

Metodo sismico a riflessione

Il metodo piu' largamente diffuso per la prospezione geofisica del sottosuolo, fondamentale nell'esplorazione e lo sfruttamento di giacimenti di idrocarburi.

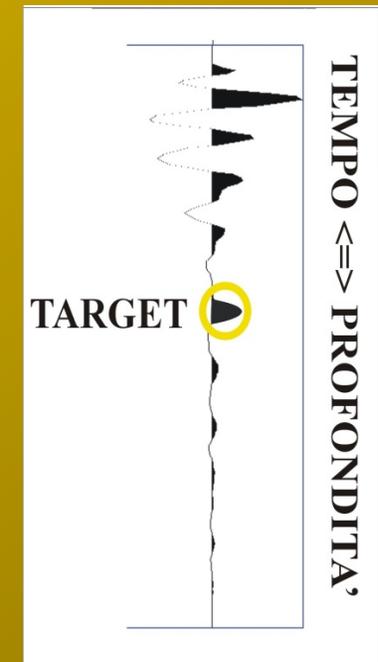
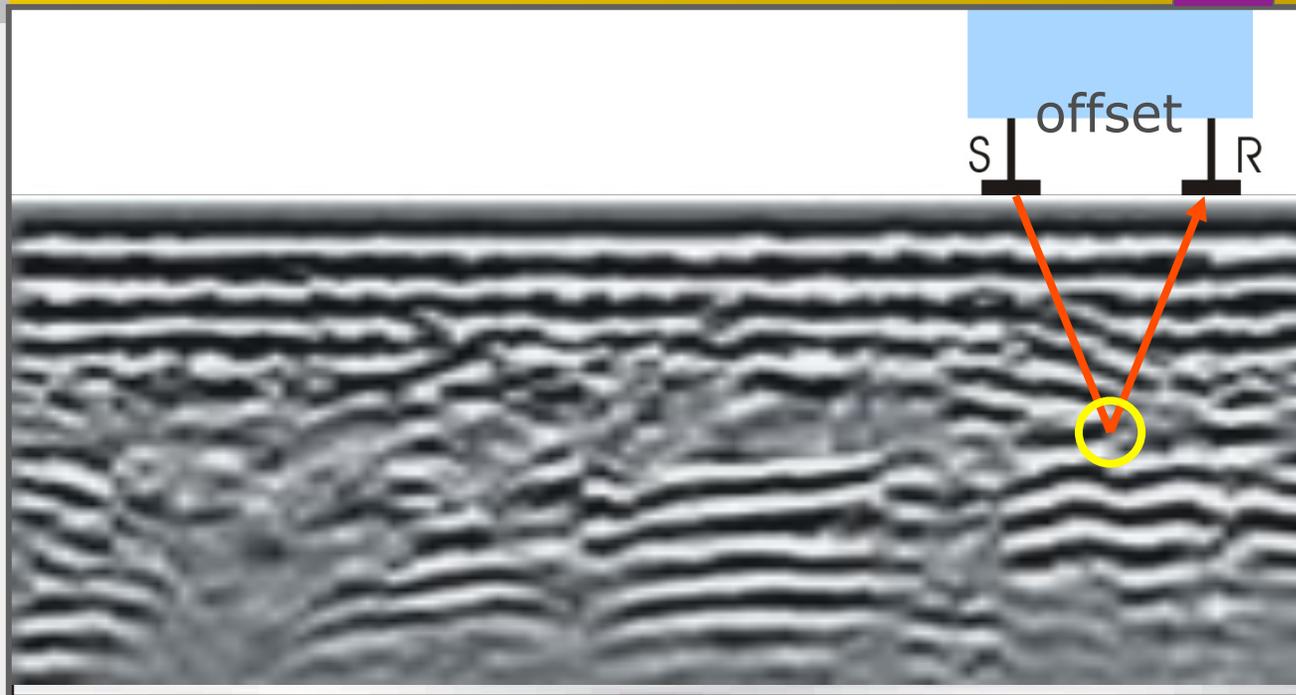
Fornisce informazioni piu' dettagliate di qualsiasi altro metodo non-invasivo su stratigrafia, struttura e proprieta' dei materiali.

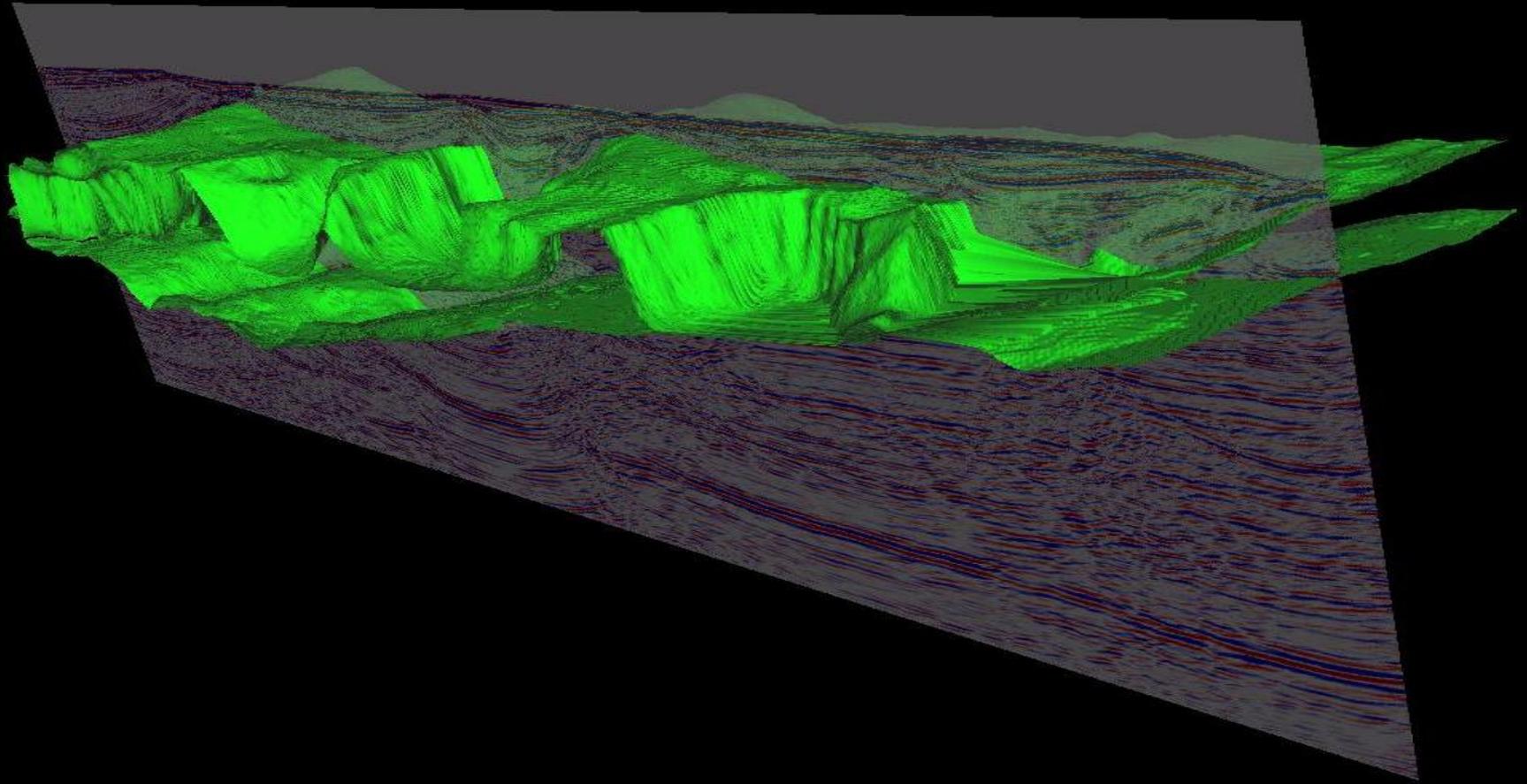
Utilizza tempi di arrivo, ampiezza e fase degli echi dalle discontinuita' nelle proprieta' elastiche presenti nel sottosuolo per ricavarne posizione e proprieta' fisiche (impedenza acustica, velocita' propagazione onde sismiche, parametri elastici)

