



M.Lagonegro: Alcuni programmi in BASIC, associati a semplici modelli per l'ecologia.

Gruppo Elaborazione Automatica Dati-Ecologia Quantitativa  
Dipartimento di Biologia  
Università di Trieste

GEAD-EQ N.3



## INDICE GENERALE

PREMESSA.....	Pag.	2
CAPITOLO 1:Modelli a mortalità totali		
costanti.....	"	3
Modelli a mortalità totali		
variabili.....	"	5
Modello impulsivo.....	"	6
CAPITOLO 2:Programma MOCOST.....	"	10
"  MOVARI.....	"	11
"  MOCOIST.....	"	15
"  MOVARIST.....	"	21
"  PULSEK.....	"	22
"  PULSEVAR.....	"	29
CAPITOLO 3:Programma COSTANTI.....	"	35
"  PLCURVE.....	"	35
"  SPEFIT1.....	"	38
"  SPEFIT2.....	"	38
APPENDICE 1.....	"	43
"  2.....	"	58

Prezessa.

Questi programmi, corrispondenti a semplici ma utili modelli, sono stati sviluppati nell'ambito di una attività di supporto software fornita a due gruppi del Dipartimento di Biologia della Università di Trieste (Idrobiologia, Ecologia Vegetale). Il fatto che i programmi possano essere impiegati in ambo i campi indica che certi gruppi di entità (popolazioni, branchi, boschi, prati) possono essere talvolta visti in un modo che trascende la specifica natura, vegetale od animale, e le caratteristiche di dettaglio.

Gli algoritmi che stanno alla base dei modelli sono molto semplici e non richiedono molta memoria di calcolo; così essi sono stati scritti in BASIC (su OLIVETTI M24), il che rende possibile la loro trascrizione e/o adattamento su ogni personal computer attualmente in commercio, con poche modifiche o nessuna del tutto. Inoltre si è pensato di aggiungere alcuni programmi ausiliari: uno che serve a calcolare facilmente le costanti caratteristiche dei modelli, quali ad esempio i parametri di mortalità o di insediamento, altri che sono programmi grafici, che possono essere utili sia per studiare che per fittare curve e profili.

I listati dei programmi dei modelli sono in appendice 1, mentre alcuni esempi di applicazione sono nel capitolo 2; questo può perciò fungere da manuale d'uso. I programmi ausiliari sono descritti nel capitolo 3, mentre i listati stanno in appendice 2.

Il lavoro è stato finanziato da un contributo del Ministero della Pubblica Istruzione (MPI 60%).

Ringrazio il prof. E. Feoli per avermi fornito dei dati raccolti da suoi collaboratori in pascoli sperimentali, in modo da permettermi un ulteriore collaudo di un tipo di modello. Ringrazio inoltre la dr.ssa D. Del Piero ed ancora il prof. Feoli per i loro utili commenti.

CAPITOLO 1.Modelli a mortalità totali costanti.

I modelli assumono che le entità sotto studio, quali che siano la loro natura e struttura, siano soggette ad un ritmo costante di decadimento naturale, caratterizzato da una costante di mortalità uguale per tutte le classi di età, ciascuna classe corrispondendo ad un intervallo di tempo preso come 'unitario'. L'insieme delle classi di età è distribuito lungo l'arco di vita delle entità, il cui valore è pari alla durata dell'intervallo moltiplicata per il numero delle classi medesime. Al decadimento naturale si sovrappone la predazione (nel seguito sarà descritta anche con i termini 'cattura' o 'sfruttamento'), che può essere fatta partire da una certa classe di età (o di dimensione) e riguarda con vulnerabilità identica tutte le entità con età maggiore od uguale a questa (detta di soglia). Questo vuol dire che la predazione ha efficacia identica per ogni classe di età interessata. Essa influenzerà inoltre la numerosità dei superstiti che passeranno poi da una classe all'altra.

Il tutto può essere formalizzato come segue:

$$(1) \quad Sp(t) = Sp(t-1) * Fn(t, t-1) * Fp$$

dove:

$Sp(t)$  : entità superstiti al tempo  $t$ ; il tempo viene misurato in numeri di intervalli di cui sopra e perciò  $t$  sarà un numero intero.

$Sn(t)$  : entità superstiti, se soggette al solo decadimento naturale. Si ha:  
 $Sn(t) = N_0 * Fn(t, T_0)$

con:

$N_0$  : numero di entità nella classe iniziale di età (reclute). Viene preso pari a 1000, valore che permette una buona accuratezza pur con l'uso di numeri interi nel computo delle entità superstiti e/o predate;

$$(2) \quad Fn(t, T_0) = \exp(-Kn(t - T_0))$$

$T_0$  : istante iniziale del decadimento naturale;

$Kn$  : costante di decadimento naturale, misura la vulnerabilità naturale delle entità ed è ovviamente un parametro medio; si ha

$$Kn = 1/T_m \quad \text{con} \quad T_m = 1/2.996$$

$T_m$  : vita media delle entità;

$T$  : durata massima accertata della vita delle entità sotto esame. La si può stimare prendendo quel valore di  $t$  al quale solo il 5% delle reclute è ancora in vita;

$$(3) \quad F_p = 1 \quad \text{se } t \leq T_s \\ = \exp(-K_p t) \quad \text{se } t > T_s$$

con:

$K_p$  : costante di predazione;

Le costanti  $K_n$  e  $K_p$  possono essere dedotte dai dati sperimentali mediante il programma COSTANTI, oppure assegnate dal ricercatore sulla base delle informazioni di cui dispone oppure ancora come valori di prova per la ricerca del fit migliore tra realtà e descrizione prodotta dal modello. Il come viene mostrato nell'esempio illustrativo di questo modello. Le grandezze interessanti vengono calcolate dal programma MOCOST: esse sono  $S_p(t)$ ,  $S_n(t)$ , il numero di entità catturate  $N_c(t)$  e, data una curva età-peso in input, anche il peso catturato  $P_c(t)$  in ogni classe di età; alla fine vengono anche stampati il numero totale dei catturati ed il peso totale.

La presenza di una funzione  $F_n(t)$  implica che, se uno fa un campionamento delle entità per classi di età, l'istogramma che ne esce dovrà avere, a meno degli errori sperimentali, un andamento di tipo esponenziale, in cui tutte le classi di età siano adeguatamente rappresentate; in caso contrario il modello non è applicabile. Esso si presta perciò a lavorare con popolazioni numerose e varie, come grandi branchi di pesci o grandi boschi, o perlomeno su aree molto grandi di residenza delle entità.

Il tipo di funzione  $F_p$  implica che tutte le classi di età predabile siano esposte alla stessa quantità di rischio predatorio (vulnerabilità indipendente dall'età, sopra soglia), non importa quali che possano essere i fattori, dimensionali e/o strutturali e/o comportamentali, che le differenziano.

Tuttavia è molto frequente la necessità di occuparsi di situazioni locali, con zone limitate e/o popolazioni in cui non tutte le classi di età siano contemporaneamente rappresentate o comunque non lo siano nel modo completo previsto dalla  $F_n(t, I_0)$ . Per questa evenienza è stata sviluppata una versione di MOCOST in cui viene dato in input l'istogramma delle classi di età preso all'istante iniziale. In tal caso le funzioni di sopravvivenza diventano, al passo successivo:

$$(4) \quad S_{p1}(t) = N_0 * I_0(t) * F_n(t, t-1) * F_p \\ S_{n1}(t) = N_0 * I_0(t) * F_n(t, t-1) = S_{p1}(t)/F_p$$

dove la  $I_0(t)$  rappresenta appunto l'istogramma di cui sopra, in frequenze relative. Segue poi un loop di iterazione, in modo da poter seguire la successiva storia della popolazione dei superstiti, nel caso questa venga sottoposta ad uno o più atti di

predazione successivi. In questo caso diviene possibile, talvolta indispensabile, variare il valore di soglia  $T_s$ , e ciò nel caso in cui le successive fasi di predazione avvengano a distanze di tempo tali tra loro da reclutare nuove classi di età nello stock predabile. Si assume ovviamente che non si ha ingresso od uscita di entità nella zona durante o tra le successive fasi di predazione, così che, prima di ogni passo, si procederà all'operazione

$$I_1(t) \leftarrow S p_1(t) \text{ per ogni } t$$

cioè i superstiti della prima fase diventano l'istogramma della seconda, e così via per tutte le fasi, quante volte si vuole.

Con questo modello è possibile pure seguire una data popolazione attraverso le varie fasi di una stagione predatoria, ciascuna fase corrispondendo ad un passo di iterazione del programma, con la possibilità di modificare via via certi parametri, come i tassi di mortalità, naturale e totale, in accordo con una ipotesi di lavoro o con quanto esibito dalla situazione reale che si vuole approssimare. Questa variante del modello è implementata nel programma MOCOIST; le grandezze in output sono le stesse di prima.

#### Modelli a mortalità totali variabili.

I due casi precedenti sono riferiti ad una situazione in cui tutte le classi di età predabili hanno la stessa vulnerabilità nei riguardi della predazione. Ciò costituisce una approssimazione in quanto, a causa delle dimensioni e/o struttura delle entità, uno stesso esemplare può essere predato o no, a seconda di come esso si presenta alla attrezzatura di cattura. In tali casi è importante poter prevedere non una mortalità totale costante ma tutta una serie di valori di mortalità (uno per ogni classe di età-dimensione), solitamente crescenti da un minimo di partenza per le piccole entità ad un massimo valido da una certa dimensione in su. Le formule subiscono ovviamente delle modificazioni, in quanto la  $F_p$  cambia al cambiare dell'intervallo che si considera, per il quale varrà di volta in volta una differente costante caratteristica:

$$(5) \quad F_p \# F_{p,i} = 1 \quad \text{se } t \leq T_s \\ = \exp(-K_{p,i} t) \quad \text{se } t > T_s$$

$T_s$  è una soglia temporale (dimensionale) di predabilità comune ad ogni classe di età (dimensione), mentre  $K_{p,i}$  è la relativa costante di predazione. Così le classi prima della soglia avranno mortalità totale uguale a quella naturale, mentre le altre l'avranno maggiore fino ad un massimo che potrà essere eventualmente uguale per tutte le classi, da una abbastanza cresciuta in poi. La funzione che descrive i superstiti è:

$$(6) \quad S_{p,i}(t) = S_{p,i}(t-1) * F_n(t,t-1) * F_{p,i}$$

Il modello viene implementato nel programma MOVARI e le quantità calcolate sono le stesse dei precedenti. La tecnica di analizzare

in questo modo, cioè con le mortalità da preda variabili, anche una popolazione descritta da un istogramma ha portato poi al programma MOVARIST, analogo di MOCOIST.

#### Modello impulsivo.

Sia una popolazione che genera nuovi individui, in una unica ondata temporalmente localizzata, in un intervallo di tempo breve rispetto a quello che separa due successive generazioni; ciò avviene inoltre in modo tale da occupare parte o tutto lo 'spazio' disponibile. Per 'spazio' si intende non solo la risorsa geografica ma anche il complesso di caratteri, spaziali e non, che consentono l'insediamento delle reclute ed il loro successivo sviluppo e decadimento 'naturali'. Così una generazione sarà descrivibile, come numerosità in funzione del tempo, da una curva tipo 'impulso' come in figura 1. Vi compaiono due periodi di tempo caratteristici che, prendendo i termini a prestito dagli elettronici, potremmo chiamare 'tempo di salita' e 'tempo di discesa'. Il primo verrà considerato come il tempo necessario a che la popolazione passi dal 10% del valore massimo al 90%, nella fase iniziale dell'insediamento delle entità, mentre il secondo riguarda il passaggio inverso, ma nella parte temporale che segue il massimo insediamento, quando non ci sono più nuove entità che entrano nel pool e solo il decadimento è all'opera.

Il tempo di salita dipenderà dal 'tempo medio di insediamento', in un modo che sarà legato alla forma della salita stessa. Noi abbiamo preso in considerazione tre tipi di possibile andamento nella salita:

- a) velocità massima all'inizio, rallentamento e saturazione (tipo carica del condensatore);
- b) velocità bassa all'inizio, poi crescente fino ad un massimo, rallentamento e saturazione (tipo logistica (b1) o gompertziana (b2)).

La presenza della saturazione in tutti i tipi dice che le 'risorse' sono comunque limitate e che i già insediati 'schermano' gli altri in arrivo, rendendo progressivamente più difficile e poi impossibile trovare dove sistemarsi nello 'spazio adatto'.

Analogamente il tempo di discesa è legato ai fattori di decadimento (in figura 1 solo quello naturale) delle reclute insediate, fattore che si assume di tipo esponenziale decrescente come quelli già visti.

Se i due processi hanno durata molto diversa, e perciò scarsa sovrapposizione temporale, si potrà ragionevolmente scrivere che la funzione che descrive lo sviluppo nel tempo della generazione è il prodotto della funzione di insediamento (gompertziana nella figura 1) e di quella di decadimento, prese come se fossero fattori del tutto indipendenti (cioè i due processi non interferiscono l'uno con l'altro). Allora sarà:

$$(7) \quad S_n(t) = F_{in}(t) * F_n(t, T_0) * F_{lim}$$

dove  $F_n(t, T_0)$  è una funzione del tipo già visto e:



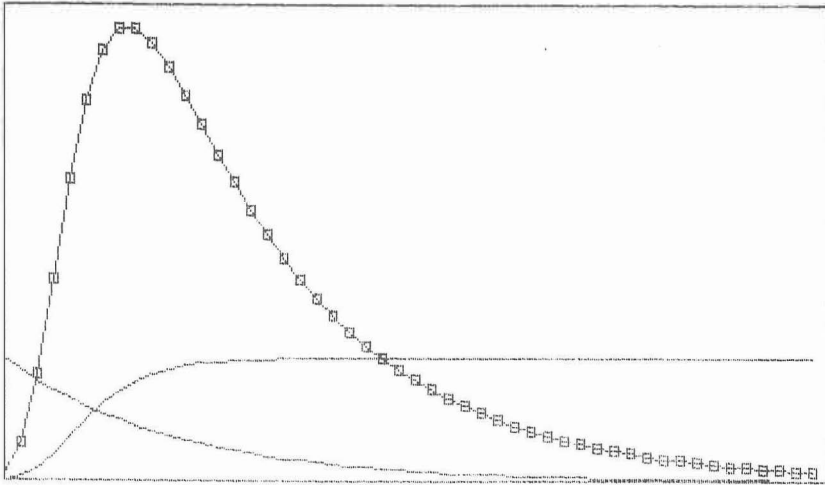


Fig. 1.-Andamento, in unità adimensionali, di una curva che descrive una generazione (quadrati); sotto, in altra scala, compaiono le curve relative all'insediamento ed al decadimento naturale (non legato cioè allo sfruttamento). Si possono poi vedere il 'tempo di salita' e quello 'di discesa'.

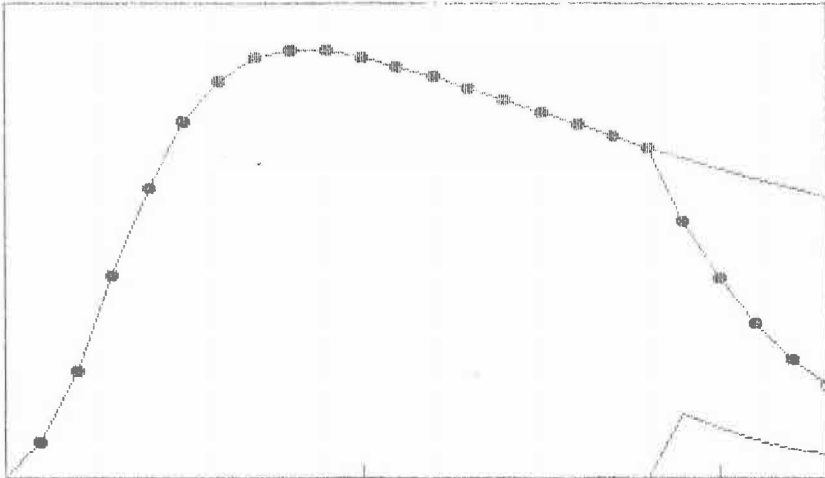


Fig. 2.-Andamento di una generazione che, dal diciottesimo intervallo temporale in poi, viene sottoposta a sfruttamento. Questo si somma all'effetto del decadimento naturale, accelerando il declino della popolazione.

$$\begin{aligned}
 (8) \quad \text{Fin}(t) &= 1 - \exp(-K_{in}(t - T_0)) && \text{(tipo (a))} \\
 &= A / (A + \exp(-a(t - T_0))) && \text{(tipo (b1)-} \\
 &= \exp(-B \exp(-K(t - T_0))) && \text{logistico)} \\
 & && \text{(tipo (b2)-} \\
 & && \text{gompertziano)}
 \end{aligned}$$

$$K_{in} = 1/T_1$$

$T_1$  = intervallo medio di insediamento

$T_0$  = istante di partenza dell'insediamento; è anche l'istante iniziale per il decadimento

$$A = 0.1/\text{Flim}$$

$$a = -\ln(A)/T_1$$

$$B = -\ln(0.01/\text{Flim})$$

$$k = \ln(B)/T_1$$

$\text{Flim}$  = fattore limitante per la generazione che si insedia, misura la quota residua di risorse lasciata dai superstiti delle generazioni precedenti. Assume valore unitario per la prima generazione. Può essere anche superiore ad 1, qualora nuove 'risorse' si rendano improvvisamente disponibili tra la generazione e la precedente.

La generazione può poi essere soggetta allo sfruttamento, almeno a partire da una certa età in su, sia con intensità di sfruttamento costante che variabile nel tempo. In tal caso la funzione diverrà:

$$(9) \quad S_p(t) = S_p(t-1) * F_p * F_n(t, t-1) \quad \text{con } F_p=1 \text{ per } t \leq T_s \text{ ed} \\ \text{esponenziale per } t > T_s.$$

L'andamento di una siffatta popolazione è descritto in Fig.2.

Ora, se prendiamo un 'tempo zero' per la comparsa delle entità e consideriamo  $N$  generazioni che si succedono, sovrapponendosi più o meno tra loro, avremo che la popolazione può essere descritta da una funzione del tipo:

$$(10) \quad \text{Pop}(t) = \sum_{j=1}^N S_{p,j}(t)$$

$$= \sum_{j=1}^N F_{l,j}(j) * F_{i,j}(t) * F_{n,j}(t,t-1) * F_{p,j}$$

Tutti i parametri visti precedentemente saranno 'indiciati' (cioè dotati di indice, qui rappresentato dalla lettera j) sulla generazione, cioè ogni generazione potrà essere caratterizzata da parametri peculiari da dare in input, così che sia possibile il fit e/o le previsioni rispetto alle situazioni reali. Il lasso di tempo su cui si tabula la funzione Pop(t) viene calcolato moltiplicando per N la 'lifespan' delle entità della popolazione, a sua volta presa pari alla somma del tempo di salita e di quello di discesa del singolo impulso generazionale. Questi due valori sono dati in input attraverso il 'tempo medio di insediamento' e la 'vita media' delle entità.

Le formule di cui sopra sono alla base dei programmi PULSEK (fattori di sfruttamento costanti) e PULSEVAR (possibilità di avere fattori di sfruttamento variabili da intervallo ad intervallo). Essi tabulano, oltre all'andamento delle curve, anche le quote predate ed i loro totali parziali per ogni periodo ammesso di sfruttamento. E' ovvio che, per un certo t, tutte le generazioni con soglia Ts,j(<t) sono soggette allo sfruttamento, ciascuna con i suoi superstiti.

Dato che il riferimento (tipo normalizzazione) nelle formule precedenti viene fatto ad 1, le quantità in output sono numeri piccoli o comunque modesti; per riferirsi ad una situazione reale, si sceglie se usare le percentuali o moltiplicare i valori delle curve per gli effettivi numeri di reclute. La prima e l'ultima generazione non sono di solito di grande utilità se non come controlli, data la loro peculiare posizione. L'utente potrà sempre aggiungere una generazione di più come tampone finale.

