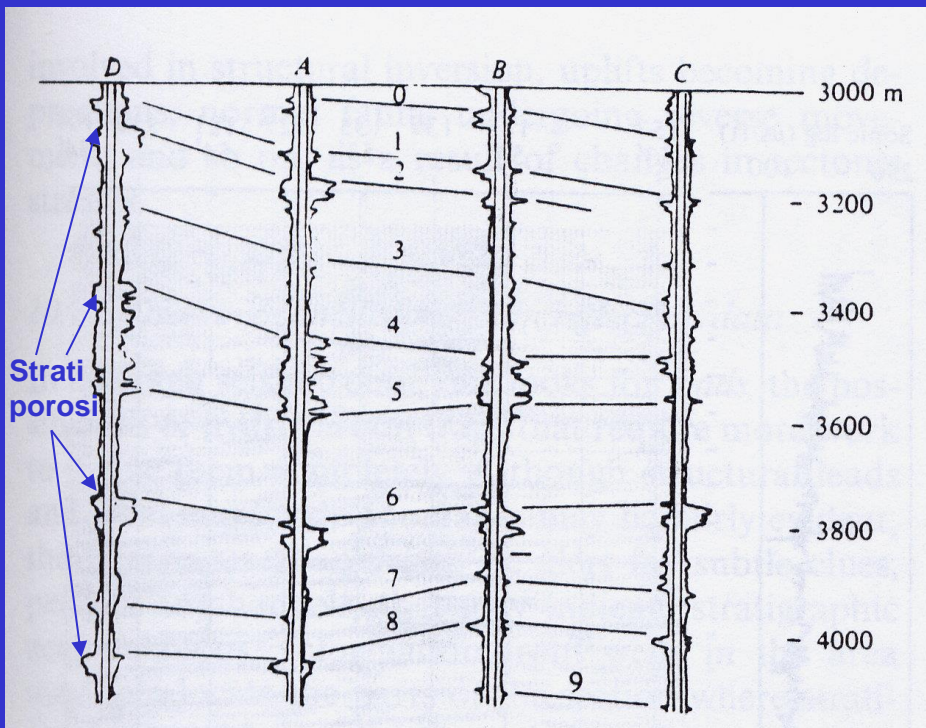


# Taratura dei dati sismici con pozzi

I dati di pozzo, qualora disponibili, sono di fondamentale interesse per la taratura di sommità e base di una sequenza stratigrafica (*unconformities* e relativa durata nel tempo degli *hiatus* correlati), della relativa litologia e dell'ambiente deposizionale.



Anche la registrazione di dati in pozzo esclusivamente geofisici, fornisce una importante indicazione della distribuzione delle sequenze e, particolarmente utile per l'analisi dei *reservoir*, dei *trend* laterali e verticali dei parametri di porosità, permeabilità, etc.

Nell'esempio si hanno 4 pozzi in cui sono stati registrati:

- curva di Resistività - a destra,
- Potenziale Spontaneo - a sinistra

## Misure di Resistività

Equazione di Archie (1942):

$$R = a P^{-b} f^c R_w$$

R = resistività misurata

R<sub>w</sub> = resistività dell'acqua

P = porosità della formazione

f = saturazione in acqua

a,b,c = costanti empiriche

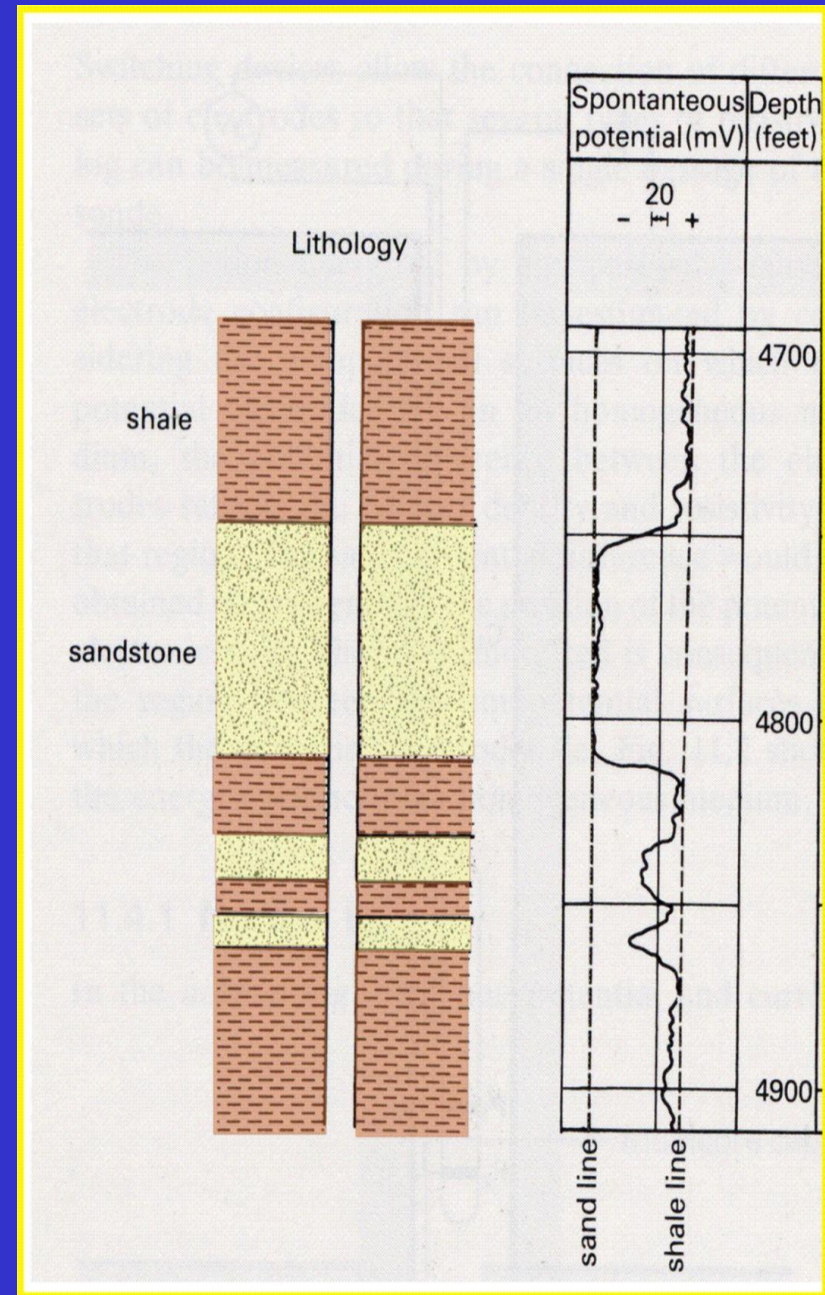
E' particolarmente utile nel definire la presenza di idrocarburi (alta R)

## Potenziale Spontaneo (in figura)

L'anomalia di SP dipende da:

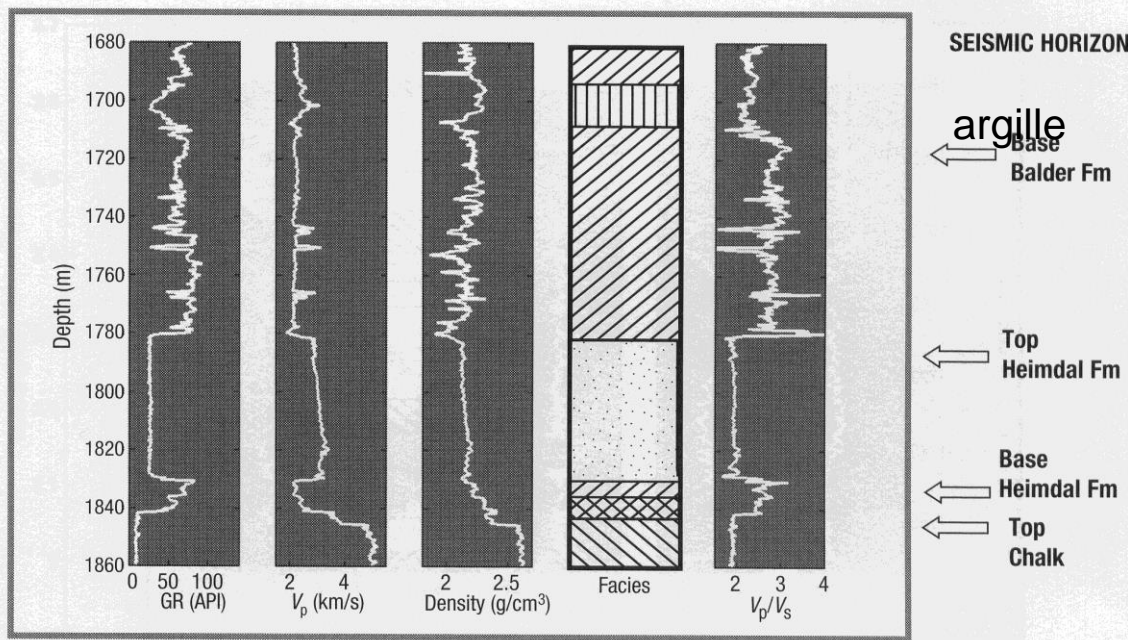
- permeabilità
- spessore
- resistività

E' particolarmente utile nel definire le alternanze sabbiose-argillose



I logs generalmente utilizzati per tali correlazioni sono: GR (*Gamma Ray*, sfrutta radioattività naturale), *density logs* (sorgente di *Gamma Ray*), *sonic log*, *dipmeter* (misura pendenze di strato con 4 elettrodi di resistività).

La *seismic stratigraphy* integra le informazioni provenienti da sismica, perforazioni, *well logs* e, spesso, da affioramenti. Inoltre permette di prevedere la presenza e la distribuzione regionale di *reservoirs* quali, ad es., torbiditi all'interno di un'area marina prossimale.



Sst
  Shale
  Tuff
  Marl
  Lmst.

**Figure 5.43** Various log data and facies in Well 1, the type-well. Facies observations are from cores. Key seismic horizons are noted.

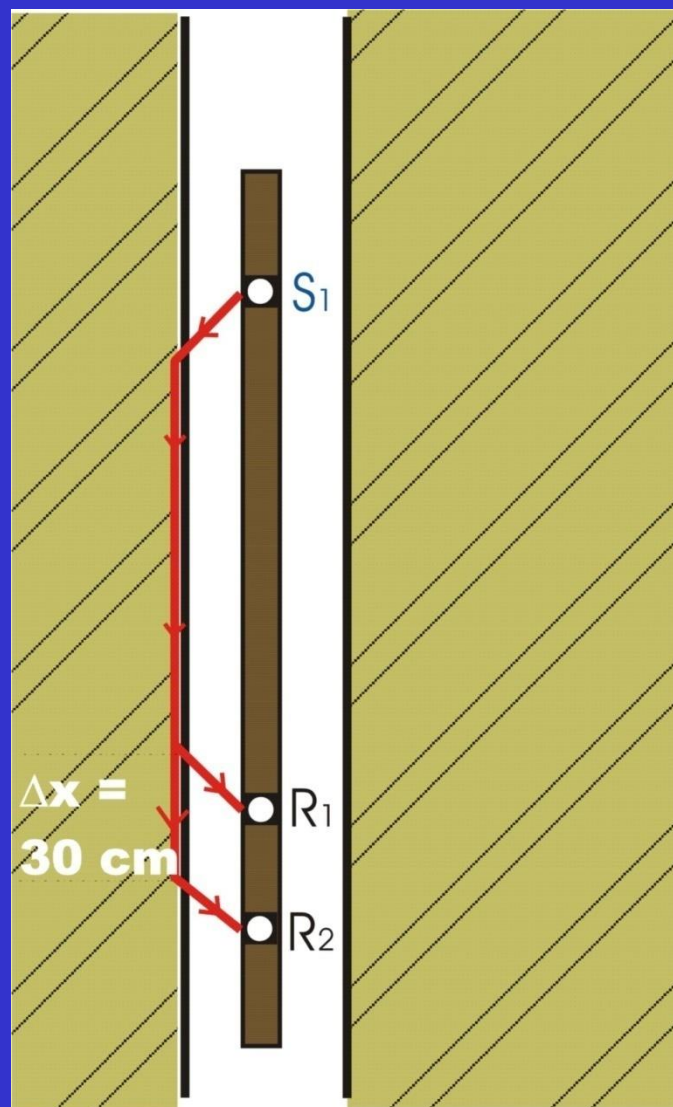
L'integrazione con il dato sismico permette di definire le diverse fasi geologiche e tettoniche che hanno determinato le variazioni laterali di spessori, litologie, porosità, etc., ma soprattutto permette di estrapolare l'informazione prodotta dal pozzo all'intera area indagata o, quantomeno, all'area circostante.

# *Sonic Log*

Nella interpretazione sismica la correlazione tra i dati geologici e geofisici acquisiti in pozzo (ed espressi in funzione della profondità in metri) e le riflessioni (esprese in funzione della profondità in tempi doppi) rappresenta un passaggio critico.

