

XXIV CONFERENZA ITALIANA DI SCIENZE REGIONALI

L' ANALISI DEL SISTEMA DI STAZIONI DI UNA RETE METROPOLITANA: IL PIANO DELLE 100 STAZIONI DEL COMUNE DI NAPOLI

Giovanni LANZUISE¹, Enrica PAPA², Claudio TROISI³

1 Comune di Napoli , Servizio pianificazione delle infrastrutture di trasporto
Palazzo San Giacomo
Piazza Municipio, 80133 Napoli

2 Dipartimento di Pianificazione e Scienza del Territorio,
Facoltà di Ingegneria Università degli Studi di Napoli "Federico II"
Piazzale Tecchio, 80 - 80125 Napoli

3 Ingegnere trasportista. Consulente
via E. Di Marino, 11 - 84013 Cava de' Tirreni (SA)

SOMMARIO

Il paper descrive uno strumento di supporto alla decisione per la pianificazione del sistema integrato uso del suolo-trasporto su ferro in ambito metropolitano, con l'obiettivo di definire l'accessibilità offerta dalla rete di trasporto al territorio e di individuare le relazioni esistenti tra il sistema dei trasporti e il sistema territoriale. Le stazioni e i nodi della rete, che costituiscono i punti di connessione tra la città e la rete del trasporto, sono gli elementi di base su cui si fonda l'analisi proposta.

Nel paper vengono descritti i modelli e gli strumenti per la costruzione di un database delle stazioni e dei nodi e la procedura operativa per la definizione dello strumento di supporto alla decisione per il sistema di stazioni della rete su ferro in ambito metropolitano

Il paper riporta, infine, i risultati dell'applicazione del tipo di analisi proposta sul territorio comunale di Napoli, svolta a supporto del Piano delle 100 stazioni, approvato dalla Giunta Comunale il 3 giugno 2003.

Pur nell'unitarietà della stesura del paper, Giovanni Lanzuise ha elaborato i paragrafi 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, Enrica Papa i paragrafi 1, 2.1, 2.3, 4 Claudio Troisi i paragrafi 2.1, 3.5.

1. INTRODUZIONE

La comunità scientifica internazionale da tempo si è impegnata a mettere a punto metodologie, modelli e tecniche per affrontare i problemi della congestione urbana e metropolitana, principalmente seguendo due approcci distinti: un approccio di tipo trasportistico e un approccio di tipo urbanistico.

Secondo un approccio trasportistico, che tiene conto dell'interazione tra domanda e offerta di trasporto, si sono formulate ipotesi di soluzioni intervenendo sulla razionalizzazione del sottosistema dell'offerta di trasporto attraverso l'uso ottimale delle infrastrutture esistenti. Il sistema di trasporto viene 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). D'altra parte secondo un approccio di tipo urbanistico si sono proposte soluzioni intervenendo sul sottosistema della domanda di trasporto, mediante la rilocalizzazione delle funzioni urbane, in base alla intensità d'uso e quindi alla capacità di generare o attrarre spostamenti. In sintesi se si considera il sistema urbano come una rete cinematica fissa i cui canali rappresentano i flussi di spostamenti e i cui nodi rappresentano i contenitori funzionali delle attività, l'approccio trasportistico agisce sull'entità di flussi, mentre quello urbanistico sul posizionamento dei nodi.

Sia le discipline trasportistiche che urbanistiche dimostrano la consapevolezza della necessità di un terzo approccio di tipo olistico che privilegia la visione di insieme del sistema integrato trasporti e uso del suolo, secondo cui il sistema della mobilità viene inteso come prodotto congiunto e integrato della distribuzione delle attività sul territorio e delle opportunità di spostamento che il sistema delle reti offre (Beguinot, Papa, 1995). Nel XXIV congresso INU è emerso come "la mobilità, ossia la componente relazionale della organizzazione urbana e territoriale, costituisca oggi un fattore determinante nella configurazione degli assetti fisici e funzionali dei sistemi insediativi e delle loro tendenze evolutive, in virtù dei vantaggi, o degli svantaggi, di accessibilità che determina" (Migliorini, 2003) e solo l'adozione di un approccio integrato può permettere di valutare l'influenza del sistema delle attività sul sistema di trasporto e parallelamente la relazione inversa dell'accessibilità offerta dal trasporto sulla localizzazione delle attività sul territorio.

Anche nel campo operativo e sperimentale è chiara la consapevolezza della necessità di integrare gestione dei trasporti e gestione del territorio secondo logiche unitarie, al fine di definire strategie di intervento e strumenti innovativi per il governo dei fenomeni di interrelazione tra la distribuzione delle attività sul territorio, mirati sia a migliorare l'offerta di trasporto che a razionalizzare la domanda di spostamento. Come sottolineato nel Libro Bianco dei Trasporti "La politica europea dei trasporti fino al 2010: il momento delle scelte" proprio

“la mancanza di un approccio integrato tra politiche urbanistiche e dei trasporti ha decretato la supremazia quasi indiscussa dell'autovettura privata”, accentuando la attuale “crisi da congestione” delle maggiori città europee.

Inoltre i documenti programmatici e di indirizzo per la pianificazione dei trasporti risultano tendenzialmente orientati a definire piani e politiche non tanto rivolti a soddisfare una domanda di trasporto quanto ad assicurare maggiore accessibilità al territorio servito. Il Piano Generale dei Trasporti e della Logistica sottolinea infatti come “gli interventi sui sistemi di trasporto debbono proporsi innanzitutto l’obiettivo di garantire elevati livelli di accessibilità per le persone e le merci all’interno del territorio di riferimento”. Lo studio dell’accessibilità intesa come “una risorsa associata alle molteplici reti di interazione stabilite dalle persone e dalle organizzazioni del sistema urbano” (Castells, 1989) risulta quindi un tema di attuale interesse scientifico e operativo.

In questo contesto si inserisce il lavoro presentato in questo paper che definisce uno strumento di supporto alla decisione per la pianificazione del sistema integrato trasporti-uso del suolo in ambito urbano e metropolitano, con lo scopo di fornire una base per la valutazione della prestazioni del sistema di offerta in termini di grado di accessibilità fornito, e per la individuazione delle aree ad elevata accessibilità in cui in fase di pianificazione urbanistica localizzare funzioni urbane con forte grado di polarizzazione degli spostamenti. Le motivazioni che hanno spinto alla definizione di questo strumento di supporto riguardano la necessità di individuare strategie di intervento che consentano un più efficace governo della mobilità e un più equilibrato rapporto tra opportunità di spostamento e distribuzione delle attività sul territorio. Lo strumento messo a punto è stato strutturato infatti in modo da svolgere la funzione sia di supporto alla pianificazione dei trasporti che alla pianificazione urbanistica, mettendo in evidenza le interrelazioni esistenti tra i sottosistemi dei trasporti e il sottosistema delle attività.

Il paper risulta articolato in due paragrafi. Nel paragrafo 2 viene descritto lo strumento di supporto alla decisione del sistema di stazioni, riportando nel sottoparagrafo 2.1 il modello interpretativo e nel sottoparagrafo 2.2 gli strumenti e i modelli per la costruzione del database delle stazioni, ovvero il sistema informativo territoriale e i modelli di simulazione del funzionamento del sistema di trasporto; nel sottoparagrafo 2.3 viene descritta la procedura operativa per la definizione dello strumento di decisione per la pianificazione del sistema di stazioni e gli outputs forniti. Nel paragrafo 3 si riportano i risultati dell’utilizzo dello strumento sul territorio comunale di Napoli, descrivendo gli outputs dell’analisi nei paragrafi 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 e 3.5. Questa applicazione è stata svolta durante la redazione del Piano delle 100 stazioni del Comune di Napoli, approvato dalla giunta comunale il 3 luglio 2003 e che costituisce un esempio di pianificazione integrata tra trasporti e territorio.

2. LO STRUMENTO DI SUPPORTO ALLA DECISIONE DEL SISTEMA DI STAZIONI

2.1 Il modello interpretativo

Il modello interpretativo su cui si fonda la lettura del sistema di stazioni proposta, si basa sulla definizione del sistema territoriale come sistema complesso composto da due sottosistemi che interagiscono tra loro: il sottosistema di trasporto e il sottosistema delle attività e si basa quindi su un approccio di tipo olistico che privilegia la visione di insieme del sistema integrato trasporti e uso del suolo.

Lo schema riportato in figura 1, descrive le relazioni tra il sottosistema delle attività e il sottosistema di trasporto e inoltre mette in evidenza come in molti dei meccanismi che presiedono al funzionamento dei singoli sottosistemi del sistema territoriale, interviene in maniera significativa la accessibilità.

