

Definizione dell'input sismico sulla base degli spostamenti attesi

Task 1: Attenuazione dello spostamento del suolo a scala nazionale e regionale su basi osservazionali.



Unità di Ricerca 5 -

Livio Sirovich, Franco Pettenati, Muzio Bobbio

Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale

UR5: *attività di ricerca*

Obiettivi generali dell'attività di ricerca a breve termine:

produrre correlazioni di attenuazione di spostamenti massimi con la distanza, a base semiempirica; spostamenti massimi rappresentativi di famiglie di sorgenti con diversi meccanismi di rottura, in territorio italiano. Per massimi si intende corrispondenti ad un certo

percentile rispetto ai valori ottenuti in ogni punto.

Argomento specifico in corso:

A scopo di sviluppo e validazione, si esamina per primo il caso del terremoto di Northridge del 1994, producendo uno scenario in spostamento da sorgente cumulativa (52974 sorgenti).

Dati per la validazione: spostamenti calcolati da accelerogrammi corretti dalle agenzie USC, USGS, DWP, CDMG per il terremoto di Northridge (1994)

Le 52974 sorgenti comprendono tutte quelle disponibili in letteratura, e sono state ottenute da calcolo combinatorio facendo variare i parametri indicati in tabella all'interno delle escursioni esplicitate (es.: con passo di un grado per i parametri angolari)

Questo scenario provvisorio e' basato su una correlazione preliminare fra:

- 1) spostamenti orizzontali massimi al suolo (PGD);
- 2) intensità USGS (scala MMI).

Tutti i dati provengono dal terremoto di riferimento. Non tutte le forme d'onda sono già state controllate (probabilmente, ci sono ancora spostamenti portati da onde superficiali; il nostro modellino KF tratta invece solo onde di corpo).

Correlazione **definitiva** fra:

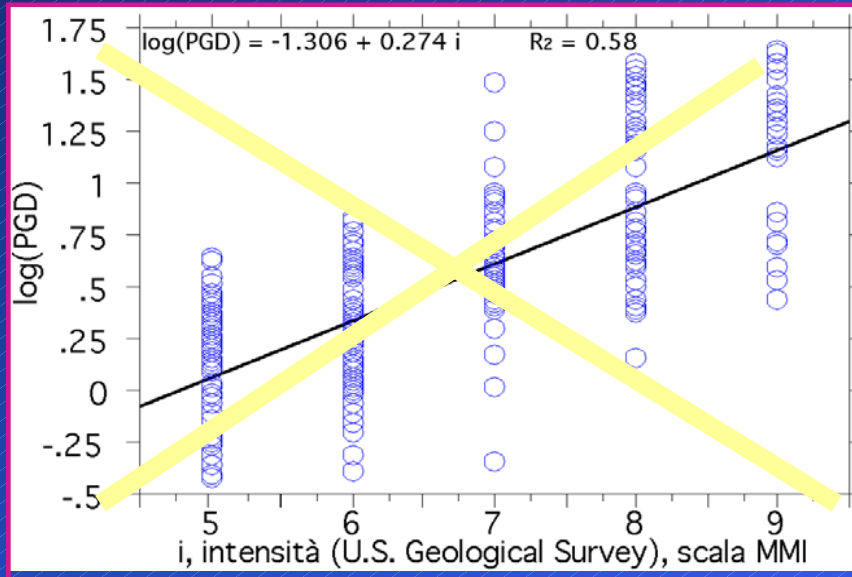
- 1) Spostamenti orizzontali massimi al suolo (PGD; **79** dati) calcolati da accelerogrammi corretti dalle agenzie USC, USGS, DWP, CDMG;
- 2) intensità USGS (scala MMI).

Base dati:

intensità di sito; valori PGD ottenuti a meno di **~3 km** dai siti esaminati dall'USGS.

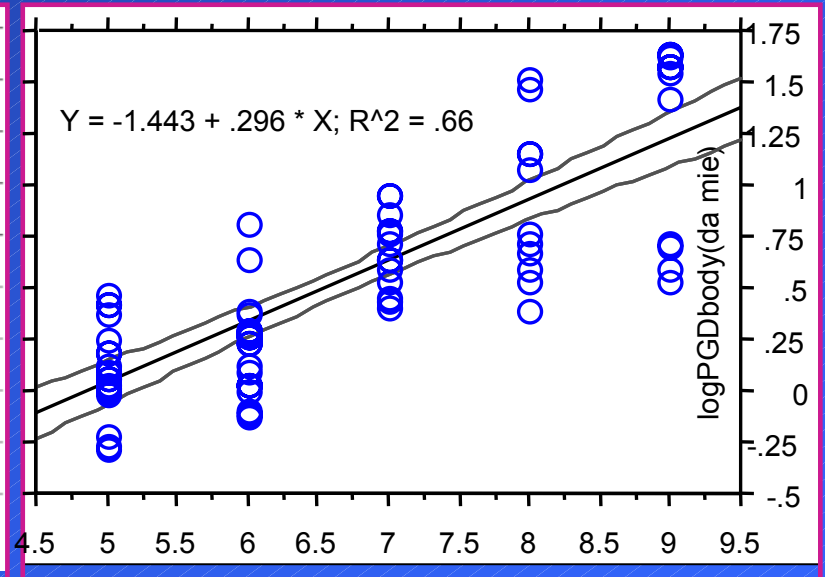
NOVEMBRE:

Correlazione provvisoria su 161x2 dati
(con valori inquinati da onde superficiali)



DICEMBRE:

Correlazione definitiva su 79 dati
(solo onde body [quasi])

