

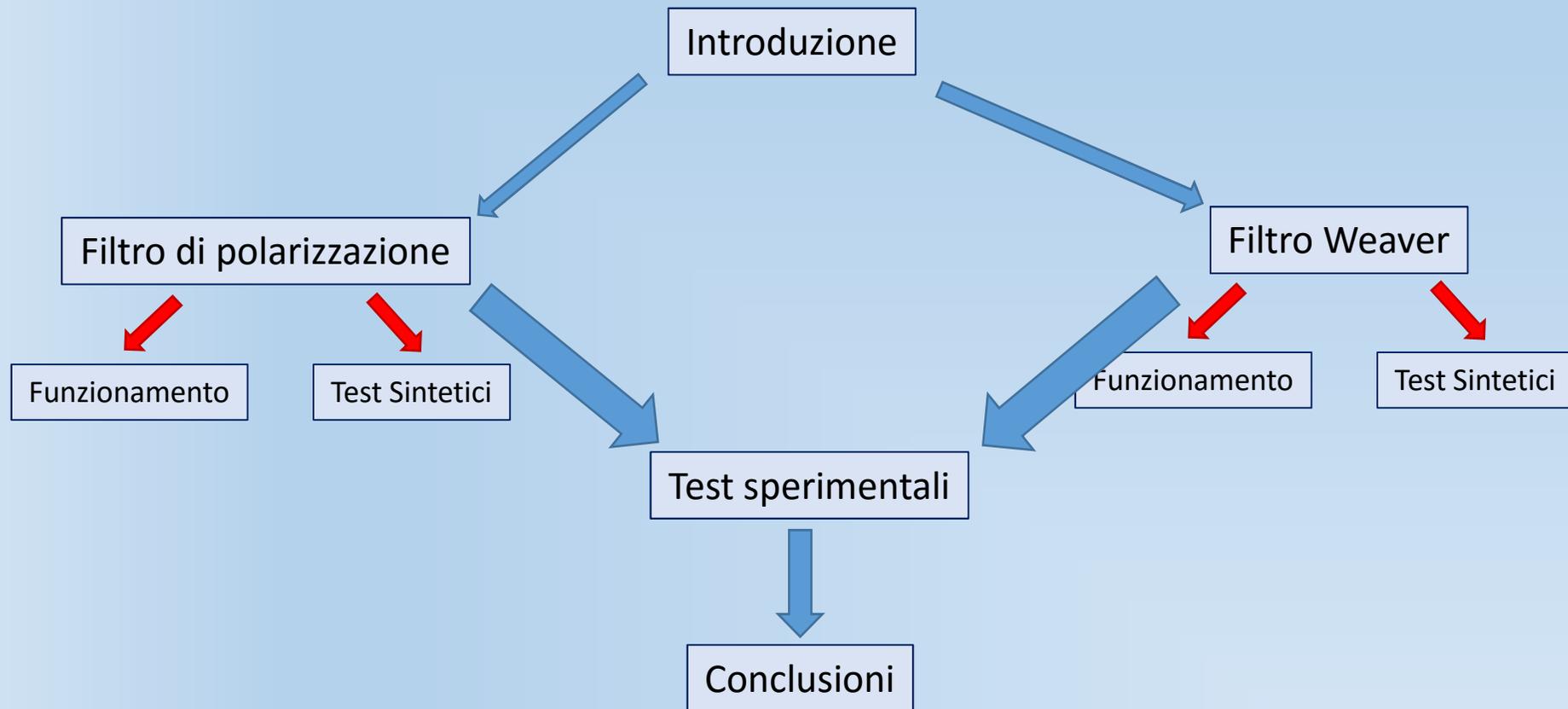
SVILUPPO DI TECNICHE DI DENOISING DI DATI MAGNETOTELLURICI

Rolando Carbonari¹, Luca D'Auria², Rosa Di Maio¹, Zaccaria Petrillo²

¹ *Dipartimento Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Università degli Studi di Napoli Federico II*

² *Osservatorio Vesuviano, sezione di Napoli dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia*

Sviluppo della presentazione

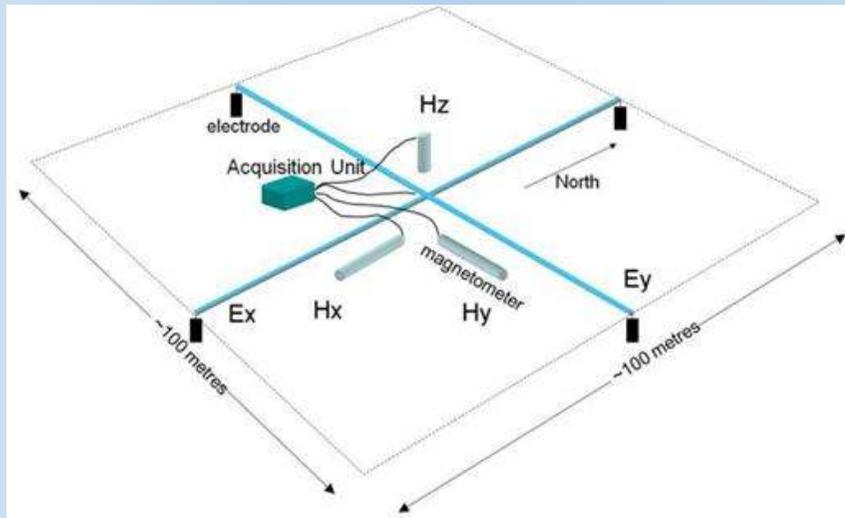


Introduzione: Metodo Magnetotellurico (MT)

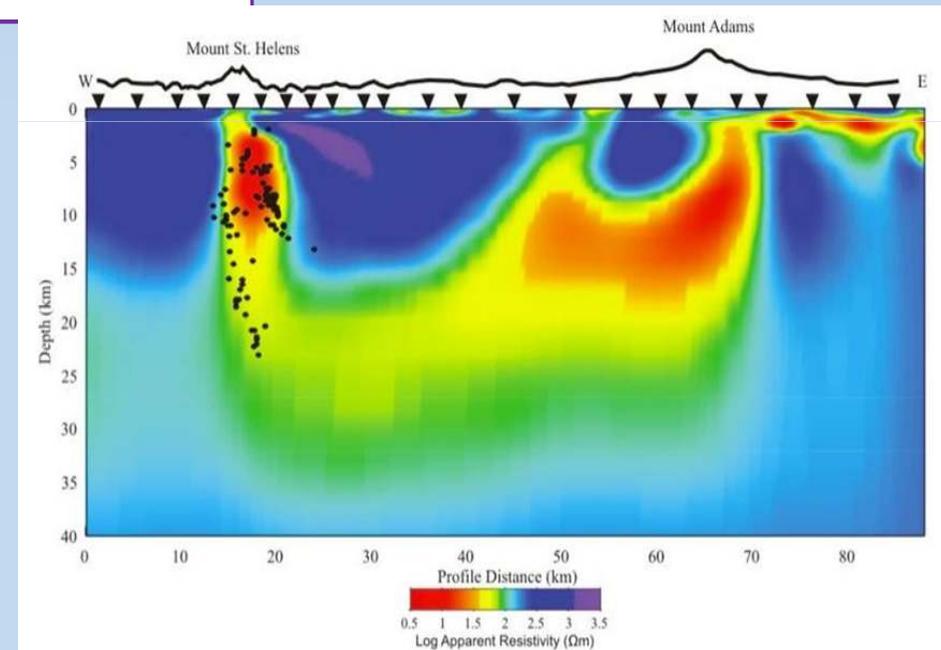
$$\vec{E} = \vec{Z}\vec{H} \rightarrow \begin{pmatrix} E_x \\ E_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Z_{xx} & Z_{xy} \\ Z_{yx} & Z_{yy} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} H_x \\ H_y \end{pmatrix}$$

$$\rho_{ij} = \frac{|Z_{ij}|^2}{\omega\mu_0}$$

\vec{Z} = impedenza d'onda MT; ρ = resistività; ω = frequenza angolare;
 μ_0 = permeabilità magnetica del vuoto;

