



WORKING PAPERS

W.P. 44

**PROGETTO DI MODELLO INTEGRATO PER
L'ANALISI DINAMICA DELLE INTERRELA-
ZIONI LOCALIZZAZIONI-TRASPORTI**

*C.S. Bertuglia, G. Leonardi, S. Occelli,
G.A. Rabino, R. Tadei*



Riassunto

Il saggio ha lo scopo di descrivere lo stato di avanzamento del la seconda fase del progetto di ricerca "Interrelazioni localizzazioni-trasporti".

In esso viene, innanzi tutto, esposta l'architettura generale del sistema, con i vari sottosistemi che lo compongono e le loro interrelazioni. Segue una descrizione tecnicamente più dettagliata di alcuni particolari sottosistemi.

W.P. 44

**PROGETTO DI MODELLO INTEGRATO PER
L'ANALISI DINAMICA DELLE INTERRELA-
ZIONI LOCALIZZAZIONI-TRASPORTI**

*C.S. Bertuglia, G. Leonardi, S. Occelli,
G.A. Rabino, R. Tadei*

Febbraio 1985

Riassunto

Il saggio ha lo scopo di descrivere lo stato di avanzamento della seconda fase del progetto di ricerca "Interrelazioni localizzazioni-trasporti".

In esso viene, innanzi tutto, esposta l'architettura generale del sistema, con i vari sottosistemi che lo compongono e le loro interrelazioni. Segue una descrizione tecnicamente più dettagliata di alcuni particolari sottosistemi, per i quali si è già arrivati ad un buon livello di definizione modellistica e di software.

Conclude il saggio un'indicazione dei problemi ancora allo studio.

Particolare enfasi viene posta sugli aspetti di interazione tra sottosistemi dinamici con scale temporali diverse e sui problemi di interpretazione economica dei modelli di localizzazioni-trasporti.

Il saggio ha lo scopo di descrivere lo stato di avanzamento del
la seconda fase del progetto di ricerca "Interrelazioni localizzazioni-
trasporti".

In esso viene innanzi tutto esposta l'architettura generale del
sistema, con i vari sottosistemi che lo compongono e che sono inter-
relati. Segue una descrizione tecnica più dettagliata di alcuni
particolari sottosistemi, per i quali si è già arrivati ad un buon livello
di definizione modellistica e di software.

Conclude il saggio un'indicazione dei problemi ancora allo

studio.

Particolare enfasì viene posta sugli aspetti di interazione tra
sottosistemi dinamici con scale temporali diverse e sui problemi di
interpretazione economica dei modelli di localizzazioni-trasporti.

INDICE

	Pag.
1. INTRODUZIONE	1
2. INDIVIDUAZIONE DELLE PRINCIPALI VARIABILI DI STATO E DEI PRINCIPALI SOTTOSISTEMI. .	3
3. DESCRIZIONE DEI SOTTOSISTEMI	8
3.1. Il mercato delle abitazioni	8
3.2. Il mercato del lavoro	10
3.3. Il settore dei servizi	14
3.4. I trasporti	18
4. ARCHITETTURA GENERALE DEL SISTEMA INTE- GRATO.	20
5. CENNI SUGLI APPROCCI MODELLISTICI PER I DIVERSI SOTTOSISTEMI	23
5.1. Schema di contabilità generale per la mobili- tà della popolazione	23
5.2. Dinamica degli stock	27
5.3. Meccanismi di formazione dei prezzi	29
6. CONCLUSIONI	33
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	35

INDICE

1	INTRODUZIONE	1
2	INDIVIDUAZIONE DELLE PRINCIPALI VARIABILI DI STATO E DEI PRINCIPALI SOTTOSISTEMI	2
3	DESCRIZIONE DEI SOTTOSISTEMI	3
3.1	Il mercato delle abitazioni	3
3.2	Il mercato del lavoro	10
3.3	Il settore dei servizi	14
3.4	I trasporti	18
4	ARCHITETTURA GENERALE DEL SISTEMA INTE- GRATO	30
5	CENNI SUGLI APPROCCI MODELLISTICI PER I DIVERSI SOTTOSISTEMI	33
5.1	Schema di contabilità generale per la mobili- tà della popolazione	33
5.2	Dinamica degli stock	37
5.3	Mechanismi di formazione dei prezzi	39
6	CONCLUSIONI	53
7	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	55

1. INTRODUZIONE

Questo saggio costituisce un rapporto preliminare sullo stato di avanzamento della seconda fase del progetto di ricerca "Analisi dinamica delle interrelazioni localizzazioni - trasporti". Si ricorda che la prima fase di tale progetto è stata uno studio di fattibilità (Bertuglia ed altri, eds., 1983), il quale, oltre ad aver esplorato diversi approcci alternativi, ha portato ad individuare due fondamentali obiettivi di ricerca per la fase successiva:

- a. riformulare, in termini dinamici, i modelli integrati di localizzazioni e trasporti;
- b. introdurre, esplicitamente e con rigore teorico, variabili e meccanismi economici, dei quali la corrente modellistica urbana è carente.

Tali obiettivi costituiscono la motivazione principale dello sforzo intrapreso con la seconda fase del progetto. Si è assunta, come sostanzialmente valida, la struttura tradizionale dei modelli di sistema urbano ispirati alla teoria della base economica, ma, in luogo delle equazioni di equilibrio generale classiche, sono state introdotte equazioni dinamiche per le principali variabili di stato (le residenze, i posti di lavoro, i servizi, i flussi di traffico). Inoltre, meccanismi espliciti di formazione dei prezzi sono stati introdotti in alcuni sottosistemi, quali il mercato delle abitazioni (per quel che concerne la formazione dei prezzi) ed il mercato del lavoro (per quel che concerne la formazione dei salari).

I capitoli 2., 3. e 4. contengono una descrizione, non tecnica, della struttura generale del sistema e dei suoi sottosistemi. Il

capitolo 5. contiene cenni sugli approcci modellistici e sulle tecniche matematiche usate. In particolare, ci si è avvalsi:

- a. delle Master Equations (Weidlich e Haag, 1983) per formulare le equazioni dinamiche relative ai fenomeni di mobilità (sia residenziale sia lavorativa) della popolazione;
- b. delle equazioni dinamiche di Harris e Wilson (1978) per modellare la dinamica degli stock di servizi;
- c. delle condizioni di equilibrio (market clearing) di Anas (1982) e dei modelli di contrattazione casuale (random bidding) di Leonardi (1983) per modellare i meccanismi di formazione di prezzi e salari.

Nell'elaborare l'integrazione di questi tre approcci, ci si è avvalsi sia delle opere degli autori citati, sia della loro diretta collaborazione. In particolare, la struttura di sistema descritta in questo saggio, è scaturita da una riunione di lavoro tra A. Anas, G. Leonardi, A.G. Wilson ed il gruppo dell'IRES, la quale ha avuto luogo a Torino dal 24 al 28 gennaio 1985.

Le variabili di stato qui usate, da intendersi come requisiti di base per la descrizione della configurazione fisica di un sistema urbano, sono le seguenti:

1. la popolazione;
2. lo stock di abitazioni;
3. le industrie (attività economiche di base);
4. i servizi;
5. l'uso del suolo.

2. INDIVIDUAZIONE DELLE PRINCIPALI VARIABILI DI STATO E DEI PRINCIPALI SOTTOSISTEMI

Il primo passo nell'analisi di un sistema è costituito dall'individuazione delle principali variabili di stato, che si intendono usare ai fini della sua descrizione. Il secondo passo è costituito dall'individuazione delle principali interrelazioni tra le variabili di stato. Si assume che tali interrelazioni determinino il comportamento dinamico delle variabili di stato. Si assume, inoltre, che le variabili di stato siano grandezze fisiche osservabili empiricamente, onde permettere la verifica sperimentale delle ipotesi modellistiche che verranno introdotte.

Benché un sistema urbano sia un'entità complessa ed inscindibile, è possibile individuare in esso alcune famiglie di interrelazioni relativamente indipendenti, nel senso che esse coinvolgono un sottoinsieme limitato delle variabili di stato. Tali famiglie di interrelazioni costituiscono i principali sottosistemi del sistema urbano. Naturalmente, i sottosistemi così individuati sono solo parzialmente indipendenti, in quanto legati tra loro da interrelazioni più deboli di quelle che li caratterizzano al loro interno.

Le variabili di stato qui usate, da intendersi come requisiti minimi per la descrizione della configurazione fisica di un sistema urbano, sono le seguenti:

1. la popolazione;
2. lo stock di abitazioni;
3. le industrie (attività economiche di base);
4. i servizi;
5. l'uso del suolo;

6. i flussi di traffico.