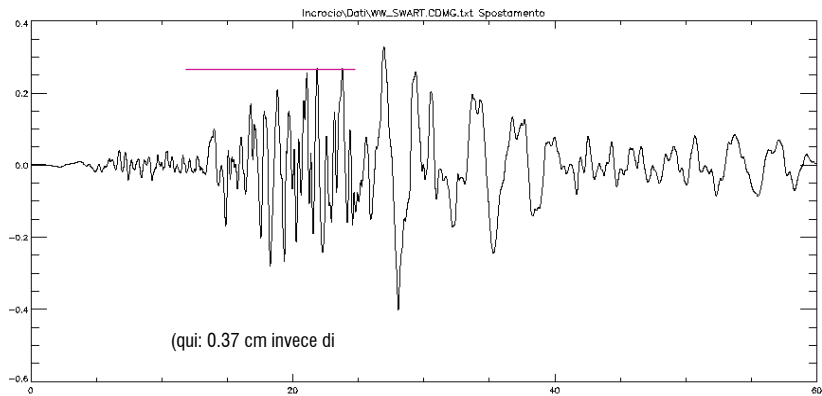
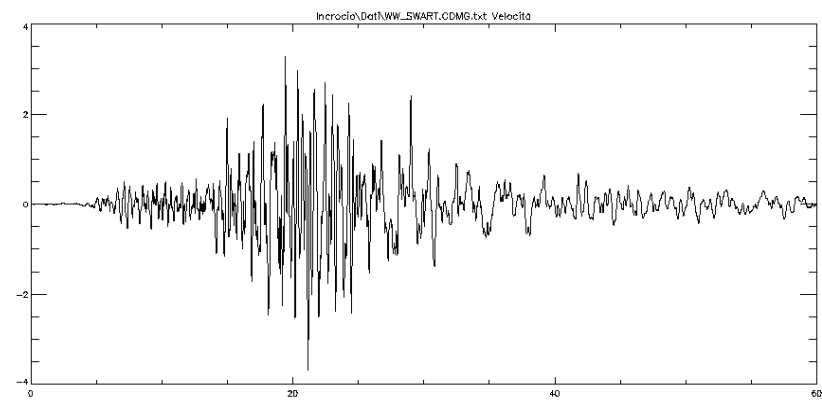
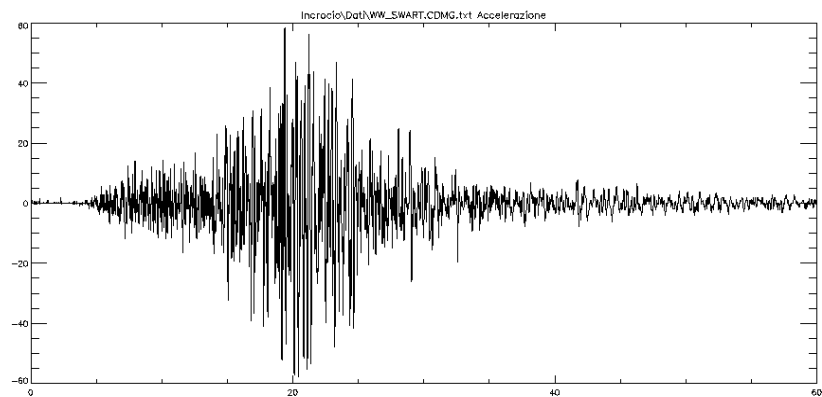
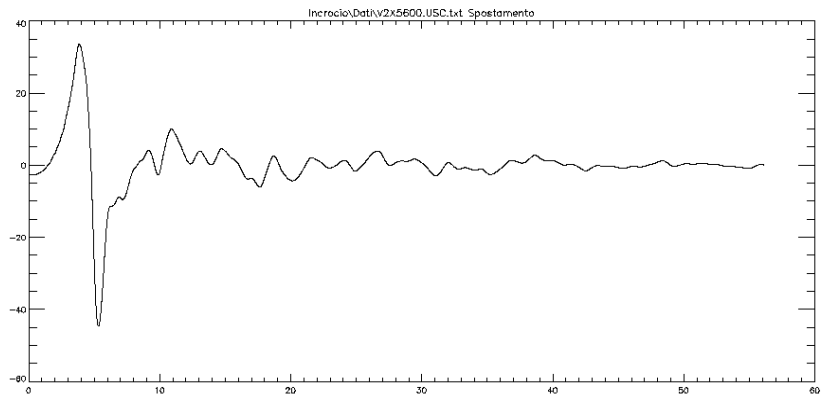
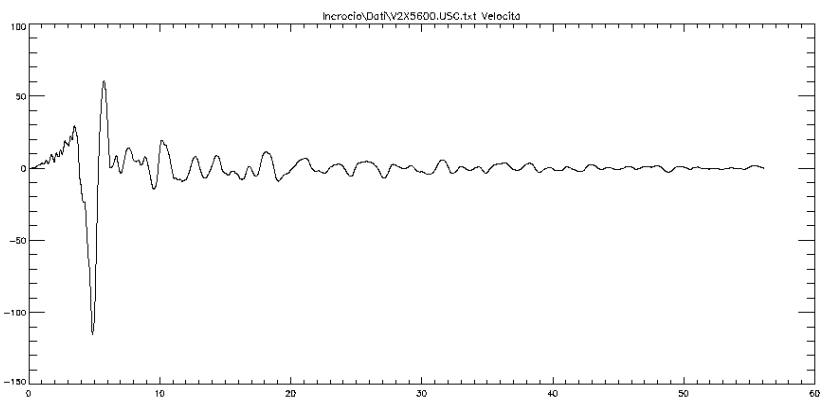
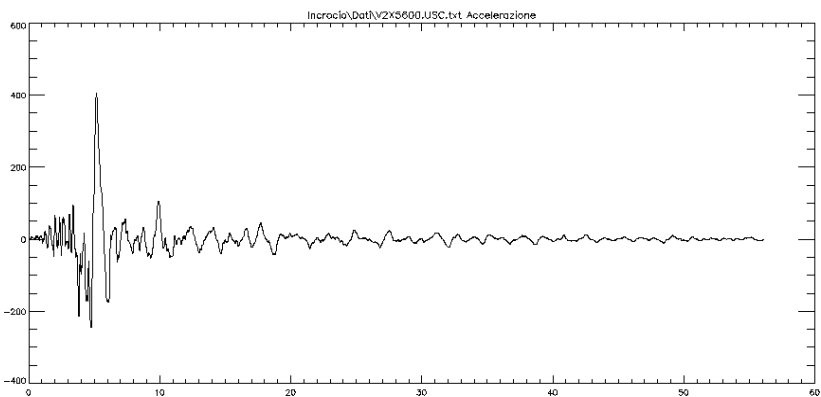


distanza max in
latitudine : 0.020°

distanza max in
Longitudine: 0.024°

Obiettivo: attenuazione semiempirica di spostamenti massimi (ad un certo percentile)





SORGENTE CUMULATIVA (52974 sorgenti) “tipo Northridge, 1994”.

