

**Precursori sismici
e
fenomeni elettromagnetici**

Adriano Nardi

Fenomeni precursori: premessa

Sono già noti moltissimi tipi di fenomeni che, occasionalmente, possono manifestarsi come precursori di un sisma.

Prima distinzione: - fenomeno qualitativo
- fenomeno quantitativo

Caratteristiche di un precursore ideale: - oggettività, sistematicità, necessità.

Perfino il precursore “ideale” non è necessariamente utile da un punto di vista operativo. Per una previsione operativa occorrono altri requisiti: la fenomenologia deve poter rivelare “dove”, “quando” e “quanto forte”.

Non esiste ancora un precursore “ideale”, né tantomeno un precursore operativamente utile alla previsione del terremoto.

Ad oggi, non è possibile prevedere un terremoto.

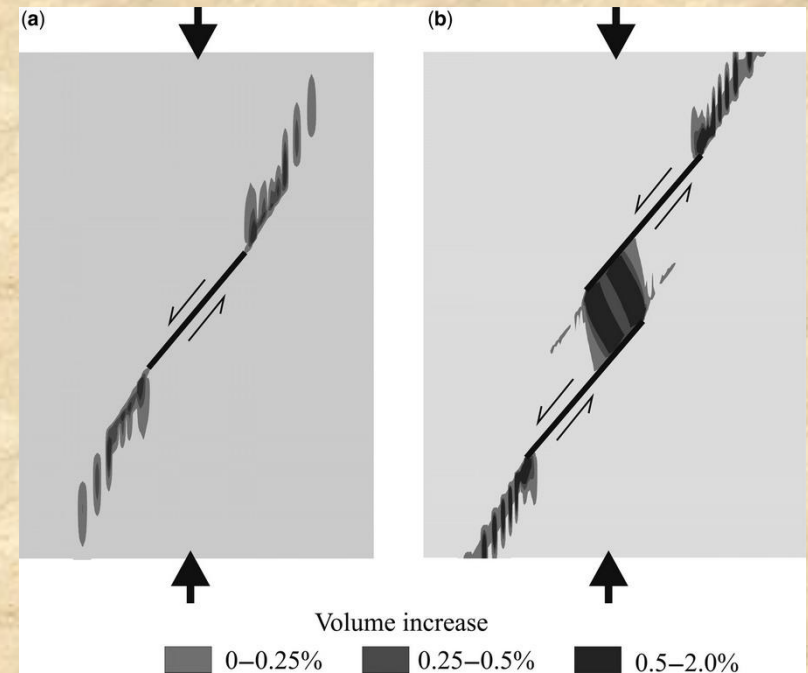
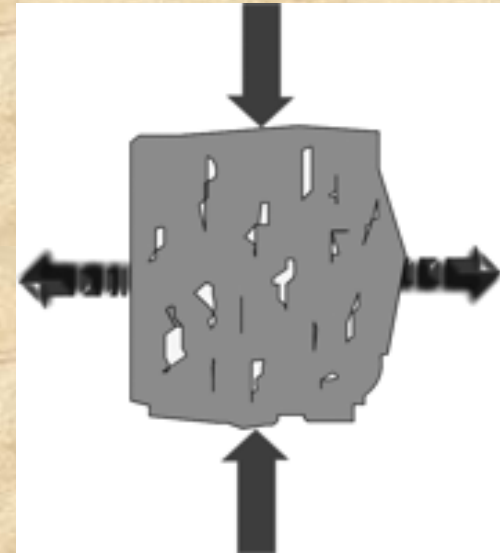
Alcuni tipi di precursori

- Variazioni del livello di falda;
- Variazione della concentrazione di gas Radon nelle falde acquifere;
- Variazione della velocità delle onde sismiche;
- Fenomeni elettrici (variazioni della resistività del suolo, correnti telluriche, variazioni del campo elettrico);
- Deformazioni statiche;
- Fenomeni sismoacustici (“pianto della roccia”).

Dilatanza

E' stato osservato sperimentalmente (Scholz, 1973) che un blocco di roccia sottoposto ad uno sforzo di taglio, in prossimità della rottura aumenta il suo volume a causa della formazione di microfratture al suo interno. Se il blocco è in condizioni sature, il liquido permea la roccia riempiendo i vuoti. A questo punto è possibile che si verifichino delle alterazioni fisico-chimiche nel materiale, ma soprattutto, la pressione esercitata dall'acqua aumenta l'indebolimento del materiale fino alla formazione della macrofrattura che determina la rottura definitiva del campione.

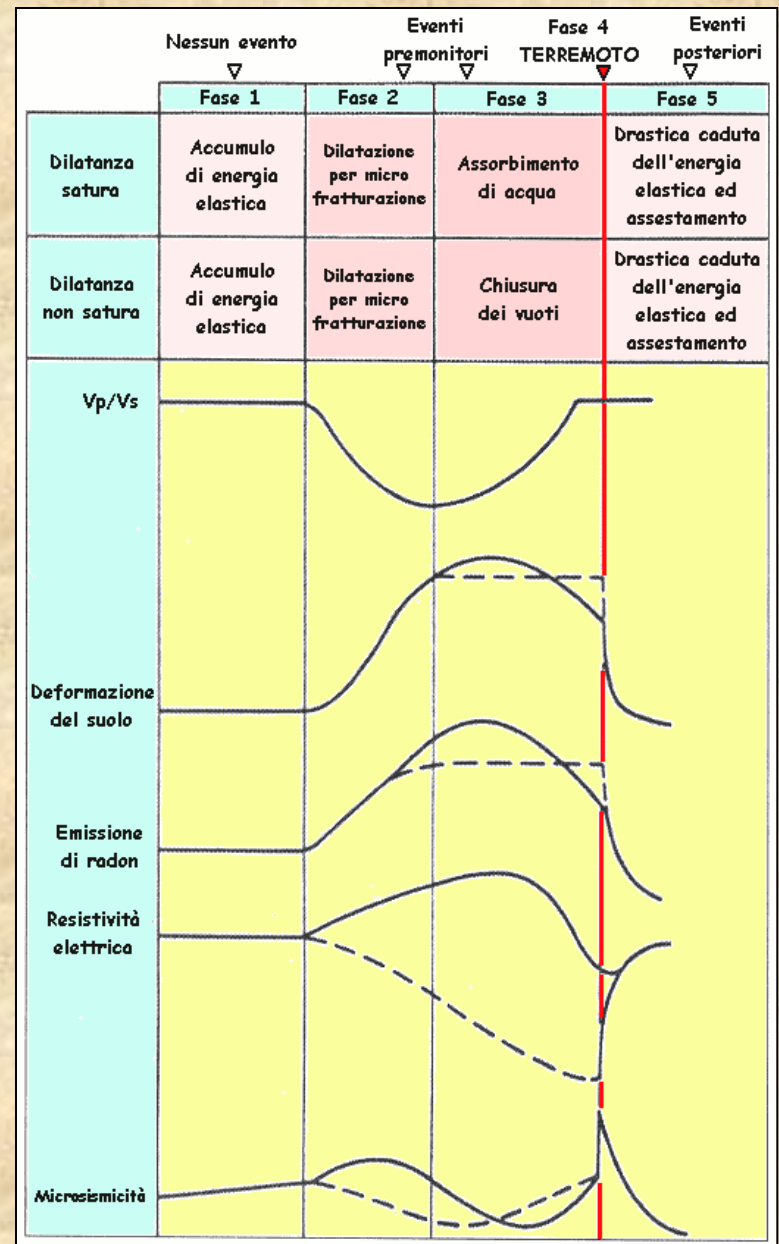
Questo modello è abbastanza realistico in quanto riproducibile in laboratorio e facilmente riconducibile all'origine dei fenomeni precursori.



