



Report n. 196

Le proiezioni demografiche
con il programma
Nostradamus
(Applicazione all'area Pisana).

Marco Bottai - Matteo Bottai,
Nicola Salvati - Moreno Toigo

Pisa, Novembre 2000

Capitolo 1

Costruzione delle Tavole di sopravvivenza, fecondità e migratorietà

1.1. Introduzione	pag.	1
1.2. Raccolta, confronto e analisi critica dei dati	"	2
1.3. Aggiustamento, integrazione e interpolazione dei dati	"	3
1.4. Calcolo delle funzioni per il modello	"	4
1.4.1. Fecondità	"	5
1.4.2. Migratorietà	"	6
1.4.3. Costruzione della Tavola di mortalità (sopravvivenza)	"	7
1.5. I risultati: le funzioni utilizzate per il modello previsivo	"	9

Capitolo 2

Analisi della metodologia del programma Nostradamus

2.1. Introduzione	pag.	14
2.2. Procedura file	"	15
2.3. Procedura elaborazioni	"	16
2.4. Procedura risultati	"	24
2.5. Procedura tabelle	"	28

Capitolo 3

Mobilità nell'Area Pisana e previsioni demografiche 1996-2025

3.1. Il contesto demografico di riferimento	pag.	31
3.1.1. Livello e tendenze della fecondità	"	31
3.1.2. Livello e tendenze della sopravvivenza	"	34
3.1.3. Il progressivo invecchiamento della popolazione	"	35
3.1.4. Tendenze di migratorietà e mobilità	"	35
3.2. I risultati delle proiezioni demografiche	"	40
3.2.1. Le ipotesi	"	40
3.2.1.1. Fecondità	"	41
3.2.1.2. Mortalità	"	42
3.2.1.3. Migrazioni	"	42
3.2.2. Gli scenari prescelti	"	42
3.3. Evoluzione della popolazione totale del Comune di Pisa	"	44
3.4. Evoluzione della popolazione totale dell'Area Pisana	"	45
3.5. Conclusioni	"	48

Capitolo 1

Costruzione delle Tavole di sopravvivenza, fecondità e migratorietà

1.1. Introduzione

La demografia studia, scompone, misura, confronta le tendenze demografiche del passato e la situazione attuale; ma al demografo si chiede, assai spesso, di più: si chiede, infatti, di prevedere l'andamento futuro della popolazione e non solo del suo ammontare globale, ma anche della sua distribuzione per sesso, per età, per nuclei familiari e anche per aree territoriali assai più ristrette dell'ambito nazionale. Spesso, poi, dalle previsioni di base, si richiedono previsioni «derivate» della popolazione scolastica, delle forze lavoro, degli anziani, dei grandi anziani e via dicendo. Non c'è bisogno di spendere molte parole per capire l'importanza, per ogni intervento di programmazione o per ogni azione che si sviluppi con gradualità nel futuro, della conoscenza dell'ammontare e della composizione della popolazione futura.

Proprio sulla base di questa esigenza abbiamo realizzato per il Comune di Pisa e per l'Area Pisana (Comuni di Pisa, Calci, Cascina, S. Giuliano Terme, Vecchiano, Vicopisano) proiezioni demografiche a trenta anni dal 1996 al 2025.

Nel processo di proiezione un momento fondamentale è la costruzione delle funzioni che determineranno l'evoluzione della popolazione nel futuro. L'evoluzione della popolazione a partire dal suo ammontare attuale è determinata, da un punto di vista demografico, dall'interazione di mortalità, fecondità e migratorietà; ma poiché gli eventi demografici hanno un'intensità variabile con il sesso e l'età di chi li vive, è altresì importante tenere conto sia della distribuzione della popolazione (struttura), sia della attuale distribuzione degli eventi per sesso e per età.

Gran parte del lavoro alla realizzazione delle proiezioni per l'Area Pisana è stato dedicato alla determinazione della struttura per età della popolazione e al calcolo delle funzioni (curve) di mortalità, migratorietà e di fecondità. Si distinguono tre ordini di problemi:

1. raccolta, confronto e analisi critica dei dati;
2. aggiustamento, integrazione e interpolazione dei dati;
3. calcolo delle funzioni per il modello.

Di seguito vengono analizzati i singoli passaggi.

1.2. Raccolta, confronto e analisi critica dei dati

Nelle proiezioni demografiche per piccole aree si pongono due alternative al demografo:

a) applicare all'area in esame le funzioni di mortalità, fecondità e migratorietà già calcolate per aree più ampie, nell'ipotesi che il comportamento demografico dei due aggregati territoriali sia sostanzialmente analogo;

b) calcolare le funzioni specifiche dell'area in esame.

Data l'estrema difficoltà di realizzazione della seconda ipotesi di solito si propende per la prima. Questa strategia fu scelta nelle proiezioni effettuate nel 1988, dove si applicarono al Comune di Pisa per la mortalità le Tavole di sopravvivenza della popolazione italiana del 1984-86; per la fecondità, quella della Toscana sempre del 1984-86; per la migratorietà delle curve per età teoriche, spostate di livello per ottenere i saldi totali desiderati.

In realtà, recenti studi demografici su piccole aree hanno dimostrato che, anche all'interno di una stessa Regione, possono sussistere differenze notevoli tra i vari aggregati sub-regionali.

Per l'accuratezza dei risultati è quindi senz'altro preferibile cercare di cogliere le specificità demografiche dell'area che si vuole proiettare attraverso la rilevazione diretta dei dati ad essa relativi. Questa è infatti la strategia adottata per le proiezioni che stiamo per presentare.

Questa scelta ha comportato un notevole sforzo nella raccolta dei dati. Data l'esiguità dell'aggregato demografico in esame e data la scelta di effettuare proiezioni per singolo anno di età è stato necessario, per cercare di attenuare le distorsioni dovute ai pochi eventi sui quali potevano calcolarsi le varie funzioni, lavorare sugli eventi del periodo 1990-96.

Non esistono ovviamente fonti ufficiali che pubblichino i dati al livello di disaggregazione richiesto per i nostri scopi. A livello locale esistono due fonti che possono fornire dati di questo tipo: gli uffici anagrafici dei Comuni e l'ISTAT.

Per quanto riguarda l'ISTAT, attraverso la sua sede regionale, siamo riusciti ad ottenere la serie distribuita per singolo anno di età e per sesso dei decessi, delle nascite, delle immigrazioni (iscrizioni anagrafiche) e delle emigrazioni (cancellazioni) per i sei Comuni dell'Area Pisana dal 1990 al 1994.

Per quanto riguarda i dati dei singoli Comuni - necessari per quanto riguarda la struttura per età della popolazione e per gli eventi relativi agli ultimi due anni (1995-96) non coperti dall'ISTAT, spesso la rigidità dei sistemi informatici che gestiscono l'anagrafe e, talvolta, la incapacità degli addetti di estrarre dagli archivi anagrafici i dati a noi necessari su supporto magnetico, hanno creato enormi difficoltà. In taluni casi, è stato necessario procedere allo spoglio manuale dei registri anagrafici!

I dati ISTAT e quelli comunali sono stati confrontati e analizzati criticamente per verificarne l'attendibilità. Spesso tra le due fonti si sono riscontrate delle discrepanze numeriche, che abbiamo dovuto approfondire interpellando direttamente gli esperti ISTAT.

Dato che per alcuni Comuni è stato impossibile ottenere l'intera serie 1990-96, per mantenere l'omogeneità rispetto ai singoli anni, abbiamo deciso di utilizzare i dati comunali solo per il 1995-96 e quelli ISTAT per il 1990-94.

1.3. Aggiustamento, integrazione e interpolazione dei dati

Una volta ricostruite le serie numeriche assolute di decessi, nascite, emigrazioni ed immigrazioni per i sei Comuni dell'Area Pisana per il periodo 1990-96, abbiamo aggregato i Comuni di Cascina, San Giuliano Terme, Vecchiano, Vicopisano e Calci in un'unica area (hinterland) lasciando il Comune di Pisa come area a sé. Questa aggregazione si è resa necessaria a causa della piccola taglia demografica di alcuni Comuni dell'hinterland pisano; quando si lavora su dati reali - come in questo caso - e non su dati teorici desunti da altre popolazioni più grandi, la piccola dimensione demografica del territorio considerato infatti è un fattore che può determinare distorsioni eccessive nel calcolo delle funzioni necessarie alla proiezione.

Per ottenere delle funzioni di mortalità, fecondità e migratorietà sufficientemente affidabili abbiamo dunque proceduto nel modo seguente:

- a. aggregazione degli eventi assoluti relativi ai Comuni dell'hinterland pisano;
- b. costruzione delle funzioni (distribuzioni di probabilità) per i due aggregati territoriali così ottenuti (Pisa e hinterland) e per il totale (Area Pisana) per ogni anno disponibile;

- c. calcolo delle funzioni medie per età per il periodo 1990-1996;
- d. aggiustamento di tali funzioni attraverso interpolazione dei dati reali con il metodo delle medie mobili (con l'eccezione della mortalità delle età anziane).

1.4. Calcolo delle funzioni per il modello

Grazie ai registri anagrafici è possibile (almeno in teoria) avere informazioni piuttosto dettagliate sul movimento naturale e migratorio della popolazione. Gli eventi demografici vengono infatti registrati abbastanza precisamente tenendo conto della data dell'evento, dell'età e dell'anno di nascita della persona che subisce l'evento demografico, oltre a una serie di informazioni che non sono però di immediato interesse per la costruzione delle funzioni che interessano.

Agli uffici comunali e all'ISTAT abbiamo richiesto per il periodo 1990-96 e per i sei Comuni dell'Area Pisana i seguenti dati:

- decessi classificati per Comune di residenza, anno dell'evento, sesso e anno di nascita del deceduto;
- nati classificati per Comune di residenza, anno dell'evento, sesso e anno di nascita della madre;
- iscritti all'anagrafe classificati per Comune di iscrizione, anno dell'evento, sesso e anno di nascita dell'iscritto (immigrati);
- cancellati dall'anagrafe classificati per Comune di cancellazione, anno dell'evento, sesso e anno di nascita del cancellato (emigrati);
- popolazione al 31/12/1996 classificata per Comune di residenza, per sesso, anno di nascita.

Abbiamo scelto di utilizzare eventi classificati per singolo anno di età per poter rapportare correttamente gli eventi alle generazioni di nati nello stesso anno.

A partire dalla popolazione al 31/12/1996, abbiamo ricostruito le popolazioni (distribuite per singolo anno di età) al 31/12 di tutti gli anni presi in considerazione attraverso un programma scritto in Pascal, con l'equazione della popolazione:

$$P_{t-1} = P_t + M_{t-1,t} - N_{t-1,t} + E_{t-1,t} - I_{t-1,t}$$

dove P_{t-1} è la popolazione al 31/12 dell'anno precedente, P_t è la popolazione attuale (nota), $M_{t-1,t}$ sono i decessi avvenuti nell'anno trascorso, $N_{t-1,t}$ i nati, $E_{t-1,t}$ gli emigrati, $I_{t-1,t}$ gli immigrati.

Per poter realizzare la proiezione con il modello che sarà descritto nel capitolo secondo sono necessarie tre funzioni:

- la curva dei tassi specifici di fecondità per anno di nascita della madre;
- la curva dei tassi specifici di emigrazione e di immigrazione per sesso e anno di nascita;
- la Tavola di mortalità/sopravvivenza.

Mentre per i primi due punti non ci sono particolari difficoltà, per quanto riguarda la costruzione della Tavola di mortalità il procedimento di calcolo è alquanto complesso.

Ci soffermiamo sulla metodologia adottata per la costruzione delle singole funzioni di:

- fecondità;
- migratorietà;
- sopravvivenza (mortalità).

1.4.1. Fecondità

Per quanto riguarda la fecondità si tratta di calcolare dei semplici tassi demografici, vale a dire rapporti di frequenza tra eventi e popolazione presente; in altri termini, per ogni anno considerato e per ogni generazione (anno di età), si tratta di rapportare al numero di eventi riguardanti una generazione il numero medio di persone appartenenti a quella generazione vissute in quell'anno. Detto N'_x il numero di nati nell'anno t da madri di età x (o meglio da madri nate nell'anno $t - x$), $P'_{f,x}$ l'ammontare della popolazione femminile di età x al 31/12 nell'anno t , $P'_{f,x-1}$ l'ammontare la popolazione femminile nata nello stesso anno $t - x$ al 31/12 dell'anno precedente ($t - 1$), il tasso specifico di fecondità per l'anno t per le donne di età x sarà dato da:

$$\text{Tassi specifici di fecondità } f'_x = \frac{N'_x}{\left(\frac{P'_{f,x} + P'_{f,x-1}}{2} \right)}$$

Questo calcolo ripetuto per tutte le classi di età fornisce, per ogni anno e per ogni unità territoriale considerati, la funzione (curva) della fecondità, che, applicata nel modello di proiezione alla popolazione femminile iniziale fornisce, per ogni anno della proiezione, il numero di nati.

1.4.2. Migratorietà

Per quanto riguarda le migrazioni si procede in modo analogo, distinguendo tra immigrazione (iscrizioni anagrafiche) ed emigrazioni (cancellazioni).

Detto I'_x il numero di nuovi iscritti (immigrati) all'anagrafe nel corso dell'anno t di età x (nati nell'anno $t - x$), P'_x l'ammontare della popolazione di età x al 31/12 nell'anno t , P'_{x-1} l'ammontare la popolazione nata nello stesso anno $t - x$ ma al 31/12 dell'anno precedente ($t - 1$), il tasso specifico di immigrazione per l'anno t per la popolazione di età x sarà dato da:

$$\text{Tassi specifici di immigrazione } i_x = \frac{I'_x}{\left(\frac{P'_x + P'_{x-1}}{2} \right)}$$

Analogamente per l'emigratorietà, detto E'_x il numero di iscritti all'anagrafe nel corso dell'anno t di età x (nati nell'anno $t - x$)

$$\text{Tassi specifici di emigrazione } e_x = \frac{E'_x}{\left(\frac{P'_x + P'_{x-1}}{2} \right)}$$

I tassi specifici utilizzati per la proiezione, sia per quanto riguarda la fecondità che le migrazioni, risultano dalla media dei tassi specifici calcolati sui sette anni; la curva finale media è stata infine sottoposta a un procedimento di perequazione allo scopo di eliminarne le irregolarità accidentali, sostituendo ad essi altri valori tali da potersi assumere con maggiore plausibilità come tassi per la proiezione della popolazione. La perequazione viene attuata applicando la tecnica delle medie mobili a tre termini alla serie dei tassi grezzi.

1.4.3. Costruzione della Tavola di mortalità (sopravvivenza)

La costruzione di una Tavola di mortalità affidabile è un passaggio essenziale nel processo di proiezione. La misura utilizzata per la costruzione delle Tavole di mortalità non sono i tassi specifici ma le *probabilità di morte* (q_x), che esprimono il rischio che una persona ha di morire tra il compimento del compleanno x -esimo e il compimento del successivo.

Il primo problema da affrontare consiste nel calcolo delle probabilità di morte q_x , per x che varia dalla nascita (età 0) all'età finale ($\omega - 1$), che è il compleanno in cui ancora esiste uno o più sopravvivenuti che scompaiono però prima del compleanno successivo (ω).

Detta P_x la popolazione nata nell'anno ($t - x$) al 31/12 dell'anno t , d_x il numero di decessi di persone nate nell'anno ($t - x$) avvenute tra l'anno ($t - 1$) e l'anno ($t + 1$) - vale a dire tra un compleanno e il successivo - la probabilità di morte q_x per l'anno considerato (t) tra il compleanno x -esimo e il successivo è stata calcolata con la formula:

$$\text{Probabilità di morte } q_x = \frac{\frac{d'_x + d'_{x+1}}{2}}{P_x + \frac{x}{2}}$$

presupponendo cioè che gli eventi si equidistribuiscono nel corso dell'anno e che il movimento migratorio sia ininfluenza.

Calcolata per ogni anno la serie delle probabilità di morte q_x è possibile calcolare tutte le altre funzioni della Tavola di mortalità. Tali funzioni sono:

- i *sopravvivenuti* (l_x), che sono coloro che dalla generazione iniziale sopravvivono ai vari compleanni (x designa appunto il compleanno); essi si ottengono con la seguente formula a partire dalle probabilità di morte:

$$\text{sopravvivenuti } l_{x+1} = l_x - l_x \cdot q_x$$

- le *probabilità di sopravvivenza* (p_x) che sono il complemento a 1 delle probabilità di morte; essi esprimono cioè la probabilità che un individuo ha di sopravvivere tra il compleanno x e il compleanno $x + 1$.
- i *decessi attesi* (d_x) ottenuti moltiplicando i sopravvivenuti per le probabilità di morte;

- gli *anni vissuti* (L_x) tra il compleanno x e quello $x + 1$ dati dalla relazione:

$$\text{anni vissuti } L_x = \frac{l_x + l_{x+1}}{2}$$

che sono una funzione molto importante in quanto consentono di calcolare la speranza di vita alla nascita (e_0) e alle varie età (e_x). Sarà:

$$\text{speranza di vita all'età } x \ e_x = \sum_{i=x}^{\Omega-1} L_i$$

$$\text{speranza di vita alla nascita } e_0 = \sum_{x=0}^{\Omega-1} L_{xi}$$

Prima di passare alla costruzione delle Tavole di mortalità per il Comune di Pisa e per l'interland abbiamo dovuto procedere con una serie di accorgimenti per correggere le oscillazioni accidentali dei dati. In pratica, abbiamo così proceduto:

1. abbiamo calcolato le probabilità di morte per i singoli anni considerati;
2. abbiamo calcolato le probabilità di morte medie sui sei anni considerati;
3. abbiamo costruito la serie delle probabilità corrette con la perequazione dei valori reali attraverso il metodo delle medie mobili.

Abbiamo così ottenuto delle curve che tuttavia presentavano ancora delle forti e talvolta incongruenti oscillazioni per le età superiori ai 95 anni. E' noto che l'esiguo numero di individui nelle età molto anziane tende a ridurre la validità del calcolo delle probabilità di morte. Pertanto, per risolvere il problema di chiudere la Tavola di mortalità alle età estreme, si utilizza un procedimento estrapolatorio, mediante funzione matematica, della serie delle probabilità di morte.

