esperienza n. 1



Il caso più semplice è quello di un modello di struttura intelaiata "regolare"³ 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 del successivo) sono tali da garantire notevole flessibilità dei piedritti ("pilastri") sia rispetto alla fondazione che alla intelaiatura di piano ("solaio").



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



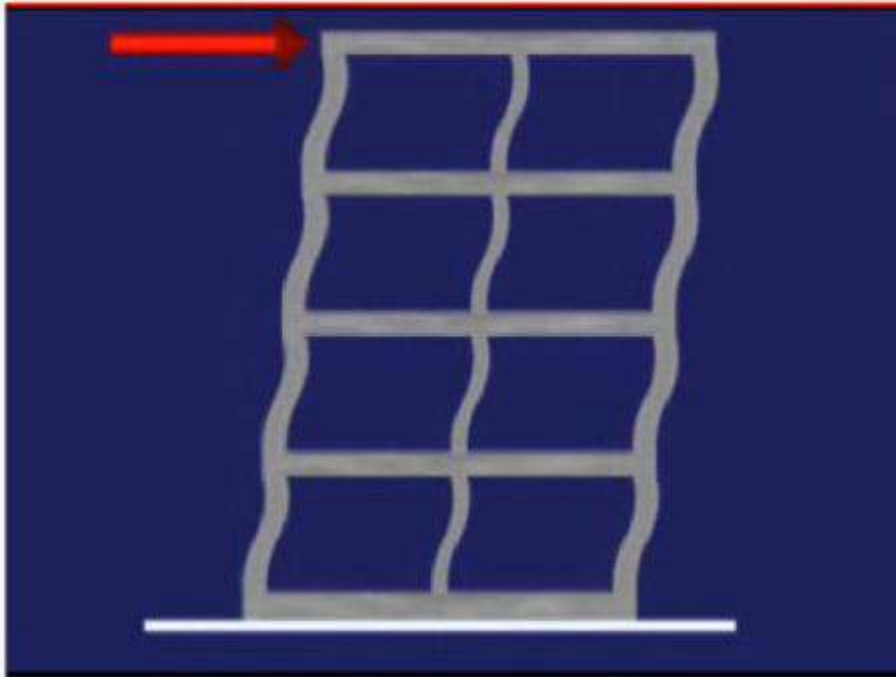
F – E – D

C – B – A

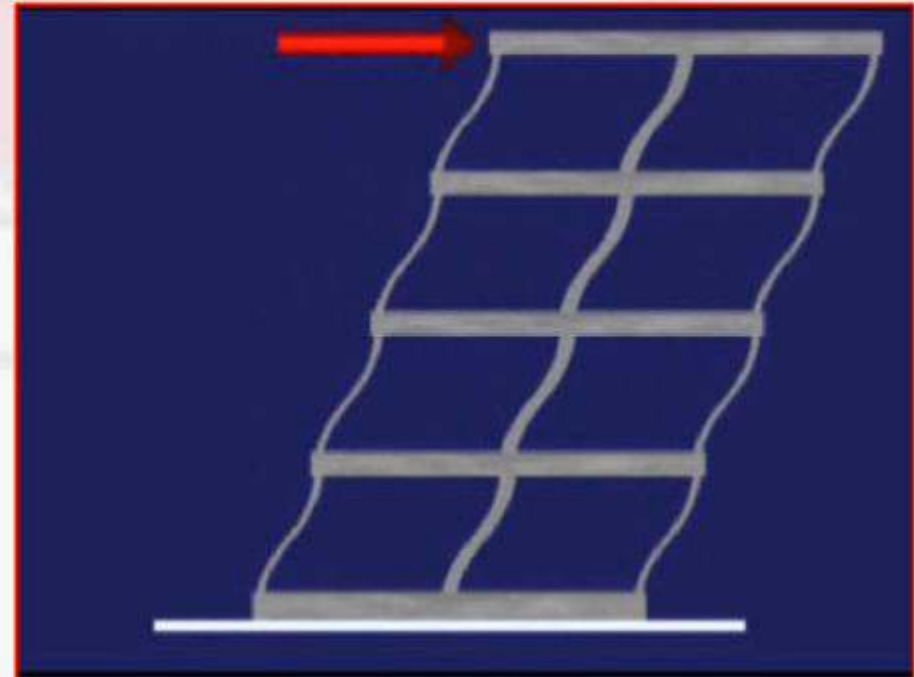
Se il cinematismo è descrivibile con un solo grado di libertà, la struttura può essere assimilata ad una molla con opportuna costante di rigidezza.

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



MENO RIGIDO

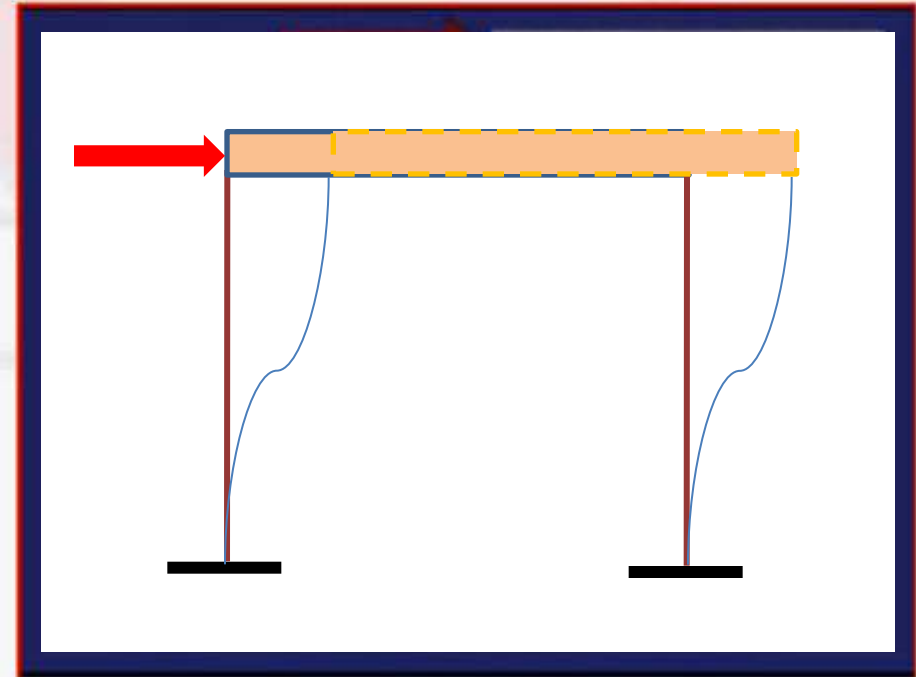
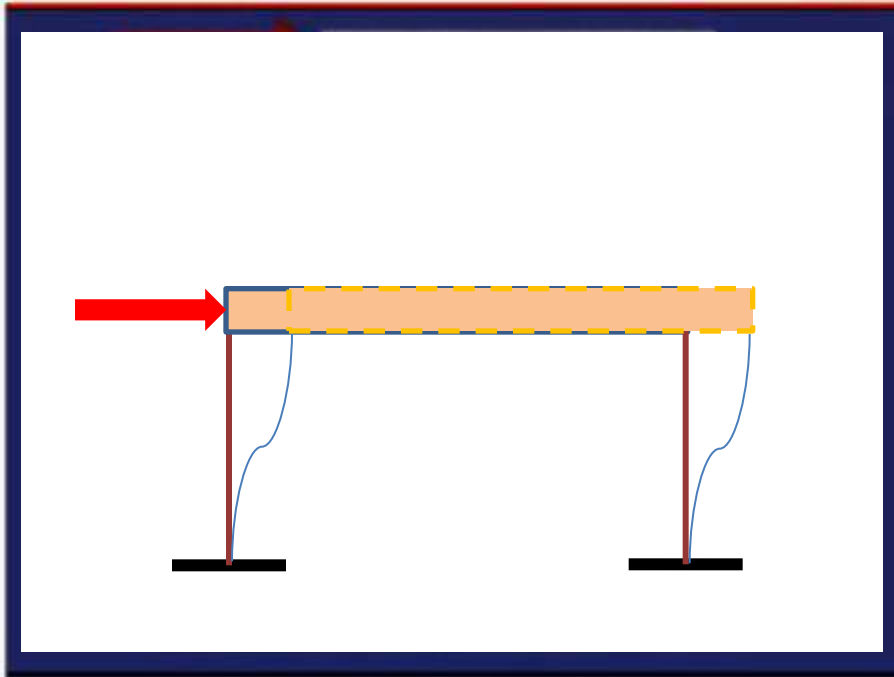


Una struttura è più rigida di un'altra quando, a parità di forza applicata, si deforma in misura minore

PIU' RIGIDO

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

MENO RIGIDO

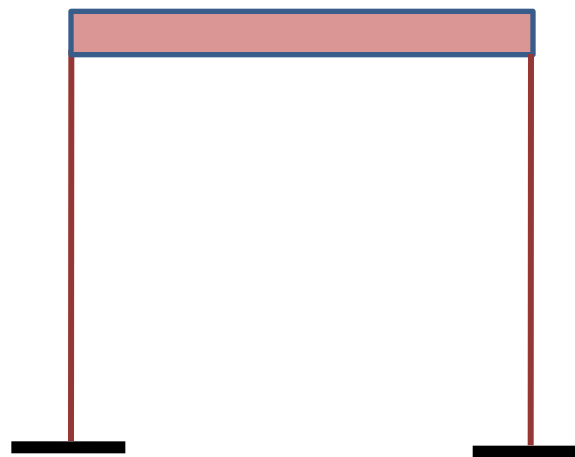
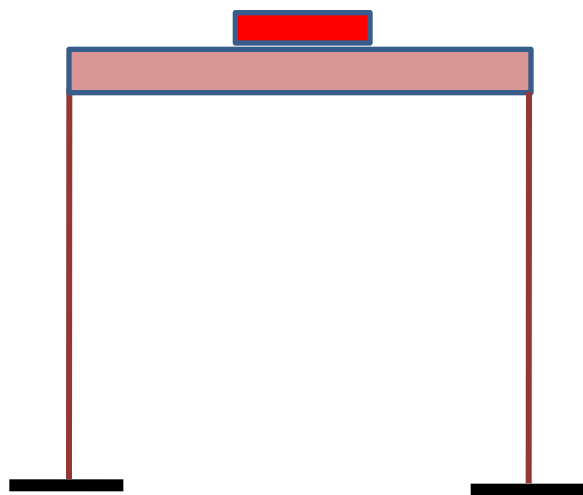


La frequenza di oscillazione della struttura (costruzione) aumenta con la sua rigidezza

CON PIU' MASSA

CON MENO MASSA

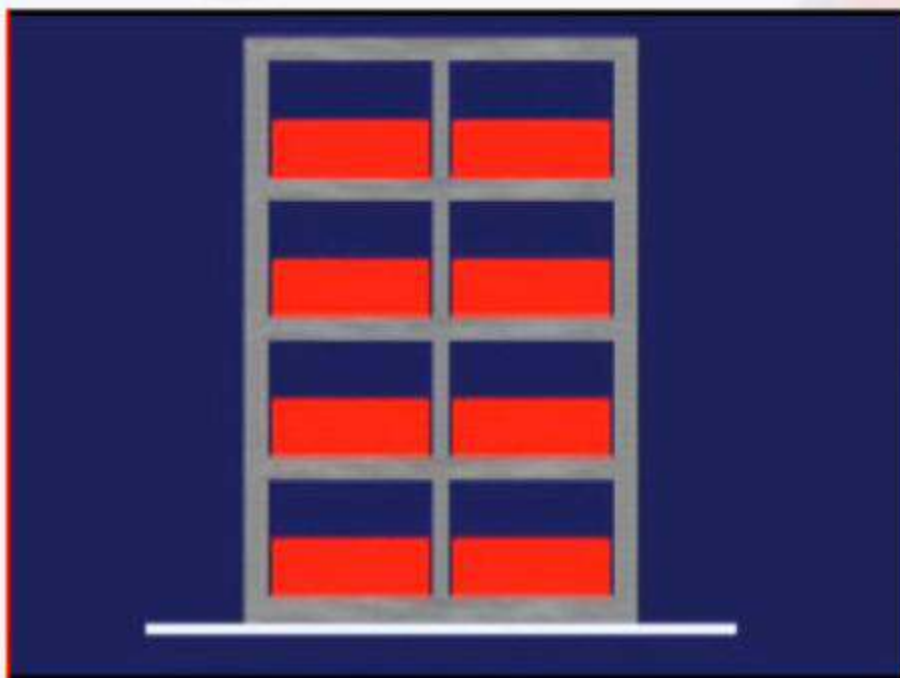
Il terremoto genera accelerazioni che inducono forze tanto più alte quanto maggiore è la massa



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



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

Nell'oscillatore è possibile un solo modo di vibrare (salvo il valore dell'ampiezza, che può essere più o meno grande) 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).

La frequenza di oscillazione aumenta quando aumenta la rigidità del sistema e diminuisce quando aumenta la massa

Definita $\omega_1 = 2\pi f_1 = 2\pi/T_1$ (rad/s)
pulsazione o frequenza circolare,
DOCUMENTO DIDATTICO 2011:
«... Si può dimostrare che

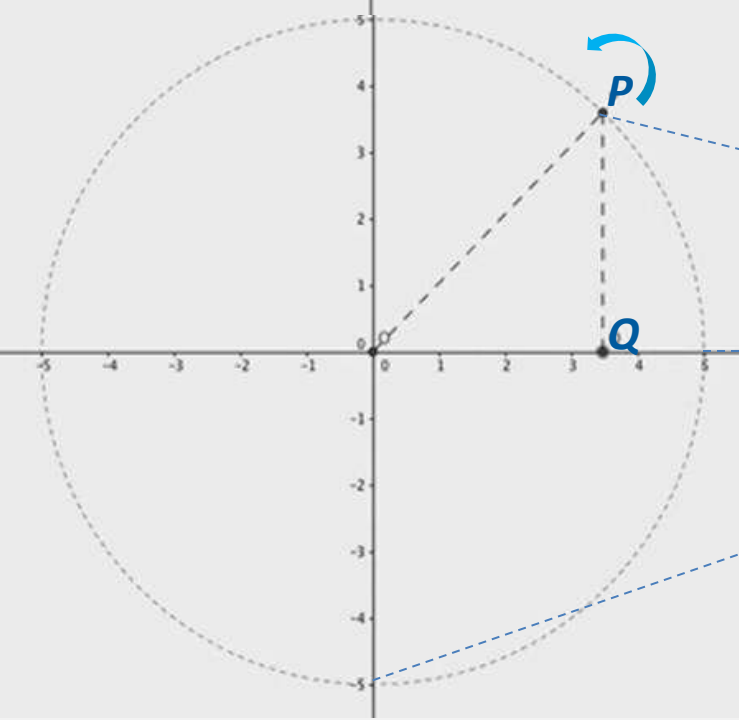
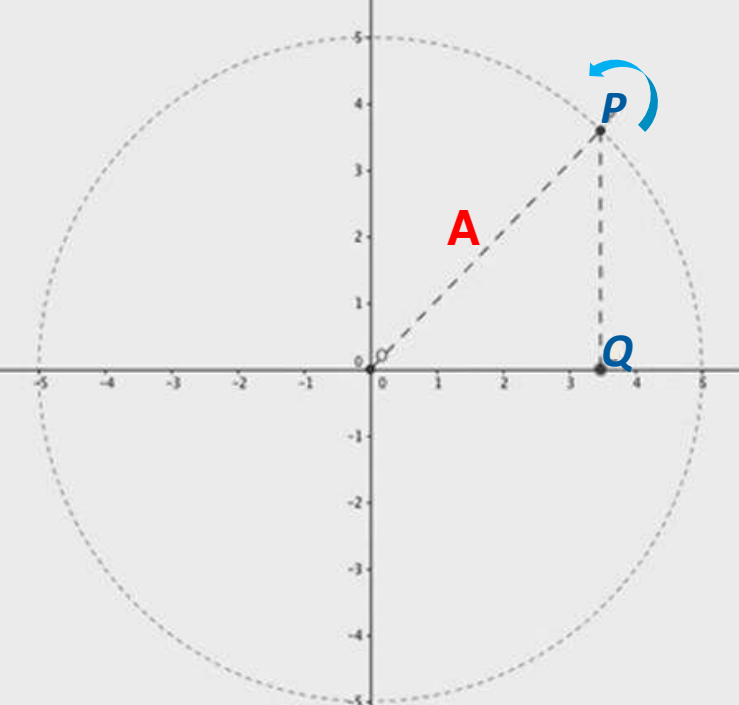
$$\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$



$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$
$$f_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

POTEVA SOTTINDERE:
«si evidenzia dall'equazione
di equilibrio dinamico
dell'oscillatore semplice

OPPURE:
«si evidenzia dal moto circolare uniforme e
dal secondo principio della dinamica...



