



Indicatori per la mobilità sostenibile: la Provincia di Napoli

Buildings Indicators for Sustainable Mobility: the District of Naples

Pietro D'Amico*, Ferdinando Di Martino**, Salvatore Sessa**

* Provincia di Napoli, Ufficio SIT
e-mail: pdamico@provincia.napoli.it
<http://sit.provincia.napoli.it>

** Dipartimento di Costruzioni e Metodi Matematici in Architettura
Università degli Studi di Napoli Federico II
e-mail: fdimarti@unina.it; salvatore.sessa@unina.it

La mobilità sostenibile

La mobilità è senza dubbio uno degli aspetti di maggiore rilevanza per garantire buona qualità della vita e libertà di movimento, considerato che oltre il 70% dei cittadini europei vive nelle aree urbane. Aumentare la sostenibilità dei sistemi urbani significa soprattutto ridurre le pressioni legate alla mobilità: elevati volumi di traffico, congestione, qualità dell'aria, inquinamento acustico, elevate emissioni di gas serra, esclusione sociale, *sprawl* urbano, costituiscono le sfide più significative da affrontare per raggiungere l'obiettivo di uno sviluppo urbano sostenibile. Anche la sicurezza stradale è un aspetto non trascurabile, considerati gli elevati costi economici e sociali connessi agli incidenti.

In base al principio di sussidiarietà, gli enti locali sono i primi responsabili per le politiche territoriali. Tuttavia l'Unione Europea ha giocato un ruolo chiave a partire dal 2001, con l'adozione del *Libro bianco sulle politiche dei trasporti*. L'UE ha infatti adottato una combinazione di linee guida e di interventi diretti volta a promuovere una nuova cultura della mobilità presso gli enti locali. A livello politico, il libro verde *Verso una nuova cultura della mobilità urbana* nel 2007 e il *Piano d'azione sulla mobilità urbana* nel 2009 rappresentano una pietra miliare: l'UE riconosce che, nonostante le differenze esistenti tra le città europee, le sfide da affrontare sono le stesse e che l'approccio da adottare deve essere il più integrato possibile.

Sulla base delle politiche sviluppate, l'UE ha prodotto diverse istruzioni e linee guida.

CIVITAS (City VITALity-Sustainability initiative) è probabilmente uno degli strumenti più noti per aiutare le città europee ad implementare strategie per il trasporto urbano integrate e sostenibili. Ci sono state molte altre iniziative quali ELTIS, PROPOLIS, TERM, alcune delle quali sono volte specificamente all'individuazione di indicatori per il monitoraggio di piani di mobilità sostenibile.

Mobility is a major component in ensuring freedom of movement and good quality of life. It is strictly associated to the concept of sustainability, considering that more than 70% of European citizens live in urban areas.

Traffic volumes and congestion, air quality, noise pollution, consumption of non renewable resources, greenhouse gas emissions, social exclusion and urban sprawl are significant challenges to achieve sustainable urban mobility. This is one of the most important goals of the Coordination Plan of the District of Naples (PTCP). In this paper, we show the process of research, selection, valuation, weighting and synthesis of a set of indicators to monitor sustainable mobility during the realization process of the PTCP.

Two urban areas lacking infrastructure connections are considered: North Naples and Giuglianesa. According to the Planning Code, the GIS Office and the Planning Office are responsible for choosing the set of indicators and its application, and for evaluating if the goals of the PTCP are achievable and if corrective actions should be undertaken as well.

The Environmental Report attached to the Plan sets down to link each topic of the plan to a unique index resulting from a set of specific indicators. One of the results of this study was the selection of 22 indicators for sustainable mobility.

They were the outcome of the intersection between the lists available in scientific literature and the databases available for the District of Naples. As set down by the PTCP Planning Code, a top down approach was adopted. Therefore indicators were selected by technicians. However, a bottom up approach, i.e. citizenship and stakeholders select indicators, would have resulted in a more transparent process. This study applied a rating method named *allocation of budget* to weight indicators. Weights determined the importance of each indicator compared to the others.

After the weighting procedure, the aggregation of indicators into a single complex index could take place. The main result of this research was the design and implementation of a database via a GIS. Not only could this GIS be updated, but it could also convert information within each indicator into a single complex index. It could immediately give the trend towards sustainable mobility.

The database was useful to compare either a zone of the district in different times or different areas of the district at the same time. In addition, the process of building indices could help transparency in planning procedures and social learning through the appraisal process, if citizenship and stakeholders had been involved. The combined use of participatory techniques and multiple criteria analysis takes conflicting interest into account and is the only way to solve them in a common vision.

The method implemented in this research should be applied to planning process as well and should involve most of the society.

In questo studio, si intende creare un sistema di supporto alla VAS del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) di Napoli, attraverso la selezione di un set di indicatori per monitorare e valutare le azioni programmate in direzione di una mobilità sostenibile.