CAPITOLO 2.Manuale d'uso dei programmi.1) Programma MOCOST.

a) Chiede il numero di istanti di tempo (intervalli temporali) su cui calcolare le funzioni. Questo numero è uguale a quello delle classi di età della popolazione.

b) Chiede la mortalità naturale (in %, il programma la trasforma in modo appropriato nella costante  $K_n$ ); può costituire uno dei parametri utili per un fit ad una curva reale. Può inoltre essere stimato con l'aiuto del programma COSTANTI.

c) Chiede la mortalità totale (naturale + sfruttamento, in %); vale qui quanto detto sopra, al passo (b).

d) Chiede il nome del file che contiene, a coppie, i dati di età e peso per ciascuna classe di età. Se si danno questi dati da tastiera, si risponde 'tasti', altrimenti si dà il nome del file. Le alternative compaiono sullo schermo e vanno seguite alla lettera; se, per esempio, esse compaiono in minuscolo, le risposte vanno pure date in minuscolo.

e) Il programma legge, dalla fonte indicata, i dati di cui sopra; essi serviranno a valutare il peso totale predato, il peso predato per classe, il peso medio per esemplare catturato, etc.

f) Chiede il valore della soglia  $T_s$  (età minima delle classi sfruttabili), come primo istante di predazione.

g) Chiede all'utente se si deve fare la stampa dettagliata delle funzioni oppure no. In quest'ultimo caso solo i valori riassuntivi, sia totali che parziali, verranno stampati.

h) Il programma produce un plot delle curve calcolate, poi chiede se debba trasportarle su carta mediante la stampante o no (i grafici riportati nel fascicolo sono stati ottenuti da OLIVETTI M24 su stampante OLIVETTI OM5060).

i) Chiede se l'utente vuole fare un altro giro di calcoli o no. Se sì, torna al passo (f), altrimenti va in stop.

Un sample è riportato qui di seguito. I dati dell'esempio sono stati tratti da un lavoro di W.G.Clark (Dynamic Pool Models, FAO Fisheries Circular 701, 1978, pp.17-30) e sono riportati nella seguente tabella:

Età(anni)	Peso(grammi)	
2	25.9	N.reclute=1000
3	109.5	
4	246.7	Mortalità nat.
5	418.5	= 13.9 %
6	603.6	
7	784.1	Mortalità tot.
8	951.9	= 30 %
9	1101.3	
10	1232.3	Soglia Ts = 3
11	1341.2	
12	1431.0	
13	1508.6	
14	1572.2	
15	1621.8	
16	1660.3	
17	1695.4	
18	1724.2	
19	1740.7	
20	1758.8	
21	1770.0	

Questi dati sono rappresentati graficamente in figura 3, mentre la figura 4 ed i tabulati 1 e 2 mostrano degli esempi di quanto il programma consente.

## 2) Programma MOVARI.

a) Chiede il numero di istanti di tempo; vale qui quanto detto al punto (a) di MOCOST.

b) Chiede da dove leggerà i tassi di mortalità (in %), sia naturale che totale; se li legge da file, dare il nome del file, altrimenti rispondere 'tasti'.

c) Legge dalla sorgente specificata le coppie di valori delle mortalità, ciascuna corrispondente ad uno degli istanti di tempo del punto (a).

d) Chiede da dove leggerà i dati di età e peso, a coppie. Se li legge da un file, dare il nome del file, altrimenti rispondere 'tasti'.

e) Legge dalla fonte specificata le coppie di valori (età,peso); ciascuna corrisponde ad uno degli istanti di tempo del punto (a).

f) Chiede il valore del primo tempo di predazione, cioè l'età minima delle entità predabili.

g) Chiede se deve stampare in dettaglio tutte le funzioni oppure solo i valori riassuntivi.

h) Esegue i calcoli e li illustra in un diagramma riassuntivo sul video; chiede poi se l'utente voglia il plot riportato sulla

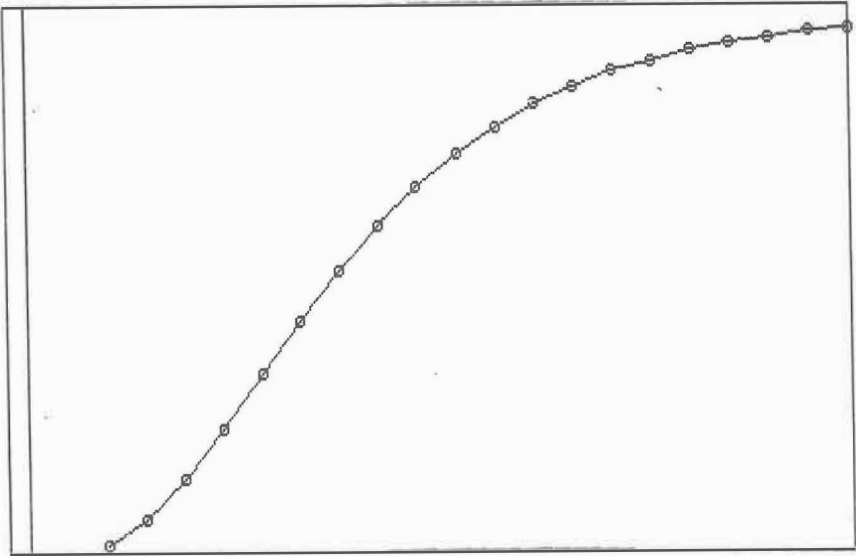


Fig. 3.-Curva (età,peso) usata nell'esempio applicativo di MOCOST. Essa è stata tracciata con il programma PUPOLI, della libreria descritta da Lagonegro & Feoli (ANALISI MULTIVARIATA DI DATI: manuale d'uso di programmi BASIC per personal computers-Editrice LIBRERIA GOLIARDICA, Trieste).

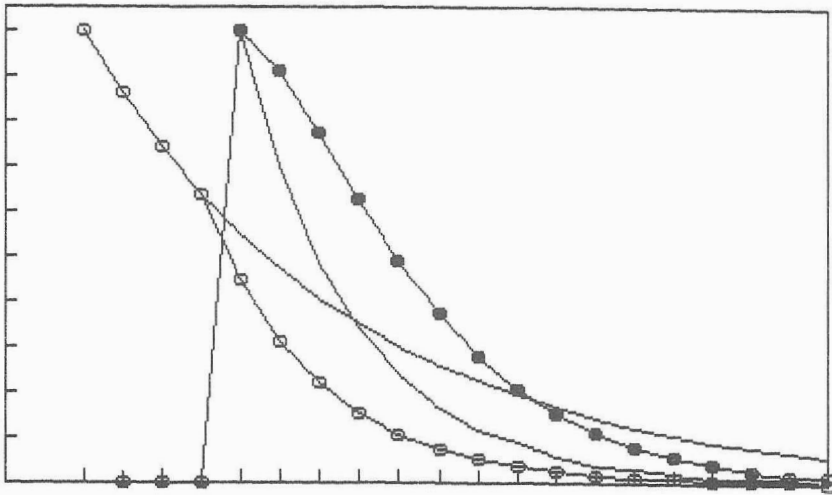


Fig. 4.-Andamento delle quattro funzioni calcolate e tabulate da MOCOST. Esse sono la curva esponenziale  $S_n(t)$  delle classi di età, da cui si scosta, per  $t > I_s$  ( $I_s=5$ ), la curva  $S_p(t)$  (cerchi vuoti); ci sono poi la curva del numero di esemplari catturati e quella del peso zatturato (cerchi pieni). Le curve sono rapportate allo stesso massimo grafico ma corrispondono in realtà ai valori del tabulato prodotto dal programma.

costante di mortalita' naturale= .1496608  
 rapporto mortalita' (per preda)/(naturale) 1.383222  
 tempo n. 2 -- superstiti pop.indist.= 1000 pop.predata= 1000  
 tempo n. 3 -- superstiti pop.indist.= 861 pop.predata= 861  
 tempo n. 4 -- superstiti pop.indist.= 741 pop.predata= 603  
     predati 139 con peso totale= 34198  
 tempo n. 5 -- superstiti pop.indist.= 638 pop.predata= 422  
     predati 97 con peso totale= 40668  
 tempo n. 6 -- superstiti pop.indist.= 550 pop.predata= 295  
     predati 68 con peso totale= 41010  
 tempo n. 7 -- superstiti pop.indist.= 473 pop.predata= 207  
     predati 47 con peso totale= 37241  
 tempo n. 8 -- superstiti pop.indist.= 407 pop.predata= 145  
     predati 33 con peso totale= 31724  
 tempo n. 9 -- superstiti pop.indist.= 351 pop.predata= 102  
     predati 23 con peso totale= 25710  
 tempo n. 10 -- superstiti pop.indist.= 302 pop.predata= 71  
     predati 16 con peso totale= 20237  
 tempo n. 11 -- superstiti pop.indist.= 260 pop.predata= 50  
     predati 11 con peso totale= 19331  
 tempo n. 12 -- superstiti pop.indist.= 224 pop.predata= 35  
     predati 8 con peso totale= 11520  
 tempo n. 13 -- superstiti pop.indist.= 193 pop.predata= 25  
     predati 6 con peso totale= 8501  
 tempo n. 14 -- superstiti pop.indist.= 166 pop.predata= 18  
     predati 4 con peso totale= 6328  
 tempo n. 15 -- superstiti pop.indist.= 143 pop.predata= 13  
     predati 3 con peso totale= 4700  
 tempo n. 16 -- superstiti pop.indist.= 123 pop.predata= 9  
     predati 2 con peso totale= 3475  
 tempo n. 17 -- superstiti pop.indist.= 106 pop.predata= 6  
     predati 1 con peso totale= 2457  
 tempo n. 18 -- superstiti pop.indist.= 91 pop.predata= 4  
     predati 1 con peso totale= 1666  
 tempo n. 19 -- superstiti pop.indist.= 79 pop.predata= 3  
     predati 1 con peso totale= 1121  
 tempo n. 20 -- superstiti pop.indist.= 68 pop.predata= 2  
 tempo n. 21 -- superstiti pop.indist.= 58 pop.predata= 1  
 n. totale predati= 462  
 peso totale predato= 287305  
 peso medio per esemplare predato= 621

Tabulato 1.-Tabulato prodotto da MOCOST sui dati del sample, con  
 le costanti indicate nella tabella. Con  $I_s=3$ , si vede che  
 dal tempo n.4, cioè dalla quarta classe di età, la popola-  
 zione comincia ad essere sfruttata e compare una linea di  
 informazione sul numero e peso degli esemplari catturati.  
 Alla fine compare una tabellina riassuntiva sulle catture.

costante di mortalita' naturale= .1496608  
 rapporto mortalita' (per preda)/(naturale) 1.383222  
 n. totale predati= 398  
 peso totale predato= 311234  
 peso medio per esemplare predato= 781

costante di mortalita' naturale= .1496608  
 rapporto mortalita' (per preda)/(naturale) 1.383222  
 n. totale predati= 341  
 peso totale predato= 319524  
 peso medio per esemplare predato= 937

costante di mortalita' naturale= .1496608  
 rapporto mortalita' (per preda)/(naturale) 1.383222  
 n. totale predati= 293  
 peso totale predato= 316251  
 peso medio per esemplare predato= 1079

costante di mortalita' naturale= .1496608  
 rapporto mortalita' (per preda)/(naturale) 1.383222  
 n. totale predati= 251  
 peso totale predato= 302890  
 peso medio per esemplare predato= 1206

costante di mortalita' naturale= .1496608  
 rapporto mortalita' (per preda)/(naturale) 1.383222  
 n. totale predati= 217  
 peso totale predato= 285649  
 peso medio per esemplare predato= 1316

costante di mortalita' naturale= .1496608  
 rapporto mortalita' (per preda)/(naturale) 1.383222  
 n. totale predati= 185  
 peso totale predato= 260962  
 peso medio per esemplare predato= 1410

Tabulato 2.-Con i dati del sample,escludendo la stampa dettaglia-  
 ta classe per classe del tabulato precedente, viene effet-  
 tuata una serie di valutazioni alzando progressivamente da  
 4 a 9 la soglia di sfruttamento, allo scopo di verificare  
 l'effetto sui totali delle catture. Si vede che il numero  
 di esemplari catturati cala col crescere di Ts, mentre il  
 peso medio per esemplare catturato cresce. Il peso totale  
 delle catture sale invece sino ad un massimo e poi cala di  
 nuovo; il massimo si ha per Ts=5.



stampante o no.

i) Chiede subito se si deve fare un altro giro di calcoli o no; se si, torna al passo (f), altrimenti va in stop.

Il sample impiegato nell'esempio che segue è lo stesso dell'esempio precedente; in più occorre avere su un file o dare a mano da tastiera la seguente tabella di tassi di mortalità:

Età (anni)	Mortalità (%)	
	naturale	totale
2	14	14
3	14	14
4	14	14
5	14	14
6	14	14 (-soglia Ts=6
7	14	22
8	14	28
9	14	49
10	14	59
11	14	67
12	14	74
13	14	74
14	14	74
15	14	74
16	14	74
17	14	74
18	14	74
19	14	74
20	14	74
21	14	74

Si vede che, da una certa età in su, tutte le classi hanno la stessa mortalità totale; essendo quella naturale costante, ciò vuol dire che la vulnerabilità di tutte le classi da 12 anni in su è la stessa. I risultati sono esibiti nel tabulato 3 e nella figura 5.

### 3) Programma MOCOIST.

- Chiede il numero degli istanti di tempo.
- Chiede da dove leggerà i dati (età, peso); se da file si darà il nome del file, altrimenti si risponde 'tasti'.
- Legge dalla sorgente specificata le coppie di dati di cui sopra.
- Chiede il valore della soglia Ts (primo istante di predazione).

si preda dal tempo 6  
tempo n. 1 - 2 --- superstiti m.nat.= 1000 con predaz. 1000  
predati n. 0 con peso= 0 rapporto mortalità da preda/naturale= 0  
tempo n. 2 - 3 --- superstiti m.nat.= 860 con predaz. 860  
predati n. 0 con peso= 0 rapporto mortalità da preda/naturale= 0  
tempo n. 3 - 4 --- superstiti m.nat.= 740 con predaz. 740  
predati n. 0 con peso= 0 rapporto mortalità da preda/naturale= 0  
tempo n. 4 - 5 --- superstiti m.nat.= 636 con predaz. 636  
predati n. 0 con peso= 0 rapporto mortalità da preda/naturale= 0  
tempo n. 5 - 6 --- superstiti m.nat.= 547 con predaz. 547  
predati n. 0 con peso= 0 rapporto mortalità da preda/naturale= 0  
tempo n. 6 - 7 --- superstiti m.nat.= 470 con predaz. 427  
predati n. 44 con peso= 34312 rapporto mortalità da preda/naturale= .6473716  
tempo n. 7 - 8 --- superstiti m.nat.= 404 con predaz. 307  
predati n. 60 con peso= 56905 rapporto mortalità da preda/naturale= 1.178078  
tempo n. 8 - 9 --- superstiti m.nat.= 347 con predaz. 157  
predati n. 107 con peso= 118335 rapporto mortalità da preda/naturale= 3.464473  
tempo n. 9 - 10 --- superstiti m.nat.= 298 con predaz. 64  
predati n. 71 con peso= 87062 rapporto mortalità da preda/naturale= 4.911556  
tempo n. 10 - 11 --- superstiti m.nat.= 256 con predaz. 21  
predati n. 34 con peso= 45494 rapporto mortalità da preda/naturale= 6.350759  
tempo n. 11 - 12 --- superstiti m.nat.= 220 con predaz. 5  
predati n. 13 con peso= 18031 rapporto mortalità da preda/naturale= 7.931494  
tempo n. 12 - 13 --- superstiti m.nat.= 189 con predaz. 1  
predati n. 3 con peso= 4526 rapporto mortalità da preda/naturale= 7.931494  
tempo n. 13 - 14 --- superstiti m.nat.= 163 con predaz. 0  
predati n. 1 con peso= 943 rapporto mortalità da preda/naturale= 7.931494  
tempo n. 14 - 15 --- superstiti m.nat.= 140 con predaz. 0  
predati n. 0 con peso= 0 rapporto mortalità da preda/naturale= 7.931494  
tempo n. 15 - 16 --- superstiti m.nat.= 120 con predaz. 0  
predati n. 0 con peso= 0 rapporto mortalità da preda/naturale= 7.931494  
tempo n. 16 - 17 --- superstiti m.nat.= 103 con predaz. 0  
predati n. 0 con peso= 0 rapporto mortalità da preda/naturale= 7.931494  
tempo n. 17 - 18 --- superstiti m.nat.= 89 con predaz. 0  
predati n. 0 con peso= 0 rapporto mortalità da preda/naturale= 7.931494  
tempo n. 18 - 19 --- superstiti m.nat.= 77 con predaz. 0  
predati n. 0 con peso= 0 rapporto mortalità da preda/naturale= 7.931494  
tempo n. 19 - 20 --- superstiti m.nat.= 66 con predaz. 0  
predati n. 0 con peso= 0 rapporto mortalità da preda/naturale= 7.931494  
tempo n. 20 - 21 --- superstiti m.nat.= 57 con predaz. 0  
predati n. 0 con peso= 0 rapporto mortalità da preda/naturale= 7.931494  
n.esemplari predati= 332 con peso totale= 365607  
peso medio per esemplare catturato= 1101

Tabulato 3.-Con i dati del sample di MOCOST e con l'aggiunta dei tassi di mortalità, si calcola con MOVARI, per  $\tau_s=6$ . Dato che i tassi di mortalità possono cambiare in ogni intervallo di tempo, ad ogni passo viene stampato il rapporto tra la mortalità naturale e quella da predazione.

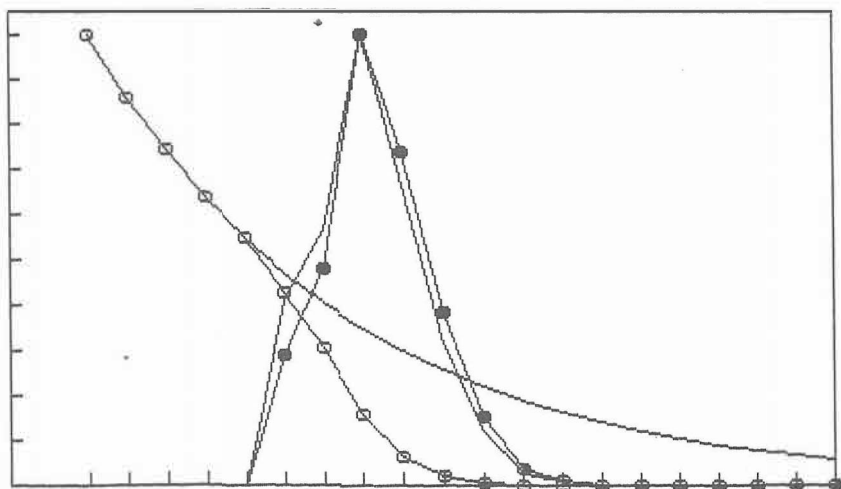


Fig.5.-Riassume i calcoli descritti nel tabulato 3. La curva esponenziale con i cerchi vuoti è la  $S_p$ , i mentre quella esponenziale senza cerchi è la  $S_n$ ; esse si distaccano dopo  $T_s$ . Le altre due curve danno l'andamento delle catture per ogni classe e quello del loro peso (cerchi pieni).

- e) Chiede il valore, in %, della mortalità naturale.
- f) Chiede il valore, in %, della mortalità totale.
- g) Chiede se le classi dell'istogramma si leggono da file o no; se sì, si darà il nome del file, altrimenti, se no, si dovranno dare i dati dalla tastiera.
- h) Chiede se si vuole in stampa i valori delle funzioni passo per passo; se no, stampa solo i valori riassuntivi.
- i) Il programma calcola quanto deve e produce un diagramma sul video, poi chiede se lo si vuole trasposto sulla stampante. Alla fine del calcolo ha già provveduto a trasferire i superstiti del primo istogramma come possibile istogramma di input per il secondo passo.
- l) Chiede se si vuole fare un altro giro; se sì, torna al passo (d), altrimenti va in stop.