Moto del punto P

Moto Circolare Uniforme - MCU

raggio **A**; periodo **T** (s); frequenza **f** = **1 / T** (Hz)

velocità angolare $\omega = 2\pi / T$ (rad/s) $\Leftrightarrow \omega = 2\pi f$

velocità $|v| = \omega A$; accelerazione centripeta $|a_c| = \omega^2 A$

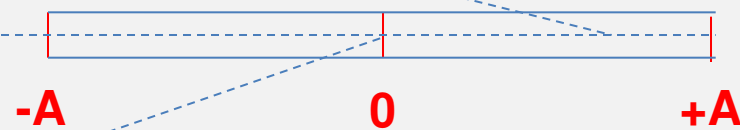
Moto del punto Q (proiezione di P su diametro)

Moto Armonico Semplice - MAS

ampiezza **A**; periodo **T**; frequenza **f** = **1 / T**

pulsazione $\omega = 2\pi / T = 2\pi f$

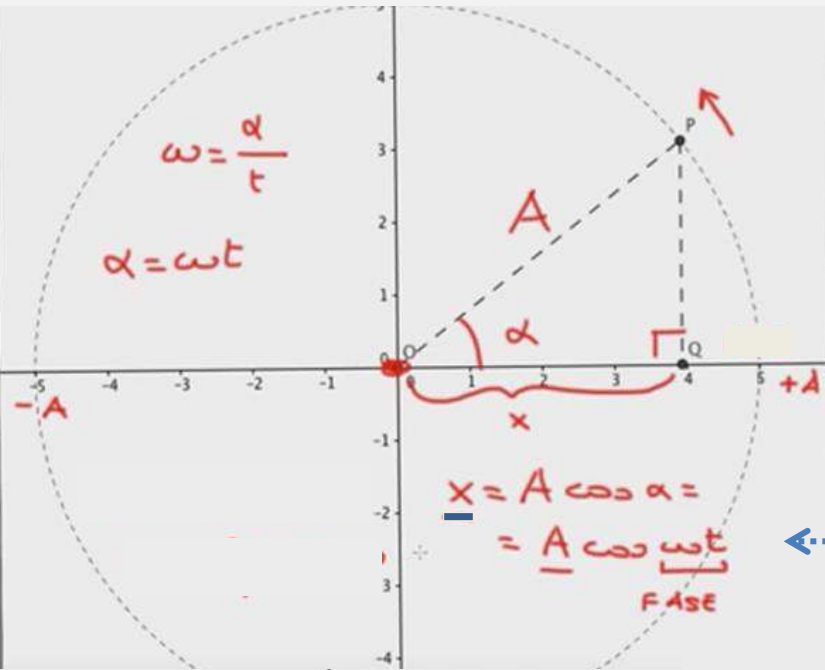
«... motoriduttore con albero verticale ... sulla cui parte superiore è calettato un albero con perno, eccentrico di 3,5 mm (e conseguente corsa totale di 7 mm), sul quale è a sua volta montata una bielletta a due testine snodabili...»



[Manuale tecnico](#)



«...Sulla parte superiore della struttura sono posizionate due guide lineari parallele con relative boccole scorrevoli che sostengono il piano il cui movimento oscillatorio è determinato dal fissaggio della bielletta allo stesso piano.»



Moto Circolare Uniforme - MCU

raggio **A**; periodo **T** (s); frequenza **f = 1 / T** (Hz)
 velocità angolare $\omega = 2\pi / T$ (rad/s) $\Leftrightarrow \omega = 2\pi f$
 velocità $|v| = \omega A$; accelerazione centripeta $|a_c| = \omega^2 A$

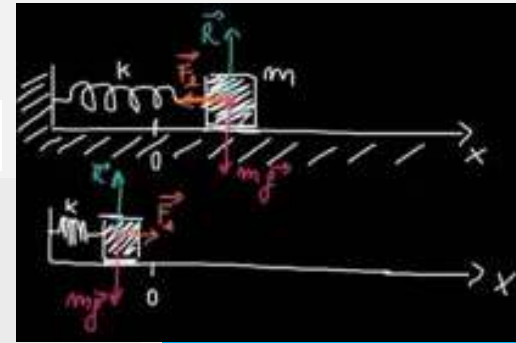
Moto Armonico Semplice - MAS

ampiezza **A**; periodo **T**; frequenza **f = 1 / T**
 pulsazione $\omega = 2\pi / T = 2\pi f$

equazione oraria

[MCU e MAS](#)

[FE e MAS](#)



Forza Elastica $-K \cdot x$

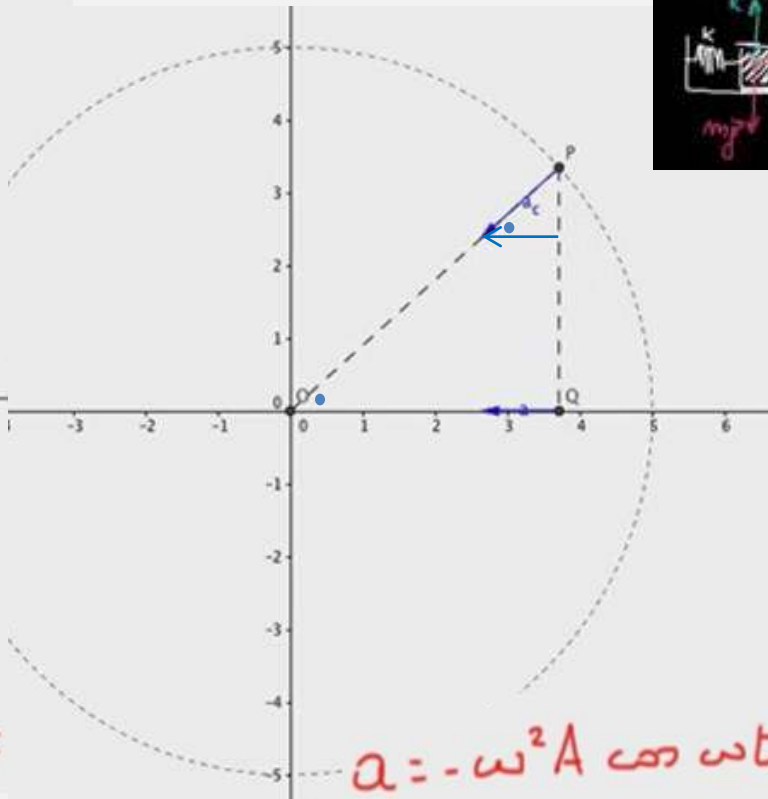
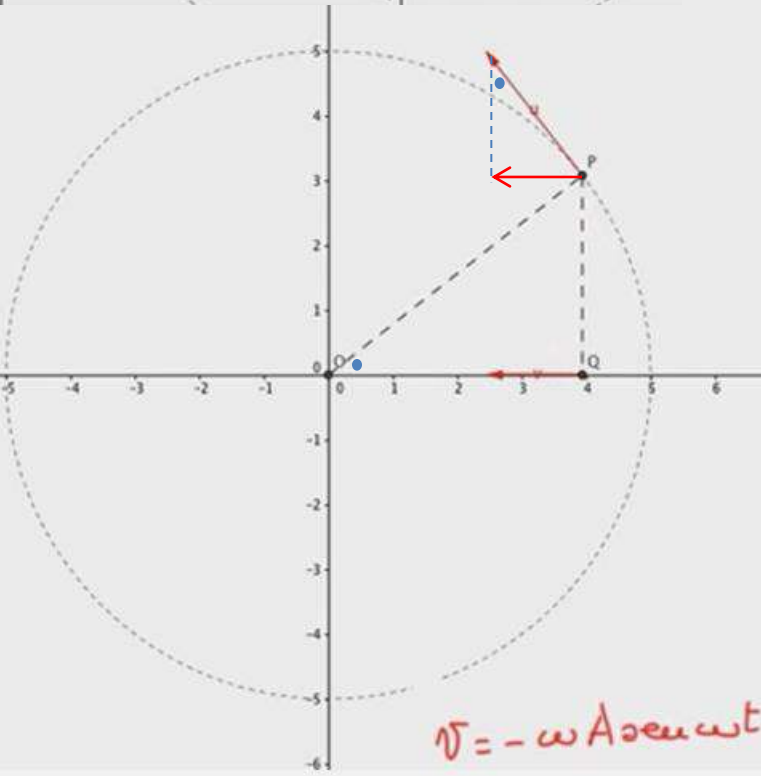
secondo principio

$$m a = -K x$$

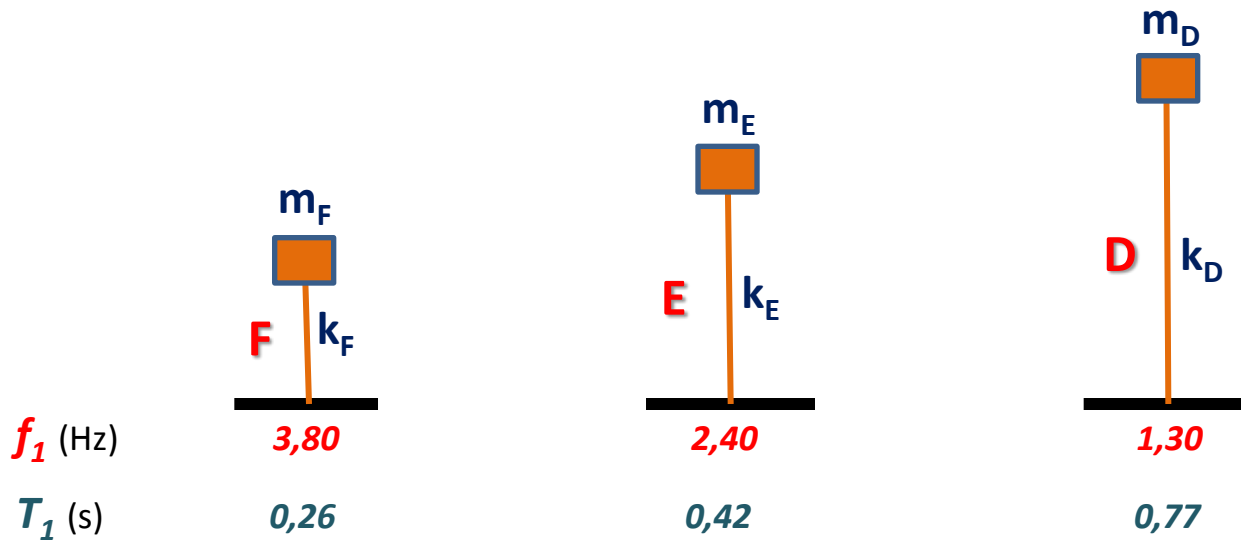
$$a = -\frac{k}{m} x$$

$$\frac{k}{m} = \omega^2$$

$$a = -\omega^2 x$$



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.)

$$T_1 = 1/f_1$$

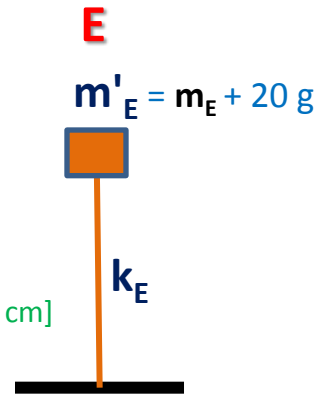
Configurazioni strutturali regolari (1 G.d.L.)

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

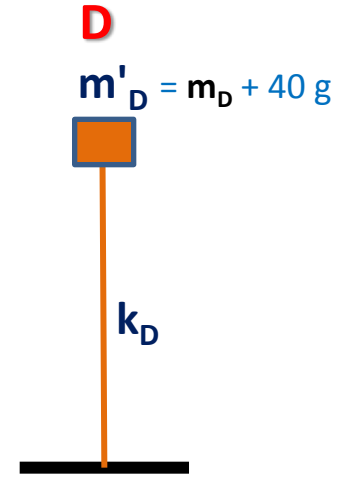
Stime approssimative



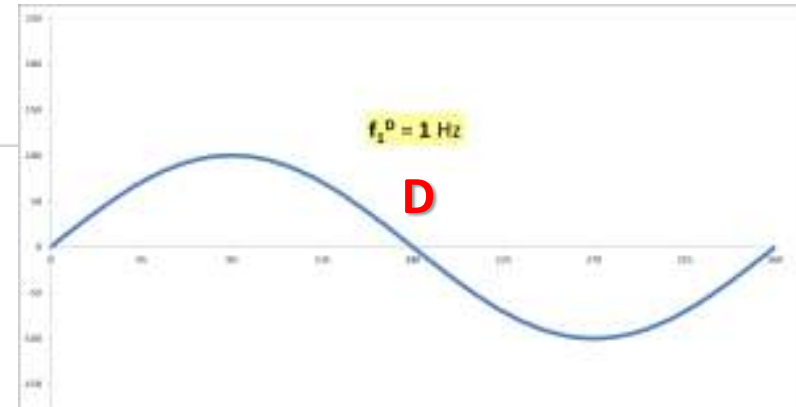
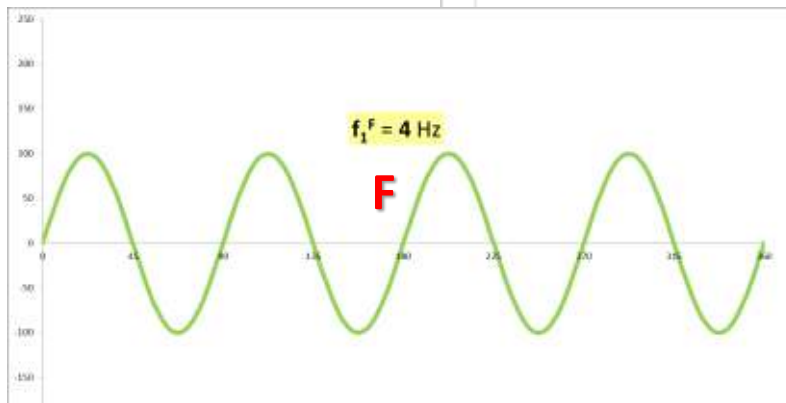
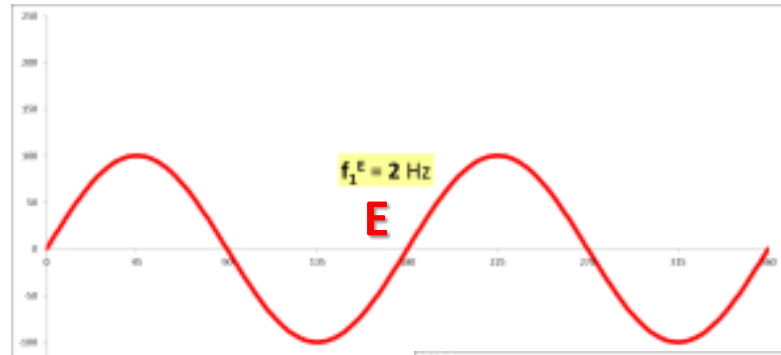
f_1 (Hz) 4,00