Gli indicatori

La Carta di Aalborg del 1994, che costituisce l'atto costitutivo della Campagna delle città europee sostenibili, riconosce il ruolo degli indicatori come strumento fondamentale per valutare e quindi monitorare le iniziative intraprese verso un modello urbano sostenibile:

Le città riconoscono che il concetto dello sviluppo sostenibile

fornisce una guida per commisurare il livello di vita alle capacità di carico della natura... Le città sono coscienti di dover basare le proprie attività decisionali e di controllo, in particolare per quanto riguarda i sistemi di monitoraggio ambientale, di valutazione degli impatti, nonché quelli relativi alla contabilità, al bilancio, alla revisione e all'informazione, su diversi tipi di indicatori, compresi quelli relativi alla qualità dell'ambiente urbano, ai flussi urbani, ai modelli urbani e, ancor più importante, su indicatori di sostenibilità dei sistemi urbani (<http://www.aalborgplus10.dk>).

Gli indicatori sono divenuti ormai uno strumento condiviso da numerosi organismi italiani, europei ed internazionali, e sono stato oggetto di numerose riflessioni anche nella letteratura scientifica. Attualmente, l'identificazione e l'utilizzo di indicatori per la mobilità trovano applicazione soprattutto nell'analisi dello sviluppo urbano in generale, oppure nella valutazione della sostenibilità del sistema dei trasporti nel suo complesso, mentre sono ancora poche le applicazioni al caso specifico della mobilità urbana.

Liste di indicatori possono essere reperite in numerose iniziative dell'Unione Europea. In questo studio sono state selezionate ed analizzate le seguenti iniziative:

- ICE, Indicatori Comuni Europei: l'iniziativa, promossa nel 1999, ha portato alla selezione di dieci indicatori legati alla pianificazione territoriale; alcuni di questi, quali il trasporto passeggeri e la mobilità locale, sono direttamente connessi alla mobilità sostenibile;
- TISSUE, Trends and Indicators for monitoring the EU thematic Strategy on Sustainable development of Urban



Pista ciclabile a Monaco.

Environment: sviluppato dal 2004 al 2007, questa iniziativa analizza gli indicatori sviluppati nell'ambito del V programma con lo schema DPSIR (determinati, pressioni, stato, impatto, risposta); gli indicatori selezionati sono raggruppati in cinque aree, una delle quali è esclusivamente dedicata alla mobilità;

- TERM, Transport and Environment Reporting Mechanism: sviluppato a partire dal 1999, ha come scopo principale quello di definire una lista di indicatori legata al settore dei trasporti ed applicabile a tutti gli Stati membri; la lista di indicatori e le banche dati sono aggiornate su base annuale;
- PROPOLIS, Planning and Research Of Policies for Land use and transport for Increasing urban Sustainability: sviluppato dal 2000 al 2004, ha ricercato e testato politiche integrate di uso del suolo e trasporti, attraverso strumenti e metodi di valutazione per la definizione di strategie sostenibili di lungo termine applicate ad alcune città europee.

Anche in letteratura è possibile individuare liste di indicatori. Litman (2010) elenca 39 indicatori suddivisi in tre gruppi (fondamentali, facoltativi e specialistici). Jeon e Amekudzi (2005) analizzano 16 studi relativi a indicatori per il settore dei trasporti e selezionano un elenco di 16 elementi. Costa et al. (2005) identificano una lista di indicatori attraverso una ricerca nel web e quindi selezionano una lista finale di 24 indicatori, attraverso un processo di attribuzione di pesi con il metodo AHP (Analytical Hierarchy Process) rivolto ad un gruppo di esperti. Barker (2005) analizza il sistema di trasporto

della città di San Antonio in Texas, utilizzando come indicatore chiave i km-veicolo pro capite; tutti i fenomeni connessi alla congestione sono ricondotti a questo indicatore e vengono quindi suggerite strategie per aumentare la sostenibilità del sistema di trasporto.

Il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Napoli (PTCP)

