



# Onde superficiali e contaminazione modale: dall'evidenza sperimentale alla verifica teorica

J.Boaga, R.Deiana e G. Cassiani

Dipartimento di Geoscienze  
Università di Padova



## Outline

- Vs con le onde superficiali
- I modi di propagazione
- Esempi sintetici
- Condizioni particolarmente sfavorevoli ? Possibile Diagnostica?
- Conclusioni



- Vs con le onde superficiali

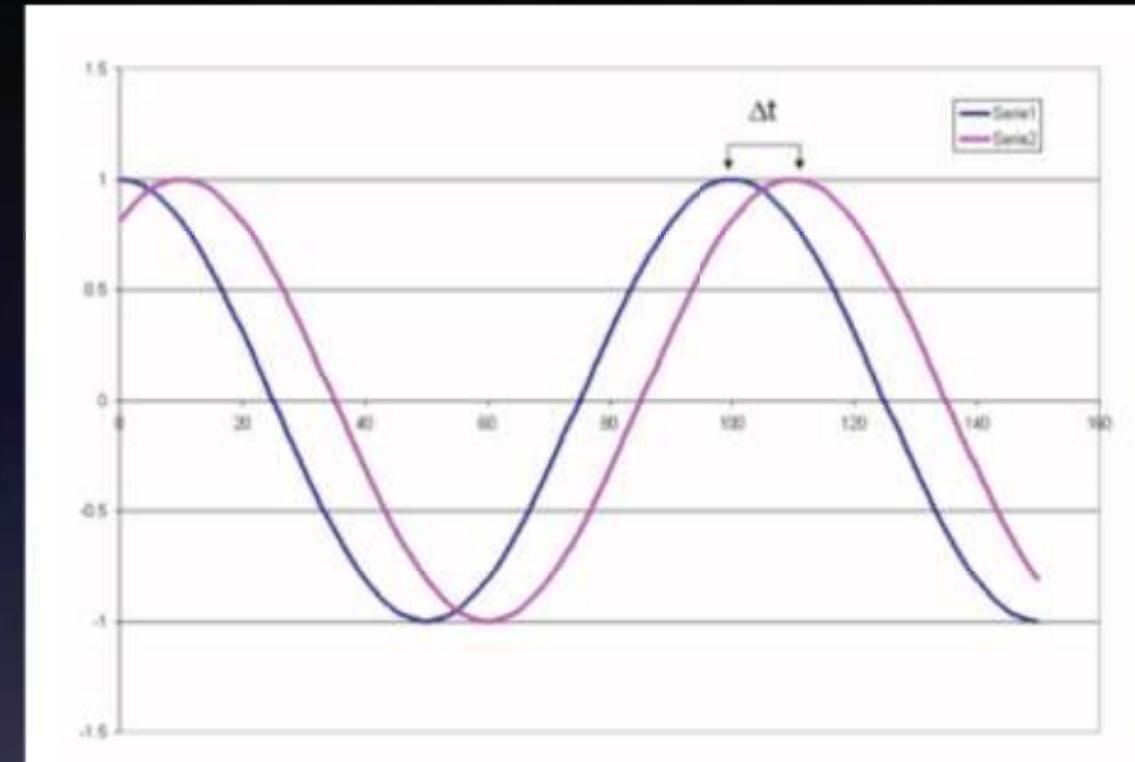
## 1) Studiare la dispersione

Perturbazione

$$u(x,t) = A(x,t) \cdot e^{i\phi(x,t)}$$

Fase

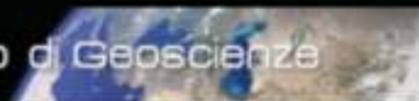
$$\phi(x,t) = \omega(cx - t)$$



Velocità  
di Fase

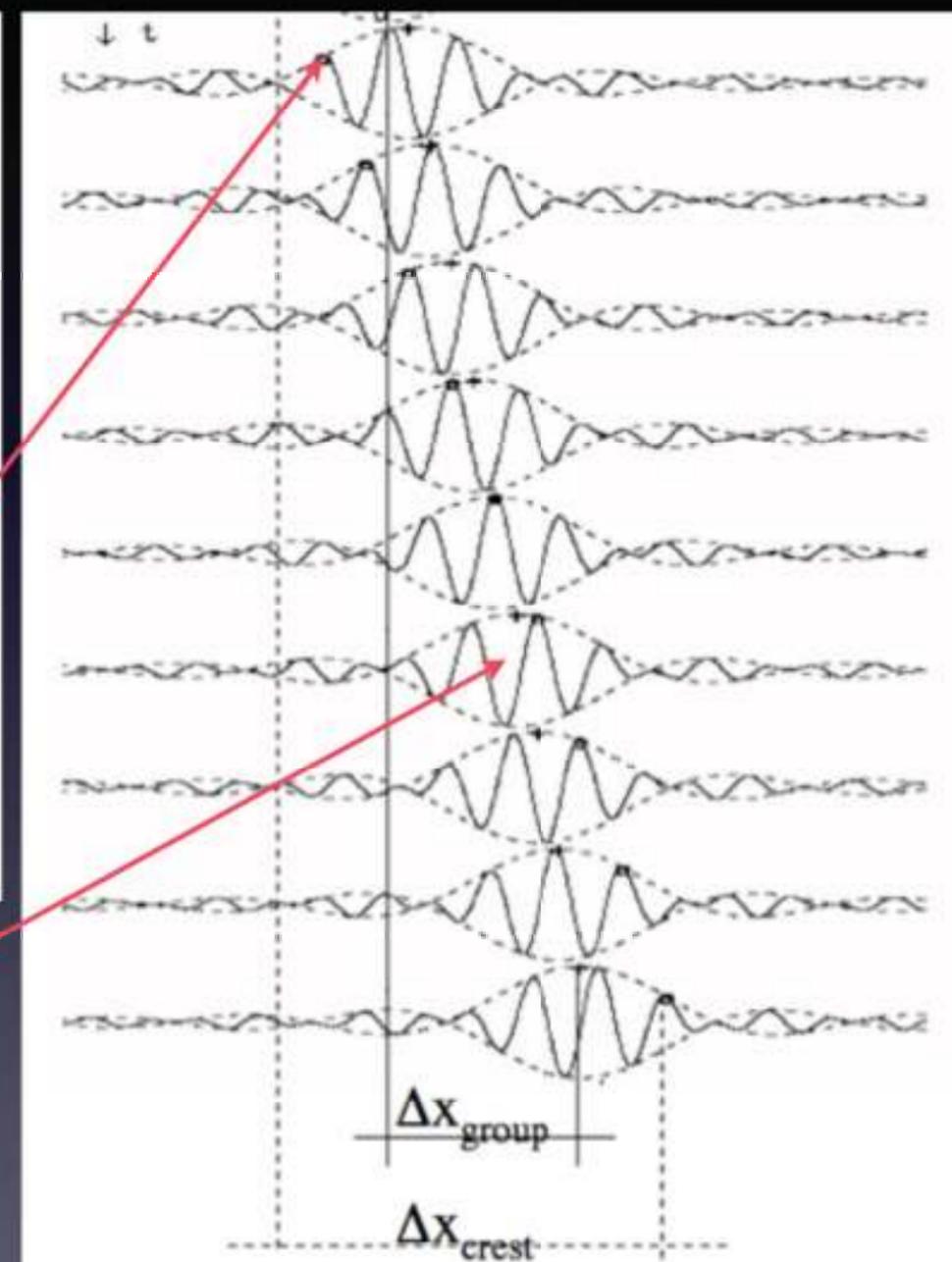
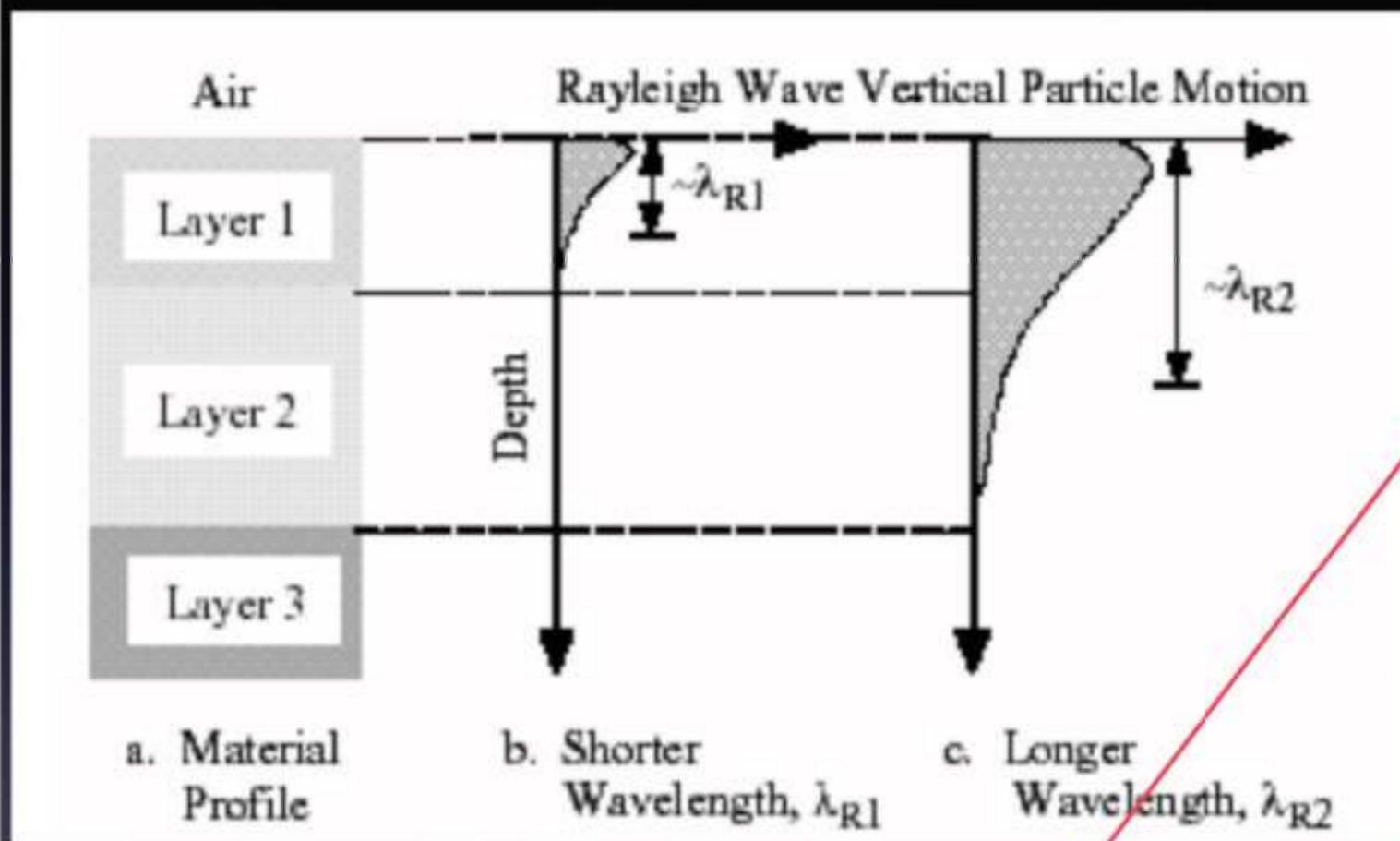
$$c = \frac{\omega}{k} = c(\omega)$$