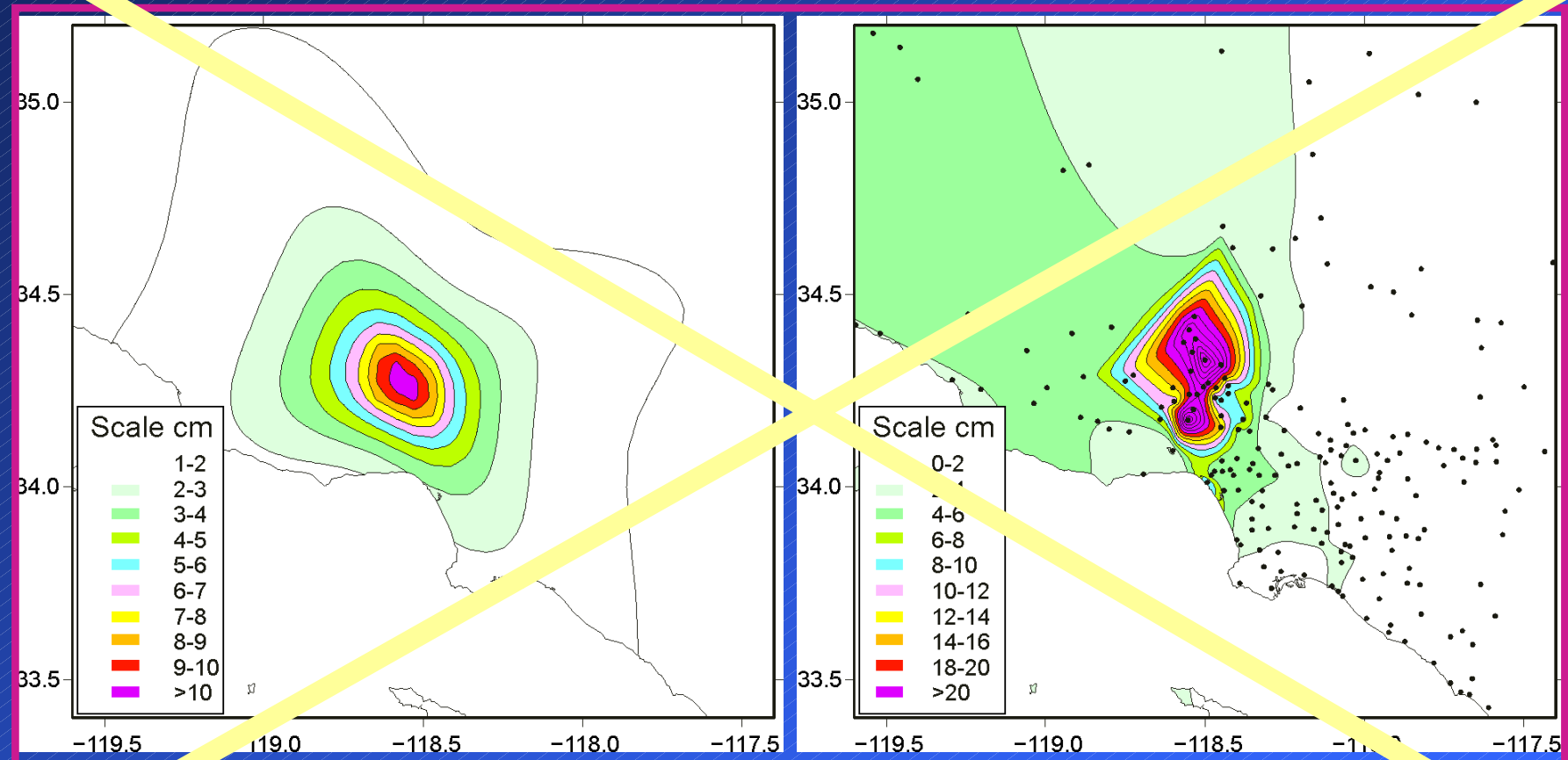
Le 52974 sorgenti utilizzate comprendono tutte quelle disponibili in letteratura, e sono state ottenute da calcolo combinatorio facendo variare i parametri indicati in tabella all'interno delle escursioni ivi esplicitate (es.: con il passo di un grado per i parametri angolari)

SORGENTE CUMULATIVA DI SCENARIO	VALUE (<u>envelopment</u> from seismological and geodetic measurements)
Strike angle [°]	122 ^a ±22
Dip angle [°]	40 ^a ±22
Rake angle [°]	101 ^a ±16
Nucleation longitude [°]	-118.56 ± 0.03
Nucleation latitude [°]	34.28 ± 0.08
Nucleation depth H [km]	14.7 ± 6
Rupture length L [km]	<u>tot</u> 12 ± 6
V _S [km/s]	3.5 ± 0.3
Mach+	/
Mach-	/
M ₀ [10 ¹⁹ Nm]	1.26 ± 0.50
^a <u>Wald et al.</u> (1996)	

Terremoto di Northridge, 1994.

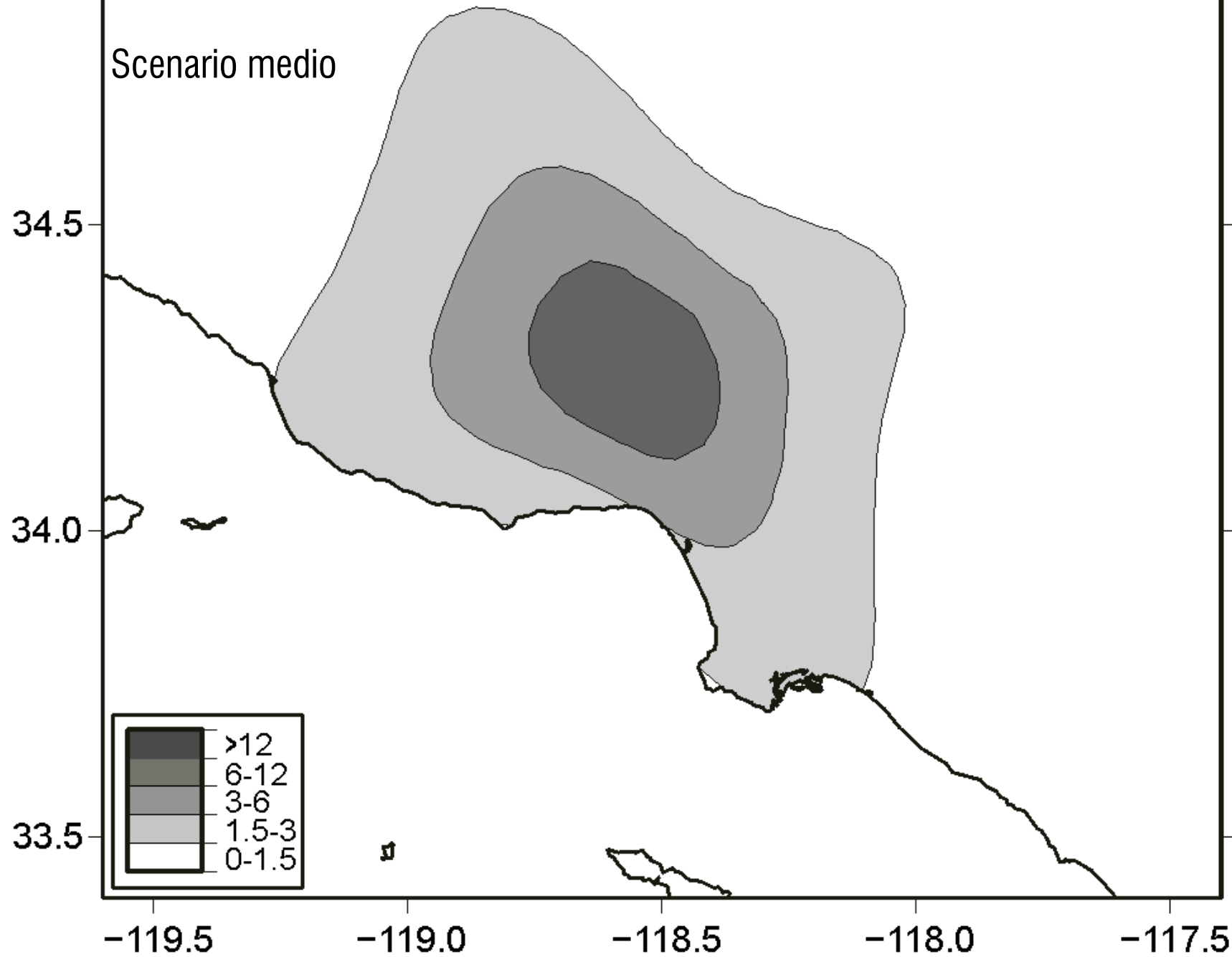
Scenario sintetico (spostamento medio)
prodotto dalle 52974 sorgenti.
(Una dev.st. aggiungerebbe 8-10 cm circa)

