



FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Pianificazione Integrata dell'Urbanistica e dei Trasporti

prof. Mariano Gallo – prof. Romano Fistola

Modulo Urbanistica

Prof. Romano Fistola

MATERIALI



Pianificazione Integrata dell'Urbanistica e dei Trasporti

Prof. Mariano Gallo - prof. Romano Fistola

Modulo Urbanistica

La città interpretata come sistema dinamicamente complesso necessita di procedure di governo in grado di orientare la trasformazione che caratterizza il processo evolutivo urbano. In tal senso il corso si pone l'obiettivo di trasferire ai discenti gli elementi di base per l'interpretazione della trasformazione urbana e l'adozione di opportuni strumenti orientati a governarne il mutamento. Il focus principale è posto sulle interazioni fra mobilità e città ed in particolare sulla possibilità di definire forme, procedure e politiche di governo del territorio muovendo dallo studio dei flussi urbani che rappresentano la linfa vitale del sistema urbano. Il corso richiama i fondamenti della teoria sistemica applicata allo studio dei fenomeni urbani e si sofferma in particolare su alcuni innovativi strumenti di governo del territorio, con specifico riferimento a quelli della mobilità, a disposizione dell'urbanista a cui è affidato il compito di supportare il decisore pubblico nella scelta di indirizzo delle dinamiche urbane e territoriali. Una particolare attenzione è posta alle trasformazioni indotte dalle ITC ed alle nuove definizioni di urbanistica e mobilità sostenibile particolarmente attuali in considerazione delle condizioni di crisi globale riconducibili ai mutamenti climatici in atto.

1. Interazioni trasporti territorio (introduzione)

(riferimento bibliografico: R. Papa (a cura di), *Il governo delle trasformazioni urbane e territoriali*. Metodi, tecniche e strumenti, **Cap. 3**, F. Angeli, Milano)

2. La città come sistema dinamicamente complesso

- Definizioni e paradigmi interpretativi della città
- La Teoria Generale dei Sistemi ed il paradigma della complessità
- Cenni sulla teoria del caos
- La città come sistema spaziale, dinamico e complesso
- La mobilità come funzione vitale del sistema urbano

(riferimento bibliografico: R. Papa (a cura di), *Il governo delle trasformazioni urbane e territoriali*. Metodi, tecniche e strumenti, **Cap. 1**, F. Angeli, Milano)

3. Polarizzazione funzionale e governo della mobilità

(riferimento bibliografico: Beguinot, C., Papa, R. (a cura di), *Sistema Urbano e Governo della Mobilità*, CNR 1995, Dispensa)

4. I Piani sovra comunali per il governo della Mobilità

- Il Piano Generale dei Trasporti
- Il Piano Regionale dei Trasporti

(riferimento bibliografico: R. Papa (a cura di), *Il governo delle trasformazioni urbane e territoriali*. Metodi, tecniche e strumenti, **Cap. 13.2**, F. Angeli, Milano)

5. I Piani Comunali per il governo della Mobilità

- Il Piano Urbano della Mobilità
- Il Piano Urbano del Traffico
- Il Programma Urbano dei Parcheggi

(riferimento bibliografico: R. Papa (a cura di), *Il governo delle trasformazioni urbane e territoriali*. Metodi, tecniche e strumenti, **Cap. 15.2**, F. Angeli, Milano)

6. I programmi complessi

- Programmi Integrati di Intervento
- Programmi di Recupero Urbano
- Programmi di Riqualificazione Urbana e Sviluppo Sostenibile del Territorio
- Contratti di Quartiere

(riferimento bibliografico: R. Papa (a cura di), *Il governo delle trasformazioni urbane e territoriali*. Metodi, tecniche e strumenti, **Cap. 16.3**, F. Angeli, Milano)

7. Ecurbanistica e mobilità sostenibile

- La definizione sistemica
- Il mutamento climatico
- La città energivora
- Mobilità e rischio urbano
- Ecurbanistica: metodologia e azioni operative Il progetto URBE a Benevento
- Mobilità sostenibile e nuovo assetto urbano

(riferimenti bibliografici: R. Papa (a cura di), *Il governo delle trasformazioni urbane e territoriali*. Metodi, tecniche e strumenti, **Cap. 3**, F. Angeli, Milano; <http://www.tema.unina.it>; Fistola, R., Gallo, M., La Rocca, R.A. (2009), Mobilità veicolare, emissioni inquinanti e impatti sulla salute pubblica.)

8. Mobilità e morfogenesi urbana: il Transit Oriented Development

(riferimento bibliografico: R. Papa (a cura di), *Il governo delle trasformazioni urbane e territoriali*. Metodi, tecniche e strumenti, **Cap. 23**, F. Angeli, Milano)

9. La valutazione delle scelte di piano

- La Valutazione Ambientale Strategica

(riferimento bibliografico: R. Papa (a cura di), *Il governo delle trasformazioni urbane e territoriali*. Metodi, tecniche e strumenti, **Cap. 18**, F. Angeli, Milano)

10. Nuovi strumenti per il governo di sistemi urbani competitivi: la Pianificazione Strategica

- Il PS di Napoli

(riferimento bibliografico: R. Papa (a cura di), *Il governo delle trasformazioni urbane e territoriali*. Metodi, tecniche e strumenti, **Cap. 21**, F. Angeli, Milano)

11. Attori e risorse per l'attuazione del Piano

- Gli attori urbani
- La partecipazione nella decisione urbanistica
- Il ruolo dei privati: Il Project Financing e le Società di Trasformazione Urbana

(riferimento bibliografico: R. Papa (a cura di), *Il governo delle trasformazioni urbane e territoriali*. Metodi, tecniche e strumenti, **Cap. 20**, F. Angeli, Milano)

11. Innovazione tecnologica e governo delle trasformazioni territoriali

- La virtualizzazione funzionale
- Il Piano digitale
- cybermobility

(riferimento bibliografico: R. Papa (a cura di), *Il governo delle trasformazioni urbane e territoriali*. Metodi, tecniche e strumenti, **Cap. 22**, F. Angeli, Milano; <http://www.tema.unina.it>, Fistola, R., Softmobility/Cybermobility nuove funzioni urbane e mobilità digitale)



**Corso di
PIANIFICAZIONE INTEGRATA
DELL'URBANISTICA E DEI TRASPORTI
Gli strumenti di governo della mobilità**

prof. Romano Fistola
Università degli Studi del Sannio

rfistola@unisannio.it
www.romanofistola.it



Piani Urbani del Traffico

Caratteristiche

- Principale strumento per l'organizzazione e la gestione della mobilità in ambito urbano.
Strumento tecnico amministrativo di breve periodo (2 anni) finalizzato a:
- migliorare le condizioni della circolazione e della sicurezza stradale,
 - la riduzione dell'inquinamento acustico ed atmosferico;
 - il contenimento dei consumi energetici stabilendo le priorità ed i tempi per l'attuazione degli interventi.

Chi li deve fare

- Devono obbligatoriamente redigere i PUT:
- i comuni con pop > di 30.000 abitanti;
 - i comuni con forte affluenza turistica
 - i comuni con elevati flussi di pendolarismo
 - i comuni con elevati livelli di congestione da traffico.

Piani Urbani del Traffico

Cosa fa

- Non modifica il sistema infrastrutturale;
- definisce interventi attuabili nel breve periodo;
- delinea le possibili soluzioni in base alle dotazioni infrastrutturali esistenti

Con quali altri strumenti si integra

Il PUT è un piano di breve periodo che ha lo scopo di ridurre la criticità della circolazione in ambito urbano.

Il Piano dei Trasporti (PGT) invece si occupa di risolvere le criticità intervenendo sul sistema infrastrutturale in un arco temporale lungo (10 anni).

Il Piano della Mobilità (PUM) è un particolare piano che si interessa anche della gestione ottimale dell'offerta di trasporto pubblico

Piani Urbani del Traffico

Ambiti territoriali interessati

- Il PUT interessa l'intero centro abitato

Rapporto con il PRG

È sostanzialmente legato alla definizione delle destinazioni d'uso;
è subordinato alle indicazioni del prg.

Piani Urbani della Mobilità

Caratteristiche

strumento di programmazione medio lungo (10 anni);
introdotto dalla L. 24/11/2000 n. 340

Definizione

progetto del sistema della mobilità comprendente l'insieme organico degli interventi sulle infrastrutture di trasporto pubblico e stradali sui parcheggi di interscambio sulle tecnologie sul parco veicoli sul governo della domanda di trasporto attraverso la struttura del *mobility manager*, i sistemi di controllo e regolazione del traffico, l'informazione all'utenza la logistica e le tecnologie destinate all'organizzazione della distribuzione delle merci.

Piani Urbani della Mobilità

Obiettivi

- soddisfacimento dei bisogni di mobilità della popolazione;
- abbattimento dei livelli di inquinamento atmosferico ed acustico;
- riduzione dei consumi energetici;
- sicurezza del trasporto e della circolazione stradale;
- minimizzazione dell'uso individuale dell'auto;
- incremento della capacità di trasporto;
- incremento della percentuale di cittadini trasportati con modalità collettive (car pooling, car sharing);
- riduzione dei fenomeni di congestione da traffico nelle aree urbane.

Piani Urbani della Mobilità

Chi li fa

- singoli comuni o aggregazioni di comuni con pop > 100.000 abitanti;
 - province aggreganti comuni limitrofi con pop > 100.000 ab;
 - regioni nel caso di aree metropolitane diffuse e policentriche
- possono richiedere i cofinanziamenti allo Stato per una quota non superiore al 60% del costo complessivo dell'investimento.

Cosa sono

- strumento di programmazione sulla cui base lo Stato assegna finanziamenti per obiettivi da raggiungere mediante programmi integrati di realizzazione di infrastrutture di trasporto pubblico, parcheggi, viabilità e applicazioni di innovazioni tecnologiche.

Piani Urbani della Mobilità

Campania

L. 3/2002 equipara i PUM a piani generali dei trasporti dei Comuni o dei Comuni associati.

Deve contenere:

- le linee strategiche per la configurazione del servizio dei trasporti;
- le scelte generali per il riassetto organizzativo ed economico del settore a scala comunale

Attuazione

- Sono adottati ogni 5 anni dai singoli comuni;
- in assenza di parere della regione entro 90 giorni si ritiene riasciato il visto necessario alla sua attuazione;
- devono essere conformi con gli strumenti di pianificazione territoriale di lungo periodo.

Programma Urbano dei Parcheggi

Finalità

- liberare dalla sosta alcune strade urbane;
- individuare le zone di particolare rilevanza urbanistica dove proibire la sosta gratuita;
- riservare le risorse pubbliche alla realizzazione di parcheggi di scambio
- realizzare parcheggi pertinenziali in sotterranea;
- considerare i parcheggi come servizi pubblici;
- soddisfare la domanda di parcheggio senza incidere sulla qualità ambientale;
- attuare gradualmente la disciplina della sosta.

Riferimenti normativi

L. 122/1989 Legge Tognoli

Programma Urbano dei Parcheggi

PUP ordinario

- individuazione da parte delle Regioni dei comuni tenuti a formare il PUP (150 giorni);
- adozione del PUP da parte del Comune entro 60 giorni;
- trasmissione alla Regione entro 30 giorni;
- approvazione del PUP da parte della Regione entro 30 giorni dal ricevimento

Programma Urbano dei Parcheggi

PUP speciale

- adozione del Comune e trasmissione alla Regione entro 150 giorni dalla entrata in vigore della L. 122/1989;
- approvazione da parte della Regione entro 60 giorni
- trasmissione al ministero se rifiutato dalla regione con motivazioni dettagliate;
- se il termine di 150 giorni non viene rispettato dai Comuni la Regione redige il PUP;
- nel caso di inadempienza di entrambi vengono convocati presso il ministero per la definizione del programma da attuare;

Programma Urbano dei Parcheggi

Finanziamento

- Ammissione ai contributi è annuale e sono commisurati alla spesa massima ammissibile

Attuazione

- Il Comune provvede direttamente all'attuazione dei lavori oppure cedere a terzi il diritto di costruzione che non può durare più di 90 anni.

Napoli

Il piano comunale dei trasporti (PCT)

COMUNE DI NAPOLI
 DISTRUTTAMENTO URBANITÀ E INFRASTRUTTURE
 Servizio Infrastrutture Urbane e Progettazione

LINEE GUIDA PER IL PIANO COMUNALE TRASPORTI

Tav. 2 - Sistema di trasporto attuale
 Scala 1:25.000

	esistente	in costruzione
Linee FS nazionali		
Linee regionali Sepia-SFSM-Adfas		
Linee metropolitane		
Autobus		
Autostrade e strade a scorrimento veloce		
Carriola principale		
Stazioni		
Posteggi di interscambio		
Reti di interscambio		



Napoli

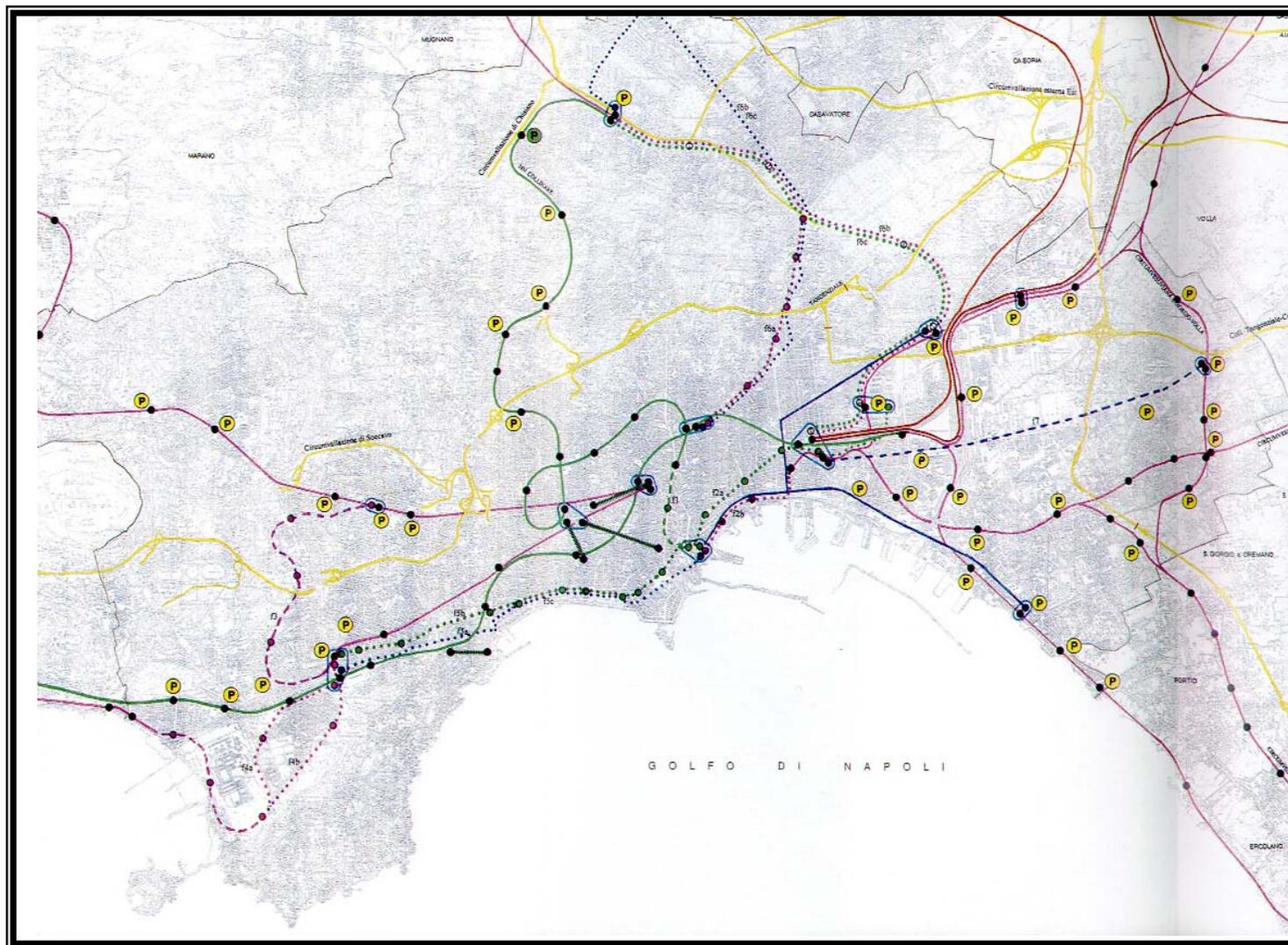
Il piano comunale dei trasporti (PCT)

COMUNE DI NAPOLI
 DIPARTIMENTO VIABILITÀ E INFRASTRUTTURE
 Servizio infrastrutture studi e progettazione

LINEE GUIDA PER IL PIANO COMUNALE TRASPORTI

Tav. 4 - Scenari alternativi
 Scala 1:25.000

	base	base	alternativi
Linea FS alta velocità	—	—	—
Linea FS nazionali	—	—	—
Linea regionali FS Super SP3M-Altifiume	—	—	—
Linea metropolitana	—	—	—
Particolar	—	—	—
Linea tramviaria	—	—	—
sentieri e strade a scorrimento veloce	—	—	—
stazioni	●	○	○
posteggi di interscambio	Ⓟ		
odi di interscambio	Ⓛ		
limite di zona residenze	—		



Napoli

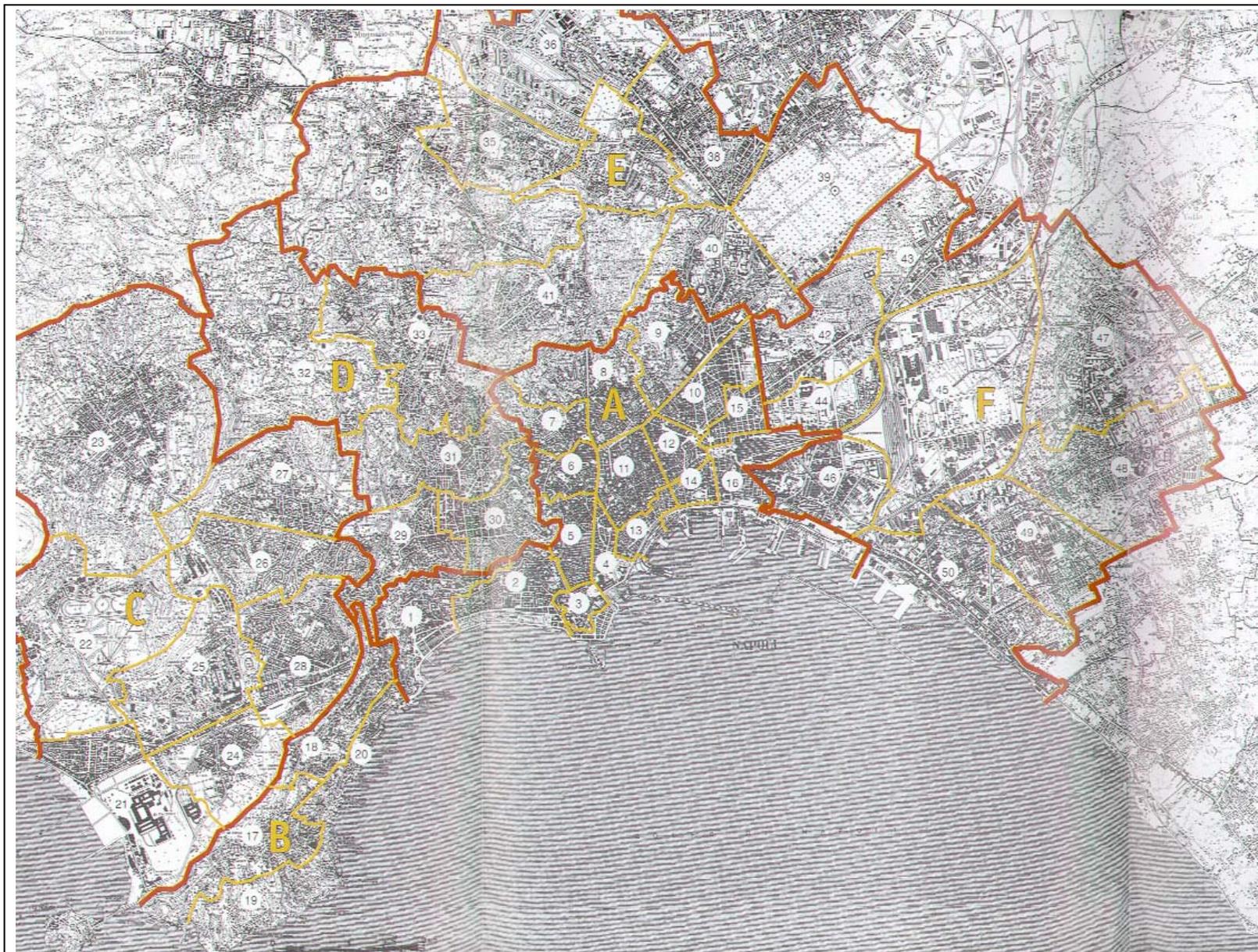
Il Programma Urbano dei Parcheggi (PUP)

Scheda ipotesi di parcheggio

Codice	C18	Luca Giordano	Tipologia sosta	Stanziale
Via L. Giordano		Circoscrizione	Vomero	
Tipologia	Interrato multipiano		Intervento	Nuovo
Livelli	3	Annualità	1	Superficie lotto
Posti auto	85	Posti bus	0	Superficie utile
TIPOLOGIA COSTRUTTIVA: A RASO		IN ELEVAZIONE	IN SOTTOSUOLO	<input checked="" type="checkbox"/> MISTA
PARCAMENTO:		PARCAMENTO TRADIZIONALE	PARCAMENTO MECCANICO	<input checked="" type="checkbox"/>
Zona di PRG 72	"A2 - Conservazione dell'edilizia residenziale esistente con integrazione di attrezzature e servizi"		Varianti al PRG	Variante di Salvaguardia: "B - Nuova delimitazione del campo storico" Variante Generale: "A - Insediamenti di interesse storico"
Piano Paesistico	NO		Vincoli	NO 1497/39. NO 431/85. NO area di inspezione archeologica.
STRALCIO PLANIMETRICO			Tavola cartografica (1:1) (1:50)	

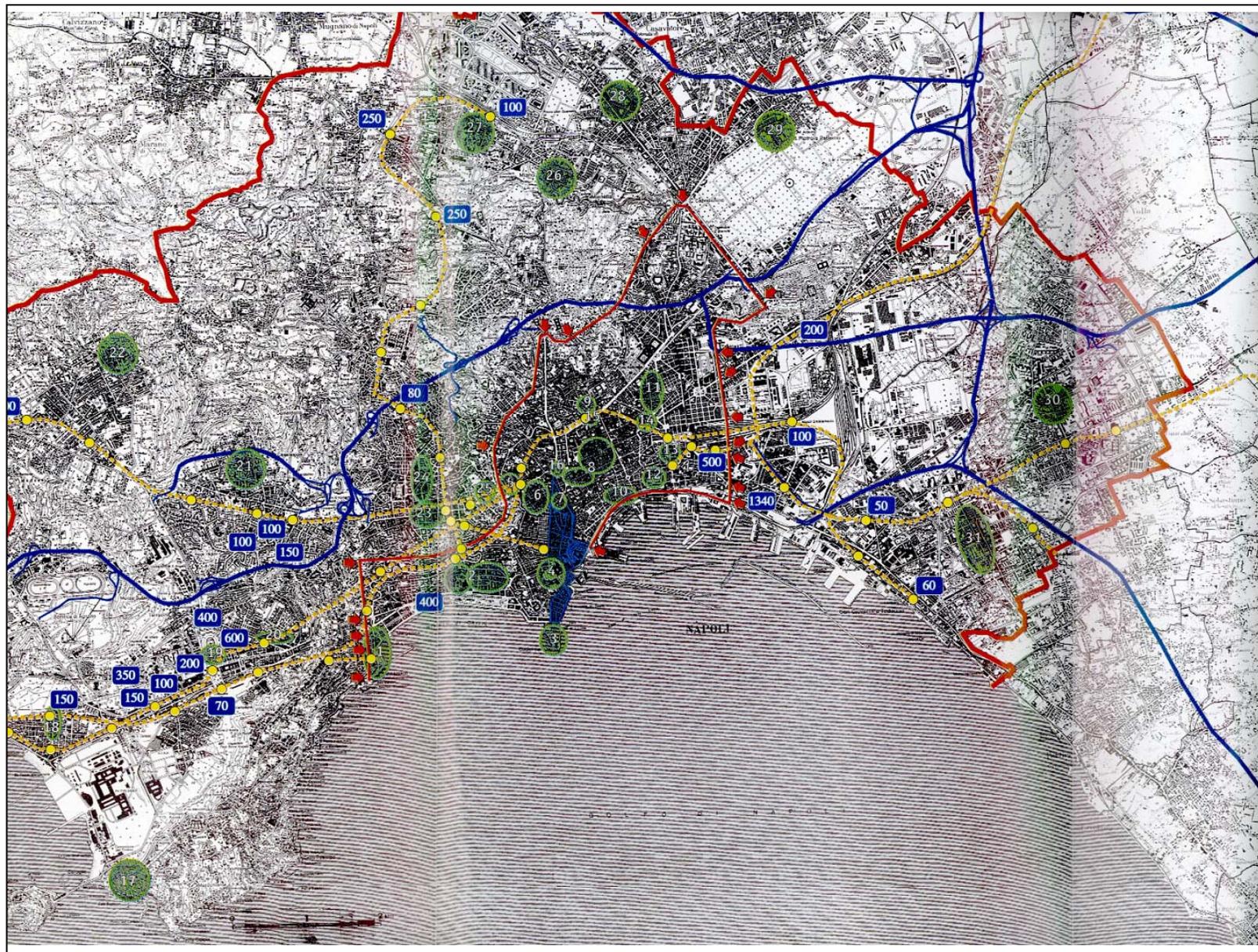
Napoli

Il Programma Urbano dei Parcheggi (PUP)

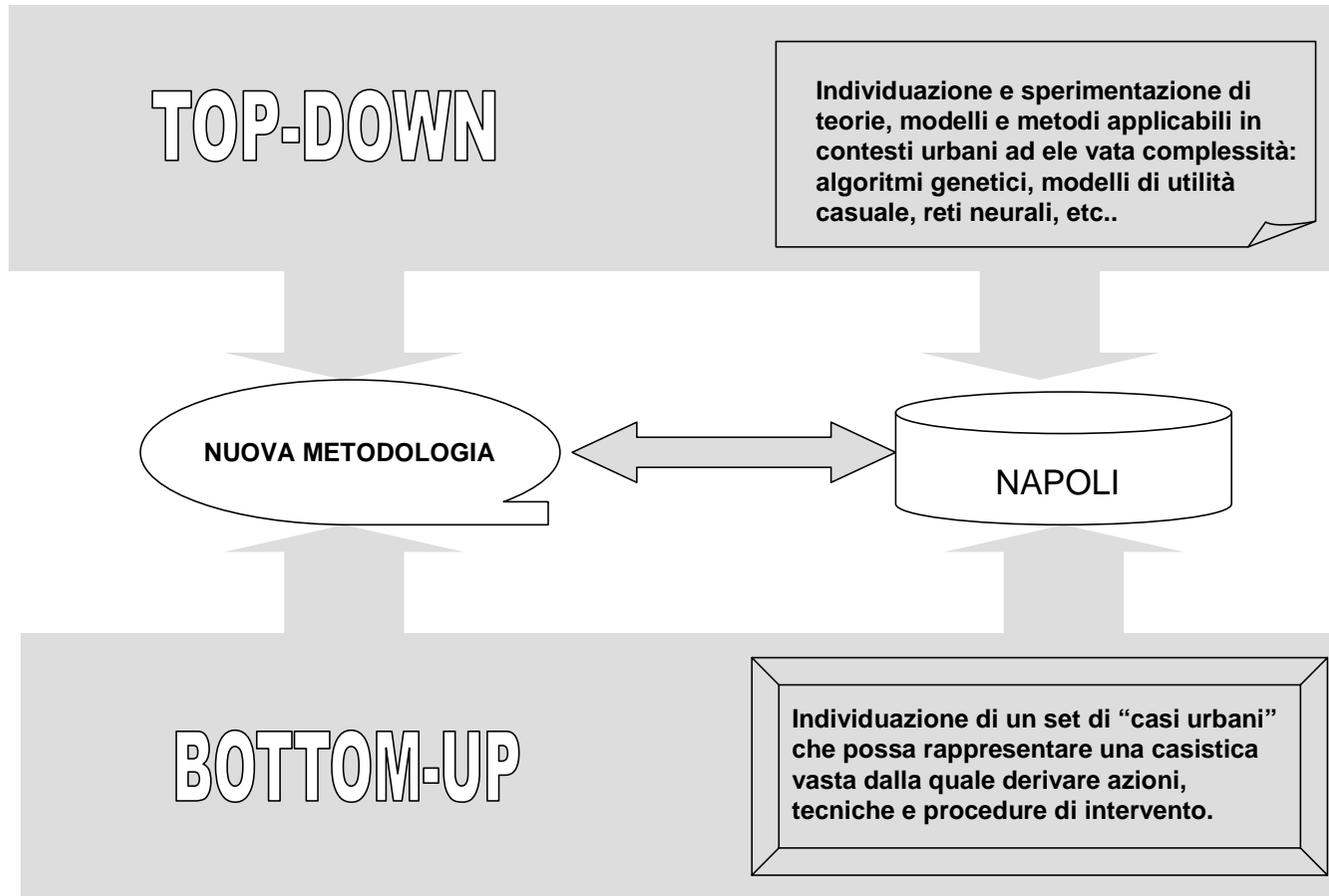


Napoli

Il Programma Urbano dei Parcheggi (PUP)



DOPPIA MODALITÀ DI PROCESSO



TOP-DOWN

Individuazione e sperimentazione di teorie, modelli e metodi applicabili in contesti urbani ad elevata complessità: algoritmi genetici, modelli di utilità casuale, reti neurali, etc..

NUOVA METODOLOGIA

NAPOLI

BOTTOM-UP

Individuazione di un set di "casi urbani" che possa rappresentare una casistica vasta dalla quale derivare azioni, tecniche e procedure di intervento.



COMUNE DI NAPOLI

ASSESSORATO ALLA MOBILITA'
ASSESSORATO ALLE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

PROGRAMMA URBANO DEI PARCHEGGI

*ZONE DEL TERRITORIO COMUNALE
A DIVERSA ATTUAZIONE DEL P.U.P. PER LA
REALIZZAZIONE DEI PARCHEGGI STANZIALI*

scala 1:18.000

C.1



TAVOLA C.1
ZONE DEL TERRITORIO COMUNALE
A DIVERSA ATTUAZIONE DEL P.U.P. PER LA
REALIZZAZIONE DEI PARCHEGGI STANZIALI



COMUNE DI NAPOLI

ASSESSORATO ALLA MOBILITÀ
ASSESSORATO ALLE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

PROGRAMMA URBANO DEI PARCHEGGI

LA RETE DELLA SOSTA DI SCAMBIO

scala 1:40.000

C.2



Parcheggi di scambio, programma completo



Programma della prima annualità



Programma della seconda annualità



Programma della terza annualità

TAV C.2
Parcheggi di scambio di SCAMBIO

- Prima annualità
- Seconda annualità
- Terza annualità

Linee del trasporto su ferro

- linea FS
- trasse ferroviario
- linea metropolitana regionale
- linea metropolitana regionale in corso di realizzazione
- linea metropolitana urbana
- linea metropolitana urbana in corso di realizzazione
- trivoltare



COMUNE DI NAPOLI

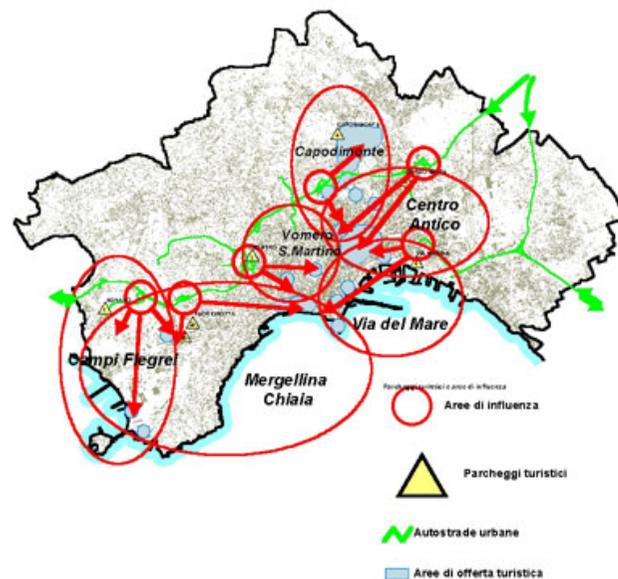
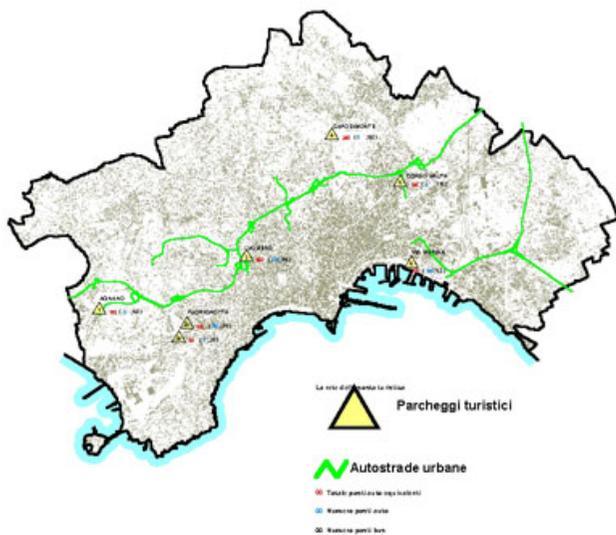
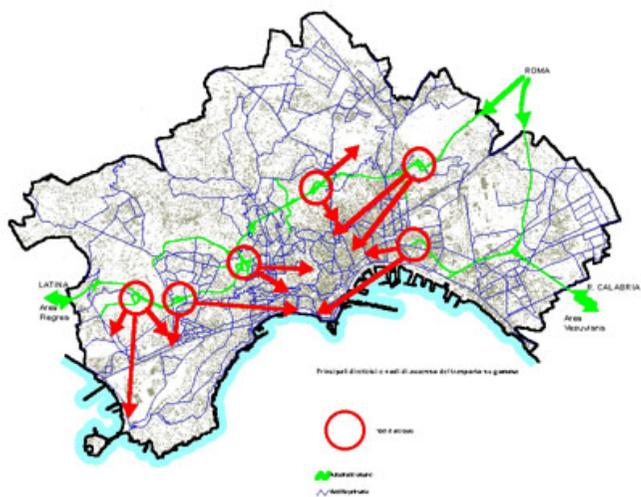
ASSESSORATO ALLA MOBILITÀ
ASSESSORATO ALLE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

PROGRAMMA URBANO DEI PARCHEGGI

LA RETE DELLA SOSTA DI SCAMBIO TURISTICO

scala 1:40.000

C.3





COMUNE DI NAPOLI

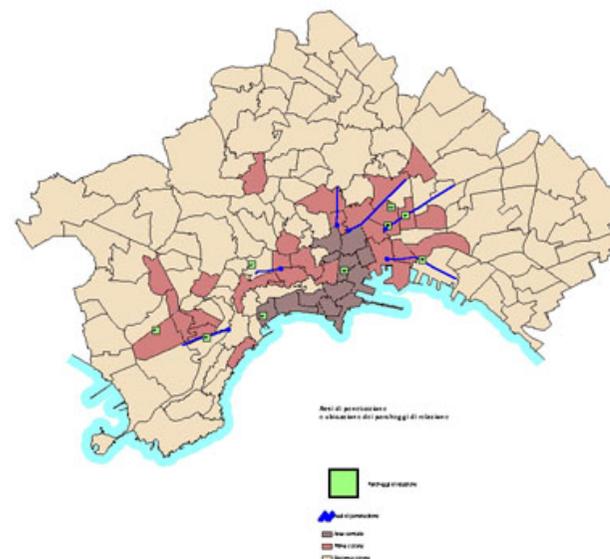
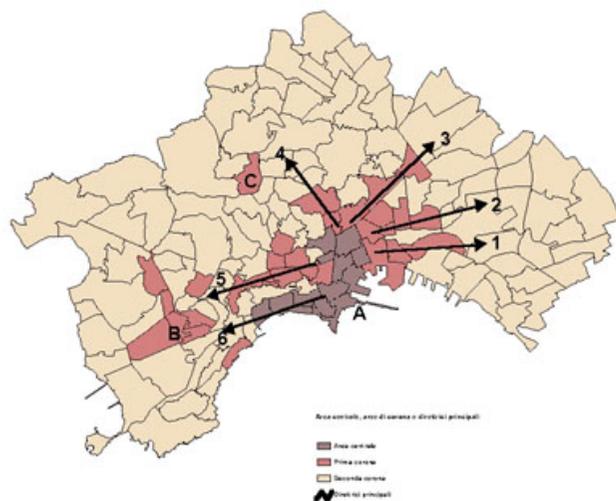
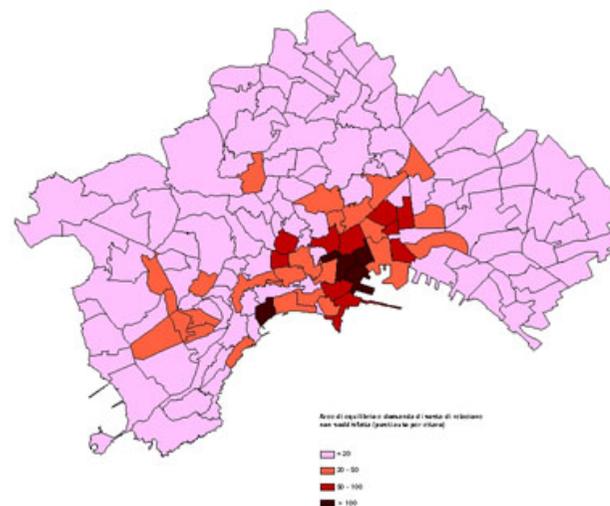
ASSESSORATO ALLA MOBILITÀ
ASSESSORATO ALLE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

PROGRAMMA URBANO DEI PARCHEGGI

LA RETE DELLA SOSTA DI RELAZIONE

scala 1:40.000

C.4





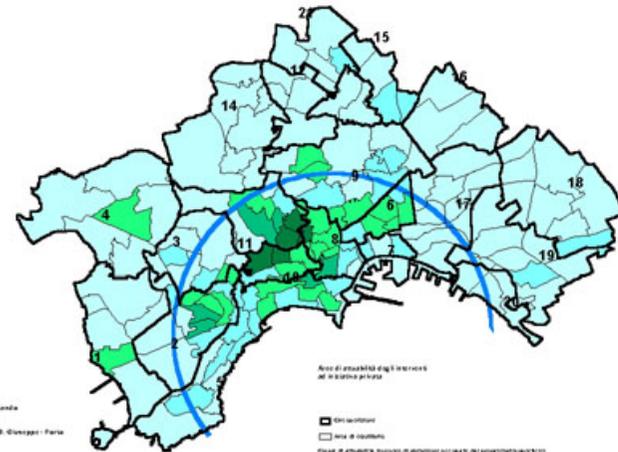
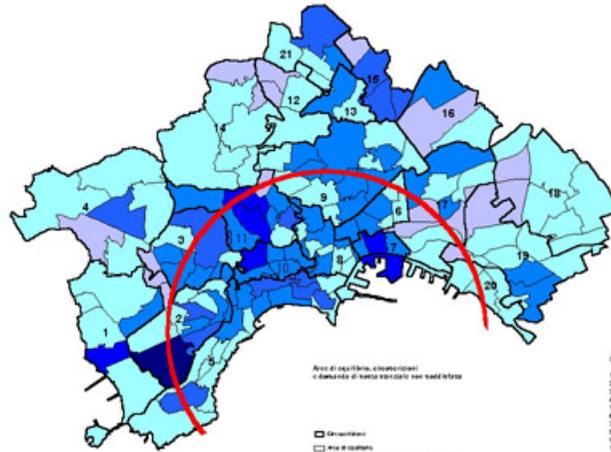
COMUNE DI NAPOLI

ASSESSORATO ALLA MOBILITÀ
ASSESSORATO ALLE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

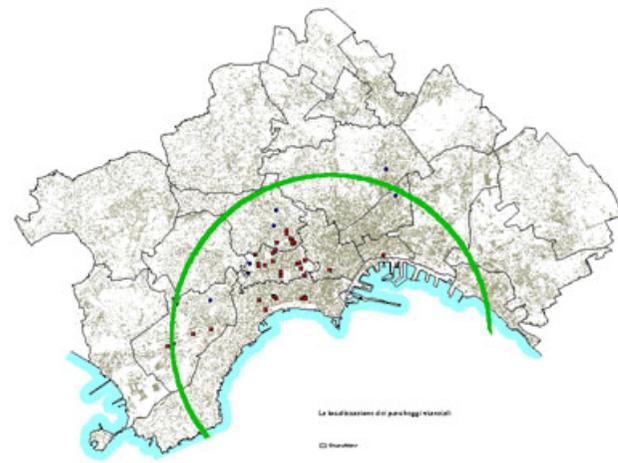
PROGRAMMA URBANO DEI PARCHEGGI

I PARCHEGGI STANZIALI

scala 1:40.000 C.5



- Direttorio circoscrizioni
1. S. Pietro
 2. S. Lucia
 3. S. Gaetano
 4. S. Lucia
 5. S. Lucia - S. Lucia
 6. S. Lucia - S. Lucia
 7. S. Lucia - S. Lucia
 8. S. Lucia - S. Lucia
 9. S. Lucia - S. Lucia
 10. S. Lucia - S. Lucia
 11. S. Lucia - S. Lucia
 12. S. Lucia - S. Lucia
 13. S. Lucia - S. Lucia
 14. S. Lucia - S. Lucia
 15. S. Lucia - S. Lucia
 16. S. Lucia - S. Lucia
 17. S. Lucia - S. Lucia
 18. S. Lucia - S. Lucia
 19. S. Lucia - S. Lucia
 20. S. Lucia - S. Lucia
 21. S. Lucia - S. Lucia





COMUNE DI NAPOLI

ASSESSORATO ALLA MOBILITÀ
ASSESSORATO ALLE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

PROGRAMMA URBANO DEI PARCHEGGI

(PARCHEGGI STANZIALI E STANZIALI INTEGRATI)

scala 1:18.000

C.6

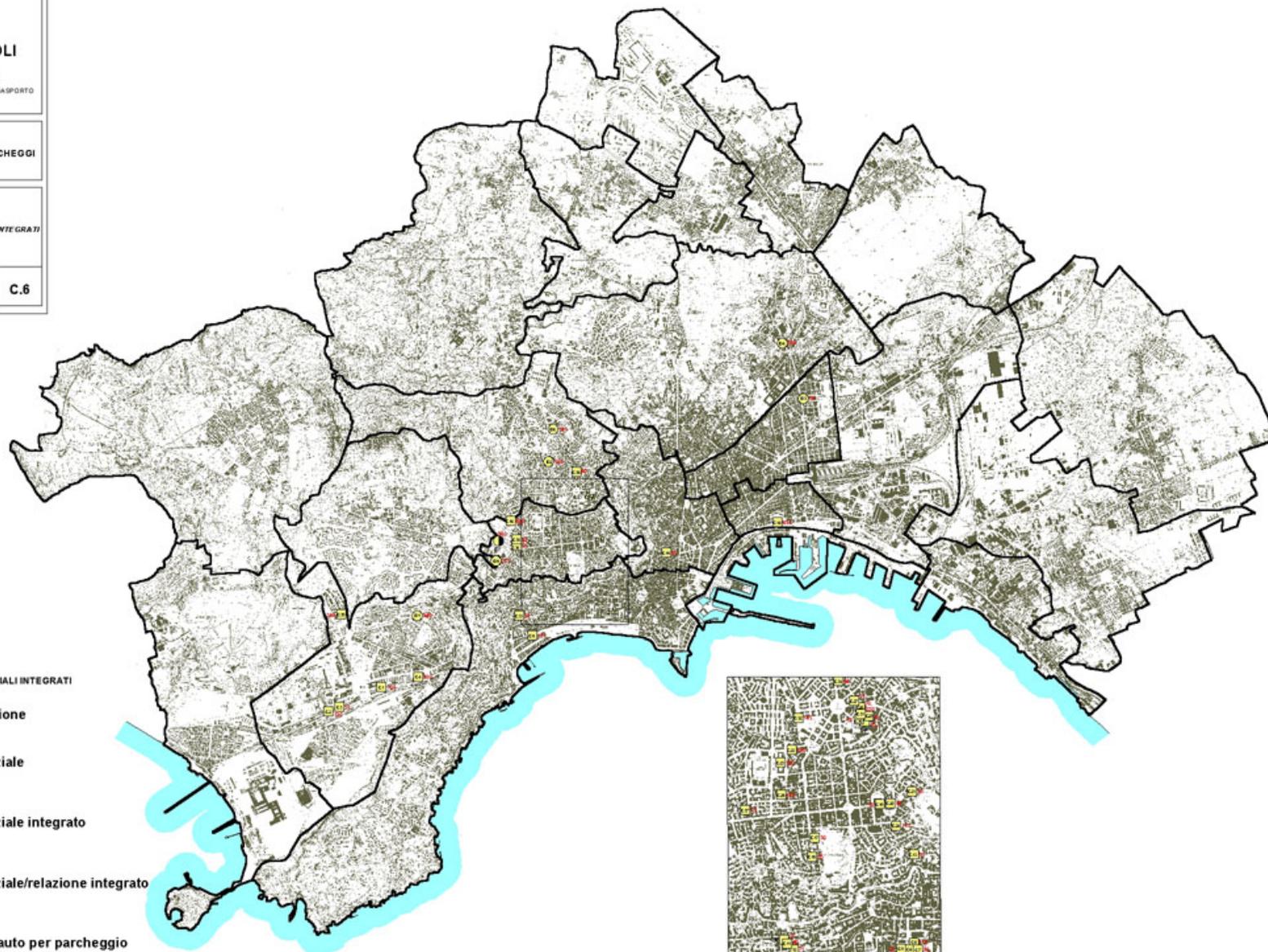


Tavola C.6
I PARCHEGGI STANZIALI E STANZIALI INTEGRATI

-  Limite di circoscrizione
-  Parcheggio stanziale
-  Parcheggio stanziale integrato
-  Parcheggio stanziale/relazione integrato
-  00 Numero di posti auto per parcheggio



