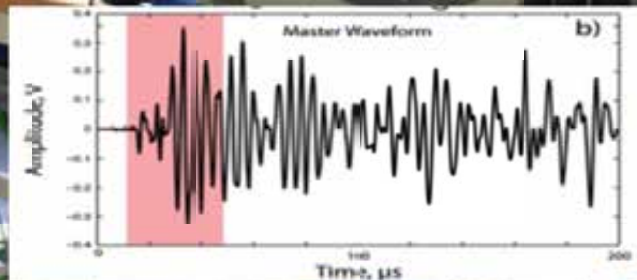


# Studiare i terremoti in laboratorio per meglio comprendere la fisica del processo



Cristiano Collettini & Marco Scuderi

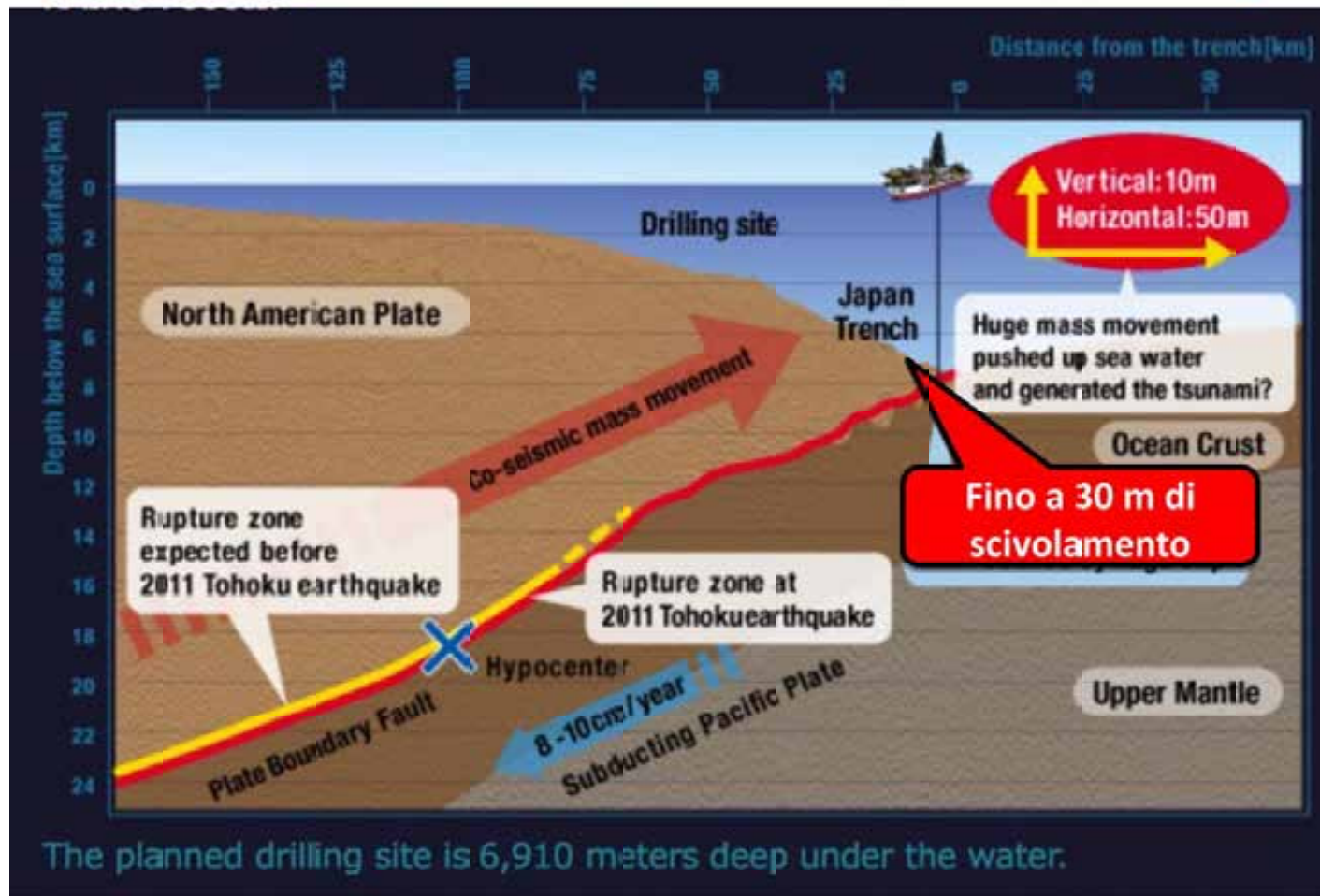
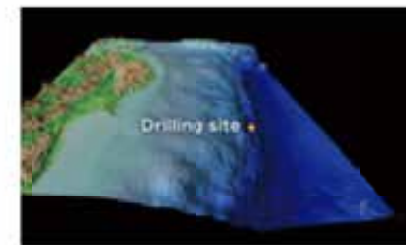
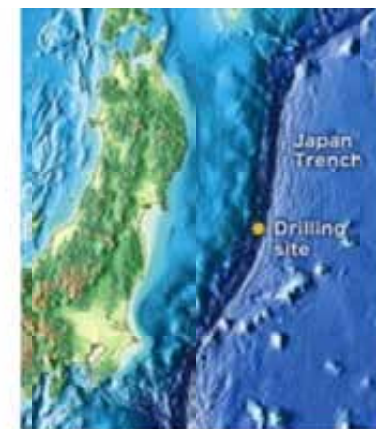


GLASS: 259256

RESEARCH & INNOVATION  
Marie Skłodowska-Curie actions

FEAT: 656676

# Terremoto e tsunami di Tohoku 2011 Giappone, M=9.2



Maggiori informazioni a: <http://www.jamstec.go.jp/chikyuu/exp343/e/index.html>

# Terremoto e tsunami di Tohoku 2011 Giappone, M=9.2



L'inatteso e forte scivolamento della porzione più superficiale della faglia ha provocato il grande tsunami.

La conoscenza dei terremoti e di conseguenza la stima del rischio a essi associato ha come prerequisito la comprensione dei processi fisici che li determinano.

Tanto più sappiamo sulla fisica dei terremoti, tanto maggiori saranno le possibilità di essere preparati al prossimo evento.



Le basi per gli studi di fisica dei terremoti sono state poste dal terremoto di San Francisco 1906;  $M = 7.8$ .



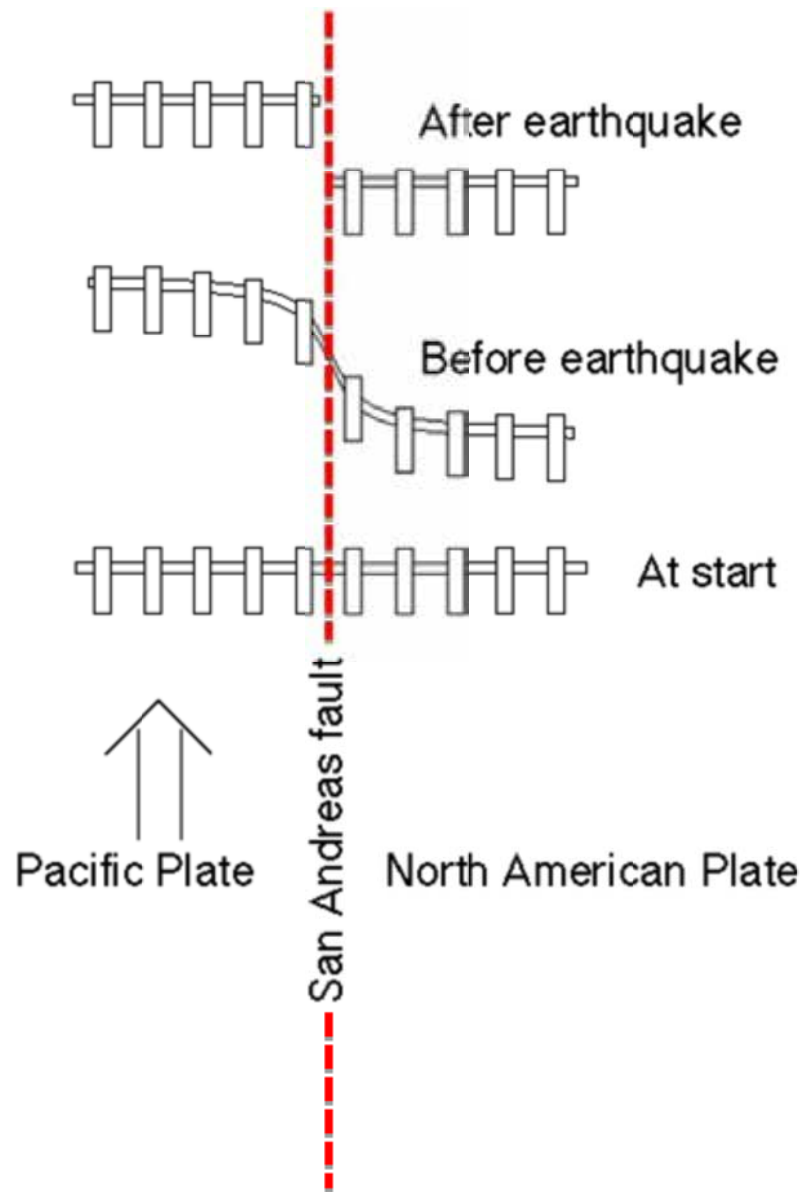
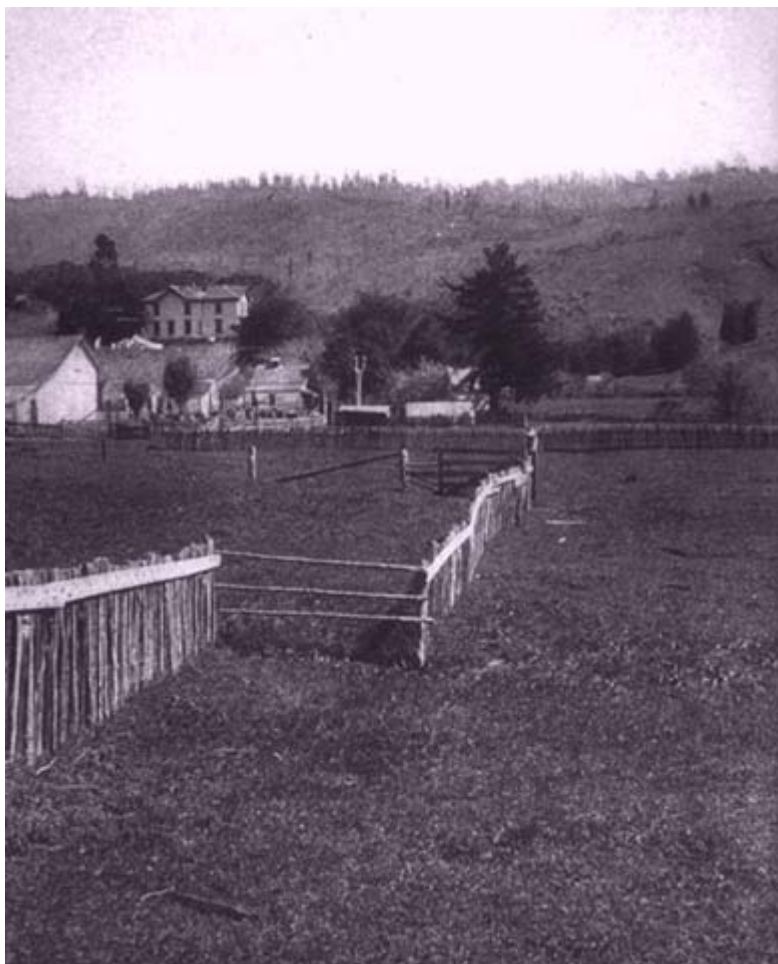
Il terremoto di San Francisco 1906,  $M = 7.8$ : relazione tra terremoto e faglie



Il terremoto di San Francisco 1906,  $M = 7.8$ : effetti di sito e rischio sismico