Il sample di MOCOIST usa i dati di MOCOST, solo che le classi di età sono rappresentate non da una distribuzione esponenziale ma dal seguente istogramma che, preso su 97 esemplari, viene normalizzato dal programma a 1000 esemplari, per avere la necessaria finezza di output e di grafico:

Età(anni)	Istogramma	
	su 97 casi	rapp.a 1000
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	2	21
6	0	0
7	10	103
8	15	155
9	29	299
10	20	206
11	9	93
12	0	0
13	6	63
14	4	42
15	2	21
16	0	0
17	0	0
18	0	0
19	0	0
20	0	0
21	0	0

Un output del programma è riportato nel tabulato 4, mentre le funzioni calcolate sono riassunte in figura 6.

costante di mortalita' naturale= .1496608  
 rapporto mortalita' (per preda)/(naturale) .490995  
 tempo n. 2 -- superstiti pop.indist.= 0 pop.predata= 0  
 tempo n. 3 -- superstiti pop.indist.= 0 pop.predata= 0  
 tempo n. 4 -- superstiti pop.indist.= 0 pop.predata= 0  
 tempo n. 5 -- superstiti pop.indist.= 18 pop.predata= 18  
 tempo n. 6 -- superstiti pop.indist.= 0 pop.predata= 0  
 tempo n. 7 -- superstiti pop.indist.= 89 pop.predata= 82  
     predati 6 con peso totale= 4931  
 tempo n. 8 -- superstiti pop.indist.= 133 pop.predata= 124  
     predati 9 con peso totale= 8979  
 tempo n. 9 -- superstiti pop.indist.= 257 pop.predata= 239  
     predati 18 con peso totale= 20085  
 tempo n. 10 -- superstiti pop.indist.= 178 pop.predata= 165  
     predati 13 con peso totale= 15499  
 tempo n. 11 -- superstiti pop.indist.= 80 pop.predata= 74  
     predati 6 con peso totale= 7591  
 tempo n. 12 -- superstiti pop.indist.= 0 pop.predata= 0  
 tempo n. 13 -- superstiti pop.indist.= 53 pop.predata= 49  
     predati 4 con peso totale= 5692  
 tempo n. 14 -- superstiti pop.indist.= 36 pop.predata= 33  
     predati 3 con peso totale= 3955  
 tempo n. 15 -- superstiti pop.indist.= 18 pop.predata= 16  
     predati 1 con peso totale= 2040  
 tempo n. 16 -- superstiti pop.indist.= 0 pop.predata= 0  
 tempo n. 17 -- superstiti pop.indist.= 0 pop.predata= 0  
 tempo n. 18 -- superstiti pop.indist.= 0 pop.predata= 0  
 tempo n. 19 -- superstiti pop.indist.= 0 pop.predata= 0  
 tempo n. 20 -- superstiti pop.indist.= 0 pop.predata= 0  
 tempo n. 21 -- superstiti pop.indist.= 0 pop.predata= 0  
 n. totale predati= 60  
     peso totale predato= 68772  
 peso medio per esemplare predato= 1146

costante di mortalita' naturale= .1496608  
 rapporto mortalita' (per preda)/(naturale) 1.383222  
 n. totale predati= 126  
     peso totale predato= 145209  
 peso medio per esemplare predato= 1152

costante di mortalita' naturale= .1496608  
 rapporto mortalita' (per preda)/(naturale) 5.122449  
 n. totale predati= 253  
     peso totale predato= 291050  
 peso medio per esemplare predato= 1150

Tabulato 4.-Output del programma MOCQIST, con il sample descritto nel testo. Il tabulato corrisponde a tassi di mortalità naturale ed artificiale del 13,9 e 20 % rispettivamente. Due altri giri, con la seconda al 30% e 60% rispettivamente, ma senza stampa dettagliata, sono riportati in coda.

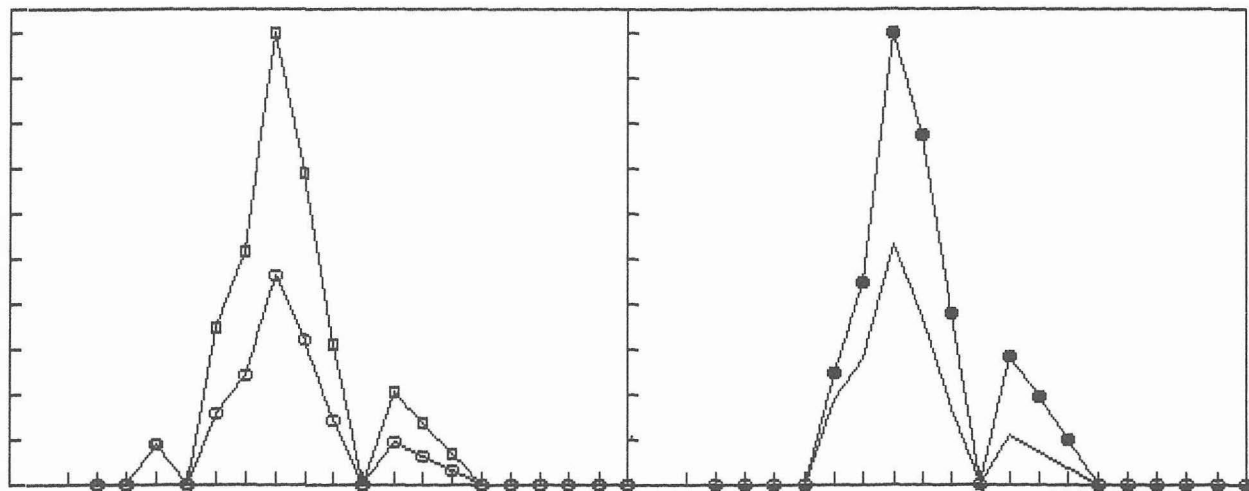


Fig.6.-La figura é riferita al caso con mortalità naturale del 13,9 % e totale del 60 %. A sinistra sono le curve della popolazione descritta dall'istogramma, con prima la mortalità naturale (quadrati vuoti) e poi la totale (cerchi vuoti). A destra ci sono le curve della catture e del peso corrispondente (cerchi pieni).

4) Programma MOVARIST.

- a) Chiede il numero di istanti di tempo, come per gli altri.
- b) Chiede se i tassi di mortalità saranno dati da file o da tastiera; nel primo caso occorre dare il nome del file, nel secondo si risponde 'tasti'.
- c) Legge dalla fonte specificata le coppie di valori di mortalità, naturale e totale, tante coppie quanti sono gli istanti di tempo.
- d) Chiede se le coppie di valori (età,peso) saranno date da file o da tastiera; nel primo caso si dà il nome del file, nel secondo si risponde 'tasti'.
- e) Legge dalla fonte specificata le coppie di cui sopra.
- f) Chiede il primo tempo di predazione.
- g) Chiede se l'istogramma delle classi di età entrano da file o no; se si, occorre rispondere con il nome del file, altrimenti si risponde 'no'. In questo ultimo caso si dovranno dare da tastiera i valori dell'istogramma, tante classi quanti sono gli istanti di tempo del calcolo.
- h) Chiede se si vuole la stampa dettagliata o no.
- i) Calcola le funzioni necessarie e le riassume in un diagramma sul video; chiede poi se lo si vuole stampato o no.
- l) Chiede se si vuole fare un altro giro di calcolo o no; nel primo caso va al passo (f), altrimenti si ferma.

Un esempio viene calcolato usando il file dei tassi di mortalità del sample di MOVARI e quello delle coppie di (età,peso) di MOCOST. L'istogramma in input è il seguente:

Età(anni)	Istogramma	
	su 97 casi	rapp. a 1000
2	2	21
3	2	21
4	2	21
5	5	52
6	9	93
7	11	113
8	13	134
9	12	124
10	9	93
11	5	52
12	6	62
13	3	31
14	2	21

15	4	41
16	4	41
17	4	41
18	2	21
19	2	21
20	0	0
21	0	0

Un output é riportato nel tabulato 5, mentre i grafici corrispondenti sono in figura 7.

#### 5) Programma PULSEK.

a) Chiede di dare il numero N (formula 10) di generazioni. Se si risponde con uno zero, il programma si ferma. Il valore massimo per N é 30; se si dà un valore maggiore, esso viene posto automaticamente pari a 30.

b) Chiede se deve stampare le curve previste dal modello impulsivo oppure no; nel primo caso stampa dettagliatamente tutto, altrimenti solo i valori riassuntivi.

c) Chiede se la limitazione deve essere automatica (risorse in quantità fissa, limitate dai superstiti) o no; nel secondo caso i valori dei fattori Flim andranno dati in input, quando richiesti.

d) Chiede il tipo di velocità di insediamento; si sceglie tra velocità decrescente (si dà 1), logistica (2), gompertziana (3).

e) Per N volte, cioè per ciascuna generazione, chiede:

- il tempo medio di insediamento della generazione;
- la vita media delle entità che la compongono;
- il valore dell'istante di tempo iniziale per la generazione;
- quello del momento in cui iniziano ad agire i fattori di mortalità naturale, cioè non da sfruttamento;
- la distanza di tempo tra l'inizio della generazione e la prima predazione;
- la durata della predazione medesima, che poi interesserà tutti i superstiti delle generazioni precedenti;
- il valore, in %, della mortalità da sfruttamento.

f) Il programma calcola tutto, stampa quanto richiesto e produce il plot delle funzioni interessanti. Poi chiede se lo si vuole su stampante o no.

g) Chiede se si farà un altro giro di calcoli o no; se sì, torna al passo (a), altrimenti si ferma.

Il sample di PULSEK considera 5 generazioni, con le seguenti caratteristiche: ciascuna compare a 12 mesi dalla precedente e diventa sfruttabile all'età di 18 mesi. I fattori di decadimento naturale agiscono dall'istante della comparsa della generazione. La velocità di insediamento é di tipo logistico. Tutti i dati sono riassunti nella seguente tabella:



si preda dal tempo 6

```

tempo n. 1 - 2 --- superstiti m.nat.= 21 con predaz. 21
predati n. 0 con peso= 0 rapporto mortalità da preda/nat.= 0
tempo n. 2 - 3 --- superstiti m.nat.= 18 con predaz. 18
predati n. 0 con peso= 0 rapporto mortalità da preda/nat.= 0
tempo n. 3 - 4 --- superstiti m.nat.= 18 con predaz. 18
predati n. 0 con peso= 0 rapporto mortalità da preda/nat.= 0
tempo n. 4 - 5 --- superstiti m.nat.= 44 con predaz. 44
predati n. 0 con peso= 0 rapporto mortalità da preda/nat.= 0
tempo n. 5 - 6 --- superstiti m.nat.= 80 con predaz. 80
predati n. 0 con peso= 0 rapporto mortalità da preda/nat.= 0
tempo n. 6 - 7 --- superstiti m.nat.= 98 con predaz. 88
predati n. 9 con peso= 7113 rapporto mortalità da preda/nat.= .6473716
tempo n. 7 - 8 --- superstiti m.nat.= 115 con predaz. 96
predati n. 19 con peso= 17860 rapporto mortalità da preda/nat.= 1.178078
tempo n. 8 - 9 --- superstiti m.nat.= 106 con predaz. 63
predati n. 43 con peso= 47685 rapporto mortalità da preda/nat.= 3.464473
tempo n. 9 - 10 --- superstiti m.nat.= 80 con predaz. 38
predati n. 42 con peso= 51452 rapporto mortalità da preda/nat.= 4.911556
tempo n. 10 - 11 --- superstiti m.nat.= 44 con predaz. 17
predati n. 27 con peso= 36641 rapporto mortalità da preda/nat.= 6.350759
tempo n. 11 - 12 --- superstiti m.nat.= 53 con predaz. 16
predati n. 37 con peso= 53109 rapporto mortalità da preda/nat.= 7.931494
tempo n. 12 - 13 --- superstiti m.nat.= 27 con predaz. 8
predati n. 19 con peso= 27995 rapporto mortalità da preda/nat.= 7.931494
tempo n. 13 - 14 --- superstiti m.nat.= 18 con predaz. 5
predati n. 12 con peso= 19450 rapporto mortalità da preda/nat.= 7.931494
tempo n. 14 - 15 --- superstiti m.nat.= 35 con predaz. 11
predati n. 25 con peso= 40127 rapporto mortalità da preda/nat.= 7.931494
tempo n. 15 - 16 --- superstiti m.nat.= 35 con predaz. 11
predati n. 25 con peso= 41080 rapporto mortalità da preda/nat.= 7.931494
tempo n. 16 - 17 --- superstiti m.nat.= 35 con predaz. 11
predati n. 25 con peso= 41948 rapporto mortalità da preda/nat.= 7.931494
tempo n. 17 - 18 --- superstiti m.nat.= 18 con predaz. 5
predati n. 12 con peso= 21330 rapporto mortalità da preda/nat.= 7.931494
tempo n. 18 - 19 --- superstiti m.nat.= 18 con predaz. 5
predati n. 12 con peso= 21534 rapporto mortalità da preda/nat.= 7.931494
tempo n. 19 - 20 --- superstiti m.nat.= 0 con predaz. 0
predati n. 0 con peso= 0 rapporto mortalità da preda/nat.= 7.931494
tempo n. 20 - 21 --- superstiti m.nat.= 0 con predaz. 0
predati n. 0 con peso= 0 rapporto mortalità da preda/nat.= 7.931494
n.esemplari predati= 307 con peso totale= 427325
peso medio per esemplare catturato= 1391

```

Tabulato 5.-Output di MOVARIST, con in input i due files usati da MOVARI ed in più le classi descritte dall'istogramma tabulato nel testo. La soglia Ts vale 6.

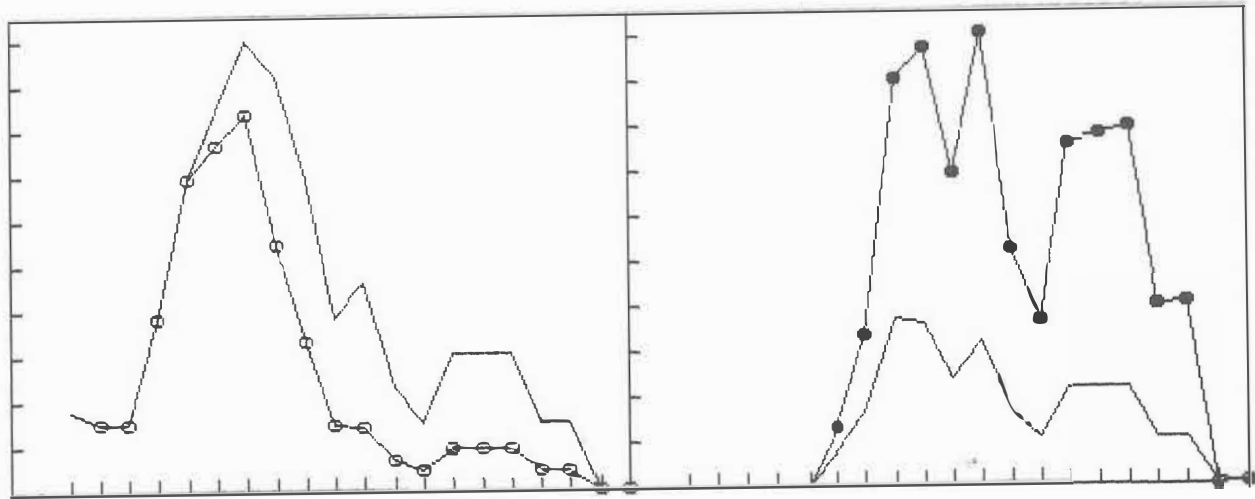


Fig.7.-Descrive le funzioni tabulate nel tabulato 5. A sinistra le curve danno l'andamento della popolazione soggetta alla sola mortalità naturale (curva semplice) e poi a quella totale (cerchi vuoti). A destra si hanno le curve delle catture (curva semplice) e quella del peso corrispondente (cerchi pieni).

n.gen.	T1 (mesi)	Vita media (mesi)	To (mesi)	Ts (mesi)	Durata predaz. (mesi)	Intensità (%)
1	2	40	0	To+18	5	30
2	1	35	12	"	4	50
3	2	35	24	"	5	50
4	3	40	36	"	6	40
5	2	30	48	"	6	60

Il tipo di output è illustrato nei tabulati 6 e 7, mentre il grafico complessivo è riportato in figura 8. I fattori limitanti per le generazioni vengono calcolati con la relazione:

$$Flim(nat.) = 1 - S_n(\text{gen. ni prec.})$$

$$Flim(pred.) = 1 - S_p(\text{gen. ni prec.})$$

e, per questo sample, sono generati automaticamente dal programma. Essi possono tuttavia essere dati in input come è stato fatto per il caso della figura 9. La figura 10 mostra invece l'andamento dei dati sperimentali: l'accordo è buono, soprattutto se si tiene conto che i dati erano stati raccolti nell'ambito di un'altra ricerca e non certo con lo scopo di testare il modello. Questo tipo di raccolta è invece in corso adesso e si spera di poter collaudare con sufficiente accuratezza le zone critiche come la salita della curva.

La situazione sperimentale prevede il trattamento di pascoli con diversi fertilizzanti e la misura della produttività di questi pascoli in termini di quintali di foraggio per ettaro, misurati come massa secca. Questa massa sarà proporzionale alla massa media dell'individuo vegetale medio, moltiplicata per il numero medio di individui (popolazione). Su questi pascoli, a distanze di tempo prefissate e per periodi di 5-7 giorni, vengono fatti pascolare dei bovini o degli ovini. Così si produce un consumo (predazione), che viene pure misurato; tutto ciò nell'arco di una stagione che va dalla fine di aprile fino a settembre avanzato. La ricrescita della massa vegetale dopo i periodi di consumo viene assimilata all'arrivo di una nuova generazione di foraggio; dai dati sperimentali si possono stimare il tempo medio di ricrescita e le intensità di predazione per giorno di pascolamento. La figura 9 è stata ottenuta con i seguenti dati sperimentali in input:

n.gen.	To (giorni)	Ts (giorni)	Durata pred. (giorni)	Intensità (%)	Flim
1	0	41	5	4.9	1.
2	46	78	7	8.8	.4
3	85	117	5	12.6	.5
4	122	147	5	10	.4

T1=30 giorni    Tn=150 giorni    (-- valori stimati durante le osservazioni)

```

passo n. 16 sup.popolaz.predata= .884767 pop.indist.= .884767
quota generaz. n. 1 e'=.6537698
quota generaz. n. 2 e'=.208421
quota generaz. n. 3 e'= 0
quota generaz. n. 4 e'= 0
quota generaz. n. 5 e'= 0
passo n. 17 sup.popolaz.predata= .8621908 pop.indist.= .8621908
quota generaz. n. 1 e'=.6376282
quota generaz. n. 2 e'=.2025509
quota generaz. n. 3 e'= 0
quota generaz. n. 4 e'= 0
quota generaz. n. 5 e'= 0
passo n. 18 sup.popolaz.predata= .8401791 pop.indist.= .8401791
quota generaz. n. 1 e'=.4353196
quota generaz. n. 2 e'=.1968457
quota generaz. n. 3 e'= 0
quota generaz. n. 4 e'= 0
quota generaz. n. 5 e'= 0
passo n. 19 sup.popolaz.predata= .6321652 pop.indist.= .8187307
quota generaz. n. 1 e'=.2972
quota generaz. n. 2 e'=.1913011
quota generaz. n. 3 e'= 0
quota generaz. n. 4 e'= 0
quota generaz. n. 5 e'= 0
passo n. 20 sup.popolaz.predata= .4885012 pop.indist.= .7978318
quota generaz. n. 1 e'=.2029035
quota generaz. n. 2 e'=.1859127
quota generaz. n. 3 e'= 0
quota generaz. n. 4 e'= 0
quota generaz. n. 5 e'= 0
passo n. 21 sup.popolaz.predata= .3888162 pop.indist.= .7774681
quota generaz. n. 1 e'=.1385256
quota generaz. n. 2 e'=.1806761
quota generaz. n. 3 e'= 0
quota generaz. n. 4 e'= 0
quota generaz. n. 5 e'= 0
passo n. 22 sup.popolaz.predata= .3192017 pop.indist.= .7576258
quota generaz. n. 1 e'=.9.457379E-02
quota generaz. n. 2 e'=.1755869
quota generaz. n. 3 e'= 0
quota generaz. n. 4 e'= 0
quota generaz. n. 5 e'= 0
passo n. 23 sup.popolaz.predata= .2701607 pop.indist.= .7382918
quota generaz. n. 1 e'=.9.223876E-02
quota generaz. n. 2 e'=.1706412
passo n. 24 gen. n. 3 --f.ins.pred.= .7298393 indist.= .2617082
quota generaz. n. 3 e'=.9.864835E-03
quota generaz. n. 4 e'= 0
quota generaz. n. 5 e'= 0
passo n. 24 sup.popolaz.predata= .2727448 pop.indist.= .7229901
quota generaz. n. 1 e'=.8.996139E-02
quota generaz. n. 2 e'=.1658347
quota generaz. n. 3 e'=.7.432433E-02
quota generaz. n. 4 e'= 0
quota generaz. n. 5 e'= 0
passo n. 25 sup.popolaz.predata= .3301204 pop.indist.= .7277476
quota generaz. n. 1 e'=.8.774022E-02
quota generaz. n. 2 e'=.1611636
quota generaz. n. 3 e'=.3446517
quota generaz. n. 4 e'= 0
quota generaz. n. 5 e'= 0
passo n. 26 sup.popolaz.predata= .5935555 pop.indist.= .8067958
quota generaz. n. 1 e'=.8.557391E-02
quota generaz. n. 2 e'=.1566241
quota generaz. n. 3 e'=.5996914
quota generaz. n. 4 e'= 0
quota generaz. n. 5 e'= 0

```

Tabulato 6.-Parte di un output del programma PULSEK. Si possono vedere i contributi delle varie generazioni, l'inizio della predazione della prima al passo 19, la comparsa della terza al passo 24, mentre le altre due declinano. Il termine 'f.ins.' si riferisce ai fattori Flim.

passo n. 19	predato= .1872698
passo n. 20	predato= .1280559
passo n. 21	predato= 8.762384E-02
passo n. 22	predato= 6.001458E-02
passo n. 23	predato= 4.115987E-02
totale parziale	predato= .504124
passo n. 31	predato= 6.947946E-02
passo n. 32	predato= 7.142234E-02
passo n. 33	predato= 4.398144E-02
passo n. 34	predato= .0158394
totale parziale	predato= .2007226
passo n. 43	predato= .2039789
passo n. 44	predato= .1035165
passo n. 45	predato= 5.082843E-02
passo n. 46	predato= 2.364528E-02
passo n. 47	predato= 1.063815E-02
totale parziale	predato= .3926073
passo n. 55	predato= .1183683
passo n. 56	predato= 7.461125E-02
passo n. 57	predato= 4.650557E-02
passo n. 58	predato= 2.819061E-02
passo n. 59	predato= 1.744387E-02
passo n. 60	predato= 1.147008E-02
totale parziale	predato= .2965897
passo n. 67	predato= .2035714
passo n. 68	predato= 8.448893E-02
passo n. 69	predato= 3.360755E-02
passo n. 70	predato= 1.233742E-02
passo n. 71	predato= 4.598149E-03
passo n. 72	predato= 1.766184E-03
totale parziale	predato= .3403696

Tabulato 7.-Riassunto finale delle fasi di predazione, con i valori in unità adimensionali, come nel tabulato 6. Questi dati corrispondono alle curve senza cerchi e poste in basso in figura 8, una curva per ogni fase di predazione. Dai totali per ogni fase di predazione si vede poi l'andamento della resa delle stesse, legate sia ai parametri caratteristici dello sfruttamento sia alla numerosità iniziale ed attuale delle generazioni mature per essere sfruttate.

