



## WORKING PAPERS

W.P. 68

LO SVILUPPO DI UNA PROCEDURA COMPUTERIZZATA INTERATTIVA PER LA PIANIFICAZIONE SANITARIA REGIONALE

*R. Tadei - T. Gallino - C. Salomone*

**ires**

ISTITUTO RICERCHE ECONOMICO - SOCIALI DEL PIEMONTE



Studio Ricerca

La presente comunicazione illustra i costituti ed il modo di  
operare di una procedura computerizzata interattiva per la pianifi-  
cazione sanitaria regionale. W.P. 68

**LO SVILUPPO DI UNA PROCEDURA COMPU-  
TERIZZATA INTERATTIVA PER LA PIANI-  
FICAZIONE SANITARIA REGIONALE**

R. Tadei - T. Gallino - C. Salomone

Studio condotto nell'ambito della Ricerca Sanitaria Finalizzata "Predisposizione e prime sperimentazioni di metodologie per la ripartizione spazializzata delle risorse sanitarie", finanziata dalla Regione Piemonte con deliberazione del 6.7.1982, n. 98-17230.

Giugno 1985

Studio condotto nell'ambito della Ricerca Sanitaria Finalizzata "Predisposizione e prime sperimentazioni di metodologie per la ripartizione spazializzata delle risorse sanitarie", finanziata dalla Regione Piemonte con deliberazione del 6.7.1982, n. 98-17230.



## SOMMARIO

La presente comunicazione illustra i contenuti ed il modo di operare di una procedura computerizzata interattiva per la pianificazione sanitaria regionale. La procedura in oggetto, che si basa su modelli matematici d'avanguardia nel campo della pianificazione sanitaria, è disponibile su personal computer ed è stata costruita per l'uso interattivo da parte di utenti senza particolari conoscenze informatiche.



## 1. Introduzione

Questo lavoro contiene i risultati della prima fase di una ricerca per la pianificazione sanitaria, condotta dall'IRES con la collaborazione di A.G. Wilson (1984).

## INDICE

|  |        |
|--|--------|
| Si inizia presentando la struttura teorica di un sistema di modelli matematici per la pianificazione delle risorse sanitarie a livello regionale | pag. 3 |
| 1. 1. Introduzione   | 3      |
| 2. 2. Il sistema di modelli matematici con ad esso personalmente   | 3      |
| 3. 3. La procedura computerizzata interattiva forniti a  | 14     |
| una volta al   | 14     |
| 3.1. Struttura del caso piemontese della procedura   | 14     |
| 3.2. Modalità di uso   | 15     |
| 4. Primi risultati di una sperimentazione sul  | 17     |
| caso piemontese  | "      |
| 5. Conclusioni e sviluppi futuri   | 20     |

## 2. Il sistema di modelli matematici

I modelli matematici di cui qui si tratta sono modelli per la pianificazione strategica a larga scala regionale. Essi non sono dunque adatti per l'analisi dei problemi di organizzazione e gestione alla scala locale (OSL). La costruzione di modelli da utilizzare a quella scala costituisce uno dei futuri oggetti di ricerca.

I modelli per la pianificazione strategica alla scala regionale predisposti sono modelli dinamici di simulazione per l'analisi della domanda e dell'offerta dei servizi sanitari, ed in particolare degli ospedali.

La domanda, funziona spazialmente, viene articolata secondo cause nosologiche ed allontata all'offerta, costituita dai reparti ospedalieri, anch'essi localizzati spazialmente. L'allocazione della domanda all'offerta viene effettuata mediante modelli di interazione spaziale.

## 1. Introduzione

Questo lavoro contiene i risultati della prima fase di una ricerca per la pianificazione sanitaria, condotta dall'IRES con la collaborazione di M. Clarke e A.G. Wilson (1984).

Si inizia presentando la struttura teorica di un sistema di modelli matematici per la pianificazione delle risorse sanitarie a livello regionale (cap. 2). Successivamente, viene illustrata la procedura computerizzata interattiva che si è costruita per l'implementazione su personal computers del sistema di modelli in oggetto (cap. 3). Infine, vengono forniti i risultati di una prima sperimentazione al caso piemontese della procedura predisposta (cap. 4) ed individuati i principali sviluppi futuri (cap. 5).

## 2. Il sistema di modelli matematici

I modelli matematici di cui qui si tratta sono modelli per la pianificazione strategica alla scala regionale. Essi non sono dunque adatti per l'analisi dei problemi di organizzazione e gestione alla scala locale (USL). La costruzione di modelli da utilizzare a quella scala costituirà uno dei futuri oggetti di ricerca.

I modelli per la pianificazione strategica alla scala regionale predisposti sono modelli dinamici di simulazione per l'analisi della domanda e dell'offerta dei servizi sanitari, ed in particolare degli ospedali.

La domanda, localizzata spazialmente, viene articolata secondo categorie nosologiche ed allocata all'offerta, costituita dai reparti ospedalieri, anch'essi localizzati spazialmente. L'allocazione della domanda all'offerta viene effettuata mediante modelli di interazione spaziale.

Il sistema di modelli matematici fa riconoscere le seguenti componenti:

- a. modello demografico
  - b. modello di morbosità
  - c. modello di offerta
  - d. modello di allocazione della domanda all'offerta.
- (2)

A latere di tale sistema di modelli, ma non per questo in posizione subalterna, vi è un:

- e. sistema di indicatori di performance.

Analizziamo ora nell'ordine e, per ovvii motivi di spazio, brevemente quanto subb a. - e..

a. Modello demografico

L'obiettivo del modello demografico consiste nel determinare al tempo  $t$  la distribuzione per età,  $a$ , e sesso,  $s$ , della popolazione  $P$  in ognuna delle zone,  $i$ , in cui è articolata l'area di studio, cioè  $P_i^{as}(t)$ .

