



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE

Laurea Magistrale in Geoscienze

A.A. 2020-2021

PETROFISICA INTEGRATA
II MODULO

UD4

Attributi di Coerenza

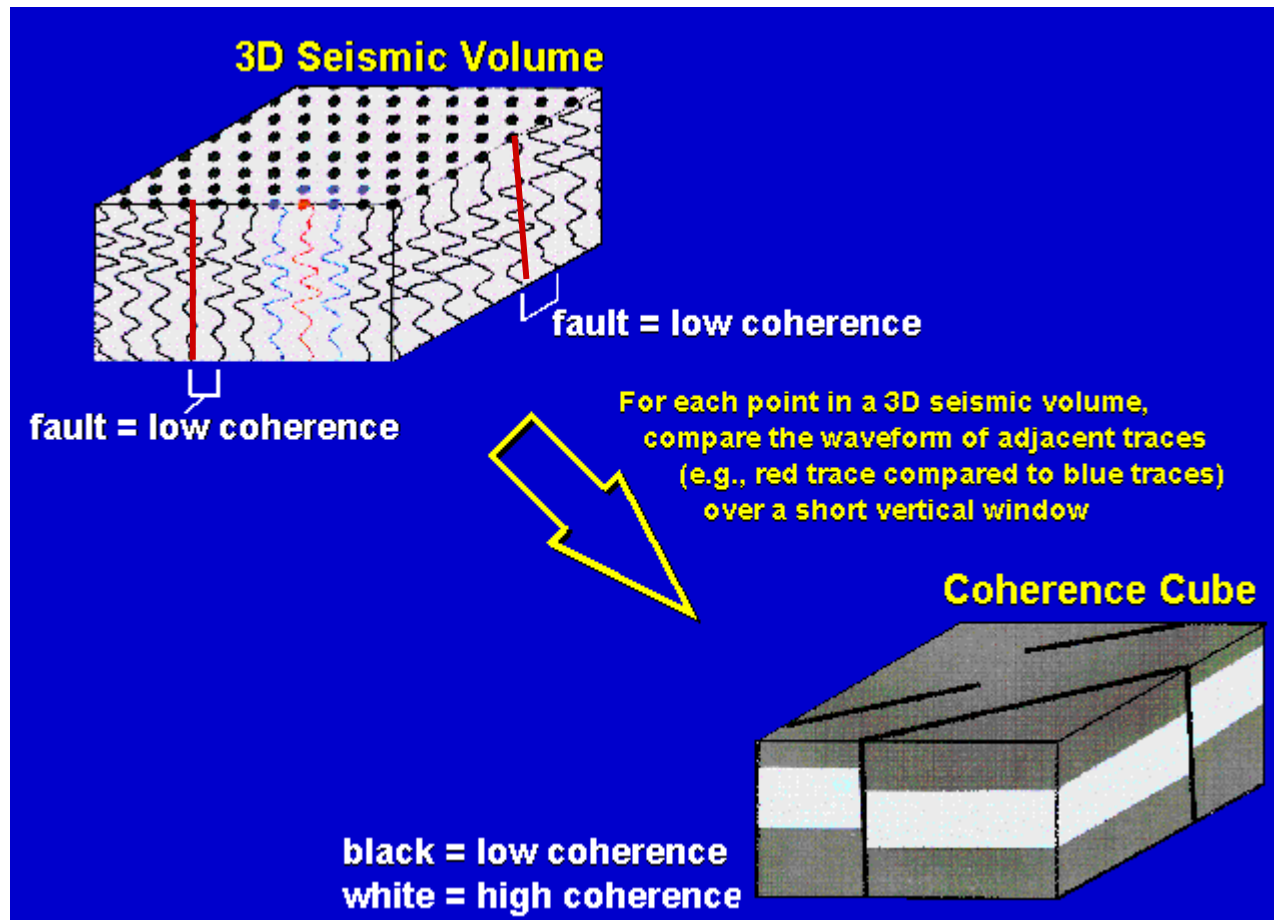
Emanuele Forte
e-mail: eforte@units.it

Attributi di COERENZA

Attributi " Generali" Multi-tracce

- Sono attributi sismici calcolati utilizzando PIU' tracce
- Forniscono informazioni qualitative/quantitative sulle VARIAZIONI LATERALI in FASE, AMPIEZZA o ENTRAMBE fra tracce diverse.

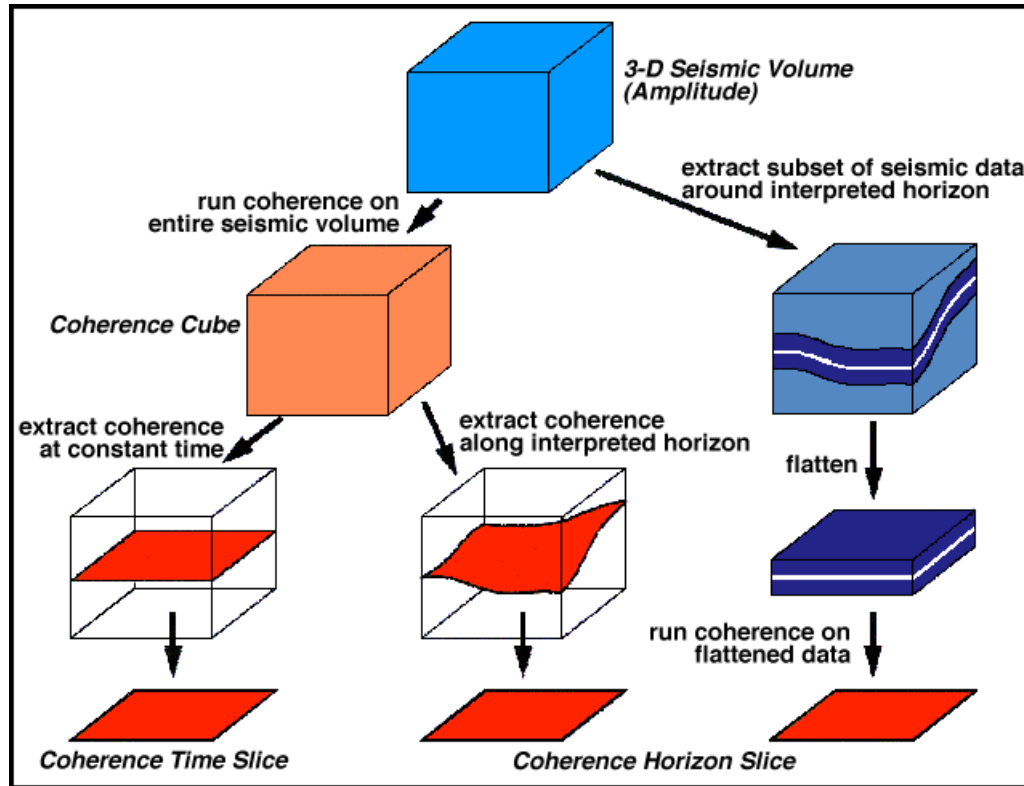
La **COERENZA** è una misura della **SIMILITUDINE** della forma d'onda (ampiezza e fase) fra una traccia e l'altra



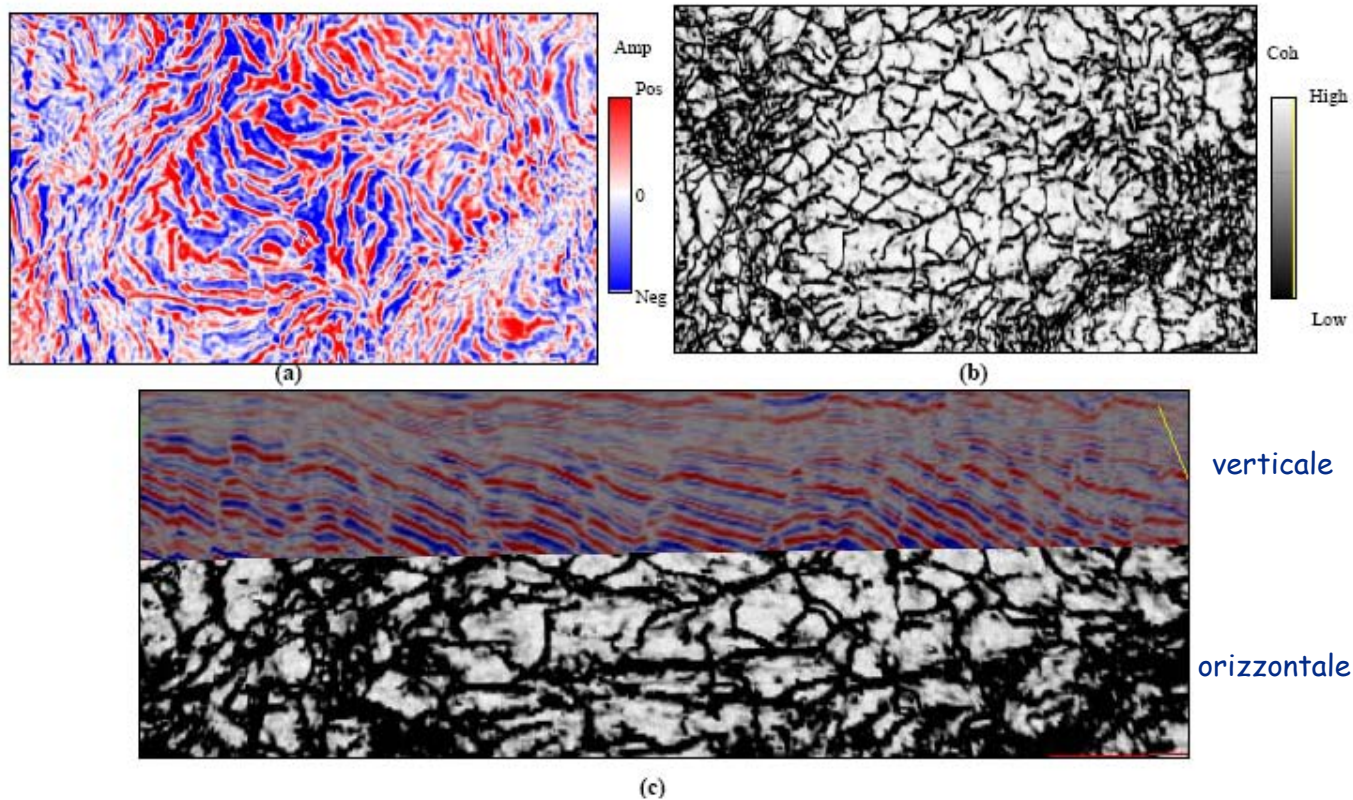
Attributi di COERENZA

Why use seismic coherence?

- Excellent tool for delineating geological boundaries (faults, lateral stratigraphic contacts, etc.)
- Allows accelerated evaluation of large data sets
- Provides quantitative estimate of fault/fracture presence
- Often enhances stratigraphic information that is otherwise difficult to extract



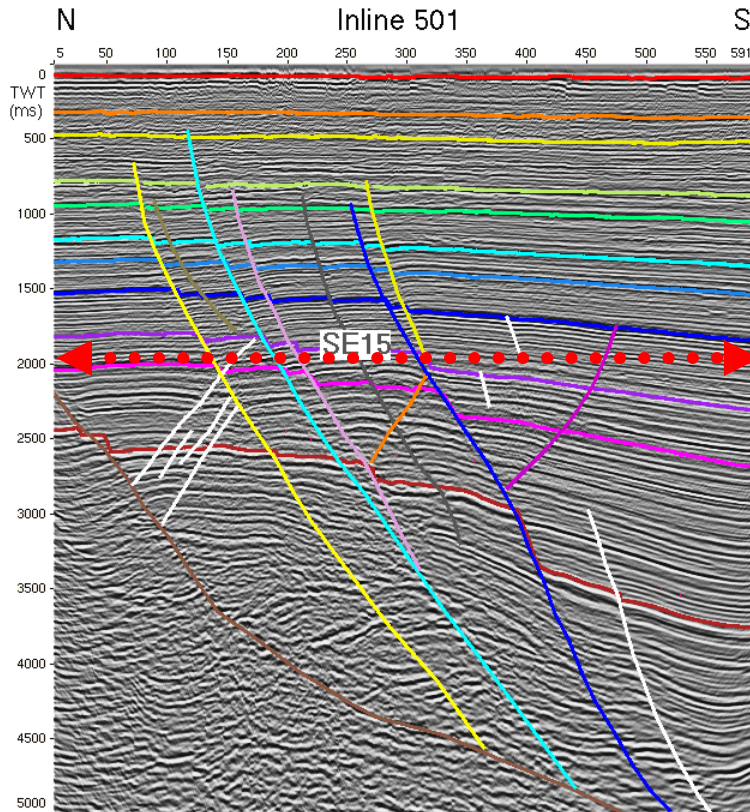
Schematic representation of three methods for obtaining a coherence slice from a seismic volume. Coherence may be calculated for the entire seismic volume and then a slice extracted from the coherence volume at either a constant two-way time or along an interpreted horizon. Alternately, a coherence horizon slice may be calculated from a subset of the seismic volume which has been flattened on the interpreted horizon prior to calculation of coherence.



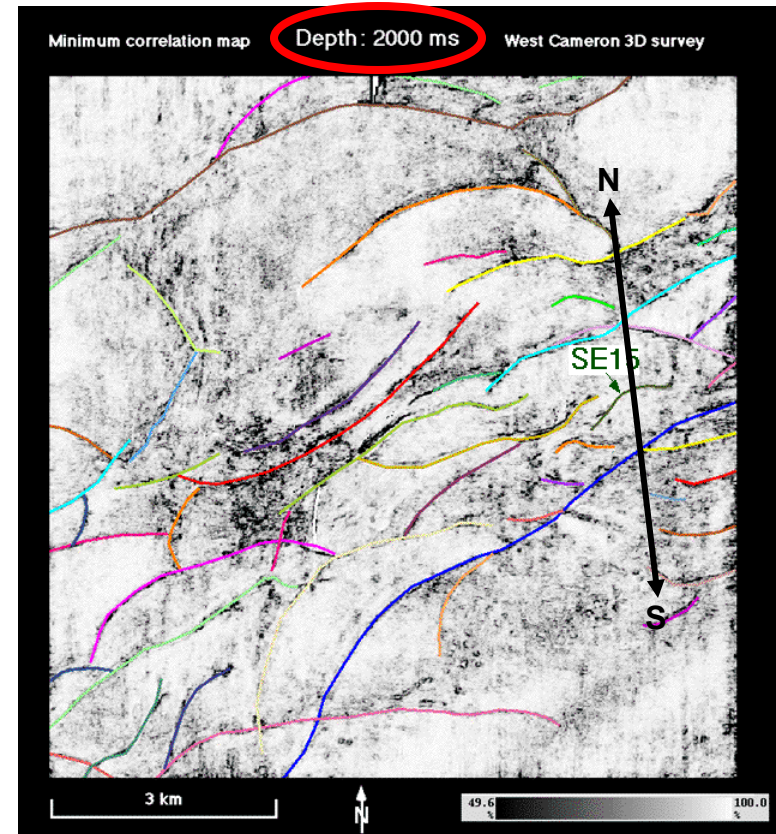
Chopra e Marfurt, 2007

(a) TIME SLICE at 1240 ms through a seismic volume from North Sea, (b) the equivalent **COHERENCE SLICE** generated using a modified eigendecomposition algorithm with a robust dip-steering option. Notice the accurate imaging of the fault pattern seen on the coherence slice in (b), which is almost impossible to detect on the seismic. (c) shows a chair display of the fault patterns on the coherence and a vertical seismic section. This helps correlate the fault breaks with their seismic signatures.

SEZIONE SISMICA



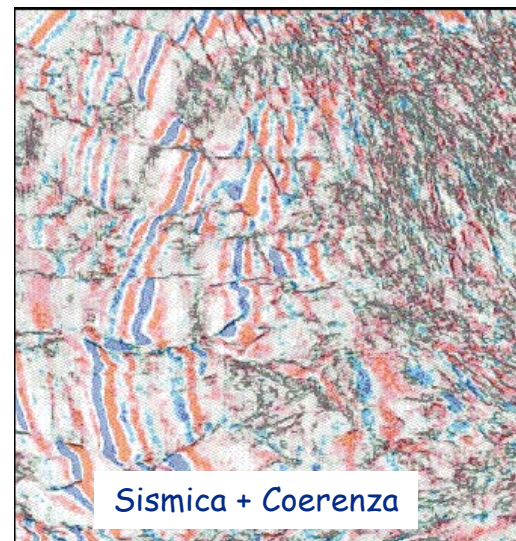
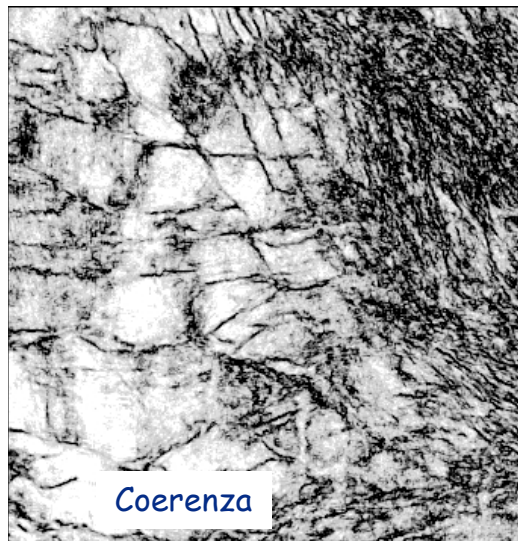
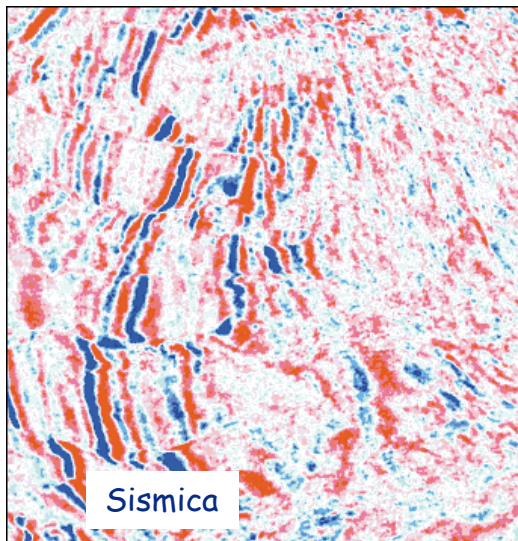
COERENZA su una TIME SLICE



Gersztenkorn e Marfurt, 1999

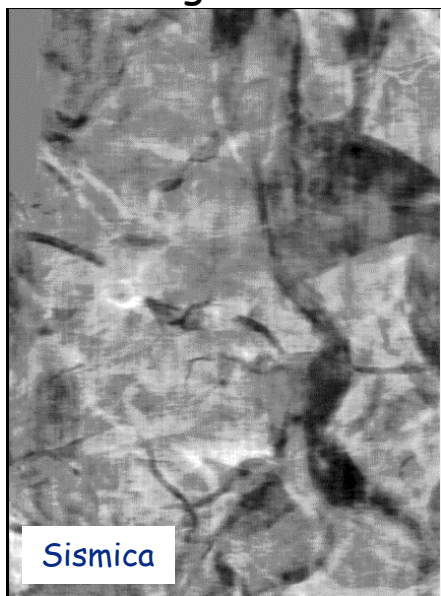
Attributi di COERENZA: Esempi di applicazione

Tettonica/Strutturale → FAGLIE

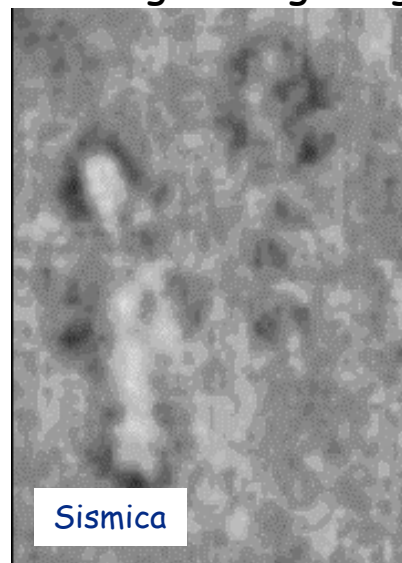


Chopra, 2001

Morfologia → CANALI



Strafigrafia/geologia → REEF

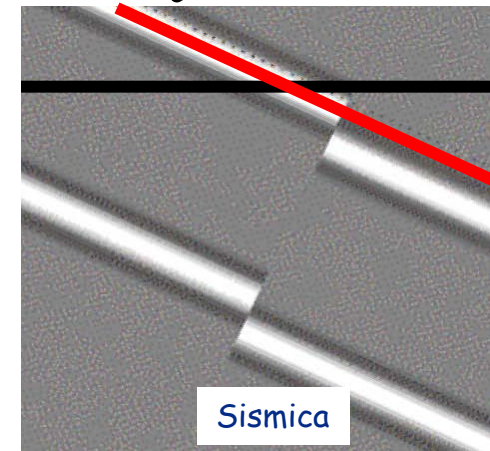
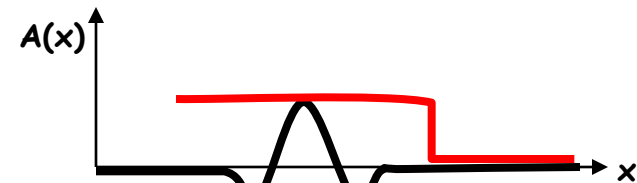
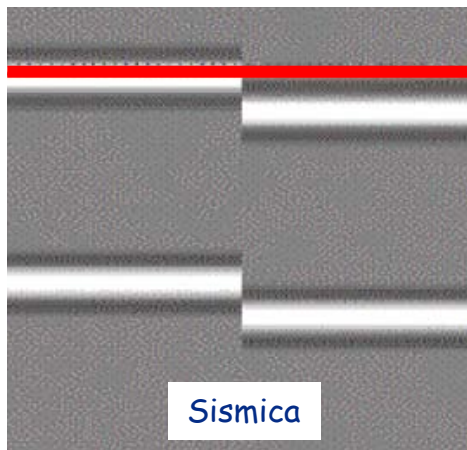
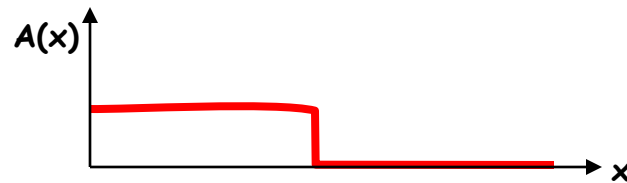


Porzioni di tracce SIMILI saranno mappate con ALTI valori di coerenza → CONTINUITA' laterale (es. orizzonte stratigrafico continuo)

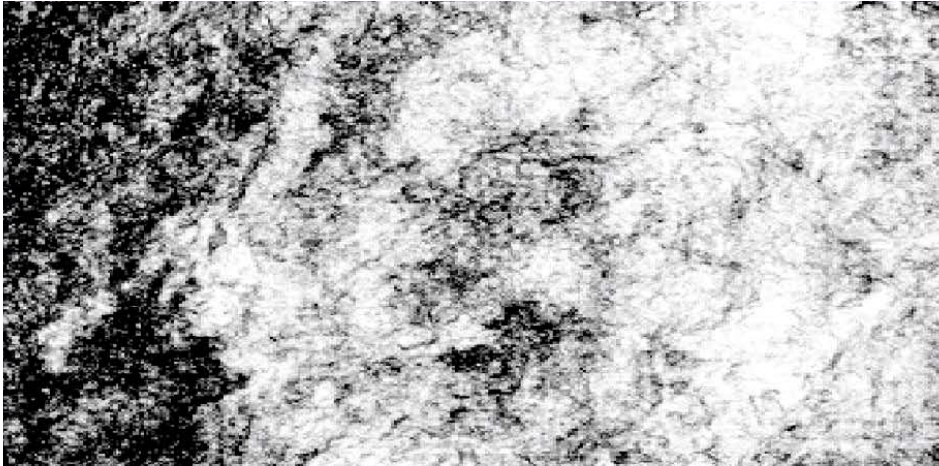
Porzioni di tracce DIVERSE saranno mappate con BASSI valori di coerenza → DISCONTINUITA' (es. faglia)

La TRIDIMENSIONALITA' del dato è essenziale per definire con uguale dettaglio discontinuità con qualsiasi direzione → NON E' RICHIESTA INTERPRETAZIONE → MINORE SOGGETTIVITA'

PROBLEMA DEL CALCOLO DELLA COERENZA IN ZONE CON PENDENZE NON TRASCURABILI:
E' FONDAMENTALE Effettuare il calcolo lungo la pendenza reale (depth) o apparente (time) della struttura

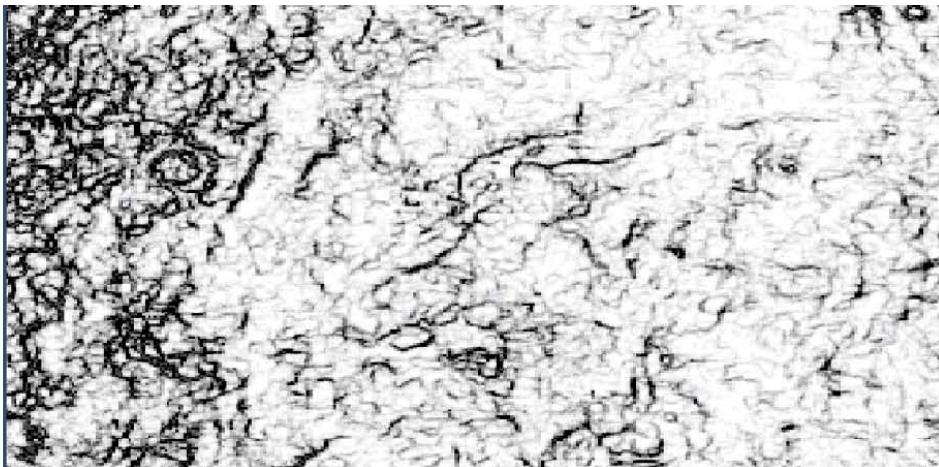


Assunzione $dip=0 \rightarrow$ CROSSCORRELAZIONE



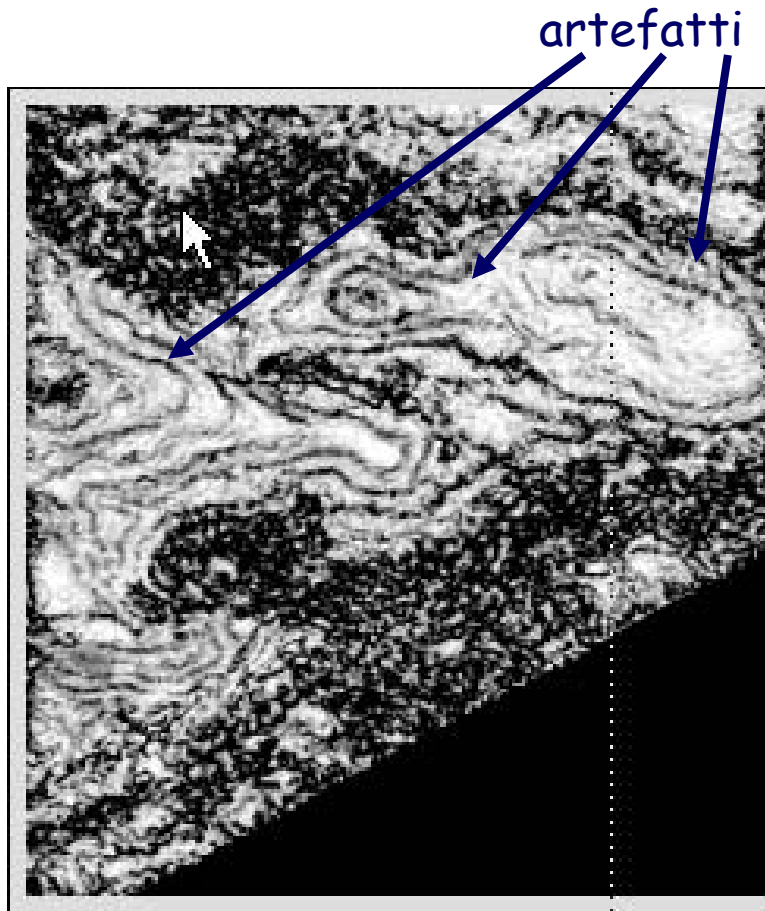
E' essenziale effettuare il calcolo di coerenza lungo la DIP soprattutto in presenza di strutture complesse con variazioni di pendenza sia in termini di AZIMUTH sia di MAGNITUDE