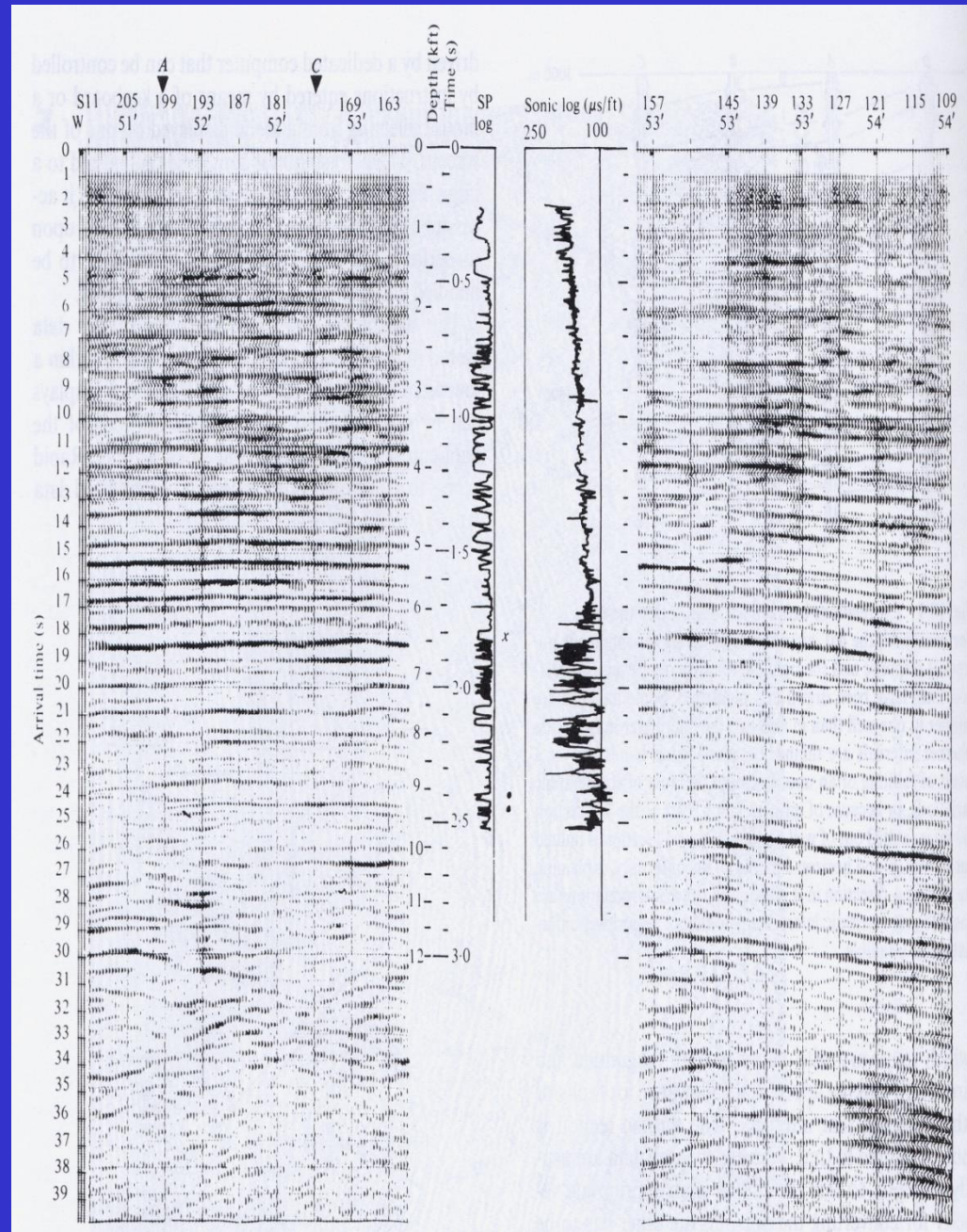
Le correlazioni tra profondità in metri (misura delle profondità raggiunte dal pozzo) e profondità in tempi doppi ( $2wt$ - misura delle profondità raggiunta dalle onde P) si possono fare con precisione qualora si disponga di un *Sonic Log*, che fornisce la misura delle velocità caratteristiche di ogni singolo spessore attraversato.

Nota la distribuzione delle velocità in funzione della profondità, la conversione diviene automatica, oltre che precisa.

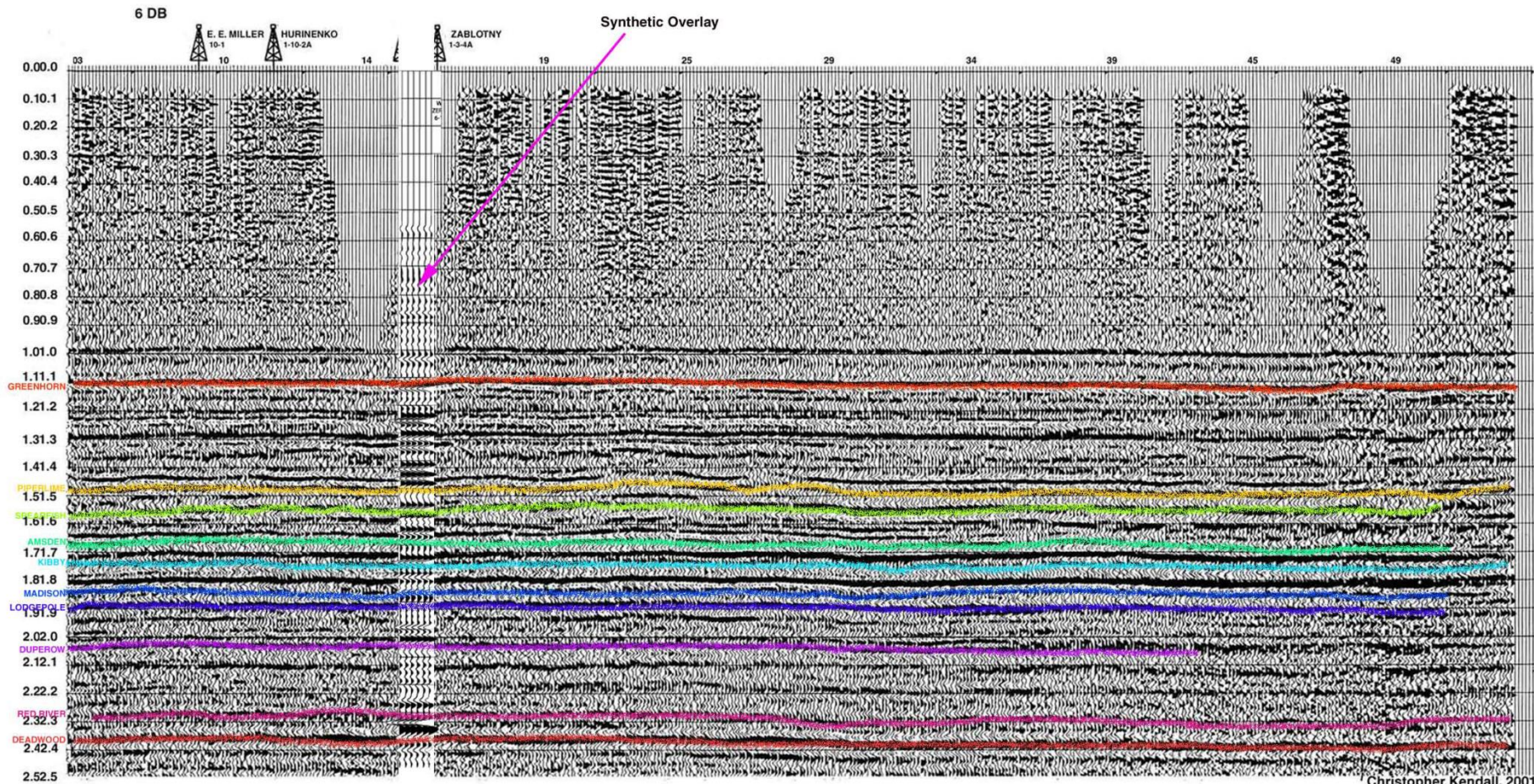


# Taratura dei dati sismici con pozzi

I logs plottati linearmente nel tempo alla stessa scala della sezione sismica possono aiutare molto la taratura del profilo sismico. Chiaramente questo si può fare quando si disponga anche di *sonic logs*. Anche i Vertical Seismic Profiles (VSP) sono utili in tal senso.