Studiamo con diversi  
ricevitori nello  
spazio la differenza  
di fase



- Vs con le onde superficiali

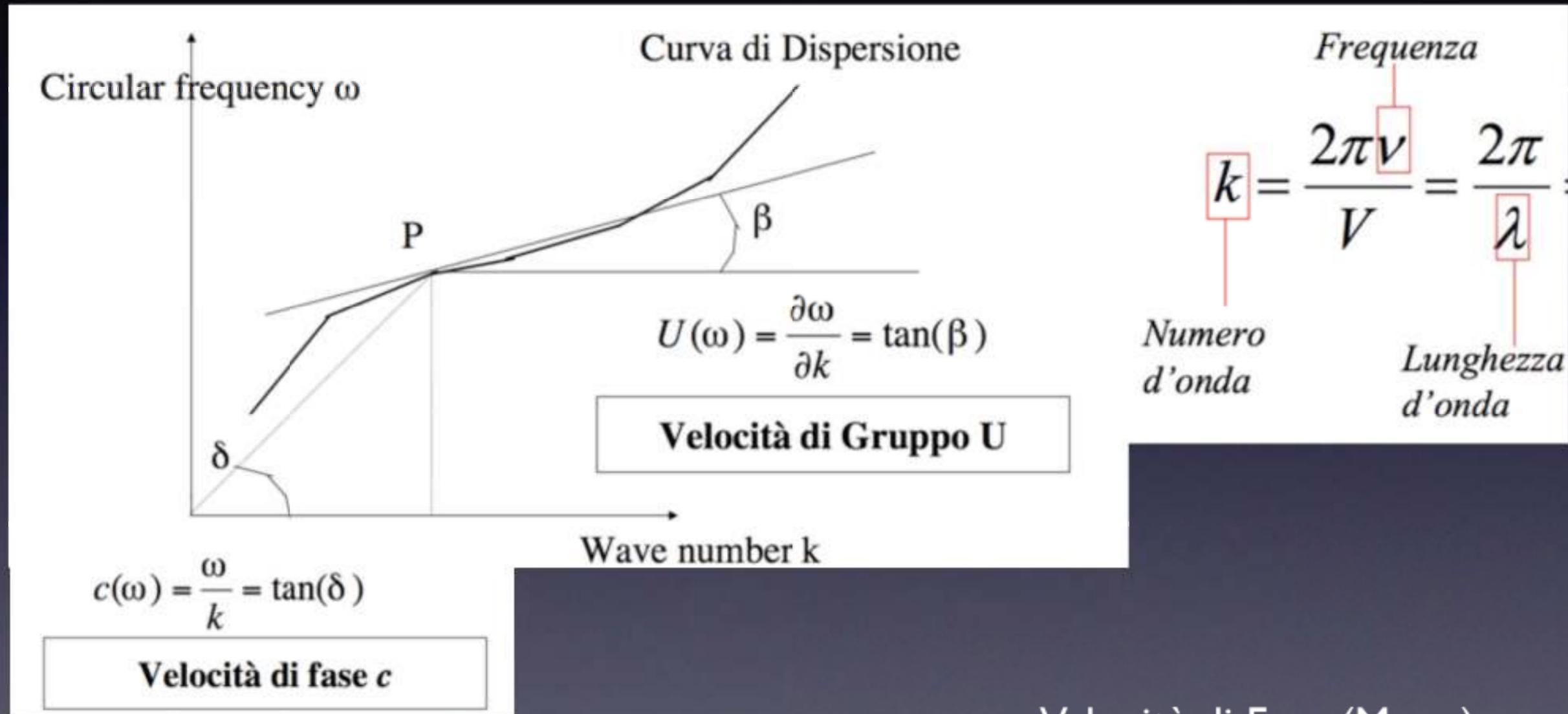
1) Studiare la dispersione



Velocità di Fase (Masw)  
Velocità di gruppo (Ftan)

- Vs con le onde superficiali

## 1) Studiare la dispersione



Velocità di Fase (Masw)  
Velocità di gruppo (Ftan)

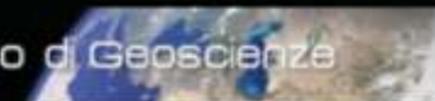
## 2) Invertire il comportamento dispersivo

Risolvere gli autovalori di questa funzione

$$R(Vs_i, h_i, \nu_i, \rho_i, k, f) = 0$$

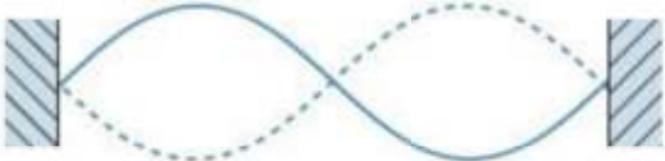
Molto difficile

In genere si minimizza il misfit tra Velocità di fase e Velocità di Rayleigh  
( $V_{reale}$  e  $V_{misurata}$ )



## 2) Definire il comportamento dispersivo: le assunzioni

- I modi di propagazione

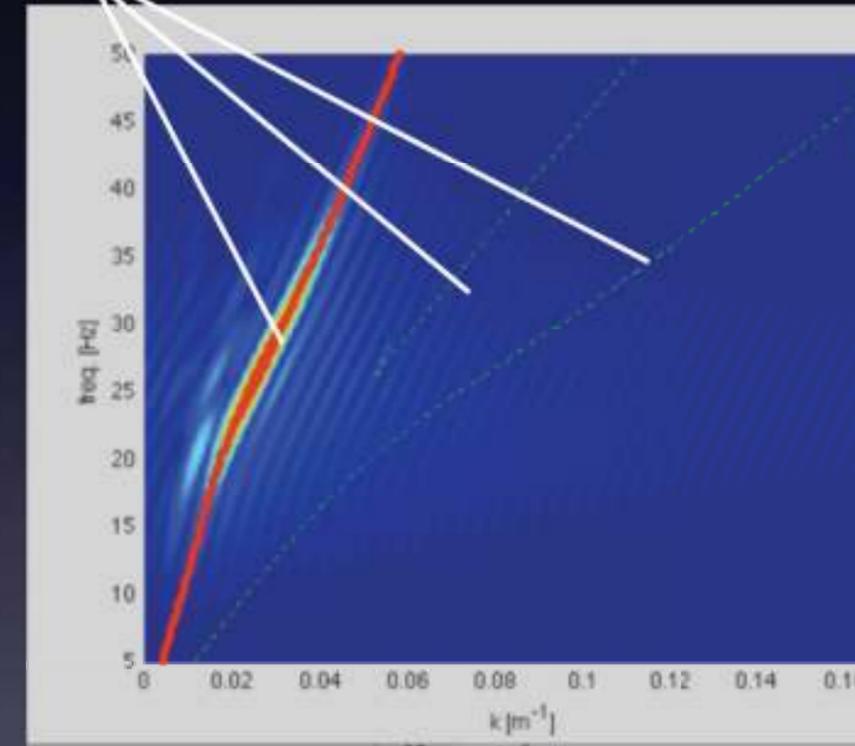
	mode	wavelength	frequency
	first	$2L$	$\frac{v}{2L}$
	second	$L$	$\frac{v}{L}$
	third	$\frac{2L}{3}$	$\frac{3v}{2L}$
	fourth	$\frac{L}{2}$	$\frac{2v}{L}$

Quale modo ??

## 2) Definire il comportamento dispersivo

- I modi di propagazione

Modi ???



Non invertiamo un dato  
ma la nostra interpretazione di esso !

Ma esistono condizioni  
predisponenti?



- Esempi sintetici

Model 1 = forti contrasti di impedenza

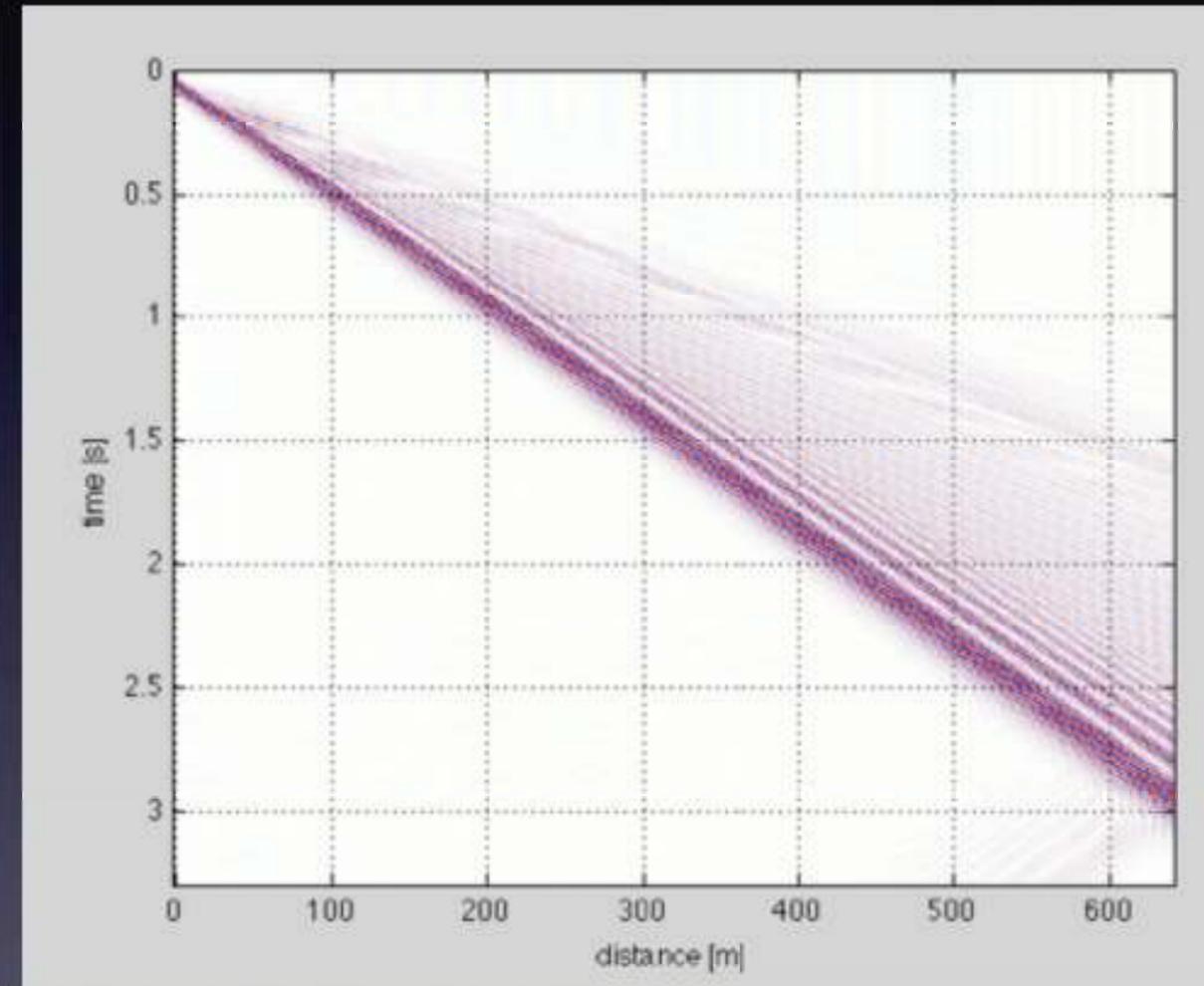
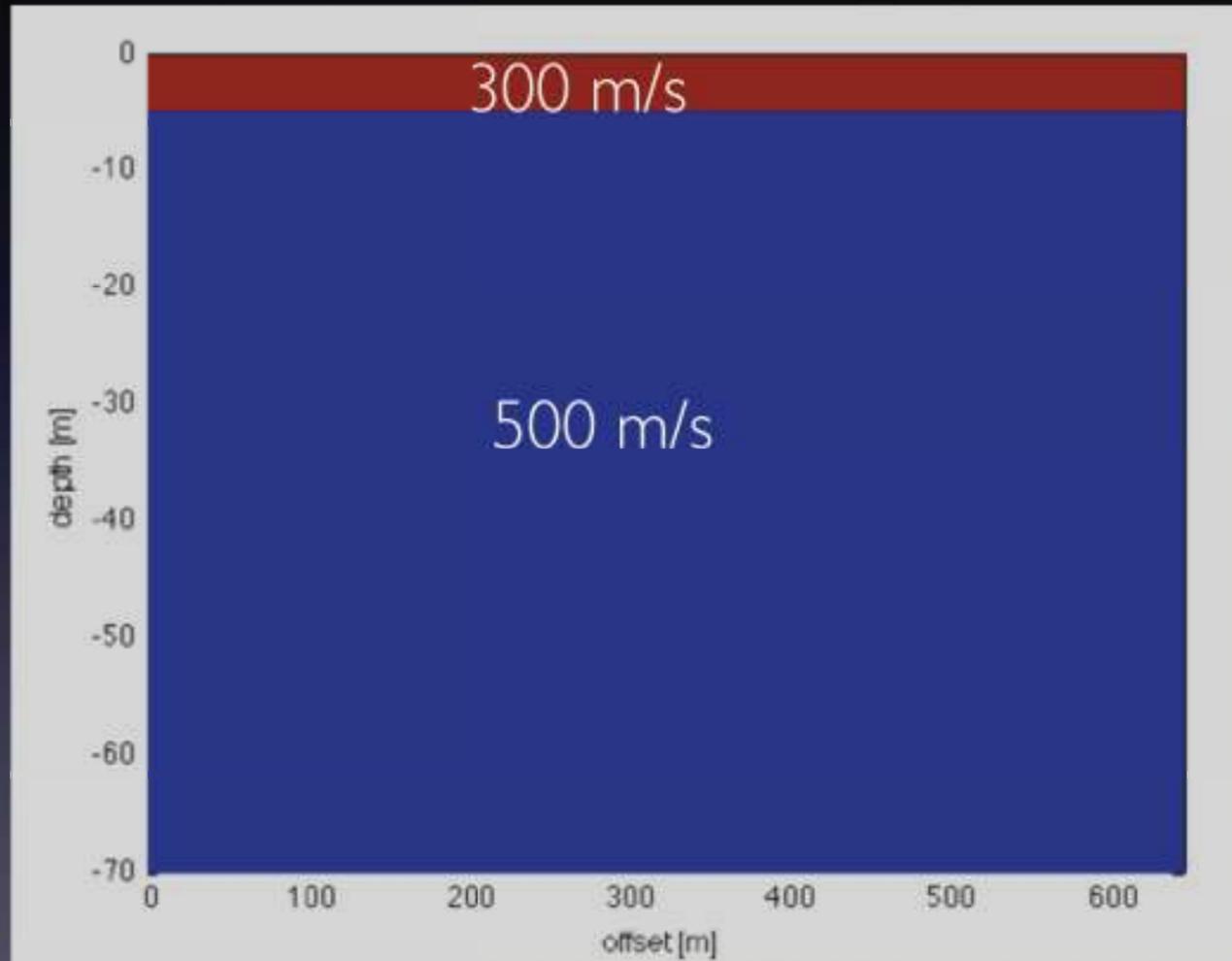
Model 2 = inversione di velocità