Correzione di dip \rightarrow CROSSCORRELAZIONE

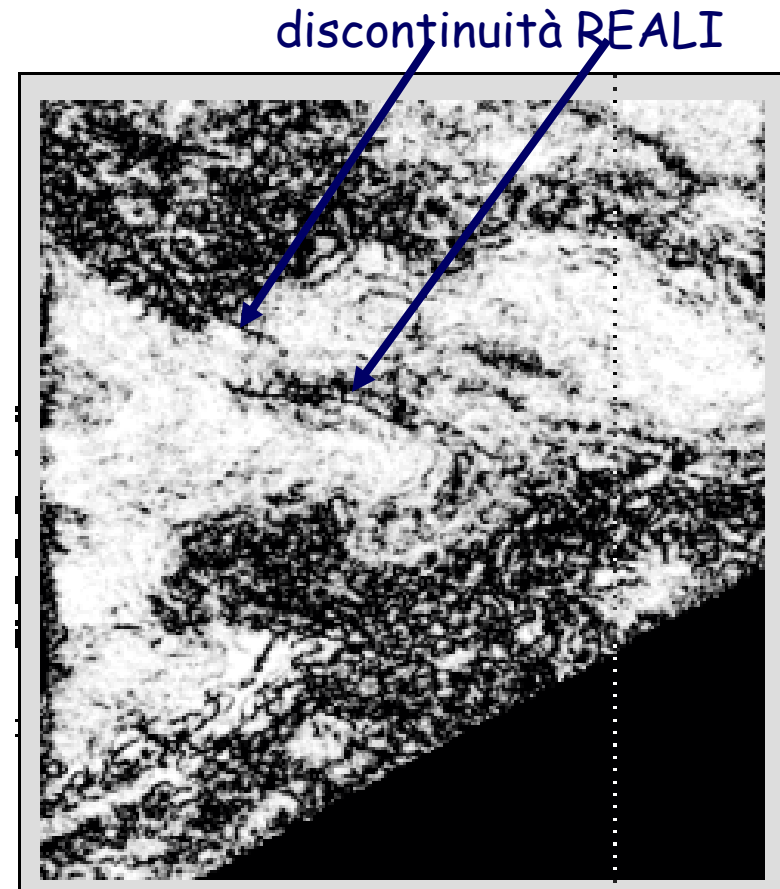


Nell'esempio una zona con canali e reef dai limiti più o meno inclinati

Luo et al., 2002



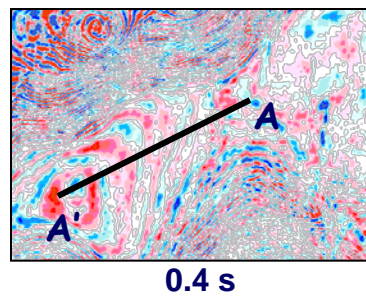
COERENZA CALCOLATA
SU UNA TIMESLICE
→ Assunzione implicita
DIP=0



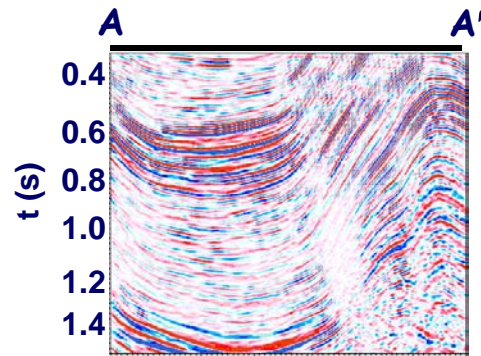
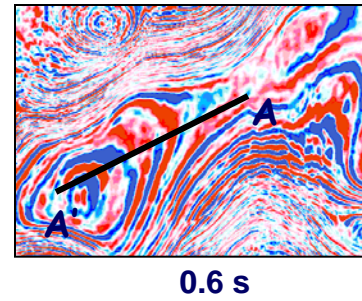
Chopra, 2002

COERENZA CALCOLATA
LUNGO UNA STRUTTURA

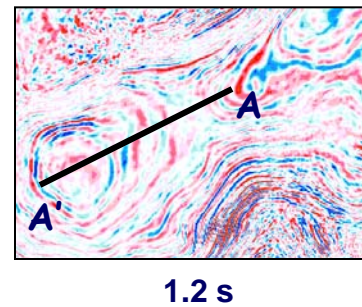
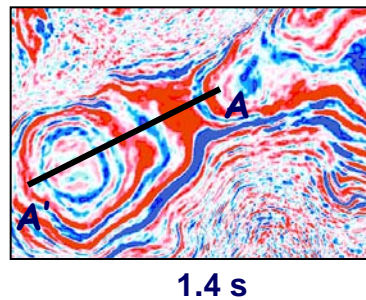
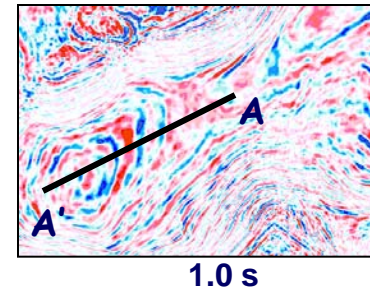
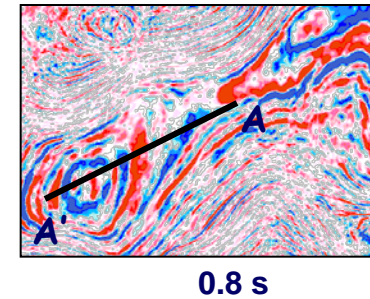
Sismica



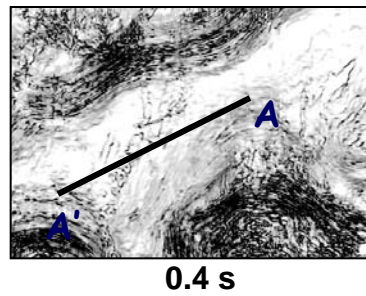
Timeslice $\Delta t=0.2s$



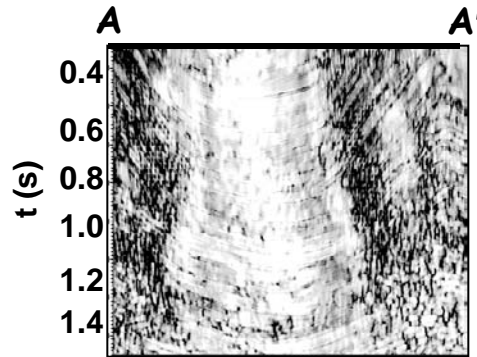
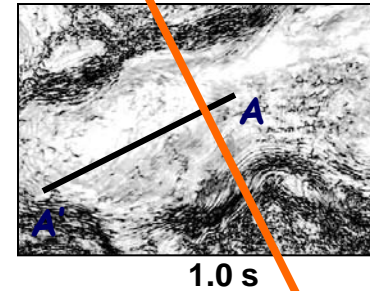
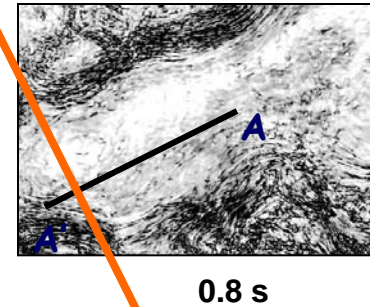
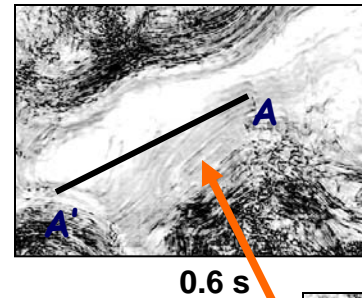
Sezione sismica
migrata



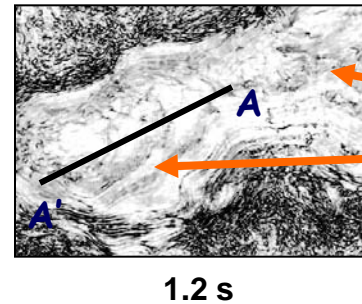
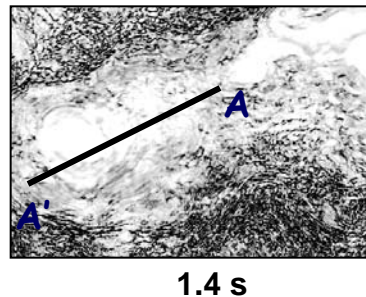
Coerenza calcolata SENZA considerare la pendenza



Timeslice $\Delta t=0.2s$

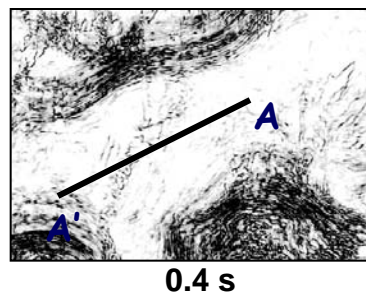


Coerenza su
sezione sismica

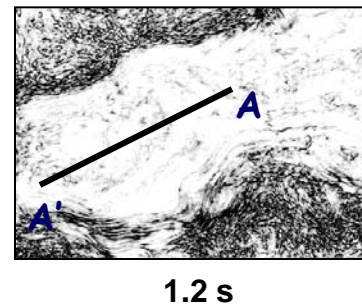
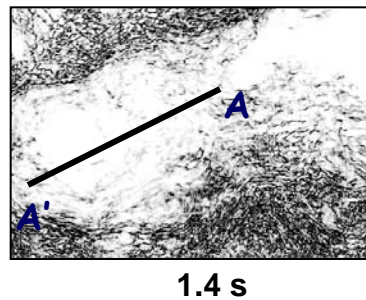
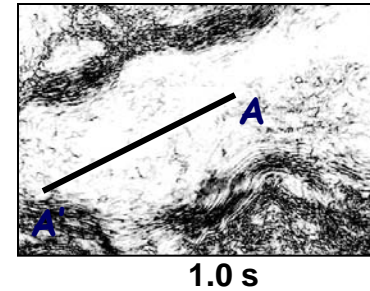
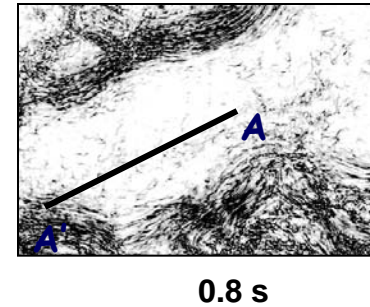
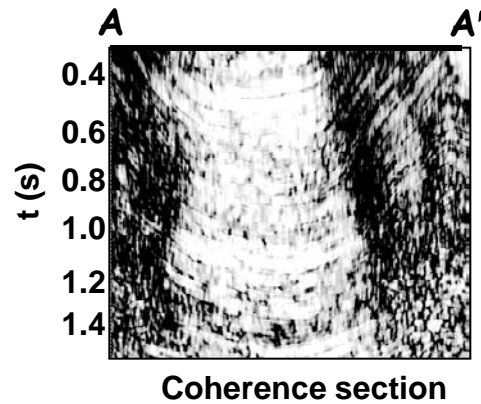
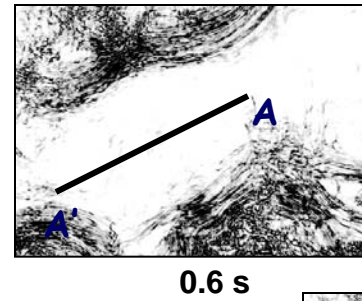


artefatti

Coerenza calcolata considerando la pendenza



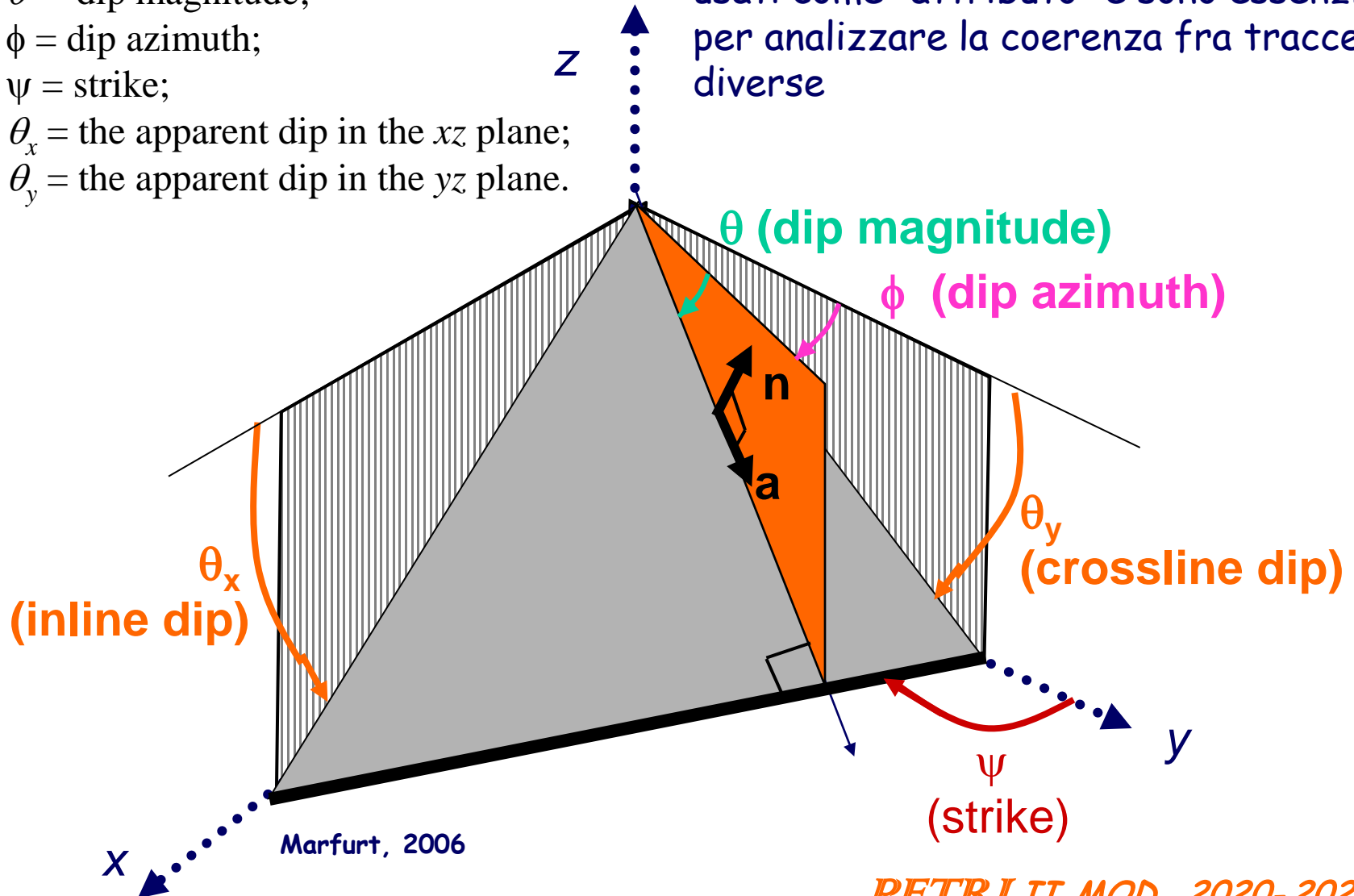
Timeslice $\Delta t=0.2s$



Il problema della pendenza - DIP

\mathbf{n} = unit vector normal to the reflector;
 \mathbf{a} = unit vector dip along the reflector;
 θ = dip magnitude;
 ϕ = dip azimuth;
 ψ = strike;
 θ_x = the apparent dip in the xz plane;
 θ_y = the apparent dip in the yz plane.

La pendenza (dip: azimuth e magnitude) e la direzione (strike) possono essere usati come "attributo" e sono essenziali per analizzare la coerenza fra tracce diverse



Come stimare la pendenza: Attributi istantanei 3D

NOTA: $d=x(t)$; $d^H=y(t)$

Instantaneous phase

Hilbert transform 

$$\phi = \tan^{-1}(d^H / d)$$

Instantaneous frequency

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \frac{\partial \phi}{\partial t} = 2\pi \frac{\frac{\partial d}{\partial t} d + \frac{\partial d^H}{\partial t} d^H}{d^2 + (d^H)^2}$$

**Instantaneous
In-line wavenumber**

$$k_x = \frac{\partial \phi}{\partial x} = \frac{\frac{\partial d}{\partial x} d + \frac{\partial d^H}{\partial x} d^H}{d^2 + (d^H)^2}$$

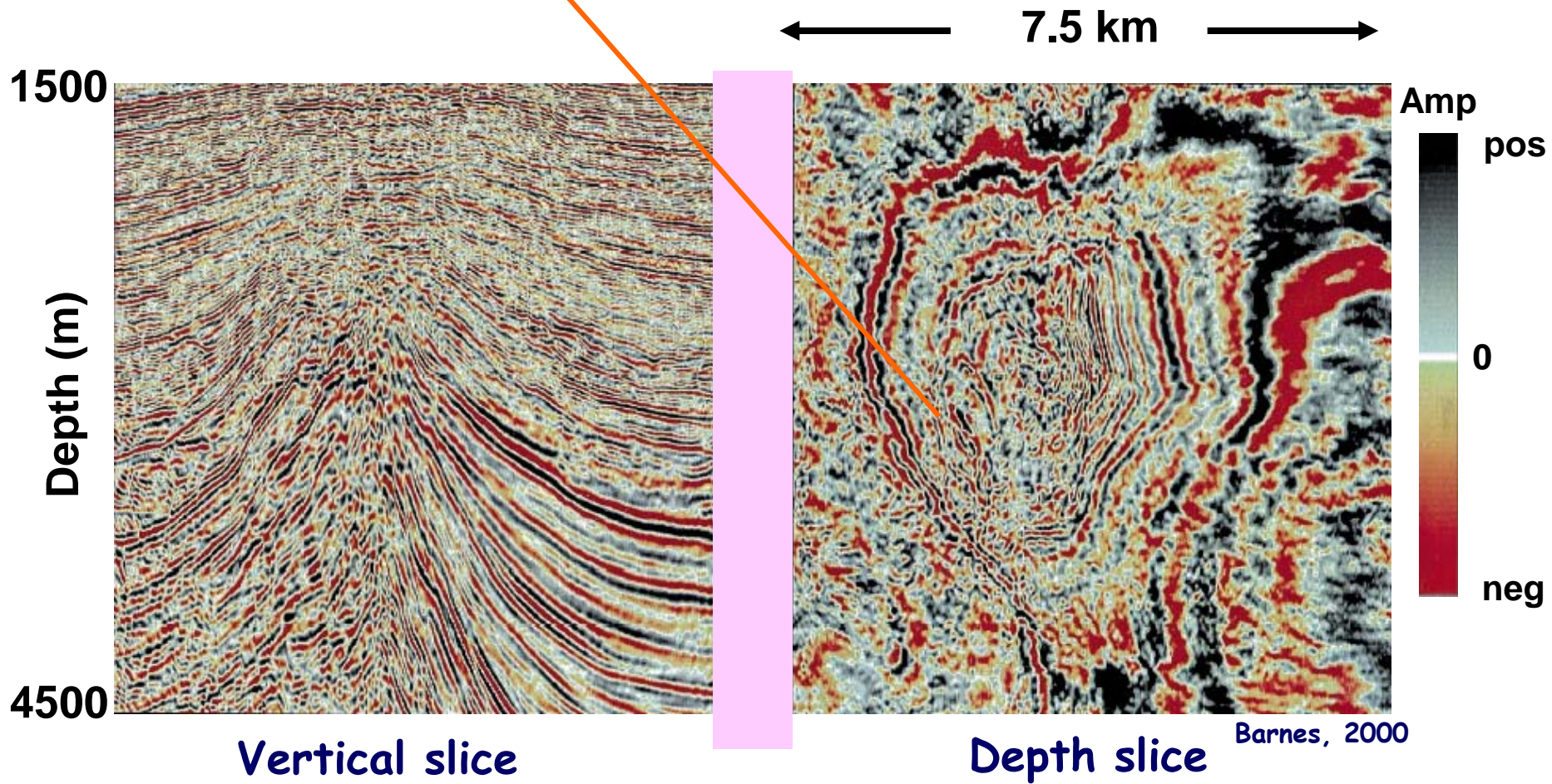
**Instantaneous
Cross-line wavenumber**

$$k_y = \frac{\partial \phi}{\partial y} = \frac{\frac{\partial d}{\partial y} d + \frac{\partial d^H}{\partial y} d^H}{d^2 + (d^H)^2}$$

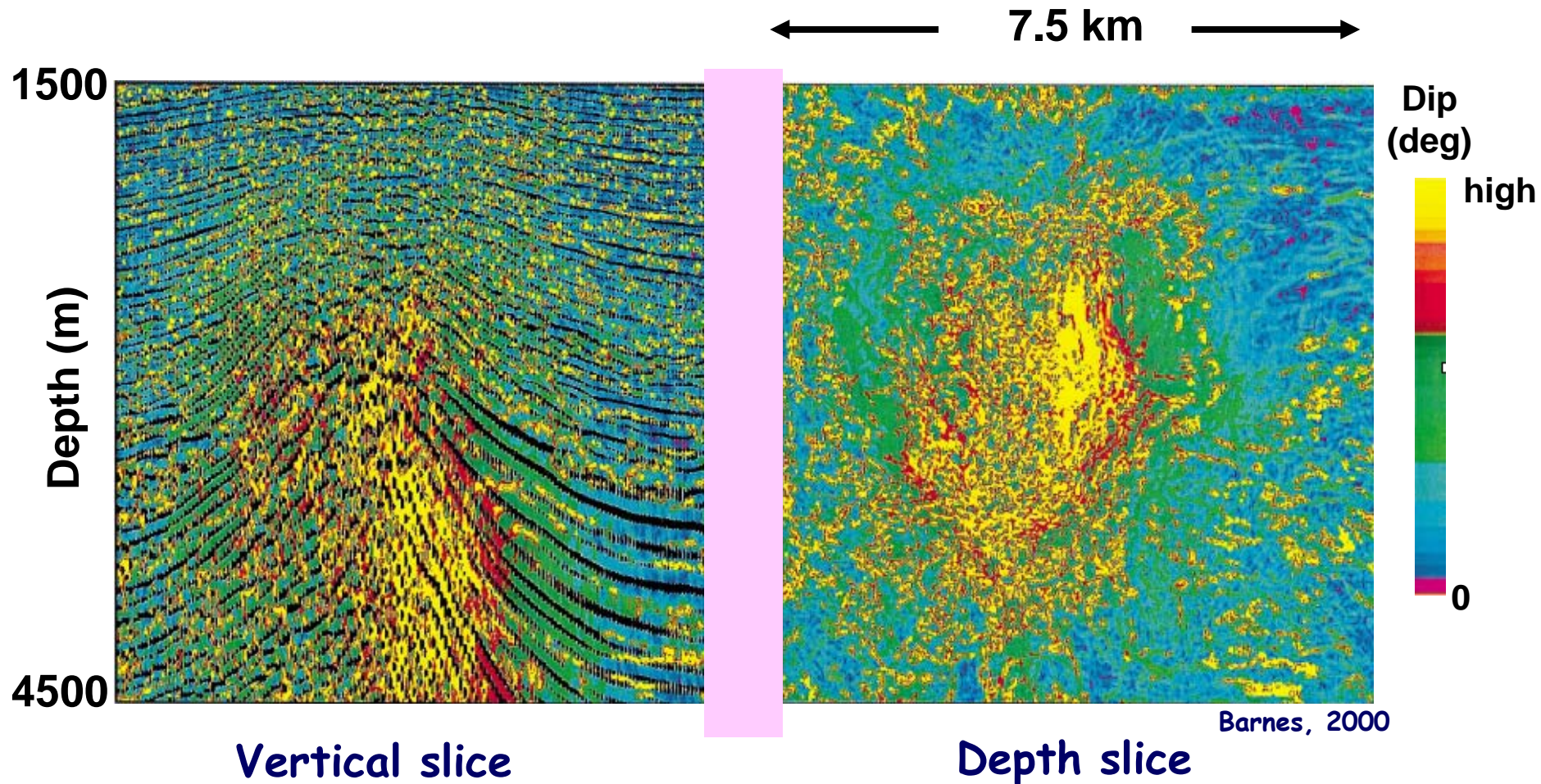
**Instantaneous
apparent dips**

$$p = \frac{k_x}{\omega}; q = \frac{k_y}{\omega}$$

Tipica struttura "a cipolla"

