

Sottoprogetto 5 – Tema 1

Aspetti tipici:

- Come si propagano le onde di spostamento a lungo periodo (1 -10 s) in un grande bacino sedimentario come la pianura padana?
- Come si deve modificare di conseguenza la relazione di attenuazione (con le dovute conseguenze sulla mappatura della pericolosità) ?

Lavoro svolto da UR4 durante i primi 6 mesi di S5

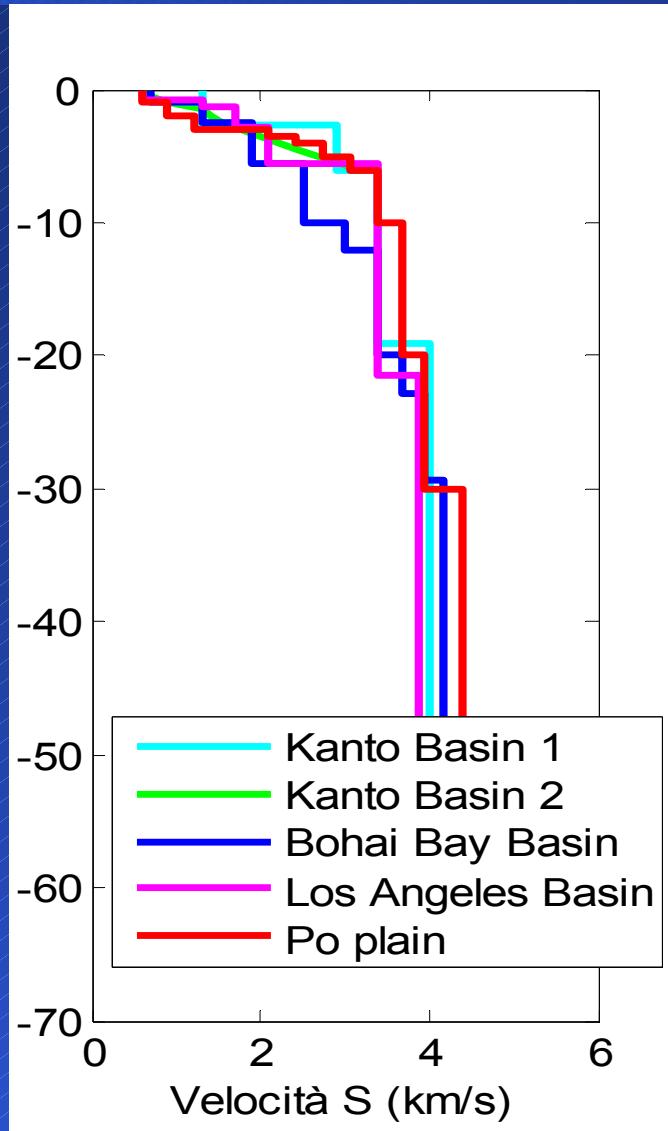
- Preparazione degli input per le simulazioni (modello strutturale, parametri di sorgente)
- Validazione del modello strutturale e del modello di attenuazione preliminare
- Prove parametriche a sorgente puntiforme per valutare effetti di attenuazione e parametri sorgente su SRS
- Ricerca e selezione di un database di riferimento per la validazione dei risultati (spettri di risposta in spostamento per terremoti registrati nei bacini sedimentari)

Metodi di calcolo per i sismogrammi sintetici in spostamento

Le simulazioni con modelli strutturali 1D/3D mirano a definire lo scuotimento in termini di spostamento atteso nel caso di propagazione di onde di superficie in bacino sedimentario profondo (3-5 km) nell'intervallo di distanze 50 – 300 km.

- Metodo EXWIM (Priolo et al., 2002) - propagazione 3-D in mezzi verticalmente eterogenei (1-D) anelastici con sorgente finita.
- Metodo pseudospettrale di Fourier a griglie sfalsate per un mezzo anelastico 3-D con sorgente finita (Klinc et al, 2004).

Modelli strutturali per la Pianura Padana



Modello strutturale da dati geologico-geofisici AGIP (Cassano et al., 1986) e profili DSS (e.g. Scarascia e Cassinis, 1997)

Modello di rif. 1-D (già preparato)
Modello 3-D (in corso di costruzione)

Modello di attenuazione

- Da dati di altri bacini sedimentari (e.g. Los Angeles basin - Olsen et al., (2004)), e misure di attenuazione da esperimenti di sismica attiva (in corso).

- $V_s < 1.5 \text{ km/s}$ $Q_s/V_s = 0.02$
- $V_s > 1.5 \text{ km/s}$ $Q_s/V_s = 0.1$

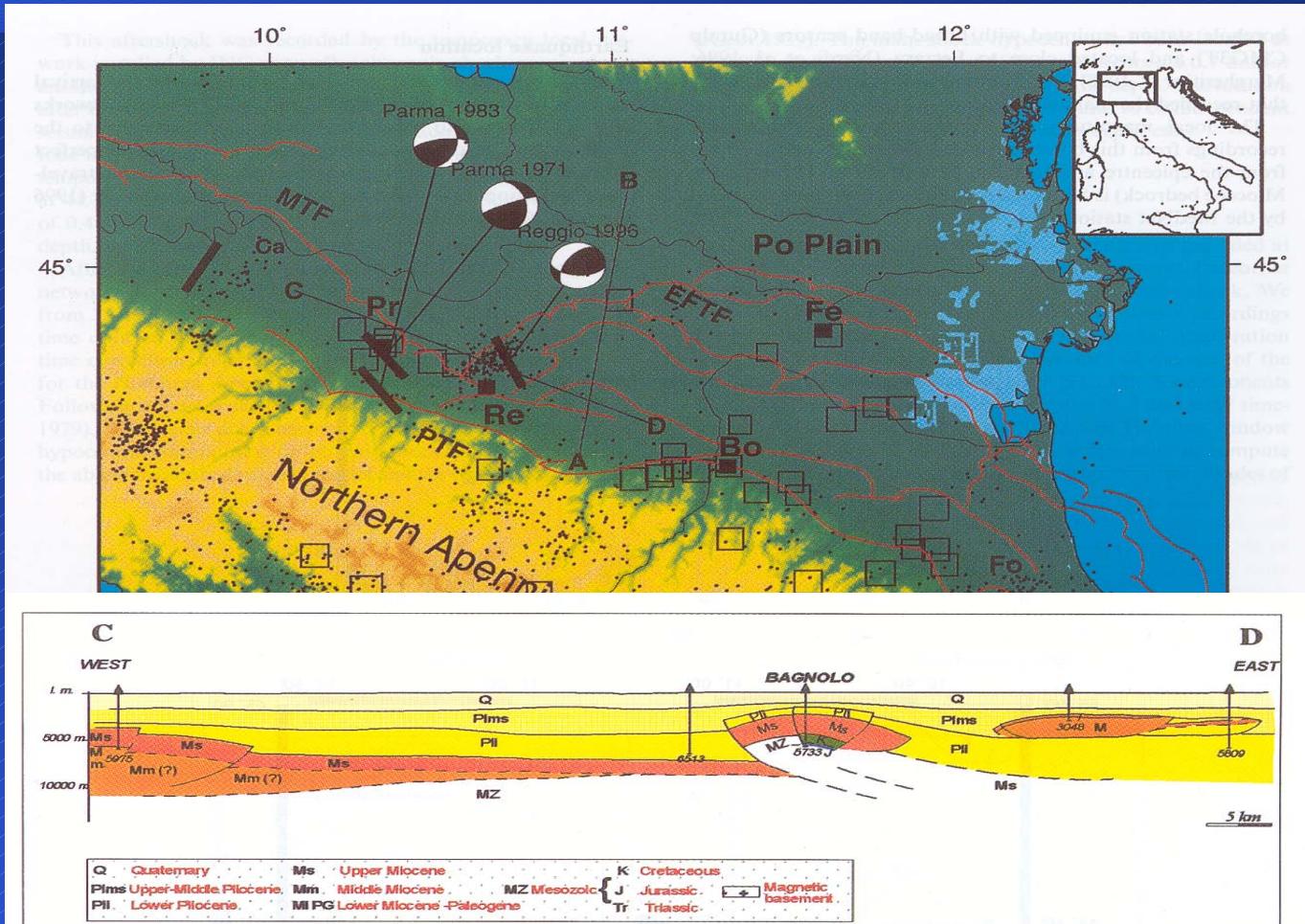
Nel bacino di Los Angeles i PGV previsti con questi modelli anelastici sono inferiori di un fattore 2.5 rispetto ai valori di PGV previsti con modelli elastici.