Il modello prende in considerazione le nascite, le morti e le migrazioni in un arco temporale compreso tra i 5 ed i 20 anni.

b. Modello di morbosità

L'obiettivo del modello consiste nel determinare al tempo  $t$  il numero di individui che appartengono alla categoria nosologica  $m$ , sono di età  $a$  e di sesso  $s$  e risiedono nella zona  $i$ , cioè  $M_i^{mas}(t)$ .

Il modello di morbosità è il seguente:

$$M_i^{mas}(t) = \mu_i^{mas}(t) P_i^{as}(t) \quad (1)$$

ove

$$\mu_i^{\text{mas}}(t) = \frac{\sum_j N_{ij}^{\text{mas}}(t)}{\sum_i P_i^{\text{as}}(t)} \quad (2)$$

è la probabilità che, al tempo  $t$ , un individuo residente in  $i$ , di età a e sesso s appartenga alla categoria nosologica  $m$ ;  $N_{ij}^{\text{mas}}(t)$  è il numero osservato di individui al tempo  $t$ , residenti in  $i$ , di età a e sesso s, appartenenti alla categoria nosologica  $m$  e curati in un qualche ospedale della zona  $j$ .

Come si può notare dalla (2)  $\mu_i^{\text{mas}}(t)$  (da qui in avanti non indichiamo più l'indice di tempo  $t$ ) dipende dai flussi di pazienti osservati  $N_{ij}^{\text{mas}}$ , dunque prende in considerazione solo la morbosità che è stata curata in un qualche ospedale dell'area di studio (in altri termini non viene considerata la domanda latente di servizi ospedalieri). Inoltre,  $\mu_i^{\text{mas}}$  risente delle differenze spaziali dell'offerta ospedaliera. Per risolvere il primo problema occorrerà condurre opportune analisi di morbosità a prescindere dai flussi di pazienti osservati, mentre per risolvere il secondo problema si può, fin da ora, sostituire  $\mu_i^{\text{mas}}$  con

$$\mu_*^{\text{mas}} = \frac{\sum_{ij} N_{ij}^{\text{mas}}}{\sum_i P_i^{\text{as}}} \quad (3)$$

od anche con

$$\hat{\mu}_i^{\text{mas}} = \max_{i \in I} \mu_i^{\text{mas}} \quad (4)$$

ove  $I$  è una famiglia di insiemi di zone 'simili'.

c. Modello di offerta

L'obiettivo del modello di offerta consiste nel determinare il numero di pazienti che possono venire curati nell'unità di tempo, ad esempio in un anno, nel reparto  $k$  dell'ospedale  $r$ , nella zona  $j$ ,  $x_{jr}^k$ .

Il modello di offerta fa riconoscere le seguenti tre fasi:

do di calcolo della funzione di produzione (5).

## c1. calcolo della funzione di produzione:

$$\gamma_{jr}^k = \sum_n g_{jr}^{nk} y_{jr}^{nk} + \sum_{nl} g_{jr}^{nl} y_{jr}^{nl} f_{jr}^{lk} \quad (5)$$

ove

$\gamma_{jr}^k$  costo di una unità di output, ad esempio un letto, del reparto  $k$ , nell'ospedale  $r$  in  $j$ ;

$y_{jr}^{nk}$  quantità di risorse  $n$  (personale ecc.) necessarie per produrre una unità di output del reparto  $k$  nell'ospedale  $r$  in  $j$ ;

$y_{jr}^{nl}$  quantità di risorse  $n$  necessarie per produrre una unità di output del servizio comune  $l$  (ad esempio sale operatorie) nell'ospedale  $r$  in  $j$ ; risorse necessarie per produrre una attivita-

$g_{jr}^{nk}$  costo unitario associato a  $y_{jr}^{nk}$ ;

$g_{jr}^{nl}$  costo unitario associato a  $y_{jr}^{nl}$ ;

$f_{jr}^{lk}$  quantità di servizi comuni  $l$  necessari per produrre una unità di output del reparto  $k$ ;

c2. determinazione del numero di letti che è possibile attivare fissato un budget  $C_{jr}^k$ :

$$A_{jr}^k = C_{jr}^k / \gamma_{jr}^k \quad (6)$$

c3. determinazione del numero di pazienti, una volta nota la lunghezza media della degenza  $h_{jr}^k$  ed il tasso di occupazione dei letti  $u_{jr}^k$ :

$$x_{jr}^k = A_{jr}^k u_{jr}^k 365/h_{jr}^k \quad (7)$$

Sovente, però, la (7) non è utilizzabile in quanto non si è in grado di calcolare la funzione di produzione (5).

In Clarke e Wilson (1984) vengono proposti diversi metodi alternativi per superare questo problema. Qui riportiamo quello che ci pare più innovativo ed operativo.

Il metodo in oggetto si basa sulla tecnica dei fattori di bilanciamento e richiede la conoscenza dei seguenti due input:

$\hat{C}_{jr}^n$  costo osservato della risorsa n nell'ospedale r in j;

$\gamma_{nk}$  costo di una unità di risorsa n necessaria per produrre un'unità di output (letto) del reparto k.

Si tratta di calcolare:

$\Gamma_{jr}^{nk}$  costo di una unità di risorsa n necessaria per produrre una attività di output del reparto k, nell'ospedale r in j (analogamente si può calcolare  $\hat{\Gamma}_{jr}^{nl}$ , che ha lo stesso significato di  $\Gamma_{jr}^{nk}$  ove il reparto viene sostituito con il servizio comune 1).