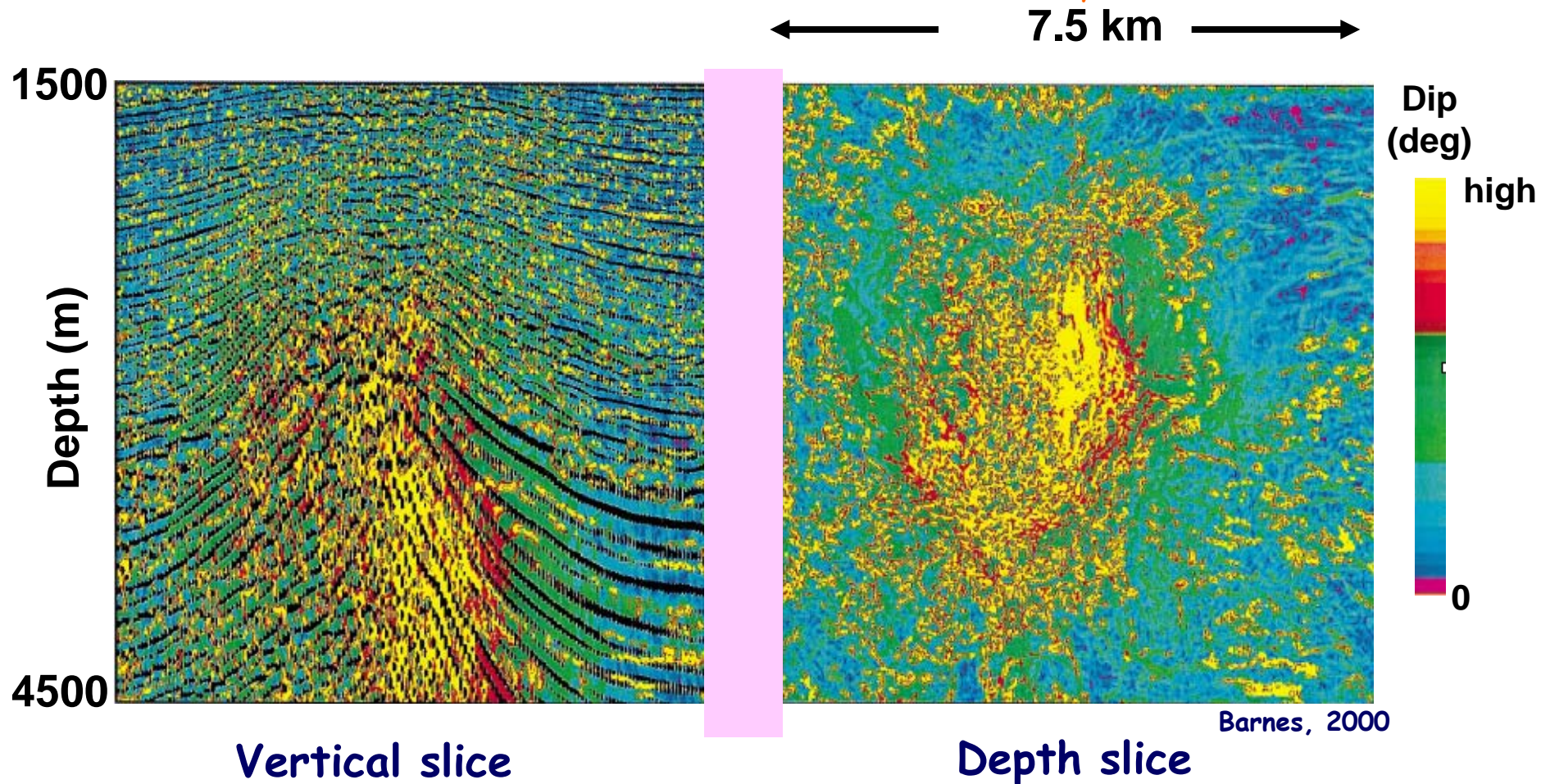


DIP istantanea



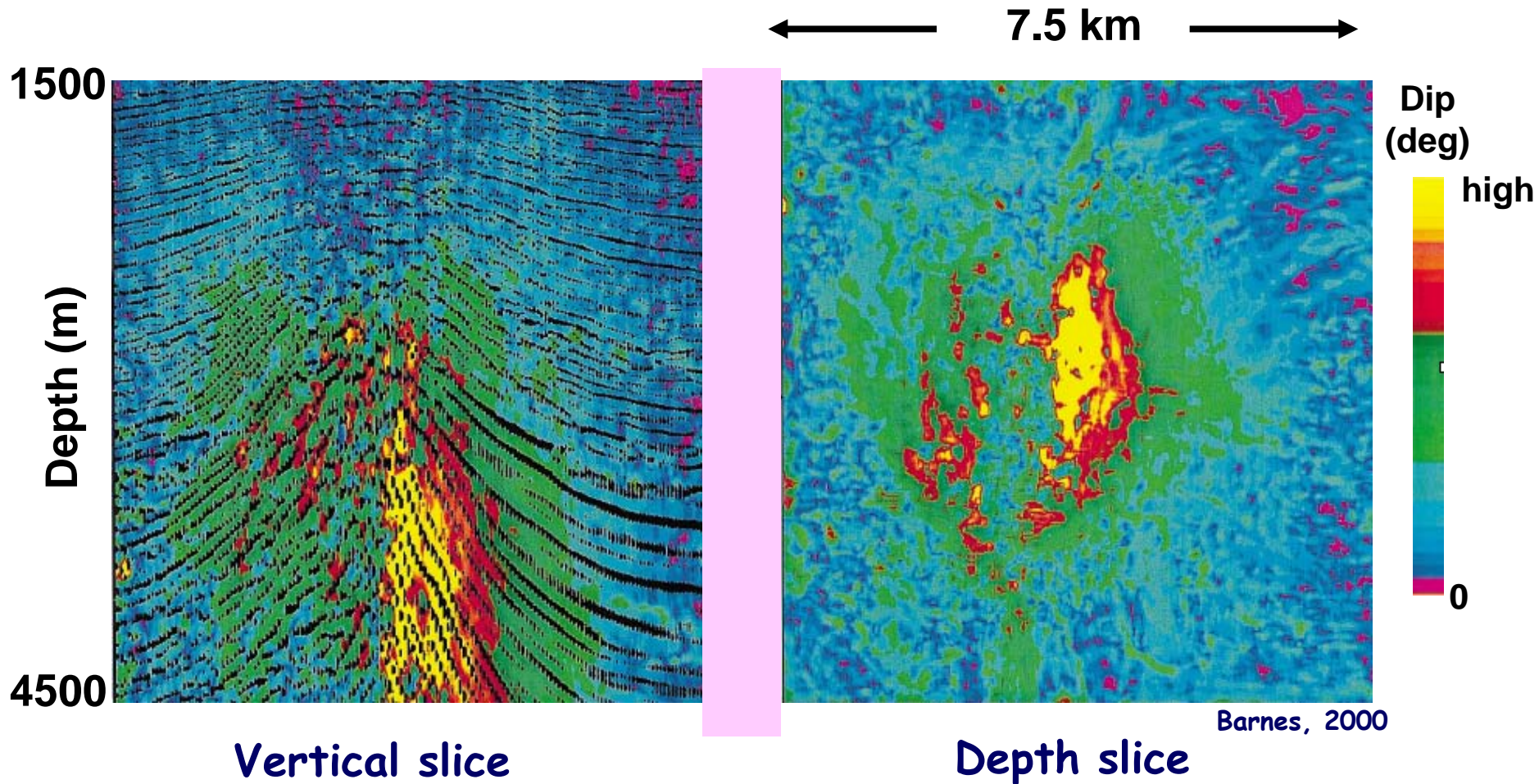
DIP analysis: esempi di applicazione

DIP istantanea ha errori legati ai punti di singolarità nel calcolo di ω , K_x e K_y

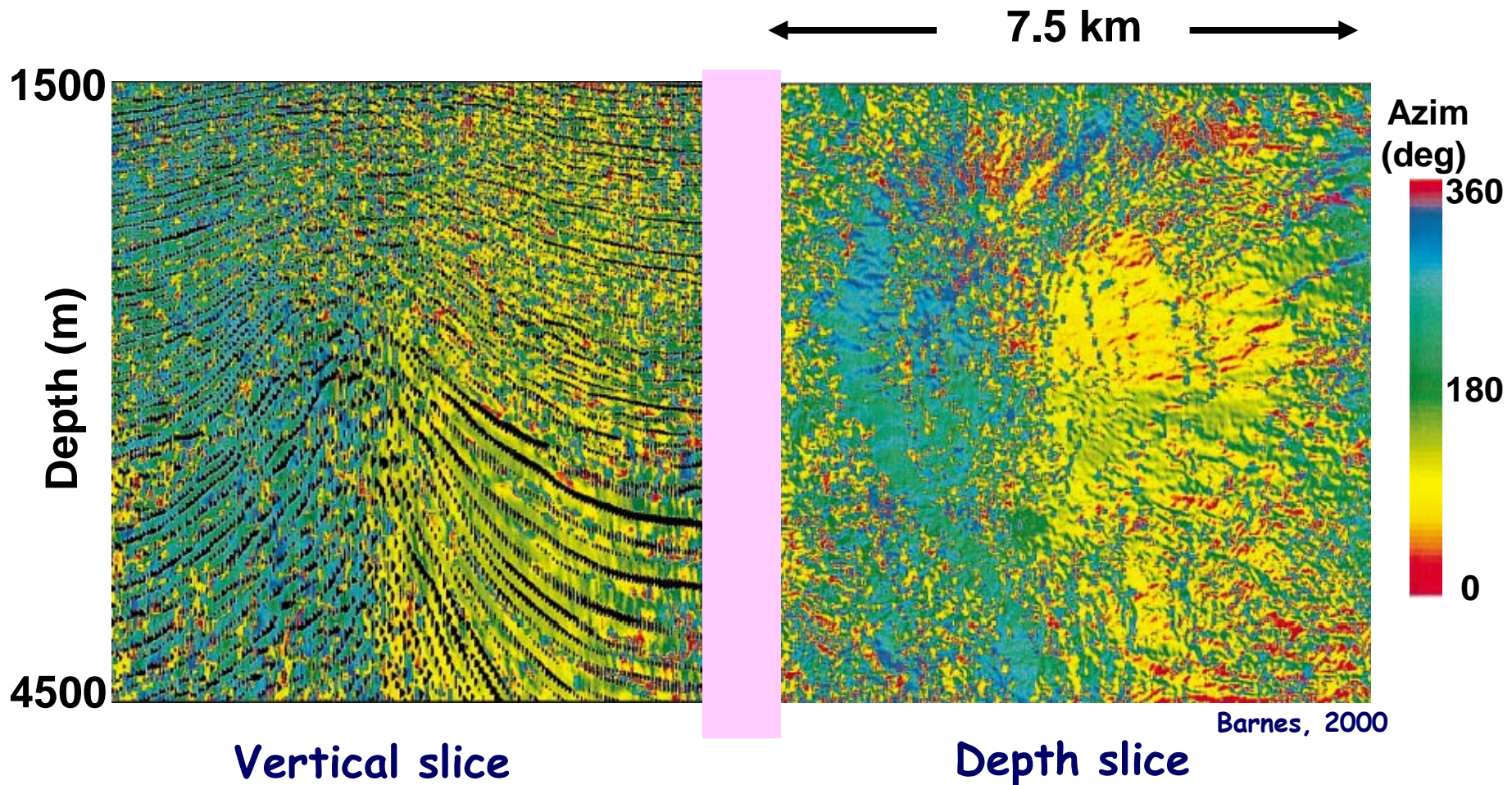


DIP analysis: esempi di applicazione

DIP istantanea "smussata" su "l" inline, "m" crossline e "n" campioni

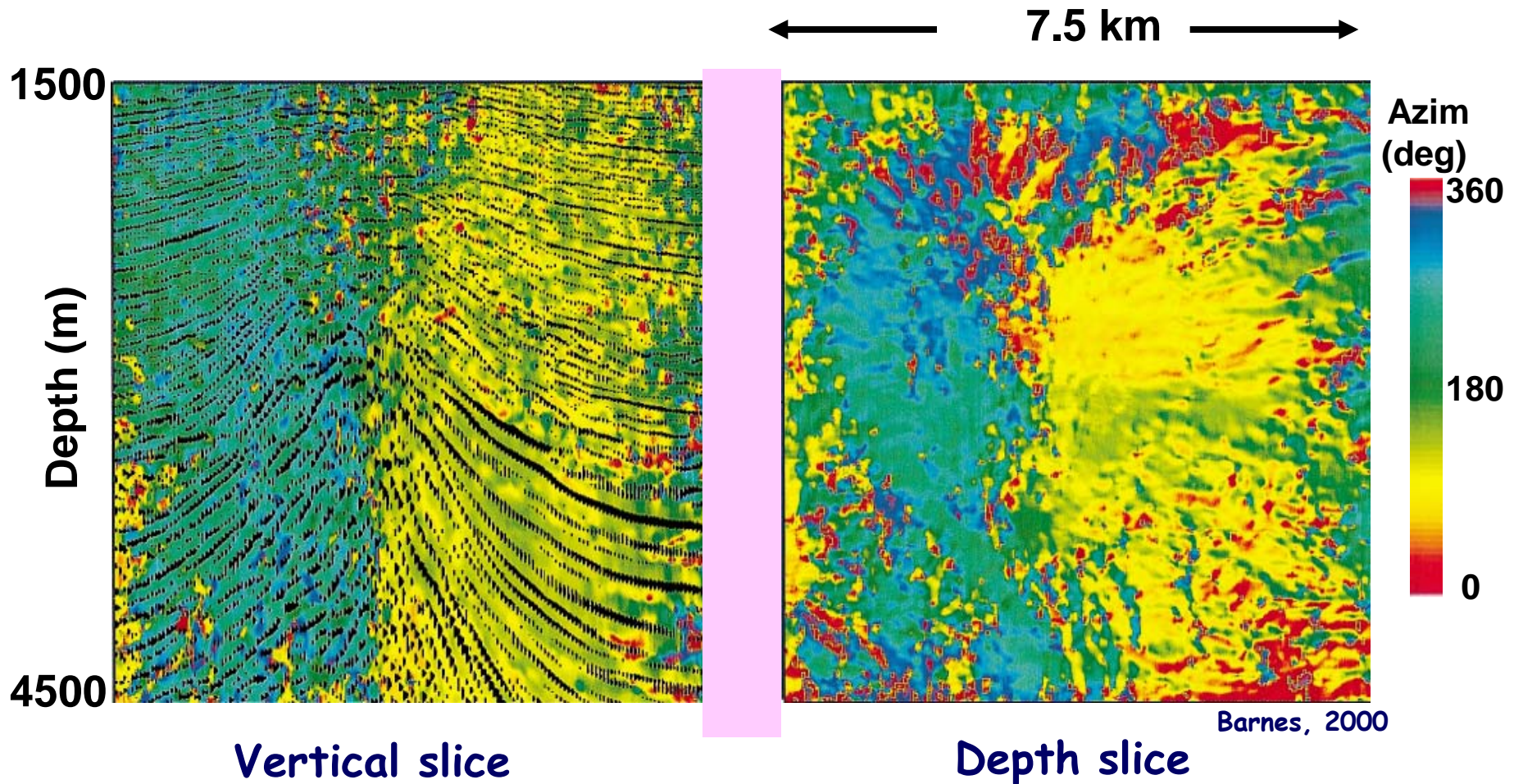


DIP AZIMUTH: ha errori legati ai punti di singolarità

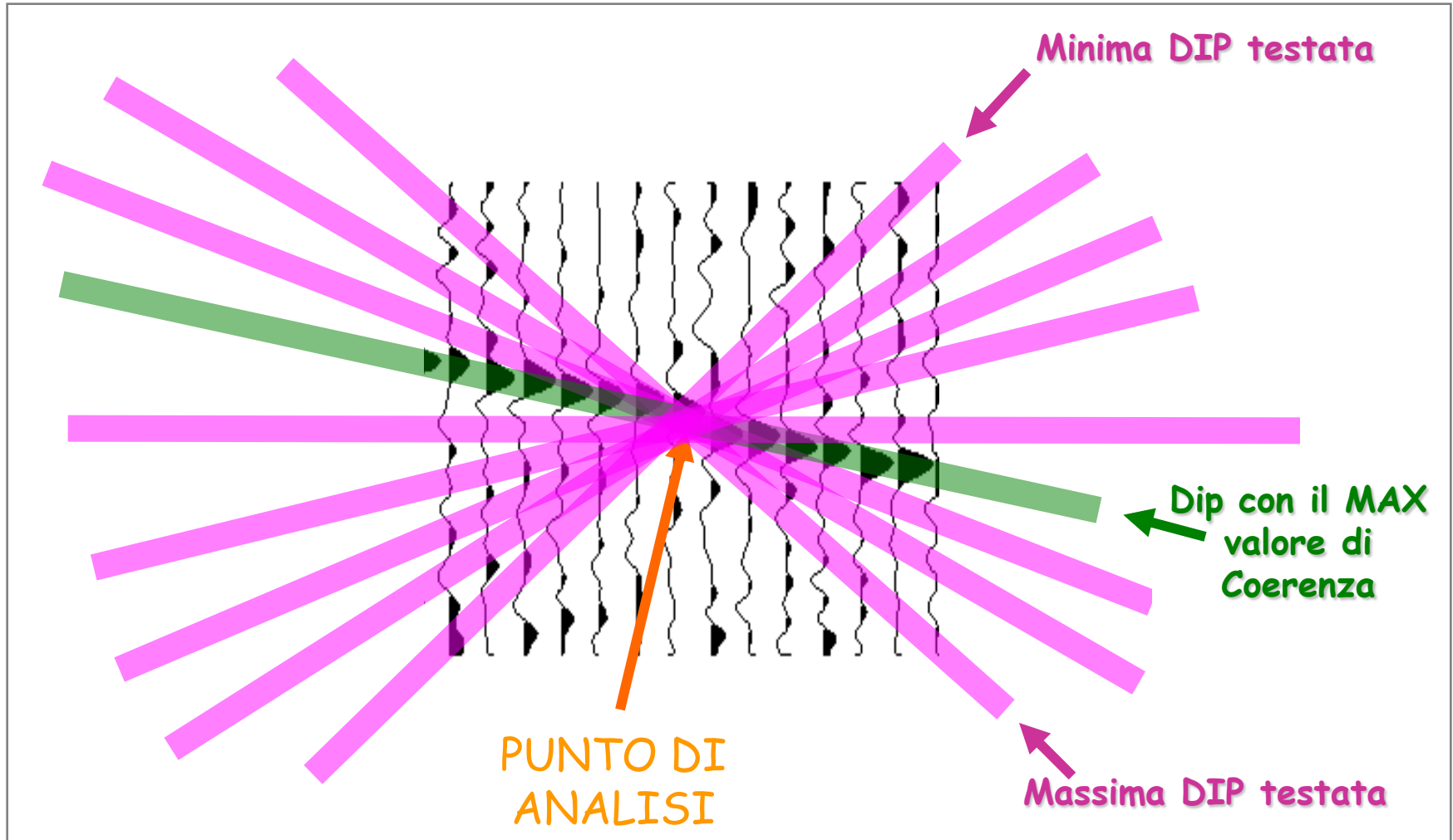


DIP analysis: esempi di applicazione

DIP AZIMUTH "smussato" su "l" inline, "m" crossline e "n" campioni

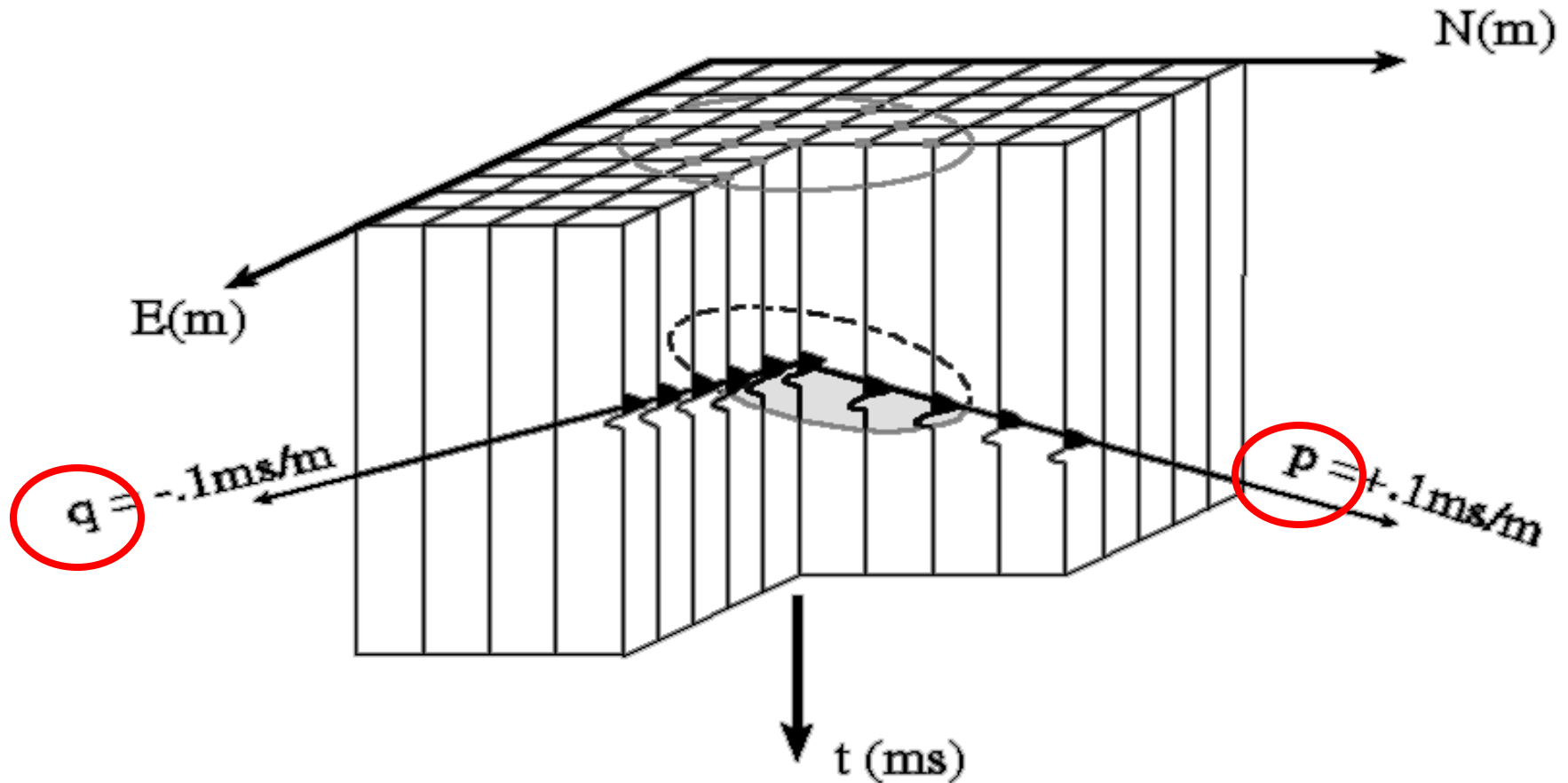


2D - Ricerca automatica della COERENZA attraverso diversi valori di DIP: Risultato 2 informazioni A) DIP; B) COERENZA



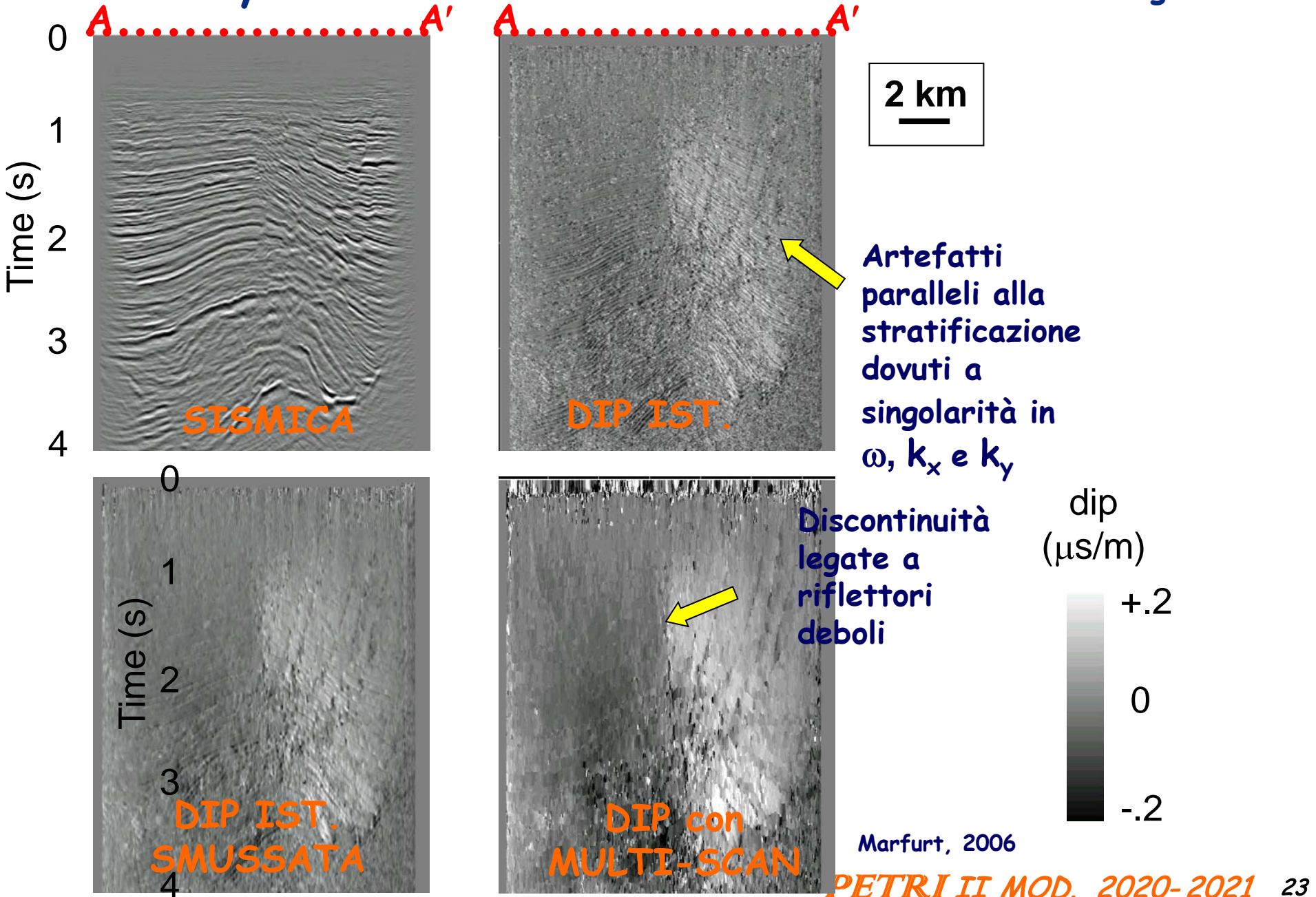
Instantaneous dip = dip with highest coherence Marfurt, 1998

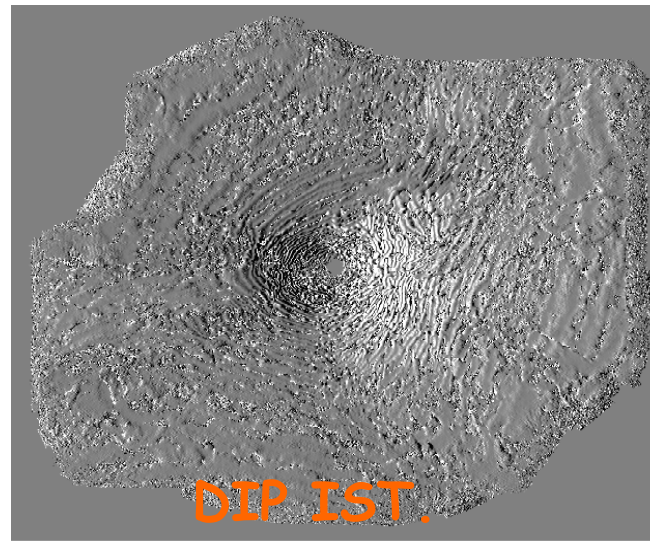
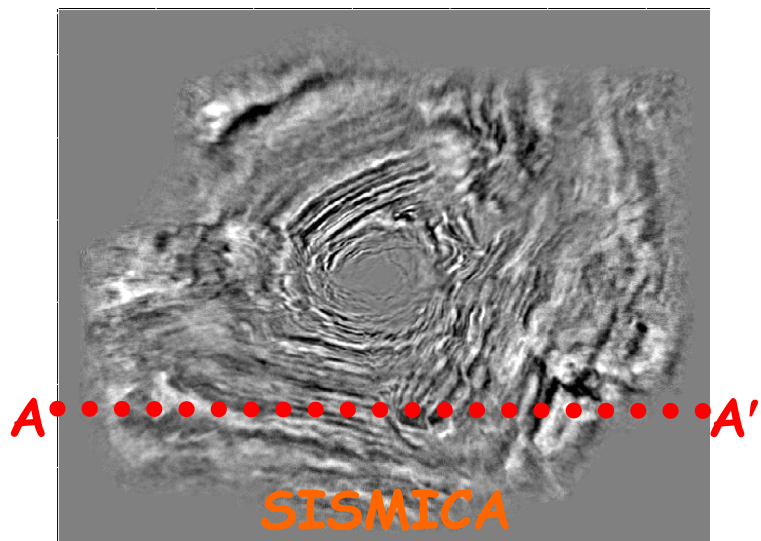
3D - Ricerca automatica della COERENZA attraverso diversi valori di DIP: Risultato 4 informazioni A) DIP lungo x e y; B) COERENZA lungo x e y