COMUNE DI NAPOLI

ASSESSORATO ALLA MOBILITÀ
ASSESSORATO ALLE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

PROGRAMMA URBANO DEI PARCHEGGI

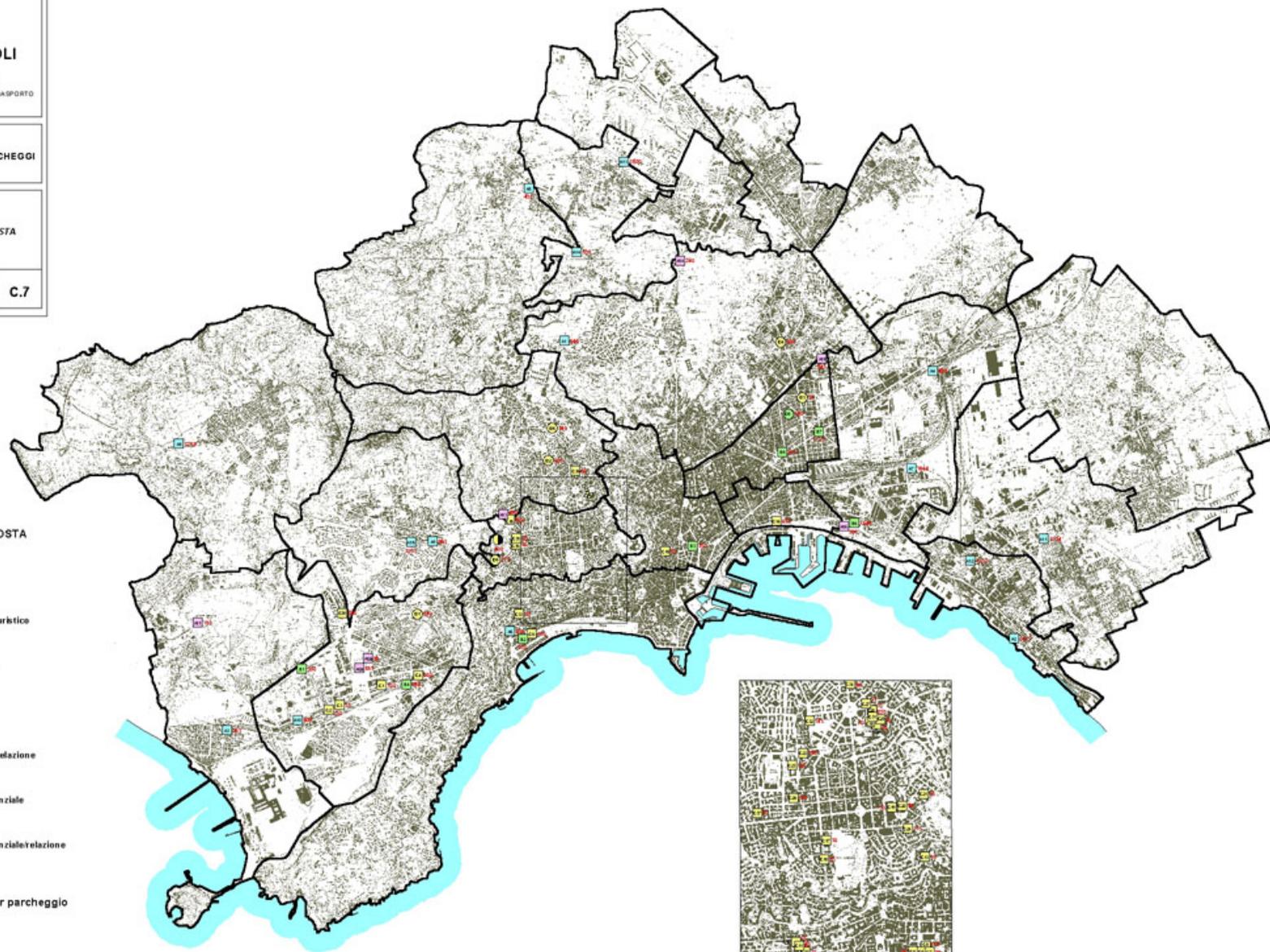
LA RETE URBANA DELLA SOSTA

scala 1:18.000

C.7

Tavola C.7
LA RETE URBANA DELLA SOSTA

-  Parcheggio di scambio
-  Parcheggio di scambio turistico
-  Parcheggio di relazione
-  Parcheggio stanziale
-  Parcheggio integrato di relazione
-  Parcheggio integrato stanziale
-  Parcheggio integrato stanziale/relazione
-  Limite di circoscrizione
-  00 Numero di posti auto per parcheggio

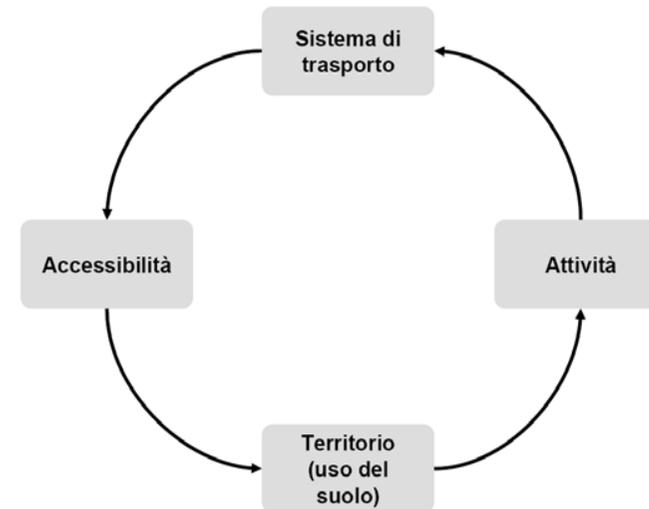




Corso di Pianificazione Integrata dell'Urbanistica e dei Trasporti

prof. Romano Fistola

Le interazioni trasporti/territorio



I materiali presentati relativi alle interazioni trasporti territorio sono estratti dal corso della prof. E. Papa

CONTENUTI

DEFINIZIONI DI BASE

- CITTÀ E MOBILITÀ
- IL SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO

IL SISTEMA INTEGRATO TRASPORTI- TERRITORIO

- LO SCHEMA INTERPRETATIVO
- IL CICLO TRASPORTI-TERRITORIO
- SOTTOSISTEMA FISICO E MOBILITÀ
- SOTTOSISTEMA FUNZIONALE E MOBILITÀ
- I PRINCIPALI PIANI PER IL GOVERNO DELLA MOBILITÀ
- IL CASO DI STUDIO DEL COMUNE DI NAPOLI

DEFINIZIONI DI BASE: CITTÀ E MOBILITÀ

URBANISTICA

- materia che individua tutte le discipline che riguardano il territorio e la città

MOBILITÀ

- è una prerogativa di base per l'esistenza della città

DEFINIZIONI DI BASE: CITTÀ E MOBILITÀ

mobilità:

- costituisce una componente fondamentale della struttura della città, che si può definire come il luogo di maggiore concentrazione degli spostamenti.

città:

- è caratterizzata dalla presenza di un elevato numero di persone che svolgono nel corso della giornata diverse attività in diversi luoghi, per raggiungere i quali è necessario spostarsi.

complessità:

- La mobilità nel sistema urbano, ovvero l'insieme degli spostamenti che le persone effettuano per svolgere le attività, è altamente complessa per diversi fattori: la serie di modi di spostamento (auto, metropolitana, bus, bicicletta, a piedi), la moltitudine delle origini e le destinazioni dello spostamento, i diversi motivi di spostamento.

DEFINIZIONI DI BASE:

LA CITTÀ COME SISTEMA URBANO

- Utilizzando questo approccio si può definire **la città come un sistema urbano**, e possiamo individuare all'interno della città gli elementi e le relazioni tra gli elementi.



DEFINIZIONI DI BASE: SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO

Il sottosistema relativo alla mobilità, che definiamo sottosistema di trasporto può essere interpretato come una parte del sistema urbano.

Ai sottosistemi individuati, aggiungiamo il sottosistema di trasporto, correlato ai sottosistemi individuati da numerose interazioni.

DEFINIZIONI DI BASE: SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO

IL SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO

```
graph TD; A[IL SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO] --- B[SOTTOSISTEMA DELL'OFFERTA:]; A --- C[SOTTOSISTEMA DELLA DOMANDA:];
```

SOTTOSISTEMA DELL'OFFERTA:

sistema delle infrastrutture, dei veicoli, delle tecnologie di controllo ma anche di regole per l'organizzazione dei servizi e delle tariffe.

Tutti elementi che, nel loro insieme, concorrono a fornire opportunità di trasporto per soddisfare la domanda di spostamento di persone e merci espressa da un territorio.

SOTTOSISTEMA DELLA DOMANDA:

sistema degli utenti che utilizza un servizio offerto di trasporto in un periodo di tempo prefissato. I viaggiatori e le merci che si spostano in una determinata area costituiscono la domanda del servizio di trasporto offerto (Cascetta, 1990).

Gli spostamenti sono attività complementare allo svolgimento di attività in luoghi diversi da quello in cui ci si trova: in altri termini la domanda di trasporto è una domanda "derivata" risultato dall'azione congiunta dell'assetto del territorio e del sottosistema di offerta di trasporto.

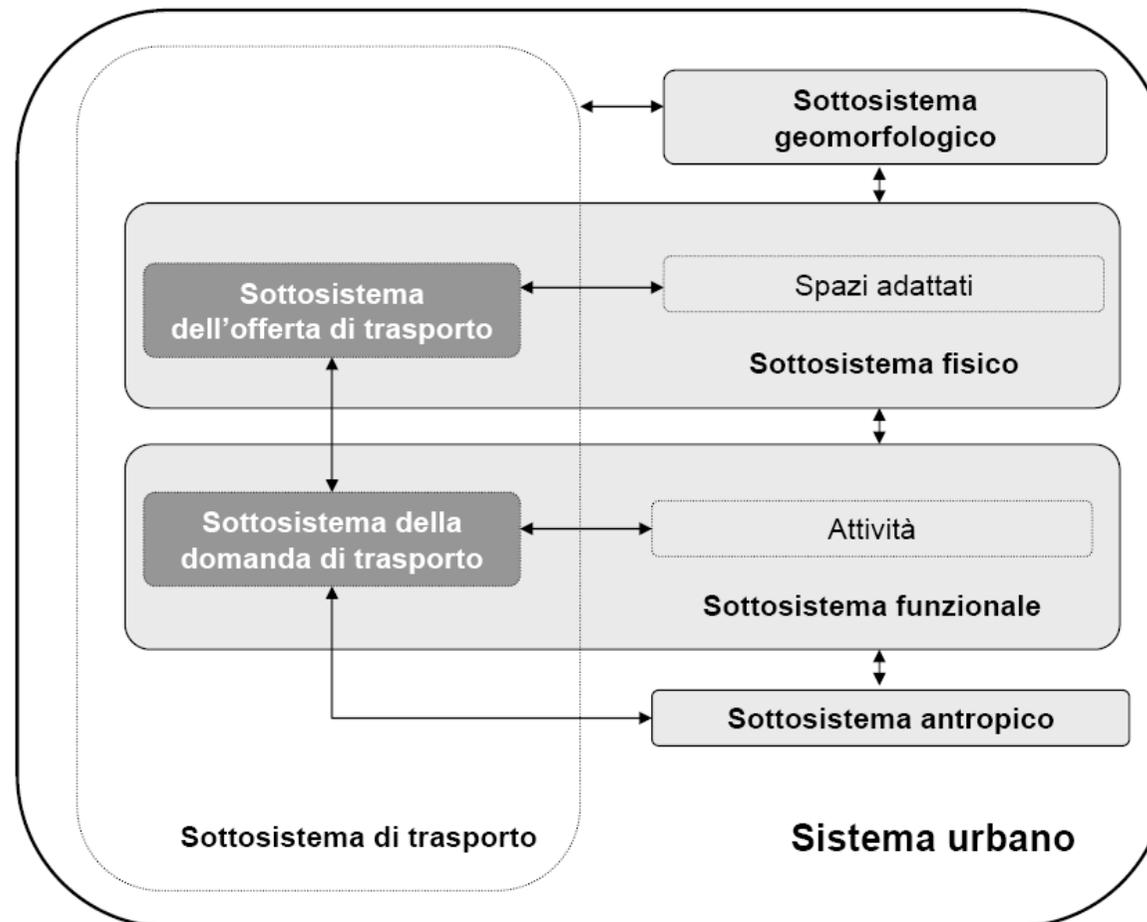
SISTEMA INTEGRATO TRASPORTI-TERRITORIO

- Il sistema di trasporto può essere considerato come parte di in un sovrasisistema: il sistema urbano, a cui è legato da una serie di relazioni.
- Il sistema di trasporto può essere infatti definito come sottosistema del sistema urbano “i cui elementi determinano la domanda di spostamenti tra punti del territorio e l’offerta dei servizi di trasporto per il soddisfacimento di tale domanda” (Cascetta, 1998).
- Le diverse componenti del sistema urbano interagiscono tra loro e con il sottosistema di trasporto: l’intensità d’uso, la distribuzione e la specializzazione delle attività sul territorio sono correlate in modo rilevante alla “accessibilità” relativa tra le varie zone, accessibilità fornita dal sistema di trasporto.

SISTEMA INTEGRATO TRASPORTI-TERRITORIO

- Il sistema urbano ed il sistema di trasporto possono in sintesi essere interpretati come un unico sistema integrato.
- Le frecce del diagramma a blocchi rappresentano le interazioni che esistono tra i diversi elementi del sistema urbano: se si modifica un elemento, gli elementi correlati a questo si modificano a loro volta. In altre parole ad ogni variazione dei sottosistemi antropico, fisico, funzionale e geomorfologico, ne consegue una variazione del sottosistema di trasporto e viceversa.

SISTEMA INTEGRATO TRASPORTI-TERRITORIO: LO SCHEMA INTERPRETATIVO

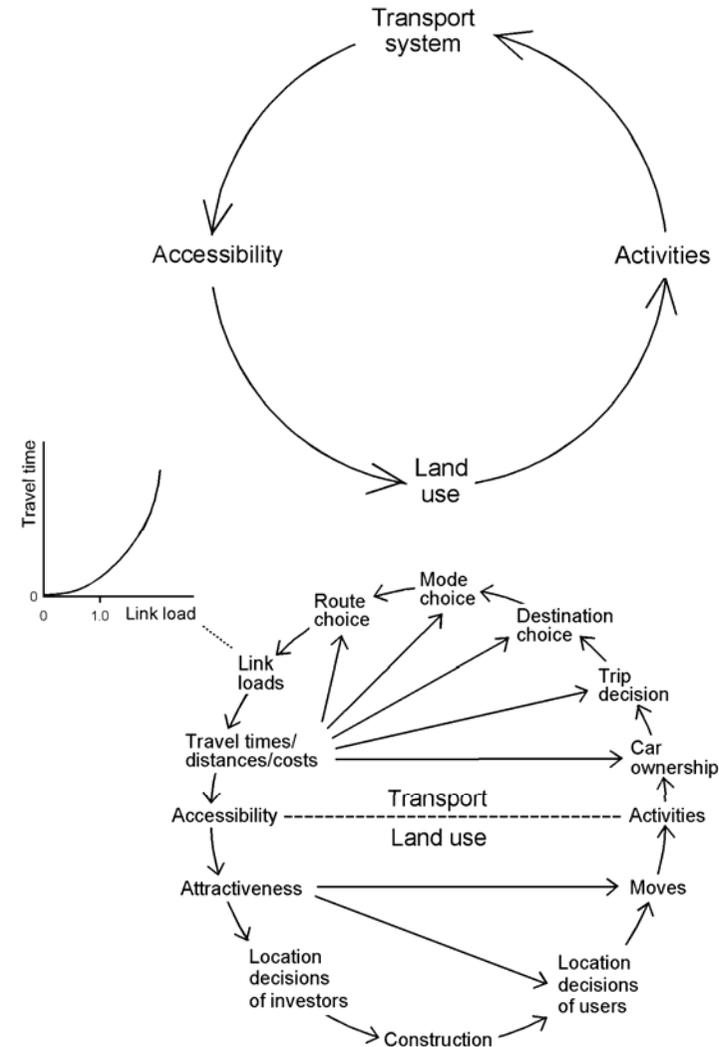
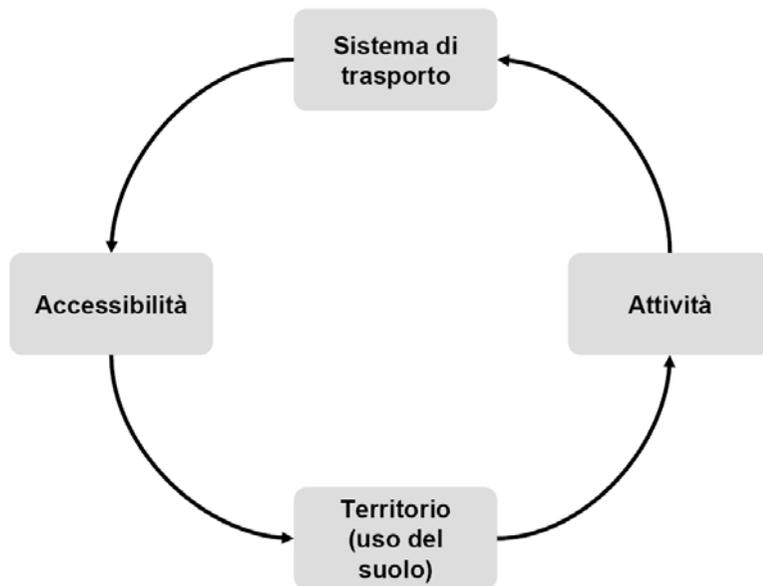


SISTEMA INTEGRATO TRASPORTI-TERRITORIO: IL CICLO TRASPORTI-TERRITORIO

- Le relazioni che esistono tra il sottosistema di trasporto ed il sistema urbano sono evidenziate nello schema messo a punto da Wegener e Fürst, chiamato “ciclo trasporti-territorio”, in cui sono descritti i fenomeni e le relazioni che legano il sistema della mobilità e le caratteristiche di uso del suolo.
- Il ciclo trasporti-territorio evidenzia come ogni variazione del sistema di trasporto (costruzione di nuove infrastrutture, variazione dei tempi di percorrenza, chiusura di una asse viario, etc...) comporta una variazione delle condizioni di accessibilità di una area territoriale.
- L'accessibilità può essere definita come la misura della capacità di un luogo di essere raggiunto. La capacità e la struttura del sistema dell'offerta di trasporto sono elementi chiave per la determinazione dell'accessibilità. In altre parole l'accessibilità è il principale risultato delle attività legate al trasporto ed è la capacità delle infrastrutture di supportare la mobilità: rappresenta il maggiore fattore di influenza per la localizzazione delle attività.

SISTEMA INTEGRATO TRASPORTI-TERRITORIO: IL CICLO TRASPORTI-TERRITORIO

Il ciclo trasporti-territorio di Wegener e Fürst



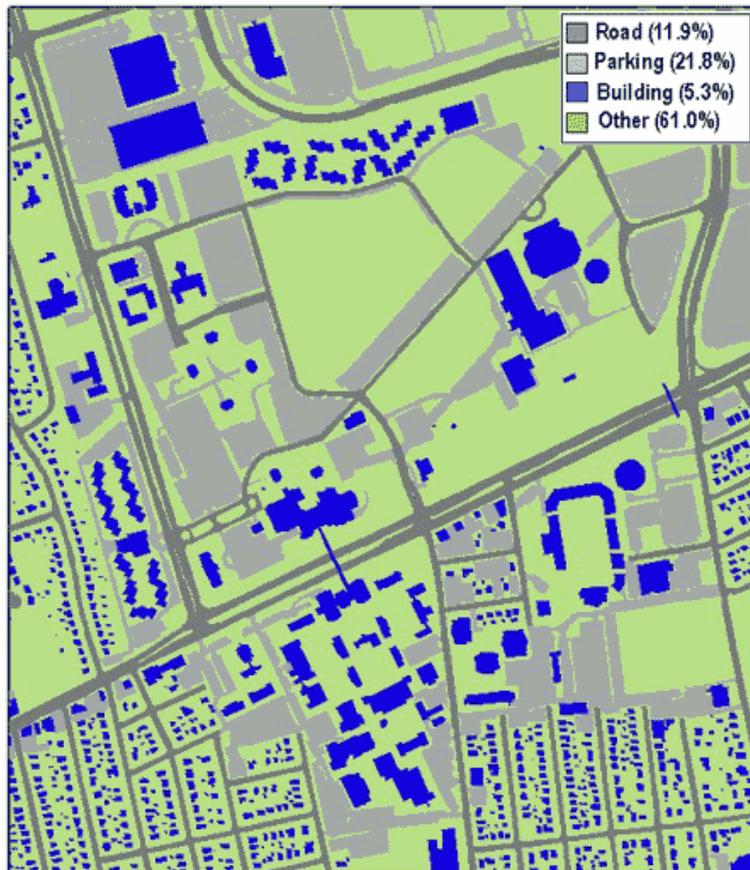
2. SOTTOSISTEMA FISICO E MOBILITÀ

DEFINIZIONI DI BASE: SOTTOSISTEMA FISICO

SOTTOSISTEMA
FISICO

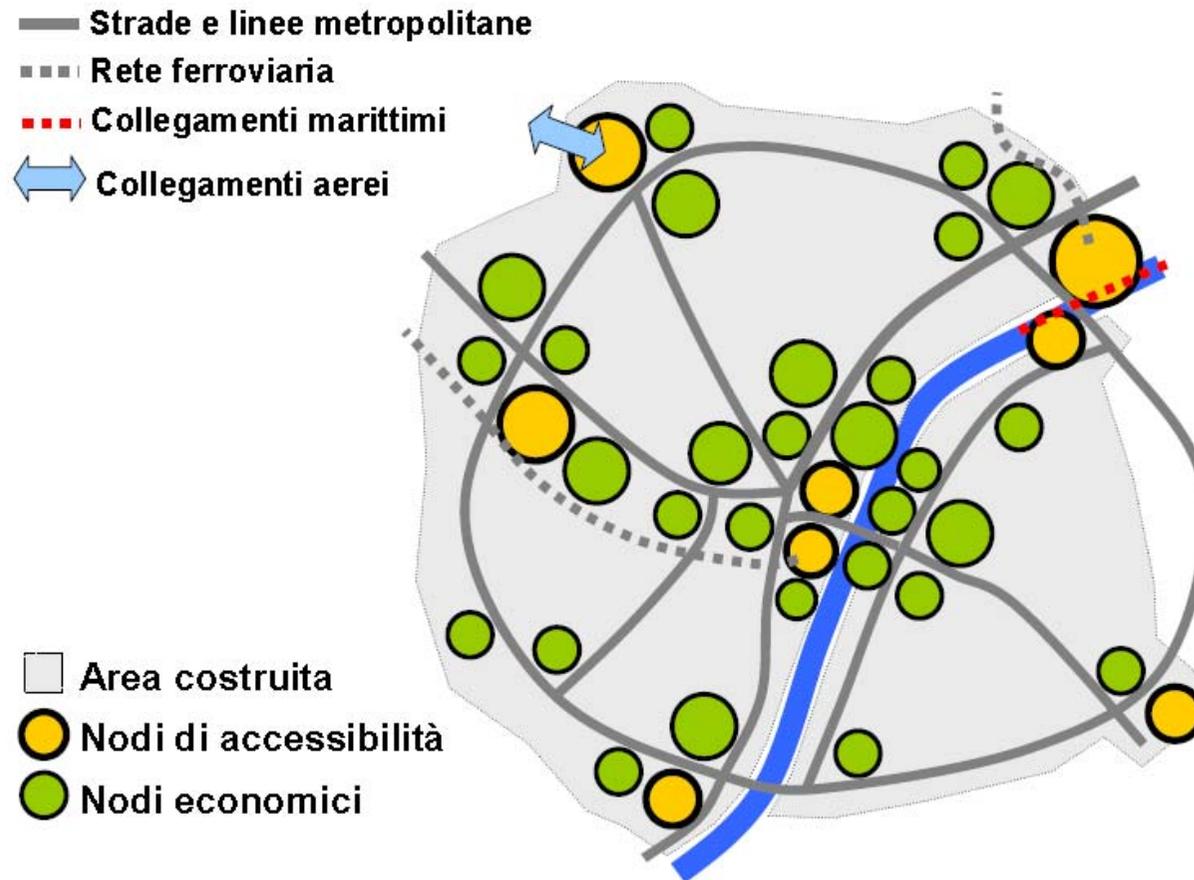
- SPAZI ADATTATI (luoghi in cui si svolgono le attività)
- CANALI (luoghi in cui si svolgono gli spostamenti)

DEFINIZIONI DI BASE: SOTTOSISTEMA FISICO



- SPAZI ADATTATI (luoghi in cui si svolgono le attività)
- CANALI (luoghi in cui si svolgono gli spostamenti)

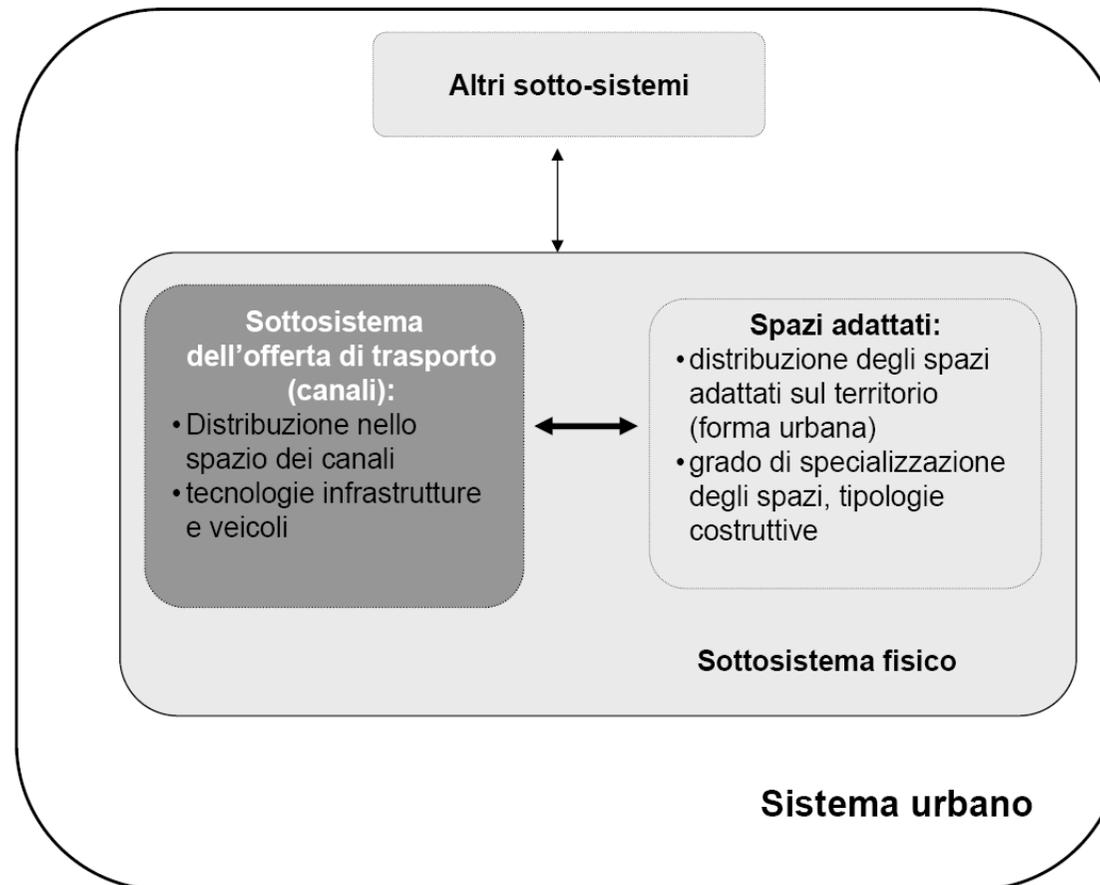
DEFINIZIONI DI BASE: SOTTOSISTEMA FISICO



Fonte: Dr. Jean-Paul Rodrigue, Hofstra University Campus GIS, 2002

DEFINIZIONI DI BASE:

SOTTOSISTEMA FISICO E SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO



DEFINIZIONI DI BASE:

SOTTOSISTEMA FISICO E SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO

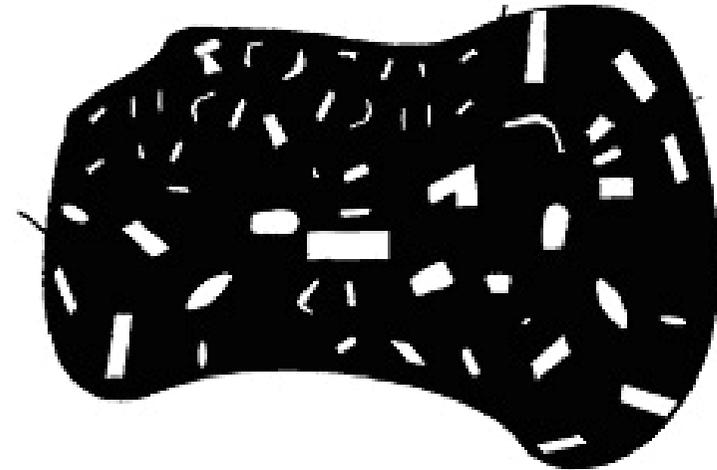
- E' evidente la stretta interdipendenza tra le caratteristiche del sistema fisico ed il sistema di trasporto, in particolare il sotto-sistema dell'offerta di trasporto, dato che le infrastrutture di trasporto ovvero i canali costituiscono parte integrante del sistema fisico. D'altra parte ad una variazione delle tipologie infrastrutturali dei canali discende una variazione della forma urbana ovvero della distribuzione degli spazi adattati sul territorio.
- In particolare si può parlare di una interdipendenza tra la distribuzione degli spazi adattati sul territorio, ovvero della forma della città, e le diverse tecnologie dei mezzi di trasporto utilizzati in prevalenza. Per evidenziare questa relazione si propone l'analisi di tre modelli urbani che si sono succeduti nel tempo, cui corrisponde un modo di trasporto prevalente.

L'EVOLUZIONE DEL SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO E GLI IMPATTI SULLA FORMA FISICA

- L'evoluzione dei sistemi di trasporto nel corso dell'evoluzione delle città è stata accompagnata da consistenti cambiamenti della forma e della struttura urbana. Più radicali sono stati i cambiamenti nelle tecnologie di trasporto, maggiormente è stata alterata la forma urbana.
- In particolare si possono rilevare tre grandi passaggi nella storia evolutiva delle città, che sono strettamente riconducibili all'evoluzione delle tecnologie legate al campo dei trasporti e alla costruzione di particolari infrastrutture di trasporto:
 1. WALKING CITY
 2. TRANSIT CITY
 3. AUTOMOBILE CITY

L'EVOLUZIONE DEL SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO E GLI IMPATTI SULLA FORMA FISICA: LA WALKING CITY

- Il primo modello urbano è quello della “*walking city*” ovvero la città pedoni, sviluppatasi 10.000 anni fa, caratterizzata da densità elevate (100-200 ab/ha), da mix funzionale e da una forma organica in cui tutte le destinazioni potevano essere raggiunte a piedi in mezz'ora.



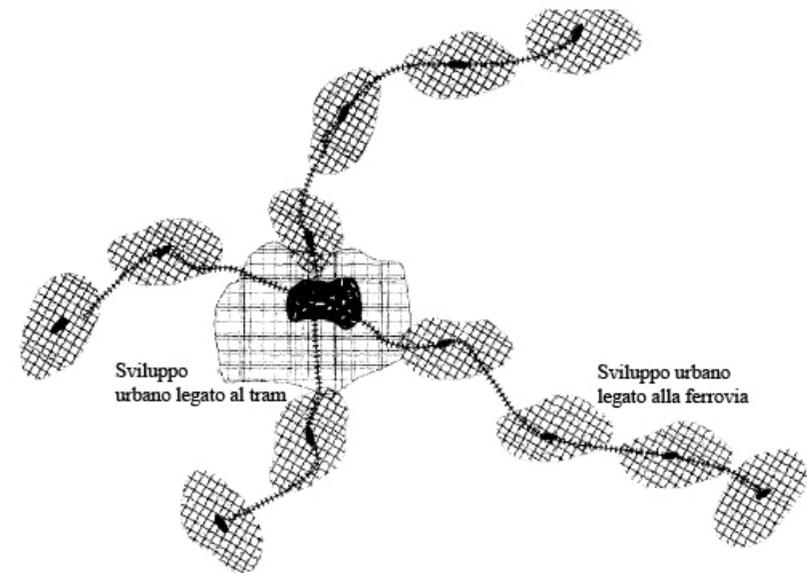
La *walking city* (Newmann e Kenworthy, 1996) La “città dei pedoni”, caratterizzata da alte densità, mix funzionale e struttura organica

L'EVOLUZIONE DEL SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO E GLI IMPATTI SULLA FORMA FISICA: LA WALKING CITY



L'EVOLUZIONE DEL SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO E GLI IMPATTI SULLA FORMA FISICA: LA TRANSIT CITY

- Gli anni della rivoluzione industriale segnano un punto di passaggio cruciale nella storia delle città: la costruzione di reti ferroviarie urbane condiziona lo sviluppo economico e l'assetto geografico degli insediamenti (Dell'Orto e al., anno). La nuova offerta di mobilità su ferro ridisegna il territorio e sostiene in maniera determinante il fenomeno dell'urbanesimo. Questo modello urbano industriale può essere denominato *transit city* (Newmann e Kenworthy, 1996). La rete su ferro risulta strutturante il tessuto e l'espansione urbana. La costruzione delle nuove linee infrastrutturali viene affiancata infatti dalla nascita di piccoli centri urbani in corrispondenza delle nuove stazioni e dal rafforzamento dell'area centrale caratterizzata da media densità e compresenza di diverse attività.



La *transit city* (Newmann e Kenworthy, 1996) La "città del ferro", caratterizzata da medie densità, mix funzionale e forte centralizzazione

L'EVOLUZIONE DEL SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO E GLI IMPATTI SULLA FORMA FISICA: LA TRANSIT CITY



L'EVOLUZIONE DEL SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO E GLI IMPATTI SULLA FORMA FISICA: LA AUTOMOBILE CITY

- Dal secondo dopoguerra in poi la struttura delle grandi metropoli urbane cambia drasticamente a causa di numerosi fattori. L'aumento di popolazione, la diffusione dell'uso della vettura privata, la crescita della domanda di spostamenti, nuovi modelli culturali ed economici provocano la decentralizzazione e la nascita della *automobile city* (Newmann e Kenworthy, 1996), caratterizzata da diffusione urbana, basse densità residenziali e separazione spaziale delle attività sul territorio



La *automobile city* (Newmann e Kenworthy, 1996)

La "città dell'auto", caratterizzata da basse densità, specializzazione funzionale e decentralizzazione

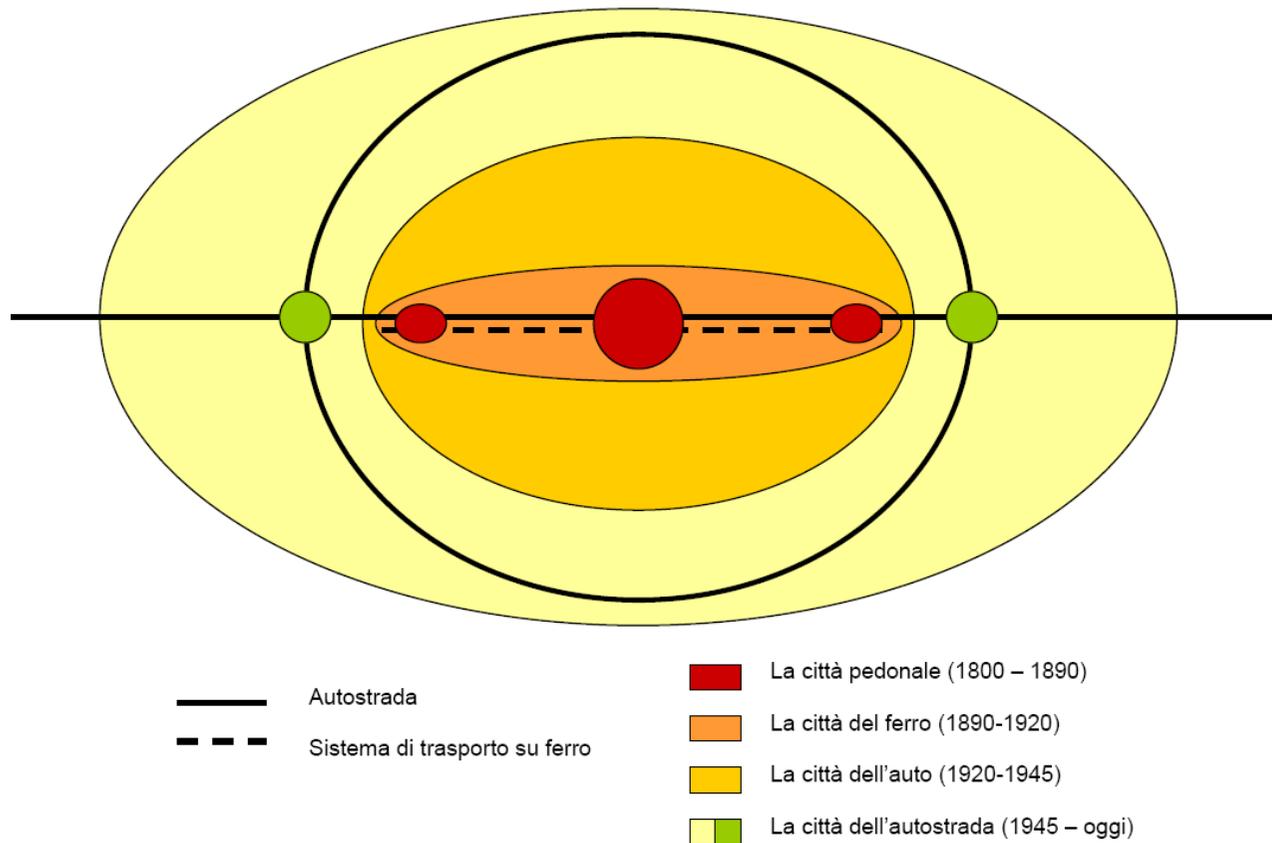
L'EVOLUZIONE DEL SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO E GLI IMPATTI SULLA FORMA FISICA: LA AUTOMOBILE CITY



L'EVOLUZIONE DEL SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO E GLI IMPATTI SULLA FORMA FISICA

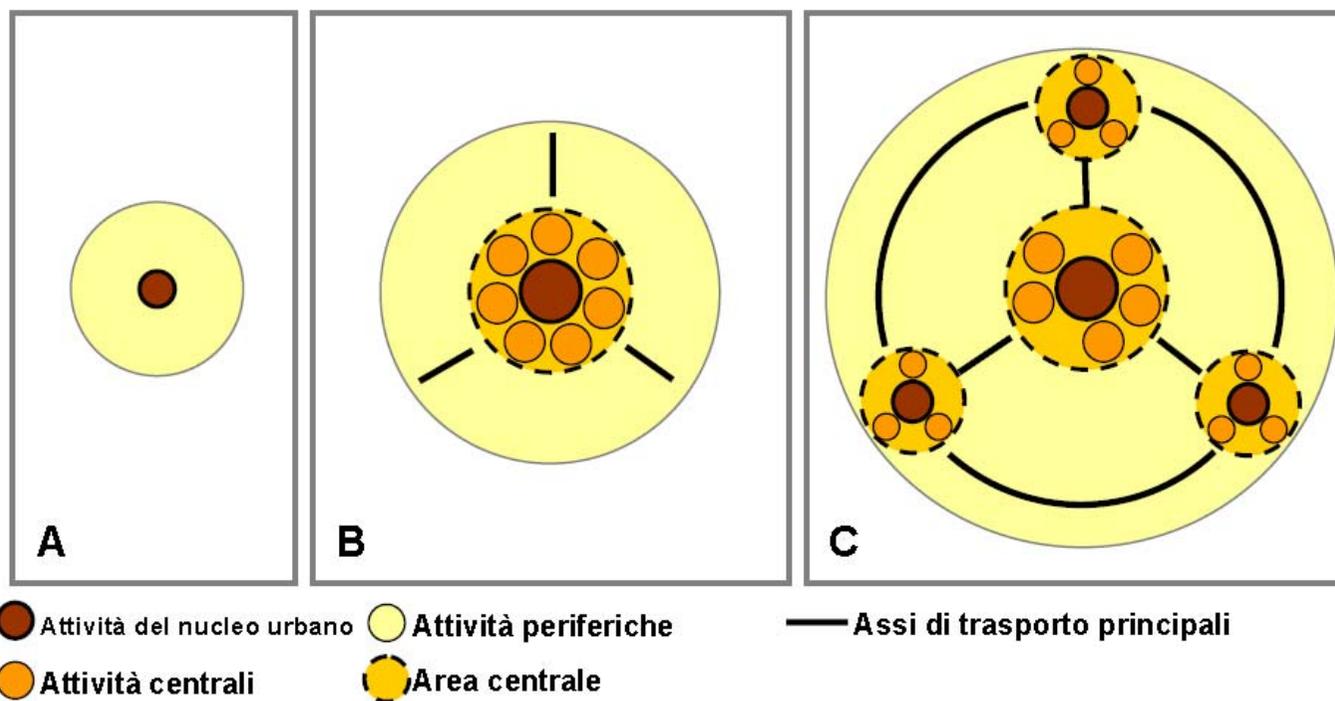
- Dallo studio dei tre modelli urbani si evidenzia come alla costruzione di nuove infrastrutture di trasporto, al variare delle tecnologie di trasporto, ovvero al diminuire dei tempi di spostamento, corrisponde una variazione della forma urbana.
- Questo è ancora più evidente se si definiscono i contorni evolutivi della forma urbana in quattro epoche successive, ciascuna corrispondente al mezzo di trasporto prevalente utilizzato e alla costruzione di nuove infrastrutture di trasporto: la città pedonale, la città del ferro, la città dell'auto e la città delle autostrade.