Precursori e dilatanza

I fenomeni che avevamo elencato sono conseguenza della *dilatanza* e condizionati da fattori ambientali come la presenza di acqua.

- Variazioni del livello di falda;
- Variazione della concentrazione di gas Radon nelle falde acquifere;
- Variazione della velocità delle onde sismiche (V_p/V_s);
- Fenomeni elettrici (variazioni della resistività del suolo);
- Deformazioni statiche;
- Fenomeni sismoacustici (“pianto della roccia”).



Esiste un equivoco linguistico riguardo i “precursori”

Un fenomeno utile alla previsione dovrebbe:

- ❑ essere una manifestazione diretta e inevitabile del processo sismogenetico (**necessità** della sua occorrenza);
- ❑ essere espressione di uno stato avanzato e irreversibile di tale processo (**sistematicità** dell'associazione al sisma);
- ❑ nella sua variabilità, descrivere direttamente l'evoluzione del processo sismogenetico (il “**quando**” e il “**quanto forte**”);
- ❑ trasmettersi in superficie in modo diretto e misurabile (l'**oggettività** e il “**dove**”) il più rapidamente possibile (**precorrenza** del sisma).

Non è ancora noto un fenomeno che risponda a queste caratteristiche. Piuttosto osserviamo che:

- ❑ il legame con la dilatanza è ciò che rende “precursori sismici” i fenomeni che abbiamo visto.
- ❑ al contrario, il loro legame remoto, induttivo e condizionato, con il fenomeno della dilatanza, è ciò che rende i “precursori” poco attendibili ai fini di una previsione operativa.

Breve storia dei precursori EM

1570 – Duilio Zappaterra: in occasione del terremoto di Ferrara, le prime testimonianze di fenomeni luminosi documentate in Italia.

1910 – Galli: prima classificazione di fenomeni luminosi in Italia. Un elenco 146 fenomeni osservati prima, durante e dopo i terremoti.

1977 – Rabinowicz: studi sugli “esoelettroni” rilevati in esperimenti di rottura su metalli e materiali lapidei.

1980 - Kamogawa e Ohtsuki rilevano emissioni radio dalla banda ELF fino alle HF in relazione al forte terremoto di Sugadaira.

A questo episodio si susseguiranno numerose testimonianze scientifiche:

Breve storia dei precursori EM

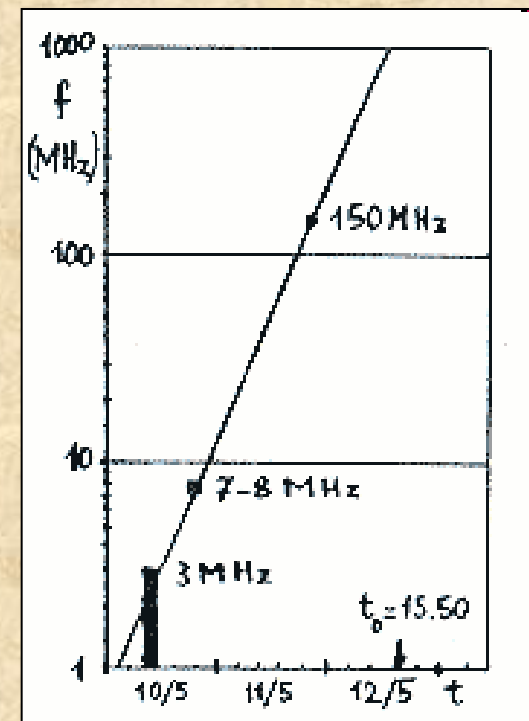
anno	banda	evento associato	bibliografia
1988	ULF	Spitak, Armenia, 12.07.88, M = 6.9	Molchanov et al., 1992
1989	ULF	Loma Prieta, California, 17.10.89, M = 7,1	Fraser-Smith et al., 1990
1993	ULF	Guam, Giappone, 08.08.93, M = 8,0	Smirnova et al., 2001
1995	ULF-VHF	Kobe, Giappone, 17.01.95, M = 7,2	Nagao et. al., 2001
1995	VLF, VHF	Kozani, Grecia, 13.05.95, M = 6,6	Eftaxias et. al., 2002
1998	ULF	S.J. Bautista, California, 12.08.98, M = 5,1	Karakelian et. al., (- -)
1999	VLF	Atene, Grecia, 07.08.99, M = 5,9	Eftaxias et. al., 2002
1999	ULF-ELF	Chi-Chi, Taiwan, 21.09.99, M = 7,6	Ohta et. al., 2001 Akinaga et al., 2001
1999	ULF	Hector Mine, California, 16.10.99, M = 7,1	Karakelian et. al., 2000
2000	ULF	Izu, Giappone, 27.06.2000, M = 6.4	Ismaguilov, 2002

Breve storia dei precursori EM

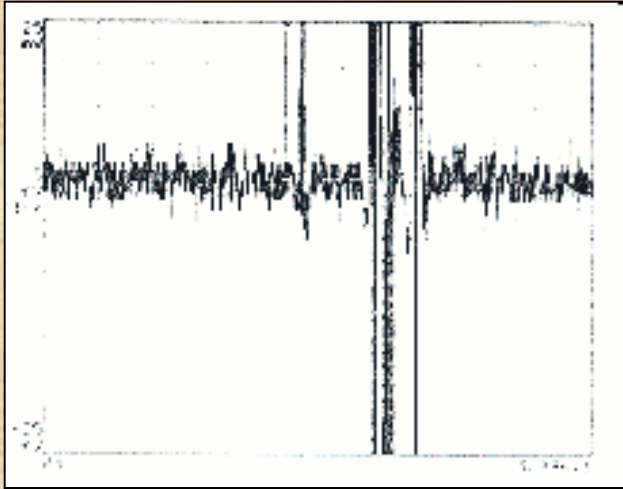
1993 – Bella, Biagi ed altri in una grotta dell'Appennino osservano un'attenuazione di 20 dB nella trasmissione LF di R. Montecarlo (216 kHz) alcuni giorni prima del terremoto del 4/6/93.

1998 - Mognaschi esamina l'evoluzione dei "rumori anomali" rilevati da un radioamatore umbro (ik0vsv) prima del terremoto del 12.05.97 nell'Italia centrale, evidenziando una deriva ascendente che interessa un'ampia gamma di frequenze.

2001 (Fukumoto): l'Università di Chofu studia le anomalie sulla ricezione di radio Sendai (banda BC "FM") constatando anticipi di alcuni giorni sui fenomeni sismici.