Il procedimento utilizza una funzione teorica detta di *Gompertz-Makeham*¹ secondo la quale i sopravvissuti l_x alle età estreme sono dati dalla funzione:

$$\text{funzione di Gompertz-Makeham } l_x = a \cdot b^x \cdot c^{x^y}$$

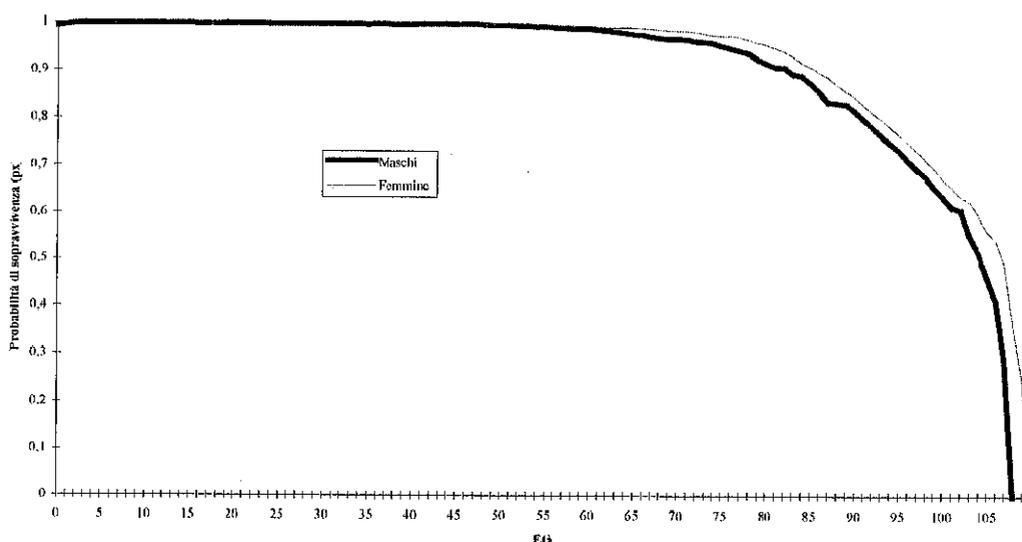
Questa funzione, ben adattandosi a descrivere l'andamento della mortalità nelle età molto anziane, consente di stimare una serie di probabilità di morte "standard" che riflettono le

condizioni di sopravvivenza mediamente riscontrate nei sei anni considerati. Nel paragrafo seguente vengono presentati i risultati ottenuti nella costruzione delle funzioni di mortalità, fecondità e migratorietà per il Comune di Pisa e per il suo hinterland.

1.5. I risultati: le funzioni utilizzate per il modello previsivo

Il procedimento e le metodologie di correzione e aggiustamento sulle quali ci siamo soffermati nei paragrafi precedenti ci hanno consentito di calcolare a partire dai dati grezzi sugli eventi delle funzioni, rappresentate dai grafici seguenti, che con buona approssimazione possono rappresentare le dinamiche demografiche attuali dell'Area Pisana e delle due sub-aree individuate (hinterland e Comune di Pisa).

Grafico 1.1a: Funzioni di sopravvivenza per età utilizzate per il Comune di Pisa



¹ISTAT, "Nota metodologica" : pag. 7

Grafico 1.1b: Funzioni di sopravvivenza per età utilizzate per l' hinterland pisano

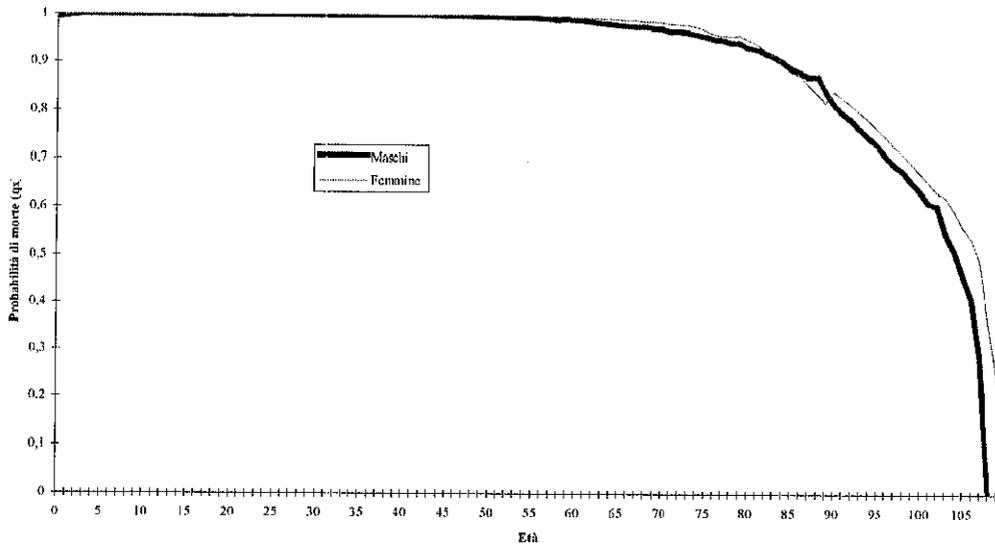


Grafico 1.2: Funzioni di fecondità per età della madre utilizzate nel modello previsivo

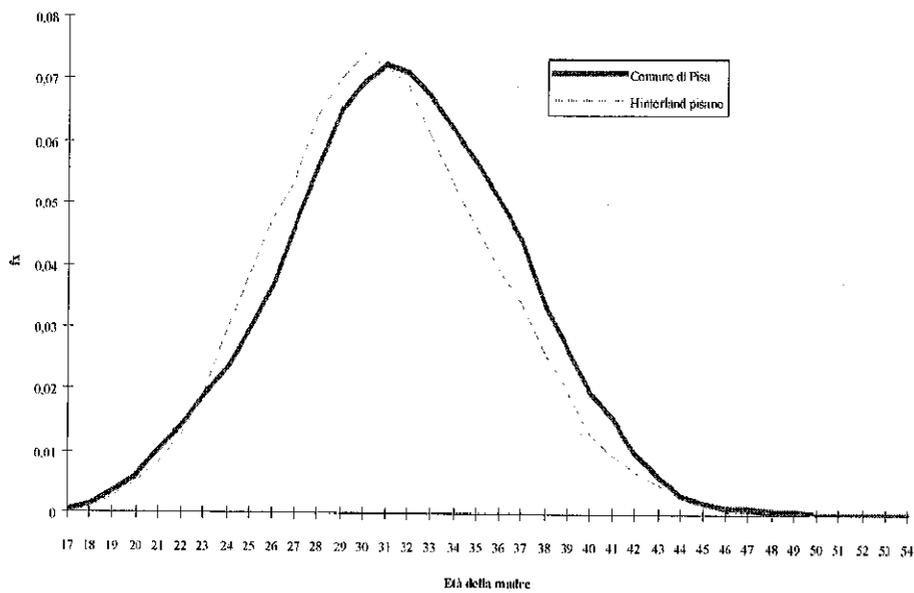


Grafico 1.3a: Funzioni di emigrazione per età utilizzate per il Comune di Pisa

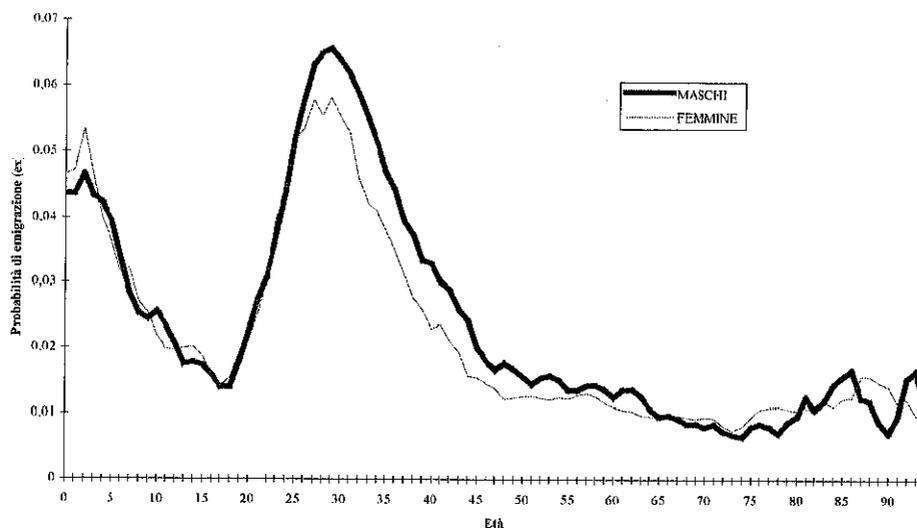


Grafico 1.3b: Funzioni di emigrazione per età utilizzate per l' hinterland pisano

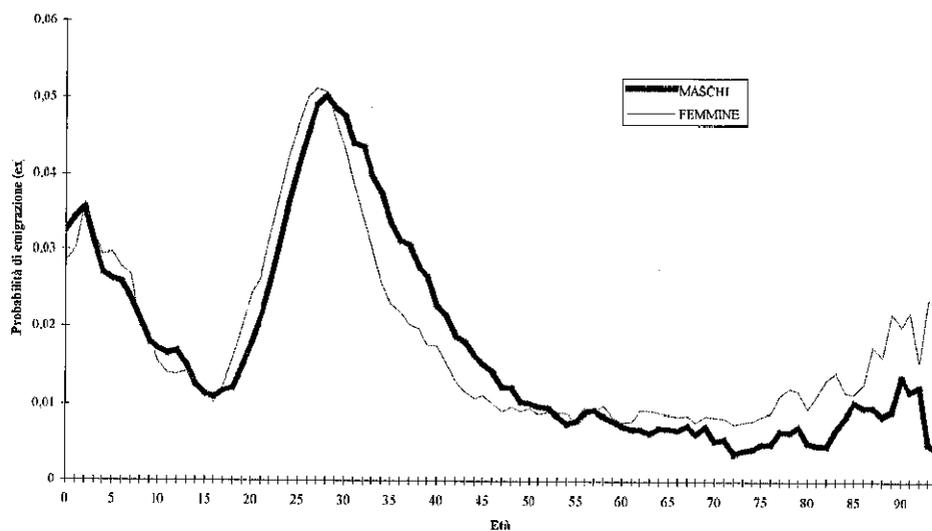


Grafico 1.4a: Funzioni di immigrazione per età utilizzate per il Comune di Pisa

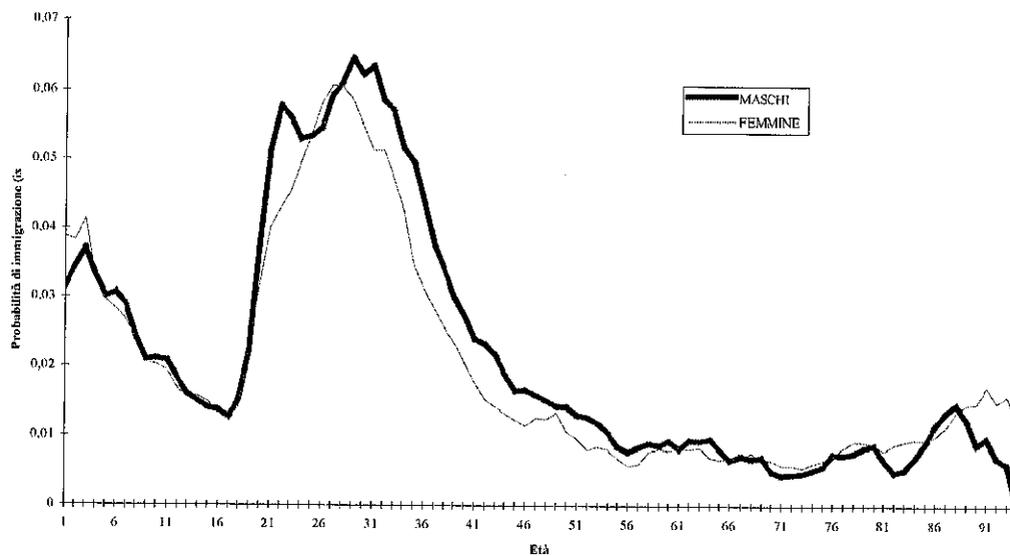


Grafico 1.4b: Funzioni di immigrazione per età utilizzate per l' hinterland pisano

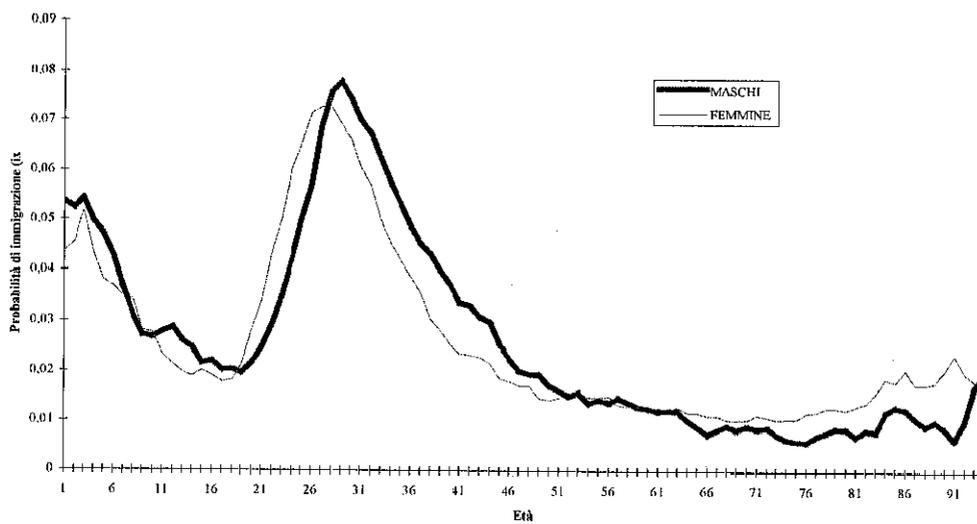
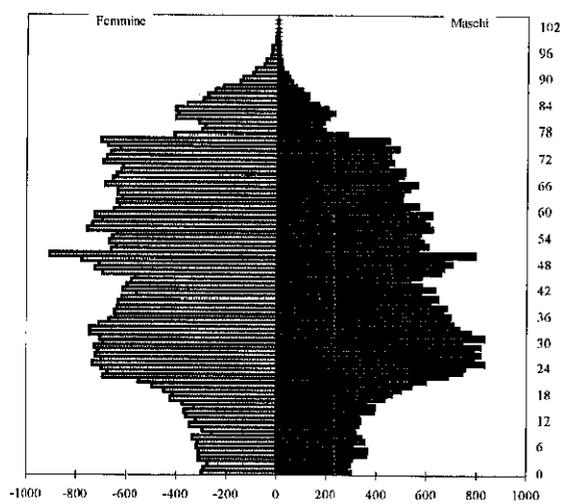
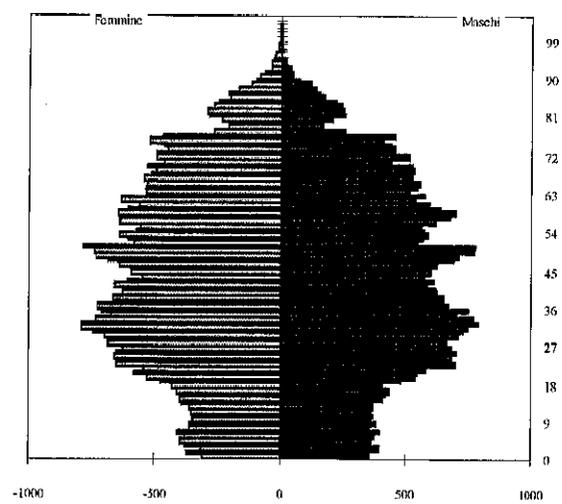


Grafico 1.5: Struttura per età al 31/12/96 dei Comuni dell'hinterland pisano e del Comune di Pisa

a) hinterland pisano



b) Comune di Pisa



Capitolo 2

Analisi della metodologia del programma Nostradamus

2.1. Introduzione

Il programma *Nostradamus* svolge il calcolo a trenta anni della popolazione divisa per classi d'età. La proiezione è attuata con un calcolo iterativo utilizzando i tassi di fecondità, mortalità (divisi per maschi e femmine), immigratorietà (divisi tra maschi e femmine) ed emigratorietà (anche questi divisi per maschi e femmine). Per effettuare le ipotesi su questi tassi si introducono parametri-obiettivo che a trenta anni raggiungono il valore ipotizzato per la proiezione.

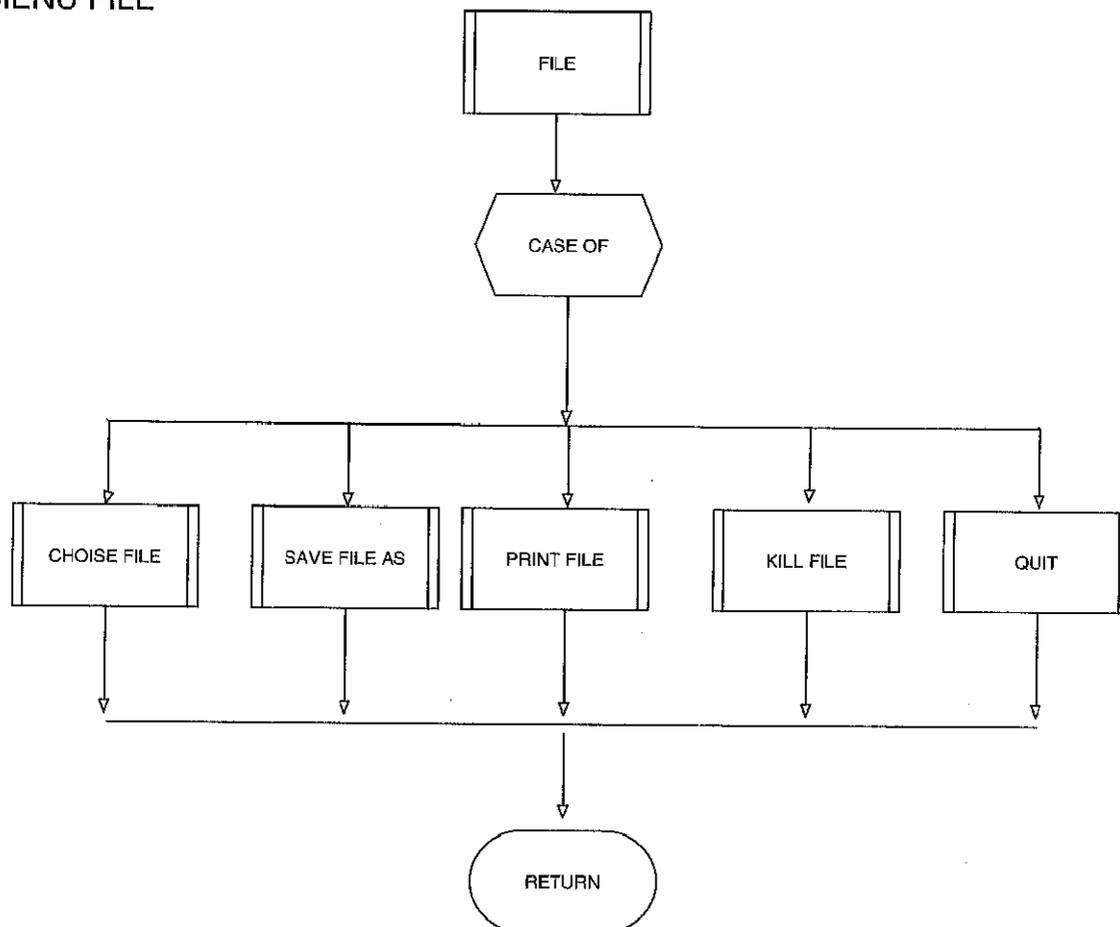
Il programma, oltre al calcolo della proiezione, esegue una serie di routines quali: l'apertura di files, la stampa, l'eliminazione di files, la memorizzazione dei files, la scelta del carattere di scrittura.

