

Elementi di Teoria del campionamento



Prof. Giovanni Fulvio Russo
Università Parthenope,
Napoli

Parte del
programma su
campionamento e
analisi dei dati:



testo di riferimento
(disponibile in
biblioteca)

STATISTICAL ECOLOGY

A PRIMER ON METHODS
AND COMPUTING

John A. Ludwig

CSIRO Division of Wildlife and Ecology
Deniliquin, NSW, Australia

James F. Reynolds

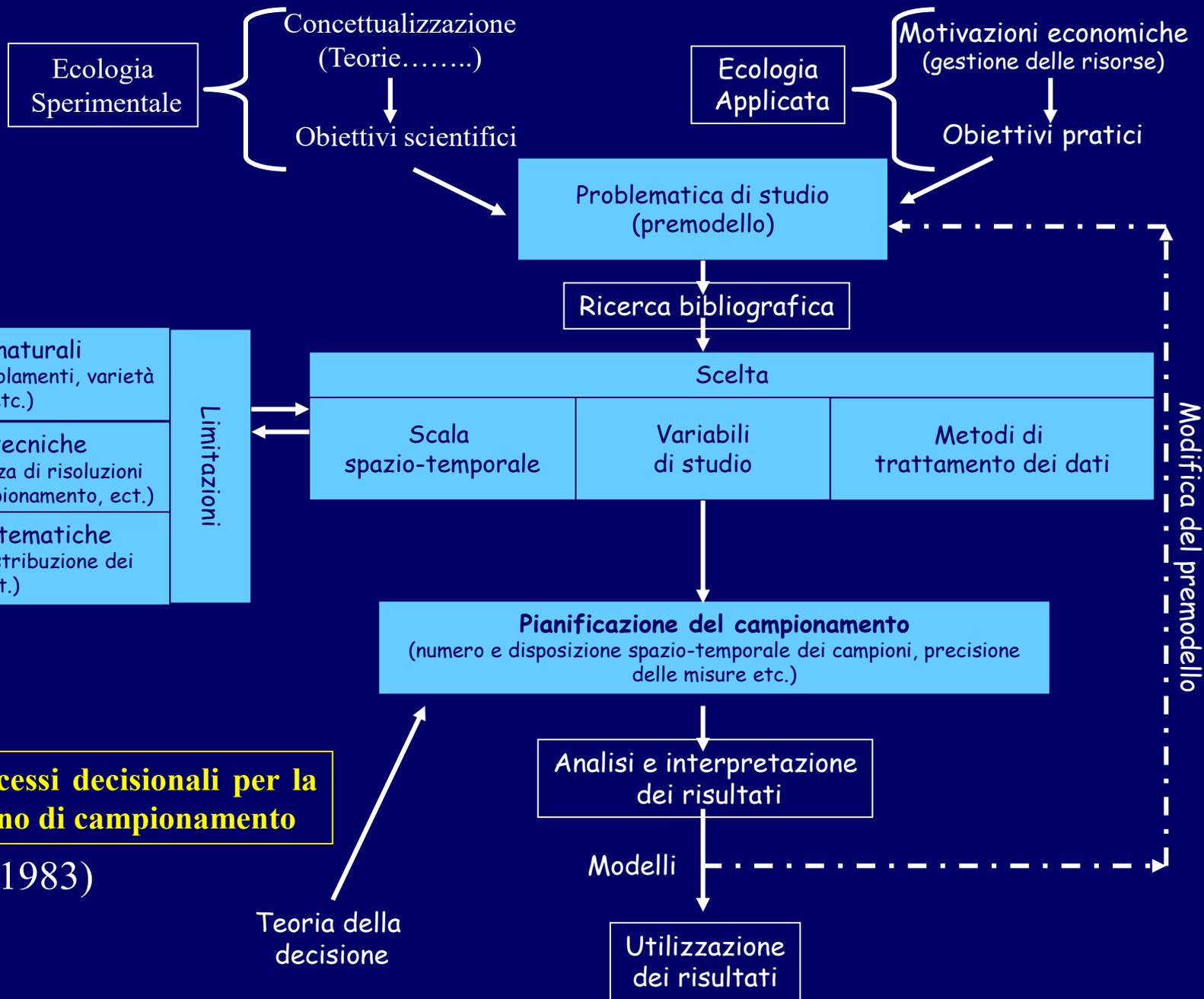
San Diego State University
San Diego, California



A WILEY-INTERSCIENCE PUBLICATION

JOHN WILEY & SONS

NEW YORK • CHICHESTER • BRISBANE • TORONTO • SINGAPORE



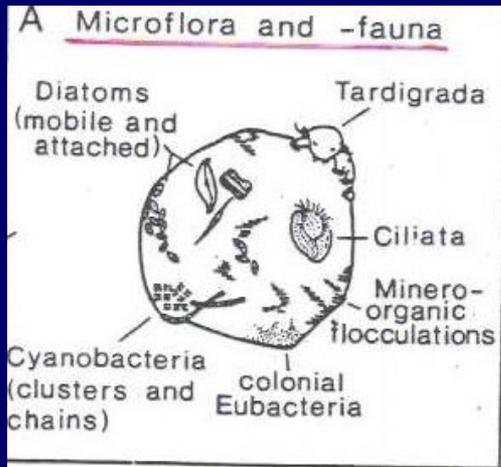
Schema di processi decisionali per la scelta di un piano di campionamento

(da Frontier, 1983)