Ciascuna delle variabili sopra elencate può essere trattata a diversi livelli di disaggregazione, a seconda della base di dati disponibile e delle esigenze dell'applicazione specifica. Tuttavia, si richiede, come requisito minimo, la loro disaggregazione spaziale, cioè la specificazione del valore da esse assunto per ciascuna localizzazione nell'area urbana. La specificazione localizzativa si suppone introdotta mediante un'opportuna suddivisione dell'area in un insieme discreto di zone, come nella modellistica urbana tradizionale.

Le principali famiglie di interrelazioni che legano le variabili di stato sopra elencate, cioè i principali sottosistemi del sistema urbano, sono mostrate in fig. 1.. Nella figura, una linea continua congiunge i sottosistemi con le variabili di stato che li determinano. Diamo ora una descrizione sommaria di ciascun sottosistema e delle sue interrelazioni con le variabili di stato.

1. Il sottosistema del Mercato delle Abitazioni. Con tale termine si indica il complesso di interrelazioni che hanno luogo tra la popolazione (domanda di abitazioni) e lo stock abitativo (offerta di abitazioni), e che producono fenomeni quali la mobilità residenziale, la dinamica dello stock abitativo, la dinamica dei prezzi delle abitazioni.
2. Il sottosistema del Mercato del Lavoro. Con tale termine si indica il complesso di interrelazioni che hanno luogo tra la popolazione (offerta di mano d'opera) e gli impianti industriali e di servizi (domanda di mano d'opera), e che producono fenomeni quali la mobilità lavorativa e la dinamica dei salari.
3. Il sottosistema del Settore dei Servizi. Con tale termine si indi-

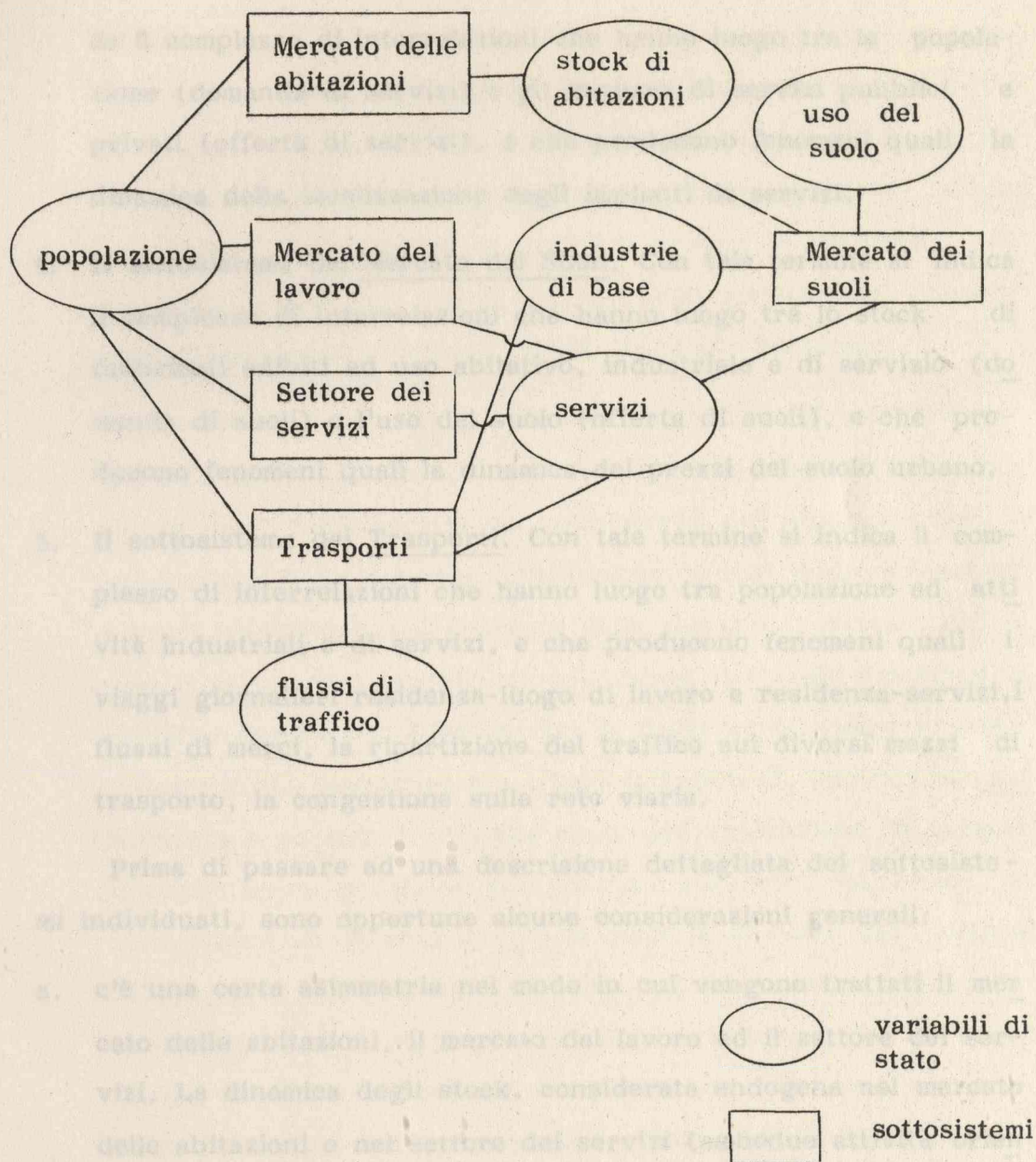


Figura 1 - Schema dei principali sottosistemi di un sistema urbano e delle loro interrelazioni con le principali variabili di stato

ca il complesso di interrelazioni che hanno luogo tra la popolazione (domanda di servizi) e gli impianti di servizi pubblici e privati (offerta di servizi), e che producono fenomeni quali la dinamica della localizzazione degli impianti di servizi.

4. Il sottosistema del Mercato dei Suoli. Con tale termine si indica il complesso di interrelazioni che hanno luogo tra lo stock di fabbricati adibiti ad uso abitativo, industriale e di servizio (domanda di suoli) e l'uso del suolo (offerta di suoli), e che producono fenomeni quali la dinamica dei prezzi del suolo urbano.
5. Il sottosistema dei Trasporti. Con tale termine si indica il complesso di interrelazioni che hanno luogo tra popolazione ed attività industriali e di servizi, e che producono fenomeni quali i viaggi giornalieri residenza-luogo di lavoro e residenza-servizi, i flussi di merci, la ripartizione del traffico sui diversi mezzi di trasporto, la congestione sulla rete viaria.

Prima di passare ad una descrizione dettagliata dei sottosistemi individuati, sono opportune alcune considerazioni generali:

- a. c'è una certa asimmetria nel modo in cui vengono trattati il mercato delle abitazioni, il mercato del lavoro ed il settore dei servizi. La dinamica degli stock, considerata endogena nel mercato delle abitazioni e nel settore dei servizi (ambedue, attività orientate verso la domanda), è invece esogena nel mercato del lavoro. In particolare, nel mercato del lavoro, è esogeno lo stock di servizi, in quanto determinato dal sottosistema omonimo, e lo stock di industrie di base, che, secondo la tradizione della modellistica urbana, verrà considerato dato esogenamente rispetto a tutto il sistema;

- b. benché appaia nel diagramma di fig. 1, il sottosistema del mercato dei suoli non sarà oggetto di trattazione esplicita nel resto del saggio. Ciò perché tale sottosistema è un po' al margine del cuore del sistema urbano, e più che un vero e proprio sforzo modellistico esso richiede un semplice schema di contabilità. Si assumerà, comunque, che in ciascun altro sottosistema pervengano esogenamente i vincoli d'uso del suolo necessari;
- c. una considerazione analoga, benché per motivi totalmente diversi, vale per il sottosistema dei trasporti. In effetti, si può dire che la parte fondamentale del sottosistema dei trasporti, cioè la generazione della domanda di trasporto, è così interconnessa con i primi tre sottosistemi (mercato delle abitazioni, mercato del lavoro e settore dei servizi) da costituirne una delle principali variabili endogene. In altre parole, la domanda di trasporto costituisce più un connettivo tra i vari sottosistemi, che non un sottosistema a se stante. Ciò che resta del sottosistema dei trasporti (ripartizione modale ed assegnazione alla rete) costituisce un sottosistema abbastanza marginale rispetto al cuore del sistema urbano, per il quale, inoltre, esiste già un apparato modellistico ben sviluppato. Pertanto, anche il sottosistema dei trasporti (inteso nel senso restrittivo di ripartizione modale ed assegnazione alla rete), verrà accennato ma non approfondito. Vale la pena di ripetere che ciò non significa relegare i trasporti ad un ruolo secondario. Al contrario, si riconosce ad essi un'importanza tale da renderli parte integrante di tutti i sottosistemi.