I risultati delle proiezioni sono presentati in varie forme:

- con una maschera che è possibile scorrere e per ogni anno presenta i nati, morti, saldo naturale e migratorio, immigrati e i relativi tassi;
- con un BILANCIO DEMOGRAFICO dei trenta anni dove si rappresentano i nati, morti, il saldo naturale, gli immigrati, gli emigrati, il saldo migratorio e la popolazione all'inizio di ogni anno;
- con una schermata dove è possibile conoscere la popolazione divisa in classi di età (classi di 5 anni, 11 classi speciali, 3 classi - fino a 15 anni, da 15 a 65, oltre i 65 anni -, classi di 10 anni) per i primi 5 anni di proiezione e poi ad intervalli di 5 anni per i periodi successivi.
- attraverso delle tabelle di fecondità, mortalità, immigratorietà, saldo migratorio, popolazione maschile, popolazione femminile, popolazione totale, con le quali per ciascuna età (1, 2, 3, ..., 105 anni) è possibile conoscere: i nati per età della madre, i morti, gli immigrati, i migranti netti, la popolazione (maschile, femminile, totale).

2.2. Procedura file

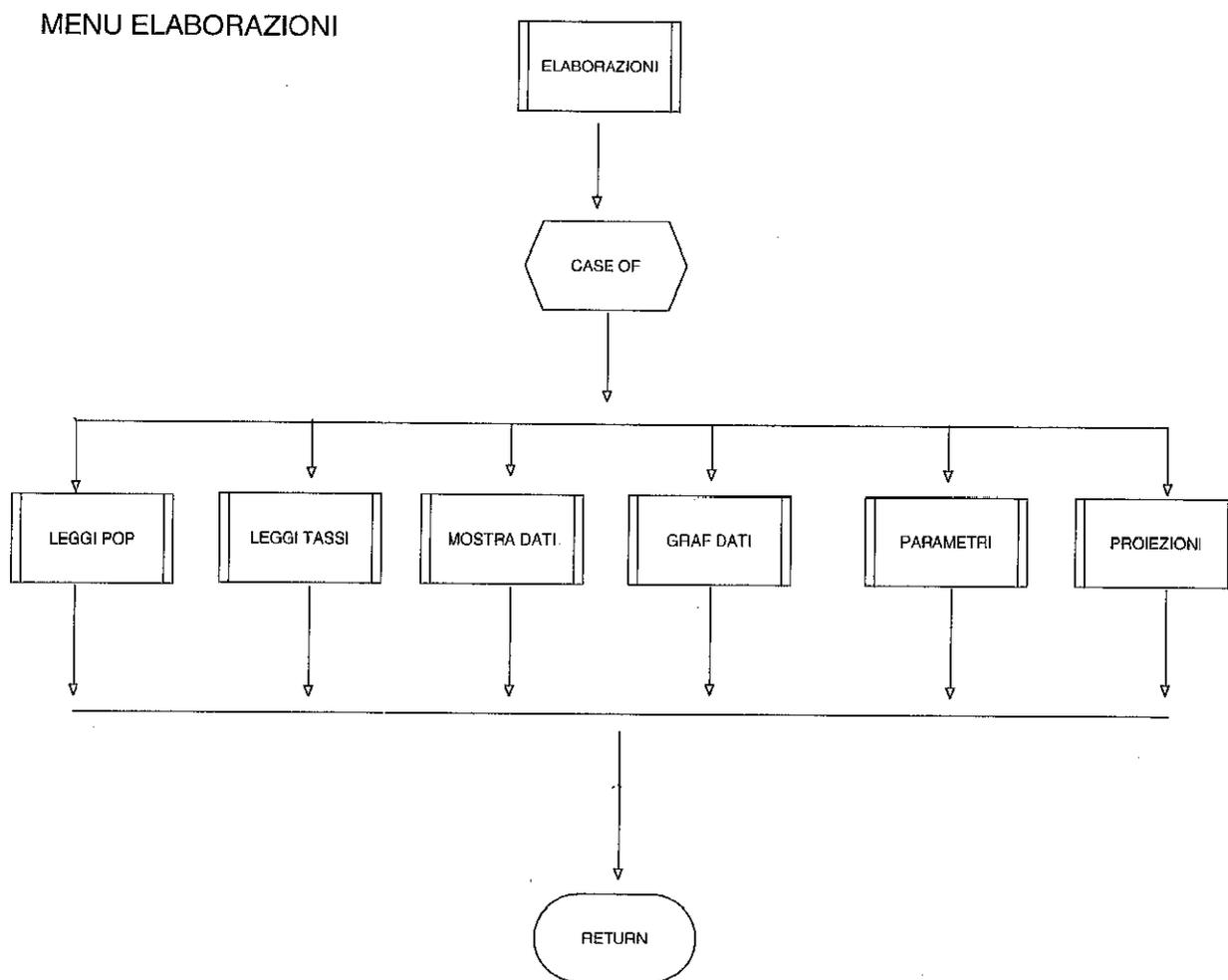
MENU FILE



Nella procedura file sono stati introdotti alcuni programmi di routine:

- 1) CHOISE FILE: permette di aprire qualsiasi file di testo con una lunghezza massima di 300 records.
- 2) SAVE FILE AS: attraverso questa sotto-procedura si può salvare qualsiasi file in formato testo con una lunghezza massima di 300 records.
- 3) PRINT FILE: permette di stampare il file selezionato.
- 4) KILL FILE: elimina il file selezionato.
- 5) QUIT: attraverso questa scelta si esce dal programma *Nostradamus*.

2.3. Procedura elaborazioni

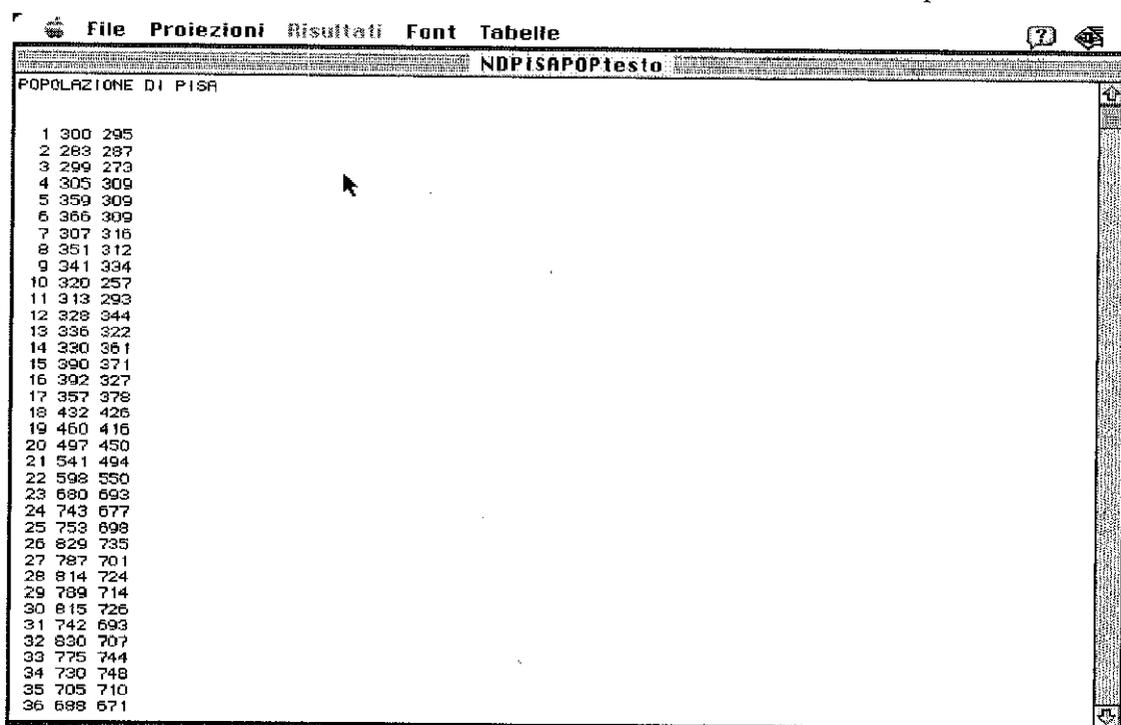


Nel menù elaborazioni si trovano tutte le procedure necessarie per effettuare la proiezione:

1) LEGGI POP: in questa sotto-procedura si ottiene come risultato la lettura di un file di testo dove per ogni classe di età è specificato il numero di abitanti divisi per maschi e femmine.

Questo file è preso come base per la proiezione insieme al file che vedremo successivamente sui tassi specifici. Il file di testo della popolazione deve essere di 105 linee più 3 linee iniziali dove può essere introdotto un commento in quanto il programma automaticamente le prime 3 righe non le usa per il calcolo della proiezione. Perché non si verifichi alcun errore in lettura è necessario non solo che il file sia di 105 righe (più 3 iniziali) ma anche che fra un valore e l'altro su ciascuna riga vi sia uno spazio (non una tabulazione); altrimenti il programma non riesce a leggere il file e manda un messaggio di errore sullo schermo (Fig. 2.1).

Figura 2.1: Il programma legge la popolazione iniziale su cui si basa la proiezione



POPOLAZIONE DI PISA		
1	300	295
2	283	287
3	299	273
4	305	309
5	359	309
6	366	309
7	307	316
8	351	312
9	341	334
10	320	257
11	313	293
12	328	344
13	336	322
14	330	361
15	390	371
16	392	327
17	357	378
18	432	426
19	460	416
20	497	450
21	541	494
22	598	550
23	680	693
24	743	677
25	753	698
26	829	735
27	787	701
28	814	724
29	789	714
30	815	726
31	742	693
32	830	707
33	775	744
34	730	748
35	705	710
36	688	671

2) LEGGI TASSI: la procedura in esame consente di leggere i tassi specifici per ciascuna età che sono utilizzati, insieme alla popolazione, per effettuare la proiezione a trenta anni.

Anche in questo caso è necessario che il file sia di testo e formato da 105 linee più 3 di commento iniziali e nel file bisogna specificare nella prima colonna le età, nella seconda i tassi di fecondità, nella terza e nella quarta colonna i tassi di sopravvivenza suddivisi per maschi e femmine, nella quinta e nella sesta colonna i tassi di immigratorietà suddivisi per sesso e nella settima e ottava colonna i tassi di emigratorietà suddivisi per maschi e femmine. In ciascuna riga i valori devono essere divisi da uno spazio altrimenti non è possibile la lettura e il programma manda un messaggio di errore sullo schermo (Fig. 2.2).

3) MOSTRA DATI: questa sotto-procedura consente di visualizzare su schermo i dati che sono stati ottenuti in lettura dalle procedure LEGGI POP e LEGGI TASSI; questo serve per l'utente soprattutto per effettuare una verifica della veridicità dei dati e quindi dell'esattezza della lettura effettuata dal programma. I tassi specifici vengono mostrati con un'approssimazione di sette cifre decimali quindi anche quando viene creato il file dei tassi conviene utilizzare la stessa approssimazione (Fig. 2.3 - Fig. 2.4).

Figura 2.2: Il programma legge la tabella dei tassi di fecondità, sopravvivenza, immigratorietà, emigratorietà elaborata dall'utente e utilizzata successivamente per la proiezione

File Proiezioni Risultati Font Tabelle

NDPISAtesto

TAVOLE di PISA

ETA'	Tassifec	Prob. sopravv.		Prob. immigr.		Prob. emigran.	
		MASCHI	FEMMINE	MASCHI	FEMMINE	MASCHI	FEMMINE
1	0.000000	0.9934860	0.9967021	0.0313938	0.0387526	0.0435959	0.0466499
2	0.000000	0.9956573	0.9973818	0.0345158	0.0382753	0.0435993	0.0473436
3	0.000000	0.9926799	0.9987805	0.0370775	0.0413277	0.0466257	0.0534691
4	0.000000	0.9998601	0.9990867	0.0331401	0.0328096	0.0433256	0.0462933
5	0.000000	0.9998601	0.9995262	0.0300949	0.0296879	0.0422315	0.0398164
6	0.000000	0.9995991	0.9996991	0.0306475	0.0283862	0.0393564	0.0362785
7	0.000000	0.9995153	0.9996991	0.0289380	0.0257326	0.0340311	0.0317432
8	0.000000	0.9994061	0.9996991	0.0243208	0.0240307	0.0285905	0.0322540
9	0.000000	0.9995909	0.9998701	0.0210080	0.0206630	0.0253501	0.0270694
10	0.000000	0.9997385	0.9998701	0.0211156	0.0202469	0.0244712	0.0254153
11	0.000000	0.9998837	0.9998701	0.0208482	0.0194634	0.0256455	0.0219128
12	0.000000	1.0000000	1.0000000	0.0183175	0.0167840	0.0233177	0.0198694
13	0.000000	1.0000000	0.9997614	0.0160510	0.0157049	0.0207242	0.0197369
14	0.000000	0.9999101	0.9997614	0.0150313	0.0158003	0.0175125	0.0200330
15	0.000000	0.9998157	0.9996637	0.0140983	0.0149479	0.0177792	0.0202037
16	0.000000	0.9997070	0.9999023	0.0138021	0.0134991	0.0173031	0.0186953
17	0.0006118	0.9992955	0.9999023	0.0127667	0.0122993	0.0159118	0.0155710
18	0.0012182	0.9992944	0.9998272	0.0152369	0.0141677	0.0140639	0.0142825
19	0.0034320	0.9993151	0.9997559	0.0222296	0.0222758	0.0140483	0.0154354
20	0.0059884	0.9994490	0.9996152	0.0377137	0.0318013	0.0177794	0.0192075
21	0.0101603	0.9993504	0.9997183	0.0514583	0.0402700	0.0224711	0.0210258
22	0.0143126	0.9994384	0.9996497	0.0578472	0.0430197	0.0277068	0.0254497
23	0.0190307	0.9996194	0.9995822	0.0560418	0.0452634	0.0310043	0.0306291
24	0.0236722	0.9996304	0.9994490	0.0529448	0.0495032	0.0370118	0.0396601
25	0.0293178	0.9992854	0.9994554	0.0534445	0.0537665	0.0438903	0.0443714
26	0.0363233	0.9990670	0.9994606	0.0545771	0.0583205	0.0521168	0.0517514
27	0.0463252	0.9988861	0.9996636	0.0592859	0.0607422	0.0579209	0.0536332
28	0.0557673	0.9986326	0.9995321	0.0610100	0.0606445	0.0632187	0.0578936
29	0.0649202	0.9986739	0.9997351	0.0644713	0.0587455	0.0650158	0.0605000
30	0.0691382	0.9986710	0.9995315	0.0622067	0.0549110	0.0656971	0.0582366
31	0.0721344	0.9982150	0.9996664	0.0633917	0.0514504	0.0638165	0.0552417
32	0.0709683	0.9983778	0.9995246	0.0585883	0.0514428	0.0617612	0.0530516
33	0.0672607	0.9981387	0.9993110	0.0570605	0.0475167	0.0587956	0.0460569
34	0.0615648	0.9984949	0.9994411	0.0517786	0.0428134	0.0550657	0.0422045
35	0.0566684	0.9981369	0.9994383	0.0406569	0.0346837	0.0514463	0.0411672
36	0.0505925	0.9979484	0.9994863	0.0439178	0.0313453	0.0470245	0.0381687

Figura 2.3: Riassunto dei dati letti precedentemente (popolazione)

File Proiezioni Risultati Font Tabelle

Dati iniziali

La popolazione iniziale è letta dal file: "NDPISAPDPtesto"
I tassi specifici sono letti da "NDPISAtesto"

Anno	Popolazione		Totale
	Maschi	Femmine	
1	300	295	595
2	283	287	570
3	299	273	572
4	305	309	614
5	359	309	668
6	366	309	675
7	307	315	623
8	351	312	663
9	341	334	675
10	320	257	577
11	313	293	606
12	328	344	672
13	336	322	658
14	330	361	691
15	390	371	761
16	392	327	719
17	357	378	735
18	432	426	858
19	460	416	876
20	497	450	947
21	541	494	1035
22	598	550	1148
23	680	693	1373
24	743	677	1420
25	753	698	1451
26	829	735	1564
27	787	701	1488
28	814	724	1538
29	789	714	1503
30	815	726	1541
31	742	693	1435
32	830	707	1537
33	775	744	1519

Figura 2.4: Riassunto dei dati letti precedentemente (tassi specifici)

File Proiezioni Risultati Font Tabelle

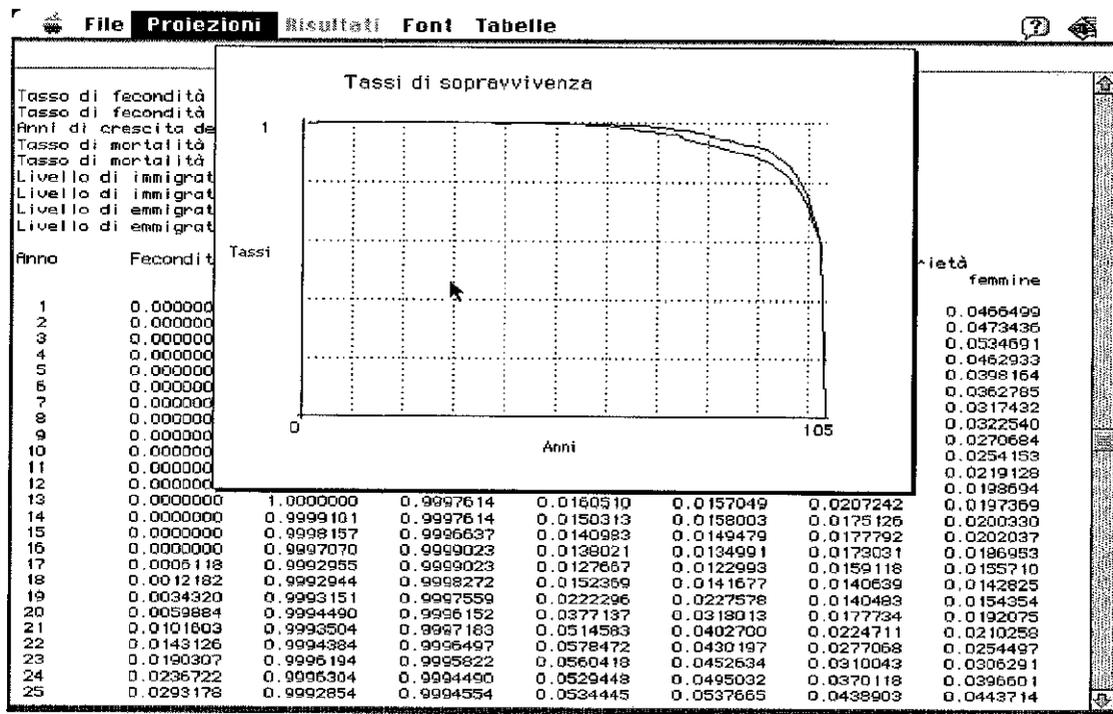
Dati iniziali

Tasso di fecondità totale iniziale 1.05
Tasso di fecondità totale finale 1.85
Anni di crescita del tasso di fecondità totale 30
Tasso di mortalità totale iniziale 1
Tasso di mortalità totale finale 2
Livello di immigratorietà iniziale 1
Livello di immigratorietà finale 1
Livello di emigratorietà iniziale 1
Livello di emigratorietà finale 1