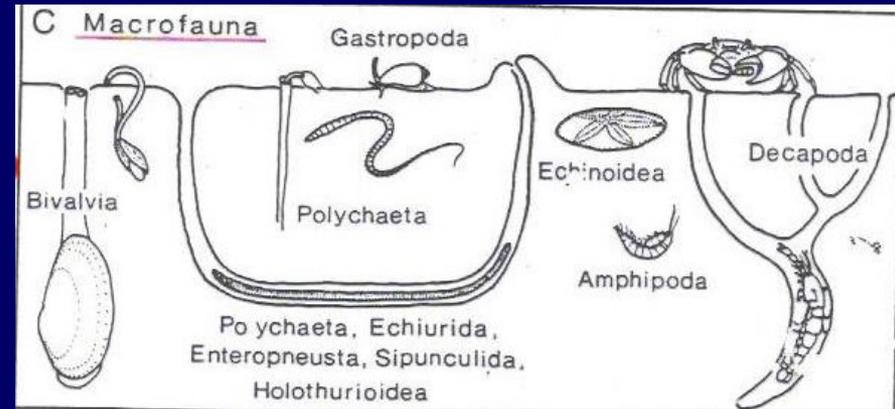
Teoria della decisione

Modifica del premodello

Scelta della scala spazio-temporale

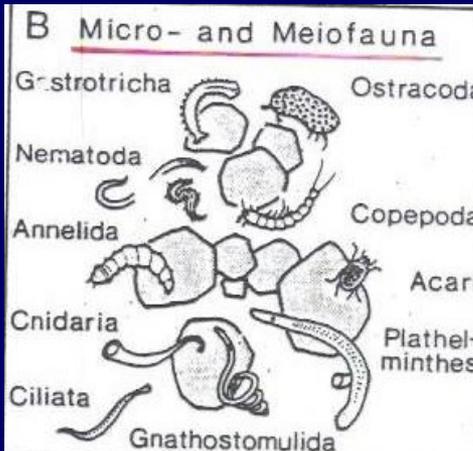


Dipende dalle dimensioni degli organismi

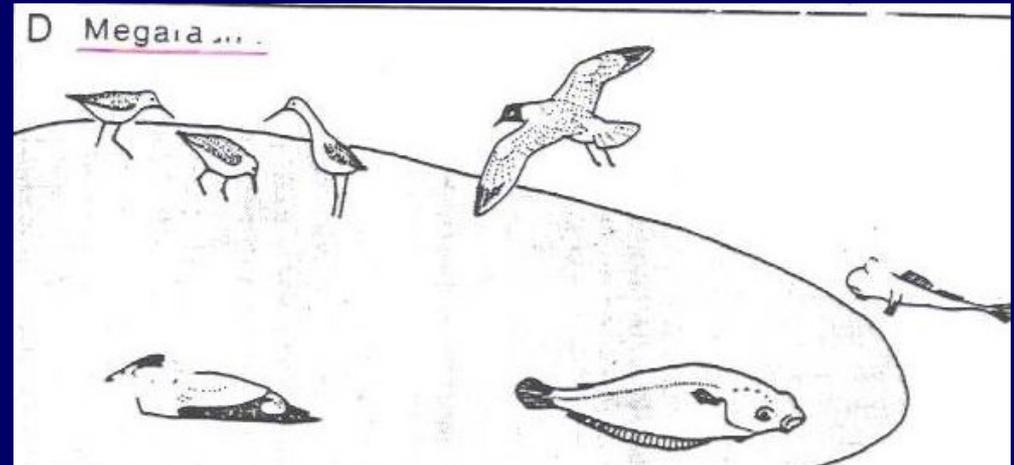


(A) Micro-fauna,
Taglia < 0.1 mm

(C) Macro-fauna,
1 < Taglia < 100 mm



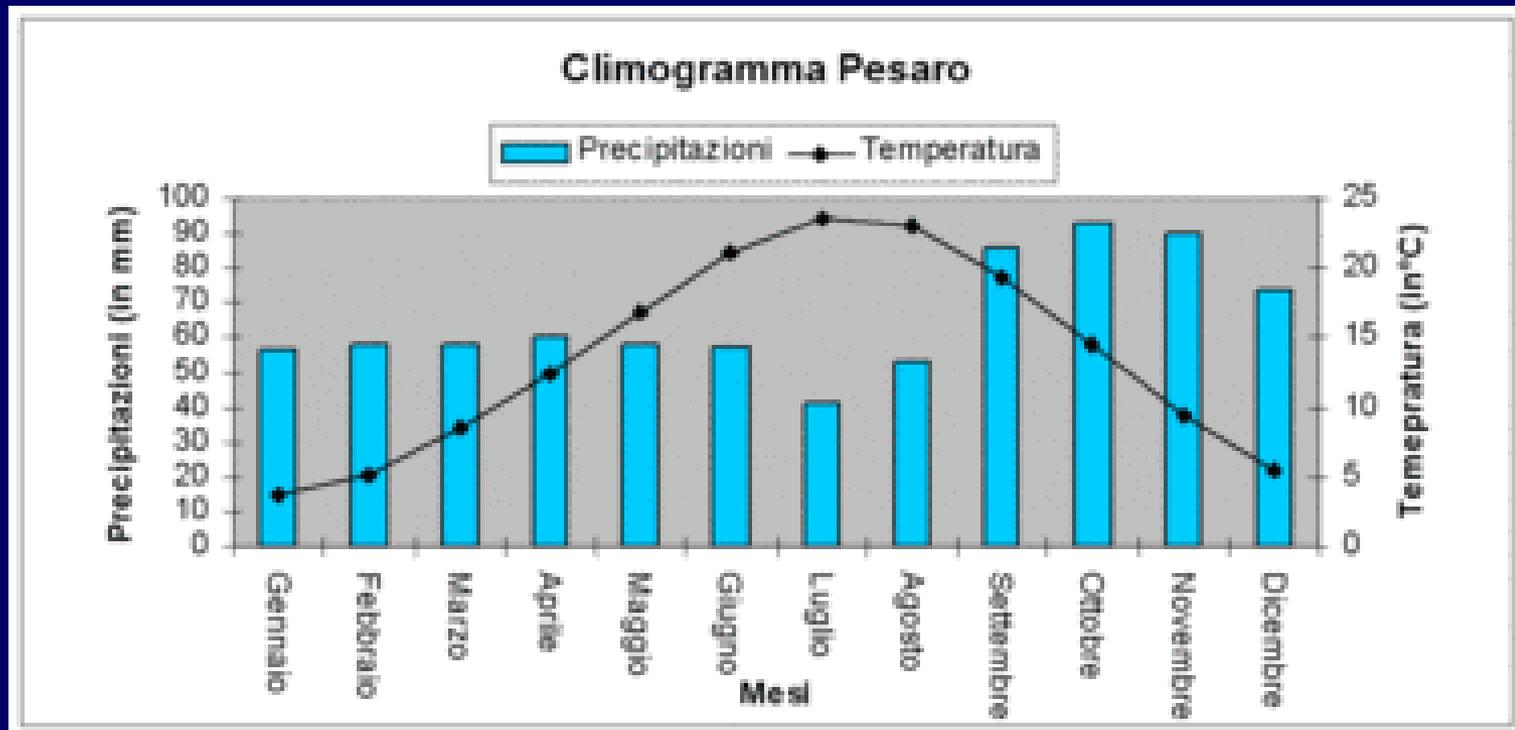
(B) Meio-fauna,
0.1 < Taglia < 1 mm



(D) Mega-fauna,
Taglia > 100 mm

Variabili di studio

Sono variabili tutte quelle caratteristiche, sia abiotiche che biotiche, dell'ambiente che mostrano una variabilità. Ad esempio: temperatura, precipitazioni, pH, peso, lunghezza, età, abbondanza, ricchezza specifica, ecc..



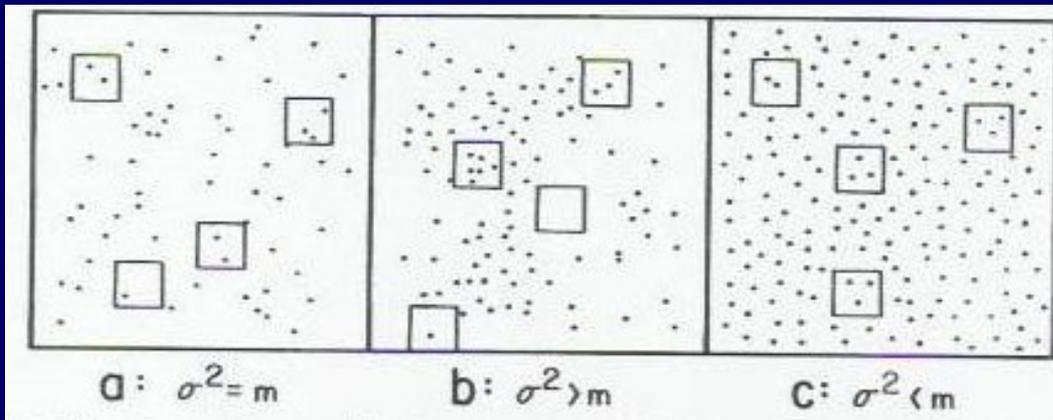
Limitazioni Naturali

-Ambienti eterogenei

- Tipi di substrato (roccia, tipo di sedimento, tipo di terreno, etc.)
- Stratificazione
- Eterogeneità del mosaico ambientale

- Popolamenti eterogenei

- Reazioni agli attrezzi di cattura
- Taglia (1 mm a decine di cm)
- Vagilità (striscianti, reptanti, natanti, volanti, etc.)
- Dispersione (casuale, aggregata, uniforme)



a – Casuale
b – Aggregata
c – Uniforme

Distribuzione spaziale (dispersione)

Uno dei metodi più semplici per stabilire il tipo di distribuzione spaziale degli individui consiste nell'effettuare, nell'area oggetto di studio, una serie di campioni casuali.

All'interno dei singoli campioni si contano gli individui prelevati e quindi si calcola la media e la varianza della serie di valori di abbondanza .