L'EVOLUZIONE DEL SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO E GLI IMPATTI SULLA FORMA FISICA



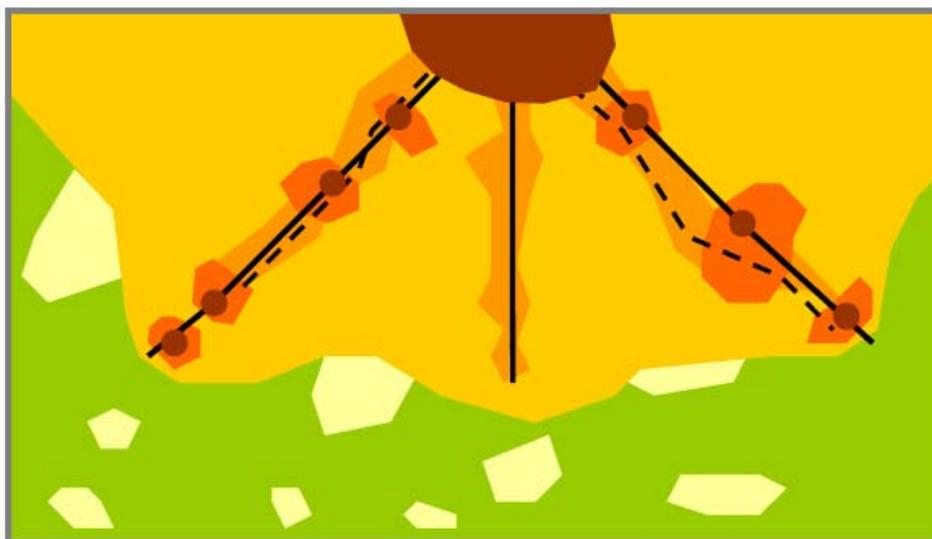
Fonte: Dr. Jean-Paul Rodrigue, Dept. of Global Studies & Geography, Hofstra University

L'EVOLUZIONE DEL SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO E GLI IMPATTI SULLA FORMA FISICA



Fonte: Dr. Jean-Paul Rodrigue, Dept. of Global Studies & Geography, Hofstra University

L'EVOLUZIONE DEL SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO E GLI IMPATTI SULLA FORMA FISICA



- Area costruita precedentemente all'introduzione di sistemi di trasporto "meccanizzati"
- Sviluppo urbano conseguente all'introduzione delle ferrovie
- Sviluppo urbano conseguente all'introduzione delle linee tranviarie
- Sviluppo conseguente all'introduzione dei bus e alle autovetture

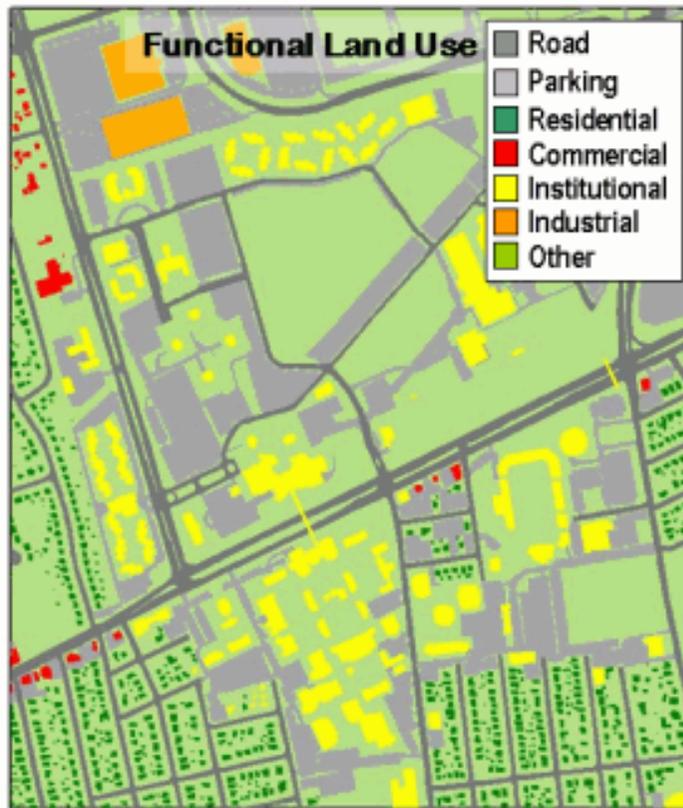
2. SOTTOSISTEMA FUNZIONALE E MOBILITÀ

DEFINIZIONI DI BASE: SOTTOSISTEMA FUNZIONALE

SOTTOSISTEMA
FUNZIONALE

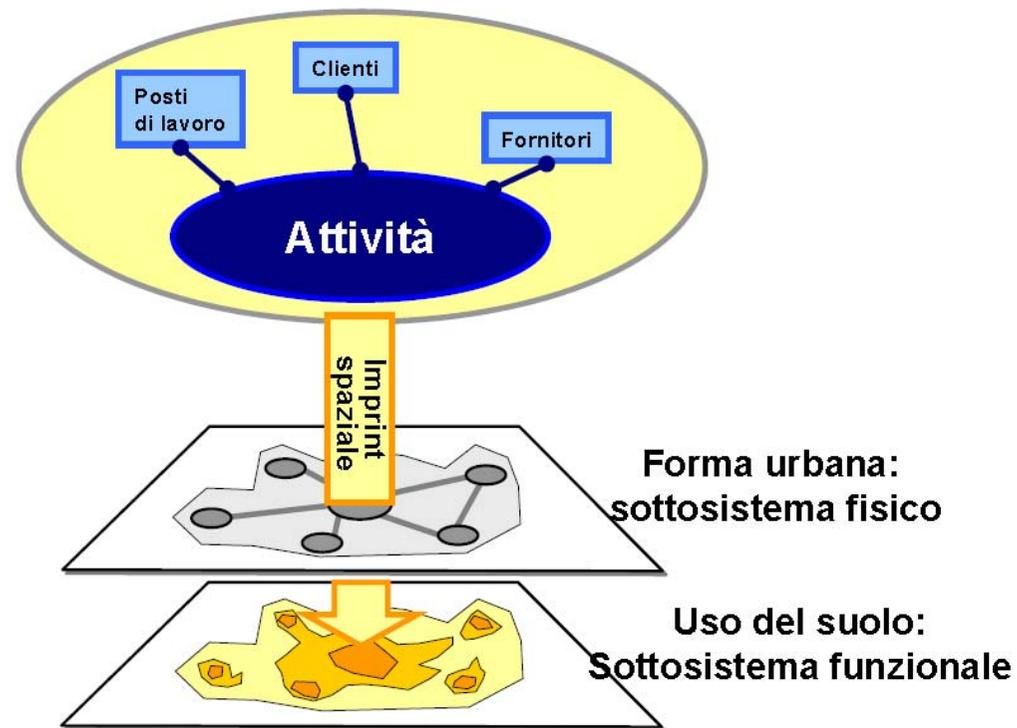
- ATTIVITÀ (ciò che compiono gli attori negli spazi adattati)
- SPOSTAMENTI (le attività che si svolgono nei canali)

DEFINIZIONI DI BASE: SOTTOSISTEMA FUNZIONALE



- ATTIVITÀ (ciò che compiono gli attori negli spazi adattati)
- SPOSTAMENTI (le attività che si svolgono nei canali)

DEFINIZIONI DI BASE: SOTTOSISTEMA FUNZIONALE



Fonte: Dr. Jean-Paul Rodrigue, Hofstra University Campus GIS, 2002

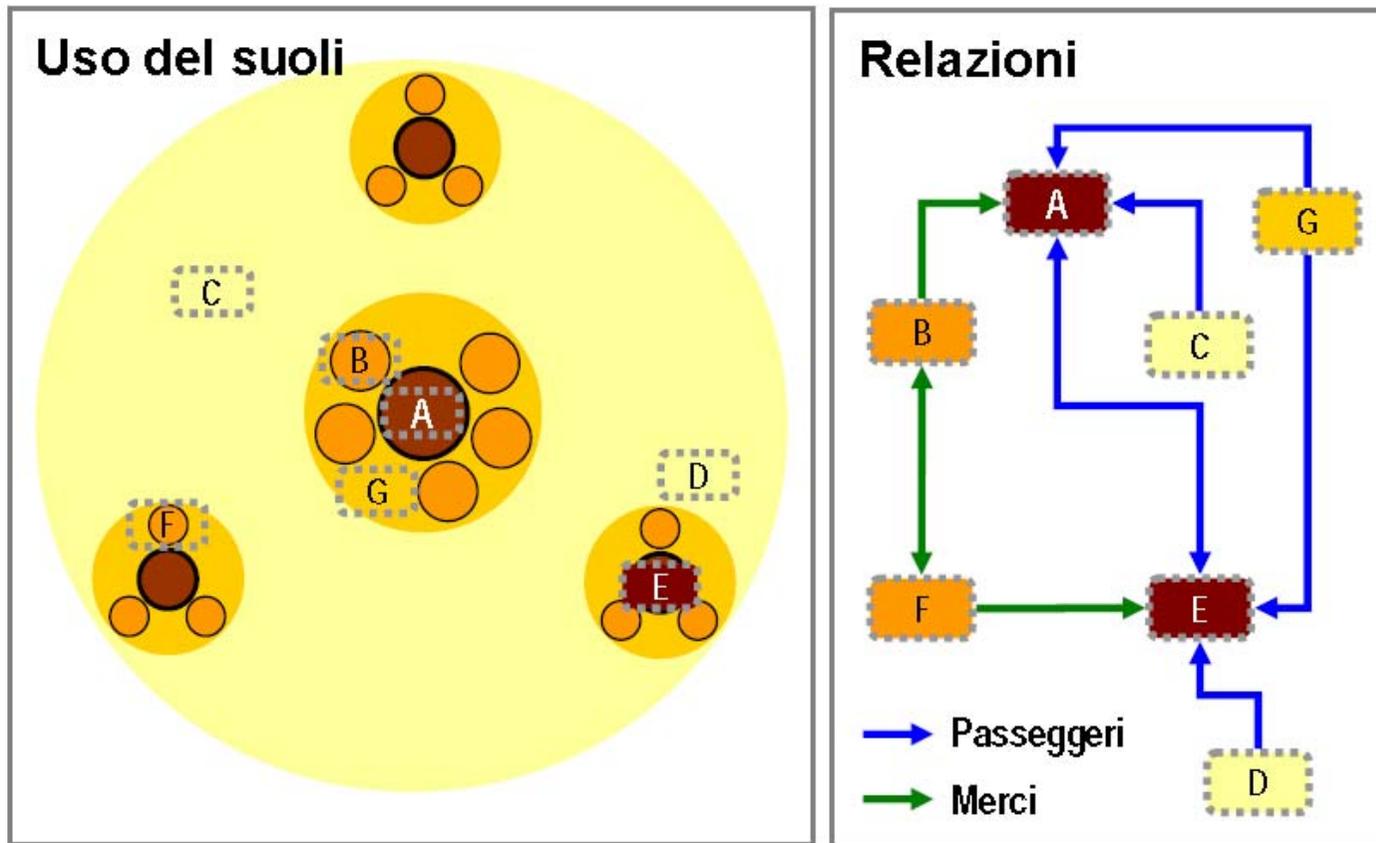
DEFINIZIONI DI BASE:

SOTTOSISTEMA FUNZIONALE E SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO

- In particolare l'uso dei canali, ovvero la distribuzione e l'intensità degli spostamenti sui canali è una conseguenza diretta della distribuzione delle attività sul territorio.
- Infatti, la diversa localizzazione delle attività sul territorio implica una serie di relazioni con altre attività.
- D'altra parte l'esistenza di relazioni tra le attività comporta una domanda di mobilità, che si traduce in spostamenti e flussi di traffico. Per esempio attività commerciali implicano relazioni con fornitori e clienti: la relazione con i fornitori implica uno spostamento di merci, la relazione con i clienti implica uno spostamento di persone.
- Al contrario, poiché ogni tipo di attività ha i propri requisiti specifici di mobilità, l'accessibilità offerta dal sottosistema di trasporto è un fattore importante per la localizzazione delle attività nello spazio.
- Le interazioni che esistono tra la localizzazione delle attività e le possibilità di spostamento sono molto complesse e includono una serie di interdipendenze tra il sotto sistema di trasporto, le interazioni spaziali e l'uso del suolo.

DEFINIZIONI DI BASE:

SOTTOSISTEMA FUNZIONALE E SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO



DEFINIZIONI DI BASE:

SOTTOSISTEMA FUNZIONALE E SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO

Since urban areas involve specialized land uses having specific functions, each land use zone **involves a set of relationships with other land uses**.

These relationships are **expressed by flows of passengers and freight**. In the above figure which represents a multicentric city:

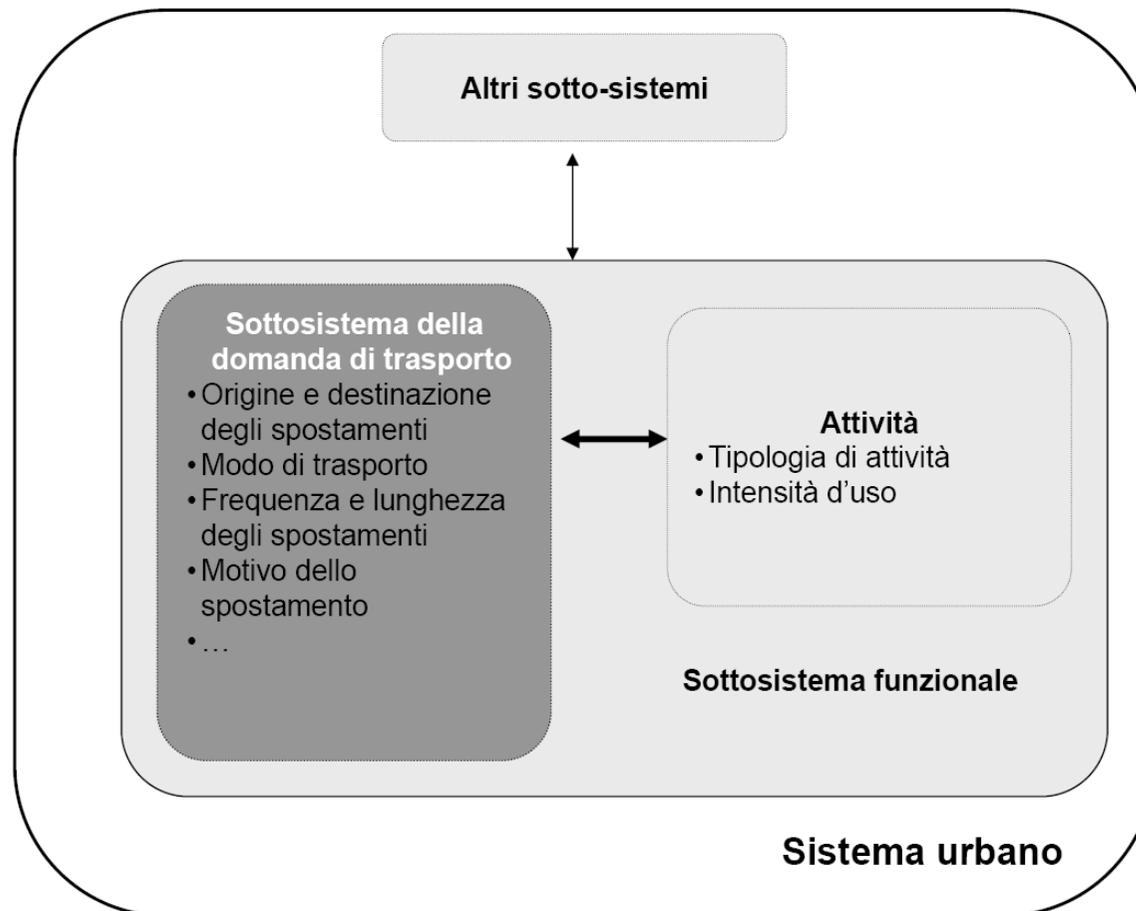
zones **A** and **E** are both commercial with their associated movements of passengers (workers and customers) and freight (suppliers).

Zones **B** and **F** are distribution centers servicing commercial activities, which implies movements of freight.

Zones **C**, **G** and **D** are residential areas (**G** being of high density) from where flows of passengers are originating.

DEFINIZIONI DI BASE:

SOTTOSISTEMA FUNZIONALE E SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO



DEFINIZIONI DI BASE:

SOTTOSISTEMA FUNZIONALE E SOTTOSISTEMA DI TRASPORTO

- Gli impatti del sottosistema delle attività sul sottosistema di trasporto avvengono nel breve periodo e sono oggetto di studio dell'ingegneria dei sistemi di trasporti.
- Gli impatti del sottosistema di trasporto sul sottosistema delle attività avvengono nel lungo periodo e sono riconducibili prevalentemente ad una redistribuzione delle attività sul territorio, ad una variazione dell'intensità d'uso ed ad una variazione della specializzazione delle attività. A un cambiamento dell'accessibilità variano, infatti, le caratteristiche funzionali di un'area urbana, in termini di variazione di attrattività dell'area. Una zona maggiormente accessibile è, infatti, più desiderabile per la localizzazione di residenze o uffici o attività commerciali. Naturalmente in base al mezzo di trasporto con cui un'area è più o meno raggiungibile, variano le tipologie di attività e di categorie economiche che sono maggiormente attratte.
- Per un approfondimento si rimanda a Cascetta (1998).

3. I PRINCIPALI STRUMENTI PER IL GOVERNO DELLA MOBILITÀ ED IL CASO DELLA CITTÀ DI NAPOLI

I livelli e gli strumenti per il governo della mobilità

Livello amministrativo	Interventi sui "canali"	Interventi sui "flussi"
	Pianificazione degli investimenti e delle infrastrutture	Programmazione dei servizi per la mobilità
Statale	PNT Piano Nazionale dei Trasporti	Piani dei servizi ferroviari Piano dei servizi marittimi
Regionale	PRT Piano Regionale dei Trasporti	
Provinciale	Piani Provinciali dei trasporti	Piano Provinciale del Traffico
Comunale	PCT Piani Comunali dei Trasporti PUP Programma Urbano dei Parcheggi	PUT Piano Urbano del Traffico

	PCT- Piano Comunale dei Trasporti	PUT- Piano Urbano del Traffico
Normativa	<ul style="list-style-type: none"> •DPR 10 aprile 1986- circolare 2575 dell'8 agosto 1986- L.R. Campania 3/2002 	<ul style="list-style-type: none"> •dell'art. 36, comma 3, del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 - "Codice della strada". E' obbligatorio per i comuni con popolazione residente superiore ai 50000 abitanti, per comuni con presenze stagionali superiori alle 10000 unità e per i comuni in cui sussistano elevate esigenze di tutela ambientale
Durata	<ul style="list-style-type: none"> •Piano a lungo termine. 	<ul style="list-style-type: none"> •Piano a breve termine. Durata biennale
Costi	<ul style="list-style-type: none"> •Prevede un consistente onere economico 	<ul style="list-style-type: none"> •Contenimento dei costi pubblici e privati
Finalità	<ul style="list-style-type: none"> •Favorire l'incremento della capacità di trasporto attraverso la realizzazione di infrastrutture. 	<ul style="list-style-type: none"> •Miglioramento della mobilità urbana di persone e cose attraverso l'uso ottimale delle infrastrutture e dei mezzi di trasporto esistenti.
Obiettivi	<ul style="list-style-type: none"> • Migliorare il livello di servizio del sistema di trasporto •Migliorare l'accessibilità alle attività socio-economiche •Migliorare la vivibilità della città 	<ul style="list-style-type: none"> •Miglioramento delle condizioni di circolazione •Riduzione degli incidenti stradali •Riduzione inquinamento atmosferico e acustico
Interventi	<p>Interventi strutturali: Costruzione di nuove infrastrutture per le reti su ferro, gomma, ecc. Interventi di potenziamento delle infrastrutture esistenti</p>	<p>Interventi organizzativi: Specializzazioni di uso delle sedi stradali (percorsi preferenziali, corsie riservate, percorsi o isole pedonali, ecc) Regolazione semaforica e segnaletica Ridotti interventi strutturali (rettifiche dei marciapiedi, introduzione di spartitraffico, apertura di nuovi varchi)</p>

Programma Urbano dei Parcheggi (PUP)

Normativa:

Legge 122/89 (Legge Tognoli).

Ha valenza triennale e la sua redazione è obbligatoria per i Comuni indicati dalle legge quadro che introduce il Programma (L. 122/89 o Legge Tognoli) e per i Comuni individuati dalle singole regioni. Il Programma, pur configurandosi come programma esecutivo, costituisce variante agli strumenti urbanistici vigenti, qualora contenga disposizioni con questi contrastanti.

Finalità:

Decongestionare i centri urbani mediante interventi sulla domanda e l'offerta della sosta

Interventi :

- Creazione di **parcheggi di scambio**: finalizzati a ridurre l'afflusso di veicoli privati nei centri urbani attraverso l'interscambio modale (privato-collettivo) con sistemi di trasporto collettivo urbano o extraurbano su gomma o su ferro.
- Creazione di **parcheggi di relazione**: finalizzati a soddisfare la domanda di sosta di relazione (sosta per periodi di tempo limitati e in corrispondenza di macro-funzioni urbane o particolari addensamenti di attività).
- Creazione di **parcheggi stanziali**: finalizzati a soddisfare la domanda stanziale di pertinenza alla residenza; sono i parcheggi localizzati in aree o volumi di pertinenza di immobili privati da realizzarsi su aree pubbliche o nel sottosuolo di queste.

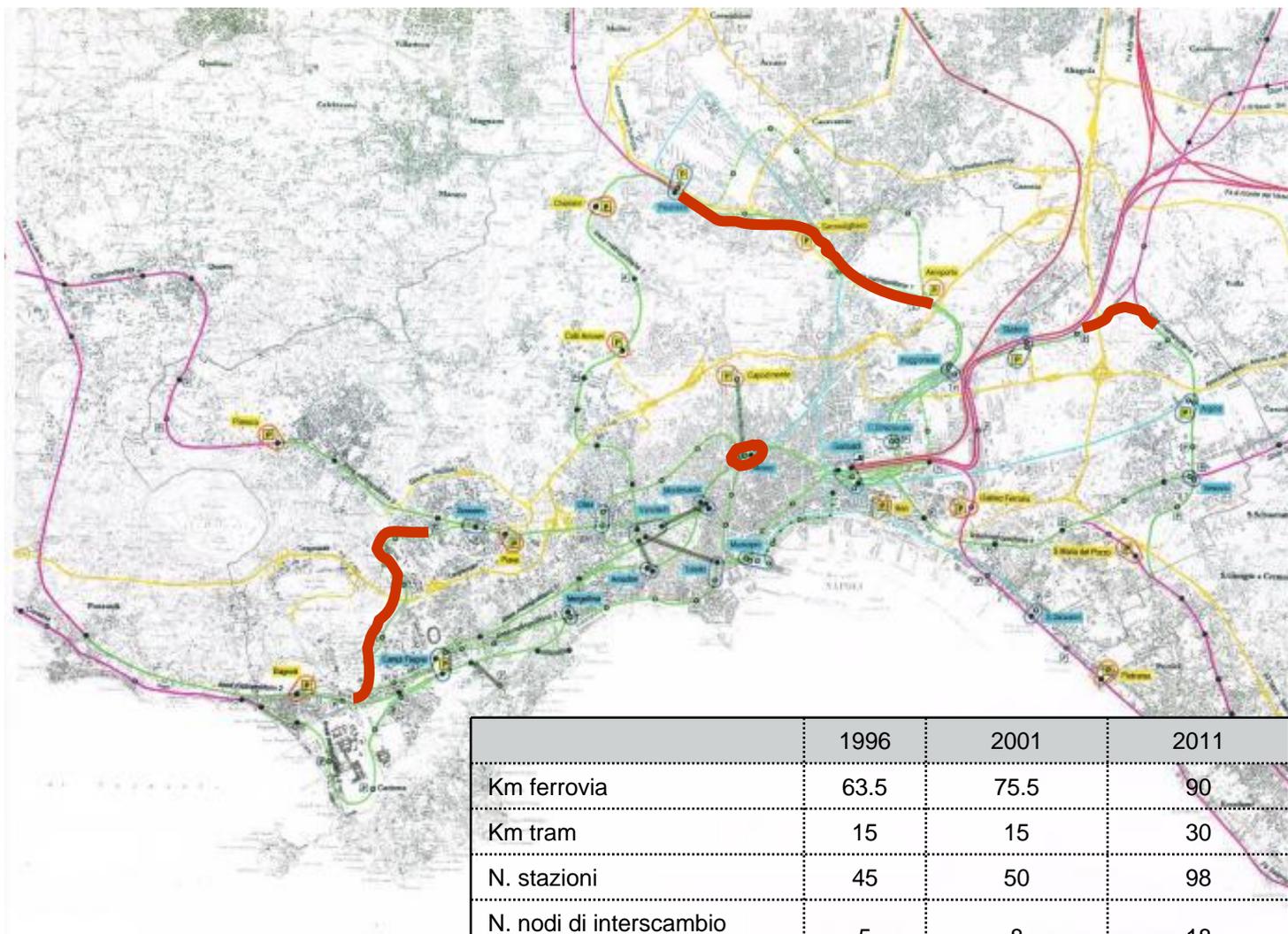
Il Piano Comunale dei Trasporti PCT del Comune di Napoli

(approvato dal Consiglio Comunale marzo 1997)

- **Obiettivi:**
 - Migliorare il livello di servizio del sistema di trasporto
 - Migliorare l'accessibilità alle attività socio-economiche
 - Migliorare la vivibilità della città
 - Promuovere lo sviluppo sostenibile urbano

- **L'idea della rete integrata**
 - Integrazione dei servizi e dei modi
 - Modi di trasporto individuale e collettivo
 - Servizi di trasporto collettivo su gomma e ferro
 - Servizi di trasporto regionale ed urbano
 - Integrazione delle infrastrutture
 - Nodi park and ride
 - Nodi di interscambio bus/metro
 - Collegamenti tra le linee su ferro
 - Integrazione tra trasporto e uso del suolo
 - Nuove linee su ferro che supportino la localizzazione di nuove attività
 - Nuove stazioni per la riqualificazione di aree urbane

Il PCT del Comune di Napoli: scenario di progetto (2011)



	1996	2001	2011
Km ferrovia	63.5	75.5	90
Km tram	15	15	30
N. stazioni	45	50	98
N. nodi di interscambio ferroviario	5	8	18
N. Nodi park and ride	1	4	16

Piano Generale del Traffico Urbano del Comune di Napoli (validità per gli anni 2002 - 2004, adottato il maggio 2002 dalla Giunta Comunale)

- Il PGTU indica un insieme coordinato di interventi per la razionalizzazione gestionale delle risorse disponibili, al fine di migliorare la mobilità e contestualmente le condizioni ambientali nella città.
Il PGTU rappresenta, quindi, un documento di strategie ed obiettivi perseguibili in un arco temporale biennale e nell'ipotesi di dotazioni di infrastrutture e mezzi di trasporto sostanzialmente invariate.
In data 06/05/2002 la Giunta Municipale ha approvato, con deliberazione di proposta al Consiglio n. 1545, l'Aggiornamento del Piano Generale del Traffico Urbano (P.G.T.U.) per il triennio 2002-2004. L'Aggiornamento del P.G.T.U. è stato articolato quindi in tre parti.
- **Nella prima parte** viene svolta un'analisi delle componenti del sistema della mobilità urbana, offerta di trasporto, zonizzazione territoriale e domanda di spostamento.
- **Nella seconda parte** vengono descritti obiettivi, strategie generali e proposte di intervento con riferimento alle diverse componenti trasversali del sistema di traffico urbano: sistema di trasporto collettivo, sistema dei parcheggi e politica della sosta, sistema di trasporto privato e sistema autostradale urbano, sistema delle aree ambientali e pedonalità, dispositivi e provvedimenti per la salvaguardia ambientale, controllo e gestione del traffico nel quadro della più complessiva gestione urbana, sicurezza e innovazione tecnologica, ruolo degli uffici e strutture comunali, priorità di intervento.
- **Nella terza parte** vengono sviluppate, infine, proposte di intervento in termini di:
 - dispositivi di circolazione nelle aree di intervento individuate nei singoli Bacini di traffico urbano, finalizzate ad ottenere il miglioramento delle condizioni di circolazione (movimento e sosta),
 - il miglioramento della sicurezza stradale,
 - la riduzione degli inquinamenti atmosferico ed acustico e la salvaguardia dei valori ambientali, in accordo con il Piano dei Trasporti e con gli strumenti urbanistici vigenti.

Piano delle 100 stazioni del Comune di Napoli (approvato dalla giunta Comunale nel luglio 2003)

Finalità del Piano:

Il Piano si propone principalmente di incrementare il territorio servito dalla rete del trasporto pubblico su ferro e migliorare l'accessibilità verso le stazioni.

Il Piano delle 100 stazioni si propone:

- di incrementare e riqualificare il territorio servito dalla rete del trasporto pubblico su ferro, con interventi volti a migliorare l'**accessibilità** da e per le 100 stazioni
- **migliorare la qualità** architettonica e urbanistica degli edifici di stazione e delle aree e delle piazze dove le stazioni sono collocate. Il Piano si propone, inoltre,
- di **eliminare il degrado** di cui spesso le infrastrutture sono state causa.

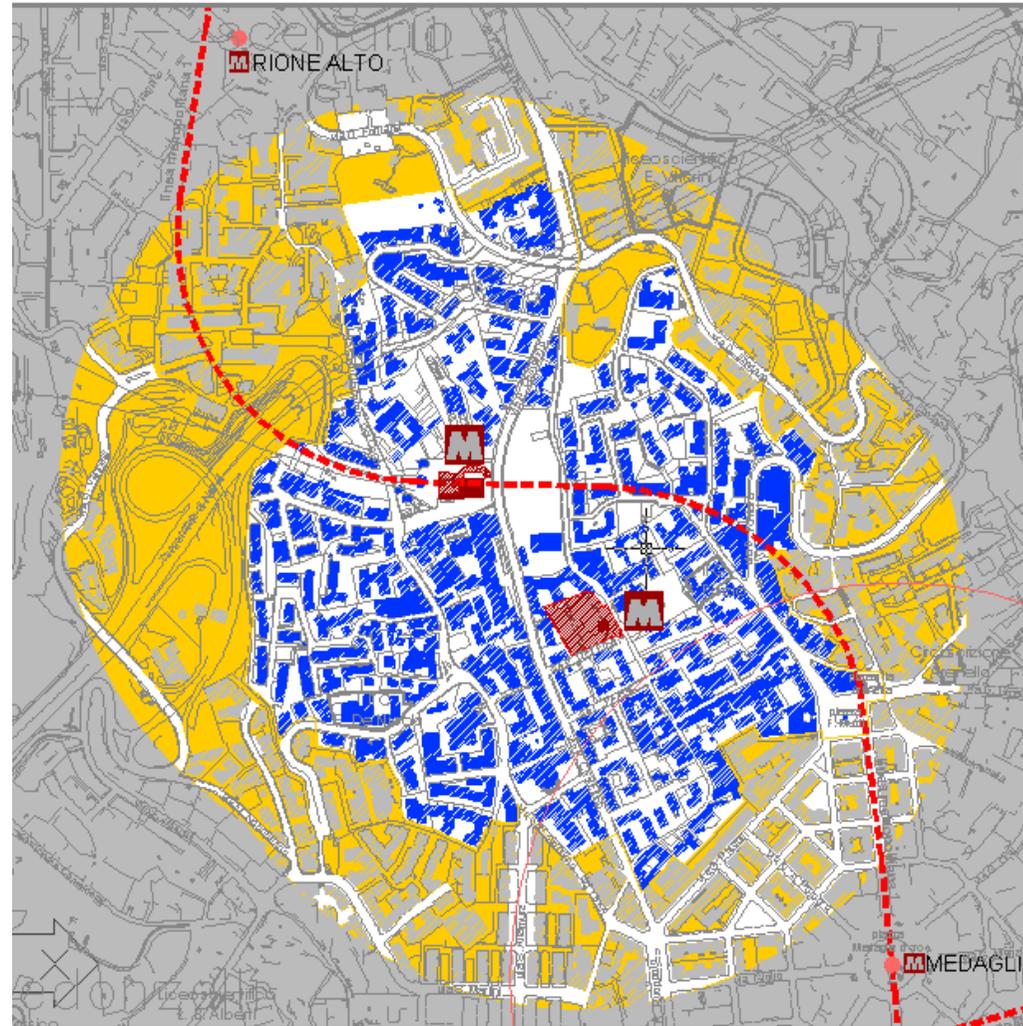
Tutto questo per offrire ai cittadini un servizio di trasporto pubblico attraente, congruente con la esigenza di ridurre l'uso dell'automobile e adeguato al cospicuo impegno di risorse economiche necessarie per realizzare la rete infrastrutturale su ferro

Piano delle 100 stazioni del Comune di Napoli (approvato dalla giunta Comunale nel luglio 2003)

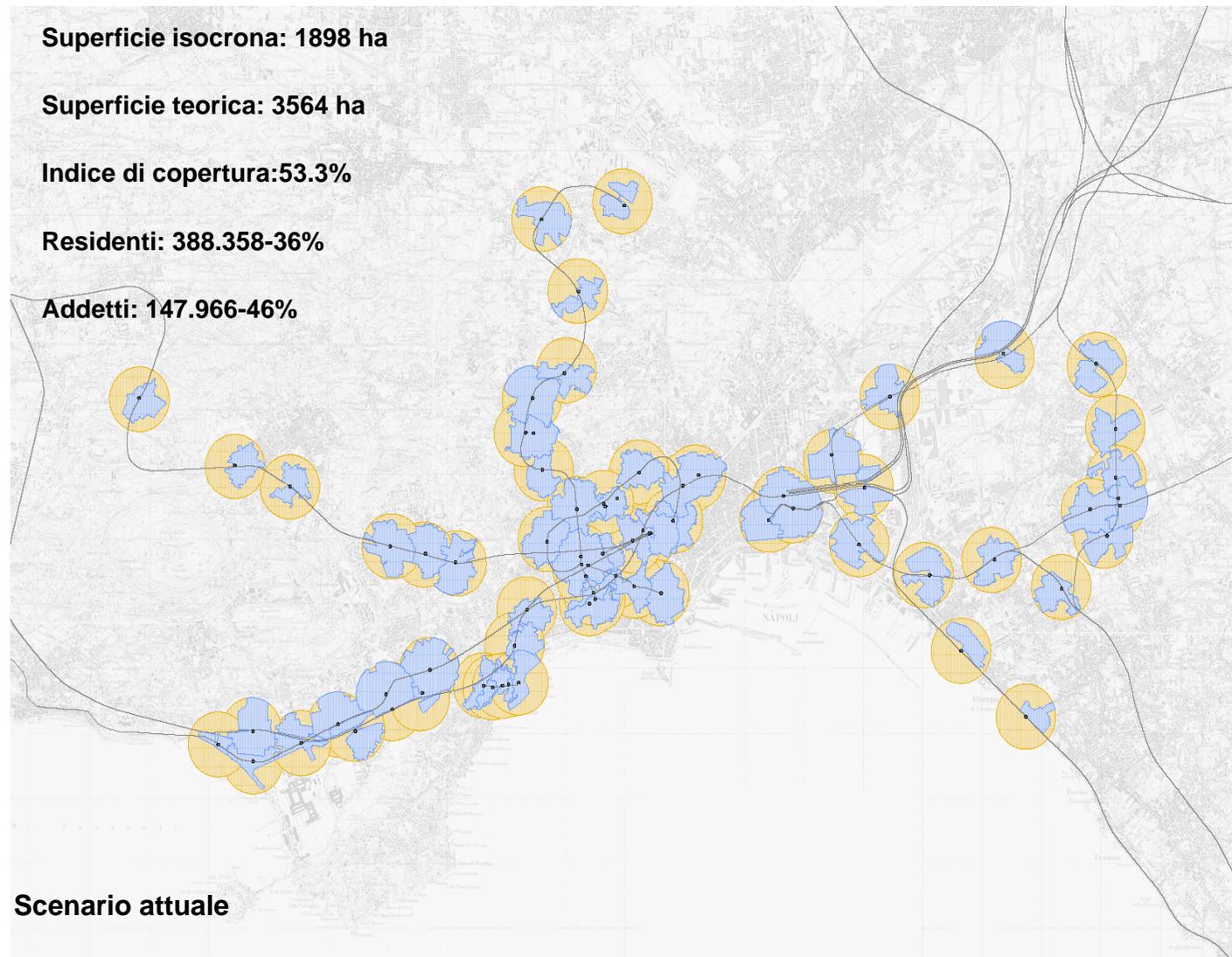
L'accessibilità alla stazione viene misurata in funzione della prossimità spaziale e temporale delle fermate del servizio alla domanda

Area teorica: insieme dei punti del territorio che teoricamente sono facilmente accessibili dalla stazione di riferimento
Raggio di influenza= 400 m

Area isocrona: l'insieme dei punti raggiungibili dalle uscite delle stazioni nel tempo stabilito percorrendo i percorsi pedonali, individuati all'interno dell'area teorica
Tempo di percorrenza=8 minuti e 20 secondi



Piano delle 100 stazioni del Comune di Napoli (approvato dalla giunta Comunale nel luglio 2003)



Piano delle 100 stazioni del Comune di Napoli (approvato dalla giunta Comunale nel luglio 2003)

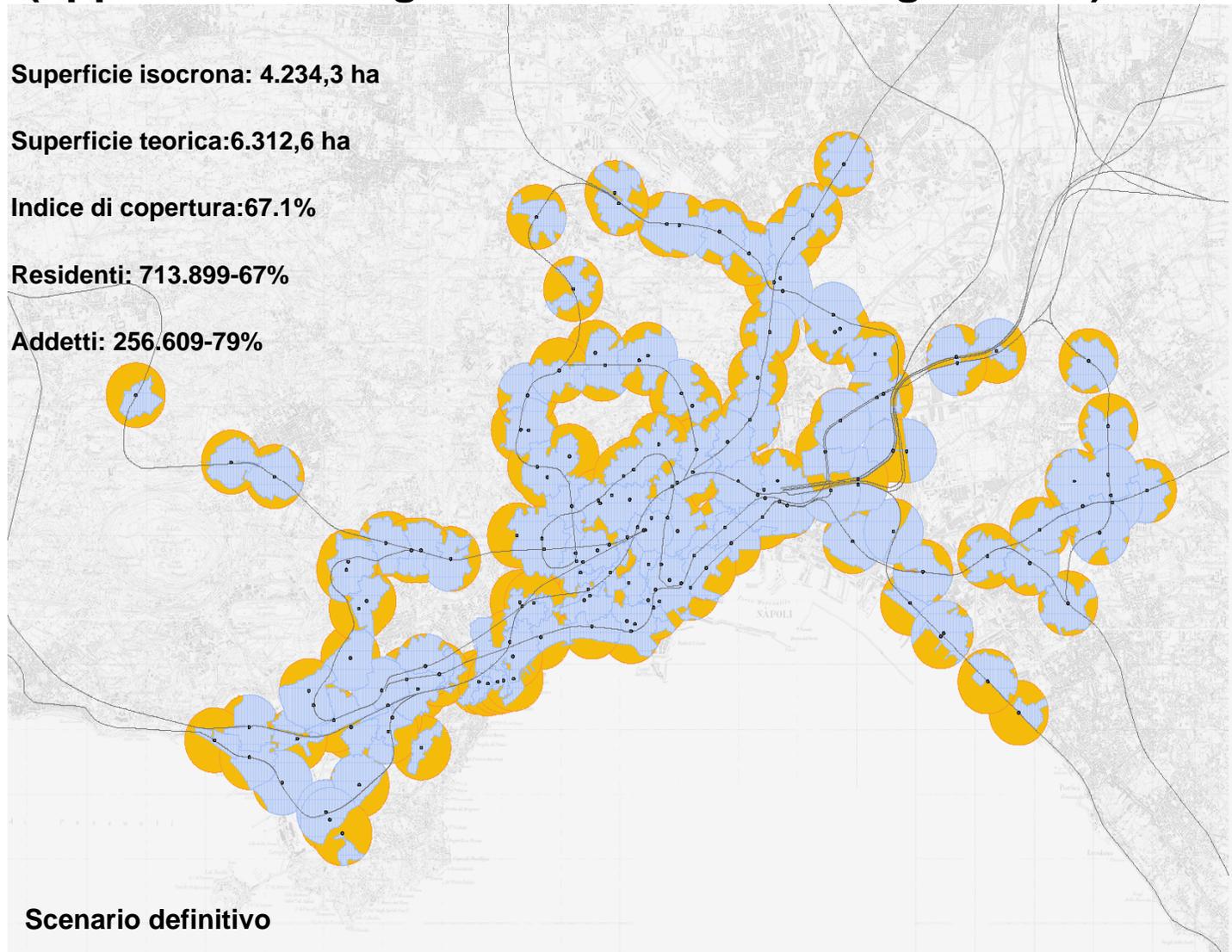
Superficie isocrona: 4.234,3 ha

Superficie teorica: 6.312,6 ha

Indice di copertura: 67.1%

Residenti: 713.899-67%

Addetti: 256.609-79%



Scenario definitivo







Riferimenti bibliografici

Testi

- Beguinot C., Papa R. (1998) *Sistema Urbano e governo della mobilità*, CNR-Progetto Finalizzato trasporti 2, DiPiST, Napoli
- De Luca M, (2000) *Manuale di Pianificazione dei trasporti*, CNR-Progetto Finalizzato Trasporti 2, Franco Angeli
- Papa R. (2000), *Lezioni Di Urbanistica*, DiPiST, Napoli

Piani e Normative

- Comune di Napoli (1997), *PTC Piano Comunale dei Trasporti*, Napoli
- Comune di Napoli (1999), *PUP Piano urbano dei Parcheggi*, Napoli
- Comune di Napoli (2003), *Piano delle 100 stazioni*, Napoli
- L.R. 3/2002 scaricabile dal sito <http://www.regione.campania.it>

Funzioni urbane e sistema della mobilità: modelli interpretativi e criteri di intervento

Romano Fistola*, Pietro Urciuoli**

*CNR - Istituto per la Pianificazione e Gestione del Territorio, Napoli

**Università degli Studi di Napoli "Federico II", Dipartimento di Pianificazione e Scienza del Territorio, Napoli

Il paper propone un approfondimento dei rapporti fra attività urbane e sistema della mobilità. Tale legame viene studiato muovendo da un approccio di tipo urbanistico che assegna particolare importanza al legame esistente tra il sistema della mobilità e la distribuzione e l'intensità delle attività sul territorio.

Nella prima sezione si propone l'individuazione di una formulazione analitica del rapporto esistente tra le caratteristiche delle attività urbane e le caratteristiche della domanda di spostamento. Nella seconda sezione vengono considerate una serie di caratteristiche e variabili, proprie dell'indagine urbanistica, attraverso le quali viene messa a punto una procedura automatica di verifica della congestione da traffico veicolare e definite delle indicazioni (standard funzionali) per l'insediamento di nuove attività urbane.

1. Funzioni urbane e mobilità : una formulazione analitica

1.1 L'algoritmo di calcolo

Per la definizione di una formulazione analitica del legame esistente tra le attività urbane e la domanda di spostamento è stato utilizzato un algoritmo di calcolo basato sui concetti dell'analisi dimensionale, dovuta principalmente all'inglese O. Reynolds; tale metodo, nella sua formulazione più generale, può essere applicato per studiare qualsiasi fenomeno una volta individuate le grandezze da cui il fenomeno stesso dipende.

L'analisi dimensionale consente infatti di ricostruire le relazioni intercorrenti fra le grandezze in gioco in base al rispetto del principio della omogeneità dimensionale, ossia il primo membro deve avere le stesse dimensioni fisiche del secondo membro.

In pratica, per impostare un problema di qualsiasi natura utilizzando il metodo dell'analisi dimensionale occorre seguire alcuni passi logici.

In primo luogo occorre individuare un sistema di grandezze che funga da sistema di riferimento; un esempio è costituito dalla terna Massa, Lunghezza, Tempo (M, L, T) o dalla terna Forza, Lunghezza, Tempo (F, L, T) a seconda che si operi con il Sistema Scientifico o con il Sistema Tecnico.

Ognuna delle grandezze individuate deve essere espressa con una unità di misura, passaggio che assume una importanza fondamentale in quanto, come si è detto, l'intero metodo è basato sulla congruità dimensionale tra le grandezze in gioco; sempre con riferimento all'esempio precedente è Massa [kg], Lunghezza [m], Tempo [sec].

Successivamente occorre individuare le grandezze che intervengono nel fenomeno (la variabile dipendente - l'incognita- e le variabili indipendenti) ed esprimerle in funzione delle grandezze che compongono il sistema di riferimento.

Ad esempio si indichi con I l'incognita del problema e con A, B, C le variabili dalle quali il fenomeno (e quindi il valore finale della grandezza I) dipende.

In linea del tutto generale si può scrivere:

$$I = f(A, B, C) \quad (1)$$

A questo punto occorre esprimere tanto l'incognita quanto le variabili attraverso le grandezze costituenti il sistema di riferimento; supponendo che tale sistema sia costituito da una generica terna X [x], Y [y], Z [z], si può scrivere:

$$\begin{aligned}
 I &= f(X, Y, Z) \\
 A &= f(X, Y, Z) \\
 B &= f(X, Y, Z) \\
 C &= f(X, Y, Z)
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

E' possibile scrivere perciò l'equazione (1) nel seguente modo:

$$I = k * A^{\alpha} * B^{\beta} * C^{\gamma} \tag{3}$$

con k costante numerica e α , β e γ esponenti da determinare, esprimendo così che i due membri devono essere dimensionalmente omogenei.

Sulla scorta di queste posizioni è possibile impostare un sistema di tante equazioni quante sono le grandezze costituenti il sistema fondamentale. Con riferimento all'esempio considerato si può scrivere un sistema di tre equazioni (una in X, una in Y e una in Z) nelle quali le incognite sono α , β e γ .

I valori risultanti consentono sia di esplicitare la struttura della funzione (3) evidenziando i tipi di proporzionalità tra le grandezze (dirette e/o inverse), i rapporti tra le stesse (lineari, esponenziali, ...), sia di pervenire ad una formulazione analitica in senso stretto attraverso la determinazione numerica degli esponenti in valore e segno.

Nella applicazione in esame interessa in particolare il primo dei due aspetti, quello riguardante la possibilità di definire la struttura della relazione intercorrente tra la grandezza assunta come incognita e le grandezze assunte come variabili.

Il metodo in questione presenta infatti, come del resto tutti i metodi analitici, un suo campo di validità ottimale legato alle sue intrinseche caratteristiche e, in particolare, alle sue intrinseche limitazioni; occorre quindi tener conto di quest'ultime al fine di non assumere per buoni risultati che invece non lo sono.

In particolare sono due le limitazioni di maggior rilievo.

La prima riguarda il numero di variabili indipendenti che è possibile far rientrare nella formula.

Come si è detto esso dipende dal numero di grandezze che compongono il sistema di riferimento, in quanto è possibile scrivere al massimo tante equazioni quante sono le grandezze componenti; essendo ovviamente ridotto tale numero è ridotto anche il numero delle variabili indipendenti di cui è possibile tener conto per cui occorre limitarsi a considerare solo le principali grandezze in gioco.

Nei casi in cui le grandezze che intervengono a definire il fenomeno sono molteplici -come è appunto il caso allo studio- il metodo dell'analisi dimensionale si presta bene più a fornire indicazioni valide per la definizione della struttura delle relazioni che intercorrono tra le grandezze principali che a indicare relazioni analitiche in senso stretto. E' evidente che in questo caso è determinante l'abilità dell'operatore nello scegliere grandezze effettivamente significative e determinanti; occorre inoltre che ad esse siano riconducibili anche altre grandezze "minori" che non è possibile portare in conto data l'esiguità del numero di equazioni che è possibile scrivere.

Un ulteriore punto debole del metodo in questione consiste nell'impossibilità di tener conto di elementi adimensionali mentre può essere invece indispensabile considerare coefficienti amplificativi o riduttivi per analizzare stati particolari di fenomeni già descritti dal punto di vista dimensionale.

Fattori di questo tipo possono essere presi in considerazione solo attraverso il coefficiente k che va tarato a seconda delle particolari condizioni del problema.

1.2 L'applicazione del metodo

1.2.1 Impostazione generale

Conclusa questa breve descrizione delle caratteristiche salienti del metodo dell'analisi dimensionale si passa ora ad esporre come i passi logici appena analizzati in linea del tutto generale sono stati seguiti nello specifico caso della determinazione della funzione di domanda.

Come si è detto obiettivo di questo lavoro è l'individuazione di una espressione analitica della capacità delle Unità di Offerta (luoghi fisici appositamente attrezzati per l'erogazione dei servizi) di attrarre flussi di utenti

considerando quindi la domanda di spostamento come una conseguenza della distribuzione delle attività sul territorio.

Per esprimere tale concetto in termini più analitici occorre dire che la capacità delle U.d.O. di attrarre flussi di utenti è funzione delle modalità con le quali l'U.d.O. stessa espleta i servizi alla collettività; conseguentemente può essere considerata come l'incognita del problema mentre le variabili indipendenti sono da ricercare nelle caratteristiche peculiari della erogazione dei servizi stessi.

Così definita l'impostazione generale del problema e quindi di quella che sarà la struttura della formulazione finale, si è provveduto ad individuare le grandezze fondamentali che devono costituire il sistema di riferimento.

1.2.2 Definizione delle grandezze fondamentali

Un primo gruppo di grandezze deve necessariamente descrivere il contesto nel quale avviene il fenomeno da considerare: la scelta è sembrata obbligata in quanto, avvenendo tutti i fenomeni urbani -e quindi anche quello della mobilità- in un "campo" spaziale e temporale ben definito, non poteva non tenersi conto dei fattori Spazio e Tempo che appaiono quindi gli elementi necessari e sufficienti per descrivere questo contesto.

Inoltre è necessaria almeno una ulteriore grandezza per individuare l'elemento centrale oggetto dello studio e che agisce in questo "campo" spazio-temporale. In questo caso la scelta non è così univoca essendo diverse le grandezze che possono assolvere a questo scopo. E' sembrato comunque che il parametro più indicativo fosse relativo agli utenti che in questo dominio esplicano le loro attività.

Si assume quindi la seguente terna di grandezze fondamentali:

Utenti [U], Lunghezza [L], Tempo [T].

1.2.3 Individuazione dell'incognita e delle variabili

Occorre a questo punto individuare le grandezze da assumere come incognita e come variabili indipendenti della funzione.

Per raggiungere questo obiettivo si è fatto esplicito riferimento alle analisi teoriche e alle verifiche sperimentali finora svolte ed i cui risultati sono riportati nelle comunicazioni effettuate da questa U.O. ai precedenti convegni PFT2; in particolare si fa riferimento al paper presentato al convegno PFT2 di Roma 1993 [2], in cui è proposta una classificazione delle Unità d'Offerta in base alla relativa capacità di attrarre flussi di spostamento, ed al convegno di Genova 1995 [3], in cui è stata condotta una verifica sperimentale su di un'area campione, individuata nel quartiere di Fuorigrotta a Napoli.

