

CORSO DI LAUREA TRIENNALE RTTP
Curriculum TUTELA e RIASSETTO DEL TERRITORIO

**Corso di Tutela del paesaggio agricolo-forestale e riassetto idraulico del
territorio**

Titolare: Prof. Mario A. Lenzi

Analisi granulometriche (Parte II)

Campionamento superficiale
ed analisi numerale

Metodologie di campionamento superficiale

parziali

totale

Pebble counts
(in linea)



manuale

Grid counts
(a reticolo)



Manuale
o
fotografico

Areal samples



Manuale
o
fotografico



Non adatto per
alvei grossolani
(presenza di
ciottoli e massi)

Non adatti per caratterizzare la
componente sabbiosa (< 2 mm)

Selezione dei clasti da misurare in campo nel campionamento in linea ed a reticolo

Si stabilisce innanzitutto:

- **quanti elementi sono da misurare**
- **a che interdistanza campionare**

Successivamente:

Selezione **casuale** camminando
lungo linee immaginarie
(Wolman 1954)

Selezione **sistematica**
lungo linee ad intervalli regolari

Preferibile per i minori errori
dell'operatore

Distanza di campionamento

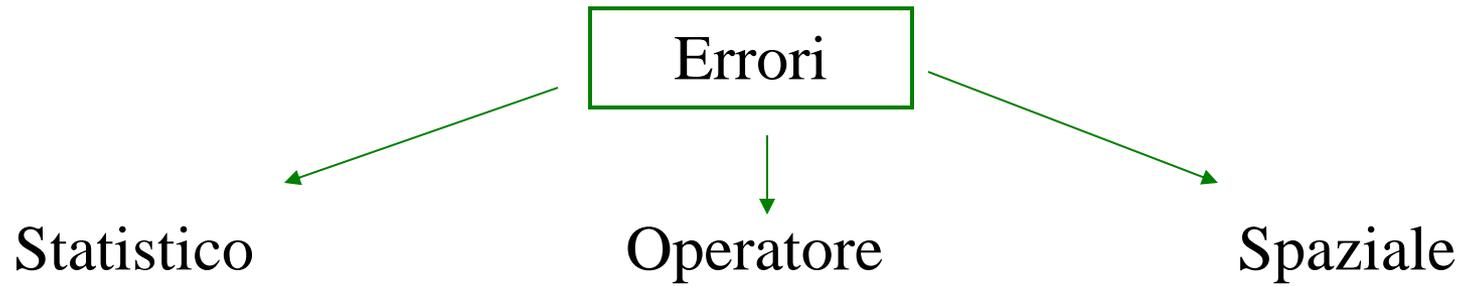
Nel metodo casuale:

Deriva da quanti clasti voglio campionare;
di solito 1-2 passi, senza tener conto della granulometria

Nel metodo sistematico:

$$1-2 D_{\max}$$

In modo da evitare il doppio conteggio degli elementi grossolani, fonte di ulteriore errore



- **Statistico:**

deriva dall'estrarre un campione da una popolazione.
Viene ridotto aumentando la numerosità campionaria.

- **Operatore:**

deriva dalla “predilezione” di misurare clasti di dimensioni intermedie. Viene ridotto adottando alcune metodologie di campo. Cresce con il numero di operatori ed in misura relativa con la numerosità campionaria

- **Spaziale:**

deriva dalla eterogeneità spaziale del sedimento in un tratto, che può rendere non rappresentativo del tratto un campione.
Può essere evitato adottando schemi di campionamento segregati