Media

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$$

Varianza

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}$$

$$\sigma^2 = \bar{x}$$

Distribuzione **casuale**

$$\sigma^2 > \bar{x}$$

Distribuzione **aggregata**

$$\sigma^2 < \bar{x}$$

Distribuzione **uniforme**

Indice di Dispersione

$$ID = \frac{S^2}{\bar{x}}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 0 = \text{max uniformità} \rightarrow S^2 < \bar{x} \\ 1 = \text{max casualità} \rightarrow S^2 = \bar{x} \\ n = \text{max aggregazione} \rightarrow S^2 > \bar{x} \end{array} \right\}$$

Estensione dell'aggregato

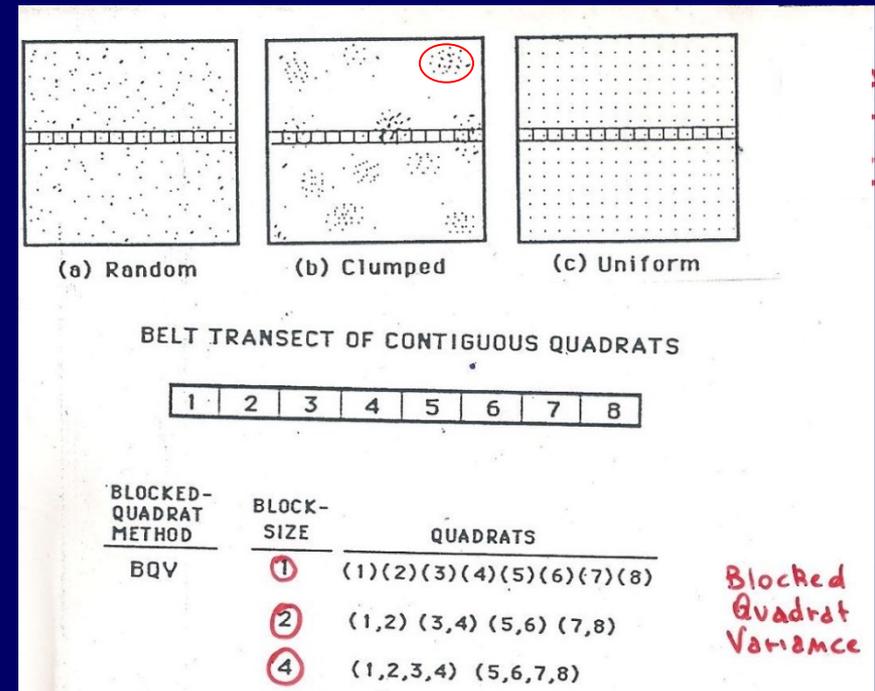
Se la distribuzione degli organismi è aggregata, è necessario stabilire quanto grande sia lo spazio occupato dall'aggregato.

Esistono due tecniche per stabilire la dimensione dell'aggregato, la BQV e la TTLQV.

BQV (Blocked Quadrat Variance)

I campioni sono effettuati disponendo una serie di quadrati adiacenti, lungo un transetto lineare che attraversa l'intera area di campionamento.

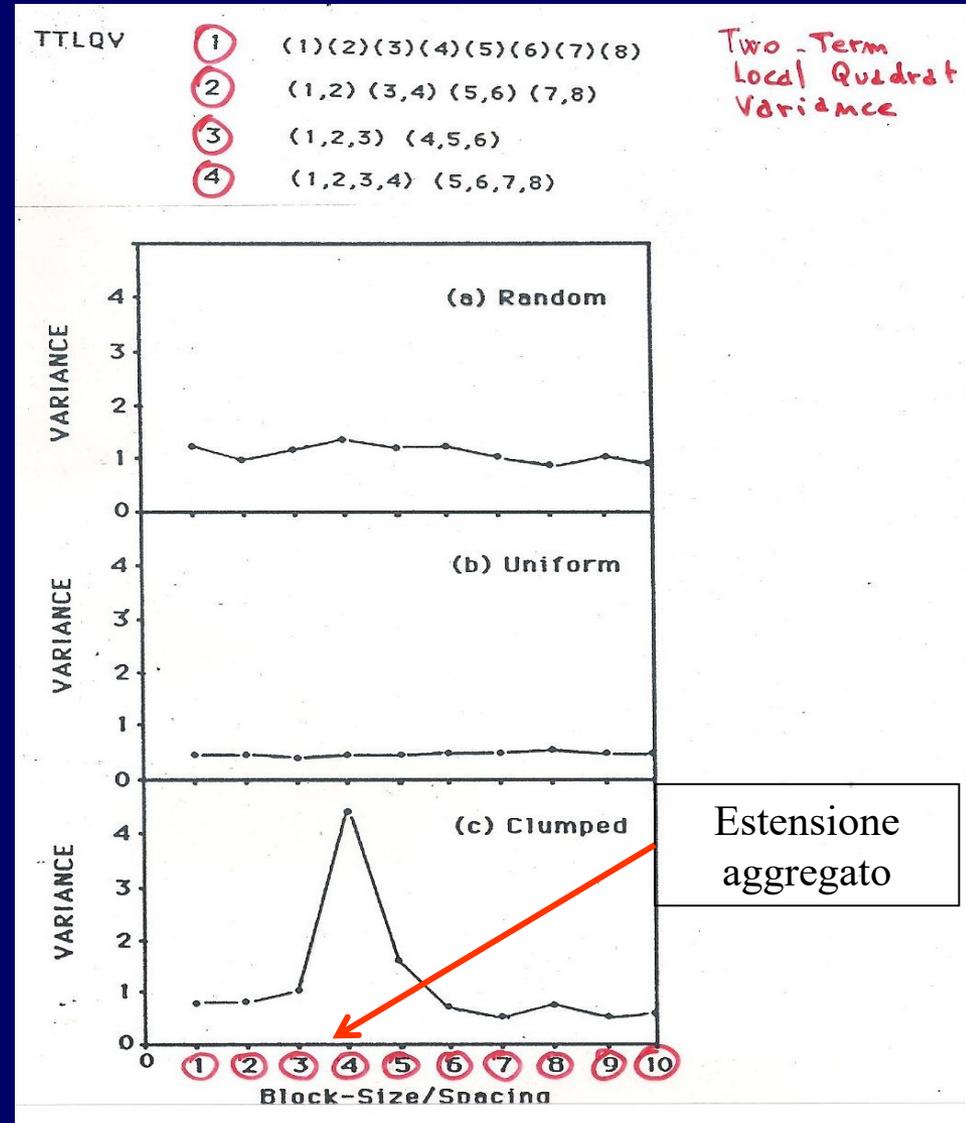
Si contano gli individui presenti in ogni quadrato e poi si calcola la varianza della serie. Nel passo successivo si associano i quadrati in blocchi di *due* alla volta, e si ricalcola la varianza della nuova serie. Si procede poi raddoppiando via via i quadrati dei blocchi (*quattro* alla volta, *otto* alla volta, ecc.), ricalcolando ogni volta la varianza.



TTLQV (*Two Term Local Quadrat Variance*)

La procedura è la stessa della BQV, cambia solo il modo di associare i quadrati in blocchi: *uno alla volta, due alla volta, tre alla volta, quattro alla volta, cinque alla volta, ecc.*

L'estensione dell'aggregato sarà individuata in base all'area ricoperta dal blocco di quadrati per cui si ottiene un picco di varianza (nell'esempio, l'area ricoperta da 4 quadrati adiacenti).