3. DESCRIZIONE DEI SOTTOSISTEMI

3.1. Il mercato delle abitazioni

La struttura del sottosistema del mercato delle abitazioni è costituita da tre fenomeni fondamentali:

- a. la mobilità residenziale. Con ciò si intende il processo che provoca mutamenti nella localizzazione residenziale della popolazione, costituendo così la domanda di abitazioni. Tale processo include sia i mutamenti di residenza della popolazione esistente, sia i mutamenti della popolazione di natura puramente demografica. Mentre i parametri che descrivono i mutamenti demografici si possono assumere dati esogenamente, i fattori che inducono la popolazione a cercare una nuova residenza sono in parte endogeni al mercato delle abitazioni stesso, in parte prodotti da altri sottosistemi. I fattori endogeni sono lo stock di abitazioni, che determina la reperibilità di alternative residenziali, ed i prezzi delle abitazioni, che ne determinano la convenienza relativa. I fattori prodotti da altri sottosistemi sono l'accessibilità al luogo di lavoro (determinata dal sottosistema del mercato del lavoro) e l'accessibilità ai servizi (determinata dal sottosistema dei servizi);
- b. la dinamica dello stock abitativo. Con ciò si intende il processo che provoca mutamenti nell'ammontare dello stock di abitazioni in ciascuna localizzazione (demolizioni, nuove costruzioni, ristrutturazioni). In questo caso, i principali input esogeni sono costituiti dall'eventuale intervento pubblico e dalla disponibilità di uso di suolo residenziale. I principali fattori endogeni sono la domanda ed i prezzi delle abitazioni, che determinano sia i nuo-

vi investimenti in costruzioni e ristrutturazioni, sia le demolizioni;

- c. la dinamica dei prezzi delle abitazioni. Con ciò si intende il processo che provoca mutamenti nel livello dei prezzi delle abitazioni in ciascuna localizzazione. Il meccanismo di formazione dei prezzi (sia per gli alloggi in proprietà sia per quelli in affitto) è essenzialmente endogeno al sottosistema del mercato delle abitazioni, essendo il prezzo un segnale interno di equilibramento tra domanda ed offerta. Tuttavia, sono considerati anche input esogeni, dovuti a parziale intervento pubblico nel mercato delle abitazioni, nella forma di controllo degli affitti, fornitura di stock pubblico, sovvenzioni ed agevolazioni alle famiglie. In tal caso, i prezzi diventano insufficienti come segnali equilibranti del mercato, ed altri segnali possono apparire, nella forma di esternalità associate, ad esempio, ai tempi ed alle file d'attesa per accedere al mercato pubblico ed agevolato.

La struttura sopra descritta può essere riassunta nel diagramma di fig. 2. In questa figura non sono stati evidenziati gli output che il sottosistema del mercato delle abitazioni invia ad altri sottosistemi, giacché essi verranno discussi sotto forma di input in sede di analisi dettagliata di tali sottosistemi. Si può, comunque, dire in generale che l'output principale inviato dal sottosistema del mercato delle abitazioni è la popolazione, specificata per localizzazione residenziale.

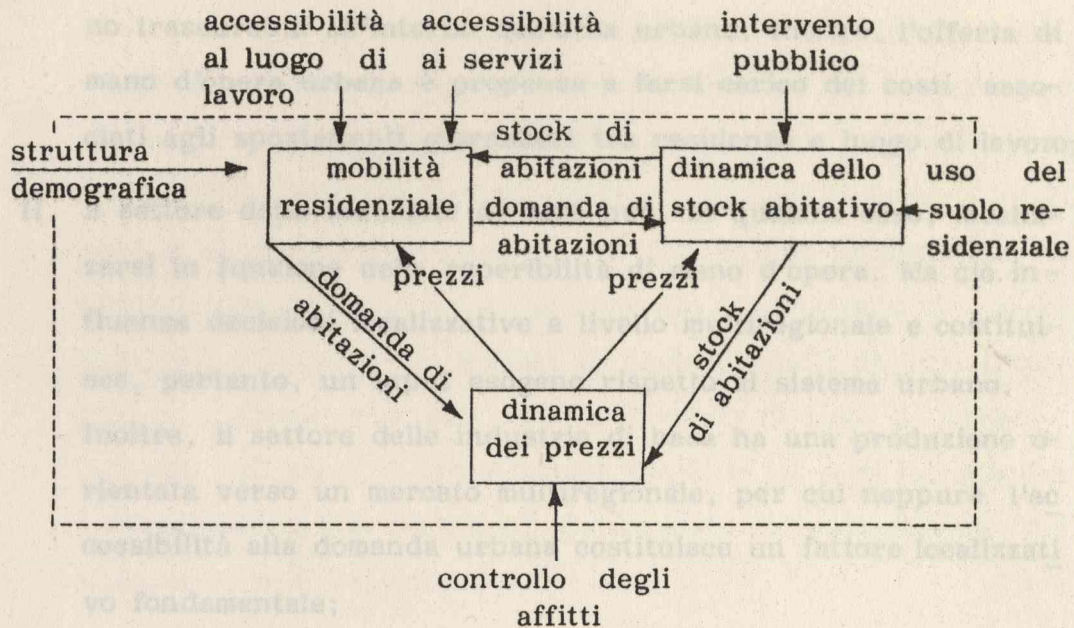


Figura 2 - Articolazione interna del sottosistema del mercato delle abitazioni

3.2. Il mercato del lavoro

La struttura del sottosistema del mercato del lavoro è, per molti versi, analoga a quella del mercato delle abitazioni. Come già accennato, la differenza fondamentale consiste nell'assenza di una dinamica endogena dello stock di impianti produttivi. Ciò è dovuto all'assunzione, fondata empiricamente, che la localizzazione delle attività economiche all'interno di un'area urbana sia indifferente alle differenze interzonali di reperibilità e costo di mano d'opera. Infatti, si può osservare che:

- I. le differenze nei costi di mano d'opera, a parità di settore, so-

no trascurabili all'interno dell'area urbana. Inoltre, l'offerta di mano d'opera urbana è propensa a farsi carico dei costi associati agli spostamenti giornalieri tra residenza e luogo di lavoro;

- II. il settore delle industrie di base può, in qualche caso, localizzarsi in funzione della reperibilità di mano d'opera. Ma ciò influen^{za} decisioni localizzative a livello multiregionale e costituisce, pertanto, un input esogeno rispetto al sistema urbano.

Inoltre, il settore delle industrie di base ha una produzione orientata verso un mercato multiregionale, per cui neppure l'accessibilità alla domanda urbana costituisce un fattore localizzativo fondamentale;

- III. il settore dei servizi si localizza, essenzialmente, in funzione dell'accessibilità alla domanda, cioè agli utenti, ma non è influenzato dall'accessibilità all'offerta di mano d'opera, cioè agli addetti del settore (*).

Ciò premesso, la struttura del sottosistema del mercato del lavoro è costituita da tre fenomeni fondamentali:

- a. la mobilità lavorativa. Con ciò si intende il processo che provoca mutamenti nella localizzazione del posto di lavoro della popolazione attiva, costituendo così l'offerta di mano d'opera. Tale pro

(*) Questa è un'ipotesi semplificatrice che verrà superata in sviluppi futuri dello studio. Essa, infatti, non include una parte importante del settore terziario, quella dei servizi alle imprese del settore di base, la quale si sviluppa e si localizza con modalità completamente diverse da quelle dei servizi orientati verso la popolazione residente. L'introduzione esplicita di tali servizi potrebbe anche indurre ad una parziale revisione dell'ipotesi che il settore di base sia esogeno, in quanto lo sviluppo di una rete di servizi alle imprese in un'area urbana può costituire un fattore di attrazione per la localizzazione di nuove imprese.

cesso include sia i mutamenti di luogo di lavoro della popolazione già in condizione lavorativa, sia i mutamenti di condizione dei nuovi entranti nel mercato del lavoro (prima occupazione) e degli uscenti (pensionamenti). Mentre i secondi mutamenti citati sono in larga misura associabili a fattori di tipo demografico, e costituiscono pertanto un input esogeno, i primi sono in parte endogeni al mercato del lavoro, in parte prodotti da altri sottosistemi. I fattori endogeni sono la domanda di posti di lavoro ed il livello dei salari. L'unico fattore prodotto da altri sottosistemi è l'accessibilità alla residenza, determinata dal sottosistema del mercato delle abitazioni;

- b. la domanda di mano d'opera. Con ciò si intende il processo che determina il numero di posti di lavoro assegnati a ciascuna zona (e per ciascun settore). Come prima approssimazione, tale processo può essere modellato in modo molto semplice, applicando coefficienti tecnici costanti ai dati di dimensione degli impianti industriali e produttivi. Più in generale, si può introdurre un meccanismo più complesso che vari tali coefficienti in funzione del livello dei salari e dell'innovazione tecnologica (od organizzativa) nel processo produttivo. Pertanto, usando la solita distinzione, si ha un input esogeno (l'innovazione tecnologica od organizzativa), un input da altri sottosistemi (la dimensione e localizzazione delle industrie e dei servizi) ed un fattore endogeno (i salari);
- c. la dinamica dei salari. Con ciò si intende il processo che provoca mutamenti nel livello dei salari in ciascun settore ed in ciascuna zona. In analogia con quanto osservato per i prezzi nel mercato delle abitazioni, si può dire che il meccanismo di forma-

zione dei salari è in parte endogeno, cioè dipendente dalla libera contrattazione tra domanda ed offerta di mano d'opera, in parte esogeno, cioè parzialmente controllato tramite intervento pubblico o sindacale.