Modello di riferimento 1-D per la Pianura Padana

PP01

H(km) – Depth Range	V _P	V _S	RHO	Q _P	Q _S	Layer
1.0 – (0.0-1.0)	1.500	0.60	1.60	40	20	Unconsolidated sediments
1.0 – (1.0-2.0)	1.800	0.90	1.70	40	20	
1.0 – (2.0-3.0)	2.160	1.20	1.70	80	40	
0.5 – (3.0-3.5)	3.500	2.10	1.90	400	200	Consolidated sediments
0.5 – (3.5-4.0)	4.150	2.40	2.10	400	200	
1.0 – (4.0-5.0)	4.750	2.75	2.75	400	200	
1.0 – (5.0-6.0)	5.330	3.05	3.50	600	300	Upper crust
4.0 – (6.0-10.0)	5.880	3.40	3.85	600	300	
10. – (10.0-20.0)	6.340	3.67	3.90	600	300	Middle crust
10. – (20.0-30.0)	6.800	3.93	3.90	1000	500	Lower crust
	7.700	4.41	3.95	1000	500	Upper Mantle

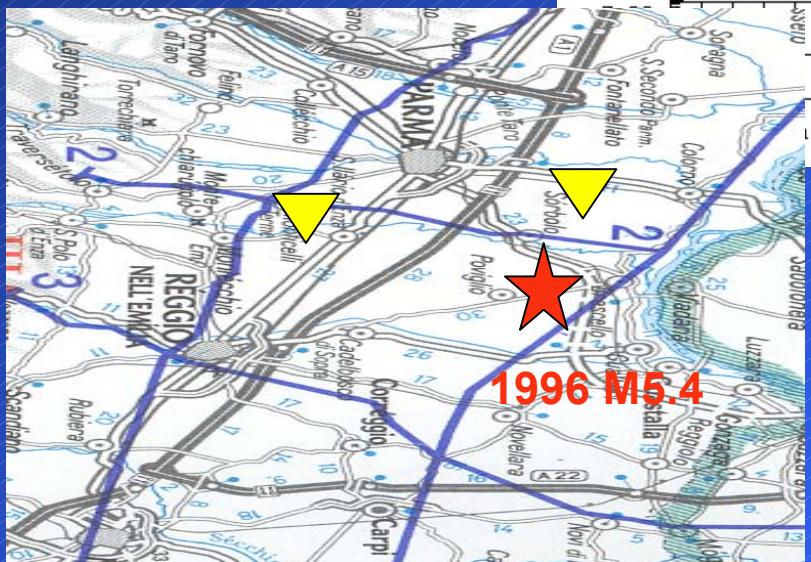
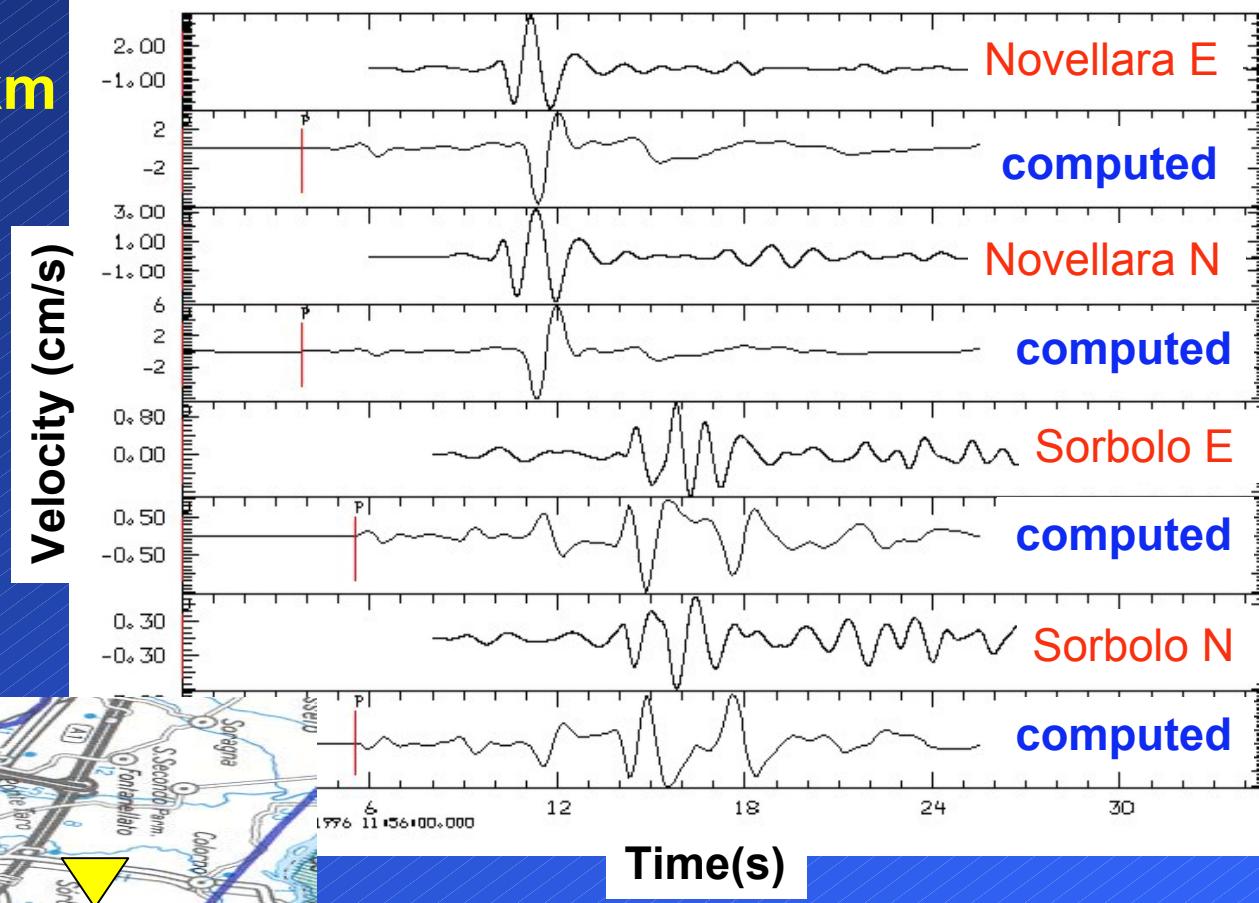
Validazione del modello PP01 (e.g. terremoto di Correggio 1996, M=5.4)



Da Selvaggi et. Al., 2001 (GJI)

Source depth: 12km
Seismic Moment:
 $6.46e+24$ dyne*cm

Strike 217°
Dip 53°
Rake 47°



All data pass band filtered
From 0.1 Hz to 1 Hz

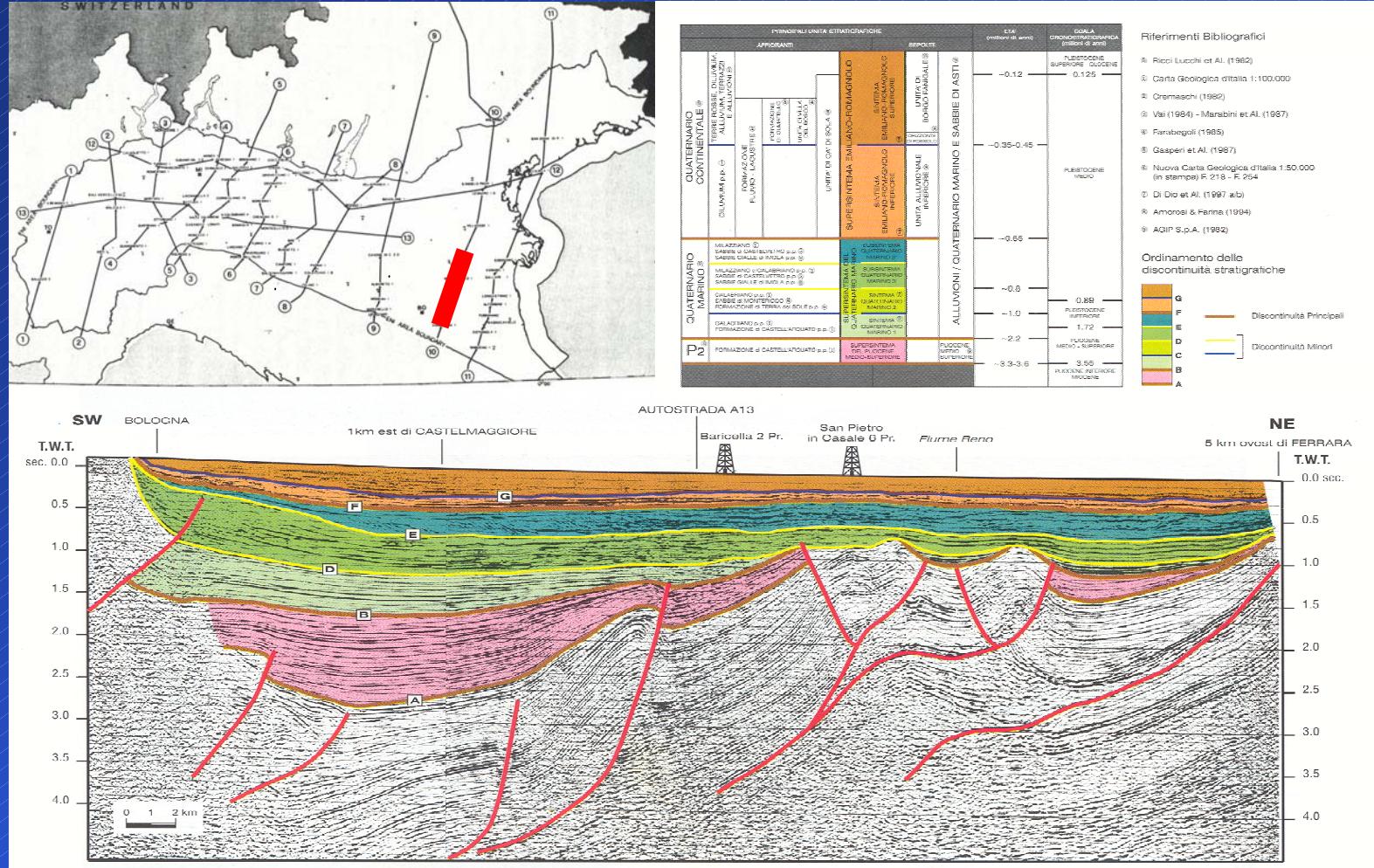
Ulteriore validazione del modello per terremoti e registrazioni di sismica attiva in Pianura Padana