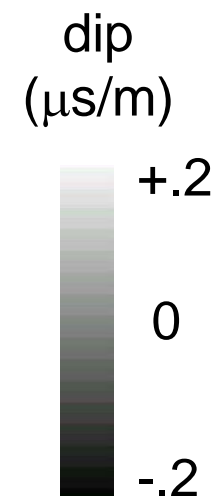
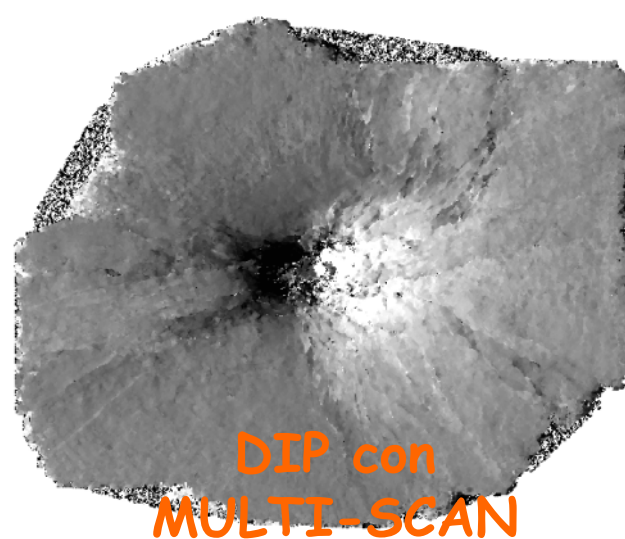
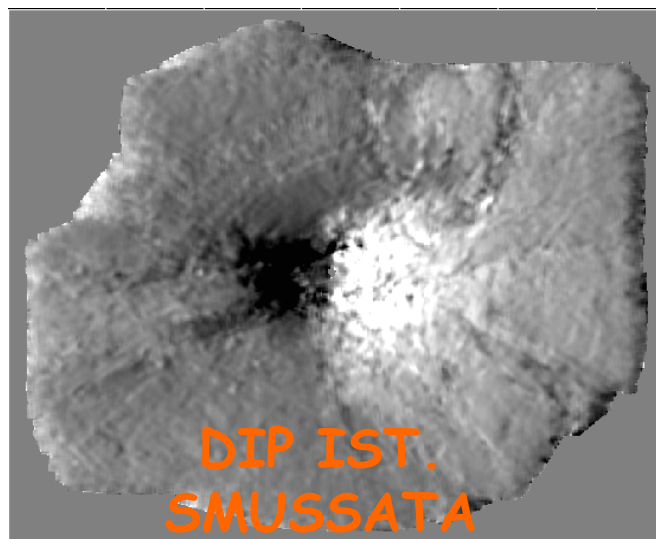
Marfurt, 1998

DIP analysis: confronto su SEZIONI VERTICALI con diversi algoritmi



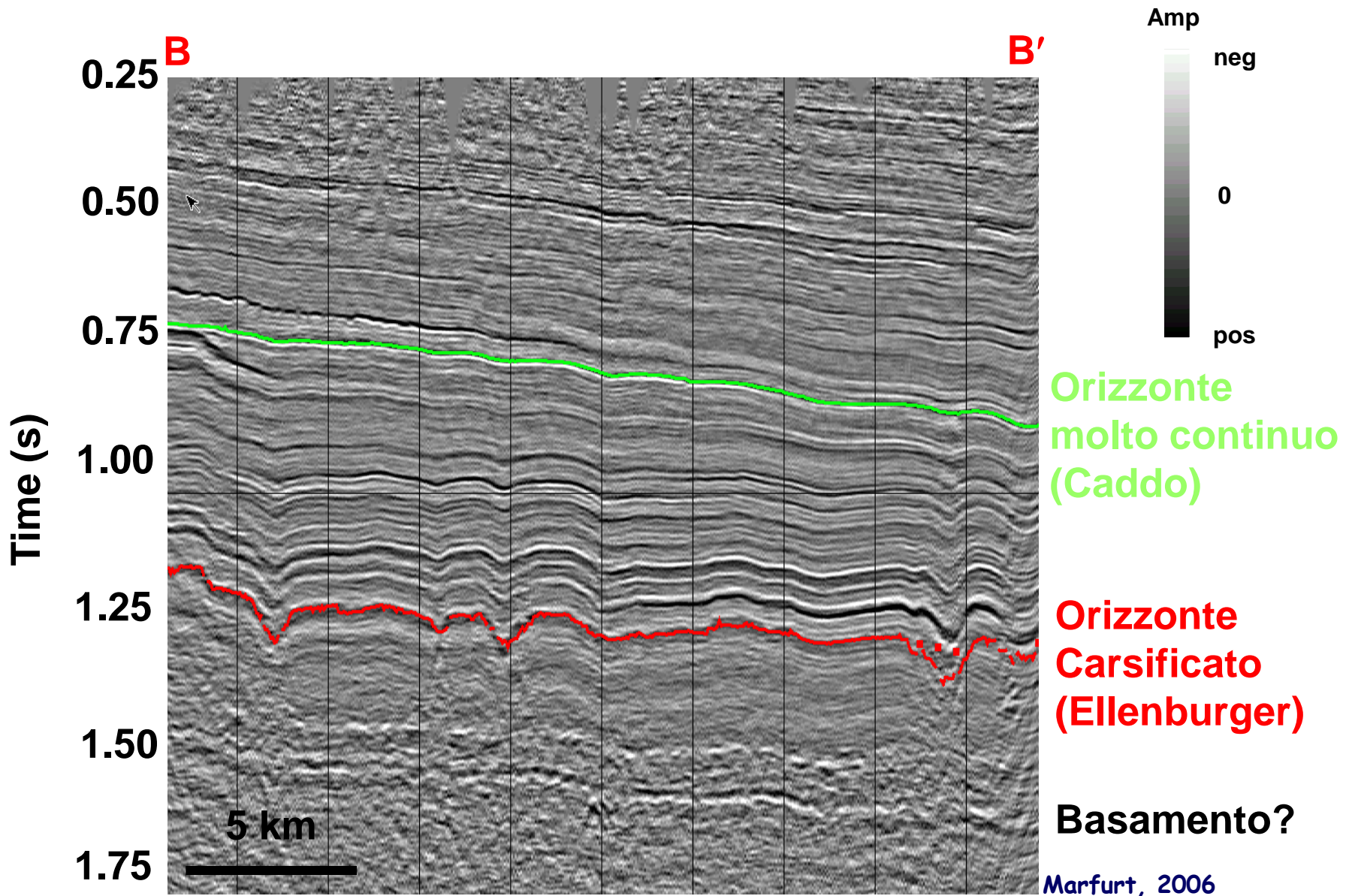


2 km
—



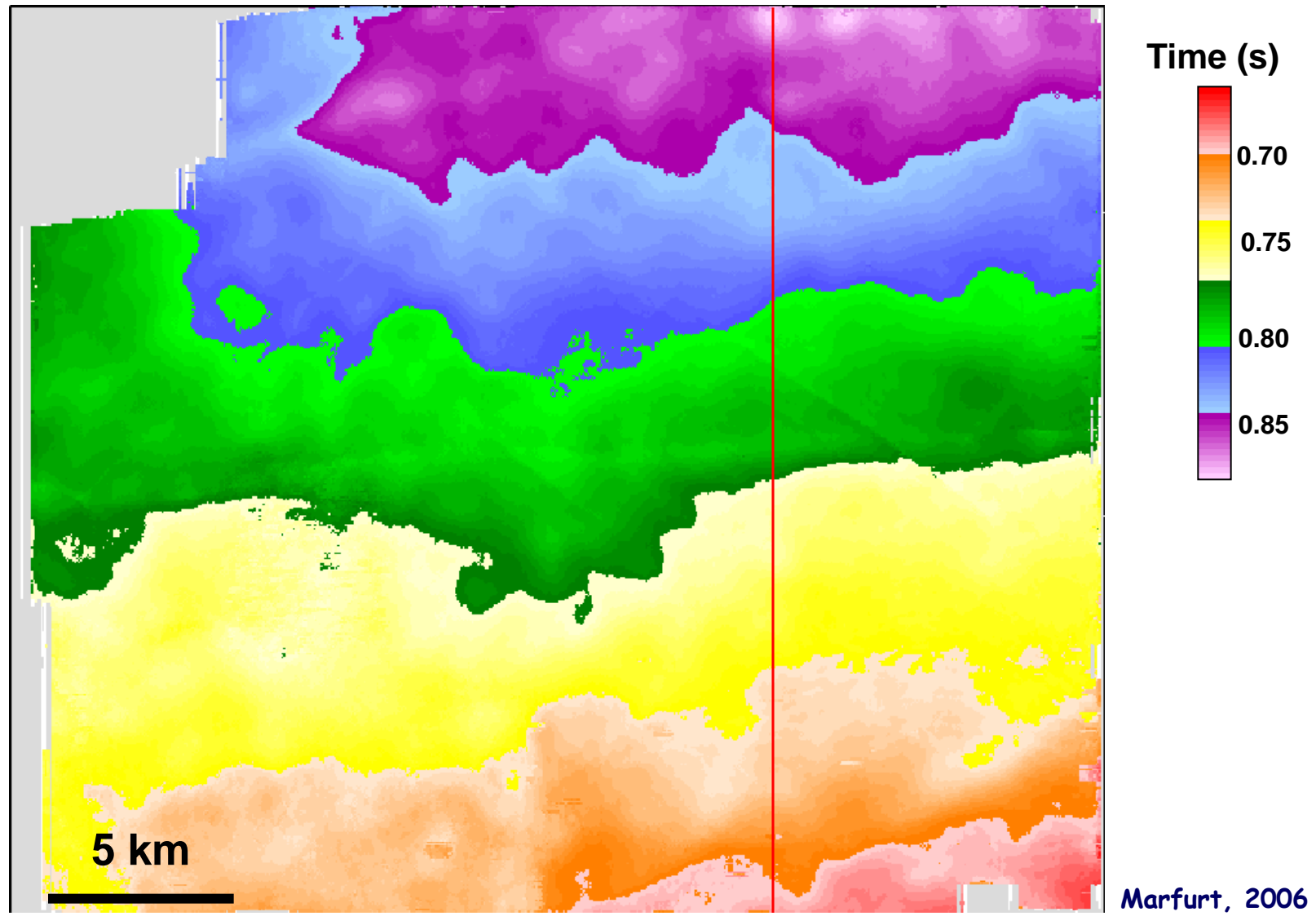
Marfurt, 2006

DIP analysis: Es. su dati reali - Piattaforma carbonatica Texas USA



DIP analysis: Es. su dati reali - Piattaforma carbonatica Texas USA

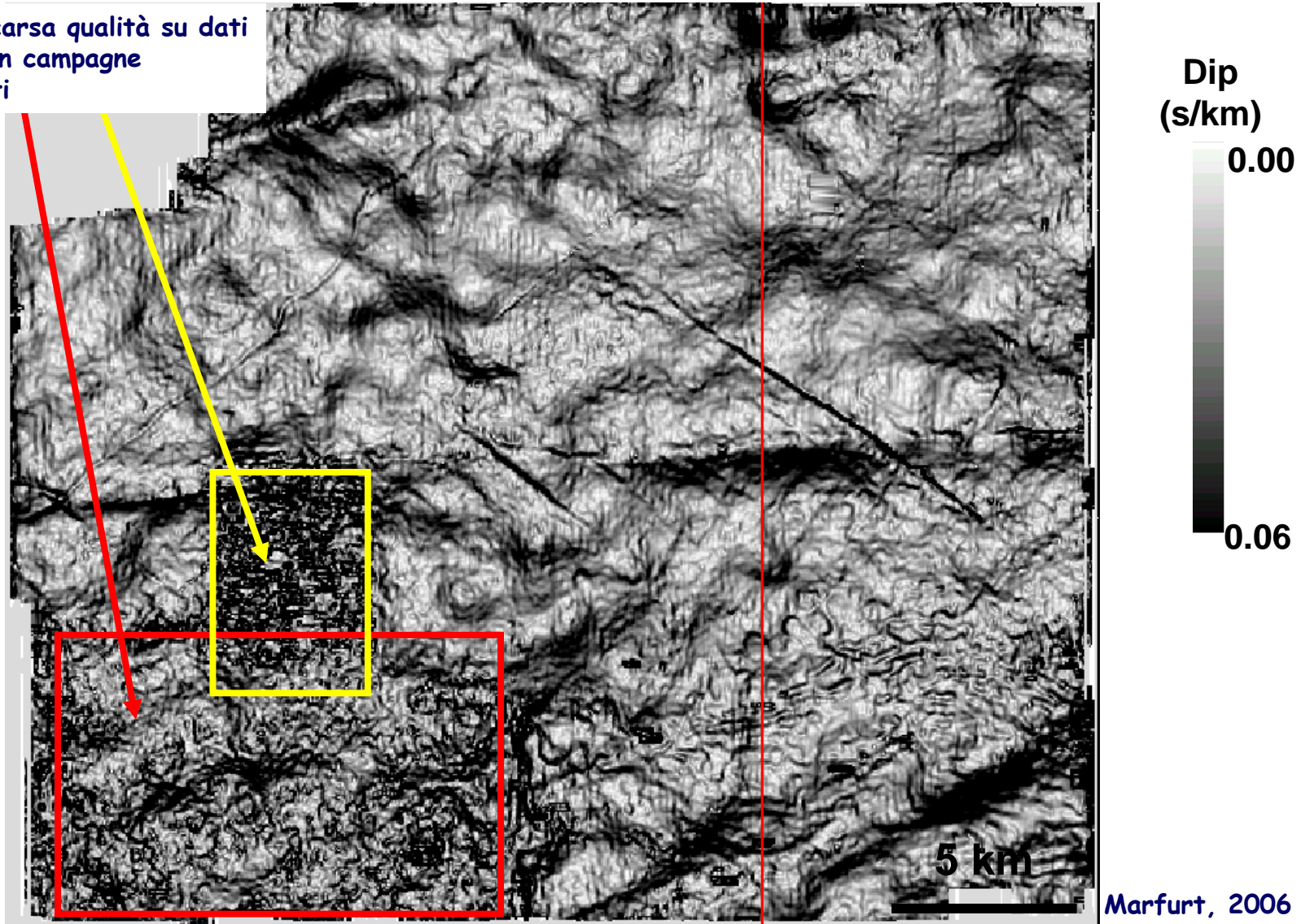
Mappa temporale top orizzonte "Caddo" B'



DIP analysis: Es. su dati reali - Piattaforma carbonatica Texas USA

Valori di DIP lungo l'orizzonte "Caddo" B'

Dati di scarsa qualità su dati
acquisiti in campagne
precedenti

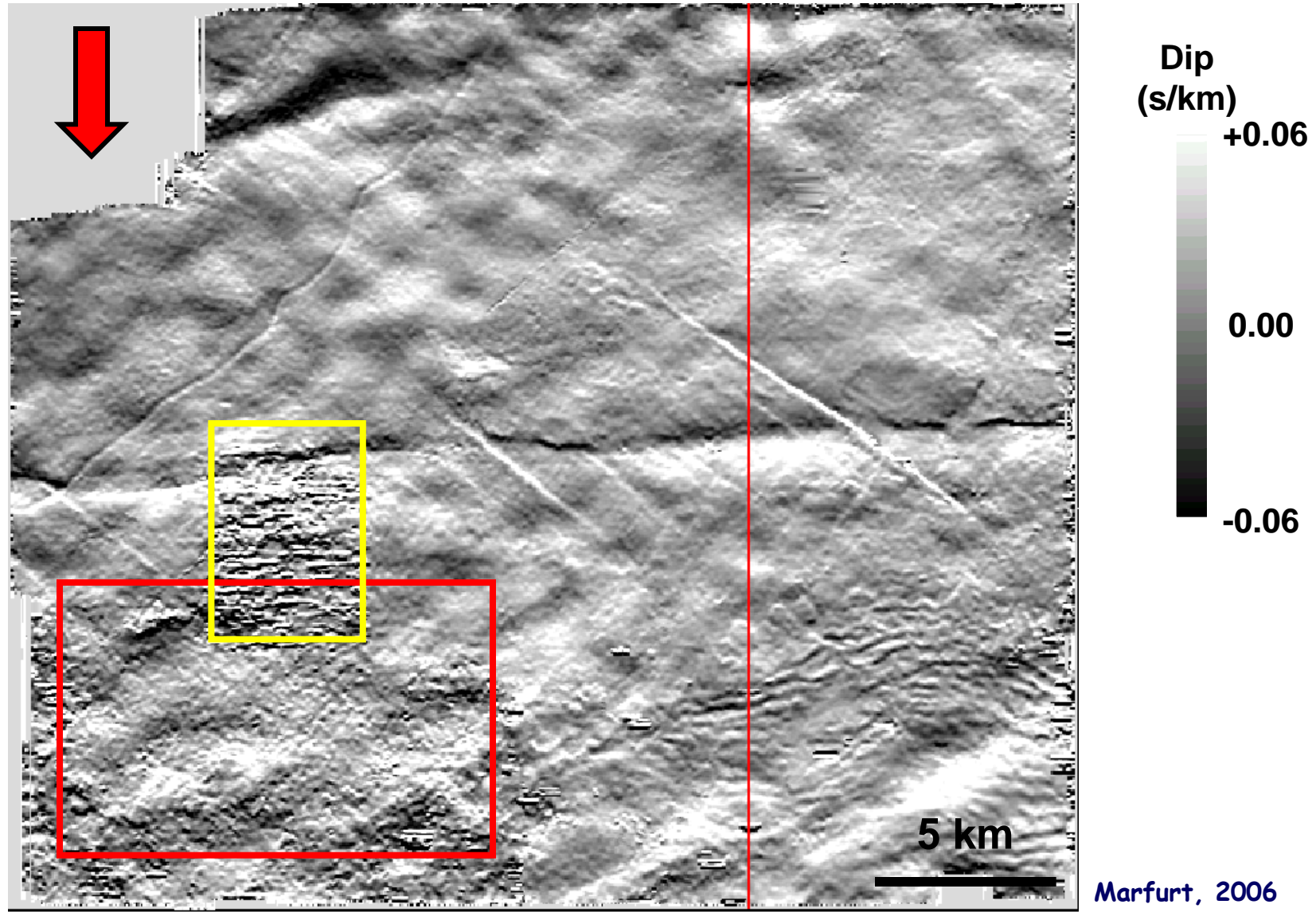


DIP analysis: Es. su dati reali - Piattaforma carbonatica Texas USA

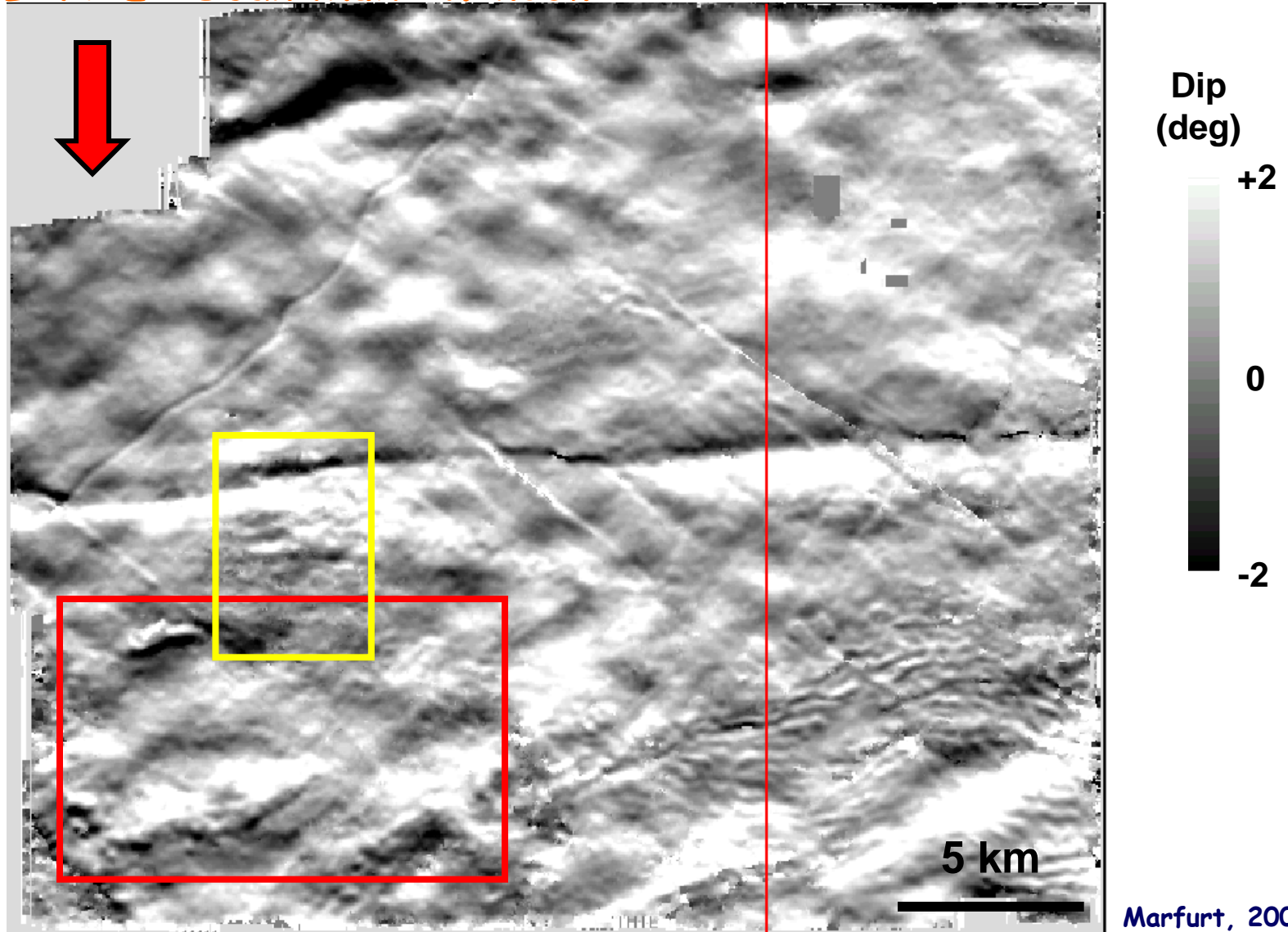
Valori di DIP apparente secondo la componente NS (parametro "q")

CROSSCORRELAZIONE

B'

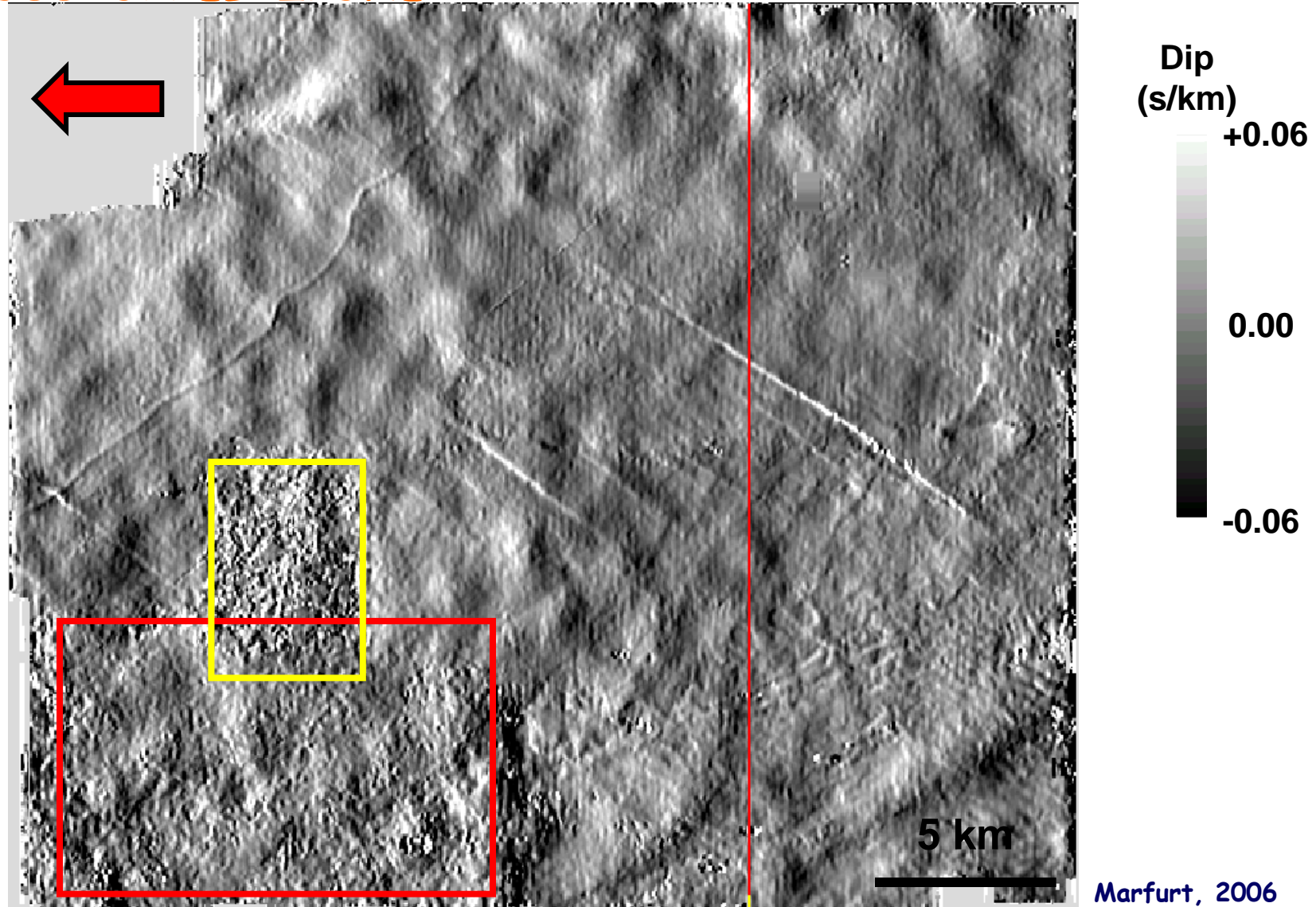


DIP analysis: Es. su dati reali - Piattaforma carbonatica Texas USA
Valori di DIP apparente secondo la componente NS (parametro "q")
SEMBLANCE- Scan Multi Window

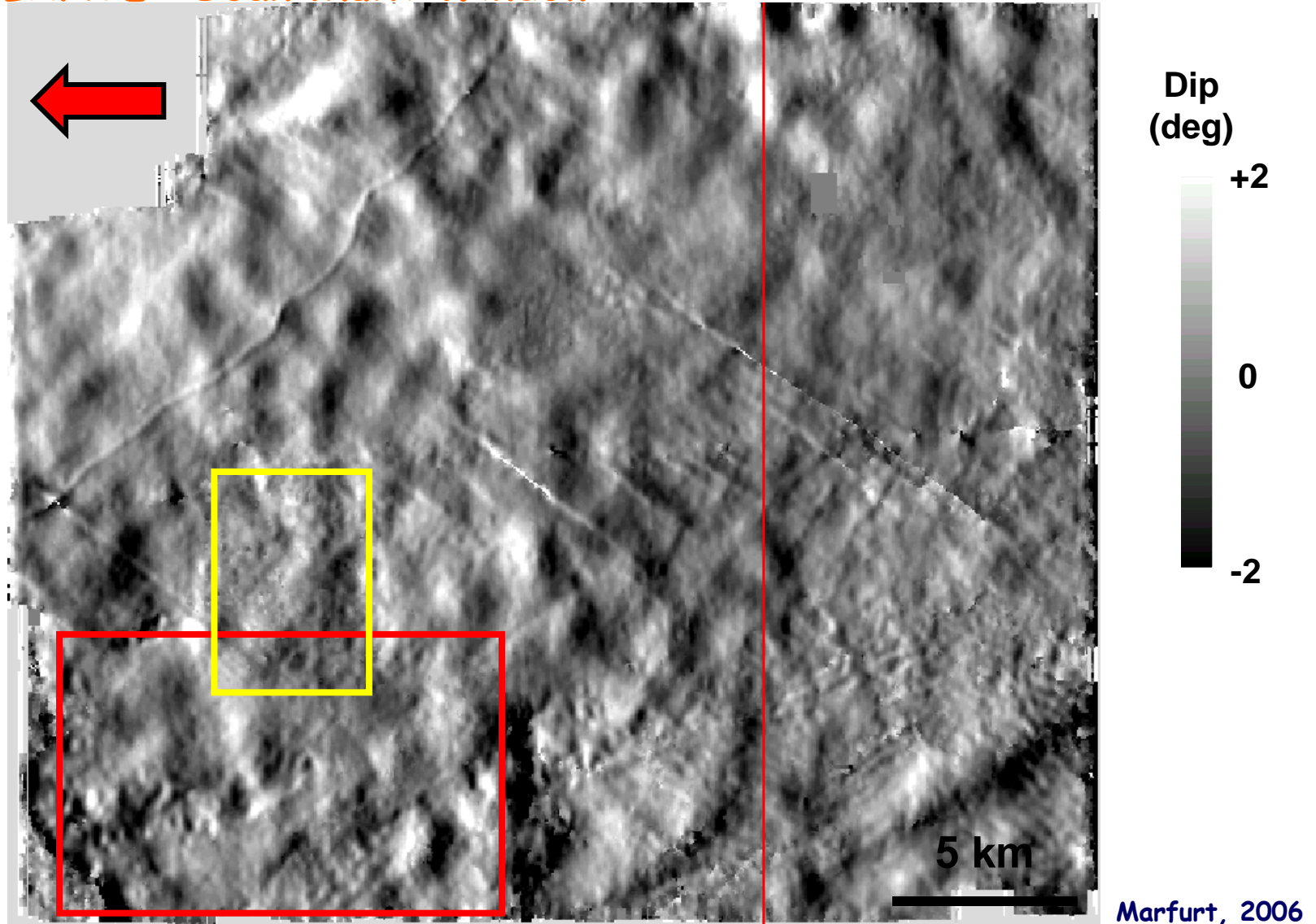


Marfurt, 2006

DIP analysis: Es. su dati reali - Piattaforma carbonatica Texas USA
Valori di DIP apparente secondo la componente EW (parametro "p")
CROSSCORRELAZIONE