La struttura sopra descritta può essere riassunta nel diagramma di fig. 3. Anche in questo caso, non sono evidenziati gli output che il sottosistema del mercato del lavoro invia ad altri sottosistemi. Il principale di tali output è, comunque, la popolazione specificata per localizzazione del luogo di lavoro.

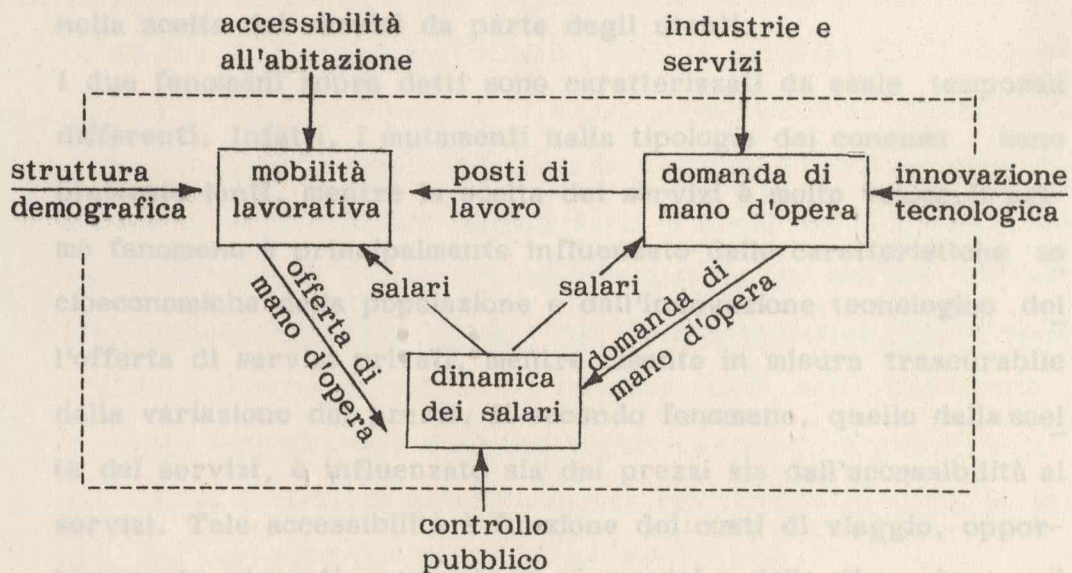


Figura 3 - Articolazione interna del sottosistema del mercato del lavoro

3.3. Il settore dei servizi

Il sottosistema del settore dei servizi fa riconoscere comportamenti diversi a seconda che si tratti di servizi privati o di servizi pubblici.

La struttura del sottosistema del settore dei servizi privati è costituita da tre fenomeni fondamentali:

- a. la domanda di servizi privati. Con ciò si intende il risultato di un processo che provoca mutamenti nella tipologia dei consumi e nella scelta dei servizi da parte degli utenti.

I due fenomeni sopra detti sono caratterizzati da scale temporali differenti. Infatti, i mutamenti nella tipologia dei consumi sono piuttosto lenti, mentre la scelta dei servizi è molto veloce. Il primo fenomeno è principalmente influenzato dalle caratteristiche socioeconomiche della popolazione e dall'innovazione tecnologica dell'offerta di servizi privati, mentre risente in misura trascurabile della variazione dei prezzi. Il secondo fenomeno, quello della scelta dei servizi, è influenzato sia dai prezzi sia dall'accessibilità ai servizi. Tale accessibilità è funzione dei costi di viaggio, opportunamente misurati, per recarsi ai servizi e della dimensione ed articolazione dei servizi stessi.

I fattori che determinano la domanda di servizi privati sono in parte endogeni al sottosistema del settore dei servizi, in parte prodotti da altri sottosistemi. I fattori endogeni sono l'offerta di servizi ed i prezzi, mentre i fattori prodotti da altri sottosistemi sono la popolazione residente (dal sottosistema del mercato delle abitazioni) ed i posti di lavoro (dal sottosistema del mercato del lavoro);

- b. la dinamica dell'offerta di servizi privati. Con ciò si intende il processo che provoca mutamenti nell'ammontare dello stock di servizi privati in ciascuna localizzazione (demolizioni, nuove costruzioni, ristrutturazioni) e nella quantità e nell'articolazione del volume di vendite effettuate o di servizi prestati. Si fa osservare che la dinamica dello stock dei servizi privati risulta comunque più veloce della dinamica dello stock di abitazioni, in quanto per alcuni tipi di servizi privati (ad esempio, vendite al dettaglio) tale dinamica si riduce essenzialmente a ristrutturazioni di stock esistenti. I fattori endogeni al settore dei servizi privati, che determinano la dinamica dell'offerta, sono la domanda di servizi ed i prezzi, che influenzano sia i nuovi investimenti in costruzioni, ristrutturazioni e demolizioni, sia la quantità ed articolazione dei servizi offerti. I fattori esogeni sono la disponibilità d'uso del suolo per servizi (derivante dal sottosistema del mercato del suolo), l'innovazione tecnologica, che viene considerata, allo stato attuale dello studio, totalmente esogena (cioè, non proveniente da alcun sottosistema) e l'investimento pubblico (si pensi, ad esempio, al contributo pubblico per la costruzione di stock di servizi che verranno poi gestiti da privati);
- c. la dinamica dei prezzi dei servizi privati. Con ciò si intende il processo che provoca mutamenti nel livello dei prezzi dei servizi privati in ciascuna localizzazione. Il meccanismo di formazione dei prezzi, così come avveniva per il mercato delle abitazioni, è essenzialmente endogeno al sottosistema del settore dei servizi, ed è il risultato dell'equilibrio tra domanda ed offerta. Ciononostante,

la dinamica dei prezzi risente di un input esogeno, il controllo pubblico dei prezzi, che individua, per alcuni beni e servizi, soglie massime di prezzo.

La struttura del sottosistema del settore dei servizi privati, sopra descritta, può essere riassunta nel diagramma di fig. 4..

Anche in questo caso, non sono stati evidenziati gli output che il sottosistema del settore dei servizi privati invia ad altri sottosistemi. Il principale di tali output è, comunque, la domanda di servizi privati specificata per luogo di provenienza.

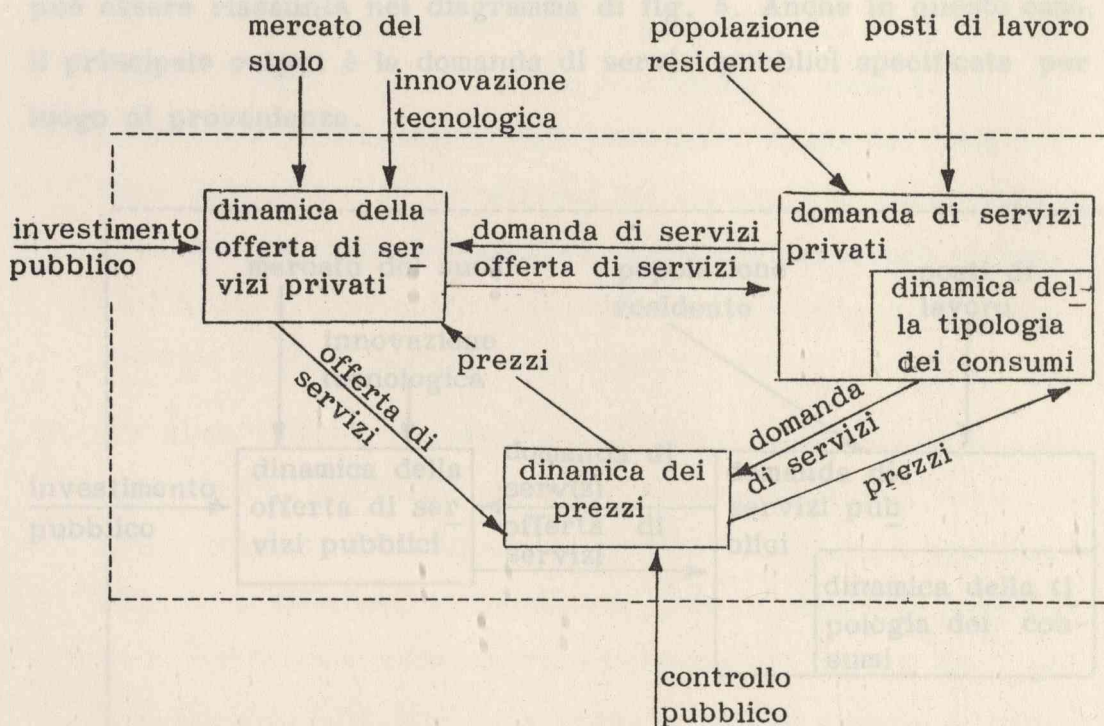


Figura 4 - Articolazione interna del sottosistema del settore dei servizi privati