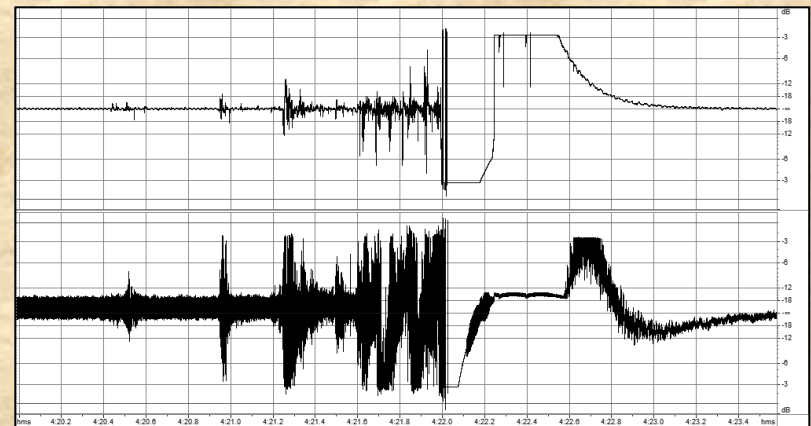


Anche il radiantismo diventa ricerca

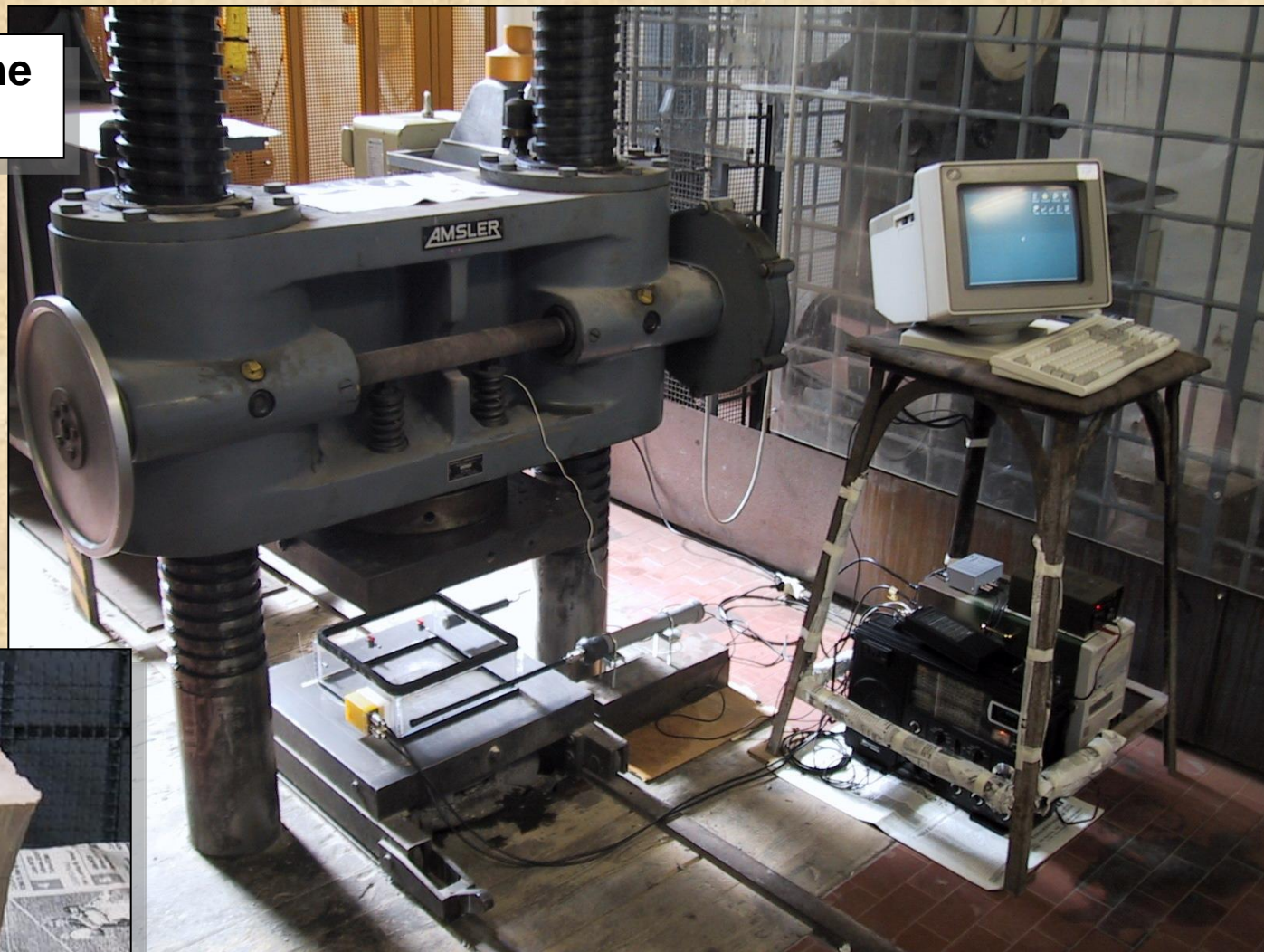


2000 – *iw2goo*, prof. Mognaschi, e il prof. Zezza all'Università di Pavia registrano in banda MF impulsi EM in corrispondenza e talvolta in anticipo rispetto alla rottura per compressione uniassiale di campioni di gneiss.

2001 e 2005: tesi di laurea e di dottorato di *izOrii* sui segnali VLF emessi dalle rocce. Sempre visibili su ogni roccia, prima della rottura.

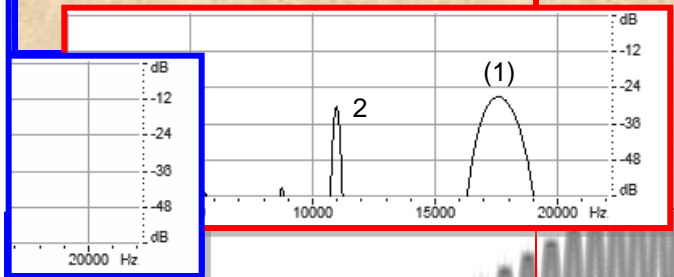
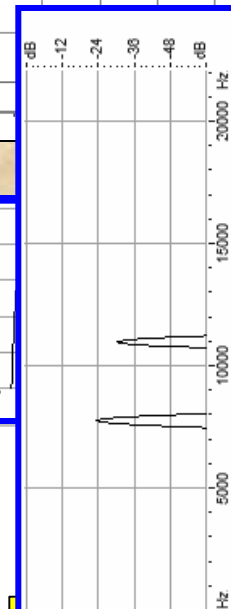
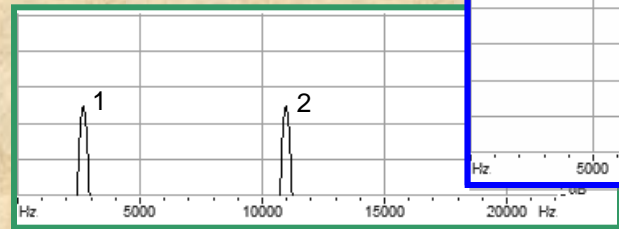
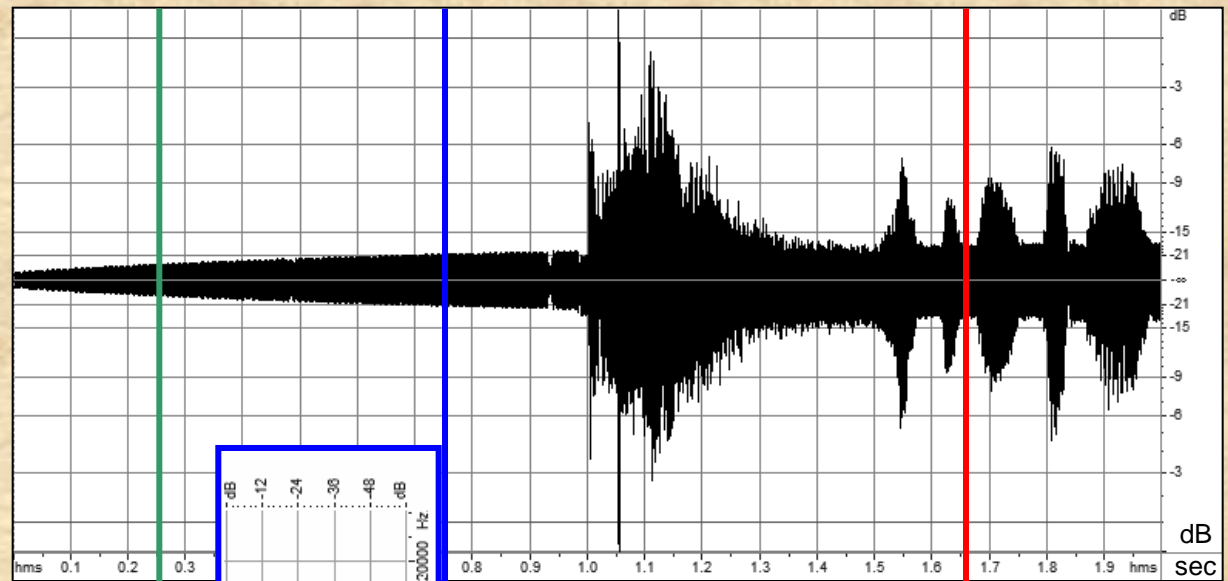