Model 3 = condizioni 2 D (abrupt)



- Esempi sintetici

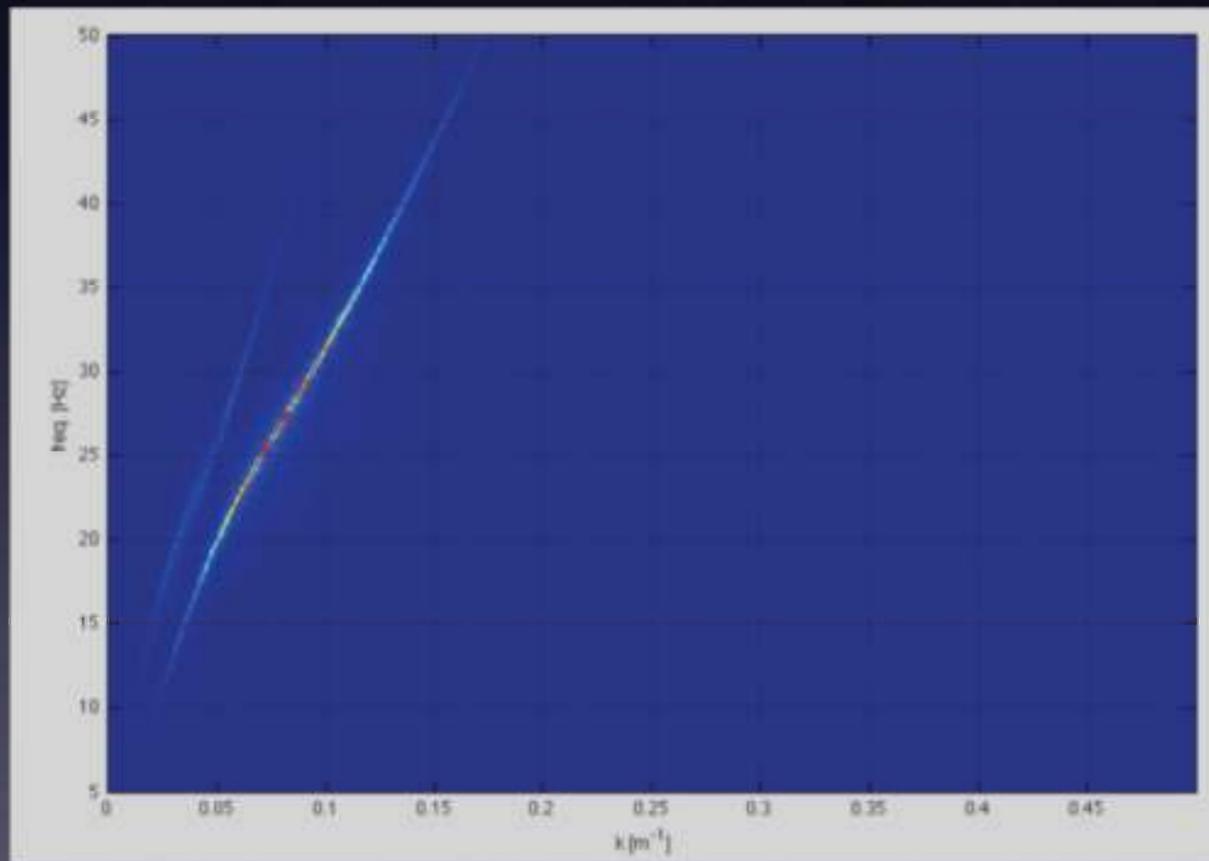
# Caso 1





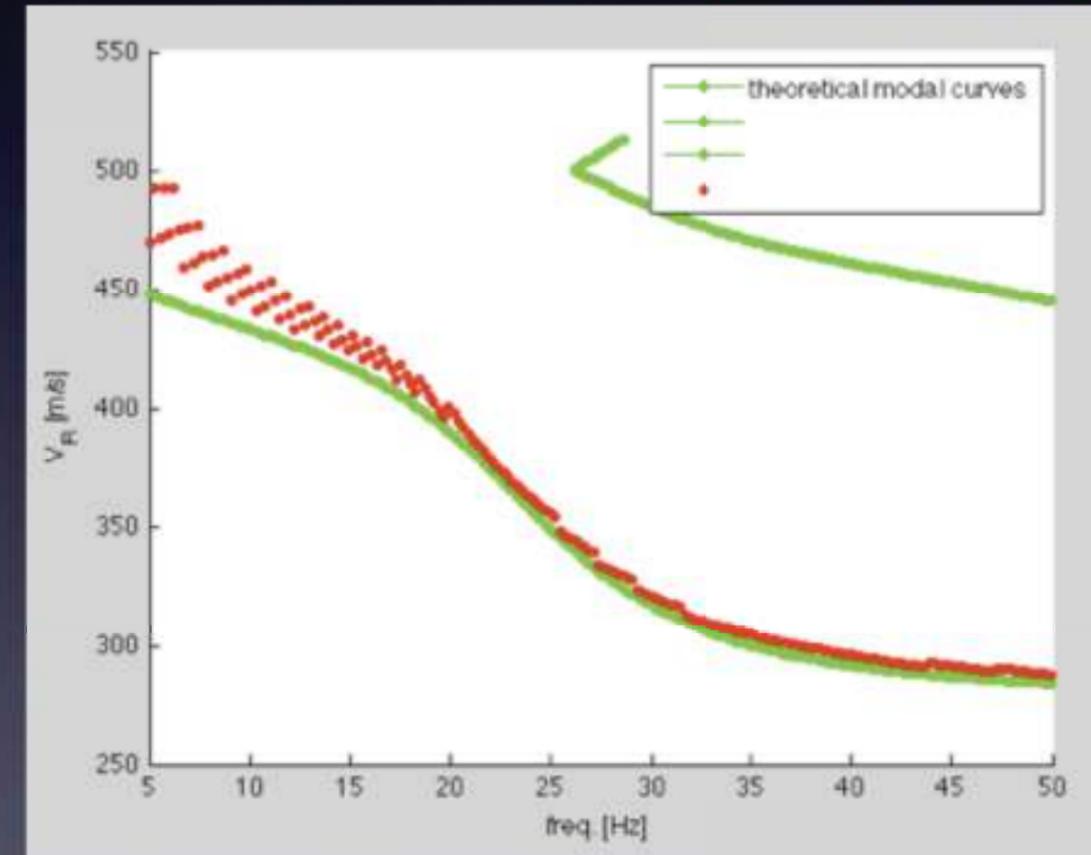
# Caso 1

## f-k spectrum



## Theoretical mode

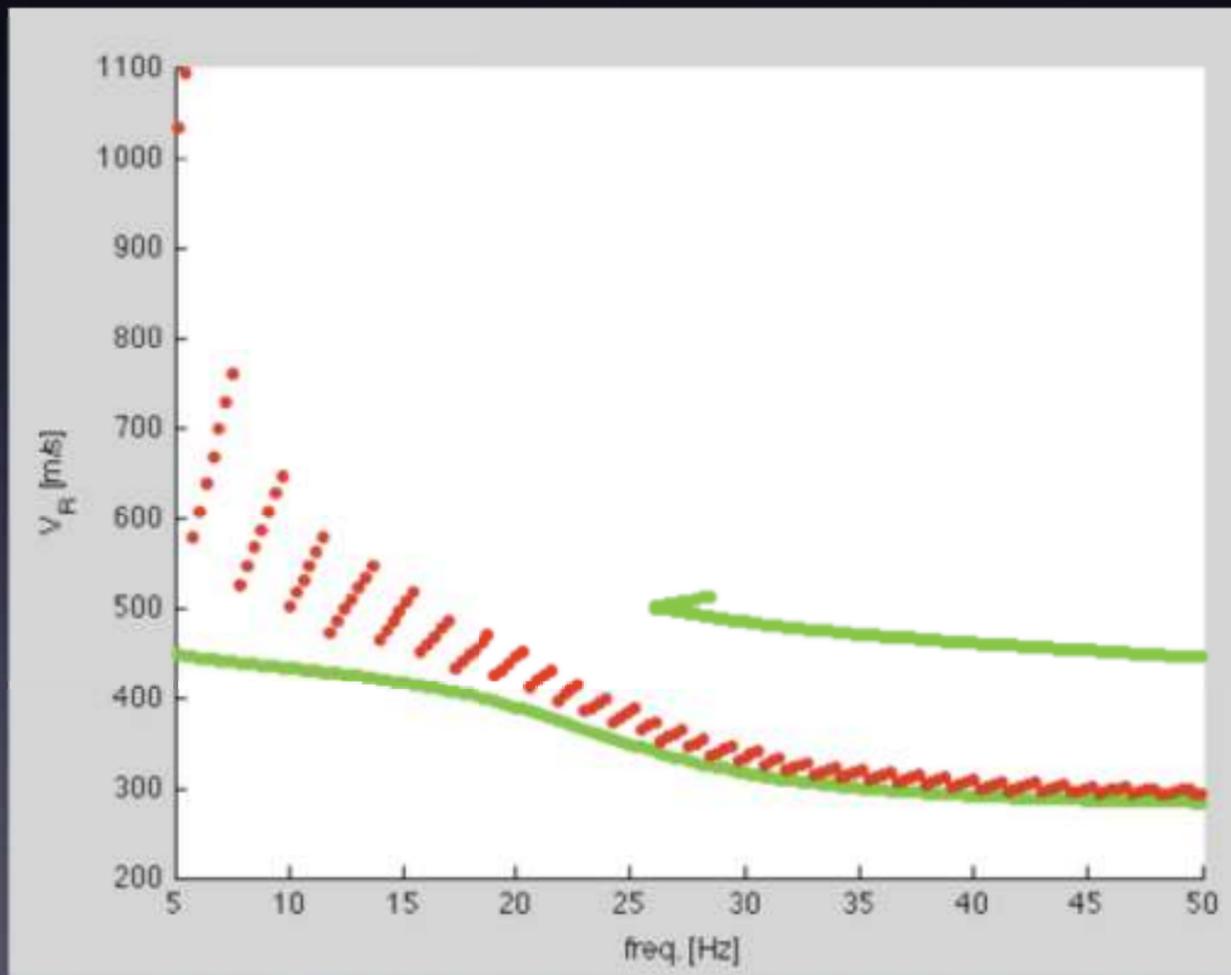
Maxima of f-k (picked point)