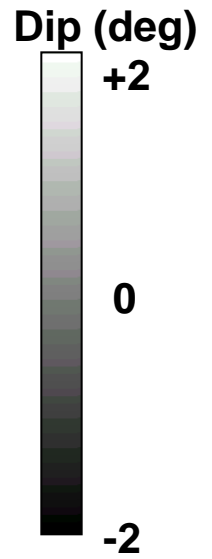
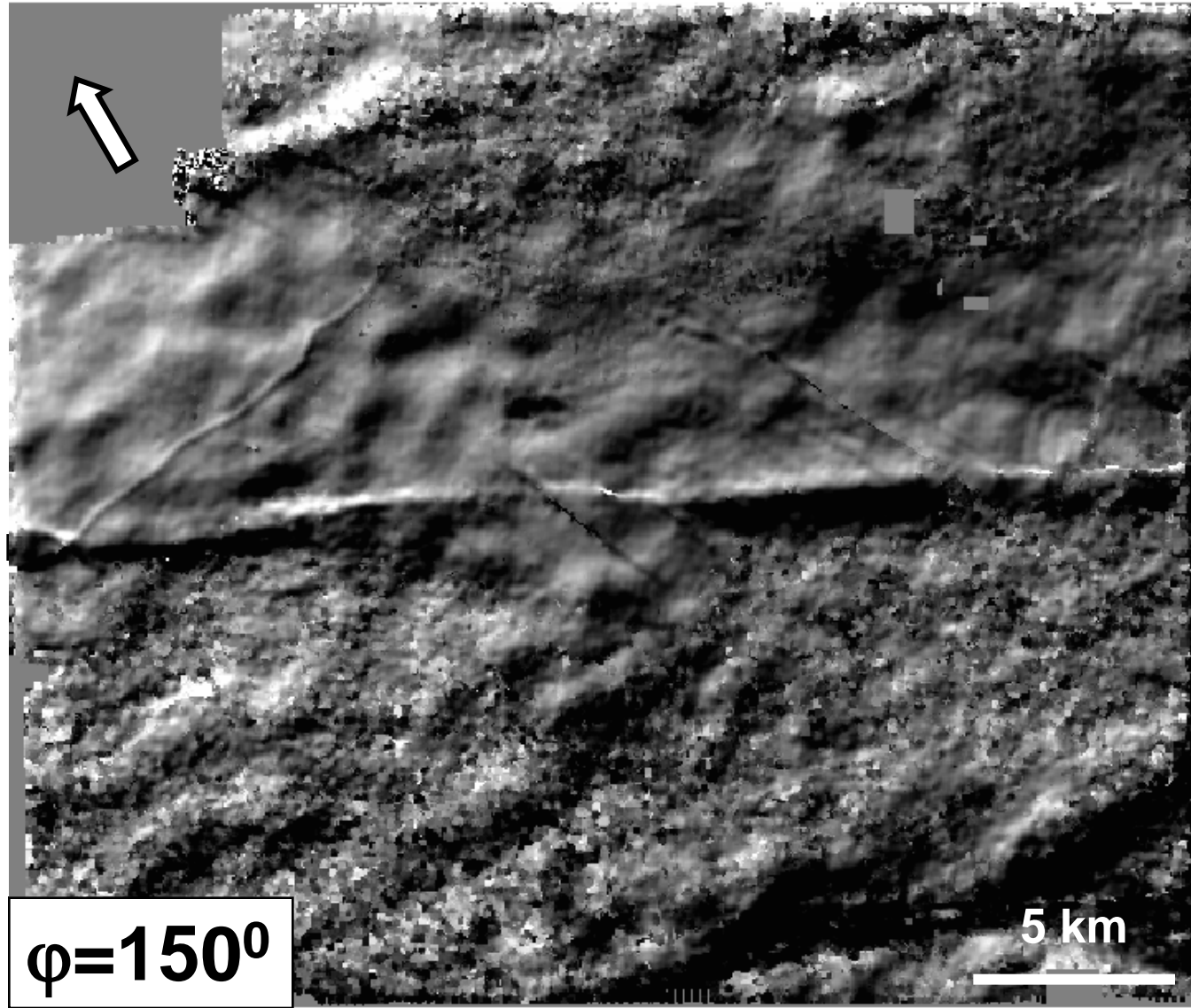
DIP analysis: Es. su dati reali - Piattaforma carbonatica Texas USA
Valori di DIP apparente secondo la componente EW (parametro "p")
SEMBLANCE- Scan Multi Window **B'**



DIP analysis: Es. su dati reali - Piattaforma carbonatica Texas USA

TIMESLICE (0.8s) attraverso la DIP apparente - vista da diverse angolazioni

Le frecce colorate indicano diversi lineamenti tettonici (faglie) che si vedono meglio quando la direzione considerata per l'analisi è **PERPENDICOLARE** alla direzione della faglia



$\varphi=150^{\circ}$

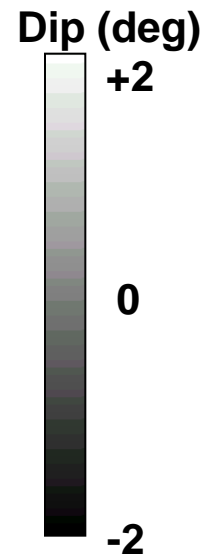
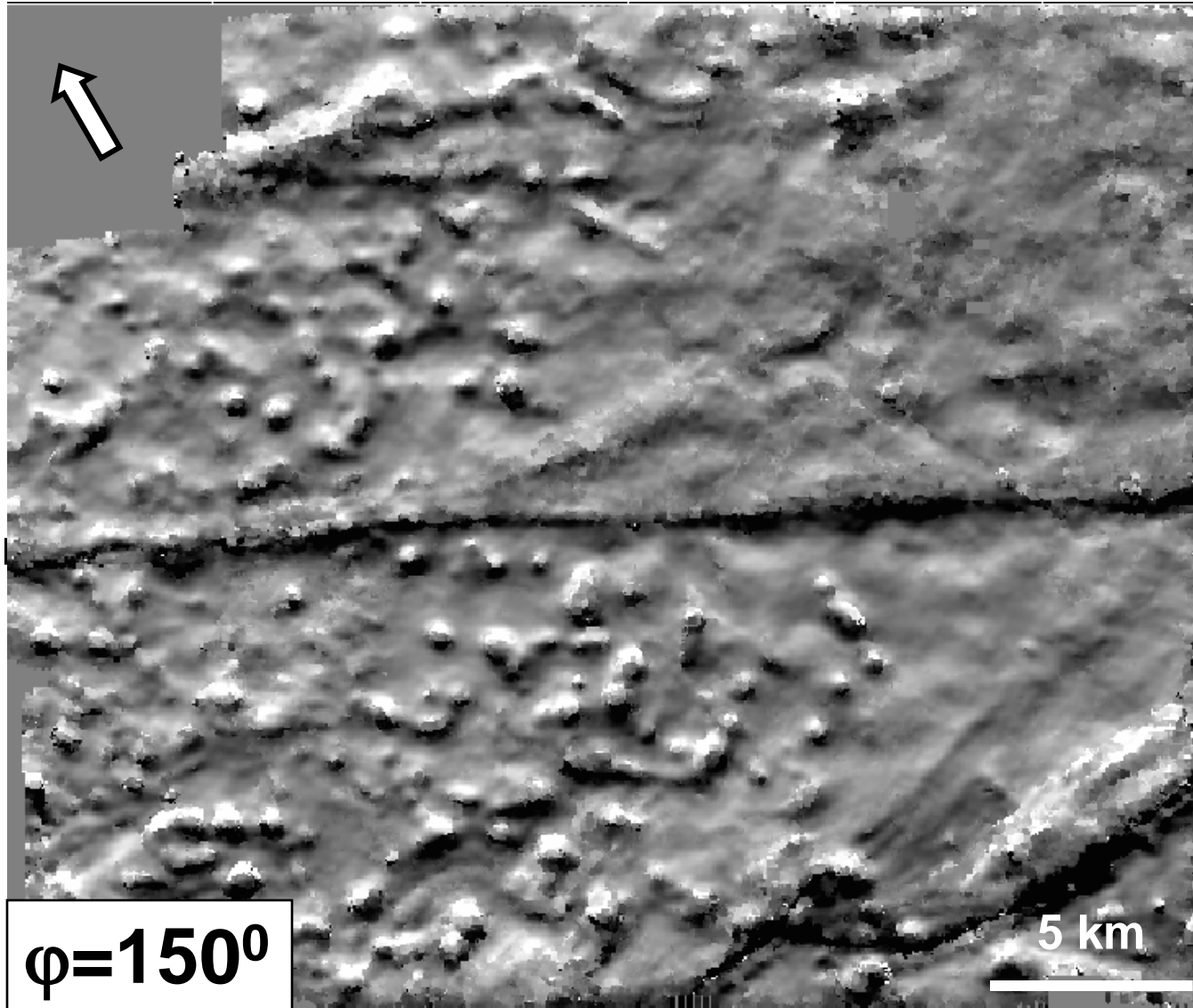
Circa su
orizzonte
"Caddo"

Marfurt, 2006

DIP analysis: Es. su dati reali - Piattaforma carbonatica Texas USA

TIMESLICE (1.2s) attraverso la DIP apparente - vista da diverse angolazioni

Le frecce colorate indicano diversi lineamenti tettonici (faglie) che si vedono meglio quando la direzione considerata per l'analisi è **PERPENDICOLARE** alla direzione della faglia



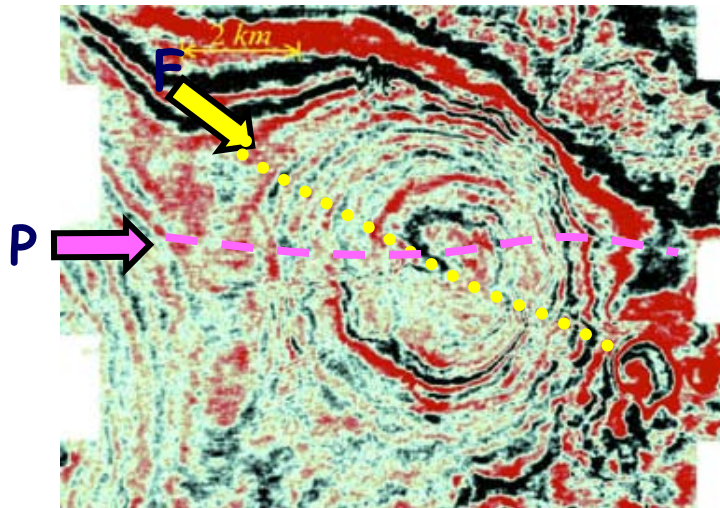
Circa su
orizzonte
"Ellenburger"

Marfurt, 2006

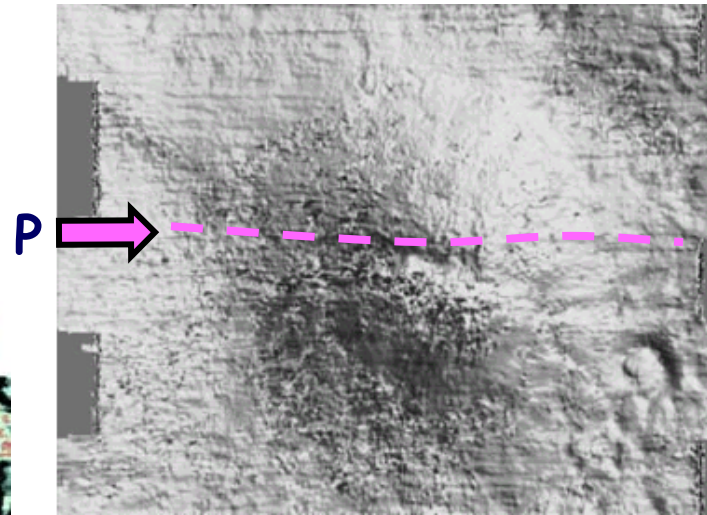
DIP/AZIMUTH e COERENZA

Gli attributi di DIP/AZIMUTH e COERENZA (misure di similitudine delle forme d'onda) sono matematicamente **INDIPENDENTI** →
INFORMAZIONI COMPLEMENTARI

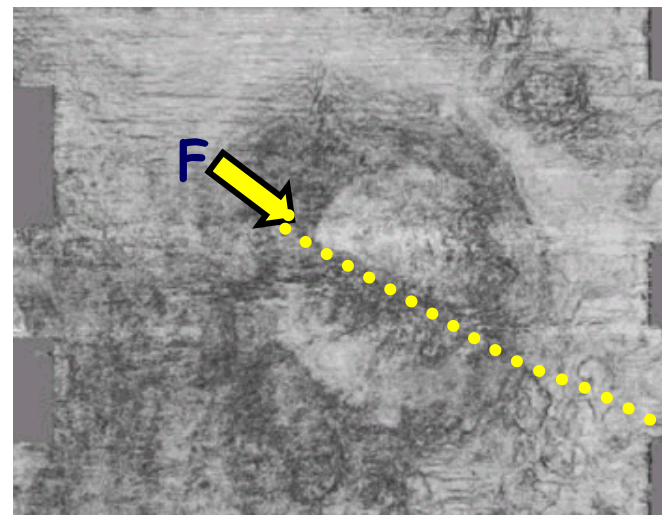
Seismic time slice



Barnes, 2002



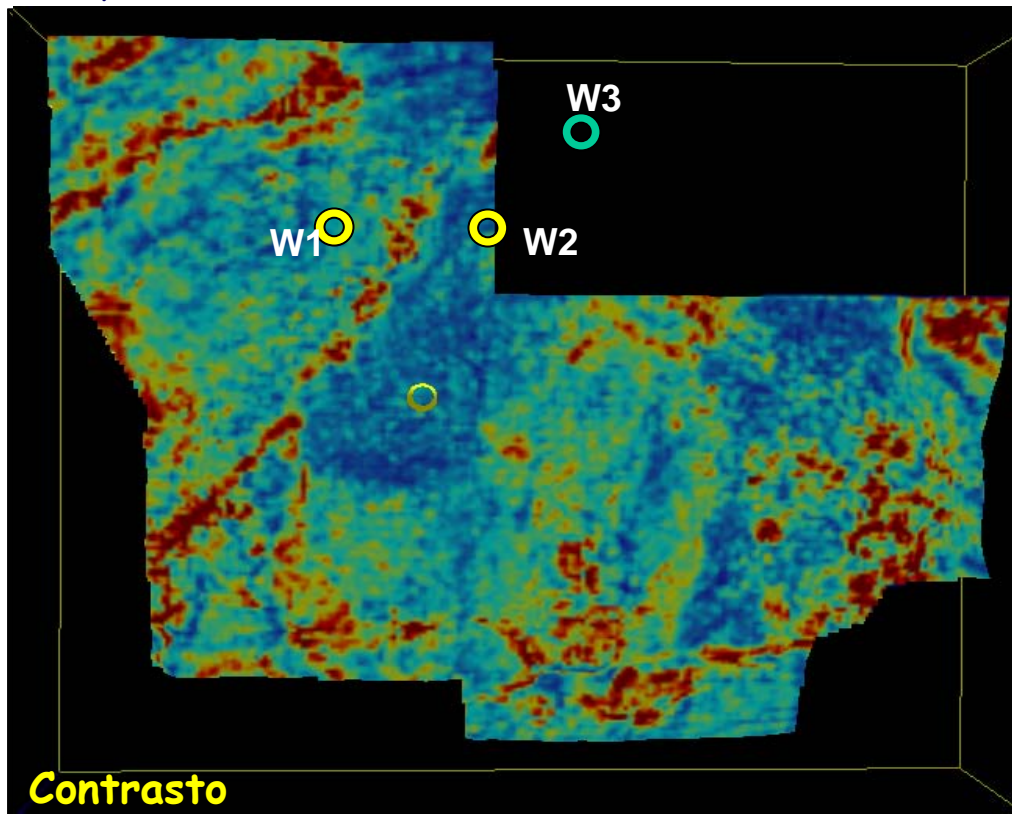
Shaded relief
della DIP e
AZIMUTH



Continuità
(Misura di
COERENZA)

DIP e AZIMUTH: importanza e sviluppi

- L'analisi della DIP (valore) mostra soltanto variazioni relative dal momento che normalmente viene effettuata su dati IN TEMPO → Conversione in profondità solitamente non possibile con il grado di affidabilità/precisione richiesto.
- Normalmente i valori di DIP e Azimuth stimati utilizzando finestre mobili sono più accurati e meno "soggettivi" della stima fatta su singoli orizzonti interpretati
- I volumi di Dip e/o azimuth costituiscono un attributo DI BASE per stimarne altri (Coerenza, gradienti di ampiezza/energia, texture sismica,...)
- Gli attributi basati su Dip e azimuth sono e saranno sempre più base imprescindibile di partenza per l'interpretazione automatica/semi-automatica della stratigrafia sismica 3D



Sono stati sviluppati numerosissimi metodi per stimare la "similitudine" in termini di forma d'onda (durata, ampiezza, fase, contenuto in frequenza) da applicare, come abbiamo già visto su dati privi delle componenti di DIP (o perche' trascurabili, o perche' già "corrette").

Questi metodi possono essere applicati sull'intero dataset di dati 2D o, di solito, 3D; o solo lungo orizzonti preinterpretati; o a profondità/tempi costanti; o su sezioni verticali in tempo/profondità.

- Cross-correlazione
- Semblance, Varianza, Similarità,...
- Autovalori/autovettori → "Autostrutture"
- Gradient Structural Tensors (GST)

Prima generazione algoritmi di calcolo:

Algoritmo originale (Bahorich & Farmer, 1995) : A) CROSSCORRELAZIONE su finestre mobili per stimare la pendenza nella direzione di in-line e cross-line

B) Coerenza ottenuta combinando i coefficienti di crosscorrelazione lungo queste due direzioni

C) Iterazione del processo su TUTTI i CAMPIONI e TUTTE le TRACCE → CUBO DI COERENZA

Seconda generazione algoritmi di calcolo:

La seconda generazione di algoritmi utilizza la SEMBLANCE come stima della coerenza (Marfurt et al., 1998).

L'algoritmo utilizza 5 (una centrale e 2 nella direzione di inline e crossline), o più tracce per l'intero cubo di dati in input. All'interno di una finestra di analisi mobile si calcola la SEMBLANCE per una serie di riflettori aventi DIP variabile con valori max e min e step di analisi definite dell'operatore. Il valore relativo al riflettore con la massima SEMBLANCE costituisce la dip e l'azimuth per quel punto → valore istantaneo.

(Eventualmente è possibile utilizzare vari tipi di medie per una stima più robusta della dip e dell'azimuth.

La COERENZA è il valore di SEMBLANCE calcolato lungo la pendenza del riflettore sismico, per ogni punto di analisi.

La SEMBLANCE può quindi essere interpretata come il rapporto tra l'Energia della traccia media nella finestra di analisi e l'Energia media delle tracce vicine.

Il valore di COERENZA assume valore 1 se non vi sono variazioni di forma d'onda e/o di ampiezza all'interno della finestra di analisi tra le diverse tracce considerate. Se ci sono variazioni di polarità, ampiezza e le tracce sono "random", l'energia media tenderà a zero → la COERENZA tenderà a zero.

Terza generazione algoritmi di calcolo:

La terza generazione di algoritmi si basa sul calcolo di autovalori e autovettori → "autostruttura" (eigenstructure decomposition) - (Gersztenkorn & Marfurt, 1999).

In general, the reflector dip/azimuth are obtained from smoothed estimates obtained by the more computationally efficient semblance algorithm (Marfurt et al. 1999). We then flatten the data in each analysis window, form a covariance matrix between the traces, and calculate the largest eigenvalue. The eigenvector corresponding to this largest eigenvalue defines a relative trace-to-trace amplitude variation along the reflector that best fits the data for all time samples within the analysis window.

Physically, data represented by a single eigenvector will have arbitrary amplitude variation but identical waveform within the analysis window. Given this interpretation, we define the eigenstructure estimate of coherence as the ratio of the energy that can be represented by this eigenvector to the energy of the independent traces. Given these definitions, we see that both the semblance and eigenstructure measures of coherence have their strengths and weaknesses.

The eigenstructure algorithm is **sensitive only to waveform, not amplitude variation**, and will in general provide a sharper delineation of discontinuities. However, the eigenstructure algorithm degenerates as the temporal analysis window becomes smaller, when it becomes increasingly easy to fit all the data in the window with a single spatial amplitude variation. As the temporal analysis window becomes one sample thick, the eigenstructure analysis of coherence always gives an estimate of one. In contrast, the semblance algorithm provides valuable images of stratigraphic discontinuities for an analysis window even when it is only one sample thick.

Algoritmi alternativi per il confronto fra tracce UD4

Per due generiche tracce o segmenti di traccia $u(x,y,t)$ e $v(x,y,t)$:

$$\text{Cross correlation} = \frac{\sum_i^t u_i v_i}{\sqrt{\sum_i^t u_i^2 \cdot \sum_i^t v_i^2}}$$

NON sensibile
all'ampiezza

$$\text{Semblance} = \frac{\left[\frac{1}{2} \sum_i^t u_i + v_i \right]^2}{\frac{1}{2} \sum_i^t u_i^2 + v_i^2} = \frac{1}{2} + \frac{\sum_i^t u_i v_i}{\sum_i^t u_i^2 + v_i^2}$$

Sensibile
all'ampiezza

$$\text{Sobel Filter} = \frac{\left[\frac{1}{2} \sum_i^t u_i - v_i \right]^2}{\frac{1}{2} \sum_i^t u_i^2 + v_i^2} = \frac{1}{2} - \frac{\sum_i^t u_i v_i}{\sum_i^t u_i^2 + v_i^2}$$

Sensibile
all'ampiezza

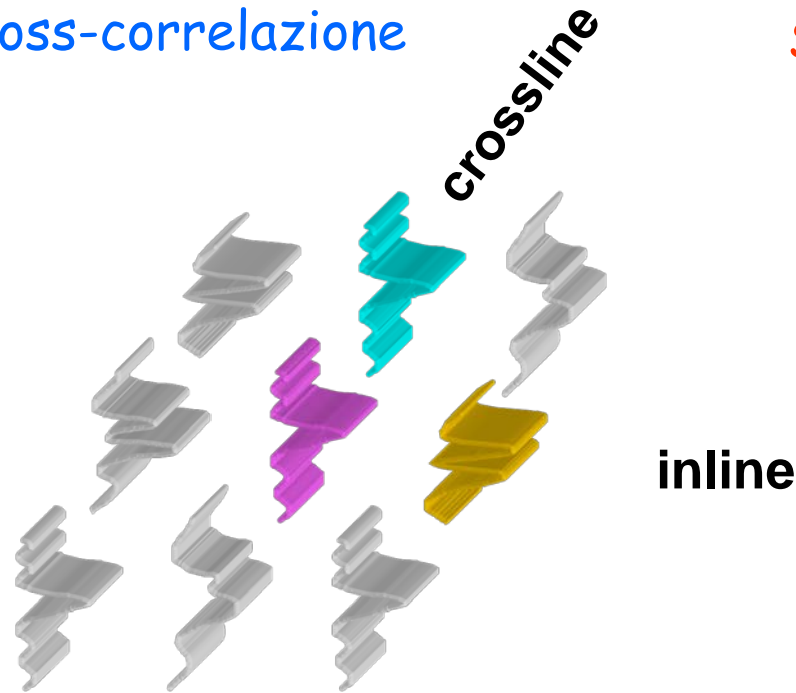
$$\text{Similarity} = 1 - \frac{\sqrt{\sum_i^t (u_i - v_i)^2}}{\sqrt{\sum_i^t u_i^2 \cdot \sum_i^t v_i^2}}$$

Sensibile
all'ampiezza

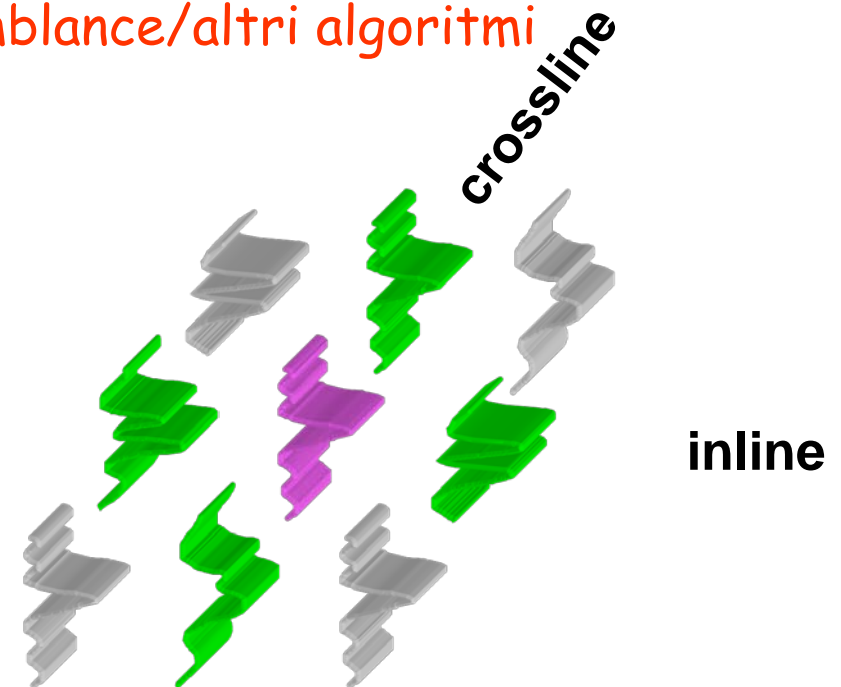
Misure di Coerenza

Le Misure di Coerenza permettono di confrontare forme d'onda su tracce vicine → ANALISI MULTITRACCIA

Cross-correlazione



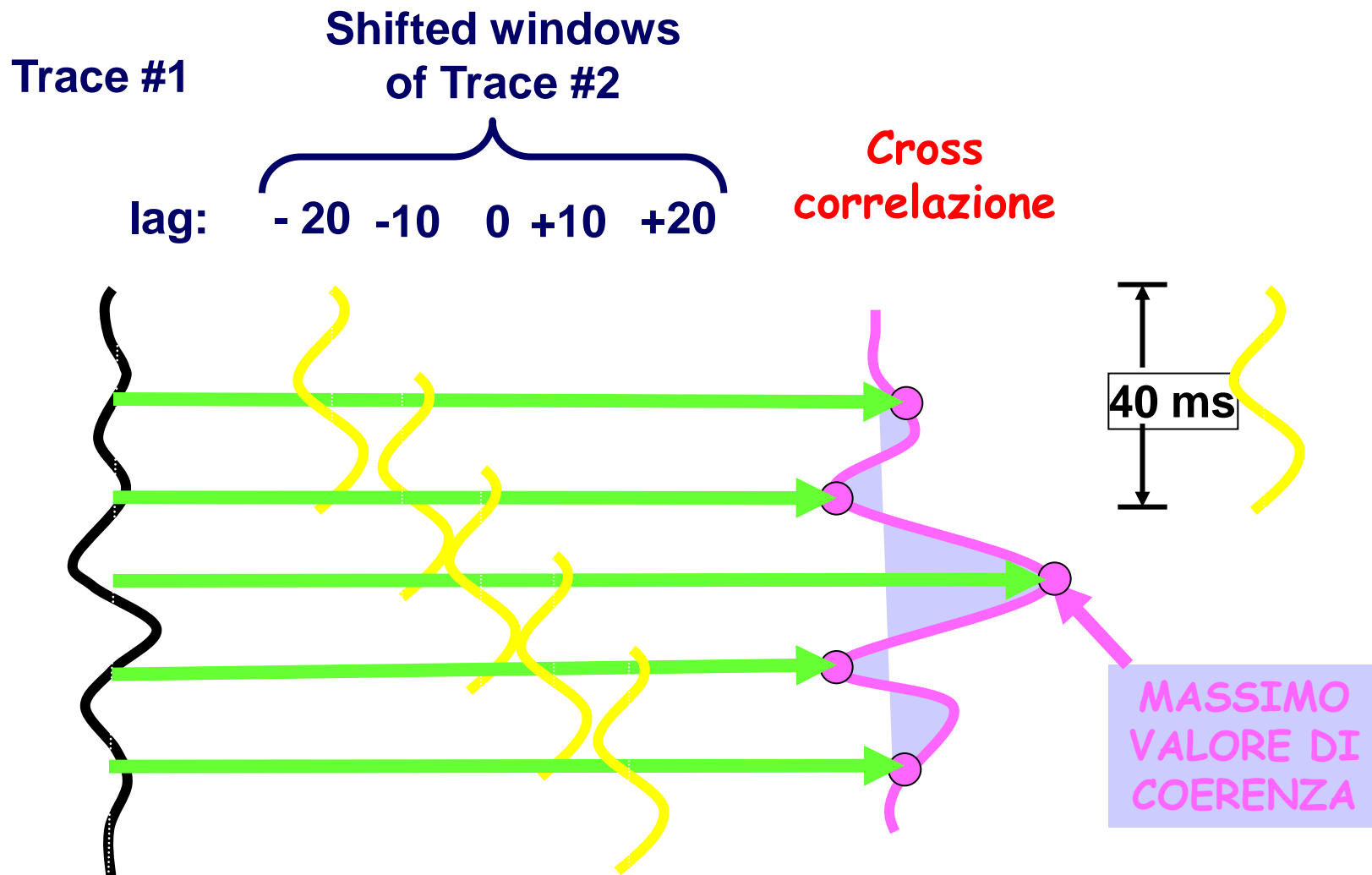
Semblance/altri algoritmi



In the **crosscorrelation** algorithm, we first crosscorrelate the target trace (in magenta) with the inline trace (in orange) over a suite of temporal lags. Then we repeat that process between the target trace and the crossline trace (in cyan). The coherence estimate is obtained by computing the geometric mean of the two estimates.