Errore statistico

Numerosità del campione

Assumendo una distribuzione **normale** si ha:

$$n = \left(\frac{t \cdot \sigma}{e} \right)^2$$

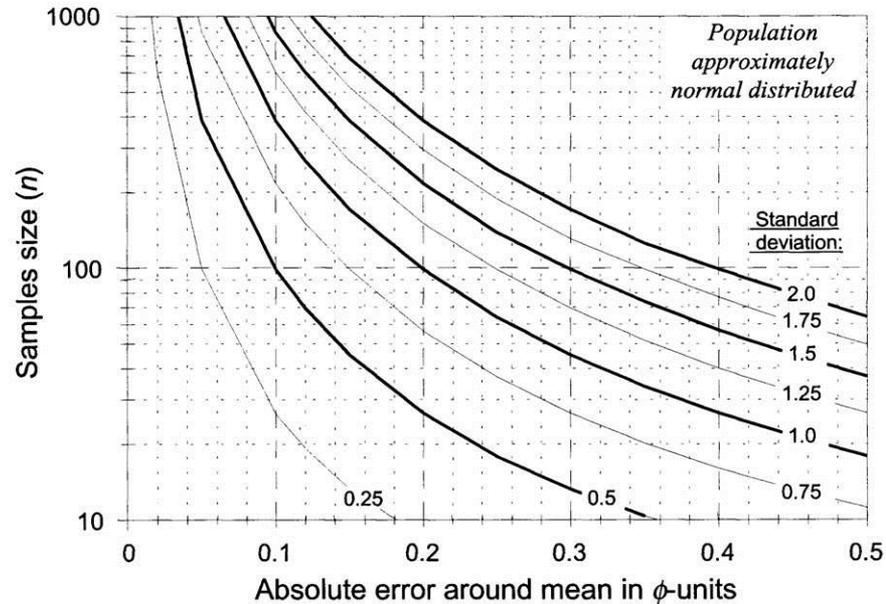
n = numerosità campionaria

t = valore t di student associato ad un certo livello di confidenza (tipicamente $\alpha=0.05$). Non dipende dalla numerosità se $n > 200$.

σ = deviazione standard della popolazione (da s la deviazione standard campionaria s_1 , e.g. tramite un precampionamento) $s_1 = \frac{|\phi_{84} - \phi_{16}|}{2}$

e = errore assoluto accettato sulla media (in unità ϕ). Di solito $\pm 0.2 \phi_m$.

Curve numerosità campionaria-errore assoluto per diversi gradi di non-uniformità granulometrica per valori di confidenza $\alpha=0.05$



Dato un certo errore accettabile:

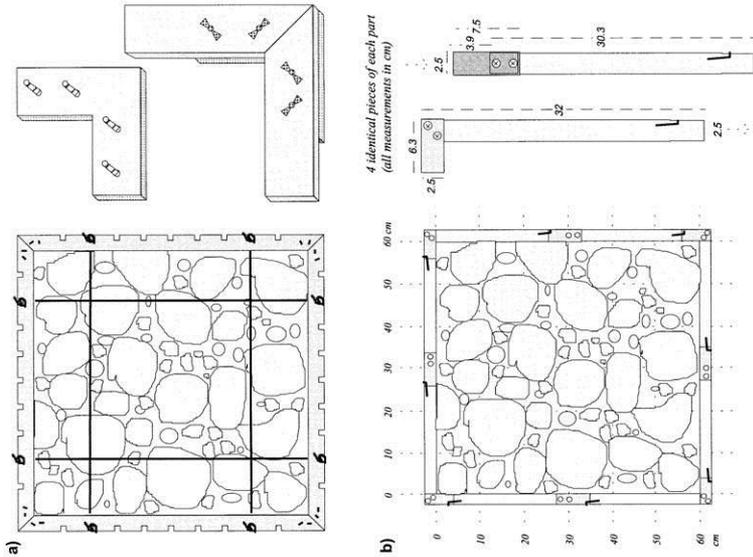
Se con $s_1 = 0.75$ (alveo a canali intrecciati di pianura) risulta $n = 60$

→ con $s_1 = 2.5$ (torrente a forte pendenza) → **$n = 400$**

Lo stesso avviene considerando una variazione dell'errore a parità di s_1

Errori dovuti all'operatore

- Per identificazione, prelievo e misura dell'elemento
- Maggiori problemi in condizioni di sommergenza
- Si tendono ad evitare le zone poco accessibili o scomode
(solo per metodo casuale)
- Quale larghezza del canale è da considerare ? Magra o piena ?
- Le particelle più fini ($< 4-16$ mm) tendono ad essere trascurate
- Qual' è la dimensione massima da campionare ?
- I ciottoli più grossi ed i massi tendono a venire anch'essi evitati
(solo per il metodo casuale)