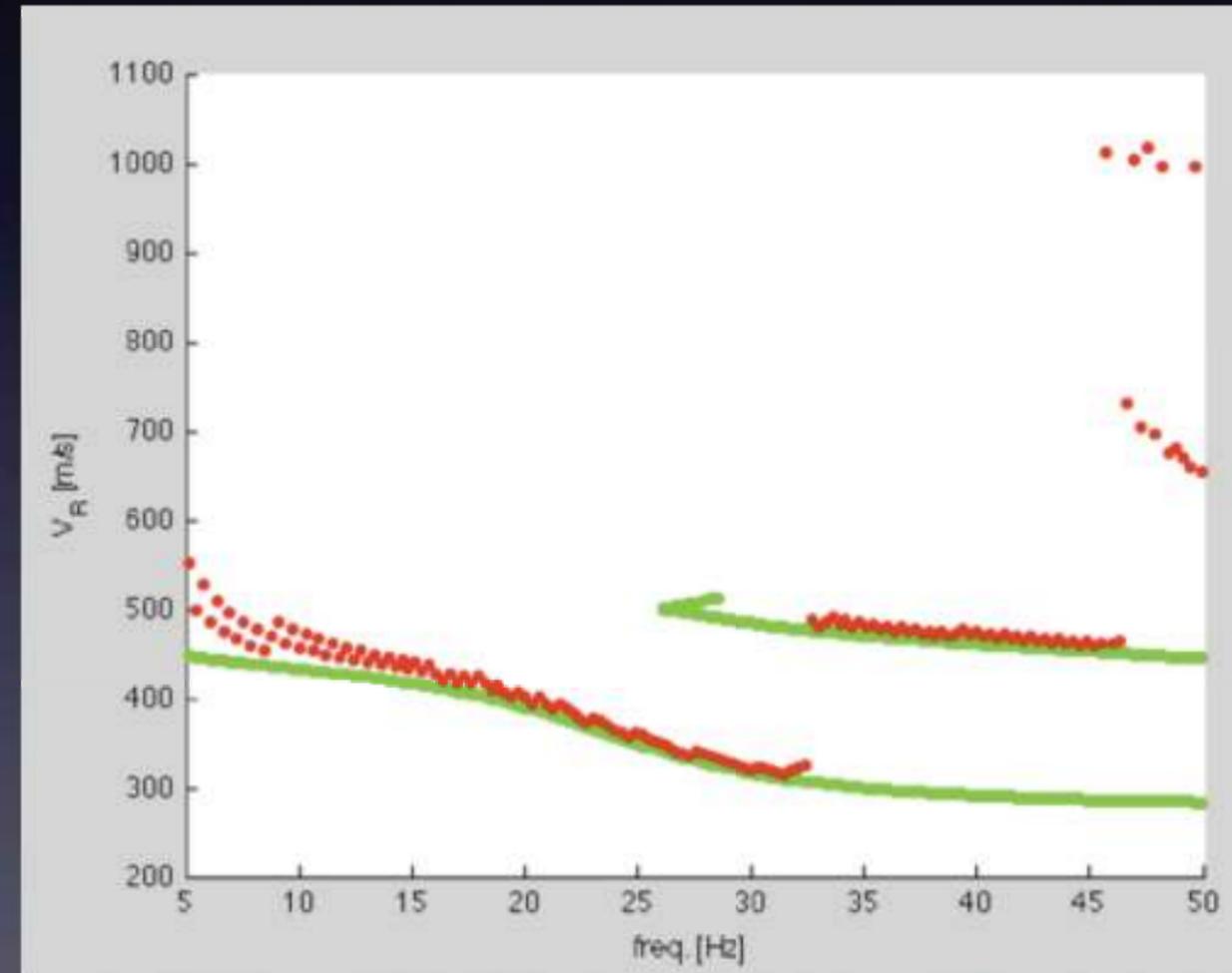


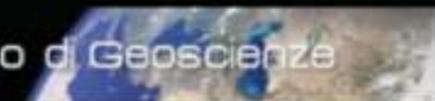
## Problemi di acquisizione (caso I ma vale per tutti)

Se diminuisco la lunghezza dello stendimento (f-k leakage) perdo risoluzione

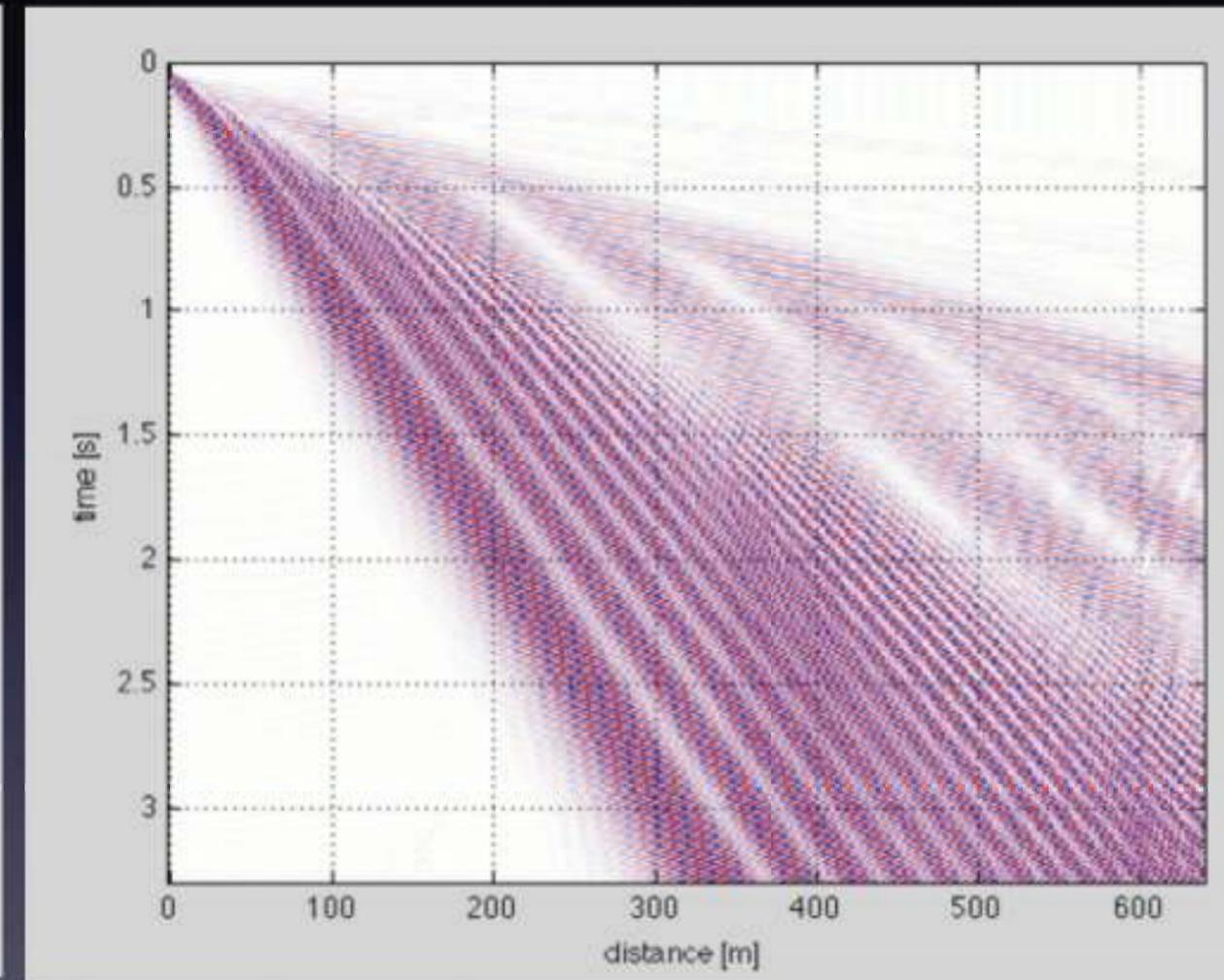
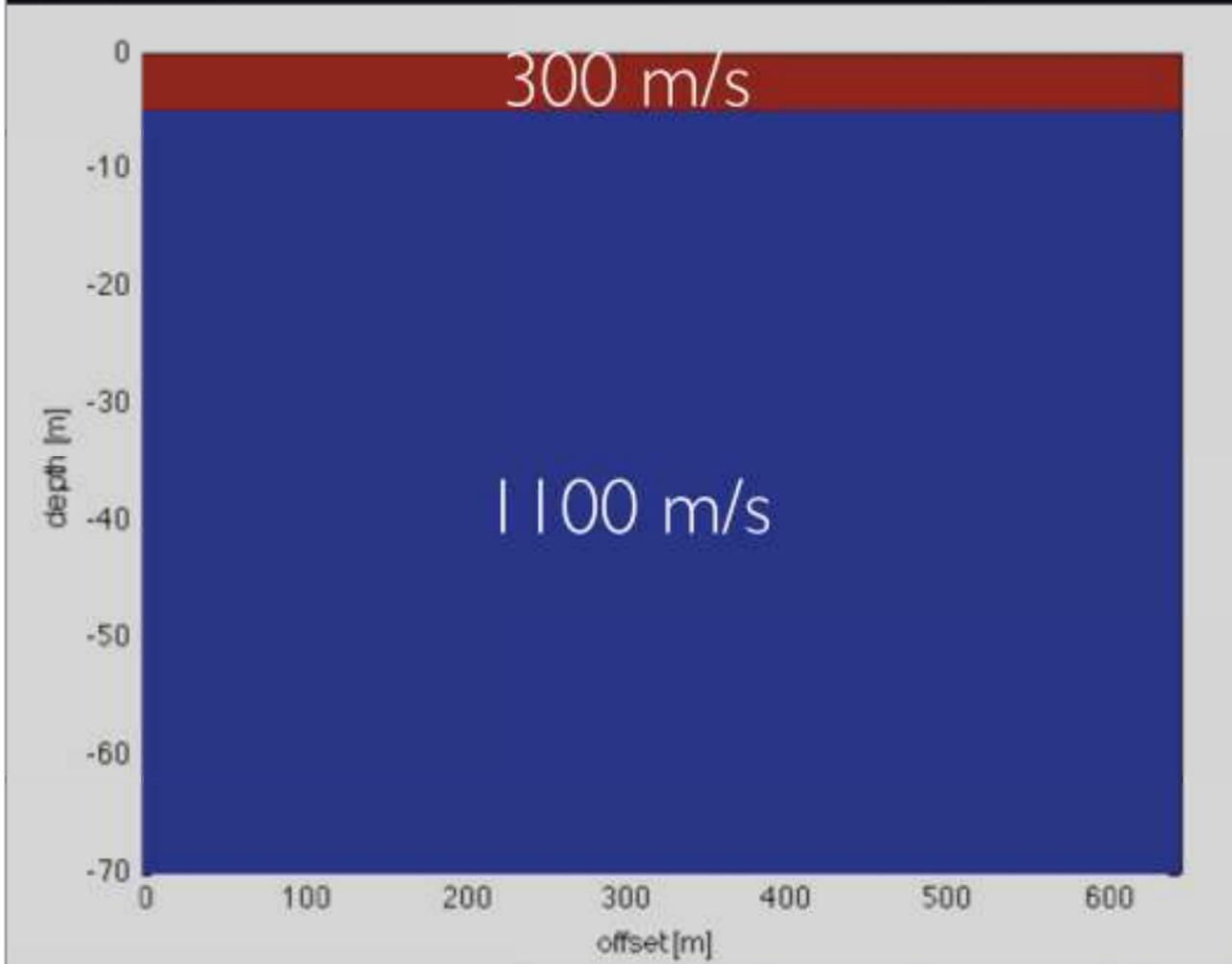