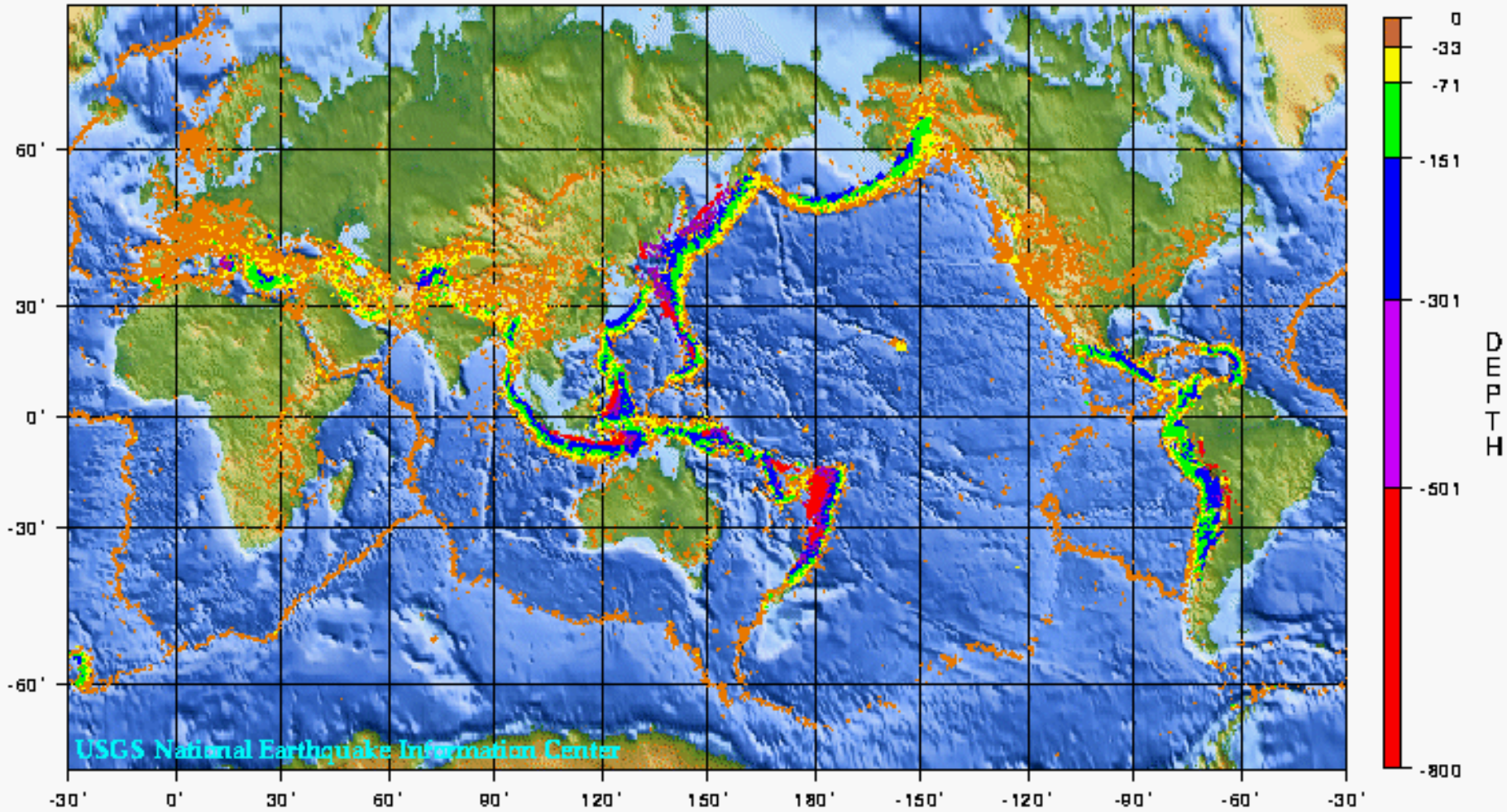
Il terremoto di San Francisco 1906, M = 7.8: stick-slip e rimbalzo elastico Reid 1910





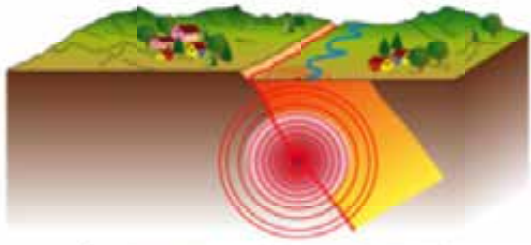
I terremoti generalmente avvengono ai limiti di placca.....

### World Seismicity: 1975 - 1995



.....sulle faglie

Espressione superficiale della faglia che ha generato il terremoto di Kobe in Giappone nel 1995,  $M = 6.5$ .



Mt Vettore Fault (m 2120 a.s.l.)  
coseismic rupture  
4 Nov. 2016

.....sulle faglie

Espressione superficiale della  
faglia che ha generato il terremoto  
di Norcia il 30/10/2016 M = 6.5.

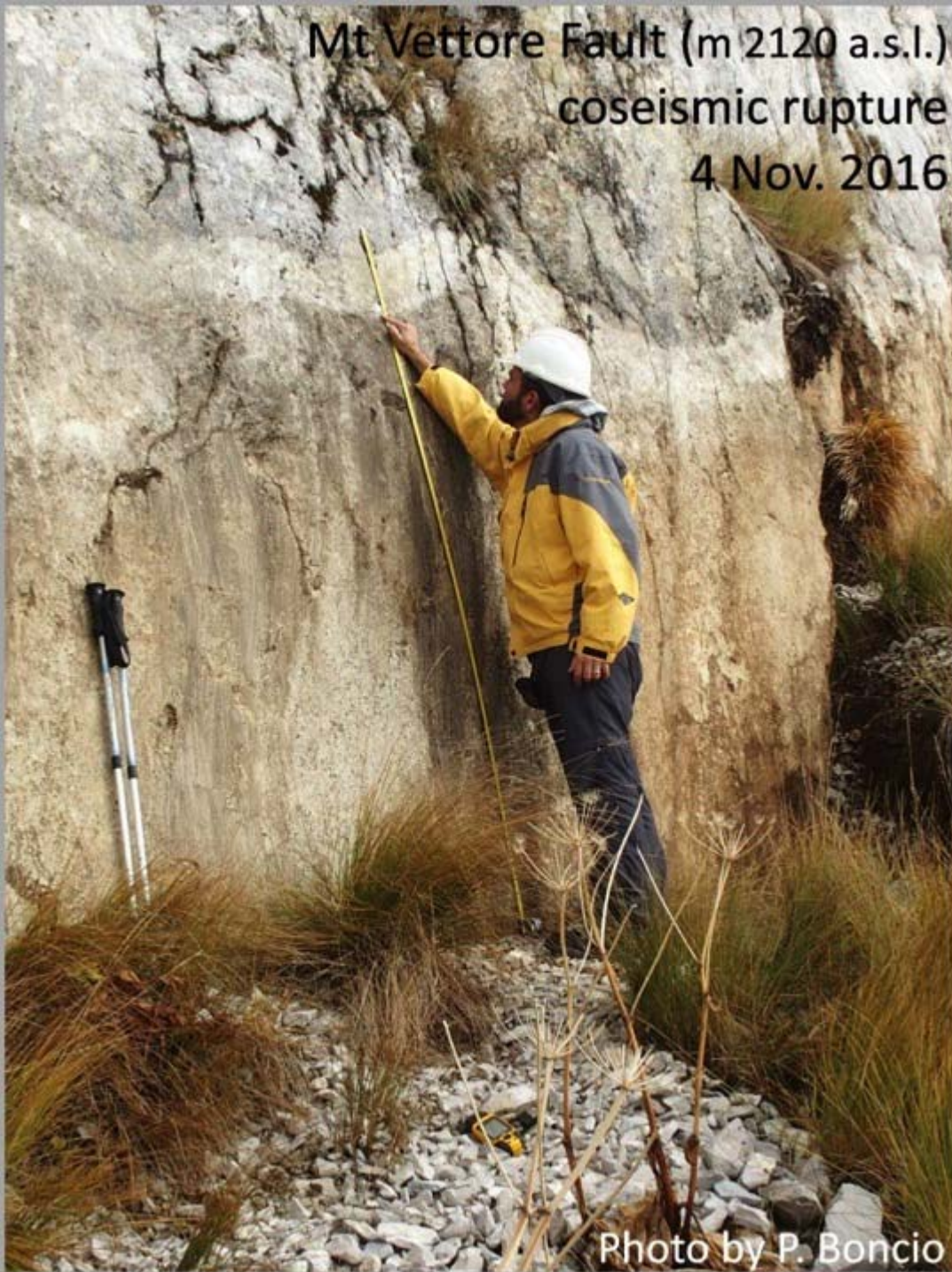
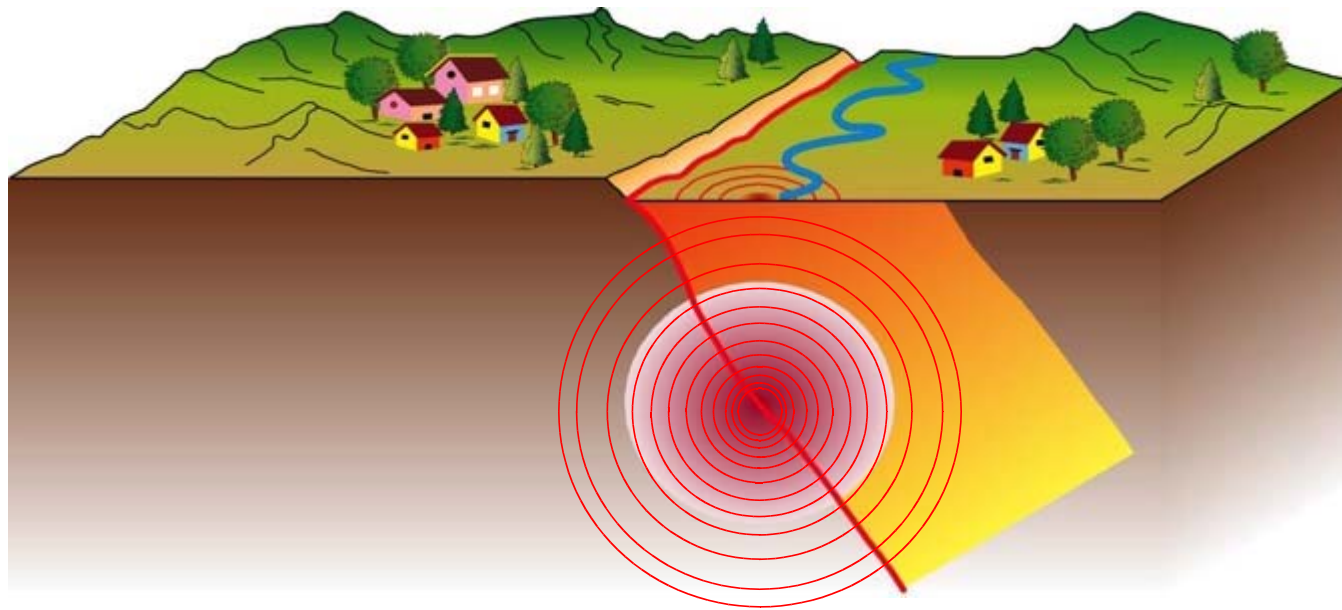


Photo by P. Boncio

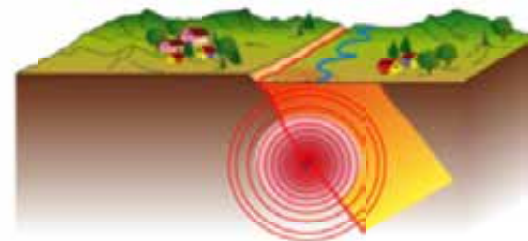
Faglia di San Andreas in California



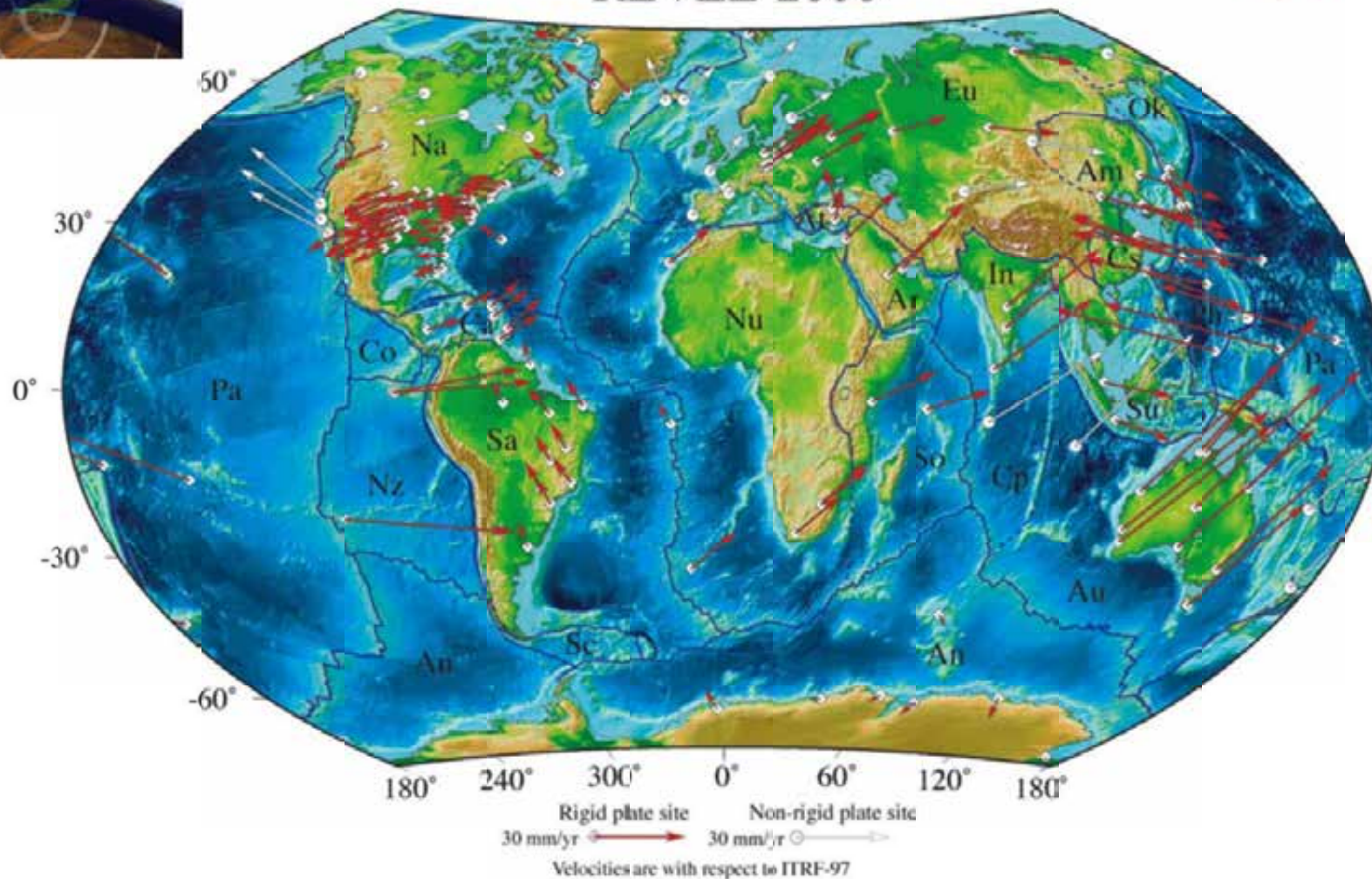
**Faglia:** struttura geologica assimilabile ad un piano che separa due porzioni di crosta terrestre. Il terremoto produce un movimento lungo la faglia.