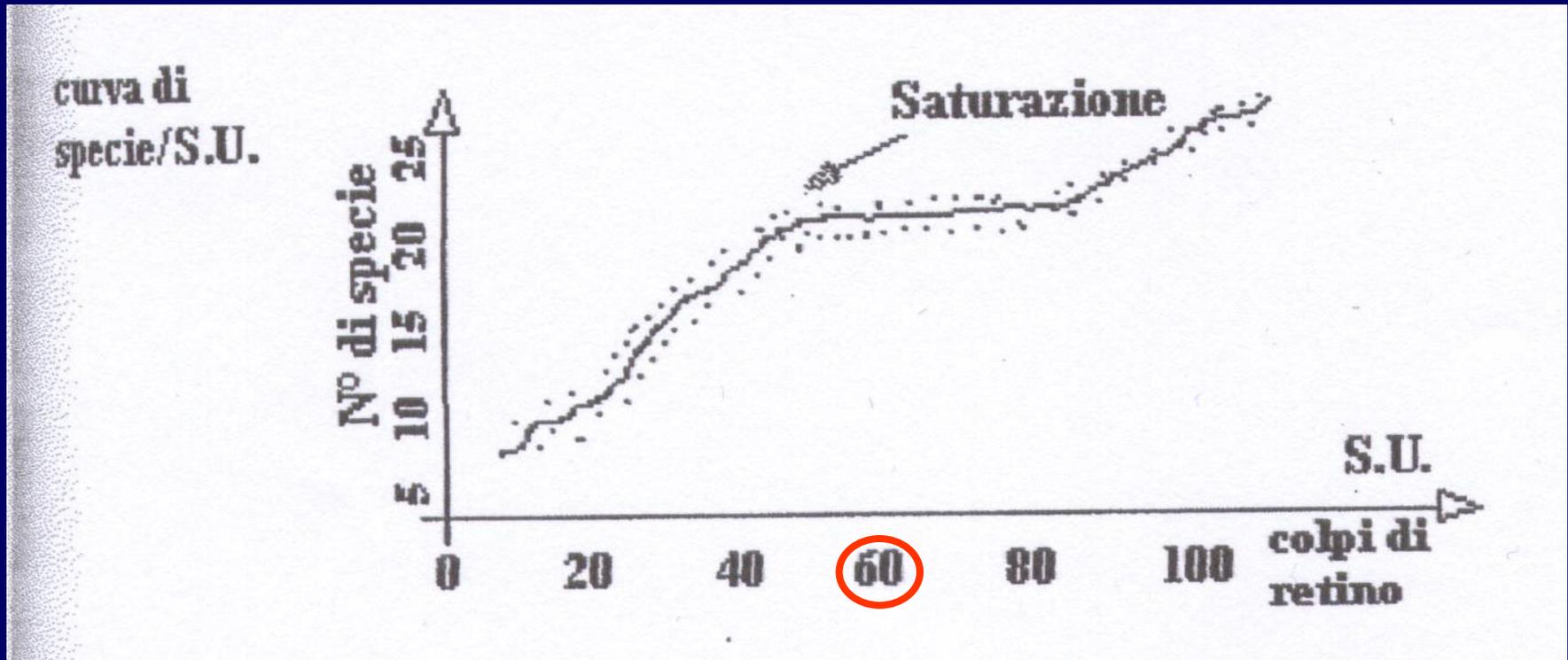


Unità di Campionamento (*SU-Sampling Unit*)

- La S.U. è una parte di sistema da analizzare, che consente inferenze sul sistema complessivo.
- Deve dare le stesse possibilità di campionamento a tutte le componenti del sistema.
- Deve essere stabile.
- Deve permettere la conversione dei dati per unità di superficie o di volume.
- Deve essere facilmente utilizzabile in campo.
- Deve essere di dimensioni tali da consentire un equilibrio tra varianza e costi.
- Deve essere di taglia non troppo piccola rispetto agli organismi da campionare.

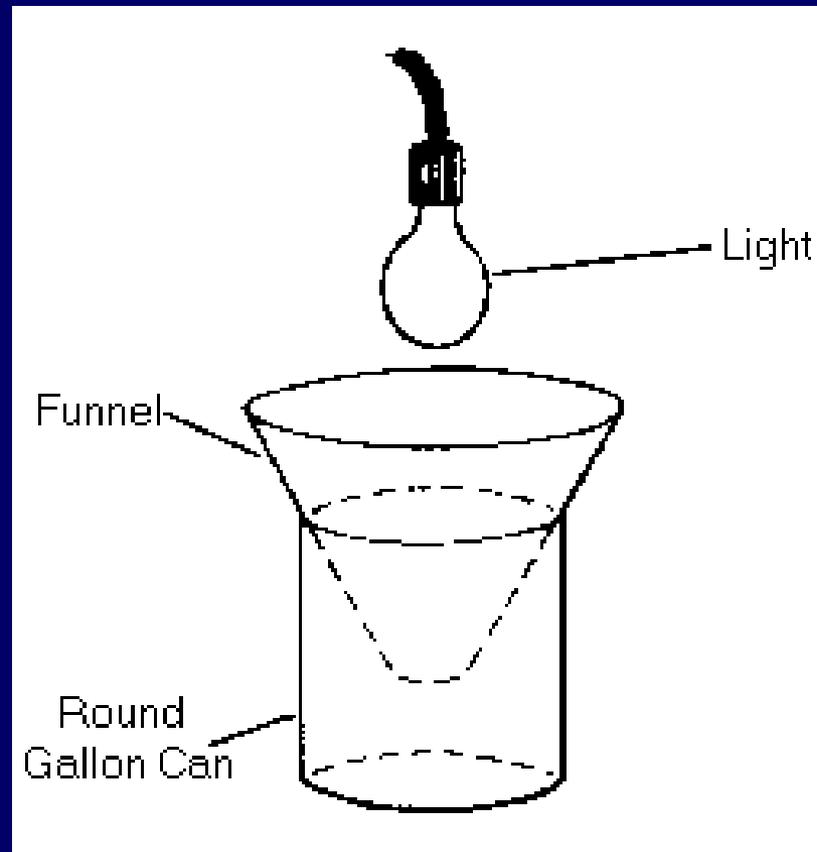
Curva Area/Specie

Se si vuole conoscere la dimensione della S.U. per rilevare una comunità si costruisce una curva area – specie.



Limitazioni Tecniche

Non esiste un unico strumento che permette di campionare con efficacia tutti gli organismi (*affidabilità*) e di distinguere con precisione la eterogeneità ambientale (*risoluzione*).



Lampada:
Strumento per campionare gli insetti notturni

Affidabilità
bassa

Risoluzione
bassa



OBIETTIVI PRIMARI

CAMPIONAMENTO QUALITATIVO

- Strumento che raccoglie materiale da differenti tipi di ambiente (basso potere di risoluzione) e alcuni organismi più di altri (bassa affidabilità).
- Consente: elenco di specie (misure di abbondanza *non* attendibili)

CAMPIONAMENTO SEMI-QUANTITATIVO

- Strumento che operi in maniera “standard” (si riduce l’errore relativo all’inefficienza).
- Consente: misure di abbondanza per applicazione di alcuni indici sinecologici (D, RS, H’, J).

CAMPIONAMENTO QUANTITATIVO

- Strumento efficiente ed affidabile per replicare con precisione le unità di campionamento.
- Consente: stima dei numeri e delle biomasse per unità di area.

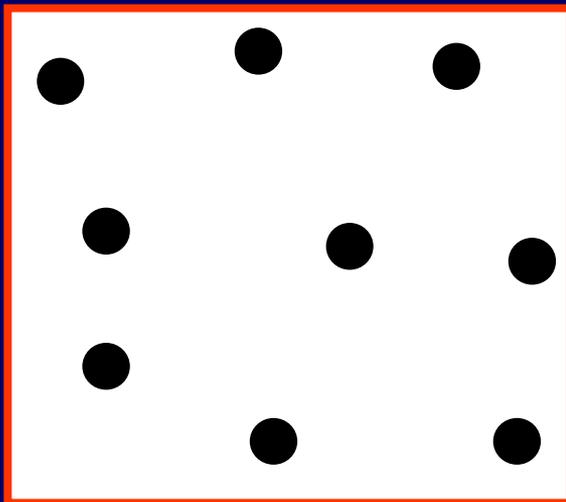
Posizionamento delle stazioni di campionamento

Metodi non probabilistici

- Selezione irrazionale (criteri estetici, emotivi ecc.)
- Selezione orientata (criteri soggettivi)

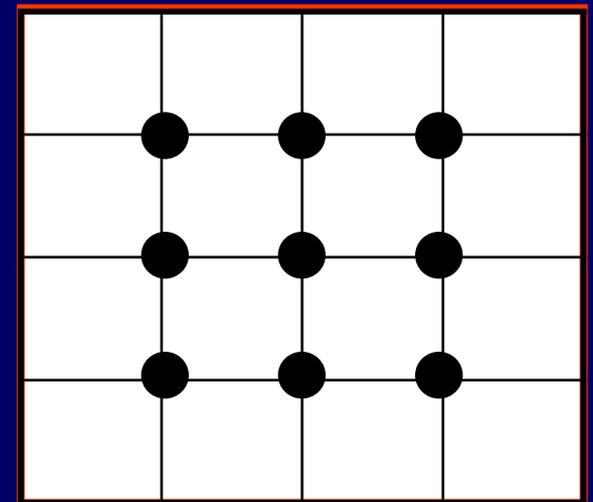
Metodi probabilistici

- Aleatorio (*Simple Random Sampling*)
- Sistemático (*Systematic Sampling*)
- Stratificato (*Stratified Random Sampling*)