Sperimentazione sulle rocce

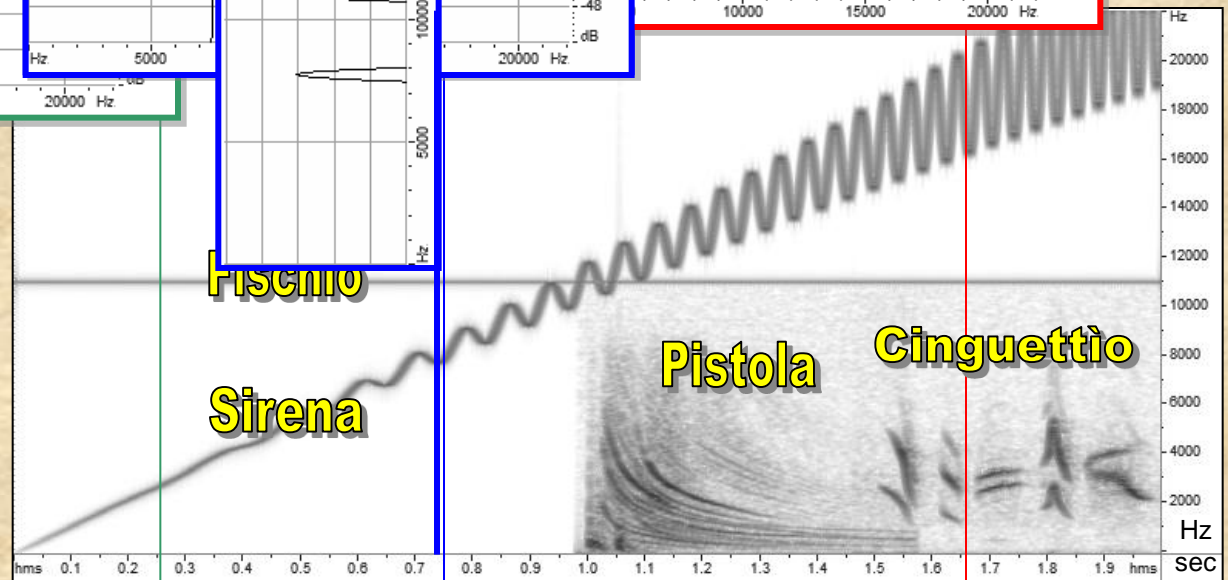


Analisi Spettrale

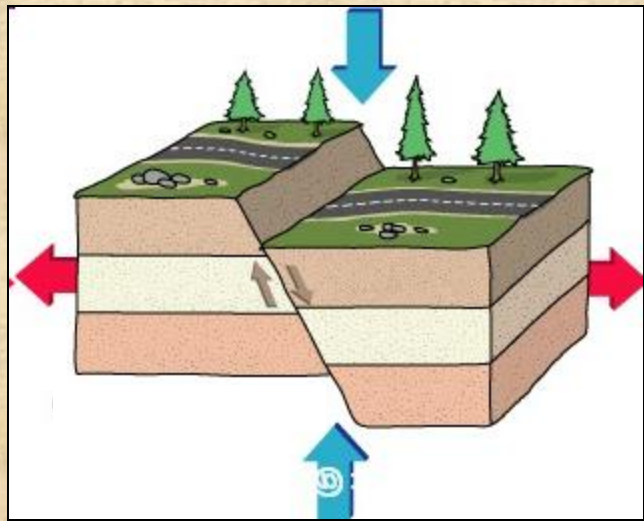
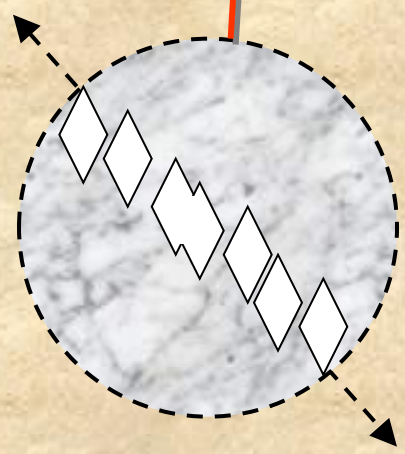
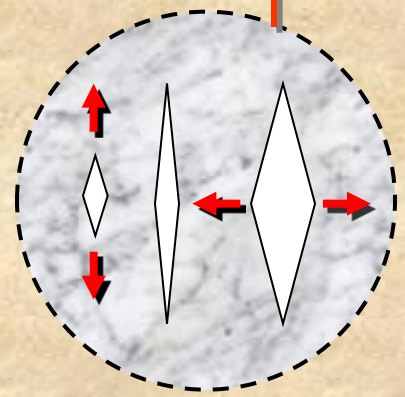
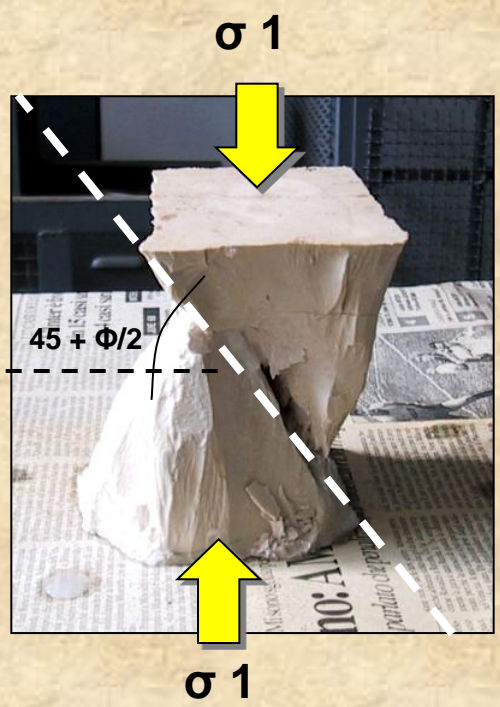
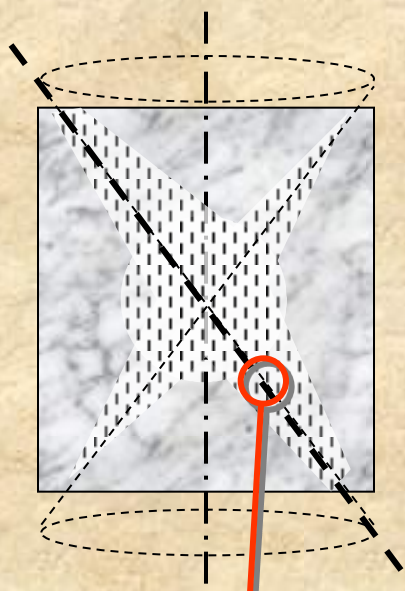
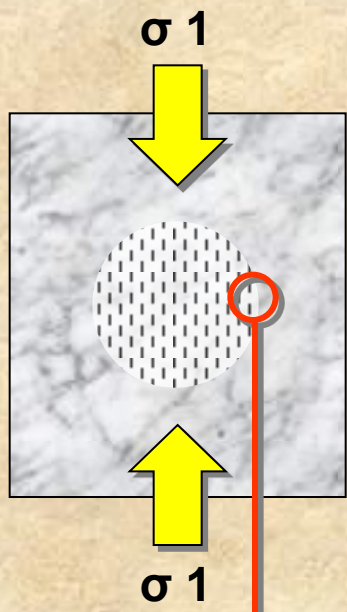
Oscillogramma