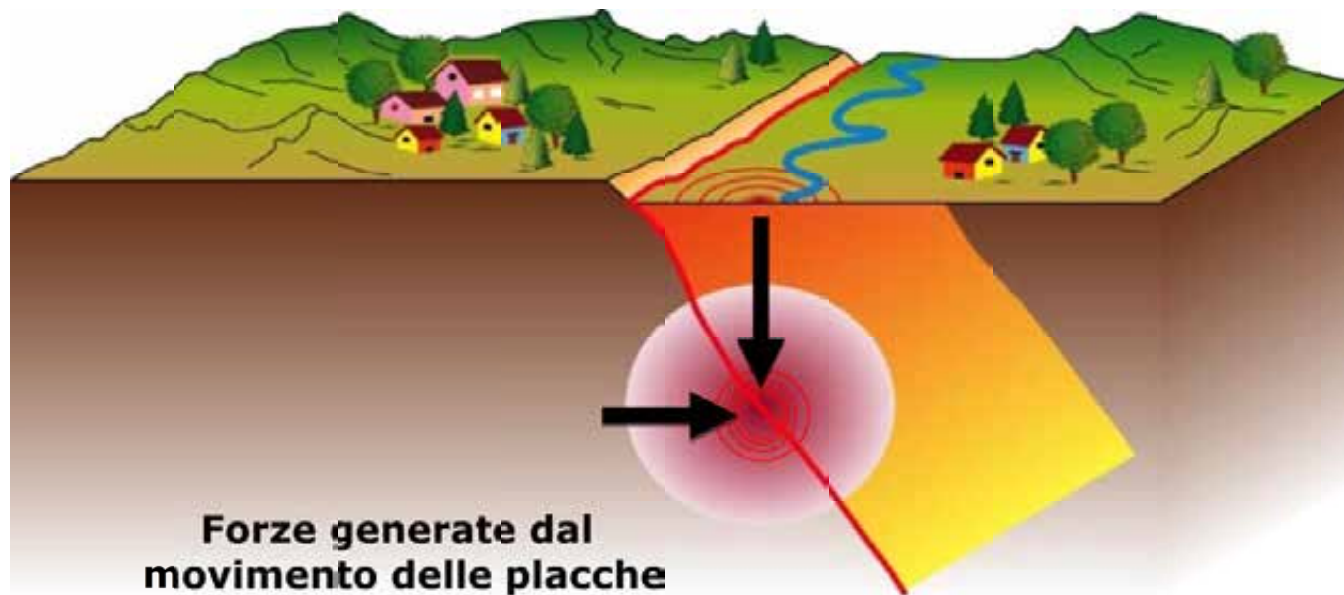
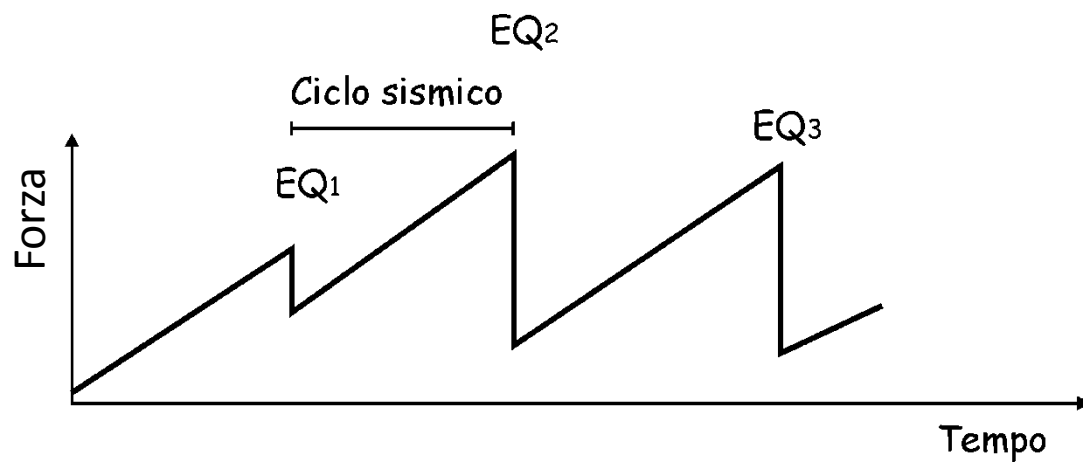
Lo spostamento continuo delle placche, oggi misurato dai sistemi satellitari, viene accomodato lungo le faglie con un movimento **stick-slip**



REVEL-2000

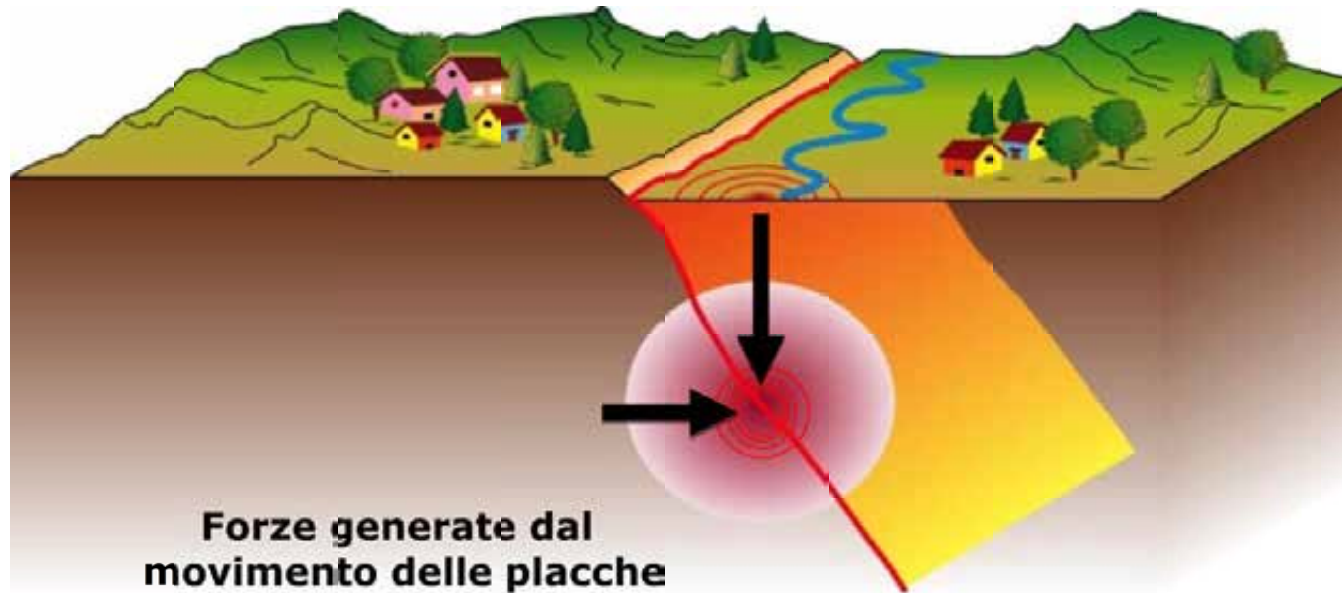
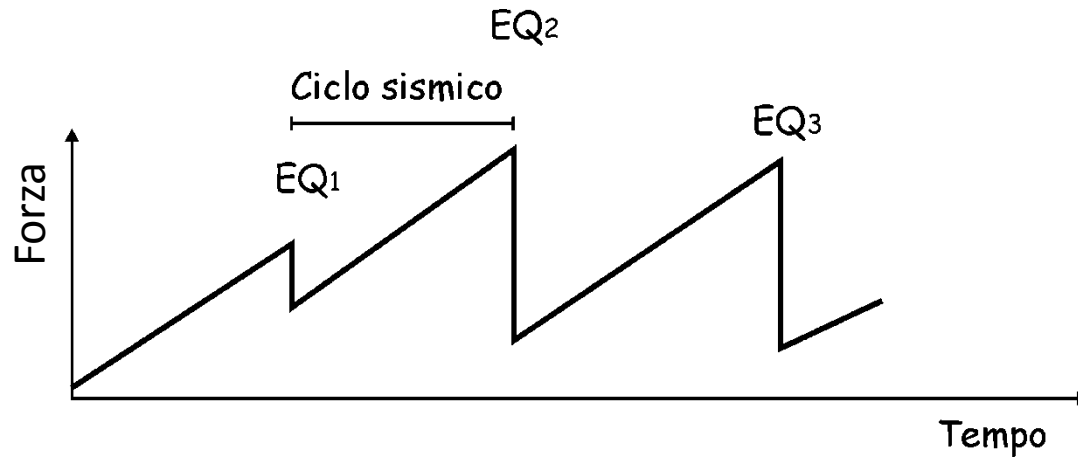


Durante un ciclo sismico (intervallo di tempo che intercorre tra l'enucleazione di un terremoto e l'evento successivo sulla stessa faglia) il comportamento della faglia è **stick-slip**



Il comportamento **stick-slip** della faglia è controllato prevalentemente:

- 1) dalla velocità di deformazione placche;
- 2) dalla rigidità delle rocce intorno alla faglia;
- 3) dall'attrito lungo il piano di faglia.





# Stick-slip e l'analogo dello **spring slider** (ovvero il comportamento elastico-frizionale)

## elastic model for earthquakes

unfaulted



elastic strain accumulates



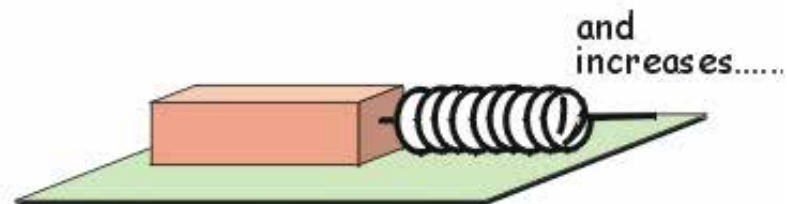
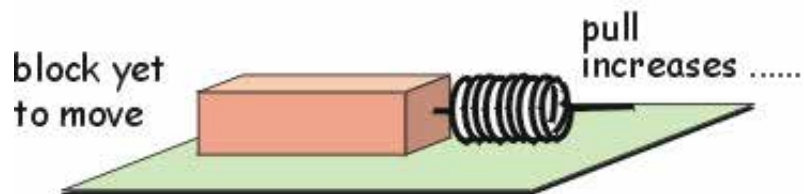
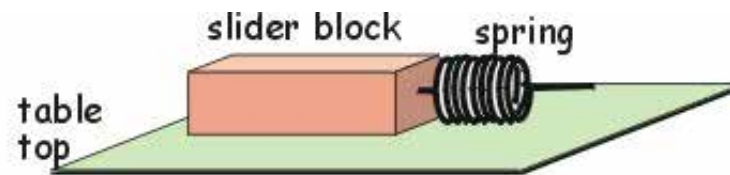
elastic strain in walls