Si assume che:

$$\Gamma_{jr}^{nk} = v_{jr}^n \gamma_{nk} \quad (8)$$

ove  $v_{jr}^n$  è un fattore che assicura il rispetto del vincolo

$$\sum_k A_{jr}^k \Gamma_{jr}^{nk} = \hat{C}_{jr}^n \quad (9)$$

Sostituendo la (8) in (9) si ottiene

$$V_{jr}^n = \hat{C}_{jr}^n \mid \sum_k A_{jr}^k \gamma^{nk} \quad (10)$$

per cui la (8) diventa:

$$\Gamma_{jr}^{nk} = \hat{C}_{jr}^n \gamma^{nk} \mid \sum_k A_{jr}^k \gamma^{nk} \quad (11)$$

Mediante la (11) si possono inoltre calcolare i costi totali per reparto:

$$C_{jr}^k = \sum_n \Gamma_{jr}^{nk} A_{jr}^k = A_{jr}^k \sum_n \frac{\hat{C}_{jr}^n \gamma^{nk}}{\sum_k A_{jr}^k \gamma^{nk}} \quad (12)$$

#### d. Modello di allocazione della domanda all'offerta

L'obiettivo del modello consiste nell'allocare la domanda  $M_i^{\text{mas}}$  (si veda (1)) all'offerta, rappresentata dai posti letto  $A_{jr}^k$ . Innanzitutto bisogna trasformare le condizioni nosologiche  $m$  nei reparti  $k$ . Ciò può essere fatto calcolando la probabilità che un individuo di età  $a$ , sesso  $s$ , condizione nosologica  $m$  e residente in  $i$  venga ricoverato nel reparto  $k$ :

$$\theta_i^{\text{kmas}} = N_i^{\text{kmas}} \mid M_i^{\text{mas}} \quad (13)$$

ove

$N_i^{\text{kmas}}$  numero osservato di individui residenti in  $i$ , di età  $a$  e sesso  $s$ , appartenenti alla categoria nosologica  $m$  e ricoverati nel reparto  $k$ .

Il numero totale, al tempo  $t$ , di individui residenti in  $i$  e ricoverati nel reparto  $k$  si ottiene nel seguente modo:

$$O_i^k(t) = \sum_{mas} \theta_i^{kmas} M_i^{mas}(t) \quad (14)$$

L'assegnazione della domanda all'offerta viene fatta utilizzando modelli di interazione spaziale (Mahyew, 1980; Tadei, Gallino, Salomone, 1983, 1984; Salomone, Gallino, Tadei, 1983, 1984; Leonardi, Tadei, 1984; Tadei, 1984; Bertuglia, Tadei, 1985).

Qui presentiamo il modello di interazione spaziale a produzione vincolata.

Se indichiamo con  $N_{ij}^k(t)$  il numero di individui residenti in  $i$  e riportati nel reparto  $k$  della zona  $j$  al tempo  $t$ , allora si ha:

$$N_{ij}^k(t) = \frac{O_i^k(t) W_j^k(t) f_{ij}^k(d_{ij})}{\sum_j W_j^k(t) f_{ij}^k(d_{ij})} \quad (15)$$

ove

$W_j^k(t)$  misura dell'attrazione del reparto  $k$  nella zona  $j$  al tempo  $t$  (sovraffollamento è il numero di letti del reparto in oggetto);

$f_{ij}^k(d_{ij})$  funzione di impedenza della distanza  $d_{ij}$

In genere si ha:

$$f_{ij}^k(d_{ij}) = e^{-\beta^k d_{ij}} \quad \text{oppure}$$

$$f_{ij}^k(d_{ij}) = d_{ij}^{-\beta^k}$$

Dalla (15) si può facilmente verificare che:

$$\sum_j N_{ij}^k(t) = O_i^k(t) \quad (16)$$

La (16) mostra che il modello (15) è effettivamente un modello a produzione vincolata, cioè tutta la domanda  $O_i^k(t)$  viene soddisfatta.

Il modello (15), per la determinazione dei flussi di pazienti  $N_{ij}^k(t)$ , viene usato nel seguente modo:

1. si calibra dapprima il modello utilizzando i dati osservati. Il metodo di calibrazione consigliato è quello che individua il valore di  $\beta^k$  con il metodo della massima verosimiglianza, cioè eguagliando il costo totale di viaggio osservato al costo totale di viaggio calcolato (quest'ultimo funzione di  $\beta^k$ ):

$$\bar{C} = C(\beta^k, t)$$

Gli indicatori di performance che seguono presentano sono attinenti

ove

1.  $\bar{C}$  costo totale di viaggio osservato, cioè  $\bar{C} = \sum_{ijk} N_{ij}^k d_{ij}$ , ove  $N_{ij}^k$  sono i flussi di pazienti osservati in una data epoca;

2.  $C(\beta^k, t)$  costo totale di viaggio calcolato al tempo  $t$ , cioè

$$C(\beta^k, t) = \sum_{ijk} N_{ij}^k(t) d_{ij} = \sum_{ijk} \frac{o_i^k(t) w_j^k(t) f^k(d_{ij})}{\sum_j w_j^k(t) f^k(d_{ij})} d_{ij}$$

2. si costruiscono configurazioni di piano alternative modificando i valori  $w_j^k(t)$  e si fa "girare" il modello calibrato per ottenere delle nuove stime di  $N_{ij}^k(t)$ .

e. Sistema di indicatori di performance

Prima di presentare gli indicatori di performance che si possono calcolare mediante il sistema di modelli descritto, facciamo alcune considerazioni generali sulla costruzione ed uso degli indicatori di performance. Primo, gli indicatori di performance possono essere calcolati sia utilizzando i dati osservati in un particolare anno, sia utilizzando gli output dei modelli. Il confronto tra i due dà una misura dell'impatto del

le politiche di intervento implementate con i modelli. Secondo, gli indicatori di performance andrebbero "accumulati" in serie storiche, sia per tener conto del trend del sistema allo studio, sia per poter individuare quegli aggiustamenti dei modelli che nel tempo si renderanno necessari. Terzo gli indicatori di performance devono essere costruiti in modo da essere facilmente confrontabili con norme e standards, al fine di poter valutare se una certa politica di intervento è efficace o meno.