Se aumento (5m) lo spacing tra i geofoni modifico risoluzione in alta frequenza





# Caso 1



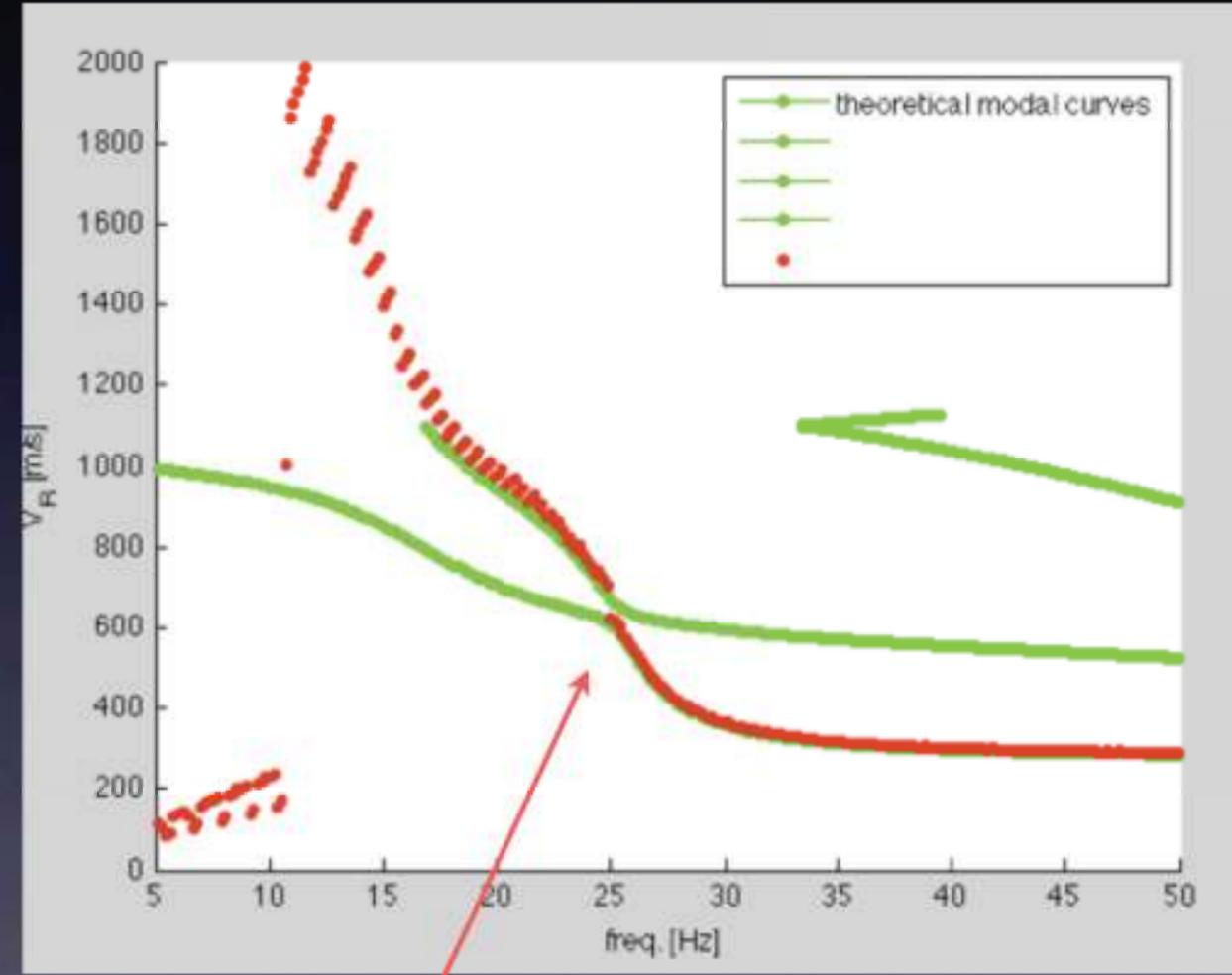
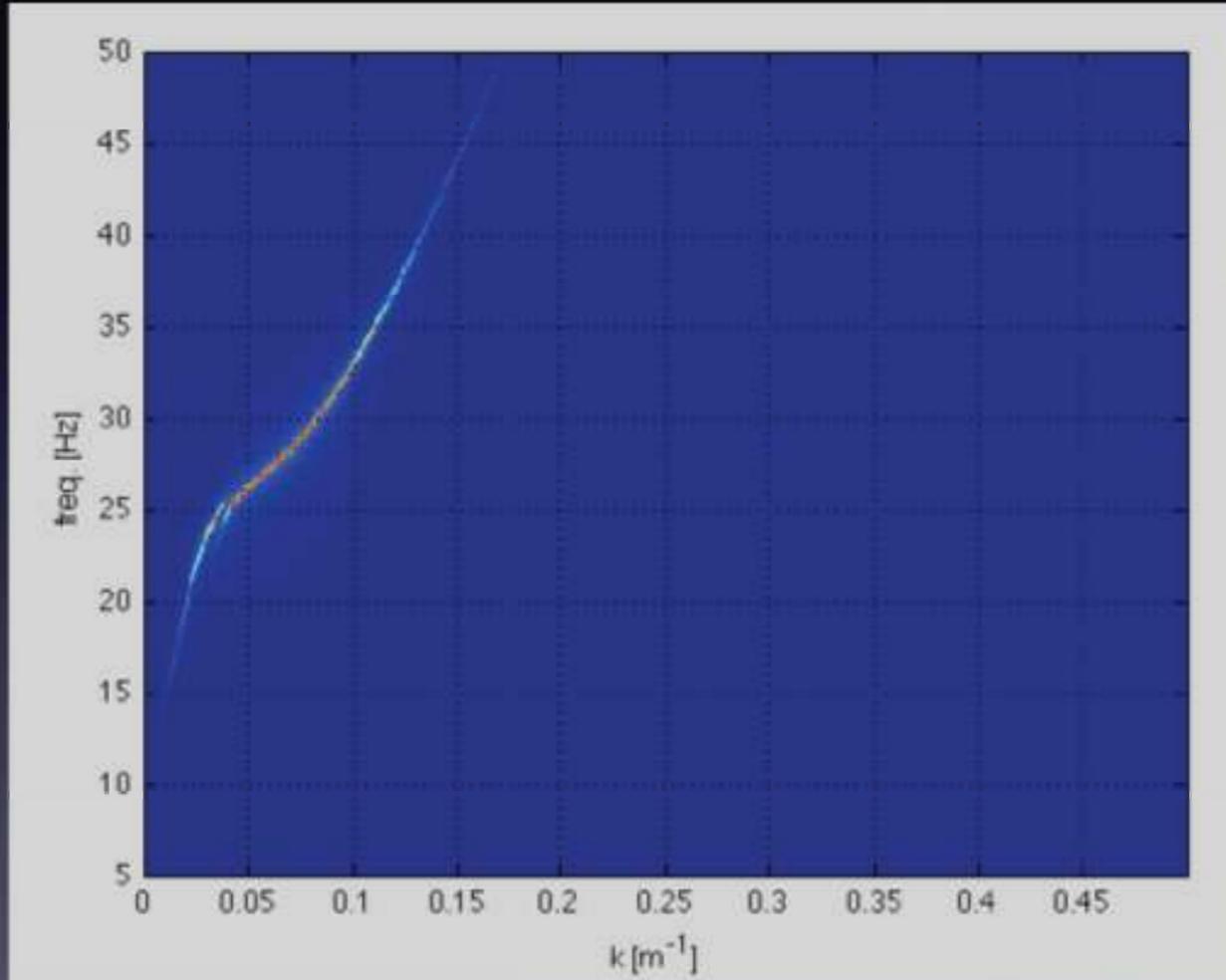


# Caso 1

## f-k spectrum

Theoretical mode

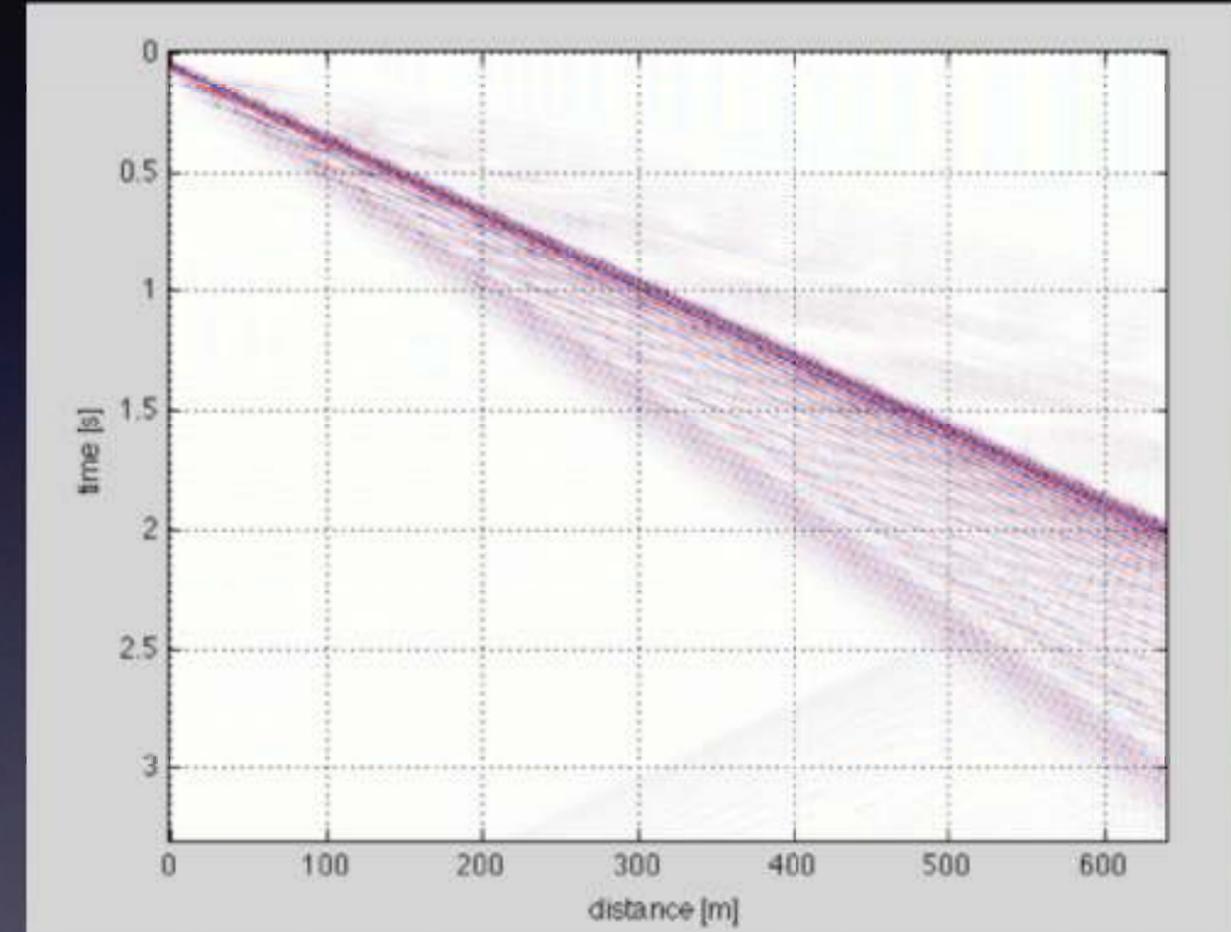
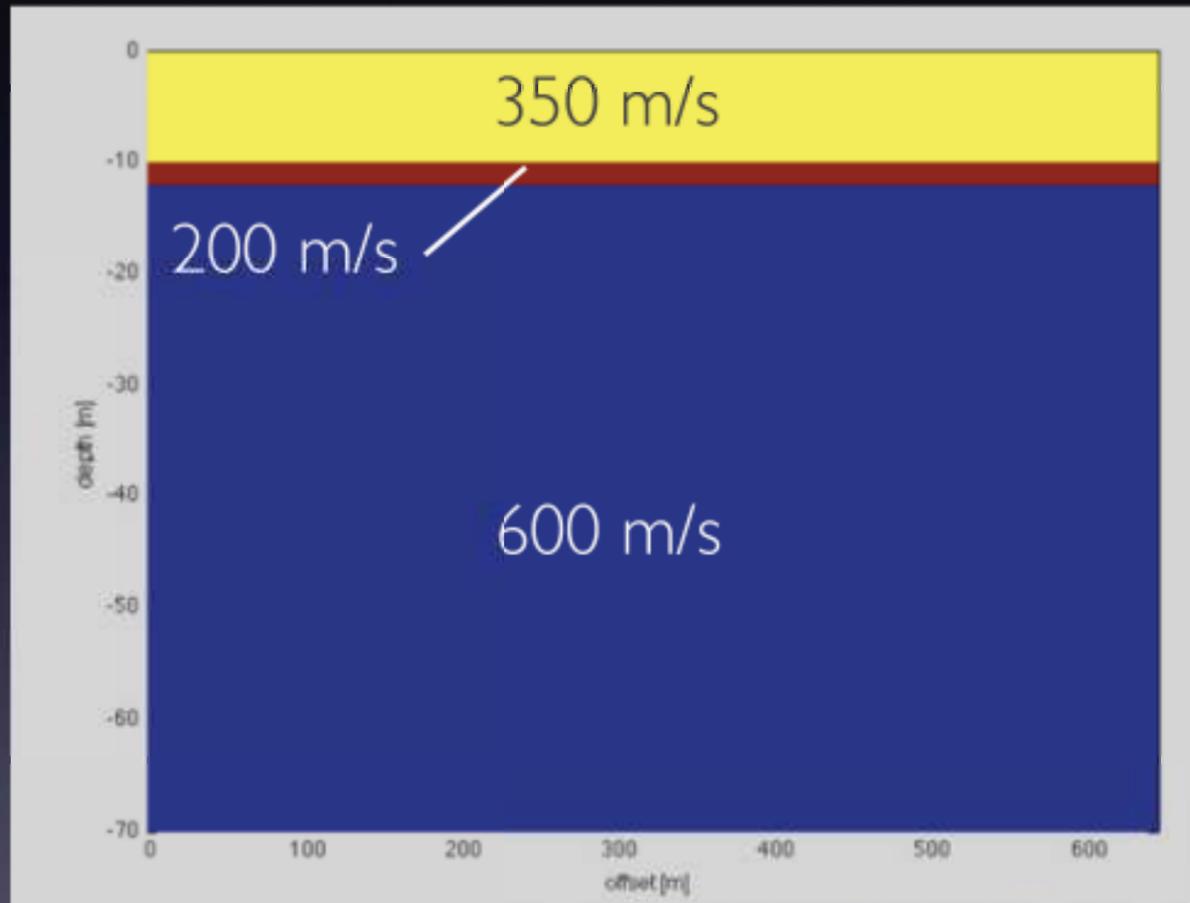
Maxima of f-k (picked point)