Sono in corso ulteriori validazioni con dati di sismica attiva e terremoti “deboli” registrati dal Dip. CRS dell’OGS.

1-Brillamento ordigno bellico 1000 lb. a Padova il 20 Novembre 2005 (array lineare di 20 stazioni tra Padova e Rovigo) con sensori a larga banda, 5s e 1s (vibrometria).

2- Terremoto M=3.5 a Mantova il 20 Novembre

Modello Strutturale 3-D della Pianura Padana



Terremoti di riferimento

1. Friuli-Veneto Orientale (zona sismogenetica 905)*
2. Garda-Veronese (zona sismogenetica 906)*
3. Garfagnana-Mugello (zona sismogenetica 915)*

(*) Zonazione sismica ZS9

Abbiamo scelto le zone a ridosso della Pianura dove si attende la massima magnitudo (terremoti di $Mw=6.6$ presenti nel catalogo CPTI2). Per le zone 906 e 915 i meccanismi focali tipici sono faglie normali mentre la zona 905 è caratterizzata da faglie inverse.

Prove parametriche a sorgente puntiforme

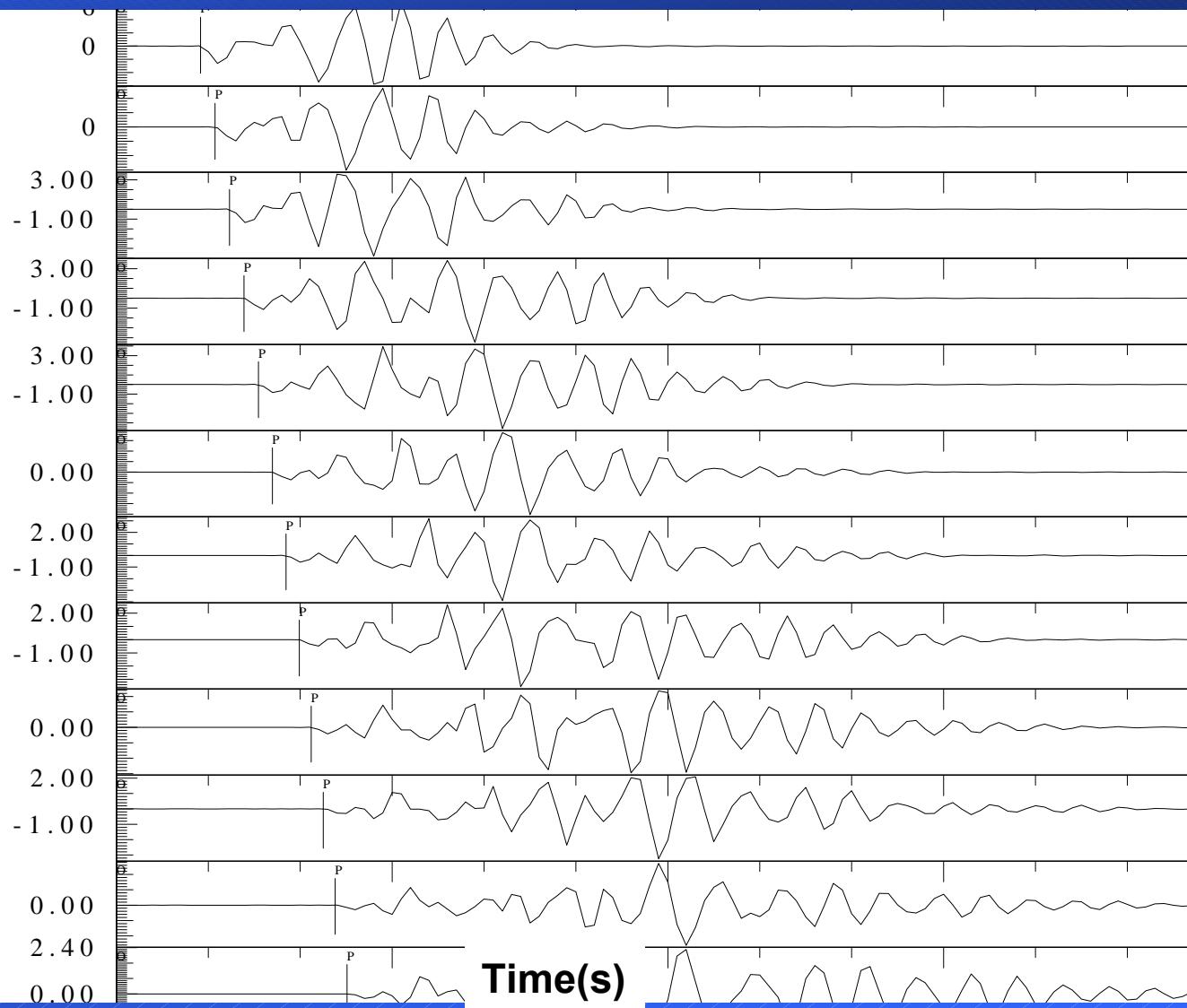
intervallo di distanze tra 70 km e 160 km - magnitudo 6.6

- variazione di SD per diversi spessori coltre sedimentaria
- variazione di SD per diversi valori di attenuazione nei sedimenti
- variazione di SD per diverso azimuth sorgente-sito
- variazione di SD per diverse durate della "source time function"
- variazione di SD per diverse profondità della sorgente
- variazione di SD per sorgente lineare di estensione $L=30$ km