La sismica a riflessione: fondamenti del metodo

SEZIONE SISMICA

TRACCIA SISMICA





Metodo sismico a riflessione

Sommario

Fattori fondamentali nella progettazione dei rilievi:
tipologia area (terra/mare), natura problema
geologico, accessibilita'

Qualita'/controllo di qualita'

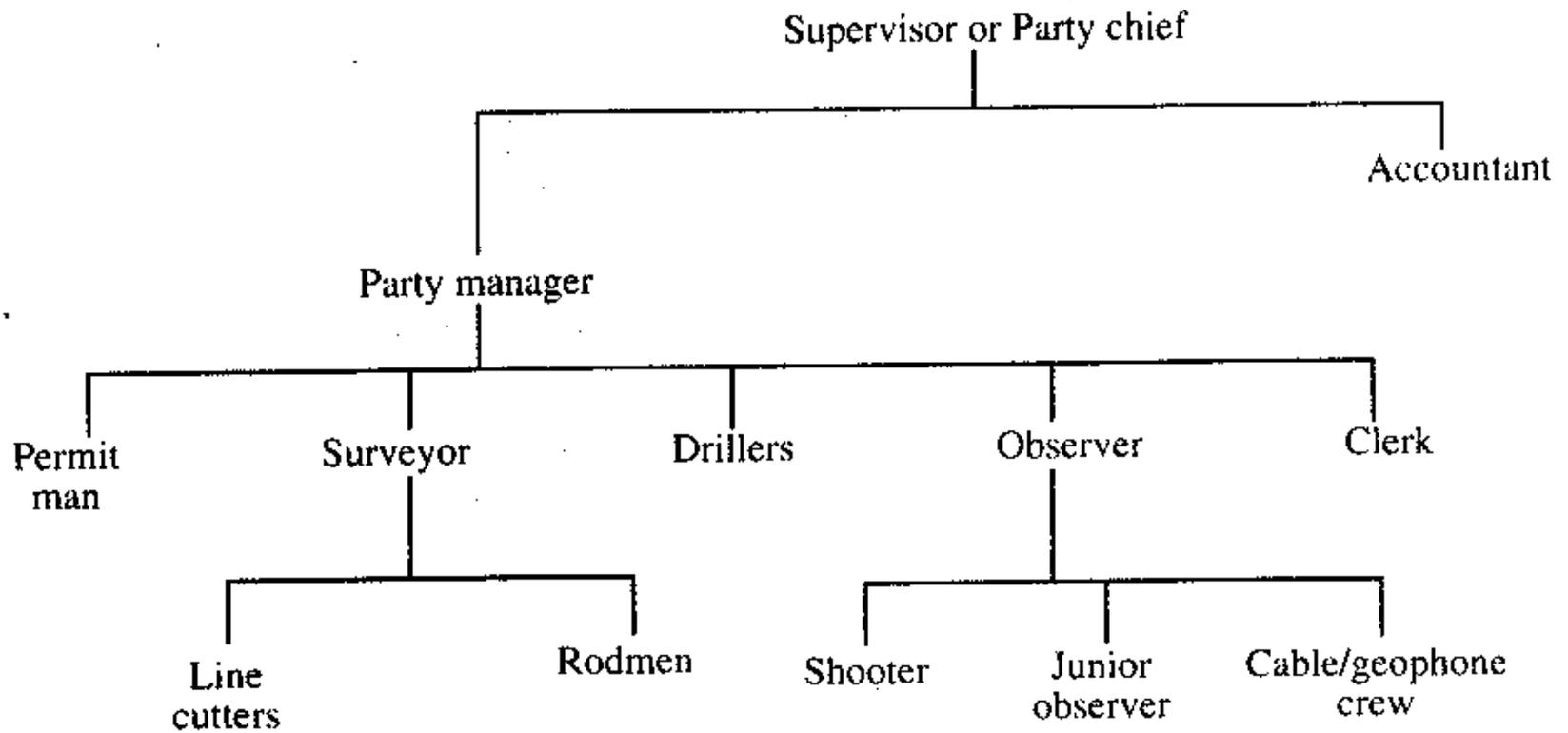
Organizzazione della squadra/costi

Array (sorgenti/sensori)

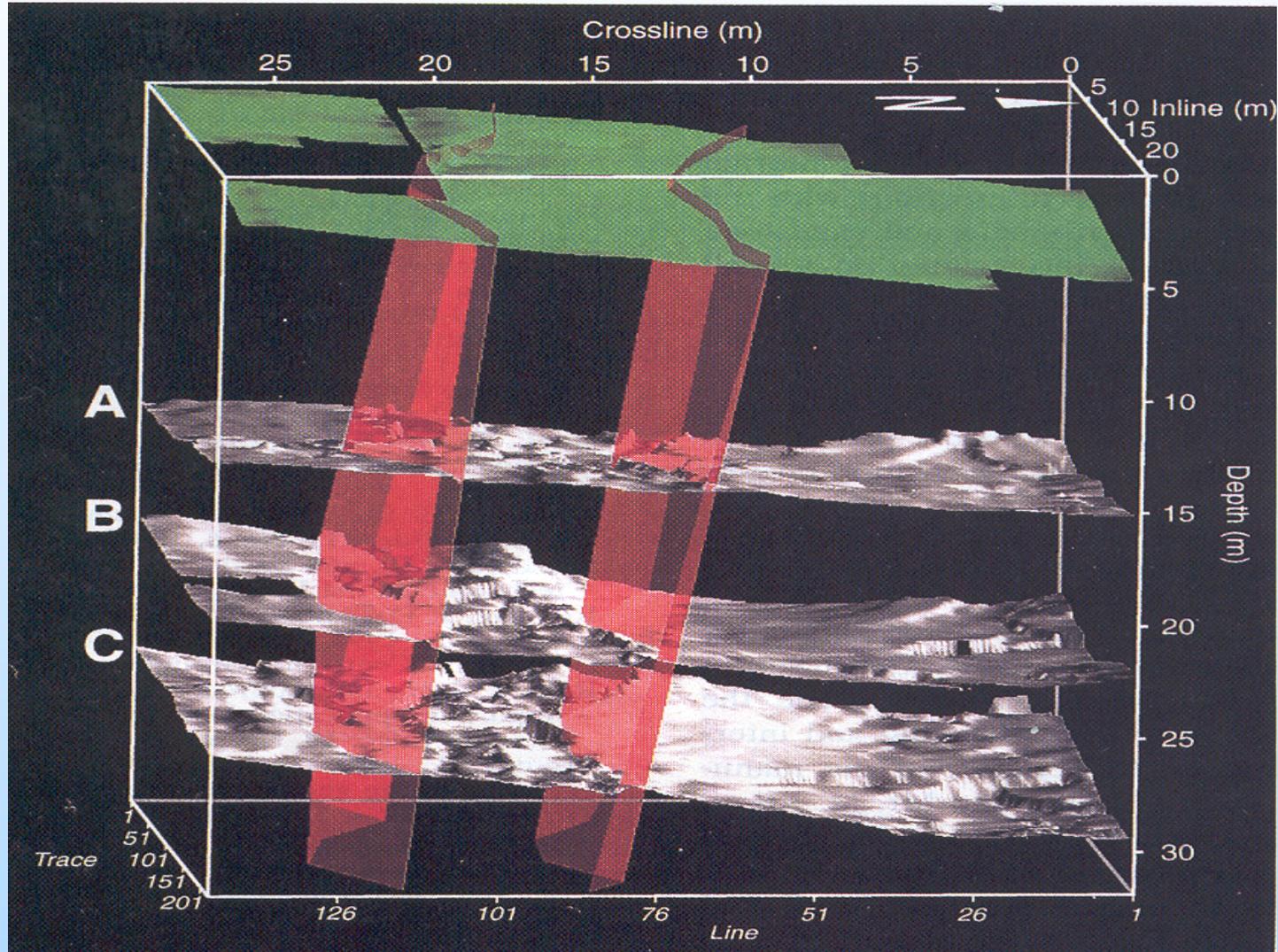
Tecniche particolari

Correzioni (residuali > per fondamentali cfr. Mod.I)

Organizzazione squadra



Operazioni a terra: programma



Operazioni a terra: programma

Quesito fondamentale: il lavoro proposto produrrà le informazioni richieste?