fault slips...  
elastic strain recovered

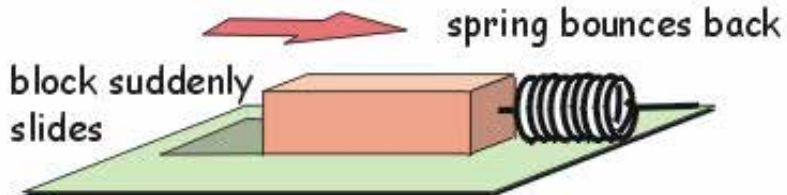


no strain again

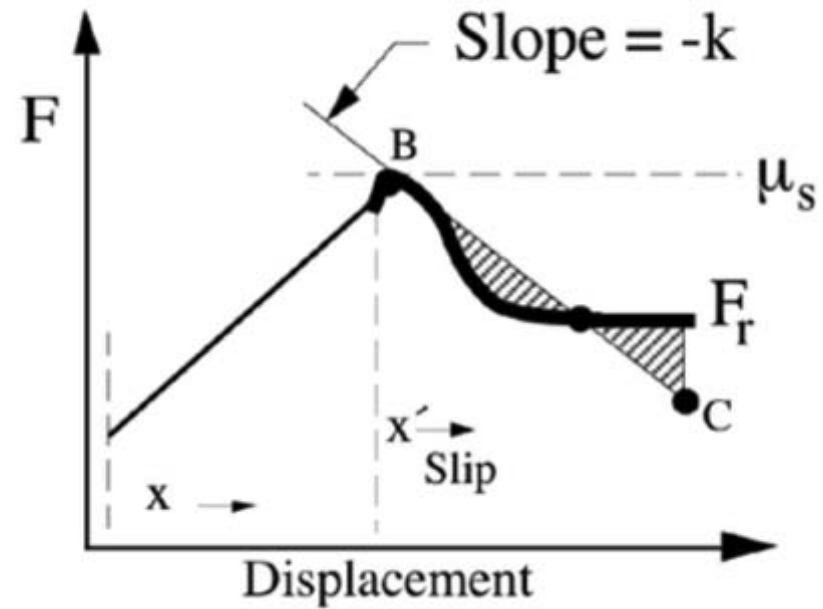
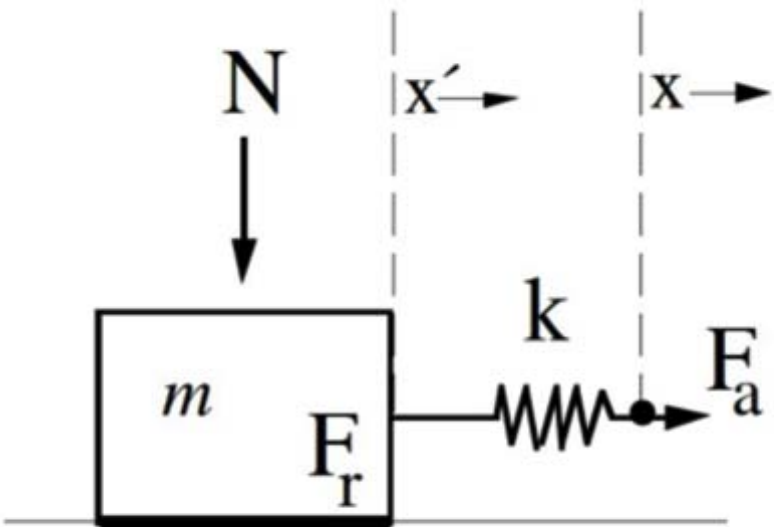
deformation governed by **elastic** behaviour of rocks  
and  
the **frictional** properties of the fault



until frictional resistance is overcome....



Stick-slip e l'analogo dello **spring slider** (ovvero il comportamento elastico-frizionale)

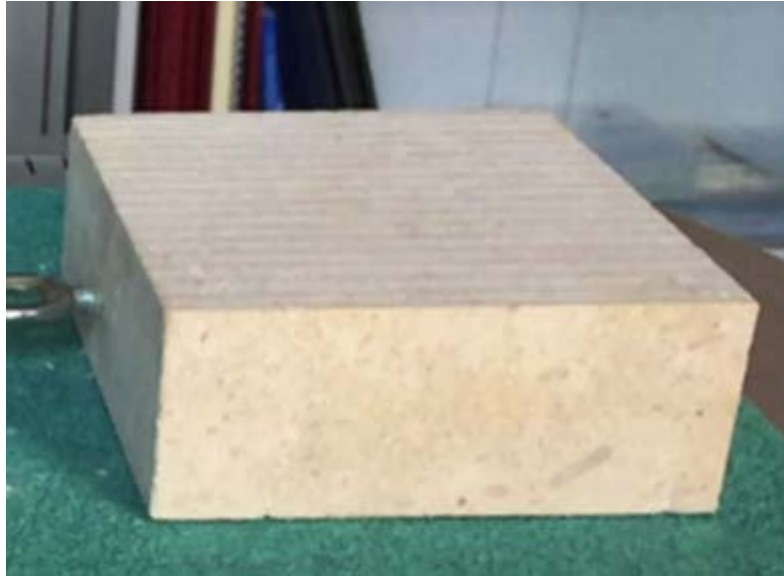


Cominciamo la parte sperimentale

Molle



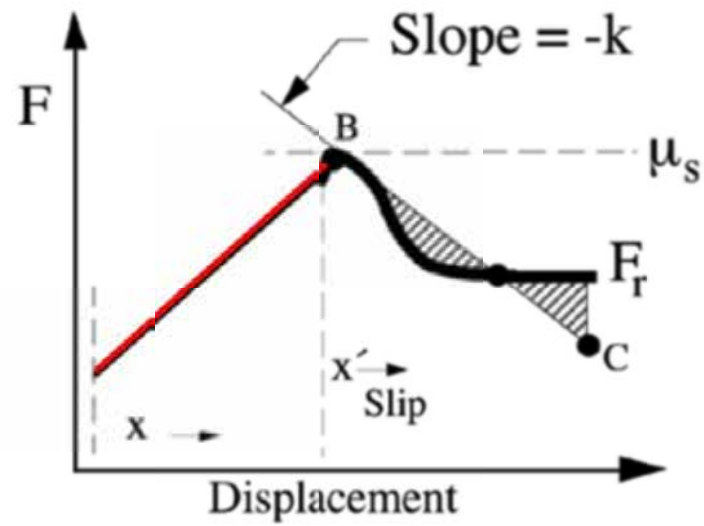
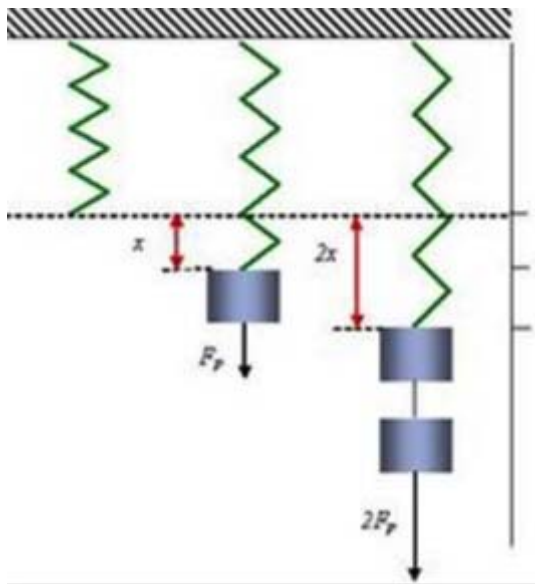
Pesi



Righello

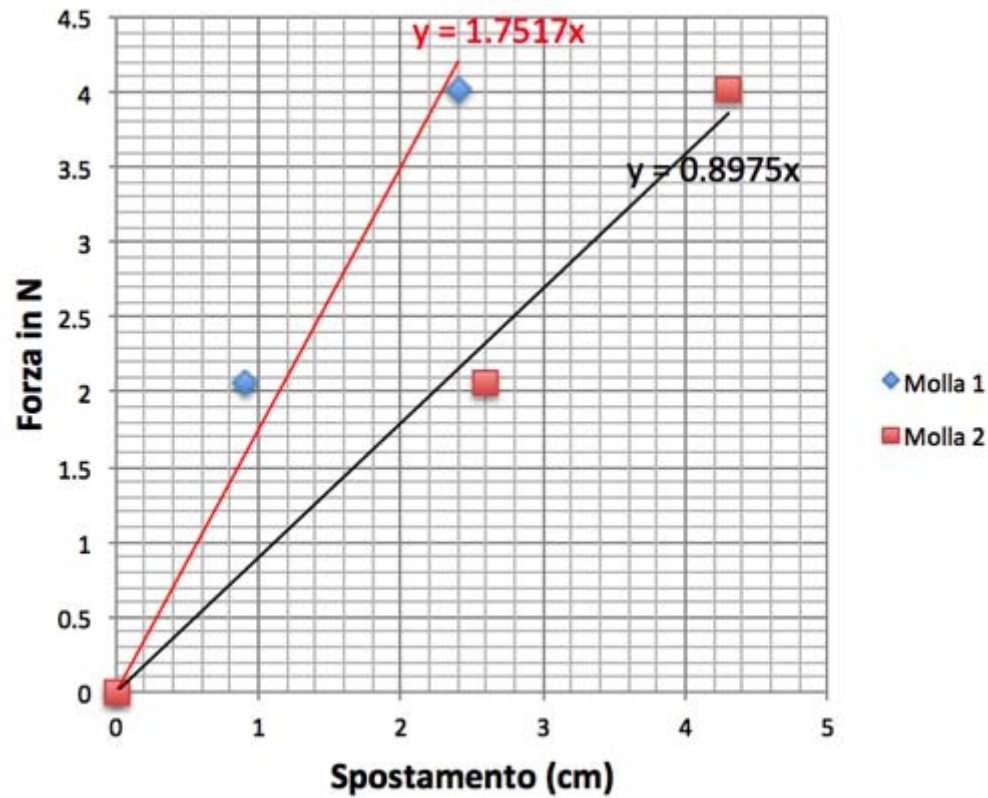


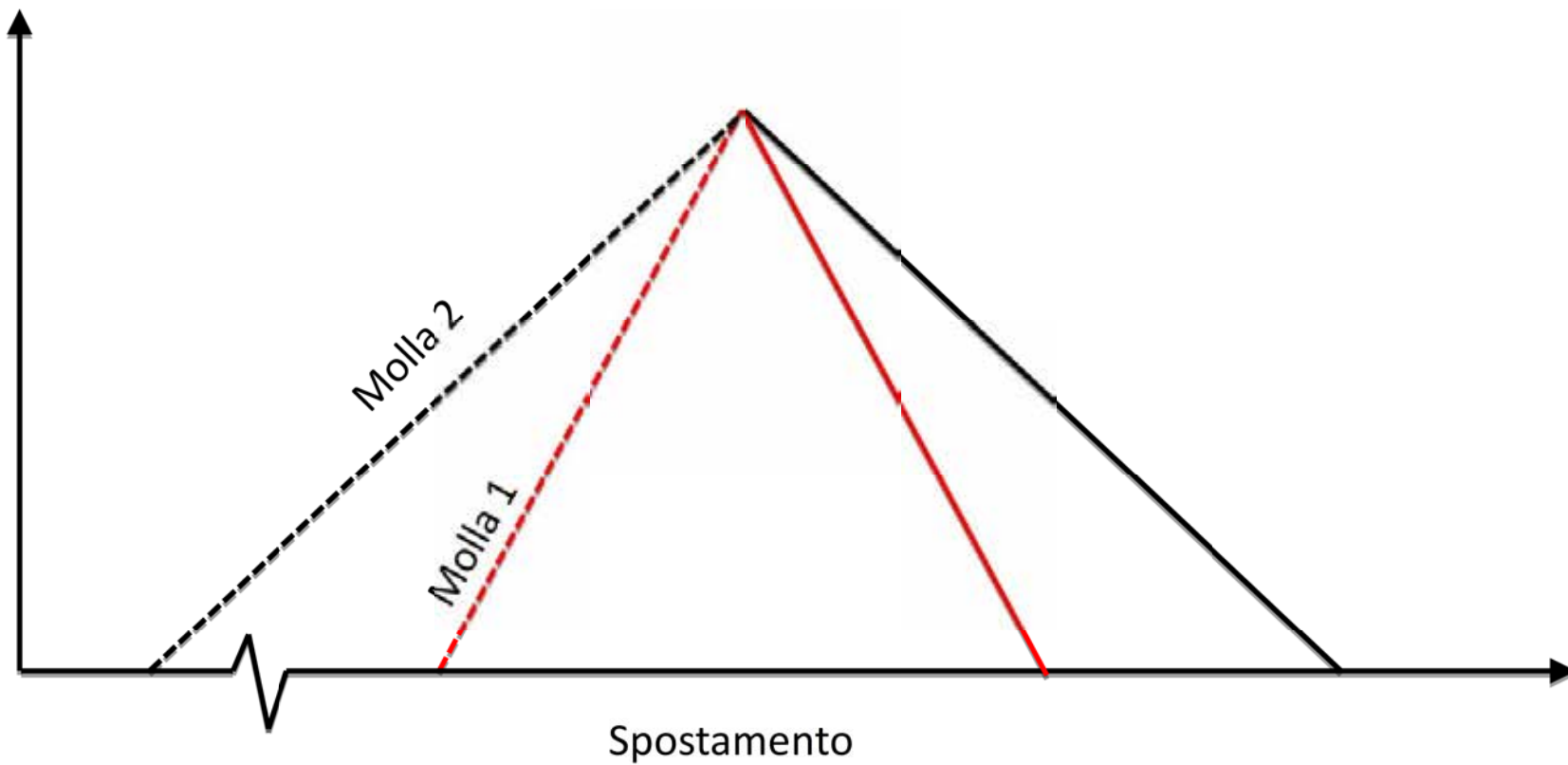
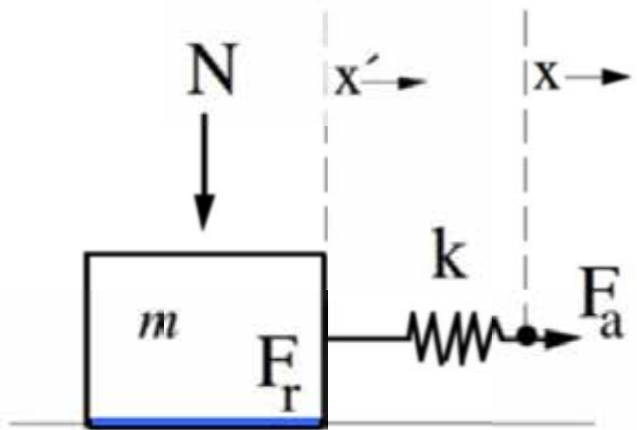
Legge di Hooke