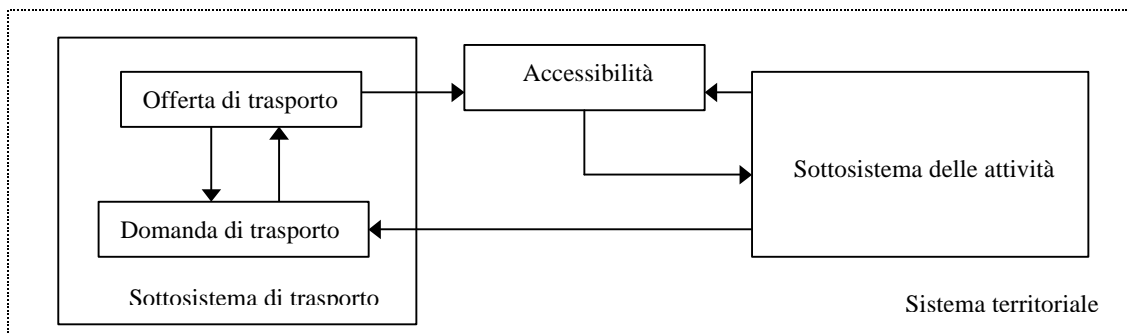


Figura 1 - le relazioni tra il sottosistema di trasporto e il sottosistema delle attività

Lo strumento di supporto alla decisione per la pianificazione del sistema di stazioni definito permette di analizzare le relazioni tra il sottosistema delle attività e il sottosistema di trasporto e il sistema territoriale a partire dal concetto di accessibilità offerta dal servizio di trasporto su ferro, accessibilità intesa come facilità di accesso alla rete in termini di distanza e tempo di percorrenza. Le stazioni e i nodi della rete, che costituiscono i luoghi di confluenza dei flussi di trasporto multimodali e allo stesso tempo elementi primari di riferimento urbanistico e architettonico del tessuto urbano (Gelmini 1988), sono gli elementi di base della struttura dello strumento di analisi definito. La stazione viene infatti analizzata secondo un approccio trasportistico, misurando i modi e i flussi di spostamento che vi confluiscono e viene poi inserita nell'intorno urbano cui appartiene, analizzando, secondo un approccio urbanistico, il sistema delle attività generatore o attrattore di domanda di mobilità.

Tenendo conto quindi dei due diversi approcci secondo cui interpretare la stazione, il primo problema che si è presentato nello sviluppo della definizione dello strumento di supporto alle

decisioni del sistema delle stazioni in ambito metropolitano è consistito essenzialmente nella individuazione dei dati necessari per la costruzione di un database delle stazioni, che mettesse in evidenza il diverso ruolo che la stazione assolve all'interno del sistema della mobilità e nel sistema delle attività urbane. Si è scelto di raccogliere, quindi, dati relativi sia al funzionamento del sistema di trasporti, mediante opportuni modelli di simulazione, sia di dati relativi al sistema di attività ricadenti nel territorio servito dalla stazione stessa. Ciò per un duplice ordine di motivi: in primo luogo per dare un valore aggiunto alle tecniche classiche di pianificazione dei sistemi di trasporto, in secondo luogo per operare un'analisi delle distribuzioni delle attività nelle aree dotate di alta accessibilità e di numerose opportunità di spostamento offerte dal sistema della rete su ferro.

2.2 Gli strumenti e i modelli per la costruzione del database delle stazioni e per la simulazione del funzionamento del sistema

Gli strumenti e i modelli per l'organizzazione del database delle stazioni e dei nodi di una rete metropolitana sono un software Gis, per la acquisizione e l'elaborazione dei dati, un modello di simulazione della rete dei trasporti e un modello di accessibilità.

Gis delle stazioni. Il sistema informativo geografico ha lo scopo di acquisire, integrare, elaborare e rappresentare i dati georeferenziati relativi al sistema integrato trasporti-uso del suolo. Il Gis delle stazioni include una cartografia di base, informazioni georeferenziate sull'offerta di trasporto (viabilità, stazioni e rete del trasporto collettivo su ferro, sistema dei parcheggi, sistema degli attestamenti della rete su gomma), e sul sistema delle attività (dati Istat per particelle censuarie del 1991, localizzazione dei grandi attrattori), sul territorio servito (particelle censuarie appartenenti ai bacini di influenza delle stazioni), sull'interazione tra offerta e domanda di trasporto (stima del numero dei saliti e dei discesi per stazione e percentuali dei modi di accesso alle stazioni nell'ora di punta del mattino).

Il modello di rete¹. Per modello di rete si intende un modello matematico di simulazione e di previsione per l'analisi del funzionamento di un sistema di trasporto. Il modello utilizzato risulta costituito da un modello della domanda, un modello dell'offerta e da un modello del meccanismo di interazione tra la domanda di spostamento e l'offerta di trasporto. Il modello di offerta è espresso dal grafo della rete del trasporto collettivo e da tutte le informazioni ad esso relative. Il modello di domanda può essere sinteticamente espresso dalla matrice di domanda origine/destinazione, costruita con modelli matematici a partire dalle caratteristiche socio-economiche e di offerta di trasporto della area di riferimento. Il modello di assegnazione ad una rete di trasporto collettivo simula come viene caricata la rete dei servizi e

¹ Il modello di rete è stato predisposto per la redazione dello studio di riorganizzazione dei servizi di trasporto collettivo di superficie condotto dall'agenzia ArpA, nell'ottobre 2000.

consente di calcolare i flussi di passeggeri su ciascun elemento del sistema di offerta (archi della rete).

*Il modello di accessibilità*². Il modello di accessibilità alle stazioni simula il comportamento degli utenti in accesso al sistema su ferro, stimando i costi generalizzati percepiti di accesso ai singoli nodi della rete e le probabilità di scelta dell'utenza tra le diverse strategie di accesso alternative (i.e. quale modo di accesso, quale uscita, quale linea ecc.). Il modello risulta costituito da un grafo orientato che riproduce i percorsi che collegano le diverse zone elementari di produzione/attrazione dei viaggi su ferro (le particelle censuarie), in cui è suddiviso il territorio di riferimento, con un unico punto di origine/destinazione che rappresenta l'intero sistema su ferro dell'area di riferimento. Il grafo sul quale si svolgono i percorsi è composto da archi che riproducono segmenti di cui tale percorso di accesso si compone: zone - parcheggi o fermate bus – mezzanini – uscite – atrio – linee - rete su ferro. Ai diversi archi sono associate tre categorie di attributi: di tempo, di costo e di calibrazione. La domanda di base prodotta e attratta è stimata a partire dalla matrice modale del trasporto pubblico così come calcolata dal modello di rete descritto precedente. Il modello di accessibilità assume, infatti, come esogeni i livelli di domanda e gli equilibri modali pubblico-privato previsti dal modello di rete e, a partire da essi, ricostruisce la domanda su ferro ed i comportamenti di accesso alle stazioni.

2.3 La procedura operativa

La procedura operativa per la definizione di uno strumento di supporto alla pianificazione del sistema di stazioni di una rete su ferro in ambito metropolitano si compone di tre fasi/obiettivi:

- Fase 1: individuazione dei bacini di influenza delle singole stazioni.
- Fase 2: simulazione dell'interazione domanda-offerta di trasporto della rete dei nodi del trasporto collettivo su ferro mediante modelli trasportistici (un modello di rete e un modello di accessibilità), al fine di valutare le prestazioni del sistema di trasporto e di definire il ruolo dei nodi di accesso all'interno del sistema di trasporto collettivo.
- Fase 3: interpretazione degli *outputs* delle fasi precedenti e definizione di un sistema di indicatori sintetici, di schede di sintesi delle stazioni e di carte tematiche.

La prima fase ha come obiettivo la individuazione delle aree di influenza delle stazioni e la perimetrazione del territorio servito dalla rete su ferro. L'individuazione dei bacini di influenza delle stazioni è stata eseguita definendo un raggio di influenza e un tempo di percorrenza medio, che consentono la perimetrazione delle aree teoriche e delle aree isocrone di accessibilità pedonale alla stazione. In particolare, il raggio di influenza teorico è stato

² Alla realizzazione del modello di accessibilità del piano delle 100 stazioni di Napoli ha contribuito l'ing. A. Drufo della società Polinonia srl., nel marzo 2003.

fissato, in linea con la letteratura del settore, pari a 500m, che corrisponde alla massima distanza che l'utente è disposto a percorrere a piedi tra la stazione e l'origine o la destinazione del proprio spostamento. All'interno delle *aree di influenza teoriche* si procede all'individuazione dell'offerta viaria e alla definizione, per ciascun tratto viario, delle caratteristiche geometriche e funzionali che influenzano la percorribilità pedonale: pendenza, presenza di marciapiedi, presenza di attraversamenti pedonali, presenza di funzioni localizzate, eccetera. Sulla base delle informazioni rilevate, si valuta l'effettivo tragitto di 500 metri che un pedone percorrerebbe in direzione della stazione utilizzando la rete stradale a sua disposizione valutando quei fattori che determinano un rallentamento e che, quindi, a parità di tempo, comportano una diminuzione della distanza coperta. Si definisce, dunque, una poligonale con la quale si individua una seconda superficie, definita *area di influenza isocrona*: tale area corrisponde all'insieme di quei punti che distano dalla stazione da 0 a 8 minuti e 20 secondi e tiene conto di tutti gli impedimenti di natura fisica che il pedone medio incontra lungo il percorso che lo conduce alla stazione.