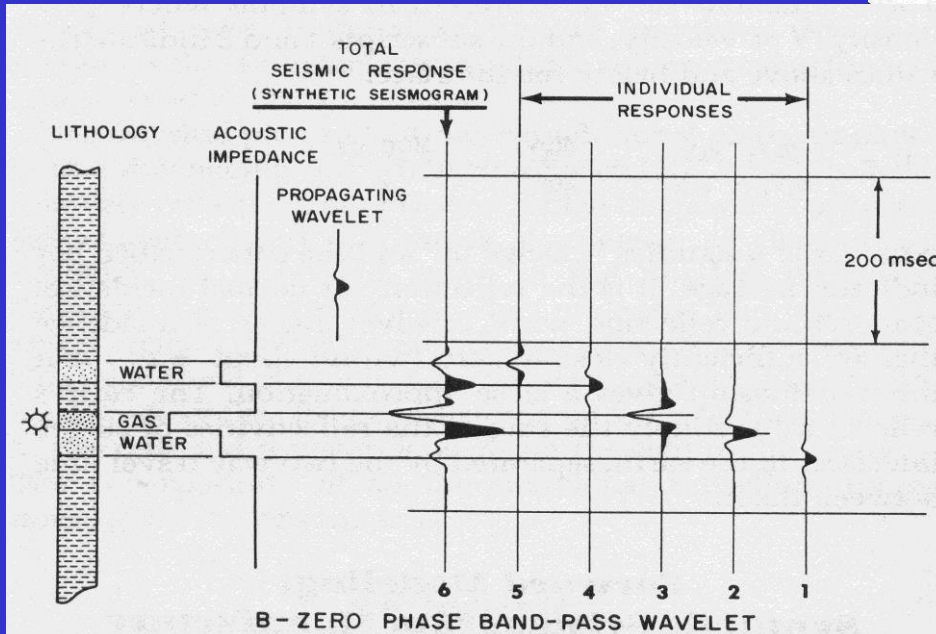
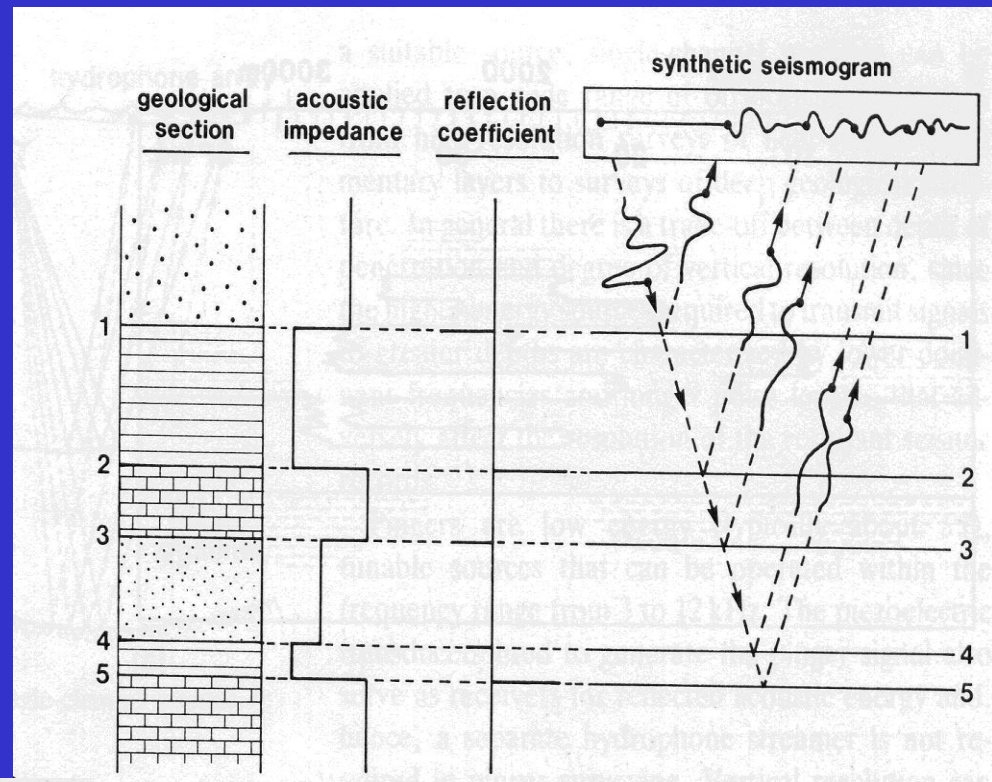




... il profilo sintetico è stato inserito nel profilo sismico acquisito, permettendo di analizzare le caratteristiche sismiche dei singoli riflettori e di tararli con i dati geologici e geofisici di pozzo.

# Utilizzo di sismogrammi e sezioni sintetiche

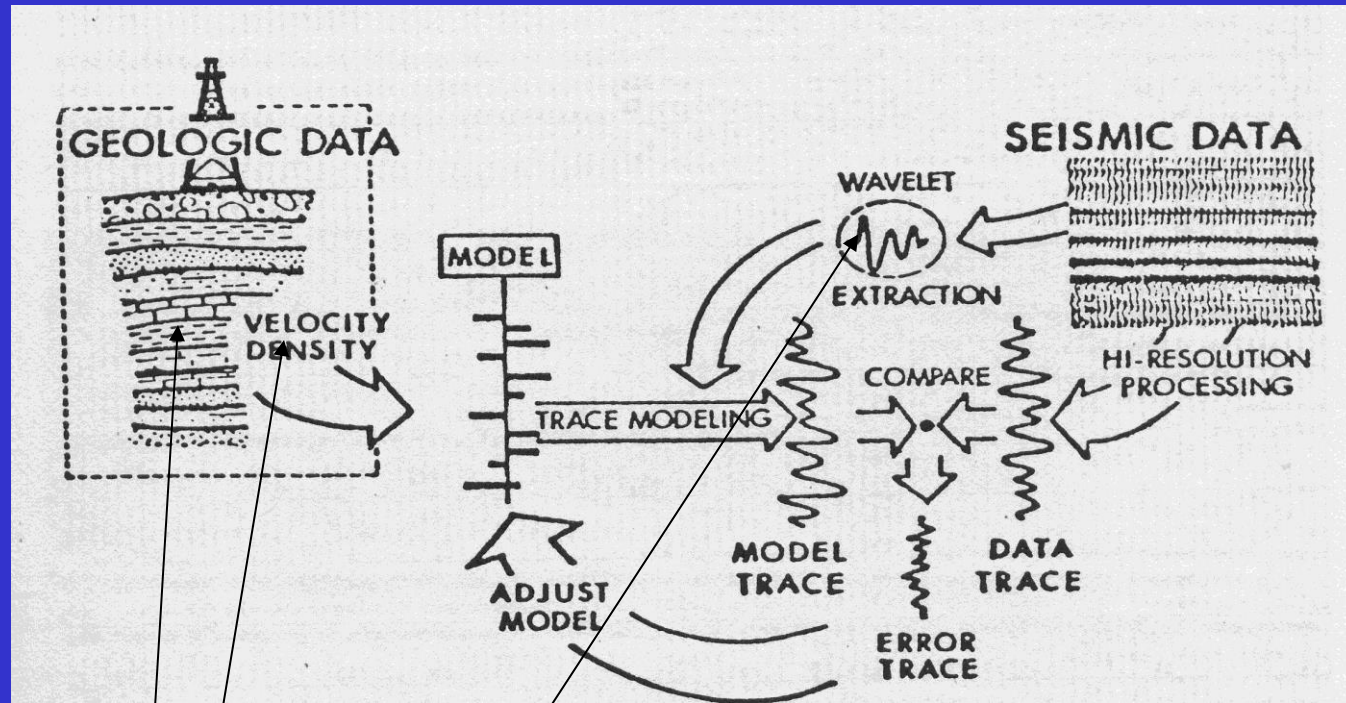
Come visto, la costruzione di un sismogramma sintetico o di una sezione sintetica prevede la conoscenza della distribuzione delle velocità in funzione della profondità.