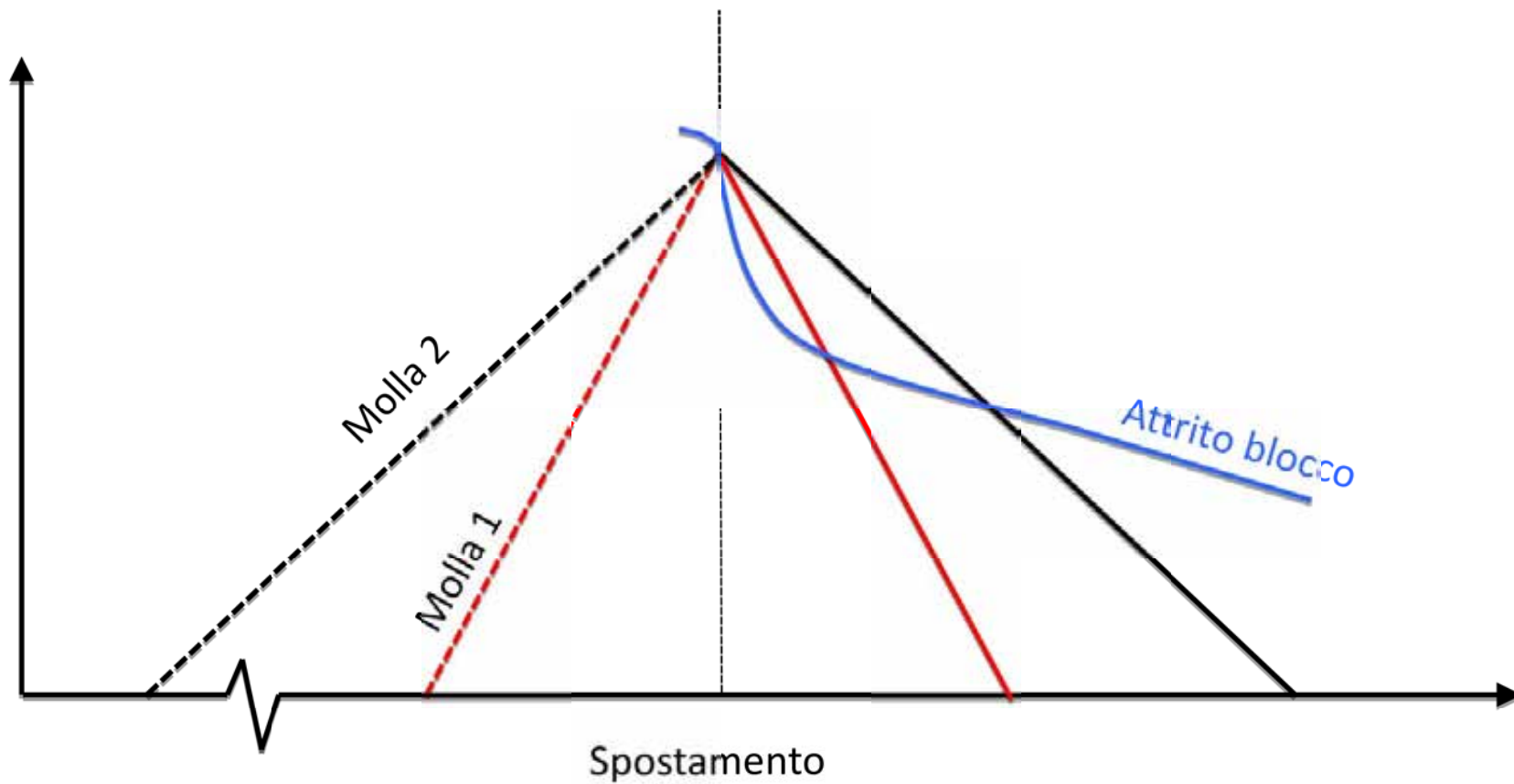
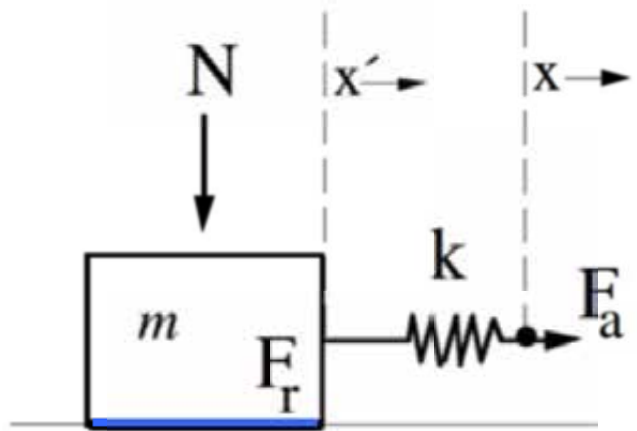


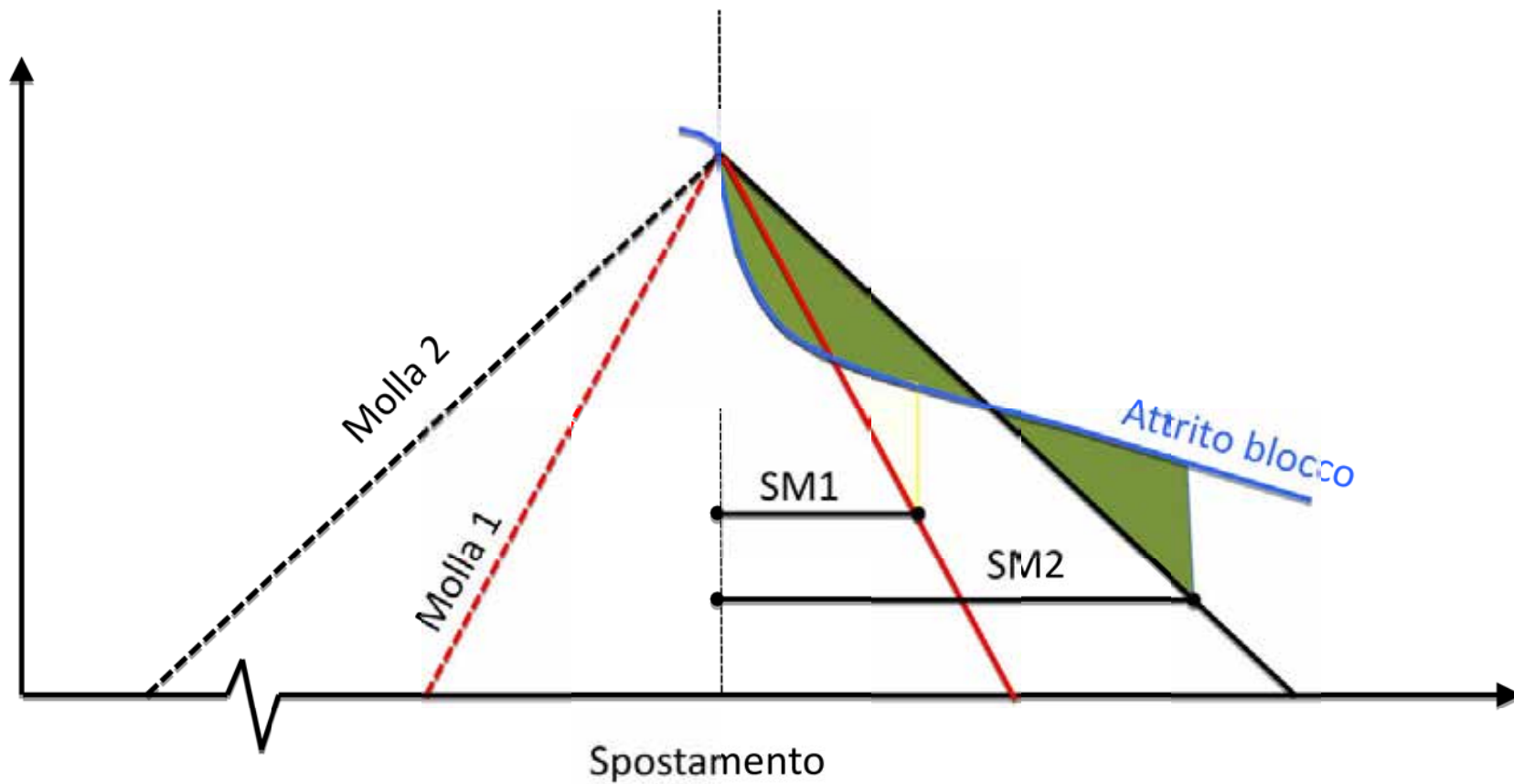
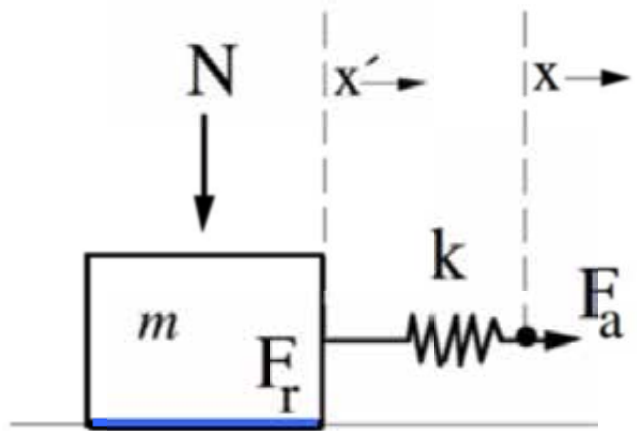
Nota: 1 N = 102 g

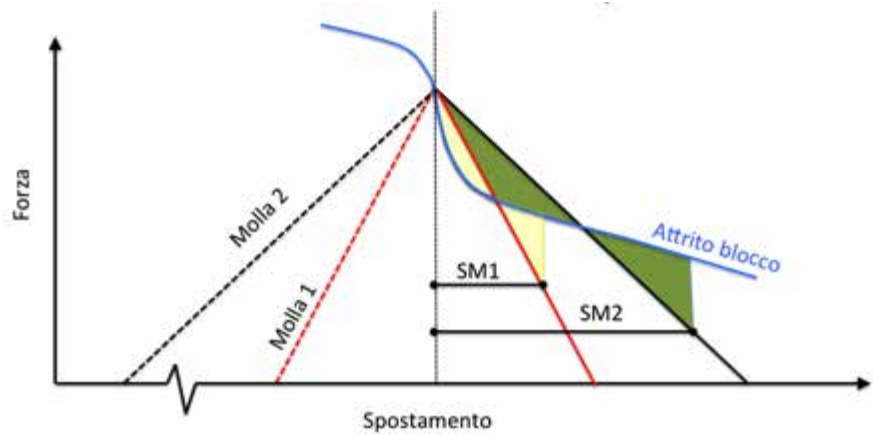
Molla 1			Molla 2		
peso	newton	allungamento	peso	newton	allungamento
0	0	0	0	0	0
211 (g)	2,0686	0.9 (cm)	211 (g)	2,0686	3.9 (cm)
410 (g)	4,0196	2,4 (cm)	410 (g)	4,0196	4,8 (cm)