Modello strutturale di riferimento: PP01

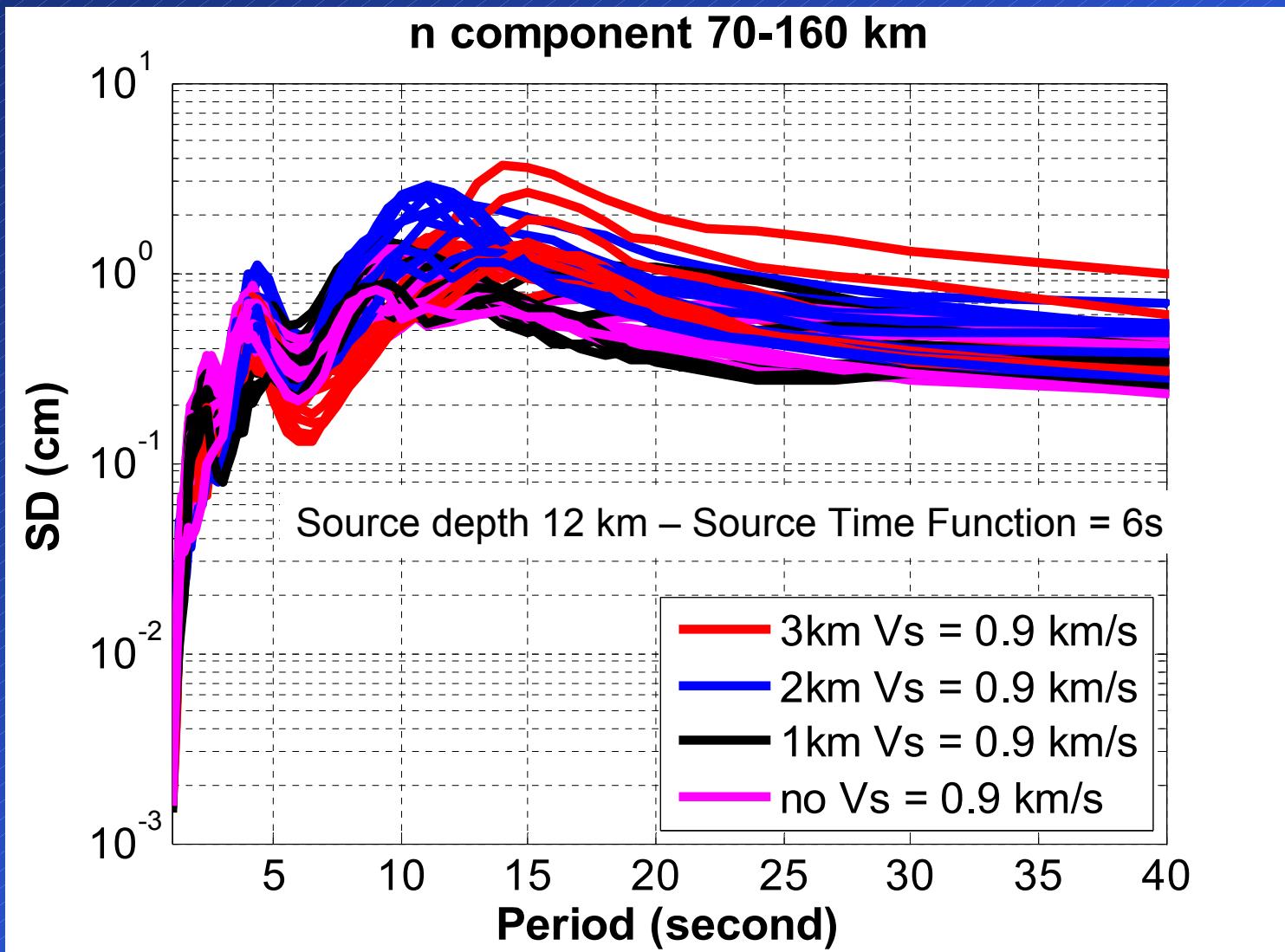
Esempio sismogrammi

Displacement (cm)

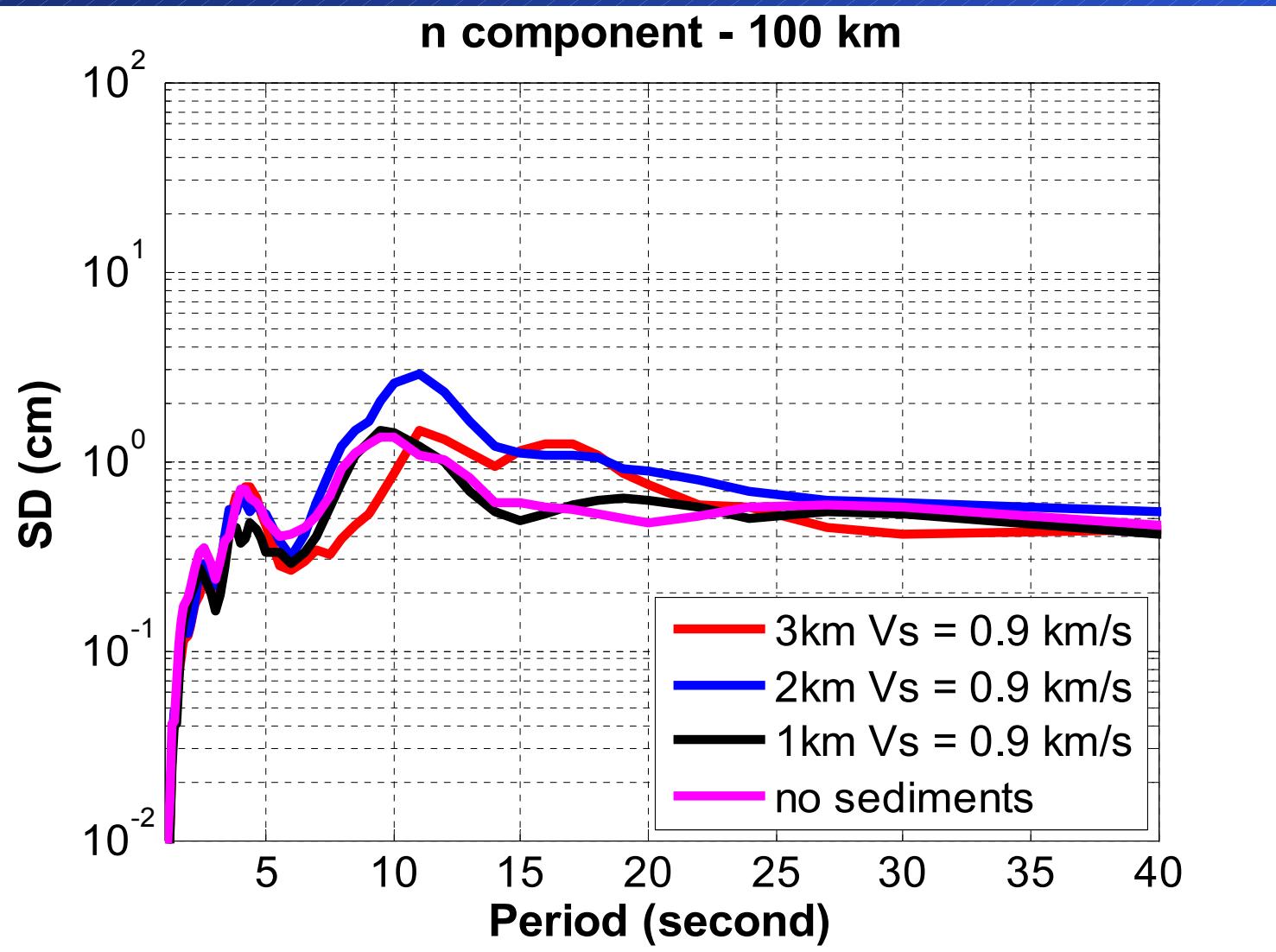


Time(s)

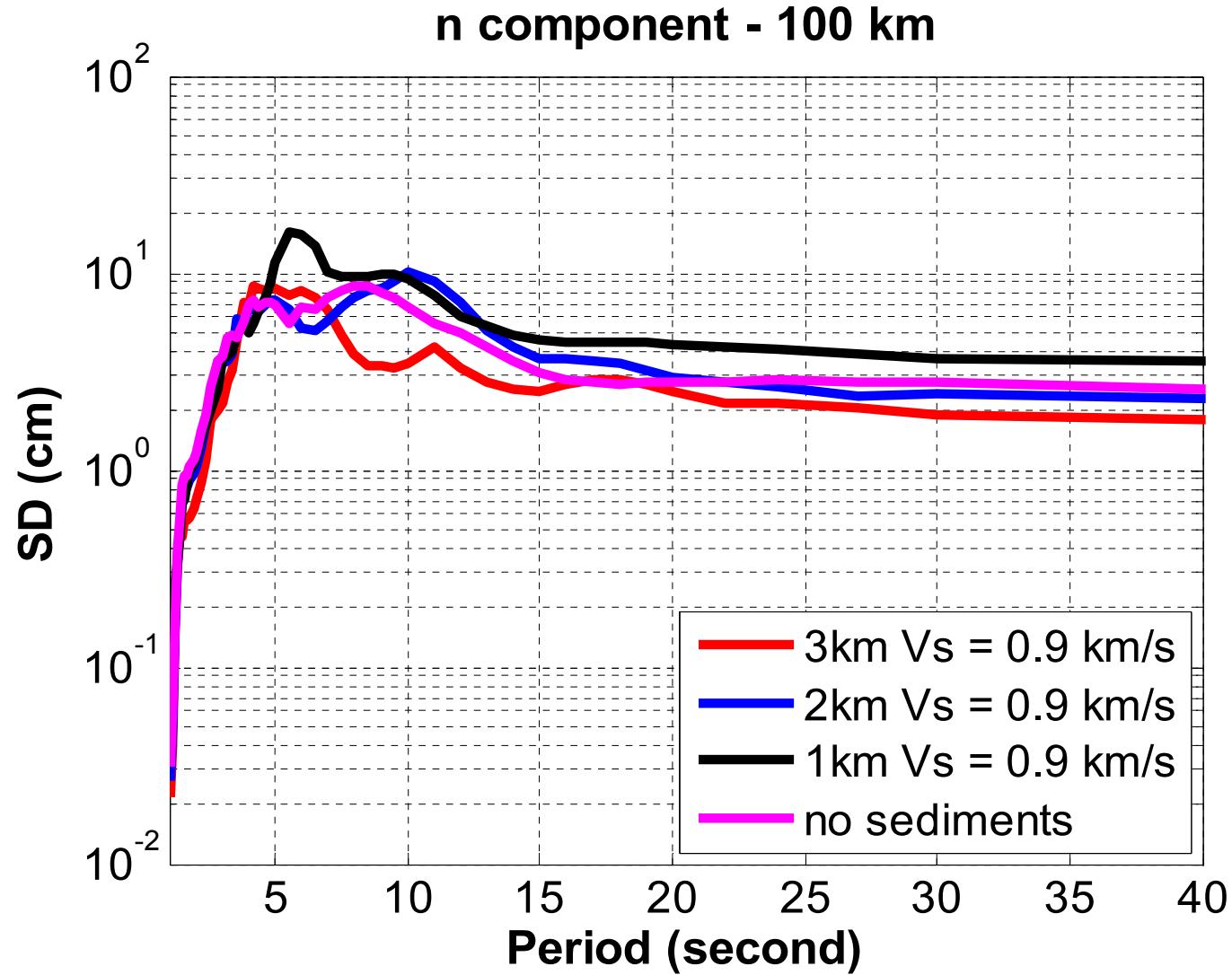
Variazione SD per diversi spessori dei sedimenti