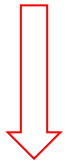
2,00



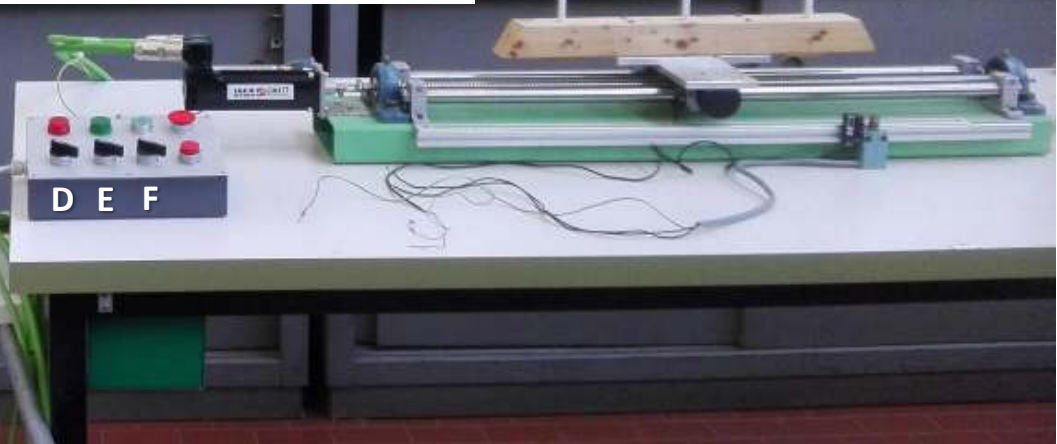
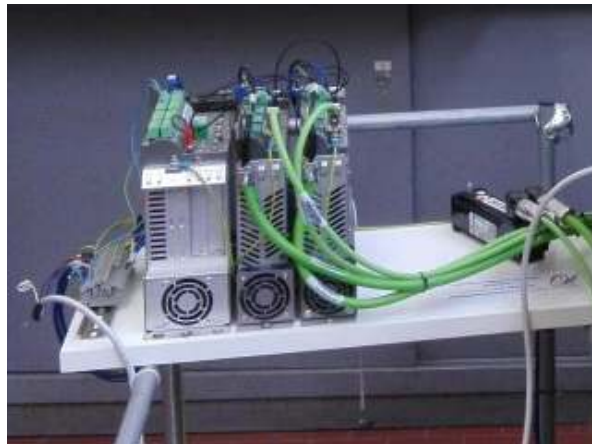
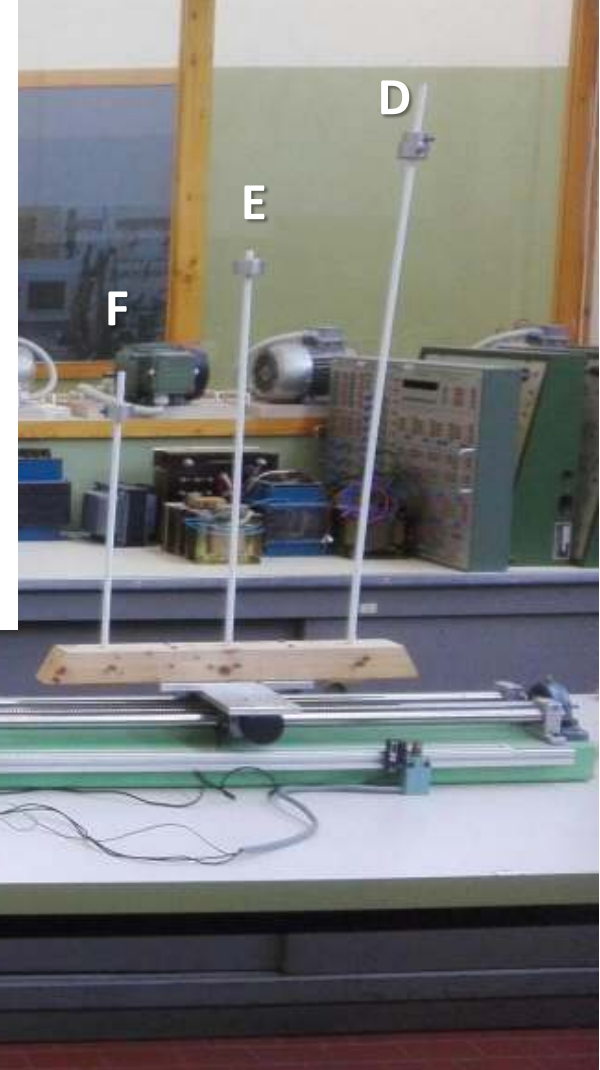
1,00



gestito da
CPU e driver



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

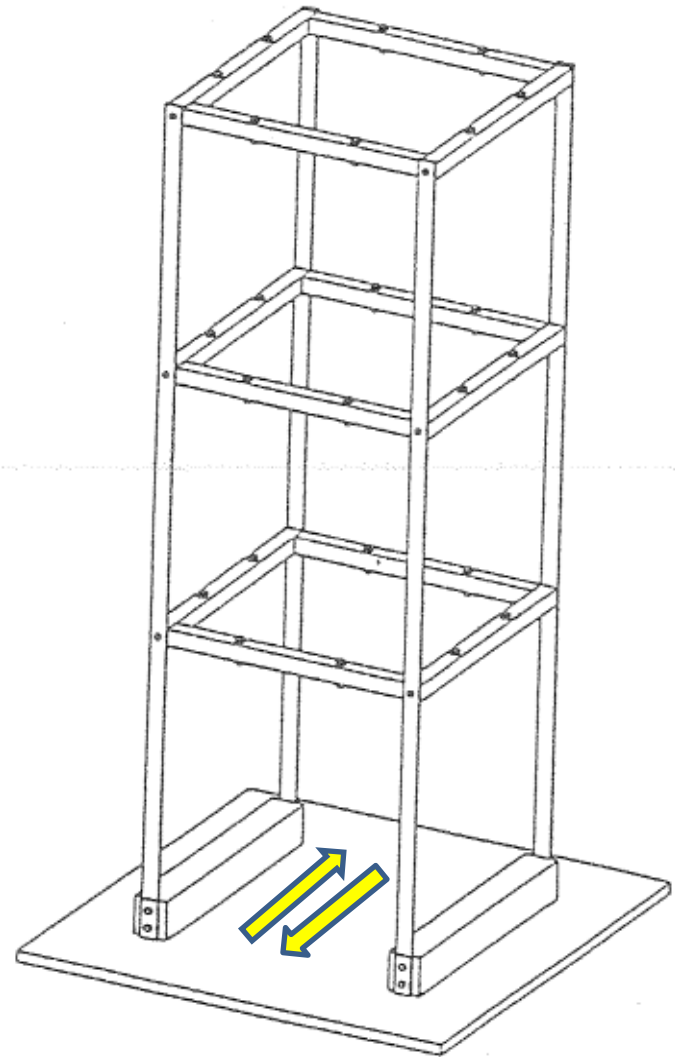


Configurazione

strutturale regolare per distribuzione di masse e rigidezze

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**

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 impalcati]

→ **1427 g** (+31%)

1,10 (-18%)

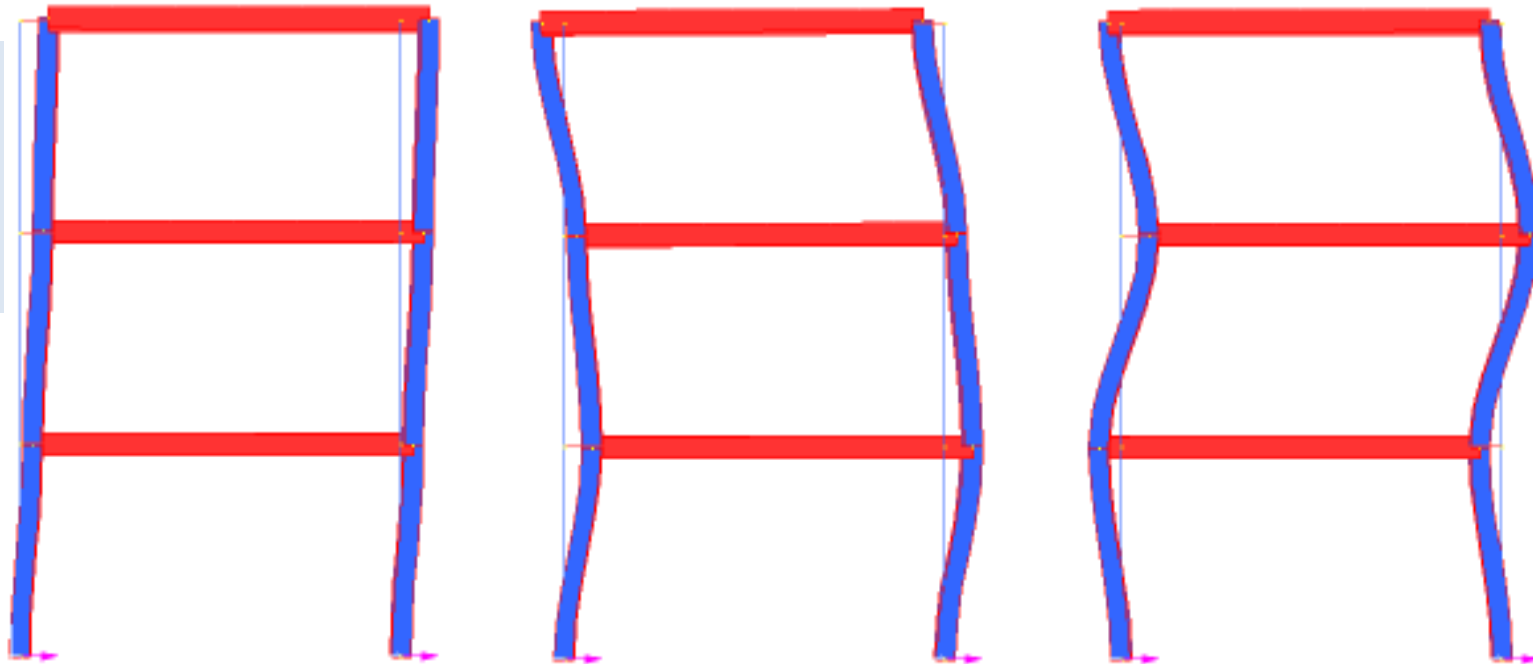
3,36 (-16%)

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 alzato?

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

Modello **G2**

Massa/impalcato

190 g

Modo 1

f_1 (Hz)

1,30

Modo 2

f_2 (Hz)

3,78

Modo 3

f_3 (Hz)

> di 4,84 [5,79]

[Massa addizionale identica pari a **137 g** (+ 72%) su ciascuno dei tre impalcati]

→ **327 g** (+72%)

0,86 (-33%)

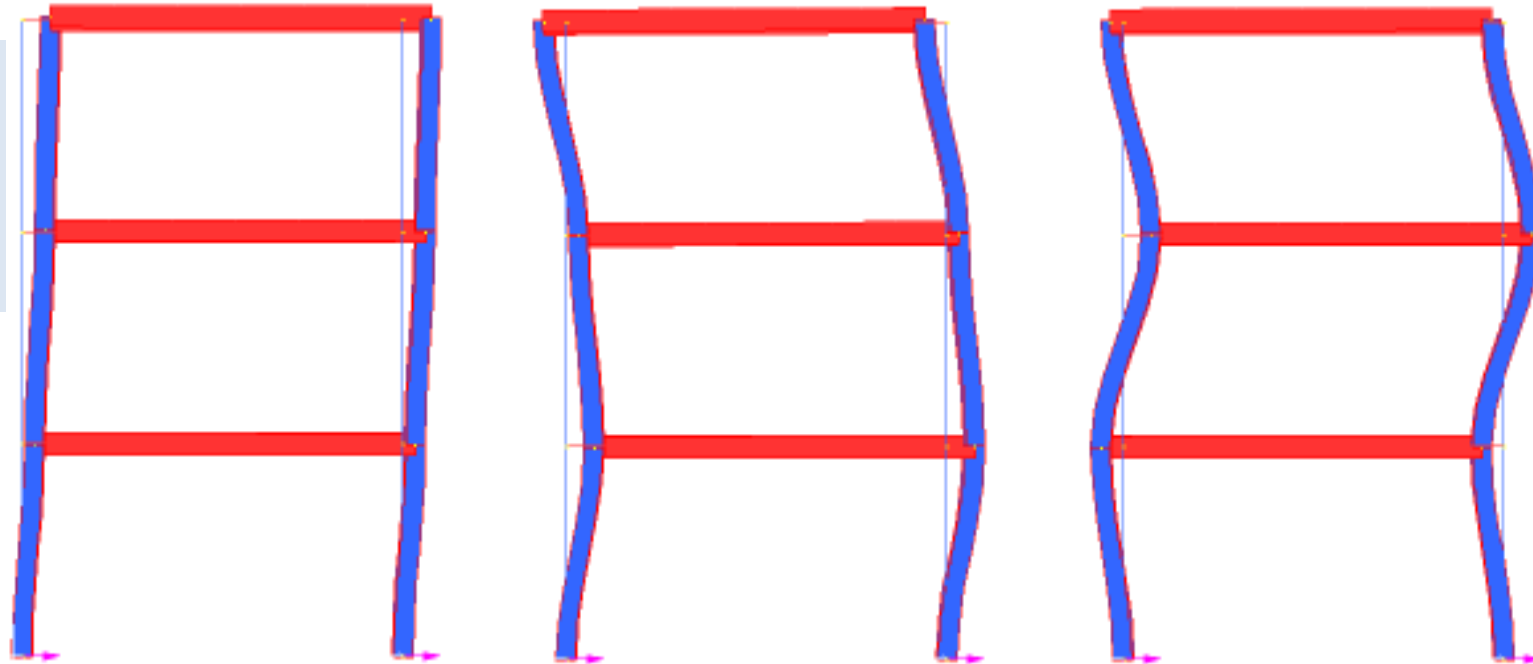
2,52 (-33%)

3,88 [-33%]

Modello **G2**

Modello a tre piani
con pilastri in
policarbonato 16x2

Forme
modali con
distribuzione
uniforme
delle masse



(§)

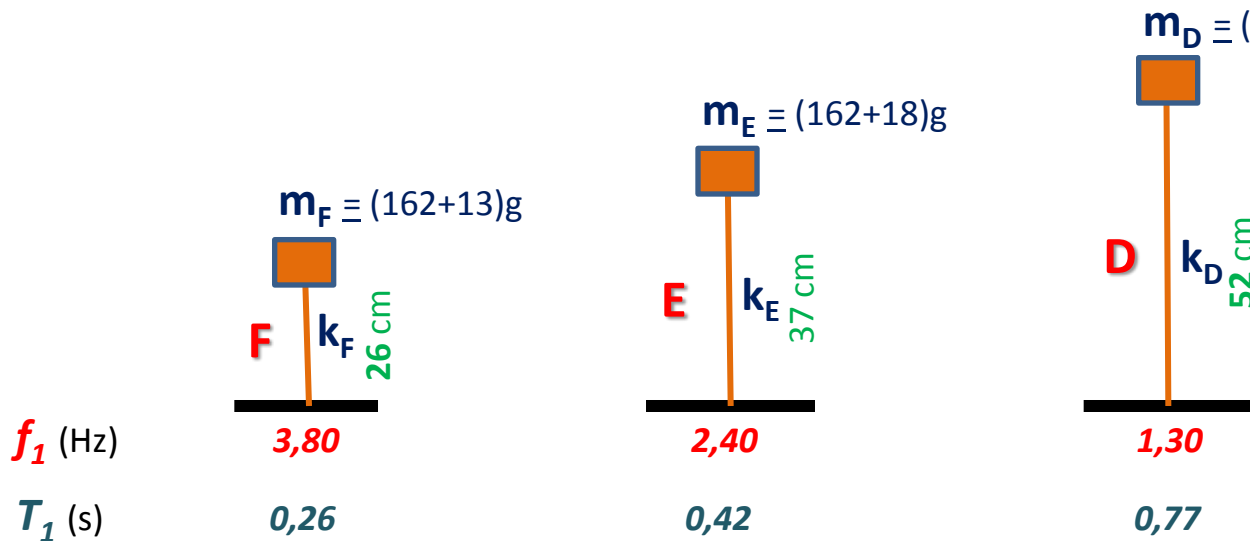
0,80

2,86

(????)

(§) A parità di massa globale, con sovraccarico posizionato in dissimmetria verticale: es. concentrando sul secondo impalcato anche il sovraccarico del primo, per **273 g**, si manifesta **anomalia severa al terzo piano** per $f_2 = 2,86$ Hz.