Griglia di campionamento
 da accostare alla linea del transetto
 per l'individuazione dell'elemento

**Modelli per l'assegnazione alle
 varie classi diametriche
 da usare al posto del calibro
 se si assume una distribuzione
 normale per classi di ϕ**

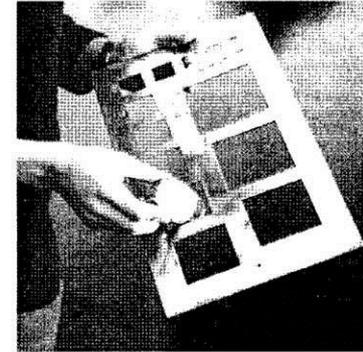


Fig. 2.5: Template in 0.25 ϕ -units used by Hey and Thorne (1983); Reproduced by permission of the American Society of Civil Engineers.

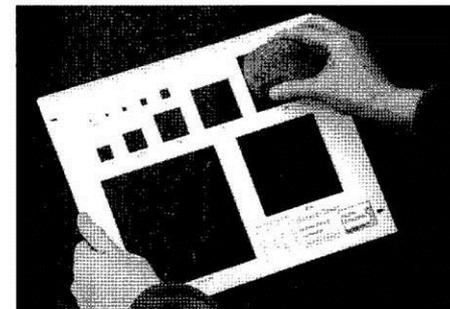


Fig. 2.6: Template available from Hydro Scientific Limited, Stratford-on-Avon, Warwickshire CV37 8EN, UK. Fax/phone: +44-1789-750965, email: HydroSci@aol.com; website: <http://members.aol.com/HydroSci>. Photo courtesy of Hydro Scientific.

Errori dovuti all'eterogeneità spaziale del sedimento



Sono decisamente **rari** corsi d'acqua pedemontani e montani aventi interi tratti granulometricamente omogenei spazialmente

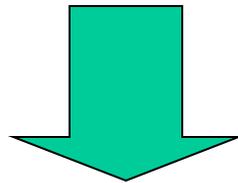


L'eterogeneità spaziale è la norma,
su scala minore tanto maggiore è la pendenza



Si possono distinguere 3 tipi di schemi spaziali di campionamento:

- Integrati (campionamento non stratificato; + veloci, - precisi)
- Segregati (campionamento stratificato; + laboriosi, + precisi)
- Localizzati (campionamento solo su piccole aree; per scopi particolari)



Maggiore è l'eterogeneità spaziale del tratto, maggiore è l'incremento di precisione derivante dall'adottare schemi segregati

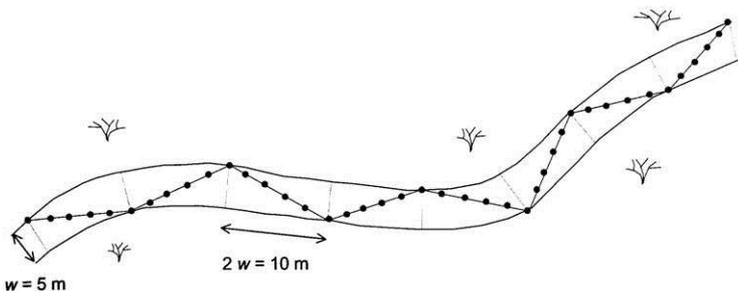


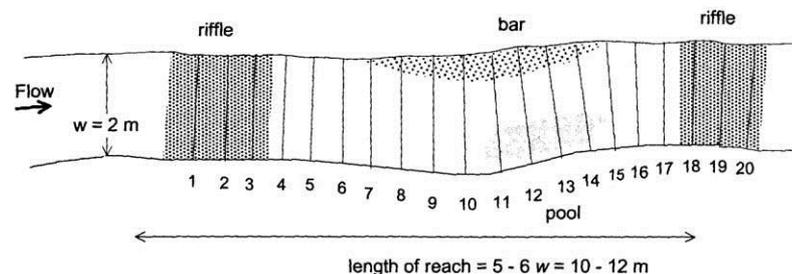
Fig. 6.2: Systematic zigzag sampling scheme with bank contact points evenly spaced at two stream widths. The ratio of thalweg length to length of the zigzag course is 0.9.