L'incognita del problema, come si è detto, è costituita, in linea del tutto generale, dalla capacità delle U.d.O. di attrarre utenti in virtù dei servizi da essa erogati.

Il problema che si è posto in questa fase è consistito nella formalizzazione analitica di tale grandezza. Ai fini sia dello studio in oggetto sia dei suoi possibili sviluppi futuri (che, come si dirà in seguito, possono consistere nella applicazione dell'analisi dimensionale per l'individuazione di una analoga funzione relativa al versante dell'offerta) si è assunta come incognita la quantità di utenti richiamati da una generica U.d.O. nell'unità di tempo. Tale grandezza ha ovviamente le dimensioni di un flusso e quindi si può scrivere $A = [U T^{-1}]$.

Il passo successivo, che si è rivelato certamente il più impegnativo dal punto di vista concettuale, è stato quello della individuazione delle variabili indipendenti.

Come è evidente il fenomeno della mobilità dipende certamente da un notevole numero di fattori mentre nel caso specifico disponendo di tre sole equazioni (come si è detto il numero delle equazioni che è possibile scrivere è pari al numero delle grandezze che formano il sistema di riferimento) è possibile individuare tre sole variabili indipendenti.

Da questo discende la necessità di una scelta quanto mai oculata delle variabili; esse devono essere quindi, oltre che significative di per se stesse, anche rappresentative di altre variabili "minori" che ad esse si possono ricondurre, in modo da limitare quanto più possibile la perdita di informazione e di precisione.

A tal fine, è stato utilizzato il patrimonio di studi e di analisi sviluppato nelle precedenti annualità nelle quali è stato appunto definito e formalizzato un set di caratteristiche intrinseche delle U.d.O. e dei servizi da esse erogati particolarmente significative dal punto di vista dei flussi di utenti richiamati.

Il set in questione era composto da quindici caratteristiche articolate in cinque classi [4]:

- caratteristiche spaziali: descrivono l'inserimento della U.d.O. nel tessuto fisico di appartenenza e la sua distribuzione sul territorio.
- caratteristiche temporali: descrivono la distribuzione temporale tanto dell'erogazione quanto della fruizione dei servizi
- caratteristiche del ciclo di produzione: descrivono il rapporto con altre U.d.O. dello stesso ambito territoriale
- caratteristiche del processo di erogazione: descrivono gli elementi che giocano un ruolo determinante nel consentire l'erogazione dei servizi
- caratteristiche relative alla I.T.: descrivono se e quanto l'innovazione tecnologica è entrata a far parte dell'erogazione dei servizi.

Le caratteristiche in questione, unitamente ad un consistente set di U.d.O. scelte come campione, sono state utilizzate per la costruzione di un abaco [5] nel quale comparivano sulle righe le U.d.O., sulle colonne le caratteristiche individuate e nelle celle di incrocio delle valutazioni di tipo qualitativo (alto, medio, basso, ecc.). Infine un procedimento analitico basato su procedimenti di analisi multicriteria [6] con il quale sono state trasformate le valutazioni qualitative in punteggi numerici di tipo fuzzy, ha consentito sia una prima gerarchizzazione delle U.d.O. in relazione alla relativa capacità di attrarre flussi di utenti sia una gerarchizzazione delle caratteristiche in relazione alla capacità di spiegare il fenomeno.

Si è quindi deciso di scegliere le tre caratteristiche da assumere come variabili indipendenti tra quelle che si sono rivelate come le più significative in questa graduatoria. In particolare si è modificata la suddetta articolazione in modo da raggruppare le quindici caratteristiche in tre classi ed all'interno di ciascuna classe è stata individuata una caratteristica da assumere come variabile indipendente.

Si è ritenuto di poter raggruppare le ultime tre classi in un'unica classe denominata "Caratteristiche dell'erogazione".

In definitiva sono state considerate le seguenti tre classi:

- caratteristiche spaziali
- caratteristiche temporali
- caratteristiche dell'erogazione

Nella prima classe, *caratteristiche spaziali*, figurano elementi in grado di fornire informazioni circa il rapporto della U.d.O. con il territorio di appartenenza. Appartengono a tale raggruppamento elementi quali il bacino di utenza, l'influenza -di tipo sia fisico che funzionale- sull'intorno urbano, ecc. In questa sede si è considerata come determinante, ai fini della definizione del numero dei potenziali utenti richiamati dalla Unità d'Offerta, la maggiore o minore diffusione sul territorio di un determinato servizio. Tra le caratteristiche appartenenti a questa classe si è quindi adottata come variabile dimensionale il Raggio di influenza territoriale $R = [L]$.

Alla seconda classe, *caratteristiche funzionali*, appartengono elementi in grado di descrivere l'articolazione temporale dell'erogazione del servizio, quali ad esempio il tempo medio necessario all'utente per ottenere un certo servizio, la ciclicità -mensile, settimanale, giornaliera, variabile- dei fenomeni di punta, le fasce orarie di funzionamento, ecc. Come variabile indipendente è stata prescelta la caratteristica "Fasce orarie di funzionamento", ritenendo che maggiore è la quantità delle fasce orarie nelle quali vengono erogati i servizi, minori sono le possibilità che vengano a crearsi fenomeni di forte polarizzazione. $F = [T]$.

Alla terza ed ultima classe, *caratteristiche dell'erogazione*, appartengono quegli elementi caratteristici delle modalità con le quali viene erogato il servizio agli utenti e quindi, ad esempio, la più o meno spinta necessità di un rapporto diretto tra l'utente e l'U.d.O., l'introduzione di nuove tecnologie all'interno del ciclo di erogazione, il grado di interrelazione dell'U.d.O. in questione con U.d.O. simili, ecc. Tra le varie caratteristiche appartenenti a questo raggruppamento, si è assunta come variabile indipendente la caratteristica "Quantità dei servizi erogati". Non potendo esprimere la quantità di servizi in termini di "numero di servizi forniti" (non è possibile introdurre nella formula quantità adimensionali), si è scelto di esprimere tale caratteristica in termini di "dotazione unitaria", intesa come la disponibilità rapportata alla

popolazione presumibilmente servita in quanto ricadente nel Raggio di influenza territoriale: in particolare si è ritenuto di poter esprimere le dotazioni unitarie (posti letto, aule, ecc) in termini di superfici unitarie. Quindi è $Q = [L^2 U^{-1}]$

In definitiva è

Grado di attrazione	$A = [U T^{-1}]$
Rarità dei servizi erogati	$R = [L]$
Quantità dei servizi erogati	$Q = [L^2 U^{-1}]$
Fasce orarie di funzionamento	$F = [T]$

1.2.4 La formulazione analitica

Definita l'impostazione generale, le grandezze dimensionali di riferimento e le variabili in gioco si è proceduto ad impostare il sistema che consente la costruzione della funzione di attrazione.

Tale funzione, in termini generali, può essere espressa come:

$$A = f(R, F, Q)$$

che esplicitata assume la forma

$$A = k * R^\alpha * F^\beta * Q^\gamma$$

Per ottenere i valori dei coefficienti numerici α, β , e γ occorre scrivere un sistema di tre equazioni rispettivamente in U, L, T.

Equazione in U	$1 = -\gamma$
Equazione in L	$0 = \alpha + 2\gamma$
Equazione in T	$-1 = \beta$

Il sistema risolto fornisce i seguenti valori:

$$\begin{aligned} \alpha &= 2 \\ \beta &= -1 \\ \gamma &= -1 \end{aligned}$$

L'espressione finale, a meno del coefficiente k , assume la forma:

$$A = k * R^2 * F^{-1} * Q^{-1}$$

1.2.5 Considerazioni conclusive

Da una prima analisi della struttura dell'espressione analitica ottenuta si evince che la quantità di flussi attirati da una Unità di Offerta è direttamente proporzionale al raggio di influenza ed inversamente proporzionale al numero di fasce orarie di funzionamento ed alla quantità di servizi erogati.

Su questi ultimi due elementi si può quindi intervenire -riorganizzando la distribuzione temporale dell'erogazione e migliorando le dotazioni- per ridurre eventuali fenomeni di congestione da sovraffollamento.

Infine occorre notare che delle tre caratteristiche che considerate nella formula quella che gioca il ruolo maggiormente significativo è il raggio di influenza -compare al quadrato- a significare che il parametro di primaria importanza nel determinare la quantità dei flussi attratti è la diffusione sul territorio della attrezzatura oggetto di studio.

Come si è detto nella formula non è possibile tener conto di grandezze adimensionali che possono comunque essere considerate attraverso il coefficiente k .

In definitiva il metodo utilizzato appare idoneo per una definizione di massima delle relazioni esistenti tra le principali grandezze dalle quali dipende il sistema mobilità.

Nel presente studio questo metodo è stato utilizzato per una analisi del sottosistema della domanda ma appare suscettibile di miglioramenti, integrazioni ed approfondimenti.

Ad esempio potrebbe trovare una analoga applicazione anche per quanto riguarda il sottosistema dell'offerta, consentendo la definizione di una espressione analitica della capacità dei mezzi di trasporto di distribuire i flussi richiamati dalle U.d.O. localizzate in un predeterminato ambito territoriale.

Ne risulterebbero quindi due espressioni simmetriche -una relativa al versante della domanda ed esplicativa dei flussi attratti dalle U.d.O., l'altra relativa al versante dell'offerta ed esplicativa dei flussi distribuiti dai mezzi di trasporto- che potrebbero consentire una valutazione delle condizioni di equilibrio esistenti tra i due sottosistemi.

2. Una procedura per l'abbattimento della congestione da mobilità

2.1 ambito e limiti della ricerca

Utilizzando gli assunti teorici e gli esiti della ricerca fin qui condotta, e per molti versi già richiamati nella prima sezione del paper, pare possibile, a conclusione del percorso di approfondimento, proporre un insieme di indicazioni procedurali, alle quali far riferimento per il governo ed il controllo della congestione urbana, da attuarsi attraverso l'intervento (urbanistico) sulla localizzazione e/o sull'intensità d'uso delle attività sul territorio.

La tesi di fondo, già espressa in altre sedi di questa ricerca [1], è che sia possibile controllare il livello di congestione da mobilità, all'interno di uno specifico ambito urbano, operando opportune "regolazioni" sul sistema funzionale della città le cui parti, le attività urbane, funzionano da attrattori dei flussi di spostamento [7].

Le azioni di regolazione possono essere orientate sia all'abbattimento dei livelli di inquinamento ambientale ed acustico, prodotto da fenomeni congestivi del sistema della mobilità, sia per interventi di riqualificazione, recupero e/o nuova destinazione d'uso di parti della città (sezioni, quartieri, ambiti, etc.) in risposta alle mutate esigenze ed ai nuovi bisogni di riorganizzazione (spaziale e funzionale) dell'habitat urbano. Come già segnalato in premessa ulteriore obiettivo di questa parte della ricerca, orientato alla formulazione di definizioni operative, è stato rappresentato dalla messa a punto di uno strumento automatico utile per il city manager che si trovi nella necessità di intervenire per ridurre i livelli di congestione da traffico. Tale strumento automatico, rappresentato da un sistema informativo territoriale (urbano), consente l'evidenziazione dei diversi livelli congestivi esistenti in un ambito urbano di riferimento e segnala i punti specifici del territorio ove intervenire per ridurre tali valori. Per altro verso, ribaltando il discorso in una dimensione progettuale, il sistema informativo supporta azioni di trasformazione compatibile del territorio urbano segnalando i siti ottimali per l'ubicazione, senza effetti congestivi, di nuove attività urbane.

Va fin d'ora sottolineato come il principale dato di riferimento della ricerca sia stato la "domanda di mobilità" generata dall'attrazione che ciascuna attività urbana esercita sui flussi di spostamento. Tale scelta

non considera quindi, nelle operazioni di “riequilibrio” funzionale, gli elementi dell’offerta presenti sul territorio che pur agiscono da “de-congestionatori”. E’ comunque evidente come tale impostazione vada, per così dire, “a vantaggio di sicurezza” in quanto, dopo aver effettuato l’equilibrio, dovranno considerarsi ulteriori condizioni di abbattimento congestivo rappresentate dalla presenza di elementi dell’offerta (linee di trasporto pubblico su gomma, fermate della metropolitana, parcheggi di interscambio, etc.). Un’altra assunzione iniziale della ricerca riguarda la considerazione d’isotropia della rete cinematica. In altri termini si intende che, per il contesto urbano preso in esame (in generale riconducibile alla circoscrizione), esista una presenza omogeneamente diffusa delle strade di quartiere e locali.

Tale considerazione, benchè standardizzi l’informazione, in particolare rispetto all’accessibilità, definisce comunque un dato di riferimento iniziale sul quale è possibile approfondire l’analisi successivamente.

In ultimo sembra utile ricordare come nello studio si prescinda dal considerare enti e misure proprie del campo trasportistico tentando così di sostanziare (e verificare contestualmente) l’approccio urbanistico al problema del governo della mobilità. Va infine segnalato che le caratteristiche descrittive della sezione censuaria non considerano elementi quali la morfologia del territorio o la presenza di particolari condizioni di vincolo insistenti su parte o tutta l’area della sezione censuaria.

Lo studio si articola in tre fasi principali.

Una prima fase definisce gli elementi di riferimento, lo sviluppo e gli step della ricerca. Nella fase intermedia si trasferiscono le determinazioni teoriche ad un campo operativo attraverso la realizzazione del sistema informativo territoriale; in ultimo si propone un algoritmo che, considerando gli standard funzionali di ciascuna attività, consente la segnalazione dei siti idonei per una nuova allocazione.

In questa sede verrà proposta una trattazione sintetica dell’argomento maggiormente orientata all’applicazione operativa delle definizioni di ricerca. Ciò sia in quanto all’interno del primo segmento è stato già approfondito l’aspetto teorico-concettuale della ricerca, sia perché lo spazio assegnato non consente trattazioni estese. Ci si riserva tuttavia di presentare, in sede congressuale, una più ampia trattazione comprendente anche gli algoritmi strutturanti il sistema informativo,.

2.2 Intensità funzionale e attrazione dei flussi di spostamento

Per la definizione delle formulazioni di questo segmento della ricerca, pare utile richiamare ulteriormente, ma con diverse specificazioni, i due elementi teorici di riferimento dai quali si è partiti.

Il primo concerne l’assunzione del modello interpretativo sistemico per lo studio dei fenomeni urbani, secondo il quale la città è rivista come un sistema dinamicamente complesso che può essere scomposto in sotto-sistemi ; fra questi quello funzionale composto dalle attività insediate sul territorio (parti del sistema) e dalle relazioni che si instaurano fra esse (interazioni fra le parti). Tali relazioni possono essere considerate attività che si svolgono “attraverso” il territorio : flussi di persone, beni, informazioni, etc.. In estrema sintesi pare possibile affermare che ciascuna attività ha una propria “intensità funzionale” misurabile anche attraverso il grado di attrazione dei flussi di spostamento di persone in una determinata unità di tempo.

Il secondo riguarda la considerazione per la quale sia possibile regolare il livello congestivo che le attività insediate producono in uno specifico intorno, intervenendo con criteri propri della disciplina urbanistica e riguardanti le operazioni di distribuzione delle funzioni sul territorio.

La trattazione sulla funzione di congestione, sviluppata nel primo segmento di questo paper, ha fornito sufficienti indicazioni analitiche riguardanti in generale il calcolo della misura congestiva di uno specifico ambito urbano.

In questa sede si propone un’applicazione direttamente operata sul territorio considerando, quali elementi rappresentativi della congestione, alcune variabili composte utilizzando dati canonici della ricerca urbanistico-territoriale quali : popolazione, superficie, superficie edificata, etc. congiuntamente al grado di attrazione.

Il grado di attrazione fornisce una misura sintetica della polarizzazione dei flussi di spostamento e pertanto rappresenta una delle principali variabili da considerare per la definizione della soglia di congestione di ogni singola unità territoriale. Va in sintesi affermato che l’ipotesi di fondo è che ogni attività urbana, nel suo funzionamento, richiami flussi di persone (utenti), che si recano presso il sito di svolgimento dell’attività per ottenere un servizio. E’ evidente che le caratteristiche del flusso variano in ragione di alcune specifiche di funzionamento dell’attività e che comunque ogni singola sede di erogazione, o Unità di Offerta (U.d.O.),

aggiunge una aliquota di congestione al livello generale misurabile entro una data unità territoriale di riferimento (quartiere, sezione censuaria, etc.). Se si riesce a tenere tale livello entro un determinato valore, all'interno della sezione di città presa in esame, si assicura un efficace controllo della congestione totale.

L'intero sviluppo dello studio (fig.1) muove, nella sua formulazione top-down, dall'individuazione dell'area urbana di riferimento e della sua partizione in unità territoriali di base delle quali verranno rilevate le principali caratteristiche fisico-funzionali. La dimensione ottimale dell'area di riferimento, da considerare per il riequilibrio congestivo, è apparsa quella del quartiere (o circoscrizione) delle città di media e grande dimensione (centri urbani fra i 500.000 ed i 1.500.000 abitanti). Di tali aree esiste una delimitazione amministrativa sub-comunale (circoscrizioni) che è, a sua volta, possibile suddividere in sotto aree, che nel seguito si definiranno unità territoriali minime (u.t.m.), alle quali riferire i dati.

Tali unità sono rappresentate dalle "sezioni censuarie" per le quali l'Istituto Centrale di Statistica (I.S.T.A.T.) raccoglie un considerevole set di dati riguardanti le abitazioni e le famiglie. Le sezioni censuarie rappresentano sub-ambiti del territorio circoscrizionale che comprendono un certo numero di abitanti e che sono di riferimento nelle operazioni di censimento per l'organizzazione dei dati relativi ai nuclei familiari e/o alle abitazioni. Va inoltre considerato che in fase iniziale, di progettazione dell'intervento di riequilibrio, devono essere individuati anche tutti i siti di erogazione di servizi presenti all'interno delle diverse sezioni censuarie. In altri termini, oltre a reperire i dati descrittivi delle caratteristiche sociali e fisiche delle sezioni censuarie, è necessario individuare, per ciascuna di esse, le U.d.O. presenti. Si perviene in tal modo alla definizione delle basi dati che consentono di avviare la procedura.

2.3. La definizione della soglia di congestione funzionale

Al termine della fase di raccolta delle informazioni, che nel seguito si descriverà con maggior dettaglio, si è quindi in possesso degli elementi, sociali, fisici e funzionali, descrittivi dell'area di riferimento. È importante sottolineare come gli elementi conoscitivi debbano comprendere sia dati alfanumerici dei valori descrittivi delle caratteristiche fisiche e funzionali delle u.t.m. componenti l'area, sia dati grafici, quali cartografie dell'area in scala opportuna riportanti il tessuto edilizio, i confini delle sezioni censuarie ed il confine dell'area di riferimento. Si vedrà nel seguito come tali dati verranno integrati nello strumento informativo.

L'obiettivo del secondo step della procedura prevede la definizione di un valore medio da utilizzare quale riferimento del livello congestivo di ogni singola sub-area presa in esame.

In generale è possibile ritenere che la congestione da traffico veicolare, che si produce in ogni singola area, sia riconducibile a tre condizioni esprimibili attraverso concetti urbanistici canonici: la densità edilizia presente in ogni u.t.m., che può essere considerato un valore dell'intensità d'uso dei contenitori rispetto allo spazio (o lotto d'insediamento), la quantità di popolazione presente, che può tradursi nella densità residenziale per sezione censuaria ed infine il valore espressivo dell'attrazione dei flussi di spostamento, già formalizzato nella prima parte del paper, attraverso il "grado di attrazione" associato a ciascuna U.d.O..

Da un punto di vista matematico è possibile esprimere le condizioni citate definendo tre variabili che si indicheranno come "variabili di congestione". La prima variabile di congestione è definita attraverso il rapporto:

$$V_1 = S_e / S_t$$

ove S_e è la quotaparte di superficie della u.t.m. coperta da tessuto edilizio e S_t è la superficie totale della sezione.

La seconda variabile di congestione è espressa da :

$$V_2 = P_s / S_t$$

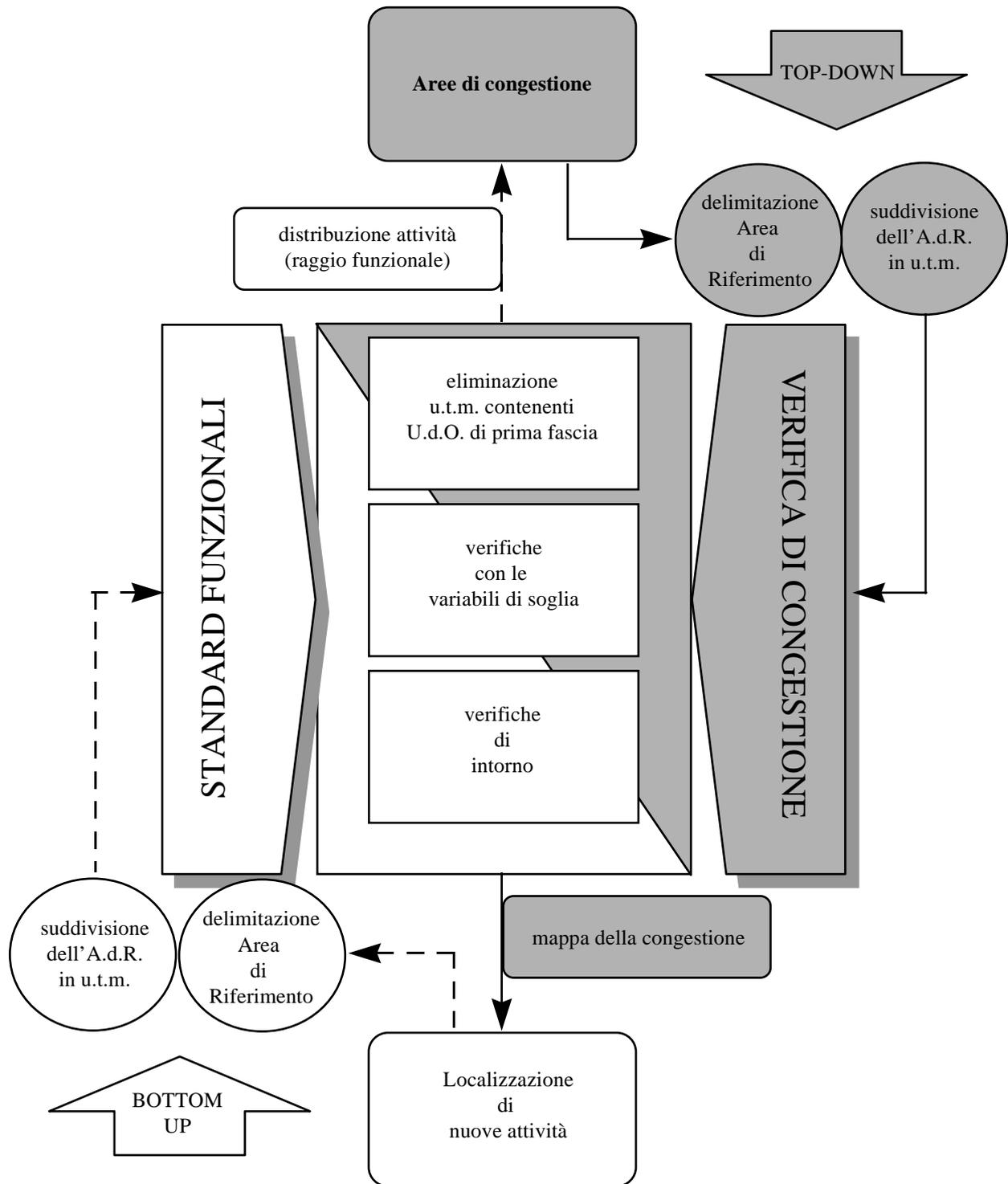
ove P_s è la popolazione totale residente nella sezione censuaria e S_t è la superficie totale della sezione.

La terza variabile di congestione è data da :

$$V_3 = A_n$$

ove A_n esprime la sommatoria dei valori di attrazione esercitati da ciascuna U.d.O. ubicata nella u.t.m..

Fig. 1 L'andamento Top-Down e Bottom-Up della procedura proposta per la verifica di congestione di un'area urbana di riferimento



Nel dettaglio, per quanto riguarda la V_1 , si dirà che la Se è ottenibile sommando le aree coperte da edificato presenti sulla cartografia di riferimento e la St misurando l'intera area della u.t.m. E' noto come, disponendo di cartografie digitali, che rappresentano i supporti necessari alla costruzione dello strumento informativo, le operazioni di calcolo delle superfici comprese all'interno delle poligoni chiuse (che rappresentano le sagome degli edifici o il confine stesso della sezione censuaria) possono essere svolte attraverso routine automatiche ed avviate nel momento stesso in cui la cartografia digitale viene "fatta riconoscere" al sistema di calcolo¹.

Per quanto riguarda la V_2 si dirà che il dato della popolazione è ottenibile dall'ISTAT mentre la St è stata già calcolata in precedenza. In ultimo, per il calcolo della V_3 , possono considerarsi i valori del grado di attrazione di ciascuna U.d.O., derivanti dal calcolo dell'algoritmo descritti nel primo segmento del paper.

Si è ritenuto opportuno adottare, quale valore di riferimento per il calcolo della soglia di congestione, la media matematica operata su ciascuna categoria di variabili. Tali valori medi informano il calcolo per la verifica di congestione di cui si dirà nell'immediato seguito. Considerando quanto fin qui esposto si deduce come la formulazione descritta non consideri una misura assoluta della congestione, ma faccia derivare tale dato dalle specifiche caratteristiche del territorio preso in esame. Pertanto si avranno valori diversi per le diverse aree, città e/o latitudini, nelle quale si applicherà la procedura.

Infine va segnalato che si è scelto di considerare comunque sature, da un punto di vista congestivo, tutte le u.t.m. contenenti U.d.O. ad elevato grado di polarizzazione ed in generale ricadenti nella prima fascia delle tre proposte nella classificazione proposta nel testo che costituisce il riferimento teorico della trattazione [8].

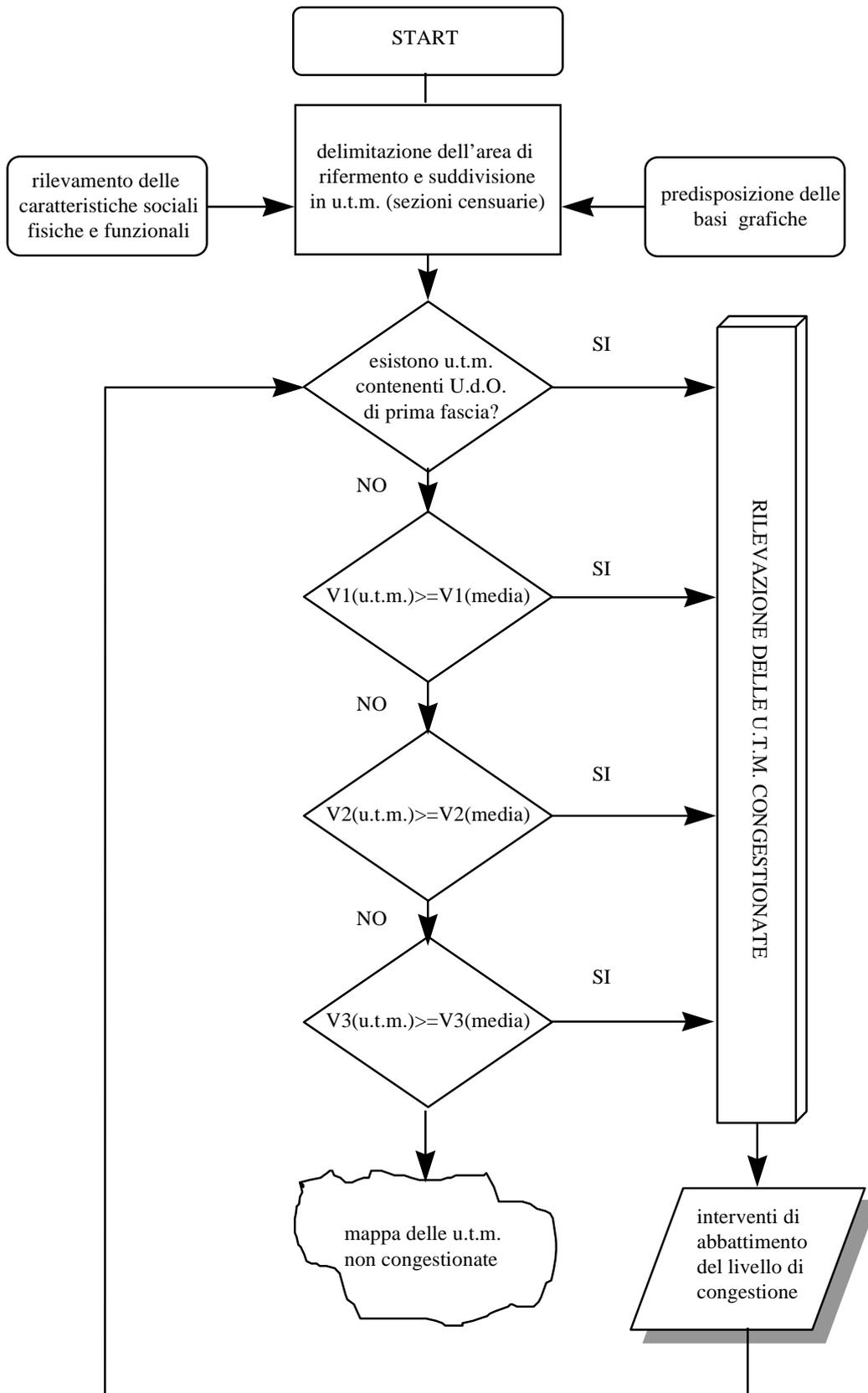
2.4. Le verifiche di congestione e le condizioni di intorno

La soglia di congestione ammissibile per ciascuna delle u.t.m. scaturisce, come si è accennato in precedenza, dalla verifica di una relazione booleana costituita da tre condizioni. In altri termini, affinché una u.t.m. possa considerarsi non congestionata, devono verificarsi contemporaneamente le tre condizioni che esprimono il non raggiungimento del valore medio (calcolato per l'area di riferimento) per ogni singolo valore delle variabili di congestione rilevato nelle u.t.m.. Operativamente (fig. 2) è quindi necessario, per ogni sezione censuaria, calcolare i valori delle variabili di congestione, quindi calcolare il valore medio per l'intera area di riferimento ed effettuare un confronto, sempre all'interno di ciascuna categoria di variabile. Se ognuno dei valori rilevato nelle u.t.m. non supera il corrispettivo valore medio dell'area di riferimento la sezione è da ritenersi non congestionata ed eventualmente da considerarsi per ipotesi di ubicazione di nuove attività. Va sottolineato come le condizioni di non-raggiungimento del valore medio debbano verificarsi tutte per ogni singola u.t.m. (sezione censuaria). Se anche uno solo dei valori delle variabili di congestione, per esempio la V_1 , supera la V_1 media (calcolata per l'intera area), la sezione è già da ritenersi congestionata.

Al termine di questa fase si è quindi in grado di distinguere le u.t.m. che hanno raggiunto e/o superato la soglia congestiva dalle altre. Queste ultime possono conseguentemente essere considerate per eventuali operazioni di insediamento di nuove attività sempre previa verifica del livello di congestione che la sezione raggiunge considerando la nuova localizzazione. Per le altre si può decidere di intervenire per abbattere il livello di congestione attraverso le seguenti azioni:

- ridefinizione, anche attraverso nuovi sistemi e processi resi disponibili dall'innovazione tecnologica, del funzionamento dell'attività orientato all'abbattimento del grado di attrazione dei flussi ;
- riallocazione di una o più U.d.O. al fine di ridurre i valori della V_3 della u.t.m.;
- localizzazione di elementi decongestionanti (scambiatori di linee di trasporto pubblico su gomma e su ferro, parcheggi di interscambio, etc.).

Fig. 2 Diagramma di flusso per l'individuazione delle u.t.m. congestionate



Un ulteriore step di verifica può essere introdotto per quelle u.t.m. giudicate non congestionate preventivamente alla decisione di una nuova localizzazione di attività. Tale step, denominato “verifica di intorno”, è orientato a verificare se, nell’immediato intorno della sezione censuaria non congestionata, esistono sezioni (adiacenti) che superino il valore medio congestivo. In buona sostanza in questa fase vengono individuate tutte le sezioni censuarie nel cui intorno sono ubicate sezioni censuarie per le quali le variabili congestive risultano al di sotto del valore medio. Solo in tali ambiti potrà ipotizzarsi una nuova ubicazione di attività con una certa sicurezza rispetto anche all’effetto sull’intorno che tale nuova localizzazione potrebbe esercitare.

Infine è attualmente in fase di definizione un ultimo step riguardante i criteri ubicativi di una nuova U.d.O. all’interno delle sezioni che hanno superato le verifiche degli step descritti in precedenza. Quest’ultima fase è orientata alla definizione del cosiddetto “raggio funzionale”. Operativamente viene definito per ciascuna U.d.O. un raggio di influenza funzionale proporzionalmente al grado di attrazione A che essa esercita. Sarà così possibile individuare, con sufficiente approssimazione, anche il sito ubicativo della U.d.O. verificando che la sommatoria delle U.d.O. ricadenti nella superficie della circonferenza (relativa al suddetto raggio) non sia maggiore del grado di attrazione dell’U.d.O. da insediare moltiplicato per 2. Tale moltiplicatore simula l’effetto di sinergia di congestione che un’altra U.d.O., di pari grado, potrebbe attivare. Riconsiderando le caratteristiche dei diversi step fin qui descritti e ribaltando il discorso nella prospettiva di ogni singola U.d.O. è quindi possibile definire per ciascuna una serie di standard o di indicazioni espressi esplicitando le variabili di soglia.

2.5 Gli standard funzionali

Considerando quanto fin qui detto è possibile associare, per singola tipologia di U.d.O., la definizione di una serie di standard funzionali che rappresentino delle indicazioni per l’eventuale ubicazione di nuove attività.

In altri termini, seguendo un procedimento del tipo top-down opposto a quello bottom-up fin qui descritto (fig. 1), è possibile condizionare l’ubicazione di una nuova U.d.O. alla verifica di una serie di condizioni rappresentate dalle variabili di soglia, dalla verifica di fascia e dai valori del raggio d’influenza descritti.

Tali informazioni possono essere formalizzate in un algoritmo che evidenzia, all’interno del sistema informativo, le u.t.m. idonee ad accogliere, senza ulteriori impatti congestivi, la nuova attività.

Volendo sinteticamente rappresentare l’articolazione di tali condizioni (standard) è possibile costruire un abaco che presenti, sulle righe le diverse U.d.O. per tipologia rappresentativa, e sulle colonne i valori degli standard.

I principali standard sono rappresentati da :

- superficie minima dell’area per l’insediamento ;
- popolazione massima contenuta nell’area ;
- densità residenziale massima ;
- densità edilizia massima ;
- massimo valore ammissibile dell’intensità funzionale ;
- valore massimo dell’attrazione nel raggio funzionale.

Attraverso tali indicazioni, nell’ipotesi di localizzazione - ad esempio - di una struttura ospedaliera, si potrà verificare, fra le u.t.m. non congestionate, quali soddisfano gli standard previsti.

Si è scelto di definire direttamente l’algoritmo che calcola gli standard per ciascuna U.d.O. per due ragioni principali ; la prima è riconducibile al fatto che tali standard assumono valori formalizzati in presenza dei dati effettivi rilevati sul territorio che variano a seconda del contesto urbano scelto per l’applicazione della procedura. La seconda concerne la volontà di dimostrare direttamente l’efficacia dello strumento automatico proposto del quale si descrivono le caratteristiche nell’immediato seguito.

2.6 La procedura operativa su di un’area urbana e la programmazione del sistema informativo²

Quale area di riferimento per testare la procedura e mettere a punto le caratteristiche del sistema informativo si è scelto un brano dell’area occidentale di Napoli sul quale si erano già condotte sperimentazioni per la definizione teorica della ricerca. Sembra opportuno sottolineare come uno degli obiettivi di fondo sia stato quello di definire una procedura in ogni sua parte gestibile da personale tecnico degli uffici comunali informato, ma non particolarmente

esperto, nell'uso dei sistemi informativi. Anche per tale motivo si fornirà nel seguito una descrizione puntuale di tutte le operazioni necessarie alla costruzione del supporto informativo per l'area di riferimento.

Il quartiere di Fuorigrotta (Fig. 3), così denominato in quanto ubicato al di là della galleria (grotta) che attraversa l'arco collinare di Posillipo e collega l'area centrale di Napoli con i Campi Flegrei, si estende per circa 6 Km² ed ha una popolazione di circa 86.000 abitanti. La morfologia dell'area è fortemente caratterizzata dall'origine vulcanica del sito che fa sì che l'intero quartiere sia quasi totalmente incluso all'interno di un cratere del quale si legge ancor oggi la sagoma della caldera.

Fig. 3 L'assetto urbano del quartiere di Fuorigrotta con la suddivisione in sezioni censuarie



Il tessuto edilizio, originatosi intorno agli anni '20 e di cui la parte più consistente si è sviluppata fra gli anni '50 e '70, si presenta alquanto disordinato ma scandito dai grandi assi di viale Augusto e di via Leopardi tracciati dal piano

di risanamento del 1937. Tali principali canali di mobilità si aprono da est, con un andamento a compasso, verso il centro fisico/funzionale del quartiere rappresentato dall'area di piazzale V. Tecchio. Qui si addensano alcune fra le maggiori attività urbane del quartiere e dell'intera città riconducibili a settori quali la ricerca e la formazione, con sedi universitarie e del CNR, il commercio e la grande attività transazionale con la Mostra d'Oltremare, i servizi alla persona con sedi centrali di agenzie assicuratrici e finanziarie, l'Automobile Club d'Italia, lo Stadio S. Paolo, l'Edenlandia (il parco di divertimenti napoletano), etc. Per quanto riguarda i sistemi di mobilità, tale zona si configura come un macro-scambiatore intermodale grazie alla presenza di numerosi sistemi di trasporto pubblico su gomma e su ferro (metropolitana, Cumana e Circumflegrea, linea tranviaria, etc.); è inoltre dotata di un accesso alla tangenziale che connette Fuorigrotta con gli altri quartieri della città, e principalmente con l'area occidentale ove si ubicano i principali tracciati autostradali, lo scalo aeroportuale ed il Centro Direzionale. Come già ricordato tutti gli elementi appena citati, appartenenti all'offerta di trasporto, non vengono considerati nella procedura, ma agiscono da forti de-congestionatori dell'area di riferimento. Per quanto riguarda gli ingressi veicolari giornalieri nell'area di riferimento è possibile considerare un dato medio di circa 33.000 autovetture³ benché, considerando alcune nuove ubicazioni funzionali, esso appaia largamente sotto-stimato. La struttura funzionale dell'area di riferimento vede la presenza di circa 1.800 U.d.O. appartenenti alle funzioni Governo e Gestione, Commercio, Credito ed Assicurazione, Culto, Istruzione, Sanità, Produzione, Sicurezza, Servizi alla Persona [9].

Al fine di costruire le basi dati per la definizione del sistema informativo si è considerata la suddivisione dell'area di riferimento nelle sue 220 sezioni censuarie che hanno costituito le unità territoriali minime per l'avvio della procedura.

L'inserimento della base dati di tipo grafico ha riguardato, quale primo step, la realizzazione della cartografia elettronica dell'area. E' necessario sottolineare che per poter collegare i dati alfanumerici ad elementi grafici, in questo caso rappresentati dalle poligoni chiuse delle u.t.m., è indispensabile che la cartografia elettronica sia realizzata in formato "vettoriale". Per far ciò è possibile, partendo dal comune supporto cartaceo in scala 1:1000, procedere in due modi. Il primo riguarda la digitalizzazione, attraverso digitizer, delle cartografie dell'area, il secondo prevede la riproduzione in formato "raster", mediante uno scanner di grande formato, e la successiva trasformazione in formato vettoriale. Nella fattispecie si è provveduto alla digitalizzazione della cartografia riportando i limiti dell'area di riferimento, la suddivisione in sezioni censuarie al 1991 e le sagome degli edifici costituenti il tessuto urbano. Per quanto riguarda i dati relativi alle famiglie ed alle abitazioni, derivati dal censimento ISTAT, sono stati organizzati in opportune tabelle elettroniche che hanno rappresentato la parte consistente della base dati alfanumerica.

In ultimo si sono raccolti e archiviati in formato elettronico i dati relativi alle U.d.O. presenti in ciascuna u.t.m. avvalendosi in particolare di fonti quali le pagine gialle elettroniche. Al termine della fase di raccolta ed inserimento delle informazioni si è potuta costruire la base informativa attraverso il collegamento dei set di dati (circa 5.000). Il software utilizzato per la realizzazione del sistema informativo è stato Arcview della ESRI integrato dal modulo DAK (Data Automation Kit) per la definizione della topologia. La scelta di tale software è motivata dalla estrema versatilità d'uso, dall'interfaccia utente user friendly e, soprattutto, dalla possibilità di programmare il sistema con opportune routine scritte in linguaggio Avenue. Tali routine consentono, una volta definita la base dati grafico/alfanumerica, di predisporre un uso guidato dello strumento da parte del tecnico comunale o dello stesso city manager. In altre parole sono state predisposte delle routine di calcolo che automatizzano una serie di passaggi ed operazioni, quali quelle di calcolo delle variabili di congestione, e predispongono un'interfaccia relazionale con l'utente.

Nel sistema è prevista la procedura top-down, che giunge ad evidenziare le u.t.m. congestionate sulle quali intervenire (Figg. 4 e 5), e parallelamente la procedura bottom-up che interroga l'utente sul tipo di U.d.O. da insediare e giunge ad evidenziare i siti ubicativi più idonei.

Uno degli output che il sistema è in grado di produrre può essere rappresentato da serie di cartografie tematiche, realizzate mediante plotter, e relative ai diversi livelli di interrogazione attraversati dall'utente. Attraverso queste cartografie si può fornire un notevole impulso ed una sensibile riduzione dei tempi necessari alla fase di concertazione e definitiva scelta della politica di intervento territoriale.

Va comunque sottolineato che, una volta strutturato, il sistema informativo può essere interrogato attraverso query (interrogazioni) anche non guidate. L'utente può richiedere l'incrocio di variabili, contenute nella base dati, ma che non vengono utilizzate per le routine di calcolo automatico della congestione.