Anno	Fecondità	Sopravvivenza		Immigratorietà		Emigratorietà	
		maschi	femmine	maschi	femmine	maschi	femmine
1	0.000000	0.9934860	0.9957021	0.0313938	0.0387526	0.0435959	0.0466499
2	0.000000	0.9955573	0.9973618	0.0345158	0.0392753	0.0435993	0.0473436
3	0.000000	0.9992679	0.9987805	0.0370775	0.0413277	0.0466257	0.0534591
4	0.000000	0.9998601	0.9990667	0.0381401	0.0328096	0.0433256	0.0462933
5	0.000000	0.9998801	0.9995262	0.0300949	0.0296879	0.0422315	0.0398164
6	0.000000	0.9995591	0.9996991	0.0306475	0.0283862	0.0393564	0.0362785
7	0.000000	0.9995513	0.9996991	0.0289380	0.0267326	0.0340311	0.0317432
8	0.000000	0.9994061	0.9996991	0.0243208	0.0240307	0.0285905	0.0322540
9	0.000000	0.9995909	0.9998701	0.0210080	0.0206630	0.0253501	0.0270684
10	0.000000	0.9997385	0.9998701	0.0211156	0.0202469	0.0244712	0.0254153
11	0.000000	0.9998937	0.9998701	0.0208482	0.0194634	0.0256465	0.0219128
12	0.000000	1.0000000	1.0000000	0.0183175	0.0167840	0.0233177	0.0198694
13	0.000000	1.0000000	0.9997614	0.0160510	0.0157049	0.0207242	0.0197359
14	0.000000	0.9999101	0.9997614	0.0150313	0.0158003	0.0175126	0.0200330
15	0.000000	0.9998157	0.9996637	0.0140983	0.0149479	0.0177792	0.0202037
16	0.000000	0.9997070	0.9999023	0.0139021	0.0134991	0.0173031	0.0186953
17	0.0006118	0.9992955	0.9999023	0.0127667	0.0122993	0.0159118	0.0155710
18	0.0012182	0.9992944	0.9998272	0.0152369	0.0141677	0.0140539	0.0142825
19	0.0034320	0.9993151	0.9997559	0.0222296	0.0227578	0.0140483	0.0154354
20	0.0059884	0.9994490	0.9996152	0.0377137	0.0318013	0.0177734	0.0192075
21	0.0101503	0.9993504	0.9997183	0.0514583	0.0402700	0.0224711	0.0210258
22	0.0143126	0.9994384	0.9996497	0.0578472	0.0430197	0.0277068	0.0254497
23	0.0190307	0.9996194	0.9995822	0.0560418	0.0452634	0.0310043	0.0306291
24	0.0236722	0.9998304	0.9994490	0.0529448	0.0495032	0.0370118	0.0396601
25	0.0293176	0.9992854	0.9994554	0.0534445	0.0537665	0.0438903	0.0443714

4) GRAF-DATI: la procedura in esame mostra su schermo i grafici dei tassi di fecondità, di sopravvivenza (1 - tasso di mortalità), di immigratorietà, di emigratorietà, questi ultimi tre suddivisi per maschi e femmine. Per passare da un grafico all'altro è necessario digitare con il mouse sul grafico stesso e quindi si passerà al successivo in sequenza. Questa procedura permette di avere l'andamento per ciascuna classe di età dei rispettivi tassi (Fig. 2.5).

Figura 2.5: Grafico del tasso di sopravvivenza



5) PARAMETRI: nella procedura parametri si chiede all'utente di introdurre le ipotesi sull'andamento futuro del tasso di fecondit , mortalit , immigratoriet , emigratoriet  (Fig. 2.6). Si chiede per il tasso di fecondit  il parametro iniziale, quello finale e gli anni di crescita del tasso di fecondit  totale; se si ritiene di utilizzare gli stessi valori immessi dei tassi di fecondit  per ciascuna et  allora si pone come parametro il valore 1 sia iniziale che finale.

Il calcolo del parametro da utilizzare sul tasso di fecondit , che il programma effettua automaticamente,   il seguente:

$$\frac{(\text{tasso fecondit  finale} - \text{tasso fecondit  iniziale})}{\text{numero di anni di crescita}}$$

In questo modo il programma incrementa il tasso di fecondit  sulla base dei parametri immessi in modo che alla fine degli anni di crescita si determini l'incremento ipotizzato della fecondit .

ES.: TFI = 1 TFF = 1.8 N.A. = 30

$$\frac{1.8 - 1}{30} = 0.026$$

Il primo anno il tasso di fecondità derivante dalle tavole sarà moltiplicato per 1.026. Il secondo anno per 1.052 e così via per arrivare ai trenta anni a un valore del tasso di fecondità moltiplicato per 1.8. In altri termini le variazioni del tasso di fecondità sono attuate con progressione lineare. Quello che si può decidere è, oltre il livello iniziale e finale del tasso stesso, l'arco di tempo necessario per conseguire il livello finale.

La stessa cosa accade per gli altri parametri relativi alla mortalità, immigratorietà e emigratorietà con l'unica differenza che in questi casi si considera gli anni di crescita dei tassi costanti uguali a trenta anni.

Per i parametri si considera come approssimazione la singola precisione. Se non si utilizza questa procedura, per le proiezioni si utilizzano alcuni parametri dati per default come per esempio:

TFI = 0.92 TFF = 1.85 N.A. = 30.

Per quanto riguarda il TFI è posto per default a 0.92 in quanto è quello che è stato registrato a livello italiano e anche nel Comune di Pisa; il TFF assume per default un valore di 1.85 che è quello rilevato a livello europeo in questi ultimi anni e utilizzato dall'ONU nell'ipotesi "M" (fecondità media) nelle proiezioni del 1994. Il numero di anni (N.A.) è posto a un valore di 30 in quanto si considerano proiezioni a trenta anni. Per tutti gli altri tassi – di mortalità, immigratorietà e emigratorietà – si suppone un valore iniziale e finale per default di 1, cioè si applicano, per ogni anno di proiezione, gli stessi tassi specifici introdotti dall'utente all'inizio della proiezione, senza supporre alcun incremento lineare; quindi si applicano gli stessi tassi a una popolazione diversa per struttura in ogni anno di proiezione.

Figura 2.6: Maschera dove si chiede all'utente di introdurre i valori dei parametri di variazione relativi alla fecondità, mortalità, immigratorietà, emigratorietà

		Parametri calcolati nell'anno				Parametri di proiezione	
Tasso di fecondità totale iniziale		1				0.92	
Tasso di fecondità totale finale		1				1.85	
Anni di crescita del tasso di fecondità totale						30	
Tasso di mortalità iniziale		1				1	
Tasso di mortalità finale		1				2	
Livello di immigratorietà iniziale		1				1	
Livello di immigratorietà finale		1				1	
Livello di emmigratorietà iniziale		1				1	
Livello di emmigratorietà finale		1				1	

Questi parametri saranno applicati sui dati iniziali

17	0.0005118	0.9992955	0.999023	0.0127667	0.0122993	0.0159118	0.0155710
18	0.0012182	0.9992944	0.999272	0.0152369	0.0141677	0.0140639	0.0142825
19	0.0034320	0.9993151	0.9997559	0.0222296	0.0227878	0.0140493	0.0154354
20	0.0059894	0.9994490	0.9996152	0.0377137	0.0318013	0.0177734	0.0192075
21	0.0101603	0.9993504	0.9997183	0.0514583	0.0402700	0.0224711	0.0210258
22	0.0143126	0.9994384	0.9996497	0.0578472	0.0430197	0.0277068	0.0254497
23	0.0190307	0.9996194	0.9995822	0.0560418	0.0452634	0.0310043	0.0306291
24	0.0236722	0.9996304	0.9994490	0.0529448	0.0495032	0.0370118	0.0395601
25	0.0293178	0.9992854	0.9994554	0.0534445	0.0537665	0.0438903	0.0443714

6) PROIEZIONI: in questa procedura, utilizzando anche le sotto-procedure già viste, si ottiene la proiezione della popolazione a trenta anni. La procedura può essere ripetuta più volte anche cambiando i parametri di proiezione in quanto all'inizio del calcolo è previsto un azzeramento completo delle variabili.

La proiezione calcola:

- **NATI:** donne in età feconda divise per età (da 14 a 50 anni) moltiplicato per il tasso di fecondità relativo e il parametro relativo alla fecondità che esprime la variazione prevista per la fecondità. Dopo di che si calcolano i nati maschi e i nati femmine moltiplicando il valore trovato precedentemente per il tasso di sopravvivenza, il tasso di immigratorietà netta (differenza tra tasso di immigrazione e emigrazione) nel primo anno di età e poi moltiplicando per una costante di 0.514 per ottenere i maschi in età 0 - 1 anni e 0.486 per le femmine.
- **MORTI:** si considerano i viventi per ciascuna età in ogni anno e si moltiplicano per il tasso di mortalità ($1 -$ tasso di sopravvivenza) e per il parametro di variazione della mortalità. Questo calcolo viene effettuato separatamente per gli uomini e per le donne.
- **IMMIGRATI:** si considerano i viventi per ogni età e per anno della proiezione e si moltiplica per il tasso di immigratorietà e per il relativo parametro di variazione, da

questi si tolgono gli immigrati-morti considerando il tasso di mortalità e il relativo parametro di variazione. Questo viene effettuato per i maschi e per le femmine.

- EMIGRATI: si effettua lo stesso calcolo che si svolge per gli immigrati distinguendo fra maschi e femmine e considerando i tassi di emigratorietà e il relativo parametro di variazione.

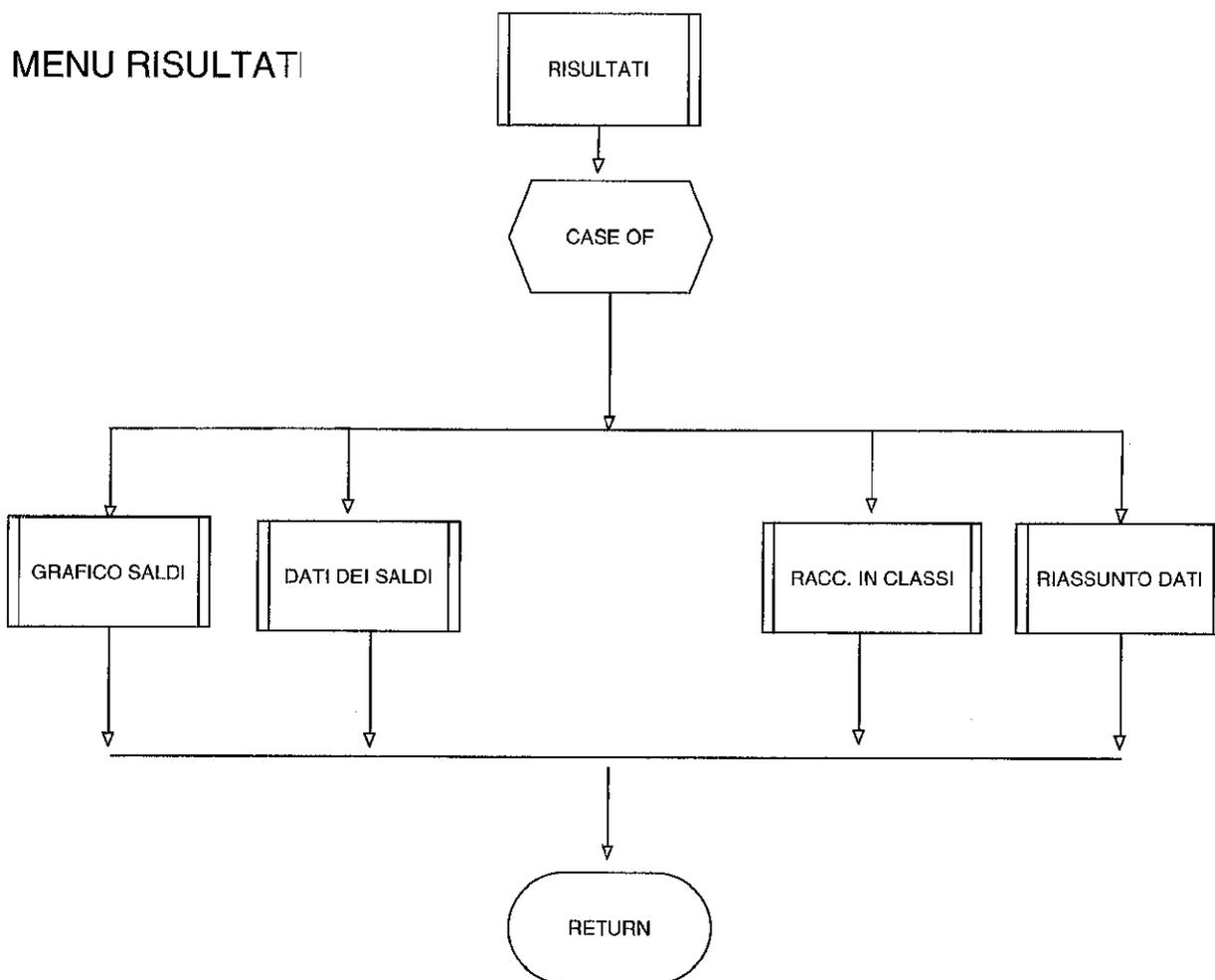
Mentre gli emigrati previsti sono variabili in connessione con le variazioni che via via si producono nella popolazione durante l'arco di proiezione, gli immigrati non sono logicamente derivabili dalla popolazione a cui affluiscono quindi i tassi di immigrazione rilevati vengono costantemente applicati alla popolazione iniziale ed eventualmente modificati solo da parametri di variazione legati ad ipotesi esogene.

Le operazioni sopra descritte vengono ripetute iterativamente per ottenere ogni anno la popolazione prevista a partire da quella dell'anno precedente.

Infine si calcola la popolazione per ciascuna età in ogni anno per somma cioè: popolazione anno precedente per quella classe di età - i morti + gli immigrati - emigrati.

Quindi si effettua per ogni classe di età la somma fra maschi e femmine e per ciascun anno si determina la popolazione totale.

2.4. Procedura risultati



- 1) **GRAFICO DEI SALDI:** Questa procedura permette di avere una rappresentazione grafica dei nati, morti, saldo naturale, saldo migratorio, saldo totale nei trenta anni.
- 2) **DATI DEI SALDI:** Con questa procedura si può disporre per ogni anno dei nati, morti, saldo naturale, migranti netti, saldo totale e popolazione iniziale oltre che i relativi tassi di natalità, mortalità, incremento naturale, migratorietà, incremento totale. E' possibile con le frecce della schermata andare avanti e indietro e quindi conoscere per ogni anno i relativi dati.

Il calcolo del tasso di natalità è stato effettuato nel seguente modo:

$$\frac{(nati \times 1000)}{popolazione\ totale\ per\ ogni\ anno}$$

Lo stesso procedimento è stato utilizzato per morti, incremento naturale, migratorietà. Il tasso di incremento invece è stato calcolato come segue:

$$\left[\frac{\text{popolazione dell'anno} \times 100}{\text{popolazione anno precedente}} \right] - 100.$$

Per uscire dalla procedura basta cliccare con il mouse O.K. (Fig. 2.7).

Figura 2.7: Maschera che permette di conoscere per ogni anno nati, morti, saldo naturale, migranti netti, popolazione iniziale e relativi tassi

The screenshot shows a software window titled "Proiezioni a trent'anni" with a menu bar containing "File", "Proiezioni", "Risultati", "Font", and "Tabelle". The main area displays a table of population projections from 1997 to 2026, broken down by age groups. An inset window shows a summary for the year 1997.

Proiezioni a trent'anni										
Proiezioni a trenta anni con indicazione della popolazione all' 1/1										
Età iniz.	1997	1998	1999	2000	2001	2005	2011	2016	2021	2026
1- 10	6232	6221	6144	6100	6115	6376	6659	6695	6795	7090
11- 20	7523	7133	6909	6689	6554	6025	5870	6046	6263	6290
21- 30	14061									
31- 40	13950									
41- 50	12659									
51- 60	13207									
61- 70	11605									
71- 80	9458									
81- 90	4524									
91-105	682									
Totale	93921									

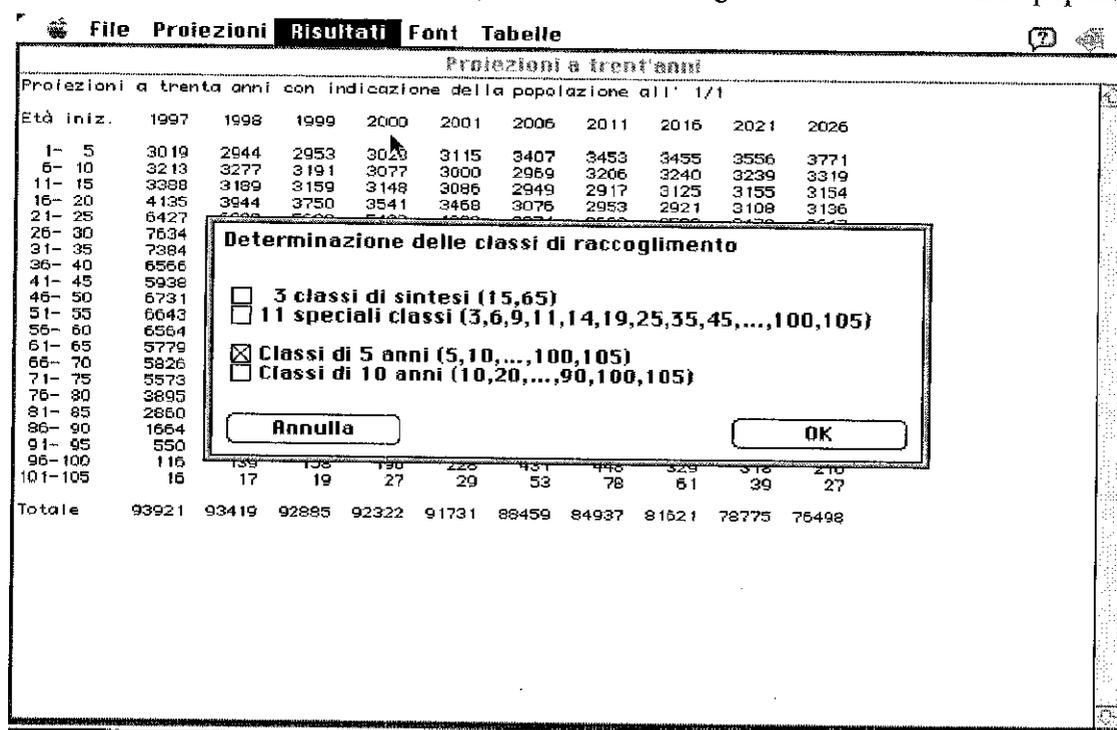
Anno 1997			
Nati	635	Tasso di natalità	6.76
Morti	981	Tasso di mortalità	10.44
Saldo Naturale	-346	Tasso di incremento naturale	-3.68
Migranti netti	-156	Tasso di migratorietà	-1.66
Popolazione totale iniz.	93921	Tasso di incremento	-0.53

3) RACCOGLIMENTO IN CLASSI: attraverso questa procedura si ottiene lo show out dei risultati che possono essere presentati in quattro modi diversi rispetto alle classi d'età della popolazione (Fig. 2.8) :

- classi di 5 anni
- classi di 10 anni
- 11 classi speciali (età scolastica, età lavorativa,...)
- 3 classi così divise: 1 - 15 anni, 15 - 65 anni, oltre i 65 anni .