Gli indicatori di performance che vogliamo presentare sono articolati in due gruppi:

- e1. gli indicatori di performance calcolati nei luoghi di residenza dei pazienti;
- e2. gli indicatori di performance calcolati nei luoghi di trattamento dei pazienti.

Partendo dai modelli di cui subb a. - d. si potrebbe costruire una lista molto lunga di indicatori di performance. Qui ne presentiamo solo alcuni, che possiamo chiamare "indicatori di performance chiave".

Essi sono:

nei luoghi di residenza

- grado di autocontenimento:  $N_{ii}^k / \sum_j N_{ij}^k$
- tasso di ospedalizzazione:  $\sum_j N_{ij}^k / P_i$   
ove  $P_i$  è la popolazione residente;
- disponibilità di letti:  $\bar{A}_i^k / \bar{A}_i^k$   
ove  $\bar{A}_i^k = \sum_j \frac{N_{ij}^k}{\sum_i N_{ij}^k} A_j^k u_j^k$  è il numero effettivo di letti di rischio di contrarre una malattia curabile nel reparto  $k$ .

tivo di letti disponibili per i pazienti del reparto k nella zona di residenza i ( $u_j^k$  è il tasso d'occupazione dei letti nel reparto k in j);

$\hat{A}_i^k = \sum_j x_i^k \frac{N_{ij}^k}{\sum_i N_{ij}^k} \frac{h_j^k}{365}$  è il numero atteso di letti disponibili per i pazienti k nelle zone di residenza i ( $x_i^k$  è il numero atteso di casi nel reparto k e zona di residenza i;  $h_j^k$  è la degenza media nel reparto k in j);

- spesa pro-capite:

$R_i^k / P_i^k$   
ove  $R_i^k = \sum_j \frac{N_{ij}^k}{\sum_j N_{ij}^k} C_j^k$  è la spesa totale per un paziente nel reparto k e nella zona di residenza i ( $C_j^k$  è il costo di un paziente nel reparto k in j);

nei luoghi di trattamento dei pazienti

- numero di letti per unità di popolazione di riferi-

mento:

$A_j^k / Z_j^k$

ove  $A_j^k$  è il numero di letti nel reparto k in j;

$Z_j^k = \sum_i P_{ij}^k$  è la popolazione di riferimento per il reparto k in j ( $P_{ij}^k$  è la popolazione residente in i soggetta al rischio di contrarre una malattia curabile nel reparto k in j);

- spesa per unità di popolazione di riferimento:

$$c_j^k / z_j^k$$

- numero di casi per unità

di popolazione di riferi-

mento:

$$x_j^k / z_j^k$$

$$\text{ove } x_j^k = 365 A_j^k u_j^k / h_j^k$$

- efficienza

$$f_j^{lk} = F_j^{lk} / A_j^k$$

ove  $F_j^{lk}$  è la quantità del servizio comune l utilizzata dal reparto k in j;

$$y_j^{nk} = y_j^{nk} / A_j^k$$

ove  $y_j^{nk}$  è la quantità di risorse n utilizzate dal reparto k in j;

$$\hat{y}_j^{nl} = \hat{y}_j^{nl} / \sum_k F_j^{lk}$$

ove  $\hat{y}_j^{nl}$  è la quantità di risorse n utilizzate dal servizio comune l in j;

$g_j^{nk}$  costo unitario associato a  $y_j^{nk}$ ;

$\hat{g}_j^{nl}$  costo unitario associato a  $\hat{y}_j^{nl}$ ;

$h_j^k$ ;

- degenza media:

$u_j^k$ ;

- tasso di occupazione letto:

$$x_j^k / A_j^k$$

- numero di casi per letto:

$$c_j^k / x_j^k$$

- costo medio di un caso:

$$\sum_i N_{ij}^k / z_j^k$$

- tasso di trattamento:

## 3. La procedura computerizzata interattiva

## 3.1. Struttura

La procedura computerizzata interattiva per l'uso del sistema di modelli descritto in 2. è costituita da programmi scritti in Fortran 77. La procedura è operante su un personal computer IBM PC/XT, sotto il sistema operativo MS/DOS 2.0..

Le principali funzioni, o fasi di elaborazione, della procedura sono le seguenti:

- a) definizione (acquisizione) dei parametri che definiscono i files di input/output utilizzati, e le caratteristiche del programma e del sistema che non mutano nel corso di una sessione di lavoro (program run). Questa fase è svolta nel main program;
- b) acquisizione (aggiustamento) delle variabili di sistema (misure della domanda e dell'offerta, misure dell'utilizzo del sistema ospedaliero, ad es. matrici dei costi di viaggio, durate medie di degenza ecc.). Questa fase è svolta dalla subroutine FLAG, che indica quali variabili sono da acquisire e dalla subroutine SPRUN, che provvede ad acquisire i dati indicati da FLAG e ad operare le prime trasformazioni sugli stessi (aggregazioni, calcolo di tassi e di variabili di lavoro);
- c) analisi del sistema. In questa fase vengono svolti tre passi:
  - c1. calcolo delle variabili di interazione spaziale che collegano domanda e offerta (principalmente i flussi interzonali calcolati secondo un modello di interazione spaziale scelto tra vari a disposizione);

- c2. calcolo della popolazione di riferimento (essa è costituita dal la popolazione potenzialmente interessata dalle risorse localizzate in ciascuna zona);
- c3. calcolo di indicatori di performance. Essi sono di due tipi: quelli calcolati nei luoghi di residenza dei pazienti e quelli calcolati nei luoghi di trattamento dei pazienti. Gli indicatori di ciascun tipo vengono calcolati con riferimento sia al servizio ospedaliero nel suo complesso, sia a ciascun reparto in cui esso si articola;
- d. emissione, su video e stampante, degli indicatori di performance sia in forma numerica, sia in forma grafica.

I passi suddetti sono elaborati nella subroutine MODRUN, che a sua volta contiene altri moduli funzionali.