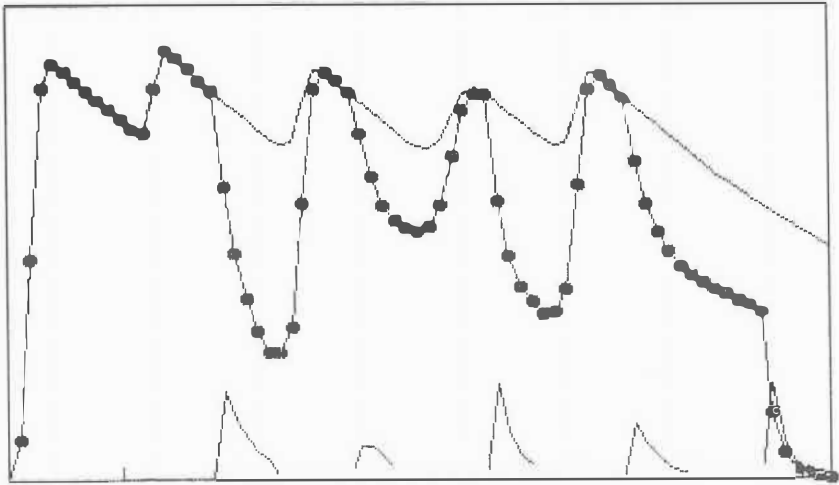


Fig.8.-Diagramma riassuntivo del sample, con la curva della popolazione soggetta sia a declino naturale che a sfruttamento (cerchi pieni) e quella della popolazione soggetta solo a declino naturale (curva senza cerchi, parzialmente sovrapposta all'altra). Le curve in basso sono spiegate altrove.

To corrisponde al 24 aprile 1983. Si può confrontare l'andamento del consumo reale con quello calcolato, riferendo i singoli consumi al rispettivo massimo:

Fase di consumo	C.reale		C.calcolato	
	(q/h)	(relativo)	(calc.)	(relativo)
1	6.5	0.48	0.085	0.2
2	13.6	1.	0.426	1.
3	9.	0.66	0.183	0.43
4	5.2	0.38	0.145	0.34

Come si osserva dal confronto fra la figura 10 e la figura 9 e fra le due colonne dei valori relativi, il modello dà una descrizione decorosa dell'andamento della massa di foraggio in funzione del tempo. Inoltre, calcolando con il chiadrato le due colonne degli andamenti relativi, si ottiene, per 3 gradi di libertà, un valore di 0.91, mentre il valore di riferimento al 5% per l'ipotesi  $H_0$  è di 7.83. Accordi analogamente buoni si hanno anche per altri casi sperimentali. Naturalmente questo impiego è un po' forzato per quel che riguarda soprattutto la 'popolazione' non sfruttata, che avrà un decadimento ed un ricambio graduale e distribuito in modo uniforme, non impulsivo; se però le 'generazioni' sono in numero sufficiente e soprattutto il loro apporto naturale è limitato a causa della lunga 'vita media' della generazione iniziale, la curva della popolazione non sfruttata sarà perciò ancora plausibile. Il fatto curioso è che il modello in origine era stato sviluppato per tentare di descrivere popolazioni di molluschi, applicazione che attende tuttora una verifica.

6) Programma PULSEVAR.

- a) Chiede di dare il numero N di generazioni; se si risponde 0, il programma va in STOP.
- b) Chiede il numero di fasi di predazione.
- c) Per ciascuna fase di predazione, chiede:
  - istante di inizio della fase;
  - durata della stessa;
  - mortalità caratteristica per sfruttamento, in % . Tutte le generazioni con  $I_s$  inferiore all'istante di inizio della fase saranno sfruttate con questa intensità, che perciò è specifica della fase e non della età dei soggetti predabili.
- d) Chiede se deve stampare tutte le curve in dettaglio oppure no.
- e) Chiede se i fattori  $F_{lim}$  saranno calcolati automaticamente o no.
- f) Chiede di scegliere tra le tre velocità di insediamento già viste in PULSEK.

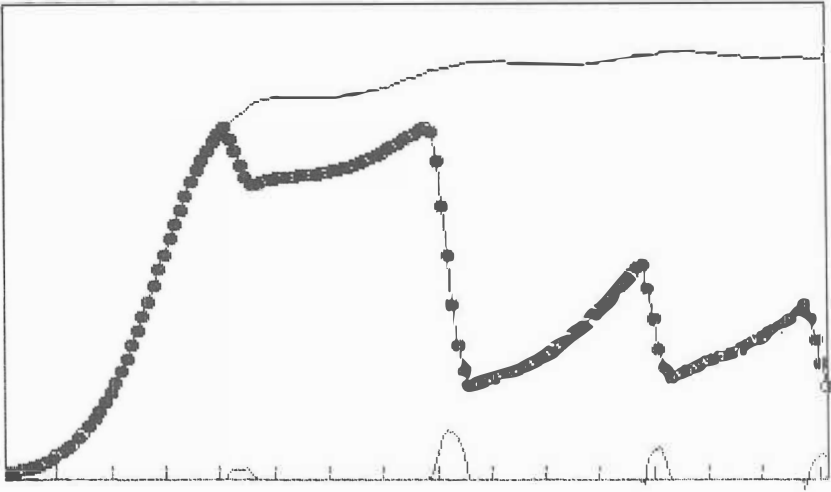


Fig. 9.-Diagramma prodotto da PULSEK per una parcella sperimentale pascolata con bovini e trattata con NPK. Ogni punto corrisponde ad un giorno. La curva senza cerchi dovrebbe descrivere la parcella non sfruttata; è chiaro che in tale caso si avrebbe solo la generazione originale, ad andamento pressoché costante, senza apporti di un numero finito di altre generazioni. Tuttavia, dato lo scarso contributo delle generazioni successive alla prima, il profilo è ancora realistico.

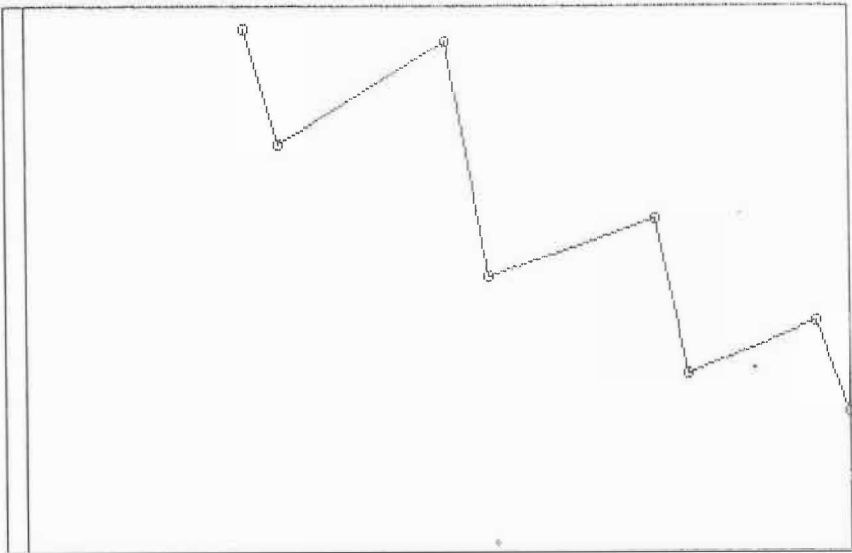


Fig. 10.-Valori della massa secca in quintali per ettaro, misurata subito prima e subito dopo i periodi di pascolamento. La spezzata è stata tracciata solo come ausilio visuale. Il punto più alto corrisponde a 30.23 quintali/ettaro, quello più basso a 8.1 quintali/ettaro.



g) Per ciascuna generazione, cioè N volte, chiede:

- tempo medio di insediamento;
- valore della vita media dei soggetti;
- età minima dalla quale i soggetti superstiti divengono predabili;
- istante di tempo di insediamento della generazione;
- istante di tempo di inizio dell'azione dei fattori di decadimento naturale, cioè non dovuto a sfruttamento;
- se richiesto, il fattore Flim della generazione.

h) Il programma calcola le funzioni e ne memorizza i valori, generazione per generazione; poi chiede se si vogliono i diagrammi dei profili delle singole generazioni.

i) Chiede poi se si vogliono i diagrammi riassuntivi.

l) Chiede se si vuole il trasferimento dei diagrammi alla stampante; se sì, lo fa, altrimenti va subito in STOP.

Il sample di PULSEVAR è lo stesso usato per PULSEK, con la differenza che i fattori Flim sono calcolati automaticamente e si simula che la fase di consumo di 7 giorni avvenga in due fasi, una con intensità di sfruttamento del 5% e durata 3 giorni, l'altra con intensità 15% e durata 4 giorni. Per il confronto con il risultato reale occorre però sommare i contributi dello sfruttamento nelle due porzioni. Alcuni esempi di output sono riportati nei tabulati 8 e 9, mentre le funzioni sono descritte nei diagrammi in figura 11 e figura 12.

```

n. passi tabulazione= 152
passo n. 46 gen. n. 2 --f.ins.pred.= .5925036 indist.= .3265289
passo n. 85 gen. n. 3 --f.ins.pred.= .830099 indist.= .2393265
passo n. 122 gen. n. 4 --f.ins.pred.= .8584231 indist.= .2228257
passo n. 42 predato= 1.748759E-02 generazione n. 1
passo n. 43 predato= 4.785091E-02 generazione n. 1
passo n. 44 predato= 7.059193E-02 generazione n. 1
passo n. 45 predato= 8.329875E-02 generazione n. 1
passo n. 46 predato= .0857923 generazione n. 1
-- totale parziale predato= .3050215 generazione n. 1
passo n. 79 predato= 1.386547E-02 generazione n. 1
passo n. 80 predato= 2.554271E-02 generazione n. 1
passo n. 81 predato= 3.351049E-02 generazione n. 1
passo n. 82 predato= 3.350018E-02 generazione n. 1
passo n. 83 predato= 4.690489E-02 generazione n. 1
passo n. 84 predato= 4.681568E-02 generazione n. 1
passo n. 85 predato= 3.538005E-02 generazione n. 1
-- totale parziale predato= .2320395 generazione n. 1
passo n. 118 predato= 3.908076E-03 generazione n. 1
passo n. 119 predato= 6.35841E-03 generazione n. 1
passo n. 120 predato= 6.791431E-03 generazione n. 1
passo n. 121 predato= 5.643956E-03 generazione n. 1
passo n. 122 predato= 3.848892E-03 generazione n. 1
-- totale parziale predato= 2.655076E-02 generazione n. 1
passo n. 148 predato= 3.368261E-04 generazione n. 1
passo n. 149 predato= 5.721459E-04 generazione n. 1
passo n. 150 predato= 6.566167E-04 generazione n. 1
passo n. 151 predato= 6.03406E-04 generazione n. 1
passo n. 152 predato= 4.48892E-04 generazione n. 1
*** totale predato= 5.44289 generazione n. 1
passo n. 80 predato= 1.320419E-02 generazione n. 2
passo n. 81 predato= 2.561221E-02 generazione n. 2
passo n. 82 predato= 2.547726E-02 generazione n. 2
passo n. 83 predato= 4.978755E-02 generazione n. 2
passo n. 84 predato= 5.443307E-02 generazione n. 2
passo n. 85 predato= 4.365317E-02 generazione n. 2
-- totale parziale predato= .2122235 generazione n. 2
passo n. 118 predato= 6.638166E-03 generazione n. 2
passo n. 119 predato= .082677E-02 generazione n. 2
passo n. 120 predato= .0115761 generazione n. 2
passo n. 121 predato= 9.626488E-03 generazione n. 2
passo n. 122 predato= 6.567898E-03 generazione n. 2
-- totale parziale predato= 4.523543E-02 generazione n. 2
passo n. 148 predato= 5.761204E-04 generazione n. 2
passo n. 149 predato= 9.786715E-04 generazione n. 2
passo n. 150 predato= 1.123184E-03 generazione n. 2
passo n. 151 predato= 1.032171E-03 generazione n. 2
passo n. 152 predato= 8.01055E-04 generazione n. 2
*** totale predato= .2619701 generazione n. 2
passo n. 118 predato= 2.738497E-02 generazione n. 3
passo n. 119 predato= 6.790042E-02 generazione n. 3
passo n. 120 predato= 8.413498E-02 generazione n. 3
passo n. 121 predato= 7.664369E-02 generazione n. 3
passo n. 122 predato= 5.995544E-02 generazione n. 3
-- totale parziale predato= .3120195 generazione n. 3
passo n. 148 predato= 7.091306E-03 generazione n. 3
passo n. 149 predato= 1.213928E-02 generazione n. 3
passo n. 150 predato= 1.397484E-02 generazione n. 3
passo n. 151 predato= 1.286617E-02 generazione n. 3
passo n. 152 predato= 9.998248E-03 generazione n. 3
*** totale predato= .3680894 generazione n. 3
passo n. 148 predato= 1.68477E-03 generazione n. 4
passo n. 149 predato= 2.548759E-02 generazione n. 4
passo n. 150 predato= .0413799 generazione n. 4
passo n. 151 predato= 4.609104E-02 generazione n. 4
passo n. 152 predato= 4.110067E-02 generazione n. 4
*** totale predato= .155744 generazione n. 4

```

Tabulato 8.-Parte dell'output di PULSEVAR, in cui ogni generazione viene comparata da sola nelle diverse fasi di predazione. I totali sono perciò parziali; le curve corrispondenti alle varie funzioni sono riportate in figura 11.

```

passo n. 41 cattura= 0
passo n. 42 cattura= 1.748759E-02
passo n. 43 cattura= 4.785091E-02
passo n. 44 cattura= 7.059193E-02
passo n. 45 cattura= 8.329875E-02
passo n. 46 cattura= .0857923
--- totale bottino= .3050215
passo n. 78 cattura= 0
passo n. 79 cattura= 1.386547E-02
passo n. 80 cattura= 3.880289E-02
passo n. 81 cattura= .0591227
--- totale bottino= .1117911
passo n. 81 cattura= .0591227
passo n. 82 cattura= 5.549744E-02
passo n. 83 cattura= 9.669244E-02
passo n. 84 cattura= .1012488
passo n. 85 cattura= 7.903321E-02
--- totale bottino= .3324719
passo n. 117 cattura= 0
passo n. 118 cattura= 3.793121E-02
passo n. 119 cattura= .0850856
passo n. 120 cattura= .1025025
passo n. 121 cattura= 9.191413E-02
passo n. 122 cattura= 6.637223E-02
--- totale bottino= .3838057
passo n. 147 cattura= 0
passo n. 148 cattura= 9.689022E-03
passo n. 149 cattura= 3.917768E-02
passo n. 150 cattura= 5.713454E-02
passo n. 151 cattura= 6.059278E-02
passo n. 152 cattura= 5.236827E-02
--- totale bottino= .2189623

```

Tabulato 9.-Totali riassuntivi relativi alla storia della popolazione, intesa come somma delle varie generazioni nel calcolo delle funzioni, il cui diagramma appare in figura 12.

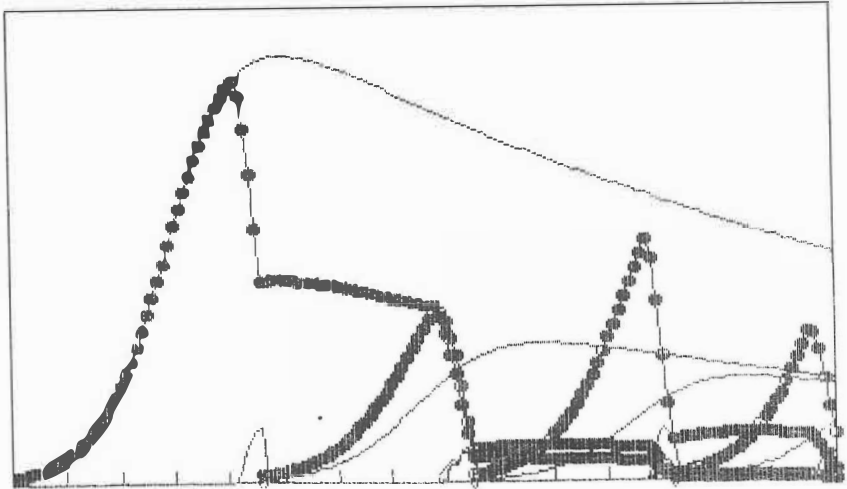


Fig.11.-Esibizione dei grafici dettagliati e separati delle funzioni caratteristiche di ciascuna generazione.

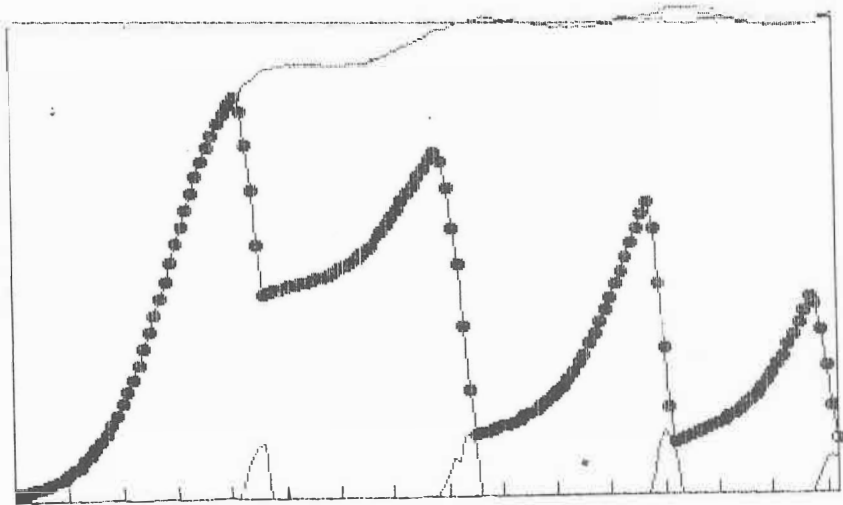


Fig.12.-Diagrammi riassuntivi della popolazione, somma delle curve di figura 11.

CAPITOLO 3.7) Programma COSTANTI.