Spostamenti osservati, contour N-N.
(possibile presenza di valori portati da onde superficiali; non ancora spiegate le alte PGD verso NW)



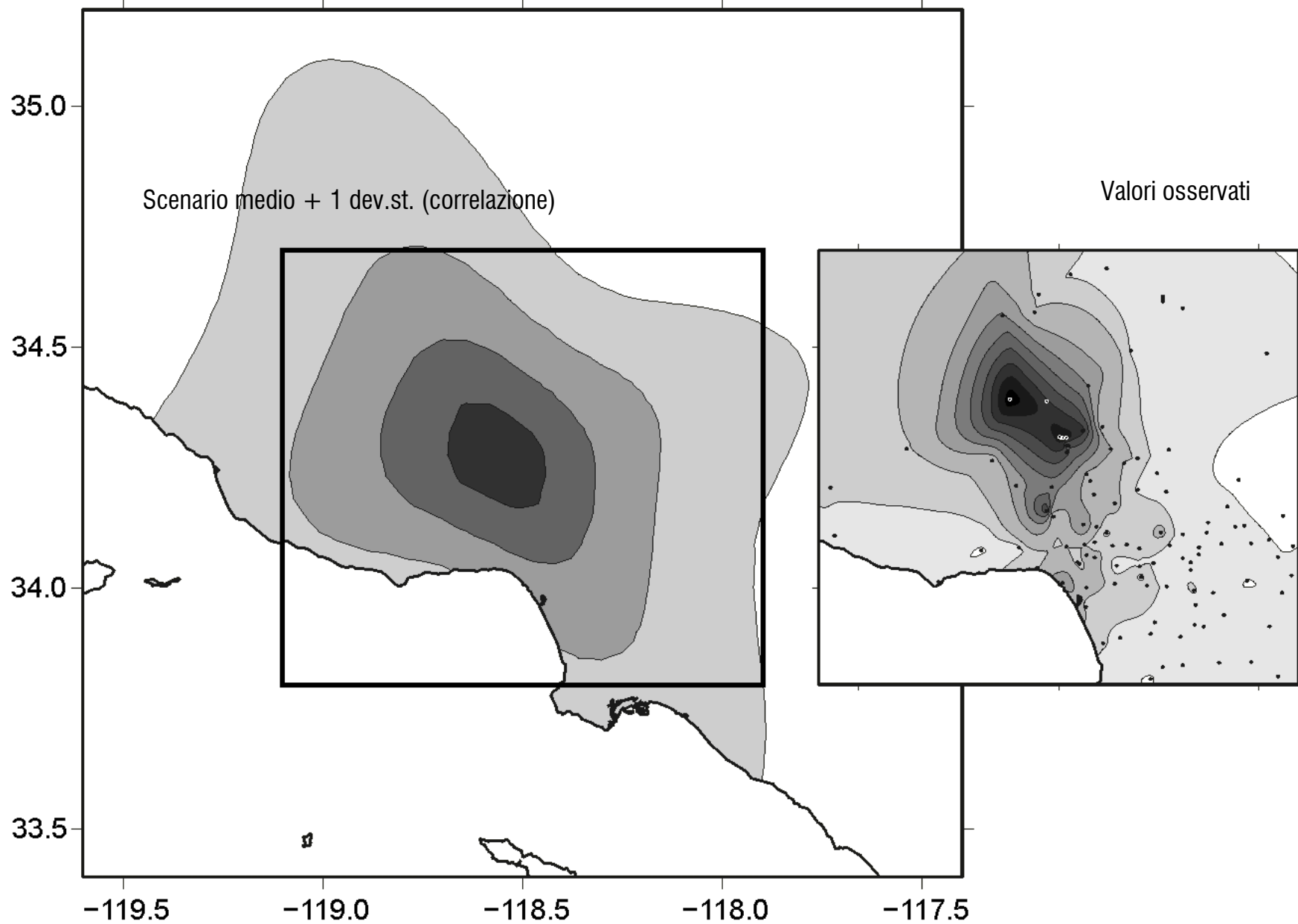
E' disponibile la statistica sui punti, e si potrebbe ricavare l'attenuazione dello spostamento per un certo percent

Scenario medio

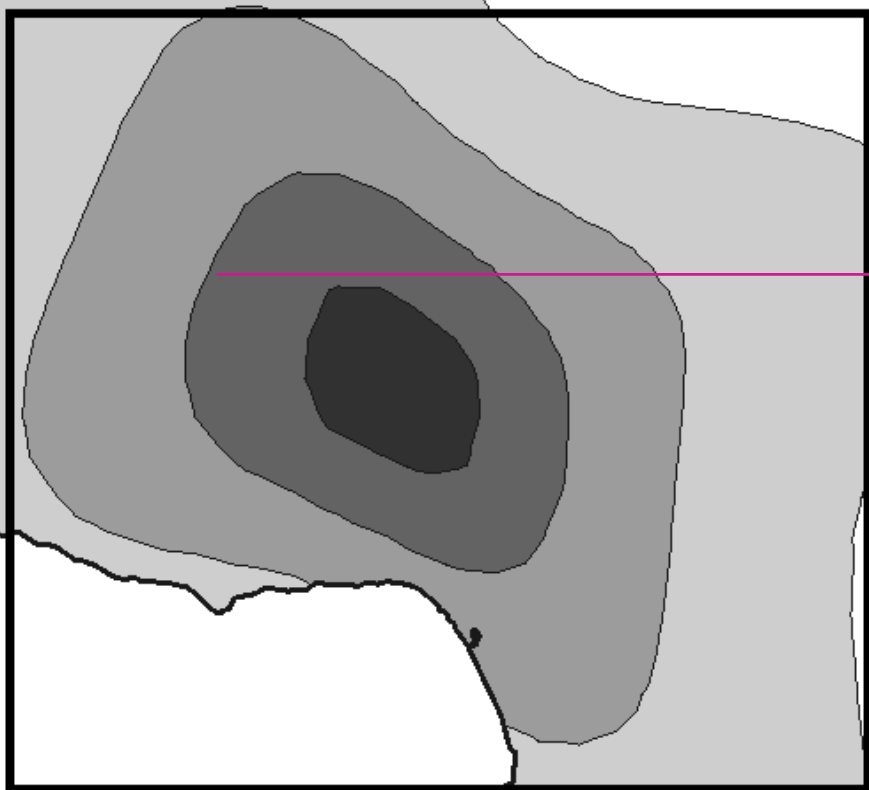


Scenario medio + 1 dev.st. (correlazione)