Si riporta in figura 2 la *flow chart* che descrive i singoli *steps* della fase 1, mettendo in evidenza gli *input* per la implementazione e gli *output* corrispondenti a ciascuna sottofase.

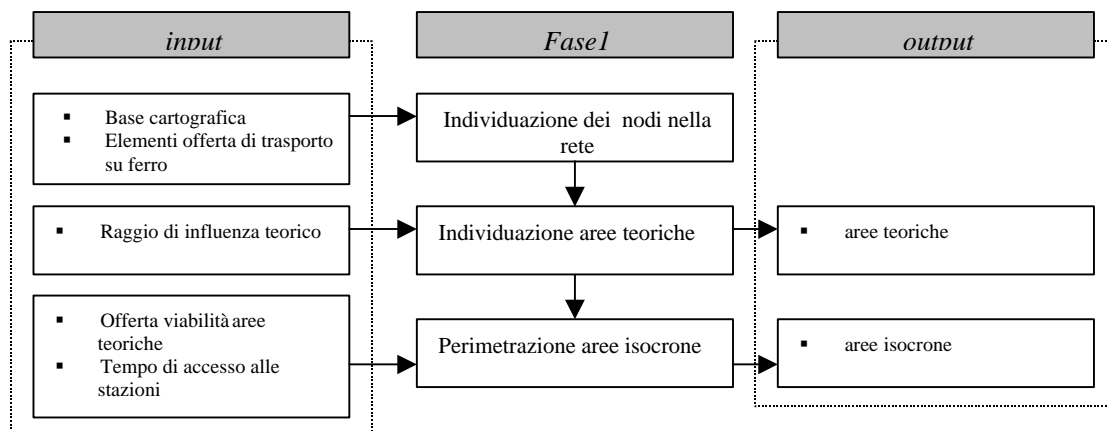


Figura 2: fase1 - la individuazione delle aree di influenza dei nodi: gli input e gli output

La seconda fase, descritta in figura 3, è finalizzata alla stima del numero di transiti per ciascuna stazione, dei tempi e dei modi di accesso alla rete. Coincide quindi con l'applicazione dei modelli trasportistici: il modello di rete e il modello di accessibilità. Dal modello di rete si ottiene il flussogramma che fornisce una rappresentazione dei carichi sui singoli archi che costituiscono il grafo del trasporto collettivo su ferro, associando a ciascun tratto del servizio di trasporto tre due stazioni, il numero di spostamento stimati nella fascia oraria 7.00-9.30. Un dato ricavato dalla simulazione della rete è il numero dei transiti per stazioni, necessario per stabilire il ruolo della stazione all'interno della rete di trasporto. Una

volta individuati i flussi di passeggeri, mediante l'applicazione del modello di accessibilità, si ricavano le stime delle percentuali dei costi generalizzati e dei modi di accesso alle stazioni.

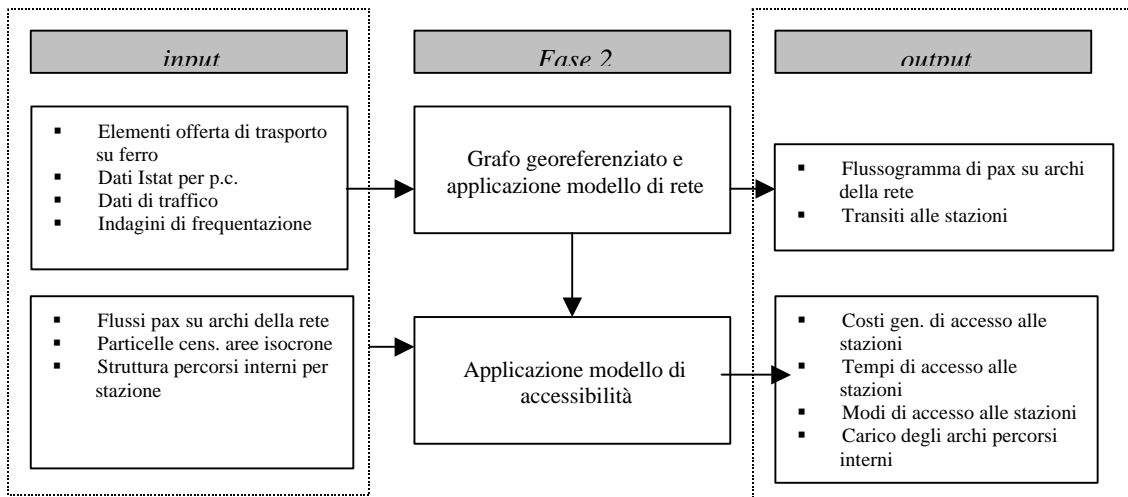


Figura 3: fase2 - l'applicazione dei modelli di rete e di accessibilità: gli input e gli output

La terza fase, descritta dalla *flow chart* in figura 4, ha come obiettivo l'organizzazione dei dati di output delle fasi precedenti in una base dati, che elaborata mediante software Gis, fornisce tre tipi di outputs:

- il sistema di indicatori sintetici,
- le schede di sintesi delle stazioni, necessarie per individuare le criticità puntuali del sistema fornendo informazioni sul grado di accessibilità della singola stazione.
- le carte tematiche che evidenziano le criticità del sistema, dando una visione di insieme delle caratteristiche assunte dal sistema integrato trasporto-territorio

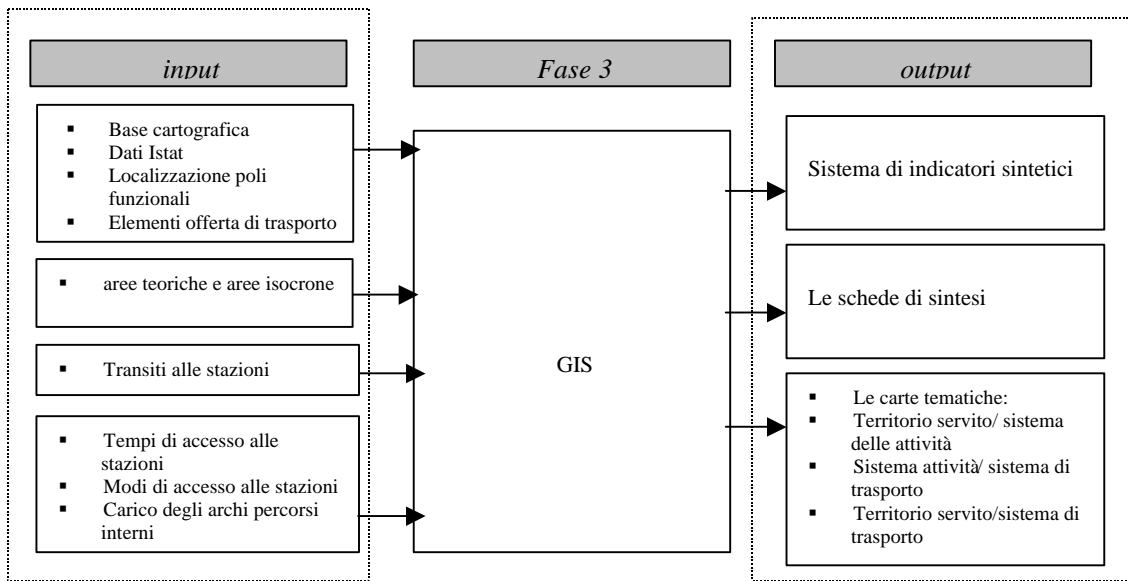


Figura 4: fase3 - l'elaborazione del database mediante Gis

Il sistema di indicatori sintetici individuati sono riportati nella tabella 1 e sono suddivisi in tre categorie che evidenziano le relazioni esistenti tra i tre sistemi coinvolti nell'analisi: il sistema territoriale, il sottosistema dell'offerta e il sottosistema delle attività. La prima categoria di indicatori descrive le relazioni tra il territorio servito e l'offerta di trasporto, e fornisce dei dati sintetici sul grado di copertura territoriale dell'offerta di trasporto; la seconda riguarda il rapporto tra territorio servito e sistema di attività, e restituisce degli indicatori sulla domanda potenziale di spostamento soddisfatta dall'offerta di trasporto; la terza categoria è composta da indicatori che descrivono le relazioni tra il sistema delle attività e il servizio di trasporto offerta di trasporto e che forniscono dati sintetici sull'interazione tra domanda e offerta di trasporto.