Sulla prima linea vengono mostrati gli anni di riferimento che in questo caso sono 1997, 1998, 1999, 2000, 2001 e per ogni 5 anni.

Figura 2.8: Maschera che mostra le possibilità di raccoglimento in classi della popolazione



4) RIASSUNTO DATI: in questa procedura viene effettuato un bilancio dei dati che sono stati ottenuti nei trenta anni con la proiezione. Nella prima colonna viene indicato l'anno di riferimento, nelle successive colonne, per ogni anno vengono indicati:

- la popolazione iniziale
- nati
- morti
- saldo naturale
- migranti netti
- immigrati
- emigrati.

Successivamente, sempre per ogni anno, sono indicati i relativi tassi di natalità, mortalità, incremento naturale, migratorietà, incremento totale (Fig. 2.9 - Fig. 2.10).

In tutte le procedure relative alla proiezione e ai risultati sono state usate variabili con singola precisione; successivamente è stata effettuata l'approssimazione all'unità più prossima.

Figura 2.9: Bilancio demografico dei trenta anni

File Proiezioni Risultati Font Tabelle						
Dati finali						
RIASSUNTO DEI DATI NEI TRENTA ANNI						
Anno	Popolazione iniz.	Nati	Morti	Saldo nat.	Migranti net.	Immigrati
1997	93921	635	981	-345	-156	2193
1998	93419	655	1045	-390	-144	2193
1999	92885	674	1108	-434	-129	2192
2000	92322	690	1169	-479	-112	2192
2001	91731	704	1228	-524	-91	2192
2002	91116	715	1284	-569	-68	2191
2003	90479	723	1336	-613	-44	2191
2004	89822	729	1386	-657	-18	2191
2005	89147	732	1428	-696	8	2190
2006	88459	734	1468	-734	36	2190
2007	87751	734	1503	-769	63	2190
2008	87055	734	1532	-798	89	2189
2009	86346	733	1555	-822	114	2189
2010	85638	733	1574	-841	140	2189
2011	84937	733	1587	-854	163	2188
2012	84246	733	1598	-865	185	2188
2013	83566	735	1605	-870	205	2188
2014	82901	737	1609	-872	223	2187
2015	82252	741	1612	-871	240	2187
2016	81621	746	1614	-868	256	2187
2017	81009	752	1613	-861	270	2186
2018	80418	759	1612	-853	283	2186
2019	79848	768	1611	-843	295	2186
2020	79300	778	1609	-831	306	2185
2021	78775	788	1604	-816	315	2185
2022	78274	799	1601	-802	323	2185
2023	77795	810	1596	-786	330	2184
2024	77339	822	1589	-767	335	2184
2025	76907	836	1583	-747	338	2184
2026	76498	0	0	0	0	0

Tassi calcolati nei trenta anni

Anno	Natalità	Mortalità	Incremento natu.	Migratorietà	Incremento tot.
1997	6.7610011101	10.3276284073	-3.5668275356	-1.6609704494	-0.5344924927
1998	7.0114216805	11.0577077866	-4.0462861061	-1.5414422790	-0.5716171265
1999	7.2562847137	11.7995367050	-4.5432524691	-1.3988140917	-0.6061248779
2000	7.4738416672	12.5322237015	-5.0583825111	-1.2131452560	-0.6401519775
2001	7.6746139526	13.2452497482	-5.5706357956	-0.9920310378	-0.6704406738
2002	7.8471398354	13.9382782909	-6.0911364555	-0.7463014126	-0.6991119385
2003	7.9908046722	14.6111249924	-6.6203207970	-0.4863006771	-0.7261352539
2004	8.1160516739	15.2635211945	-7.1474695206	-0.2003963441	-0.7514877319
2005	8.2111568451	15.8614425859	-7.6502857208	0.0897394195	-0.7717590332
2006	8.2976263564	16.4369926453	-8.1393042426	0.4089682062	-0.7890625000
2007	8.3696236191	16.9437446594	-8.5801210403	0.7178587317	-0.8044586182
2008	8.4314517975	17.4142780304	-8.9828271866	1.0223422050	-0.8144302368
2009	8.4891023636	17.8236389160	-9.3345375061	1.3202695847	-0.8192539185
2010	8.5592842102	18.1928577423	-9.6335735321	1.6347882748	-0.8188653687
2011	8.6299257278	18.4960613251	-9.8661365500	1.9190594094	-0.8135452271
2012	8.7007102956	18.7664699554	-10.0657596538	2.1959500313	-0.8071594238
2013	8.7954435349	19.0029430389	-10.2075004578	2.4531507492	-0.7957763672
2014	8.8901224136	19.2036285400	-10.3135061264	2.6899554729	-0.7828598022
2015	9.0088996887	19.3915263580	-10.3827266693	2.9178521769	-0.7671508789
2016	9.1398048401	19.5537910461	-10.4139862061	3.1364476681	-0.7498092651
2017	9.2829189301	19.7015151978	-10.4185953140	3.3329629898	-0.7295455933
2018	9.4381856918	19.8214321136	-10.3832473755	3.5191125870	-0.7087936401
2019	9.6182746887	19.9504051208	-10.3321313858	3.6945195198	-0.6863021851
2020	9.8108444214	20.0504417419	-10.2395963669	3.8587641715	-0.6620407104
2021	10.0031738281	20.1459846497	-10.1428117752	3.9987306595	-0.6359863281
2022	10.2077322006	20.2110538483	-10.0033216476	4.1265296936	-0.6119537354
2023	10.4119806290	20.2583713531	-9.8463907242	4.2419180870	-0.5861587524
2024	10.6285314560	20.2873058319	-9.6587753296	4.3315792084	-0.5585784912
2025	10.8702716827	20.3232479095	-9.4529752731	4.3949184418	-0.5318145752
2026	0.0000000000	0.0000000000	0.0000000000	0.0000000000	0.0000000000

Figura 2.10: Riassunto dei tassi di natalità, mortalità, migratorietà, incremento naturale e totale nei trenta anni

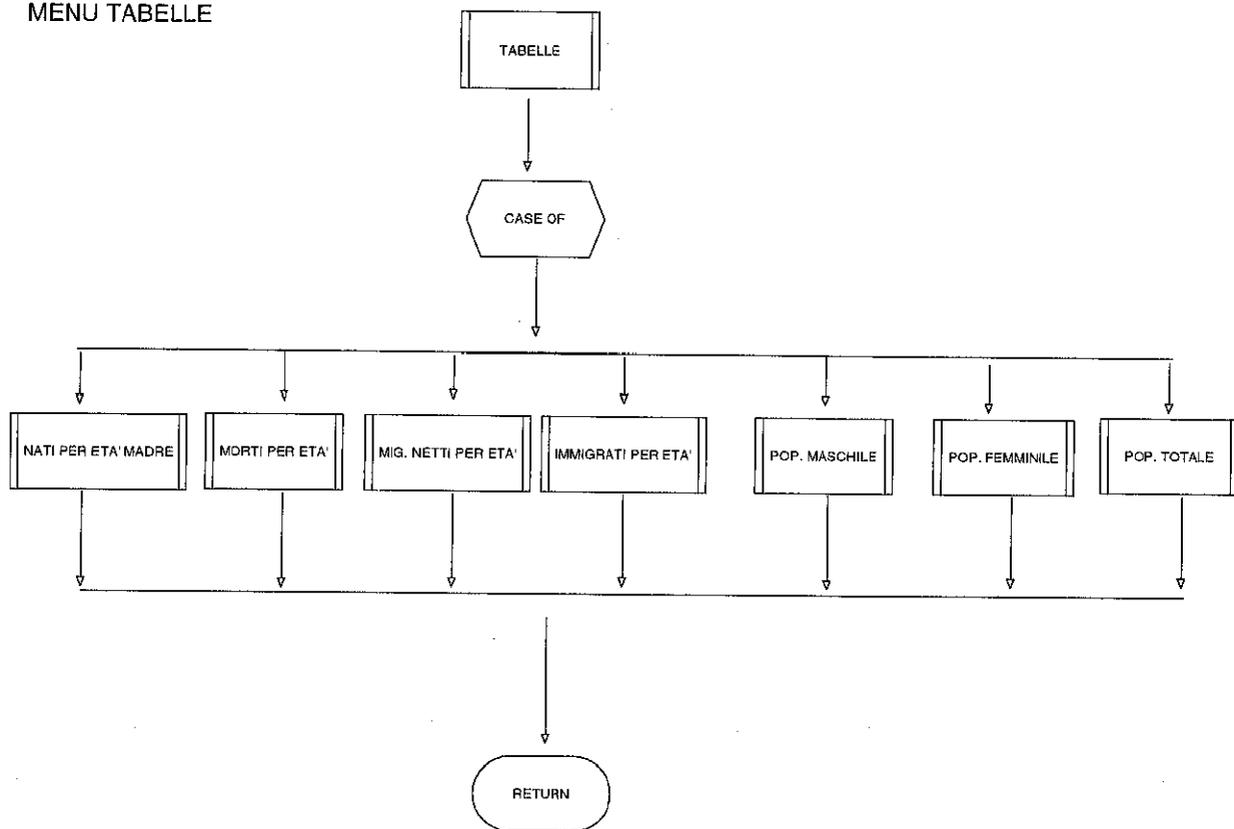
File Proiezioni Risultati Font Tabelle						
Dati finali						
2023	77795	810	1596	-786	330	2184
2024	77339	822	1589	-767	335	2184
2025	76907	836	1583	-747	338	2184
2026	76498	0	0	0	0	0

Tassi calcolati nei trenta anni

Anno	Natalità	Mortalità	Incremento natu.	Migratorietà	Incremento tot.
1997	6.7610011101	10.3276284073	-3.5668275356	-1.6609704494	-0.5344924927
1998	7.0114216805	11.0577077866	-4.0462861061	-1.5414422790	-0.5716171265
1999	7.2562847137	11.7995367050	-4.5432524691	-1.3988140917	-0.6061248779
2000	7.4738416672	12.5322237015	-5.0583825111	-1.2131452560	-0.6401519775
2001	7.6746139526	13.2452497482	-5.5706357956	-0.9920310378	-0.6704406738
2002	7.8471398354	13.9382782909	-6.0911364555	-0.7463014126	-0.6991119385
2003	7.9908046722	14.6111249924	-6.6203207970	-0.4863006771	-0.7261352539
2004	8.1160516739	15.2635211945	-7.1474695206	-0.2003963441	-0.7514877319
2005	8.2111568451	15.8614425859	-7.6502857208	0.0897394195	-0.7717590332
2006	8.2976263564	16.4369926453	-8.1393042426	0.4089682062	-0.7890625000
2007	8.3696236191	16.9437446594	-8.5801210403	0.7178587317	-0.8044586182
2008	8.4314517975	17.4142780304	-8.9828271866	1.0223422050	-0.8144302368
2009	8.4891023636	17.8236389160	-9.3345375061	1.3202695847	-0.8192539185
2010	8.5592842102	18.1928577423	-9.6335735321	1.6347882748	-0.8188653687
2011	8.6299257278	18.4960613251	-9.8661365500	1.9190594094	-0.8135452271
2012	8.7007102956	18.7664699554	-10.0657596538	2.1959500313	-0.8071594238
2013	8.7954435349	19.0029430389	-10.2075004578	2.4531507492	-0.7957763672
2014	8.8901224136	19.2036285400	-10.3135061264	2.6899554729	-0.7828598022
2015	9.0088996887	19.3915263580	-10.3827266693	2.9178521769	-0.7671508789
2016	9.1398048401	19.5537910461	-10.4139862061	3.1364476681	-0.7498092651
2017	9.2829189301	19.7015151978	-10.4185953140	3.3329629898	-0.7295455933
2018	9.4381856918	19.8214321136	-10.3832473755	3.5191125870	-0.7087936401
2019	9.6182746887	19.9504051208	-10.3321313858	3.6945195198	-0.6863021851
2020	9.8108444214	20.0504417419	-10.2395963669	3.8587641715	-0.6620407104
2021	10.0031738281	20.1459846497	-10.1428117752	3.9987306595	-0.6359863281
2022	10.2077322006	20.2110538483	-10.0033216476	4.1265296936	-0.6119537354
2023	10.4119806290	20.2583713531	-9.8463907242	4.2419180870	-0.5861587524
2024	10.6285314560	20.2873058319	-9.6587753296	4.3315792084	-0.5585784912
2025	10.8702716827	20.3232479095	-9.4529752731	4.3949184418	-0.5318145752
2026	0.0000000000	0.0000000000	0.0000000000	0.0000000000	0.0000000000

2.5. Procedura tabelle

MENU TABELLE



Tutte queste procedure hanno come scopo fondamentale quello di evidenziare per ogni anno (da 1 a 30) della proiezione e per ciascuna età:

- 1) i nati per età della madre (Fig. 2.11)
- 2) soggetti morti (Fig. 2.12)
- 3) migranti netti
- 4) immigrati
- 5) popolazione maschile
- 6) popolazione femminile
- 7) popolazione totale (Fig. 2.13).

Queste procedure possono servire per gestire attraverso il foglio elettronico i dati e poter ottenere grafici, tassi e altri valori importanti per la proiezione.

MENU' FONT

La procedura FONT permette di cambiare la dimensione e il tipo di carattere.

Tipo di carattere:

- Courier
- Geneva
- Monaco
- New York.

Dimensione carattere:

- 9 points
- 10 points
- 12 points
- Interlinea allargata.

Figura 2.11: Tabella che mostra per ciascun anno di proiezione i nati suddivisi per età della madre

File Proiezioni Risultati Font Tabelle														
Nati														
Nati per età della madre per ogni anno														
Età	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
19	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3
21	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5
22	8	7	7	7	7	7	6	7	7	6	7	6	6	7
23	13	11	10	10	10	10	9	9	10	10	9	10	9	8
24	16	17	14	14	13	13	13	13	12	13	13	12	13	12
25	20	21	22	19	18	17	17	18	17	15	17	17	16	17
26	27	26	27	29	24	24	23	22	23	22	21	23	23	22
27	32	35	35	35	38	33	32	31	30	31	30	28	31	22
28	40	41	44	44	44	47	41	40	39	38	40	38	36	39
29	46	49	49	53	53	53	56	50	49	48	47	49	47	45
30	50	51	53	54	58	58	58	52	55	54	53	52	54	52
31	50	54	55	57	58	62	62	63	66	59	58	57	56	58
32	50	51	54	55	58	58	62	62	63	66	60	59	58	57
33	50	49	49	53	54	56	57	60	60	61	64	58	57	57
34	46	47	46	47	50	51	53	53	57	57	58	60	55	54
35	40	44	45	44	45	48	49	50	51	54	54	54	57	52
36	34	37	40	41	40	41	43	44	46	46	49	49	49	52
37	28	30	33	36	36	36	36	38	39	40	41	43	43	44
38	22	22	24	25	28	28	28	28	30	30	31	32	33	33
39	17	18	18	19	21	22	23	22	23	24	24	25	25	27
40	12	13	13	14	14	16	17	17	17	17	16	18	19	19
41	9	10	10	11	11	12	12	13	14	13	14	14	14	15
42	6	6	7	7	7	7	8	8	9	9	9	9	9	10
43	4	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6
44	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
46	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
47	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 2.12: Tabella che mostra il numero dei morti in ogni anno di proiezione suddiviso per età

MORTI																	
Morti per età in ogni anno																	
Età	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
32	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
33	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
34	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
35	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
36	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Figura 2.13: Tabella che evidenzia per ciascun anno di proiezione la popolazione divisa per età

POPOLAZIONE																	
Popolazione per età in ogni anno																	
Età	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	595	626	646	664	680	693	703	711	717	720	721	721	720	719	719	719	719
2	570	586	615	634	651	666	678	688	696	701	704	705	704	703	703	702	702
3	572	563	578	606	624	640	654	666	675	682	687	689	690	690	689	688	688
4	614	565	556	571	597	614	629	643	654	663	669	674	676	677	677	676	676
5	668	606	560	551	565	591	607	621	634	644	653	659	663	666	667	666	666
6	675	660	601	557	549	562	586	601	615	628	638	646	652	656	658	659	659
7	623	669	655	598	555	548	560	584	598	612	623	633	641	647	651	653	653
8	663	620	664	650	596	554	547	559	581	596	609	620	629	637	643	646	646
9	675	659	617	660	646	593	553	546	558	579	593	606	617	626	633	639	639
10	577	671	655	614	656	643	592	553	545	557	578	592	604	614	623	630	630
11	606	574	666	651	611	652	639	589	551	544	555	576	589	601	611	620	620
12	672	604	573	663	647	608	648	636	587	550	543	554	574	587	598	608	608
13	658	669	602	572	660	645	607	646	634	586	549	543	554	573	586	597	597
14	691	655	666	601	571	657	642	605	643	632	584	540	542	553	572	584	584
15	761	589	653	664	600	571	655	641	604	642	630	584	549	543	553	572	572
16	719	757	686	652	662	599	571	654	640	604	641	620	584	549	543	553	553
17	735	716	753	684	650	660	598	570	652	638	602	639	628	583	549	543	543
18	858	732	713	750	682	648	659	598	570	650	637	602	637	626	583	549	549
19	876	858	734	716	752	684	652	662	602	575	653	640	606	641	630	587	587
20	947	882	865	743	724	760	694	661	671	612	585	663	650	616	650	640	640
21	1035	962	899	881	762	744	779	713	682	691	633	607	683	670	637	671	671
22	1148	1060	988	926	909	792	775	809	745	714	724	667	641	716	703	671	671
23	1373	1175	1089	1020	959	943	829	812	845	763	753	762	707	682	754	742	742
24	1420	1400	1208	1125	1057	969	983	873	856	888	828	799	808	754	730	800	800
25	1451	1438	1418	1234	1154	1089	1033	1018	912	896	927	869	841	849	798	775	775
26	1564	1464	1451	1432	1256	1180	1118	1064	1050	948	933	963	907	880	889	840	840
27	1486	1570	1475	1463	1445	1278	1206	1147	1096	1082	986	972	1000	947	922	930	930
28	1538	1493	1570	1480	1469	1452	1295	1226	1171	1123	1110	1019	1006	1032	983	959	959
29	1503	1537	1494	1567	1483	1472	1456	1308	1244	1192	1147	1135	1050	1037	1062	1015	1015
30	1541	1500	1532	1492	1560	1481	1471	1456	1318	1257	1209	1166	1155	1076	1063	1086	1086
31	1435	1534	1496	1525	1488	1552	1478	1466	1455	1325	1268	1223	1183	1172	1098	1086	1086
32	1537	1431	1524	1488	1515	1480	1500	1471	1481	1449	1326	1273	1230	1193	1183	1113	1113
33	1519	1532	1432	1519	1485	1511	1478	1534	1469	1460	1449	1333	1283	1243	1207	1198	1198
34	1478	1517	1528	1434	1518	1484	1506	1477	1530	1469	1460	1450	1340	1293	1254	1221	1221
35	1415	1475	1511	1521	1432	1510	1480	1503	1473	1523	1465	1457	1447	1342	1297	1261	1261
36	1359	1407	1464	1499	1508	1423	1497	1468	1490	1462	1509	1454	1446	1437	1337	1294	1294

Capitolo 3

Mobilità nell'Area Pisana e previsioni demografiche

1996-2025

3.1. Il contesto demografico di riferimento

L'Area Pisana ha registrato nel secondo dopoguerra un periodo di intensa crescita demografica che ha portato la sua popolazione dai 152 mila abitanti del 1951 ai 186 mila del 1991; per il Comune di Pisa questa tendenza si è invertita a metà degli anni '80, mentre i Comuni dell'hinterland, benché anch'essi registrino un netto rallentamento dei ritmi di crescita demografica, hanno continuato ad aumentare.