Progettazione in funzione delle strutture e della loro geometria [inclinazione/azimuth](migrazione)

Rapporto tra risoluzione ottenibile e strutture di interesse

Rapporti angolari tra linee sismiche e strutture

Riflessioni laterali e controllo incrociato

Variazioni superficiali/ostacoli

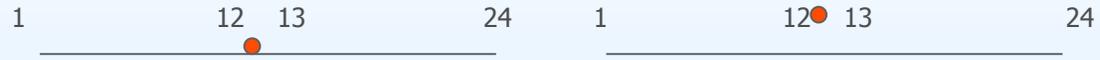
Operazioni a terra: programma

Regola generale:

Le linee sismiche dovrebbero essere estese con copertura massima all'esterno dell'area di interesse per un valore pari alla profondità' del target

Operazioni a terra: stendimenti

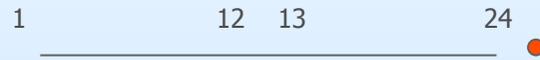
Split-dip (2)



Gapped split



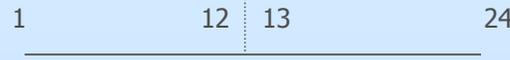
End-on



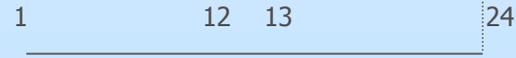
In-line offset



Broadside-T



Broadside-L



Cross

→ **STACKING CHART**

Acquisizione dati sismici a riflessione

Numero di sensori (geofoni/idrofoni) o gruppi di sensori puo' variare da 1 a diverse decine di migliaia.

In un rilievo 2-D (a terra) si usa la tecnica del **profilo continuo**:

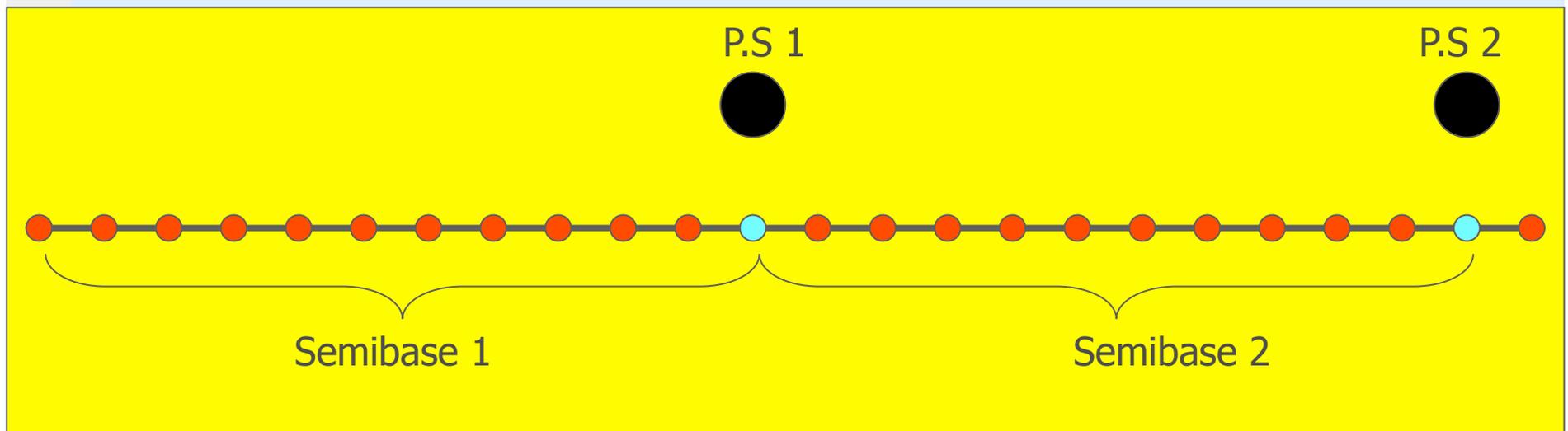
stendimenti di sensori collegati dal cavo sismico, di lunghezza media compresa tra 200 a diversi km sono disposti lungo il profilo (possibilmente rettilineo) da indagare.

Gli stendimenti sono divisi di norma in 2 semibasi che vengono alternativamente spostate nella direzione di avanzamento del profilo.

Acquisizione dati sismici a riflessione (2)

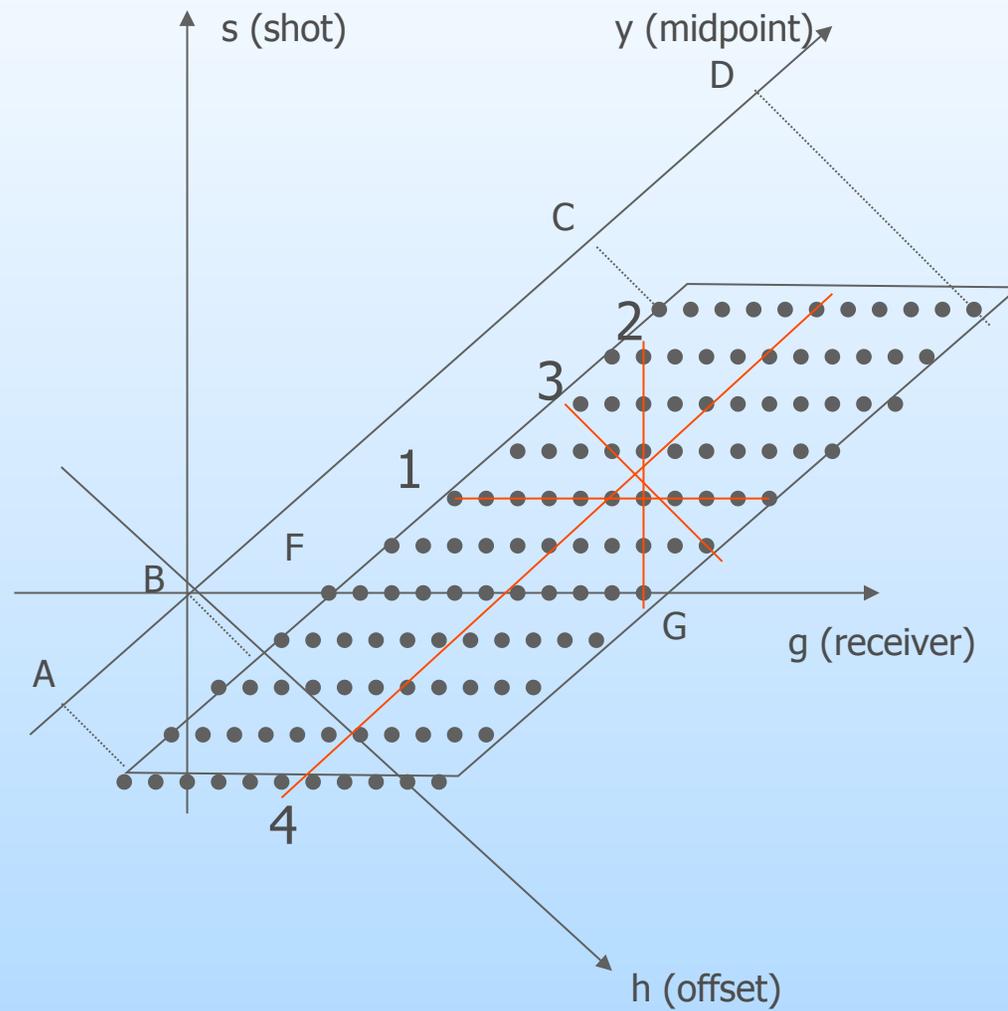
Acquisizione con semibasi da 12 canali e scostamento simmetrico.