Fig. 4 Una delle visualizzazioni del sistema informativo con l'ultimo menù a tendina programmato per le verifiche

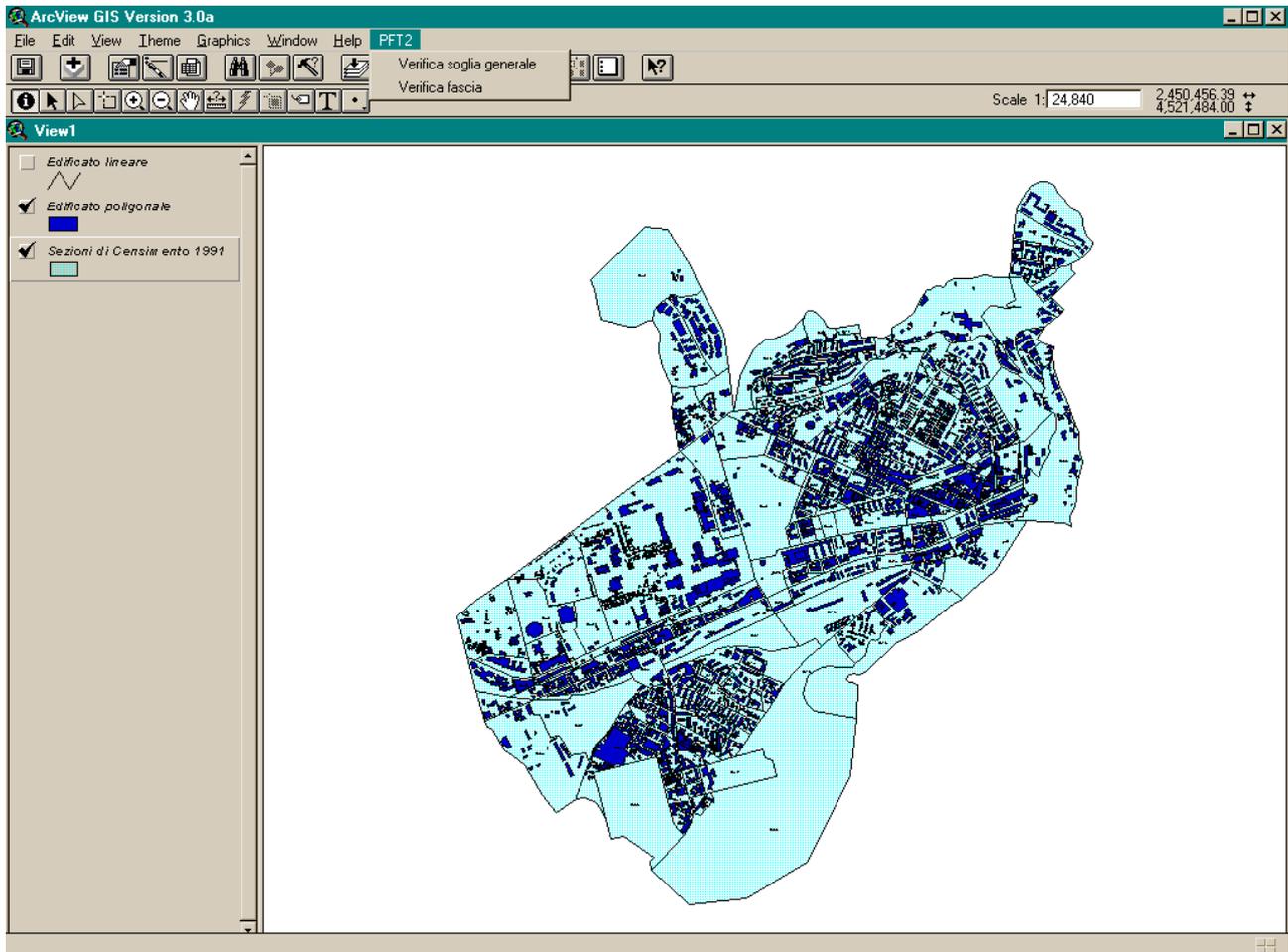
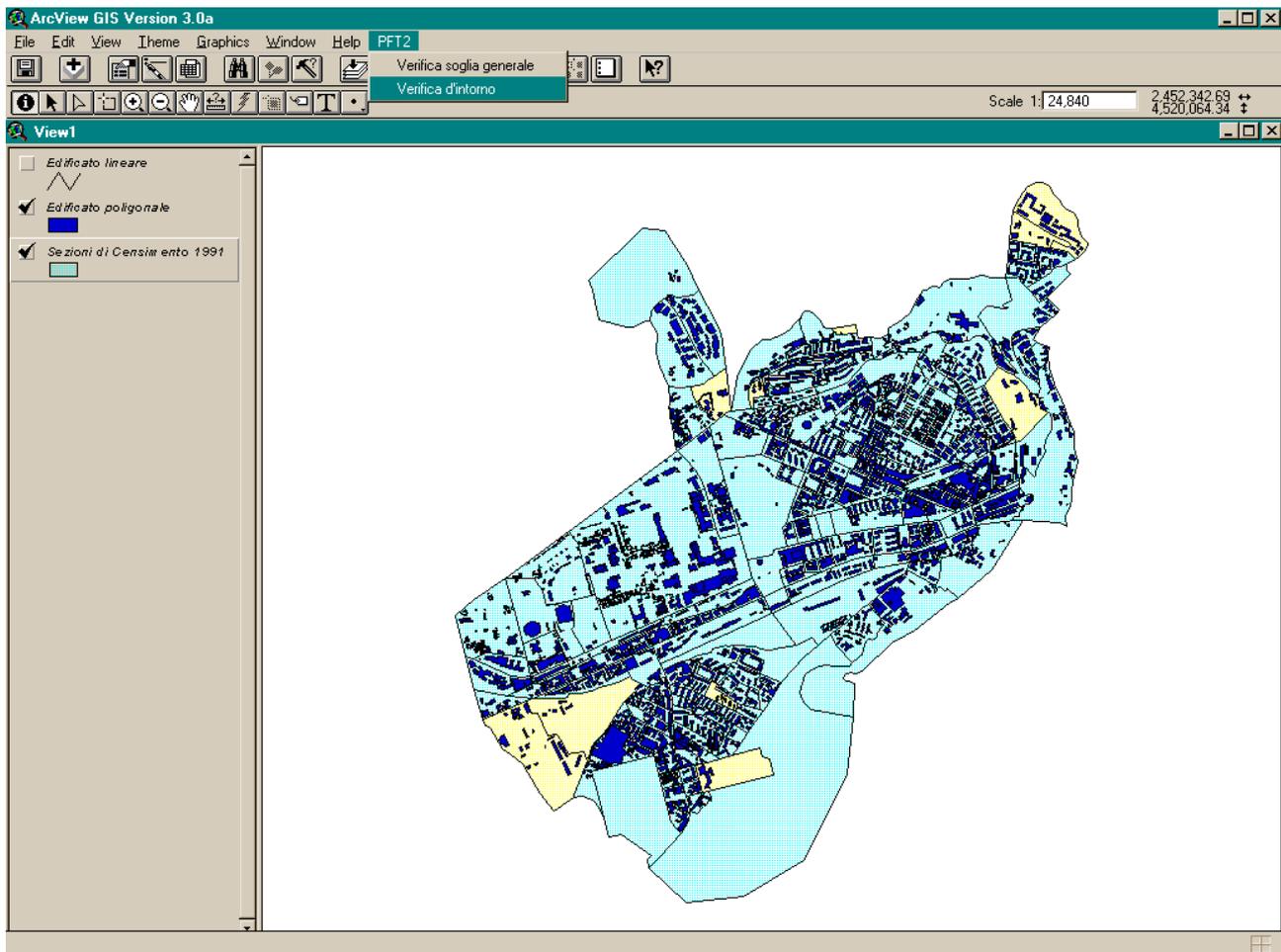


Fig. 5 Il menu relativo alle verifiche di intorno visibile nella riga dei menu a tendina in alto a sinistra del video



Infine, pur nella consistente difficoltà, di descrivere uno strumento le cui potenzialità sono evidenziate dall'uso diretto e le cui possibili applicazioni sono dipendenti dalla curiosità e intuizione dell'utente, si riporta, a titolo di esempio, il listato (script) della routine che seleziona le u.t.m. contenenti U.d.O. di prima fascia e individua, successivamente, quelle le cui variabili di soglia non superano le variabili medie dell'intera area di riferimento. Benché possa apparire eccessivamente tecnico, si è scelto di riportare alcune delle righe di programmazione del sistema informativo in quanto testimonianza concreta della formalizzazione operativa delle definizioni teoriche concernenti il legame fra sistema urbano e mobilità.

```

theProject=av.getproject
theView=theProject.finddoc("View1")
'Seleziona la view ed il tema
SezCen = TheView.findTheme("Sezioni di Censimento 1991")
tabSezCen = Theproject.finddoc("Attributes of Poligoni")
theSezCenVTab = tabSezCen.GetVTab
'Seleziona i Campi
ICopEd=theSezCenVTab.findfield("I_Cop_Ed")
PolTot=theSezCenVTab.findfield("Tot")
DensRes=theSezCenVTab.findfield("Densità")
thePrecision = "d.dddddddd"
theFieldPrecision = ICopEd.GetPrecision
Script.The.SetNumberFormat( thePrecision.Left( theFieldPrecision + 2 ) )
'Calcola la media del campo ICopEd
if ( theSezCenVTab.GetSelection.Count = 0 ) then
  theICopEdSet = theSezCenVTab
else
  theICopEdSet = theSezCenVTab.GetSelection
end

```

```

theICopEdSum = 0
theICopEdCount = 0
theICopEdMinimum = nil
theICopEdMaximum = nil
for each rec in theICopEdSet
  theICopEdValue = theSezCenVTab.ReturnValueNumber( ICopEd, rec )
  if ( not ( theICopEdValue.IsNull ) ) then
    theICopEdSum = theICopEdValue + theICopEdSum
    theICopEdCount = theICopEdCount + 1
  end
end
theICopEdMean = theICopEdSum / theICopEdCount
'Calcola la media del campo PolTot
if ( theSezCenVTab.GetSelection.Count = 0 ) then
  thePolTotSet = theSezCenVTab
else
  thePolTotSet = theSezCenVTab.GetSelection
end
thePolTotSum = 0
thePolTotCount = 0
thePolTotMinimum = nil
thePolTotMaximum = nil
for each rec in thePolTotSet
  thePolTotValue = theSezCenVTab.ReturnValueNumber( PolTot, rec )
  if ( not ( thePolTotValue.IsNull ) ) then
    thePolTotSum = thePolTotValue + thePolTotSum
    thePolTotCount = thePolTotCount + 1
  end
end
thePolTotMean = thePolTotSum / thePolTotCount

'Calcola la media del campo DensRes
if ( theSezCenVTab.GetSelection.Count = 0 ) then
  theDensResSet = theSezCenVTab
else
  theDensResSet = theSezCenVTab.GetSelection
end

theDensResSum = 0
theDensResCount = 0
theDensResMinimum = nil
theDensResMaximum = nil
for each rec in theDensResSet
  theDensResValue = theSezCenVTab.ReturnValueNumber( DensRes, rec )
  if ( not ( theDensResValue.IsNull ) ) then
    theDensResSum = theDensResValue + theDensResSum
    theDensResCount = theDensResCount + 1
  end
end
theDensResMean = theDensResSum / theDensResCount
ALongMsg="Valori di media:;++
  "I_Cop_Ed="+theICopEdMean.asstring++
  "Pol_tot="+thePolTotMean.asstring++
  "Dens_Res="+theDensResMean.asstring
MsgBox.Report(ALongMsg,"")
theBitmap1 = theSezCenVTab.GetSelection
theQuery1 = ("["+ICopEd.getname+"] <"+theICopEdMean.asstring+") and ([+Poltot.getname+"] <"+thePolTotMean.asstring+") and
(["+DensRes.getname+"] <"+theDensResMean.asstring+")"
theSezCenVTab.Query(theQuery1,theBitmap1, #VTAB_SELTYPE_NEW)
theSezCenVTab.UpdateSelection

```

2.8 Considerazioni conclusive

La definizione dei criteri utili al rilevamento dei livelli congestivi di specifiche aree urbane, consentendo la definizione puntuale dei siti in cui si concentrano gli elementi dell'entropia da mobilità, è forse il modo più incisivo per aprire la fase della ricerca operativa riguardante il legame che lega il sistema delle attività urbane ed il sistema dello spostamento.

La possibilità di governare e regolare quest'ultimo agendo sulla localizzazione e l'intensità delle diverse categorie di attività insediate ed insediabili sul territorio, campo d'azione della disciplina urbanistica, non sta

a significare la volontà di superare o confutare le teorie e le procedure proprie dello studio trasportistico. Al contrario tale orientamento va inteso come lo sforzo di integrare e validare le concezioni trasportistiche aprendo una visuale nuova sul problema della mobilità considerato quale parte fondamentale della strutturazione e sopravvivenza del sistema urbano.

Se si assume che la città possa essere interpretata come un sistema dinamicamente complesso è necessario indagare i legami intersistemici e tentare di formalizzare le leggi di comportamento delle sue parti. Al termine dello studio si è giunti a proporre, probabilmente anche in maniera ardita, una procedura che partendo dal controllo dei livelli di congestione veicolare consenta di mettere in essere strategie di modificazione del tessuto urbano che non producano, come spesso è avvenuto in passato, ulteriori carichi di mobilità ed impatti congestivi sulla città. Tutto ciò non rappresenta un punto di arrivo ma la fase iniziale di un nuovo campo di ricerca che considera il forte legame e l'interdipendenza fra azione urbanistica ed assetto della mobilità urbana.

Note

- Pur all'interno di un lavoro unitario è possibile distinguere i contributi dei singoli autori. In particolare la prima sezione è redatta da Pietro Urciuoli e la seconda sezione è redatta da Romano Fistola.

1. Tale operazione rappresenta la cosiddetta definizione della "topologia" del sistema informativo grazie alla quale il sistema riconosce gli enti, in questo caso poligonali chiuse, ai quali collegare i dati alfa-numeriche.
2. La programmazione del sistema informativo e delle routine automatiche è stata realizzata grazie alla preziosa collaborazione dell'ing. Carmine Pascale
3. Il dato riportato è tratto dal volume : *Studio per un piano dei parcheggi della città di Napoli*, commissionato dalla Camera di Commercio Industria, Artigianato ed Agricoltura di Napoli e condotto, nel 1984, da un nutrito gruppo di esperti.

Riferimenti bibliografici

- [1] Beguinot, C. e Papa R., eds, (1995), *Sistema urbano e governo della mobilità*, Di.Pi.S.T. - Università degli Studi "Federico II" di Napoli, PFT2 - C.N.R. Roma, Napoli.
- [2] Beguinot, C., (1993), "Governo della mobilità: funzioni urbane ed innovazione tecnologica" in *Atti del 1° Convegno nazionale PFT2*, Roma 19-21 ottobre 1993.
- [3] d'Alise C., Fistola R., Mazzeo G. Urciuoli P., (1995), "Domanda di spostamento e sistema urbano: una proposta di metodo" in *Atti del 2° Convegno Nazionale PFT2*, Genova, 29-31 maggio 1995.
- [4] Fistola R., (1995), "Funzioni urbane e governo della domanda di spostamento", in Beguinot, C. e Papa, R. (eds.), *Sistema urbano e governo della mobilità*, cap. IX, Di.Pi.S.T. - Università degli Studi "Federico II" di Napoli, PFT2 - C.N.R. Roma, Napoli.
- [5] Urciuoli, P., (1995), "I luoghi dell'offerta di servizi e la domanda di spostamento: le ricadute sulla mobilità", in Beguinot C. e Papa R., eds, *Sistema urbano e governo della mobilità*, Di.Pi.S.T. - Università degli Studi "Federico II" di Napoli, PFT2 - C.N.R. Roma, Napoli.
- [6] Chen, S.J. e Hwang, C.L., (1992), *Fuzzy multiple attribute decision making*, Lecture Notes in Economics and Mathematical System, Springer-Verlag, Berlin.
- [7] Fistola, R., (1995), "Funzioni urbane e mobilità", in Beguinot, C., et Papa, R., (eds.), *Sistema urbano e governo della mobilità*, cap. V, -Università degli Studi di Napoli "Federico II"- Di.Pi.S.T. , P.F.T.2 - Consiglio Nazionale delle Ricerche.
- [8] Urciuoli, P.,(1995), "Unità d'offerta e domanda di spostamento", in Beguinot, C., et Papa, R., (eds.), *Sistema urbano e governo della mobilità*, cap. VIII, p. 217, -Università degli Studi di Napoli "Federico II"- Di.Pi.S.T. , P.F.T.2 - Consiglio Nazionale delle Ricerche.
- [9] d'Alise C., Fistola R., Mazzeo G. Urciuoli P., (1995), "Domanda di spostamento e sistema urbano: una proposta di metodo" in *Atti del 2° Convegno Nazionale PFT2*, Genova, 29-31 maggio 1995.

The CALSIM Framework: Integrated Land Use and Transportation Model for the State of California

Giovanni Circella

Post-Doc Researcher

Urban Land Use and Transportation Center (ULTRANS)

University of California, Davis (USA)

gcircella@ucdavis.edu

June 9, 2011

Funzioni urbane e sistema della mobilità: modelli interpretativi e criteri di intervento

Romano Fistola*, Pietro Urciuoli**

*CNR - Istituto per la Pianificazione e Gestione del Territorio, Napoli

**Università degli Studi di Napoli "Federico II", Dipartimento di Pianificazione e Scienza del Territorio, Napoli

Il paper propone un approfondimento dei rapporti fra attività urbane e sistema della mobilità. Tale legame viene studiato muovendo da un approccio di tipo urbanistico che assegna particolare importanza al legame esistente tra il sistema della mobilità e la distribuzione e l'intensità delle attività sul territorio.

Nella prima sezione si propone l'individuazione di una formulazione analitica del rapporto esistente tra le caratteristiche delle attività urbane e le caratteristiche della domanda di spostamento. Nella seconda sezione vengono considerate una serie di caratteristiche e variabili, proprie dell'indagine urbanistica, attraverso le quali viene messa a punto una procedura automatica di verifica della congestione da traffico veicolare e definite delle indicazioni (standard funzionali) per l'insediamento di nuove attività urbane.

1. Funzioni urbane e mobilità : una formulazione analitica

1.1 L'algoritmo di calcolo

Per la definizione di una formulazione analitica del legame esistente tra le attività urbane e la domanda di spostamento è stato utilizzato un algoritmo di calcolo basato sui concetti dell'analisi dimensionale, dovuta principalmente all'inglese O. Reynolds; tale metodo, nella sua formulazione più generale, può essere applicato per studiare qualsiasi fenomeno una volta individuate le grandezze da cui il fenomeno stesso dipende.

L'analisi dimensionale consente infatti di ricostruire le relazioni intercorrenti fra le grandezze in gioco in base al rispetto del principio della omogeneità dimensionale, ossia il primo membro deve avere le stesse dimensioni fisiche del secondo membro.

In pratica, per impostare un problema di qualsiasi natura utilizzando il metodo dell'analisi dimensionale occorre seguire alcuni passi logici.

In primo luogo occorre individuare un sistema di grandezze che funga da sistema di riferimento; un esempio è costituito dalla terna Massa, Lunghezza, Tempo (M, L, T) o dalla terna Forza, Lunghezza, Tempo (F, L, T) a seconda che si operi con il Sistema Scientifico o con il Sistema Tecnico.

Ognuna delle grandezze individuate deve essere espressa con una unità di misura, passaggio che assume una importanza fondamentale in quanto, come si è detto, l'intero metodo è basato sulla congruità dimensionale tra le grandezze in gioco; sempre con riferimento all'esempio precedente è Massa [kg], Lunghezza [m], Tempo [sec].

Successivamente occorre individuare le grandezze che intervengono nel fenomeno (la variabile dipendente - l'incognita- e le variabili indipendenti) ed esprimerle in funzione delle grandezze che compongono il sistema di riferimento.

Ad esempio si indichi con I l'incognita del problema e con A, B, C le variabili dalle quali il fenomeno (e quindi il valore finale della grandezza I) dipende.

In linea del tutto generale si può scrivere:

$$I = f(A, B, C) \quad (1)$$

A questo punto occorre esprimere tanto l'incognita quanto le variabili attraverso le grandezze costituenti il sistema di riferimento; supponendo che tale sistema sia costituito da una generica terna X [x], Y [y], Z [z], si può scrivere:

$$\begin{aligned}
I &= f(X, Y, Z) \\
A &= f(X, Y, Z) \\
B &= f(X, Y, Z) \\
C &= f(X, Y, Z)
\end{aligned}
\tag{2}$$

E' possibile scrivere perciò l'equazione (1) nel seguente modo:

$$I = k * A^{\alpha} * B^{\beta} * C^{\gamma} \tag{3}$$

con k costante numerica e α , β e γ esponenti da determinare, esprimendo così che i due membri devono essere dimensionalmente omogenei.

Sulla scorta di queste posizioni è possibile impostare un sistema di tante equazioni quante sono le grandezze costituenti il sistema fondamentale. Con riferimento all'esempio considerato si può scrivere un sistema di tre equazioni (una in X, una in Y e una in Z) nelle quali le incognite sono α , β e γ .

I valori risultanti consentono sia di esplicitare la struttura della funzione (3) evidenziando i tipi di proporzionalità tra le grandezze (dirette e/o inverse), i rapporti tra le stesse (lineari, esponenziali, ...), sia di pervenire ad una formulazione analitica in senso stretto attraverso la determinazione numerica degli esponenti in valore e segno.

Nella applicazione in esame interessa in particolare il primo dei due aspetti, quello riguardante la possibilità di definire la struttura della relazione intercorrente tra la grandezza assunta come incognita e le grandezze assunte come variabili.

Il metodo in questione presenta infatti, come del resto tutti i metodi analitici, un suo campo di validità ottimale legato alle sue intrinseche caratteristiche e, in particolare, alle sue intrinseche limitazioni; occorre quindi tener conto di quest'ultime al fine di non assumere per buoni risultati che invece non lo sono.

In particolare sono due le limitazioni di maggior rilievo.

La prima riguarda il numero di variabili indipendenti che è possibile far rientrare nella formula.

Come si è detto esso dipende dal numero di grandezze che compongono il sistema di riferimento, in quanto è possibile scrivere al massimo tante equazioni quante sono le grandezze componenti; essendo ovviamente ridotto tale numero è ridotto anche il numero delle variabili indipendenti di cui è possibile tener conto per cui occorre limitarsi a considerare solo le principali grandezze in gioco.

Nei casi in cui le grandezze che intervengono a definire il fenomeno sono molteplici -come è appunto il caso allo studio- il metodo dell'analisi dimensionale si presta bene più a fornire indicazioni valide per la definizione della struttura delle relazioni che intercorrono tra le grandezze principali che a indicare relazioni analitiche in senso stretto. E' evidente che in questo caso è determinante l'abilità dell'operatore nello scegliere grandezze effettivamente significative e determinanti; occorre inoltre che ad esse siano riconducibili anche altre grandezze "minori" che non è possibile portare in conto data l'esiguità del numero di equazioni che è possibile scrivere.

Un ulteriore punto debole del metodo in questione consiste nell'impossibilità di tener conto di elementi adimensionali mentre può essere invece indispensabile considerare coefficienti amplificativi o riduttivi per analizzare stati particolari di fenomeni già descritti dal punto di vista dimensionale.

Fattori di questo tipo possono essere presi in considerazione solo attraverso il coefficiente k che va tarato a seconda delle particolari condizioni del problema.

1.2 L'applicazione del metodo

1.2.1 Impostazione generale

Conclusa questa breve descrizione delle caratteristiche salienti del metodo dell'analisi dimensionale si passa ora ad esporre come i passi logici appena analizzati in linea del tutto generale sono stati seguiti nello specifico caso della determinazione della funzione di domanda.

Come si è detto obiettivo di questo lavoro è l'individuazione di una espressione analitica della capacità delle Unità di Offerta (luoghi fisici appositamente attrezzati per l'erogazione dei servizi) di attrarre flussi di utenti

considerando quindi la domanda di spostamento come una conseguenza della distribuzione delle attività sul territorio.

Per esprimere tale concetto in termini più analitici occorre dire che la capacità delle U.d.O. di attrarre flussi di utenti è funzione delle modalità con le quali l'U.d.O. stessa espleta i servizi alla collettività; conseguentemente può essere considerata come l'incognita del problema mentre le variabili indipendenti sono da ricercare nelle caratteristiche peculiari della erogazione dei servizi stessi.

Così definita l'impostazione generale del problema e quindi di quella che sarà la struttura della formulazione finale, si è provveduto ad individuare le grandezze fondamentali che devono costituire il sistema di riferimento.

1.2.2 Definizione delle grandezze fondamentali

Un primo gruppo di grandezze deve necessariamente descrivere il contesto nel quale avviene il fenomeno da considerare: la scelta è sembrata obbligata in quanto, avvenendo tutti i fenomeni urbani -e quindi anche quello della mobilità- in un "campo" spaziale e temporale ben definito, non poteva non tenersi conto dei fattori Spazio e Tempo che appaiono quindi gli elementi necessari e sufficienti per descrivere questo contesto.

Inoltre è necessaria almeno una ulteriore grandezza per individuare l'elemento centrale oggetto dello studio e che agisce in questo "campo" spazio-temporale. In questo caso la scelta non è così univoca essendo diverse le grandezze che possono assolvere a questo scopo. E' sembrato comunque che il parametro più indicativo fosse relativo agli utenti che in questo dominio esplicano le loro attività.

Si assume quindi la seguente terna di grandezze fondamentali:

Utenti [U], Lunghezza [L], Tempo [T].

1.2.3 Individuazione dell'incognita e delle variabili

Occorre a questo punto individuare le grandezze da assumere come incognita e come variabili indipendenti della funzione.

Per raggiungere questo obiettivo si è fatto esplicito riferimento alle analisi teoriche e alle verifiche sperimentali finora svolte ed i cui risultati sono riportati nelle comunicazioni effettuate da questa U.O. ai precedenti convegni PFT2; in particolare si fa riferimento al paper presentato al convegno PFT2 di Roma 1993 [2], in cui è proposta una classificazione delle Unità d'Offerta in base alla relativa capacità di attrarre flussi di spostamento, ed al convegno di Genova 1995 [3], in cui è stata condotta una verifica sperimentale su di un'area campione, individuata nel quartiere di Fuorigrotta a Napoli.

L'incognita del problema, come si è detto, è costituita, in linea del tutto generale, dalla capacità delle U.d.O. di attrarre utenti in virtù dei servizi da essa erogati.

Il problema che si è posto in questa fase è consistito nella formalizzazione analitica di tale grandezza. Ai fini sia dello studio in oggetto sia dei suoi possibili sviluppi futuri (che, come si dirà in seguito, possono consistere nella applicazione dell'analisi dimensionale per l'individuazione di una analoga funzione relativa al versante dell'offerta) si è assunta come incognita la quantità di utenti richiamati da una generica U.d.O. nell'unità di tempo. Tale grandezza ha ovviamente le dimensioni di un flusso e quindi si può scrivere $A = [U T^{-1}]$.

Il passo successivo, che si è rivelato certamente il più impegnativo dal punto di vista concettuale, è stato quello della individuazione delle variabili indipendenti.

Come è evidente il fenomeno della mobilità dipende certamente da un notevole numero di fattori mentre nel caso specifico disponendo di tre sole equazioni (come si è detto il numero delle equazioni che è possibile scrivere è pari al numero delle grandezze che formano il sistema di riferimento) è possibile individuare tre sole variabili indipendenti.

Da questo discende la necessità di una scelta quanto mai oculata delle variabili; esse devono essere quindi, oltre che significative di per se stesse, anche rappresentative di altre variabili "minori" che ad esse si possono ricondurre, in modo da limitare quanto più possibile la perdita di informazione e di precisione.

A tal fine, è stato utilizzato il patrimonio di studi e di analisi sviluppato nelle precedenti annualità nelle quali è stato appunto definito e formalizzato un set di caratteristiche intrinseche delle U.d.O. e dei servizi da esse erogati particolarmente significative dal punto di vista dei flussi di utenti richiamati.

Il set in questione era composto da quindici caratteristiche articolate in cinque classi [4]:

- caratteristiche spaziali: descrivono l'inserimento della U.d.O. nel tessuto fisico di appartenenza e la sua distribuzione sul territorio.
- caratteristiche temporali: descrivono la distribuzione temporale tanto dell'erogazione quanto della fruizione dei servizi
- caratteristiche del ciclo di produzione: descrivono il rapporto con altre U.d.O. dello stesso ambito territoriale
- caratteristiche del processo di erogazione: descrivono gli elementi che giocano un ruolo determinante nel consentire l'erogazione dei servizi
- caratteristiche relative alla I.T.: descrivono se e quanto l'innovazione tecnologica è entrata a far parte dell'erogazione dei servizi.

Le caratteristiche in questione, unitamente ad un consistente set di U.d.O. scelte come campione, sono state utilizzate per la costruzione di un abaco [5] nel quale comparivano sulle righe le U.d.O., sulle colonne le caratteristiche individuate e nelle celle di incrocio delle valutazioni di tipo qualitativo (alto, medio, basso, ecc.). Infine un procedimento analitico basato su procedimenti di analisi multicriteria [6] con il quale sono state trasformate le valutazioni qualitative in punteggi numerici di tipo fuzzy, ha consentito sia una prima gerarchizzazione delle U.d.O. in relazione alla relativa capacità di attrarre flussi di utenti sia una gerarchizzazione delle caratteristiche in relazione alla capacità di spiegare il fenomeno.

Si è quindi deciso di scegliere le tre caratteristiche da assumere come variabili indipendenti tra quelle che si sono rivelate come le più significative in questa graduatoria. In particolare si è modificata la suddetta articolazione in modo da raggruppare le quindici caratteristiche in tre classi ed all'interno di ciascuna classe è stata individuata una caratteristica da assumere come variabile indipendente.

Si è ritenuto di poter raggruppare le ultime tre classi in un'unica classe denominata "Caratteristiche dell'erogazione".

In definitiva sono state considerate le seguenti tre classi:

- caratteristiche spaziali
- caratteristiche temporali
- caratteristiche dell'erogazione

Nella prima classe, *caratteristiche spaziali*, figurano elementi in grado di fornire informazioni circa il rapporto della U.d.O. con il territorio di appartenenza. Appartengono a tale raggruppamento elementi quali il bacino di utenza, l'influenza -di tipo sia fisico che funzionale- sull'intorno urbano, ecc. In questa sede si è considerata come determinante, ai fini della definizione del numero dei potenziali utenti richiamati dalla Unità d'Offerta, la maggiore o minore diffusione sul territorio di un determinato servizio. Tra le caratteristiche appartenenti a questa classe si è quindi adottata come variabile dimensionale il Raggio di influenza territoriale $R = [L]$.

Alla seconda classe, *caratteristiche funzionali*, appartengono elementi in grado di descrivere l'articolazione temporale dell'erogazione del servizio, quali ad esempio il tempo medio necessario all'utente per ottenere un certo servizio, la ciclicità -mensile, settimanale, giornaliera, variabile- dei fenomeni di punta, le fasce orarie di funzionamento, ecc. Come variabile indipendente è stata prescelta la caratteristica "Fasce orarie di funzionamento", ritenendo che maggiore è la quantità delle fasce orarie nelle quali vengono erogati i servizi, minori sono le possibilità che vengano a crearsi fenomeni di forte polarizzazione. $F = [T]$.

Alla terza ed ultima classe, *caratteristiche dell'erogazione*, appartengono quegli elementi caratteristici delle modalità con le quali viene erogato il servizio agli utenti e quindi, ad esempio, la più o meno spinta necessità di un rapporto diretto tra l'utente e l'U.d.O., l'introduzione di nuove tecnologie all'interno del ciclo di erogazione, il grado di interrelazione dell'U.d.O. in questione con U.d.O. simili, ecc. Tra le varie caratteristiche appartenenti a questo raggruppamento, si è assunta come variabile indipendente la caratteristica "Quantità dei servizi erogati". Non potendo esprimere la quantità di servizi in termini di "numero di servizi forniti" (non è possibile introdurre nella formula quantità adimensionali), si è scelto di esprimere tale caratteristica in termini di "dotazione unitaria", intesa come la disponibilità rapportata alla

popolazione presumibilmente servita in quanto ricadente nel Raggio di influenza territoriale: in particolare si è ritenuto di poter esprimere le dotazioni unitarie (posti letto, aule, ecc) in termini di superfici unitarie. Quindi è $Q = [L^2 U^{-1}]$

In definitiva è

Grado di attrazione	$A = [U T^{-1}]$
Rarità dei servizi erogati	$R = [L]$
Quantità dei servizi erogati	$Q = [L^2 U^{-1}]$
Fasce orarie di funzionamento	$F = [T]$

1.2.4 La formulazione analitica

Definita l'impostazione generale, le grandezze dimensionali di riferimento e le variabili in gioco si è proceduto ad impostare il sistema che consente la costruzione della funzione di attrazione.

Tale funzione, in termini generali, può essere espressa come:

$$A = f(R, F, Q)$$

che esplicitata assume la forma

$$A = k * R^\alpha * F^\beta * Q^\gamma$$

Per ottenere i valori dei coefficienti numerici α, β , e γ occorre scrivere un sistema di tre equazioni rispettivamente in U, L, T.

Equazione in U	$1 = -\gamma$
Equazione in L	$0 = \alpha + 2\gamma$
Equazione in T	$-1 = \beta$

Il sistema risolto fornisce i seguenti valori:

$$\begin{aligned} \alpha &= 2 \\ \beta &= -1 \\ \gamma &= -1 \end{aligned}$$

L'espressione finale, a meno del coefficiente k , assume la forma:

$$A = k * R^2 * F^{-1} * Q^{-1}$$

1.2.5 Considerazioni conclusive

Da una prima analisi della struttura dell'espressione analitica ottenuta si evince che la quantità di flussi attirati da una Unità di Offerta è direttamente proporzionale al raggio di influenza ed inversamente proporzionale al numero di fasce orarie di funzionamento ed alla quantità di servizi erogati.

Su questi ultimi due elementi si può quindi intervenire -riorganizzando la distribuzione temporale dell'erogazione e migliorando le dotazioni- per ridurre eventuali fenomeni di congestione da sovraffollamento.

Infine occorre notare che delle tre caratteristiche che considerate nella formula quella che gioca il ruolo maggiormente significativo è il raggio di influenza -compare al quadrato- a significare che il parametro di primaria importanza nel determinare la quantità dei flussi attratti è la diffusione sul territorio della attrezzatura oggetto di studio.

Come si è detto nella formula non è possibile tener conto di grandezze adimensionali che possono comunque essere considerate attraverso il coefficiente k .

In definitiva il metodo utilizzato appare idoneo per una definizione di massima delle relazioni esistenti tra le principali grandezze dalle quali dipende il sistema mobilità.

Nel presente studio questo metodo è stato utilizzato per una analisi del sottosistema della domanda ma appare suscettibile di miglioramenti, integrazioni ed approfondimenti.

Ad esempio potrebbe trovare una analoga applicazione anche per quanto riguarda il sottosistema dell'offerta, consentendo la definizione di una espressione analitica della capacità dei mezzi di trasporto di distribuire i flussi richiamati dalle U.d.O. localizzate in un predeterminato ambito territoriale.

Ne risulterebbero quindi due espressioni simmetriche -una relativa al versante della domanda ed esplicativa dei flussi attratti dalle U.d.O., l'altra relativa al versante dell'offerta ed esplicativa dei flussi distribuiti dai mezzi di trasporto- che potrebbero consentire una valutazione delle condizioni di equilibrio esistenti tra i due sottosistemi.

2. Una procedura per l'abbattimento della congestione da mobilità

2.1 ambito e limiti della ricerca

Utilizzando gli assunti teorici e gli esiti della ricerca fin qui condotta, e per molti versi già richiamati nella prima sezione del paper, pare possibile, a conclusione del percorso di approfondimento, proporre un insieme di indicazioni procedurali, alle quali far riferimento per il governo ed il controllo della congestione urbana, da attuarsi attraverso l'intervento (urbanistico) sulla localizzazione e/o sull'intensità d'uso delle attività sul territorio.

La tesi di fondo, già espressa in altre sedi di questa ricerca [1], è che sia possibile controllare il livello di congestione da mobilità, all'interno di uno specifico ambito urbano, operando opportune "regolazioni" sul sistema funzionale della città le cui parti, le attività urbane, funzionano da attrattori dei flussi di spostamento [7].

Le azioni di regolazione possono essere orientate sia all'abbattimento dei livelli di inquinamento ambientale ed acustico, prodotto da fenomeni congestivi del sistema della mobilità, sia per interventi di riqualificazione, recupero e/o nuova destinazione d'uso di parti della città (sezioni, quartieri, ambiti, etc.) in risposta alle mutate esigenze ed ai nuovi bisogni di riorganizzazione (spaziale e funzionale) dell'habitat urbano. Come già segnalato in premessa ulteriore obiettivo di questa parte della ricerca, orientato alla formulazione di definizioni operative, è stato rappresentato dalla messa a punto di uno strumento automatico utile per il city manager che si trovi nella necessità di intervenire per ridurre i livelli di congestione da traffico. Tale strumento automatico, rappresentato da un sistema informativo territoriale (urbano), consente l'evidenziazione dei diversi livelli congestivi esistenti in un ambito urbano di riferimento e segnala i punti specifici del territorio ove intervenire per ridurre tali valori. Per altro verso, ribaltando il discorso in una dimensione progettuale, il sistema informativo supporta azioni di trasformazione compatibile del territorio urbano segnalando i siti ottimali per l'ubicazione, senza effetti congestivi, di nuove attività urbane.

Va fin d'ora sottolineato come il principale dato di riferimento della ricerca sia stato la "domanda di mobilità" generata dall'attrazione che ciascuna attività urbana esercita sui flussi di spostamento. Tale scelta

non considera quindi, nelle operazioni di “riequilibrio” funzionale, gli elementi dell’offerta presenti sul territorio che pur agiscono da “de-congestionatori”. E’ comunque evidente come tale impostazione vada, per così dire, “a vantaggio di sicurezza” in quanto, dopo aver effettuato l’equilibrio, dovranno considerarsi ulteriori condizioni di abbattimento congestivo rappresentate dalla presenza di elementi dell’offerta (linee di trasporto pubblico su gomma, fermate della metropolitana, parcheggi di interscambio, etc.). Un’altra assunzione iniziale della ricerca riguarda la considerazione d’isotropia della rete cinematica. In altri termini si intende che, per il contesto urbano preso in esame (in generale riconducibile alla circoscrizione), esista una presenza omogeneamente diffusa delle strade di quartiere e locali.

Tale considerazione, benchè standardizzi l’informazione, in particolare rispetto all’accessibilità, definisce comunque un dato di riferimento iniziale sul quale è possibile approfondire l’analisi successivamente.

In ultimo sembra utile ricordare come nello studio si prescinda dal considerare enti e misure proprie del campo trasportistico tentando così di sostanziare (e verificare contestualmente) l’approccio urbanistico al problema del governo della mobilità. Va infine segnalato che le caratteristiche descrittive della sezione censuaria non considerano elementi quali la morfologia del territorio o la presenza di particolari condizioni di vincolo insistenti su parte o tutta l’area della sezione censuaria.

Lo studio si articola in tre fasi principali.

Una prima fase definisce gli elementi di riferimento, lo sviluppo e gli step della ricerca. Nella fase intermedia si trasferiscono le determinazioni teoriche ad un campo operativo attraverso la realizzazione del sistema informativo territoriale; in ultimo si propone un algoritmo che, considerando gli standard funzionali di ciascuna attività, consente la segnalazione dei siti idonei per una nuova allocazione.

In questa sede verrà proposta una trattazione sintetica dell’argomento maggiormente orientata all’applicazione operativa delle definizioni di ricerca. Ciò sia in quanto all’interno del primo segmento è stato già approfondito l’aspetto teorico-concettuale della ricerca, sia perché lo spazio assegnato non consente trattazioni estese. Ci si riserva tuttavia di presentare, in sede congressuale, una più ampia trattazione comprendente anche gli algoritmi strutturanti il sistema informativo,.

2.2 Intensità funzionale e attrazione dei flussi di spostamento

Per la definizione delle formulazioni di questo segmento della ricerca, pare utile richiamare ulteriormente, ma con diverse specificazioni, i due elementi teorici di riferimento dai quali si è partiti.

Il primo concerne l’assunzione del modello interpretativo sistemico per lo studio dei fenomeni urbani, secondo il quale la città è rivista come un sistema dinamicamente complesso che può essere scomposto in sotto-sistemi ; fra questi quello funzionale composto dalle attività insediate sul territorio (parti del sistema) e dalle relazioni che si instaurano fra esse (interazioni fra le parti). Tali relazioni possono essere considerate attività che si svolgono “attraverso” il territorio : flussi di persone, beni, informazioni, etc.. In estrema sintesi pare possibile affermare che ciascuna attività ha una propria “intensità funzionale” misurabile anche attraverso il grado di attrazione dei flussi di spostamento di persone in una determinata unità di tempo.

Il secondo riguarda la considerazione per la quale sia possibile regolare il livello congestivo che le attività insediate producono in uno specifico intorno, intervenendo con criteri propri della disciplina urbanistica e riguardanti le operazioni di distribuzione delle funzioni sul territorio.

La trattazione sulla funzione di congestione, sviluppata nel primo segmento di questo paper, ha fornito sufficienti indicazioni analitiche riguardanti in generale il calcolo della misura congestiva di uno specifico ambito urbano.

In questa sede si propone un’applicazione direttamente operata sul territorio considerando, quali elementi rappresentativi della congestione, alcune variabili composte utilizzando dati canonici della ricerca urbanistico-territoriale quali : popolazione, superficie, superficie edificata, etc. congiuntamente al grado di attrazione.

Il grado di attrazione fornisce una misura sintetica della polarizzazione dei flussi di spostamento e pertanto rappresenta una delle principali variabili da considerare per la definizione della soglia di congestione di ogni singola unità territoriale. Va in sintesi affermato che l’ipotesi di fondo è che ogni attività urbana, nel suo funzionamento, richiami flussi di persone (utenti), che si recano presso il sito di svolgimento dell’attività per ottenere un servizio. E’ evidente che le caratteristiche del flusso variano in ragione di alcune specifiche di funzionamento dell’attività e che comunque ogni singola sede di erogazione, o Unità di Offerta (U.d.O.),

aggiunge una aliquota di congestione al livello generale misurabile entro una data unità territoriale di riferimento (quartiere, sezione censuaria, etc.). Se si riesce a tenere tale livello entro un determinato valore, all'interno della sezione di città presa in esame, si assicura un efficace controllo della congestione totale.

L'intero sviluppo dello studio (fig.1) muove, nella sua formulazione top-down, dall'individuazione dell'area urbana di riferimento e della sua partizione in unità territoriali di base delle quali verranno rilevate le principali caratteristiche fisico-funzionali. La dimensione ottimale dell'area di riferimento, da considerare per il riequilibrio congestivo, è apparsa quella del quartiere (o circoscrizione) delle città di media e grande dimensione (centri urbani fra i 500.000 ed i 1.500.000 abitanti). Di tali aree esiste una delimitazione amministrativa sub-comunale (circoscrizioni) che è, a sua volta, possibile suddividere in sotto aree, che nel seguito si definiranno unità territoriali minime (u.t.m.), alle quali riferire i dati.

Tali unità sono rappresentate dalle "sezioni censuarie" per le quali l'Istituto Centrale di Statistica (I.S.T.A.T.) raccoglie un considerevole set di dati riguardanti le abitazioni e le famiglie. Le sezioni censuarie rappresentano sub-ambiti del territorio circoscrizionale che comprendono un certo numero di abitanti e che sono di riferimento nelle operazioni di censimento per l'organizzazione dei dati relativi ai nuclei familiari e/o alle abitazioni. Va inoltre considerato che in fase iniziale, di progettazione dell'intervento di riequilibrio, devono essere individuati anche tutti i siti di erogazione di servizi presenti all'interno delle diverse sezioni censuarie. In altri termini, oltre a reperire i dati descrittivi delle caratteristiche sociali e fisiche delle sezioni censuarie, è necessario individuare, per ciascuna di esse, le U.d.O. presenti. Si perviene in tal modo alla definizione delle basi dati che consentono di avviare la procedura.

2.3. La definizione della soglia di congestione funzionale

Al termine della fase di raccolta delle informazioni, che nel seguito si descriverà con maggior dettaglio, si è quindi in possesso degli elementi, sociali, fisici e funzionali, descrittivi dell'area di riferimento. È importante sottolineare come gli elementi conoscitivi debbano comprendere sia dati alfanumerici dei valori descrittivi delle caratteristiche fisiche e funzionali delle u.t.m. componenti l'area, sia dati grafici, quali cartografie dell'area in scala opportuna riportanti il tessuto edilizio, i confini delle sezioni censuarie ed il confine dell'area di riferimento. Si vedrà nel seguito come tali dati verranno integrati nello strumento informativo.

L'obiettivo del secondo step della procedura prevede la definizione di un valore medio da utilizzare quale riferimento del livello congestivo di ogni singola sub-area presa in esame.

In generale è possibile ritenere che la congestione da traffico veicolare, che si produce in ogni singola area, sia riconducibile a tre condizioni esprimibili attraverso concetti urbanistici canonici: la densità edilizia presente in ogni u.t.m., che può essere considerato un valore dell'intensità d'uso dei contenitori rispetto allo spazio (o lotto d'insediamento), la quantità di popolazione presente, che può tradursi nella densità residenziale per sezione censuaria ed infine il valore espressivo dell'attrazione dei flussi di spostamento, già formalizzato nella prima parte del paper, attraverso il "grado di attrazione" associato a ciascuna U.d.O..

Da un punto di vista matematico è possibile esprimere le condizioni citate definendo tre variabili che si indicheranno come "variabili di congestione". La prima variabile di congestione è definita attraverso il rapporto:

$$V_1 = S_e / S_t$$

ove S_e è la quotaparte di superficie della u.t.m. coperta da tessuto edilizio e S_t è la superficie totale della sezione.

La seconda variabile di congestione è espressa da :

$$V_2 = P_s / S_t$$

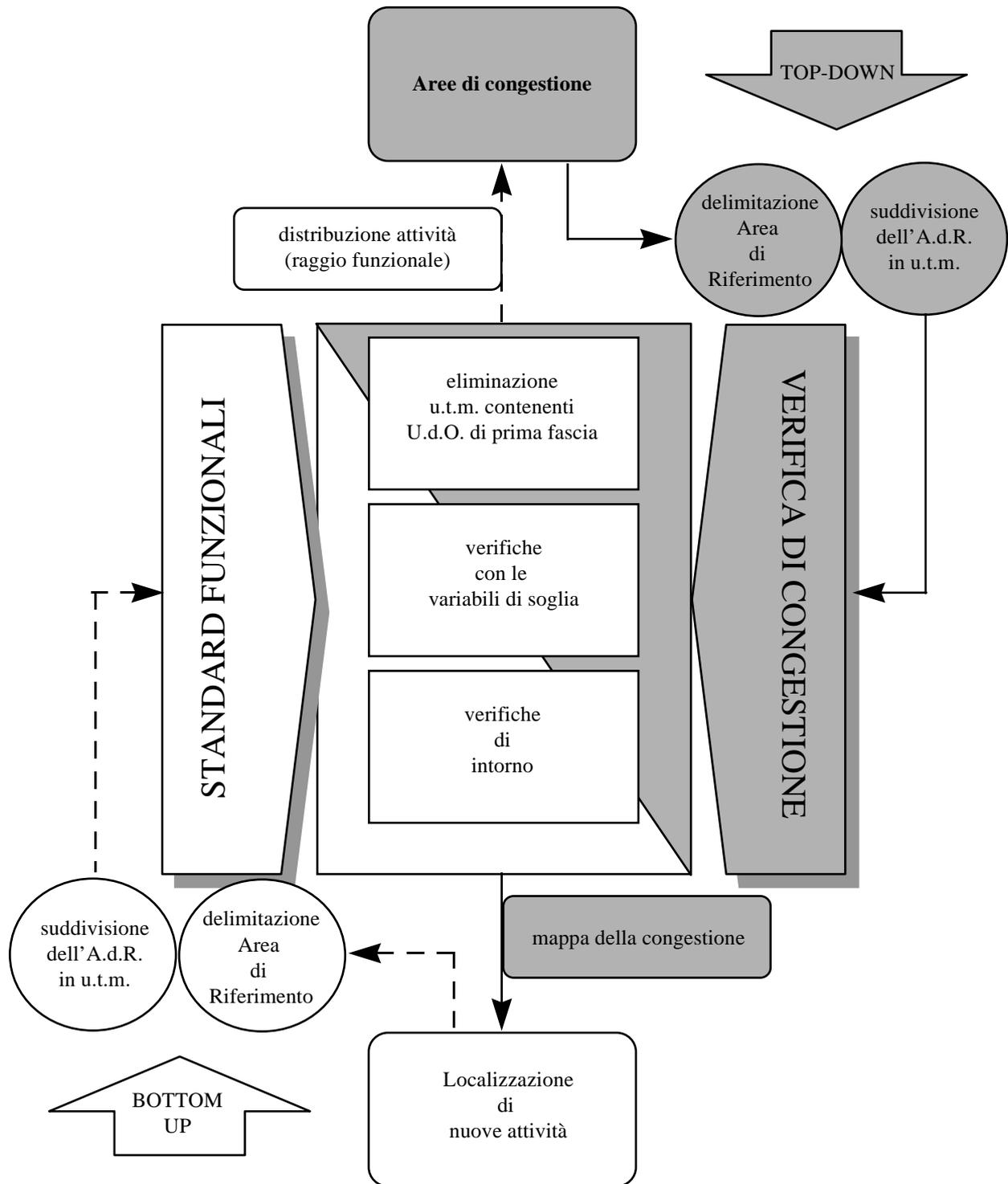
ove P_s è la popolazione totale residente nella sezione censuaria e S_t è la superficie totale della sezione.

La terza variabile di congestione è data da :

$$V_3 = A_n$$

ove A_n esprime la sommatoria dei valori di attrazione esercitati da ciascuna U.d.O. ubicata nella u.t.m..

Fig. 1 L'andamento Top-Down e Bottom-Up della procedura proposta per la verifica di congestione di un'area urbana di riferimento



Nel dettaglio, per quanto riguarda la V_1 , si dirà che la Se è ottenibile sommando le aree coperte da edificato presenti sulla cartografia di riferimento e la St misurando l'intera area della u.t.m. E' noto come, disponendo di cartografie digitali, che rappresentano i supporti necessari alla costruzione dello strumento informativo, le operazioni di calcolo delle superfici comprese all'interno delle poligoni chiuse (che rappresentano le sagome degli edifici o il confine stesso della sezione censuaria) possono essere svolte attraverso routine automatiche ed avviate nel momento stesso in cui la cartografia digitale viene "fatta riconoscere" al sistema di calcolo¹.