### 3.2. Modalità di uso

Una sessione di lavoro inizia con la definizione dei parametri e delle caratteristiche che definiscono la sessione stessa ed il sistema. L'utilizzatore può introdurre le informazioni necessarie rispondendo alle domande via via poste dal programma sul video. Ciascuna risposta viene registrata su un file di definizione (su floppy disk) disponibile per sessioni successive. Alternativamente è possibile utilizzare direttamente un file di definizione creato in sessioni precedenti.

Alla fase di definizione seguono una o più fasi di analisi del sistema e di calcolo dei relativi indicatori di performance. All'inizio della prima fase di analisi sono fornite al programma le variabili che misurano la domanda e l'offerta del sistema. Questo insieme di dati costitui-

sce la descrizione di base (base file) del sistema.

La fase di analisi successiva consiste nella calibrazione dei modelli di interazione spaziale, ottenendo lo stesso tipo di grandezze del "base file", ma questa volta calcolate ("current file").

Le fasi di analisi successive consistono nell'introduzione di variazioni nel "base file" o nel "current file" di calibrazione ottenendo così, con l'applicazione dei modelli suddetti, la descrizione corrente (nuovi "current files") del sistema.

Come per la fase di definizione, l'immissione delle variabili del sistema può avvenire interattivamente da tastiera, oppure utilizzando files precostituiti.

L'interesse operativo del programma consiste quindi nella possibilità di sperimentare su di un sistema allo studio gli effetti di differenti politiche di pianificazione e gestione delle risorse (che si traducono in corrispondenti current files), misurati attraverso gli indicatori di performance.

Nella versione attuale la strategia di variazione delle politiche, e quindi delle variabili di sistema che le attuano, è lasciata alla decisione dell'utilizzatore, sia pure guidato dalla lettura degli indicatori suddetti.

E' in progetto una versione che permetta di introdurre "elementi di conoscenza" nel programma, con l'obiettivo di suggerire possibili linee politiche per raggiungere i livelli desiderati in determinati indicatori di performance.

#### 4. Primi risultati di una sperimentazione sul caso piemontese

La procedura computerizzata interattiva descritta in 3. è stata sperimentata sul caso piemontese. Nel "base file" sono stati caricati i valori osservati delle diverse variabili in gioco e calcolati gli indicatori di performance. Nel primo "current file" si sono calibrati i diversi modelli di interazione spaziale presentati in 2. e si sono calcolati gli indicatori di performance utilizzando gli outputs dei modelli. Nei successivi "current files" si sono implementate politiche di intervento (in particolare la riduzione del numero di letti in una zona eccessivamente dotata), cioè si sono ultimati i modelli presentati in 2., dopo aver modificato opportunamente gli inputs per tener conto delle politiche di intervento, e si sono calcolati gli indicatori di performance.

Gli effetti delle politiche di intervento vengono descritti dal confronto tra gli indicatori di performance del relativo "current file" e quelli del primo "current file" o del "base file".

A causa della limitatezza di spazio è impossibile riportare indicatori di performance nelle diverse situazioni. Ci limiteremo dunque a rappresentare a titolo di esempio solo alcuni indicatori di performance ed in particolare del "base file" (cioè relativi ai valori osservati).

Gli indicatori di performance vengono calcolati dalla procedura per le 76 USL in cui è articolato il Piemonte e rappresentati in forma grafica sia su video sia su stampante. Gli indicatori che qui riportiamo sono i seguenti (figg. 1 e 2):

- grado di autocontenimento;
- tasso di ospedalizzazione.

Figura 1 -

Barattato percentuale tra malati curati nella USL di residenza e malati totali della stessa