Scostamento Punto Scoppio in media 10-80 m

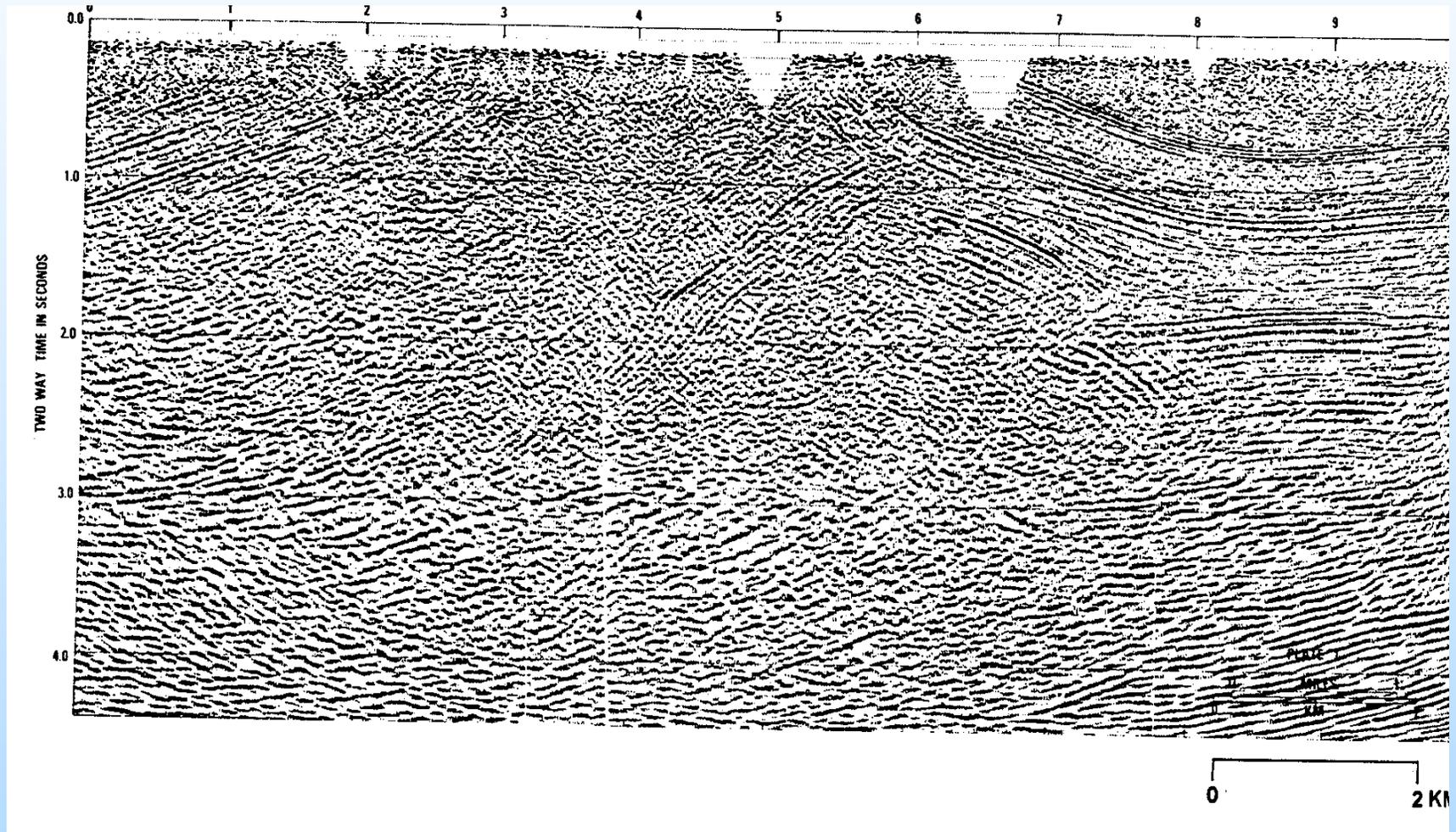


Se gruppi di geofoni per rimuovere Ground Roll, distanza tra geofoni estremi = λ ground roll

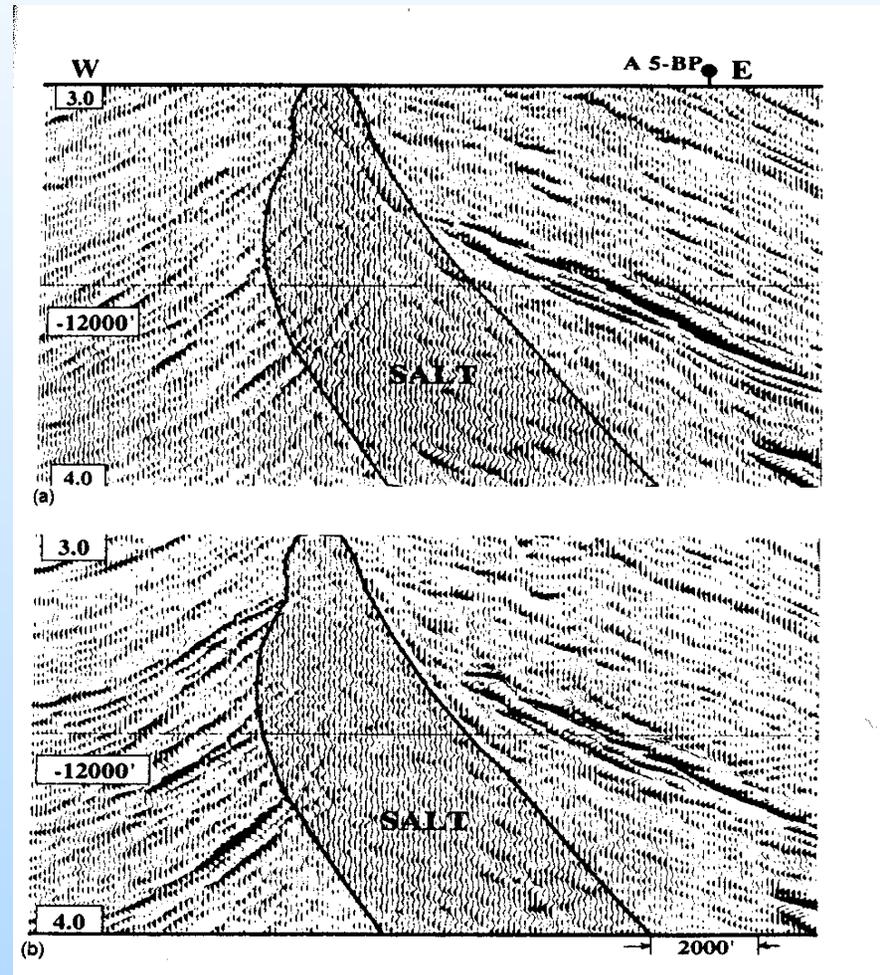
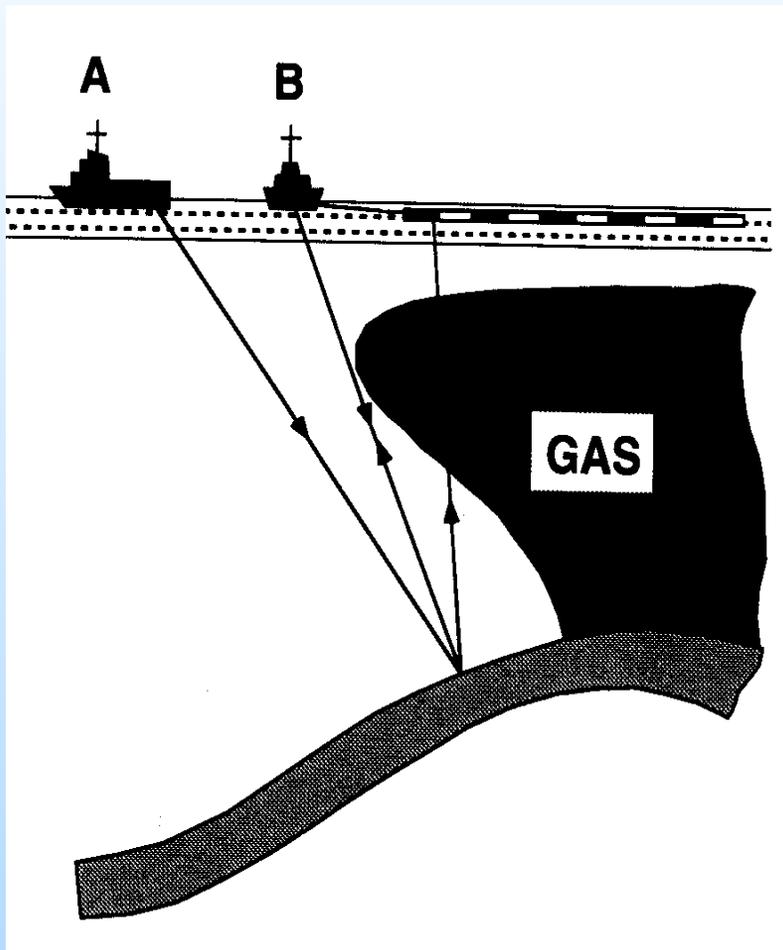
Operazioni a terra: stacking chart