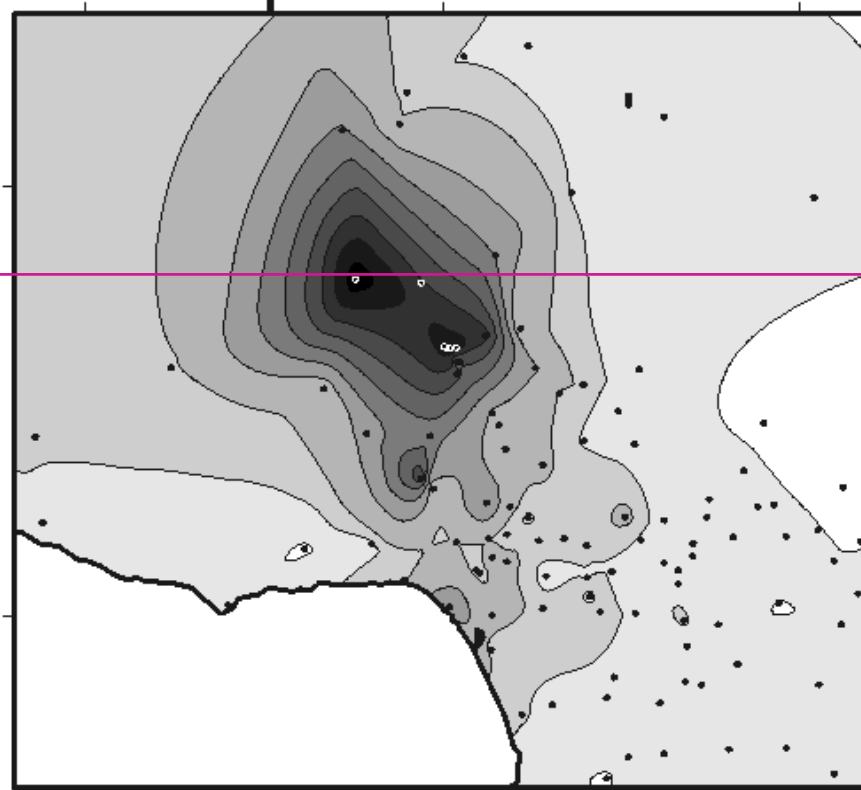
Valori osservati



Scenario medio + 1 dev.st. (correlazione)