Le funzioni viste nei modelli sono in genere del tipo esponenziale; anche quando non lo sono, certi loro parametri possono essere stimati in prima approssimazione assumendo che lo siano, almeno localmente. In tutti quei casi in cui questi parametri possono essere ricavati da dati sperimentali il programma COSTANTI può rivelarsi molto comodo. Esso si basa sulla relazione:

$$(11) \quad N(t_1) = N(t_0) * \exp[-K*(t_1-t_0)]$$

per cui si ha:

$$(12) \quad [N(t_1)/N(t_0)] = \exp[-K*(t_1-t_0)]$$

$$\ln[N(t_1)/N(t_0)] = -K*(t_1-t_0)$$

$$K = -[\ln N(t_1)/N(t_0)]/(t_1-t_0)$$

$$K' = [1 - \exp(-K)] * 100 \quad \text{per avere } K \text{ in } \%$$

Il programma:

- a) Chiede il numero NI di intervalli (t1-to).
- b) Per ogni intervallo chiede i valori di N(to), N(t1), to, (t1-to).
- c) Per ogni gruppo di dati tipo (b), stampa fuori i valori di K e K' con i dati che li hanno prodotti.
- d) Se il numero NI è maggiore di 1, il programma calcola i valori medi di K e K' ed i corrispondenti scarti quadratici medi; poi li stampa.

Il sample che ha prodotto il tabulato 10 è il seguente:

to = 0	N(to) = 10	t1 = 2	N(t1) = 6	t1-to = 2
		t1 = 4	" = 4	" = 4
		t1 = 6	" = 2,8	" = 6
to = 2	N(to) = 6	t1 = 4	" = 4	" = 2
		t1 = 6	" = 2,8	" = 4
to = 4	N(to) = 4	t1 = 6	" = 2,8	" = 2

in totale si hanno 6 intervalli su cui valutare K e K'.

8) Programma PLCURVE.

Questo programma permette di combinare tra loro più curve di funzioni frequentemente usate in ecologia; la combinazione può essere la somma delle curve componenti od il prodotto di due di loro. Il primo tipo di elaborazione sarà utile quando si voglia vedere l'effetto della sovrapposizione di più azioni simultanee

```

          t.entrata= 0 durata= 2
ent= 10 use= 6 cons= 4 prod= 10
fattore ripristino= 1
cost.predaz./unit.temp.= .2554128
--- pari a % 22.54033
          t.entrata= 0 durata= 4
ent= 10 use= 4 cons= 6 prod= 4
fattore ripristino= .4
cost.predaz./unit.temp.= .2290727
--- pari a % 20.47293
          t.entrata= 0 durata= 6
ent= 10 use= 2.8 cons= 7.2 prod= 6
fattore ripristino= .6
cost.predaz./unit.temp.= .212161
--- pari a % 19.11655
          t.entrata= 2 durata= 2
ent= 6 use= 4 cons= 2 prod= 3.2
fattore ripristino= .32
cost.predaz./unit.temp.= .2027326
--- pari a % 18.35034
          t.entrata= 2 durata= 4
ent= 6 use= 2.8 cons= 3.2 prod= 2
fattore ripristino= .2
cost.predaz./unit.temp.= .190535
--- pari a % 17.34832
          t.entrata= 4 durata= 2
ent= 4 use= 2.8 cons= 1.2 prod= 1.2
fattore ripristino= .12
cost.predaz./unit.temp.= .1783375
--- pari a % 16.334

valore medio= .2113753 +- 2.776191E-02
pari a (%) 19.02708 +- 2.234736

```

Tabulato 10.-Esempio di output del programma COSTANTI, con i sei valori parziali ed i valori riassuntivi di una costante di decadimento. Il parametro esibito con i valori finali è ottenuto calcolando lo scarto quadratico medio sui valori dei singoli passi.

ma indipendenti; il secondo serve invece quando si desidera vedere l'effetto della combinazione (prodotto) di azioni contemporanee. Ciascuna delle curve componenti, assieme alla curva risultante, sono sia stampate su carta che scritte, a richiesta, su di un file; inoltre il programma le rappresenta in un grafico sul video, grafico che può essere a sua volta trasposto su carta.

I tipi possibili di curva sono:

funzione	tipo	formula
retta	1	$y = a*x + b$
parabola	2	$y = a*x^2 + b*x + c$
esponenziale	3	$y = a * \exp(b*x)$
gaussiana	4	$y = a / [\text{sqrt}(2*3.1415)] * \exp[-(x-c)^2 / (2*s^2)]$
poissoniana	5	$y = a * \exp(-b) * b^x / (x!)$
pois.speculare	6	$y = a * \exp(-b) * b^{(10-x)} / [(10-x)!]$
gompertziana	7	$y = a * \exp[-b * \exp(-k*x)]$
logistica	8	$y = [\text{no} / (\text{ns} - \text{no})] * [\text{ns} / (\exp(-a*x) + \text{no} / (\text{ns} - \text{no}))]$

La  $x$  è la variabile indipendente, la  $y$  quella dipendente. Tutti gli altri termini sono parametri che l'utente deve dare in input allorché presceglie il dato tipo di funzione. Per ogni funzione occorre poi dare anche il valore di partenza della  $x$ , al di sotto della quale la funzione semplicemente non verrà considerata ed a cui verranno riferiti i parametri con eventuale significato posizionale. Ogni funzione può poi essere moltiplicata per un fattore di amplificazione che ne esprime l'importanza relativa nella combinazione. La curva di figura 1 evidenziata con i quadrati è stata ottenuta con PLCCURVE, con l'opzione del prodotto; i due fattori sono le due curve senza quadrati vuoti.

Il programma:

- a) Chiede il numero NC delle curve componenti; se si risponde con uno zero, il programma si ferma.
- b) Chiede di dire se alla fine si vuole la somma delle curve o la moltiplicazione delle stesse.
- c) Chiede il numero di punti del calcolo e dei grafici ed il valore del passo dx della variabile indipendente.
- d) Chiede il valore di  $X_0$ , origine del sistema di valori delle ascisse.
- e) Per NC volte chiede:
  - il tipo di componente, rappresentato da un numero tra 1 ed 8.
  - il fattore per cui i valori della curve componete andranno moltiplicati, cioè il fattore di amplificazione.
  - il numero NP di parametri che caratterizzeranno la componente.
  - il valore dell'origine delle ascisse di ciascuna componente, preso relativamente ad  $X_0$ .
  - per ogni curve gli NP parametri caratteristici.

f) Fatti i calcoli, chiede se si vogliono stampati i valori delle componenti.

g) Esegue l'operazione specificata nel passo (b), poi chiede se si vuole scrivere sia le componenti che la risultante su file e, se sì, chiede il nome del file.

h) Chiede se si vuole il diagramma su video delle curve componenti e della risultante; se sì, chiede se si vuole dare un fattore di riduzione delle dimensioni del grafico relative al riquadro di dimensioni fisse che lo contiene.

i) Chiede se si vuole il grafico su stampante; se sì, lo fa, altrimenti si ferma.

Il sample del programma comprende quattro funzioni: una retta, una gaussiana, una logistica ed una poissoniana speculare. I parametri sono riportati nella seguente tabella:

Sistema di riferimento generale:  $X_0=0$  N.passi=50 passo  $dx=1$

Tipo curva	Origine	Fatt.amplif.	Parametri		
1	0	1	a=0.1	b=-1.5	
4	10	2	a=3	s=2	c=15
8	20	1.5	no=0.01	n1=2	a=0.6
6	5	1	a=4	b=3	

Il risultato è rappresentato in figura 13.

#### 9) Programma SPEFIT1.

Questo programma deriva da PLCURVE ed ha due piccole differenze: la prima è che si calcola da solo il numero di passi su cui tabulare la variabile indipendente e le funzioni, la seconda è che, se richiesto, chiama in azione un secondo programma a lui concatenato, che può confrontare la curva risultante con una serie di dati sperimentali, così che l'utente può valutare il livello di fit fornito dalla curva medesima. Il programma calcola e stampa anche un chi-quadrato usando come valore atteso il valore della funzione in corrispondenza ai valori sperimentali dati in input. In tal modo, cercando per tentativi il valore minimo del chi-quadrato in funzione dei parametri dati in SPEFIT1, si può ottenere l'insieme dei loro valori ottimali o perlomeno avvicinarvisi a sufficienza.

L'input del programma è lo stesso di PLCURVE, con in più la richiesta finale riguardante il fit: se si risponde sì, il programma chiama in azione SPEFIT2, altrimenti si ferma. L'esempio viene svolto congiuntamente con il programma concatenato e verrà descritto assieme a quest'ultimo.

#### 10) Programma SPEFIT2.

a) Chiede il nome del file su cui SPEFIT1 ha scritto le curve



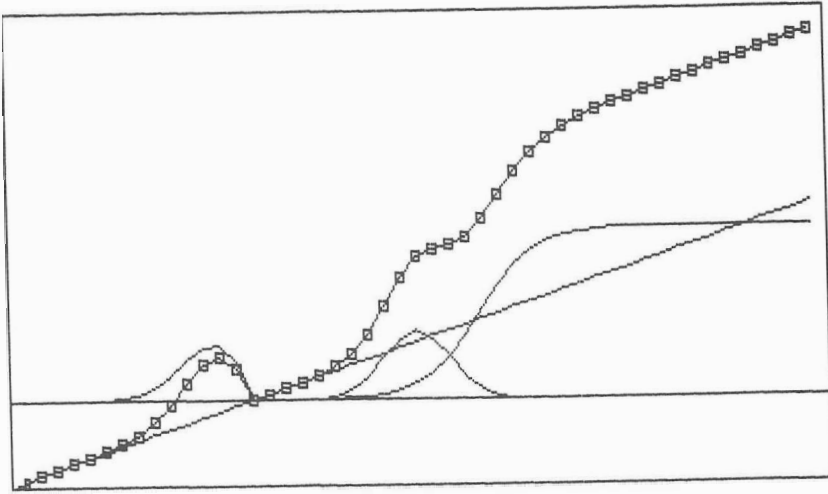


Fig.13.-Diagramma prodotto da PLCURVE con quattro componenti (una retta, una gaussiana, una logistica ed una poissoniana speculare), visibili come curve singole senza quadratini sovrapposti. La curva riassuntiva, con i quadratini sovrapposti, si ottiene per somma algebrica delle componenti, ciascuna moltiplicata prima per l'eventuale fattore di amplificazione.

componenti e la risultante; di qui legge curve e parametri.

b) Chiede il numero di triplette sperimentali che si vuol confrontare con la curva risultante; ogni tripletta è composta da ascissa (valore della variabile indipendente), valore della grandezza in ordinata e valore dell'errore sperimentale. Se per quest'ultimo si dà uno zero, esso viene sostituito dalla radice quadrata del valore sperimentale, assumendo che questo sia una determinazione del valor medio e la sua variabile sia distribuita secondo la legge di Poisson. Lo scopo è di avere comunque una stima dell'errore sperimentale, a causa del calcolo del chi-quadrato, che usa questo scarto per il confronto dato/curva.

c) Chiede se queste triplette saranno date da file o no; se sì, si dà il nome del file, altrimenti si dice di no. Il programma legge le triplette dalla sorgente specificata e calcola il chi-quadrato.

d) Chiede se si vuole il plot del confronto; se sì, chiede se il grafico va ridotto o no e, al caso, il fattore di riduzione. Poi fa il plot.

e) Chiede se si vuole il plot su stampante o no; se sì, lo fa, altrimenti si ferma.

Il sample dei due programmi concatenati riguarda le funzioni di risposta della specie *Dactylis glomerata* in funzione delle variabili pH, azoto, carbonio del suolo in 5 gruppi di rilievi, così come sono riportati in: E. Feoli, P. Nassimbene, G. Cicogni - I prati fauciabili delle valli del Natizone. II Correlazione tra suolo e vegetazione - ed. CENTRO REGIONALE PER LA SPERIMENTAZIONE AGRARIA PER IL FRIULI-VENEZIA GIULIA. I dati sono riassunti nella seguente tabella:

Frequenza/m <sup>2</sup>	pH	Azoto (%)	Carbonio (%)
1	5.3	0.29	2.9
1	5.7	0.27	2.4
5	6.3	0.23	1.8
4	6.4	0.30	2.8
2	7.0	0.41	3.7

La relazione tra la frequenza della specie, in esemplari per m<sup>2</sup>, ed il pH è stata descritta mediante una gaussiana (tipo 4) con altezza modale pari a 4, sigma pari a 0.5 e baricentro 6.3. Il risultato lo si può vedere in figura 14a. La figura 14b descrive la relazione tra la frequenza e la concentrazione di azoto residuo nel terreno, fatta mediante una curva esponenziale decrescente (tipo 3) con parametri 5 e -4.5; una curva di tipo analogo descrive in figura 14c la relazione tra frequenza e concentrazione di carbonio pure residuo, con parametri 5 e -0.5. Le barre verticali nelle figure sono proporzionali, in più ed in meno, alla radice quadrata delle frequenze riportate nella prima colonna della tabella. Le scale delle ascisse possono essere

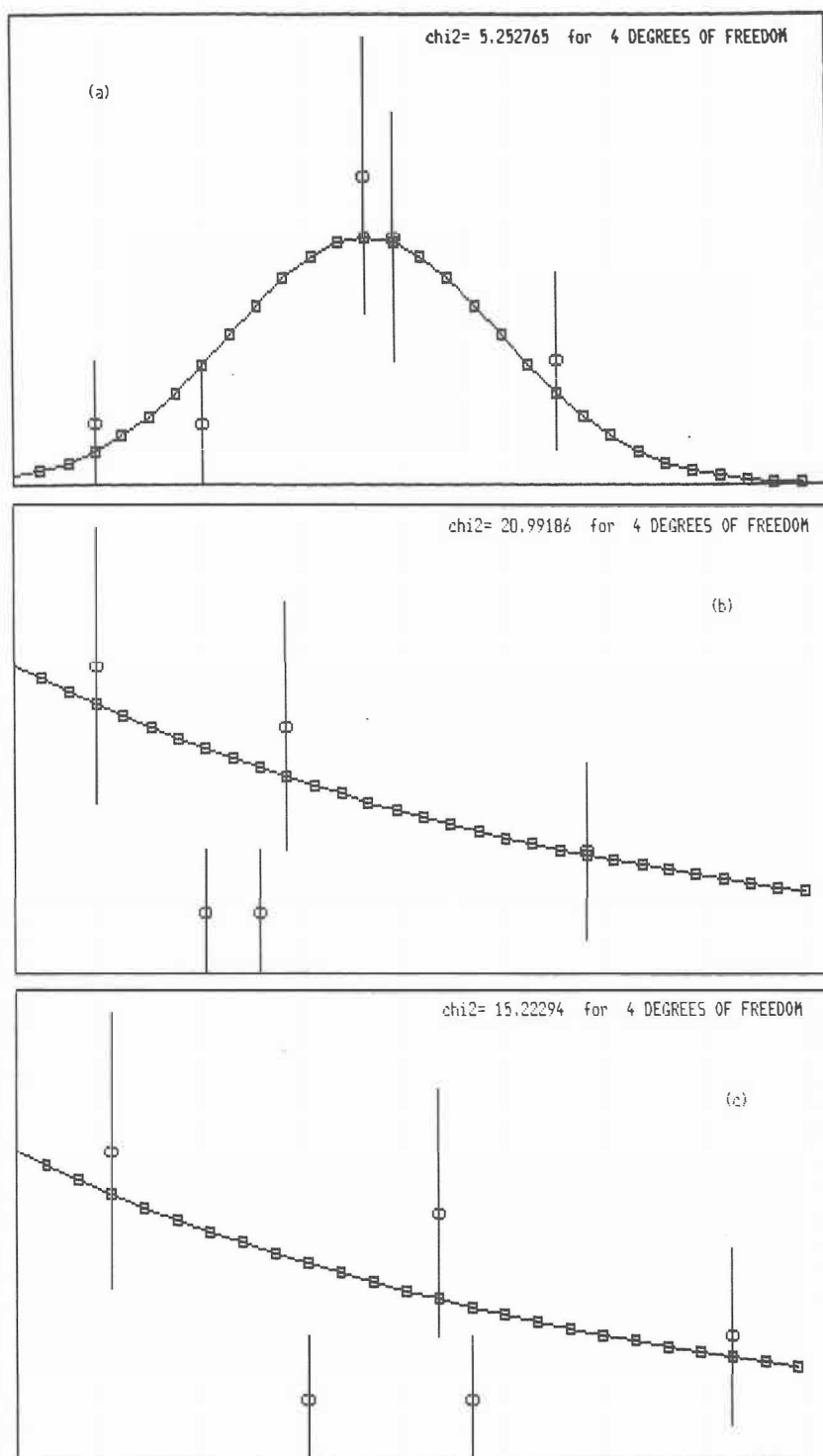


Fig.14.-Diagrammi ottenuti con la catena SPEFIT1+SPEFIT2 sui dati della *Dactylis glomerata* in funzione di (a) pH, (b) azoto, (c) carbonio presenti nel suolo.

dedotte dai valori della tabella stessa. La funzione calcolata è stata di volta in volta calcolata sul range delle variabili, in un numero di passi che garantisce una sufficiente finezza rappresentativa. Il secondo parametro degli esponenziali decrescenti è stato ricavato con il programma COSTANTI, a partire dalle frequenze e dai valori delle variabili indipendenti.

-- 0 --

## Appendice 1.

Listings dei programmi dei modelli.

Indice dei programmi:

1) Programma MOCOST.....	pag. 44
2) " MOCOIST.....	" 45
3) " MOVARI.....	" 47
4) " MOVARIST.....	" 49
5) " PULSEK.....	" 51
6) " PULSEVAR.....	" 54

```

10 REM-program MOCOST (mortalita' costanti)
20 INPUT"dare il n. di istanti di tempo ";NY
30 DIM T(NY),P(NY),TC(NY),TW(NY),SV(NY),SW(NY)
40 INPUT"dare la mortalita' naturale(Z)";LA
50 LA=- (LOG(1-LA/100))
60 INPUT"dare la mortalita' totale(Z)";NT
70 NT=- (LOG(1-NT/100)/LA+1)
80 INPUT"dare il file dei dati-nomefile/tasti ";NOME$
90 IF NOME$="tasti" THEN 160
100 OPEN"i",1,NOME$
110 FOR I=1 TO NY
120 INPUT#1,T(I),P(I)
130 NEXT I
140 CLOSE#1
150 GOTO 200
160 FOR I=1 TO NY
170 PRINT"dare tempo e peso classe n.";I
180 INPUT T(I),P(I)
190 NEXT I
200 INPUT"dare primo istante di predazione ";FY
210 PRINT"si cattura dall'istante ";FY
220 TP=0
230 TT=0
240 FF=1000
250 INPUT"stampa dettagliata-si/no ";YA$
260 LPRINT"costante di mortalita' naturale=";LA
270 LPRINT"rapporto mortalita' (per preda)/(naturale)";NT
280 FOR I=1 TO NY
290 TS=0
300 IF I=1 THEN 320
310 TS=T(I)-T(I-1)
320 DF=EXP(-LA*TS)
330 IF T(I)=0 THEN DF=1
340 DP=1
350 IF T(I)<(FY+1) THEN 370
360 DP=EXP(-NT*LA*TS)
370 R5=FF*DF
380 DT=DF*DP
390 FF=FF*DT
400 SV(I)=FF
410 NS=1000*EXP(-LA*(T(I)-T(1)))
420 TC(I)=R5-FF
430 SW(I)=NS
440 TW(I)=P(I)*TC(I)
450 TP=TP+TC(I)
460 TT=TT+TW(I)
470 IF YA$="no" THEN 490
480 LPRINT"tempo n.",T(I);
490 NS=INT(NS+.5)
500 FF=INT(FF+.5)
510 IF YA$="no" THEN 530
520 LPRINT" -- superstiti pop.indist.=";NS;" pop.preda=";FF
530 TC(I)=INT(TC(I)+.5)
540 TW(I)=INT(TW(I)+.5)
550 IF TC(I)=0 OR YA$="no" THEN 570
560 LPRINT" predati ";TC(I);" con peso totale=";TW(I)
570 NEXT I
580 TP=INT(TP+.5)
590 TT=INT(TT+.5)
600 PM=INT(TT/TP)
610 LPRINT"n. totale predati=";TP
620 LPRINT" peso totale predato=";TT
630 LPRINT"peso medio per esemplare predato=";PM
640 LPRINT : MS=0
650 MC=0
660 MW=0
670 FOR J=1 TO NY
680 IF SV(J)>MS THEN MS=SV(J)
690 IF TC(J)>MC THEN MC=TC(J)
700 IF TW(J)>MW THEN MW=TW(J)
710 NEXT J
720 MS=190/MS
730 MC=190/MC
740 MW=190/MW
750 MX=400/T(NY)