### Osculation Point



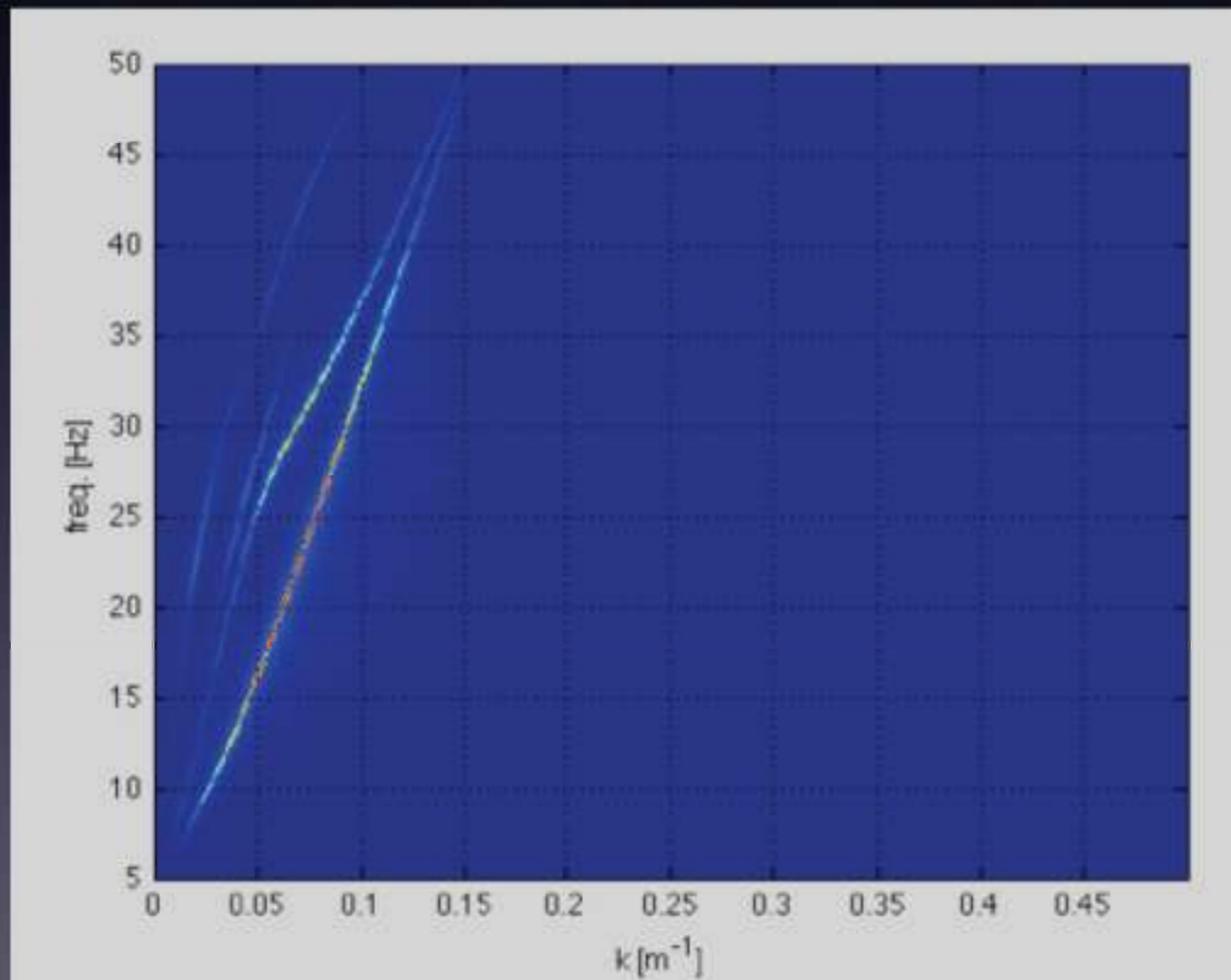
## Caso 2





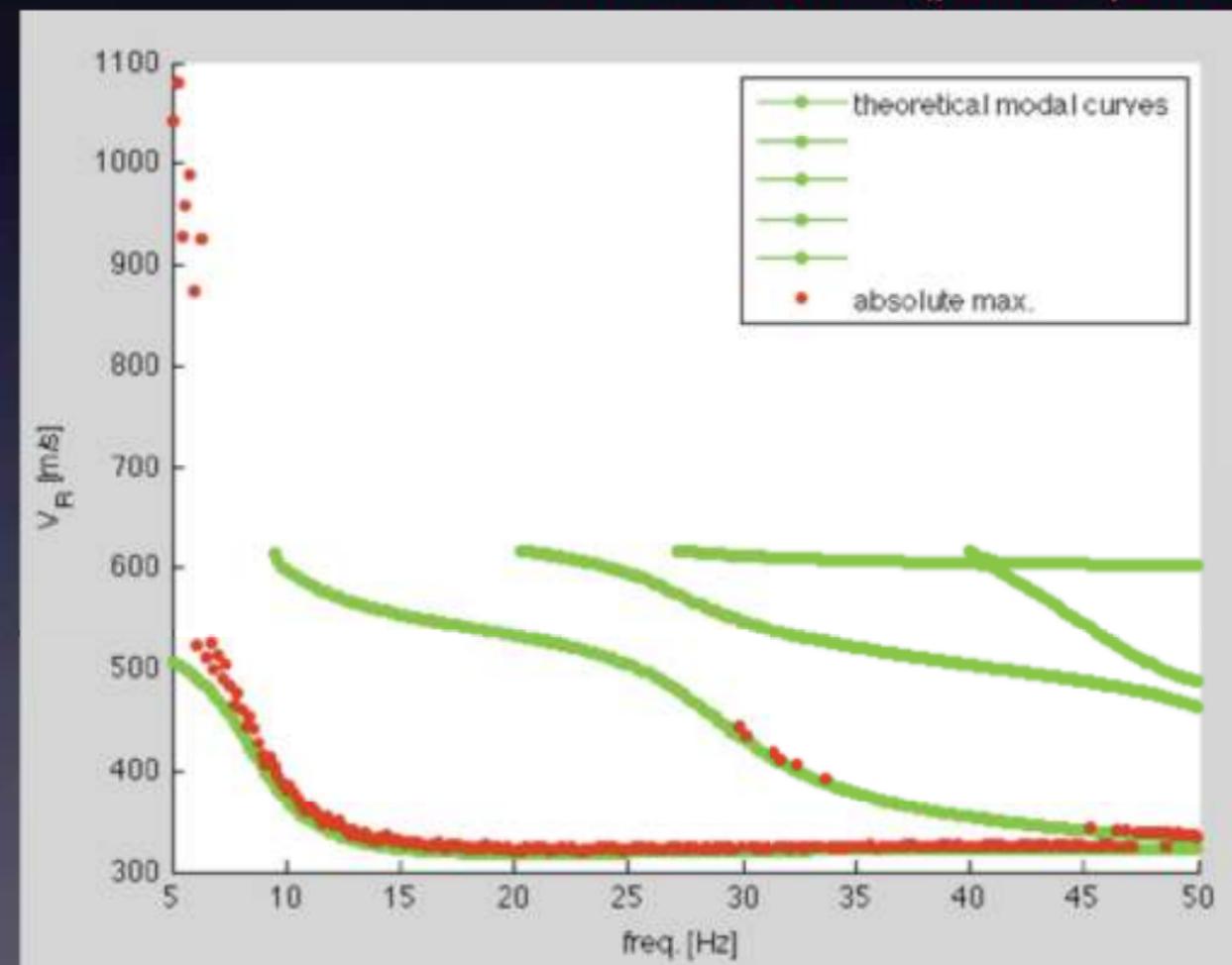
## Caso 2

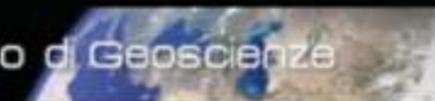
### f-k spectrum



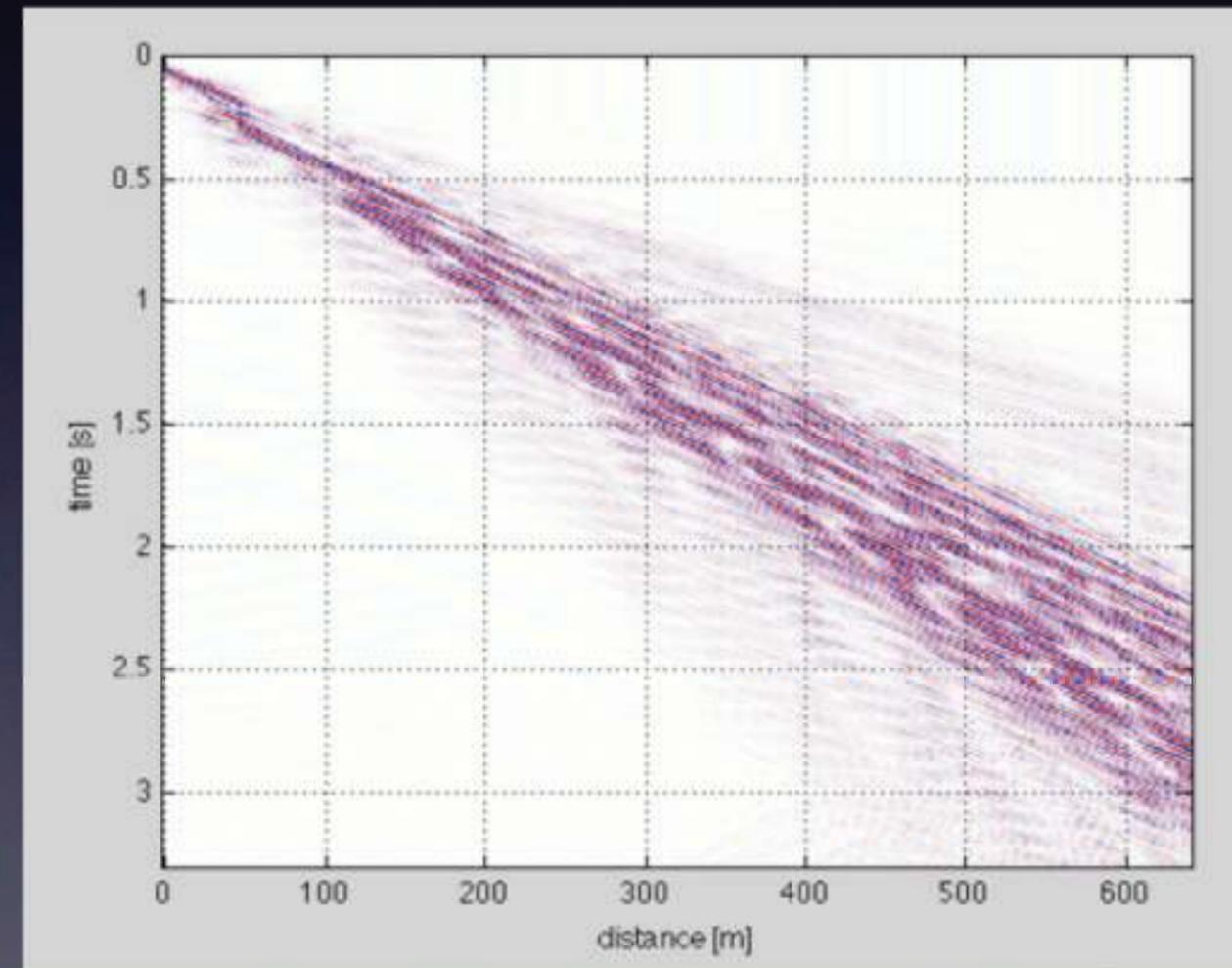
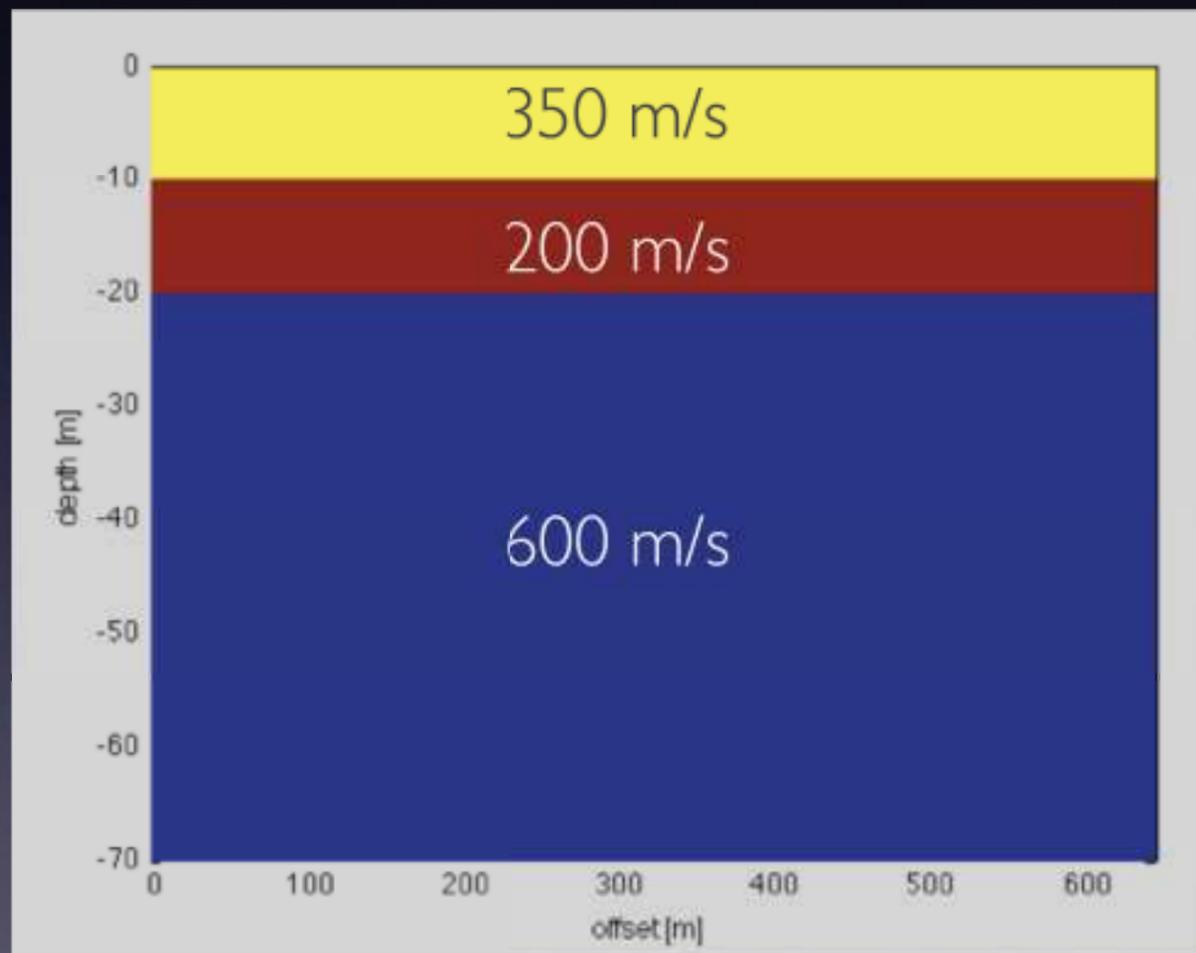
### Theoretical mode