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.)

$$T_1 = 1/f_1$$

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

$$k_F/k_E \approx 2,4$$

$$k_F/k_D \approx 8$$

Rapporti approssimativi tra le RIGIDENZE flessionali delle colonne

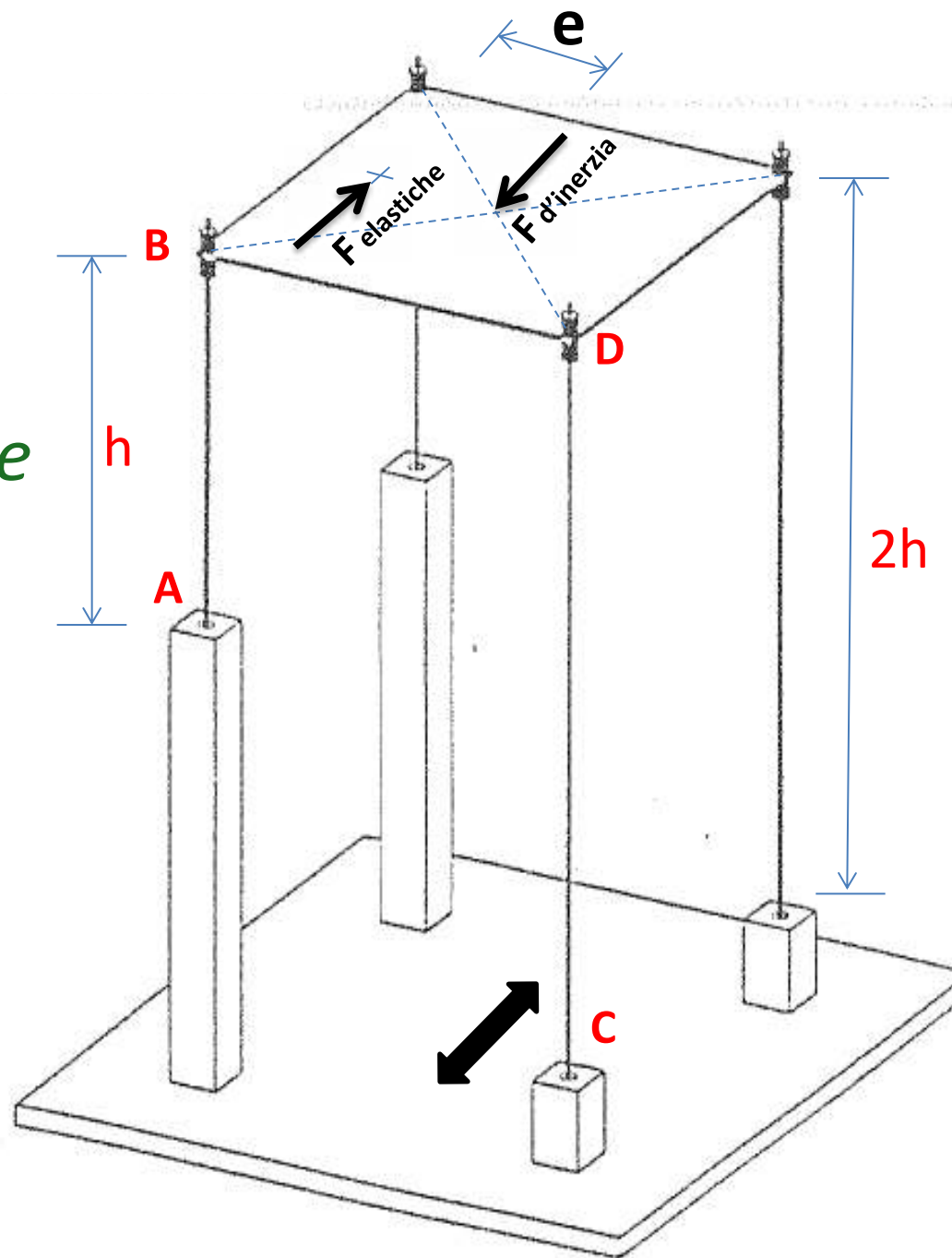
Esperienza n. 3

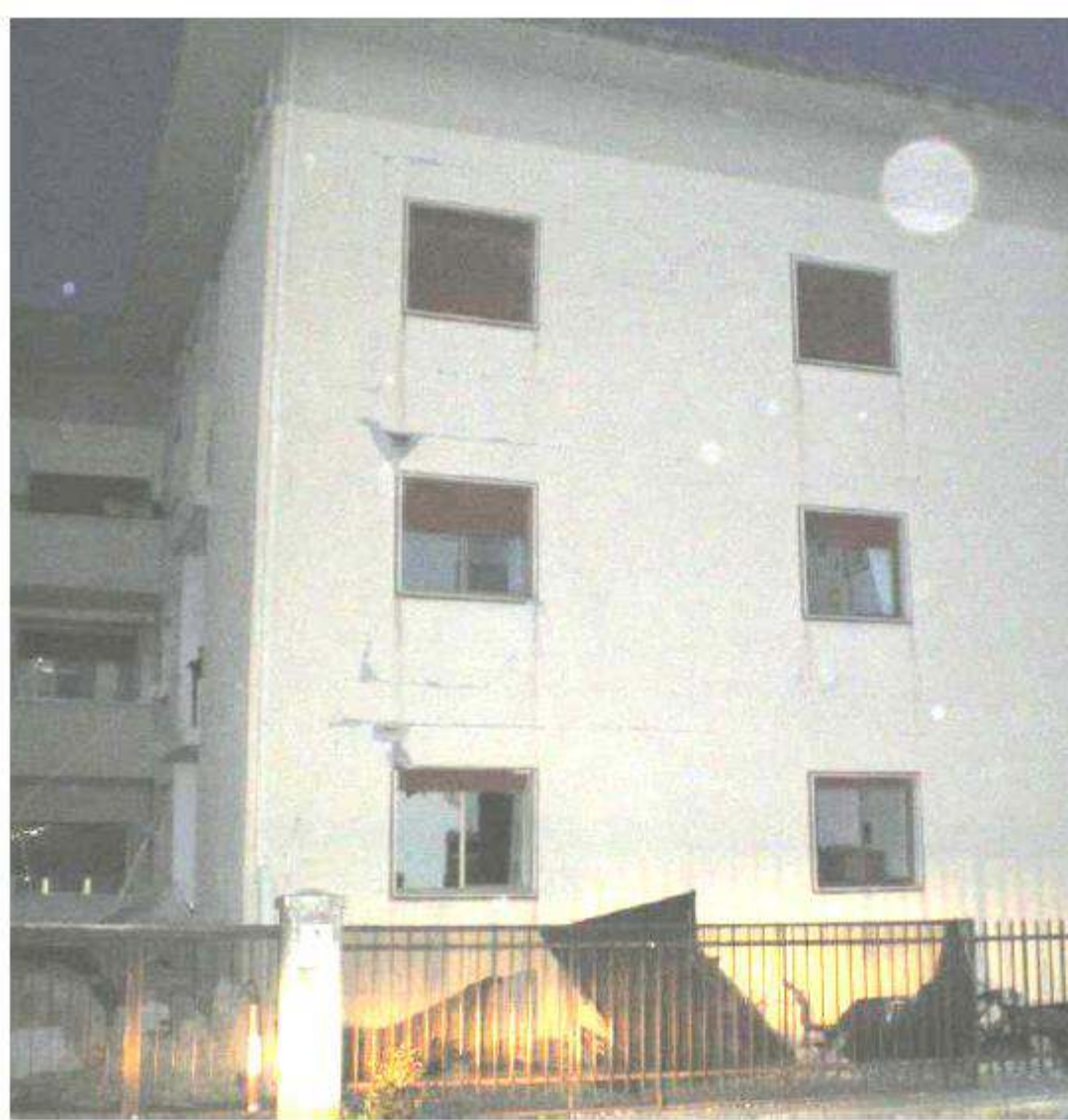


*Configurazione strutturale
irregolare in pianta*

Il pilastro **AB** è **8** volte
più rigido del pilastro **CD**

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.*





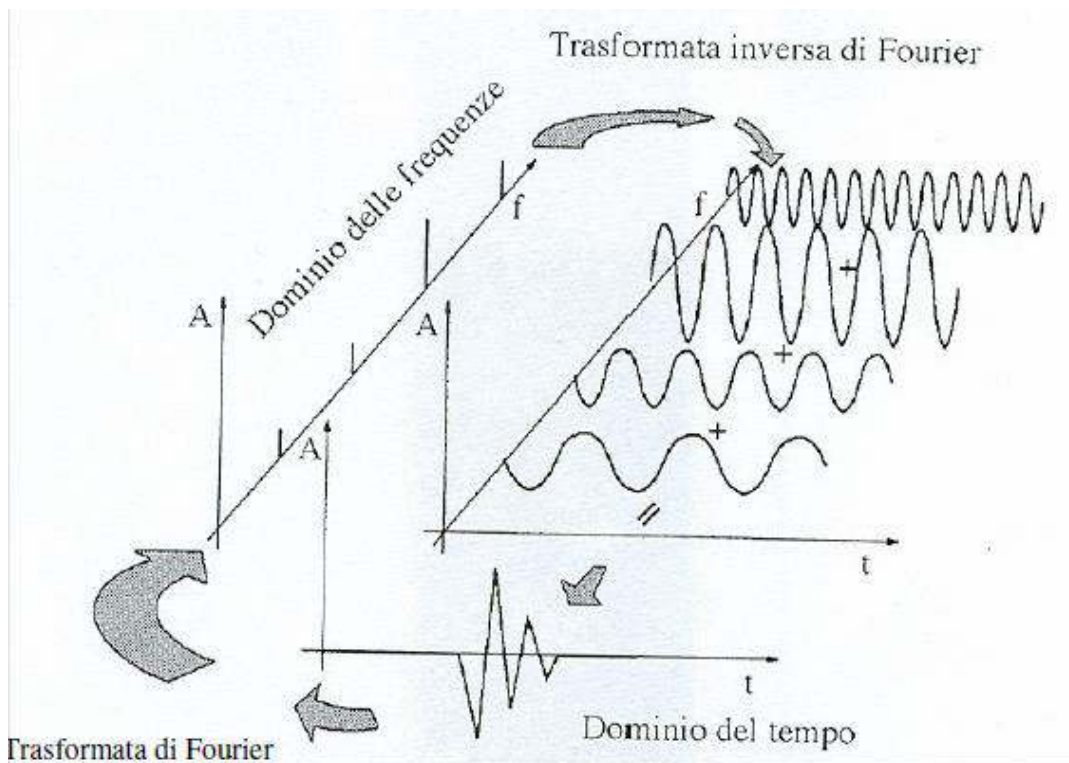
L'Aquila (Pettino): edificio con "piano soffice".
Il manufatto pur conservando una discreta integrità strutturale ai piani superiori, ha subito il collasso dei pilastri al piano terra.



***Particolare di uno
dei pilastri collassati***

Sviluppi didattici...

Un qualsiasi ACCELEROGRAMMA, che **evidenzia in genere una variazione** (dell'accelerazione nel tempo) **brusca e apparentemente casuale**, può essere ottenuto come somma di moltissimi moti armonici semplici con periodi e ampiezze diverse.

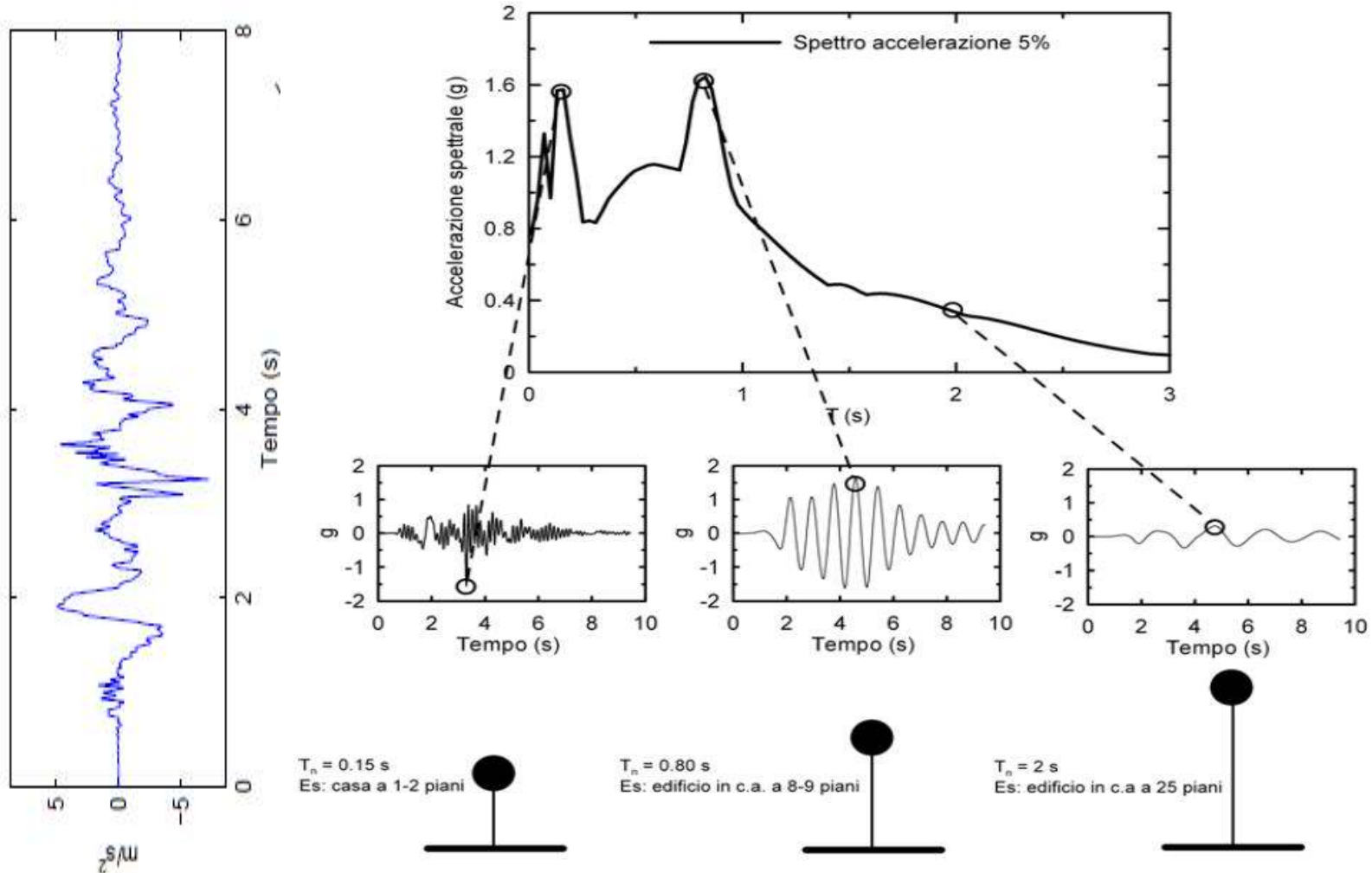


È logico pertanto che **strutture con un periodo proprio T_1 risultino particolarmente sensibili alla componente armonica di periodo uguale o molto vicino a T_1**

Esempio di costruzione dello **spettro di risposta** in **accelerazione assoluta** per l'accelerogramma di Gemona (comp. EW) registrato durante il terremoto del Friuli del 15/09/1976 ore 3.15

Da **GLOSSARIO** (I.T.A.C.A.)

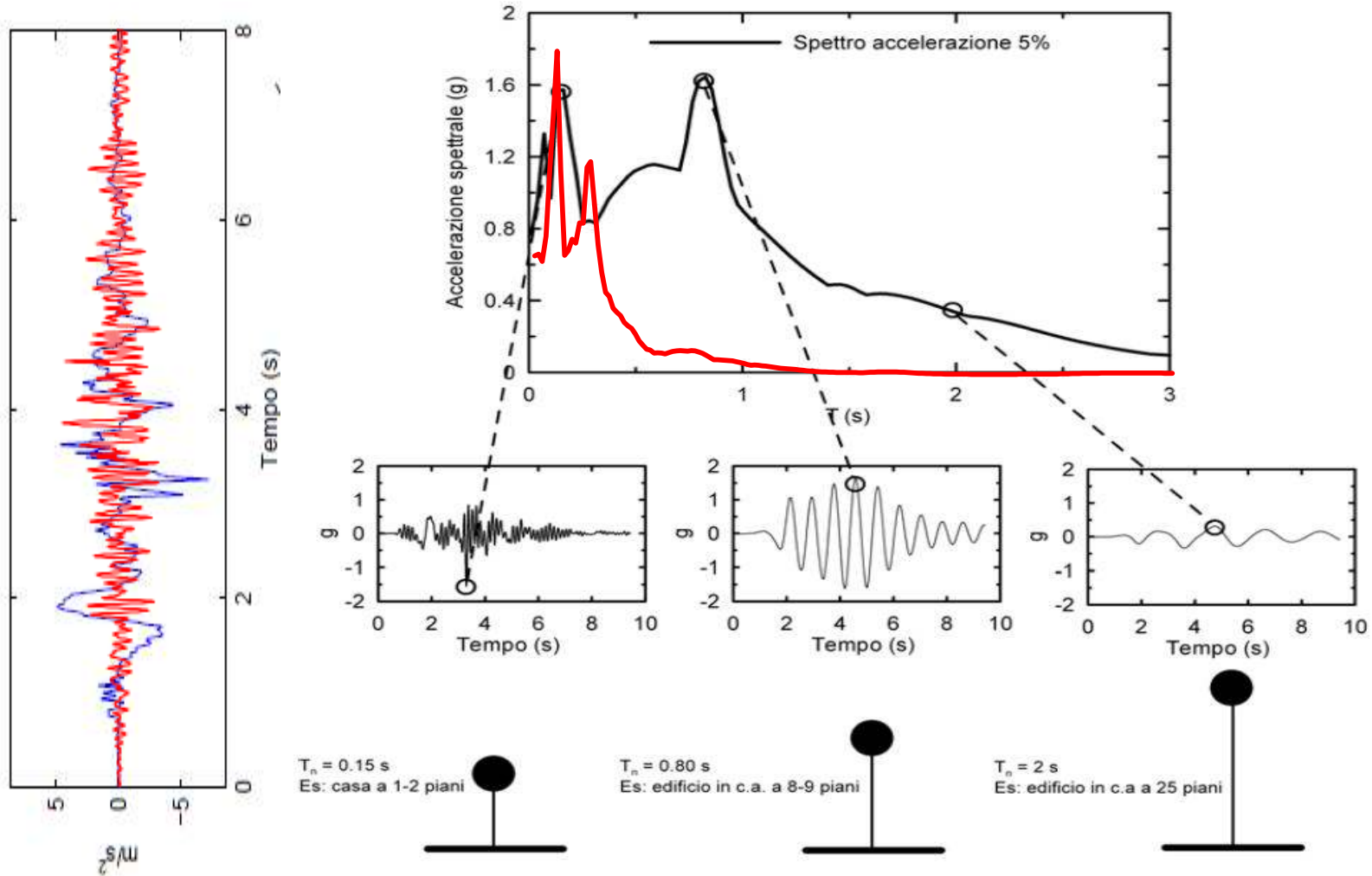
Lo spettro di risposta fornisce l'ampiezza massima della risposta (in spostamento relativo, velocità relativa o accelerazione assoluta) di un (qualsiasi) oscillatore armonico ad 1 grado di libertà (gdl) soggetto a un accelerogramma assegnato in funzione del periodo strutturale T_n e del fattore di smorzamento ξ .