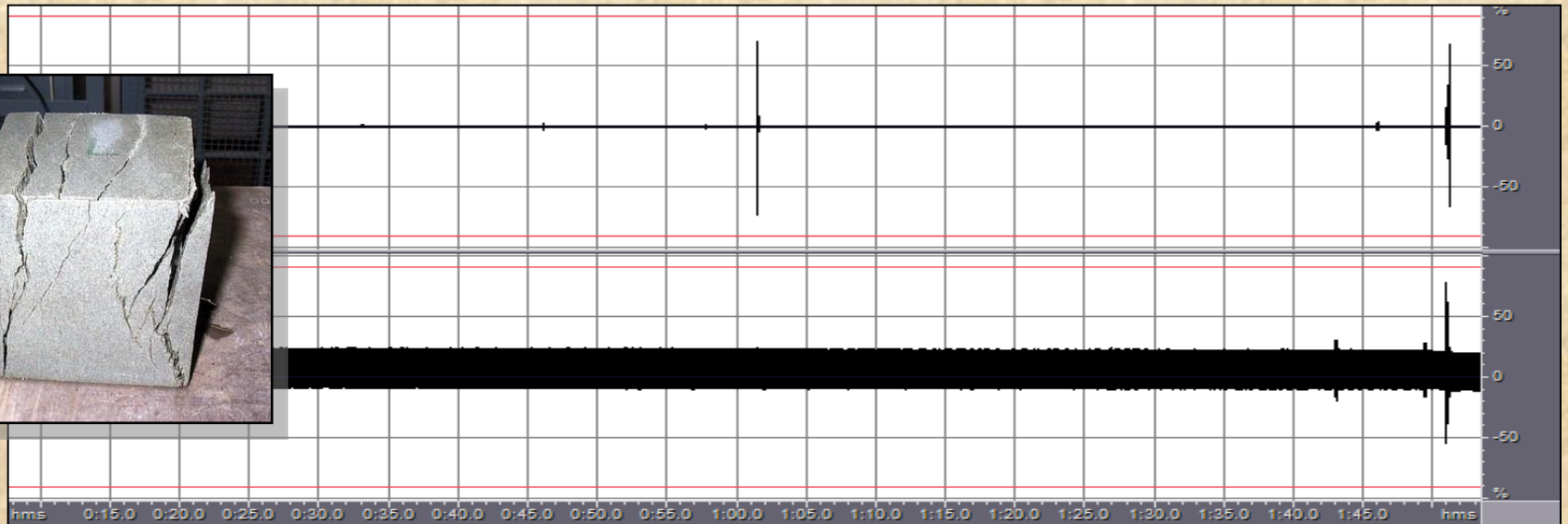
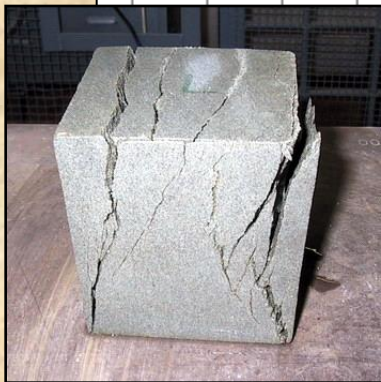
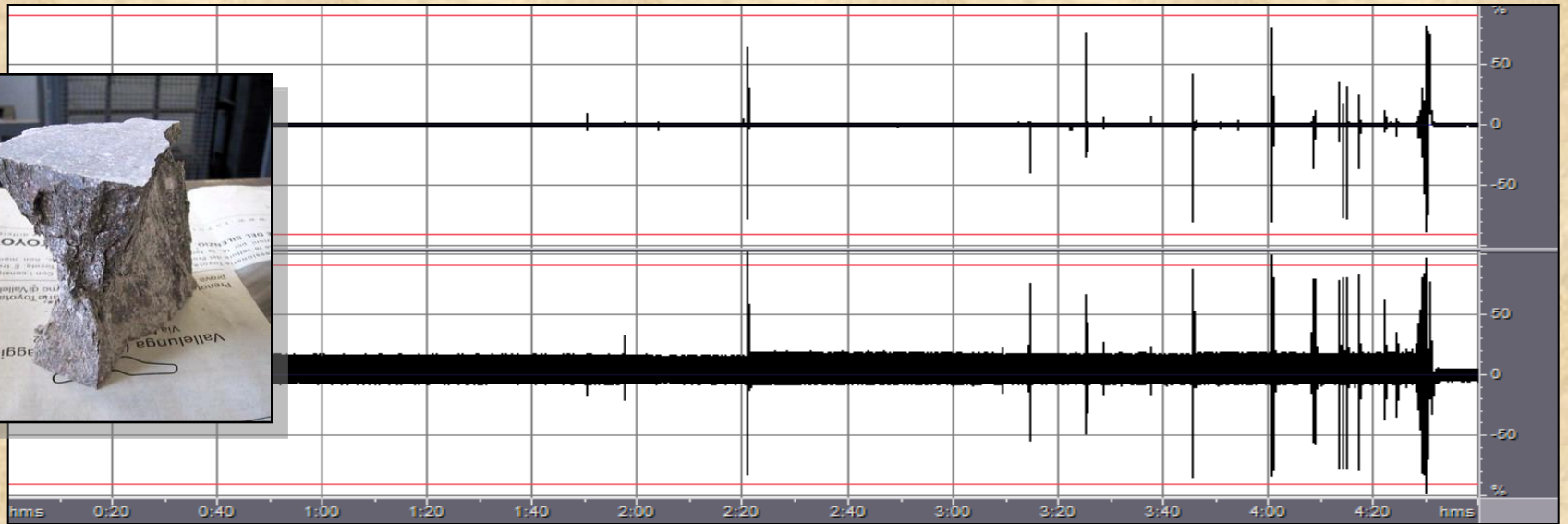
Spettrogramma