Con riferimento al sottosistema del settore dei servizi pubblici, valgono le cose dette per il sottosistema del settore dei servizi privati, ad eccezione della dinamica dei prezzi, che, in questo caso, è praticamente inesistente (infatti, per i servizi pubblici, quali ad esempio le scuole od i servizi sanitari di base, non si può parlare di veri e propri prezzi). Esistono però altri segnali, diversi dai prezzi, che fungono da equilibratori nel settore dei servizi pubblici. Essi sono le forme di esternalità associate, ad esempio, ai tempi ed alle liste di attesa per accedere ai servizi stessi.

La struttura del sottosistema del settore dei servizi pubblici può essere riassunta nel diagramma di fig. 5. Anche in questo caso, il principale output è la domanda di servizi pubblici specificata per luogo di provenienza.

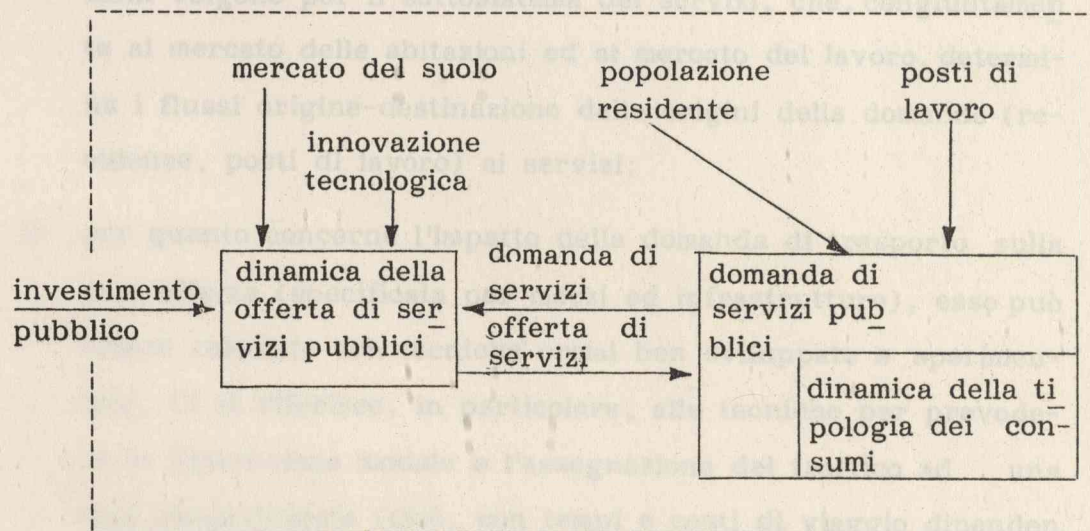


Figura 5 - Articolazione interna del sottosistema del settore dei servizi pubblici

3.4. I trasporti

Come si è già accennato, i trasporti intervengono nel sistema urbano complessivo a due livelli:

- I. per quanto concerne la domanda di trasporto, cioè le matrici degli spostamenti giornalieri di persone tra luoghi di residenza, luoghi di lavoro e servizi, essa è completamente endogena ai sottosistemi finora discussi ed alle loro interrelazioni, e non può essere isolata in un sottosistema a parte. Ad esempio, mercato delle abitazioni e mercato del lavoro determinano congiuntamente la disaggregazione della popolazione per luogo di residenza e luogo di lavoro, il che costituisce la domanda di trasporto per spostamenti di tipo pendolare. Analoghe considerazioni valgono per il sottosistema dei servizi, che, congiuntamente al mercato delle abitazioni ed al mercato del lavoro, determina i flussi origine-destinazione dalle origini della domanda (residenze, posti di lavoro) ai servizi;
- II. per quanto concerne l'impatto della domanda di trasporto sulla rete offerta (specificata per mezzi ed infrastrutture), esso può essere calcolato con tecniche ormai ben sviluppate e sperimentate. Ci si riferisce, in particolare, alle tecniche per prevedere la ripartizione modale e l'assegnazione del traffico ad una rete congestionata (cioè, con tempi e costi di viaggio dipendenti dalla capacità della rete e dal carico sulla stessa). Circa la dinamica, valgono considerazioni analoghe a quelle fatte per la domanda di servizi: si può assumere che il processo di cambiamento delle scelte della domanda di trasporto, per quel che concerne mezzi e percorsi, sia molto rapido in un'area urbana, al

punto da poterlo considerare in equilibrio ad ogni istante.

Le considerazioni sopra fatte valgono, essenzialmente, per il trasporto di persone. Tecniche analoghe possono essere usate per il trasporto di merci, tenendo però presente che solo una parte del traffico di merci, che si osserva all'interno di un'area urbana, è prodotto all'interno dell'area stessa. Una parte considerevole è generata all'esterno, o è di puro attraversamento, per cui va considerata come un dato esogeno.

Lo schema generale del sistema integrato è rappresentato in Fig. 1.

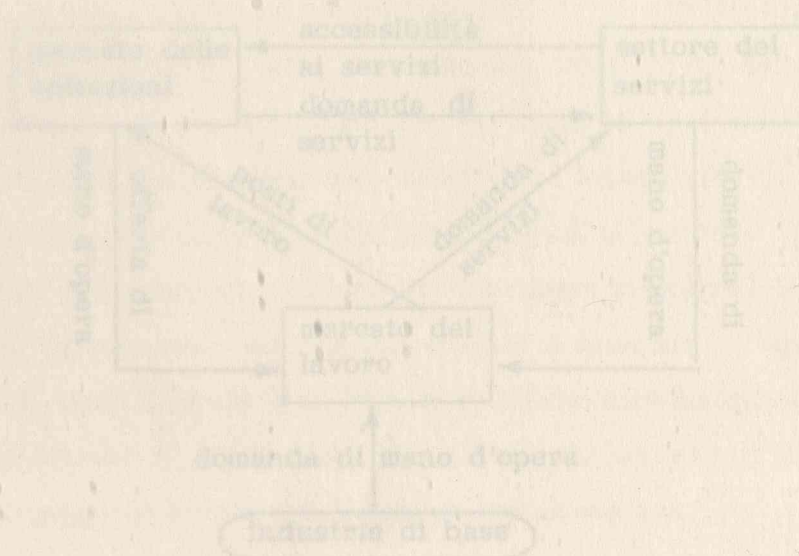


Figura 1 - Schema dell'architettura complessiva del sistema integrato

4. ARCHITETTURA GENERALE DEL SISTEMA INTEGRATO

Siamo ora in grado di fornire un quadro di unione riassuntivo dei vari sottosistemi e delle loro principali interrelazioni. Nel capitolo 3., si è visto che il cuore vero e proprio della dinamica urbana è costituito da: mercato delle abitazioni, mercato del lavoro e servizi. Pertanto, ci si limiterà a considerare le interrelazioni tra questi tre sottosistemi. Per semplicità, gli input esogeni non verranno considerati esplicitamente (essi, peraltro, sono stati discussi nel capitolo 3. per ciascun sottosistema); quindi, verranno considerate solo le interrelazioni endogene. Un'eccezione sarà fatta per le industrie di base, in armonia con la modellistica urbana classica.

Lo schema generale del sistema integrato è rappresentato in fig. 6.