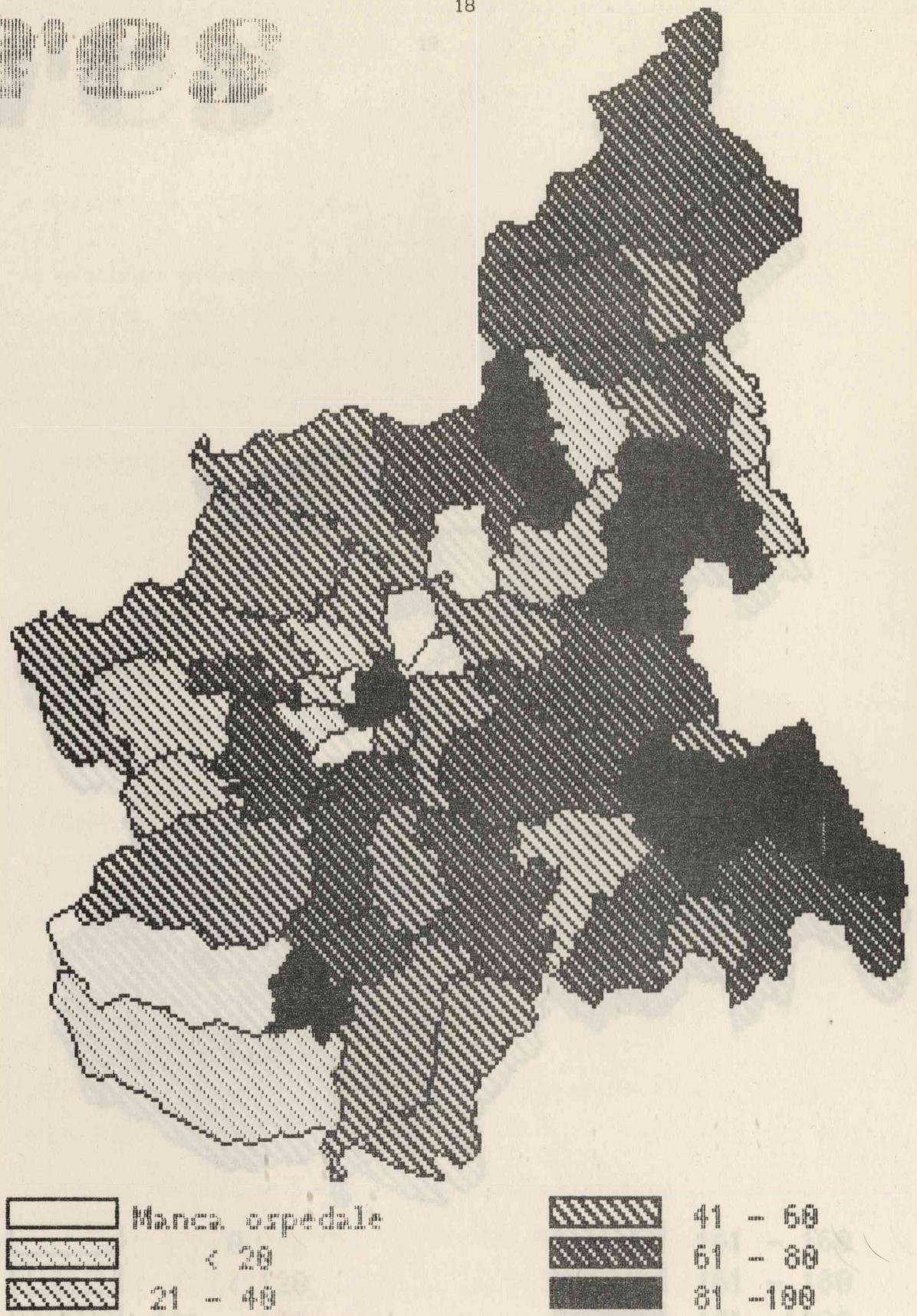


Figura 1 -

**Rapporto percentuale tra malati curati nella USL di residenza e malati totali della stessa**

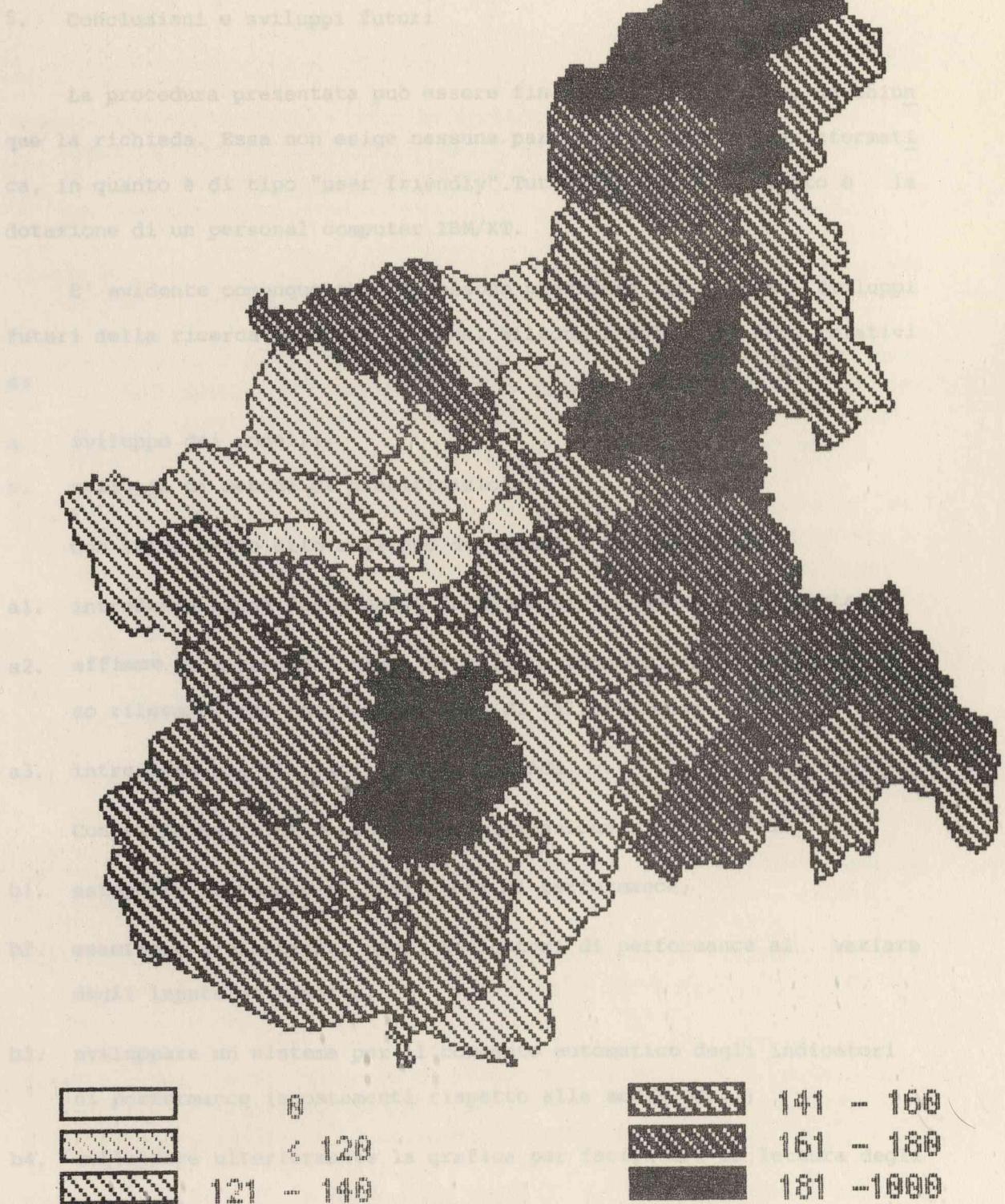


Figura 2 -

## Tasso di ospedalizzazione per USL di residenza

## 5. Conclusioni e sviluppi futuri

La procedura presentata può essere fin da ora utilizzata da chiunque la richieda. Essa non esige nessuna particolare conoscenza informatica, in quanto è di tipo "user friendly". Tutto ciò che è richiesto è la dotazione di un personal computer IBM/XT.