Esempio di costruzione dello **spettro di risposta** in **accelerazione assoluta** per l'accelerogramma di Arquata del Tronto (comp. EW) registrato durante il terremoto in App. Centr. del 24/08/2016 ore 1.36

Da **GLOSSARIO** (IT.AC.A.)

Lo spettro di risposta fornisce l'ampiezza massima della risposta (in spostamento relativo, velocità relativa o accelerazione assoluta) di un (qualsiasi) oscillatore armonico ad 1 grado di libertà (gdl) soggetto a un accelerogramma assegnato in funzione del periodo strutturale T_n e del fattore di smorzamento ξ .

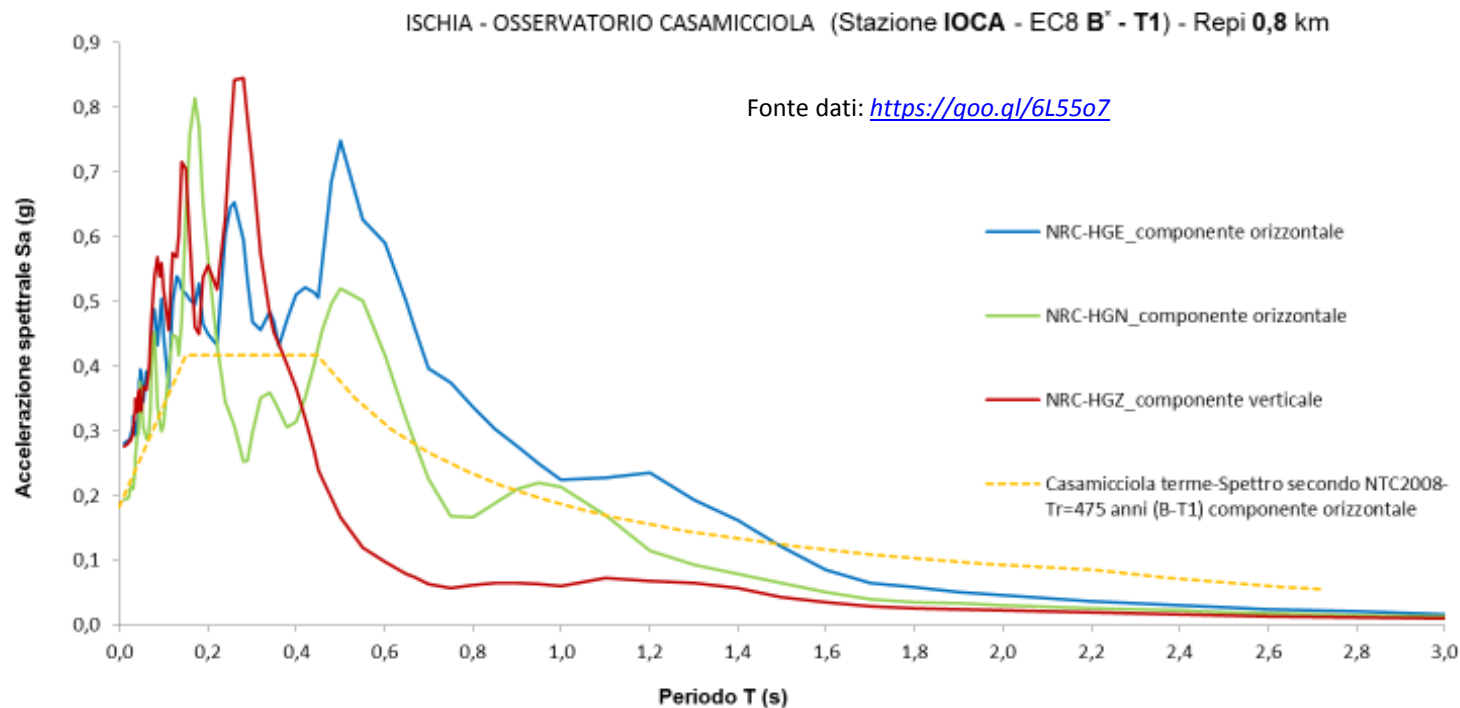


Un terremoto di magnitudo **Md 4.0** è avvenuto nella zona: **Ischia e costa Flegrea (Napoli)**, il 21-08-2017 18:57:51 (UTC) - **21-08-2017 20:57:51 (UTC +02:00) ora italiana**

con coordinate geografiche (lat, lon) **40.78, 13.88** ad una profondità di **5 km**, poi corretta a **1,7 km**.



[2017-08-25 INGV](https://www.ingv.it)



Cronologia delle localizzazioni calcolate

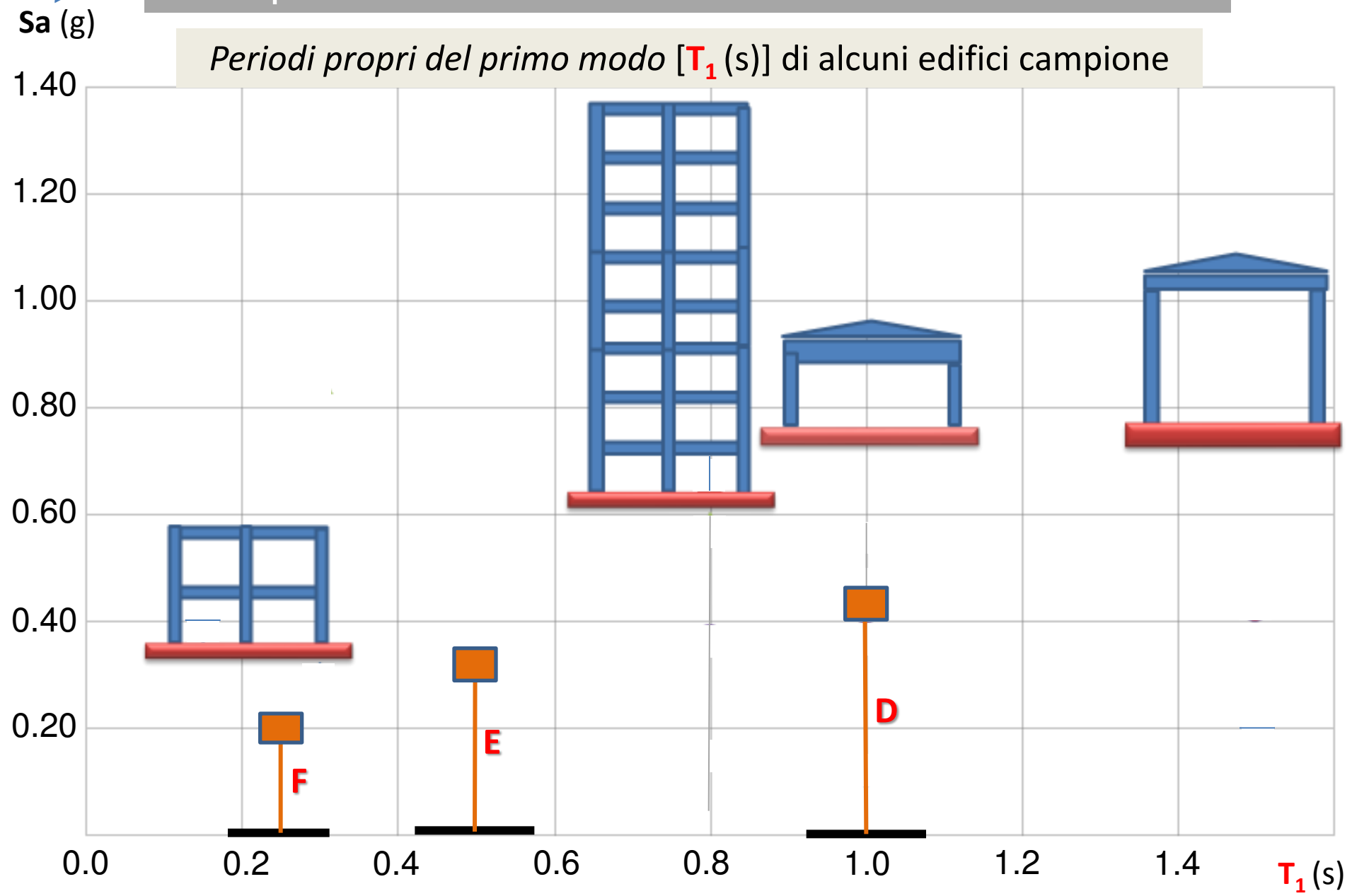
Tipo	Tempo origine (UTC)	Latitudine	Longitudine	Magnitudo	Profondità (km)	Ora pubblicazione (UTC)	Autore	ID Localizzazione
Rev 100	2017-08-21 18:57:51	40.71	13.84	ML 3.6	10	2017-08-21 19:23:06	Sala Sismica INGV-Roma	49252001
Rev 200	2017-08-21 18:57:51	40.71	13.84	Md 4.0	10	2017-08-21 22:04:41	Sala Sismica INGV-Roma	49256621
Rev 200 ★	2017-08-21 18:57:51	40.78	13.88	Md 4.0 ★	5	2017-08-21 22:16:47	Sala Operativa INGV-OV (Napoli)	49256941
		40.74	13.90	Md 4.0	2 (1,7)	2017-08-25		

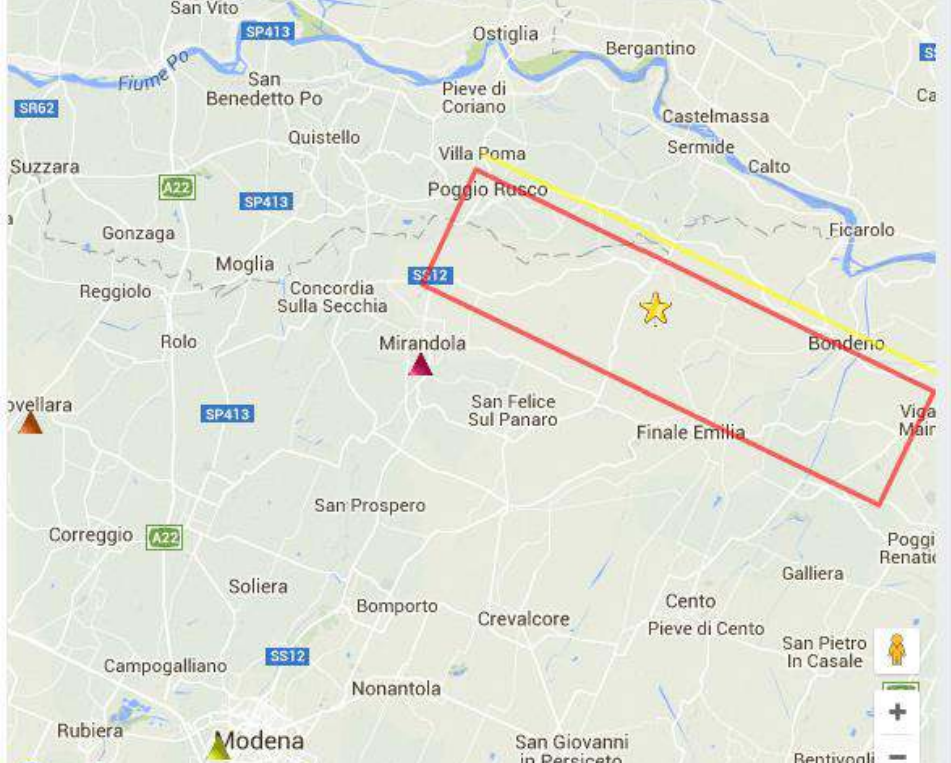
★ Migliore localizzazione e migliore magnitudo calcolate finora.

[D-V-A]

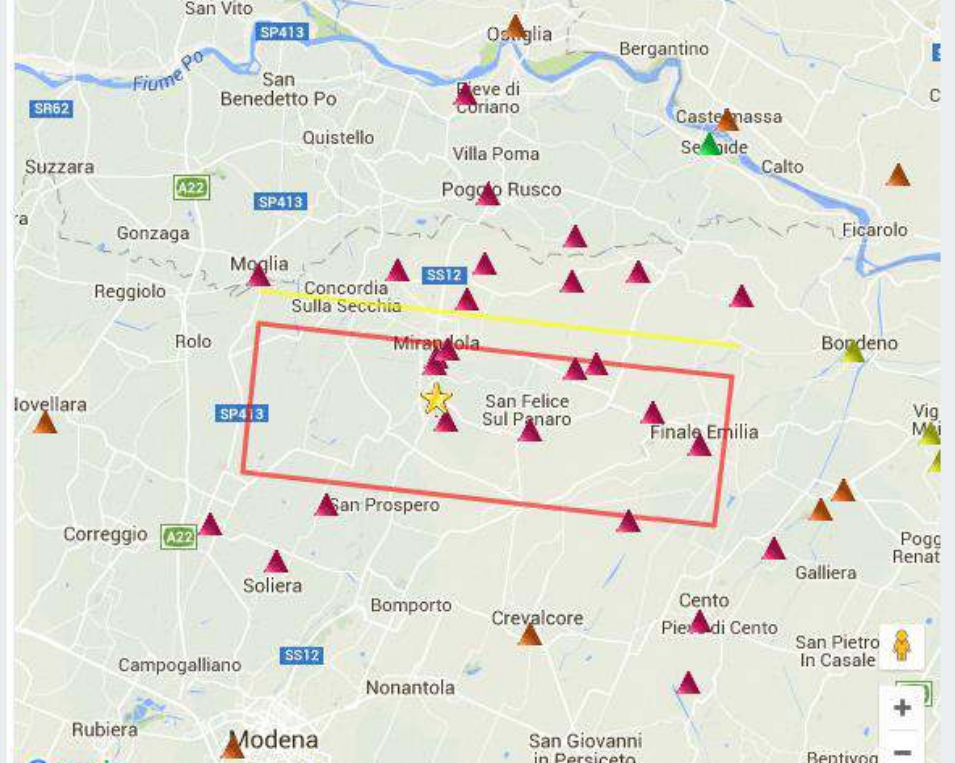
Accelerazioni massime sviluppate da alcuni edifici campione in occasione di recenti terremoti in Italia

Periodi propri del primo modo [T_1 (s)] di alcuni edifici campione





Date 2012-05-20 02:03:50 UTC Lat. 44.90 Lon. 11.26
EMILIA_1ST_SHOCK Depth [km] 9.5 ML 5.9 Mw 6.1



Date 2012-05-29 07:00:02 UTC Lat. 44.84 Lon. 11.07
EMILIA_2ST_SHOCK Depth [km] 8.1 ML 5.8 Mw 6.0

<http://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet/>



Date 1996-10-15 09:56:00 UTC Lat. 44.80 Lon. 10.66
NORTHERN_ITALY Depth [km] 5.0 ML 4.9 Mw 5.4