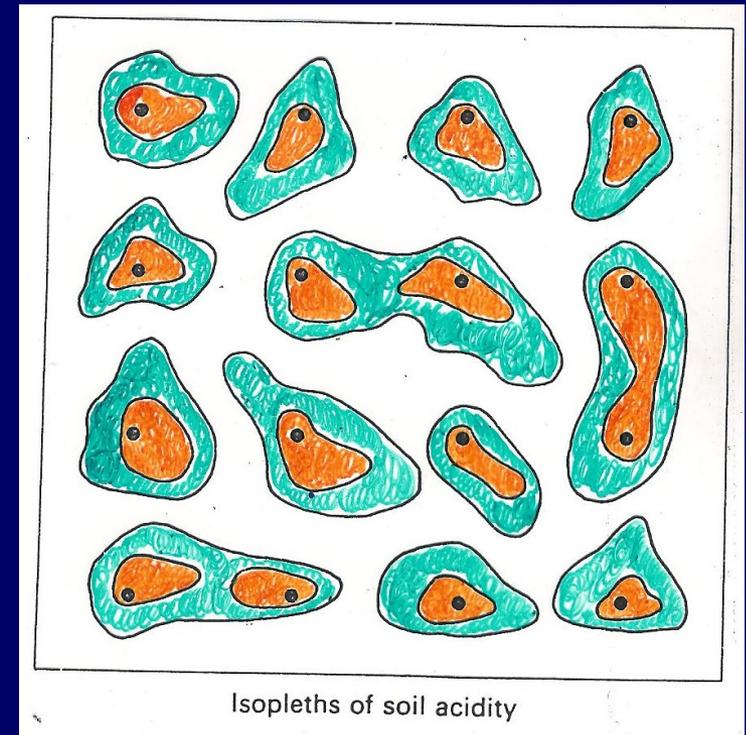
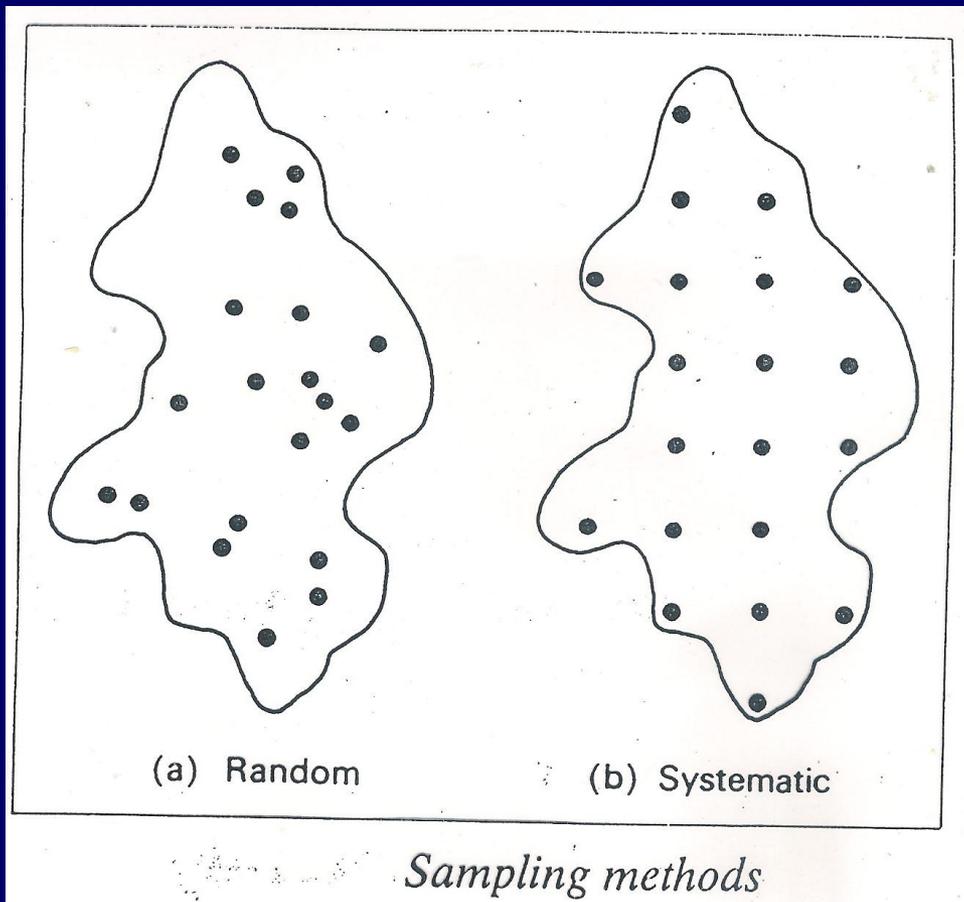
Aleatorio

Sistemático



Nel posizionamento casuale, le coordinate delle stazioni di campionamento vengono estratte utilizzando:

- Tavole dei numeri randomizzati
- Appropriati algoritmi su supporto informatico

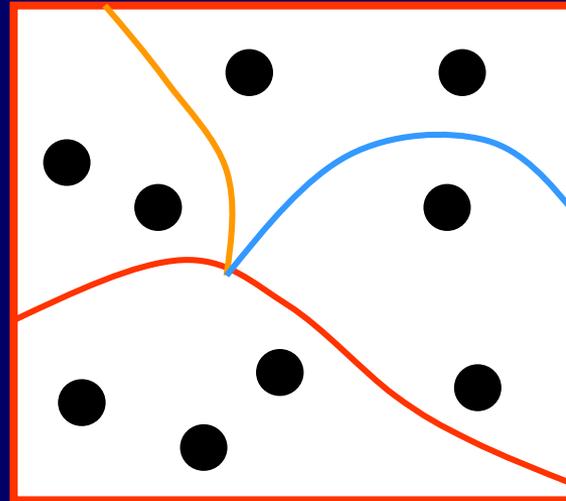


Posizionamento STRATIFICATO

(Frontier, 1983)

Suddivisione di un territorio eterogeneo in più porzioni, o “strati,” che siano più omogenei, mutualmente esclusivi e collettivamente esaustivi.

Stratificato



Caratteristiche:

1. *Posizione* nello strato delle unità di campionamento : casuale
2. *Dimensione* delle unità di campionamento: piccola
3. *Numero* di repliche: alto

Problema della SINCRONICITA'

Necessità di campionare più punti stazione in contemporanea o, almeno, nel più breve tempo possibile.