I coefficienti di riflessione vengono spesso calcolati ponendo una densità costante con la profondità. In alternativa si utilizzano, se disponibili, *logs* quali i *gamma-ray logs*, in modo da utilizzare gli esatti valori di impedenza acustica.

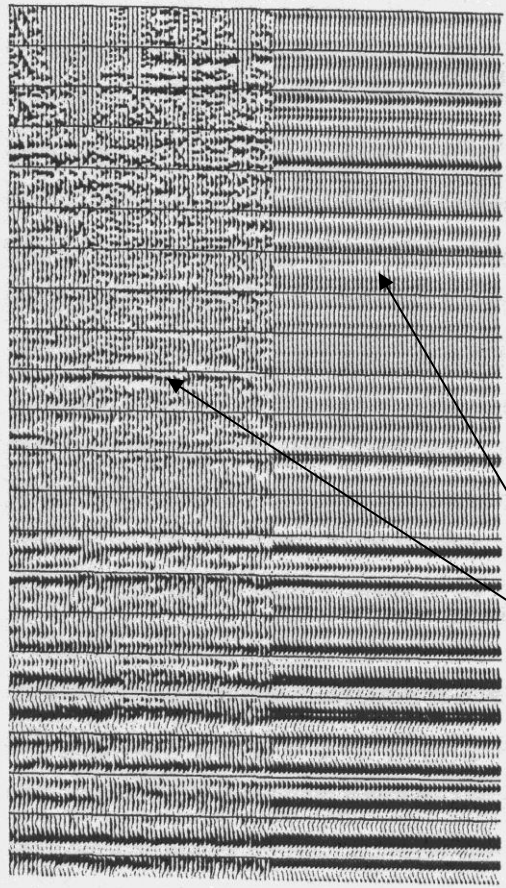


# Trace modeling



Dati reali

Dati sintetici

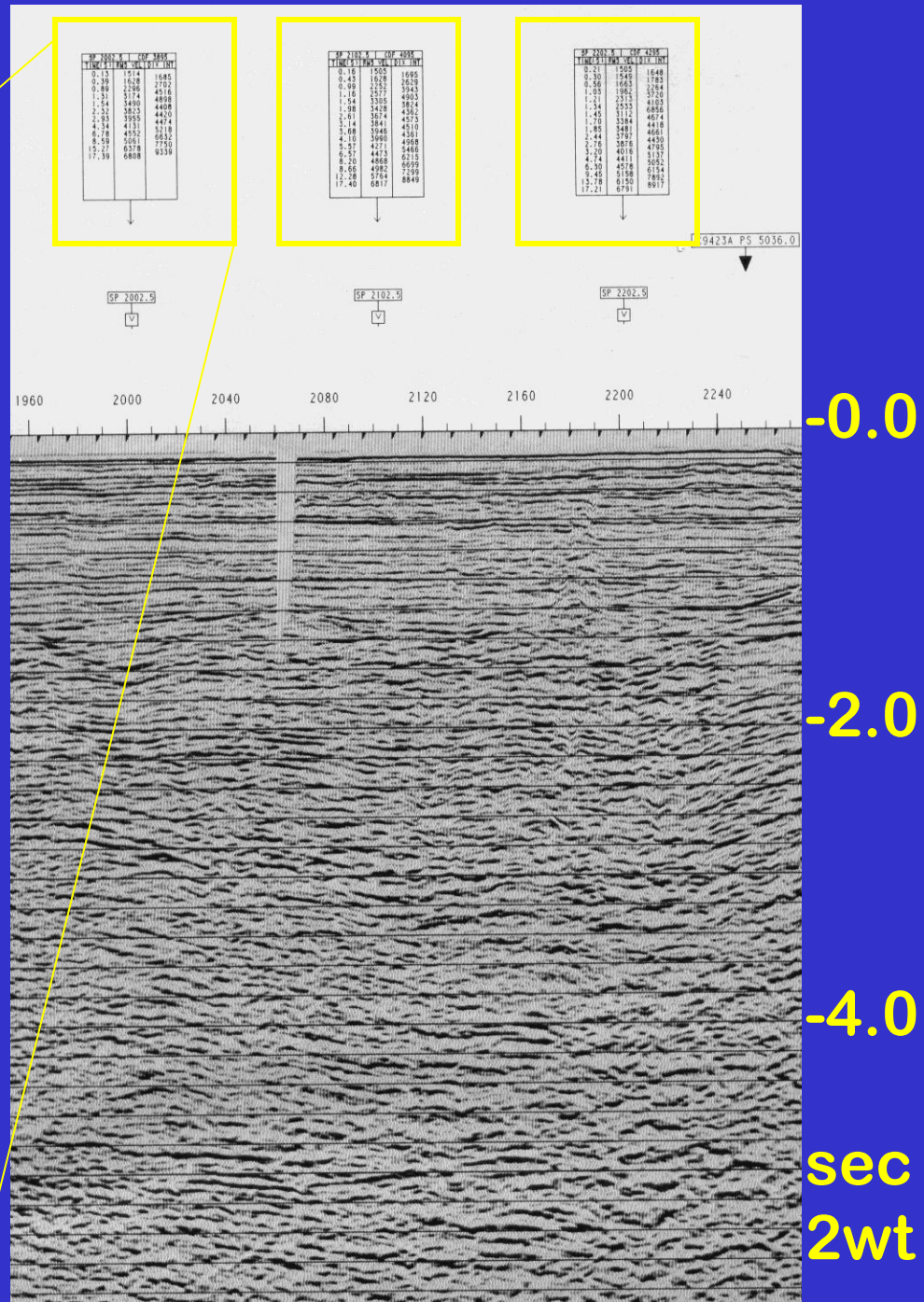


Il *trace modeling* parte da un modello della distribuzione delle sequenze sedimentarie a cui si associa una distribuzione di **densità e velocità**. Si convolve il **modello di riflettività** così ottenuto con un' **ondina** (spesso dedotta dal dato sismico acquisito). Il risultato della convoluzione sarà una **sezione sintetica** che verrà confrontata con la **sezione sismica registrata**. Le **differenze** tra le due sezioni forniranno indicazioni sulle variazioni che andranno applicate al modello geologico di partenza, e tale procedura interattiva andrà ripetuta fino ad ottenere un profilo sintetico sufficientemente simile al profilo registrato. Tale similitudine supporterà l'esattezza del modello geologico interpretato e adottato.

Spesso si dispone di un pozzo stratigrafico senza conoscere la distribuzione delle velocità in profondità.