Date 1987-05-02 20:43:54 UTC Lat. 44.81 Lon. 10.72
NORTHERN_ITALY Depth [km] 3.1 ML 4.6 Mw 4.7

distanza da epicentro
di definito terremoto

categorie sottosuolo
n. eventi: i = 1,2,3,4,5
tre componenti moto

T_1 (s)

valori massimi (*picchi*) registrati
per le tre componenti in accelerazione
rapportati all'accelerazione di gravità

magnitudo locale
magnitudo momento
rapporti tra energie

Repi	stazione/evento	EC8	i	Sa (g)	0	0,15	0,3	0,8	1	1,5	3	MI	M_w	E_i/E_1
3,6 km	NVL 02/05/1987 20:43:55	C	Z		0,02	0,07	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	4.6	4.7	1
				E-W	0,05	0,09	0,13	0,05	0,03	0,01	0,00			
				N-S	0,08	0,14	0,20	0,08	0,05	0,02	0,01			
7,5 km	NVL 15/10/1996 09:56:01	C	Z		0,09	0,23	0,08	0,01	0,01	0,00	0,00	5.1	5.4	11
				E-W	0,20	0,38	0,26	0,15	0,11	0,05	0,01			
				N-S	0,13	0,26	0,30	0,13	0,09	0,05	0,01			
16,1 km	MRN 20/05/2012 02:03:52	C	Z		0,30	0,26	0,20	0,13	0,04	0,03	0,01	5.9	6.1	126
				E-W	0,26	0,67	0,85	0,37	0,28	0,22	0,05			
				N-S	0,26	0,57	0,74	0,58	0,56	0,37	0,08			
4,1 km	MRN 29/05/2012 07:00:03	C	Z		0,86	1,35	0,37	0,10	0,09	0,05	0,03	5.8	6.0	89
				E-W	0,22	0,73	0,51	0,23	0,17	0,20	0,08			
				N-S	0,29	0,60	0,71	0,37	0,38	0,42	0,15			
9,3 km	Cortile 29/05/2012 07:00:03	C*	Z		0,26	0,34	0,18	0,06	0,06	0,03	0,01	5.8	6.0	89
				E-W	0,44	1,09	0,72	0,40	0,29	0,15	0,03			
				N-S	0,51	0,94	1,01	0,23	0,31	0,12	0,05			
4,9 km	AQV 06/04/2009 01:32:39	B	Z		0,50	0,48	0,37	0,13	0,17	0,08	0,02	5.9	6.3	251
				E-W	0,66	1,29	0,85	0,64	0,47	0,20	0,06			
				N-S	0,55	1,33	1,32	0,43	0,31	0,14	0,03			

Accelerazioni massime sviluppate da alcuni edifici campione in occasione dei

terremoti di: **Correggio 1996** (◆), **Emilia 20/05/12** (▲) ed **Emilia 29/05/12** (●)

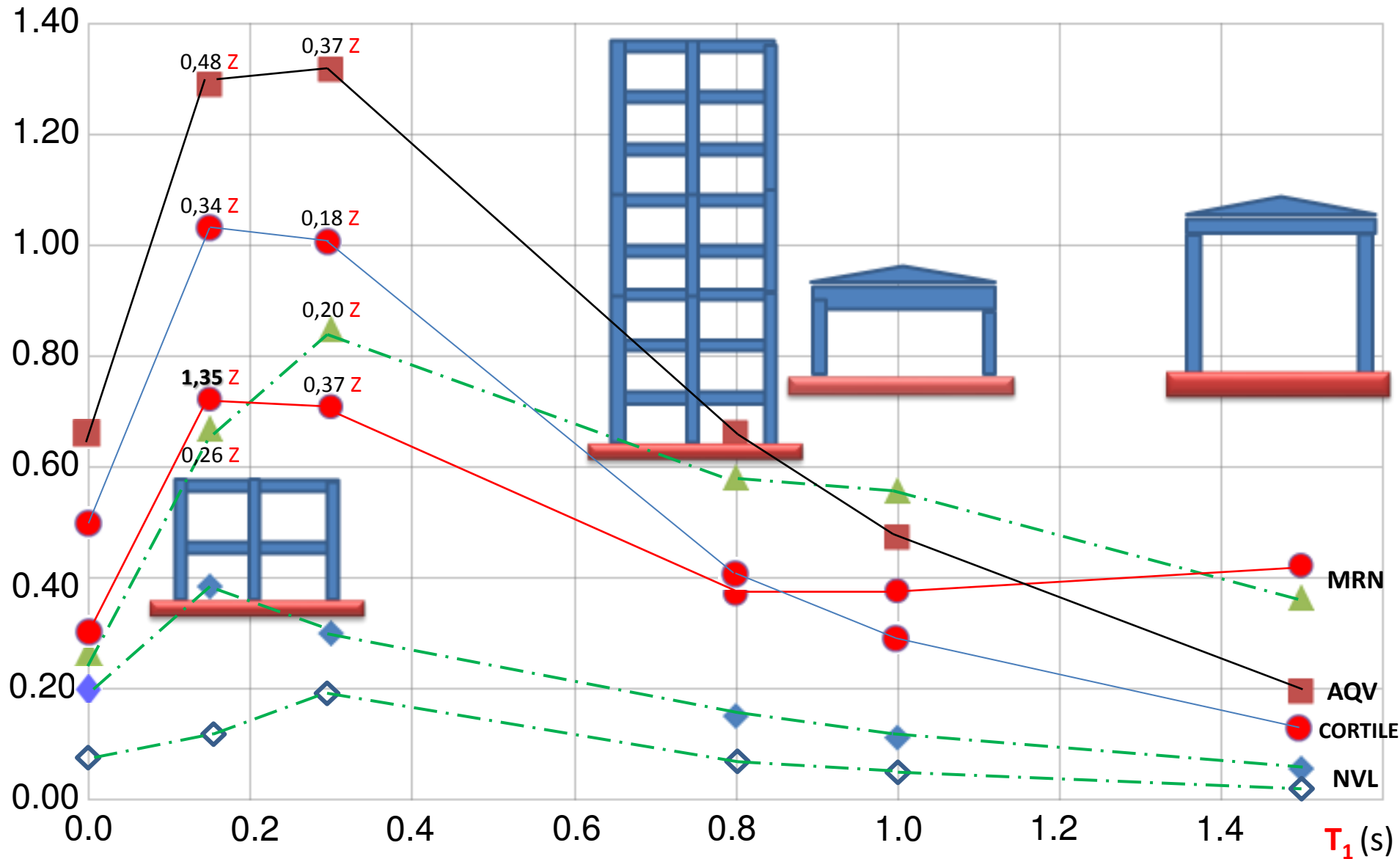
[MAINSHOCK]

Sa (g)

Primi esempi

Reggiano 1987 (◇)

L'Aquila 2009 (■)



PRINCIPALE CARENZA: mancanza di ritegni contro la perdita dell'appoggio

Collasso di elementi strutturali per perdita di appoggio durante sisma maggio 2012 in Emilia



Se le travi sono semplicemente appoggiate sulle colonne e trattenute dal semplice attrito, questo può essere vinto da forti accelerazioni orizzontali rese più efficaci da importanti movimenti sussultori che peraltro interessano la struttura anche per «periodi propri» relativi a sollecitazioni dinamiche verticali.

Se per di più le colonne oscillano in modo asimmetrico (stante la loro diversa rigidità, es. per le oscillazioni verso sinistra nel caso in figura) può venir meno la condizione di appoggio e ne segue il crollo della trave.

Questo è avvenuto in Emilia nel 2012, ma NON nel 1996 e – tanto meno – nel 1987.

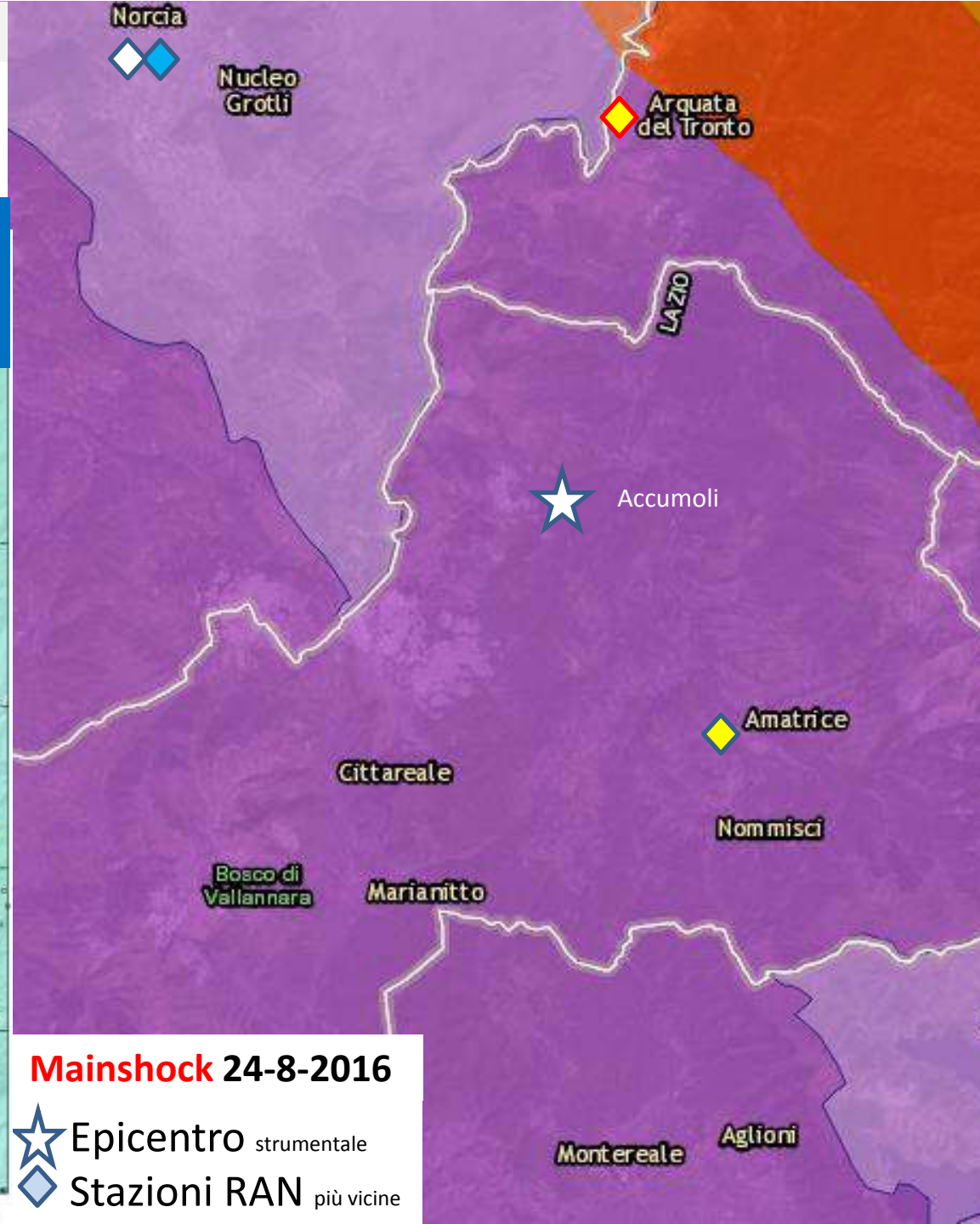
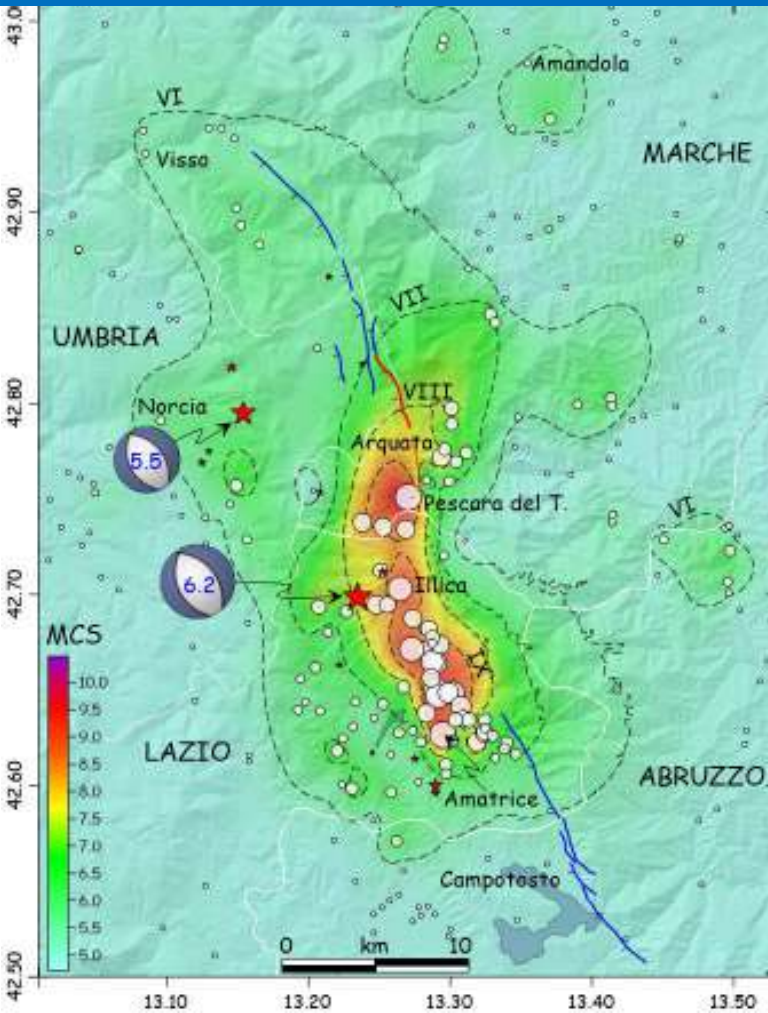
<http://quest.ingv.it/index.php>

Galli P., Peronace E., Tertulliani A., 2016.

Rapporto sugli effetti macrosismici del terremoto del 24 Agosto 2016 di Amatrice in scala MCS.

Roma, rapporto congiunto DPC, CNR-IGAG, INGV, 15 p.

**Distribuzione delle intensità rilevate per località in termini di scala macrosismica MCS.
Isosisme dal VI al IX MCS.
Intensità epi.le (Io) ... valutata al X grado MCS.**



Mainshock 24-8-2016

★ Epicentro strumentale
◆ Stazioni RAN più vicine



M_L **6.0** - M_W **6.2**

Dopo il terremoto del 24 agosto 2016

AMATRICE dall'alto

X-XI grado M.C.S. R_{epi} 9.6 km

*«In generale il livello altissimo di distruzione è legato alla vulnerabilità sismica degli edifici, associato in qualche caso ad effetti di sito ...»
(p. 6 del **Rapporto sugli effetti macrosismici ...**)*

M_L **6.0** - M_W **6.2**

Dopo il terremoto del 24 agosto 2016

NORCIA scorcio del centro storico

VI grado M.C.S. R_{epi} 14.2 km

Norcia, il sisma fa paura ma non uccide:

"Ci ha salvato la ricostruzione"



Sta	Can	Nome Stazione	EC8 Topografia	Repi km	PGA Sa (g)	PSA015 Sa (g)	PSA03 Sa (g)	PSA08 Sa (g)	PSA10 Sa (g)	PSA15 Sa (g)	PSA30 Sa (g)
-----	-----	---------------	-------------------	------------	---------------	------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

Parametri RAN Epicentro (auth: INGV) 2009-04-06 01:32:39 - L'Aquila - MI 5.9 Mw 6.3, De 8,3 km											
AQV	HGE	L'Aquila_V.Aterno_C.V.	B T1	4.90	0,66	1,29	0,85	0,64	0,47	0,20	0,06
AQV	HGN	L'Aquila_V.Aterno_C.V.	B T1	4.90	0,55	1,33	1,32	0,43	0,31	0,14	0,03
AQV	HGZ	L'Aquila_V.Aterno_C.V.	B T1	4.90	0,50	0,48	0,37	0,13	0,17	0,08	0,02

Parametri RAN Epicentro (auth: INGV) 2012-05-29 07:00:03 - Mirandola, Modena - MI 5.8 Mw 6.0, De 8,07 km											
MRN	HGE	Mirandola	C T1	4.10	0,22	0,72	0,51	0,23	0,17	0,20	0,08
MRN	HGN	Mirandola	C T1	4.10	0,29	0,60	0,71	0,37	0,38	0,42	0,15
MRN	HGZ	Mirandola	C T1	4.10	0,86	1,35	0,37	0,10	0,09	0,05	0,03