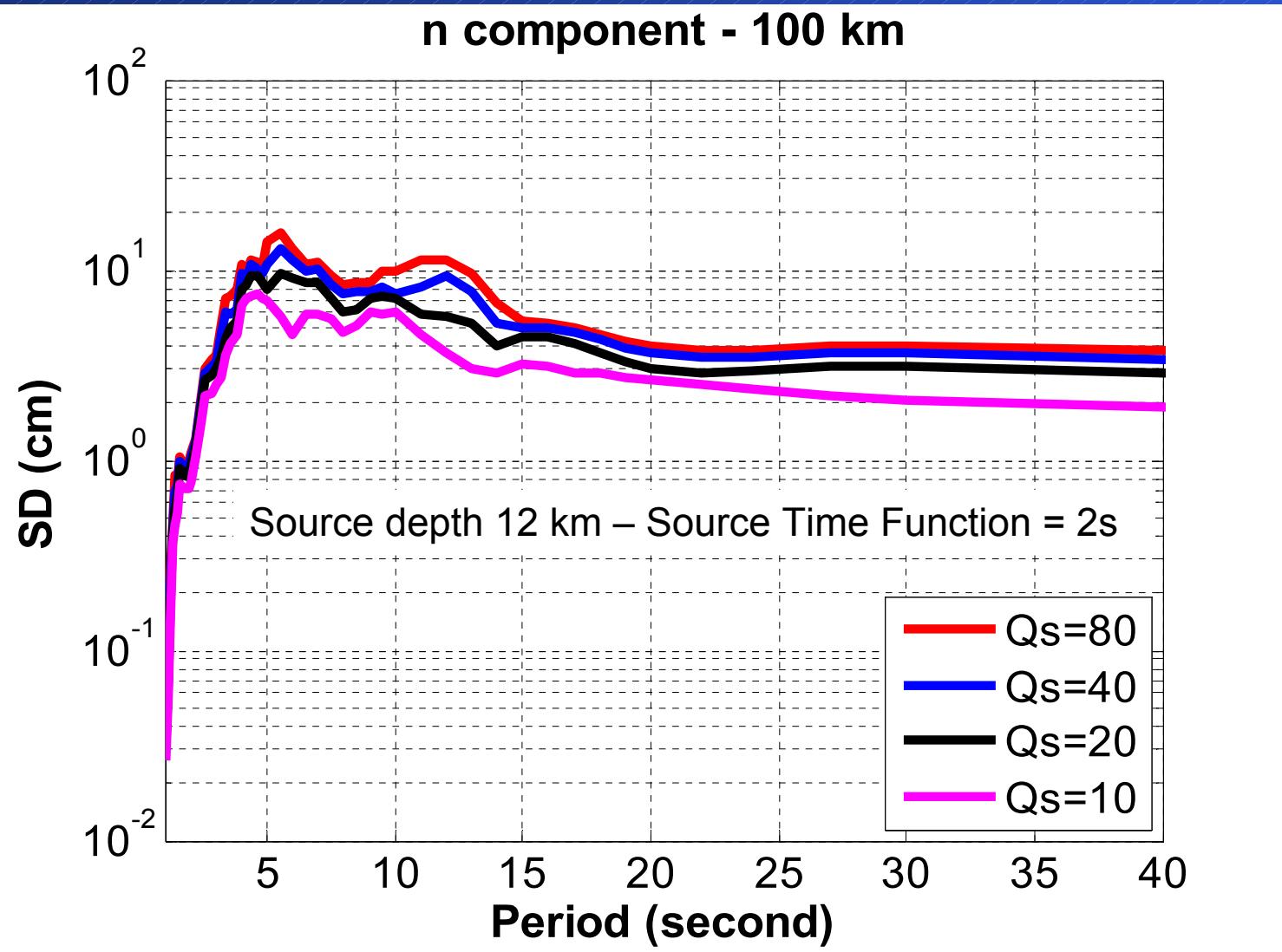
Variazione SD per diversi spessori dei sedimenti



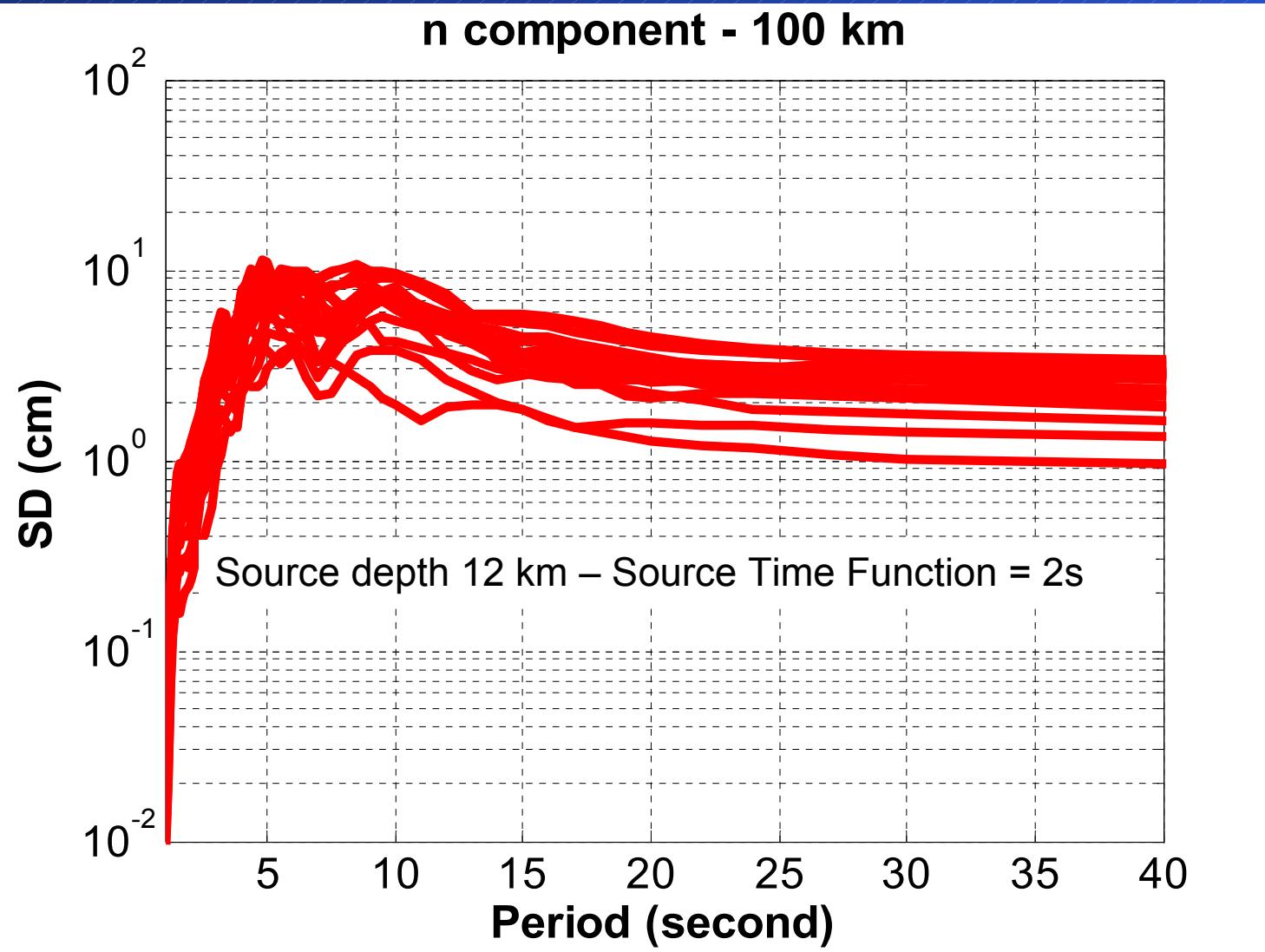
Variazione SD per diversi spessori dei sedimenti