Categoria indicatore	Definizione
Indicatori relazioni territorio servito/ offerta di trasporto	sup. area isocrona Indice di copertura: sup. area isocrona/sup.area teorica sup. offerta viabilità isocrona/sup area isocrona ml offerta viaria isocrona n.fermate bus nell'area isocrona mq attestamenti bus isocrona mq parcheggi auto isocrona n. di opportunità di accesso alla rete la particella censuaria
Indicatori relazioni territorio servito/ sistema attività	n. residenti serviti/ sup.area isocrona ab/ha n. residenti serviti n.addetti serviti poli attrattori serviti (mq attrezzature sanitarie, mq servizi per l'istruzione superiore, mq parchi e giardini, ...)
Indicatori relazioni offerta di trasporto/ sistema attività	n. transiti stazione/ n.transiti rete n. saliti stazione/n.saliti rete n.discesi stazione/ n.discesi rete Flussi percorsi interni stazione % accesso a piedi * transiti % accesso bus* transiti % accesso modo privato* transiti %accesso a piedi *transiti/ area isocrona %accesso a piedi*saliti/residenti isocrona %accesso a piedi*discesi/addetti isocrona

Tabella1: gli indicatori di relazione tra sistema dell'offerta, sistema delle attività, territorio servito

Il sistema di dati georeferenziati, composto da dati di *outputs* delle singole fasi e dagli indicatori sintetici definiti, può essere interrogato e fornire delle tematizzazioni in funzione del dato territoriale che si vuole mettere in evidenza.

Al fine di fornire per ciascuna stazione una visione unitaria dei diversi ruoli che svolge all'interno dei tre suddetti sottosistemi, si definisce per ciascuna stazione una scheda di sintesi, che raccoglie indicatori e stralci di tavole tematiche diverse. Le schede di sintesi delle

stazioni, sono ottenute come *reports* del sistema informativo geografico e sono articolate in tre blocchi di informazioni: il rapporto tra offerta di trasporto e territorio servito, il rapporto tra territorio servito e sistema delle attività, il rapporto tra offerta di trasporto e sistema delle attività. Nella tabella 2 si riporta uno schema della struttura della scheda tipo in cui sono descritti gli stralci delle cartografie riportati ed i dati ad essi associati.

Le tavole tematiche sono delle visualizzazioni, ottenute mediante Gis, del database costituito dai dati di output delle fasi precedenti di analisi. Esse sono state realizzate mediante la sovrapposizione delle *viste* rappresentanti il sistema della mobilità, e quelle relative al sistema delle attività. Gli elementi “stazioni della rete” costituiscono il punto di contatto e il *link* spaziale di questi due sistemi di dati georeferenziati. Mediante opportune interrogazioni del database, sono state elaborate delle tavole tematiche con l’obiettivo di sovrapporre l’insieme di dati raccolti e per fornire una visualizzazione delle relazioni esistenti tra il territorio servito, l’offerta di trasporto e le attività dislocate sul territorio. Anche le tavole tematiche vengono classificate in tre categorie che definiscono le relazioni tra i sottosistemi analizzati:

- tavole delle relazioni tra territorio servito /offerta di trasporto:
 - tavola dei nodi di interscambio ferroviario ed i nodi di interscambio modale
 - tavola del territorio servito dalle stazioni e dai nodi della rete su ferro
 - tavola del territorio servito dalla rete ferroviaria per numero di opportunità di accesso.
- tavole delle relazioni tra il territorio servito /sistema attività:
 - tavola delle densità territoriali e il sistema delle stazioni e dei nodi della rete
 - tavola dei grandi attrattori
- tavole delle relazioni tra offerta di trasporto/ sistema di attività:
 - il flussogramma

Nel paragrafo 3, in cui si riporta una applicazione della metodologia di analisi proposta, vengono riportate le tavole tematiche elencate rispetto al territorio comunale di Napoli.

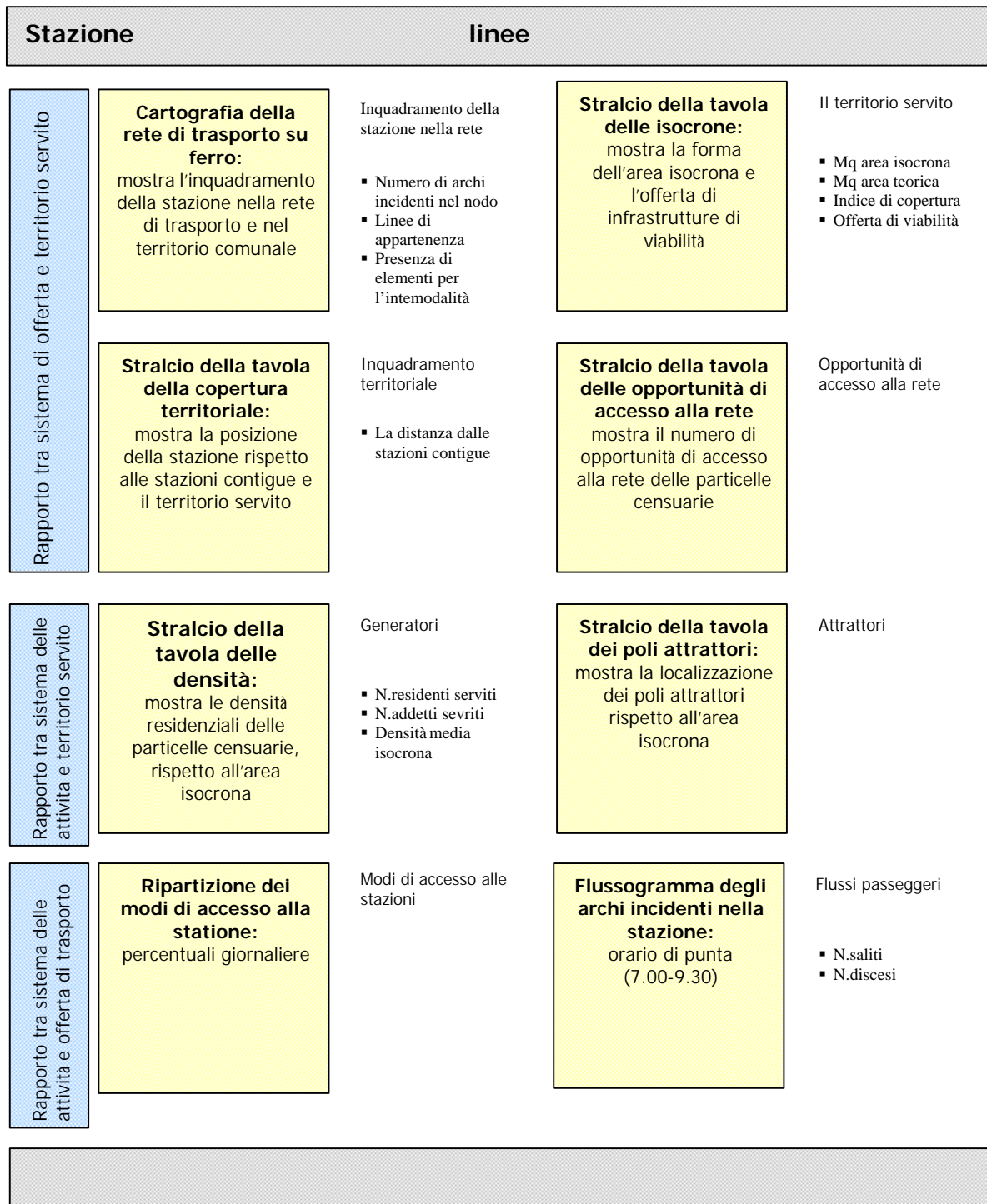


Figura 5: la struttura della scheda di sintesi

3. L'APPLICAZIONE AD UN CASO STUDIO: IL PIANO DELLE 100 STAZIONI

3.1 Il piano delle 100 stazioni del Comune di Napoli

Lo strumento di supporto alla decisione del sistema integrato trasporti-territorio, descritto nel paper è stato elaborato per la redazione del Piano delle 100 stazioni del Comune di Napoli, elaborato dal Servizio pianificazione delle infrastrutture di trasporto e approvato dalla Giunta Comunale il 3 luglio 2003.

Il piano delle 100 stazioni costituisce il passo successivo del processo di pianificazione integrata tra trasporti e territorio iniziato nel 1994 con gli indirizzi sulla pianificazione urbanistica formulati dal Consiglio comunale e proseguita con il Piano Comunale dei Trasporti, approvato nel 1997, il Piano della Rete Stradale Primaria, approvato nel 2002 e il Piano Regolatore Generale, approvato in Consiglio Comunale il 23 luglio 2003. “Le novità introdotte nel metodo della pianificazione dei trasporti, sono sostanzialmente due. La prima è che la mobilità, i trasporti e l’urbanistica hanno fatto parte di un unico processo di pianificazione. La seconda è che si è elaborato un piano di sistema e non un elenco di opere tra esse separate e scoordinate” (Camerlingo, 2000).