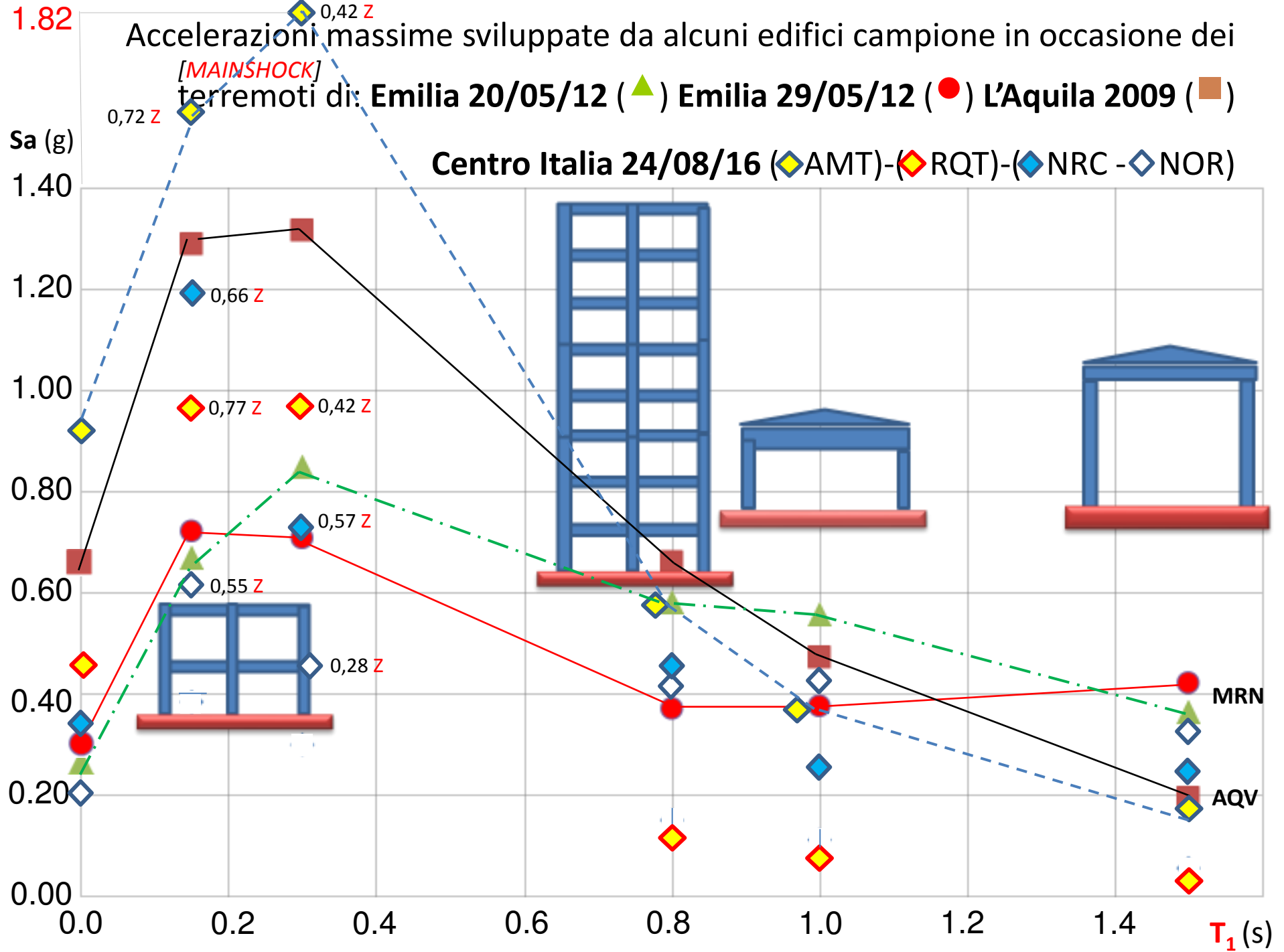
Parametri RAN Epicentro (auth: INGV) 2012-05-20 02:03:50 - Mirandola, Modena - MI 5.9 Mw 6.1, De 9,5 km											
MRN	HGE	Mirandola	C T1	16.10	0,26	0,67	0,85	0,37	0,28	0,22	0,05
MRN	HGN	Mirandola	C T1	16.10	0,26	0,57	0,74	0,58	0,56	0,37	0,08
MRN	HGZ	Mirandola	C T1	16.10	0,30	0,26	0,20	0,13	0,04	0,03	0,01

Fonte dati: <http://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet/>

Parametri RAN Epicentro (auth: INGV) 2016-08-24 01:36:32 - Accumoli, Rieti - MI 6.0 Mw 6.2, De ≈ 8 km											
AMT	HGE	Amatrice	B* T1	9.58	0,93	1,59	1,82	0,27	0,20	0,09	0,02
AMT	HGN	Amatrice	B* T1	9.58	0,45	0,77	0,58	0,58	0,36	0,18	0,04
AMT	HGZ	Amatrice	B* T1	9.58	0,41	0,72	0,42	0,38	0,33	0,17	0,06
RQT	HGE	Arquata_Del_Tronto	A* T2	13.91	0,46	0,95	0,96	0,14	0,08	0,03	0,02
RQT	HGZ	Arquata_Del_Tronto	A* T2	13.91	0,40	0,77	0,42	0,05	0,04	0,07	0,02
NRC	HGE	Norcia	B T1	14.25	0,34	0,87	0,73	0,48	0,24	0,23	0,05
NRC	HGN	Norcia	B T1	14.25	0,38	1,18	0,65	0,31	0,20	0,19	0,05
NRC	HGZ	Norcia	B T1	14.25	0,21	0,66	0,57	0,17	0,10	0,07	0,02
NOR	HGE	Norcia La Castellina	C* T1	14.25	0,20	0,64	0,31	0,41	0,42	0,34	0,07
NOR	HGN	Norcia La Castellina	C* T1	14.25	0,17	0,38	0,45	0,27	0,25	0,19	0,05
NOR	HGZ	Norcia La Castellina	C* T1	14.25	0,26	0,55	0,28	0,29	0,12	0,09	0,02

N.B. Dati provvisori revisionati

Fonte dati: <http://ran.protezionecivile.it>

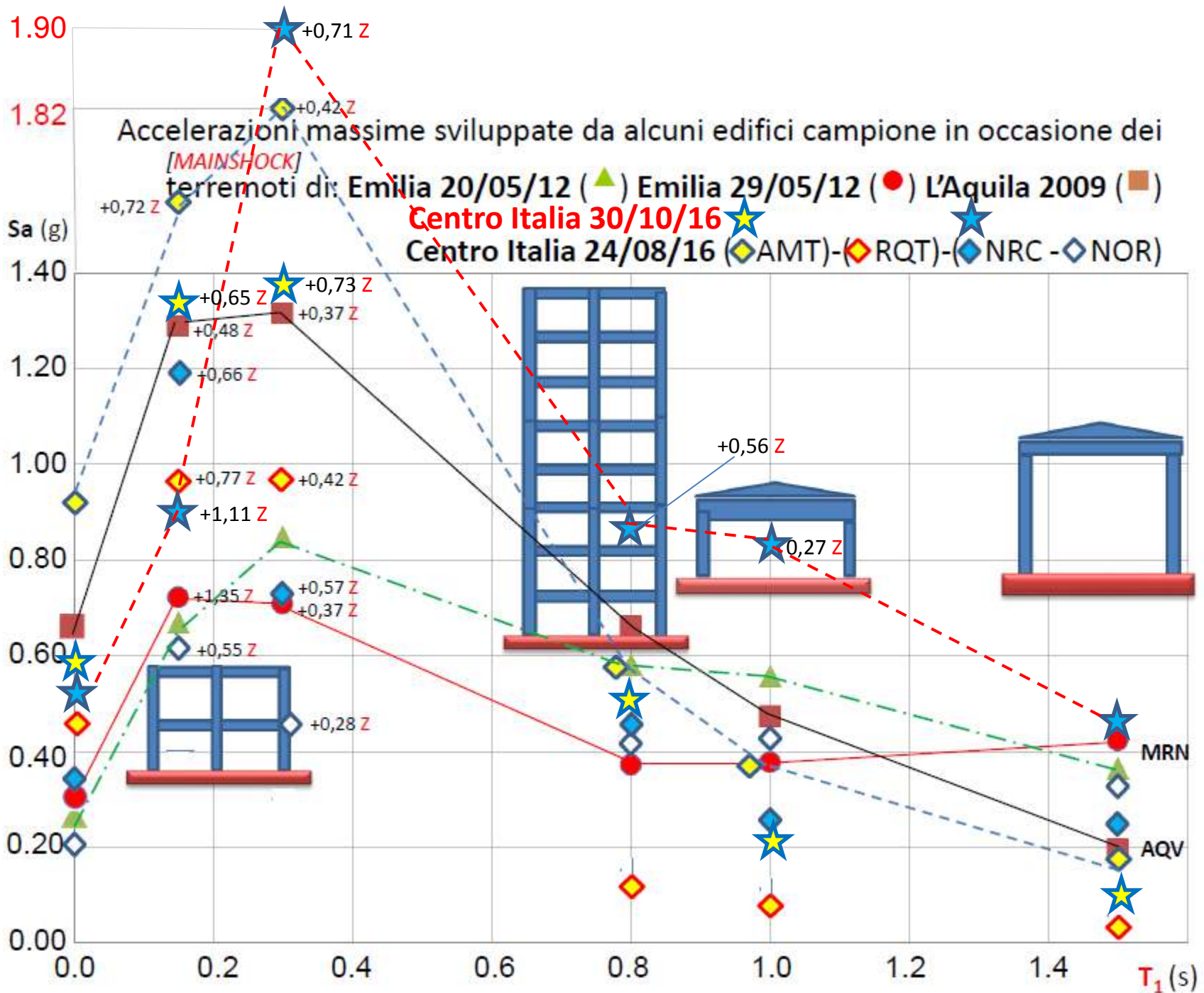


Sta	Can	Nome Stazione	EC8 Topografia	R epi km	PGA Sa (g)	PSA015 Sa (g)	PSA03 Sa (g)	PSA08 Sa (g)	PSA10 Sa (g)	PSA15 Sa (g)
-----	-----	---------------	-------------------	-------------	---------------	------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

Parametri RAN **Epicentro (auth: INGV) 2016-10-30 06:40:17 - Norcia, PG - MI 6.1 Mw 6.5, De \cong 9 km**

AMT	HGE	Amatrice	B* T1	26,4	<i>0,53</i>	<i>1,30</i>	<i>0,69</i>	<i>0,51</i>	<i>0,18</i>	<i>0,13</i>
AMT	HGN	Amatrice	B* T1	26,4	<i>0,40</i>	<i>0,82</i>	<i>1,33</i>	<i>0,29</i>	<i>0,23</i>	<i>0,13</i>
AMT	HGZ	Amatrice	B* T1	26,4	<i>0,32</i>	<i>0,65</i>	<i>0,73</i>	<i>0,27</i>	<i>0,21</i>	<i>0,12</i>
NRC	HGE	Norcia	B T1	4,6	<i>0,49</i>	<i>0,73</i>	<i>1,90</i>	<i>0,87</i>	<i>0,84</i>	<i>0,41</i>
NRC	HGN	Norcia	B T1	4,6	<i>0,37</i>	<i>0,90</i>	1,12	0,58	0,55	<i>0,43</i>
NRC	HGZ	Norcia	B T1	4,6	<i>0,38</i>	<i>1,11</i>	<i>0,71</i>	<i>0,56</i>	<i>0,27</i>	<i>0,14</i>

Fonte dati: <http://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet/>



Dopo il terremoto del 30 ottobre 2016

M_L 6.1 - M_W 6.5

VIII-IX grado M.C.S.



Dentro al centro storico
La differenza viene anche dalla
storia ... non si improvvisa!

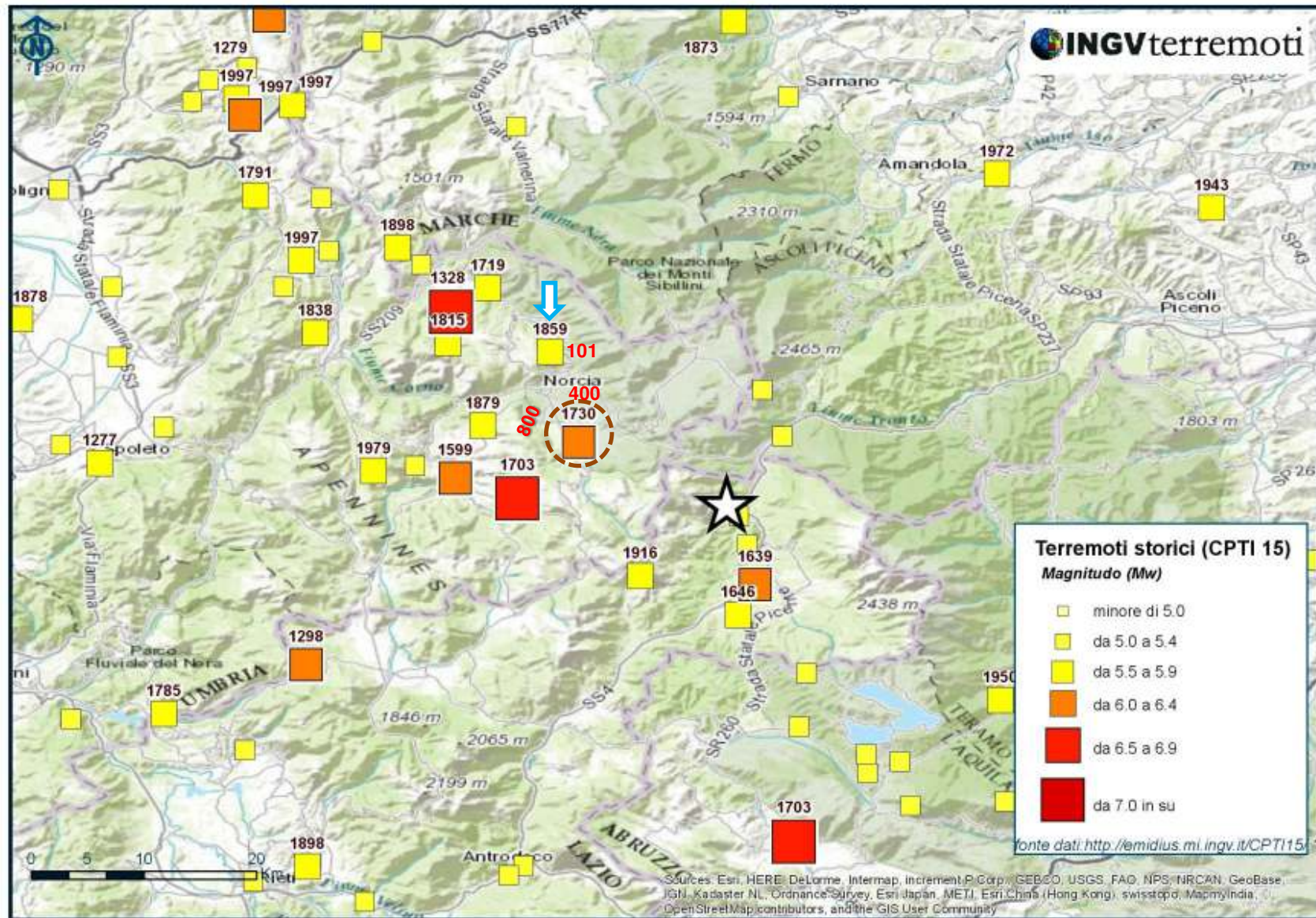
Repi 5.4 km **NORCIA**

Fuori dal centro storico
scoppio pilastro in edificio in CA



«Nota di sismicità storica (p. 3 del **Rapporto sugli effetti macrosismici del terremoto del 24 agosto 2016 ...**)

L'area colpita dalla sequenza in atto ☆, oltre ad essere stata gravemente danneggiata dai grandi terremoti nursini ed aquilani del Gennaio-Febbraio 1703, è stata precedentemente zona sorgente di un forte terremoto avvenuto nell'Ottobre del 1639, parametrizzato in CPTI15 con una Mw 6.2» ↓



LA MAGISTRATURA

DI NORCIA

NOTIFICAZIONE



Amnesso dal generale Consiglio di questo Comune tenuto li 17. Novembre 1859 il Regolamento Edilizio relativo al modo da invariabilmente osservarsi in questa Città tanto nella costruzione de' fabricati, quanto nel riattamento degli antichi, redatto dai pre-seelti Deputati a base delle Istruzioni somministrate dalli Chiarissimi Signori P. Angelo Secchi della Compagnia di Gesù, e Professore Commendatore Luigi Poletti, e riportatane la Sovrana sanzione partecipata a questo Municipio dall' Apostolica Delegazione di Provincia con Ossequiato Dispaccio dei 30. Aprile 1860. N. 2778; la Magistratura suddetta si fa sollecita con la presente Notificazione renderlo di pubblico diritto riportandone qui ap-

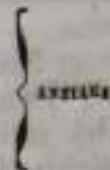
presso l'intero tenore affinchè ognuno possa conoscere le prescrizioni che in esso Regolamento si contengono, ed attenersi scrupolosamente alle medesime tanto nel costruire nuovi Caseggiati, quanto nel riattare gli antichi, iscansando per tal modo tutte quelle comminate pene, e danni, che in caso di trasgressione ciasenno irremissibilmente andrebbe ad incorrere; avvertendo, che detta Legge Edilizia avrà la sua piena esecuzione a contare dal 15. corrente Maggio.

Dalla Residenza Comunale li 10 Maggio 1860.

LUIGI CAV. COLIZZI GONFALONIERE.