Per quanto riguarda la V_2 si dirà che il dato della popolazione è ottenibile dall'ISTAT mentre la St è stata già calcolata in precedenza. In ultimo, per il calcolo della V_3 , possono considerarsi i valori del grado di attrazione di ciascuna U.d.O., derivanti dal calcolo dell'algoritmo descritti nel primo segmento del paper.

Si è ritenuto opportuno adottare, quale valore di riferimento per il calcolo della soglia di congestione, la media matematica operata su ciascuna categoria di variabili. Tali valori medi informano il calcolo per la verifica di congestione di cui si dirà nell'immediato seguito. Considerando quanto fin qui esposto si deduce come la formulazione descritta non consideri una misura assoluta della congestione, ma faccia derivare tale dato dalle specifiche caratteristiche del territorio preso in esame. Pertanto si avranno valori diversi per le diverse aree, città e/o latitudini, nelle quale si applicherà la procedura.

Infine va segnalato che si è scelto di considerare comunque sature, da un punto di vista congestivo, tutte le u.t.m. contenenti U.d.O. ad elevato grado di polarizzazione ed in generale ricadenti nella prima fascia delle tre proposte nella classificazione proposta nel testo che costituisce il riferimento teorico della trattazione [8].

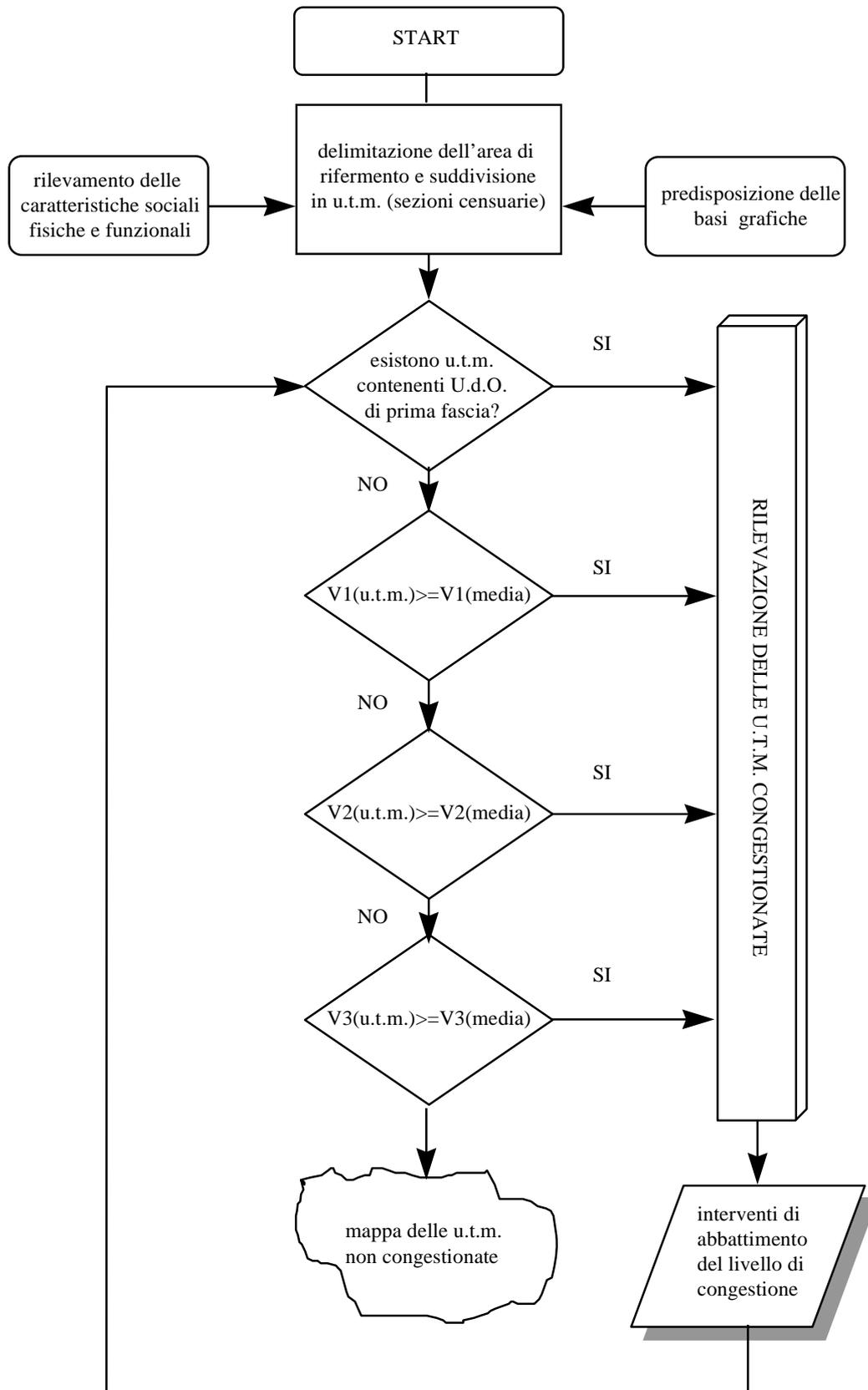
2.4. Le verifiche di congestione e le condizioni di intorno

La soglia di congestione ammissibile per ciascuna delle u.t.m. scaturisce, come si è accennato in precedenza, dalla verifica di una relazione booleana costituita da tre condizioni. In altri termini, affinché una u.t.m. possa considerarsi non congestionata, devono verificarsi contemporaneamente le tre condizioni che esprimono il non raggiungimento del valore medio (calcolato per l'area di riferimento) per ogni singolo valore delle variabili di congestione rilevato nelle u.t.m.. Operativamente (fig. 2) è quindi necessario, per ogni sezione censuaria, calcolare i valori delle variabili di congestione, quindi calcolare il valore medio per l'intera area di riferimento ed effettuare un confronto, sempre all'interno di ciascuna categoria di variabile. Se ognuno dei valori rilevato nelle u.t.m. non supera il corrispettivo valore medio dell'area di riferimento la sezione è da ritenersi non congestionata ed eventualmente da considerarsi per ipotesi di ubicazione di nuove attività. Va sottolineato come le condizioni di non-raggiungimento del valore medio debbano verificarsi tutte per ogni singola u.t.m. (sezione censuaria). Se anche uno solo dei valori delle variabili di congestione, per esempio la V_1 , supera la V_1 media (calcolata per l'intera area), la sezione è già da ritenersi congestionata.

Al termine di questa fase si è quindi in grado di distinguere le u.t.m. che hanno raggiunto e/o superato la soglia congestiva dalle altre. Queste ultime possono conseguentemente essere considerate per eventuali operazioni di insediamento di nuove attività sempre previa verifica del livello di congestione che la sezione raggiunge considerando la nuova localizzazione. Per le altre si può decidere di intervenire per abbattere il livello di congestione attraverso le seguenti azioni:

- ridefinizione, anche attraverso nuovi sistemi e processi resi disponibili dall'innovazione tecnologica, del funzionamento dell'attività orientato all'abbattimento del grado di attrazione dei flussi ;
- riallocazione di una o più U.d.O. al fine di ridurre i valori della V_3 della u.t.m.;
- localizzazione di elementi decongestionanti (scambiatori di linee di trasporto pubblico su gomma e su ferro, parcheggi di interscambio, etc.).

Fig. 2 Diagramma di flusso per l'individuazione delle u.t.m. congestionate



Un ulteriore step di verifica può essere introdotto per quelle u.t.m. giudicate non congestionate preventivamente alla decisione di una nuova localizzazione di attività. Tale step, denominato “verifica di intorno”, è orientato a verificare se, nell’immediato intorno della sezione censuaria non congestionata, esistono sezioni (adiacenti) che superino il valore medio congestivo. In buona sostanza in questa fase vengono individuate tutte le sezioni censuarie nel cui intorno sono ubicate sezioni censuarie per le quali le variabili congestive risultano al di sotto del valore medio. Solo in tali ambiti potrà ipotizzarsi una nuova ubicazione di attività con una certa sicurezza rispetto anche all’effetto sull’intorno che tale nuova localizzazione potrebbe esercitare.

Infine è attualmente in fase di definizione un ultimo step riguardante i criteri ubicativi di una nuova U.d.O. all’interno delle sezioni che hanno superato le verifiche degli step descritti in precedenza. Quest’ultima fase è orientata alla definizione del cosiddetto “raggio funzionale”. Operativamente viene definito per ciascuna U.d.O. un raggio di influenza funzionale proporzionalmente al grado di attrazione A che essa esercita. Sarà così possibile individuare, con sufficiente approssimazione, anche il sito ubicativo della U.d.O. verificando che la sommatoria delle U.d.O. ricadenti nella superficie della circonferenza (relativa al suddetto raggio) non sia maggiore del grado di attrazione dell’U.d.O. da insediare moltiplicato per 2. Tale moltiplicatore simula l’effetto di sinergia di congestione che un’altra U.d.O., di pari grado, potrebbe attivare. Riconsiderando le caratteristiche dei diversi step fin qui descritti e ribaltando il discorso nella prospettiva di ogni singola U.d.O. è quindi possibile definire per ciascuna una serie di standard o di indicazioni espressi esplicitando le variabili di soglia.

2.5 Gli standard funzionali

Considerando quanto fin qui detto è possibile associare, per singola tipologia di U.d.O., la definizione di una serie di standard funzionali che rappresentino delle indicazioni per l’eventuale ubicazione di nuove attività.

In altri termini, seguendo un procedimento del tipo top-down opposto a quello bottom-up fin qui descritto (fig. 1), è possibile condizionare l’ubicazione di una nuova U.d.O. alla verifica di una serie di condizioni rappresentate dalle variabili di soglia, dalla verifica di fascia e dai valori del raggio d’influenza descritti.

Tali informazioni possono essere formalizzate in un algoritmo che evidenzia, all’interno del sistema informativo, le u.t.m. idonee ad accogliere, senza ulteriori impatti congestivi, la nuova attività.

Volendo sinteticamente rappresentare l’articolazione di tali condizioni (standard) è possibile costruire un abaco che presenti, sulle righe le diverse U.d.O. per tipologia rappresentativa, e sulle colonne i valori degli standard.

I principali standard sono rappresentati da :

- superficie minima dell’area per l’insediamento ;
- popolazione massima contenuta nell’area ;
- densità residenziale massima ;
- densità edilizia massima ;
- massimo valore ammissibile dell’intensità funzionale ;
- valore massimo dell’attrazione nel raggio funzionale.

Attraverso tali indicazioni, nell’ipotesi di localizzazione - ad esempio - di una struttura ospedaliera, si potrà verificare, fra le u.t.m. non congestionate, quali soddisfano gli standard previsti.

Si è scelto di definire direttamente l’algoritmo che calcola gli standard per ciascuna U.d.O. per due ragioni principali ; la prima è riconducibile al fatto che tali standard assumono valori formalizzati in presenza dei dati effettivi rilevati sul territorio che variano a seconda del contesto urbano scelto per l’applicazione della procedura. La seconda concerne la volontà di dimostrare direttamente l’efficacia dello strumento automatico proposto del quale si descrivono le caratteristiche nell’immediato seguito.

2.6 La procedura operativa su di un’area urbana e la programmazione del sistema informativo²

Quale area di riferimento per testare la procedura e mettere a punto le caratteristiche del sistema informativo si è scelto un brano dell’area occidentale di Napoli sul quale si erano già condotte sperimentazioni per la definizione teorica della ricerca. Sembra opportuno sottolineare come uno degli obiettivi di fondo sia stato quello di definire una procedura in ogni sua parte gestibile da personale tecnico degli uffici comunali informato, ma non particolarmente

esperto, nell'uso dei sistemi informativi. Anche per tale motivo si fornirà nel seguito una descrizione puntuale di tutte le operazioni necessarie alla costruzione del supporto informativo per l'area di riferimento.

Il quartiere di Fuorigrotta (Fig. 3), così denominato in quanto ubicato al di là della galleria (grotta) che attraversa l'arco collinare di Posillipo e collega l'area centrale di Napoli con i Campi Flegrei, si estende per circa 6 Km² ed ha una popolazione di circa 86.000 abitanti. La morfologia dell'area è fortemente caratterizzata dall'origine vulcanica del sito che fa sì che l'intero quartiere sia quasi totalmente incluso all'interno di un cratere del quale si legge ancor oggi la sagoma della caldera.

Fig. 3 L'assetto urbano del quartiere di Fuorigrotta con la suddivisione in sezioni censuarie



Il tessuto edilizio, originatosi intorno agli anni '20 e di cui la parte più consistente si è sviluppata fra gli anni '50 e '70, si presenta alquanto disordinato ma scandito dai grandi assi di viale Augusto e di via Leopardi tracciati dal piano

di risanamento del 1937. Tali principali canali di mobilità si aprono da est, con un andamento a compasso, verso il centro fisico/funzionale del quartiere rappresentato dall'area di piazzale V. Tecchio. Qui si addensano alcune fra le maggiori attività urbane del quartiere e dell'intera città riconducibili a settori quali la ricerca e la formazione, con sedi universitarie e del CNR, il commercio e la grande attività transazionale con la Mostra d'Oltremare, i servizi alla persona con sedi centrali di agenzie assicuratrici e finanziarie, l'Automobile Club d'Italia, lo Stadio S. Paolo, l'Edenlandia (il parco di divertimenti napoletano), etc. Per quanto riguarda i sistemi di mobilità, tale zona si configura come un macro-scambiatore intermodale grazie alla presenza di numerosi sistemi di trasporto pubblico su gomma e su ferro (metropolitana, Cumana e Circumflegrea, linea tranviaria, etc.); è inoltre dotata di un accesso alla tangenziale che connette Fuorigrotta con gli altri quartieri della città, e principalmente con l'area occidentale ove si ubicano i principali tracciati autostradali, lo scalo aeroportuale ed il Centro Direzionale. Come già ricordato tutti gli elementi appena citati, appartenenti all'offerta di trasporto, non vengono considerati nella procedura, ma agiscono da forti de-congestionatori dell'area di riferimento. Per quanto riguarda gli ingressi veicolari giornalieri nell'area di riferimento è possibile considerare un dato medio di circa 33.000 autovetture³ benché, considerando alcune nuove ubicazioni funzionali, esso appaia largamente sotto-stimato. La struttura funzionale dell'area di riferimento vede la presenza di circa 1.800 U.d.O. appartenenti alle funzioni Governo e Gestione, Commercio, Credito ed Assicurazione, Culto, Istruzione, Sanità, Produzione, Sicurezza, Servizi alla Persona [9].

Al fine di costruire le basi dati per la definizione del sistema informativo si è considerata la suddivisione dell'area di riferimento nelle sue 220 sezioni censuarie che hanno costituito le unità territoriali minime per l'avvio della procedura.

L'inserimento della base dati di tipo grafico ha riguardato, quale primo step, la realizzazione della cartografia elettronica dell'area. E' necessario sottolineare che per poter collegare i dati alfanumerici ad elementi grafici, in questo caso rappresentati dalle poligoni chiuse delle u.t.m., è indispensabile che la cartografia elettronica sia realizzata in formato "vettoriale". Per far ciò è possibile, partendo dal comune supporto cartaceo in scala 1:1000, procedere in due modi. Il primo riguarda la digitalizzazione, attraverso digitizer, delle cartografie dell'area, il secondo prevede la riproduzione in formato "raster", mediante uno scanner di grande formato, e la successiva trasformazione in formato vettoriale. Nella fattispecie si è provveduto alla digitalizzazione della cartografia riportando i limiti dell'area di riferimento, la suddivisione in sezioni censuarie al 1991 e le sagome degli edifici costituenti il tessuto urbano. Per quanto riguarda i dati relativi alle famiglie ed alle abitazioni, derivati dal censimento ISTAT, sono stati organizzati in opportune tabelle elettroniche che hanno rappresentato la parte consistente della base dati alfanumerica.

In ultimo si sono raccolti e archiviati in formato elettronico i dati relativi alle U.d.O. presenti in ciascuna u.t.m. avvalendosi in particolare di fonti quali le pagine gialle elettroniche. Al termine della fase di raccolta ed inserimento delle informazioni si è potuta costruire la base informativa attraverso il collegamento dei set di dati (circa 5.000). Il software utilizzato per la realizzazione del sistema informativo è stato Arcview della ESRI integrato dal modulo DAK (Data Automation Kit) per la definizione della topologia. La scelta di tale software è motivata dalla estrema versatilità d'uso, dall'interfaccia utente user friendly e, soprattutto, dalla possibilità di programmare il sistema con opportune routine scritte in linguaggio Avenue. Tali routine consentono, una volta definita la base dati grafico/alfanumerica, di predisporre un uso guidato dello strumento da parte del tecnico comunale o dello stesso city manager. In altre parole sono state predisposte delle routine di calcolo che automatizzano una serie di passaggi ed operazioni, quali quelle di calcolo delle variabili di congestione, e predispongono un'interfaccia relazionale con l'utente.

Nel sistema è prevista la procedura top-down, che giunge ad evidenziare le u.t.m. congestionate sulle quali intervenire (Figg. 4 e 5), e parallelamente la procedura bottom-up che interroga l'utente sul tipo di U.d.O. da insediare e giunge ad evidenziare i siti ubicativi più idonei.

Uno degli output che il sistema è in grado di produrre può essere rappresentato da serie di cartografie tematiche, realizzate mediante plotter, e relative ai diversi livelli di interrogazione attraversati dall'utente. Attraverso queste cartografie si può fornire un notevole impulso ed una sensibile riduzione dei tempi necessari alla fase di concertazione e definitiva scelta della politica di intervento territoriale.

Va comunque sottolineato che, una volta strutturato, il sistema informativo può essere interrogato attraverso query (interrogazioni) anche non guidate. L'utente può richiedere l'incrocio di variabili, contenute nella base dati, ma che non vengono utilizzate per le routine di calcolo automatico della congestione.

Fig. 4 Una delle visualizzazioni del sistema informativo con l'ultimo menù a tendina programmato per le verifiche

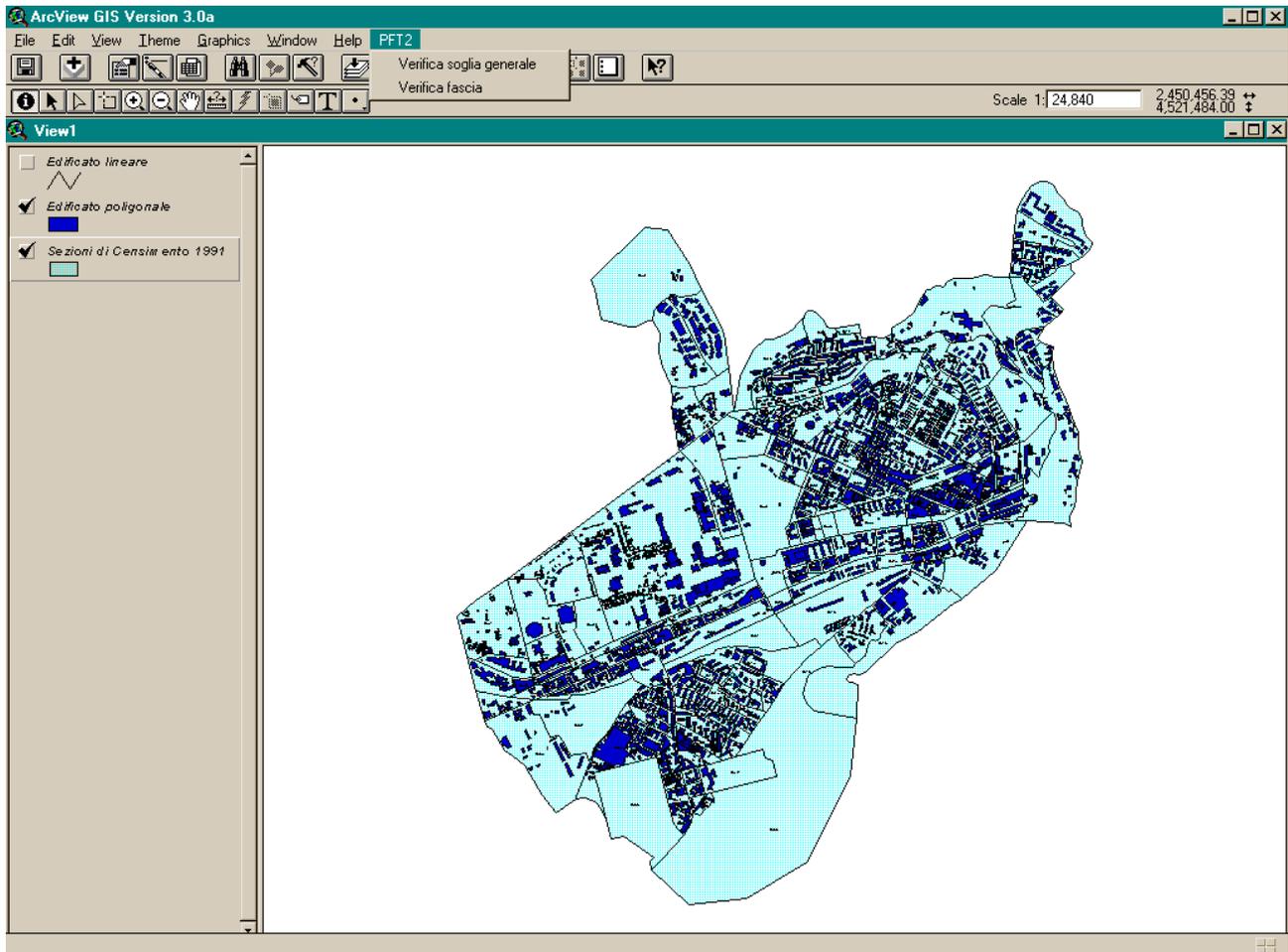
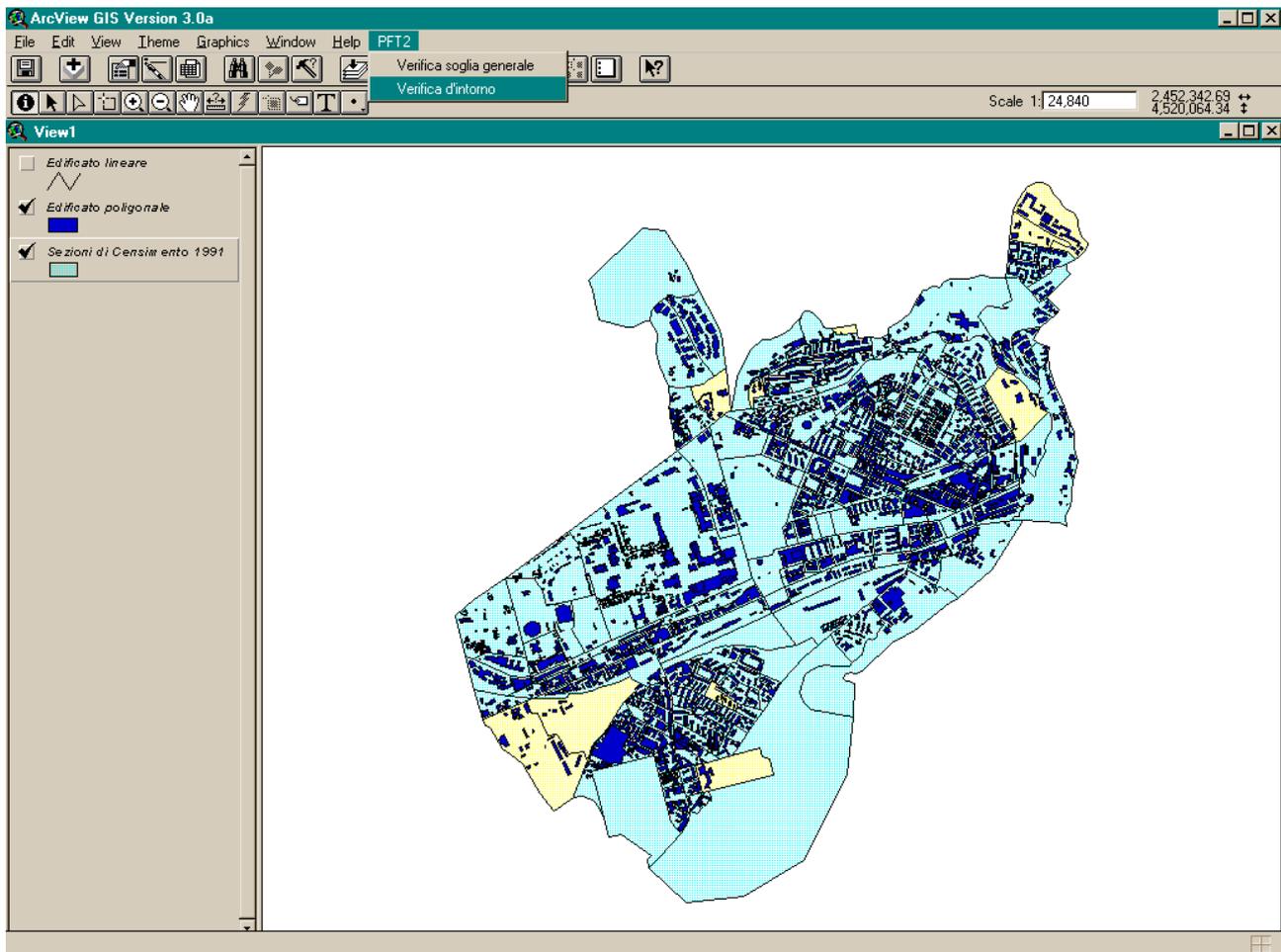


Fig. 5 Il menu relativo alle verifiche di intorno visibile nella riga dei menu a tendina in alto a sinistra del video



Infine, pur nella consistente difficoltà, di descrivere uno strumento le cui potenzialità sono evidenziate dall'uso diretto e le cui possibili applicazioni sono dipendenti dalla curiosità e intuizione dell'utente, si riporta, a titolo di esempio, il listato (script) della routine che seleziona le u.t.m. contenenti U.d.O. di prima fascia e individua, successivamente, quelle le cui variabili di soglia non superano le variabili medie dell'intera area di riferimento. Benché possa apparire eccessivamente tecnico, si è scelto di riportare alcune delle righe di programmazione del sistema informativo in quanto testimonianza concreta della formalizzazione operativa delle definizioni teoriche concernenti il legame fra sistema urbano e mobilità.

```

theProject=av.getproject
theView=theProject.finddoc("View1")
'Seleziona la view ed il tema
SezCen = TheView.findTheme("Sezioni di Censimento 1991")
tabSezCen = Theproject.finddoc("Attributes of Poligoni")
theSezCenVTab = tabSezCen.GetVTab
'Seleziona i Campi
ICopEd=theSezCenVTab.findfield("I_Cop_Ed")
PolTot=theSezCenVTab.findfield("Tot")
DensRes=theSezCenVTab.findfield("Densità")
thePrecision = "d.ddddddddd"
theFieldPrecision = ICopEd.GetPrecision
Script.The.SetNumberFormat( thePrecision.Left( theFieldPrecision + 2 ) )
'Calcola la media del campo ICopEd
if ( theSezCenVTab.GetSelection.Count = 0 ) then
  theICopEdSet = theSezCenVTab
else
  theICopEdSet = theSezCenVTab.GetSelection
end

```

```

theICopEdSum = 0
theICopEdCount = 0
theICopEdMinimum = nil
theICopEdMaximum = nil
for each rec in theICopEdSet
  theICopEdValue = theSezCenVTab.ReturnValueNumber( ICopEd, rec )
  if ( not ( theICopEdValue.IsNull ) ) then
    theICopEdSum = theICopEdValue + theICopEdSum
    theICopEdCount = theICopEdCount + 1
  end
end
theICopEdMean = theICopEdSum / theICopEdCount
'Calcola la media del campo PolTot
if ( theSezCenVTab.GetSelection.Count = 0 ) then
  thePolTotSet = theSezCenVTab
else
  thePolTotSet = theSezCenVTab.GetSelection
end
thePolTotSum = 0
thePolTotCount = 0
thePolTotMinimum = nil
thePolTotMaximum = nil
for each rec in thePolTotSet
  thePolTotValue = theSezCenVTab.ReturnValueNumber( PolTot, rec )
  if ( not ( thePolTotValue.IsNull ) ) then
    thePolTotSum = thePolTotValue + thePolTotSum
    thePolTotCount = thePolTotCount + 1
  end
end
thePolTotMean = thePolTotSum / thePolTotCount

'Calcola la media del campo DensRes
if ( theSezCenVTab.GetSelection.Count = 0 ) then
  theDensResSet = theSezCenVTab
else
  theDensResSet = theSezCenVTab.GetSelection
end

theDensResSum = 0
theDensResCount = 0
theDensResMinimum = nil
theDensResMaximum = nil
for each rec in theDensResSet
  theDensResValue = theSezCenVTab.ReturnValueNumber( DensRes, rec )
  if ( not ( theDensResValue.IsNull ) ) then
    theDensResSum = theDensResValue + theDensResSum
    theDensResCount = theDensResCount + 1
  end
end
theDensResMean = theDensResSum / theDensResCount
ALongMsg="Valori di media:>"+
  "I_Cop_Ed="+theICopEdMean.asstring++
  "Pol_tot="+thePolTotMean.asstring++
  "Dens_Res="+theDensResMean.asstring
MsgBox.Report(ALongMsg,"")
theBitmap1 = theSezCenVTab.GetSelection
theQuery1 = ("["+ICopEd.getname+"] <"+theICopEdMean.asstring+") and ([+Poltot.getname+"] <"+thePolTotMean.asstring+") and
([+DensRes.getname+"] <"+theDensResMean.asstring+")"
theSezCenVTab.Query(theQuery1,theBitmap1, #VTAB_SELTYPE_NEW)
theSezCenVTab.UpdateSelection

```

2.8 Considerazioni conclusive

La definizione dei criteri utili al rilevamento dei livelli congestivi di specifiche aree urbane, consentendo la definizione puntuale dei siti in cui si concentrano gli elementi dell'entropia da mobilità, è forse il modo più incisivo per aprire la fase della ricerca operativa riguardante il legame che lega il sistema delle attività urbane ed il sistema dello spostamento.

La possibilità di governare e regolare quest'ultimo agendo sulla localizzazione e l'intensità delle diverse categorie di attività insediate ed insediabili sul territorio, campo d'azione della disciplina urbanistica, non sta

a significare la volontà di superare o confutare le teorie e le procedure proprie dello studio trasportistico. Al contrario tale orientamento va inteso come lo sforzo di integrare e validare le concezioni trasportistiche aprendo una visuale nuova sul problema della mobilità considerato quale parte fondamentale della strutturazione e sopravvivenza del sistema urbano.

Se si assume che la città possa essere interpretata come un sistema dinamicamente complesso è necessario indagare i legami intersistemici e tentare di formalizzare le leggi di comportamento delle sue parti. Al termine dello studio si è giunti a proporre, probabilmente anche in maniera ardita, una procedura che partendo dal controllo dei livelli di congestione veicolare consenta di mettere in essere strategie di modificazione del tessuto urbano che non producano, come spesso è avvenuto in passato, ulteriori carichi di mobilità ed impatti congestivi sulla città. Tutto ciò non rappresenta un punto di arrivo ma la fase iniziale di un nuovo campo di ricerca che considera il forte legame e l'interdipendenza fra azione urbanistica ed assetto della mobilità urbana.

Note

- Pur all'interno di un lavoro unitario è possibile distinguere i contributi dei singoli autori. In particolare la prima sezione è redatta da Pietro Urciuoli e la seconda sezione è redatta da Romano Fistola.

1. Tale operazione rappresenta la cosiddetta definizione della "topologia" del sistema informativo grazie alla quale il sistema riconosce gli enti, in questo caso poligonali chiuse, ai quali collegare i dati alfa-numeriche.
2. La programmazione del sistema informativo e delle routine automatiche è stata realizzata grazie alla preziosa collaborazione dell'ing. Carmine Pascale
3. Il dato riportato è tratto dal volume : *Studio per un piano dei parcheggi della città di Napoli*, commissionato dalla Camera di Commercio Industria, Artigianato ed Agricoltura di Napoli e condotto, nel 1984, da un nutrito gruppo di esperti.

Riferimenti bibliografici

- [1] Beguinot, C. e Papa R., eds, (1995), *Sistema urbano e governo della mobilità*, Di.Pi.S.T. - Università degli Studi "Federico II" di Napoli, PFT2 - C.N.R. Roma, Napoli.
- [2] Beguinot, C., (1993), "Governo della mobilità: funzioni urbane ed innovazione tecnologica" in *Atti del 1° Convegno nazionale PFT2*, Roma 19-21 ottobre 1993.
- [3] d'Alise C., Fistola R., Mazzeo G. Urciuoli P., (1995), "Domanda di spostamento e sistema urbano: una proposta di metodo" in *Atti del 2° Convegno Nazionale PFT2*, Genova, 29-31 maggio 1995.
- [4] Fistola R., (1995), "Funzioni urbane e governo della domanda di spostamento", in Beguinot, C. e Papa, R. (eds.), *Sistema urbano e governo della mobilità*, cap. IX, Di.Pi.S.T. - Università degli Studi "Federico II" di Napoli, PFT2 - C.N.R. Roma, Napoli.
- [5] Urciuoli, P., (1995), "I luoghi dell'offerta di servizi e la domanda di spostamento: le ricadute sulla mobilità", in Beguinot C. e Papa R., eds, *Sistema urbano e governo della mobilità*, Di.Pi.S.T. - Università degli Studi "Federico II" di Napoli, PFT2 - C.N.R. Roma, Napoli.
- [6] Chen, S.J. e Hwang, C.L., (1992), *Fuzzy multiple attribute decision making*, Lecture Notes in Economics and Mathematical System, Springer-Verlag, Berlin.
- [7] Fistola, R., (1995), "Funzioni urbane e mobilità", in Beguinot, C., et Papa, R., (eds.), *Sistema urbano e governo della mobilità*, cap. V, -Università degli Studi di Napoli "Federico II"- Di.Pi.S.T. , P.F.T.2 - Consiglio Nazionale delle Ricerche.
- [8] Urciuoli, P.,(1995), "Unità d'offerta e domanda di spostamento", in Beguinot, C., et Papa, R., (eds.), *Sistema urbano e governo della mobilità*, cap. VIII, p. 217, -Università degli Studi di Napoli "Federico II"- Di.Pi.S.T. , P.F.T.2 - Consiglio Nazionale delle Ricerche.
- [9] d'Alise C., Fistola R., Mazzeo G. Urciuoli P., (1995), "Domanda di spostamento e sistema urbano: una proposta di metodo" in *Atti del 2° Convegno Nazionale PFT2*, Genova, 29-31 maggio 1995.

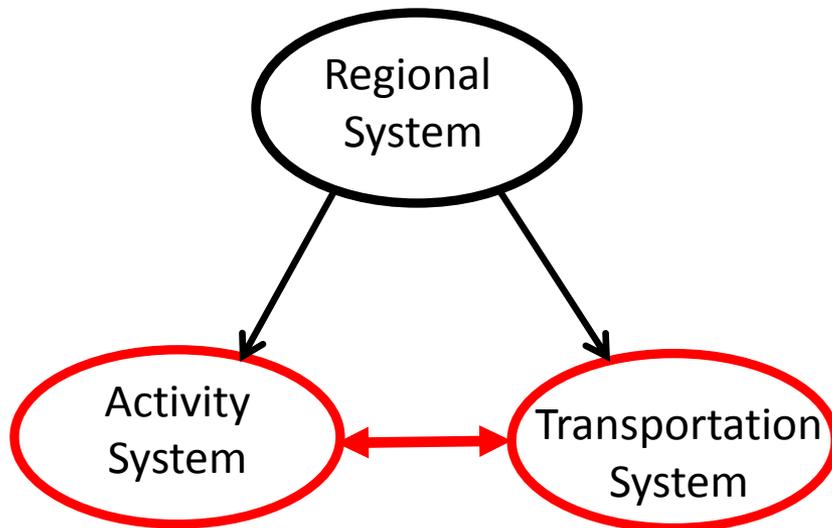
Land Use/Transportation Models

Integrated Land Use/Transportation Models provide an answer to the need for simulating the modifications in the land use and travel demand simultaneously, while accounting for the mutual interactions that occur among the two systems.

Integrated Land Use and Transportation Models

- Long tradition in this field of studies (first studies date back to several decades ago).
- The models fill a gap in the forecast of the future growth of cities and regions.
- Extremely important to support long term decisions in *strategic planning*.

Cities and Regions: Complex Systems to Model



- The transportation system is an important element of the more complex regional system.
- It strongly interacts with the system of the activities.
- A comprehensive approach to modeling should consider the relationships with the system of the activities (in particular, with the relocation of *residences* and *economic activities*).

Cities and Regions: Complex Systems to Model

Different use of transportation, depending on the built environment:



Mixed land use in
San José, CA



Cities and Regions: Complex Systems to Model

Different use of transportation, depending on the built environment:



Urban Sprawl in
Davis, CA

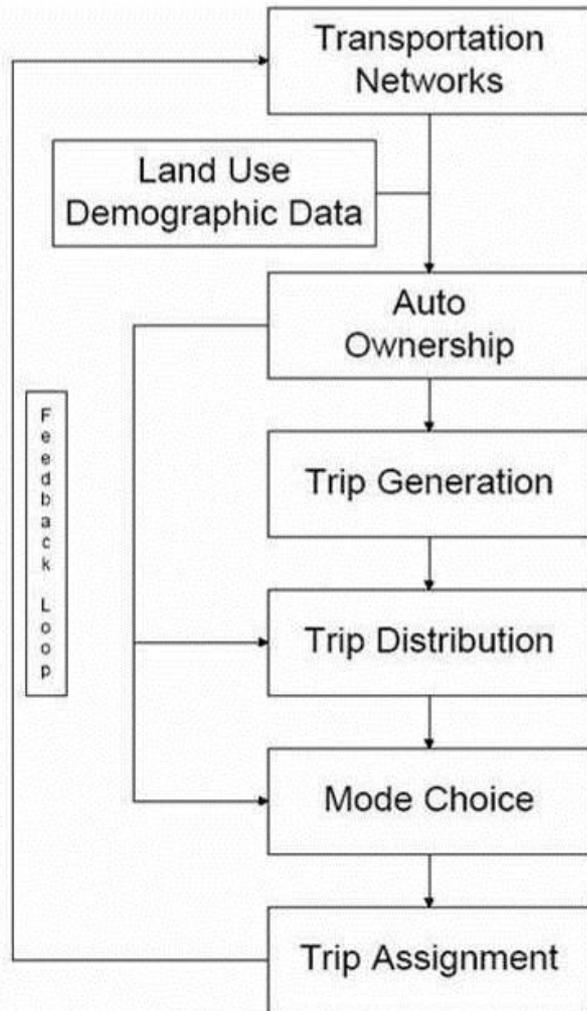


Cities and Regions: Complex Systems to Model



Enormous impact associated with the spread of specific urban form.

The Interaction with Land Use



Travel Demand Models usually take the *land use* and *transportation network* as “given” (*input* of the model).

Demographic data and land use features are loaded as *input* in the model, and not modified *endogenously* as a result of the model run.

The Need for Land Use / Transportation Models

Modeling approach that allows evaluating the future development of the region, and the results of the adoption of policies in the long term.

SHORT TERM
PLANNING



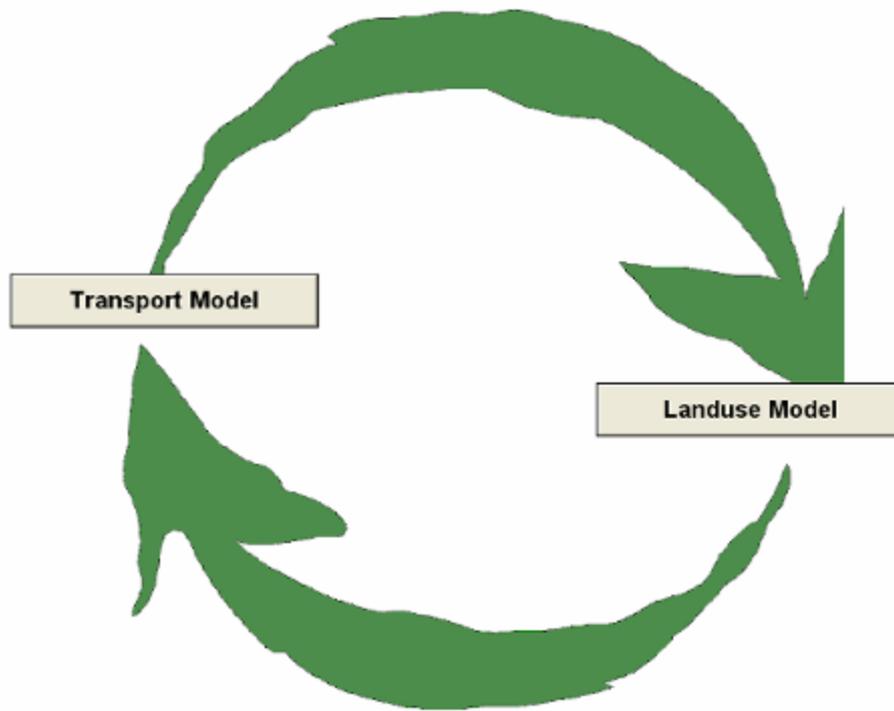
No changes in socio-
demographics and
land use

LONG TERM
STRATEGIC
PLANNING



Simulation of
integrated future
development

The Land Use Transportation Interaction

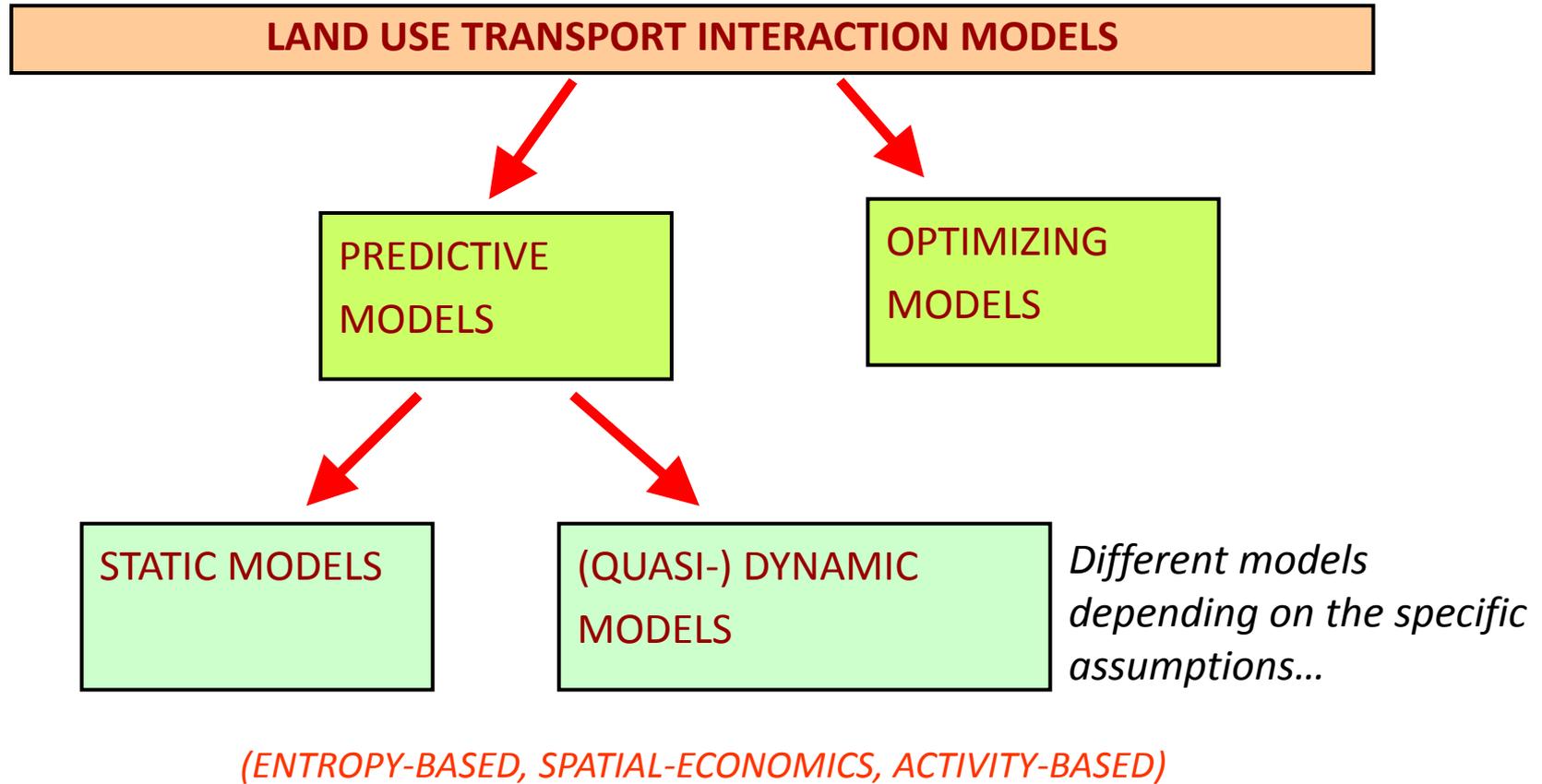


Land Use and Transportation Models allow considering the interactions between land use development and transportation demand/supply.

Most models run in a *iterative way*, in which the output of the land use model is used as input for the transportation model (and *vice versa*).