```

```

760 CLS
770 SCREEN 3
780 LINE (0,300)-(400,100),,B
790 FOR J=1 TO NY
800 LINE (MX*T(J),300)-(MX*T(J),295)
810 NEXT J
820 FOR J=1 TO 10
830 LINE (0,300-19*J)-(5,300-19*J)
840 NEXT J
850 ZX=NY
860 NY1=NY-1
870 XO=MX*T(1)
880 YO=300-M5*SV(1)
890 FOR I=1 TO NY1
900 X=MX*T(I+1)
910 Y=300-M5*SV(I+1)
920 LINE (XO,YO)-(X,Y)
930 CIRCLE(X,Y),3
940 XO=X
950 YO=Y
960 NEXT I
970 XO=MX*T(1)
980 YO=300-MC*TC(1)
990 FOR I=1 TO NY1
1000 X=MX*T(I+1)
1010 Y=300-MC*TC(I+1)
1020 LINE (XO,YO)-(X,Y)
1030 XO=X
1040 YO=Y
1050 NEXT I
1060 XO=MX*T(1)
1070 YO=300-MW*TW(1)
1080 FOR I=1 TO NY1
1090 X=MX*T(I+1)
1100 Y=300-MW*TW(I+1)
1110 CIRCLE (X,Y),3
1120 PPRINT (X+1,Y+1)
1130 LINE (XO,YO)-(X,Y)
1140 XO=X
1150 YO=Y
1160 NEXT I
1170 XO=MX*T(1)
1180 YO=300-M5*SW(1)
1190 FOR I=1 TO NY1
1200 X=MX*T(I+1)
1210 Y=300-M5*SW(I+1)
1220 LINE (XO,YO)-(X,Y)
1230 XO=X
1240 YO=Y
1250 NEXT I
1260 INPUT"plot alla stampante-si/no ";GLU$
1270 IF GLU$="si" THEN LCOPY 0
1280 NY=ZX
1290 INPUT"altro giro-si/no ";GLU$
1300 CLS
1310 IF GLU$="si" THEN 200
1320 END

```

```

10 REM-program MOC01ST (mortalita' costanti su istogramma)
20 INPUT"dare il n. di istanti di tempo ";NY
30 DIM T(NY),P(NY),TC(NY),TW(NY),SV(NY),SW(NY),IST(NY)
40 FF=1000 : TIST=0
50 INPUT"dare il file dei dati-nomefile/tasti ";NOME$
60 IF NOME$="tasti" THEN 130
70 OPEN"i",1,NOME$
80 FOR I=1 TO NY
90 INPUT#1,T(I),P(I)
100 NEXT I
110 CLOSE#1
120 GOTO 170
130 FOR I=1 TO NY
140 PRINT"dare tempo e peso classe n.";I
150 INPUT T(I),P(I)
160 NEXT I
170 INPUT"dare primo istante di predazione ";FY
180 PRINT"si cattura dall'istante ";FY
190 INPUT"dare la mortalita' naturale(Z)";LA

```

```

200 LA=-(LOG(1-LA/100))
210 INPUT"dare la mortalita' totale(%);NT
220 NT=-(LOG(1-NT/100)/LA+1)
230 TP=0
240 TT=0
250 IF AY$="nisto" THEN 330
260 PRINT"classi eta' sperimentali,da istogramma"
270 INPUT"classi da file/no ";AY$ : IF AY$="no" THEN 310
280 OPEN"#1",#2,AY$
290 FOR I=1 TO NY : INPUT#2,IST(I) : NEXT I
300 CLOSE#2 : GOTO 330
310 FOR I=1 TO NY : PRINT"dare freq. classe n.";I
320 INPUT IST(I) : NEXT I
330 INPUT"stampa dettagliata-si/no ";YA$
340 IF AY$="nisto" THEN 370
350 TIST=0 : FOR I=1 TO NY : TIST=TIST+IST(I) : NEXT I
360 FOR I=1 TO NY : IST(I)=IST(I)*FF/TIST : NEXT I
370 LPRINT"costante di mortalita' naturale=";LA
380 LPRINT"rapporto mortalita' (per preda)/(naturale)";NT
390 FOR I=1 TO NY
400 TS=0
410 IF I=1 THEN 430
420 TS=T(I)-T(I-1)
430 DF=EXP(-LA*TS)
440 IF T(I)=0 THEN DF=1
450 DP=1
460 IF T(I)<(FY+1) THEN 480
470 DP=EXP(-NT*LA*TS)
480 DT=DF*DP
490 SV(I)=DT*IST(I)
500 SW(I)=IST(I)*DF
510 TC(I)=SW(I)-SV(I)
520 TW(I)=P(I)*TC(I)
530 TP=TP+TC(I)
540 TT=TT+TW(I)
550 IF YA$="no" THEN 570
560 LPRINT"tempo n.";T(I);
570 NS=INT(SW(I)+.5)
580 FS=INT(SV(I)+.5)
590 IF YA$="no" THEN 610
600 LPRINT" -- superstiti pop.indist.=";NS;" pop.predata=";FS
610 TC(I)=INT(TC(I)+.5)
620 TW(I)=INT(TW(I)+.5)
630 IF TC(I)=0 OR YA$="no" THEN 650
640 LPRINT"   predati ";TC(I);" con peso totale=";TW(I)
650 NEXT I
660 AY$="nisto"
670 FOR I=1 TO NY : IST(I)=SV(I) : NEXT I
680 TP=INT(TP+.5)
690 TT=INT(TT+.5)
700 PM=INT(TT/TP)
710 LPRINT"n. totale predati=";TP
720 LPRINT"   peso totale predato=";TT
730 LPRINT"peso medio per esemplare predato=";PM
740 LPRINT : MS=0
750 MC=0
760 MW=0
770 FOR J=1 TO NY
780 IF SW(J)>MS THEN MS=SW(J)
790 IF SV(J)>MS THEN MS=SV(J)
800 IF TC(J)>MC THEN MC=TC(J)
810 IF TW(J)>MW THEN MW=TW(J)
820 NEXT J
830 MS=190/MS
840 MC=190/MC
850 MW=190/MW
860 MIN=MS : IF MC<MIN THEN MIN=MC
870 MS=MIN : MC=MIN
880 MX=300/T(NY)
890 CLS
900 SCREEN 3
910 LINE (0,300)-(600,100),B
920 LINE (300,300)-(300,100)
930 FOR J=1 TO NY
940 LINE (MX*T(J),300)-(MX*T(J),295)

```



```

950 NEXT J
960 FOR J=1 TO NY
970 LINE (300+MX*T(J),300)-(300+MX*T(J),295)
980 NEXT J
990 FOR J=1 TO 10
1000 LINE (300,300-19*J)-(305,300-19*J)
1010 NEXT J
1020 FOR J=1 TO 10
1030 LINE (0,300-19*J)-(5,300-19*J)
1040 NEXT J
1050 ZX=MY
1060 NY1=NY-1
1070 XO=MX*T(1)
1080 YO=300-M5*5V(1)
1090 FOR I=1 TO NY1
1100 X=MX*T(I+1)
1110 Y=300-M5*5V(I+1)
1120 LINE (XO,YO)-(X,Y)
1130 CIRCLE(X,Y),3
1140 XO=X
1150 YO=Y
1160 NEXT I
1170 XO=MX*T(1)+300
1180 YO=300-MC*TC(1)
1190 FOR I=1 TO NY1
1200 X=MX*T(I+1)+300
1210 Y=300-MC*TC(I+1)
1220 LINE (XO,YO)-(X,Y)
1230 XO=X
1240 YO=Y
1250 NEXT I
1260 XO=MX*T(1)+300
1270 YO=300-MW*TW(1)
1280 FOR I=1 TO NY1
1290 X=MX*T(I+1)+300
1300 Y=300-MW*TW(I+1)
1310 CIRCLE (X,Y),3
1320 PAINT (X+1,Y+1)
1330 LINE (XO,YO)-(X,Y)
1340 XO=X
1350 YO=Y
1360 NEXT I
1370 XO=MX*T(1)
1380 YO=300-M5*5W(1)
1390 FOR I=1 TO NY1
1400 X=MX*T(I+1)
1410 Y=300-M5*5W(I+1)
1420 LINE (XO,YO)-(X,Y)
1430 LINE (X-2,Y-2)-(X+2,Y+2),,B
1440 XO=X
1450 YO=Y
1460 NEXT I
1470 INPUT"plot alla stampante-si/no ";GLU$
1480 IF GLU$="si" THEN LCOPY 0
1490 NY=ZX
1500 INPUT"altro giro-si/no ";GLU$
1510 CLS
1520 IF GLU$="si" THEN 170
1530 END

10 REM-programma MOVARI(mortalita' variabili)
20 REM-A.Lagonegro(1983 & 1985)
30 INPUT"dare n. istanti di tempo ";NY
40 DIM LN(NY),LT(NY),T(NY),P(NY),TC(NY),TW(NY),SV(NY),SW(NY)
50 INPUT"mortalita' da file-nome del file/tasti ";NU$
60 IF NU$="tasti" THEN 130
70 OPEN"i",1,NU$
80 FOR I=1 TO NY
90 INPUT#1,LN(I),LT(I)
100 NEXT I
110 CLOSE#1
120 GOTO 170
130 FOR I=1 TO NY
140 PRINT"dare mortalita' nat. e totale (Z) per tempo n.";I
150 INPUT LN(I),LT(I)
160 NEXT I
170 INPUT"tempo e peso da-nome file/tasti ";NOME$

```

```

180 IF NOME$="tasti" THEN 250
190 OPEN"i",1,NOME$
200 FOR I=1 TO NY
210 INPUT#1,T(I),P(I)
220 NEXT I
230 CLOSE#1
240 GOTO 290
250 FOR I=1 TO NY
260 PRINT"dare tempo e peso n.";I
270 INPUT T(I),P(I)
280 NEXT I
290 INPUT"dare primo tempo di predazione ";FY
300 LPRINT"si preda dal tempo ";FY
310 TP=0
320 TT=0
330 FF=1000
340 NS=1000
350 INPUT"stampo in dettaglio-si/no ";YA$
360 FOR I=1 TO NY
370 LA=LN(I)
380 NT=LT(I)
390 LA=-LOG(1-LA/100)
400 NT=-LOG(1-NT/100)/LA+1
410 TS=0
420 IF I=1 THEN 440
430 TS=T(I)-T(I-1)
440 DF=EXP(-LA*TS)
450 IF T(I)=0 THEN DF=1
460 DP=1
470 IF T(I)<=FY THEN 510
480 TF=TS
490 IF FY<T(I) AND FY>T(I-1) THEN TF=T(I)-FY
500 DP=EXP(-NT*LA*TF)
510 RS=FF*DF
520 DT=DF*DP
530 FF=FF*DT
540 SV(I)=FF
550 NS=NS*DF
560 TC(I)=RS-FF
570 SW(I)=NS
580 TW(I)=P(I)*TC(I)
590 TP=TP+TC(I)
600 TT=TT+TW(I)
610 IF YA$="si" THEN LPRINT"tempo n.";I,"-";T(I);
620 PRINT"tempo n.";I,"-";T(I)
630 NS=INT(NS+.5)
640 FF=INT(FF+.5)
650 IF YA$="si" THEN LPRINT" --- superstiti n.nat.=";NS;" con predaz. ";FY
660 TC(I)=INT(TC(I)+.5)
670 TW(I)=INT(TW(I)+.5)
680 IF YA$="si" THEN LPRINT" predati n.";TC(I);" con peso=";TW(I);
690 IF YA$="si" THEN LPRINT" rapporto mortalità da preda/naturale=";NT
700 NEXT I
710 TP=INT(TP+.5)
720 TT=INT(TT+.5)
730 LPRINT" n.esemplari predati=";TP;" con peso totale=";TT
740 PM=INT(TT/TP)
750 LPRINT"peso medio per esemplare catturato=";PM
760 MS=0
770 MC=0
780 MW=0
790 FOR I=1 TO NY
800 IF SV(I) > MS THEN MS=SV(I)
810 IF TC(I) > MC THEN MC=TC(I)
820 IF TW(I) > MW THEN MW=TW(I)
830 NEXT I
840 MS=190/MS
850 MC=190/MC
860 MW=190/MW
870 MX=400/T(NY)
880 CLS
890 SCREEN 3
900 COLOR 1,0
910 LINE (0,300)-(400,100),,B
920 FOR J=1 TO NY

```

```

930 LINE (MX*T(J),300)-(MX*T(J),295)
940 NEXT J
950 FOR J=1 TO 10
960 LINE (0,300-19*J)-(5,300-19*J)
970 NEXT J
980 XO=MX*T(1)
990 YO=300-M5*SV(1)
1000 ZX=NY
1010 NY1=NY-1
1020 FOR I=1 TO NY1
1030 X=MX*T(I+1)
1040 Y=300-M5*SV(I+1)
1050 LINE (XO,YO)-(X,Y)
1060 CIRCLE(X,Y),3
1070 XO=X
1080 YO=Y
1090 NEXT I
1100 XO=MX*FY
1110 YO=300
1120 FOR I=1 TO NY1
1130 IF T(I)<FY THEN 1190
1140 X=MX*T(I+1)
1150 Y=300-MC*TC(I+1)
1160 LINE (XO,YO)-(X,Y)
1170 XO=X
1180 YO=Y
1190 NEXT I
1200 XO=MX*FY
1210 YO=300
1220 FOR I=1 TO NY1
1230 IF T(I)<FY THEN 1310
1240 X=MX*T(I+1)
1250 Y=300-MW*TW(I+1)
1260 LINE (XO,YO)-(X,Y)
1270 CIRCLE(X,Y),3
1280 PAINT(X+1,Y+1)
1290 XO=X
1300 YO=Y
1310 NEXT I
1320 XO=MX*T(1)
1330 YO=300-M5*SW(1)
1340 FOR I=1 TO NY1
1350 X=MX*T(I+1)
1360 Y=300-M5*SW(I+1)
1370 LINE (XO,YO)-(X,Y)
1380 XO=X
1390 YO=Y
1400 NEXT I
1410 INPUT"plot sulla stampante-si/no ";PRO$
1420 IF PRO$="si" THEN LCOFY 0
1430 INPUT"altro giro-si/no ";PRO$
1440 NY=ZX
1450 IF PRO$="si" THEN 290
1460 CLS
1470 END

```

```

10 REM-programma MOVARIST(mortalita' variabili su istogramma)
20 REM-M.Lagonegro(1983 & 1985)
30 INPUT"dare n. istanti di tempo ";NY
40 DIM LN(NY),LT(NY),T(NY),P(NY),TC(NY),TW(NY),SV(NY),SW(NY),IST(NY)
50 FF=1000 : NS=1000
60 INPUT"mortalita' da file-nome del file/tasti ";NU$
70 IF NU$="tasti" THEN 140
80 OPEN"i",1,NU$
90 FOR I=1 TO NY
100 INPUT#1,LN(I),LT(I)
110 NEXT I
120 CLOSE#1
130 GOTO 180
140 FOR I=1 TO NY
150 PRINT"dare mortalita' nat. e totale (%) per tempo n.";I
160 INPUT LN(I),LT(I)
170 NEXT I
180 INPUT"tempo e peso da-nome file/tasti ";NOME$
190 IF NOME$="tasti" THEN 260
200 OPEN"i",1,NOME$
210 FOR I=1 TO NY

```

```

220 INPUT#1,T(I),P(I)
230 NEXT I
240 CLOSE#1
250 GOTO 300
260 FOR I=1 TO NY
270 PRINT"dare tempo e peso n.";I
280 INPUT T(I),P(I)
290 NEXT I
300 INPUT"dare primo tempo di predazione ";FY
310 LPRINT"si preda dal tempo ";FY
320 PRINT"classi eta' da istogramma"
330 IF AY%="nisto" THEN 410
340 INPUT"classi da nome file/no ";AY% : IF AY%="no" THEN 370
350 OPEN"i",2,AY% : FOR I=1 TO NY : INPUT#2,IST(I) : NEXT I
360 CLOSE#2 : GOTO 390
370 FOR I=1 TO NY : PRINT"dare freq. classe n.";I
380 INPUT IST(I) : NEXT I
390 TIST=0 : FOR I=1 TO NY : TIST=TIST+IST(I) : NEXT I
400 FOR I=1 TO NY : IST(I)=IST(I)*FF/TIST : NEXT I
410 TP=0
420 TT=0
430 INPUT"stampo in dettaglio-si/no ";YA%
440 FOR I=1 TO NY
450 LA=LW(I)
460 NT=LT(I)
470 LA=-LOG(1-LA/100)
480 NT=-LOG(1-NT/100)/LA+1)
490 TS=0
500 IF I=1 THEN 520
510 TS=T(I)-T(I-1)
520 DF=EXP(-LA*TS)
530 IF T(I)=0 THEN DF=1
540 DP=1
550 IF T(I)<=FY THEN 590
560 TF=TS
570 IF FY<T(I) AND FY>T(I-1) THEN TF=T(I)-FY
580 DP=EXP(-NT*LA*TF)
590 DT=DF*DP
600 SV(I)=DT*IST(I)
610 SW(I)=DF*IST(I)
620 TC(I)=SW(I)-SV(I)
630 TW(I)=P(I)*TC(I)
640 TP=TP+TC(I)
650 TT=TT+TW(I)
660 IF YA%="si" THEN LPRINT"tempo n.";I;" -";T(I);
670 PRINT"tempo n.";I;" -";T(I)
680 NS=INT(SW(I)+.5)
690 FF=INT(SV(I)+.5)
700 IF YA%="si" THEN LPRINT" --- superstiti m.nat.=";NS;" con predaz. ";FF
710 TC(I)=INT(TC(I)+.5)
720 TW(I)=INT(TW(I)+.5)
730 IF YA%="si" THEN LPRINT" predati n.";TC(I);" con peso=";TW(I);
740 IF YA%="si" THEN LPRINT" rapporto mortalita da preda/nat.=";NT
750 NEXT I
760 FOR I=1 TO NY : IST(I)=SV(I) : NEXT I
770 AY%="nisto"
780 TP=INT(TP+.5)
790 TT=INT(TT+.5)
800 LPRINT" n.esemplari predati=";TP;" con peso totale=";TT
810 PM=INT(TT/TP)
820 LPRINT"peso medio per esemplare catturato=";PM
830 MS=0
840 MC=0
850 MW=0
860 FOR I=1 TO NY
870 IF SW(I) > MS THEN MS=SW(I)
880 IF SV(I) > MS THEN MS=SV(I)
890 IF TC(I) > MC THEN MC=TC(I)
900 IF TW(I) > MW THEN MW=TW(I)
910 NEXT I
920 MS=190/MS
930 MC=190/MC
940 MW=190/MW
950 MIN=MS : IF MC<MIN THEN MIN=MC
960 MS=MIN : MC=MIN

```

```

970 MX=300/T(NY)
980 CLS
990 SCREEN 3
1000 COLOR 1,0
1010 LINE (0,300)-(600,100),B
1020 LINE (300,300)-(300,100)
1030 FOR J=1 TO NY
1040 LINE (300+MX*T(J),300)-(300+MX*T(J),295)
1050 NEXT J
1060 FOR J=1 TO NY
1070 LINE (MX*T(J),300)-(MX*T(J),295)
1080 NEXT J
1090 FOR J=1 TO 10
1100 LINE (0,300-19*J)-(5,300-19*J)
1110 NEXT J
1120 FOR J=1 TO 10
1130 LINE (300,300-19*J)-(305,300-19*J)
1140 NEXT J
1150 XO=MX*T(1)
1160 YO=300-M5*5V(1)
1170 ZX=NY
1180 NY1=NY-1
1190 FOR I=1 TO NY1
1200 X=MX*T(I+1)
1210 Y=300-M5*5V(I+1)
1220 LINE (XO,YO)-(X,Y)
1230 CIRCLE(X,Y),3
1240 XO=X
1250 YO=Y
1260 NEXT I
1270 XO=MX*FY+300
1280 YO=300
1290 FOR I=1 TO NY1
1300 IF T(I) < FY THEN 1360
1310 X=MX*T(I+1)+300
1320 Y=300-MC*TC(I+1)
1330 LINE (XO,YO)-(X,Y)
1340 XO=X
1350 YO=Y
1360 NEXT I
1370 XO=MX*FY+300
1380 YO=300
1390 FOR I=1 TO NY1
1400 IF T(I) < FY THEN 1480
1410 X=MX*T(I+1)+300
1420 Y=300-MW*TW(I+1)
1430 LINE (XO,YO)-(X,Y)
1440 CIRCLE(X,Y),3
1450 PAINT(X+1,Y+1)
1460 XO=X
1470 YO=Y
1480 NEXT I
1490 XO=MX*T(1)
1500 YO=300-M5*5W(1)
1510 FOR I=1 TO NY1
1520 X=MX*T(I+1)
1530 Y=300-M5*5W(I+1)
1540 LINE (XO,YO)-(X,Y)
1550 XO=X
1560 YO=Y
1570 NEXT I
1580 INPUT "plot sulla stampante-si/no ";PRO$
1590 IF PRO$="si" THEN LCOPY 0
1600 INPUT "altro giro-si/no ";PRO$
1610 NY=ZX
1620 CLS
1630 IF PRO$="si" THEN 300
1640 END