PIETRO Dr. FUSCONI
GIUSEPPE Dr. CARDUCCI
FELICIANO PATRIZI-FORTI
STEFANO ONORI
NUNZIO MASSENI
FILIPPO C. BATTAGLIA



Norcia Tip. Zitelli



[Arch./ing. Luigi POLETTI](#)

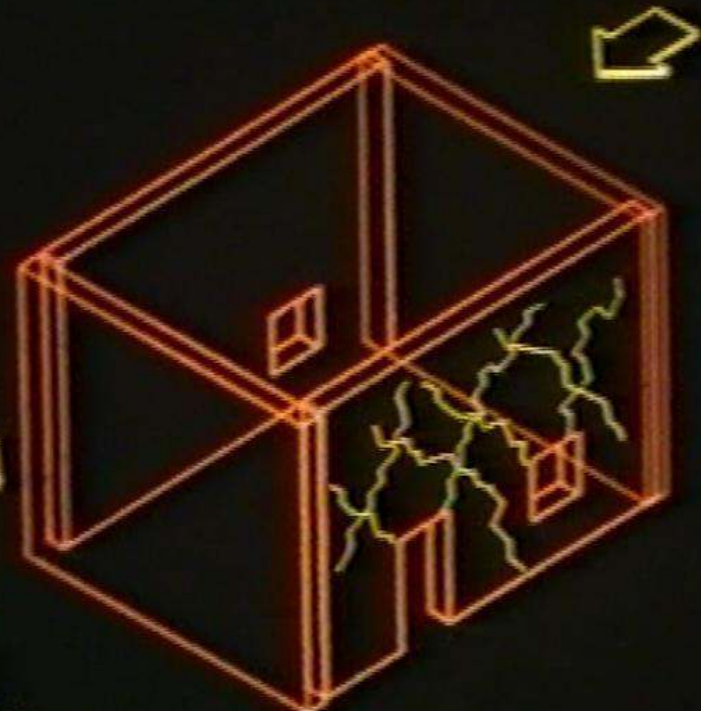
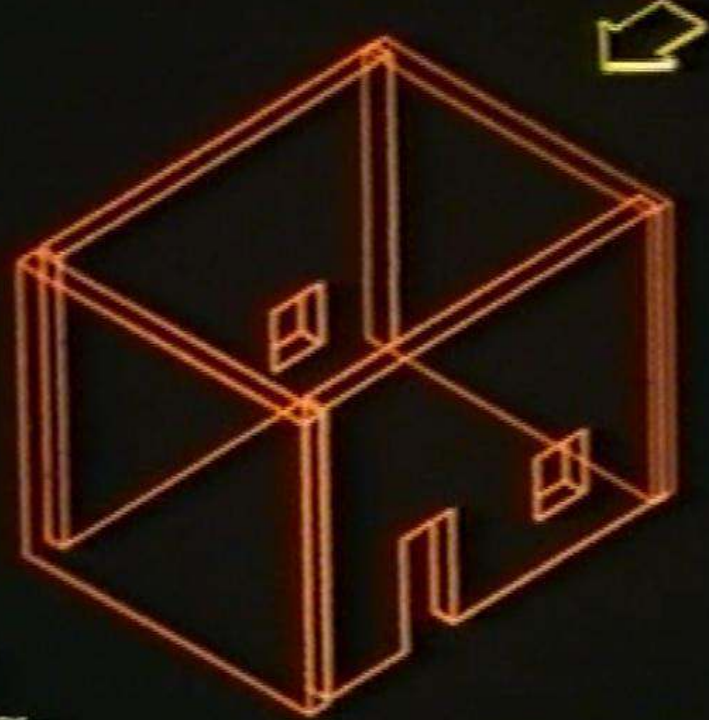
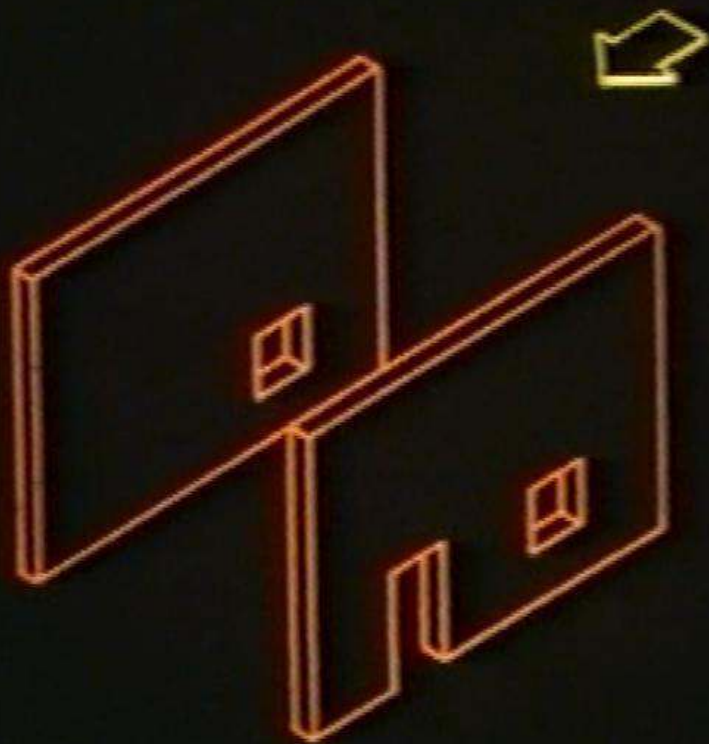
(Modena 1792 – Milano 1869)



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

MODELLO CASA IN MURATURA

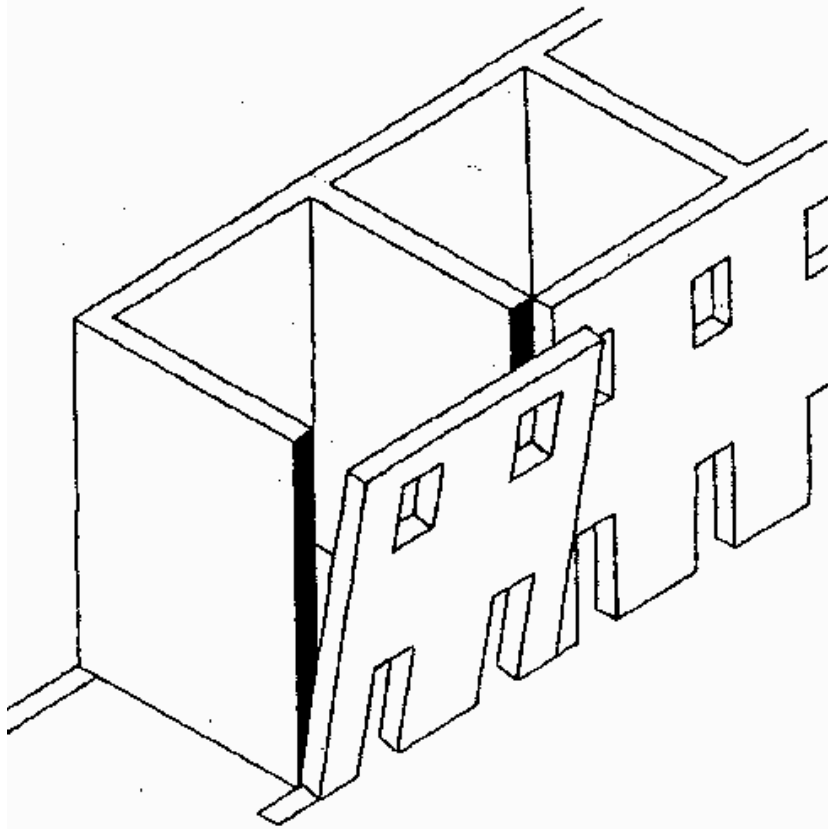
(filmato di 84 secondi)



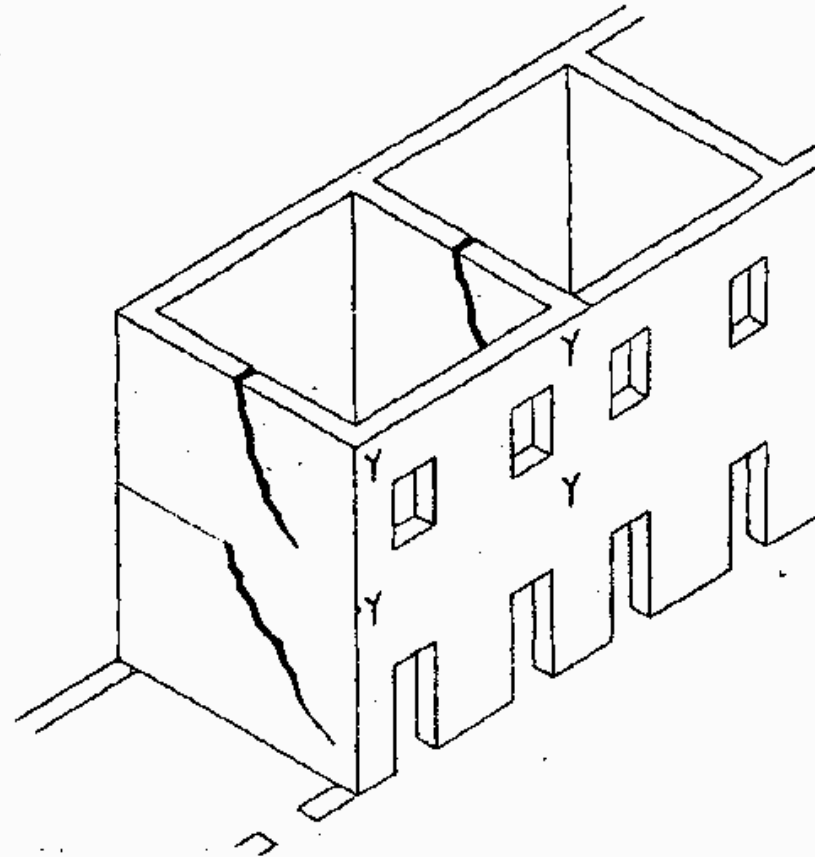
Meccanismi resistenti globali, per sollecitazione delle pareti murarie nel proprio piano

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**

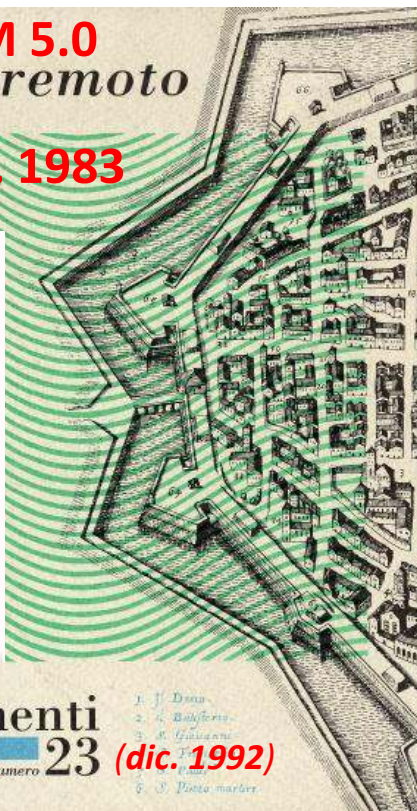


M 5.0

La città e il terremoto

PARMA

9 nov. 1983



A soffrire maggiormente fu il centro storico della città di Parma, ove i danni furono piuttosto diffusi e in alcuni casi abbastanza gravi. Emerse così il tema delle **GRANDI VULNERABILITÀ** presenti nel tessuto urbano, anche in relazione a pregressi interventi edilizi non consoni con l'organizzazione strutturale spaziale degli edifici.

Pagg. 46-47:

«... Fu predisposto il rilevamento di tutti i tipi di lesione e si vide che a ciascuno di essi corrispondeva un 'difetto' strutturale ben preciso, che andava ben oltre il mero degrado dei materiali.

Si notò innanzitutto che **i maggiori punti di crisi lungo le schiere** si erano verificati in corrispondenza di:

1 - aperture di negozi, garages, ecc, realizzate in epoca recente (dagli anni 50 in poi) con dimensioni molto maggiori di quelle normalmente presenti ed originarie;

2 - aumento del numero delle aperture con alterazione del rapporto vuoti-pieni delle parti;

3 - eliminazione dei setti di muratura portante posti trasversalmente rispetto ai muri perimetrali più lunghi, dando origine a locali con dimensioni superiori a 7 m;

4 - sostituzione di solai e coperture lignee con travetti di cemento e strutture cementizie in genere, con aumento (in certi casi con raddoppio) del peso gravante sulle murature o sulle fondazioni e conseguente incremento della spinta orizzontale indotta dalle forze sismiche.



documenti
Comune di Parma - numero 23

(dic. 1992)

J. J. Doria
G. G. G. G.
G. G. G. G.
G. G. G. G.

vulnerabilità «dimenticata»



Isola d'Ischia 21 luglio - 29 settembre 2018
MOSTRA | CONVEGNO | APERITIVI CON LA SCIENZA



**TERREMOTI
VULCANI E NUVOLE**
dalla vulnerabilità dimenticata
alla cultura della sicurezza

RESISM

Per la Ricerca e l'Innovazione
dalla Ricerca e l'Innovazione

Ferrara 20 Maggio 2012. Conseguenze dell'inserimento alla base della parete di una guaina tagliamuro contro l'umidità di risalita.

... Abruzzo 2009; Emilia 2012; Appennino Centrale 2016... e poi? *Una domanda inquietante ... MA REALISTICA*

1. [...] tutte le zone di alta sismicità del nostro paese sono già oggi da considerare in condizioni di emergenza;
2. i tempi disponibili per mettere in atto provvedimenti di difesa in tali zone sono dello stesso ordine di grandezza di quelli necessari per la ricostruzione delle zone colpite dall'ultimo terremoto.

Questo è l'insegnamento che deriva dalla storia sismica della penisola! Il problema deve dunque essere affrontato in termini generali. [...]

[...] Nella prospettiva di un intervento generalizzato, poiché non è pensabile di provvedere in tempi brevi all'adeguamento antisismico delle costruzioni esistenti in tutte le zone di alta sismicità, si tratta in ogni caso di una corsa contro il tempo, con interventi guidati da accurati studi per la scelta delle priorità. Gli interventi si riveleranno certamente, prima o poi, utili; potrebbero risultare preziosi anche in tempi non molto lontani.

Sarà comunque indispensabile che **il Paese**, a tutti i livelli, dalla classe politica, alle forze sociali, agli organi di informazione, ai singoli cittadini **prenda definitivamente coscienza che i terremoti sono una componente costante della vita nazionale**, facendo crescere la consapevolezza che **è possibile, purché lo si voglia, difendersi dai terremoti**, pur nella contestuale precisazione che non sono possibili interventi miracolistici, in quanto non si ribaltano in pochi anni secoli di arretratezza e di abbandono. [...]

Fraasi estratte da un documento (**gennaio 1981**) del "Progetto Finalizzato Geodinamica" del C.N.R.

Giuseppe Grandori
(Professore Emerito di Scienza delle Costruzioni - Politecnico di Milano)

Campagna di comunicazione "Casa Sicura"

Publicato il 13-5-2017
Casa Sicura è la nuova agevolazione fiscale per interventi edilizi antisismici voluta dal Governo nella legge di Bilancio 2017 **per consentire un'ampia azione di prevenzione in Italia.**

<http://www.governo.it/approfondimento...>



Sisma bonus

In memoria di **Giuseppe Grandori:**
Sue riflessioni e indicazioni dopo i terremoti del 1980 (Irpinia - Basilicata) e del 2009 (Abruzzo L'Aquila) ([pdf, 275 KB](#))

«Fare avanzare la prevenzione sismica come **nuova strategia, finora sempre sostanzialmente disattesa, nell'uso del territorio, prendendo finalmente atto che il problema centrale era e resta quello delle costruzioni esistenti, nate senza considerare la possibilità di terremoti o addirittura indebolite nel corso degli anni da mancanza di manutenzione e da interventi inopportuni.** Per queste bisognerà trovare **meccanismi che, nel corso degli anni (non pochi data l'entità del patrimonio a rischio), incentivino il privato ad intervenire e guidino il pubblico a indirizzare le risorse via via disponibili anche alla limitazione del rischio sismico secondo riconosciute e condivise priorità.**»

«Si ricordi quanto è stato speso per l'abbattimento delle **barriere architettoniche**, per la messa a norma degli **impianti elettrici**, per il **risparmio energetico**, per la **sicurezza al fuoco** con **interventi spesso separati tra loro e talvolta controproducenti dal punto di vista sismico: sarebbe bene in futuro progettare interventi che considerino tutti gli aspetti legati alla sicurezza, eventualmente realizzandoli poi per stralci se le risorse non sono sufficienti.**»

Prof. Vincenzo Petrini, Presidente CTS Regione Emilia-Romagna – fine maggio 2012



C'è un enorme fabbisogno di riqualificazione degli insediamenti e delle costruzioni esistenti
Questa è la nuova grande domanda a cui occorre rispondere per un futuro di civiltà e sicurezza

..e lavoro..