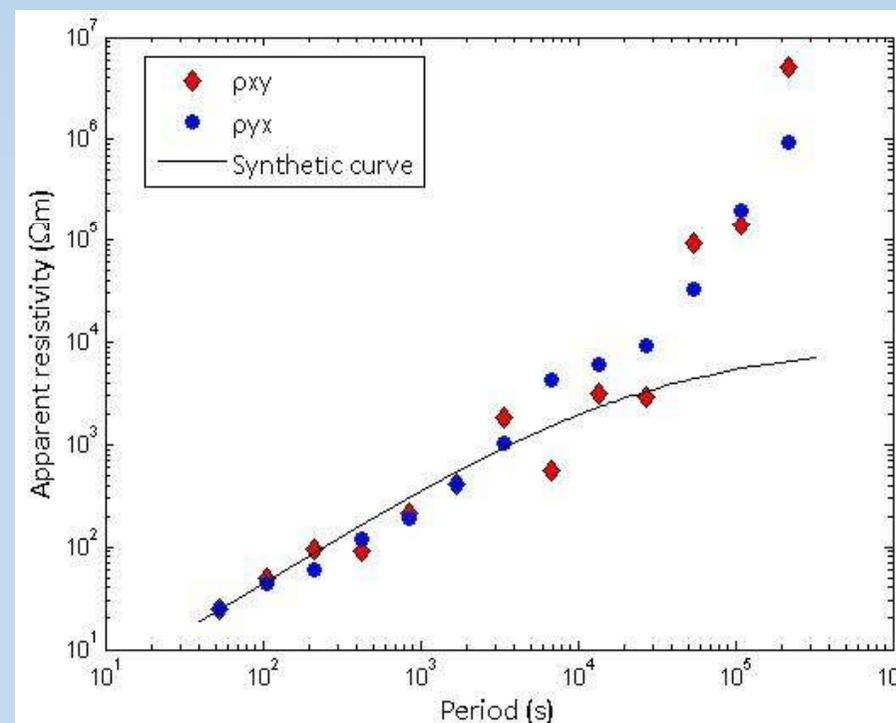
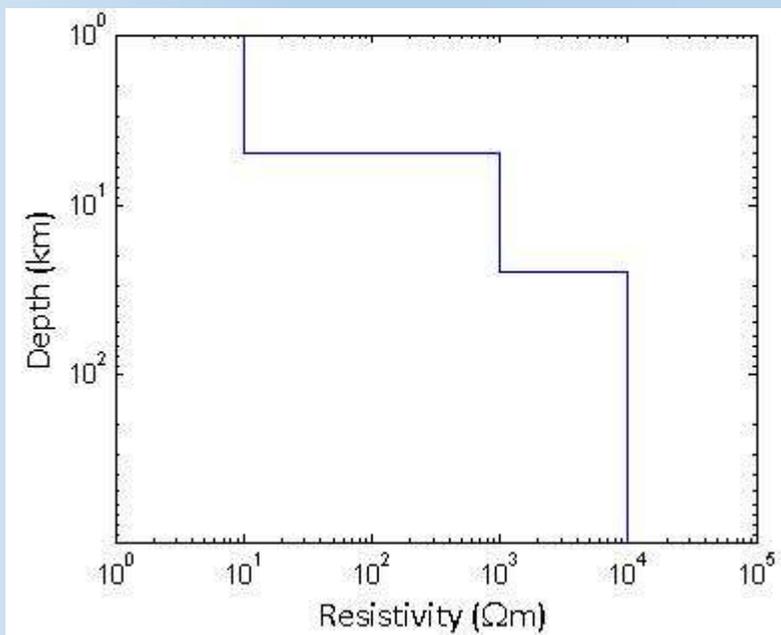
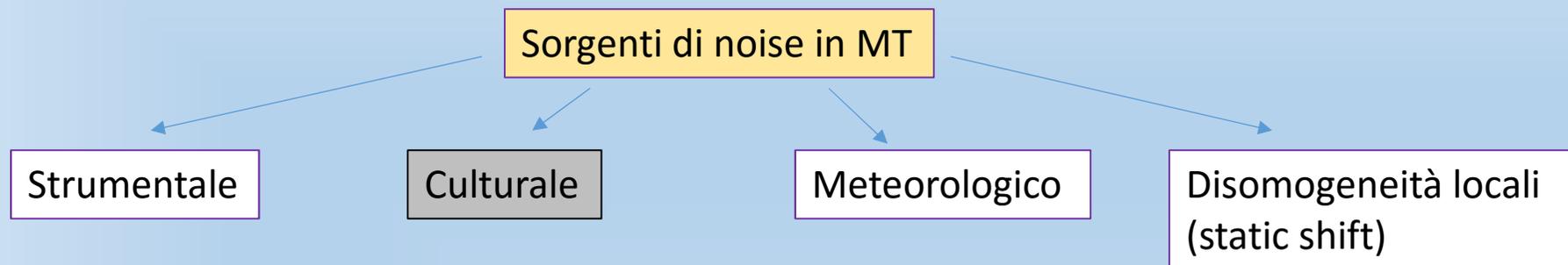


<http://www.moombarriga.com.au/?ContentID=26>



(Hill et al. 2008)

Introduzione: Noise nei dati magnetotellurici



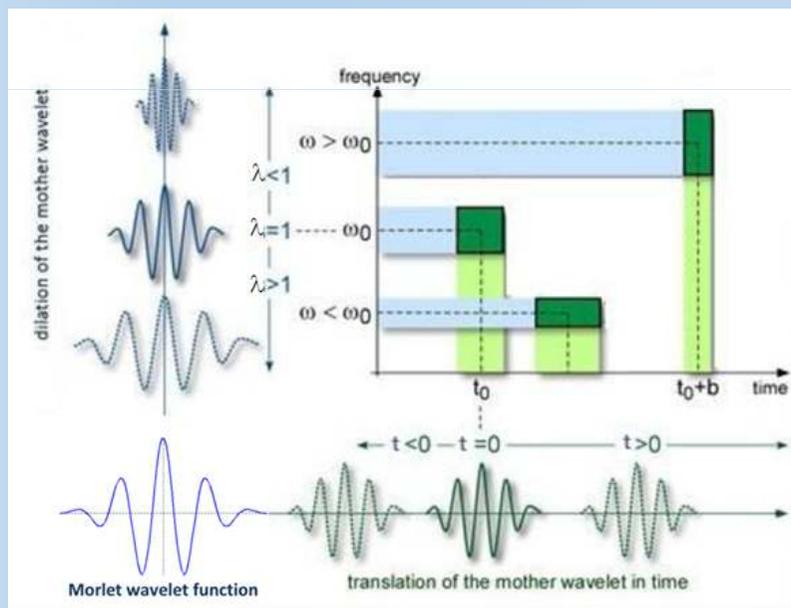
Introduzione: analisi del dato MT con la trasformata Wavelet

$$D_{m,n} = \int f(t) \psi_{m,n}(t) dt$$

$$\psi_{m,n} = \frac{1}{\sqrt{(\lambda_0)^m}} \psi \left[t - \frac{nt_0 (\lambda_0)^m}{(\lambda_0)^m} \right]$$