```

```

10 REM-program PULSEk (M.Lagonegro-1983 & 1985)
20 DIM TA(30),TB(30),TC(30),TD(30),Y3(30),FLIM(30),LOM(30)
30 DIM IP(30),FP(30),MP(30),PO(362),PE5(362),LI(30)
40 CLS
50 INPUT "dare il n. di generazioni ";NC
60 IF NC = 0 THEN END
70 IF NC>30 THEN NC=30
80 FOR I=1 TO 362

```

```

90 P0(I)=0
100 PES(I)=0
110 NEXT I
120 FOR J=1 TO NC
130 FLIM(J)=0
140 LOM(J)=0
150 Y3(J)=0
160 NEXT J
170 INPUT"stampo curve popolazione-si/no ",YA$
180 INPUT"limitazione automatica-si/no ",AU$
190 INPUT"velocita' insediamento-decresc. (1)/logistica(2)/Gompertz(3) ",VEIN
200 DT=0
210 FLIM(1)=1
220 LOM(1)=1
230 FOR J=1 TO NC
240 PRINT"generazione n. ",J
250 INPUT"dare tempo medio di insediamento ",T1
260 INPUT"dare vita media ",T2
270 TA(J)=T1
280 TB(J)=T2
290 LI(J)=5*T2
300 INPUT"dare istante inizio insediamento ",TO
310 INPUT"dare istante inizio fattori mortalita' nat.",DO
320 TC(J)=TO
330 TD(J)=DO
340 INPUT"dare dist. inizio prima predazione ",IP(J)
350 INPUT"dare durata predazione ",FP(J)
360 INPUT"dare mortalita' da sfruttamento(Z) ",MP(J)
370 IP(J)=TO+IP(J)
380 FP(J)=IP(J)+FP(J)
390 MP(J)=- (LOG(1-MP(J)/100))
400 IF AU$="si" THEN 420
410 INPUT"dare il fattore di insediamento gen. ",FLIM(J)
420 NEXT J
430 DT=FP(NC)
440 MAX=0
450 NT=INT(DT+.5)
460 IF NT>362 THEN NT=362
470 FOR J=1 TO NC
480 Y3(J)=1
490 NEXT J
500 SUP=1
510 FOR I=1 TO NT
520 TV=0
530 TP=0
540 FOR J=1 TO NC
550 T1=TA(J)
560 T2=TB(J)
570 TO=TC(J)
580 DO=TD(J)
590 Y=0
600 Y1=1
610 T=I
620 IF T<(IP(J) OR T)>FP(J) THEN 660
630 Y3(J)=EXP(-MP(J)*(T-IP(J)))
640 SUP=Y3(J)
650 JUP=J
660 IF T<DO THEN 700
670 IF (T-DO)>LI(J) THEN 700
680 IF ((T-DO)/T2) > 20 THEN 700
690 Y=EXP(-(T-DO)/T2)
700 IF T < TO THEN 930
710 IF LOM(J) = 0 THEN 790
720 IF AU$="no" THEN 770
730 SW=1
740 FL=1-P0(I-1)
750 IF FL<0 THEN FL=.0001
760 FLIM(J)=FL
770 LOM(J)=1-PES(I-1)
780 LPRINT"passo n.",I," gen. n.",J," --f.ins.pred.",FLIM(J)," indist.",LOM(J)
790 IF (T-TO) > LI(J) THEN 930
800 IF ((T-TO)/T1) > 20 THEN 930
810 IF VEIN=1 THEN 920
820 IF VEIN=3 THEN 870
830 AU=.01/FLIM(J)

```

```

840 ALFA=-LOG(AU)/T1
850 Y1=AU/(AU+EXP(-ALFA*(T-T0)))
860 GOTO 930
870 AU=FLIM(J)
880 BAU=-LOG(.01/AU)
890 KAU=LOG(BAU)/T1
900 Y1=EXP(-BAU*EXP(-KAU*(T-T0)))
910 GOTO 930
920 Y1=1-EXP(-(T-T0)/T1)
930 Y2=Y*Y1*V3(J)*FLIM(J)
940 ZIG=Y2
950 IF YA$="si" THEN LPRINT"quota generaz. n. ";J;" e'=";ZIG
960 IF J=JUP THEN 1000
970 IF T ( IP(J) THEN 1000
980 Y2=Y2*SUP
990 IF T)= IP(JUP) AND T(= FP(JUP) THEN V3(J)=V3(J)*SUP
1000 TP=TP+Y*Y1*LOW(J)
1010 TV=TV+Y2
1020 NEXT J
1030 P0(I)=TV
1040 PES(I)=TP
1050 IF YA$="no" THEN 1070
1060 LPRINT"passo n. ";I;" sup.popolaz.predata=";P0(I);" pop.indist=";PES(I)
1070 IF MAX ( P0(I) THEN MAX=P0(I)
1080 IF MAX < PES(I) THEN MAX=PES(I)
1090 NEXT I
1100 CLS
1110 SCREEN 3
1120 COLOR 1 0
1130 FY=180/MAX
1140 DX=400/NT
1150 LINE (0,300)-(400,100),,B
1160 X0=0
1170 Y0=300
1180 PSET(0,0)
1190 FOR I=1 TO NT
1200 X=I*DX
1210 DIEK=I/10-INT(I/10)
1220 IF DIEK<>0 THEN 1240
1230 LINE (X,300)-(X,295)
1240 Y=300-P0(I)*FY
1250 LINE (X0,Y0)-(X,Y)
1260 CIRCLE(X,Y),3
1270 PAINT(X+1,Y+1)
1280 X0=X
1290 Y0=Y
1300 NEXT I
1310 PSET(0,0)
1320 X0=0
1330 Y0=300
1340 FOR I=1 TO NT
1350 X=I*DX
1360 Y=300-PES(I)*FY
1370 LINE (X0,Y0)-(X,Y)
1380 X0=X
1390 Y0=Y
1400 NEXT I
1410 X0=0
1420 Y0=300
1430 PSET(X0,Y0)
1440 TUT=0
1450 SW=0
1460 FOR I=1 TO NT
1470 PRED=0
1480 FOR J=1 TO NC
1490 IF I)IP(J) AND I(<FP(J) THEN PRED=P0(I-1)*EXP(-1/TB(J))-P0(I)
1500 NEXT J
1510 X=I*DX
1520 Y=300-FY*PRED
1530 IF PRED(=0 THEN 1590
1540 TUT=TUT+PRED
1550 SW=1
1560 IF YA$="si" THEN LPRINT"passo n. ";I;" predato=";PRED
1570 LINE (X0,Y0)-(X,Y)
1580 GOTO 1640

```

```

1590 LINE (X0,Y0)-(X,Y)
1600 IF SW=0 THEN 1640
1610 SW=0
1620 LPRINT"totale parziale predato=";TUT
1630 TUT=0
1640 X0=X
1650 Y0=Y
1660 NEXT I : IF SW=1 THEN LPRINT"totale parziale predato=";TUT
1670 INPUT"plot sulla stampante-si/no ";UG$
1680 IF UG$="si" THEN LCOPY 0
1690 INPUT"altro giro-si/no ";A$
1700 IF A$="si" THEN 40
1710 CLS
1720 END

10 REM-program PULSEvar (M.Lagonegro-1983 & 1985)
20 OPTION BASE 1
30 CLS
40 INPUT"dare il n. di generazioni-per stop dare 0 ";NC
50 IF NC = 0 THEN END
60 DIM TA(NC),TB(NC),TC(NC),TD(NC),FLIM(NC),LOM(NC),LI(NC),EP(NC)
70 INPUT"dare il n. di fasi di predazione ";NM
80 DIM Y3(NM),IP(NM),FP(NM),MP(NM)
90 IF NC<20 THEN NC=20
100 FOR J=1 TO NC
110 FLIM(J)=0
120 LOM(J)=0
130 NEXT J
140 FOR J=1 TO NM
150 Y3(J)=1
160 PRINT
170 PRINT" *** dare inizio fase di predaz. n. ";J
180 INPUT IP(J)
190 PRINT"dire quanto dura"
200 INPUT FP(J)
210 FP(J)=FP(J)+IP(J)
220 PRINT"con che mortalita' (Z) di sfruttamento"
230 INPUT MP(J)
240 MP(J)=- (LOG(1-MP(J)/100))
250 NEXT J
260 INPUT"stampo curve popolazione-si/no ";YA$
270 INPUT"limitazione automatica-si/no ";AU$
280 INPUT"velocita' insediamento-decresc. (1)/logistica (2)/Gompertz (3)";VEIN
290 DT=0
300 FLIM(1)=1
310 LOM(1)=1
320 FOR J=1 TO NC
330 PRINT : PRINT" *** generazione n. ";J
340 INPUT"dare tempo medio di insediamento ";T1
350 INPUT"dare vita media ";T2
360 INPUT"dare eta' minima predabile ";EP(J)
370 TA(J)=T1
380 TB(J)=T2
390 LI(J)=5*T2
400 INPUT"dare istante inizio insediamento ";TD
410 INPUT"dare istante inizio fattori mortalita' nat.";DO
420 TC(J)=TD
430 TD(J)=DO
440 IF AU$="si" THEN 460
450 INPUT"dare il fattore di insediamento gen. ";FLIM(J)
460 NEXT J
470 DT=FP(NM)
480 MAX=D
490 NT=INT(DT+.5)
500 IF NC*NT>2000 THEN NT=INT(2000/NC)
510 DIM PO(NC,NT),PES(NC,NT),TPO(NT),TPE(NT),BOT(NT)
520 LPRINT"n. passi tabulazione=";NT
530 FOR K=1 TO NC
540 FOR KK=1 TO NT
550 PO(K, KK)=D
560 PES(K, KK)=D
570 NEXT KK
580 NEXT K
590 FOR J=1 TO NC
600 SUP=1
610 T1=TB(J)
620 T2=TB(J)

```



```

630 TO=TC(J)
640 DO=TD(J)
650 FOR I=1 TO NT
660 TV=0
670 TP=0
680 V=0
690 V1=1
700 T=I
710 IF (T-TO)<EP(J) THEN 790
720 FOR K=1 TO NH
730 IF T=IP(K) AND T<=FP(K) THEN 760
740 NEXT K
750 GOTO 790
760 V3(K)=EXP(-MP(K)*(T-IP(K)))
770 SUP=V3(K)*SUP
780 JUP=J
790 IF T<DO THEN 830
800 IF (T-DO)>LI(J) THEN 830
810 IF ((T-DO)/T2) > 20 THEN 830
820 V=EXP(-(T-DO)/T2)
830 IF T < TO THEN 1140
840 IF LOM(J) > 0 THEN 990
850 IF AU#="no" THEN 970
860 PROC=0
870 FOR K=1 TO J-1
880 PROC=PROC+PO(K,I-1)
890 NEXT K
900 FL=1-PROC
910 IF FL<0 THEN FL=.0001
920 FLIM(J)=FL
930 PREC=0
940 FOR K=1 TO J-1
950 PREC=PREC+PES(K,I-1)
960 NEXT K
970 LOM(J)=1-PREC
980 LPRINT"passo n.,";I," gen. n.,";J," --f.ins.pred.=";FLIM(J)," indist.=";LOM(J)
990 IF (T-TO) > LI(J) THEN 1140
1000 IF ((T-TO)/T1) > 20 THEN 1140
1010 IF VEIN=1 THEN 1130
1020 IF VEIN=3 THEN 1070
1030 AU=.01/FLIM(J)
1040 ALFA=-LOG(AU)/T1
1050 Y1=AU/(AU+EXP(-ALFA*(T-TO)))
1060 GOTO 1140
1070 AU=FLIM(J)
1080 IF AU<.01 THEN AU=.0100001
1090 BAU=-LOG(.01/AU)
1100 KAU=LOG(BAU)/T1
1110 Y1=EXP(-BAU*EXP(-KAU*(T-TO)))
1120 GOTO 1140
1130 Y1=1-EXP(-(T-TO)/T1)
1140 Y2=Y*Y1*SUP*FLIM(J)
1150 ZIG=Y2
1160 TP=TP+Y*Y1*LOM(J)
1170 TV=TV+Y2
1180 PO(J,I)=TV
1190 PES(J,I)=TP
1200 IF MAX ( PO(J,I) THEN MAX=PO(J,I)
1210 IF MAX < PES(J,I) THEN MAX=PES(J,I)
1220 NEXT I
1230 NEXT J
1240 FOR I=1 TO NT
1250 IF YA#="si" THEN LPRINT" --- passo n.,";I
1260 TPO(I)=0
1270 BOT(I)=0
1280 TPE(I)=0
1290 FOR J=1 TO NC
1300 TPO(I)=TPO(I)+PO(J,I)
1310 TPE(I)=TPE(I)+PES(J,I)
1320 IF YA#="si" THEN LPRINT "gen. ",";J," predata ",";PO(J,I)," non p. ",";PES(J,I)
1330 NEXT J
1340 NEXT I
1350 FOR I=1 TO NT
1360 IF YA#="si" THEN LPRINT"passo n.,";I," popol.pred.=";TPO(I)," indist.=";TPE(I)
1370 NEXT I

```

```

1380 CLS
1390 SCREEN 3
1400 COLOR 1,0
1410 FY=180/MAX
1420 DX=400/NT
1430 LINE (0,300)-(400,100),,B
1440 FOR I=1 TO NT
1450 DEKI=I/10-INT(I/10)
1460 IF DEKI < 0 THEN 1480
1470 LINE (I*DX,300)-(I*DX,295)
1480 NEXT I
1490 FOR JJ=1 TO NC
1500 XO=0
1510 YO=300
1520 PSET (XO,YO)
1530 FOR I=1 TO NT
1540 X=I*DX
1550 Y=300-PO(JJ,I)*FY
1560 IF I<TC(JJ) THEN 1600
1570 LINE (XO,YO)-(X,Y)
1580 CIRCLE(X,Y),3
1590 PAINT(X+2,Y+1)
1600 XO=X
1610 YO=Y
1620 NEXT I
1630 PSET(0,300)
1640 XO=0
1650 YO=300
1660 FOR I=1 TO NT
1670 X=I*DX
1680 Y=300-PES(JJ,I)*FY
1690 IF I<TC(JJ) THEN 1710
1700 LINE (XO,YO)-(X,Y)
1710 XO=X
1720 YO=Y
1730 NEXT I
1740 XO=0
1750 YO=300
1760 PSET(XO,YO)
1770 TUT=0
1780 TAT=0
1790 SW=0
1800 FOR I=1 TO NT
1810 PRED=0
1820 FOR K=1 TO NM
1830 IF I>IP(K) AND I<=FP(K) THEN PRED=PO(JJ,I-1)*EXP(-1/TB(JJ))-PO(JJ,I)
1840 NEXT K
1850 X=I*DX
1860 Y=300-FY*PRED
1870 IF PRED<=0 THEN 1950
1880 TUT=TUT+PRED
1890 TAT=TAT+PRED
1900 BOT(I)=BOT(I)+PRED
1910 SW=1
1920 LPRINT"passo n. ";I;" predato=";PRED;" generazione n. ";JJ
1930 LINE (XO,YO)-(X,Y)
1940 GOTO 2000
1950 LINE (XO,YO)-(X,Y)
1960 IF SW=0 THEN 2000
1970 LPRINT" -- totale parziale predato=";TUT;" generazione n. ";JJ
1980 SW=0
1990 TUT=0
2000 XO=X
2010 YO=Y
2020 NEXT I
2030 LPRINT" *** totale predato=";TAT;" generazione n. ";JJ
2040 TAT=0
2050 NEXT JJ
2060 INPUT"plot singole gen. sulla stampante-si/no ";UG$
2070 IF UG$="si" THEN LCOPY 0
2080 INPUT"plot totali-si/no ";A$
2090 IF A$="no" THEN 2570
2100 CLS
2110 SCREEN 3
2120 LINE (0,300)-(400,100),,B

```

```

2130 XO=0          57
2140 YO=300
2150 FOR I=1 TO NT
2160 X=I*DX
2170 DEKI=I/10-INT(I/10)
2180 IF DEKI<>0 THEN 2200
2190 LINE (X,300)-(X,295)
2200 Y=300-FY*TPO(I)
2210 LINE (XO,YO)-(X,Y)
2220 CIRCLE(X,Y),3
2230 PAINT(X+2,Y+1)
2240 XO=X
2250 YO=Y
2260 NEXT I
2270 XO=0
2280 YO=300
2290 FOR I=1 TO NT
2300 X=I*DX
2310 Y=300-FY*TPE(I)
2320 LINE (XO,YO)-(X,Y)
2330 XO=X
2340 YO=Y
2350 NEXT I
2360 XO=0
2370 YO=300
2380 FOR I=1 TO NT
2390 PRED=BOT(I)
2400 FOR K=1 TO NM
2410 IF I(IP(K)) THEN 2480
2420 IF I=IP(K) THEN TIT=0
2430 IF K=1 THEN 2450
2440 IF IP(K)=FP(K-1) AND I=IP(K) THEN 2460
2450 IF I=IP(K) AND I<=FP(K) THEN TIT=TIT+BOT(I)
2460 IF I=IP(K) AND I<=FP(K) THEN LPRINT"passo n.,";I;" cattura="
2470 IF I=FP(K) THEN LPRINT" --- totale bottino=";TIT
2480 NEXT K
2490 X=I*DX
2500 Y=300-FY*PRED
2510 LINE (XO,YO)-(X,Y)
2520 XO=X
2530 YO=Y
2540 NEXT I
2550 INPUT"plot sulla stampante-si/no ";UG$
2560 IF UG$="si" THEN LCOPY 0
2570 CLS
2580 END

```

## Appendice 2.

Listings dei programmi ausiliari.