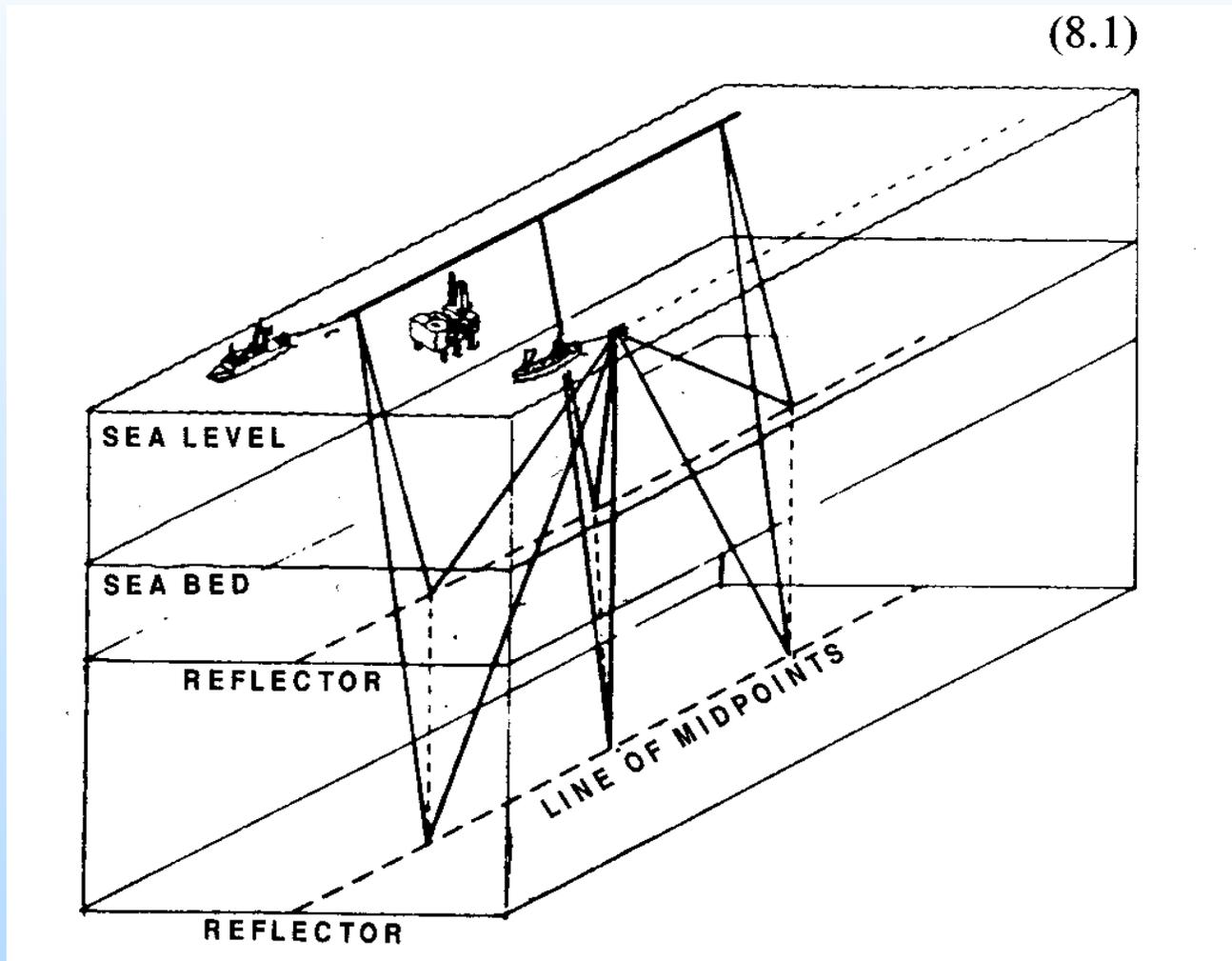
Operazioni a terra: GAP



Operazioni a terra: DIREZIONE



Operazioni a terra: UNDERSHOOTING



Operazioni a terra: Array

Un array e' un gruppo di sensori connessi ad un singolo canale di registrazione o un gruppo di sorgenti che vengono azionate simultaneamente.

Un'onda che viaggi lungo la verticale incontrera' i sensori di un array simultaneamente e l'output dei geofoni interferira' costruttivamente. Onde che viaggino lungo l'orizzontale incontreranno i geofoni in tempi diversi e si potra' verificare pertanto interferenza distruttiva.

Gli array forniscono quindi un sistema per discriminare onde provenienti da diverse direzioni.

Operazioni a terra: Array

Esistono array uniformi, lineari, areali.

La risposta dell'array (F) e' definita come

Output dell'array

Output dello stesso
Numero di elementi
Concentrati in un punto

$$F = \frac{O_A}{O_N}$$

Operazioni a terra: Array

Onda arriva a tempo t al geofono estremo sx.