Complessivamente, all'inizio degli anni '90, la popolazione dell'area appare leggermente in diminuzione, ma sostanzialmente stazionaria. Scendendo però nel dettaglio delle tendenze delle singole componenti della dinamica demografica si possono identificare almeno quattro processi «forti»:

- il livello eccezionalmente basso raggiunto dalla fecondità;
- il continuo miglioramento della speranza di vita media alla nascita;
- il graduale e intenso invecchiamento della popolazione;
- l'emigrazione dal Comune di Pisa verso i Comuni dell'hinterland.

3.1.1. Livello e tendenze della fecondità

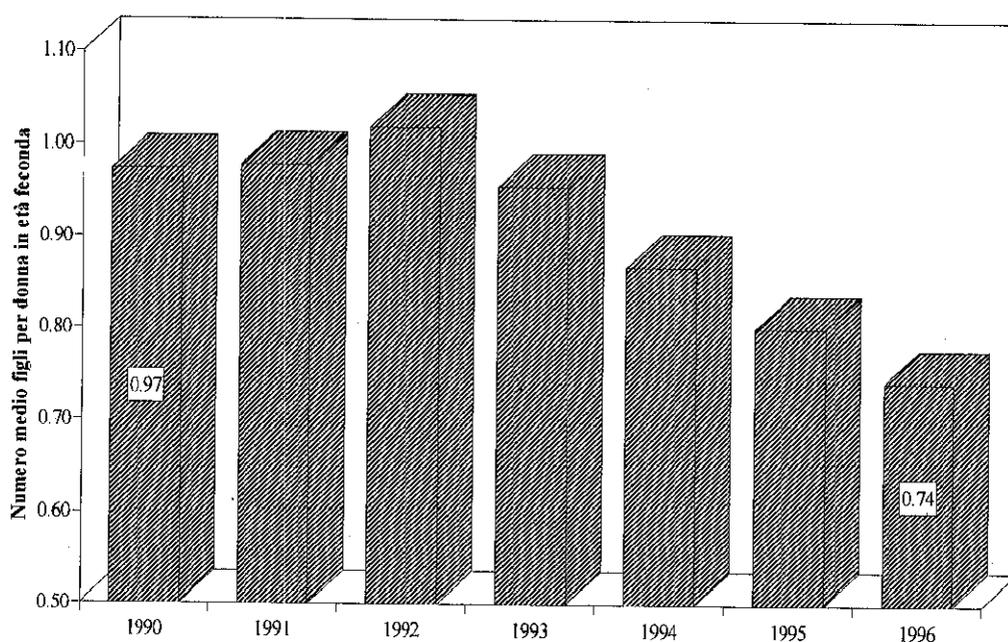
L'Italia a partire dai primi anni '80 è entrata a far parte del gruppo dei Paesi a più bassa fecondità. Nel contesto di bassa fecondità che caratterizza il paese, le Regioni del centro-nord come l'Emilia Romagna, la Liguria e la Toscana si distinguono per l'eccezionale declino della fecondità. L'Area Pisana all'inizio degli anni '80 si collocava intorno alla media regionale che

era pari a circa 1 figlio per donna in età feconda, livello già molto lontano dal cosiddetto livello di sostituzione (pari a 2.1 figli per donna).

I dati che abbiamo raccolto per la costruzione delle Tavole di fecondità ci hanno permesso di ottenere l'evoluzione del TFT per il Comune di Pisa e per il suo hinterland dal 1990 al 1996.

Come mostra il Grafico 3.1, dal 1990 il calo della fecondità è proseguito ulteriormente, con una vistosa e preoccupante accelerazione negli ultimi due anni.

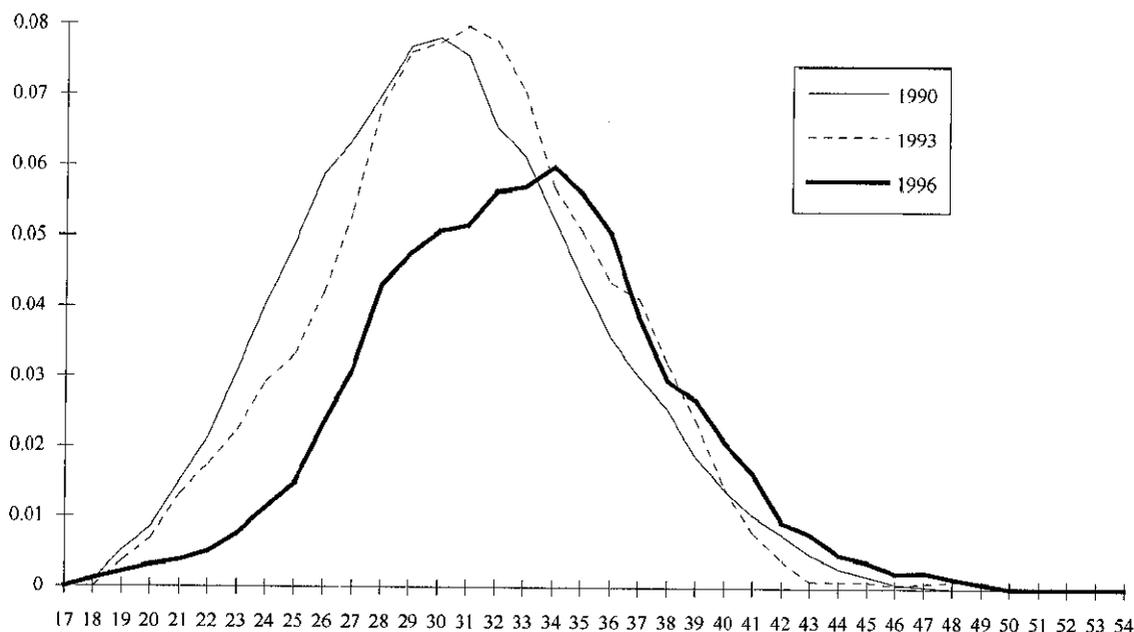
Grafico 3.1: Evoluzione del Tasso di Fecondità Totale (TFT) nell'Area Pisana dal 1990 al 1996



Fonte: Uffici Anagrafe comunali e ISTAT

Osservando il profilo per età della fecondità (Grafico 3.2) il processo in atto nel comportamento riproduttivo delle donne residenti nell'Area Pisana emerge abbastanza chiaramente.

Grafico 3.2: Evoluzione del profilo per età della fecondità. Area Pisana 1990-96



Fonte: Uffici Anagrafe comunali e ISTAT

Come si può vedere si assiste, pur in un periodo così breve, a un deciso abbassamento del livello della curva e uno spostamento verso destra. Ciò significa che, oltre alla diminuzione della fecondità, si assiste a un altro processo molto importante: l'età media al parto si sta spostando velocemente oltre i 30 anni, mentre la fecondità prima di questa età continua inesorabilmente a diminuire. Se si osserva la punta della curva questo fenomeno emerge con chiarezza: mentre nel 1990 l'età alla quale si facevano più figli era 30 anni, nel 1993 era salita a 31 e nel 1996 addirittura a 34.

Se confrontiamo la fecondità dell'hinterland con quella del Comune di Pisa si notano significative differenze. Innanzitutto nel TFT: per il 1996, il TFT dell'hinterland, pur essendo molto basso, è stato nettamente più alto che per il Comune di Pisa (0.82 contro 0.66 figli per donna), mentre negli anni precedenti era stato sempre leggermente inferiore.

Complessivamente, la media degli ultimi sei anni è di 0.92 figli per donna nel Comune di Pisa e di 0.88 per l'hinterland. Per quanto riguarda le curve di fecondità si osserva che quella del Comune di Pisa è leggermente spostata verso destra, a significare una fecondità delle donne pisane più tarda rispetto a quella delle donne dell'hinterland.

3.1.2. Livello e tendenze della sopravvivenza

Per ciò che concerne la mortalità, le variazioni sono meno imprevedibili rispetto alla fecondità e alla migratorietà. In Italia, come in tutti i paesi sviluppati, a partire dal dopoguerra si è assistito a una crescita pressoché continua della speranza di vita alla nascita, che è giunta a sfiorare gli 81 anni per le femmine, i 75 per gli uomini.

La costruzione della Tavola di mortalità per implementare il modello previsivo ci ha portato a calcolare la speranza di vita alla nascita per l'Area Pisana. Calcolata sul periodo 1990-96 essa, con 75.2 anni per i maschi e 81.4 per le femmine, si pone leggermente al di sopra della media nazionale.

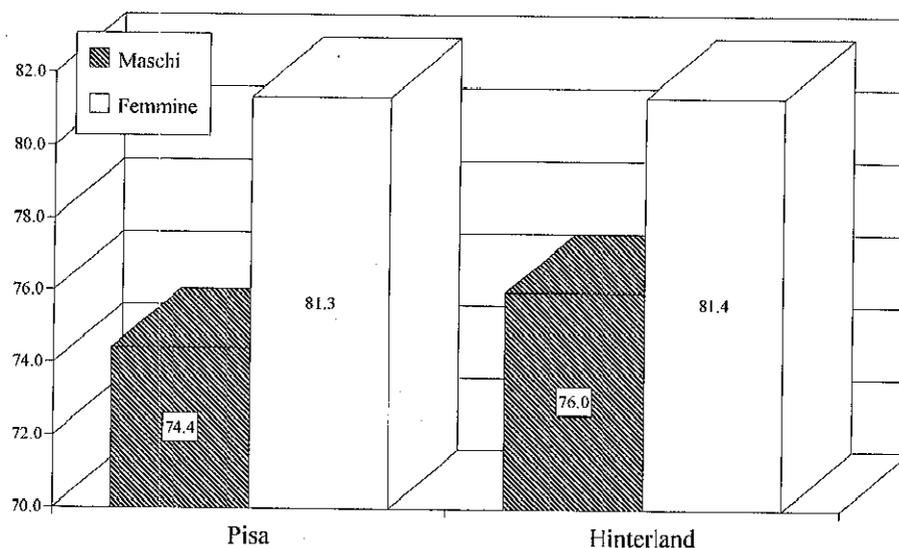
E' plausibile ipotizzare che questa crescita continuerà anche nei prossimi anni, non essendo prevedibili eventi che possono invertire una tendenza che dura senza soluzioni di continuità ormai da più di 50 anni.

Non bisogna tuttavia confondere la mortalità con il numero dei decessi; mentre infatti con ogni probabilità la prima continuerà a diminuire, i secondi sicuramente cresceranno notevolmente a causa dell'invecchiamento della popolazione.

Il Grafico 3.3 confronta la speranza di vita alla nascita del Comune di Pisa con quella degli altri Comuni dell'Area Pisana.

Come si può notare la speranza di vita presenta valori più elevati per i Comuni dell'hinterland; colpisce soprattutto la speranza di vita maschile che nell'hinterland supera di oltre 1 anno e mezzo quella dei maschi che abitano nel Comune di Pisa.

Grafico 3.3: Confronto tra la speranza di vita alla nascita nel Comune di Pisa e nell'hinterland (periodo 1990-96)



3.1.3. Il progressivo invecchiamento della popolazione

La forte diminuzione della natalità e l'aumento della speranza di vita alla nascita ha comportato in tutti i Paesi occidentali un intenso invecchiamento demografico. L'Area Pisana all'inizio degli anni '90 registrava degli indici di vecchiaia superiori alla media italiana. La popolazione oltre i 65 anni è l'unico segmento di popolazione in crescita e ammonta attualmente a più di 20 mila persone, vale a dire a quasi il 22% della popolazione residente. L'indice di vecchiaia, che rappresenta il numero di anziani (popolazione con più di 65 anni) per 100 giovani (popolazione con meno di 15 anni), è cresciuto negli ultimi anni a ritmi rapidissimi passando da 97 nel 1981 a 213 nel 1997.

Nel medio periodo la previsione per queste fasce d'età contiene poche incertezze e quindi il processo di invecchiamento della popolazione pisana è destinato sicuramente ad intensificarsi.

3.1.4. Tendenze di migratorietà e mobilità

Infine per ciò che concerne la migratorietà, molto interessante è il confronto tra i tassi migratori netti per età del Comune di Pisa con quelli dei Comuni dell'hinterland (Grafico 3.4a e 3.4b).

Grafico 3.4a: Tasso netto di migrazione per età e per sesso. Comune di Pisa

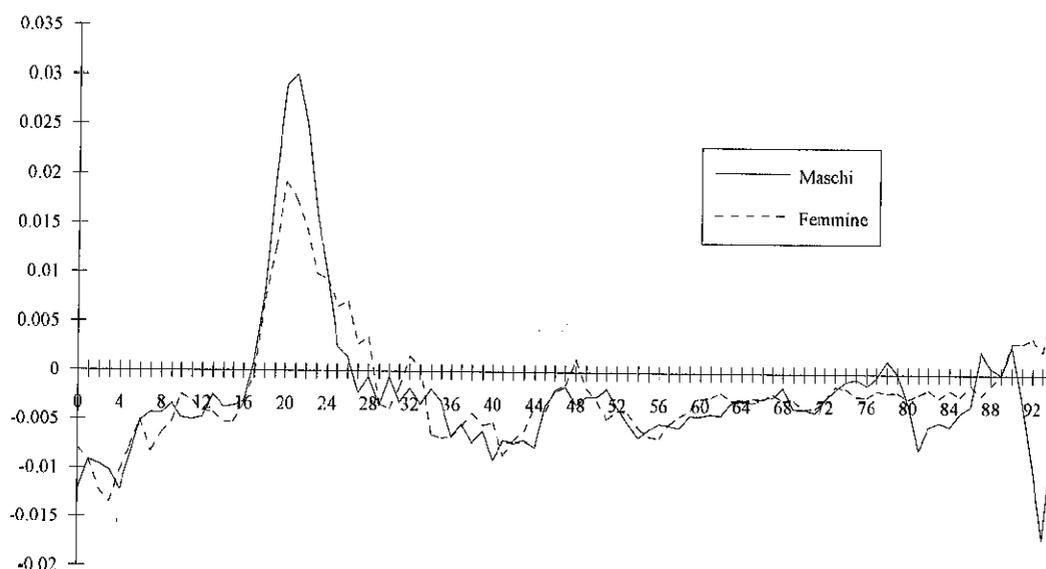
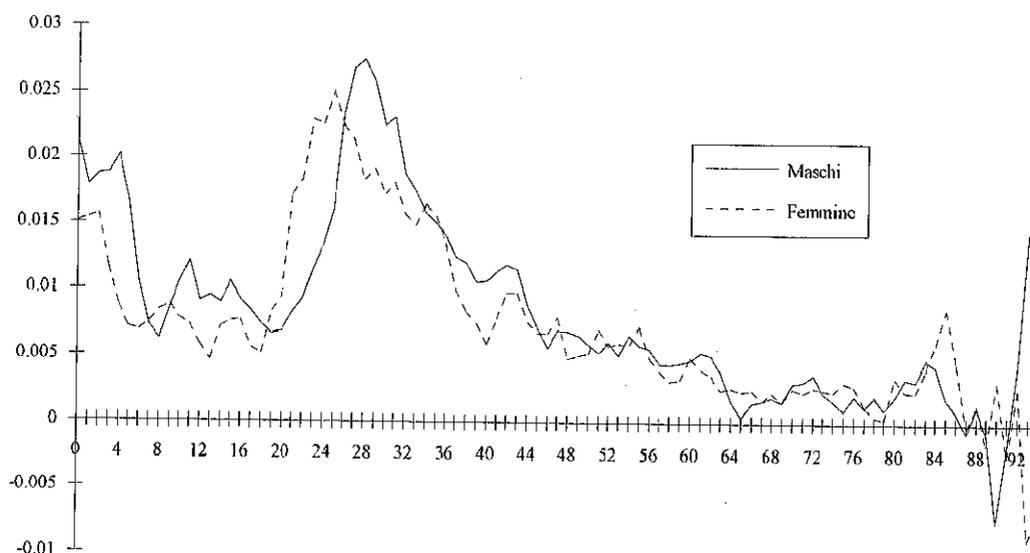


Grafico 3.4b: Tasso netto di migrazione per età e per sesso. Hinterland



La differenza che emerge è nettissima e riflette il differente ruolo dei due territori presi in esame nel sistema urbano pisano. Come si può vedere mentre il saldo dell'hinterland è praticamente positivo a tutte le età, quello del Comune di Pisa è quasi sempre negativo tranne nelle età che vanno da 18 a 27/28 anni, vale a dire gli anni in cui le persone frequentano l'università. Ciò significa che l'ateneo pisano è rimasto l'unico fattore di attrazione di popolazione verso il Comune di Pisa, che in generale va perdendo popolazione a favore dei Comuni dell'hinterland.

Questa situazione è il sintomo di un processo di trasformazione del sistema urbano pisano che ha preso avvio negli anni '80 ed è andato intensificandosi negli ultimi anni. La rilevanza di questo fenomeno, per le implicazioni che ha sulle politiche di pianificazione urbanistica e dei trasporti, merita uno approfondimento con l'analisi, a livello macro, dei dati sulla mobilità e la migratorietà interne ed esterne all'area.