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 e a migliorare la qualità architettonica e urbanistica degli edifici di stazione e delle aree e delle piazze dove le stazioni sono collocate. Il Piano quindi individua le criticità della rete su ferro rispetto allo stato attuale e definisce due scenari di intervento, uno scenario intermedio al 2007 e uno scenario definitivo al 2011. Il piano inserisce nello scenario al 2007 oltre a tutti gli interventi sulle linee e sulle stazioni che sono ad oggi in costruzione, anche tutti i progetti che sono stati approvati e finanziati. Nello scenario al 2011 sono descritte tutte le previsioni sulle nuove linee definite nel Piano Comunale dei Trasporti e nel Piano della Rete Metropolitana Regionale inserendo, inoltre, i parcheggi, gli attestamenti bus, i terminal bus di linea e turistici presso le stazioni d’interscambio modale tra la gomma e il ferro. Propone inoltre interventi di riqualificazione architettonica, funzionale sulle stazioni esistenti e di progetto prevedendo riqualificazione urbana nelle aree intorno alle stazioni e ai nodi

Lo strumento di supporto alla decisione, descritto nel paper, è stato utilizzato in fase di studio dello stato di fatto, in fase di definizione degli interventi per il miglioramento dell’accessibilità e in fase di simulazione degli scenari di piano al 2007 e al 2011.

Si riportano di seguito la scheda campione della stazione Colli Aminei e le tavole tematiche di piano, riferite allo scenario definitivo del 2011, suddivise in: tavole tematiche della relazione tra territorio servito e offerta di trasporto, tavole tematiche della relazione tra sistema delle attività e territorio servito, tavole tematiche della relazione tra sistema delle attività e offerta di trasporto.

3.2 La scheda di sintesi: la stazione Colli Aminei

La scheda della stazione, descritta nel paragrafo 2.3, ha rappresentato, per il piano delle 100 stazioni, il momento di sintesi conoscitiva dello stato di fatto e la base per individuare le proposte di intervento. È uno strumento che fornisce, per ciascuna stazione e per ciascuno scenario, una selezione dei principali indicatori territoriali e trasportistici relativi alle relazioni tra i tre sottosistemi oggetto dell'analisi: il sistema territoriale, il sottosistema dell'offerta e il sottosistema delle attività.

Naturalmente per osservare gli effetti degli interventi prodotti dagli interventi proposti dal piano è necessario comparare le schede della stazione nei tre scenari di piano. Considerati i limiti di spazio della presente trattazione si riporta, a titolo di esempio, la scheda riguardante lo scenario definitivo e una tabella che riassume gli indicatori di stazione nei tre scenari.

Si tratta di una stazione dell'attuale linea 1, localizzata nell'area nord del territorio comunale, che diverrà un nodo di interscambio per effetto della realizzazione della linea 9. Attualmente la stazione ha una scarsa copertura territoriale, essendo inserita in un'area acclive, distante dal denso abitato della zona dei Colli Aminei. La stazione è prossima al principale polo ospedaliero cittadino ed è dotata di un parcheggio di interscambio. Il dato riguardante la popolazione, residenti e addetti, conferma che la stazione non ha una utenza pedonale diretta, dato confermato anche dal numero dei saliti e discesi nello stato attuale.

Complessivamente la stazione è sottoutilizzata. Per migliorare il rapporto con i generatori di traffico si prevede di aumentare l'utenza indiretta alla stazione con l'ampliamento del parcheggio di interscambio e un rafforzamento dell'interscambio con il trasporto collettivo su gomma. Per aumentare l'area di influenza, facilitando l'accesso al grande attrattore costituito dall'ospedale Cardarelli, si propone un intervento di *traffic calming* per ridurre i tempi di attraversamento pedonale della ampia strada che si trova tra la stazione e il polo ospedaliero. Per incrementare il volume di traffico all'interno della stazione si prevede di farla diventare il terminale di una nuova linea metropolitana, la linea 9. Tale innesto trasforma la stazione in nodo di interscambio, incrementandone il grado di connettività alla rete.

Gli interventi previsti intendono compensare la cattiva localizzazione della stazione. Dalle variazioni degli indicatori riportate in tabella si nota che, nello scenario definitivo, la superficie dell'isocrona della stazione assume il valore di 38.6 ha e l'indice di copertura risulta pari a 49.2. L'accessibilità pedonale alla stazione non risulta quindi elevata, ma la presenza di parcheggi di interscambio modale ferro-gomma sia privato che collettivo, facilita l'accesso alla stazione con altri modi di trasporto, come anche messo in evidenza dalla stima delle percentuali di modo di accesso alla stazione. La stazione in esame infatti, assolve all'interno del sistema di trasporto, il ruolo di stazione di scambio intermodale essendo localizzata in prossimità del confine comunale ed essendo uno dei principi cardine del piano quello di ridurre i flussi di veicoli in entrata in città.

	Scenario attuale	Scenario intermedio	Scenario definitivo
grado di connettività	2	2	3
n. linee	1	2	2
parcheggio	sì	sì	sì
attestamento bus	sì	sì	sì
superficie teorica	78.5	78.5	78.5
superficie isocrona	27.6	27.6	38.6
indice di copertura	35.1%	35.1%	49.2%
viabilità/isocrona	18.7%	18.7%	14,5%
residenti	4803	4803	4807
addetti	885	885	5746
densità ab	154,9	154,9	74,4
saliti	1260	-	2629
discesi	419	-	2914

Tabella 2: indicatori sintetici della stazione Colli Aminei

Per quanto riguarda il sistema di attività servito, ricadono nell'area isocrona della stazione particelle censuarie con densità residenziali medio-alte, risultando la densità media dell'isocrona pari a 74 ab/ha. In totale i residenti serviti ammontano a 4807 e gli addetti serviti a 5746; inoltre all'interno dell'isocrona della stazione ricade un forte attrattore di spostamento: il polo ospedaliero. Queste informazioni danno una misura della domanda potenziale di spostamento soddisfatta.

L'elemento di verifica degli effetti degli interventi è dettato dall'incremento dei flussi dei passeggeri, infatti la stima dei saliti e dei discesi alla stazione mette in evidenza soprattutto l'incremento del numero di discesi nella fascia di punta del mattino.