Output geofono e' $A \sin \omega t$

Al geofono r onda arriva al tempo $t+r\Delta t$

Dove
$$\Delta t = \frac{\Delta x \sin \alpha}{V}$$

Output geofono r e' $A \sin \omega(t+r\Delta t) = A \sin(\omega t + r\gamma)$ dove γ e' la differenza di fase tra geofoni successivi, ovvero

$$\gamma = \omega \Delta t = 2\pi \nu \frac{(\Delta x \sin \alpha)}{V} = \frac{2\pi \Delta x}{\lambda} \sin \alpha = \frac{2\pi \Delta x}{\lambda_a}$$

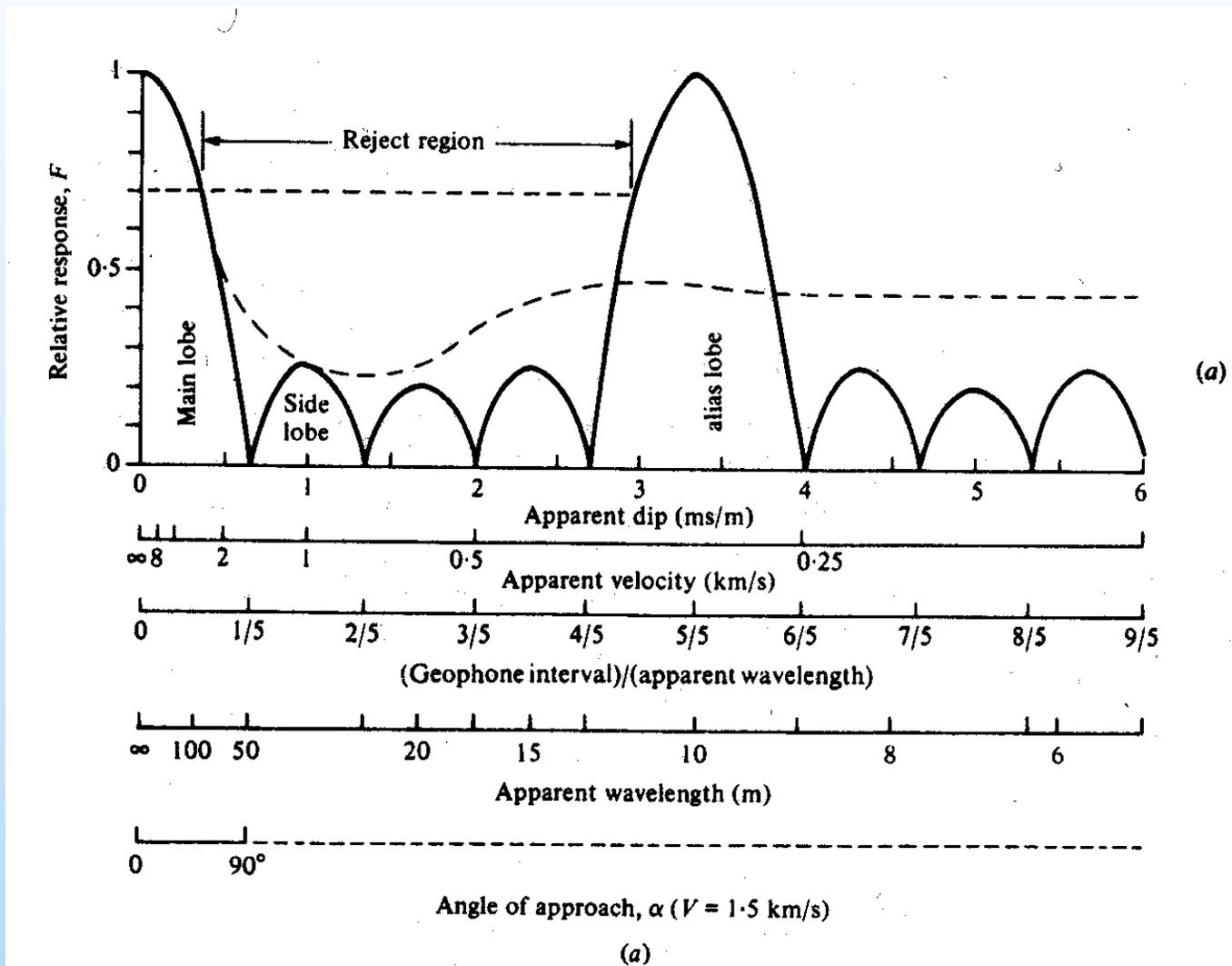
Operazioni a terra: Array

Output dell'array di n elementi sara'

$$h(t) = \sum_{r=0}^{n-1} A \sin(\omega t + r\gamma)$$

E dipendera' da n e da γ . Viene normalmente rappresentato in funzione di Δx , α , λ_a o V_a oppure usando l'ascissa adimensionale $\Delta x / \lambda_a$ o il dip moveout apparente $= \Delta t / \Delta x$

Operazioni a terra: Array



Operazioni a terra: Array

Regola generale:

Se il rumore coerente e' sinusoidale, un array di n elementi disposti lungo la direzione di propagazione dell'onda e spaziati di λ_a/n produrra' la cancellazione del rumore.

Operazioni a terra: selezione parametri acquisizione

1. Noise analysis
2. Offset massimo: comparabile con profondità' del target piu' profondo.
3. Offset minimo: minore/uguale alla profondità' del target piu' superficiale
4. Intervallo tra gruppi di geofoni: minore/uguale al doppio della risoluzione orizzontale desiderata

Operazioni a terra: selezione parametri acquisizione

5. Minimo numero canali: determinato da parametri precedenti
6. Minima potenza sorgente: determinata da rumore ambientale in parte profonda della sezione

Inoltre: lunghezza, orientazione e spaziatura profili

Operazioni a terra: campionamento spaziale

Campionamento spaziale

D_{\max} deve consentire di evitare aliasing e dipende quindi da frequenza massima ν_{\max} e pendenza massima

$$\begin{aligned} D_{\max} &\leq \frac{(\lambda_a)_{\min}}{2} = \frac{\lambda_{\min}}{2 \sin \alpha_{\max}} \\ &\leq \frac{\left(\frac{V}{\nu_{\max}} \right)}{2 \sin \alpha_{\max}} = \frac{\left(\frac{V}{\nu_{\max}} \right)}{2V \left(\frac{\Delta t}{\Delta x} \right)_{\max}} \\ &\leq \frac{1000}{2\nu_{\max} \left(\frac{\Delta t}{\Delta x} \right)_{\max}} \end{aligned}$$

Correzioni dati sismici a riflessione (2)

Correzioni statiche

Obiettivo: ridurre tempi di riflessione ad unico piano di riferimento.

Dati necessari:

Uphole time: tempo di arrivo dell'onda al geofono situato sul pozzetto di scoppio

Primi arrivi rifratti

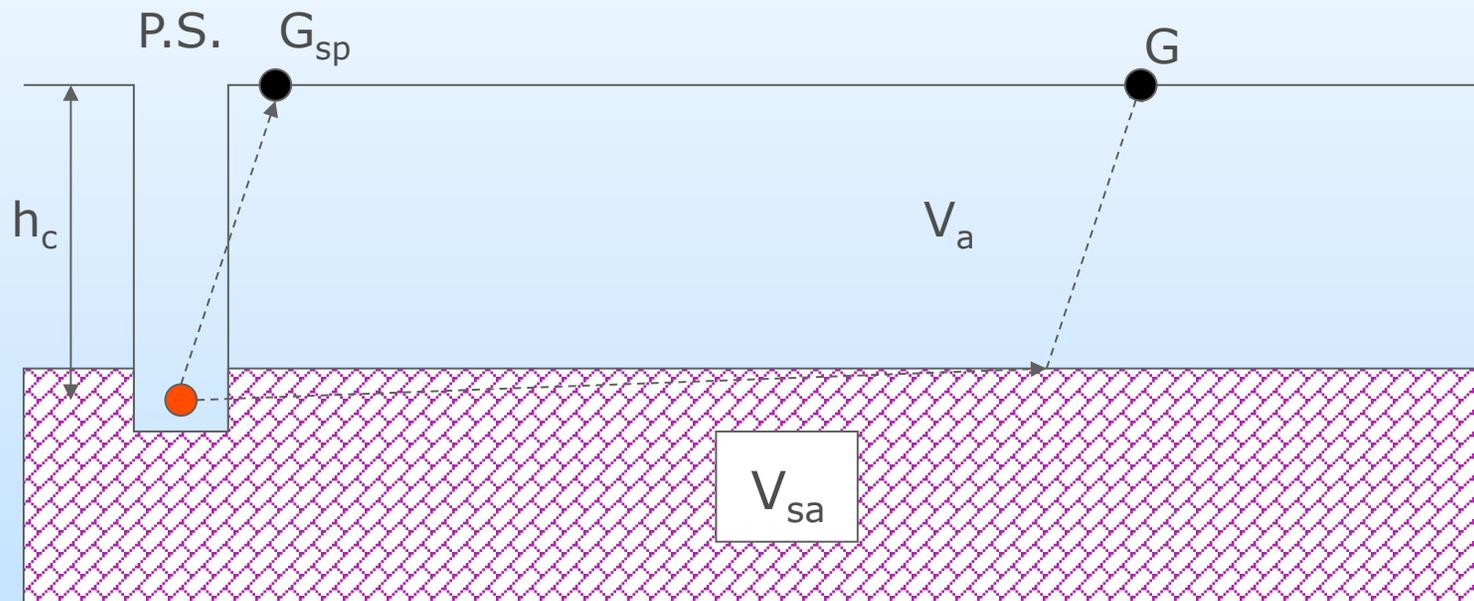
Da questi dati si ricavano:

$V_a =$ **velocita' aerato**

$V_{sa} =$ **velocita' subaerato**

Correzioni dati sismici a riflessione (3)

Correzioni statiche: calcolo potenza aerato

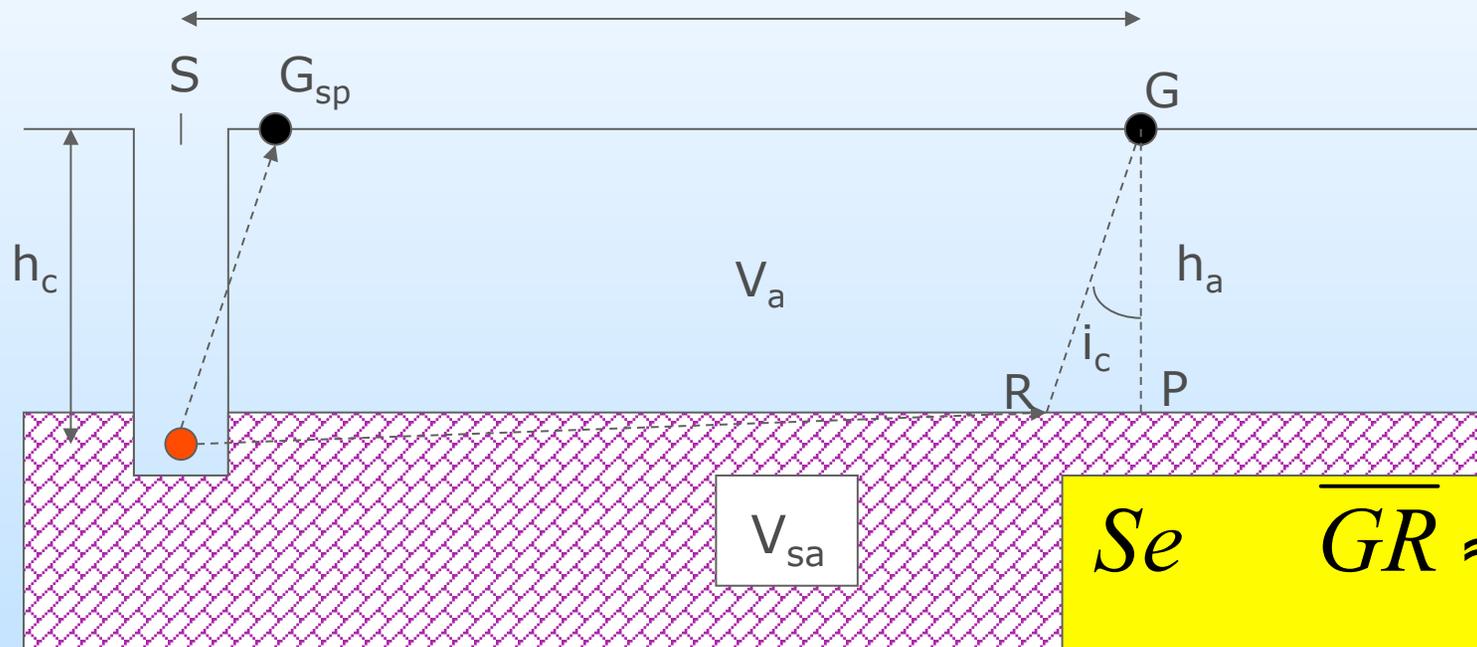


$$V_a \approx \frac{h_c}{t_{sp}}$$

In alternativa, misura con stendimento breve (circa 30m, $\Delta G=2.5m$) e calcolo V_a e V_{sa} da dromocrone

Correzioni dati sismici a riflessione (4)

Correzioni statiche: calcolo potenza aerato



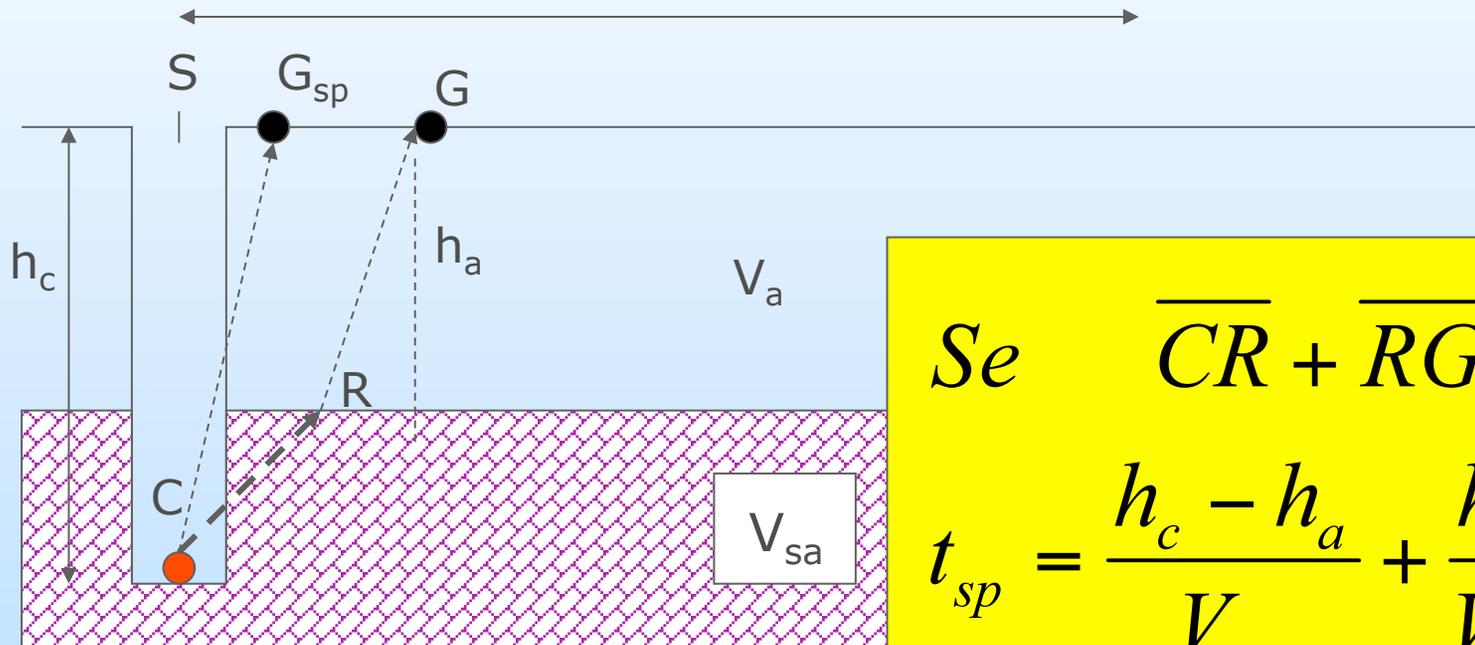
$$Se \quad \overline{GR} \approx \overline{GP}$$

$$t_i = t_{prc} - \frac{x}{V_{sa}}$$

$$h_a = v_a \cdot t_i$$

Correzioni dati sismici a riflessione (5)