In tal caso si ricorre alle velocità dedotte dall'analisi degli spettri, eseguita nella fase di *stacking* dei CDP e generalmente indicate lungo i profili sismici.

| SP 2002.5 |         | CDP 3895 |
|-----------|---------|----------|
| TIME(S)   | RMS VEL | DIX INT  |
| 0.13      | 1514    | 1685     |
| 0.39      | 1628    | 2702     |
| 0.89      | 2296    | 4516     |
| 1.31      | 3174    | 4898     |
| 1.54      | 3490    | 4408     |
| 2.32      | 3823    | 4420     |
| 2.93      | 3955    | 4474     |
| 4.34      | 4131    | 5218     |
| 6.78      | 4552    | 6632     |
| 8.59      | 5061    | 7750     |
| 15.27     | 6378    | 9339     |
| 17.39     | 6808    |          |



Es. da tabella in figura:

| SP 2002.5 | CDP 3895 |     |      |
|-----------|----------|-----|------|
| TIME(S)   | RMS VEL  | DTX | INT  |
| 0.13      | 1514     |     | 1685 |
| 0.39      | 1628     |     | 2702 |
| 0.89      | 2296     |     | 4516 |
| 1.31      | 3174     |     | 4898 |
| 1.54      | 3490     |     | 4408 |
| 2.32      | 3823     |     | 4420 |
| 2.93      | 3955     |     | 4474 |
| 4.34      | 4131     |     | 5218 |
| 6.78      | 4552     |     | 6632 |
| 8.59      | 5061     |     | 7750 |
| 15.27     | 6378     |     | 9339 |
| 17.39     | 6808     |     |      |

$$(0,13_{\text{sec}}/2) \times 1514 \text{ m/sec} = 98,41 \text{ m}$$

dove:

- 0,13 sec è la profondità 2wt del fondo mare pari quindi a 98,41 metri

- 1514 m/sec è la velocità dell'acqua

$$((0,39 - 0,13)_{\text{sec}}/2) \times 1685 \text{ m/sec} = 219,05 \text{ m}$$

dove:

- 0,39 sec è la profondità del primo riflettore (sotto il fm) "pickato" nell'analisi di velocità

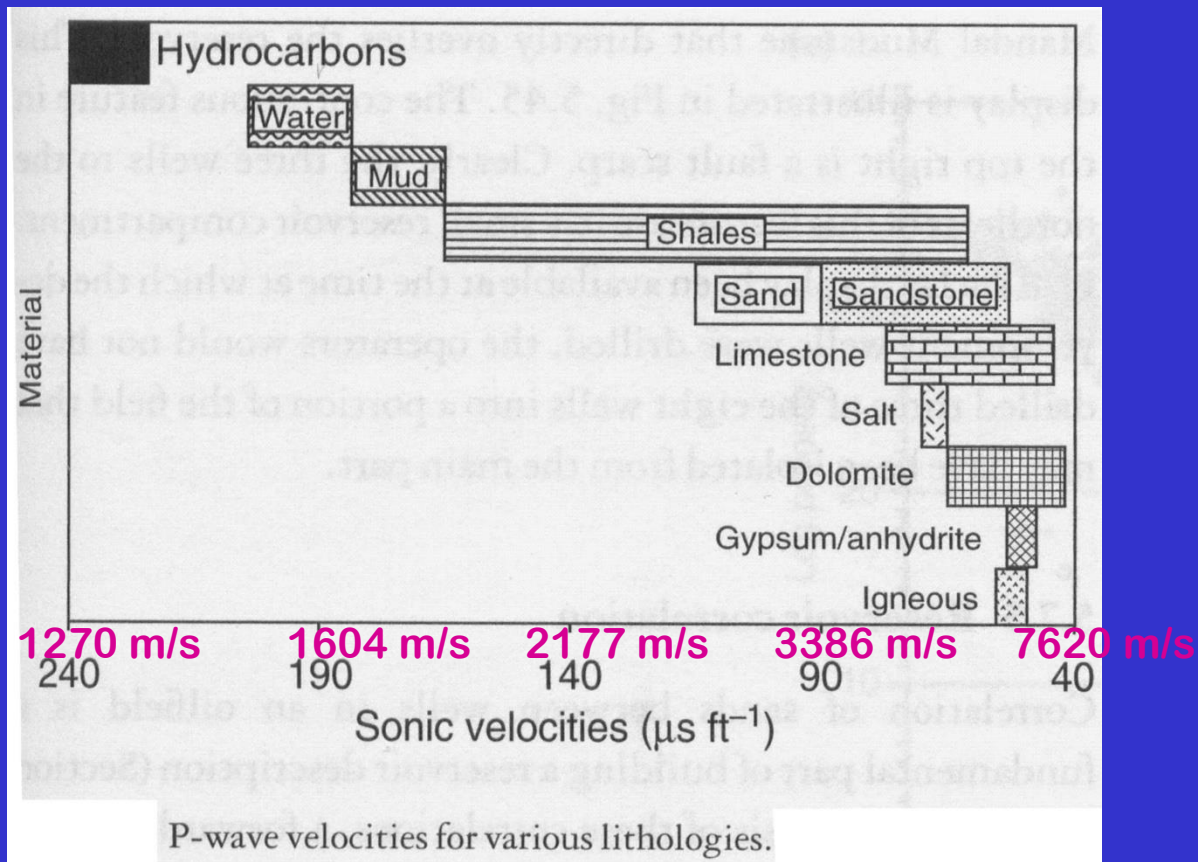
- 1685 m/sec è la velocità dello spessore compreso tra il fondo mare e il riflettore a 0,39 sec.

$$\Rightarrow 0,39 \text{ sec in prof. 2wt corrisponde a } (98,41 + 219,05)_{\text{m}} = 317,46 \text{ m}$$

oppure:

$$(0,39_{\text{sec}}/2) \times 1628 \text{ m/sec} = 317,46 \text{ m}$$

e così via per profondità maggiori.

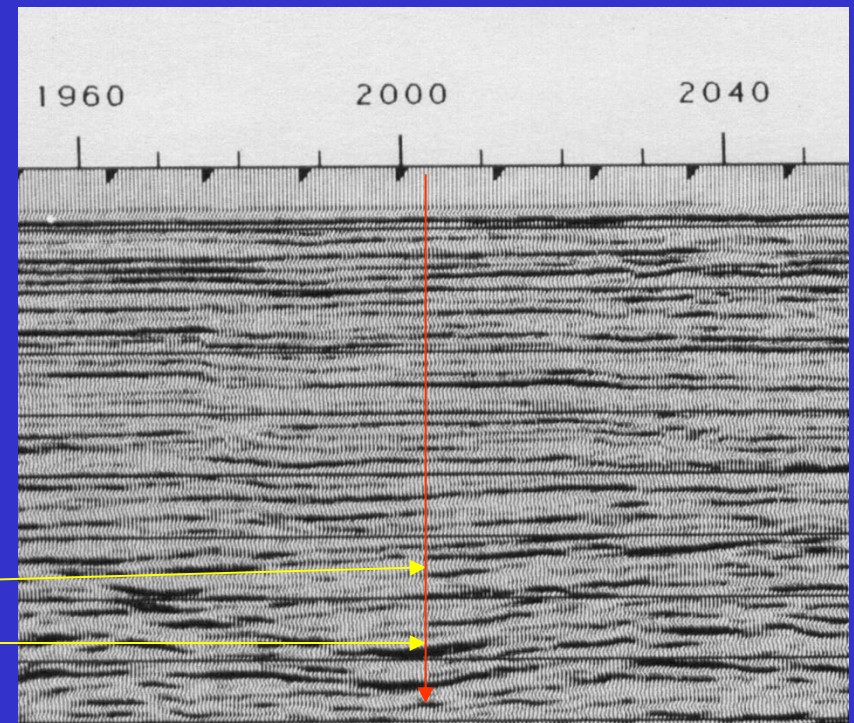


La tabella delle velocità intervallari può essere utile anche per stime di tipo litologico.