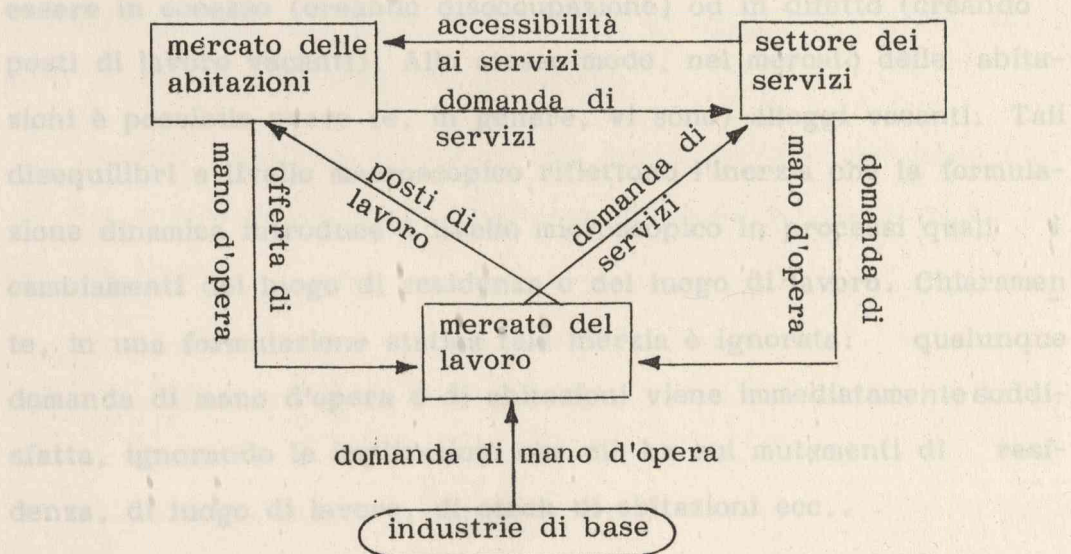


Figura 6 - Schema dell'architettura complessiva del sistema integrato

La fig. 6 mette in luce alcune similarità ed alcune diversità del sistema qui proposto rispetto ai modelli di sistema urbano classici (ad esempio: Lowry, 1964).

Come nel caso classico, l'interazione fondamentale è quella tra abitazioni e servizi, ed il principale input esogeno è il settore di base. La principale novità consiste nell'avere reso esplicito il sottosistema del mercato del lavoro, assunto invece implicito ed assai semplificato nei modelli tradizionali. Ma la differenza più importante consiste, naturalmente, nel fatto che il sistema di fig. 6 è da intendere come dinamico. Ciò introduce delle profonde differenze rispetto ad un modello di equilibrio generale. Ad esempio, nel modello di Lowry le frizioni nella mobilità residenziale e lavorativa sono ignorate. Per contro, nel sistema qui proposto il mercato del lavoro non è necessariamente in equilibrio ad ogni istante. La contrattazione tra domanda ed offerta avviene gradualmente nel tempo, e l'offerta può essere in eccesso (creando disoccupazione) od in difetto (creando posti di lavoro vacanti). Allo stesso modo, nel mercato delle abitazioni è possibile avere (e, in genere, vi sono) alloggi vacanti. Tali disequilibri a livello macroscopico riflettono l'inerzia che la formulazione dinamica introduce a livello microscopico in processi quali i cambiamenti del luogo di residenza o del luogo di lavoro. Chiaramente, in una formulazione statica tale inerzia è ignorata: qualunque domanda di mano d'opera o di abitazioni viene immediatamente soddisfatta, ignorando le implicazioni che ciò ha sui mutamenti di residenza, di luogo di lavoro, di stock di abitazioni ecc..

Un'ulteriore precisazione va fatta circa l'assenza di prezzi e salari nelle interrelazioni tra i sottosistemi mostrate in fig. 6. In senso stretto, ciò è sbagliato. I salari costituiscono il reddito della po

polazione, che dovrebbe entrare come input nel sottosistema del mercato delle abitazioni, in quanto condiziona la mobilità residenziale. Lo stesso dicasi per i prezzi delle abitazioni, che dovrebbero entrare come input nel sottosistema del mercato del lavoro, in quanto costituiscono una detrazione dal reddito, che condiziona la mobilità lavorativa.

Tuttavia, nella versione attualmente sviluppata, i modelli da noi elaborati usano l'assunzione semplificatrice che le utilità della domanda siano lineari ed additive, per quanto concerne sia le scelte della residenza, sia le scelte del posto di lavoro. Ciò, come è noto, implica che costanti additive indipendenti dalle alternative possano essere ignorate, senza mutare il comportamento di scelta. Ciò vale per il reddito nelle scelte della residenza e per il prezzo dell'abitazione nelle scelte del posto di lavoro.

Si tratta, ripetiamo, di un'ipotesi semplificatrice e non del tutto soddisfacente. Ha, però, il vantaggio di semplificare molte procedure di calcolo e di stima dei parametri.

Stiamo, comunque, studiando una nuova versione dei modelli, in cui tale ipotesi potrà essere rimossa e sostituita con funzioni di utilità non lineari.

5. CENNI SUGLI APPROCCI MODELLISTICI PER I DIVERSI SOTTO SISTEMI

5.1. Schema di contabilità generale per la mobilità della popolazione

L'approccio usato per modellare i processi di mobilità della popolazione, sia in quanto residenziale sia in quanto lavorativa, è quello delle master equations, sviluppato da Weidlich e Haag (1983). Il carattere distintivo dell'approccio consiste nel trattare i mutamenti delle configurazioni della considerata popolazione come un processo stocastico, che associa ad ogni macroconfigurazione (ad esempio, numero di residenti in ciascuna localizzazione) una distribuzione di probabilità e, tramite opportune equazioni del moto (analoghe alle equazioni differenziali di Kolmogoroff per un processo markoviano), permette di descrivere i mutamenti nel tempo di tale distribuzione di probabilità. Un elemento cruciale nell'uso di questo approccio è costituito dalla specificazione delle modalità con cui avvengono i cambiamenti di configurazione (ad esempio, le modalità con cui gli individui, singolarmente e nel loro complesso, decidono di cambiare residenza). In termini tecnici, ciò costituisce il problema della specificazione delle probabilità di transizione del sistema. Mentre le equazioni differenziali per la distribuzione di probabilità delle macroconfigurazioni costituiscono uno schema di contabilità generale, valido per ogni specificazione delle probabilità di transizione, diverse ipotesi circa le probabilità di transizione determinano diversi tipi di comportamento dinamico, in quanto esse riflettono le ipotesi fatte circa il comportamento individuale, il modo in cui vengono valutati prezzi ed accessibilità e così via.

In generale, nelle applicazioni non viene usata la versione sto-

castica completa delle master equations, ma ci si accontenta di una loro approssimazione deterministica, cioè delle corrispondenti equazioni dinamiche per i valori attesi. Tale approssimazione è giustificata dal ricorso al teorema del valor medio e dall'assunzione, fondata empiricamente, che si considerino aggregati di popolazione sufficientemente grandi.

A titolo illustrativo, daremo l'esempio di una tipica equazione dinamica per i valori attesi della popolazione specificata per luogo di residenza (cioè, per la mobilità residenziale (*)).

Si definiscano:

i, j indici associati alle localizzazioni (zone) di possibile residenza

$P_i(t)$ popolazione attesa residente in i al tempo t

$a_{ij}(t)$ tasso di transizione da i a j al tempo t ; cioè, $a_{ij}(t)\Delta$ è la probabilità che un individuo residente in i al tempo t si trasferisca in j nell'intervallo $(t, t+\Delta)$

$Y_i(t)$ saldo netto naturale e migratorio col resto del mondo in i al tempo t ; cioè, $Y_i(t)\Delta$ è la variazione di popolazione in i nell'intervallo $(t, t+\Delta)$ dovuta a nascite, morti, immigrazioni ed emigrazioni da e per l'esterno dell'area urbana considerata.

Si ha allora che le equazioni differenziali per i valori attesi della popolazione hanno la forma generale:

$$\dot{P}_j(t) = Y_j(t) + \sum_i P_i(t) a_{ij}(t) - P_j(t) \sum_i a_{ji}(t) \quad (1)$$

(*) Le equazioni per la mobilità lavorativa hanno struttura analoga, qualora si sostituisca al luogo di residenza il posto di lavoro ed al prezzo dell'abitazione il salario cambiato di segno.

Le equazioni (1) possono essere risolte, qualora siano noti l'input esogeno $Y(t)$ e la struttura dei tassi di transizione $a_{ij}(t)$. Non ci dilungheremo su $Y(t)$, che può essere determinato con tecniche demografiche standard. La novità del modello consiste nella specificazione funzionale data ai tassi di transizione, che è della forma:

$$a_{ij}(t) = h_{ij} \exp [u_j(t) - u_i(t)], \quad h_{ij} > 0, \quad (2)$$

in cui:

h_{ij} è un fattore associato alla frizione a trasferirsi da i a j (e può dipendere, ad esempio, dalla distanza e dal costo del trasloco)

$u_i(t)$ è l'utilità attesa per un residente in i al tempo t .