Gli ultimi dieci anni sono stati caratterizzati da un processo migratorio da Pisa verso i Comuni dell'area ad essa circostante e, parallelamente, dall'insorgere di flussi di pendolarismo in direzione opposta.

I dati ISTAT relativi alle migrazioni registrate nei cinque anni precedenti al 1981 e al 1991 nella zona considerata, mostrano come, a fronte di ingenti spostamenti dal Comune di Pisa verso l'hinterland, il processo inverso sia di lieve entità. Per contro, il computo delle persone che effettuano movimenti pendolari fra gli stessi Comuni per motivi di lavoro o di studio evidenzia una tendenza opposta (Tabella 3.1).

Tabella 3.1: Movimenti migratori e pendolari da e verso Pisa per gli anni 1981 e 1991

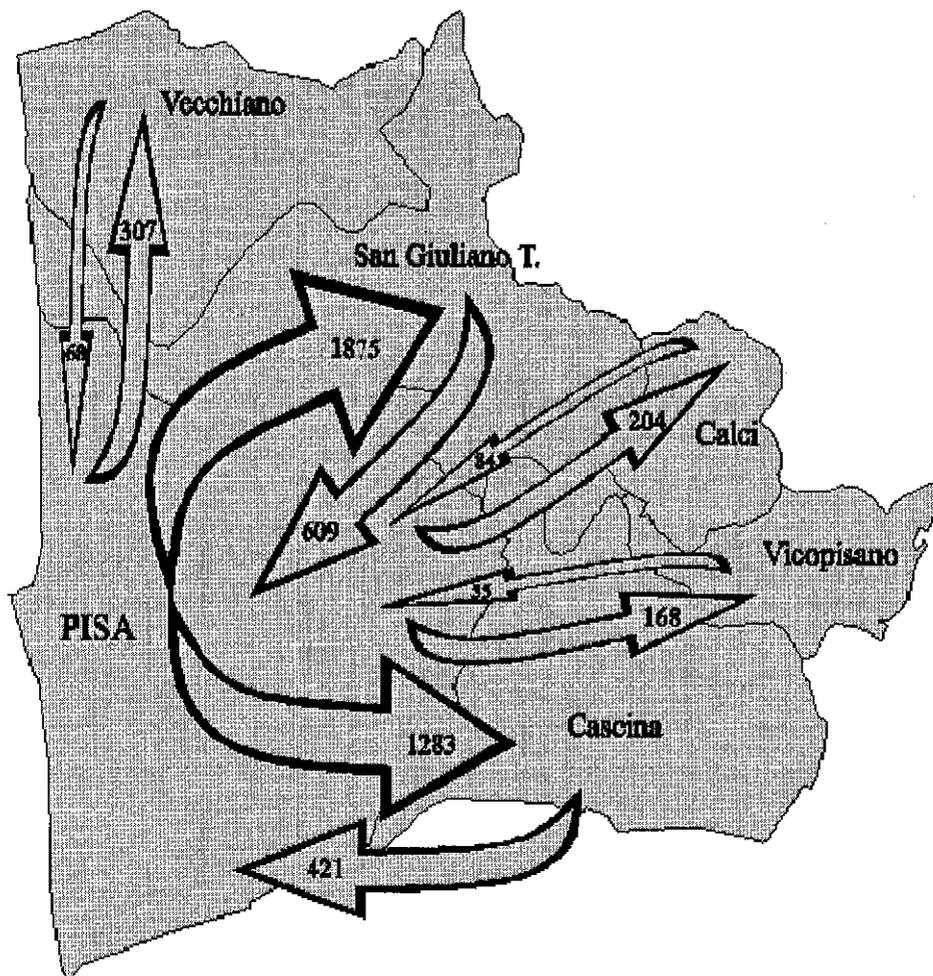
	Migrazioni				Movimenti pendolari			
	da Pisa		verso Pisa		da Pisa		verso Pisa	
	1981	1991	1981	1991	1981	1991	1981	1991
Comuni dell'hinterland								
Calci	231	204	83	84	88	96	871	1309
Cascina	835	1283	443	421	493	607	4407	6014
S.Giuliano Terme	1277	1875	929	609	712	717	7143	8410
Vecchiano	197	307	111	68	163	178	1810	2344
Vicopisano	69	168	30	55	103	94	426	765

Il segno del saldo migratorio e di quello pendolare si mantengono costanti nel confronto fra dati '81 e dati '91, per quanto riguarda invece l'intensità del fenomeno si denota in genere un aumento del flusso e dei saldi, nel senso già descritto in precedenza. Può essere valutato con qualche preoccupazione l'aumento del 156% delle emigrazioni nette da Pisa ai Comuni circostanti. Ma, nell'ottica della pianificazione, può destare ancora più preoccupazione l'aumento del 30% fra l'81 e il '91 del pendolarismo verso Pisa, soprattutto se si pensa che i dati si riferiscono solo ai flussi per motivi di lavoro e di studio.

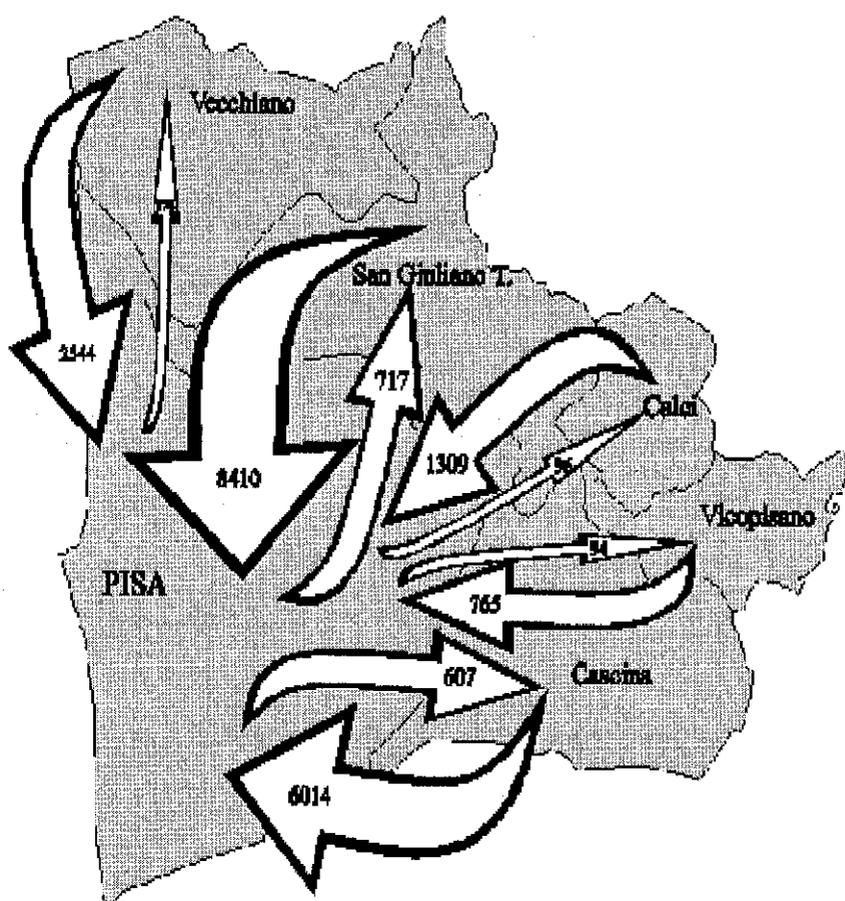
L'evidente tendenza a localizzare la residenza in aree periferiche è quantomeno svincolata da un eventuale decentramento dei posti di lavoro. Da quanto osservato si direbbe che i due fenomeni siano strettamente collegati; esigenze di ordine diverso avrebbero determinato l'insorgere del desiderio o della necessità di spostare la propria residenza fuori dal Comune di Pisa, parallelamente si sarebbe generato un flusso di pendolarismo in direzione contraria per raggiungere il posto di lavoro e di studio. In genere la scelta di cambiare residenza è presa

dall'intera famiglia piuttosto che dal singolo individuo e l'abitazione e la qualità dell'ambiente, come risulta da alcune indagini su campo, sono i due fattori che maggiormente hanno influito, dapprima sulla decisione di trasferirsi e, successivamente, sulla scelta della residenza.

Movimento migratorio 1986-1991



Movimenti pendolari nell'area pisana 1991



3.2. I risultati delle proiezioni demografiche

Dopo aver considerato le tendenze di fondo dell'Area Pisana relativamente alla fecondità, mortalità e migratorietà possiamo analizzare le ipotesi e i risultati delle proiezioni demografiche che sono state eseguite con il programma che abbiamo realizzato: *Nostradamus*.

3.2.1. Le ipotesi

Le ipotesi di evoluzione delle componenti demografiche nelle piccole aree sono particolarmente problematiche a causa dei numerosi fattori contingenti che le influenzano. Particolarmente arduo risulta avanzare ipotesi realistiche riguardo le migrazioni, che per piccole aree sono soggette a rapidi cambiamenti soprattutto in relazione all'orientamento delle politiche della casa e a quelle dei trasporti. Le altre due componenti dell'evoluzione demografica - la fecondità e la mortalità - cambiano più lentamente nel tempo e in relazione a fattori maggiormente prevedibili.

E' per questo motivo che è preferibile di solito non sbilanciarsi in previsioni sull'andamento dei flussi migratori, ma limitarsi a introdurre delle ipotesi "limite" in modo da disegnare scenari estremi che consentano di meglio cogliere le conseguenze dei processi in atto.

Per quanto riguarda mortalità e fecondità è invece possibile attribuire dei livelli di probabilità al verificarsi delle diverse ipotesi delineate.

Bisogna poi ricordare che le ipotesi di variazione dei diversi tassi del movimento demografico prevedono unicamente trasformazioni moltiplicative a coefficienti costanti dei singoli tassi specifici per età. Il programma *Nostradamus* non consente di prevedere, dunque, cambiamenti strutturali nelle funzioni delle singole componenti demografiche.

In effetti è verosimile che eventuali riprese della fecondità si realizzino non solo attraverso un generale aumento dei quozienti specifici ma anche grazie ad un ringiovanimento dell'età media delle madri. In altri termini, spesso la curva di fecondità non si trasla semplicemente, ma si rimodella anche.

C'è però anche da rilevare che non è facile immaginare che nei prossimi trenta anni, che sono l'orizzonte temporale delle proiezioni *Nostradamus*, si realizzi una grossa inversione di tendenza nei comportamenti riproduttivi. La scolarizzazione di più alto livello non dovrebbe diminuire, la stabilizzazione professionale non sembra tendere ad accelerarsi. Per

conseguenza la formazione delle coppie e il loro consolidamento non sembra possano anticiparsi molto, né l'inizio del programma riproduttivo.

Tutte queste considerazioni ci hanno sconsigliato di introdurre la possibilità di prevedere diverse curve di fecondità. Perché, nonostante il nome del programma (Nostradamus), conosciamo la differenza fra proiezione e previsione e fra previsione e divinazione.

3.2.1.1. Fecondità

Abbiamo effettuato tre ipotesi:

1. tassi costanti: per tutto il periodo di proiezione si sono applicati i tassi medi registrati nel periodo 1990-96;

2. tassi variabili: (a) nel primo caso si è ipotizzato un rapido aumento del TFT che passa da circa 0.8 figli per donna attuale a 1.3 figli per donna nel giro di 15 anni, per poi rimanere costante su tale livello; in tal modo la fecondità si riporterebbe nel 2012 a un livello pari a quello attuale italiano;

(b) nel secondo caso si è ipotizzato un aumento più forte della fecondità (1.8 figli per donna nel 2012), tale cioè da riportare le donne pisane su livelli analoghi a quelli delle donne francesi e dei paesi dell'Europa del Nord, sempre nel volgere dei prossimi 15 anni.

Mentre l'ipotesi 2a (TFT a 1.3 nel 2012) è abbastanza plausibile - visto il livello eccezionalmente basso raggiunto dalla fecondità nelle Regioni centrali, in parte dovuto all'effetto congiunturale del rapido aumento dell'età media al matrimonio e quindi dell'età media al primo parto nelle generazioni nate negli anni '60 e '70 che ha determinato il posticipo di molte gravidanze che, presumibilmente avranno luogo nei prossimi anni - l'ipotesi 2b (TFT a 1.8 nel 2025) appare realizzabile solo se si verificano condizioni particolarmente favorevoli: una crescita economica sostenuta, l'avvio di politiche di sostegno alla famiglia, politiche residenziali più incisive.

L'ipotesi di costanza della fecondità attuale, benché non si siano mai verificati nella storia demografica delle popolazioni umane livelli così bassi come quelli attuali, se non in periodi bellici o durante gravi carestie, non è tuttavia da escludere a priori, visto che l'ipotesi di crescita minima della fecondità effettuata nel 1988 nell'ambito delle proiezioni demografiche per il Piano Astengo è stata contraddetta e si è registrato addirittura un ulteriore calo.

3.2.1.2. *Mortalità*

Abbiamo effettuato due ipotesi:

1. la prima a tassi costanti;
2. con la seconda si ipotizza la prosecuzione della tendenza alla continua crescita della speranza di vita media alla nascita registrata nel dopoguerra; la mortalità diminuirebbe nel periodo di proiezione del 15% determinando un incremento della speranza di vita alla nascita.

3.2.1.3. *Migrazioni*

Per le migrazioni abbiamo effettuato 3 ipotesi limite:

1. con la prima si sono mantenuti costanti i tassi al livello registrato negli ultimi 5 anni;
2. con la seconda invece si è simulato l'evoluzione demografica in assenza di movimento migratorio: in tal modo è possibile evidenziare il puro effetto del movimento naturale e, implicitamente il ruolo delle migrazioni nel mantenimento dell'equilibrio demografico;
3. con la terza si è invece fatto variare l'immigrazione (per la precisione il tasso di immigrazione) in modo da avere alla fine del periodo di proiezione una popolazione uguale al livello del 1997.

Bisogna segnalare che la costanza dei tassi di emigratorietà e dello stock di immigrati determina comunque un miglioramento nel tempo del saldo migratorio, poiché a causa del declino e dell'invecchiamento della popolazione diminuisce lo stock di emigrati.

3.2.2. *Gli scenari prescelti*

Le diverse ipotesi combinate tra loro hanno dato luogo a 18 scenari di proiezione diversi, tra i quali ne sono stati scelti tre, sulla base del grado di probabilità attribuito al verificarsi delle diverse ipotesi, che abbiamo chiamato ipotesi centrale, ipotesi bassa e ipotesi alta, che riprendono in parte le ipotesi recentemente fatte a livello nazionale dall'ISTAT. Inoltre sono state scelte due ipotesi "estreme" entrambe riguardanti le migrazioni.

L'*ipotesi centrale* costituisce la proiezione alla quale si attribuisce il maggior grado di affidabilità, in quanto per ogni componente si è considerato l'andamento più probabile (la mortalità in ulteriore decremento, la fecondità per contemporanei in aumento, la migratorietà costante ai livelli osservati nei primi anni '90); le due ipotesi alternative (alta e bassa) sono

state sviluppate con l'intenzione di definire il campo di variazione all'interno del quale si collocherà verosimilmente la popolazione futura, in relazione a evoluzioni diverse delle componenti demografiche.

Nell'*ipotesi bassa*, che possiamo definire, riprendendo la definizione dell'ISTAT, delle "dinamiche deboli", si prefigura la costanza dei tassi demografici attuali; in altre parole si suppone che la fecondità si mantenga sui livelli attuali, che, lo ripetiamo, sono eccezionalmente bassi, che non si abbiano ulteriori guadagni nella speranza di vita alla nascita e continui il processo di emigrazione da Pisa.

Nell'*ipotesi alta*, che definiamo, sempre riprendendo la definizione nazionale ISTAT, delle "dinamiche forti", si prefigura uno scenario opposto, caratterizzato da una più vivace ripresa della fecondità e dall'ulteriore incremento della sopravvivenza. A differenza delle ipotesi effettuate dall'ISTAT a livello nazionale, non si è agito in questo scenario sulle migrazioni, che sono state lasciate costanti e sulla sopravvivenza il cui incremento è pari a quello dell'ipotesi centrale; in pratica si è scelto di agire sulla sola fecondità.

Le due ipotesi estreme riguardano entrambe la variabile migratoria. In un caso si è effettuata la proiezione a migrazioni nulle: ciò consente di simulare l'effetto sulla popolazione del solo movimento naturale. Nell'altro invece si è fatta aumentare l'immigrazione in modo tale che alla fine del periodo la popolazione rimanga costante.

Nelle due tabelle che seguono abbiamo riportato in sintesi le principali caratteristiche delle diverse ipotesi, con i valori assunti dai principali parametri demografici.

Tabella 3.2a: Scenari per il Comune di Pisa

Ipotesi scelte				Ipotesi estreme	
Parametro (valori nel 2025)	Ipotesi centrale	Ipotesi bassa	Ipotesi alta	Migrazioni nulle	Immigrazione in aumento
Speranza di vita alla nascita (M;F)	76.4;83	74.4;81.3	76.4;83	74.4;81.3	74.4;81.3
Fecondità (TFT)	1.3	0.92	1.8	0.92	0.92
Migratorietà	Costante	Costante	Costante	Nulla	+61%
Popolazione al 2025	83.353	79.385	84.687	71.251	93.984

Tabella 3.2b: Scenari per l'Area Pisana.