Maxima of f-k (picked point)





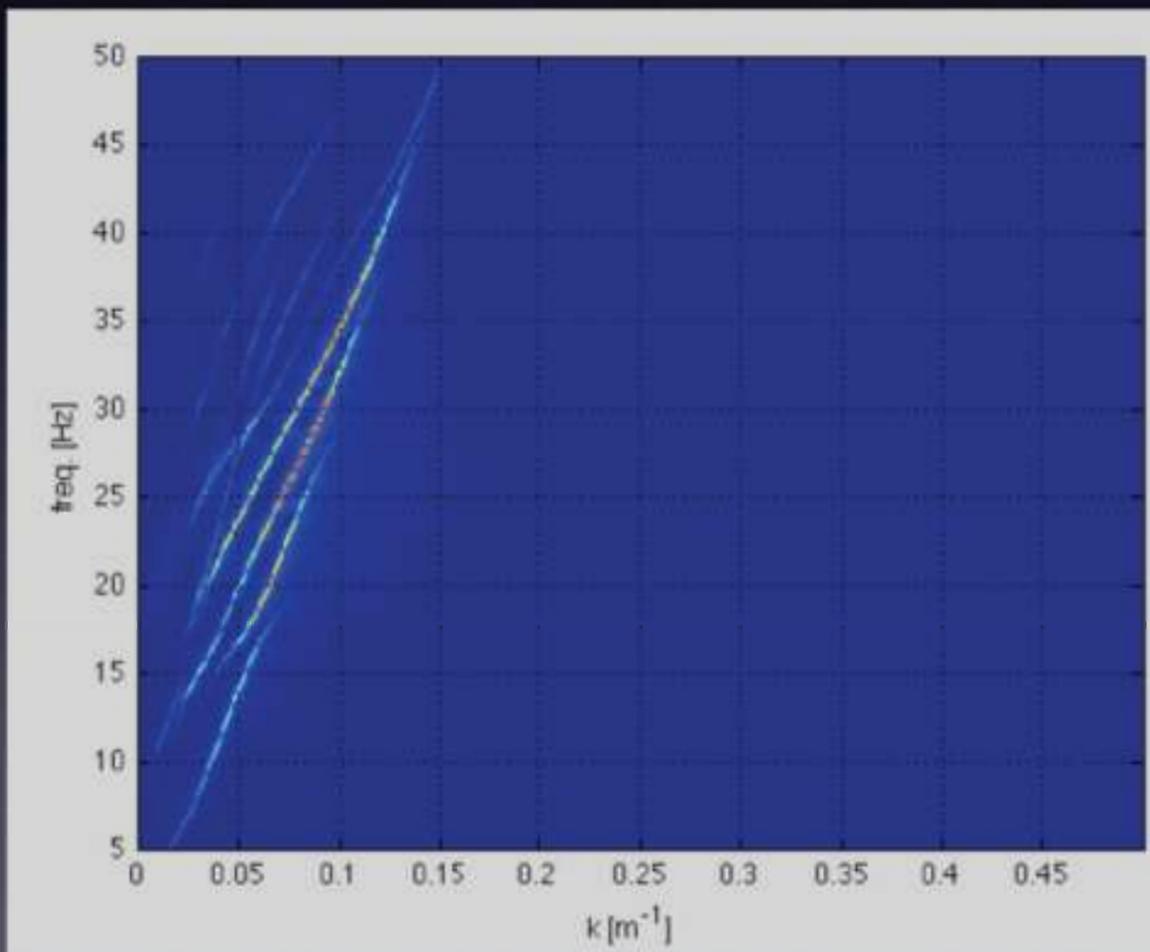
## Caso 2





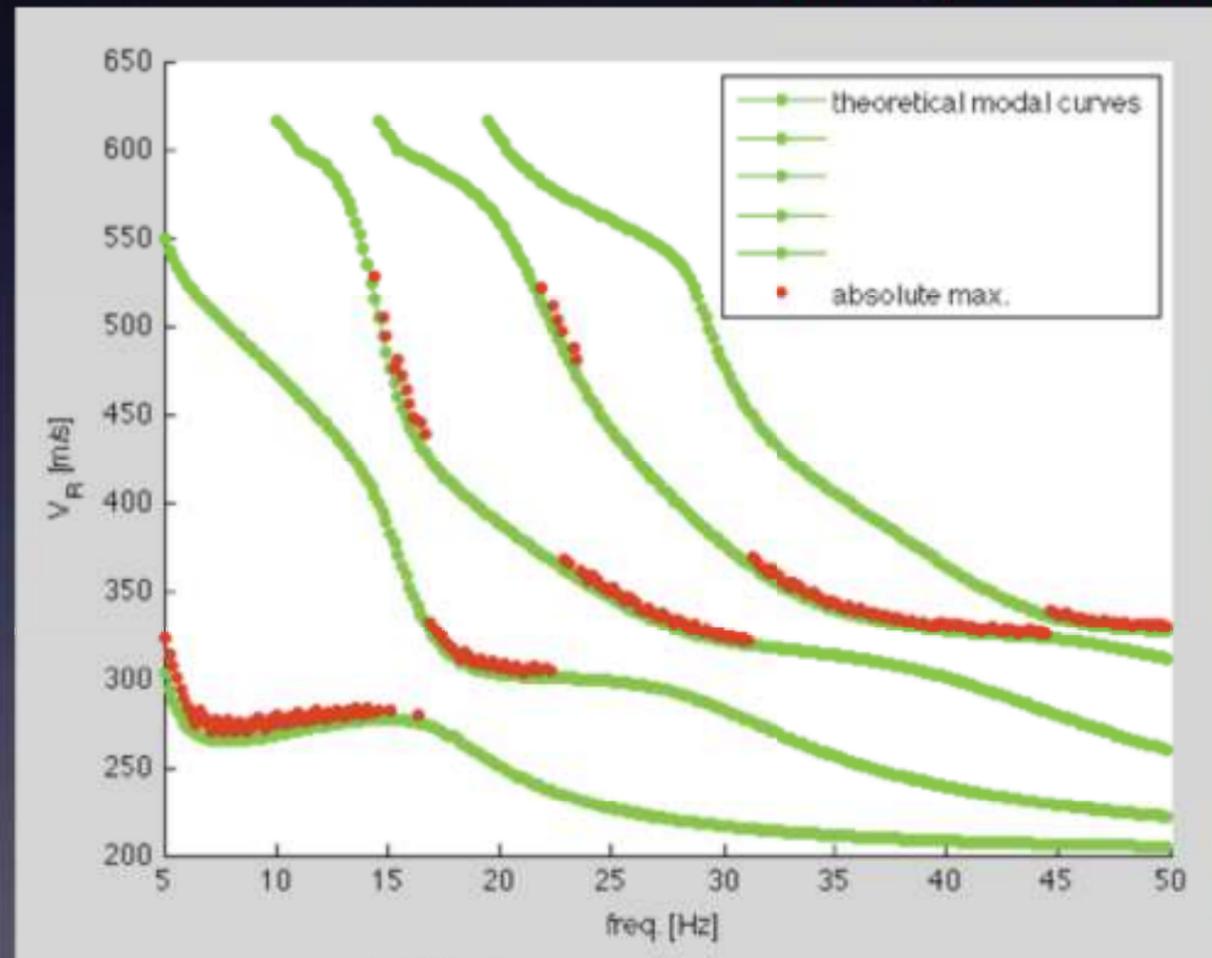
## Caso 2

### f-k spectrum



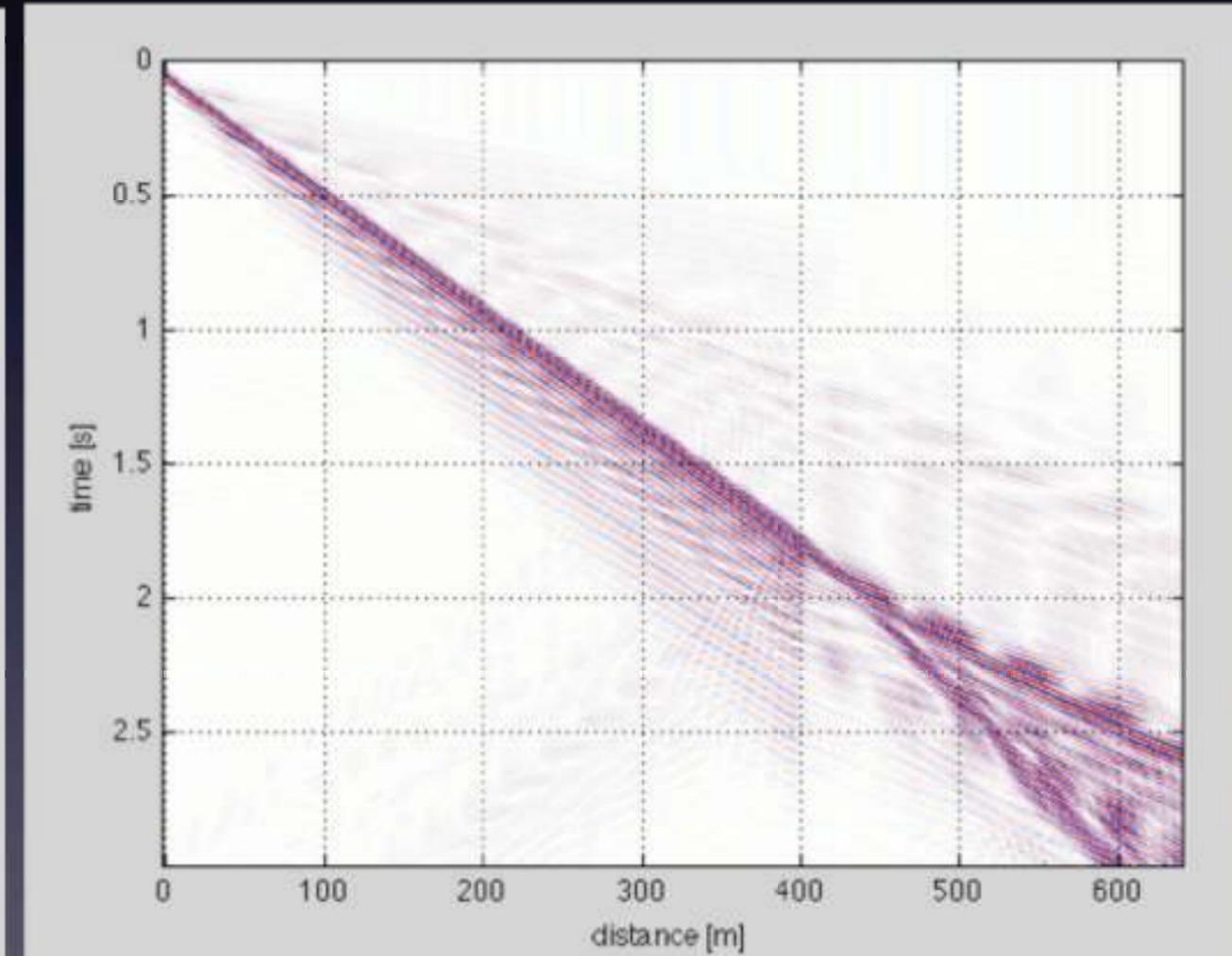
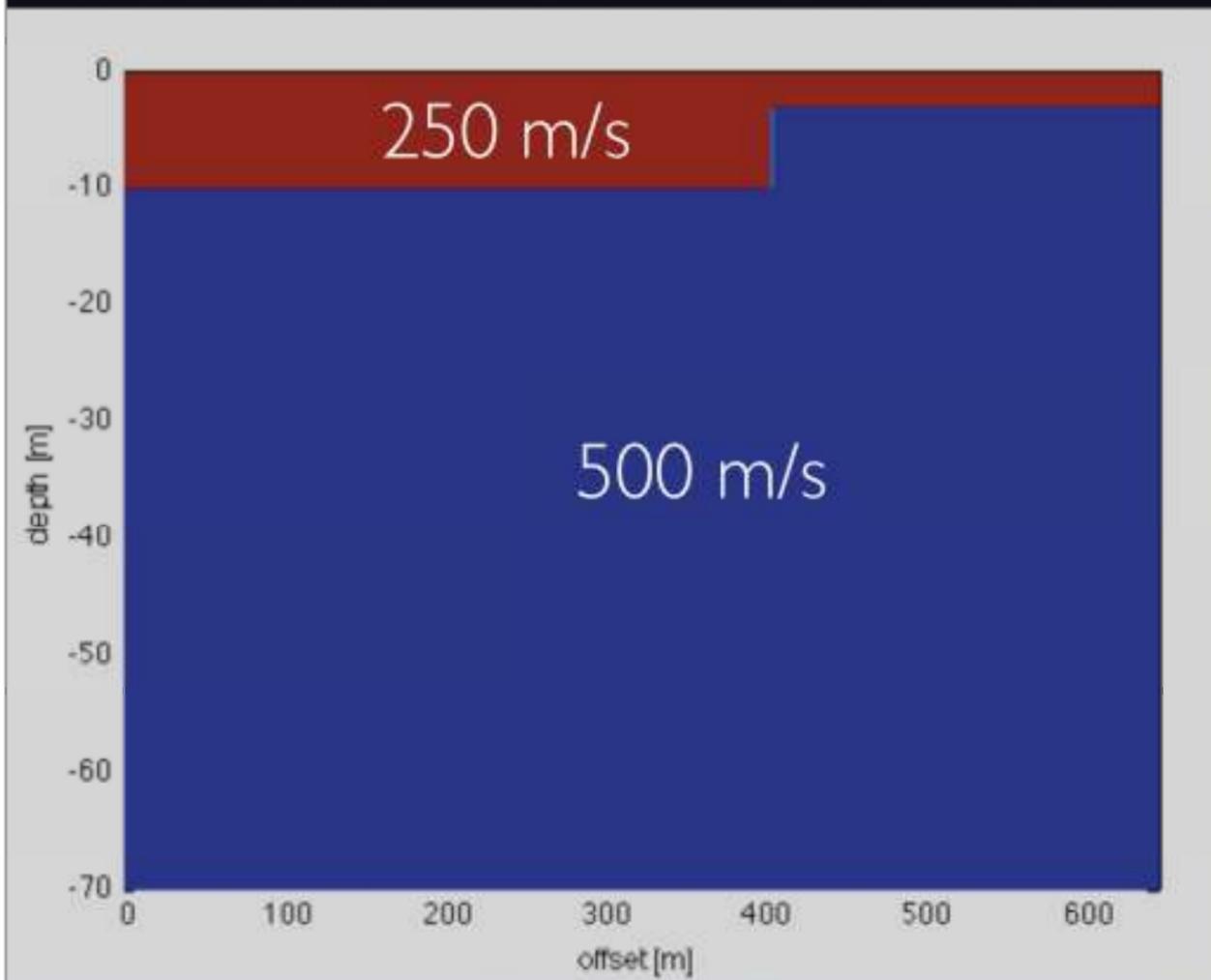
### Theoretical mode

Maxima of f-k (picked point)





## Caso 3



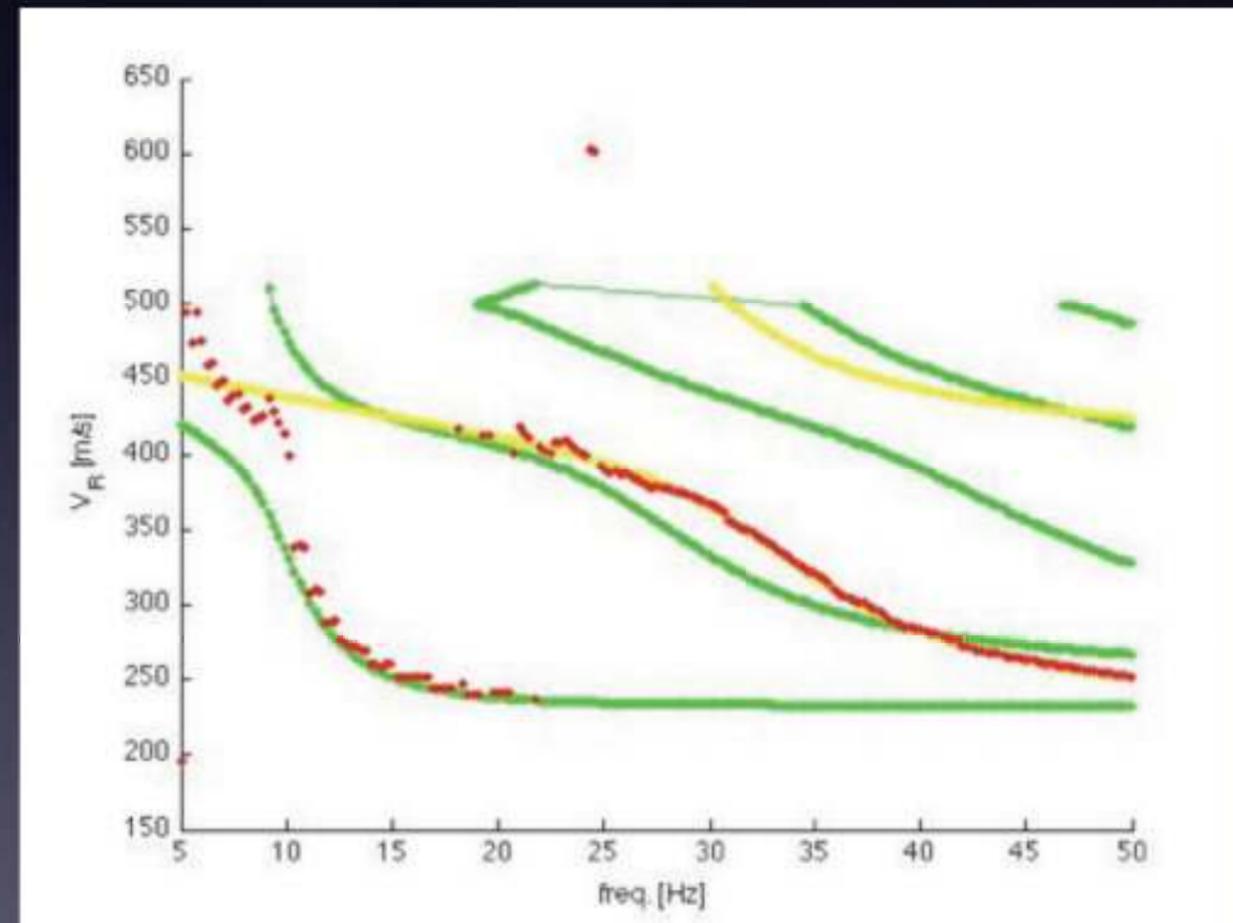
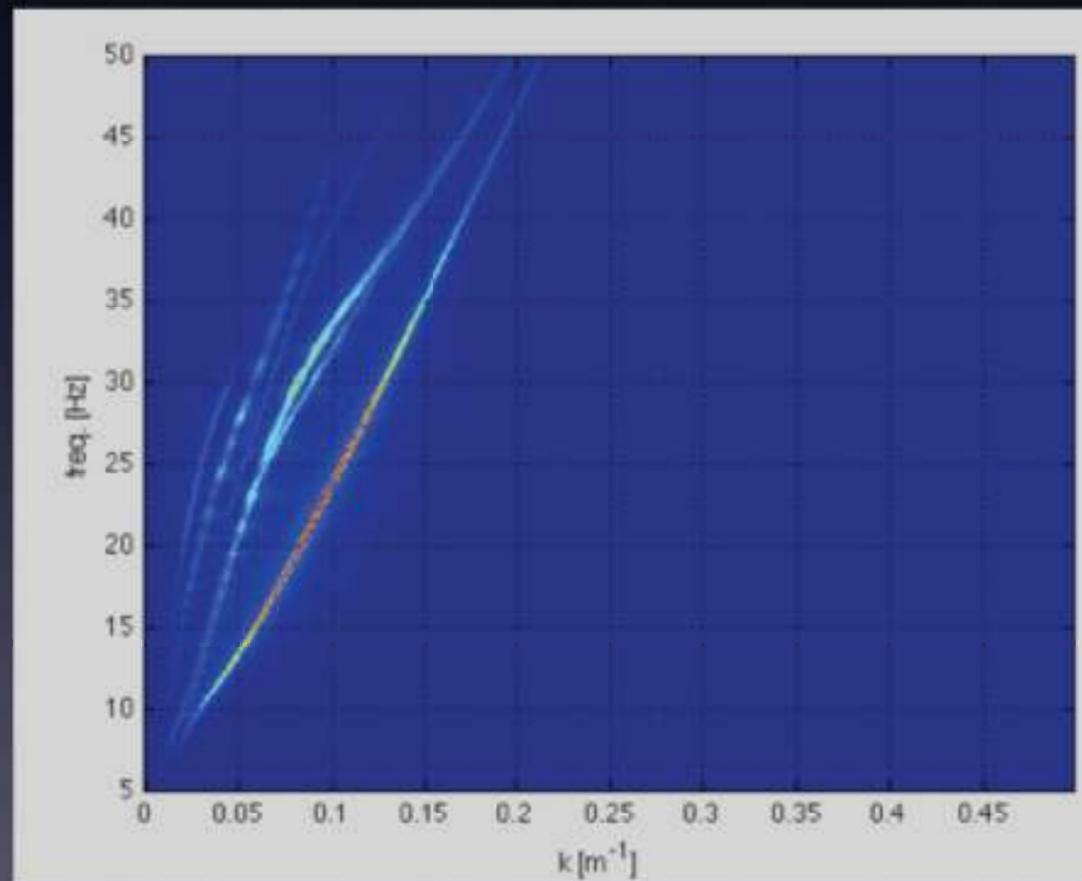
## Caso 3

Theoretical mode

Maxima of f-k (picked point) SX

Maxima of f-k (picked point) DX

f-k spectrum





## Diagnostica, Soluzioni? utilizzi congiunti!

Contrasti di Impedenza



Studio ellitticità delle onde di Rayleigh (HVSR) / altre tecniche geofisiche

Inversioni di velocità



Studio ellitticità delle onde di Rayleigh (HVSR) / altre tecniche geofisiche

Discontinuità 2D



2D approach, e.g. MOPA Analysis



## Conclusioni

Forte attenzione ai limiti di interpretazione dei metodi basati sulla dispersione delle onde superficiali

Maggiore integrazione con metodi in grado di valutare disomogeneità 2D e Inversioni congiunte

Fondamentali conoscenze a-priori, spesso trascurate



# Grazie

Onde superficiali e contaminazione modale: dall'evidenza  
sperimentale  
alla verifica teorica

J.Boaga, R.Deiana e G. Cassiani

Dipartimento di Geoscienze  
Università di Padova



Ordine dei Geologi  
Regione del  
Veneto

in collaborazione con il  
Museo Civico di  
Rovereto



# Premio di Laurea "Vittorio Iliceto"

*in memoriam Prof. V. Iliceto*



*Prof. V. Iliceto*

A tutti i giovani che abbiano conseguito la laurea specialistica in  
Scienze Geologiche nel periodo:  
1 maggio 2010 - 30 giugno 2012 con Tesi sperimentali inerenti la  
Geofisica Teorica ed Applicata

*Domanda di partecipazione ed Abstract Tesi : 15 giugno 2012*

*Prima Selezione (10 settembre) e invio completo Tesi : 30 settembre 2012*

*Premiazione in occasione del IX Workshop di Geofisica a Rovereto: dicembre 2012*

[www.geologiveneto.it](http://www.geologiveneto.it) - [jacopo.boaga@unipd.it](mailto:jacopo.boaga@unipd.it)