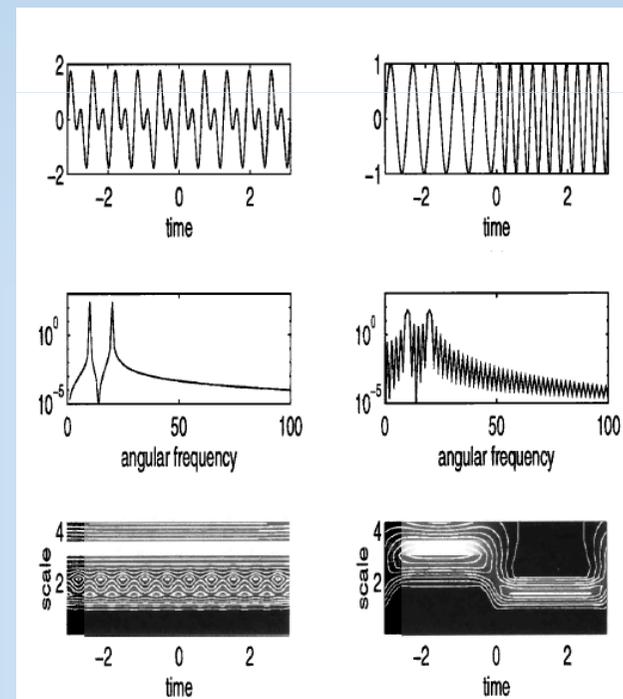
Trasformata Wavelet Discreta (DWT)

$\psi_{m,n}$: wavelet madre
 λ_0 : fattore di scala
 t_0 : parametro di localizzazione



(from Erol, 2011)

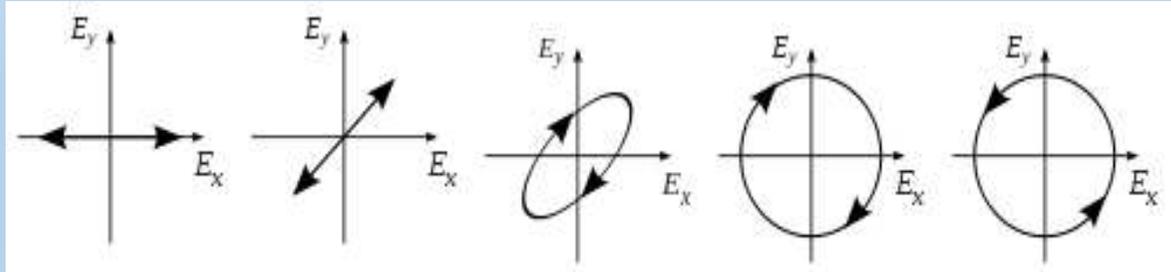
Fourier transf.
 Wavelet transf.



(from Kumar and Foufoula-Georgiou, 1997)

Filtro di polarizzazione

Analisi della polarizzazione
del campo elettrico



Grado di ellitticità della
polarizzazione

$$\lambda = \frac{2\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} \text{ con } \lambda_2 < \lambda_1, 0 \leq \lambda \leq 1$$

λ_1 e λ_2 sono autovalori della matrice

$$\lambda < \lambda_m - thr \cdot std$$

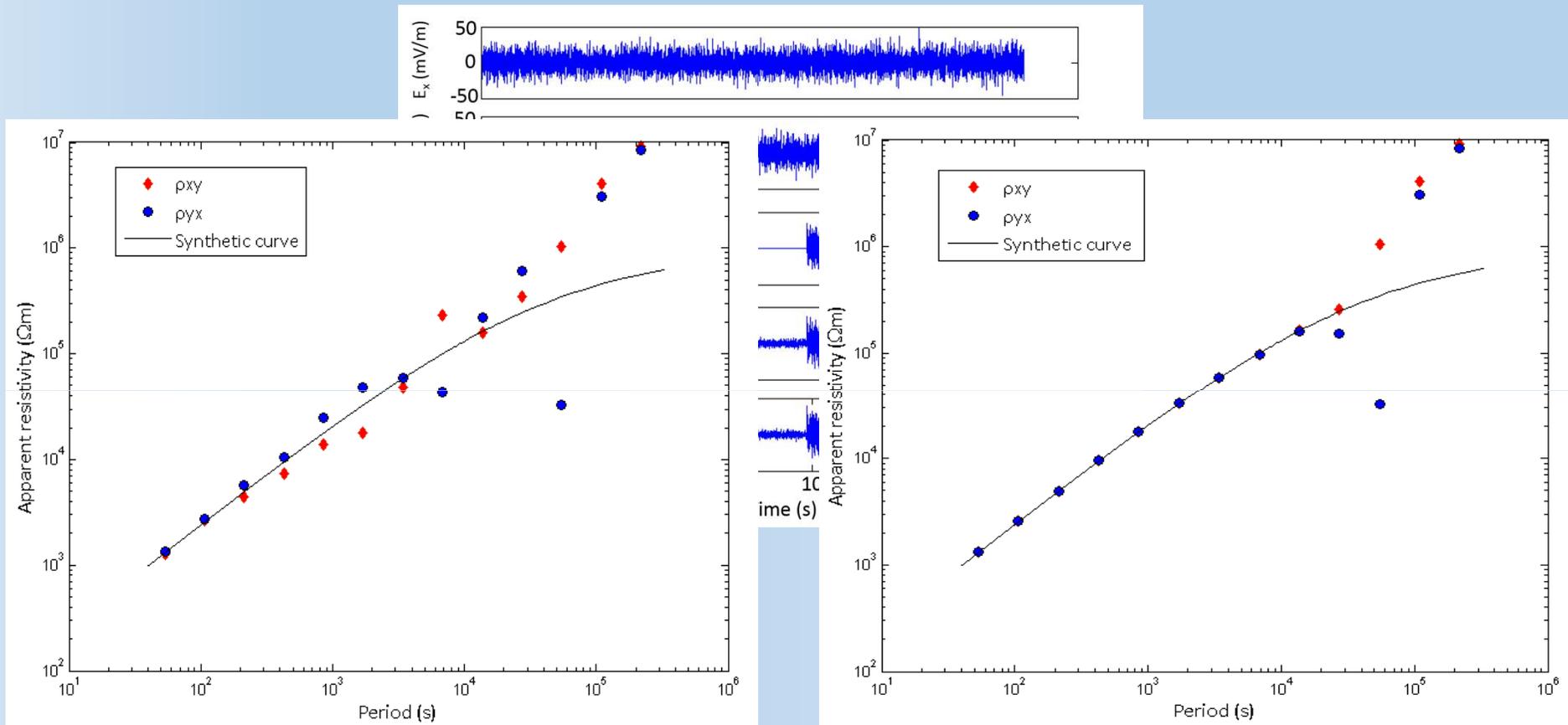
$$C = \begin{pmatrix} C_{xx} & C_{xy} \\ C_{yx} & C_{yy} \end{pmatrix}$$