Il processo di rottura



Stili di deformazione e di emissione



SID



SIO

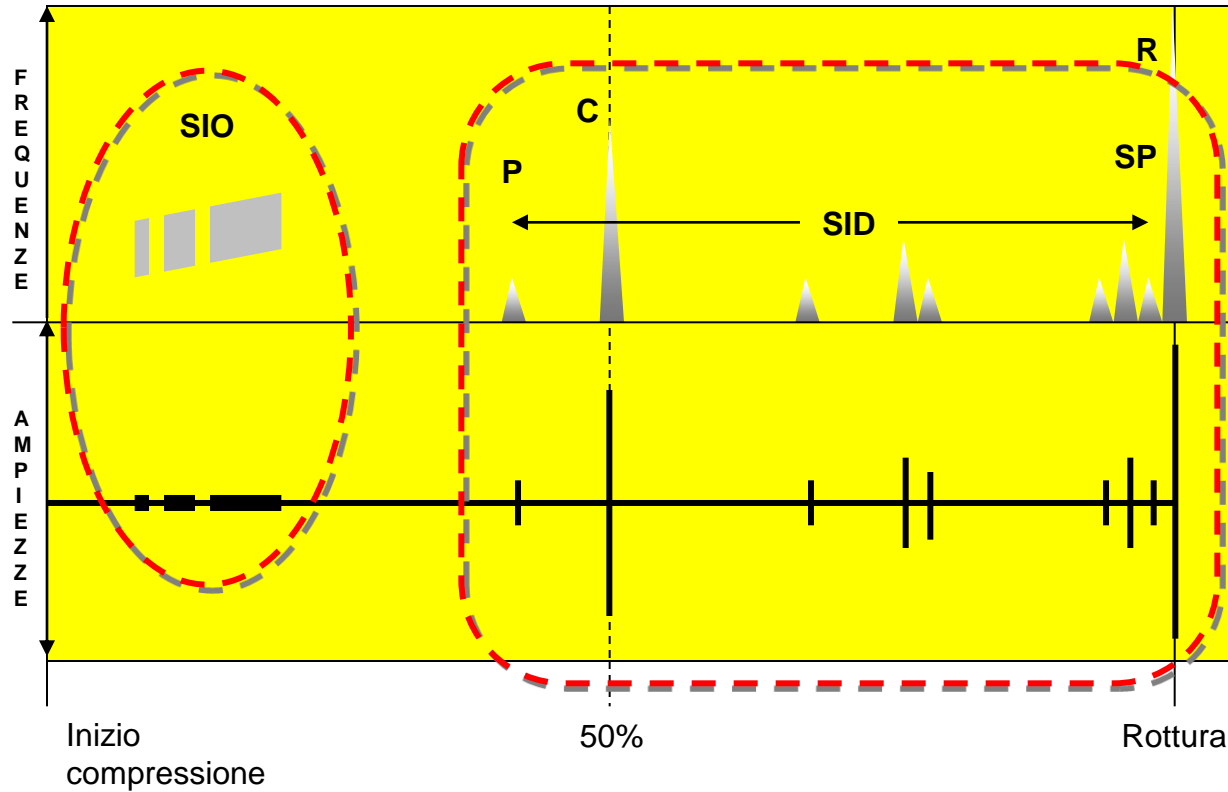
18

(14 litologie)