In the **semblance** and eigenstructure algorithms, we first estimate dip and azimuth (DIP analysis), and then calculate either the semblance or a covariance matrix between the target trace (in cyan) and its nearest neighbors. Here, we show four nearest neighbors in green and eight nearest neighbors in green and gray. These sets of nearest neighbors give rise to either five- or nine-trace coherence algorithms, respectively.

Schema di **crosscorrelazione** fra 2 tracce



La **Cross-correlazione** è una misura approssimativa della DIP (nella direzione della sezione in-line o cross-line).

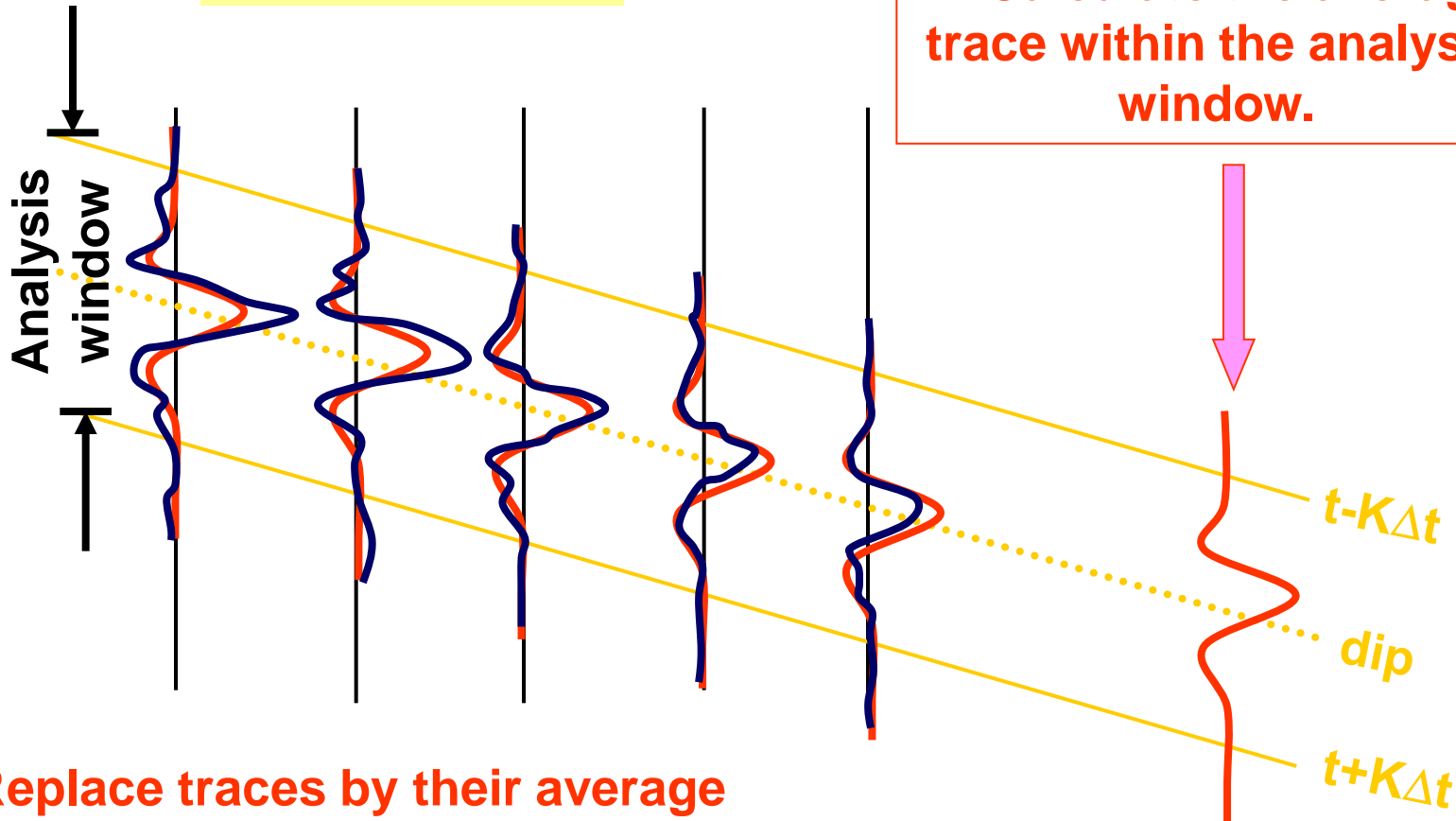
Il valore di picco puo' venire utilizzato per calcolare la coerenza.

COERENZA tramite SEMBLANCE

1. Calculate energy of input traces

$$Energy \equiv \sum_i \sum_j P_{ij}^2$$

2. Calculate the average trace within the analysis window.



3. Replace traces by their average

4. Calculate energy of average traces

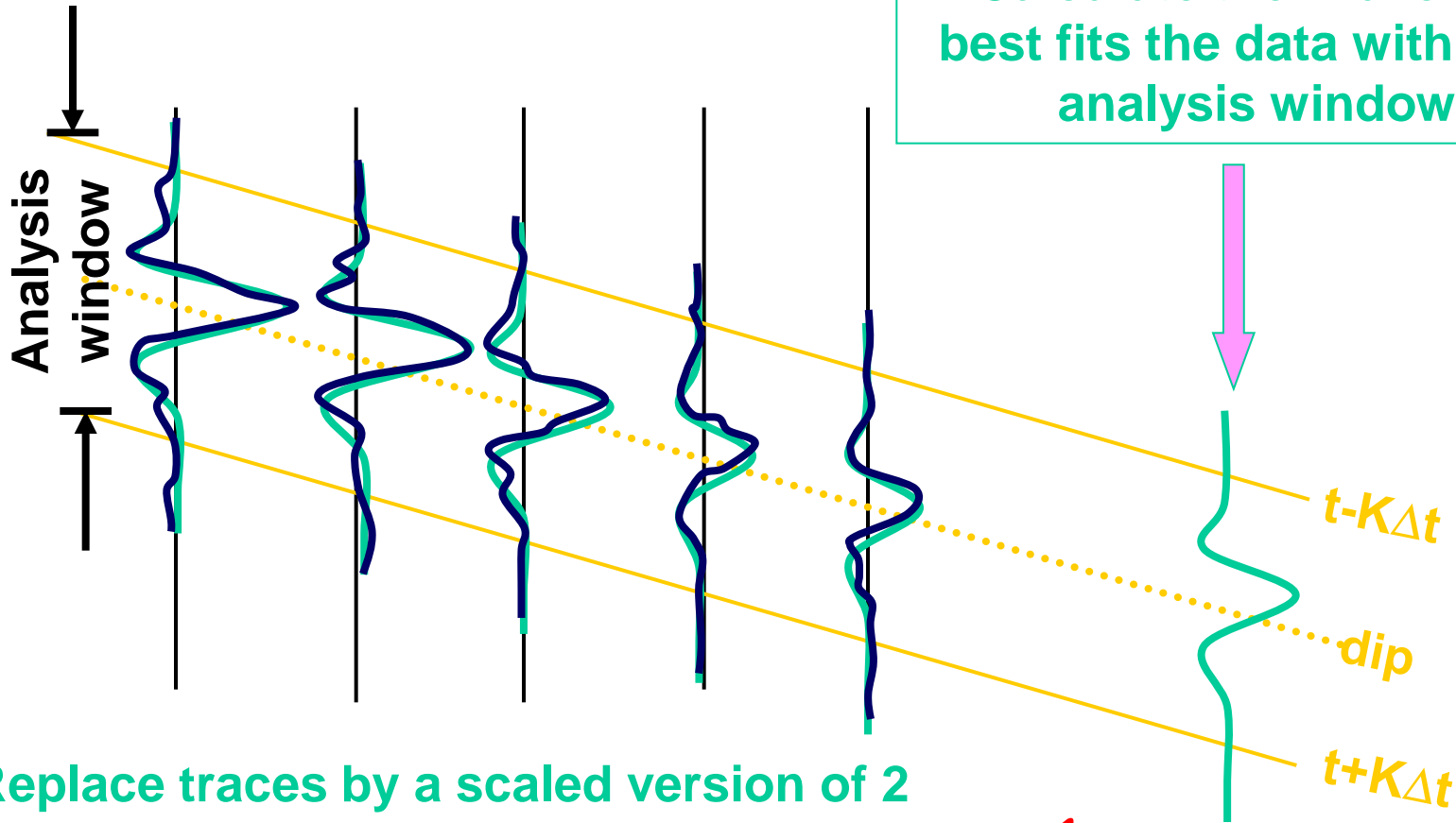
5. **SEMBLANCE** \equiv $\frac{\text{energy of average traces}}{\text{energy of input traces}}$ **1** se traccia singola=traccia media

COERENZA tramite Eigenstructure analysis

1. Calculate energy of input traces

$$Energy \equiv \sum_i \sum_j P_{ij}^2$$

2. Calculate the wavelet that best fits the data within the analysis window.

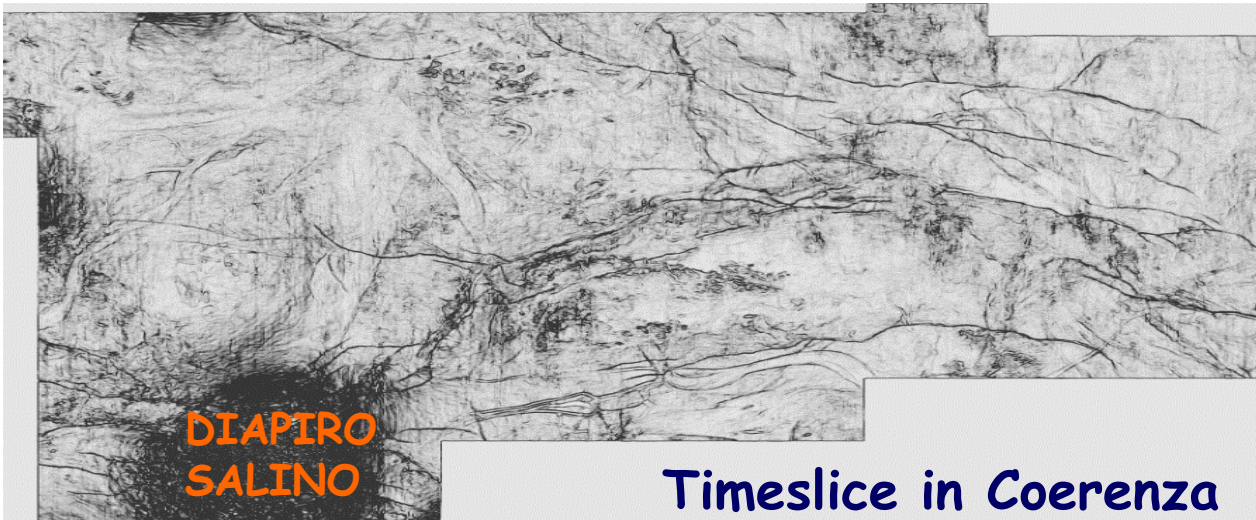
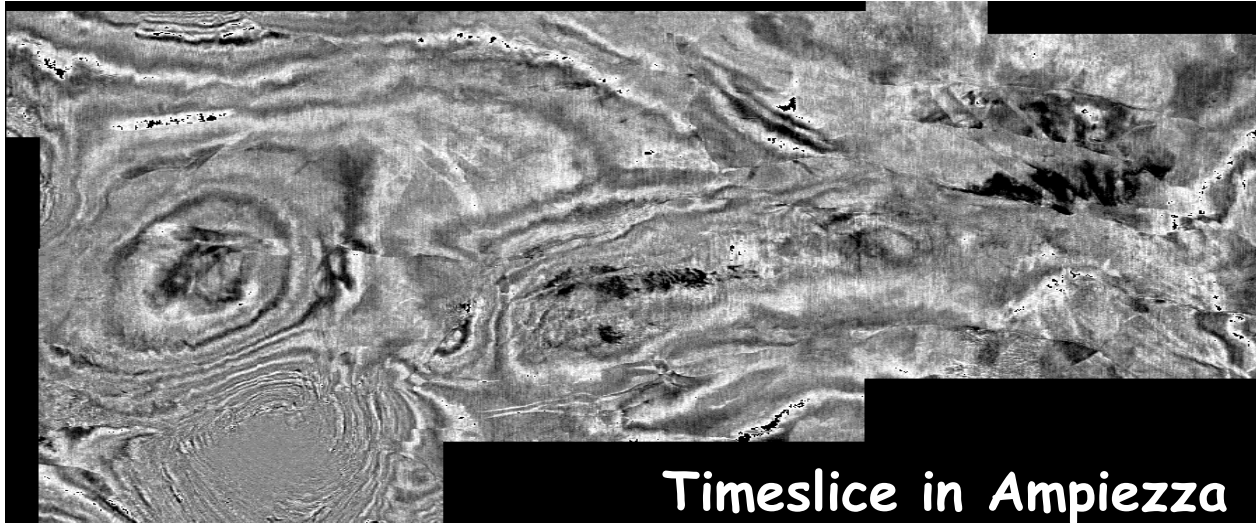


3. Replace traces by a scaled version of 2

4. **COERENZA** \equiv $\frac{\text{energy of coherent compt}}{\text{energy of input traces}}$

1 se forma d'onda scalata = forma d'onda traccia input (ANCHE CON AMPIEZZE DIVERSE)

COERENZA: esempi su dati reali



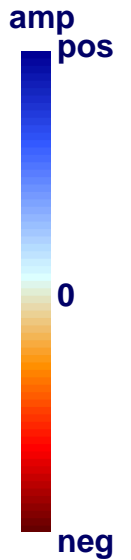
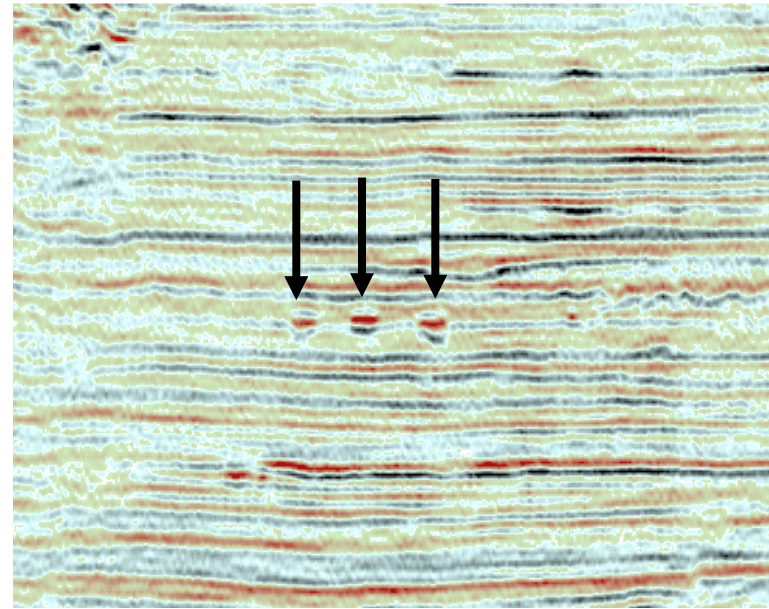
Prima applicazione (1995) delle misure di coerenza tramite cross-correlazione
 → **Coherence Cube**

COERENZA: esempi su dati reali

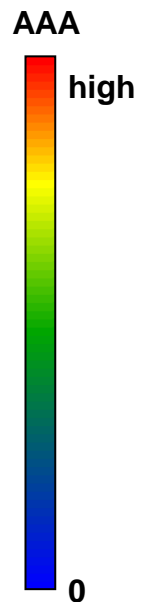
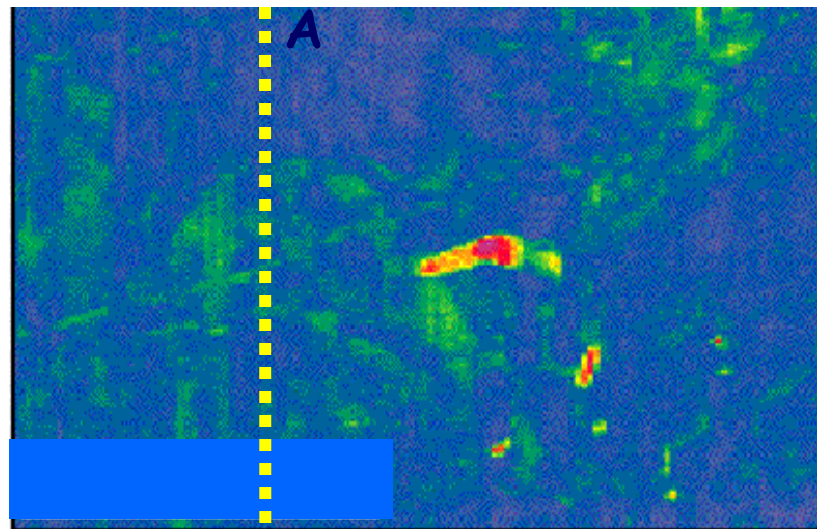
Sezione sismica
verticale

A

A'



Time slice
→ CROSS-CORRELAZIONE
(3 tracce, 40ms)

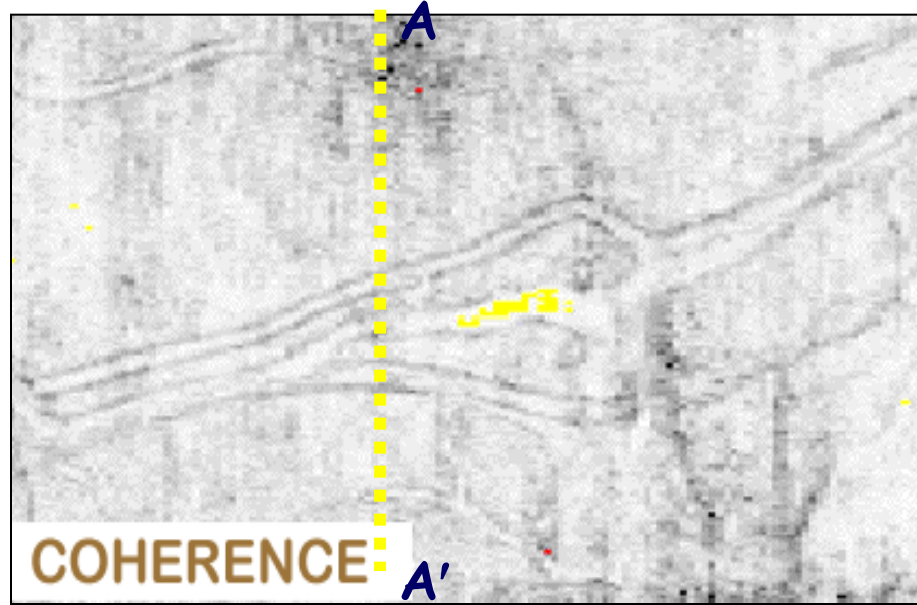


Bahorich et al., 1995

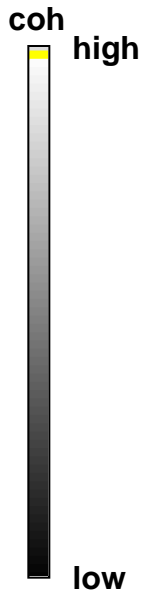
A'

COERENZA: esempi su dati reali

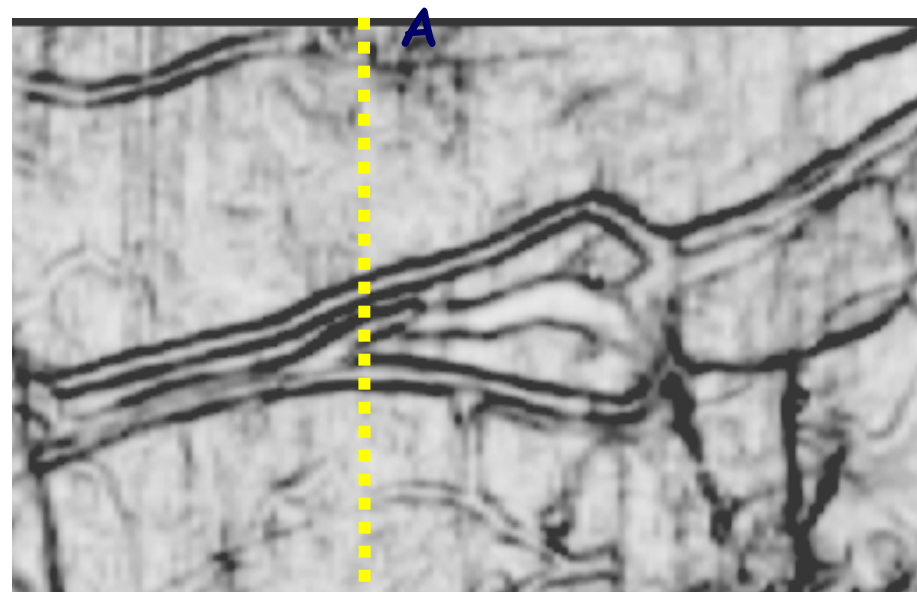
TIME SLICE
COERENZA
(CROSS-
CORRELAZIONE)



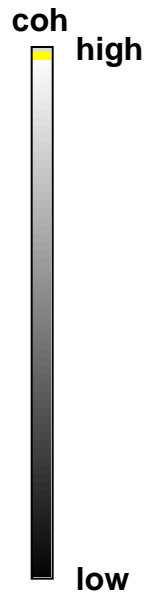
Bahorich e Farmer, 1995



TIME SLICE
COERENZA
(SEMBLANCE)