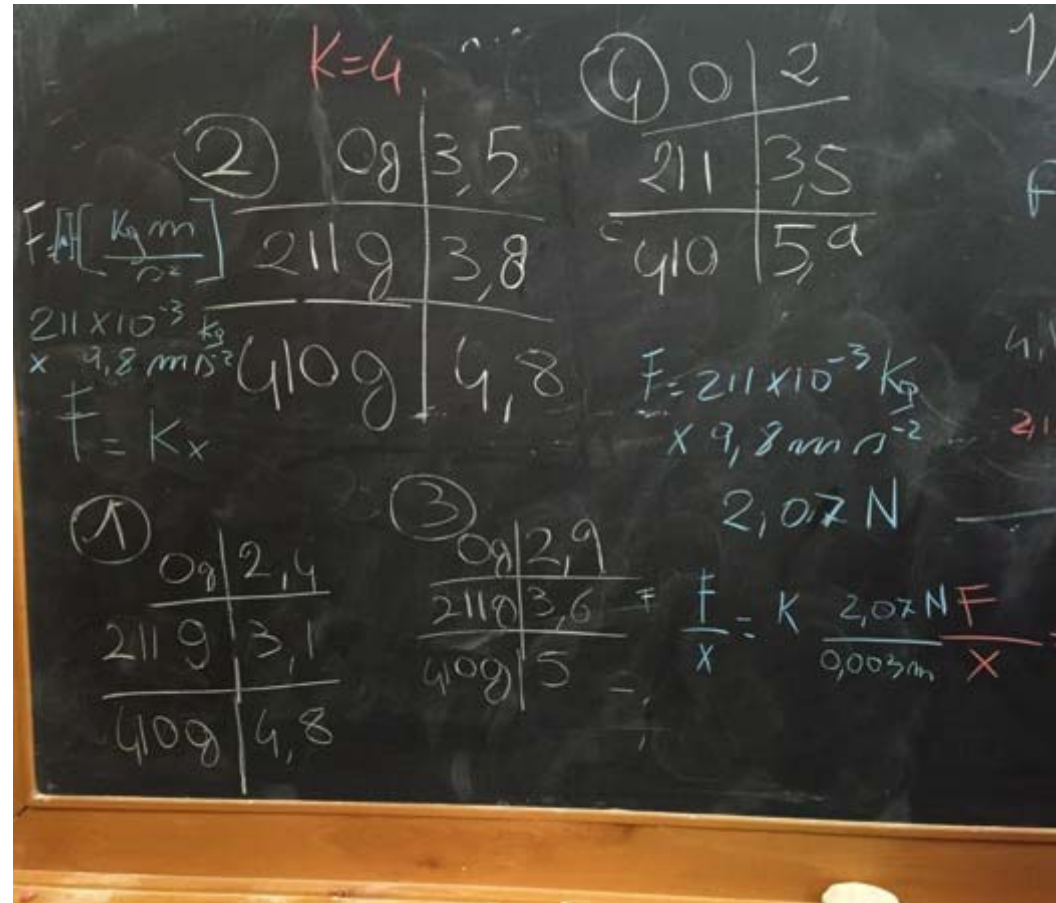
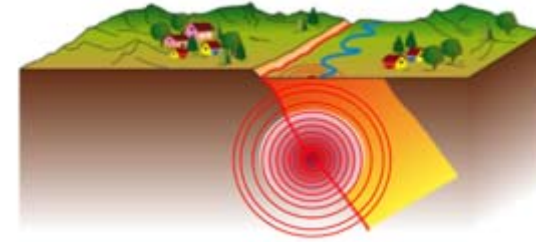
Molla 1	
Prova 1	prova 2
2	2,8
2,3	2,2
2,2	2
2	2,8
3	3
2,8	2
5	2,7
2,3	2,2
3,3	2
3	3
.....	.....
Media	Media
2,79	2,516666667

Molla 2	
Prova 1	prova 2
4	2
3,5	5
2,3	4,5
3,3	3
4,5	2
4	4
4,5	4
5,3	4,7
4,5	2,5
....	.....
....	.....
Media	Media
3,99	3,52

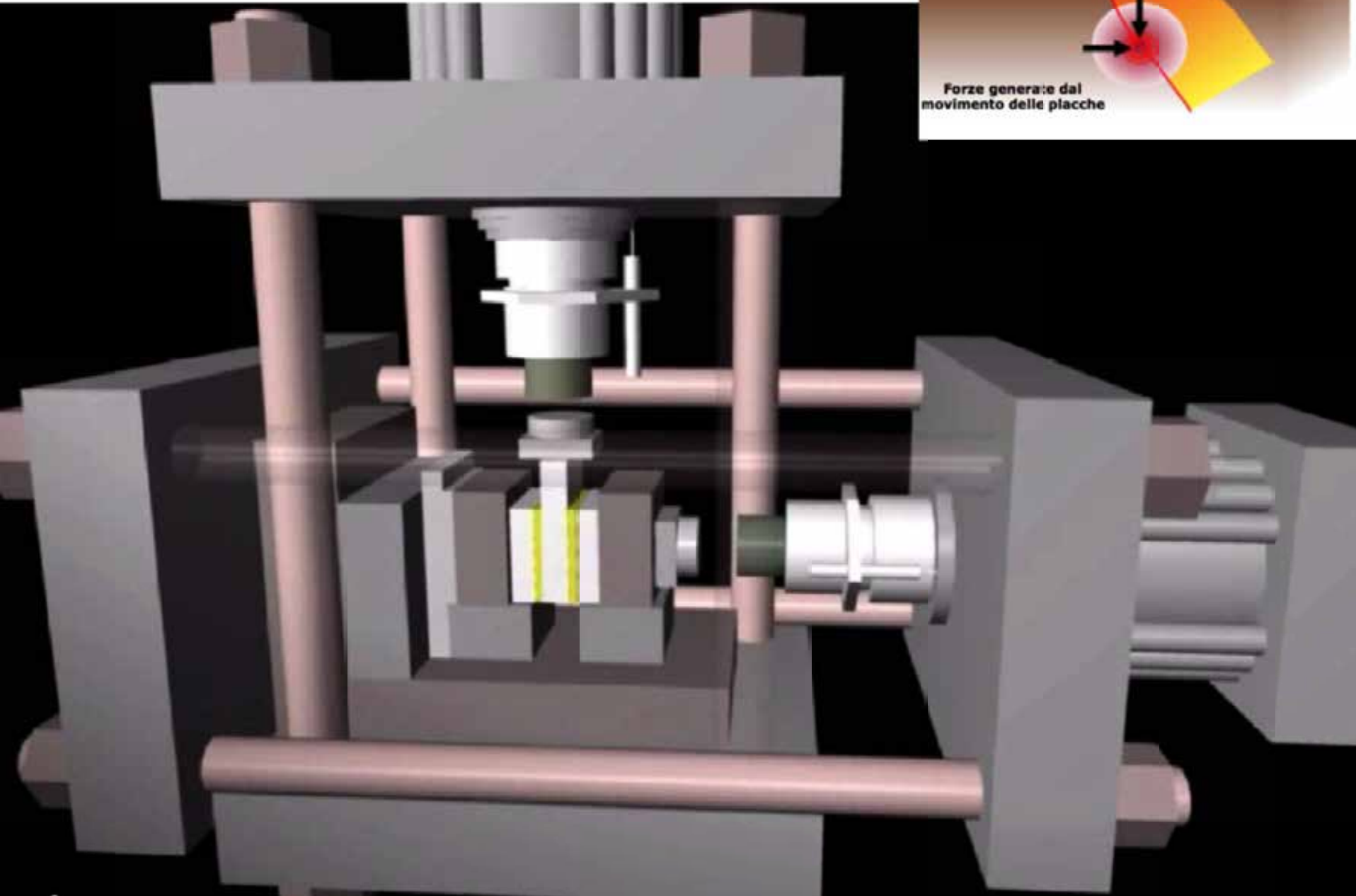


L'entità dello scivolamento e quindi la magnitudo del terremoto è funzione di vari parametri, p.es.:

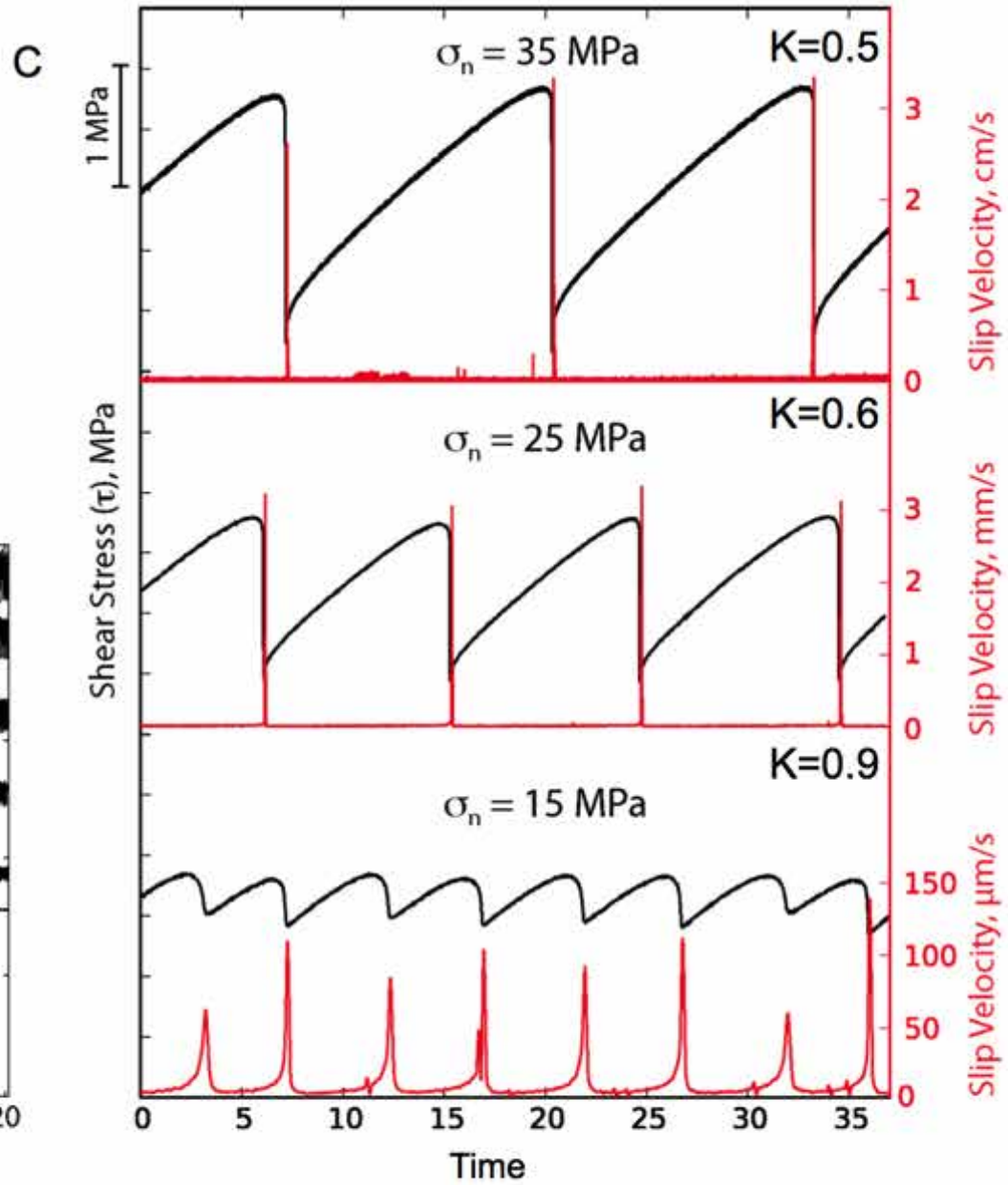
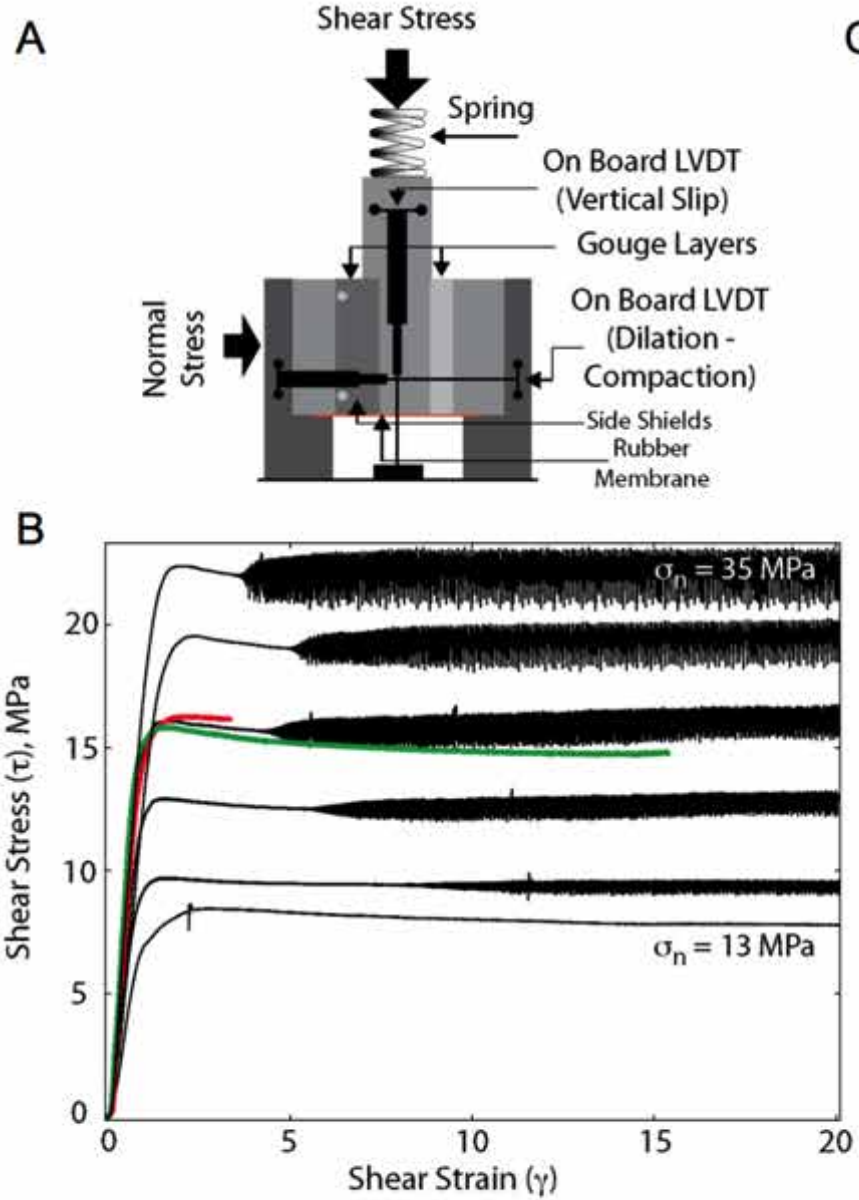
- a) tipo di superficie di scivolamento analogo attrito della faglia;
- b) rigidità della molla analogo delle rocce intorno alla faglia;
- c) velocità del motore analogo delle velocità delle placche;