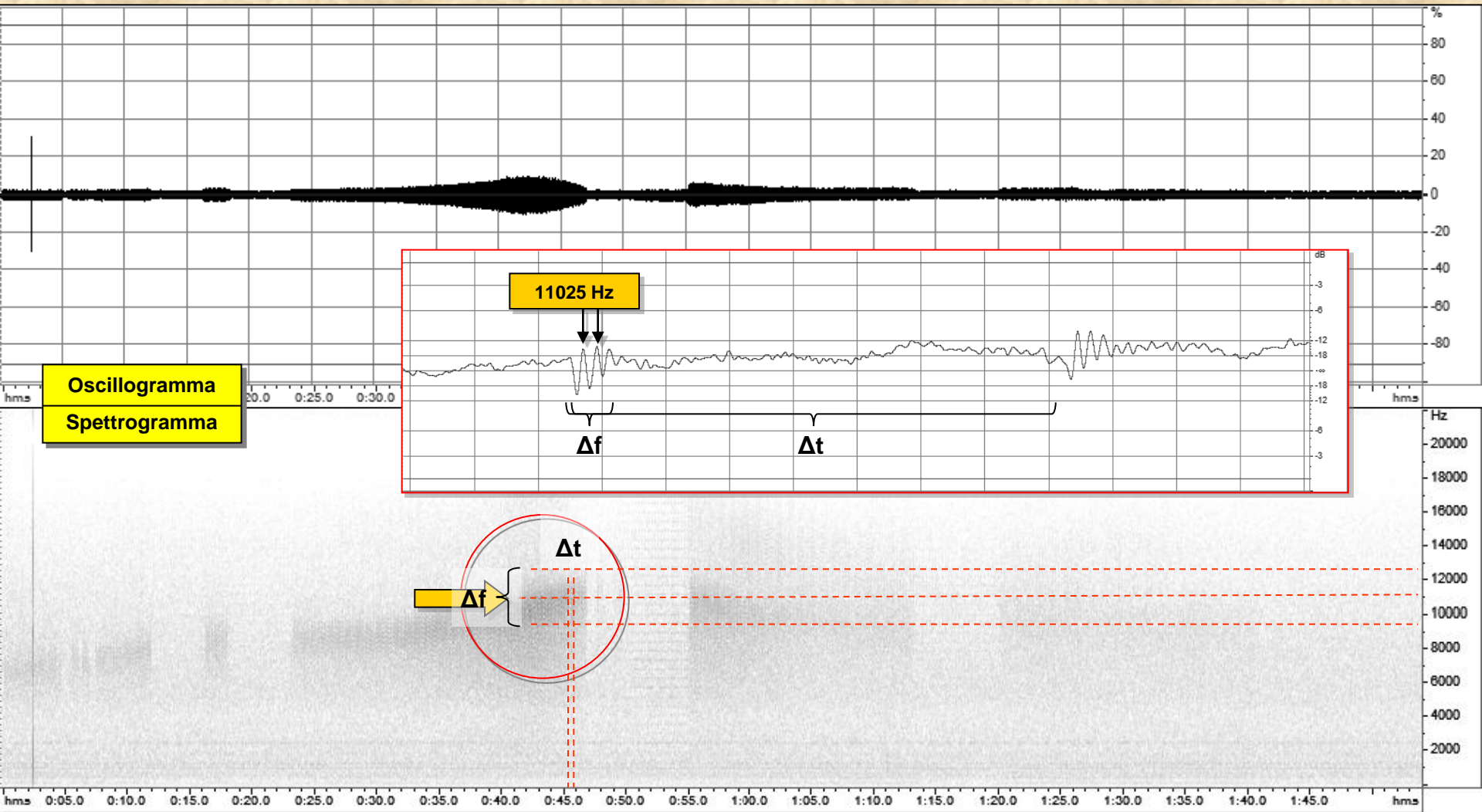
36

42

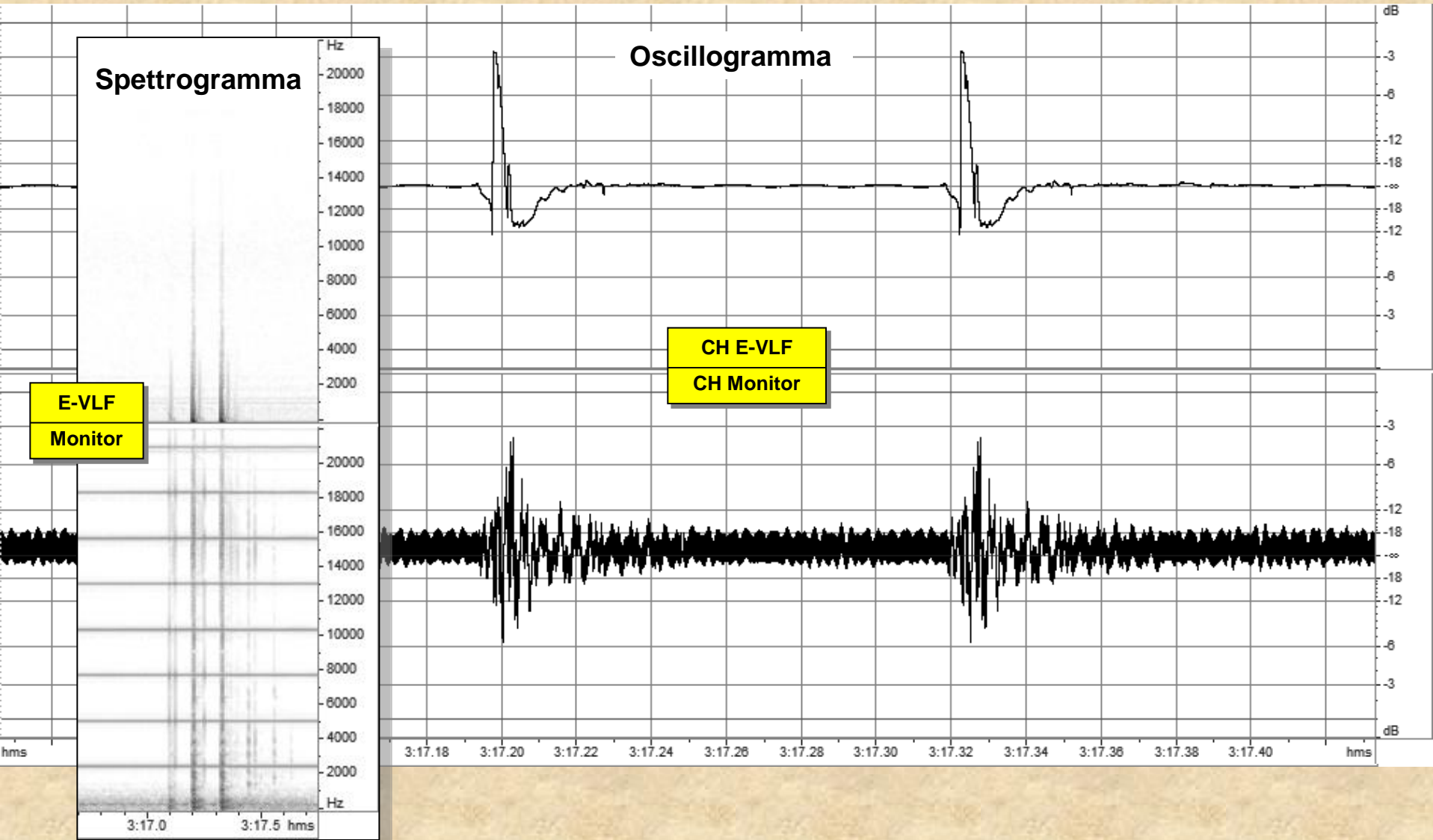
Emissione E-VLF osservata in laboratorio



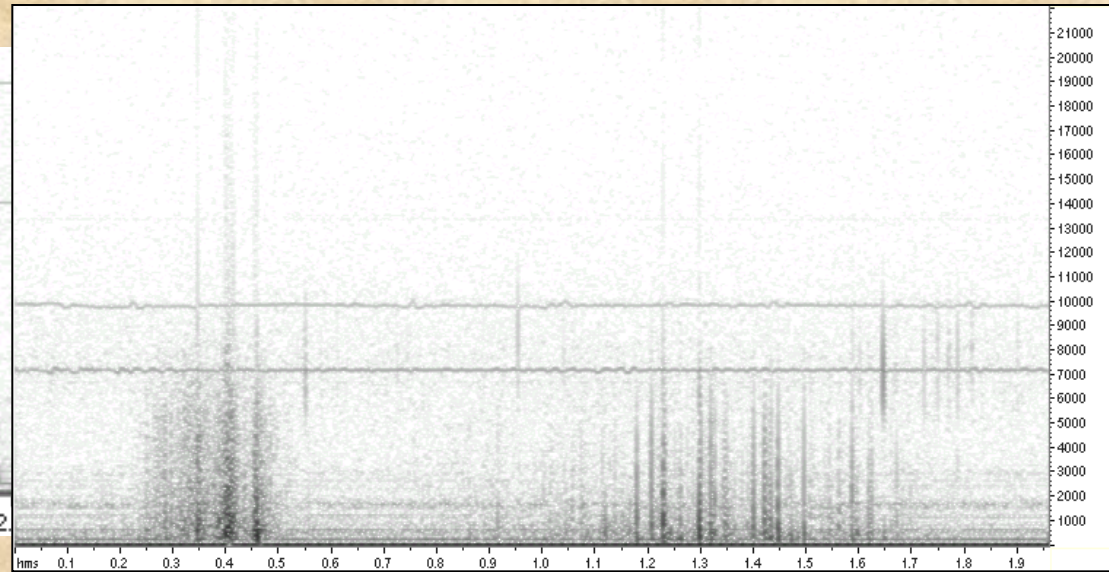
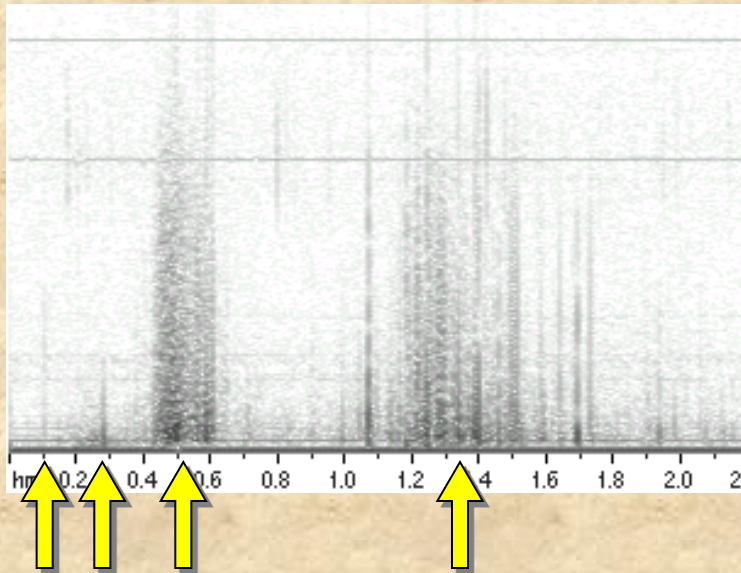
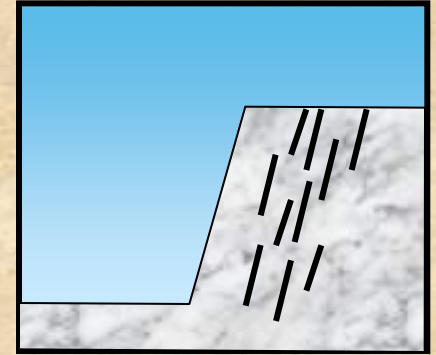
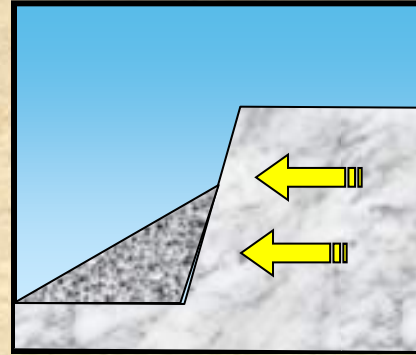
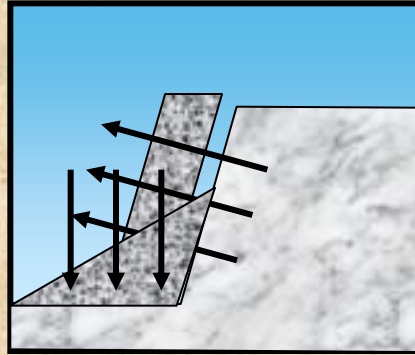
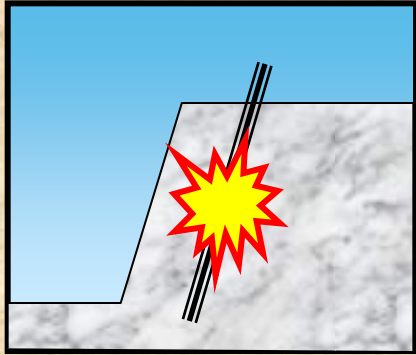
Emissioni "SIO"