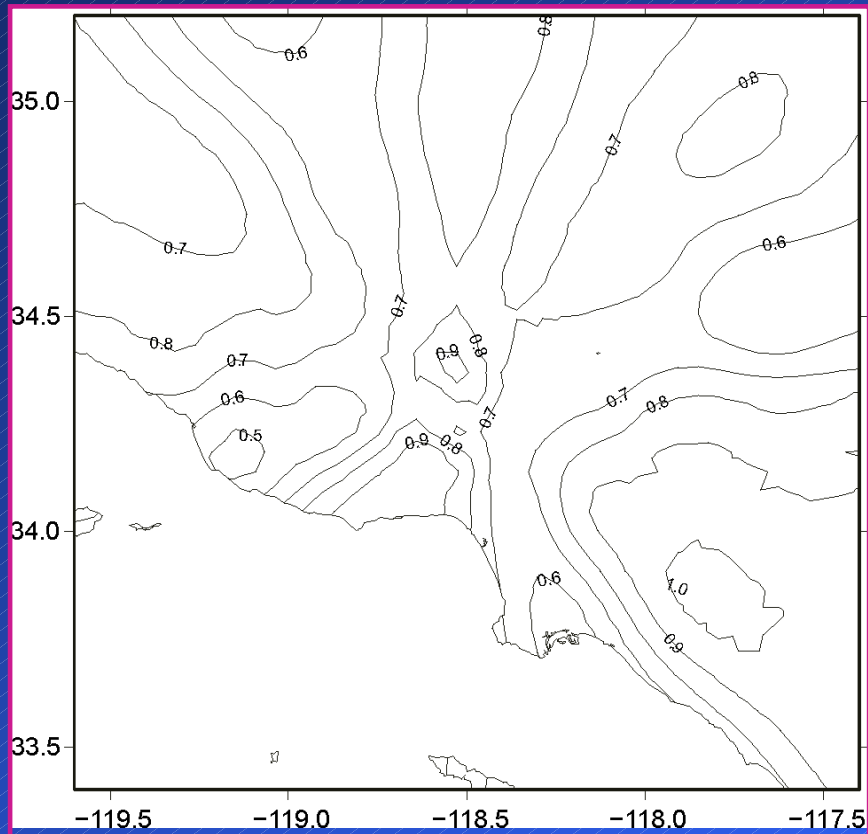


Valori osservati

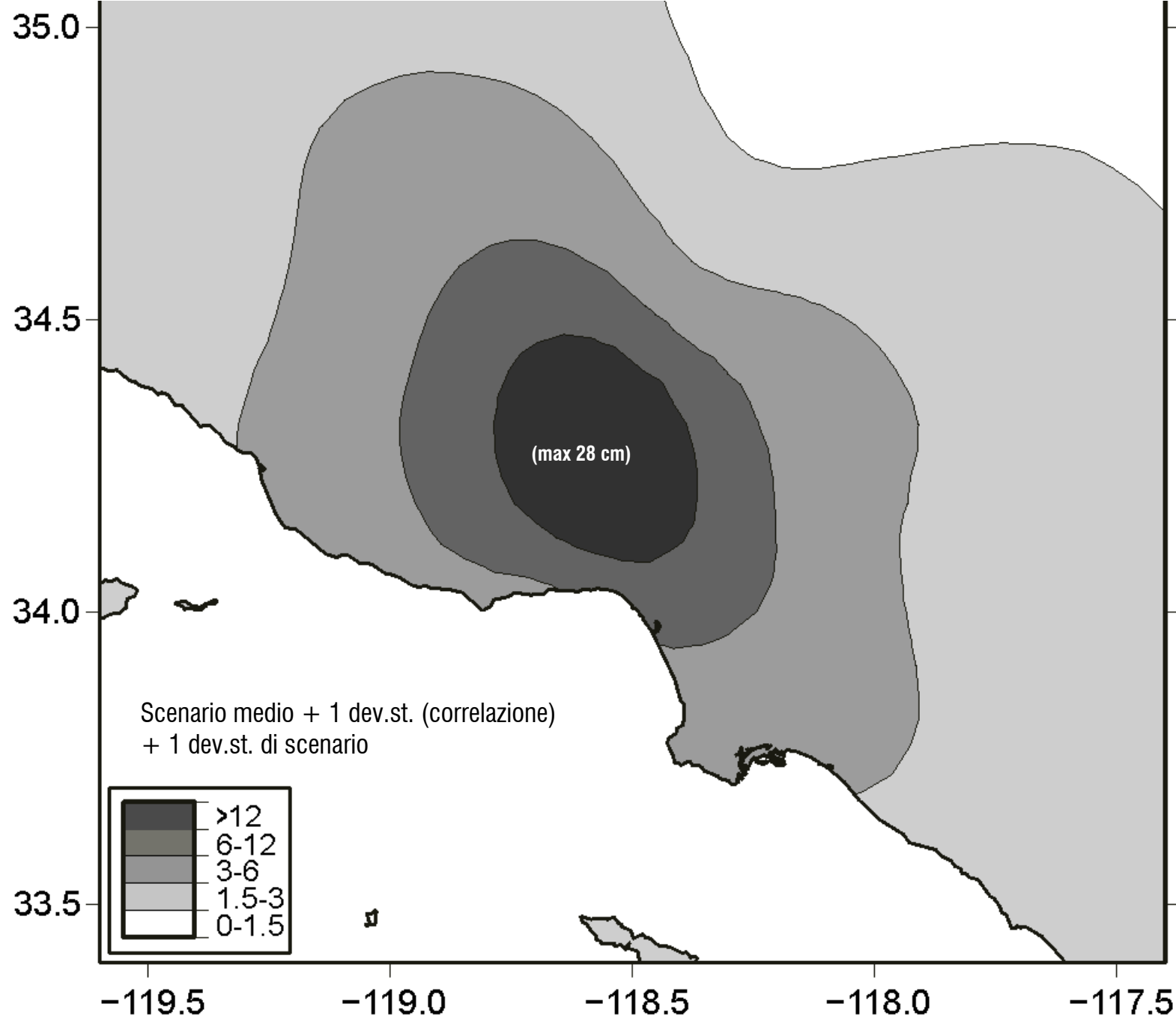


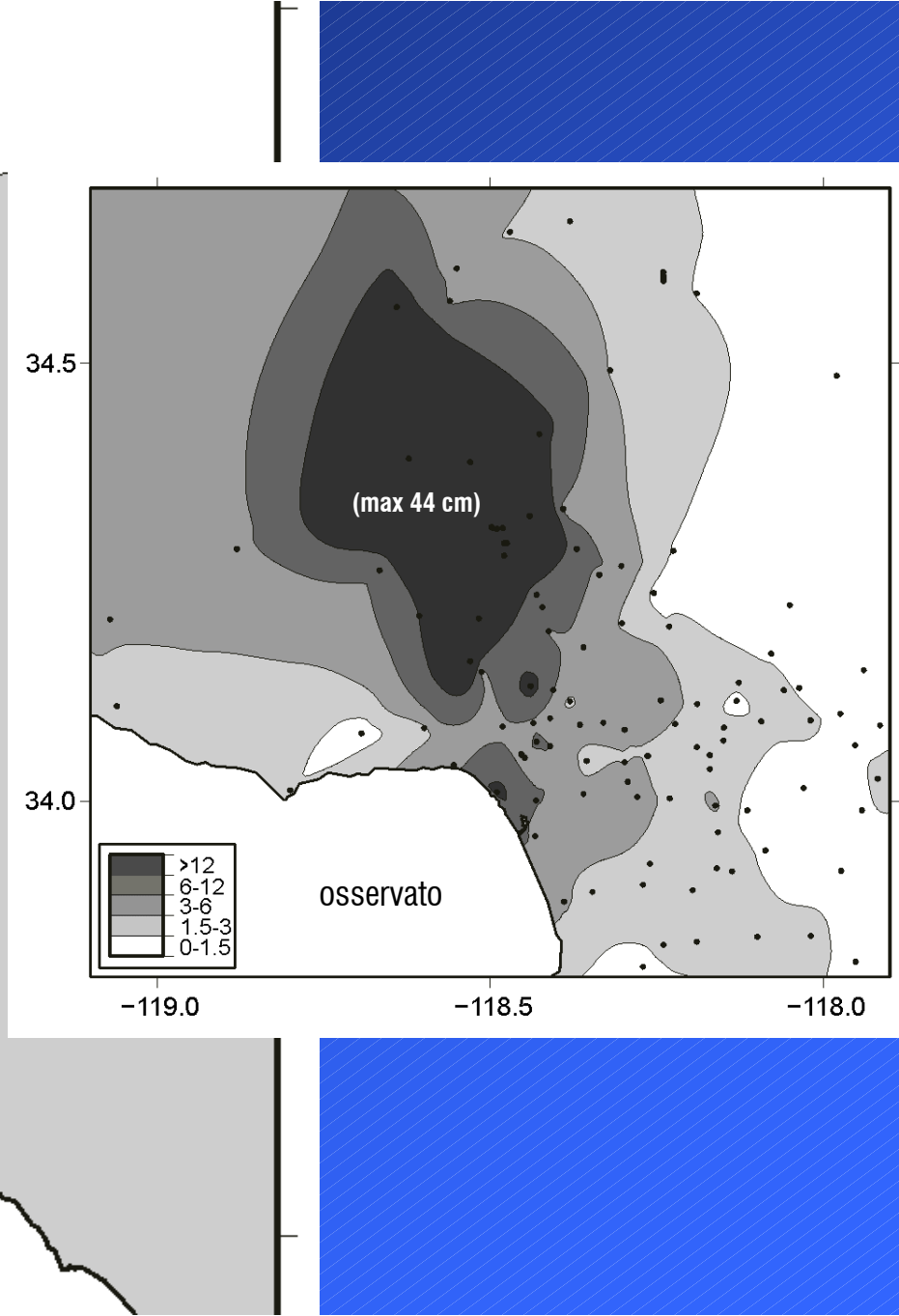
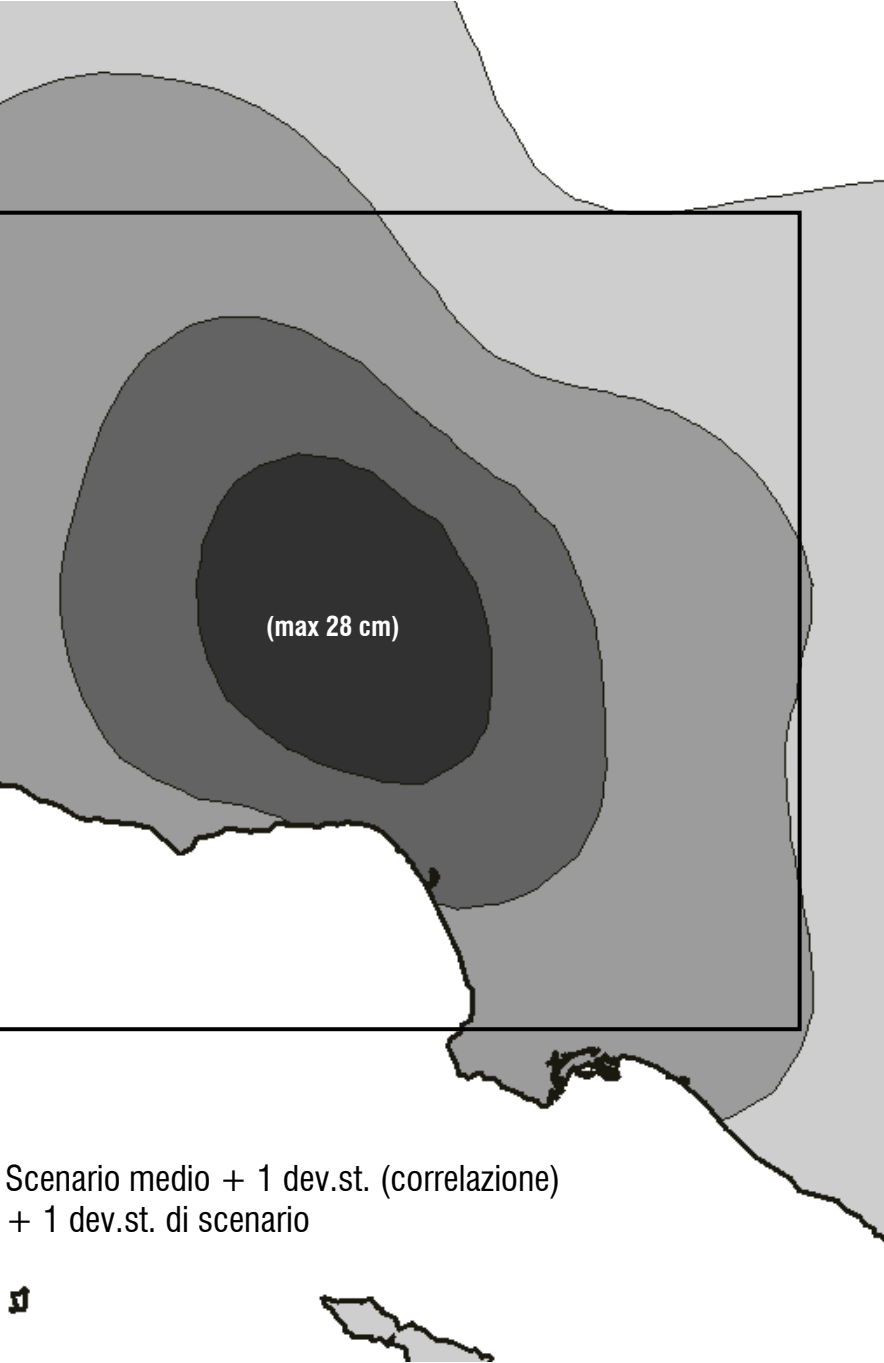
Terremoto di Northridge, 1994.