In figura sono illustrati i *range* di velocità di alcune tipiche litologie: si noti che in ascisse l'unità di misura è il microsec/piede, tipica unità di misura nei *sonic logs*, facilmente convertibile in piedi/sec o *m/sec*.

| SP 2002.5 |         | CDF 3895 |     |
|-----------|---------|----------|-----|
| TIME (S)  | RMS VEL | D        | INT |
| 0.13      | 1514    | 1685     |     |
| 0.39      | 1628    | 2702     |     |
| 0.89      | 2296    | 4516     |     |
| 1.31      | 3174    | 4898     |     |
| 1.54      | 3490    | 4408     |     |
| 2.32      | 3823    | 4420     |     |
| 2.93      | 3955    | 4474     |     |
| 4.34      | 4131    | 5218     |     |
| 6.78      | 4552    | 6632     |     |
| 8.59      | 5061    | 7750     |     |
| 15.27     | 6378    | 9339     |     |
| 17.39     | 6808    |          |     |

Es.: nella tabella delle velocità intervallari, lo spessore tra 1,31 e 1,54 sec è caratterizzato da alta velocità intervallare, con inversione alla base da 4898 a 4408 m/sec: ciò suggerisce che si tratti dello strato di evaporiti Messiniane



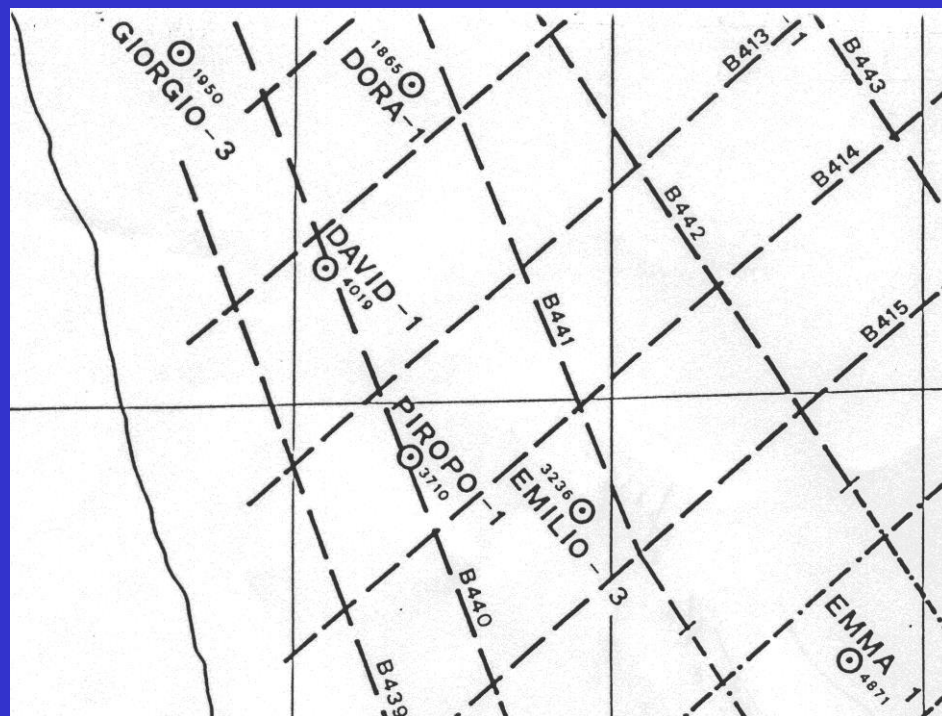
Spessore delle evaporiti Ms

Spesso il pozzo utilizzato per la taratura non si trova esattamente su uno dei profili sismici: dovrà quindi essere proiettato. Tale procedura può essere molto delicata e problematica, soprattutto qualora si abbiano strati pendenti o faglie intermedie.

La proiezione dei dati di pozzo comporta già una interpretazione, cioè l'assunzione di una ipotesi relativa sia all'andamento degli strati che all'effetto di eventuali faglie presenti nell'area intermedia tra pozzo e profilo sismico.

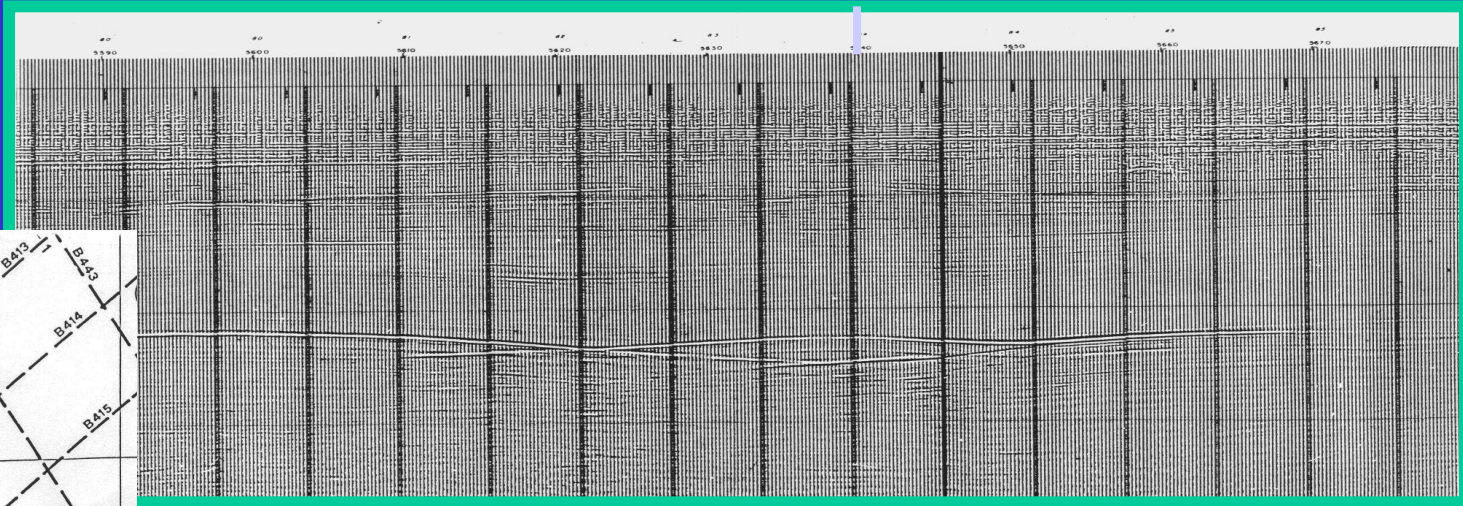
Quindi converrà prima stabilire eventuali pendenze degli strati lungo i profili e successivamente proiettare secondo gli assi strutturali i dati di pozzo.