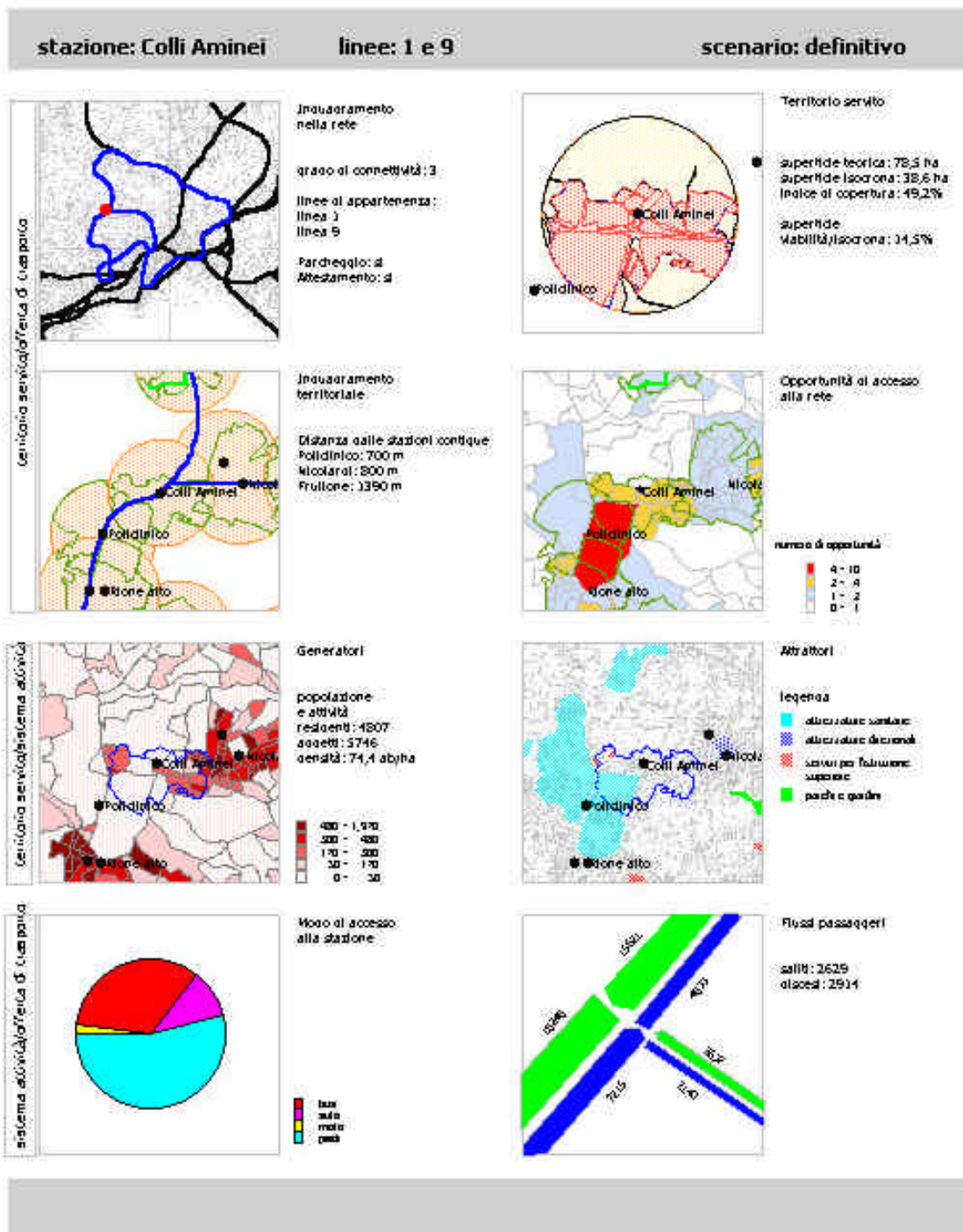


Figura 6: scheda di sintesi della stazione Colli Aminei

3.3 Le tavole tematiche delle relazioni tra territorio servito e offerta di trasporto

La tavola tematica del sistema dei nodi di interscambio ferroviario e dei nodi di interscambio modale riferita allo scenario definitivo, in figura 7, riporta le linee, le stazioni, i nodi, i parcheggi di interscambio modale, gli attestamenti bus, mettendo in evidenza il ruolo dei nodi all'interno dell'intero sistema di trasporto. Lo scenario al 2011 risulta caratterizzato da 10 linee metropolitane, 10 linee regionali, 2 linee nazionali, 6 funicolari con 21 fermate, 114 stazioni, 21 nodi d'interscambio ferroviario e 24 nodi d'interscambio tra gomma e ferro

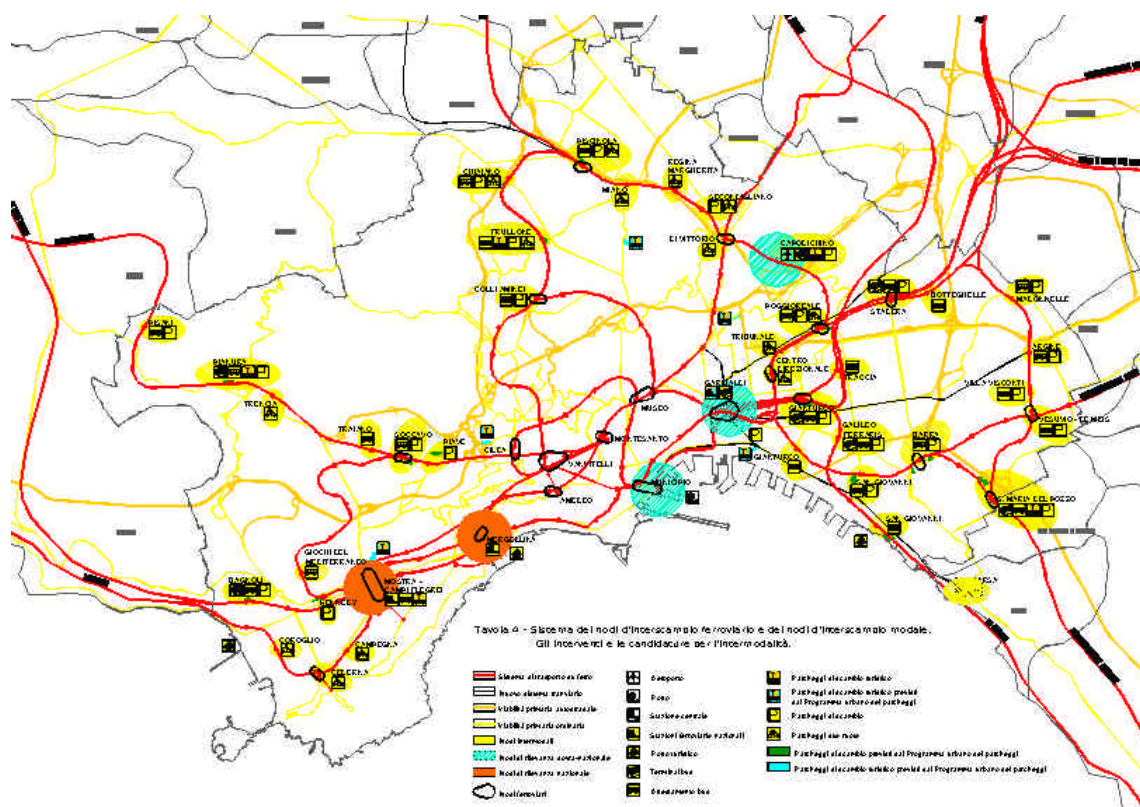


Figura 7: Il rapporto tra il territorio servito e l'offerta di trasporto: tavola 4 del Piano delle 100 stazioni, il sistema dei nodi di interscambio ferroviario e dei nodi di interscambio modale

La tavola tematica del territorio servito dalle stazioni e dai nodi della rete su ferro in figura 8 mette in evidenza la copertura territoriale della rete su ferro, riportando le aree di influenza isocrone e teoriche delle stazioni. Il territorio servito dalla rete su ferro passerà da 1900 ha nello scenario attuale a 4350 ha nello scenario definitivo, con un incremento del 137%, circa 2,5 volte quello attuale. Nello scenario definitivo la copertura effettiva del sistema metropolitano risulta pari al 36% del territorio cittadino.

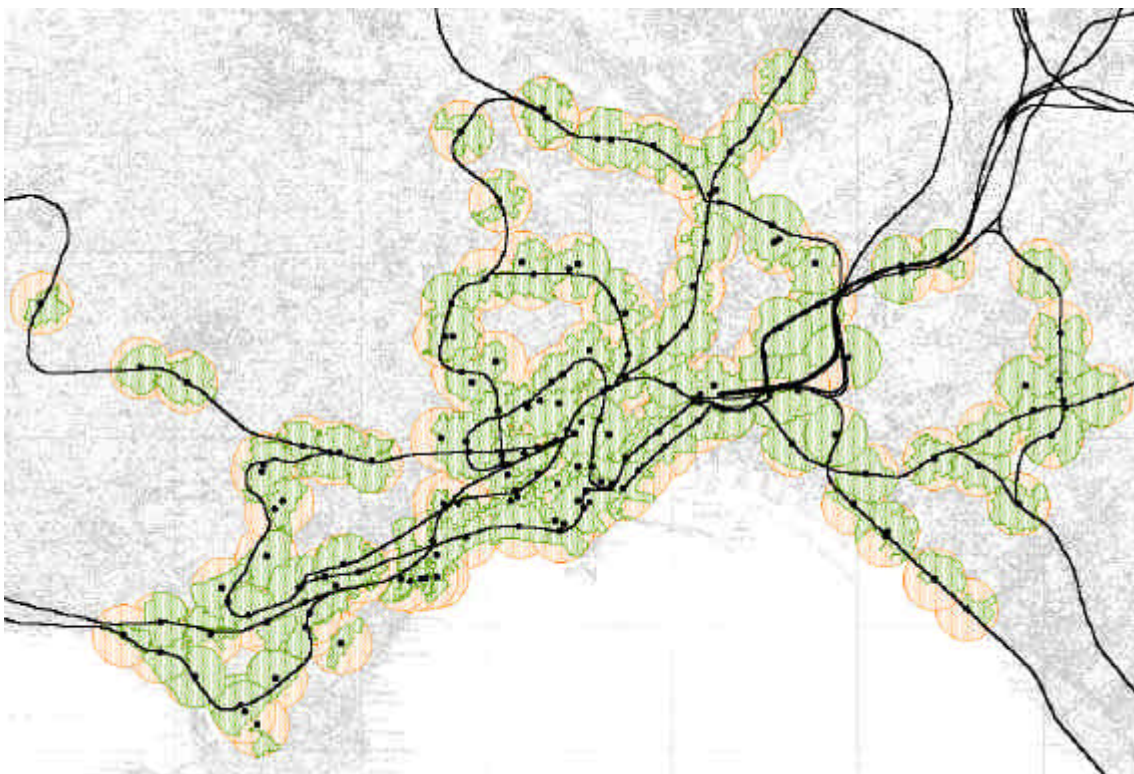


Figura 8: Il rapporto tra il territorio servito e l'offerta di trasporto: tavola 2.5 del Piano delle 100 stazioni, territorio servito dalle stazioni e dai nodi della rete su ferro

La tavola tematica del territorio servito dalla rete ferroviaria per numero di opportunità di accesso è riportata in figura 9. Si illustra il numero di opportunità di accesso alla rete, associando alle particelle censuarie, il numero di servizi su ferro da essa raggiungibili percorrendo un tempo massimo di 8' e 20''. Si riporta in figura questa tematizzazione per i tre scenari di piano: nello scenario attuale la gran parte del territorio coperto (71%) consente una sola possibilità di accesso al sistema, mentre in una quota pari al 25% sono possibili due o tre opportunità solo nel restante 4% del territorio cittadino ci sono quattro e più opzioni. Nello scenario definitivo di piano la metà della popolazione servita avrà una opportunità di accesso alla rete, mentre ben il 28% disporrà di due o tre possibilità e il restante 22% si avvantaggerà di quattro e più alternative.