Esempio di calcolo della deviazione standard di scenario (qui in intensità)



Tradotta in spostamento, l'aggiunta di una deviazione standard aumenterebbe gli spostamenti medi di scenario di circa 8-10 cm, soprattutto in direzione NW-SE.





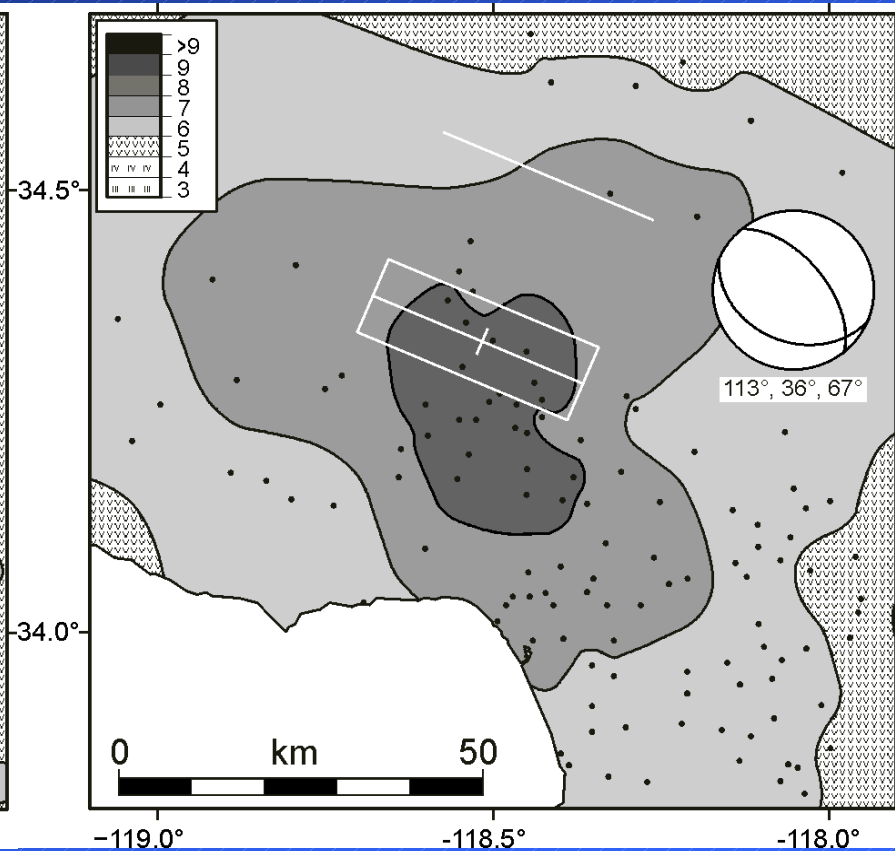
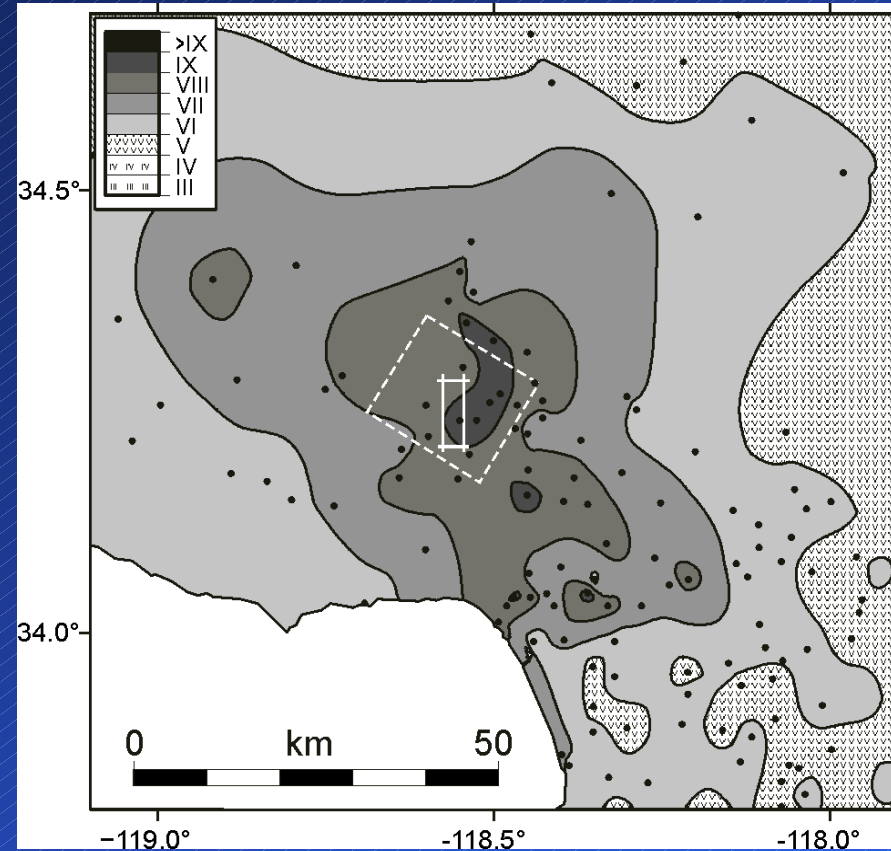
Scenario medio + 1 dev.st. (correlazione)
+ 1 dev.st. di scenario



Terremoto di Northridge, 17.01.1994, M=6.7
Dati di intensità osservati contourati con NN.