Emissioni "SID"



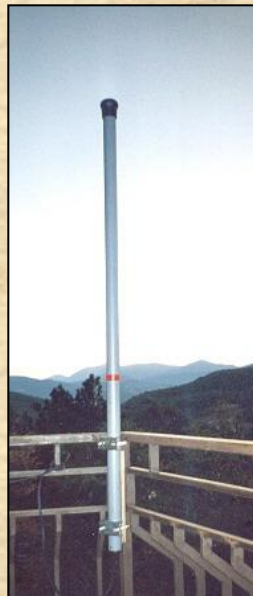
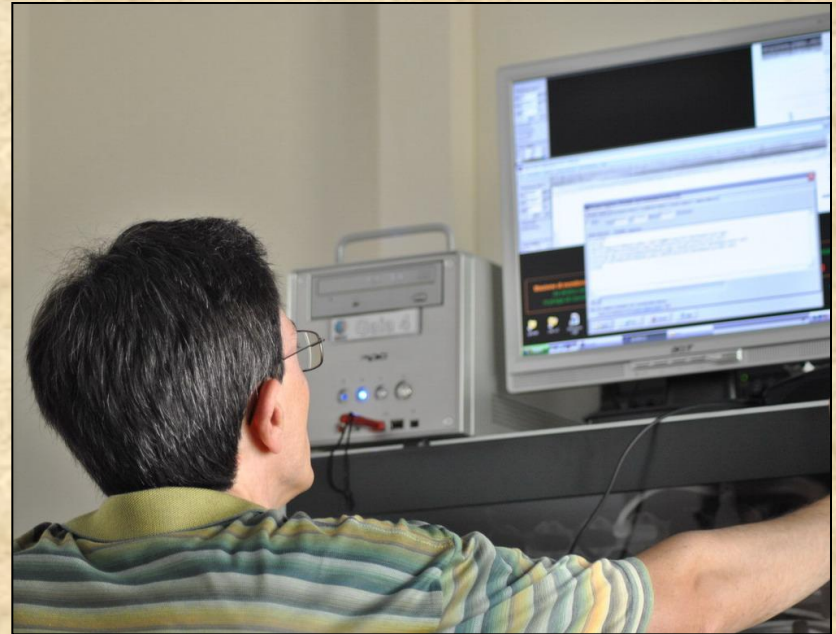
Osservazioni in cava



Rete sperimentale per il monitoraggio EM in banda VLF



Stazioni GAIA per il monitoraggio EM in banda VLF



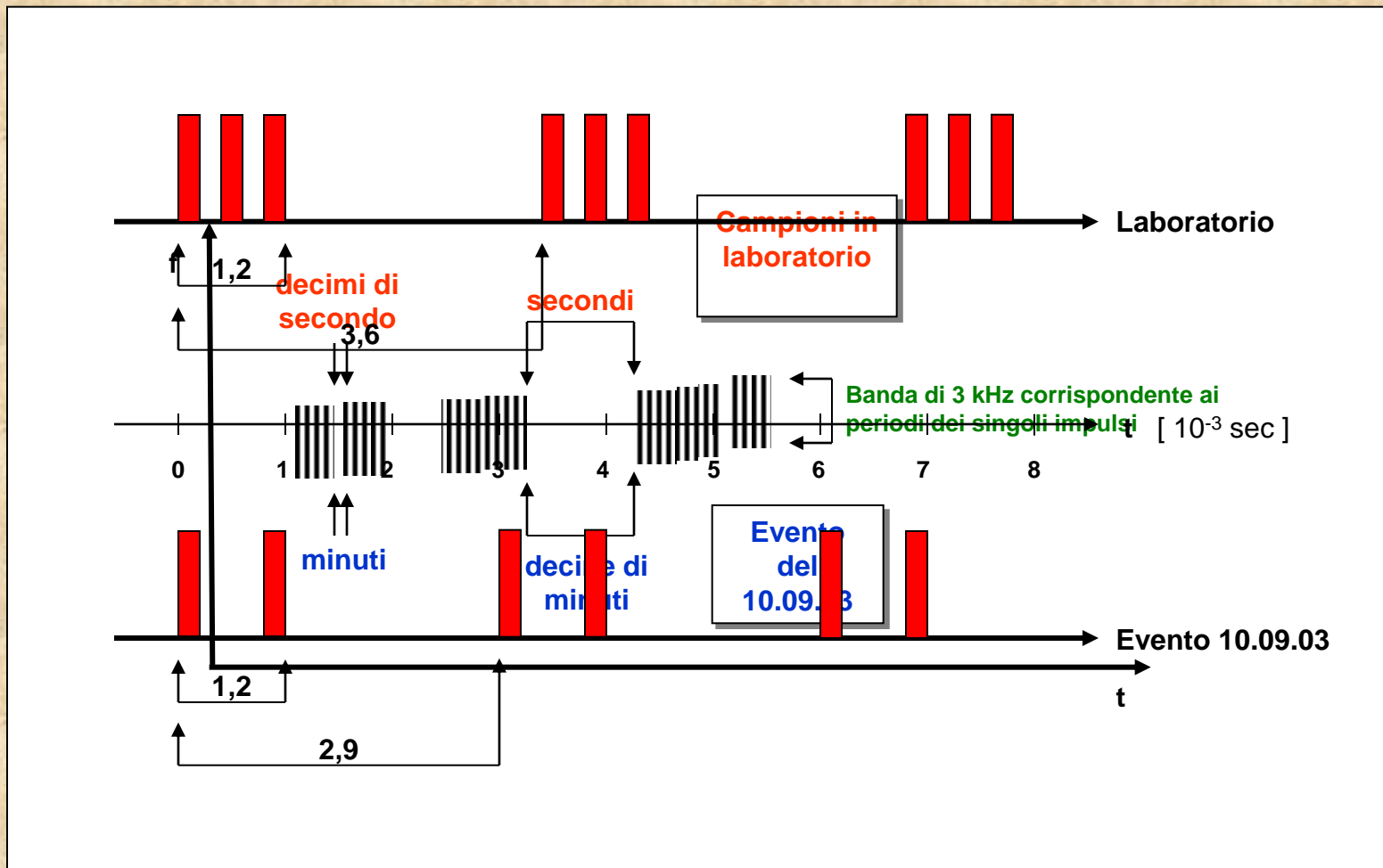


Monte del Giogo, gruppo Troposcatter, ARI Parma.

Conclusioni

- ❑ I fenomeni “precursori” esistono ma ciò non implica l’effettiva possibilità di prevedere un terremoto.
- ❑ Esistono anche emissioni EM prodotte dalle rocce durante la fratturazione, ma ciò non implica l’effettiva esistenza di un precursore EM per il terremoto.
- ❑ Tuttavia sembra possibile l’esistenza di precursori EM.
- ❑ L’eventuale precursore EM, come tutti gli altri tipi, è un fenomeno che va studiato e conosciuto prima di poter pensare ad una sua utilizzazione “operativa”.
- ❑ La normale attività radiantistica può già essere di aiuto a questo tipo di ricerca e a maggior ragione potrebbe esserlo una rete di monitoraggio mirata, purché amministrata nella consapevolezza del reale scenario in cui si sviluppa.

Analogia tra le emissioni SIO



Osservazioni in cava