- λ_m è il valore medio dell'ellitticità della polarizzazione per una scala Wavelet

$$C_{xx} = \sum_t E_x(t)^2; C_{yy} = \sum_t E_y(t)^2; C_{xy} = C_{yx} = \sum_t E_x(t) \cdot E_y(t)$$

- thr è un valore di soglia scelto dall'operatore
- std è la deviazione standard

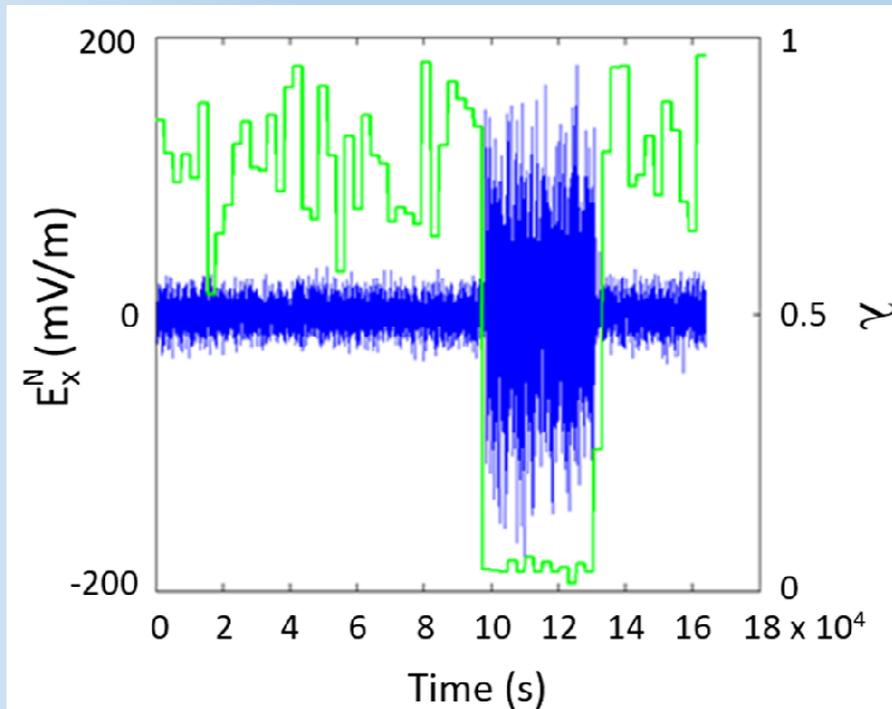
Filtro di polarizzazione: test sintetici



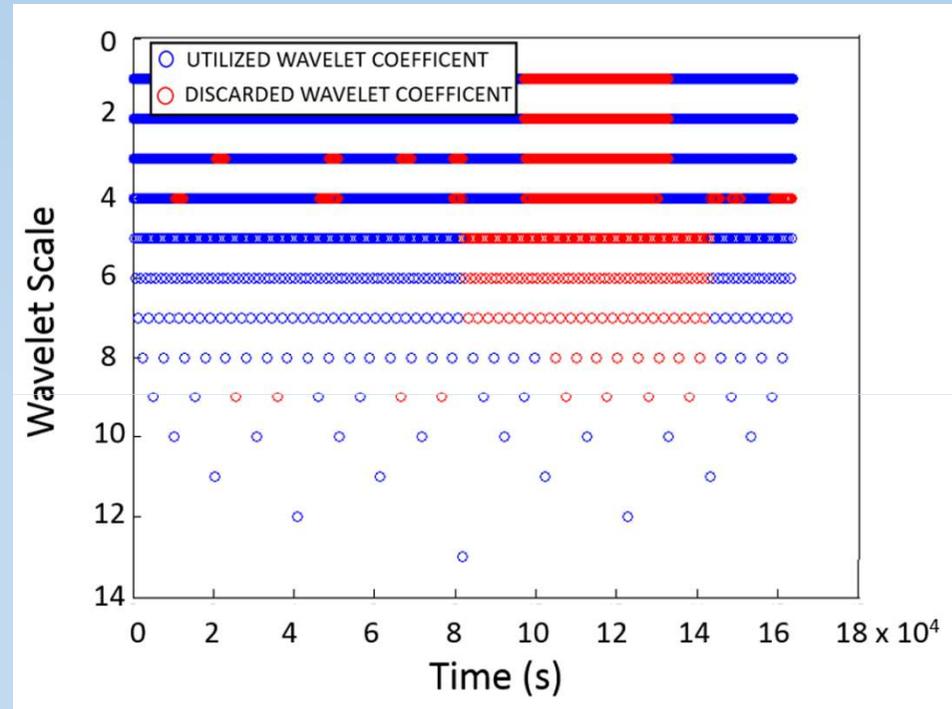
Curva di resistività apparente ricostruita senza l'applicazione del filtro

Curva di resistività apparente ricostruita dopo l'applicazione del filtro di polarizzazione con $\text{thr} = 0.5$

Filtro di polarizzazione: test sintetici



Valore della polarizzazione nel tempo per una frequenza di 0.01875 Hz



Plot diadico dei coefficienti Wavelet

Filtro Weaver

Nell'ambito dell'analisi della dimensionalità delle strutture investigate Weaver et al. (2000) hanno mostrato che il tensore di impedenza presenta sette invarianti. Nello specifico è possibile scomporre il tensore di impedenza Z nel seguente modo:

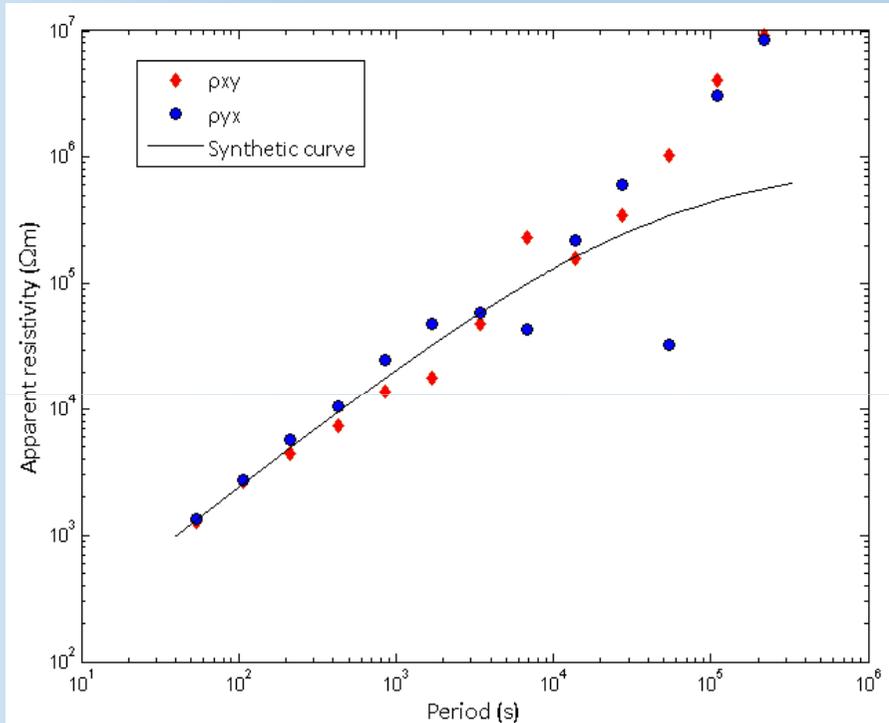
$$\begin{pmatrix} Z_{xx} & Z_{xy} \\ Z_{yx} & Z_{yy} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \xi_1 + \xi_3 & \xi_2 + \xi_4 \\ \xi_2 - \xi_4 & \xi_1 - \xi_3 \end{pmatrix} + i \begin{pmatrix} \eta_1 + \eta_3 & \eta_2 + \eta_4 \\ \eta_2 - \eta_4 & \eta_1 - \eta_3 \end{pmatrix}$$