Zig zag predefinito
per piccoli corsi d'acqua
piuttosto omogenei

Transetti uniformemente separati per
coprire tutte le unità morfologiche e
sedimentarie in caso di marcata
eterogeneità spaziale; tanto più vicini
tanto maggiore l'eterogeneità

Schemi integrati

Small stream



Medium-sized stream

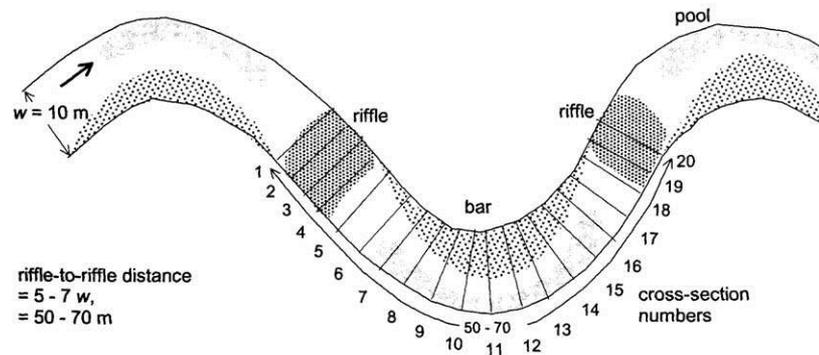


Fig. 6.5: Sampling grid with 20 cross-sections covering the entire reach in a small (top) and medium-sized (bottom) stream.

T. Cordevole ad Arabba











Schemi segregati

Stratificazione in base a:

- unità morfologiche
(p.e. barre, *pool*, *riffle*)

- unità sedimentarie
(p.e. fine, media, grossolana)

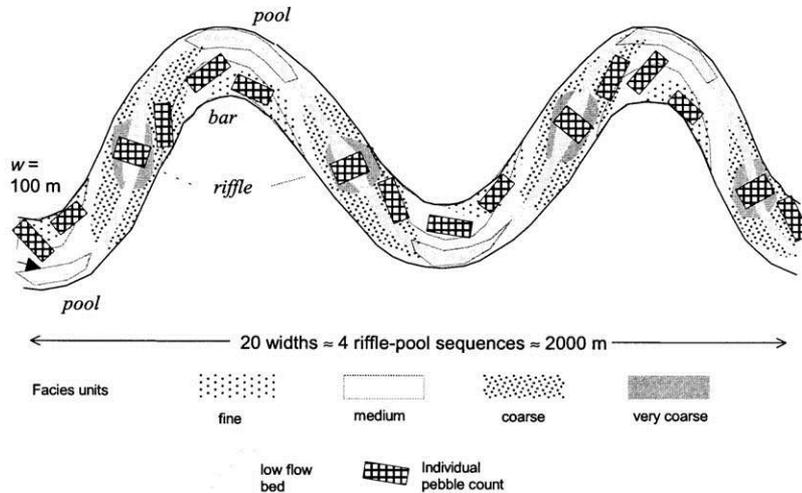


Fig. 6.15: Spatially segregated sampling in a long reach with large and recurring facies units: each pebble count covers only part of a facies unit.

Per ottenere la distribuzione mediata sul tratto si deve effettuare una media delle frequenze di ogni classe ponderata sulle aree di ogni unità