*Esempio di dataset sismico e distribuzione di pozzi in Adriatico*

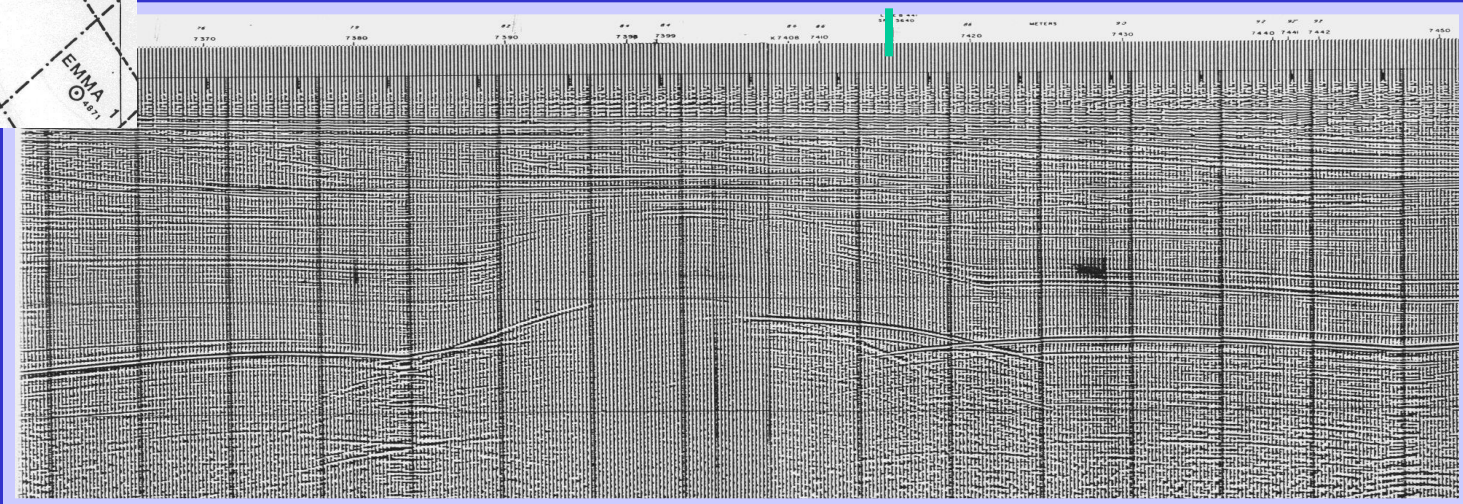


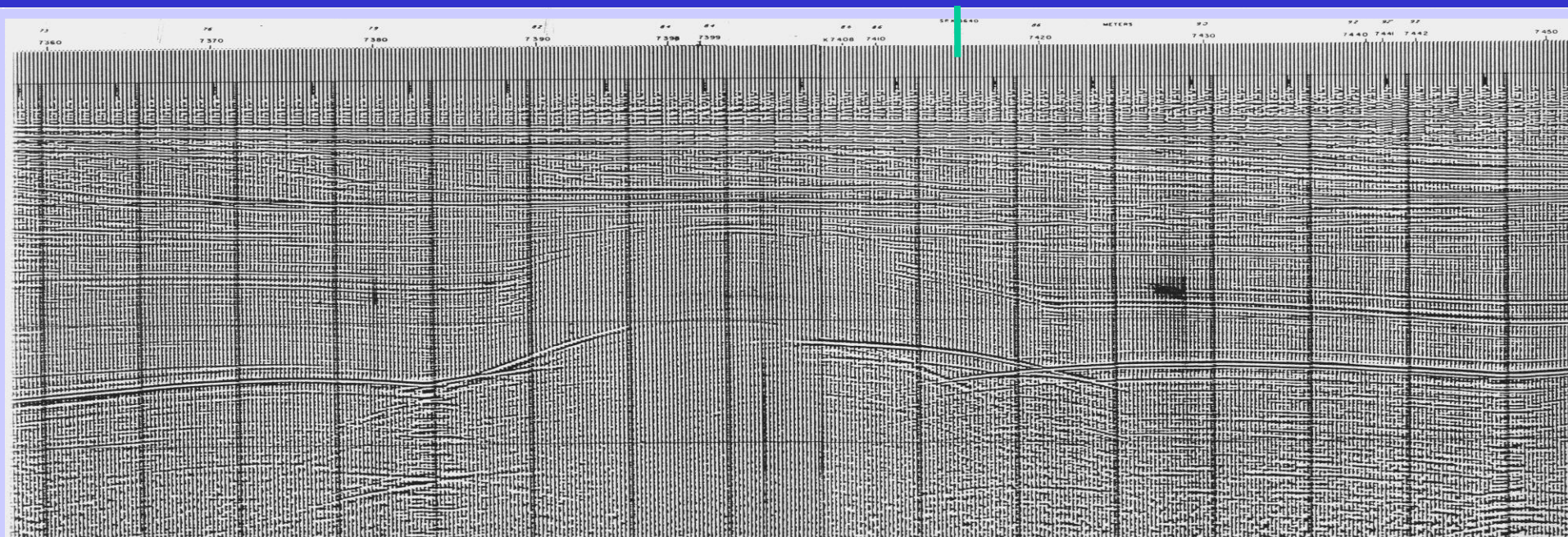
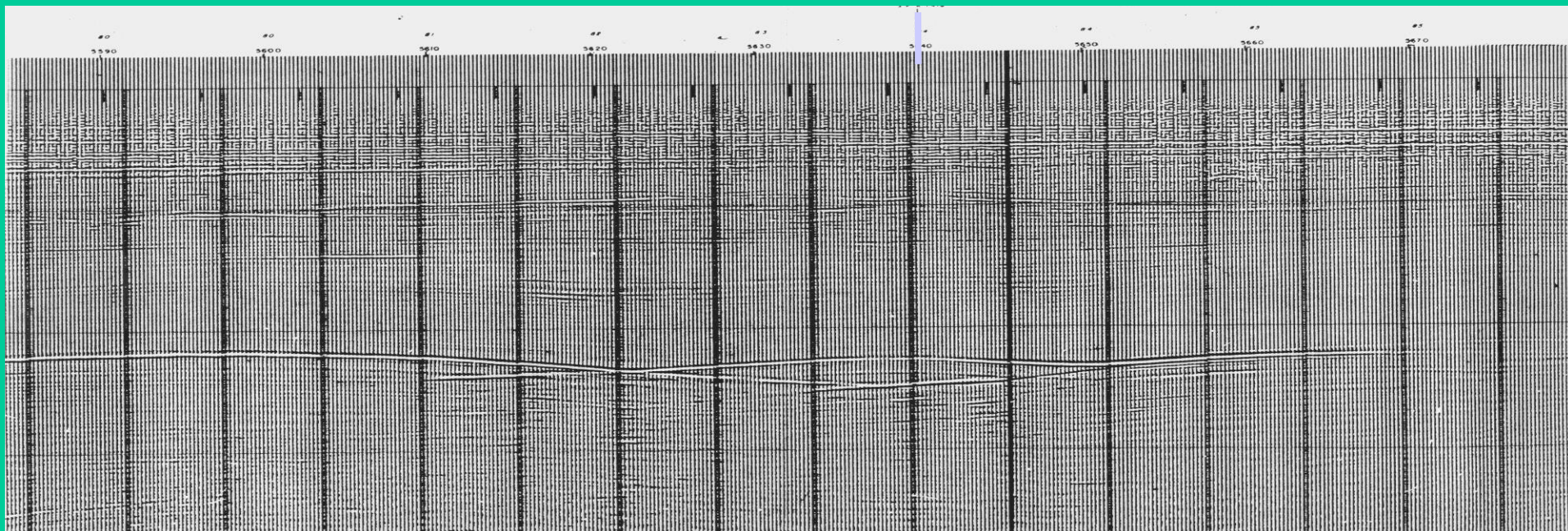
Nell'esempio di figura il pozzo Emilio-3 interessa una struttura che risulta particolarmente evidente lungo il profilo sismico B-414, mentre si hanno solo dei riflettori di margine-struttura lungo il profilo B-441. Questo suggerisce che il *trend* strutturale sarà circa parallelo alla B-441, e quindi si dovranno proiettare i dati di pozzo sulla B-414, benché sia più distante dal pozzo stesso.

B-441



B-414





Del Ben Anna - Interpretazione Sismica - Tarature



Le geometrie degli strati più superficiali, progradanti da ovest (linea di costa) verso est (centro del bacino) completamente diverse (pendenze opposte) rispetto ai riflettori profondi, implicheranno valutazioni *ad hoc* qualora si volessero tarare, con dati provenienti dallo stesso pozzo, anche questi riflettori.