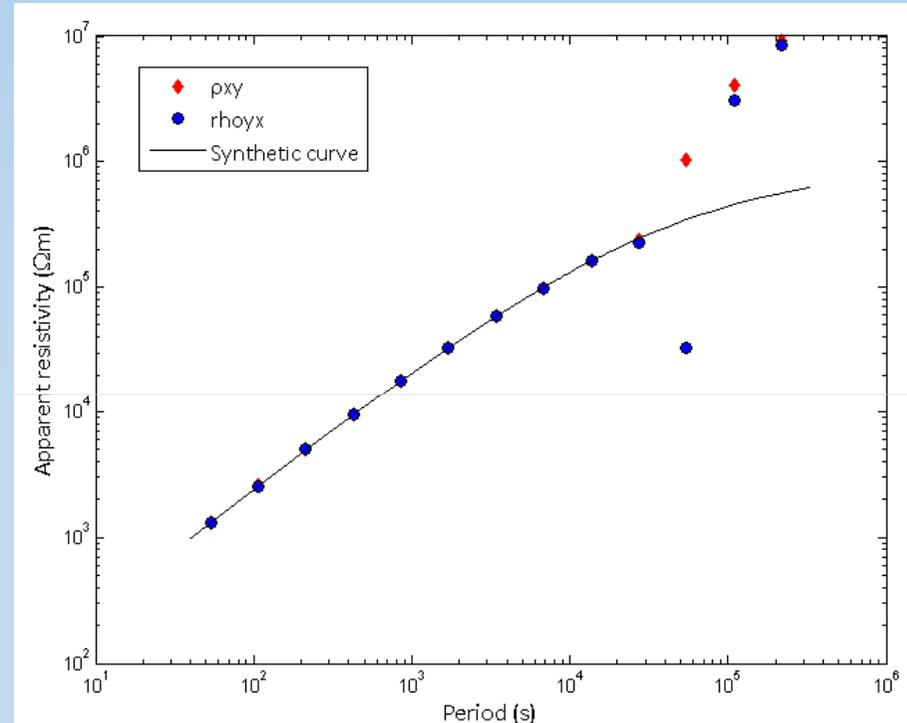
$$I_1 = (\xi_4^2 + \xi_1^2)^{1/2}; I_2 = (\eta_4^2 + \eta_1^2)^{1/2}; I_3 = \frac{(\xi_2^2 + \xi_3^2)^{1/2}}{I_1}; I_4 = \frac{(\eta_2^2 + \eta_3^2)^{1/2}}{I_2}; I_5 = \frac{\xi_4\eta_1 + \xi_1\eta_4}{I_1 I_2}; I_6 = \frac{\xi_4\eta_1 - \xi_1\eta_4}{I_1 I_2};$$
$$I_7 = \frac{d_{41} - d_{23}}{Q};$$

$$\text{Con: } Q = [(d_{12} - d_{34})^2 + (d_{13} + d_{24})^2]^{1/2}; \quad d_{ij} = \frac{\xi_i \eta_j - \xi_j \eta_i}{I_1 I_2}.$$

Filtro Weaver

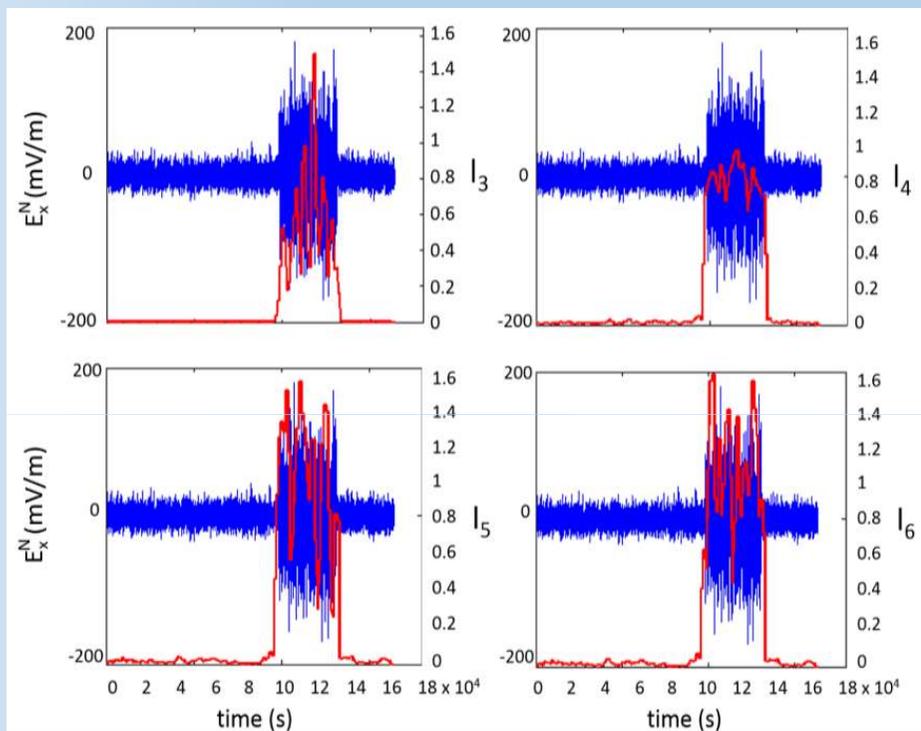


Curva di resistività apparente ricostruita senza l'applicazione del filtro

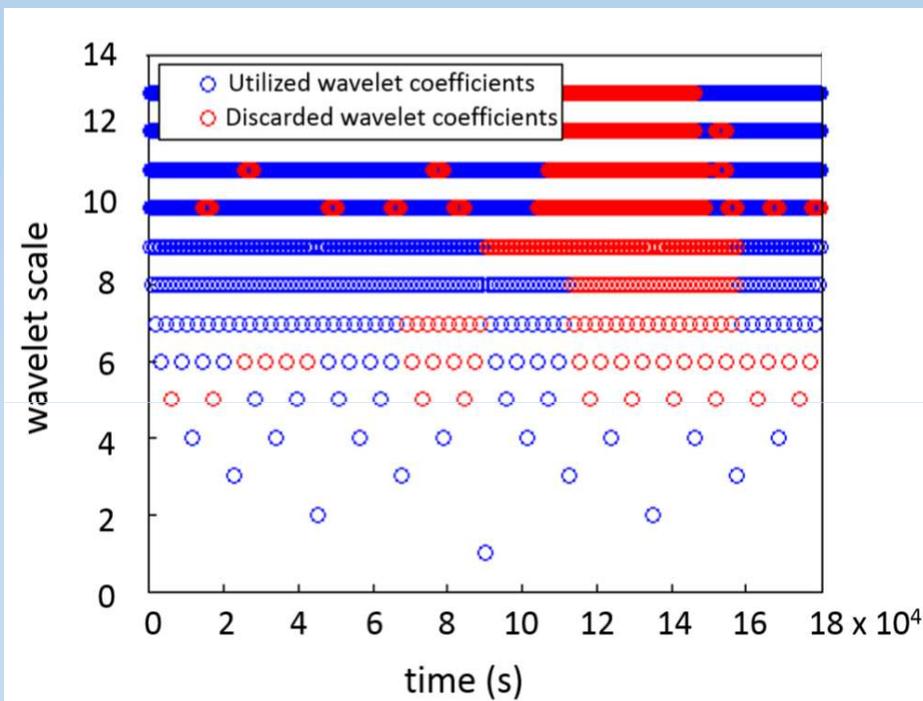


Curva di resistività apparente ricostruita in seguito all'applicazione del filtro di Weaver con una soglia al 45esimo percentile