E' evidente comunque che si possono prevedere fin da ora sviluppi futuri della ricerca condotta (Clarke, Wilson, 1985). Essi sono relativi a:

- a. sviluppo dei modelli;
- b. sviluppo di metodi di pianificazione.

Con riferimento allo sviluppo dei modelli si tratta di:

- a1. introdurre nuove forme della funzione di impedenza della distanza;
- a2. affinare le misure dei tempi di viaggio intrazionali, a causa del peso rilevante che hanno nella fase di calibrazione;
- a3. introdurre una elasticità della domanda.

Con riferimento ai metodi di pianificazione si tratta di:

- b1. estendere il numero di indicatori di performance;
- b2. esaminare l'elasticità degli indicatori di performance al variare degli inputs di risorse;
- b3. sviluppare un sistema per il commento automatico degli indicatori di performance (scostamenti rispetto alla media ecc.);
- b4. sviluppare ulteriormente la grafica per facilitare la lettura degli outputs.

## Bibliografia

- Bertuglia C.S., Tadei R. (1985) An Application of a Revised Version of RAMOS to Piedmont (Italy), in World Health Organization, Regional Office for Europe, Projections of the Future Health Situation in Europe (forthcoming).
- Clarke M., Wilson A.G. (1984) Models for Health Care Planning: The Case of the Piemonte Region, Working Paper 36, Ires, Torino.
- Clarke M., Wilson A.G. (1985) Health Services Planning with an Interactive Model System: Preliminary Results from a Case Study, Atti del Seminario Internazionale: "Pianificazione e Gestione del Sistema Sanitario Regionale", Torino, 6-7 giugno 1985 (in corso di stampa).
- Leonardi G., Tadei R. (1984) A Model for the Location and Sizing of Many Interlinked Health Care Speciality and Some Empirical Results, in van Eimeren W., Engelbrecht R., Flagle Ch.D. (eds.) Third International Conference on System Science in Health Care, Springer Verlag, Berlin, 1017-1021.
- Mayhew L.D. (1980) Regional Planning of Health Care Services: RAMOS and RAMOS<sup>-1</sup>, WP-80-166, IIASA, Laxenburg, Austria.
- Salomone C., Gallino T., Tadei R. (1983) Manuale per l'uso del modello RAMOS, Working Paper 25, IRES, Torino.
- Salomone C., Gallino T., Tadei R. (1984) Manuale per l'uso del modello RAMOS<sup>-1</sup>, Working Paper 39, IRES, Torino.
- Tadei R. (1984) Modelli di allocazione spaziale delle risorse sanitarie: la ricerca in corso all'IRES di Torino, Working Paper 33, IRES, Torino.
- Tadei R., Gallino T., Salomone C. (1983) Un'analisi, con il modello RAMOS, della struttura spaziale del servizio sanitario regionale: il caso del Piemonte, Working Paper 25, IRES, Torino.
- Tadei R., Gallino T., Salomone C. (1984) Il principio di equità nella localizzazione degli ospedali: una sperimentazione del modello RAMOS<sup>-1</sup> al caso del Piemonte, Working Paper 38, IRES, Torino.

## WORKING PAPERS

- \*1 "Un modello urbano a larga scala per l'area metropolitana di Torino", *gennaio 1981*
- \*2 "Metodologie per la pianificazione dei parchi regionali", *gennaio 1981*
- \*3 "A Large Scale Model for Turin Metropolitan Area", *maggio 1981*
- \*4 "An Application to the Ticino Valley Park of a Mathematical Model to Analyse the Visitors Behaviour",
- \*5 "Applicazione al parco naturale della Valle del Ticino di un modello per l'analisi del comportamento degli utenti: la calibrazione del modello", *settembre 1981*
- \*6 "Applicazione al parco naturale della Valle del Ticino di un modello per l'analisi del comportamento degli utenti: l'uso del modello", *settembre 1981*
- \*7 "Un'analisi delle relazioni esistenti tra superficie agricola utilizzata ed alcune principali grandezze economiche in un gruppo di aziende agricole piemontesi al 1963 e al 1979", *settembre 1981*
- \*8 "Localizzazione ottimale dei servizi pubblici, con esperimenti sulle scuole dell'area torinese", *settembre 1981*
- \*9 "La calibrazione di un modello a larga scala per l'area metropolitana di Torino", *ottobre 1981*
- \*10 "Applicazione al parco naturale della Valle del Ticino di un modello per l'analisi del comportamento degli utenti: l'individuazione di un indicatore di beneficio per gli utenti ed una analisi di sensitività su alcuni parametri fondamentali", *ottobre 1981*
- \*11 "La pianificazione dell'uso ricreativo di aree naturali: il caso del parco della Valle del Ticino", *novembre 1981*
- \*12 "The Recreational Planning of Country Parks: the Case Study of the Ticino Valley Park", *marzo 1982*
- \*13 "Alcuni aspetti della calibrazione di un modello dinamico spazializzato: il caso del modello dell'area metropolitana torinese", *settembre 1982*
- \*14 "L'applicazione di un modello dinamico a larga scala per l'area metropolitana di Torino: la calibrazione", *novembre 1982*
- \*15 "Modello commerciale Piemonte", *novembre 1982*
- \*16 "Resource allocation in multi-level spatial health care systems: benefit maximisation", *dicembre 1982*
- \*17 "Relazione sulla struttura e sulla dinamica del settore elettromecanico piemontese", *dicembre 1982*
- \*18 "Evoluzione della finanza locale in Piemonte e in Italia 1977 - 1981", *febbraio 1983*
- \*19 "Un metodo per l'analisi di scenari multidimensionali in ordine alle relazioni tra domanda di trasporto e variabili strutturali dei sistemi economici e territoriali", *febbraio 1983*
- 20 "Modello commerciale Piemonte", *marzo 1983*
- \*21 "Calibrating the residential location submodel of the simulation model for the Turin metropolitan area", *giugno 1983*
- \*22 "Dinamiche spaziali dell'area metropolitana di Torino negli ultimi tre decenni", *giugno 1983*
- \*23 "Struttura economica delle imprese del dettaglio alimentare in Piemonte — prime valutazioni", *luglio 1983*
- \*24 "The dynamics of Turin metropolitan area: a model for the analysis of the processes and for the policy evaluation", *agosto 1983*
- 25 "Un'analisi, con il modello RAMOS, della struttura spaziale del servizio sanitario regionale: il caso del Piemonte", *settembre 1983*
- 26 "Manuale per l'uso del modello RAMOS (Resource Allocation Model Over Space)", *settembre 1983*
- 27 "The spatial dynamics of the Turin metropolitan area: an analysis of the last three decades", *ottobre 1983*
- \*28 "Un modello del sistema urbano di Torino: alcune valutazioni di un'esperienza modellistica", *novembre 1983*
- \*29 "Il conto economico dei comparti manifatturieri piemontesi, 1980 — Elaborazioni su dati rilevati dall'ISTAT sul Prodotto Lordo delle imprese manifatturiere con sede sociale in Piemonte", *novembre 1983*
- 30 "Interrelazioni tra localizzazioni e trasporti: stato dell'arte e possibili linee di sviluppo futuro", *gennaio 1984*
- 31 "Fondamenti per un approccio unificante all'analisi del comportamento della domanda in un sistema localizzazioni-trasporti", *gennaio 1984*
- 32 "Location-transport relationships: state-of-the-art, unifying efforts and future developments", *maggio 1984*
- \*33 "Modelli di allocazione spaziale delle risorse sanitarie: la ricerca in corso all'IRES di Torino", *maggio 1984*
- \*34 "Modelli per la determinazione delle aree di intervento dei servizi di emergenza", *giugno 1984*
- \*35 "Aspetti metodologici e proposta di modello di clustering dinamico per la identificazione di aree omogenee sanitarie", *settembre 1984*
- \*36 "Models for health care planning: the case of the Piemonte Region", *ottobre 1984*