CHOIX ET CONTRAINTES DE L'ÉCHANTILLONNAGE

51

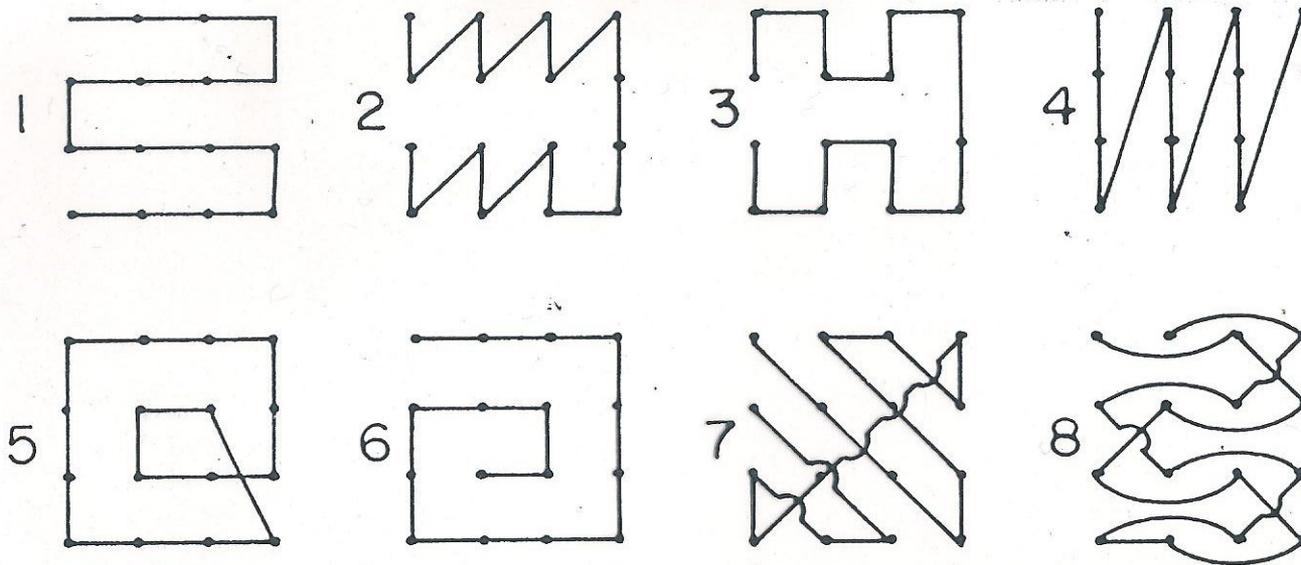
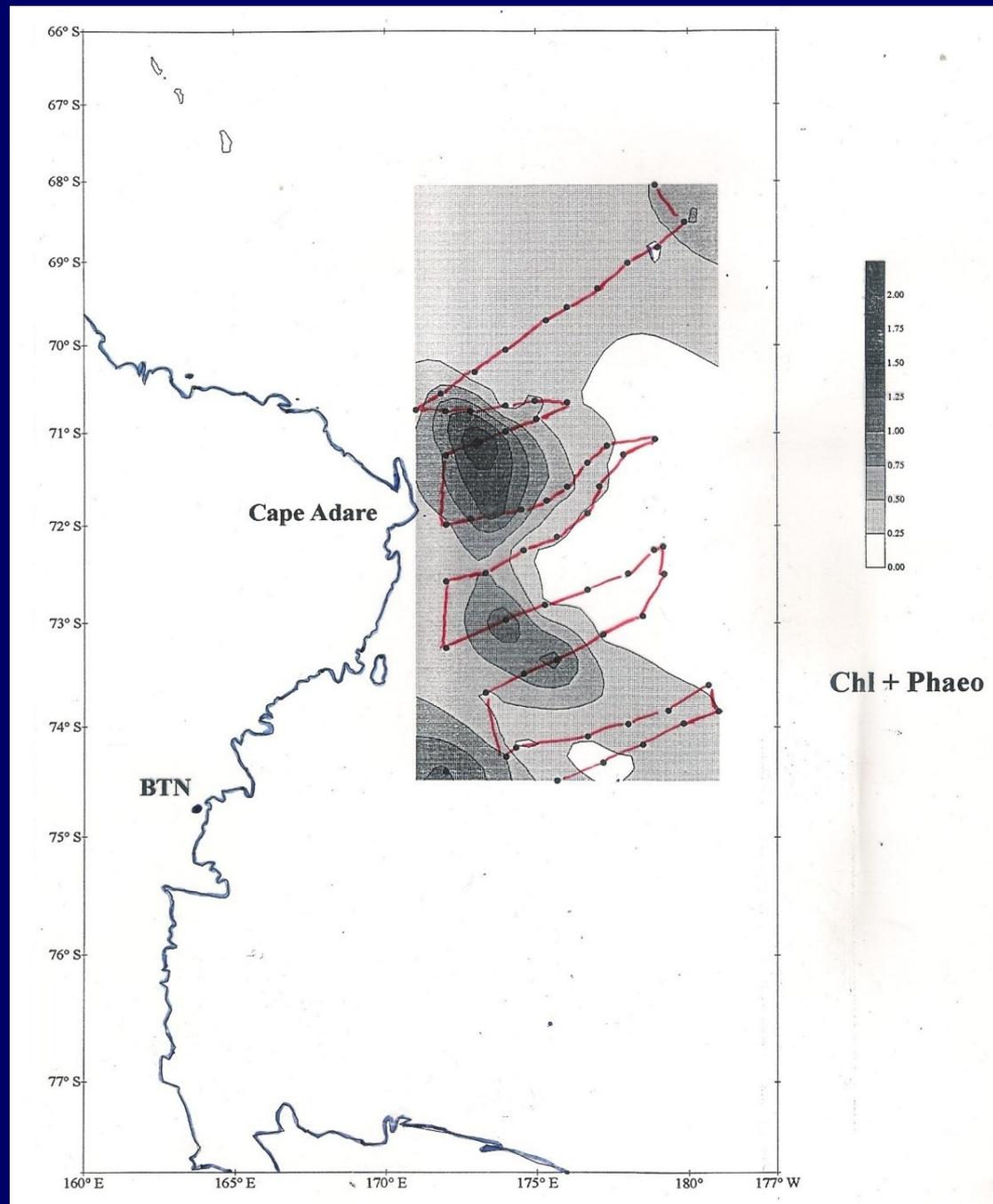
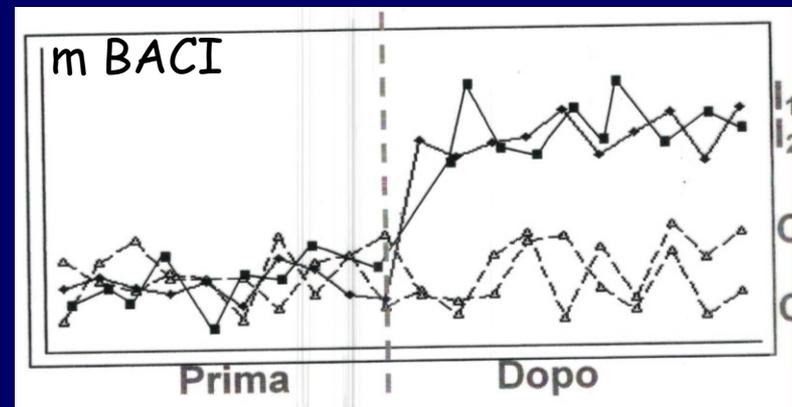
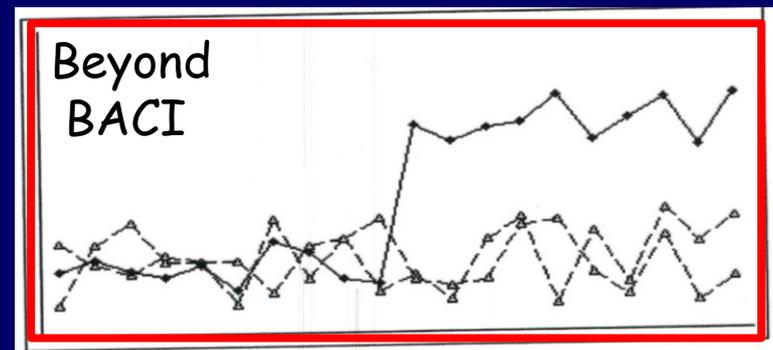
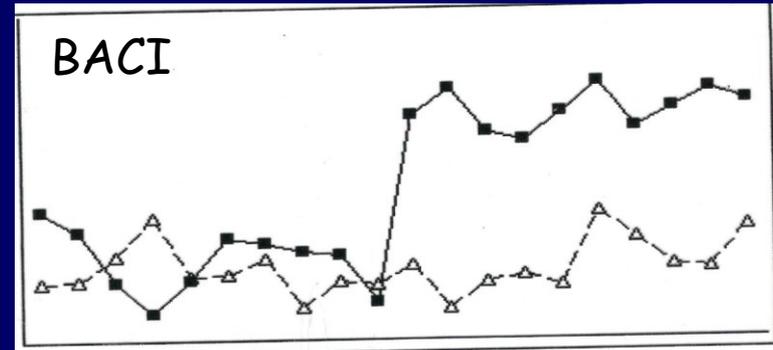
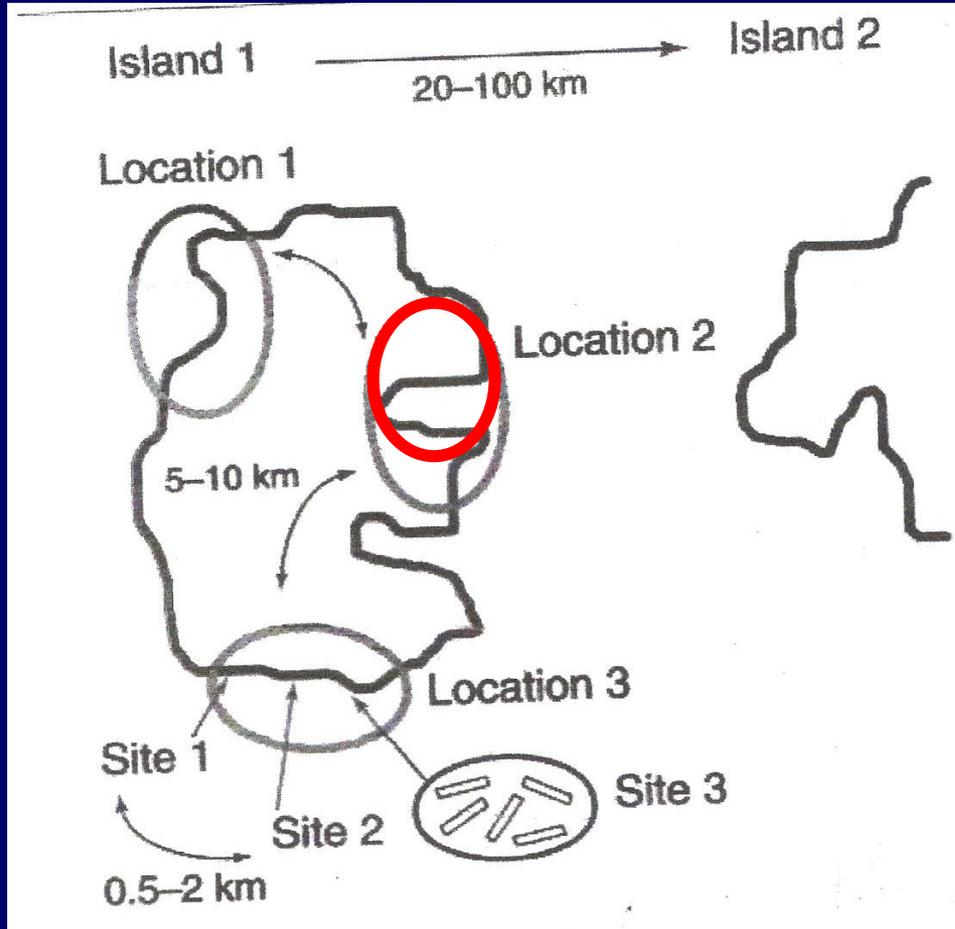