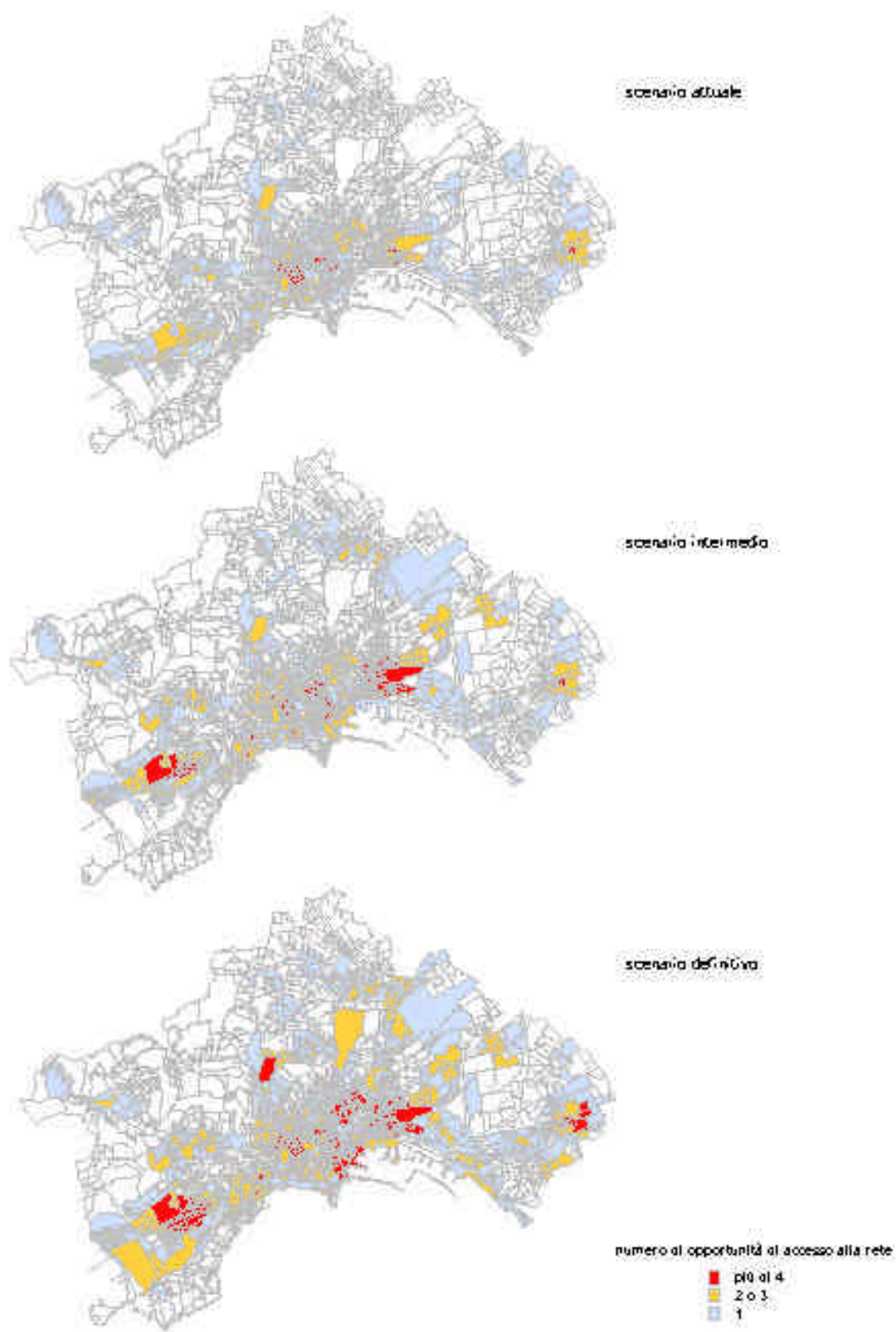


Figura 9: il rapporto tra il territorio servito e l'offerta di trasporto: figura 6.3.1 del Piano delle 100 stazioni, territorio servito dalla rete ferroviaria per numero di opportunità di accesso.

3.4 il rapporto territorio servito /sistema attività la tavola delle densità la tavola degli attrattori

La tavola tematica delle densità territoriali e il sistema delle stazioni e dei nodi della rete, riportata in figura 10. mette in evidenza le caratteristiche del sistema delle attività servito. Nello scenario definitivo, nella porzione di territorio servito risiede il 67% della popolazione: 714 mila cittadini e 257 mila addetti. Il piano prevede che la popolazione servita, residenti e addetti, passerà da 536.000 a 970.000. Ciò significa che 970.000 persone, il doppio di quelle che oggi accedono alla rete su ferro, potranno raggiungere a piedi una stazione, partendo dalla propria abitazione o dal luogo di lavoro. La metà di queste persone avrà a disposizione più di una opportunità di accesso alla rete su ferro.

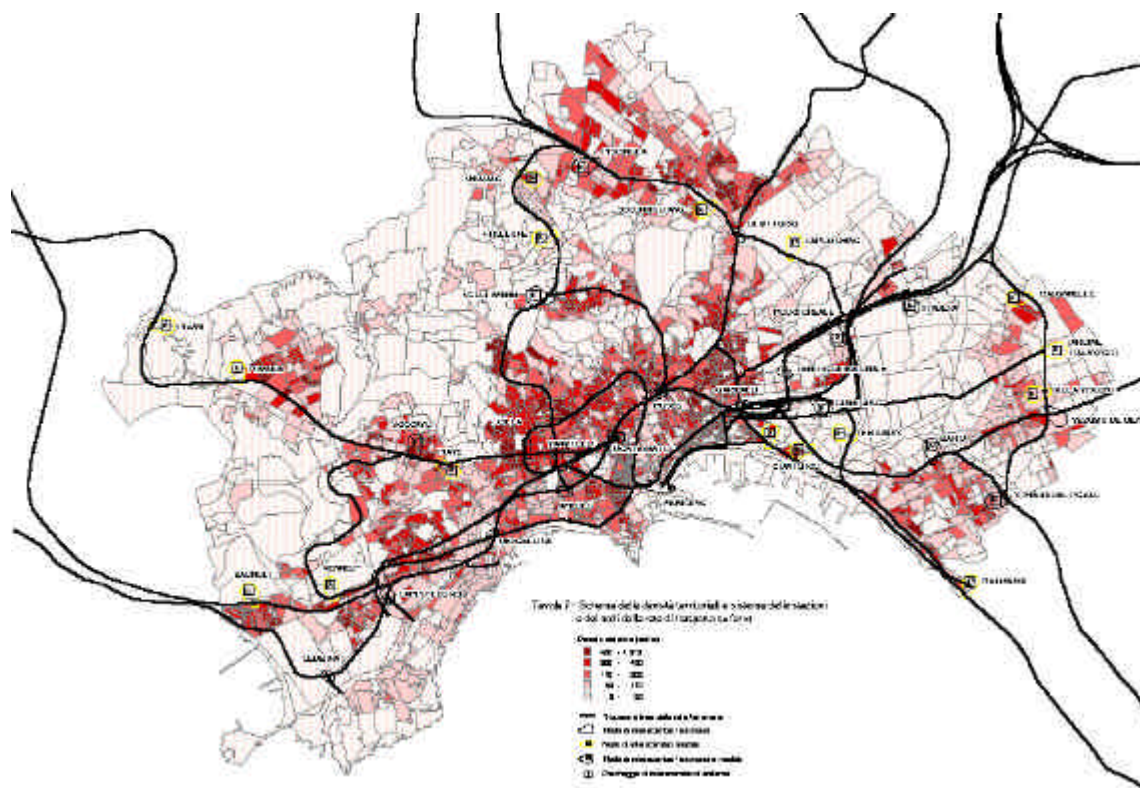


Figura 10: Il rapporto tra il territorio servito e il sistema della attività tavola 7 del Piano delle 100 stazioni, le densità territoriali e il sistema delle stazioni e dei nodi della rete

La tavola dei grandi attrattori, riportata in figura 11 riporta la localizzazione, su tutto il territorio cittadino, delle principali attrezzature pubbliche e private, attrattori di domanda di mobilità