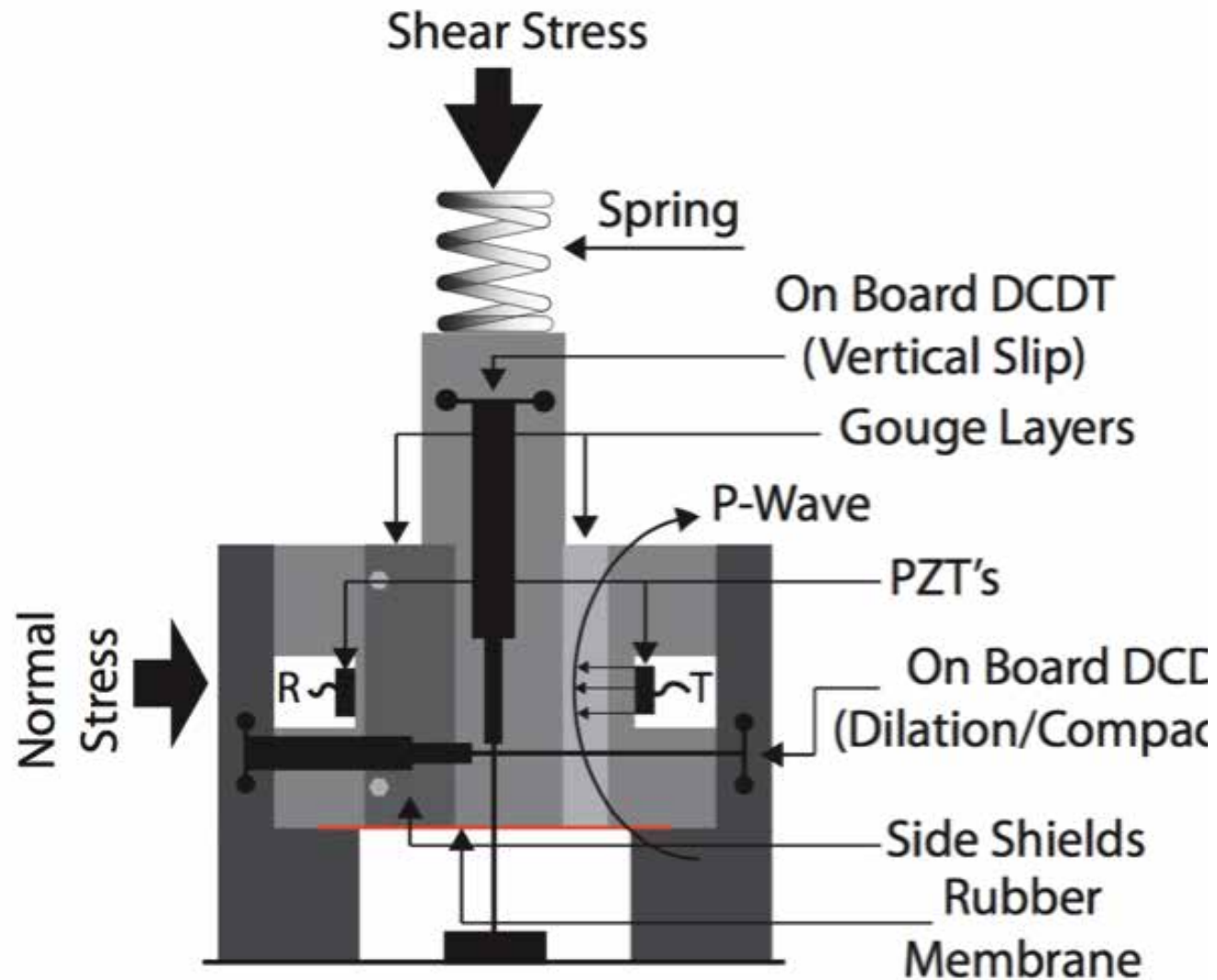
Apparati sperimentali per simulare lo scivolamento lungo faglie



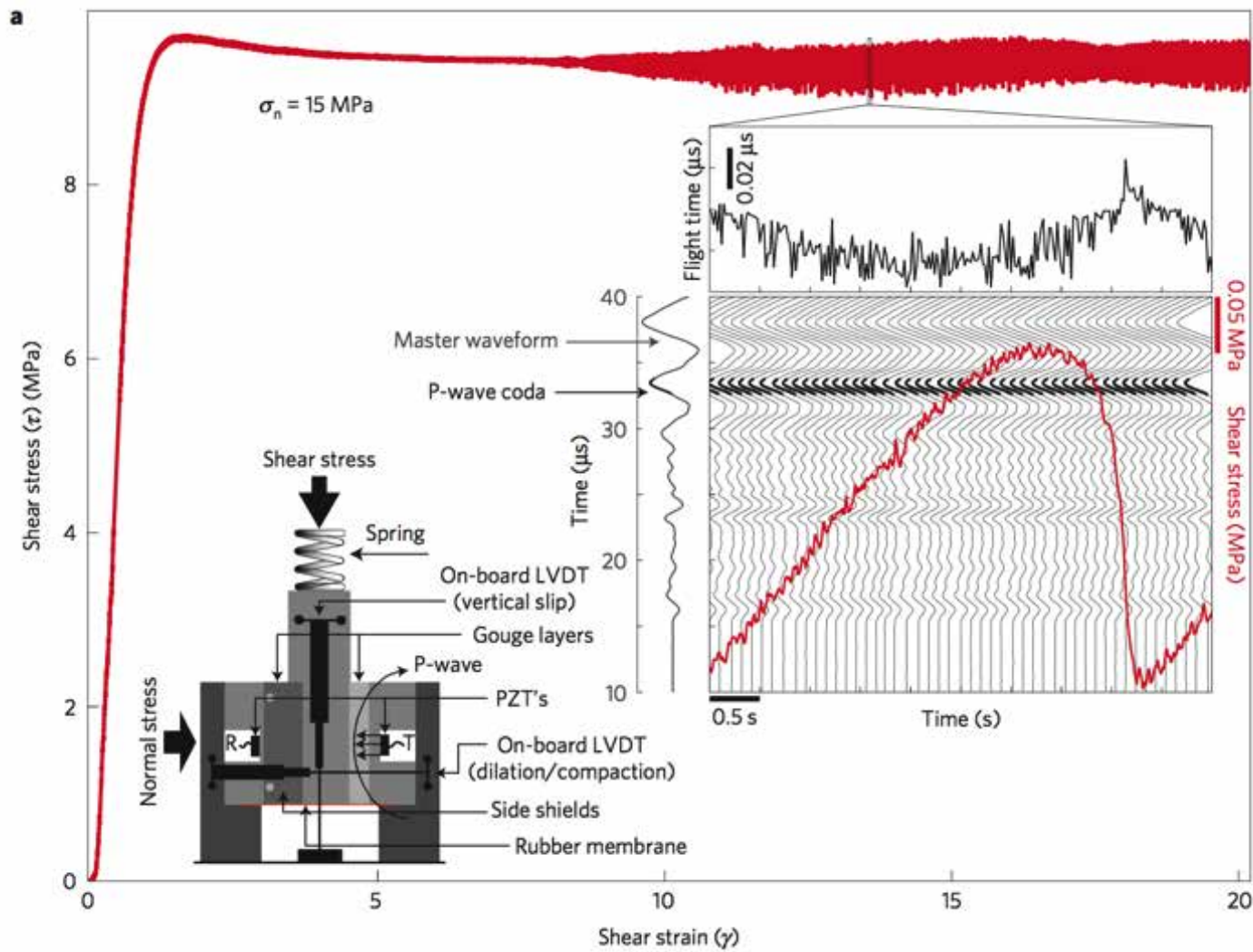
# Cicli sismici e comportamento stick-slip in laboratorio



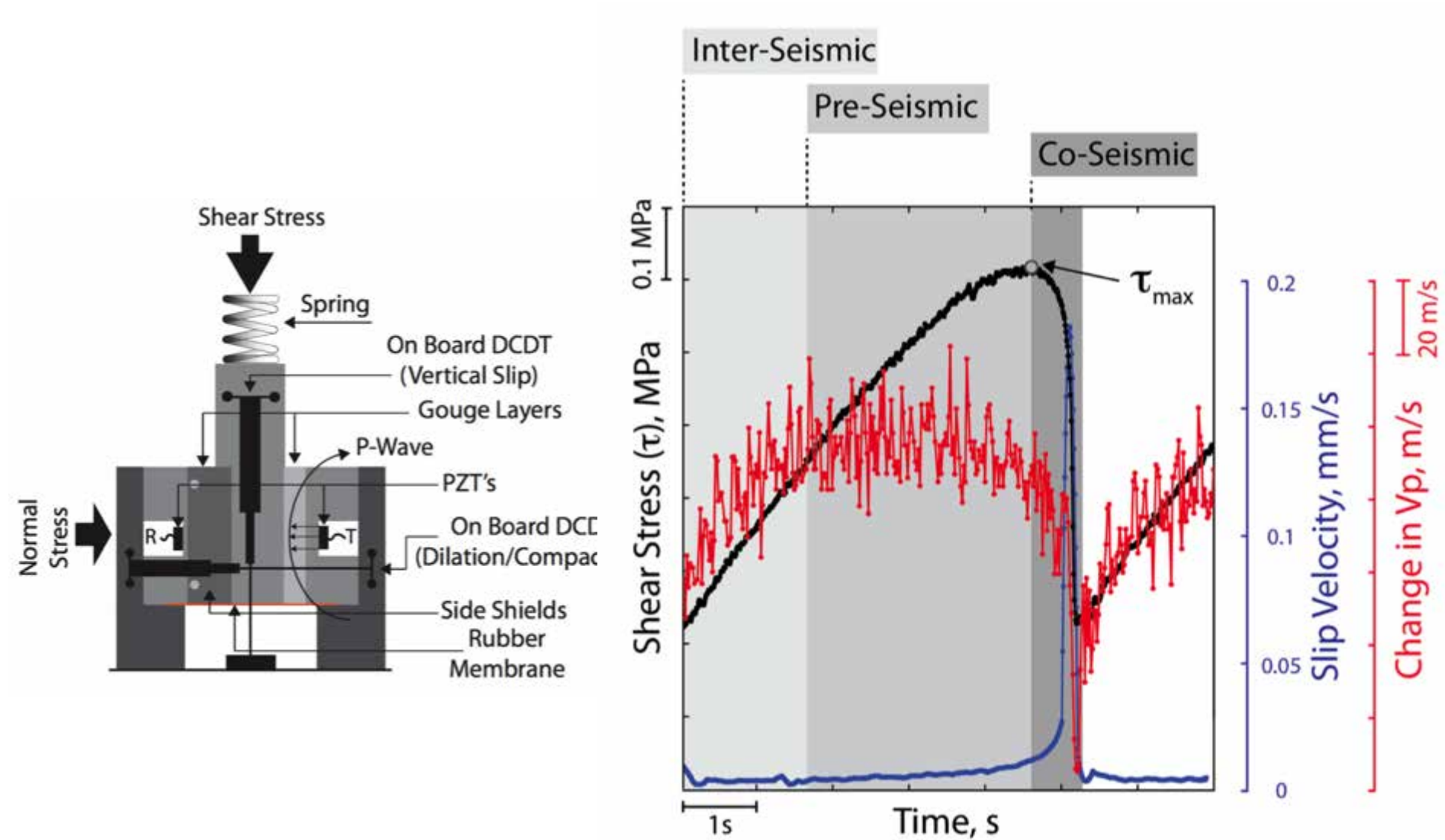
Velocità di propagazione delle onde acustiche come strumento per monitorare l'evoluzione dei parametri fisici della faglia durante il ciclo sismico.