Tassi di transizione del tipo dato dall'equazione (2) sono proposti in termini generali in Weidlich e Haag (1983) ed una loro giustificazione microeconomica è fornita in Leonardi (1983).

Benché nella (2) le utilità $u_i(t)$ vengano indicate come funzioni esplicite del tempo, nel modello esse sono in realtà specificate come funzioni di altre variabili endogene ed esogene al mercato delle abitazioni, ed esattamente:

- a. la popolazione residente
- b. lo stock di abitazioni vacanti
- c. l'accessibilità ai servizi
- d. l'accessibilità ai posti di lavoro
- e. il prezzo delle abitazioni.

Come s'è detto, in una prima versione del modello u_i è stata considerata una funzione lineare di queste variabili.

Dal punto di vista del calcolo numerico, è più conveniente operare con una versione discreta delle equazioni (1), piuttosto che tentare un'integrazione diretta. La versione discreta da noi proposta è la seguente:

$$P_j(t+\Delta) = P_j(t) + \Delta Y_j(t) + \Delta \sum_i P_i(t) q_{ij}(t, \Delta) - \Delta P_j(t) \sum_i q_{ji}(t, \Delta) \quad (3)$$

in cui:

$$q_{ij}(t, \Delta) = \frac{h_{ij} e^{u_j(t)}}{\sum_j \Delta \sum_i h_{ij} e^{u_j(t)} + e^{u_i(t)}} \quad (4)$$

E' immediato constatare che:

$$\lim_{\Delta \rightarrow 0} q_{ij}(t, \Delta) = h_{ij} \exp [u_j(t) - u_i(t)] = a_{ij}(t)$$

e che, pertanto, le (3) tendono alle (1) per $\Delta \rightarrow 0$. La forma proposta con la (4) costituisce un modello Logit (Domencich, McFadden, 1975), per il quale esiste una precisa giustificazione microeconomica come modello di comportamento della domanda nella scelta tra alternative discrete. L'uso di tali modelli per l'analisi della mobilità residenziale è proposto e discusso in modo approfondito in Anas (1982).

Come s'è detto, la mobilità lavorativa è descrivibile con equazioni del tutto analoghe alle (1). Inoltre, è allo studio una generalizzazione che considera simultaneamente mobilità residenziale e lavorativa. Ciò può essere fatto introducendo due indici, invece di uno, nella descrizione dello stato della popolazione: il luogo di residenza ed il luogo di lavoro.

Le variabili di stato diventano quindi:

$P_{ij}(t)$ popolazione attesa residente in i ed avente un posto di lavoro in j .

Equazioni che estendono le (1), incorporando i cambiamenti di luogo di lavoro, possono essere scritte in linea con questo suggerito in Leonardi (1983). A parte l'aumento nella dimensione delle variabili di stato, la costruzione di questa generalizzazione non presenta particolari difficoltà concettuali.

5.2. Dinamiche degli stock

Il problema di modellare la dinamica degli stock fisici interviene in due sottosistemi: il mercato delle abitazioni ed il settore dei servizi.

Qui si tralascia la discussione del modello relativo allo stock di abitazioni, sia perché si tratta di una dinamica relativamente lenta, sia perché il modello non riveste particolare interesse teorico né contiene molte caratteristiche innovative. Si tratta di un modello molto semplice di contabilità, basato su equazioni di bilancio tra gli elementi che descrivono l'attività edilizia, cioè demolizioni e nuove costruzioni. Pertanto, esso può essere considerato un caso molto semplice dell'approccio già descritto delle master equations (applicato, naturalmente, alle abitazioni invece che alla popolazione).

Riveste, invece, maggiore interesse discutere il modello usato per la dinamica degli stock di servizi, sia in quanto essa costituisce un fenomeno di mutamento fisico piuttosto veloce in un'area urbana, sia in quanto il settore dei servizi è sensibile, più di altri, a mutamenti nella domanda.

Per modellare la dinamica dello stock di servizi, ci si è avvalsi delle equazioni proposte da Harris e Wilson (1978).

Il prototipo di tali equazioni, applicate ad esempio ai servizi commerciali (centri di vendita), è il seguente:

$$W_j = \lambda [D_j(W) - C_j(W_j) f(W_j)] \quad (5)$$

in cui:

W_j stock di servizi (ad esempio, centri di vendita) nella localizzazione j

$C_j(W_j)$ costo associato alla fornitura di uno stock di servizi W_j in j

$D_j(W) = \sum_i T_{ij}(W)$ domanda totale attratta in j , espressa in termini di spesa totale (cioè, D_j è il ricavo totale dei servizi in j , espresso in termini monetari).

$T_{ij}(W) = Q_i \frac{W_j^\alpha e^{-\beta c_{ij}}}{\sum_j W_j^\alpha e^{-\beta c_{ij}}}$ spesa totale dei residenti in i presso servizi in j (6)

Q_i spesa totale dei residenti in i

C_{ij} costo di trasporto tra i e j

λ, α, β parametri non negativi.

La funzione $f(W_j)$, supposta non negativa e crescente, è un fattore di agglomerazione dei servizi, ed esprime il fatto che la velocità del processo descritto dalla (5) cresce con la dimensione dei servizi già esistenti in j . In molte applicazioni, si introduce l'ipotesi semplificatrice:

$$f(W_j) = W_j$$

$$C_j(W_j) = k_j W_j, \quad k_j > 0 \text{ costante.}$$

A parte il fattore di agglomerazione dei servizi, $f(W_j)$, la (5) postula essenzialmente un tasso di crescita della dimensione dei servizi in ogni zona proporzionale al profitto netto, cioè proporzionale alla differenza tra ricavi e costi. Quando questa è positiva, si ha un incremento; quando è negativa, si ha un decremento.

E' importante notare come alcuni parametri di questo modello, in particolare l'esponente α che appare nella (6), hanno valori critici che possono determinare biforcazioni e mutamenti strutturali nella soluzione. Ciò riflette abbastanza bene quanto si osserva nella realtà urbana, in cui il settore terziario è senza dubbio quello più soggetto a cambiamenti relativamente rapidi e drastici, sia nell'organizzazione sia nella configurazione spaziale.

Vale anche la pena di notare come la (6) definisca, anch'essa, un modello di tipo Logit, assicurando così una coerenza tra le assunzioni fatte circa il comportamento della domanda nei processi di mobilità [cfr.: eq. (4)] ed il modello di domanda per i servizi.

5.3. Meccanismi di formazione dei prezzi

I meccanismi di formazione dei prezzi intervengono nel sottosistema del mercato delle abitazioni ed in quello del mercato del lavoro (nel quale essi vengono chiamati salari). Non si esclude che meccanismi endogeni di formazione dei prezzi possano essere introdotti anche in altri sottosistemi, quali i servizi od i trasporti, ma la versione attuale del sistema non lo contempla.

Anche nel caso dei prezzi (o salari), è possibile individuare una stretta analogia formale tra mercato delle abitazioni e mercato del lavoro. A titolo di esempio illustrativo, verrà esposto il caso del mercato delle abitazioni.

Per quanto riguarda i meccanismi di formazione dei prezzi, si è preferito mantenere due opzioni alternative nel modo di operare del modello. La prima opzione corrisponde all'ipotesi che il processo di aggiustamento dei prezzi sia molto veloce, tanto da poterne trascurare le fluttuazioni transitorie ed assumerne l'equilibrio ad ogni istante. La seconda opzione corrisponde all'opposto dell'ipotesi precedente.

Nel caso della prima opzione, i prezzi vengono determinati come soluzione di un sistema di equazioni di equilibrio delle quantità (market clearing). Tuttavia, viene mantenuta la possibilità che domanda ed offerta non si bilancino perfettamente, cioè che alcuni alloggi restino vacanti (o che alcuni lavoratori restino disoccupati).

Tale possibilità può essere introdotta in due modi, corrispondenti a due modi di operare alternativi nel modello. Con riferimento al mercato delle abitazioni, il primo modo consiste nell'assumere che la decisione di lasciare un alloggio vacante sia determinata dall'offerta, e pertanto sia funzione solo di caratteristiche locali dell'abitazione (in particolare, sia funzione solo del prezzo nella zona, ma non di quelli nel resto dell'area urbana). Tale approccio è proposto da Anas (1982). Il secondo modo consiste nell'assumere che la decisione di lasciare un alloggio vacante sia determinata dalla domanda, e pertanto sia funzione delle caratteristiche delle abitazioni in tutta la area (in particolare, sia funzione di tutti i prezzi in tutte le zone

dell'area urbana). Tale approccio è proposto in Leonardi (1984).