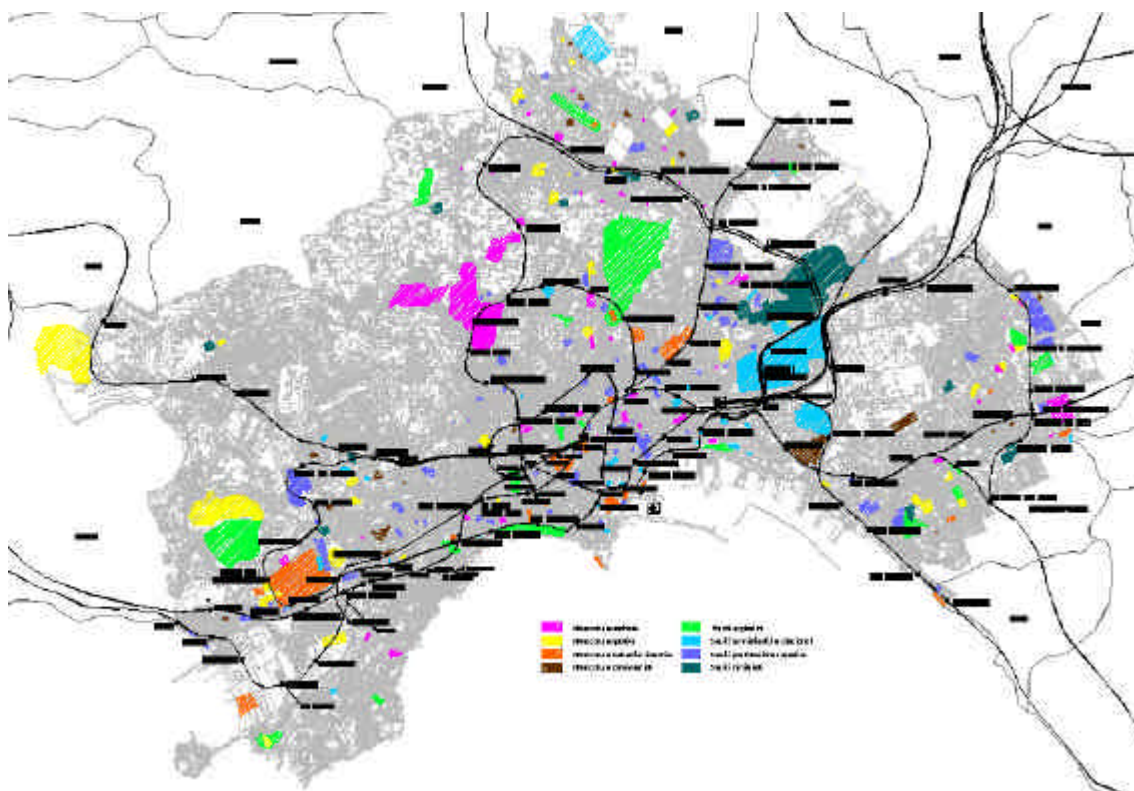


Figura 11: Il rapporto tra il territorio servito e il sistema delle attività i grandi attrattori

3.5 il rapporto offerta di trasporto/ sistema di attività

Per quanto riguarda il rapporto tra offerta di trasporto e sistema delle attività si stima che la ripartizione modale tra il trasporto collettivo gomma-ferro e il trasporto privato nello scenario definitivo di piano passa dal 39% del 1997 al 56% stimato al 2011.

Viene confermato che l'anello metropolitano della linea 1 è il fulcro del sistema su ferro, intercettando oltre la metà dei transiti previsti sull'intera rete su ferro, e cioè 250.000 nella fascia oraria di punta 7,00-9,30.

Dal punto di vista della mobilità oggi, sulle 57 stazioni esistenti si registrano 140.000 transiti nella fascia oraria di punta del mattino. Nella futura rete metropolitana, che avrà 114 stazioni, grazie agli interventi di nuove stazioni, di riqualificazione delle stazioni esistenti, di interconnessione tra le linee e di costruzione dei nodi intermodali, si avranno oltre 500.000 transiti nella stessa fascia oraria.

4. CONCLUSIONI

I principali risultati del lavoro sono riconducibili da un lato alla elaborazione di una chiave di lettura del sistema territoriale, in base all'accessibilità fornita dal trasporto collettivo su ferro, dall'altro alla definizione di uno strumento di supporto alla decisione per la pianificazione del sistema integrato uso del suolo-trasporto collettivo su ferro in ambito metropolitano.

Per pervenire a tale risultato è stata messa a punto una procedura operativa per la costruzione di un strumento di supporto alla decisione, ottenuto mediante il supporto di un sistema informativo territoriale, di cui è stata organizzata la struttura di base e di cui sono stati specificati i dati di input e gli output. Tale strumento è stato quindi strutturato in modo da poter misurare le prestazioni del sistema di trasporto, in funzione del grado di accessibilità fornito al territorio e contemporaneamente di verificare che in corrispondenza di aree ad alta concentrazione funzionale, sia presente un insieme strutturato di punti di accesso alle linee di trasporto. Si è ottenuto quindi uno strumento che fornisce un valore aggiunto alle tecniche classiche di pianificazione dei trasporti e di verifica dell'efficienza del sistema della mobilità in ambito urbano, mettendo in relazione dati di funzionamento della rete con dati spaziali di copertura del servizio; d'altra parte è stata messa a punto una metodologia per la misura dell'accessibilità offerta dal sistema di trasporto al territorio che, in fase di pianificazione urbanistica costituisce un dato di base per la localizzazione di funzioni ad alto grado di generazione o attrazione di spostamenti.

Inoltre si è voluto mostrare, mediante la descrizione di un'applicazione di questa metodologia di analisi, come lo strumento proposto sia necessario nelle diverse fasi che compongono il processo di trasformazione del sistema integrato trasporti-uso del suolo.

Nella fase di analisi del sistema, permette l'individuazione delle criticità di sistema e delle criticità locali in corrispondenza delle singole stazioni, misurabili dal valore assunto dall'indice di copertura (rapporto tra superficie isocrona/ superficie isocrona) o dal valore della densità media dell'area isocrona.

Nella fase decisione e pianificazione del sistema integrato trasporti-uso del suolo, lo strumento messo a punto fornisce un supporto per la definizione delle strategie di piano e la definizione degli interventi puntuali sulla stazione per migliorare le condizioni di accesso e incrementare l'area isocrona di accessibilità pedonale.

Nella fase di verifica delle scelte di piano, permette la simulazione degli scenari di intervento previsti dal piano. Infine, in fase di gestione del processo di trasformazione, se supportato da un sistema di monitoraggio continuo sia del funzionamento del sistema di trasporto che dello stato di avanzamento degli interventi proposti dal piano, può svolgere il ruolo di supporto alla gestione, per la verifica degli interventi proposti in tempo reale.

5. Bibliografia

- Beguinet C., Papa R.(eds) (1995) *Sistema urbano e governo della mobilità*, CNR Progetto finalizzato Trasporti 2, Roma
- Camagni R., Gibelli M. C., Rigamonti P., *I costi collettivi della città dispersa* , Alinea editrice, Firenze 2002,
- Camerlingo E. (2000) Le stazioni come occasione di riqualificazione urbana in *La metropolitana di Napoli: nuovi spazi per la mobilità e la cultura*, Electa Napoli
- Cascetta E., (1998), *Teoria e metodi dell'ingegneria dei sistemi di trasporto*, UTET Torino
- Castells (1989) *The informational city: Information technology, economic restructuring, and the urban-regional process*. B.Blackwell
- Comune di Napoli (1997) Assessorato alle infrastrutture di trasporto, Servizio infrastrutture , studi e progettazione, *Piano comunale dei trasporti*
- Comune di Napoli (1998) Assessorato alla vivibilità urbana *Variante per la zona Occidentale al PRG approvato con DM 829/1972- Relazione generale*, Napoli.
- Comune di Napoli (2002) Assessorato alle infrastrutture di trasporto, Servizio infrastrutture studi e progettazione, *Piano della rete stradale primaria*
- Comune di Napoli (2003) Assessorato alle infrastrutture di trasporto, Servizio pianificazione delle infrastrutture di trasporto *Piano delle 100 stazioni*
- de la Barra, T. 1989. *Integrated Land Use and Transport Modeling*. Cambridge University Press, Cambridge
- Gelmini P. (1988) *Città Trasporti e Ambiente*, Etas Libri, Milano
- Johnson Robert A., de la Barra T. (1998) *Comprehensive Regional Modeling for Long-Range Planning: Linking Integrated Urban Models to Geographic Information Systems*. Cambridge University Press, Cambridge
- Migliorini F. (2003) *Urbanistica e trasporti*, Relazione presentata al XXIV Congresso INU, Milano
- Simmonds D. (1998) *Accessibility as a criterion for project and policy appraisal* University of Leeds; Institute for Transport Studies

6. Abstract

This paper defines a decision support tool for the integrated urban land use and rail transport planning. The primary aim of this tool is to define the accessibility offered by the transportation system to the territory, and to define the relationships existing between the transportation system and the land use system. The analysis is based on the transportation network stations, that are the points in which the transport and the territory get in contact. This paper describes the model and the tools utilized, the operative steps and the outputs of the analysis. The paper also describes the results of an application for the definition of the “Piano delle 100 stazioni” of the city of Naples.