- \*37 "The potential for day hospitals in Piemonte. A feasibility study", ottobre 1984
- \*38 "Il principio di equità nella localizzazione degli ospedali: una sperimentazione del modello RAMOS<sup>-1</sup> al caso del Piemonte", ottobre 1984
- \*39 "Manuale per l'uso del modello RAMOS<sup>-1</sup>", ottobre 1984
- 40 "Il modello IRES per l'area metropolitana di Torino: struttura formale, base di dati, uso per la pianificazione", novembre 1984
- 41 "SMIT - Sistema di modelli integrati di trasporto. Procedura per l'uso: manuale e software", dicembre 1984
- 42 "Teorie di localizzazione di servizi, con particolare riferimento all'esperienza italiana", gennaio 1985
- 43 "Analisi di produttività e costo dei servizi ospedalieri pubblici in Piemonte", gennaio 1985
- 44 "Progetto di modello integrato per l'analisi dinamica delle interrelazioni localizzazioni-trasporti", febbraio 1985
- 45 "Il Sistema dei trasporti nella pianificazione regionale e locale", marzo 1985
- 46 "Sistema di modelli integrati di trasporto: metodologia, software e sperimentazione", marzo 1985
- 47 "Il prodotto lordo nei comprensori piemontesi nel decennio 1971 - 1981", marzo 1985
- 48 "Rapporto preliminare per un osservatorio regionale sul mercato del lavoro pubblico", marzo 1985
- 49 "Studio sui bilanci delle aziende agricole della rete contabile regionale piemontese", febbraio 1985
- 50 "Recenti contributi alla modellistica urbana", maggio 1985
- 51 "Interrelazioni tra localizzazioni e trasporti: stato dell'arte, proposte per un quadro di riferimento unificante e possibili linee di sviluppo futuro", maggio 1985
- 52 "L'approccio dell'equilibrio delle attività economiche nella teoria della localizzazione", maggio 1985
- 53 "L'approccio dell'economia urbana con particolare riferimento alle interrelazioni tra trasporti e struttura spaziale", maggio 1985
- 54 "Un modello spaziale marxiano di produzione e trasporto nei sistemi urbani e regionali", maggio 1985
- 55 "Teoria ed applicazioni dei modelli compartmentali deterministici e stocastici: lo stato dell'arte", maggio 1985
- 56 "L'approccio della teoria delle utilità casuali con particolare riferimento alla mobilità della popolazione", maggio 1985
- 57 "Un modello dinamico per la simulazione di un mercato delle abitazioni non in equilibrio", maggio 1985
- 58 "Tecniche di ottimizzazione per la localizzazione delle attività", maggio 1985
- 59 "L'analisi e la pianificazione dei sistemi urbani mediante modelli di interazione spaziale", maggio 1985
- 60 "La teoria dell'efficienza rispetto ai costi nell'equilibrio di una rete di trasporto", maggio 1985
- 61 "L'approccio geografico all'analisi delle interrelazioni localizzazioni-trasporti", maggio 1985
- 62 "L'analisi delle politiche di trasporto", maggio 1985
- 63 "Interrelazioni tra ambiente, energia e localizzazione: una rassegna di metodologie", maggio 1985
- 64 "L'attività in agricoltura e il censimento demografico del 1981", maggio 1985
- 65 "Stima della struttura dei consumi familiari commercializzati a scala sub-regionale", marzo 1985
- 66 "Simulazione dell'impatto di scenari socio-economici e di politiche di trasporto sul sistema urbano di Torino", maggio 1985
- 67 "Elaborazione dei dati censuari sulle attività commerciali a base comunale, con aggregazione a livello comprensoriale", maggio 1985





**ires**

ISTITUTO RICERCHE ECONOMICO - SOCIALI DEL PIEMONTE  
VIA BOGINO 21 10123 TORINO