Filtro Weaver

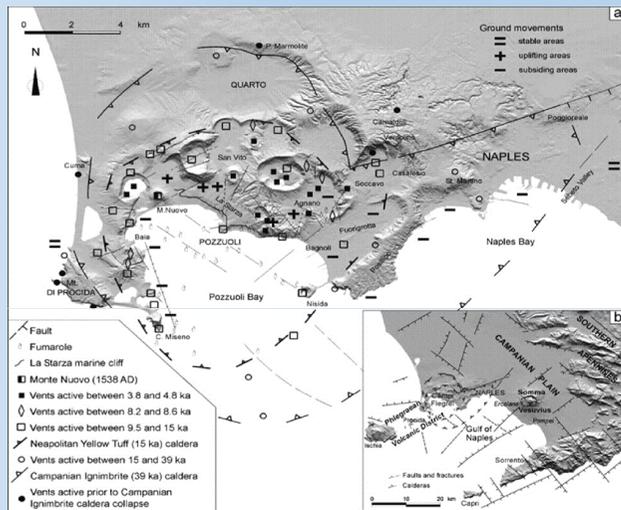


Valore degli invarianti normalizzati nel tempo per una frequenza di 0.01875 Hz

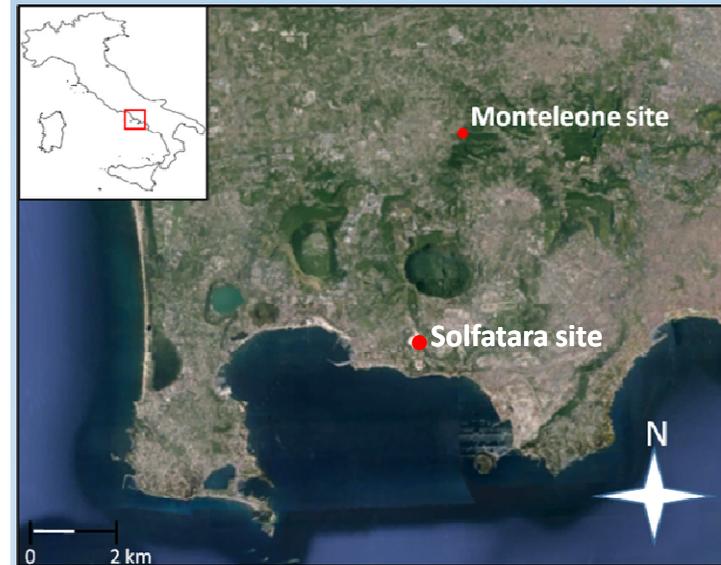
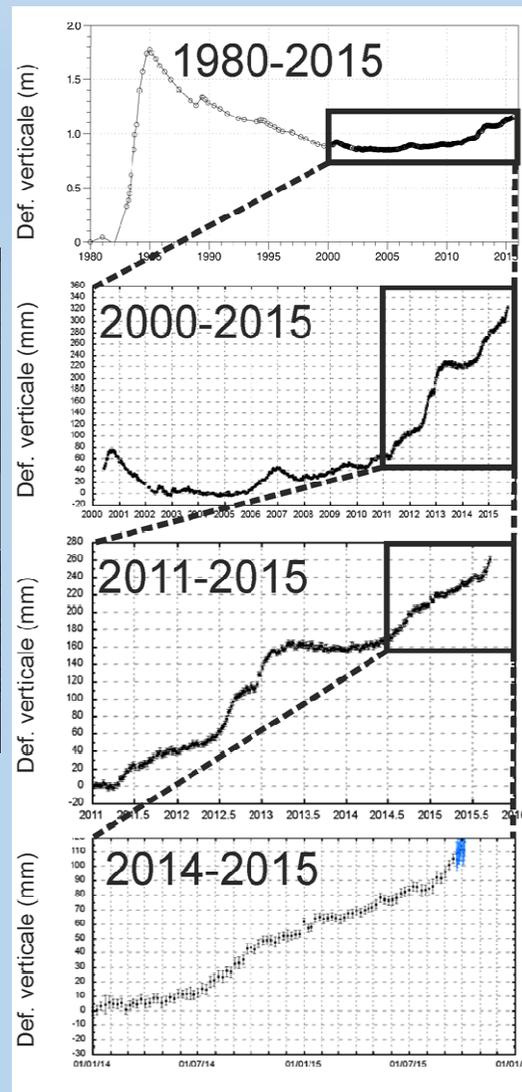