FIG. 1.6. – Huit trajets fictifs réalisant l'échantillonnage de 16 stations régulièrement espacées en longitude et en latitude (d'après IBANEZ, 1973).

Stime di produzione
primaria del fitoplancton,
attraverso misure di
concentrazione di
clorofilla (*Chl*) e
feopigmenti (*Phaeo*), nel
Mare di Ros (Antartide)



Campionamento gerarchico (*nested*)

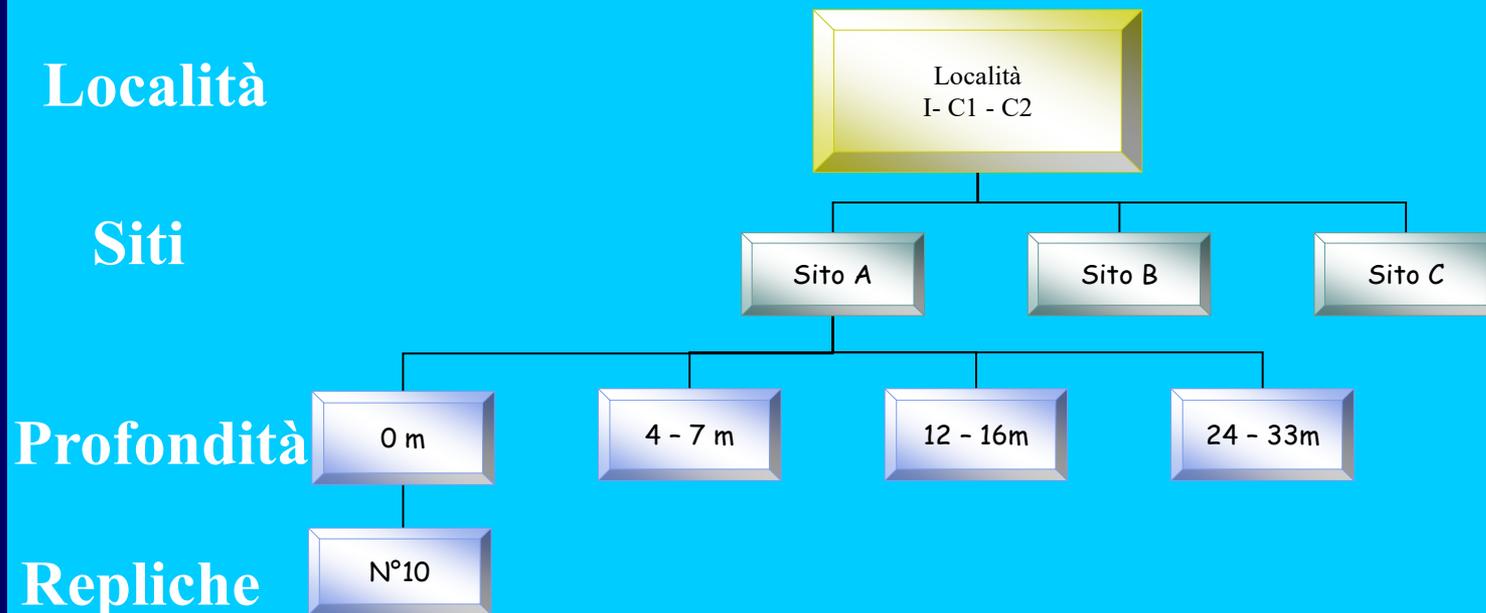


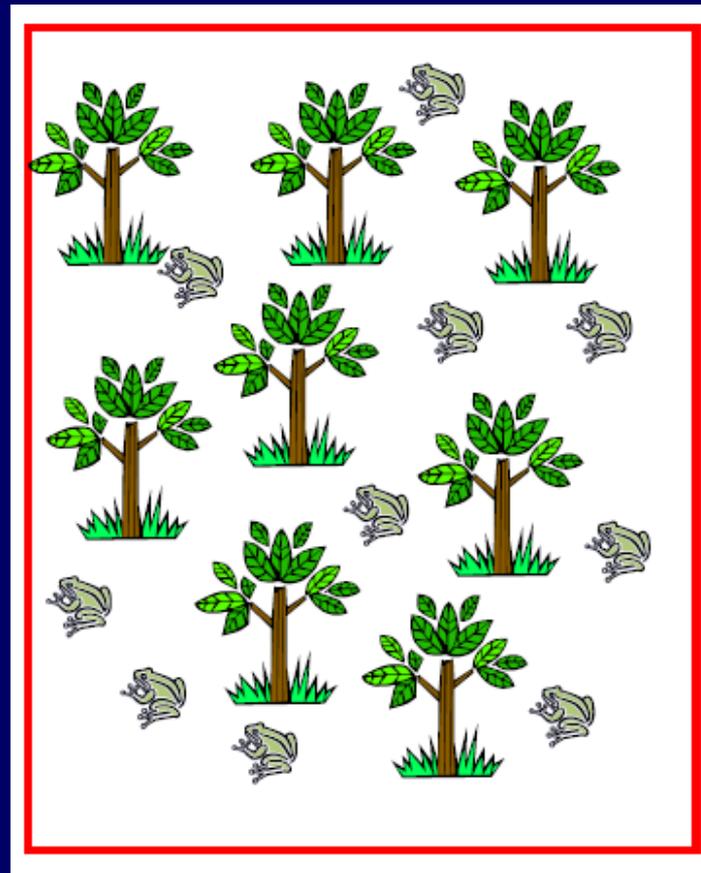
BACI = Before After / Control Impact

Campionamento gerarchico (*nested*)

- Confronto tra **località impattate (I)** e non, dette **controlli (C1, C2)**
- Scale spaziali diverse (località, siti, fasce batimetriche, repliche)
- Tempi di campionamento prolungati (2 anni, 4 tempi)

Piano di campionamento di tipo gerarchico





**STIME DI DENSITA'
PER POPOLAZIONI MOLTO
DISPERSE O CRIPTICHE**

METODI DI CATTURA-MARCATURA-RICATTURA

- Si realizzano in 4 fasi: cattura, marcatura, rilascio e ricattura .
- Si basano sulla proporzione:

$$N : a = n : r$$

- N** , totale di individui della popolazione (incognita)
a , numero di individui marcati nel primo campionamento
n , numero di individui catturati nel secondo campionamento
r , numero di individui ricatturati

Indice di Lincoln

$$N = \frac{a \cdot n}{r}$$

Assunti per l'indice di Lincoln

1. Nessun effetto sugli animali della marcatura
2. Buon assortimento degli animali marcati con il resto della popolazione
3. Identica probabilità di cattura tra animali marcati e non marcati
4. Popolazione chiusa (no emigrazioni, no immigrazioni)
5. Popolazione ferma (no nascite, no morti)



- Campionamenti rapidi
- Intervalli di ricattura brevi

TRANSETTI DI RILEVAMENTO

La tecnica del transetto è particolarmente utile per ottenere stime **QUANTITATIVE e incruente** di densità di popolazioni disperse (es. uccelli, cetacei, insetti).