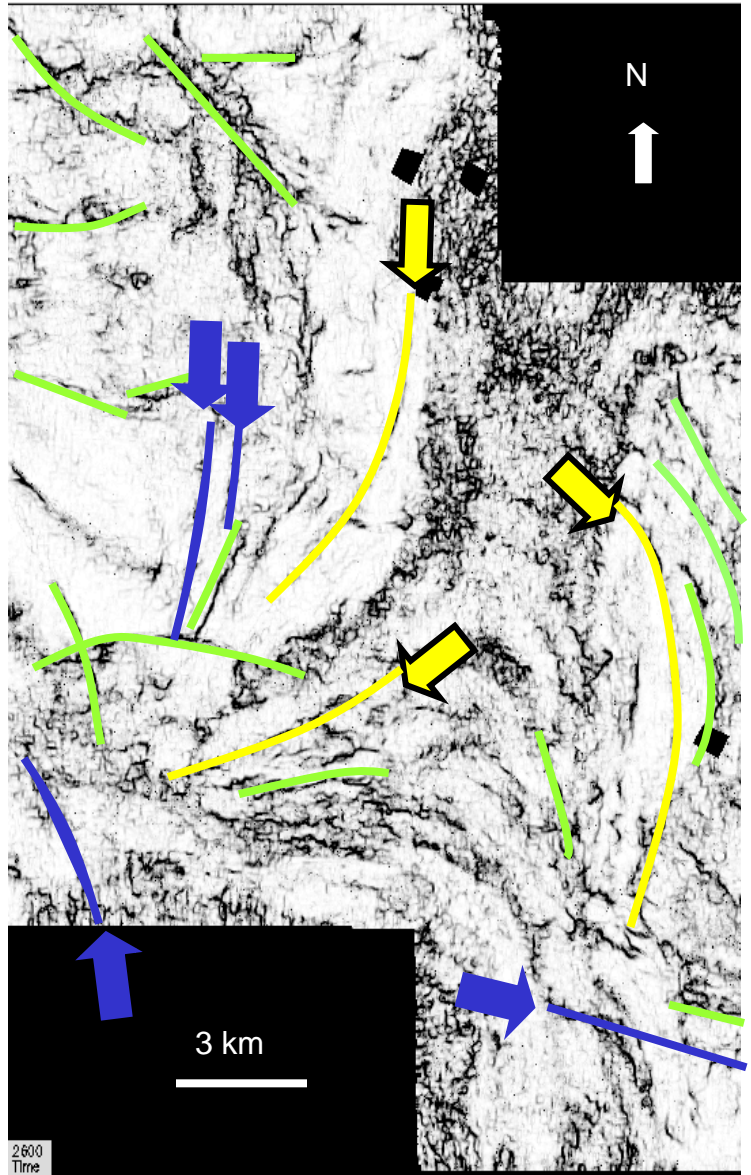


Haskell et al. 1998

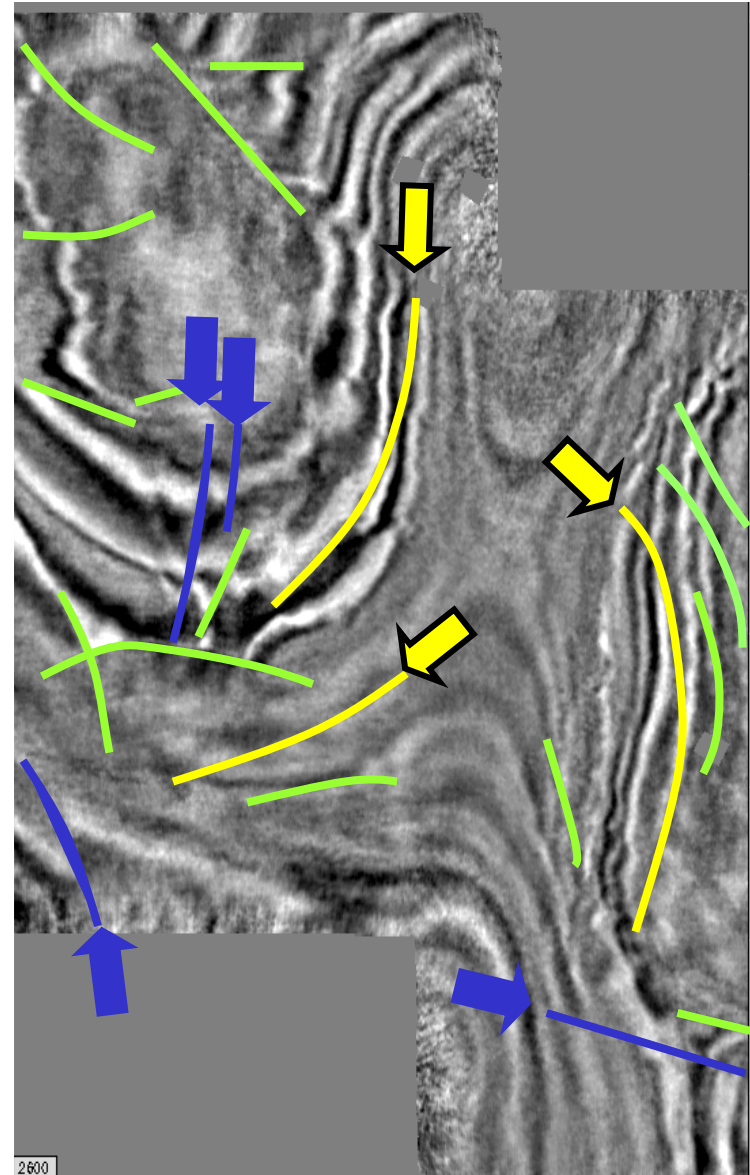


COERENZA: esempi su dati reali - discontinuità

PARALLELE e PERPENDICOLARI alla direzione degli strati



COERENZA



AMPIEZZA

PERPENDICOLARI
➡

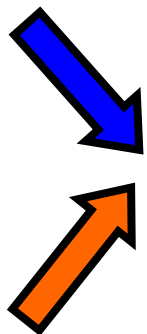
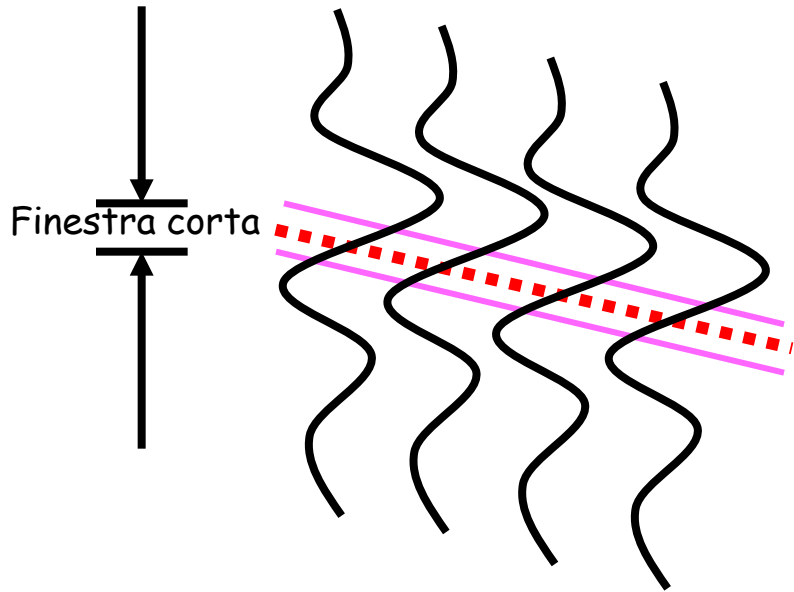
PARALLELE
➡

DIREZIONE VARIABILE NON VISIBILI SUL DATO SISMICO IN AMPIEZZA

Marfurt, 2006
Dati Seitel

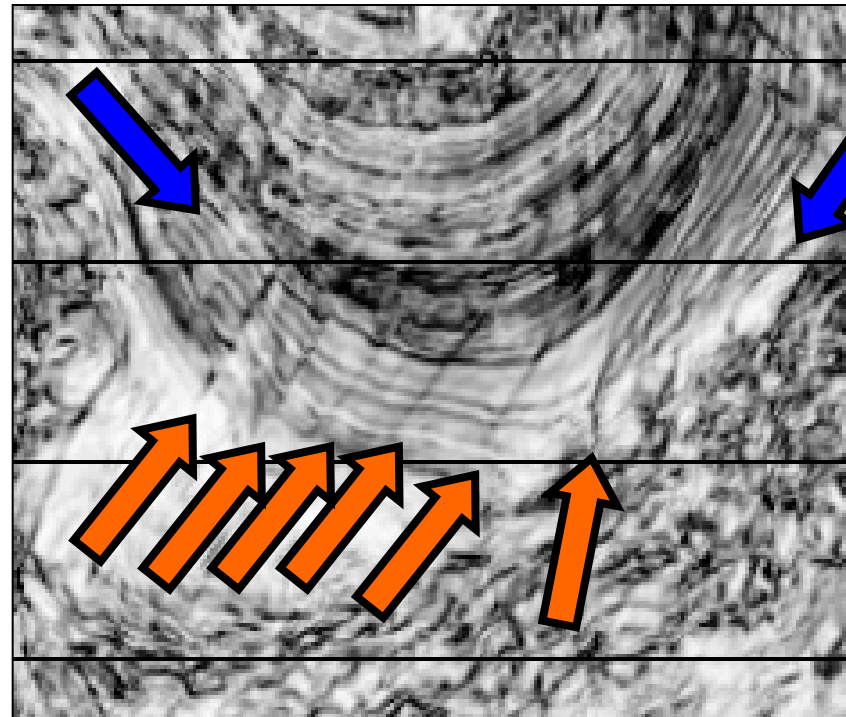
COERENZA: Possibili errori

Utilizzando finestre di analisi corte aumenta, in generale, il dettaglio osservabile, ma se si applicano i normali algoritmi sensibili all'ampiezza (semblance, similarità,...) si originano ARTEFATTI quando si valuta la coerenza di campioni con ampiezza prossima a zero (punti di zero-crossing lungo il segmento rosso in figura), specie se il S/N è basso.



Artefatti

Reali discontinuità



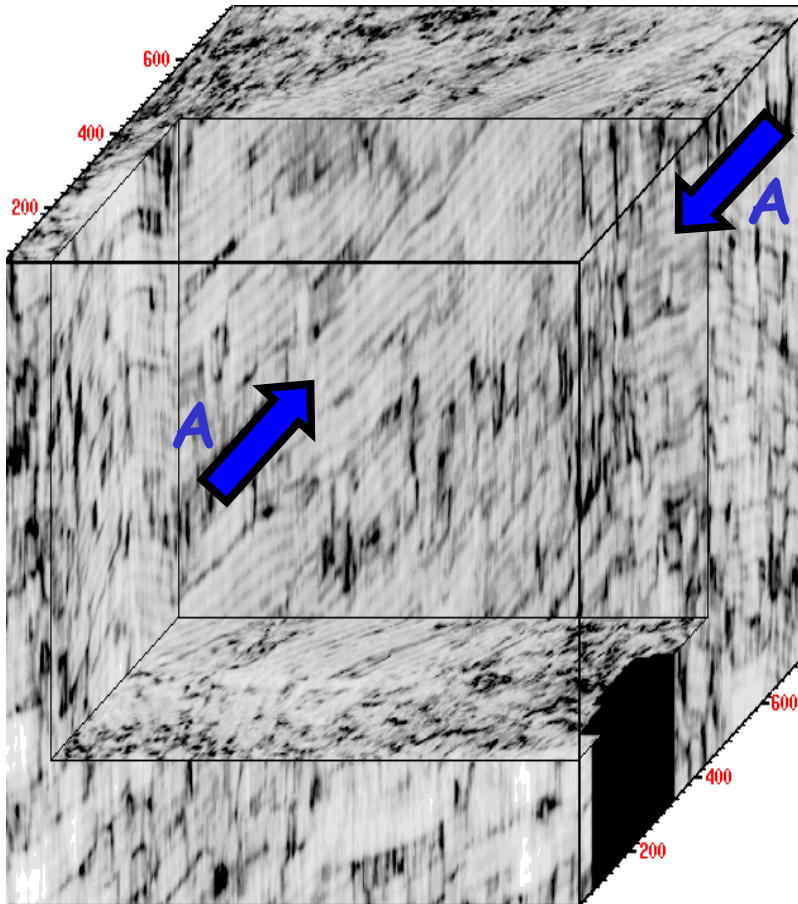
Marfurt,
2006

Esempio di timeslice di coerenza
ottenuta con una finestra di 3 campioni
(9ms)

COERENZA: Possibili soluzioni

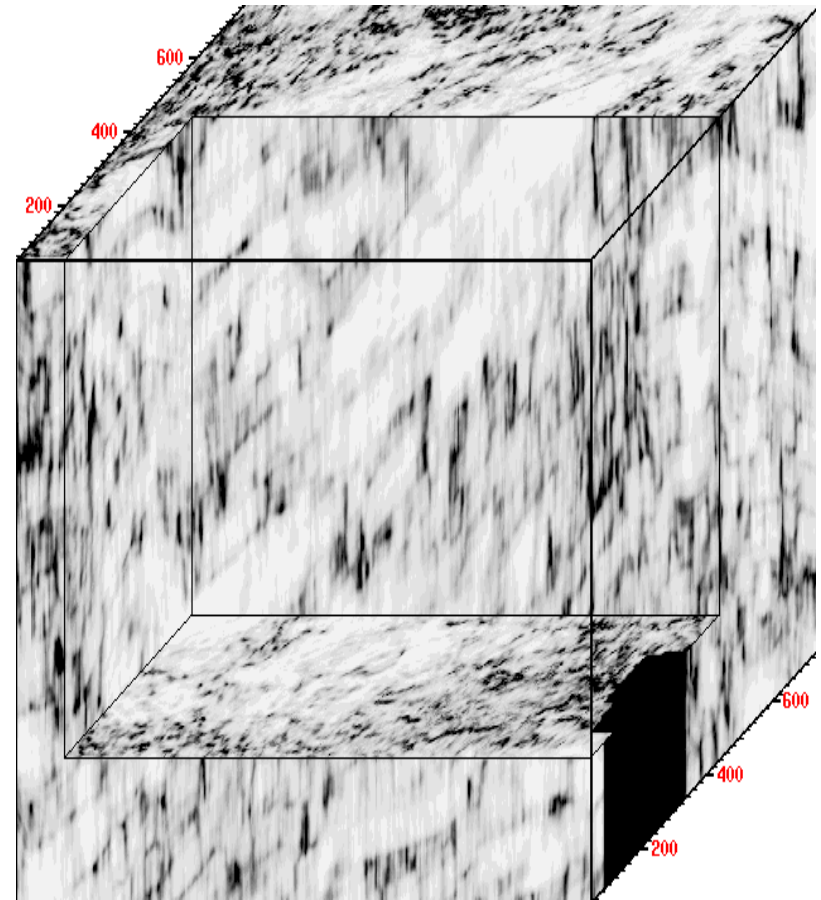
Per evitare artefatti è possibile:

- A) Allungare la finestra di analisi → perdita di risoluzione verticale soprattutto per analisi stratigrafiche
- B) Effettuare l'analisi ad esempio sull'ampiezza istantanea che è SOLO positiva



Cubo di Coerenza sull'ampiezza

Marfurt, 2006

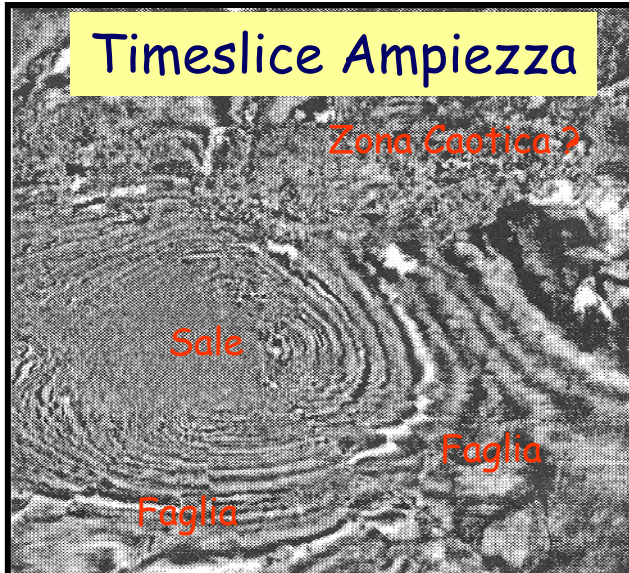


**Cubo di Coerenza sull'ampiezza
istantanea**

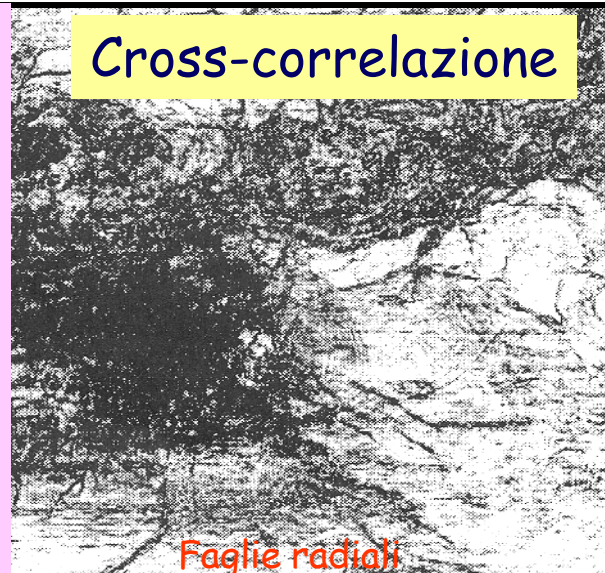
PETRI II MOD. 2020-2021

Confronto algoritmi alternativi per la COERENZA UD4

Timeslice Ampiezza

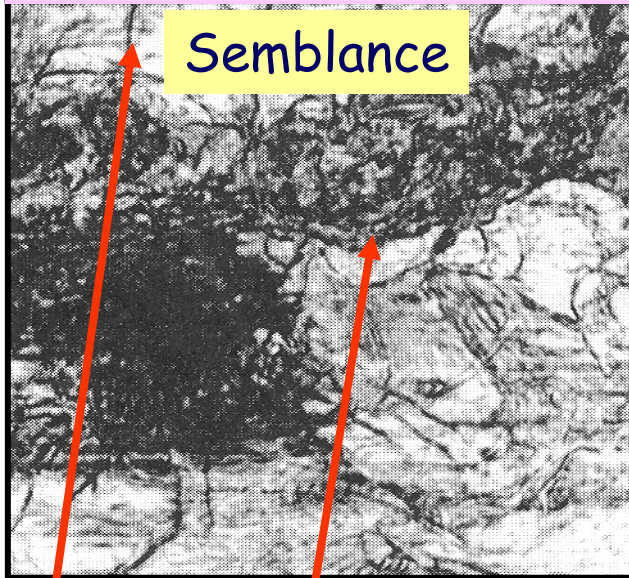


Cross-correlazione

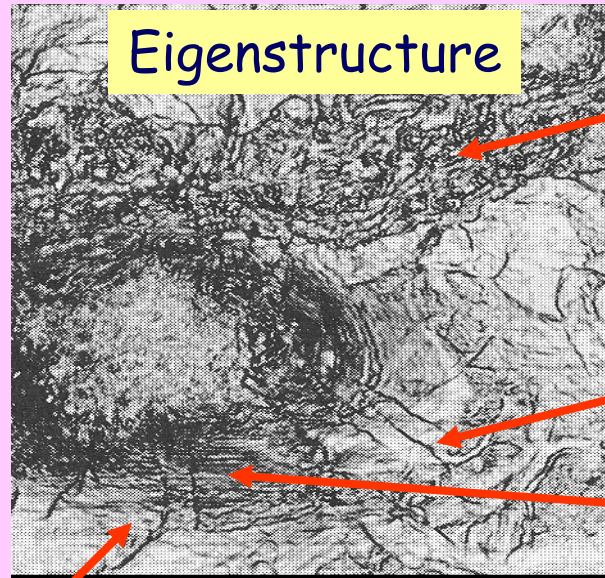


ESEMPIO: Golfo del Messico - Tettonica legata a diapiri salini in ambiente stratigrafico complesso (finestra verticale di analisi=cost.=80ms)

Semblance

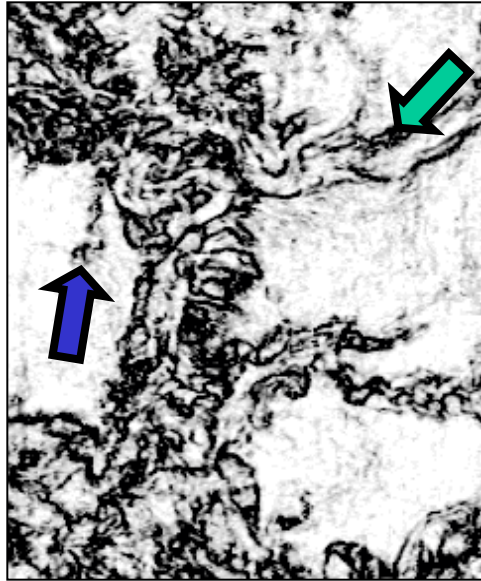


Eigenstructure



Gersztenkorn e Marfurt, 1999

Faglie radiali



raggio=12.5m (5tr.)



raggio=25m (13tr.)



raggio=37.5m
(25tr.)



raggio=50m (49tr.)

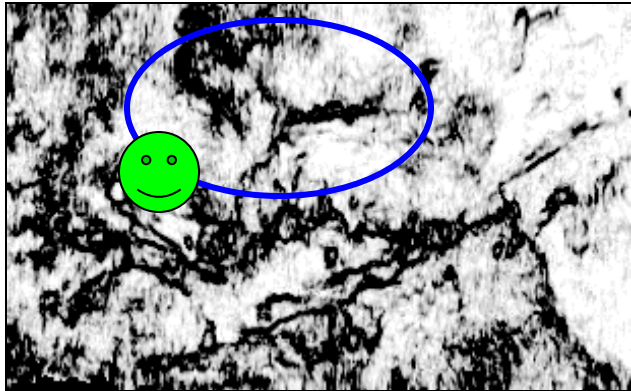
Effetto della variazione delle dimensioni LATERALI finestra di analisi

Finestra VERTICALE= cost=
16ms (5 campioni)

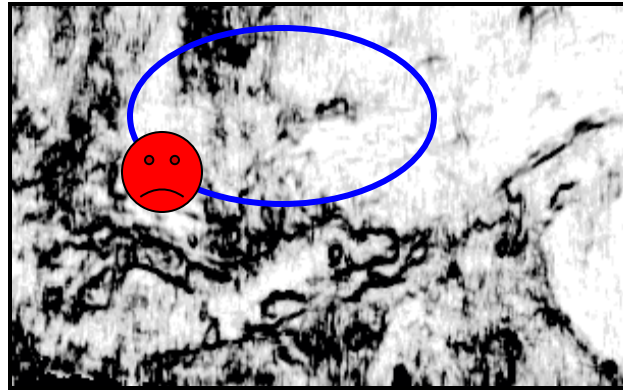
-  Canale molto sottile
-  Limiti di canale ampio
-  Struttura interna di
zona complessa
meandreggiante

Marfurt, 2006

Effetto della variazione delle dimensioni VERTICALI finestra di analisi

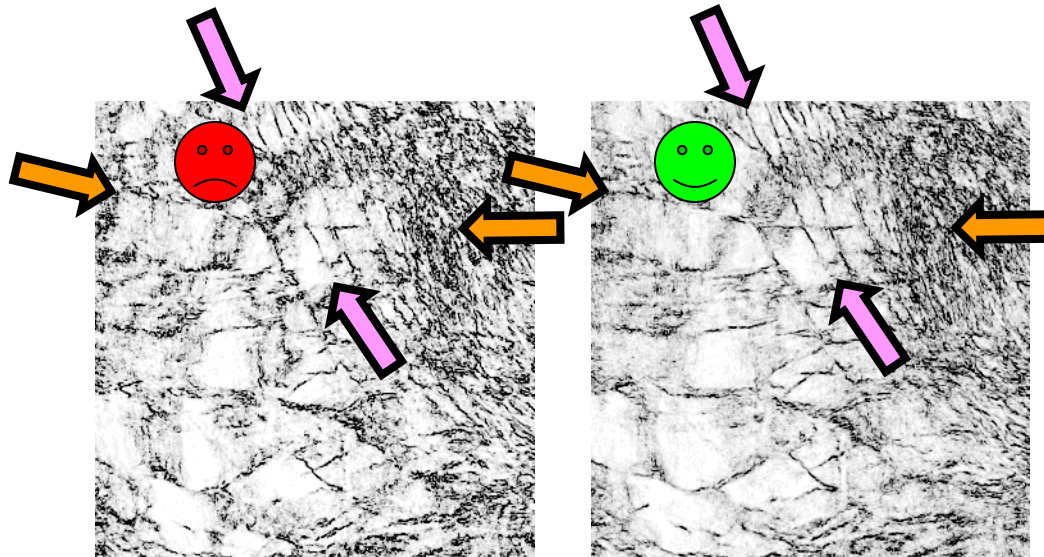


Temporal aperture = 8 ms



Temporal aperture = 32 ms

Per target
STRATIGRAFICO



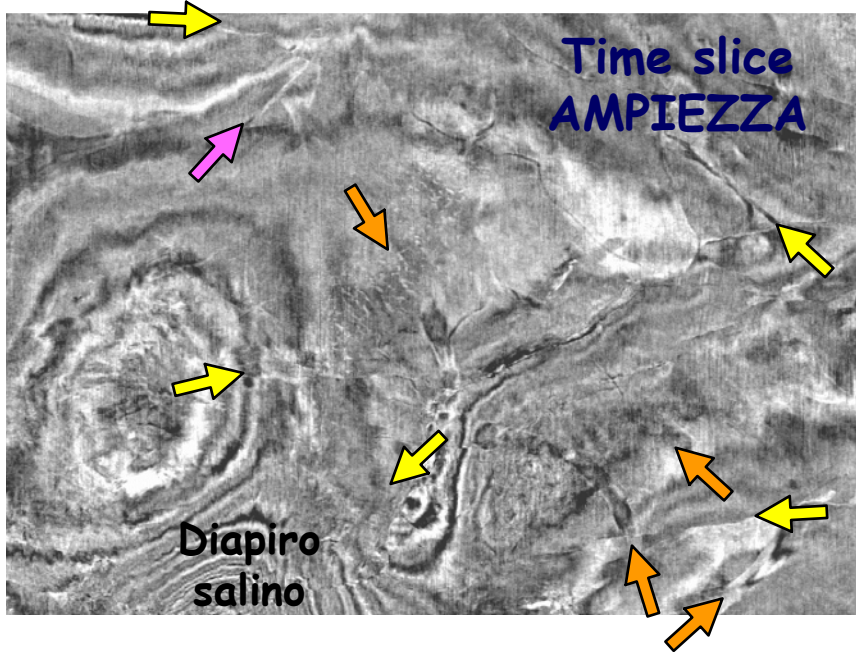
Temporal aperture = 8 ms

Temporal aperture = 40 ms

Per target
STRUTTURALE

Marfurt, 2006

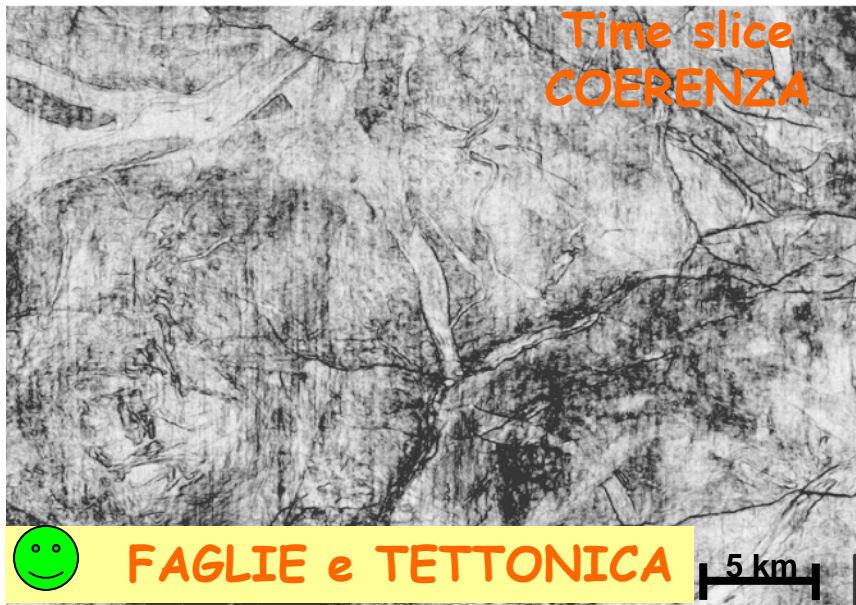
Attributi di COERENZA: SLICE in TEMPO o ORIZZONTI?