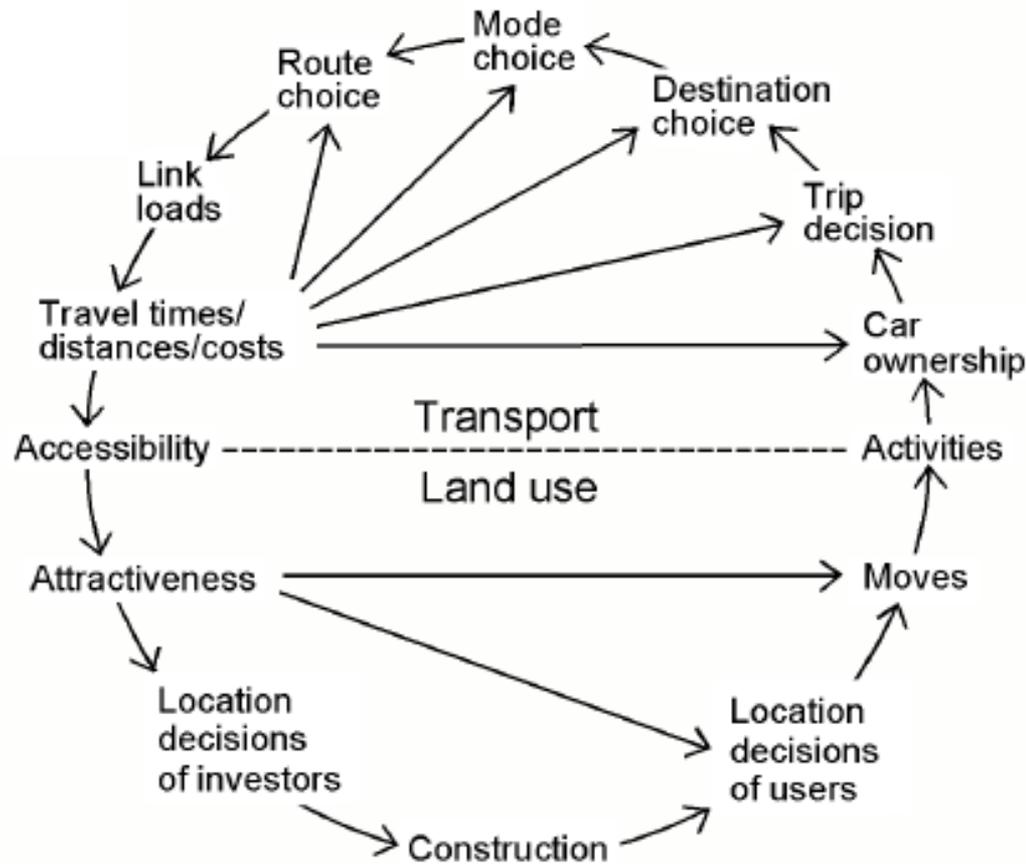
[Source: Pfaffenbichler, 2003]

Classification of LUTI models



[source: modified from *David Simmonds Consultancy and Marcial Echenique and Partners Ltd, 1999*]

The Interaction between Land Use and Transportation



The Land Use and Transportation Feedback Cycle [Source: Wegener, 2004]

Integrated Land Use / Transportation Models

- Most packages are composed by a comprehensive model of interaction that activates several sub-modules.
- Feedbacks from one module to the other are allowed in an iterative way, representing the interactions among the organization of the transportation system and the land use and the other sub-modules.
- Different assumptions on the interactions among sub-modules lead to different structures of the models, which can be spatial-economic oriented or activity based, depending on the specific hypotheses (David Simmonds Consultancy and Marcial Echenique and Partners Ltd., 1999).
- LUTI models have various degrees of aggregation in the analyses they carry out, depending on the level of accuracy required by the objectives of the specific analyses.

Urban Change Processes

- *Very Slow Changes*: Networks, Land Use
- *Slow Changes*: Workplaces, Housing
- *Fast Changes*: Employment, Population
- *Immediate Changes*: Goods Transport, Travel

Land Use/Transportation Models

Models	Speed of change							
	Very slow		Slow		Fast		Immediate	
	Networks	Land use	Work-places	Housing	Employment	Popula-tion	Goods transport	Travel
BOYCE	+				+	+		+
CUFM	(+)	+	+	+	+	+		(+)
DELTA	(+)	+	+	+	+	+		(+)
ILUTE	+	+	+	+	+	+	+	+
IMREL	+	+	+	+	+	+		+
IRPUD	+	+	+	+	+	+		+
ITLUP	+	+			+	+		+
KIM	+				+	+	+	+
LILT	+	+	+	+	+	+		+
MEPLAN	+	+	+	+	+	+	+	+
METROSIM	+	+	+	+	+	+		+
MUSSA	(+)			+	+	+		(+)
PECAS	+	+	+	+	+	+	+	+
POLIS	(+)	+			+	+		(+)
RURBAN	(+)	+			+	+		(+)
STASA	+	+	+	+	+	+	+	+
TLUMIP	+	+	+	+	+	+	+	+
TRANUS	+	+	+	+	+	+	+	+
TRESIS	+	+	+	+	+	+		+
URBANSIM	(+)	+	+	+	+	+		(+)

(+) provided by linked transport model

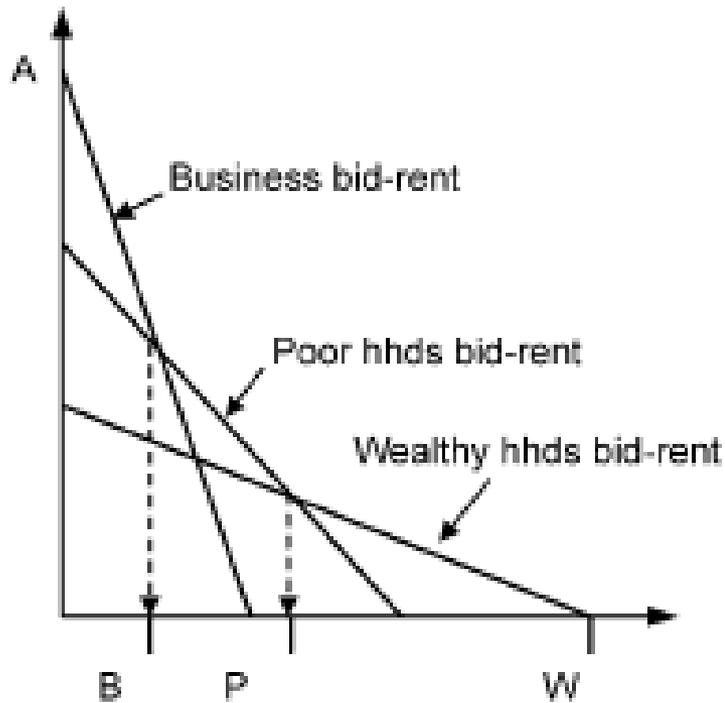
[Source: Wegener, 2004]

Land Use/Transportation Models

Transport model		T1	T2	T3	T4
Land-use model		No public transport, no modal split	Public transport, no logit, 24 h	Public transport, logit, peak hour	Multimodal, activity-based
L1	None				
L2	Activity and judgement				
L3	No market-based land allocation				
L4	Logit allocation with price signals				
L5	Market-based land-use model				
L6	Activity-based land-use model				

[Source: Wegener, 2004]

Urban Economic Theory

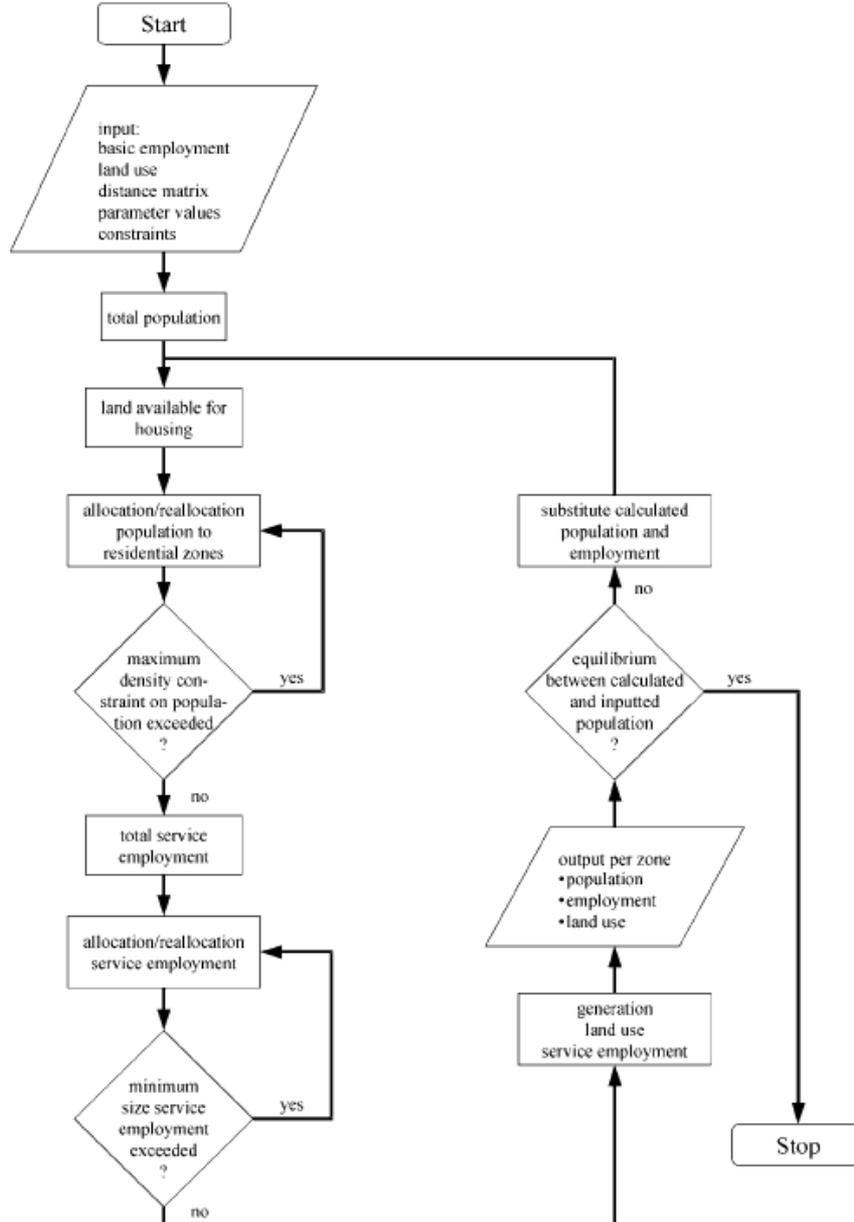


Long experience in the modeling of land use patterns in dependence of rent and transportation costs and rent

The Lowry Model

- The Lowry model is one of the first operational and widespread land use models.
- Developed by Lowry (1964) to simulate the residential location of employees in the city of Pittsburgh.
- The original Lowry model is a spatial activity distribution model, which distributes residential, employment and service activities to the zones of the studied region.
- Employment is divided into the two categories: *basic* and *non basic* (i.e. services).
- The first group is allocated to the zones exogenously, in dependence of the influence of external markets. The location of non basic workplaces is determined in the model.

The Lowry Model



Structure of the original
Lowry Model (1964)

The Lowry Model

The model combines two theoretical hypotheses: the *urban economic theory*, which allows estimating the local population and the number of employed people, and the *spatial interaction framework* that regulates the location of residences and service employees.

The Lowry Model

The original Lowry model consists of a set of nine simultaneous equations, and three constraints.

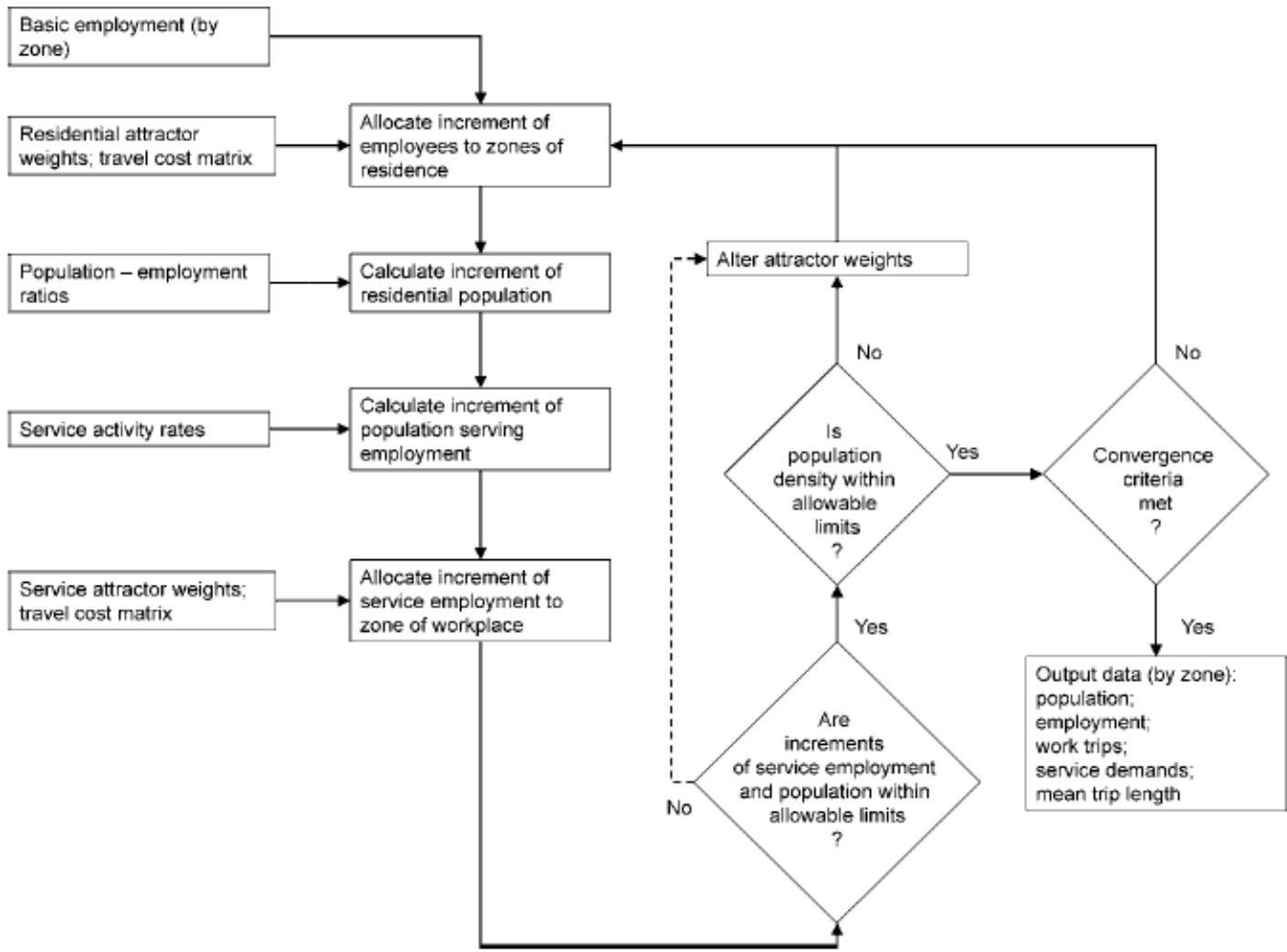
The total population is calculated by multiplying the total basic employment with a work participation rate.

In dependence of the allocated population, the amount of service employment necessary to serve this population is calculated and allocated.

The system checks that the calculated and inputted population is equal. If the condition is not fulfilled, calculated population and employment is substituted, and the next iteration is started.

If the condition is fulfilled, the model provides the output in terms of population, employment and land use per each zone.

The Garin-Lowry model



The Garin-Lowry Model

This model uses explicit sub-models, which, in every iteration, distribute the location of activities in dependence of gravity formulae.

The Garin-Lowry model works with a matrix notation (Garin, 1966).

Input data include zonal basic employment, inter-zonal travel costs and zonal attractiveness for different activities.

In analogy with the original Lowry model, workers of the basic sector are first allocated. The incremental residential population and the resulting incremental service sector employment are calculated and distributed.

A corresponding increment of population is calculated and allocated to spatial zones.

The iterative process continues until a convergence criterion is fulfilled.

The Garin-Lowry model has been used successfully in the analysis of the effects of regional changes, due to the simplicity of its use.

MEPLAN

MEPLAN is a software package developed by the Marcial Echenique and Partners Limited.

It has been developed on the basis of a robust static model for urban spatial development (Echenique *et al.*, 1969).

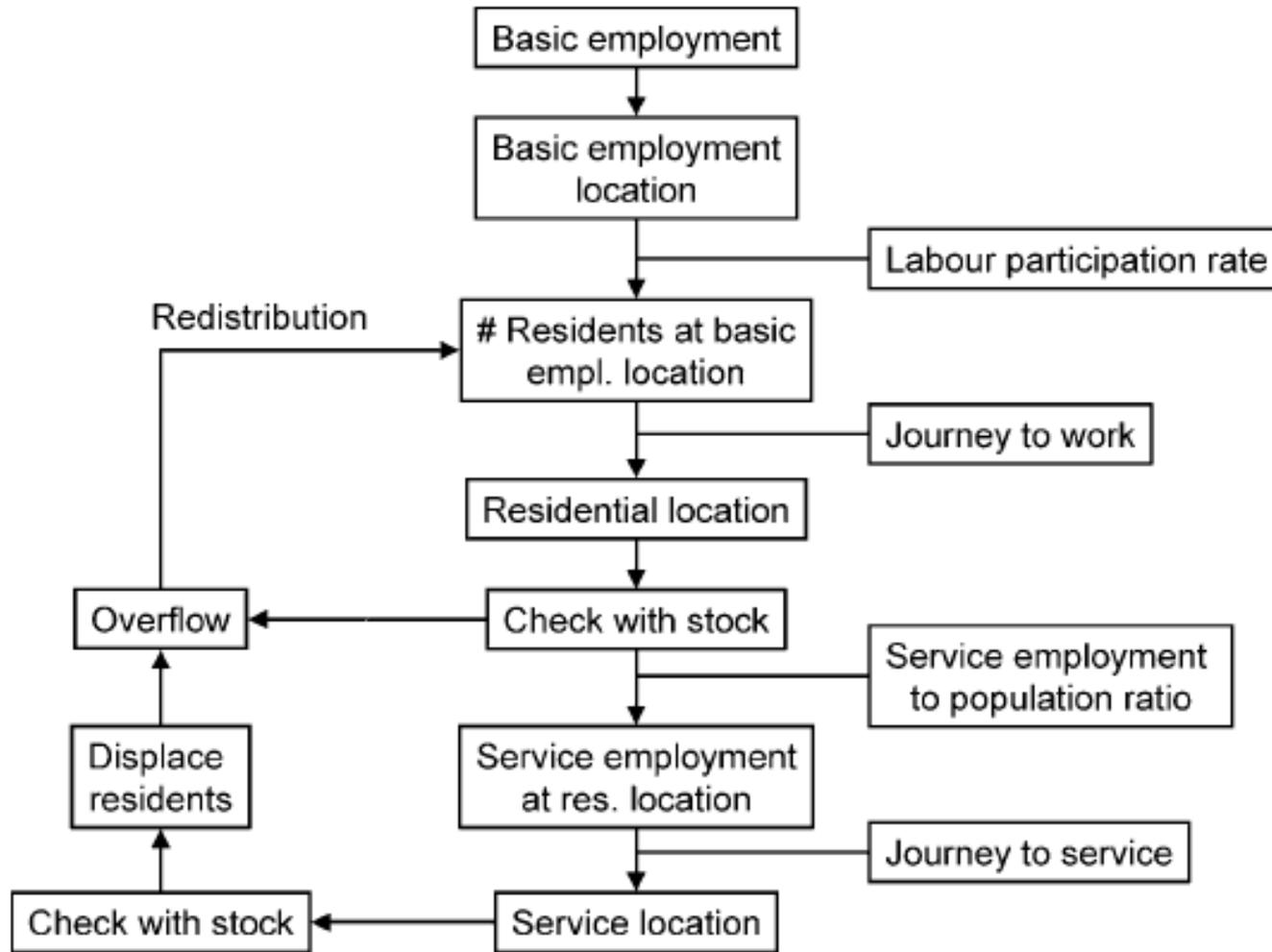
One of the first to become operational in the United Kingdom.

MEPLAN

The model consists of two sub-models: a stock model and an activity model.

Fundamental parts of this model are Lowry type.

MEPLAN



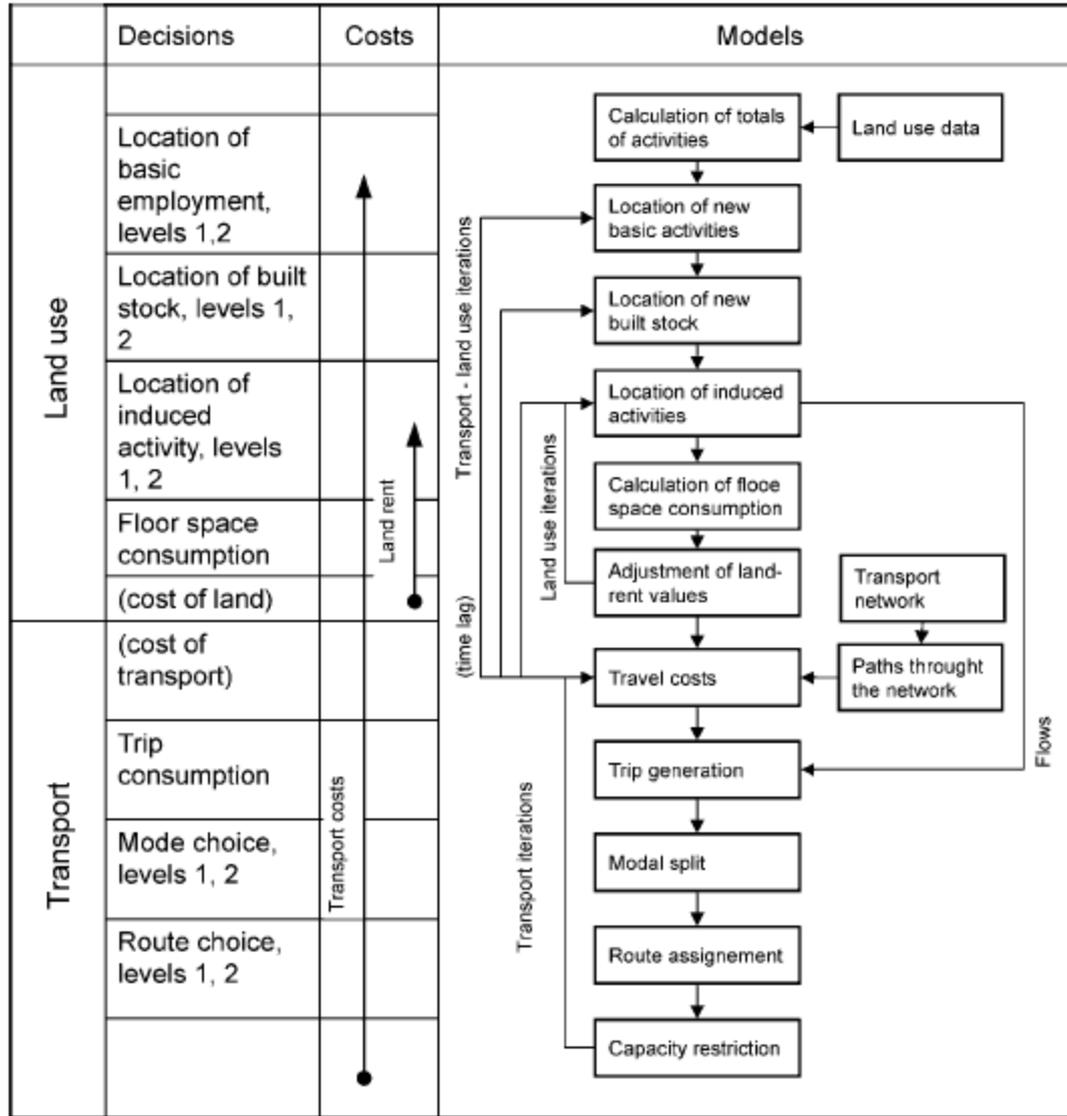
Basic structure of the static model of urban spatial development
[Source: Echenique *et al.*, 1969]

TRANUS

TRANUS is an integrated land use and transport modeling system, which was developed in the 1980s for integrated modeling of transportation and land use (De La Barra *et al.*, 1984).

TRANUS is organized with a hierarchical structure. It includes a flexible activities and land use model, applicable to a wide range of scales and contexts, a transportation model to represent both passengers and freight transportation, and a probabilistic Logit combined modal split and assignment procedure.

TRANUS



TRANUS

TRANUS shares an overall similar structure with MEPLAN (Hunt and Simmonds, 1993).

Since 2005, TRANUS is available completely free of charge on the website www.modelistica.com, for applications in research and planning.

In liberating the license and making the source code available, the developers aim to expand the user base of the system considerably, and to transform the TRANUS system in a collaborative research effort with many groups participating.

DELTA

The land use model DELTA was developed by David Simmonds Consultancy.

The DELTA land use model runs in association with the START transport model.

DELTA simulates the urban processes of development, demographic and economic change, location choice, changes in urban area quality and employment market matching.

The sub-models represent urban processes that are important in urban development. Time is explicitly incorporated.

DELTA and START run dynamically at intervals of two years (*iteration process*). This allows to represent time lags, e.g. for construction of floor space.

DELTA

The development model for housing and commercial floor space models private sector developments for greenfield and brownfield sites.

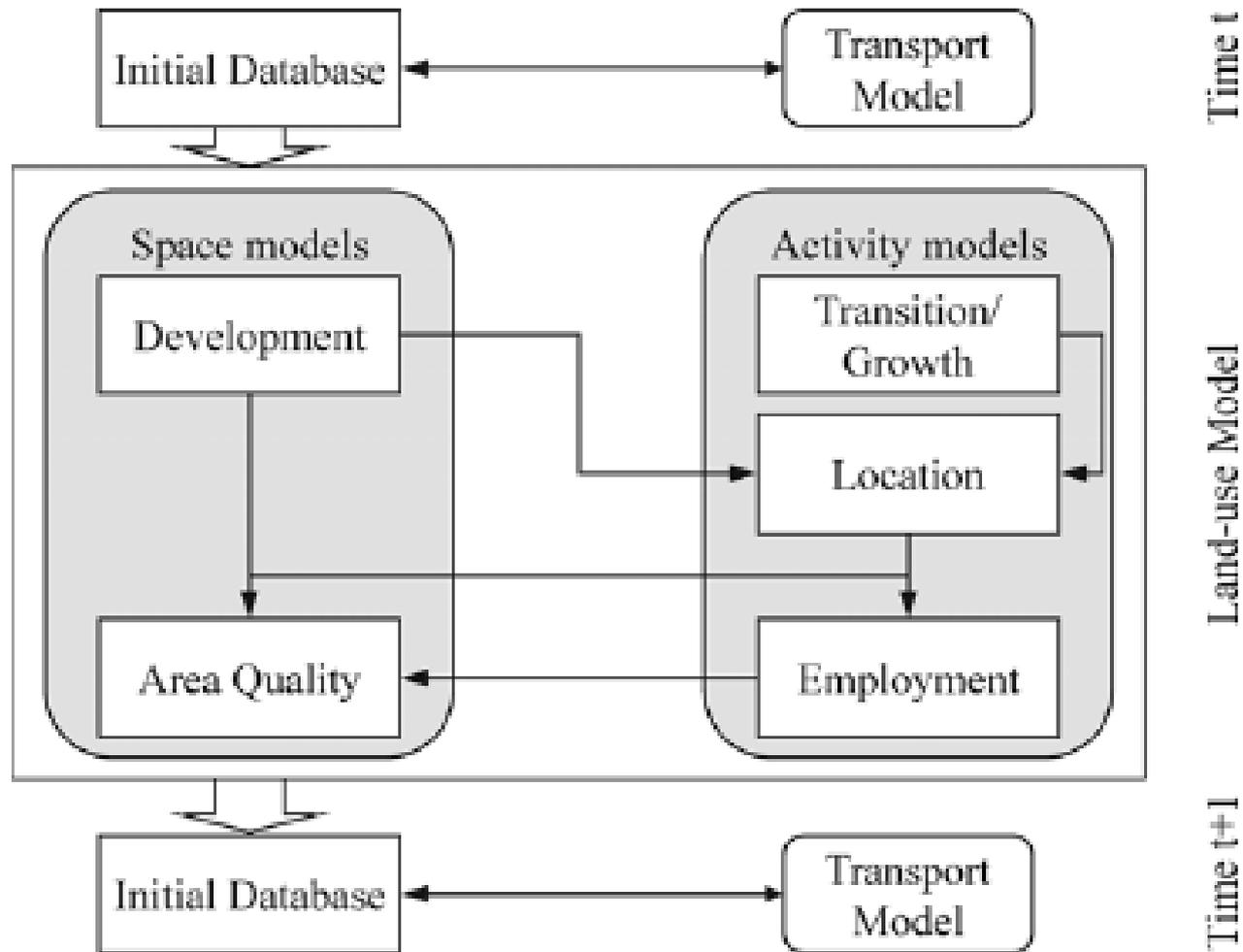
The model calculates the initial demand for floor space. Development is then allocated to zones on the basis of the expected zonal profitability using a weighted LOGIT formula.

The location choice model for employment and households takes into account several factors, namely utility of consumption, accessibility, area quality and transport related environmental quality.

Activity specific measures of accessibility are used by DELTA. The change in utility is used as an incremental LOGIT model location function.

The location model is iterated adjusting rents until all households are located.

DELTA



URBANSIM

The *UrbanSim* software package is an open-source software application for integrated land use and transportation modeling.

The source code of UrbanSim is distributed at no cost to all users who are interested in applying and implementing the model system. It is downloadable at www.urbansim.org.

The design of UrbanSim significantly differs from other existing modeling approaches. UrbanSim uses 150 by 150 meter grid cells.

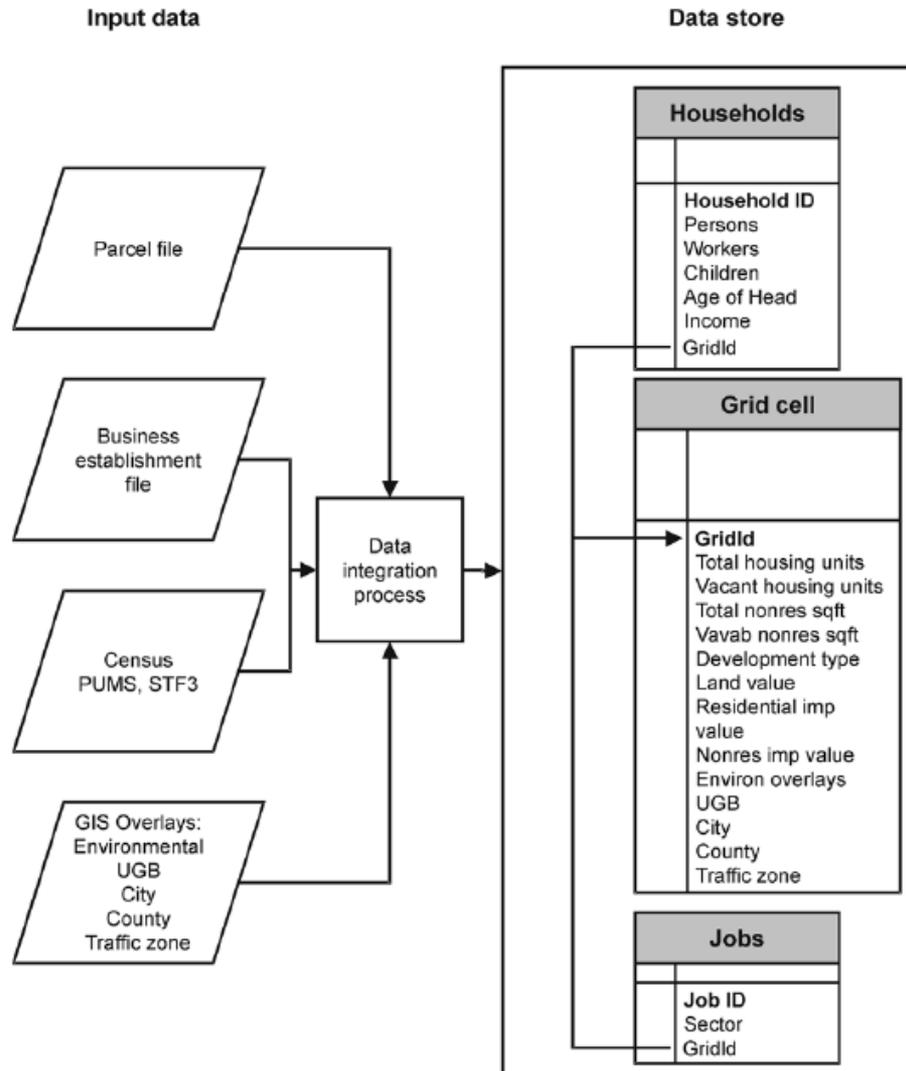
Data from sources like census have to be transformed to grid cell data. Synthesized households are probabilistically assigned to parcel data. Parcel data are collapsed into the cells.

URBANSIM

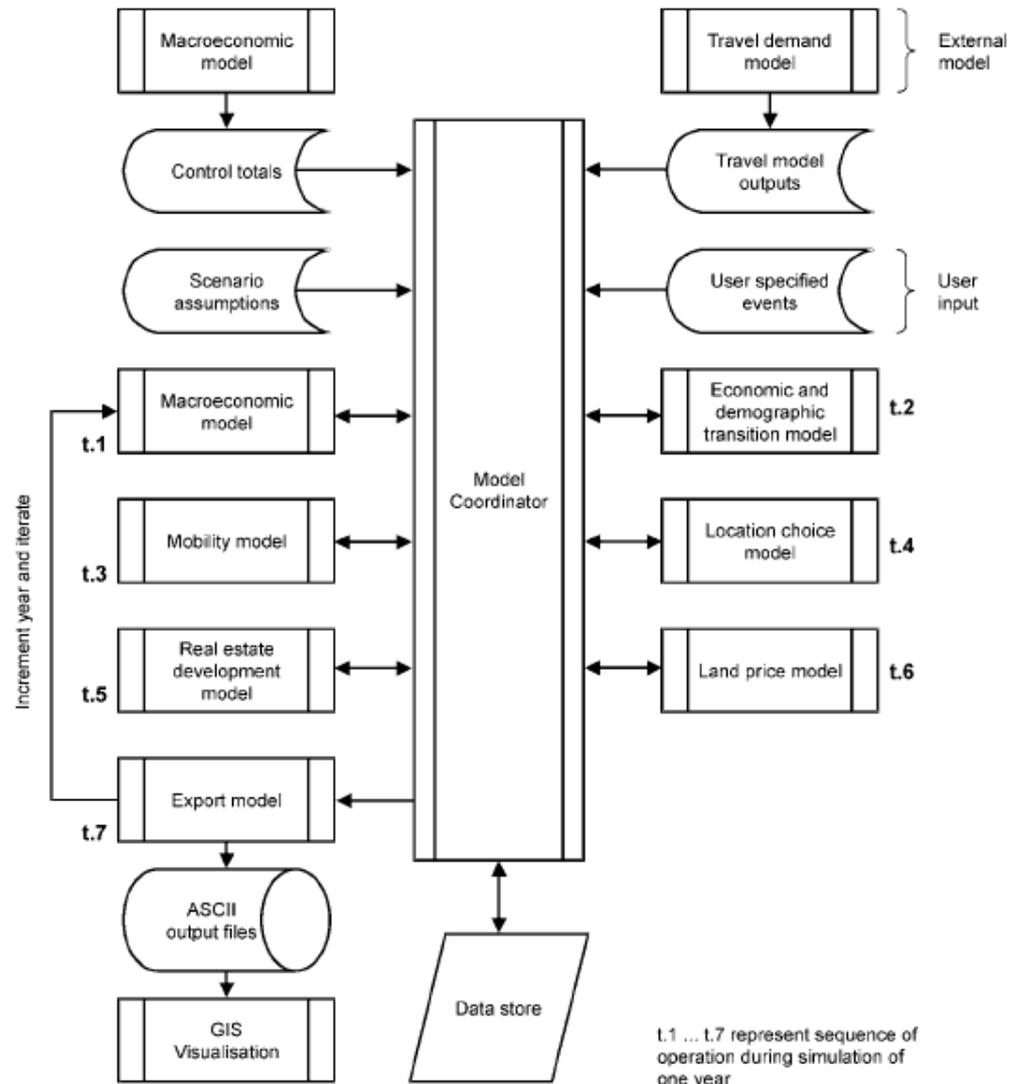
The individual model components predict:

- the pattern of accessibility by car ownership level (access model);
- the creation or loss of households and jobs by type (demographic and economic transition);
- the movement of households or jobs within the region (household and employment mobility model);
- the location choices of households and jobs from the available vacant real estate (household and employment location model);
- the location, type and quantity of new construction and redevelopment by developers (development model);
- the price of land at each location (land price model).

URBANSIM



URBANSIM



PECAS

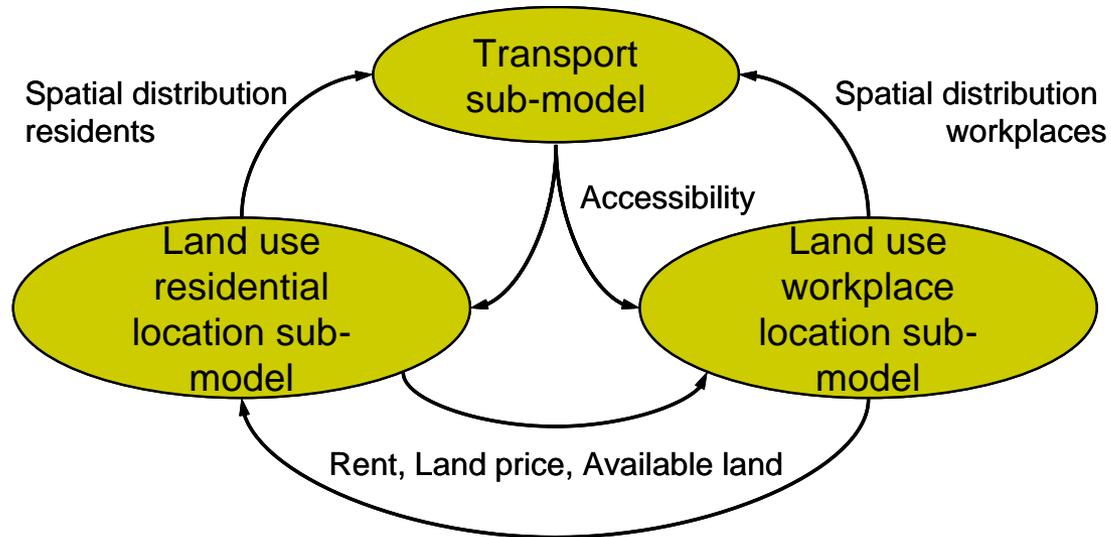
We will talk later about the Production Exchange Consumption Allocation System (PECAS) Model...

MARS

The *Metropolitan Activity Relocation Simulator* (MARS) is a fast land use and transport interaction model, designed to identify optimal land use and transportation strategy packages in land use transport interaction planning (Pfaffenbichler et al., 2006).

MARS works at a rather high level of aggregation, according to the objectives of strategic planning for which it has been designed.

MARS

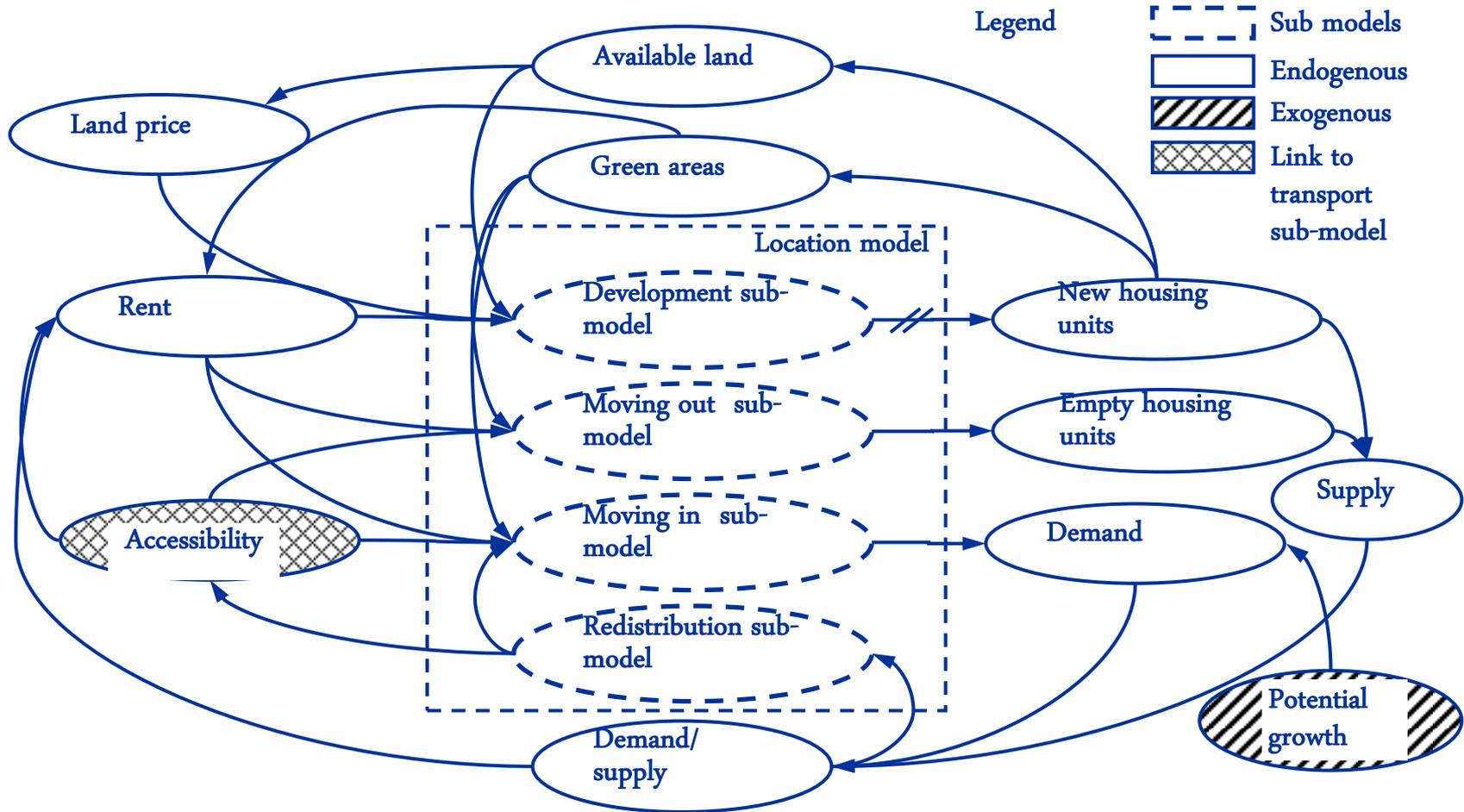


MARS (Metropolitan Activity Relocation Simulator) is a fast integrated strategic and dynamic land-use and transport (LUTI) model system. The basic underlying hypothesis of MARS is that settlements and activities within them are *self-organizing systems*.