Plot diadico dei coefficienti Wavelet

Test sperimentali: Campi Flegrei



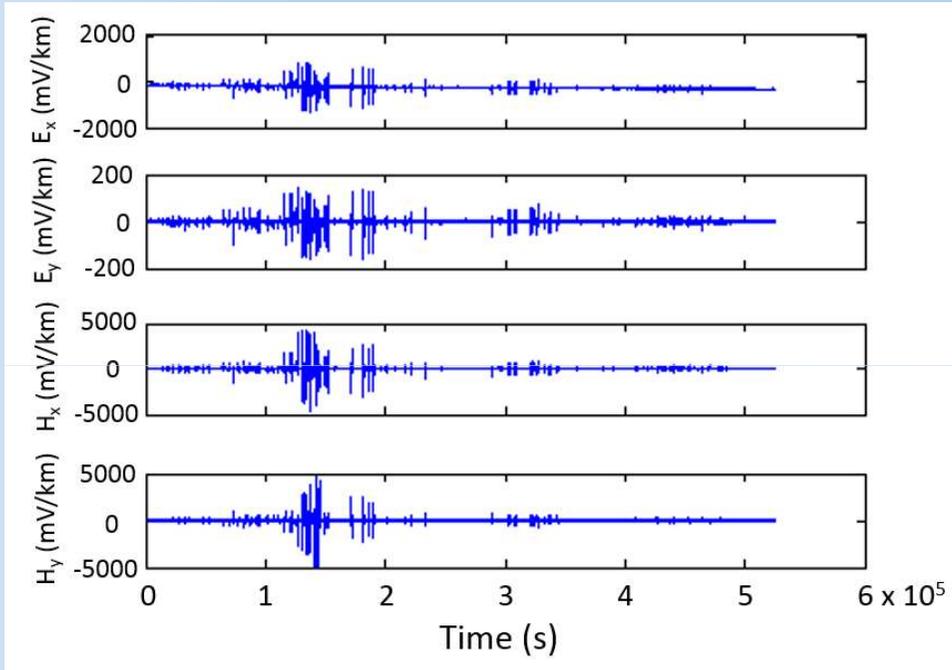
Campi Flegrei



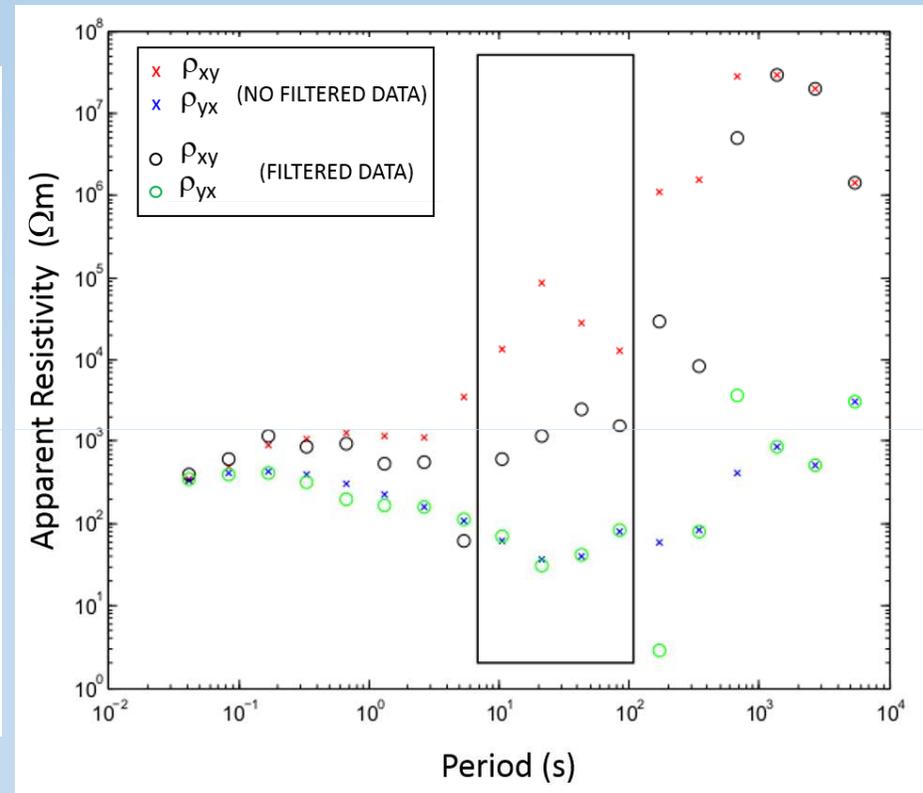
Ubicazione dei siti di acquisizione del segnale MT

Deformazioni verticali ai Campi Flegrei

Test sperimentali: Filtro di polarizzazione

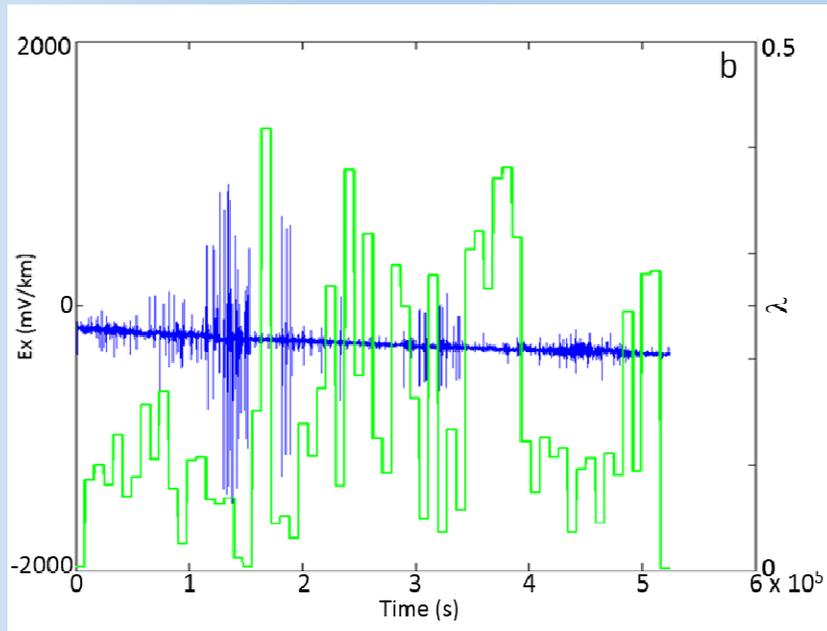


Serie temporali Monteleone

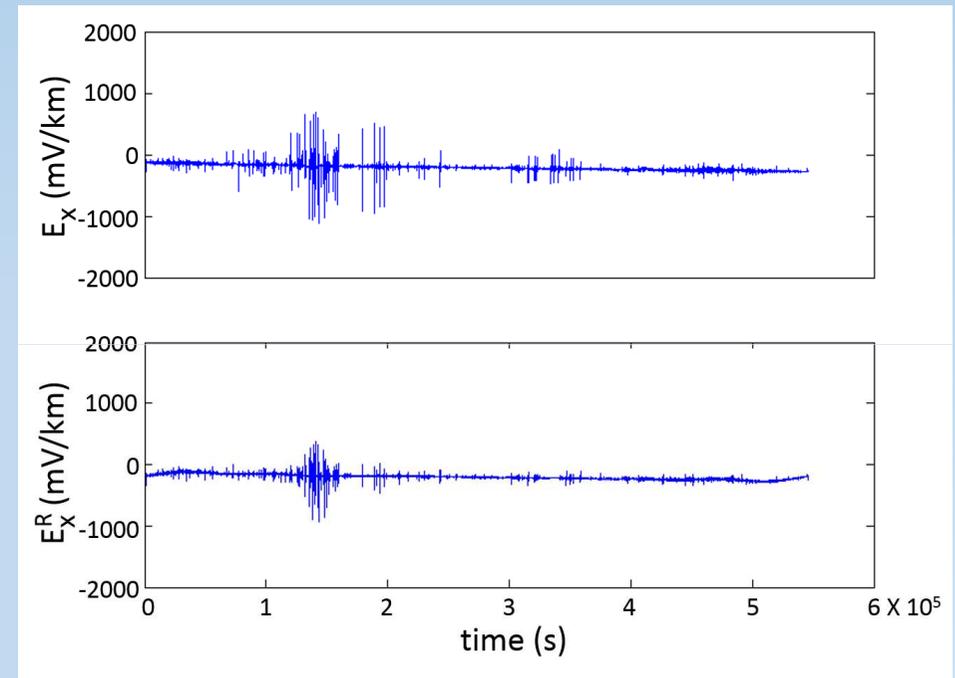


Curve di resistività apparente con e senza filtro.