Correzioni statiche: calcolo potenza aerato



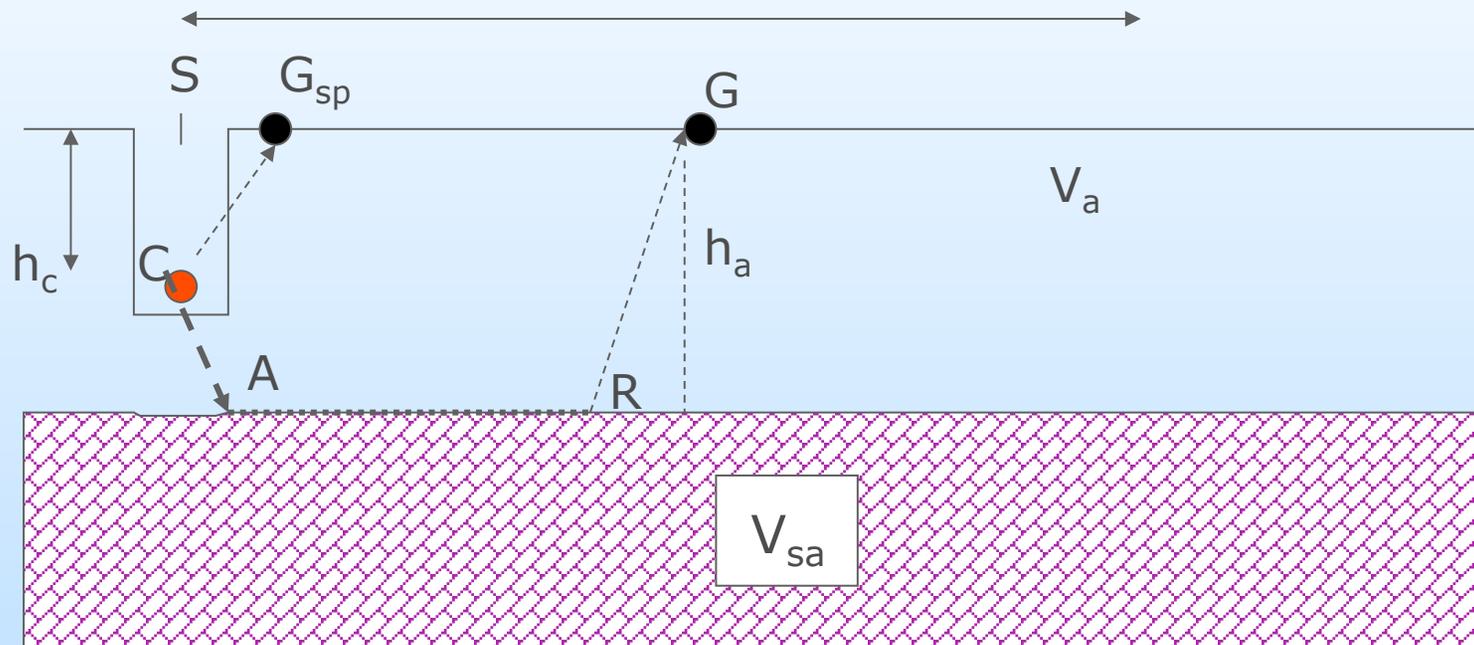
$$Se \quad \overline{CR} + \overline{RG} \approx h_c$$

$$t_{sp} = \frac{h_c - h_a}{V_{sa}} + \frac{h_a}{V_a}$$

$$h_a = \frac{v_a (t_{sp} V_{sa} - h_c)}{V_{sa} - V_a}$$

Correzioni dati sismici a riflessione (6)

Correzioni statiche: calcolo potenza aerato

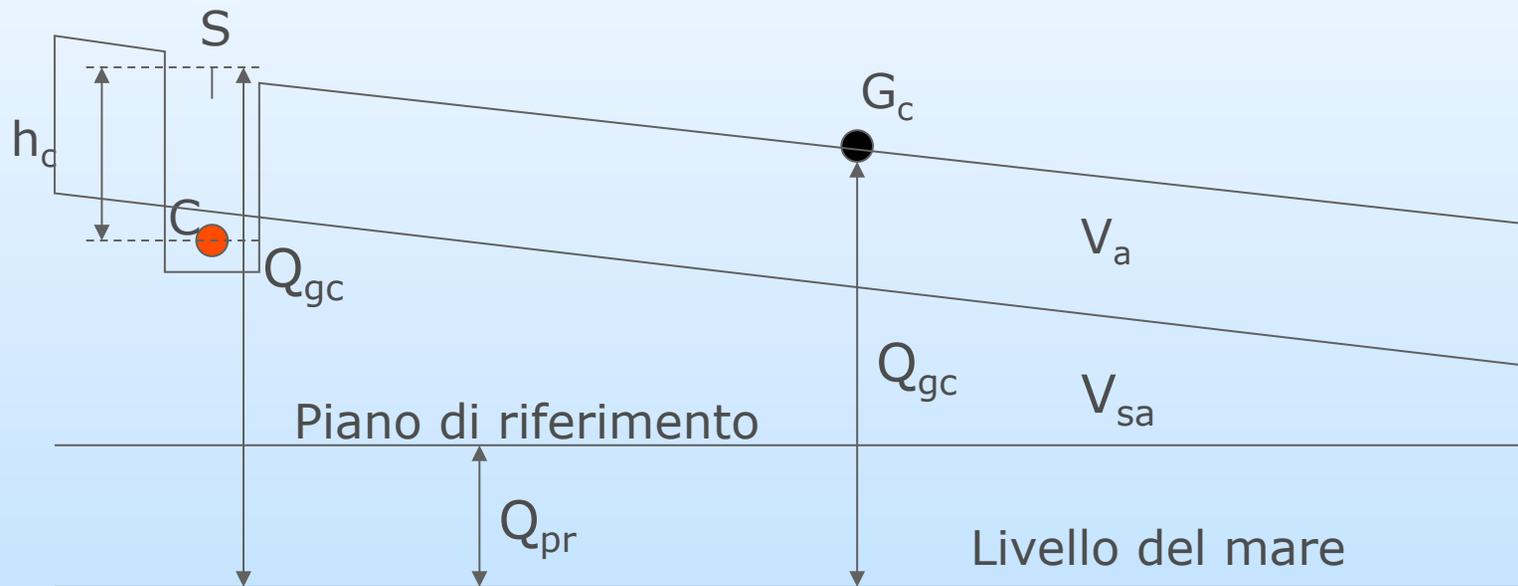


$$SC + CA + RG = 2RG$$

$$t_i = \frac{t_{sp} + t_{ia}}{2}$$

Correzioni dati sismici a riflessione (7)

Correzioni statiche: riduzione al piano di riferimento



$$R_{ps} = \frac{Q_{ps} - (Q_{pr} + h_c)}{V_{sa}}$$

$$R_{gc} = t_i + \frac{Q_{gc} - (Q_{pr} + h_a)}{V_{sa}}$$

Correzioni dati sismici a riflessione (8)

Correzioni statiche: riduzione al piano di riferimento

$$R_{ps} = \frac{Q_{ps} - (Q_{pr} + h_c)}{V_{sa}}$$
$$R_{gc} = t_i + \frac{Q_{gc} - (Q_{pr} + h_a)}{V_{sa}}$$

Segni:

Se Pr sotto PS e sotto aerato: $R_{ps}, R_{gc} > 0$

Se Pr sopra PS (sopra/sotto aerato): $R_{ps} < 0, R_{gc} > 0$

Se Pr sopra superficie topografica: $R_{ps} < 0, R_{gc} < 0$