Indice dei programmi:

7) Programma	COSTANTI.....	pag.	59
8)   ▪	PLCURVE.....	▪	59
9)   ▪	SPEFIT1.....	▪	61
10)  ▪	SPEFIT2.....	▪	63

```

10 REM-Programma COSTANTI-calcola costanti caratteristiche
20 REM-per curve ad andamento esponenziale
30 INPUT"dare n.intervalli ";NI
40 DIM ENT(NI),USC(NI),CONS(NI),PROD(NI),TE(NI),DUR(NI)
50 DIM LA(NI),MOP(NI)
60 FOR I=1 TO NI
70 INPUT"ent.usc.tent.,dt ";ENT(I),USC(I),TE(I),DUR(I)
80 CONS(I)=ENT(I)-USC(I)
90 PROD(I)=ENT(I)-USC(I-1)
100 LPRINT TAB(20) "t.entrata=";TE(I);" durata=";DUR(I)
110 LPRINT"ent=";ENT(I);" usc=";USC(I);" cons=";CONS(I);" prod=";PROD(I)
120 FRIP=PROD(I)/ENT(I)
130 LPRINT" fattore ripristino=";FRIP
140 LA(I)=-LOG(USC(I)/ENT(I))/DUR(I)
150 LPRINT" cost.predaz./unit.temp.=";LA(I)
160 MOP(I)=(1-EXP(-LA(I))) $\times$ 100
170 LPRINT" --- pari a % ";MOP(I)
180 NEXT I
190 IF NI=1 THEN 350
200 S=0
210 S1=0
220 M=0
230 M1=0
240 FOR I=1 TO NI
250 M=M+LA(I)/NI
260 M1=M1+MOP(I)/NI
270 S=S+LA(I) $\wedge$ 2
280 S1=S1+MOP(I) $\wedge$ 2
290 NEXT I
300 S=SQR((S-NI $\times$ M $\wedge$ 2)/(NI-1))
310 S1=SQR((S1-NI $\times$ M1 $\wedge$ 2)/(NI-1))
320 LPRINT
330 LPRINT"valore medio=";M;" +- ";S
340 LPRINT"pari a (%);M1;" +- ";S1
350 END

```

```

10 REM-Programma PLCURVE
20 ON ERROR GOTO 1750
30 INPUT"give n.of components-to stop give 0 ";NC
40 IF NC = 0 THEN END
50 INPUT"type of operation-multip/sum ";OP$
60 INPUT"give n.of points & step dx ";NT,DT
70 DIM T(NC),A(NC,NT),PA(NC,5),NUP(NC),TD(NC),CC(NT),FL(NC)
80 INPUT" & starting value x0 ";X0
90 FOR I=1 TO NC
100 PRINT "*** comp n.";I
110 PRINT"give type of component"
120 PRINT"type=1 --) y=a $\times$ x+b"
130 PRINT"type=2 --) y=a $\times$ x $\wedge$ 2+b $\times$ x+c"
140 PRINT"type=3 --) y=a $\times$ exp(b $\times$ x)"
150 PRINT"type=4 --) y=(a/(sqr(2 $\times$ 3.1415) $\times$ s))*exp(-(x-c) $\wedge$ 2/(2 $\times$ s $\wedge$ 2))"
160 PRINT"type=5 --) y=a $\times$ exp(-b) $\times$ b $\wedge$ x/(x!)"
170 PRINT"type=6 --) mirror 5"
180 PRINT"type=7 --) y=a $\times$ exp(-b $\times$ exp(-k $\times$ x)) (Gompertz)
190 PRINT"type=8 --) y=[n0/(ns-n0)] $\times$ {ns/[n0/(ns-n0)+exp(-a $\times$ x)]} (logistic)
200 INPUT TP
210 INPUT"its multiplying factor is";FL(I)
220 PRINT"give n.of parameters"
230 PRINT"type=1 -) 2"
240 PRINT" =2 -) 3"
250 PRINT" =3 -) 2"
260 PRINT" =4 -) 3"
270 PRINT" =5 -) 2"
280 PRINT" =6 -) 2"
290 PRINT" =7 -) 3"
300 PRINT" =8 -) 3"
310 INPUT NP
320 PRINT"give starting value for x"
330 INPUT TD(I)
340 T(I)=TP
350 NUP(I)=NP
360 FOR J=1 TO NP
370 PRINT"give param. n.";J
380 INPUT PA(I,J)
390 NEXT J
400 NEXT I
410 FOR K=1 TO NT
420 FOR I=1 TO NC
430 X=X0+(K-1) $\times$ DT
440 KG=0

```

```

450 IF TO(I))X THEN 480      60
460 X=X-TO(I)
470 GOSUB 970
480 A(I,K)=KG*FL(I)
490 NEXT I
500 NEXT K
510 INPUT"print functions-y/n ";Y$
520 FOR I=1 TO NC
530 IF Y$="y" THEN LPRINT"function n. ";I
540 FOR K=1 TO NT
550 X=XO+(K-1)*DT
560 IF Y$="y" THEN LPRINT " ";X;A(I,K)
570 NEXT K
580 IF Y$="y" THEN LPRINT
590 NEXT I
600 IF Y$="y" THEN LPRINT
610 IF Y$="y" THEN LPRINT"resulting function"
620 IF OP$="sum" THEN 710
630 FOR K=1 TO NT
640 CC(K)=1
650 FOR I=1 TO NC
660 CC(K)=CC(K)*A(I,K)
670 NEXT I
680 IF Y$="y" THEN LPRINT" ";CC(K);
690 NEXT K
700 GOTO 790
710 FOR K=1 TO NT
720 KG=0
730 FOR I=1 TO NC
740 KG=KG+A(I,K)
750 NEXT I
760 IF Y$="y" THEN LPRINT" ";KG;
770 CC(K)=KG
780 NEXT K
790 IF Y$="y" THEN LPRINT
800 INPUT"curves to file-y/n ";Y$
810 IF Y$="n" THEN 950
820 INPUT"filename for curves ";FIL$
830 OPEN"o",#1,FIL$
840 PRINT#1,NC+1
850 FOR I=1 TO NC
860 FOR K=1 TO NT
870 PRINT#1,A(I,K)
880 NEXT K
890 NEXT I
900 FOR I=1 TO NT
910 PRINT#1,CC(I)
920 NEXT I
930 CLOSE#1
940 PRINT"components and resulting curve on file ";FIL$
950 GOSUB 1190
960 END
970 REM-subroutine for components
980 ON T(I) GOTO 990,1010,1030,1050,1070,1070,1140,1160
990 KG=PA(I,1)*X+PA(I,2)
1000 RETURN
1010 KG=PA(I,1)*X^2+PA(I,2)*X+PA(I,3)
1020 RETURN
1030 KG=PA(I,1)*EXP(PA(I,2)*X)
1040 RETURN
1050 KG=PA(I,1)/(PA(I,2)*5QR(2*3,1415))*EXP(-(X-PA(I,3))^2)/((PA(I,2)^2)*2)
1060 RETURN
1070 IF ABS(PA(I,2)-X)>10 THEN RETURN
1080 XX=X
1090 PX=PA(I,2)
1100 IF T(I)=6 THEN XX=10-XX
1110 IF XX=0 THEN RETURN
1120 KG=PA(I,1)*EXP(-PX)*PX^XX/(EXP(-XX)*XX^XX*5QR(2*3,1415*XX))
1130 RETURN
1140 KG=PA(I,1)*EXP(-PA(I,2))*EXP(-PA(I,3)*X)
1150 RETURN
1160 OU=PA(I,2)-PA(I,1)
1170 KG=PA(I,1)/OU*(PA(I,2)/(PA(I,1)/OU+EXP(-PA(I,3)*X)))
1180 RETURN
1190 REM-subroutine for plot
1200 INPUT"plot of functions-y/n ";SI$
1210 IF SI$="n" THEN RETURN
1220 RF=1
1230 INPUT"any reduction factor-y/n ";SI$
1240 IF SI$="y" THEN INPUT RF
1250 MX=A(I,1)
1260 MN=XX

```

```

1270 FOR I=1 TO NC
1280 FOR K=1 TO NT
1290 IF A(I,K) > MX THEN MX=A(I,K)
1300 IF A(I,K) < MN THEN MN=A(I,K)
1310 NEXT K
1320 NEXT I
1330 FOR K=1 TO NT
1340 IF CC(K) > MX THEN MX=CC(K)
1350 IF CC(K) < MN THEN MN=CC(K)
1360 NEXT K
1370 CLS
1380 SCREEN 3
1390 COLOR 1 0
1400 LINE (0,300)-(400,100),,B
1410 IF MN > 0 THEN MN=0
1420 FX=400/NT
1430 DY=MX-MN
1440 IF DY=0 THEN DY=1E-09
1450 FY=190*RF/DY
1460 Y0=300+MN*FY
1470 PSET (0,Y0)
1480 LINE (0,Y0)-(400,Y0)
1490 FOR I=1 TO NC
1500 X1=0
1510 Y1=300-(A(I,1)-MN)*FY
1520 PSET (X1,Y1)
1530 FOR K=2 TO NT
1540 X=(K-1)*FX
1550 Y=300-(A(I,K)-MN)*FY
1560 LINE (X1,Y1)-(X,Y)
1570 X1=X
1580 Y1=Y
1590 NEXT K
1600 NEXT I
1610 X1=0
1620 Y1=300-(CC(1)-MN)*FY
1630 PSET (X1,Y1)
1640 FOR K=2 TO NT
1650 X=(K-1)*FX
1660 Y=300-(CC(K)-MN)*FY
1670 LINE (X1,Y1)-(X,Y)
1680 LINE (X-2,Y-2)-(X+2,Y+2),,B
1690 X1=X
1700 Y1=Y
1710 NEXT K
1720 INPUT "plot to printer-y/n ";SI$
1730 IF SI$="y" THEN LCOPY 0
1740 CLS : RETURN
1750 PRINT "err.n.";ERR;" in line n.";ERL
1760 END

10 REM-program SPEFIT1
20 ON ERROR GOTO 1810
30 INPUT "give n.of components-to stop give 0 ";NC
40 IF NC = 0 THEN END
50 INPUT "type of operation-multip/sum ";OP$
60 INPUT "give range & step dx ";NT,DT
70 NT=INT(NT/DT+.5)
80 DIM T(NC),A(NC,NT),PA(NC,5),NUP(NC),TO(NC),CC(NT),FL(NC)
90 PRINT " n. of steps=";NT
100 INPUT " & starting value x0 ";X0
110 FOR I=1 TO NC
120 PRINT "** comp n.";I
130 PRINT "give type of component"
140 PRINT "type=1 --) y=a*x+b"
150 PRINT "type=2 --) y=a*x^2+b*x+c"
160 PRINT "type=3 --) y=a*exp(b*x)"
170 PRINT "type=4 --) y=(a/(5*sqrt(2*3.1415)))*exp(-(x-c)^2/(2*s^2))"
180 PRINT "type=5 --) y=a*exp(-b)*b^x/(x!)"
190 PRINT "type=6 --) mirror 5"
200 PRINT "type=7 --) y=a*exp(-b*exp(-k*x)) (Gompertz)
210 PRINT "type=8 --) y=[n0/(ns-n0)]*{ns/[n0/(ns-n0)+exp(-a*x)]} (logistic)
220 INPUT TP
230 INPUT "its multiplying factor is";FL(I)
240 PRINT "give n.of parameters"
250 PRINT "type=1 -) 2"
260 PRINT " =2 -) 3"
270 PRINT " =3 -) 2"
280 PRINT " =4 -) 3"
290 PRINT " =5 -) 2"
300 PRINT " =6 -) 2"

```

```

310 PRINT " =7 -) 3"
320 PRINT " =8 -) 3"
330 INPUT NP
340 PRINT "give starting value for x"
350 INPUT TO(I)
360 T(I)=TP
370 NUP(I)=NP
380 FOR J=1 TO NP
390 PRINT "give param. n. ";J
400 INPUT PA(I,J)
410 NEXT J
420 IF TP=4 THEN PA(I,1)=PA(I,1)*PA(I,2)*2.50659
430 NEXT I
440 FOR K=1 TO NT
450 FOR I=1 TO NC
460 X=XO+(K-1)*DT
470 KG=0
480 IF TO(I)>X THEN 510
490 X=X-TO(I)
500 GOSUB 1030
510 A(I,K)=KG*FL(I)
520 NEXT I
530 NEXT K
540 INPUT "print functions-y/n ";V$
550 FOR I=1 TO NC
560 IF V$="y" THEN LPRINT "function n. ";I
570 FOR K=1 TO NT
580 X=XO+(K-1)*DT
590 IF V$="y" THEN LPRINT "      ",X;A(I,K)
600 NEXT K
610 IF V$="y" THEN LPRINT
620 NEXT I
630 IF V$="y" THEN LPRINT
640 IF V$="y" THEN LPRINT "resulting function"
650 IF OP$="sum" THEN 740
660 FOR K=1 TO NT
670 CC(K)=1
680 FOR I=1 TO NC
690 CC(K)=CC(K)*A(I,K)
700 NEXT I
710 IF V$="y" THEN LPRINT " ";CC(K);
720 NEXT K
730 GOTO 820
740 FOR K=1 TO NT
750 KG=0
760 FOR I=1 TO NC
770 KG=KG+A(I,K)
780 NEXT I
790 IF V$="y" THEN LPRINT " ";KG;
800 CC(K)=KG
810 NEXT K
820 IF V$="y" THEN LPRINT
830 INPUT "curves to file-y/n ";V$
840 IF V$="n" THEN 980
850 INPUT "filename for curves ";FIL$
860 OPEN "o",#1,FIL$
870 PRINT#1,NC+1,NT,DT,XO
880 FOR I=1 TO NC
890 FOR K=1 TO NT
900 PRINT#1,A(I,K)
910 NEXT K
920 NEXT I
930 FOR I=1 TO NT
940 PRINT#1,CC(I)
950 NEXT I
960 CLOSE#1
970 LPRINT "components and resulting curve on file ";FIL$
980 GOSUB 1250
990 INPUT "try a fit-y/n ";SI$
1000 CLS
1010 IF SI$="n" THEN END
1020 PRINT " in this case run SPECFIT2" : END
1030 REM-subroutine for components
1040 ON T(I) GOTO 1050,1070,1090,1110,1130,1130,1200,1220
1050 KG=PA(I,1)*X+PA(I,2)
1060 RETURN
1070 KG=PA(I,1)*X^2+PA(I,2)*X+PA(I,3)
1080 RETURN
1090 KG=PA(I,1)*EXP(PA(I,2)*X)
1100 RETURN
1110 KG=PA(I,1)/(PA(I,2)*5QR(2*3.1415))*EXP(-(X-PA(I,3))^2)/((PA(I,2)^2)*2)
1120 RETURN
1130 IF ABS(PA(I,2)-X)>10 THEN RETURN

```



```

1140 XX=X
1150 PY=PA(I,2)
1160 IF T(I)=6 THEN XX=10-XX
1170 IF XX(=0 THEN RETURN
1180 KG=PA(I,1)*EXP(-PX)*PX^XX/(EXP(-XX)*XX^XX*5QR(2*3.1415*XX))
1190 RETURN
1200 KG=PA(I,1)*EXP(-PA(I,2)*EXP(-PA(I,3)*X))
1210 RETURN
1220 DU=PA(I,2)-PA(I,1)
1230 KG=PA(I,1)/DU*(PA(I,2)/(PA(I,1)/DU+EXP(-PA(I,3)*X)))
1240 RETURN
1250 REM-subroutine for plot
1260 INPUT "plot of functions-y/n ";SI$
1270 IF SI$="n" THEN RETURN
1280 RF=1
1290 INPUT "any reduction factor-y/n ";SI$
1300 IF SI$="y" THEN INPUT RF
1310 MX=A(1,1)
1320 MN=MX
1330 FOR I=1 TO MC
1340 FOR K=1 TO NT
1350 IF A(I,K) > MX THEN MX=A(I,K)
1360 IF A(I,K) < MN THEN MN=A(I,K)
1370 NEXT K
1380 NEXT I
1390 FOR K=1 TO NT
1400 IF CC(K) > MX THEN MX=CC(K)
1410 IF CC(K) < MN THEN MN=CC(K)
1420 NEXT K
1430 CLS
1440 SCREEN 3
1450 COLOR 1,0
1460 LINE (0,300)-(400,100),,B
1470 IF MN > 0 THEN MN=0
1480 FX=400/NT
1490 DY=MX-MN
1500 IF DY=0 THEN DY=1E-09
1510 FY=190*RF/DY
1520 Y0=300+MN*FY
1530 PSET(0,Y0)
1540 LINE (0,Y0)-(400,Y0)
1550 FOR I=1 TO MC
1560 X1=0
1570 Y1=300-(A(I,1)-MN)*FY
1580 PSET(X1,Y1)
1590 FOR K=2 TO NT
1600 X=(K-1)*FX
1610 Y=300-(A(I,K)-MN)*FY
1620 LINE (X1,Y1)-(X,Y)
1630 X1=X
1640 Y1=Y
1650 NEXT K
1660 NEXT I
1670 X1=0
1680 Y1=300-(CC(1)-MN)*FY
1690 PSET(X1,Y1)
1700 FOR K=2 TO NT
1710 X=(K-1)*FX
1720 Y=300-(CC(K)-MN)*FY
1730 LINE (X1,Y1)-(X,Y)
1740 LINE (X-2,Y-2)-(X+2,Y+2),,B
1750 X1=X
1760 Y1=Y
1770 NEXT K
1780 INPUT "plot to printer-y/n ";SI$
1790 IF SI$="y" THEN LCOPY 0
1800 CLS : RETURN
1810 PRINT "err.n.";ERR;" in line n.";ERL
1820 END

```

```

10 REM-program SPEFIT2 (chained with SPEFIT1)
20 OPTION BASE 1
30 ON ERROR GOTO 1250
40 INPUT "filename for components ";FIL$
50 OPEN "i",1,FIL$
60 INPUT#1,NC,NT,DT,XD
70 NC=NC-1
80 DIM A(NC,NT),SP(NT,3),CC(NT),AT(NT)
90 FOR I=1 TO NC
100 FOR K=1 TO NT
110 INPUT#1,AIK
120 A(I,K)=AIK

```

```

130 NEXT K,I
140 FOR K=1 TO NT
150 INPUT#1,CCK
160 CC(K)=CCK
170 NEXT K
180 CLOSE#1
190 INPUT"give n. of experimental triplets ";NSP
200 INPUT"exp. data from filename/no ";FINO$
210 IF FINO$="no" THEN 280
220 OPEN"i",#1,FINO$
230 FOR I=1 TO NSP : INPUT#1,SP(I,1),SP(I,2),SP(I,3)
240 SP(I,1)=(SP(I,1)-X0)/DT
250 IF SP(I,3)=0 THEN SP(I,3)=SQR(SP(I,2))
260 NEXT I : CLOSE#1
270 GOTO 360
280 FOR I=1 TO NSP
290 PRINT" *** give experimental triplet n.";I
300 INPUT"abscissa is ";SP(I,1)
310 SP(I,1)=(SP(I,1)-X0)/DT
320 INPUT"function value is ";SP(I,2)
330 INPUT"error estimate is ";SP(I,3)
340 IF SP(I,3)=0 THEN SP(I,3)=SQR(SP(I,2))
350 NEXT I
360 FOR I=1 TO NSP
370 FOR K=1 TO NT-1
380 ILIM=X0+(K-1)*DT
390 IILIM=ILIM+DT
400 SPI1=SP(I,1)*DT
410 IF SPI1=ILIM AND SPI1<=IILIM THEN 440
420 NEXT K
430 K=NT-1
440 AT(I)=CC(K)+(SP(I,1)*DT-ILIM)/DT*(CC(K+1)-CC(K))
450 NEXT I
460 CHI2=0
470 FOR I=1 TO NSP
480 NUM=(SP(I,2)-AT(I))^2
490 DENOM=SP(I,3)^2
500 IF DENOM=0 THEN DENOM=.000001
510 CHI2=CHI2+NUM/DENOM
520 NEXT I
530 LPRINT"chi2=";CHI2;" for ";NSP-1;"DEGREES OF FREEDOM"
540 REM-subroutine for plot
550 INPUT"plot of functions-y/n ";SI$
560 IF SI$="n" THEN RETURN
570 RF=1
580 INPUT"any reduction factor-y/n ";SI$
590 IF SI$="y" THEN INPUT RF
600 MX=A(I,1)
610 MN=MX
620 FOR I=1 TO NC
630 FOR K=1 TO NT
640 IF A(I,K) > MX THEN MX=A(I,K)
650 IF A(I,K) < MN THEN MN=A(I,K)
660 NEXT K
670 NEXT I
680 FOR K=1 TO NT
690 IF CC(K) > MX THEN MX=CC(K)
700 IF CC(K) < MN THEN MN=CC(K)
710 NEXT K
720 FOR I=1 TO NSP
730 SOPRA=SP(I,2)+SP(I,3)
740 SOTTO=SP(I,2)-SP(I,3)
750 IF SOPRA>MX THEN MX=SOPRA
760 IF SOTTO<MN THEN MN=SOTTO
770 NEXT I
780 CLS
790 SCREEN 3
800 COLOR 1,0
810 LINE (0,300)-(400,100),,B
820 IF MN > 0 THEN MN=0
830 FX=400/NT
840 DY=MX-MN
850 IF DY=0 THEN DY=1E-09
860 FV=190*RF/DY
870 Y0=300+MN*FY
880 PSET(0,Y0)
890 LINE (0,Y0)-(400,Y0)
900 FOR I=1 TO NC
910 X1=0
920 Y1=300-(A(I,1)-MN)*FY
930 PSET(X1,Y1)

```

```

940 FOR K=2 TO NT
950 X=(K-1)*FX
960 Y=300-(A(I,K)-MN)*FY
970 LINE (X1,V1)-(X,V)
980 X1=X
990 V1=Y
1000 NEXT K
1010 NEXT I
1020 X1=0
1030 Y1=300-(CC(1)-MN)*FY
1040 PSET (X1,V1)
1050 FOR K=2 TO NT
1060 X=(K-1)*FX
1070 Y=300-(CC(K)-MN)*FY
1080 LINE (X1,V1)-(X,V)
1090 LINE (X-2,V-2)-(X+2,V+2),,B
1100 X1=X
1110 V1=Y
1120 NEXT K
1130 FOR I=1 TO MSP
1140 X=SP(I,1)*FX
1150 Y1=300-(SP(I,2)-SP(I,3))*FY
1160 Y2=300-(SP(I,2)+SP(I,3))*FY
1170 Y=300-SP(I,2)*FY
1180 LINE (X,V1)-(X,V2)
1190 CIRCLE(X,V),3
1200 NEXT I
1210 INPUT"plot to printer-y/n ";SI$
1220 IF SI$="y" THEN LCOPY 0
1230 CLS
1240 GOTO 1260
1250 PRINT"err.n.";ERR;" in line n.";ERL
1260 END

```