Ipotesi scelte				Ipotesi estreme	
Parametro (valori nel 2025)	Ipotesi centrale	Ipotesi bassa	Ipotesi alta	Migrazioni nulle	Immigrazione variabile
Speranza di vita alla nascita (M;F)	77.1;83	75.2;81.4	77.1;83	75.2;81.4	75.2;81.4
Fecondità (TFT)	1.3	0.9	1.8	0.9	0.9
Migratorietà	Costante	Costante	Costante	Nulla	+11%
Popolazione al 2025	187408	178672	190618	143977	184579

3.3. Evoluzione della popolazione totale del Comune di Pisa

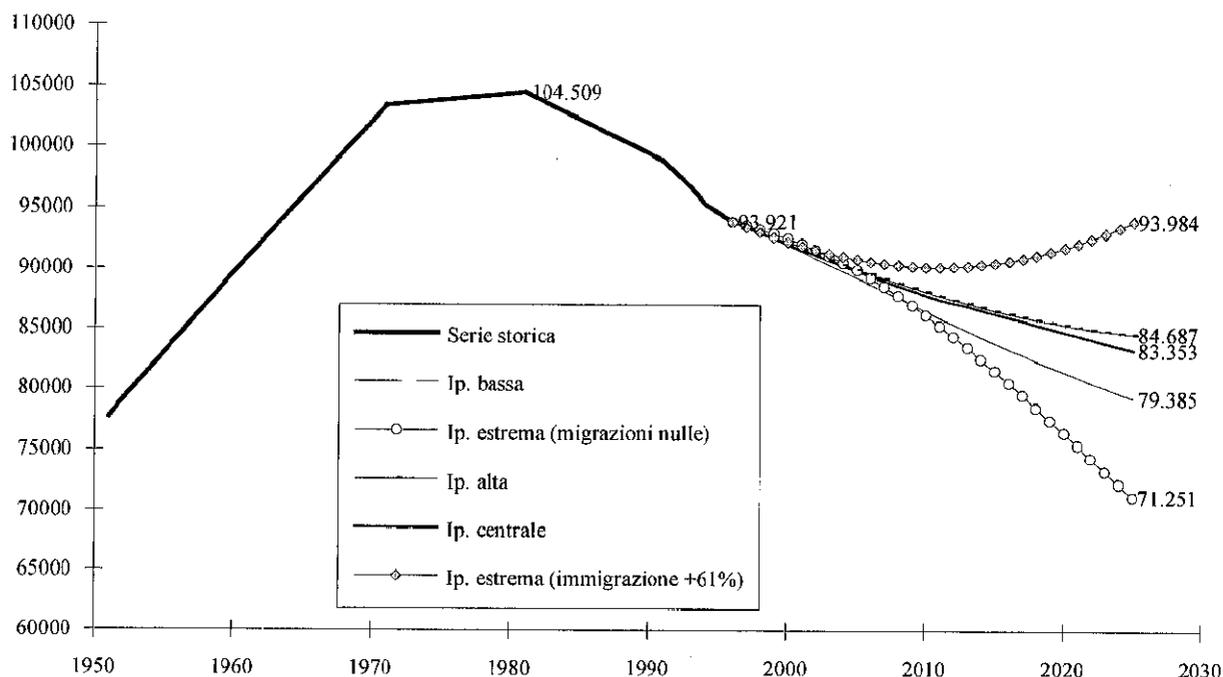
Il destino demografico del Comune di Pisa è in gran parte già segnato per i prossimi anni: l'ulteriore e probabilmente più intenso declino rappresenta un esito ormai inevitabile, a causa del prolungato periodo di diminuzione delle nascite. Anche nell'ipotesi di un forte crescita della fecondità (ipotesi alta) la popolazione registrerebbe un declino, poiché i contingenti di donne in età feconda, che sono quelle nate negli anni '70 e '80, sono poco numerosi relativamente a quelli attuali. Nell'ipotesi ritenuta più probabile (ipotesi centrale) il Comune di Pisa dovrebbe registrare nei prossimi 30 anni una diminuzione pari all'11.3%, pari a circa 10.000 abitanti.

Solo con un massiccio aumento delle immigrazioni (ipotesi estrema 2) la popolazione del Comune di Pisa potrebbe rimanere sui livelli attuali (Tabella 3.3 e Grafico 3.5).

Tabella 3.3: Evoluzione della popolazione del Comune di Pisa secondo le diverse ipotesi 1996-2025

Scenari	Popolazione al 31/12				Tassi di variazione del periodo			
	1996	2007	2015	2025	1996-2007	2007-2015	2015-2025	1996-2025
Ip. Centrale	93.921	89.075	86.359	83.353	-5.2	-3.0	-3.5	-11.3
Ip. Alta	93.921	89.275	86.615	84.687	-4.9	-3.0	-2.2	-9.8
Ip. Bassa	93.921	88.219	83.919	79.385	-6.1	-4.9	-5.4	-15.5
Ip. estrema 1 (migr. nulle)	93.921	88.608	81.608	71.251	-5.7	-7.9	-12.7	-24.1
Ip. estrema 2 (migr. in aumento)	93.921	90.515	90.582	93.984	-3.6	0.1	3.8	0.1

Grafico 3.5: Evoluzione e proiezione della popolazione del Comune di Pisa 1951-2026



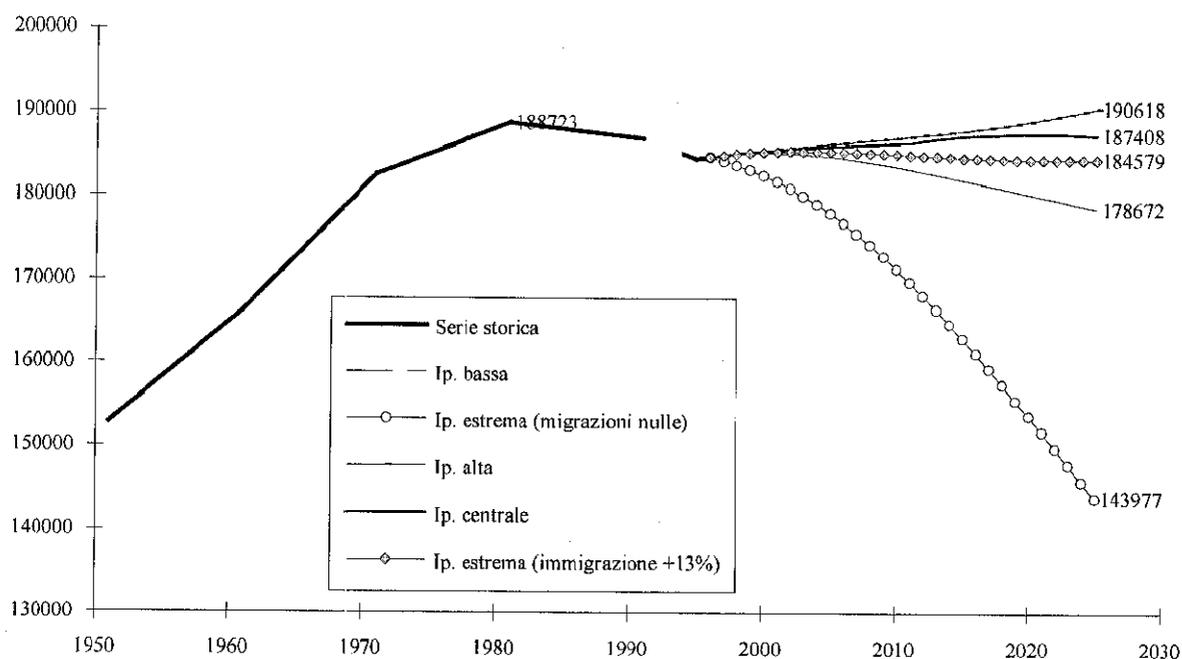
3.4. Evoluzione della popolazione totale dell'Area Pisana

Per quanto riguarda l'Area Pisana, invece, l'andamento è più favorevole grazie soprattutto alla maggiore intensità dei flussi migratori (Tabella 3.4 e Grafico 3.6). Nell'ipotesi ritenuta più probabile (ipotesi centrale) addirittura si registrerebbe una leggera crescita (+1.5%). Solo a tassi costanti si avrebbe un calo della popolazione pari al 3.3%. L'importanza della variabile migratoria è chiaramente evidenziata dalla dimensione del calo che la popolazione dell'Area Pisana registrerebbe nell'ipotesi a migrazioni nulle: il 22.1% pari a più di 40 mila persone.

Tabella 3.4: Evoluzione della popolazione dell'Area Pisana secondo le diverse ipotesi 1996-2025

Scenari	Popolazione al 31/12				Tassi di variazione del periodo			
	1996	2007	2015	2025	1996-2007	2007-2015	2015-2025	1996-2025
Ip. Centrale	184.717	186.216	187.272	187.408	0.8	0.6	0.1	1.5
Ip. Alta	184.717	186.646	187.929	190.618	1.0	0.7	1.4	3.2
Ip. Bassa	184.717	184.441	182.096	178.672	-0.1	-1.3	-1.9	-3.3
Ip. Estrema 1 (migr. nulle)	184.717	175.685	163.079	143.977	-4.9	-7.2	-11.7	-22.1
Ip. Estrema 2 (migr. in aumento)	184.717	185.348	184.761	184.579	0.3	-0.3	-0.1	-0.1

Grafico 3.6: Evoluzione e proiezione della popolazione dell'Area Pisana 1951-2026

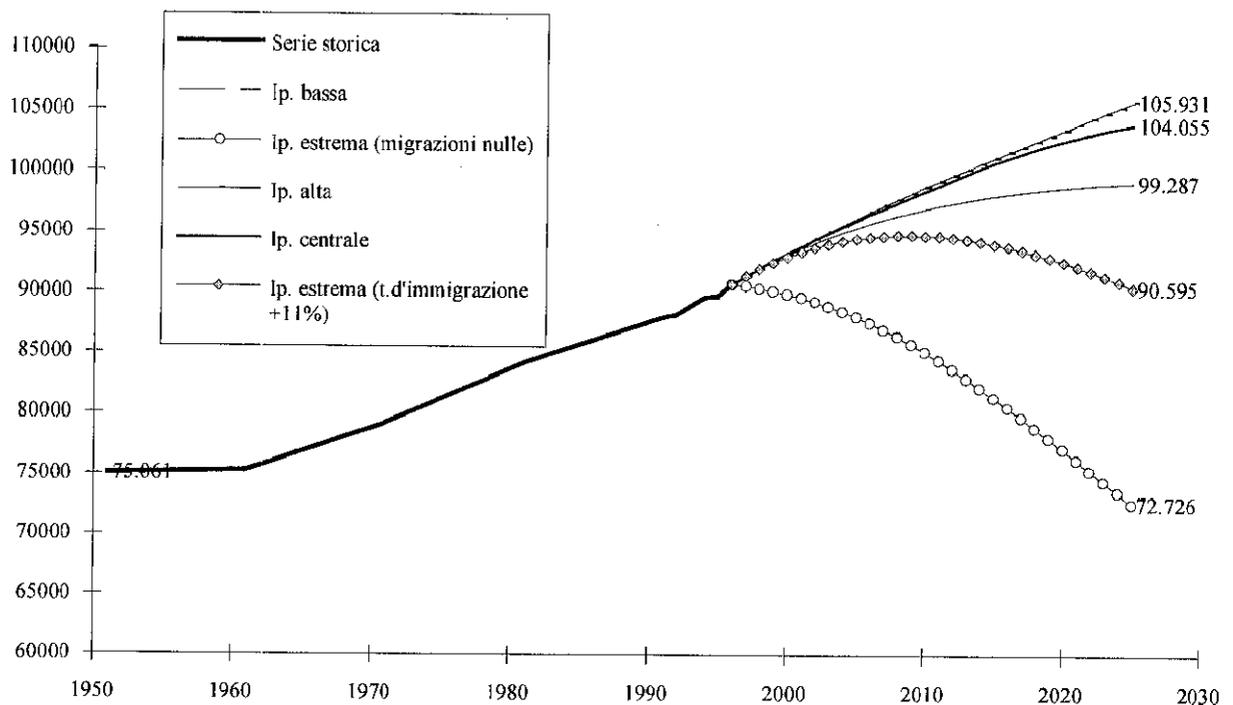


L'andamento complessivo dell'Area Pisana è il frutto di dinamiche interne opposte. La differenza della dinamica demografica del Comune di Pisa da quella dei Comuni dell'hinterland emerge chiaramente dal Grafico 3.7 e dalla tabella 3.5. I Comuni dell'hinterland dovrebbero continuare a crescere in tutte e tre le ipotesi di base, mentre solo nell'ipotesi estrema di assenza di migrazioni farebbero registrare un deciso calo. In tutte le ipotesi, con l'eccezione di quella estrema che simula l'assenza di flussi migratori, la popolazione dell'hinterland entro l'anno 2000 dovrebbe superare quella del Comune di Pisa. Le migrazioni, e in particolare l'immigrazione dal Comune di Pisa, appaiono essere veramente la variabile chiave degli equilibri demografici dell'area.

Tabella 3.5: Evoluzione della popolazione dei Comuni dell'hinterland pisano secondo le diverse ipotesi 1996-2025

Scenari	Popolazione al 31/12				Tassi di variazione del periodo			
	1996	2007	2015	2025	1996-2007	2007-2015	2015-2025	1996-2025
Ip. centrale	90.796	97.141	100.913	104.055	7.0	3.9	3.1	14.6
Ip. alta	90.796	97.371	101.314	105.931	7.2	4.0	4.6	16.7
Ip. bassa	90.796	96.222	98.177	99.287	6.0	2.0	1.1	9.4
Ip. estrema 1 (migr. nulle)	90.796	87.077	81.471	72.726	-4.1	-6.4	-10.7	-19.9
Ip. estrema 2 (migr. in aumento)	90.796	94.833	94.179	90.595	4.4	-0.7	-3.8	-0.2

Grafico 3.7: Evoluzione e proiezione della popolazione dell'hinterland pisano 1951-2026



I tre grafici prima riportati richiedono una spiegazione. La seconda ipotesi estrema (crescita del tasso di immigrazione per mantenere costante la popolazione alla fine del periodo) mentre determina per il Comune di Pisa la crescita del numero assoluto di immigrati rispetto al livello di partenza, nella proiezione per l'Area Pisana e soprattutto per l'hinterland per mantenere la popolazione costante è necessaria la diminuzione dell'immigrazione.

In sostanza l'Area Pisana appare avviata verso una fase di stazionarietà demografica caratterizzata però da un intenso processo di redistribuzione territoriale della popolazione; il declino del Comune di Pisa è solo un aspetto di questo processo, che, in un certo senso rappresenta anche un sorta di riequilibrio dell'assetto socio-demografico del territorio reso possibile dall'evoluzione delle relazioni sociali e delle comunicazioni, forse più favorevole ad un miglioramento della qualità della vita.

Se prendiamo ad esempio la densità demografica attuale e la confronto con quella che si determinerebbe se si verificasse l'ipotesi centrale, ciò emerge con evidenza. La densità del Comune di Pisa passerebbe dagli attuali 42 abitanti per Km² a 37 abitanti per Km².

3.5. Conclusioni

A titolo di conclusione di questa ricerca alcune considerazioni di carattere generale possono essere fatte, alcuni interrogativi restano aperti, delle interessanti linee di approfondimento invoglierebbero ad ulteriori ricerche.

Una prima cosa che si deve ricordare è che per la natura strettamente integrata del sistema urbano che, centrato su Pisa, si identifica bene nel complesso dei sei Comuni dell'Area Pisana, le proiezioni demografiche hanno davvero senso a livello di quest'ultima configurazione geografica. Data però l'autonomia amministrativa comunale e le finalità di questo studio, si deve dividere il nucleo dagli elettroni, il tuorlo dal chiaro, e ci si deve domandare quali siano le prospettive demografiche del core urbano del sistema.

Sulla situazione demografica attuale c'è poco da dire che non si sappia, caso mai c'è da sottolineare l'eccezionalità della situazione. Non sappiamo che effetto faccia ai non addetti ai lavori, ma fra i demografi il livello di natalità raggiunto in Italia (1.2 figli per donna in tutta la vita feconda) lascia stupefatti. Nessun'altra grande popolazione in tutti i tempi ha mai raggiunto livelli così bassi. Ma il livello toscano e pisano in particolare è molto al di sotto della media nazionale. La tendenza a ridurre la prole è cominciata trenta anni fa e da venti ha cominciato a precipitare. Fra i demografi serpeggiava la convinzione che, alla fine di ogni crisi economica, anche la fecondità si sarebbe risolledata: così non poteva durare. E invece dura ancora. Nella popolazione del Comune di Pisa, negli ultimi sette anni si sono osservati tassi di fecondità totale in discesa da 0.9 a meno di 0.7 figli per donna.

Nell'hinterland pisano la situazione è appena migliore. Stando così le cose la popolazione già molto invecchiata, invecchierà ancora e molto in fretta, e anche se la propensione ad avere figli e la propensione a morire non cambieranno, il numero dei nati continuerà a decrescere e quello dei morti ad aumentare. Perché il bilancio naturale tornasse pian piano in pareggio bisognerebbe che il tasso di fecondità totale risalisse subito fino a due volte e mezzo quello attuale. E francamente non sembra verosimile.

Nessuno auspica di certo l'esplosione demografica: il tempo dei milioni di baionette è lontano. Ma neanche il drammatico declino, che è già iniziato, è salutare.

Allora l'unica risorsa per evitare che il calo demografico diventi un'implosione è l'immigrazione. L'Area Pisana nel suo complesso ha un saldo fra immigrati ed emigrati positivo fino a compensare più o meno il deficit naturale. Il Comune di Pisa no, anzi anche il bilancio migratorio volge al negativo. Quindi il problema più immediato per il Comune di Pisa è la concorrenza residenziale dei comuni limitrofi.

E' in corso, in realtà, un fenomeno del tutto naturale di sub-urbanizzazione e periurbanizzazione delle residenze. E, se l'ottica non è ristretta, questo sembra una normale ridistribuzione di popolazione all'interno di un sistema urbano.

Le famiglie, quelle giovani che ancora fanno figli, sono animate da una forte tensione al miglioramento del loro standard abitativo in tre modi fondamentali: aspirano ad una casa di proprietà, ad un'abitazione indipendente e ad un'abitazione più grande e dotata di servizi come garage e giardino.

Inoltre, come è ovvio, il costo delle aree fabbricabili e delle abitazioni è decrescente dal centro (Pisa) alla periferia (Comuni dell'hinterland).

Nell'intento di conseguire i suoi obiettivi di housing la famiglia è indotta ad emigrare nell'hinterland non solo e non tanto dai vantaggi di prezzo, che sono in qualche modo bilanciati dai costi di pendolarismo, ma soprattutto dalla mancanza di offerta qualitativamente adeguata alla domanda nel Comune capoluogo.

Il trasferimento di residenza non è dunque orientato all'avvicinamento al posto di lavoro giacché la gran parte dei posti di lavoro resta accentrata a Pisa, ma al contrario crea o aumenta il pendolarismo, quello per motivi di lavoro e quello per accedere ai servizi scolastici, commerciali, amministrativi, sanitari, etc...

In città diminuisce drasticamente quella che gli studiosi di scienze regionali chiamano «nighttime population» e non quella che è detta «daytime». Diminuisce quella che vi risiede e che con l'autonomia locale vi pagherà le tasse e non quella che vi opera e la usa durante il giorno.

Sul piano demografico qualitativo la città tende a svuotarsi delle famiglie giovani produttive e riproduttive e quindi a invecchiare molto più dell'hinterland. Le persone anziane, le persone che vivono sole, gli immigrati di più fresca e instabile immigrazione, sono le categorie di residenti che stanno crescendo di peso nella società urbana.

In questa società occidentale dalla dinamica demografica sempre più recessiva, il residente è un cliente da conquistare e da non perdere, vincendo la concorrenza di altri sistemi urbani e di altri Comuni. Con la crescente disponibilità al pendolarismo, assecondare e stimolare la crescita economica e occupazionale non è più sufficiente, la competizione si sposta sempre più sul piano dell'efficienza dei servizi, della qualificazione dell'offerta abitativa e della riqualificazione del patrimonio edilizio esistente, del miglioramento della qualità della vita e, perfino, nell'abbellimento e nell'«immagine» della città.