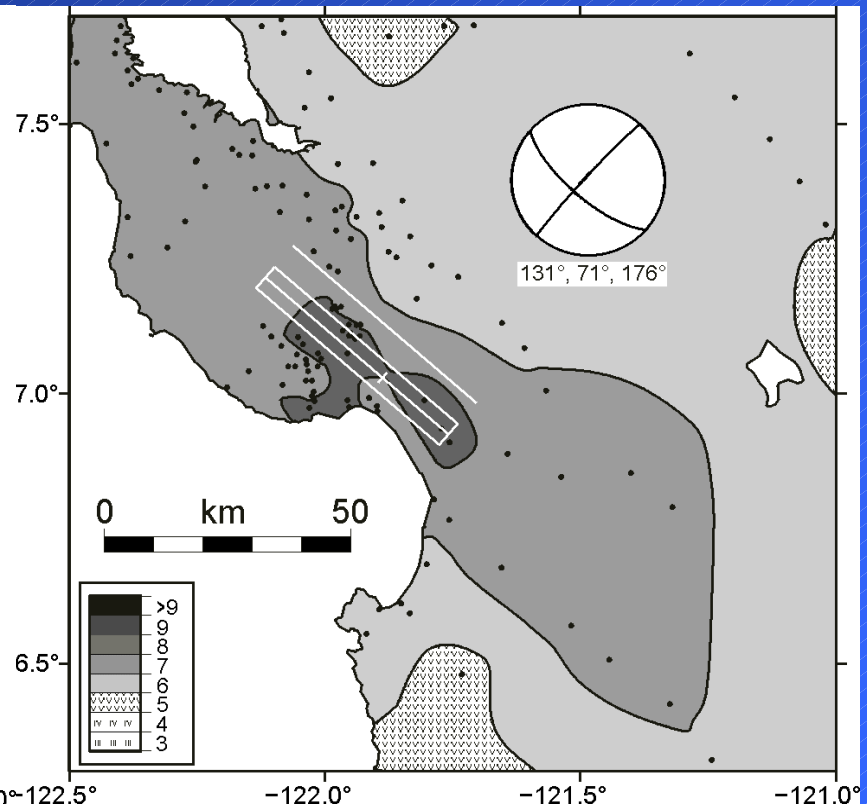
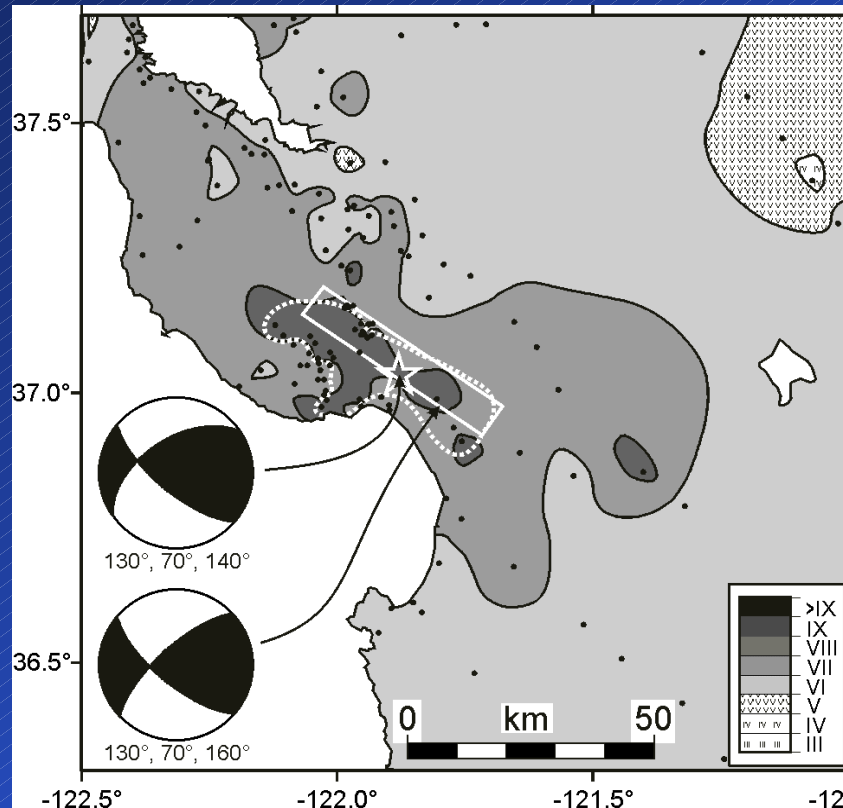
Terremoto di Northridge . Risultato
Ottenuto dalla inversione della KF.

intensità osservate dall'USGS, scala MMI



Terremoto di Loma Prieta, 18.10.1989, $M=7.0$.
 Dati di intensità osservati, contour N-N.
 I due meccanismi focali sono quelli proposti
 da Oppenheimer, 1990 e il quasi strike-slip
 della parte sud orientale proposto anche da altri
 autori (vedere Wald et al., 1991).

Stesso terremoto. Risultato
 ottenuto dalla inversione
 della KF.



UR5: *attività di ricerca*

Obiettivi raggiunti:

1. Sviluppo di una procedura “avanzata” di calcolo di scenari in spostamento, a partire da Famiglie di sorgenti *modello KF + tecnica Montercarlo*;
2. Produzione di correlazione empirica fra PGD ed intensita' macrosismiche dell' USGS;
3. Produzione della base dati sintetici/semi-empirici su cui calcolare gli spostamenti “massimi”,
Terremoto di Northridge, 1994, area della Great Los Angeles Region;

Attività di ricerca a breve termine:

1. *Controllo di tutte le forme d'onda delle serie PGD del terremoto di Northridge e scelta dei valori portati da onde di corpo;*
2. *Rielaborazione e validazione dello scenario di Northridge e produzione della relazione semi-empirica fra spostamento “massimo” (percentile) e distanza dalla sorgente;*
3. *Nuova modellazione-validazione (terremoto dell'Irpinia, 1980, oppure Taiwan);*
4. *Studio della estendibilita' dei calcoli ad altre scale macrosismiche;*