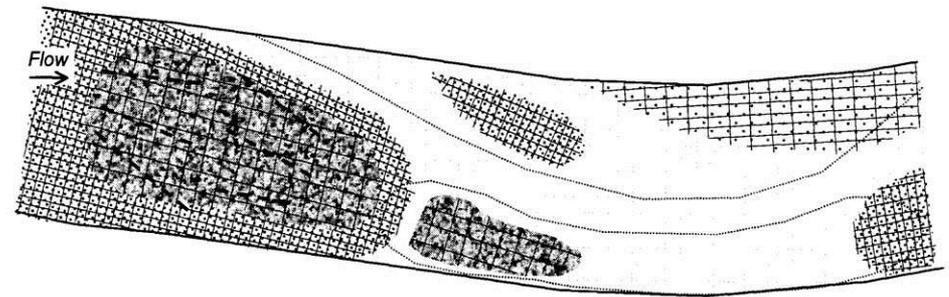
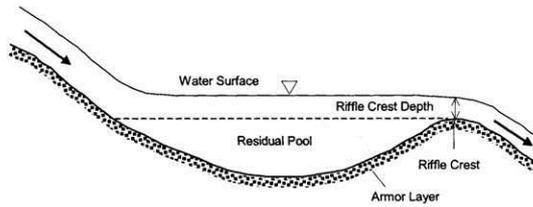


Fig. 6.12: Spatially segregated sampling using a different grid for each facies unit (same legend as Fig. 6.11).

Schemi localizzati

A. Longitudinal Profile



B. Cross Section

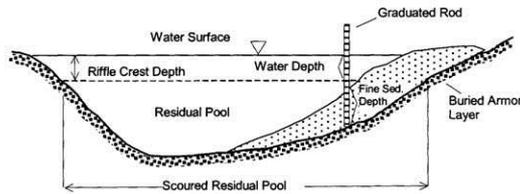
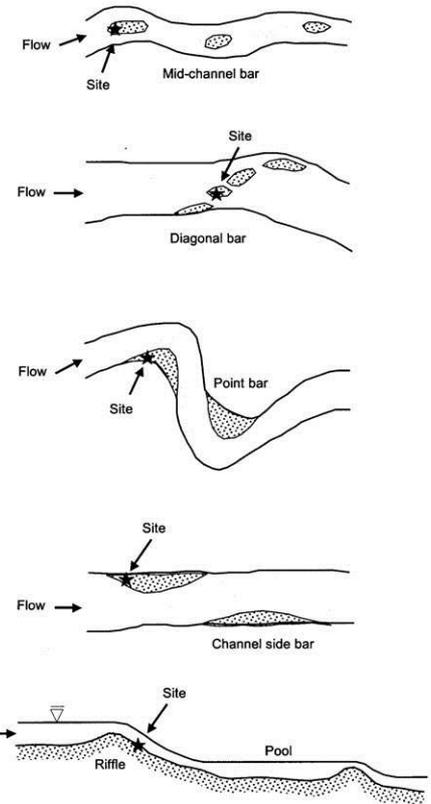


Fig. 6.22: (A) Longitudinal profile of a pool, showing the riffle crest and the area included in the residual pool volume. (B) Cross-section of a pool, showing measurement of water and fine sediment depth and volume of water and fine sediment in the scoured residual pool (Redrawn from Hilton and Lisle (1993)).

Granulometria dei *pool*

Per valutare il grado di corazzamento superficiale e/o il sedimento fine depositatovi

Materiale grossolano in testa alle barre
per stimare la “competenza” del corso d’acqua
durante un evento di piena ordinario
e/o straordinario



★ Preferred Sampling Locale (unless surface material dictates otherwise)

Fig. 6.21: Gravel-bar sampling sites for stream competence analysis (Redrawn from Yuzuk 1986).





In *definitiva*, un progetto di campionamento granulometrico prevede i seguenti passi:

1. Specificare l'*obiettivo* dello studio e la popolazione di sedimento da analizzare
2. Arrivare a conoscere il corso d'acqua (topografia, idrologia, geomorfologia)
3. *Selezionare il sito* di campionamento
4. Familiarizzare con il sito di campionamento
5. Decidere il *metodo di campionamento* adatto
6. Stabilire la *precisione* desiderata
7. Condurre uno *studio pilota* (D_{\max} , deviazione standard, validare punti 5 e 6)
8. Stimare la *numerosità campionaria*
9. Determinare lo *schema di campionamento spaziale* adeguato
10. Preparare i moduli di registrazione, allocare il numero dei punti campionari, stimare il tempo richiesto in campagna, decidere se ulteriori operatori possano portare beneficio