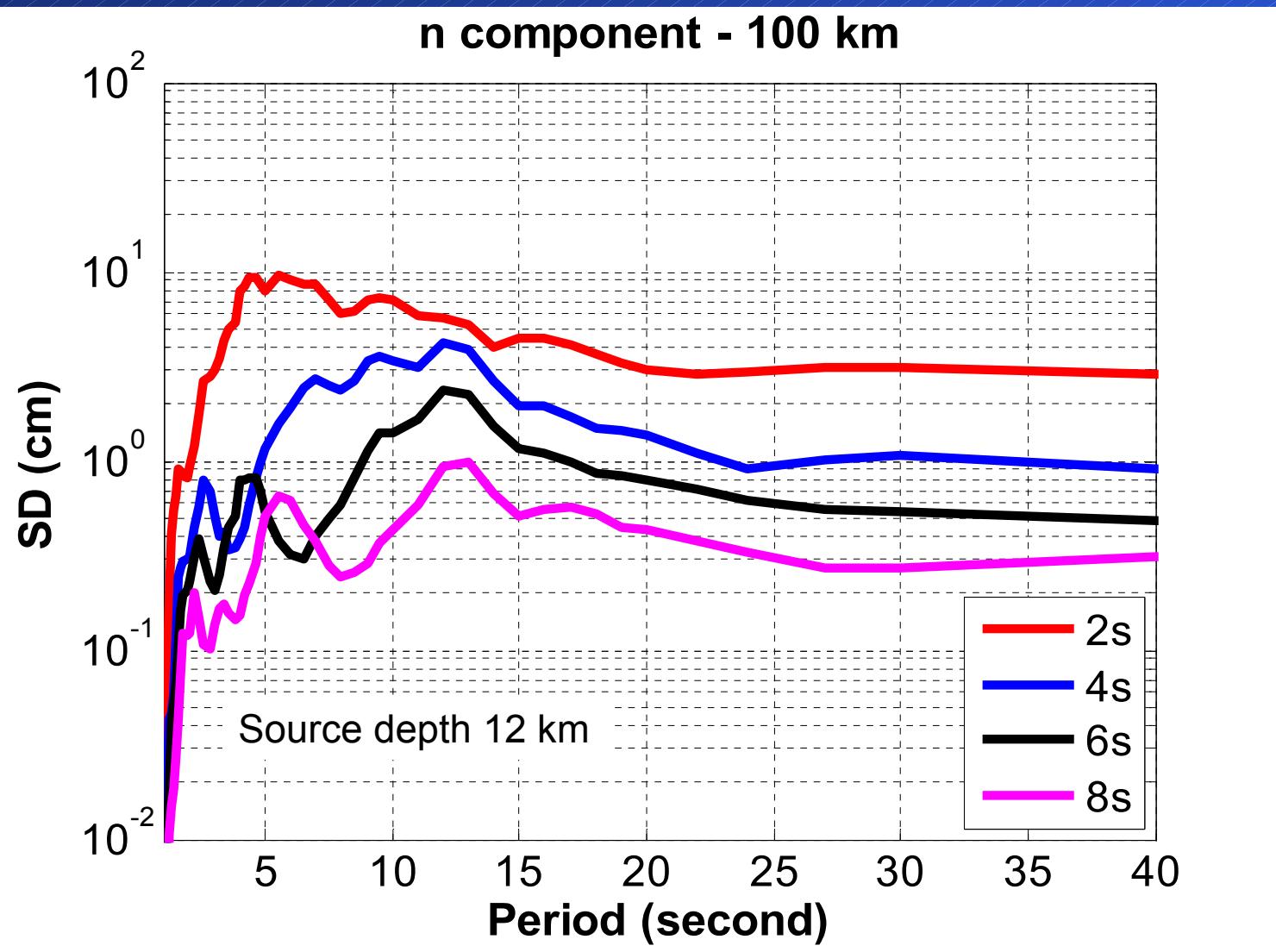
Variazione SD per diverso Qs nei sedimenti