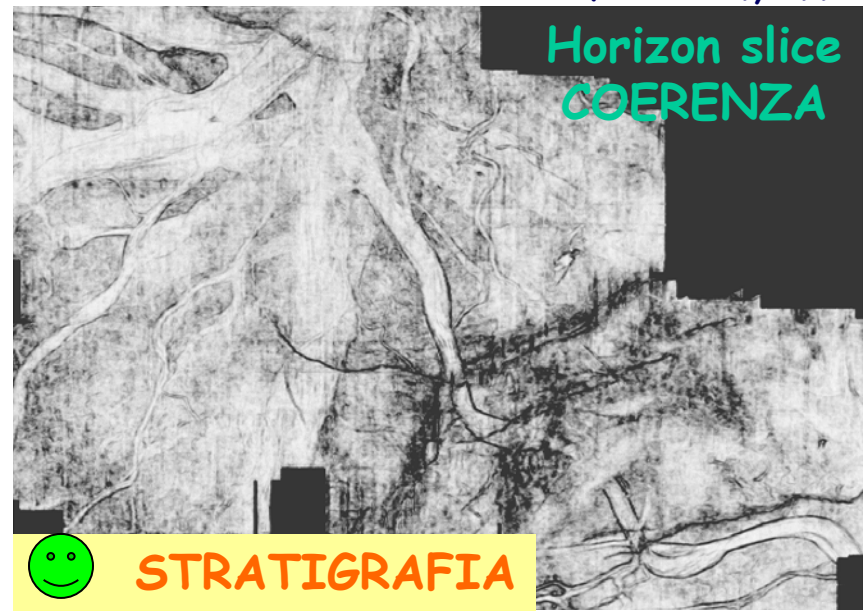
Faglie visibili (anche) sulla timeslice in Ampiezza →

Canali visibili (anche) sulla timeslice in Ampiezza →

Discontinuità non interpretabili dal solo dato sismico in Ampiezza →

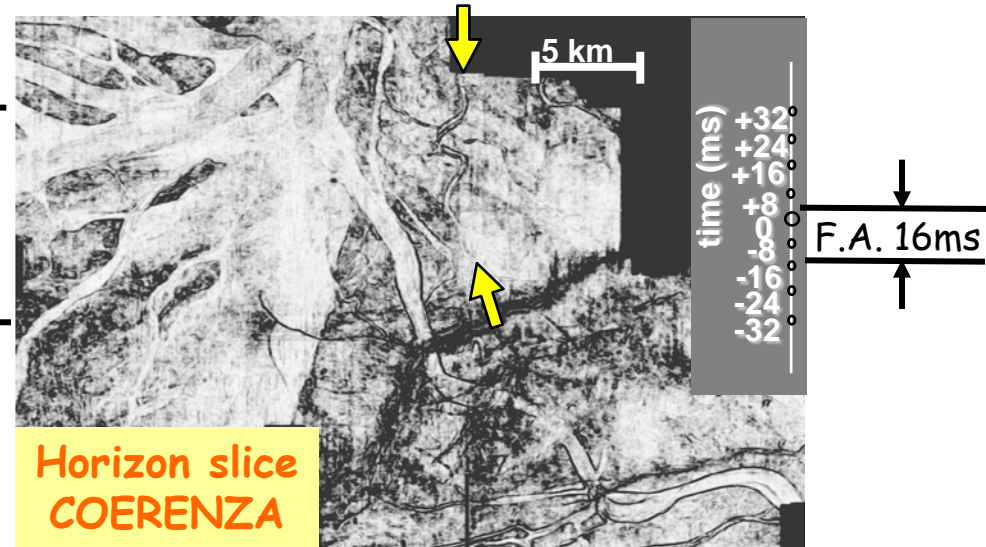
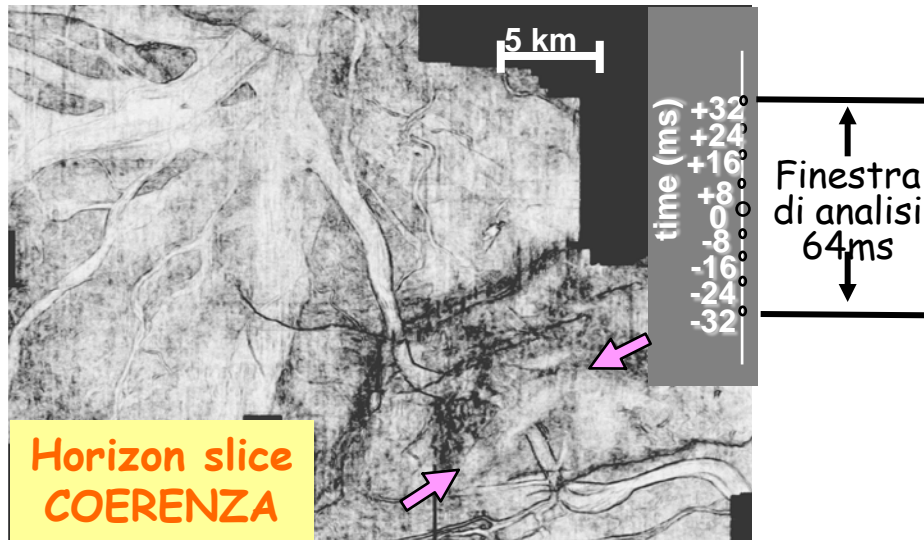
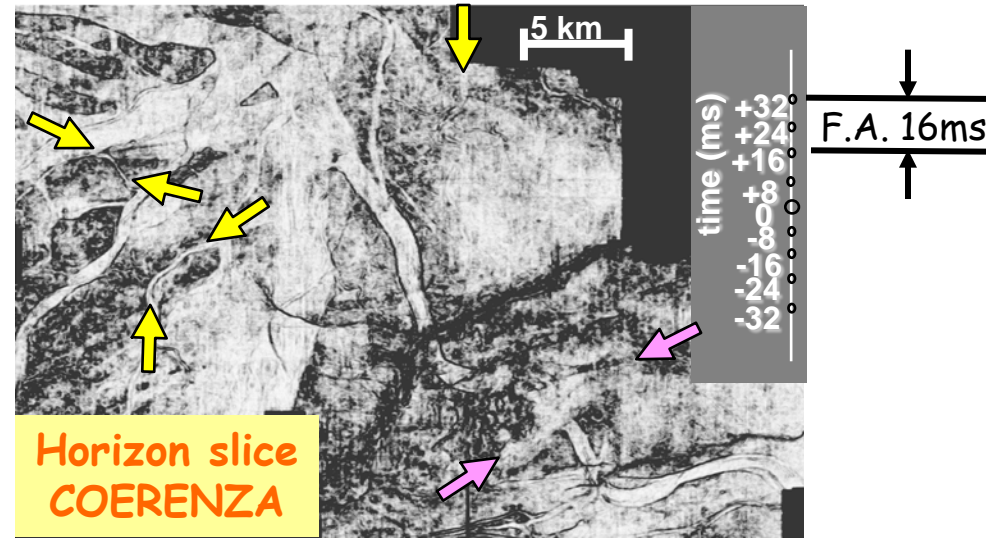
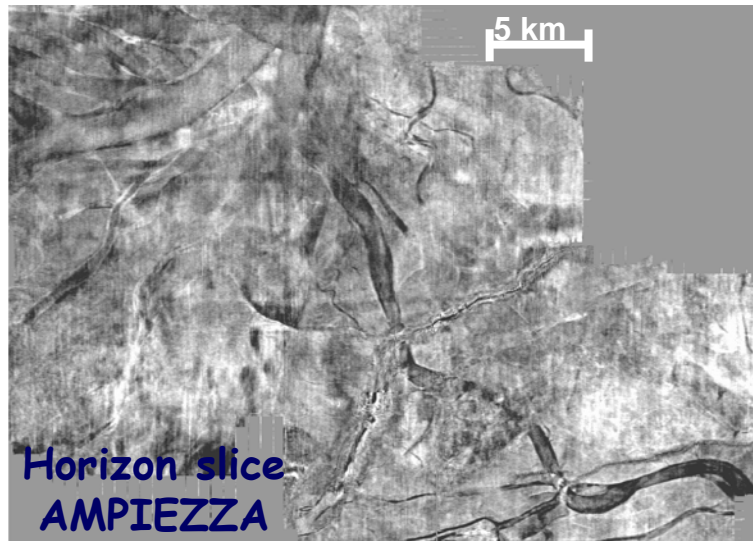


Marfurt et al., 1998



Attributi di COERENZA: SLICE in TEMPO o ORIZZONTI

Effetti dell'estensione verticale della finestra di analisi



Marfurt et al., 1998

Canali molto stretti

Canale secondario

TIME slice

Advantages

- No prior interpretation required
- No interpretational bias to coherence result
- Faults are better imaged

Disadvantages

- Cuts across time stratigraphic boundaries
- Stratigraphic features may be difficult to trace laterally in areas of high dip

HORIZON slice

Advantages

- Focuses on reservoir or other zone of interest
- Illuminates depositional environment at a fixed geologic time

When seismic volume is flattened on horizon prior to coherence calculation:

- Avoids low coherence structural leakage due to steep dip
- Steers coherence calculation along an interpreter-defined dip/azimuth, resulting in generally higher-contrast images

Disadvantages

- Analysis limited to only a few discrete horizons, which are time-consuming to pick
- Areally limited to the extent of the interpreted horizon
- Picking errors can bias the result or create artifacts
- Some geological surfaces simply cannot be characterized by peaks, troughs, or zero crossings

Quindi conviene usare:

• TIME SLICES

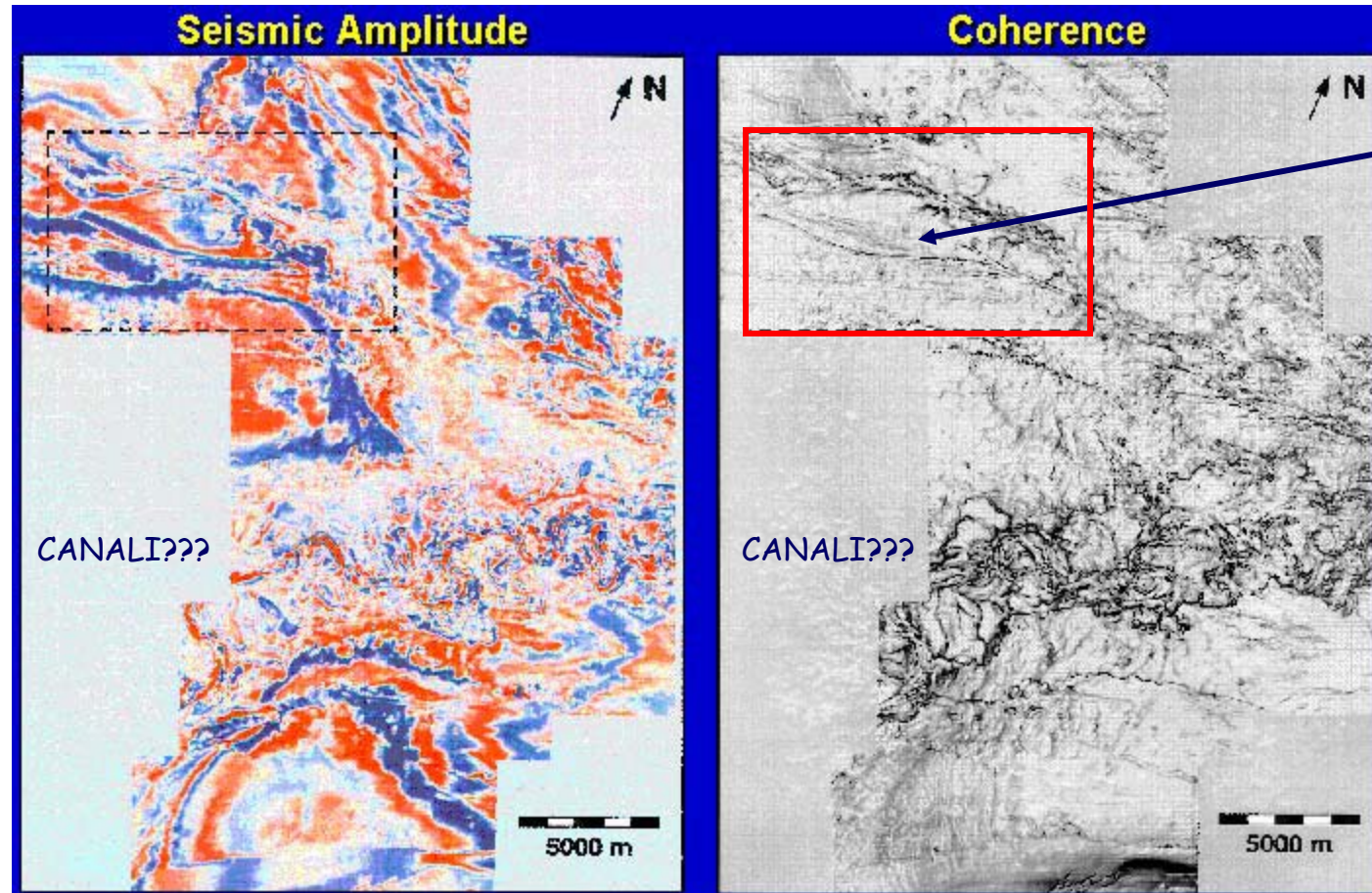
Riconoscimento preliminare di strutture
Mappatura di discontinuità/tettonica

• HORIZON SLICES

Analisi stratigrafiche in zone con elevata pendenza a scala regionale

Analisi di dettaglio su livelli di interesse (reservoir)

COERENZA: esempi su dati reali - analisi di facies deposizionali nella scarpata continentale della Nigeria



Strutture curvilinee non evidenti sulla sezione sismica in ampiezza

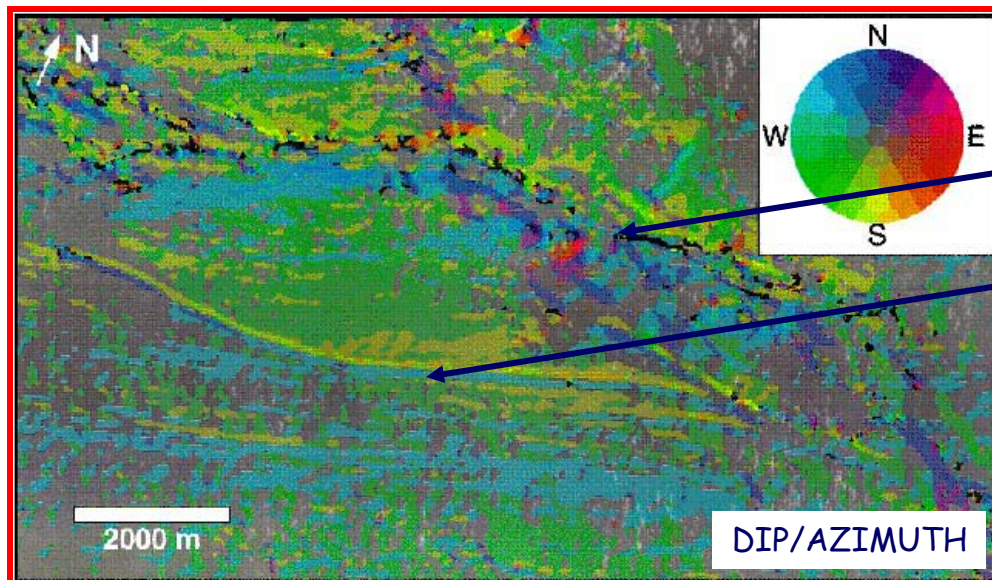
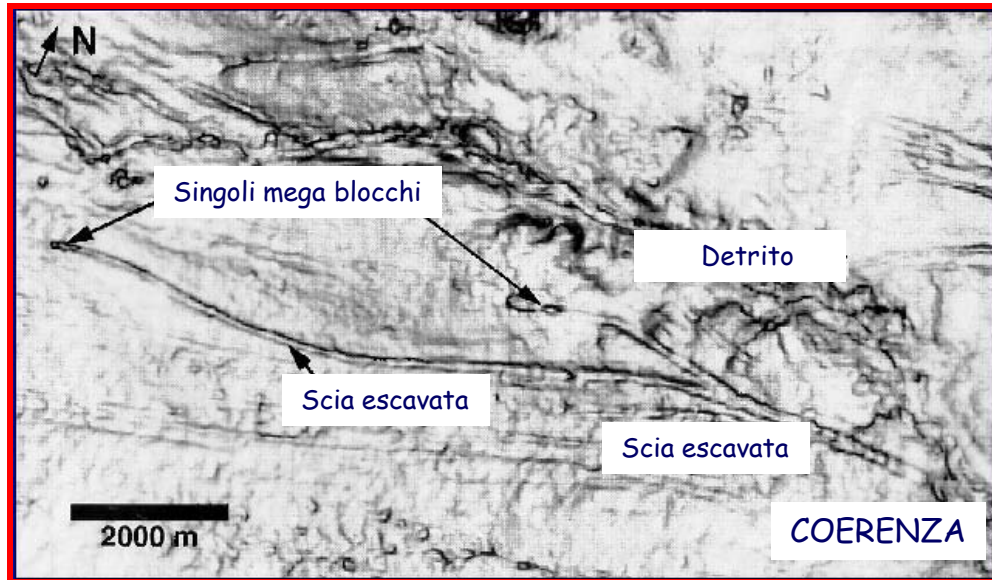
Nissen et al., 1999

Il solo dato in ampiezza non permette di comprendere l'assetto deposizionale e stratigrafico dell'area.

La COERENZA mette in luce un'area a NW caratterizzata da strutture curvilinee e da una zona caotica.

E' possibile evidenziare dettagli molto maggiori nella zona con apparenti canali che si intrecciano rispetto al dato in ampiezza.

COERENZA: esempi su dati reali - analisi di facies deposizionali nella scarpata continentale della Nigeria

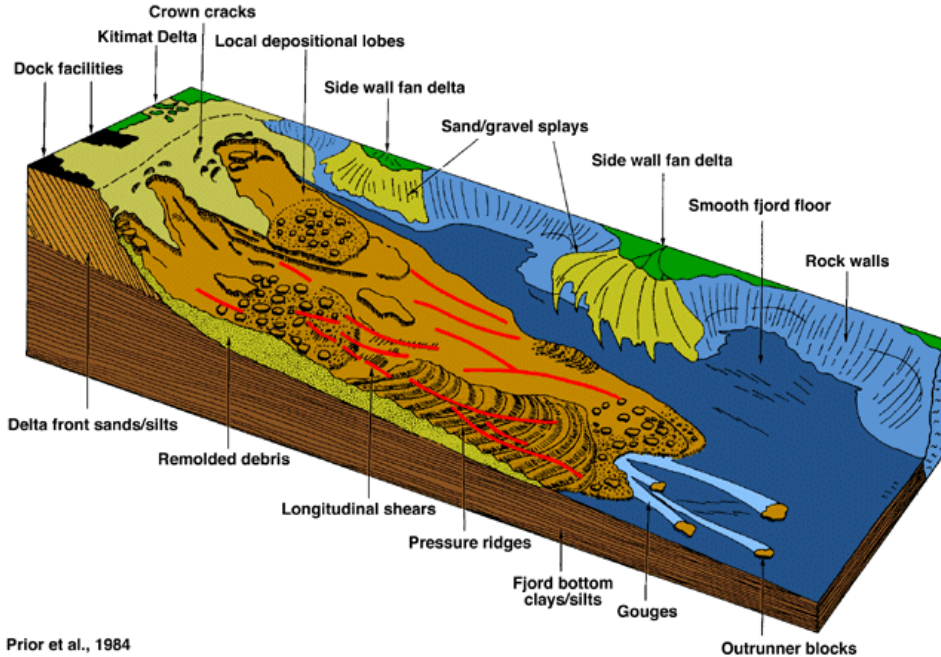
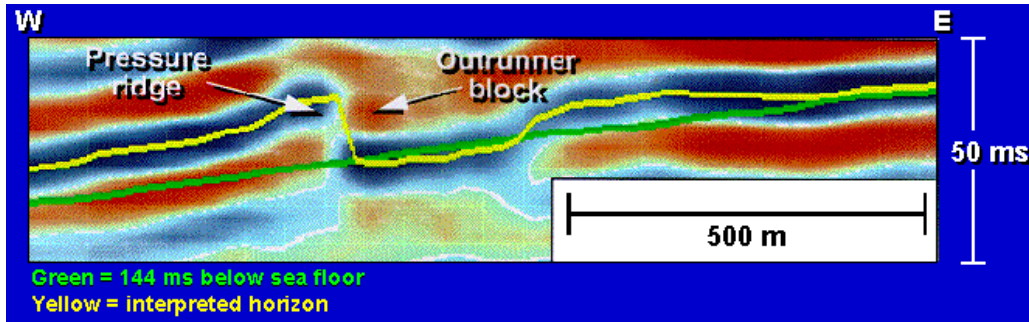


Zona caotica, con azimuth variabile e coerenza con rapidi cambi laterali

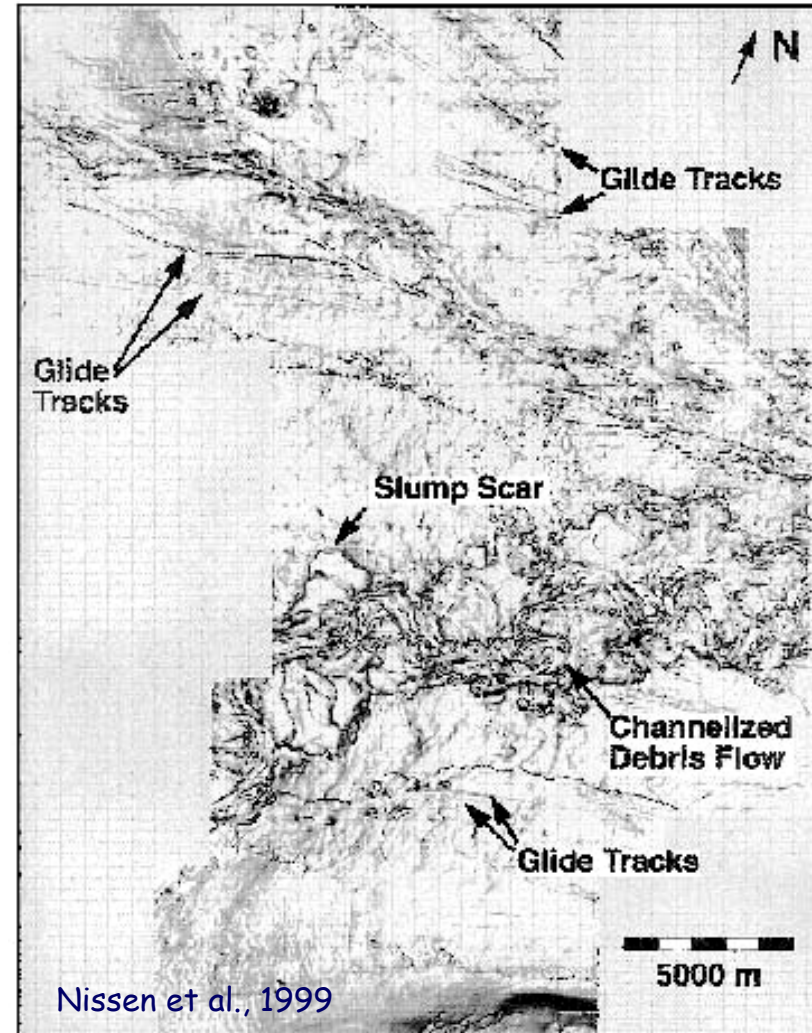
E' una depressione (azimuth opposto sui due lati)

COERENZA: esempi su dati reali - analisi di facies deposizionali nella scarpata continentale della Nigeria

L'analisi integrata di più attributi ha permesso di formulare un modello deposizionale valido per l'area in esame → Modello di reservoir. In questo caso l'elemento dominante sono paleo colate di detrito (debris flow) avvenute lungo il margine continentale. Un'analisi superficiale avrebbe potuto portare a **conclusioni errate**.



Prior et al., 1984

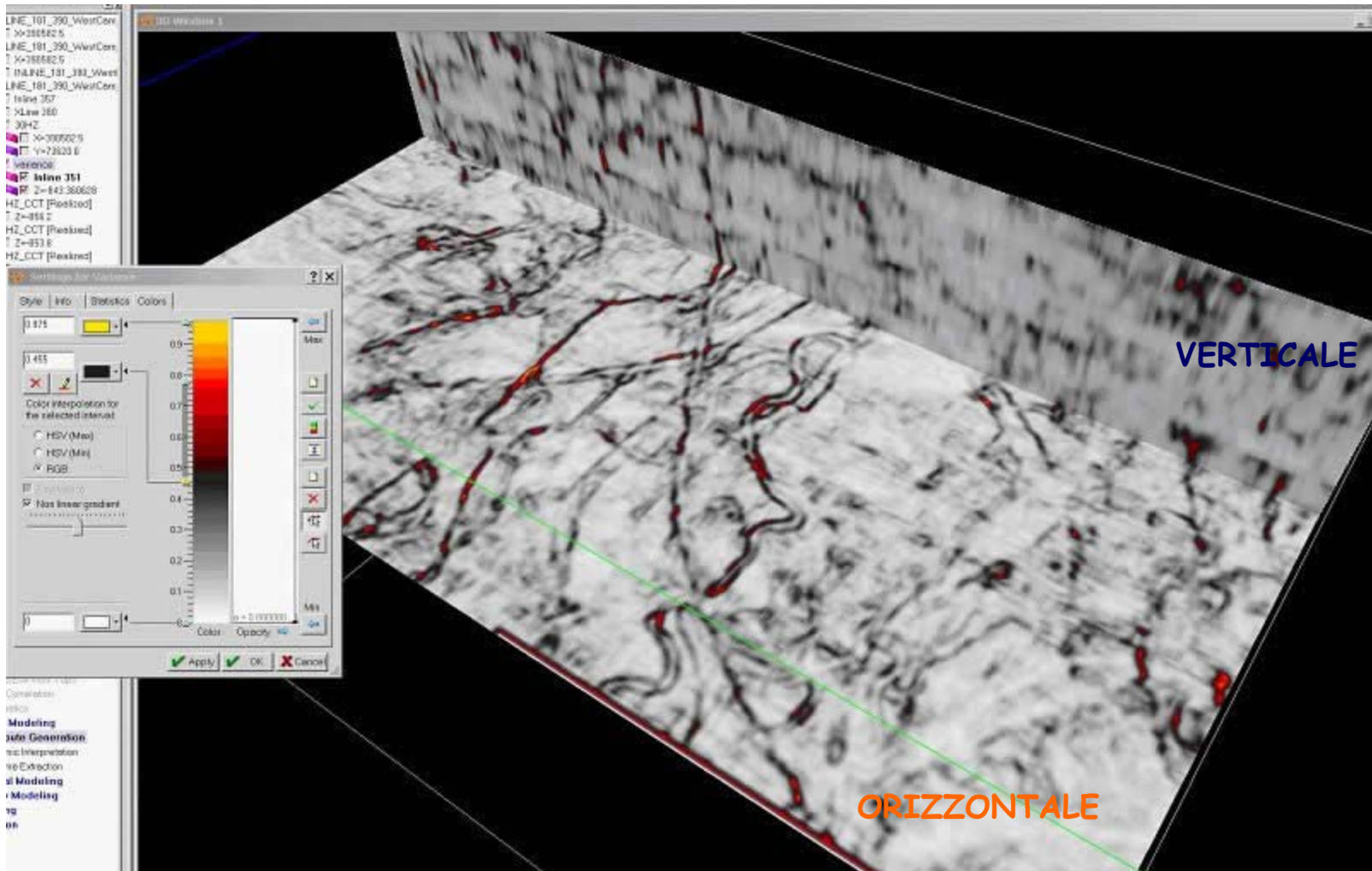


COERENZA: esempi su dati reali

SEZIONE VERTICALE vs ORIZZONTE

Le sezioni VERTICALI sono normalmente utili soprattutto per identificare lineamenti STRUTTURALI

Le sezioni ORIZZONTALI sono utili soprattutto per identificare elementi STRATIGRAFICI/DEPOSIZIONALI, ma anche STRUTTURALI, specie se poco inclinati



COERENZA: RIASSUMENDO...

E' un attributo efficace per individuare e definire **LIMITI GEOLOGICI**
(faglie, contatti stratigrafici laterali, variazioni litologiche,...)

Permette di analizzare ed interpretare rapidamente grandi set (3D) di dati
Fornisce indicazioni accurate sulla posizione delle discontinuità e sul loro
andamento nelle tre dimensioni

E' spesso in grado di rendere evidenti limiti stratigrafici altrimenti non
visibili anche per piccole variazioni (es. piccole differenze angolari,
piccole variazioni di fase)

DEVE essere calcolata lungo la pendenza

- A) Mediante algoritmi che considerano il max di coerenza lungo diverse DIP
(es. Semblance,...) ed effettuano il calcolo sull'intero set di dati
- B) Su singoli orizzonti interpretati che devono essere preventivamente
orizzontalizzati (flattened).

DI SOLITO

- I dettagli stratigrafici sono meglio evidenziati su "Horizon slice"
- Lineamenti strutturali sono meglio evidenziati su "Time slice"
- Finestre di analisi lunghe migliorano la visibilità di strutture verticali
continue (es. Faglie), mentre rende "sfuocate" strutture inclinate o sub-
orizzontali.

DOMANDE?