Velocità di propagazione delle onde acustiche come strumento per monitorare l'evoluzione dei parametri fisici della faglia durante il ciclo sismico.

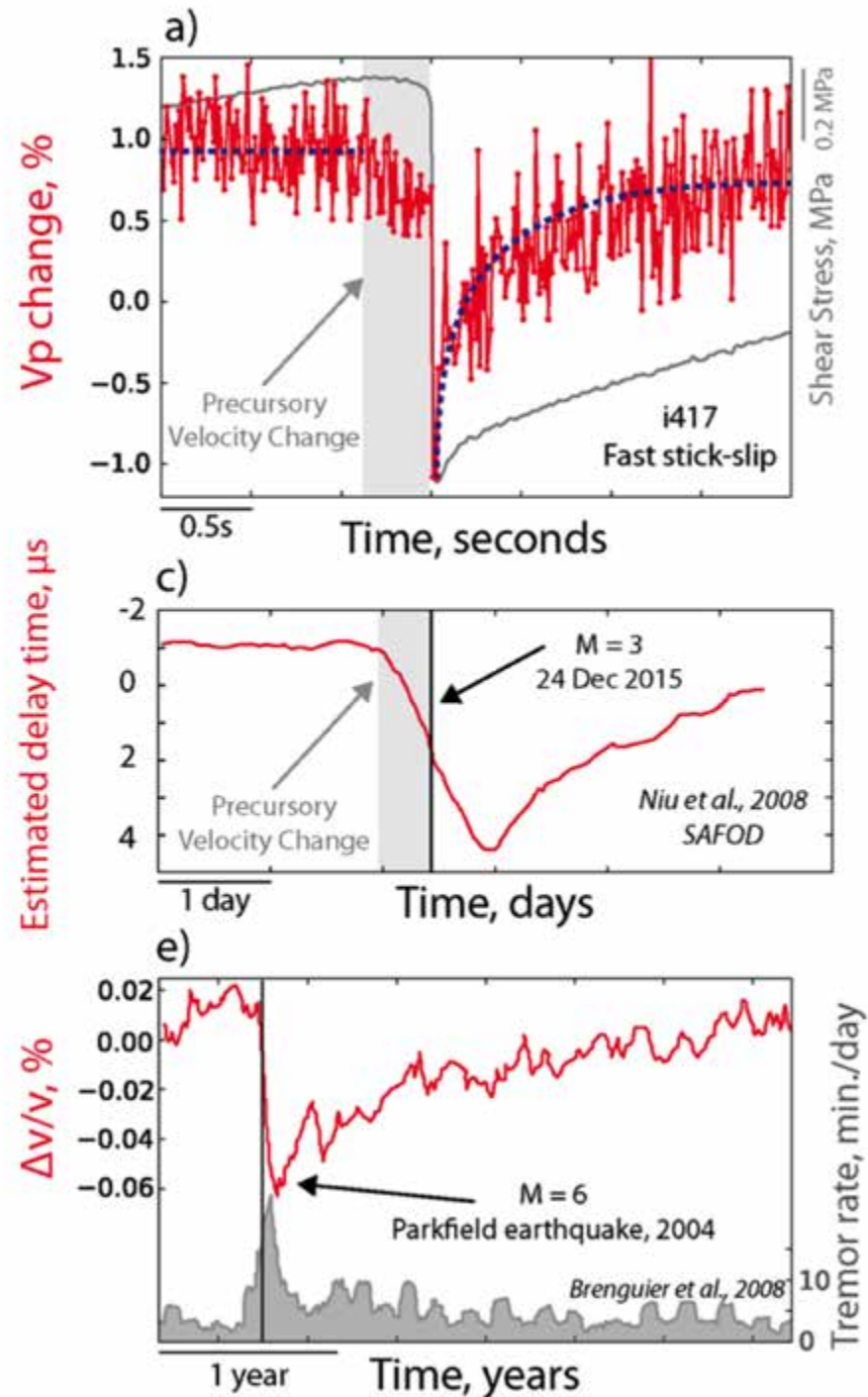


Segnali precursori dati dalla diminuzione delle velocità onde acustiche prima del terremoto in laboratorio.



Scuderi et al., Nature Geoscience 2016

1) Evoluzione delle  $V_p$  simili in eventi di laboratorio a) e naturali b) e c).



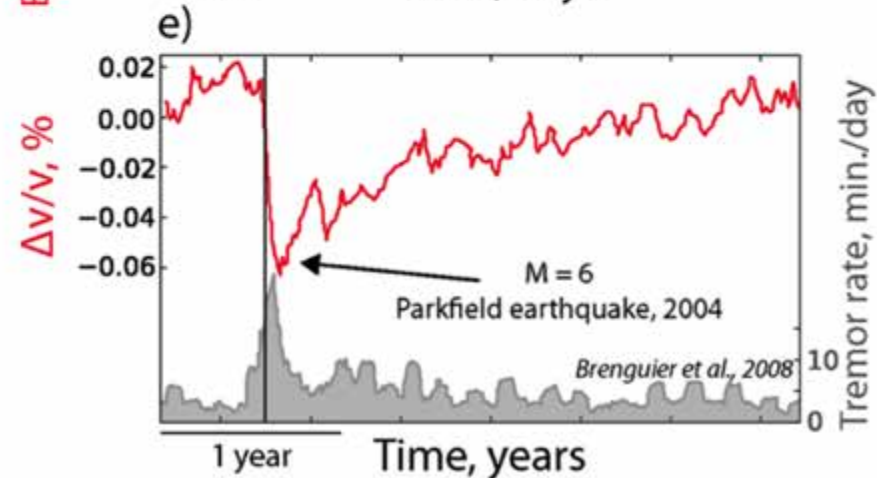
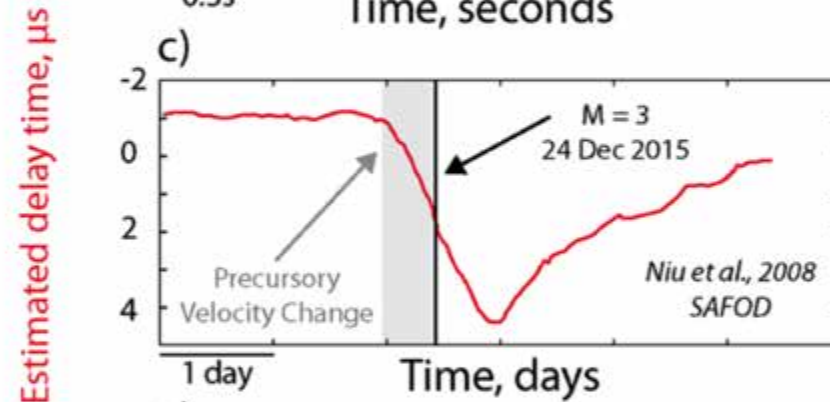
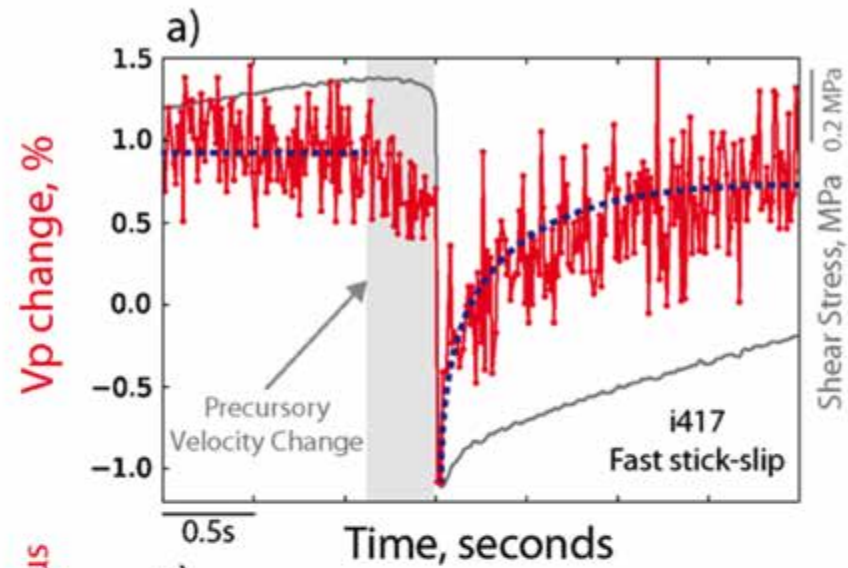
Scuderi et al., Nature Geoscience 2016

1) Evoluzione delle  $V_p$  simili in eventi di laboratorio a) e naturali b) e c).

2) Segnali precursori dati dalla diminuzione delle velocità onde acustiche

a) in laboratorio;

b) su faglie altamente monitorate come la San Andreas.





1) Evoluzione delle  $V_p$  simili in eventi di laboratorio a) e naturali b) e c).

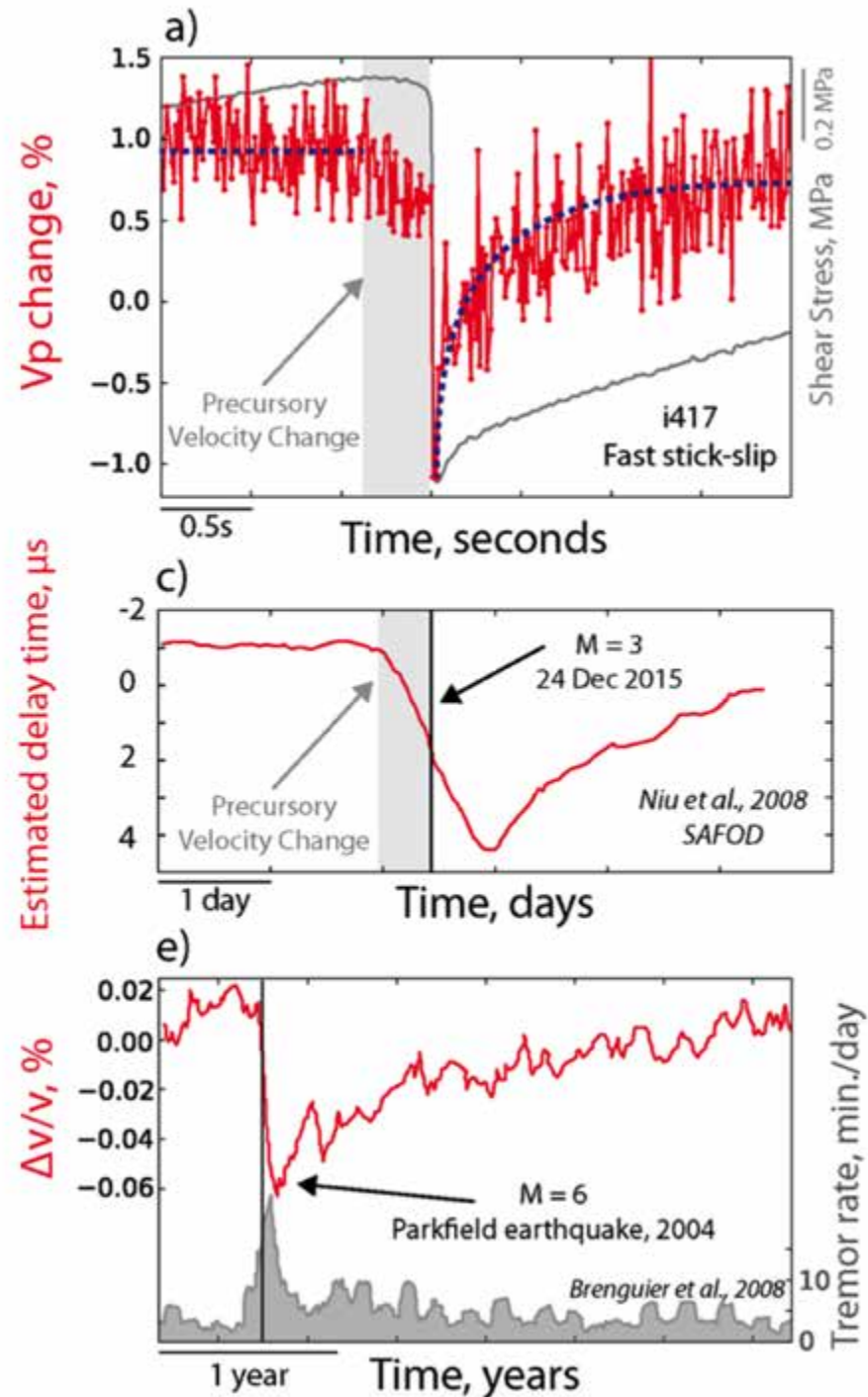
2) Segnali precursori dati dalla diminuzione delle velocità onde acustiche

a) in laboratorio;

b) su faglie altamente monitorate come la San Andreas.

**Monitoraggio di faglie real-time come potenziale strumento per individuare i segnali precursori dei terremoti !**

Scuderi et al., Nature Geoscience 2016





**Grazie**

**RESEARCH & INNOVATION**  
Marie Skłodowska-Curie actions



**GLASS: 259256**

**FEAT: 656676**