Test sperimentali: Filtro di polarizzazione

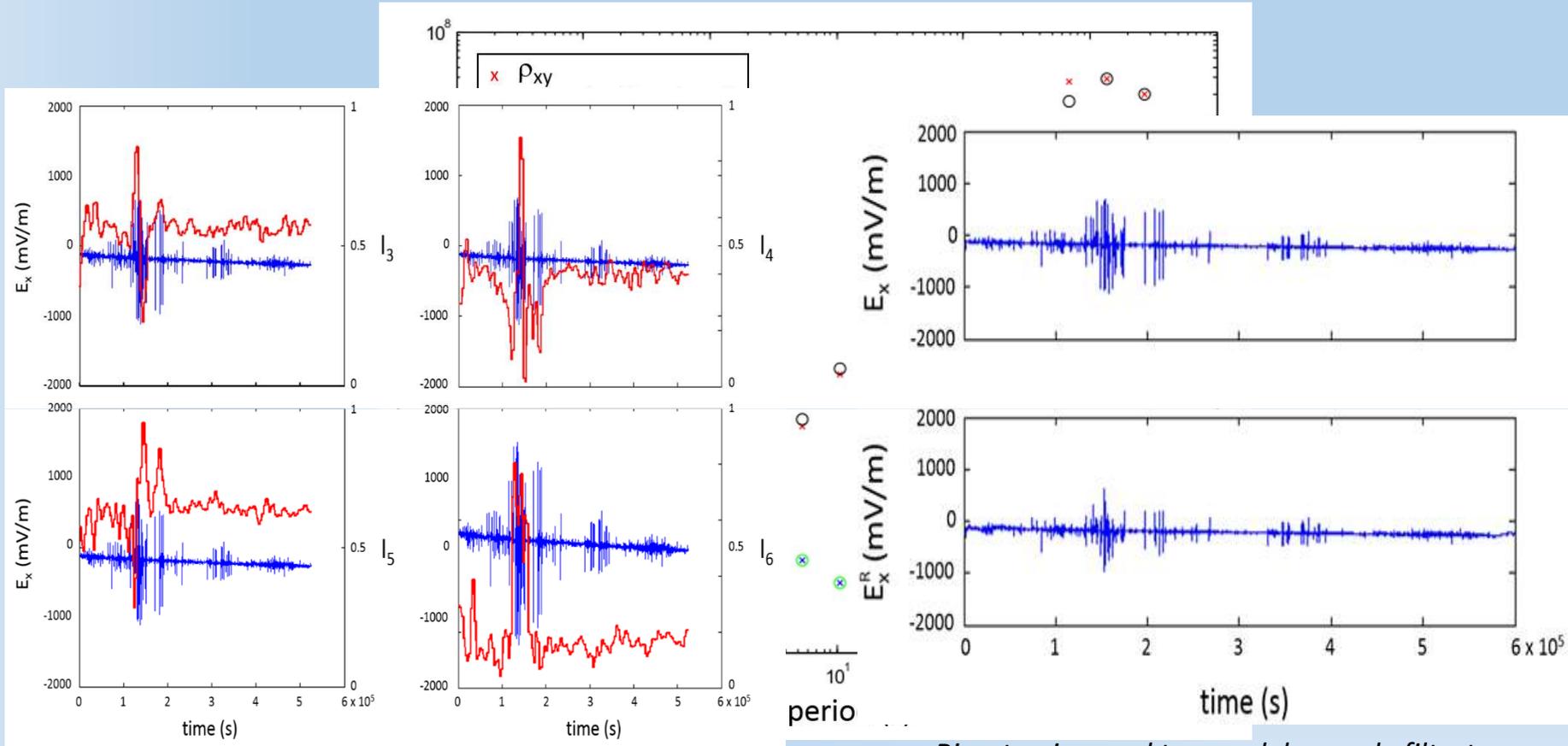


Polarizzazione nel tempo per una frequenza centrale di 3 Hz



Ricostruzione nel tempo del segnale filtrato

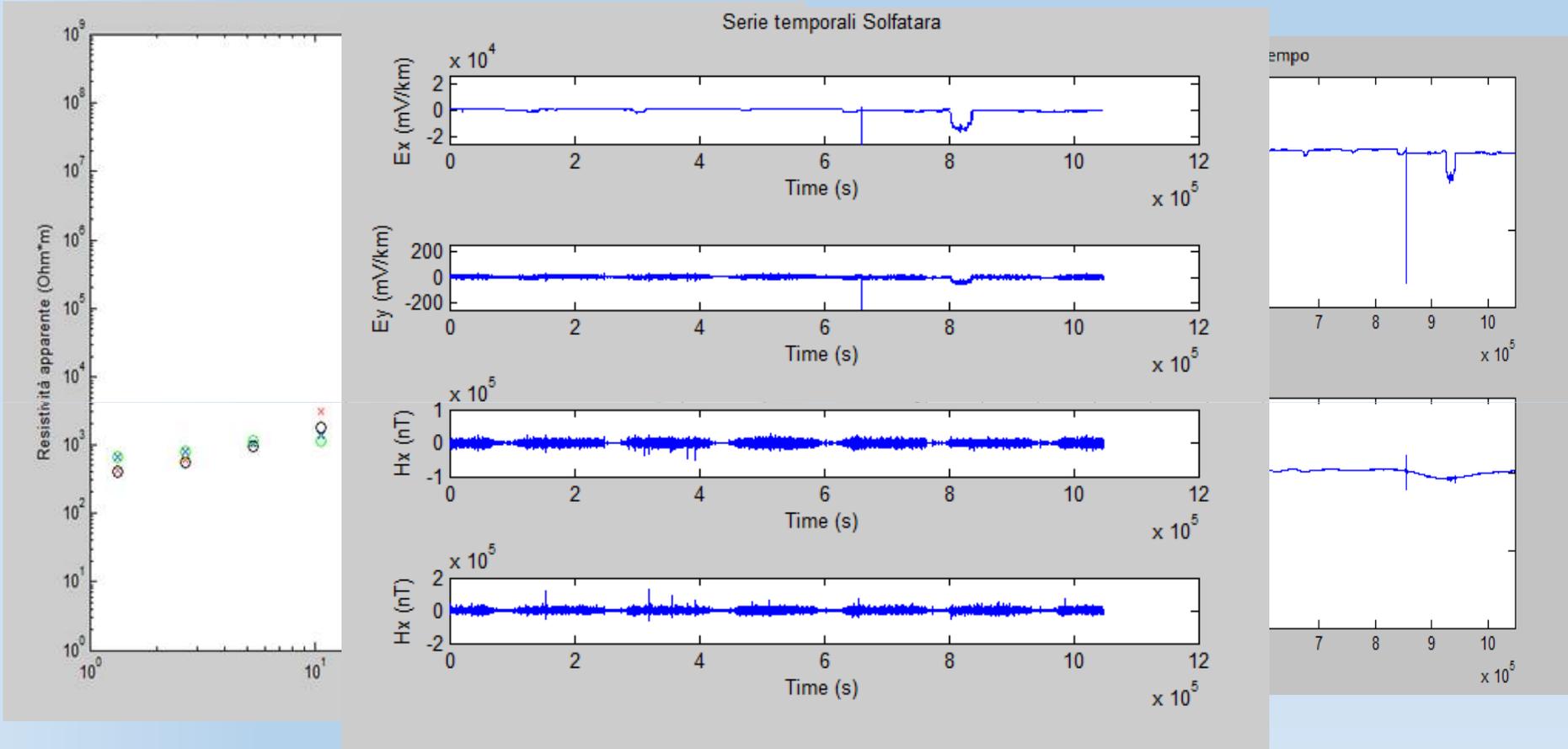
Test sperimentali: Filtro Weaver



Ricostruzione nel tempo del segnale filtrato

Invarianti normalizzati di Weaver per una frequenza centrale di 3 Hz

Test sperimentali: applicazione in sequenza



Conclusioni

Sviluppo e applicazione dei filtri di polarizzazione e degli invarianti di Weaver per rilevare e mitigare la presenza di noise temporalmente localizzato sulle serie temporali MT

- Capacità di estendere la banda di analisi dei dati MT a periodi più alti
- Capacità di rendere più *smoothed* le curve di resistività apparente
- Miglioramento delle stime dei valori di resistività apparente mediante applicazione dei due filtri in sequenza (e.g. in presenza di noise polarizzato e non polarizzato)