Variazione SD per diverso angolo di radiazione

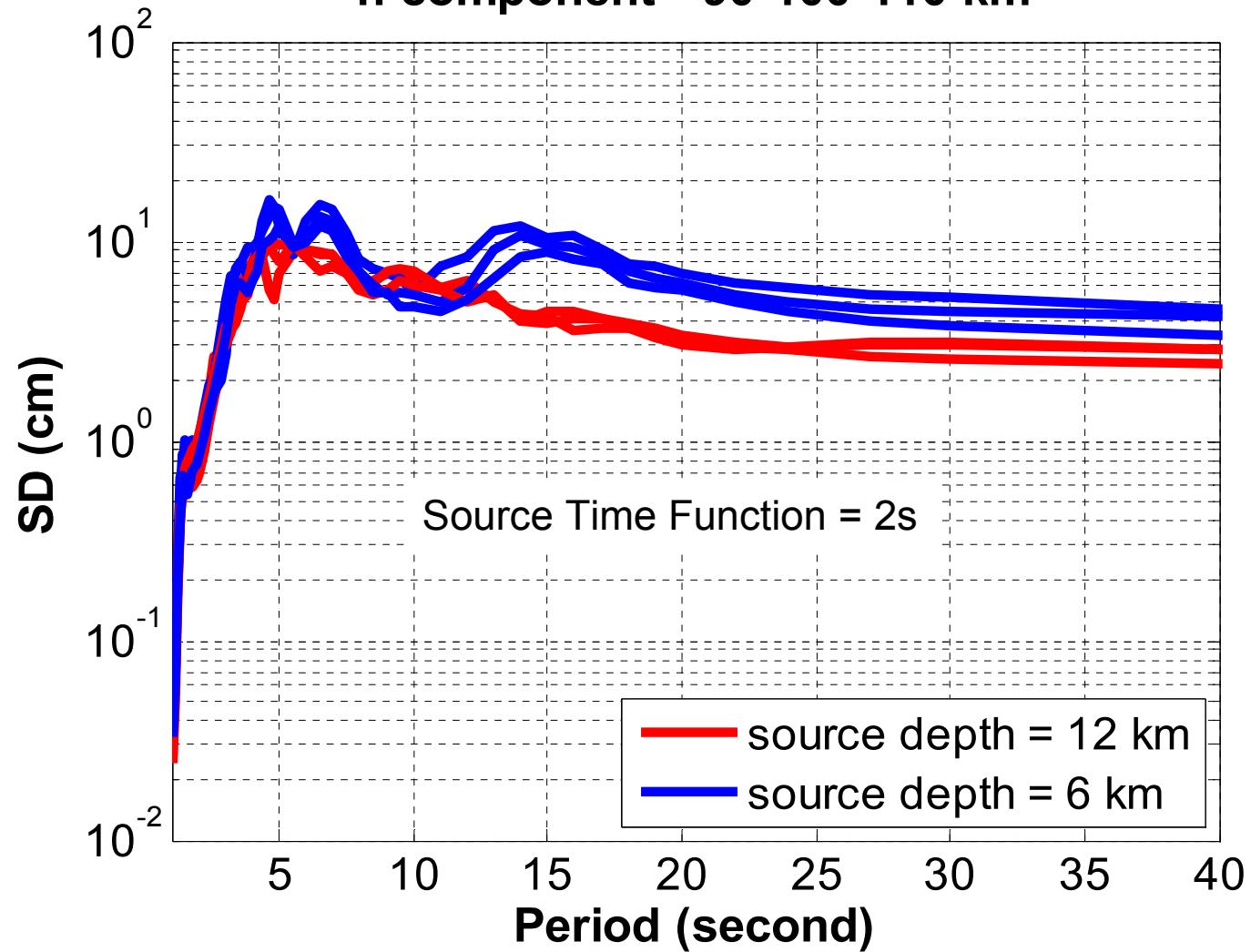


Variazione SD per diversa durata sorgente

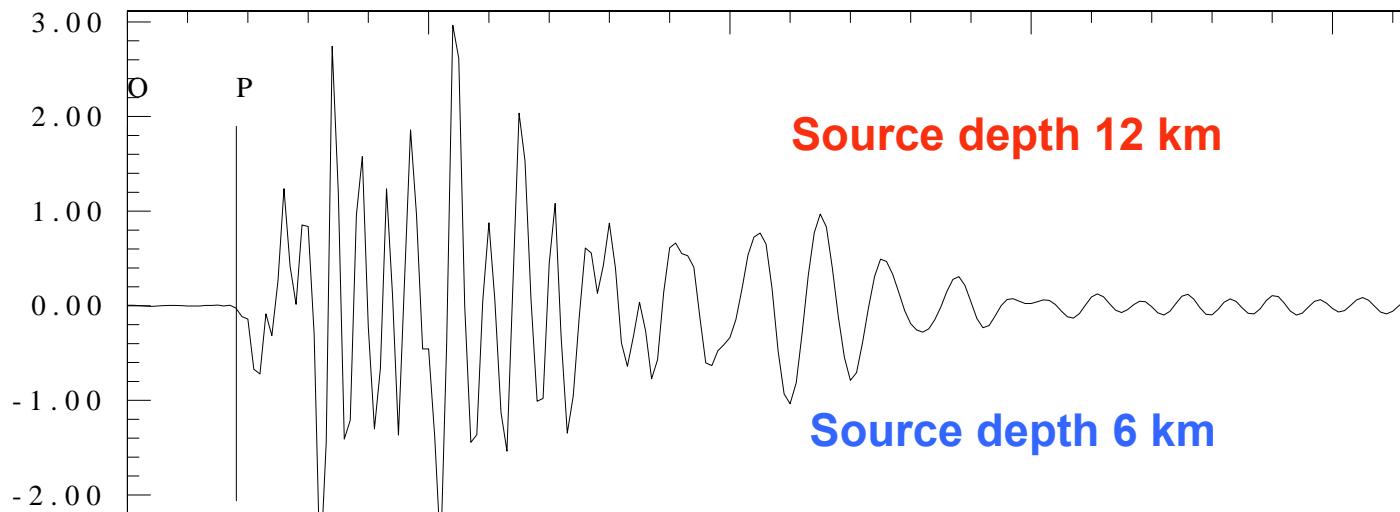


Variazione SD per diversa profondità sorgente

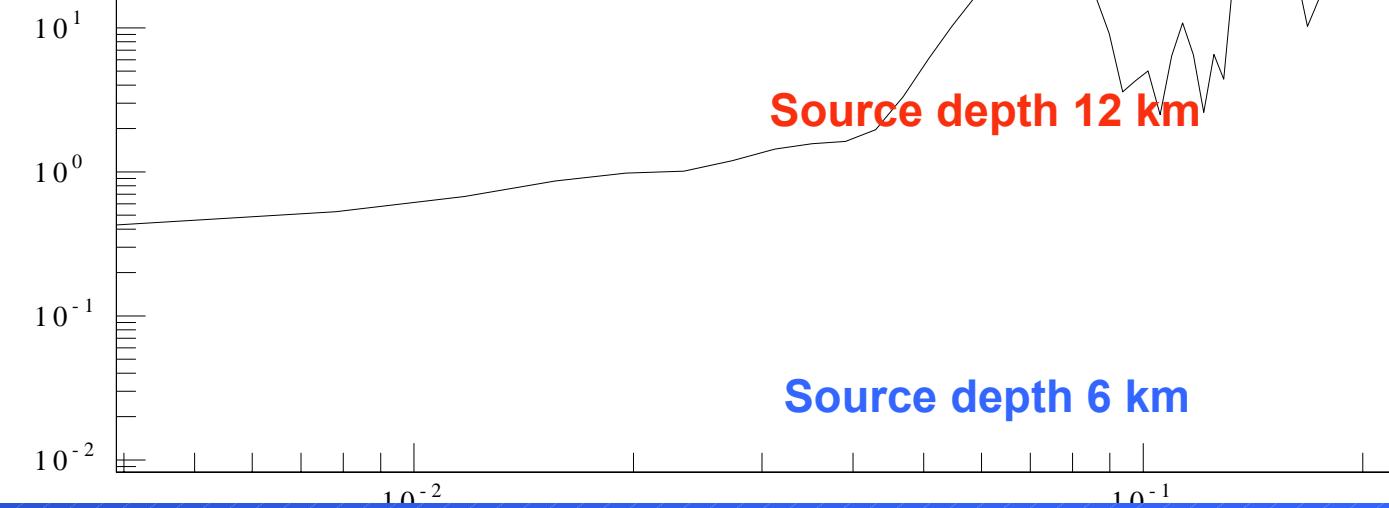
n component - 90-100-110 km



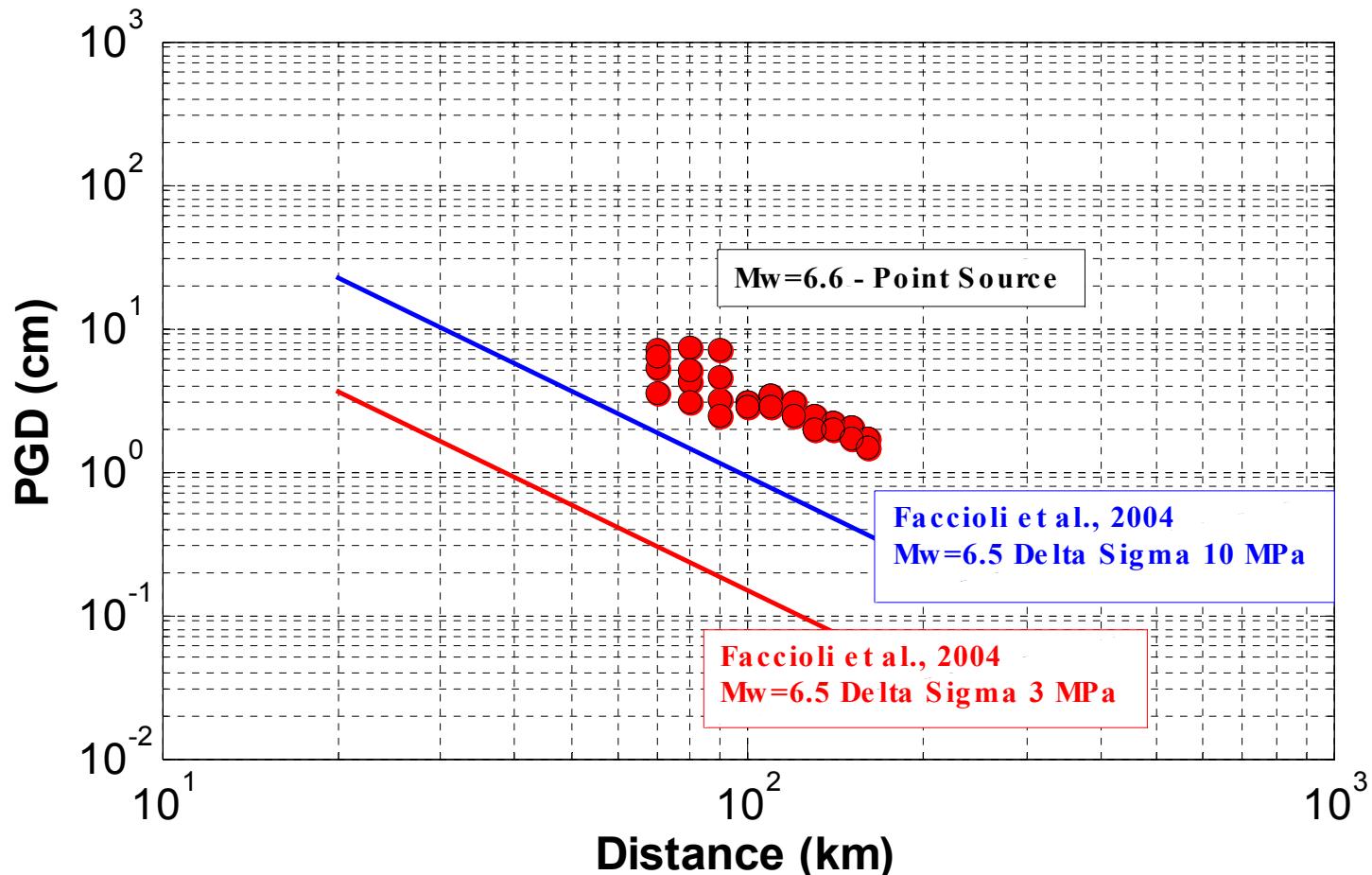
Displacement(cm)