In termini matematici, si definisca:

- j l'indice che contraddistingue le diverse zone,
 $j=1, \dots, n$
- r_j il prezzo medio di un'abitazione in j
- $D_j(r_1, \dots, r_n)$ la domanda di abitazioni in j , ad un dato tempo,
 espressa in funzione del prezzo
- Q_j lo stock di abitazioni disponibili in j , ad un dato
 tempo
- $H_j(r_j)$ la probabilità che un'abitazione in j venga posta
 in affitto (o vendita), secondo la prima opzione
 (Anas)
- $\bar{H}_j(r_1, \dots, r_n)$ la probabilità che un'abitazione in j venga richies
 ta da almeno un'unità di domanda, secondo la seco
 nda opzione (Leonardi).

Allora si ha che il primo modo si traduce in equazioni del tipo:

$$D_j(r_1, \dots, r_n) = Q_j H_j(r_j), \quad (7)$$

mentre il secondo modo si traduce in equazioni del tipo:

$$D_j(r_1, \dots, r_n) = Q_j \bar{H}_j(r_1, \dots, r_n). \quad (8)$$

In ambedue i casi, le funzioni di domanda sono date da modelli di tipo Logit. Le funzioni di offerta sono, invece, diverse: la prima, $H_j(r_j)$, è un modello Logit binario, che contempla la scelta tra, diciamo, l'affittare od il mantenere vacante un alloggio in j ; la seconda, $\bar{H}_j(r_1, \dots, r_n)$, è una funzione più complessa, derivata da

considerazioni probabilistiche a livello microscopico (Leonardi, 1984), che fornisce la probabilità che un alloggio in j sia richiesto a prezzo non negativo da almeno una unità di domanda.

Nel caso della seconda opzione, si assume che il processo di aggiustamento dei prezzi sia sufficientemente lento da richiedere una trattazione dinamica esplicita. In tal caso, si dimostra (Leonardi, 1985) che l'analogo dinamico delle equazioni di equilibrio (8) è dato dalle equazioni differenziali:

$$(1 - t\beta_j) D_j(r_1, \dots, r_n) = Q_j \bar{H}_j(r_1, \dots, r_n) \quad (9)$$

A tutt'oggi, non è stato prodotto un analogo dinamico delle equazioni (7), anche se la somiglianza con le (8) fa supporre che sia possibile derivare equazioni differenziali simili alle (9), che soddisfano le assunzioni di Anas circa il comportamento dell'offerta.

6. CONCLUSIONI

Il modello di Lowry (1964), nella sua semplicità, ha avuto il merito di cogliere l'essenza della struttura urbana in una visione statica, o di equilibrio. La bontà di tale modello è stata confortata da molte verifiche empiriche ed applicazioni, che ne hanno dimostrato la validità come strumento di ausilio alla pianificazione, qualora il pianificatore sia interessato a valutare solo il traguardo finale, e non la traiettoria che il sistema urbano segue per raggiungerlo.

E' ambizione di questo studio l'aver colto alcuni aspetti essenziali della dinamica a medio termine di un'area urbana, quali la mobilità della popolazione, i mutamenti strutturali nei servizi, le interazioni di mercato.

Naturalmente, sforzi di ricerca futuri sono necessari per colmare varie lacune che la versione attuale del sistema presenta, quali certe assunzioni esogene di variabili che dovrebbero essere rese endogene o certe assunzioni semplificatrici circa il comportamento di alcuni attori del sistema urbano. Tuttavia, tali lacune possono essere colmate con adeguati sviluppi tecnici, i quali conferiranno maggiore realismo al sistema, ma non ne altereranno la struttura.

C'è, invece, un altro punto sostanziale da sottolineare, ai fini degli sviluppi di ricerca futuri. Se, come è l'assunto di questo studio, la decisione pianificatoria deve valutare non solo il risultato finale, o in equilibrio, dei suoi interventi, ma anche la traiettoria che il sistema urbano segue per raggiungerlo, allora è necessario sviluppare adeguate tecniche di valutazione dei costi e benefici associati a traiettorie alternative. Ciò va da un minimo di costruzione di op-

portuni indicatori di prestazione, immaginando l'uso del sistema in modo simulativo, ad un massimo di costruzione di modelli di controllo ottimale, per i quali il sistema qui esposto costituisce un input. Si sottolinea, pertanto, la necessità di costruire metodi e tecniche di valutazione ed ottimizzazione, adeguati ad un modello di sistema urbano dinamico, come principale direzione di ricerca futura. Tale direzione di ricerca futura costituirà, peraltro, l'oggetto della terza fase del progetto di ricerca "Interrelazioni localizzazioni-trasporti".

R. S., Rabino G. A., Tadel R., Wilson A. G. (eds.) Urban and Regional Systems: Contemporary Approaches to Modelling, Croom Helm, London, v. in parte, nel n. 3, 1984, di Sistemi Urbani.

Domenich T., McFadden D. (1973) Urban Travel Demand: A Behavioral Analysis, North Holland, Amsterdam.

Harris B., Wilson A. G. (1975) Equilibrium Values and Dynamics of Attractiveness Terms in Production - Constrained Spatial Interaction Models, Environment and Planning A, 10, 371-388.

Leonardi G. (1983) A Choice - Theoretical Framework for Household Mobility, and Extensions, in Bertuglia G. S., Leonardi G., Occeali S., Rabino G. A., Tadel R. (eds.) Advanced Theories and Methods in Transport - Location Analysis, IRBS, Torino. Questo saggio è in corso di pubblicazione in: Bertuglia G. S., Leonardi G., Occeali S., Rabino G. A., Tadel R., Wilson A. G. (eds.), Urban and Regional Systems: Contemporary Approaches to Modelling, Croom Helm, London.

Leonardi G. (1984) Asymptotic Approximations of the Assignment Model with Stochastic Heterogeneity in the Matching Utilities, Atti delle Giornate AIRD 1984, vol. 2, 1083-1109.

Leonardi G. (1984) Short Term Dynamics of a Stochastic Assignment Market (documento di lavoro della seconda fase del progetto di ricerca "Interrelazioni localizzazioni - trasporti").

Lowry I. S. (1964) A Model of Metropolis, RM-4035-RC, Rand Corporation, Santa Monica, California.

Weidlich W., Haag G. (1983) Concepts and Models of a Quantitative Sociology, Springer Verlag, Berlin.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Anas A. (1982) Residential Location Markets and Urban Transportation: Economic Theory, Econometrics and Policy Analysis with Discrete Choice Models, Academic Press, New York.

Bertuglia C.S., Leonardi G., Occelli S., Rabino G.A., Tadei R. (eds.) Advanced Theories and Methods in Transport-Location Analysis, IRES, Torino. Questo studio è in corso di pubblicazione, in parte, nel libro: Bertuglia C.S., Leonardi G., Occelli S., Rabino G.A., Tadei R., Wilson A.G. (eds.) Urban and Regional Systems: Contemporary Approaches to Modelling, Croom Helm, London, e, in parte, nel n. 3, 1984, di Sistemi Urbani.

Domencich T., McFadden D. (1975) Urban Travel Demand: A Behavioral Analysis, North Holland, Amsterdam.

Harris B., Wilson A.G. (1978) Equilibrium Values and Dynamics of Attractiveness Terms in Production - Constrained Spatial Interaction Models, Environment and Planning A, 10; 371-388.

Leonardi G. (1983) A Choice - Theoretical Framework for Household Mobility, and Extensions, in Bertuglia C.S., Leonardi G., Occelli S., Rabino G.A., Tadei R. (eds.) Advanced Theories and Methods in Transport - Location Analysis, IRES, Torino. Questo saggio è in corso di pubblicazione in: Bertuglia C.S., Leonardi G., Occelli S., Rabino G.A., Tadei R., Wilson A.G. (eds.), Urban and Regional Systems: Contemporary Approaches to Modelling, Croom Helm, London.

Leonardi G. (1984) Asymptotic Approximations of the Assignment Model with Stochastic Heterogeneity in the Matching Utilities, Atti delle Giornate AIRO 1984, vol. 2., 1083-1109.

Leonardi G. (1985) Short Term Dynamics of a Stochastic Assignment Market (documento di lavoro della seconda fase del progetto di ricerca "Interrelazioni localizzazioni - trasporti").

Lowry I.S. (1964) A Model of Metropolis, RM-4035-RC, Rand Corporation, Santa Monica, California.

Weidlich W., Haag G. (1983) Concepts and Models of a Quantitative Sociology, Springer Verlag, Berlin.

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", *luglio 1981*
- *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 elettromeccanico 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⁻¹ al caso del Piemonte", *ottobre 1984*
- 39 "Manuale per l'uso del modello RAMOS⁻¹", *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 e modelli 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*

ires

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