MARS

Transport model	Land use model	Eval Indicators	Process indicators
Transport model	Land consumption per unit	Summary Eval Indicators	Summary process indicators
Friction factor private	Land development	Accessibility	HH Income
Friction factor PT rail	Housing Units	Accidents and noise	Modal split
Friction factor PT bus	Residents	Emissions car	Output control
Friction factor slow	Workplaces	Emissions PT	
Trip time mode		Emissions total	
Speed flow		Fuel and energy consumption	
Policy Setup			
Policy Input			
Energy Consumption			
Vehicle kilometers			

MARS

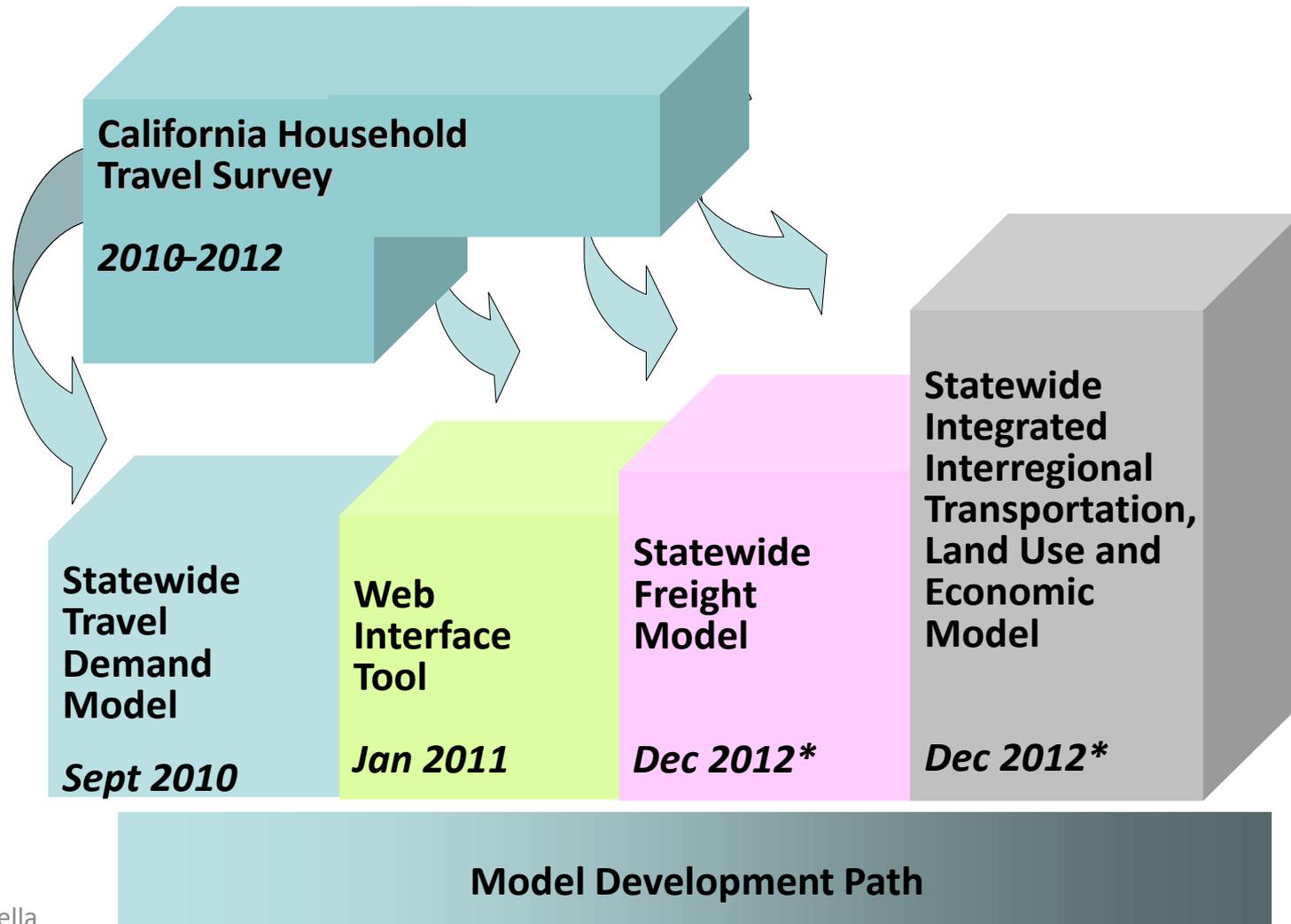


[Source: Pfaffenbichler, 2003]

The California Statewide Integrated Modeling (CALSIM) Framework

- Comprehensive modeling effort to assist strategic planning in California
- Funded by the California Dept. of Transportation (CALTRANS)
- Provides guidance on future development of land use and transportation in the State
- It is based on a Land Use modeling component (PECAS) and a Transportation modeling component (CSTDm)

The California Statewide Integrated Modeling (CALSIM) Framework



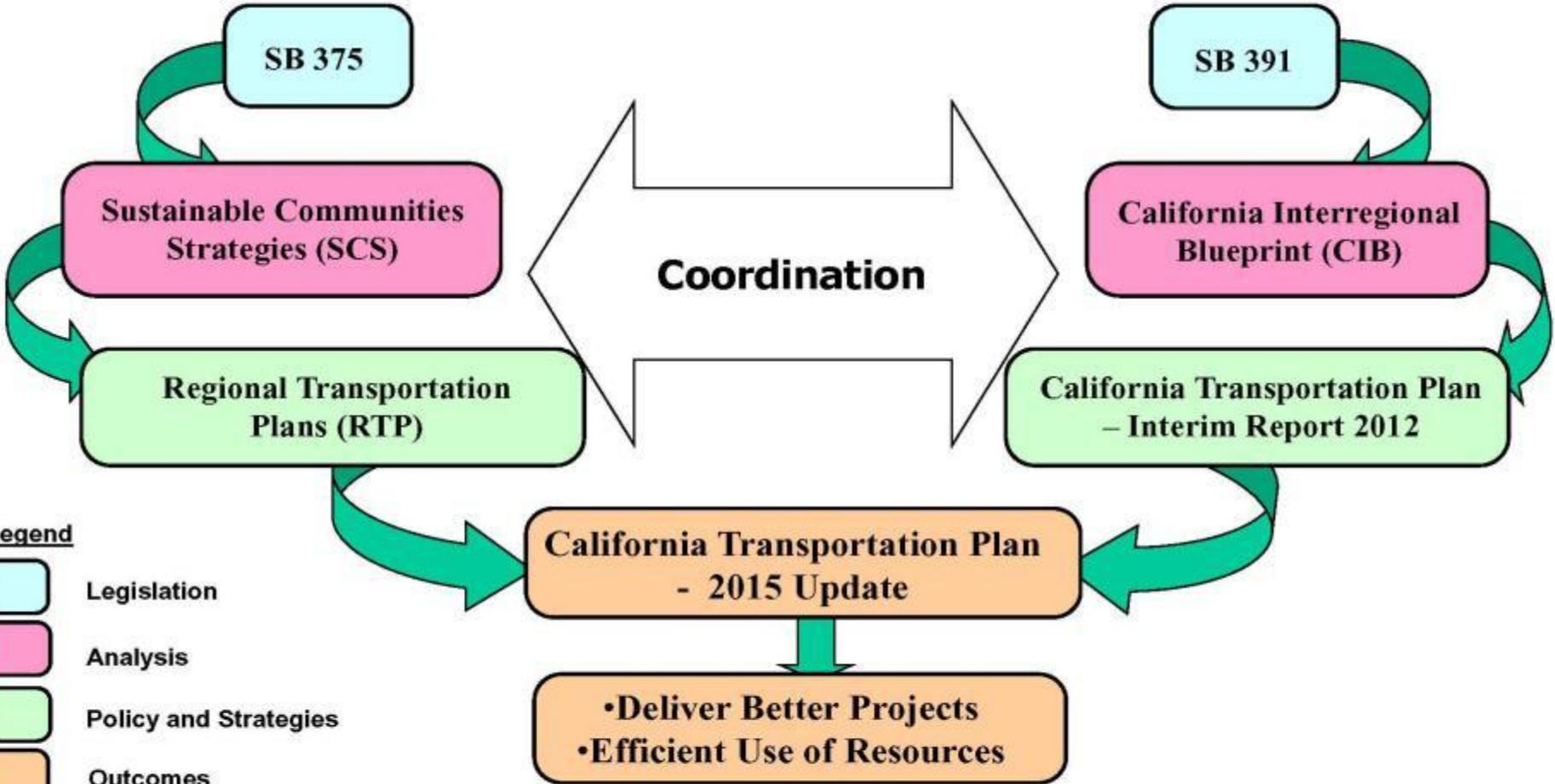
The California Statewide Integrated Modeling (CALSIM) Framework

- Statewide modeling tool that ensures consistency of regional model forecasts
- Evaluation of the impact of major projects and infrastructures (e.g. *California High Speed Rail System*)
- Evaluation of environmental impacts and greenhouse gas (GHG) emissions
- Supports the current legislative efforts for sustainable strategies in the State of California

**Reducing Greenhouse Gases: Shared Responsibilities
SB 375 (Steinberg) and SB 391 (Liu)**

Regional Level

Statewide Level*



Legend

- Legislation
- Analysis
- Policy and Strategies
- Outcomes

*Statewide Integrated Multimodal Transportation System

[Source: CALTRANS, 2011]

The California Statewide Integrated Modeling (CALSIM) Framework

- Land Use component → **PECAS**
- Travel demand component → **CSTDM**

CALSIM (PECAS): Land Use

The Land Use Component of the CALSIM framework is based on the Production Exchange Consumption Allocation System (PECAS) Model.

The *Production Exchange Consumption Allocation System* (PECAS) is a model system with an aggregate equilibrium structure with separate flows of exchanges (including goods, services, labor and space) going from production to consumption.

Flows of exchanges from production to exchange zones and from exchange zones to consumption are allocated using nested Logit models according to exchange prices and transport disutilities.

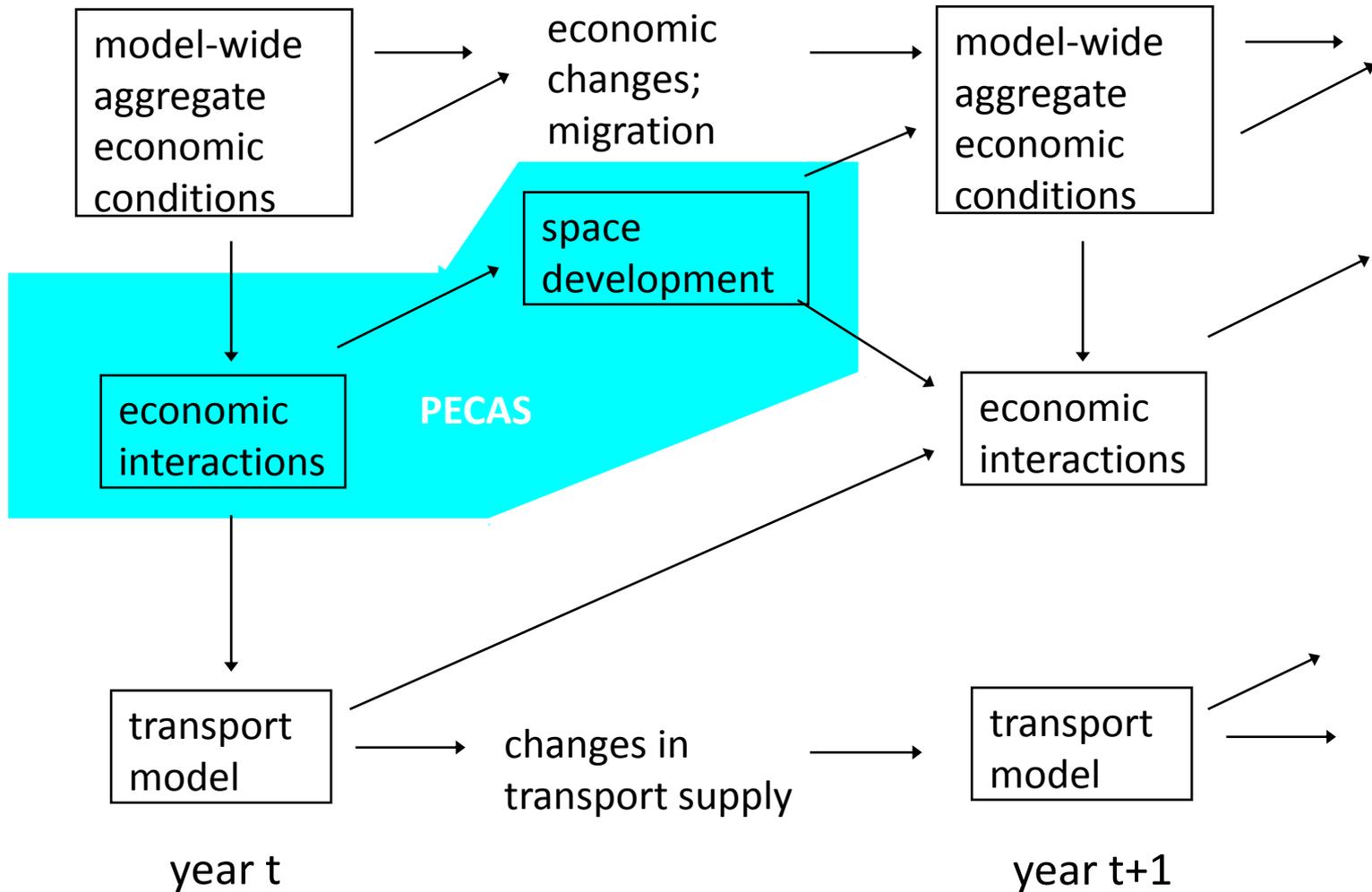
These flows are converted to transportation demand that is loaded to networks in order to determine congested travel disutilities.

CALSIM (PECAS)

PECAS has two component modules:

- The ***space development*** module represents the actions of developers in the provision of space (land and floor space) where activities can locate. It includes new development, demolition and re-development.
- The ***activity allocation*** module represents how activities locate within the space provided by developers, and how these activities interact with each other at a given point in time.

CALSIM (PECAS)



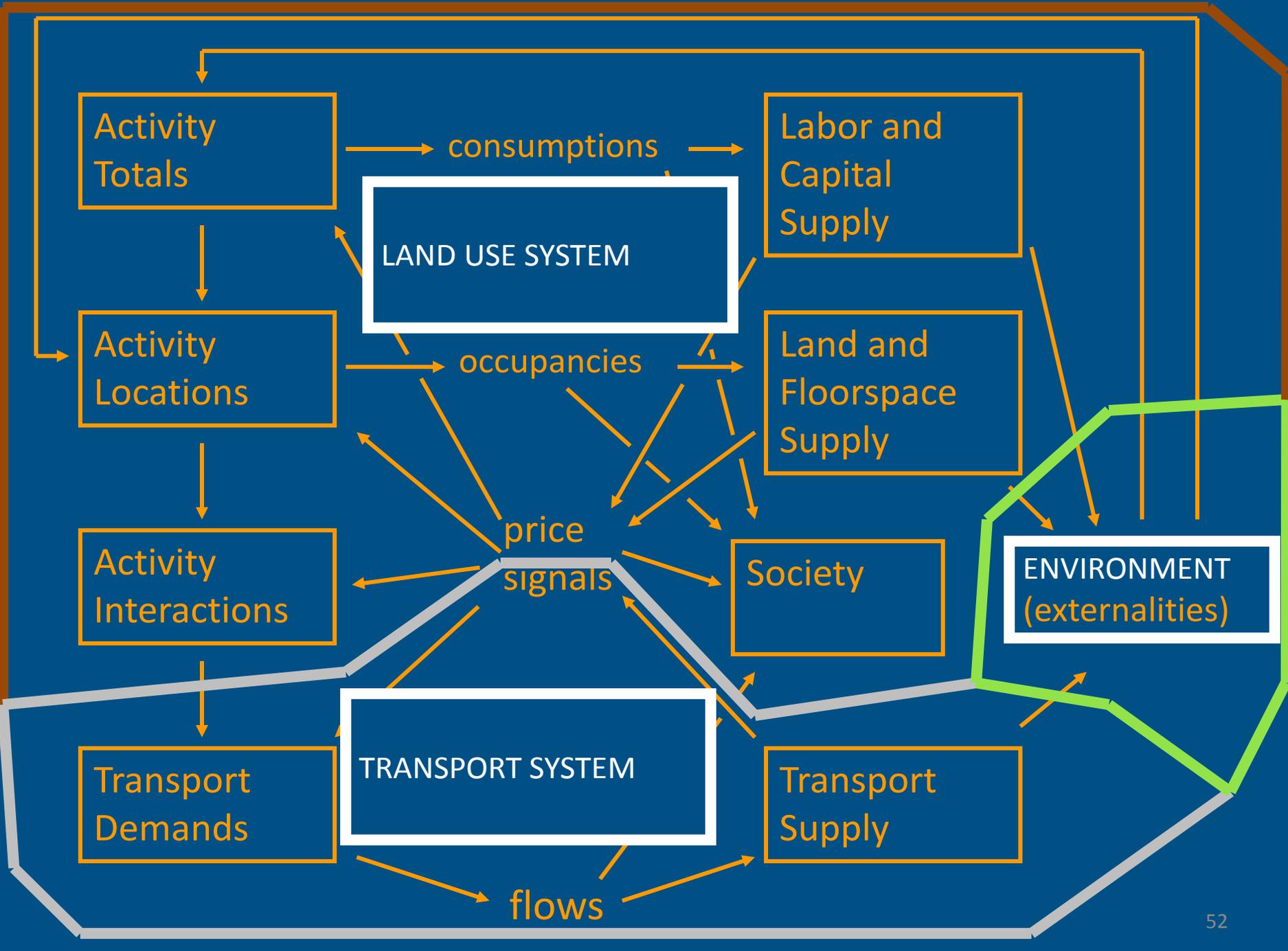
Interactions among modules simulating temporal dynamics in PECAS [Source: modified from Hunt and Abraham, 2003]

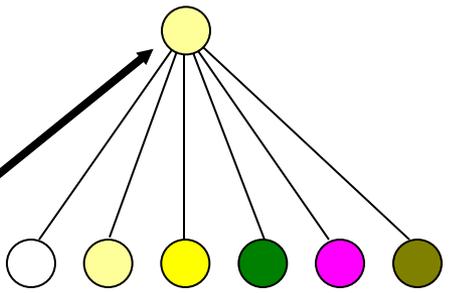
Spatial Units in CALSIM (PECAS)

- Land Use Zone (LUZ)
 - User defined
 - 526 in CalSIM
- Traffic Analysis Zone (TAZ)
 - User defined
 - 5191 in CSTDM
- Parcel
 - Parcel
 - Grid (50m x 50m)
- Internal zone
 - LUZ within CA
- External zone
 - LUZ out of CA
 - North Nevada, South Nevada, Arizona, USA Northwest, USA Southwest, USA East, Tijuana, Rest of Mexico, Canada, China, Rest of world

Time in PECAS

- Time step in the AA module
 - 1 year
- Time step in the SD module
 - 1 year
- Iterations with the travel model
 - 5 years





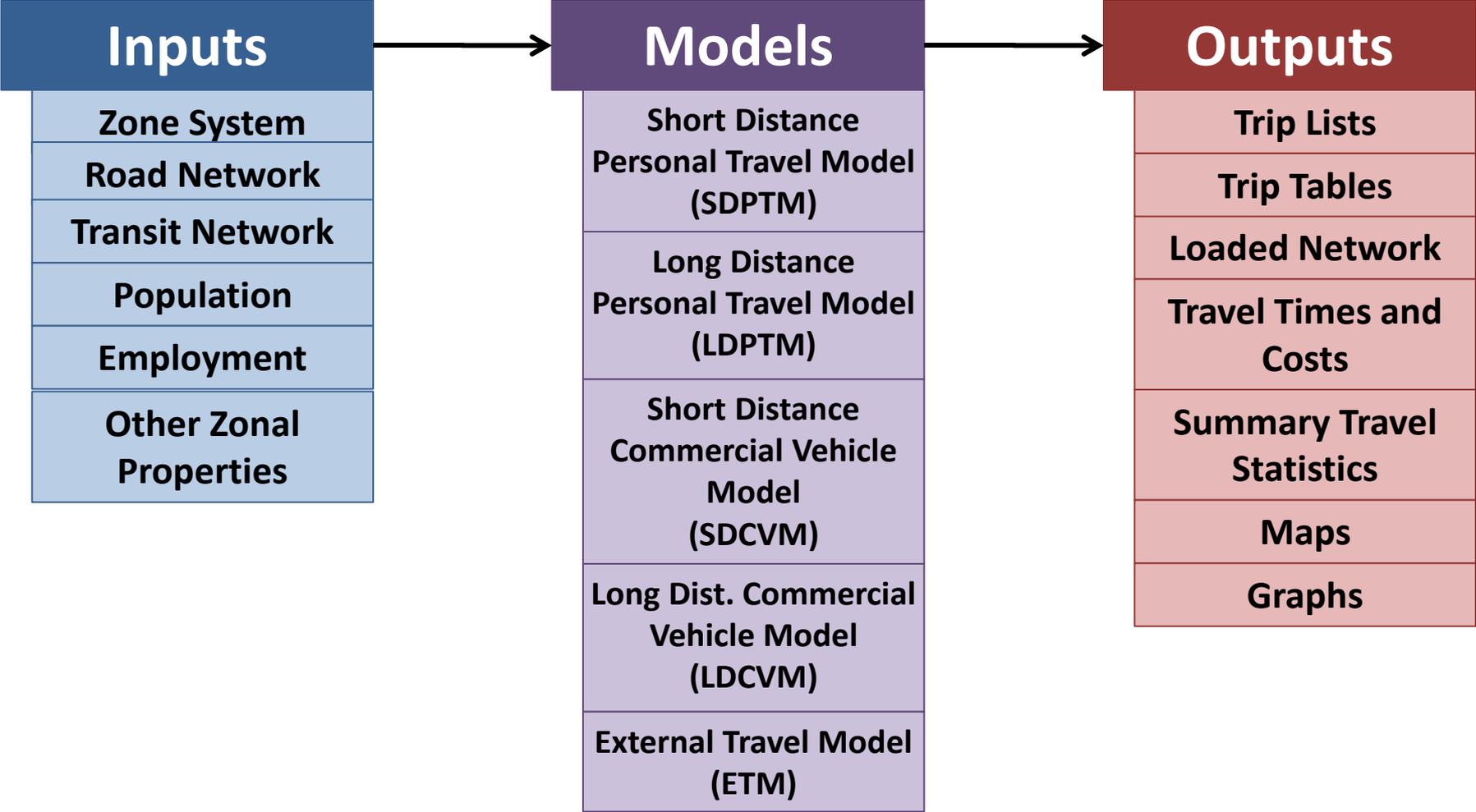
- derelict
- no change
- more the same
- mid density residential
- commercial
- industrial

quantity

California Statewide Travel Demand Model (CSTDm)

- Models travel on a typical weekday in the spring / fall (when schools are in session)
- Models personal travel within California made by every California resident, for all modes and purposes
- Models all commercial vehicle movements within California
- Models vehicle trips entering / leaving California

CSTDM System



Modes in Model

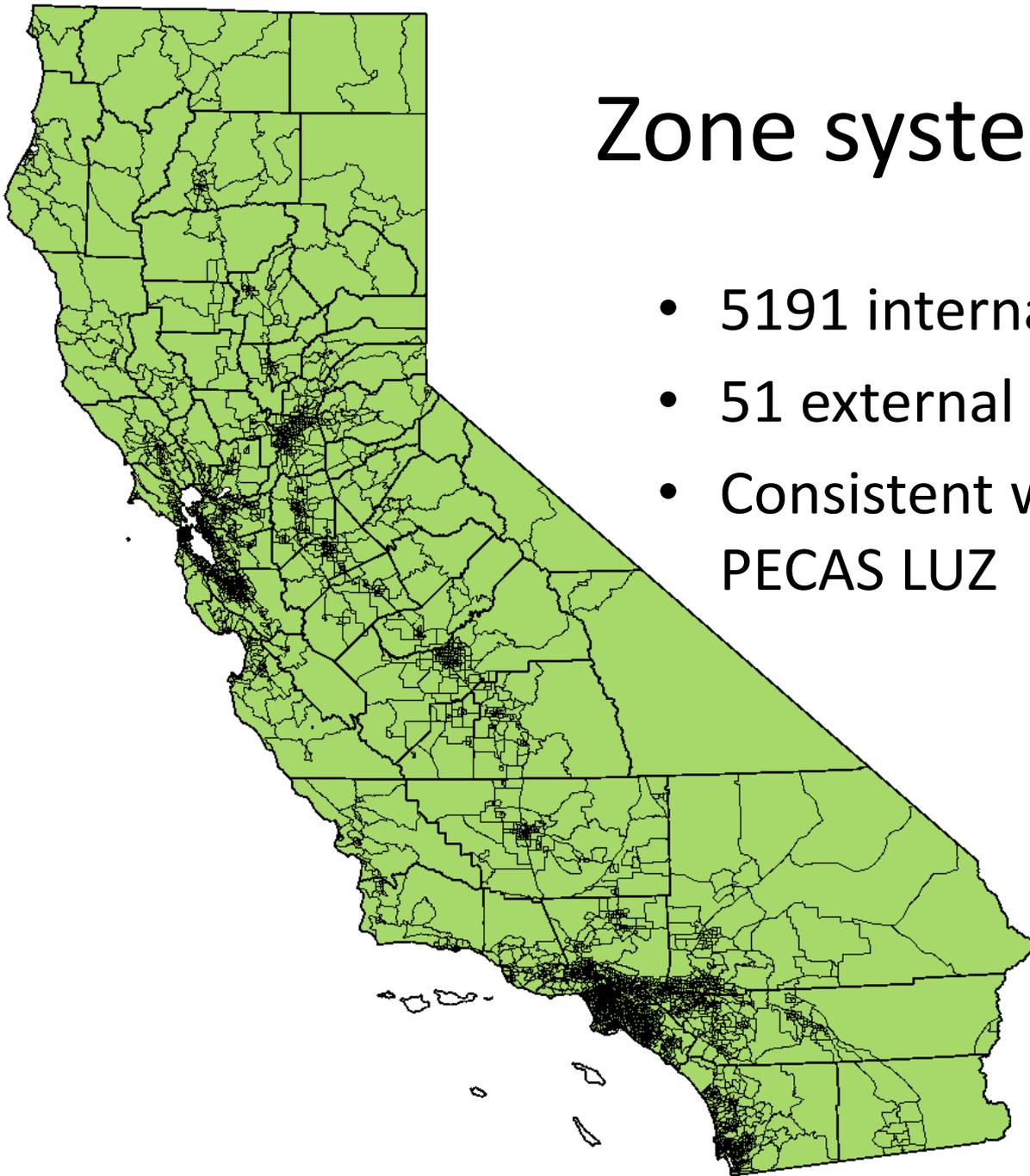
Mode	Short Distance Personal	Long Distance Personal	Short Distance Commercial	Long Distance Commercial	External Travel
Auto SOV					
Auto HOV 2 person					
Auto HOV 3+ person					
Transit (bus and rail)					
Bicycle					
Walk					
Air					
Rail					
Light commercial vehicle					
Medium (Single unit) truck					
Heavy (Multiple unit) truck					

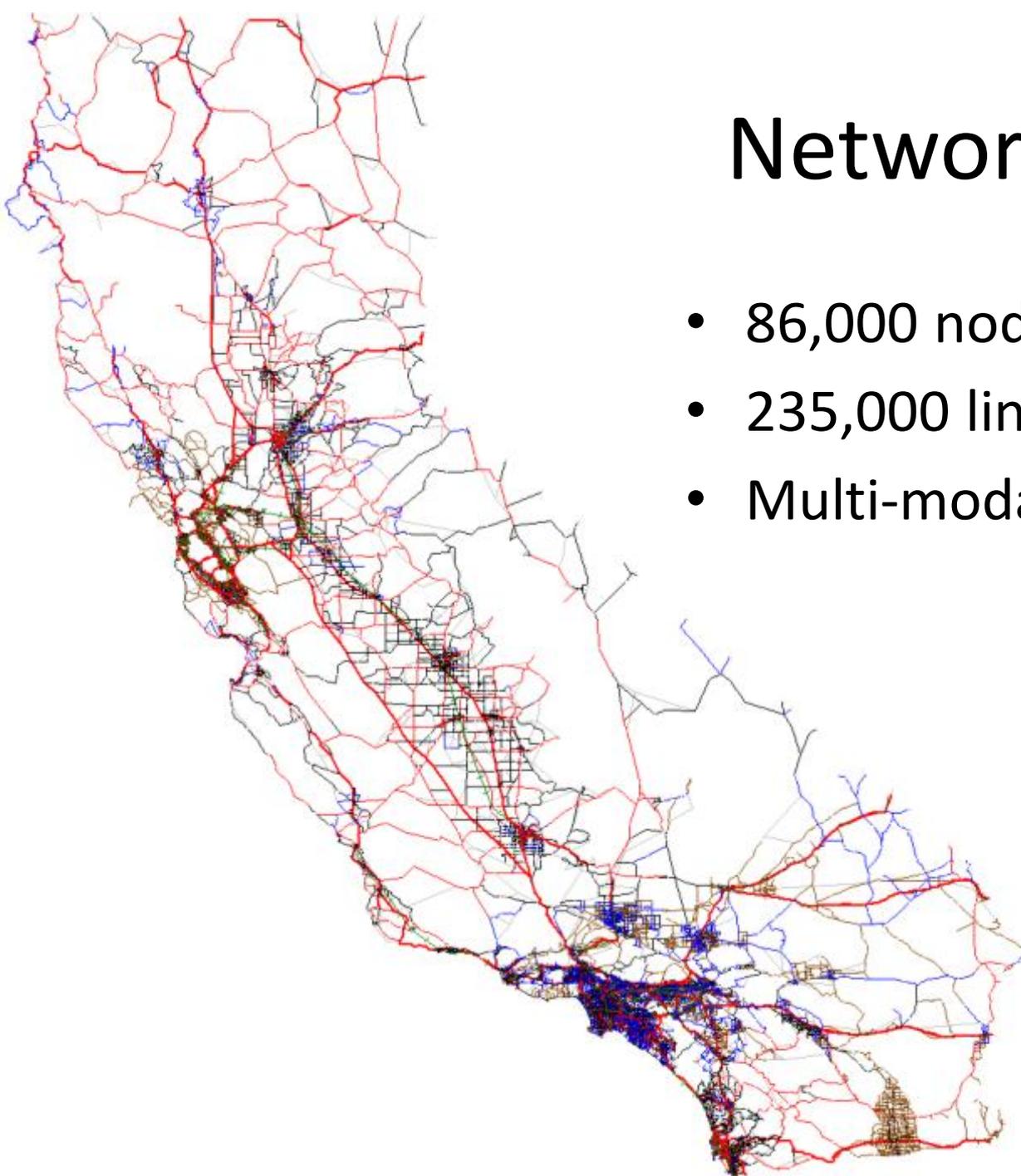
Time Periods

Time period	Definition	Assignment
Offpeak Early	3 AM to 6 AM	Offpeak
AM Peak	6 AM to 10AM	AM Peak
Midday	10 AM to 3 PM	Midday
PM Peak	3 PM to 7 PM	PM Peak
Offpeak Late	7 PM to 3 AM	Offpeak

Zone system

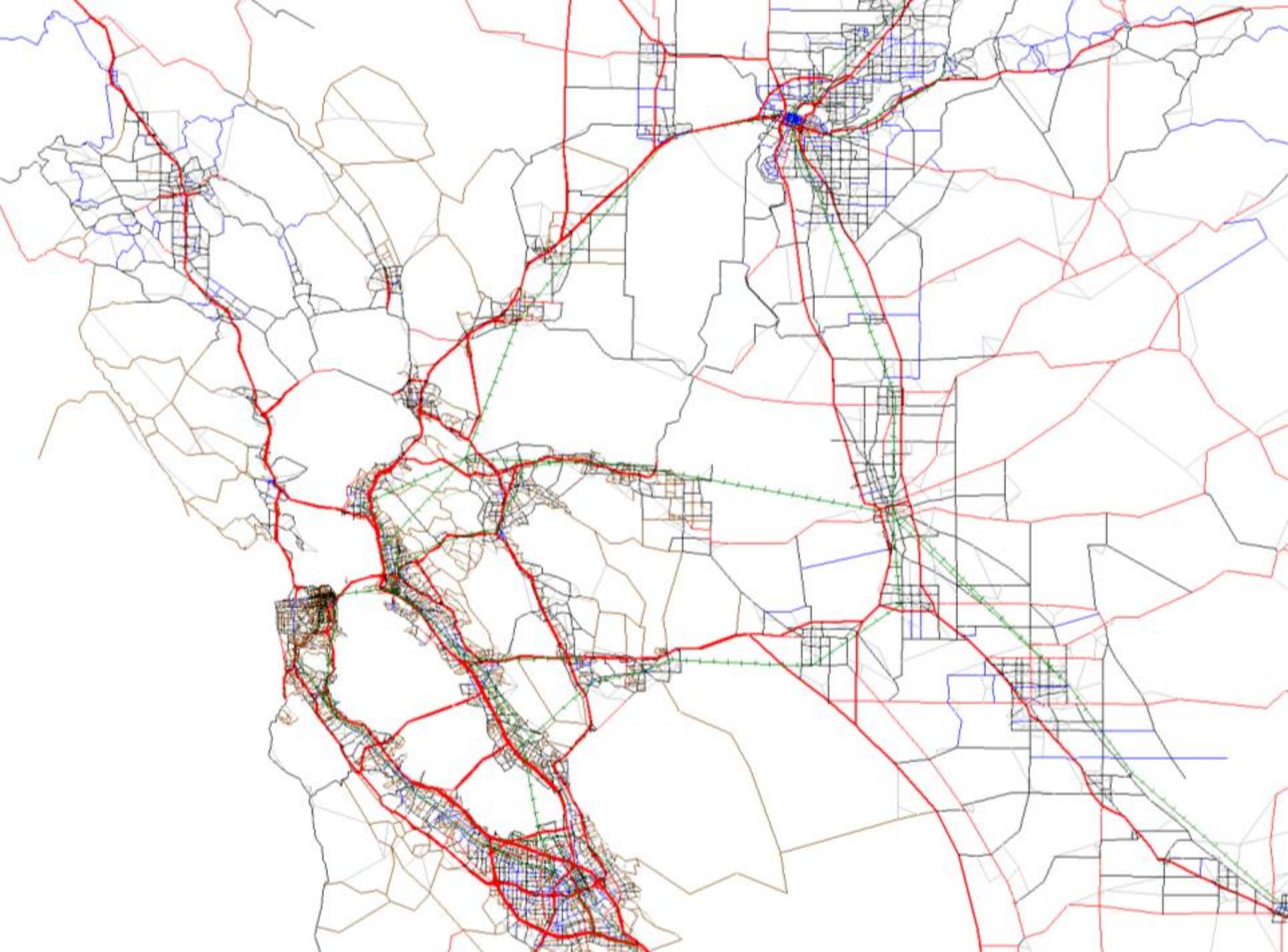
- 5191 internal zones
- 51 external zones
- Consistent with 526 PECAS LUZ





Network

- 86,000 nodes
- 235,000 links
- Multi-modal



CSTDM Models

Models

Short Distance
Personal Travel Model
(SDPTM)

Long Distance
Personal Travel Model
(LDPTM)

Short Distance
Commercial Vehicle
Model
(SDCVM)

Long Dist. Commercial
Vehicle Model
(LDCVM)

External Travel Model
(ETM)

- Common features:
 - Disaggregate simulation aspect
 - Produces a consistent trip list output
 - Uses the same set of inputs where common data is needed (e.g. # of retail employees; travel skims)

Short Distance Personal Travel Model

Models

Short Distance
Personal Travel Model
(SDPTM)

Long Distance
Personal Travel Model
(LDPTM)

Short Distance
Commercial Vehicle
Model
(SDCVM)

Long Dist. Commercial
Vehicle Model
(LDCVM)

External Travel Model
(ETM)

- Travel by individuals < 100 miles
- Includes Walk, Bicycle, Transit
- Disaggregate tour-based approach
- Works off synthetic population
- Developed with ca. 2000 combined (4 survey) California travel data

Long Distance Personal Travel Model

Models

Short Distance
Personal Travel Model
(SDPTM)

**Long Distance
Personal Travel Model
(LDPTM)**

Short Distance
Commercial Vehicle
Model
(SDCVM)

Long Dist. Commercial
Vehicle Model
(LDCVM)

External Travel Model
(ETM)

- Travel by individuals > 100 mi
- Auto, Rail and Air
- Derived from Cambridge Systematics (CSI) model for CHSRA work
- Modified to work off common model inputs (e.g. transit skims) and produce common standard outputs

Short Distance Commercial Vehicle Model

Models

Short Distance
Personal Travel Model
(SDPTM)

Long Distance
Personal Travel Model
(LDPTM)

**Short Distance
Commercial Vehicle
Model
(SDCVM)**

Long Dist. Commercial
Vehicle Model
(LDCVM)

External Travel Model
(ETM)

- Commercial vehicles <50 miles
- Includes goods and service
- Light, medium and heavy CV
- Tour-based disaggregate simulation

Long Distance Commercial Vehicle Model

Models

Short Distance
Personal Travel Model
(SDPTM)

Long Distance
Personal Travel Model
(LDPTM)

Short Distance
Commercial Vehicle
Model
(SDCVM)

**Long Dist. Commercial
Vehicle Model
(LDCVM)**

External Travel Model
(ETM)

- Travel by commercial vehicles > 50 miles
- Heavy trucks carrying goods
- Uses CalSIM (PECAS) commodity flows between TAZs
- Flows factored to represent vehicle trips by time period
- Poisson sampling to establish individual vehicle movements

External Travel Model

Models

Short Distance
Personal Travel Model
(SDPTM)

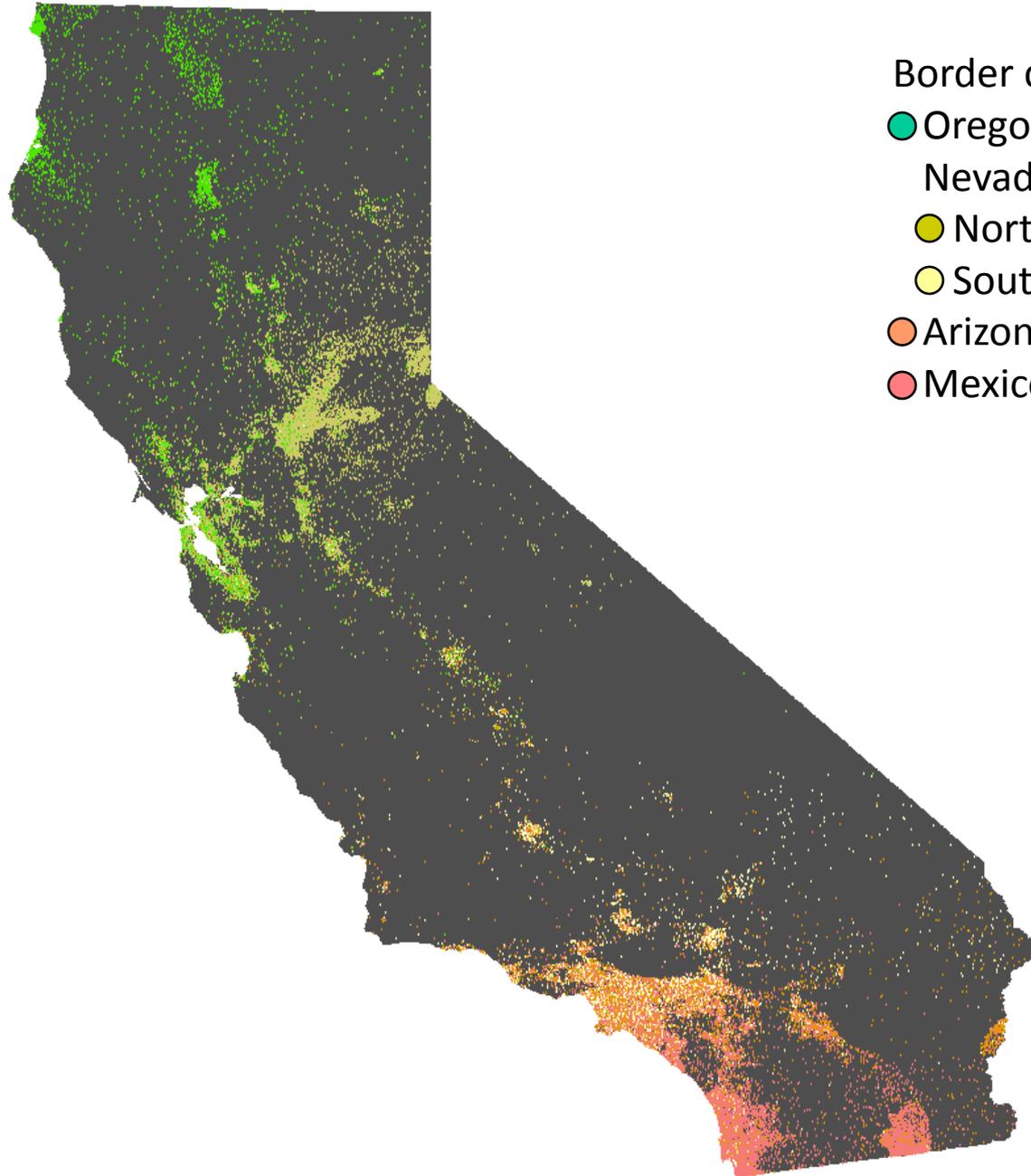
Long Distance
Personal Travel Model
(LDPTM)

Short Distance
Commercial Vehicle
Model
(SDCVM)

Long Dist. Commercial
Vehicle Model
(LDCVM)

**External Travel Model
(ETM)**

- Travel entering, exiting or through California
- Includes port traffic
- Cars, medium & heavy trucks
- Disaggregate simulation of exogenous crossing counts
- Based on models estimated elsewhere; calibrated using FAF / NHTS data



Border crossed:

● Oregon

Nevada:

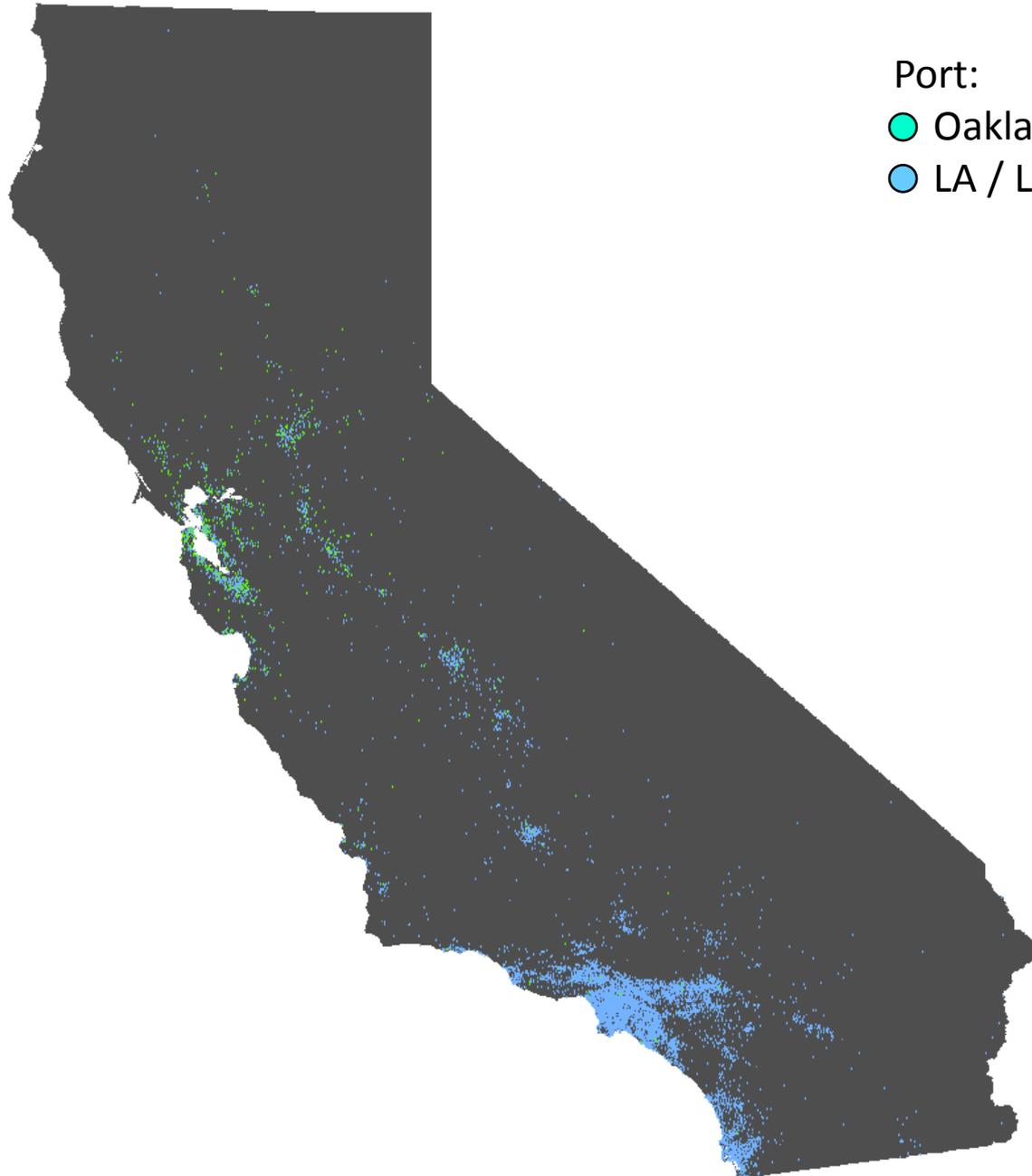
● North

● South

● Arizona

● Mexico

1 dot = 5 trips



Port:

● Oakland

● LA / Long Beach

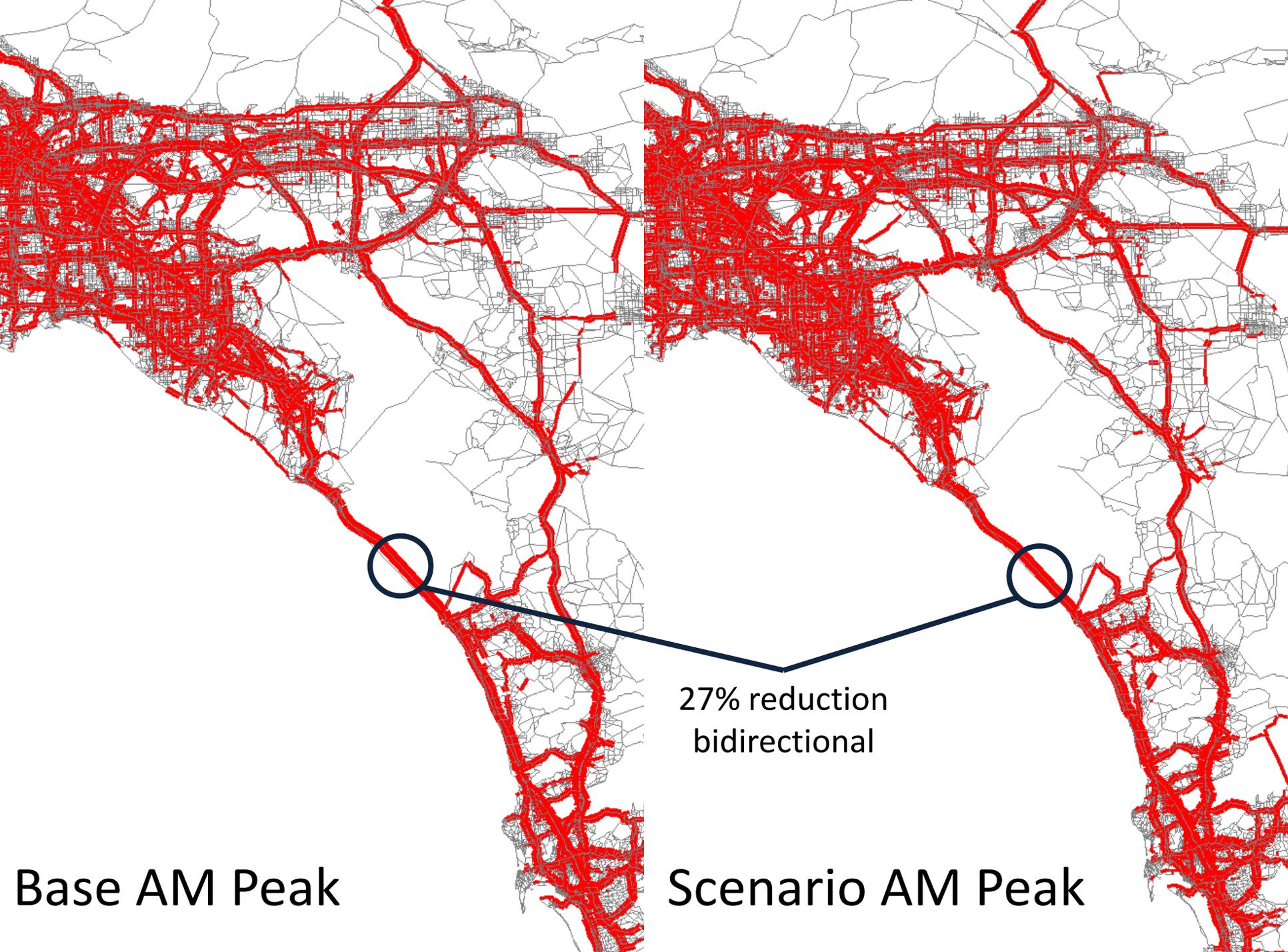
1 dot = 5 trips

CSTDM Outputs

Outputs
Trip Lists
Trip Tables
Loaded Network
Travel Times and Costs
Summary Travel Statistics
Maps
Graphs

- Trip lists output from all 5 models in standardized form
- Loaded networks for each time period in Cube
- Standard output processes developed (e.g. interregional trip matrix)
- Highly flexible





Base AM Peak

Scenario AM Peak

Acknowledgement

- The California Statewide Integrated Model (CALSIM) program is funded by Caltrans, the California Department of Transportation.
- Additional funding for this project has been provided by the Hewlett Foundation and the Rockefeller Foundation.
- The CALSIM project is being developed at the Urban Land Use and Transportation (ULTRANS) Center of the University of California, Davis, in cooperation with HBA Specto, Inc., Calgary, AB (Canada).
- Many slides of this presentation were originally developed by Doug Hunt, Alan Brownlee, Shengyi Gao and other colleagues from UC-Davis and HBA Specto, Inc.

For more information, please visit:

<http://ultrans.its.ucdavis.edu/>



For any question, please contact:

Dr. Giovanni CIRCELLA

Post-doc Researcher

Urban Land Use and Transportation Center

University of California, Davis

Office Phone: (530)-752-1331

e-mail: gcircella@ucdavis.edu