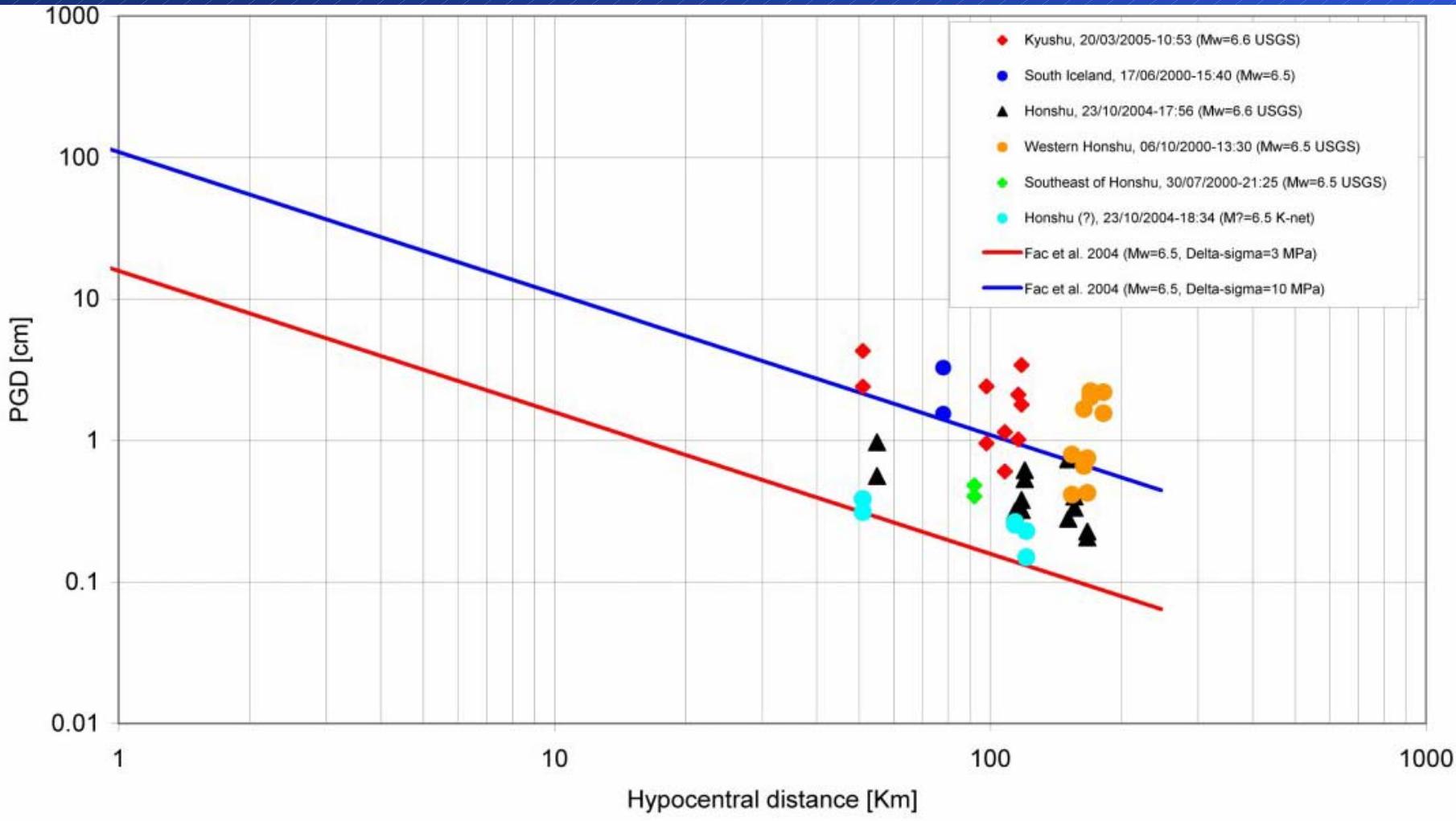


FFT



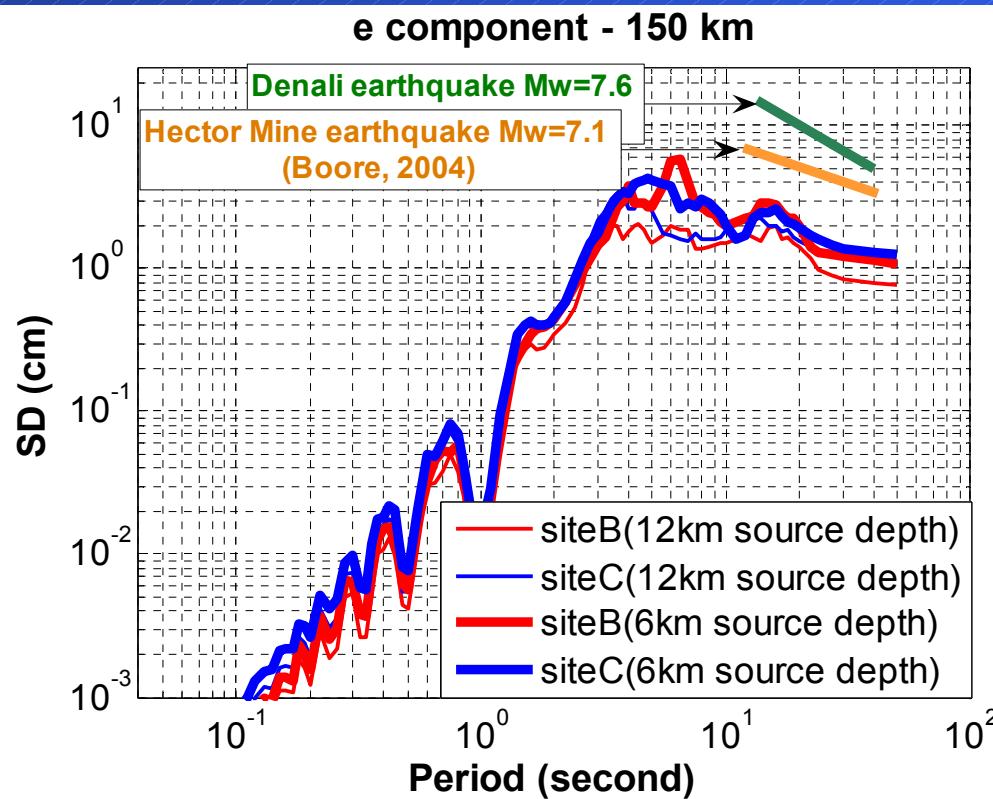
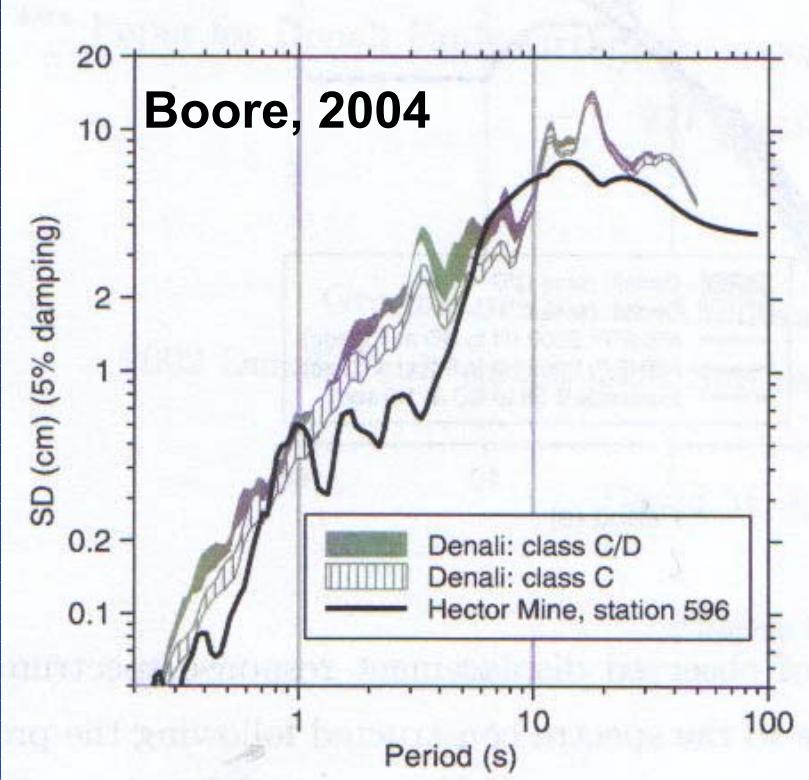
Attenuazione dei PGD (20s) 70-160km per una sorgente puntiforme M=6.6 modello PP01





PGD - Around $M_w = 6.5$

Confronto dei valori di picco di SD per Mw=6.6 con terremoti di Mw > 7 (Hector Mine e Denali)



modello PP01(sito B) e PP03 (gradiente di velocità S da 300m/s a 600m/s(sito C)

Controllo della deformazione

Max Horizontal Particle Velocity / Shallowest Vs = Strain

Prove di laboratorio sui suoli mostrano (e.g. Vucetic, 1994) che la deformazione diventa dipendente in modo non lineare dal damping per valori che superano approssimativamente 10^{-4} (per suoli ad alta plasticità) - 10^{-5} (per suoli a bassa plasticità).

Nelle modellazioni appena discusse il valore più alto della deformazione è di circa 10^{-4}

Database per la validazione dei risultati

- Per la validazione degli spettri in spostamento ottenuti sia da modelli 1D che 3D, vista la mancanza di dati in Pianura Padana, si useranno i dati registrati dalla rete KiK-Net nei bacini sedimentari di Kanto ed Osaka.
- I periodi di amplificazione (PSV) del Kanto Basin sono compresi tra 5 e 10 s (Miyake e Koketsu, 2005). Vista la similitudine nei modelli strutturali, tali periodi possono quindi essere ragionevolmente attesi anche per la Pianura padana.