Tale tecnica prevede la definizione *a priori* di un ‘percorso lineare’, compiuto dal rilevatore, di lunghezza e larghezza predeterminate in base alle dimensioni ed al comportamento degli organismi .

Transetto

Lineare (*line-transect*)

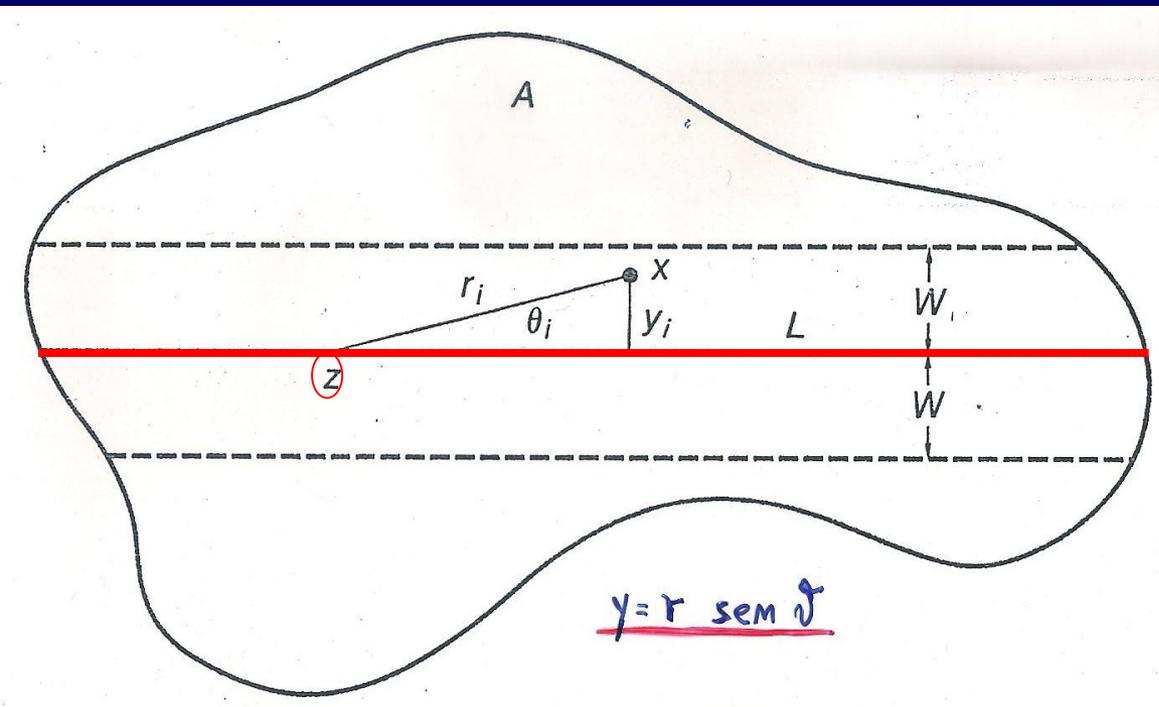
A fascia (*belt-transect*)

Transetto lineare (*line transect*)

Per ciascun organismo censito “ x ”, viene calcolata la sua distanza “ y ” dalla linea del transetto .

Pertanto, il censitore deve valutare l’angolo (ϑ) e la distanza r di avvistamento per ottenere “ y ” attraverso la formula:

$$y = r \text{ sen } \vartheta$$

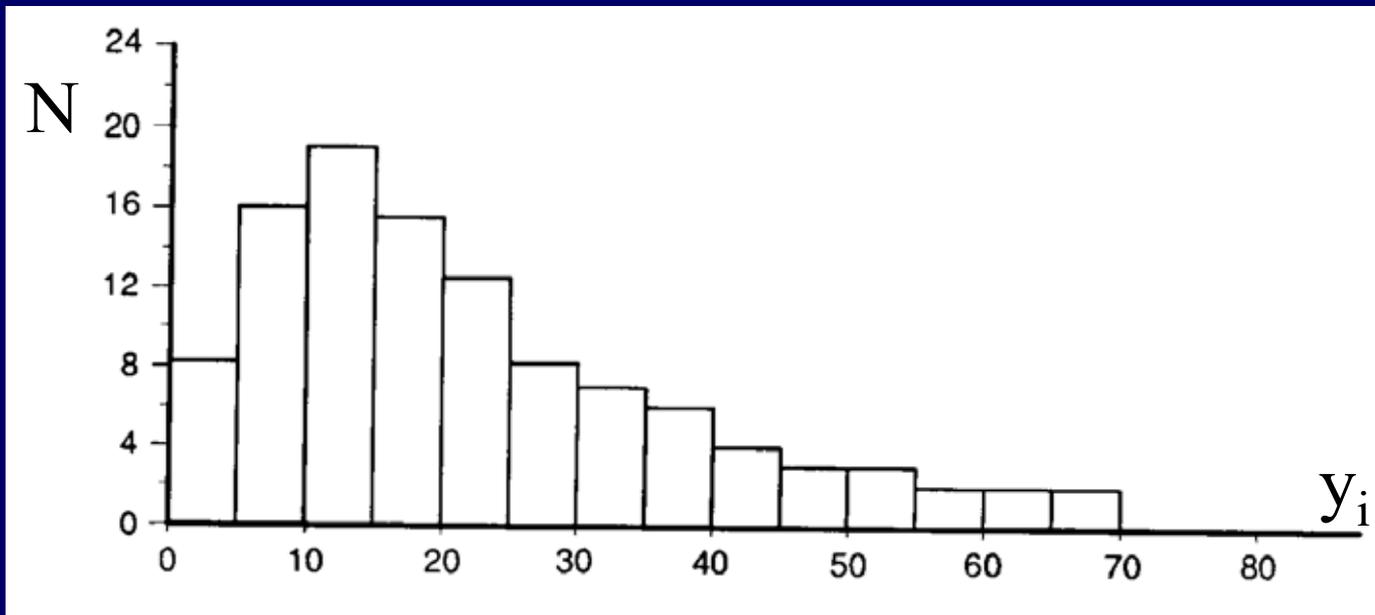


A , area da osservare
 L , lunghezza transetto
 W , ampiezza corridoio
 z , osservatore
 x , organismo avvistato
 r , distanza dall’osservatore
 y_i , distanza dal transetto
 ϑ , angolo di avvistamento

Estimatore di Hayne

$$D_H = \frac{N}{2L \hat{y}_i}$$

\hat{y}_i = distanza media



Assunti

1. Gli animali posti sulla linea del transetto vengono sempre censiti.
2. Gli animali devono essere “fissati” nella posizione iniziale dell’avvistamento (non si muovono prima del censimento e non vengono censiti più volte).
3. Distanza e angolo di avvistamento vengono stimati con accuratezza.
4. I singoli avvistamenti sono eventi indipendenti.

Transetto a fascia (*belt-transect*)

La tecnica è molto utilizzata dai subacquei, ad es. per i censimenti visivi della fauna ittica.

Sono censiti solo gli organismi all'interno del corridoio (25x5x5 m), evitando di censire due volte lo stesso individuo.