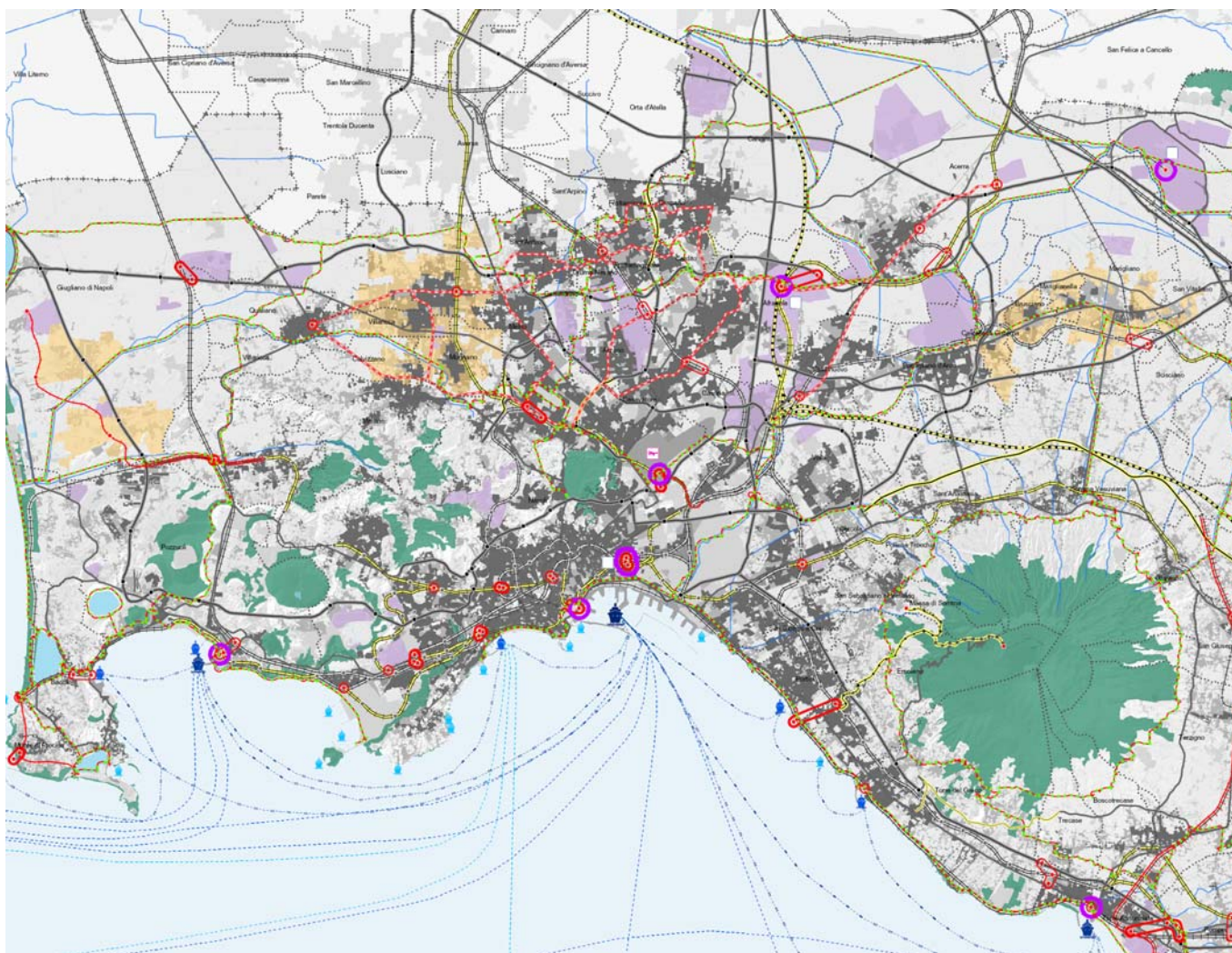
La Provincia di Napoli è caratterizzata da un'elevata densità della popolazione. La Regione Campania ha una popolazione residente di 5.816.999 abitanti, pari al 9,7% di quella nazionale con un territorio che è pari al 4,5% del totale. Questi dati, che di per sé sono indice di elevate densità, si caricano di un'ulteriore drammaticità se si considera che la popolazione campana si concentra per il 52,8% nel territorio della Provincia di Napoli, su di un territorio che è pari all'8,6% di quello totale. La densità della popolazione è infatti pari a 1.903

abitanti per kmq, che è più del doppio delle altre aree metropolitane italiane (483 ab./kmq per Roma e 927 ab./kmq per Milano). Su un territorio con queste caratteristiche, assume un ruolo di primaria importanza il tema della mobilità sostenibile dei cittadini e delle imprese, in relazione all'esigenza di garantire un'ottimale accessibilità tra le diverse parti del territorio.

A fronte di una tale situazione di congestione il PTCP della Provincia di Napoli prevede la realizzazione di un sistema policentrico che "si sposa con il trasporto pubblico su ferro e testimonia l'assonanza tra il maggiore sforzo regionale per la creazione della metropolitana regionale e l'attività pianificatoria della Provincia nell'indirizzare l'urbanizzazione intorno ai nodi del trasporto pubblico" (Moccia, 2009).

Lo sforzo della Regione Campania nella realizzazione del progetto di Metropolitana Regionale ha portato alla creazione di 170 km di nuove ferrovie nell'arco temporale 2000-2009, alla costruzione ex novo e/o alla riqualificazione di 102 stazioni, con un investimento complessivo di 9.140 milioni di euro, di

PTCP della Provincia di Napoli: nodi e reti per la connettività territoriale.



cui 3.115 già spesi, 5.252 in cantiere e 3.500 in fase di programmazione. Questo investimento si è tradotto in un incremento dei servizi che ha visto l'aumento dei passeggeri annui sulla rete ferroviaria regionale del 40% e del 75% sulla rete provinciale. La quota modale del trasporto ferroviario è passata quindi al 42,9% con un incremento dell'11%, a fronte di una media delle città italiane pari al 27,7%. I dati qui presentati sono tratti da ACAM (2009).

Sul tema della mobilità in generale, la proposta di PTCP mette in evidenza che il sistema infrastrutturale è ancora molto condizionato dal ruolo di attrazione esercitato dal capoluogo, nonostante un disegno a griglia che si è venuto a configurare. Il deficit di mobilità si registra non tanto sulle grandi distanze ma soprattutto a livello locale.

Per quanto riguarda la rete ferroviaria in particolare, negli ultimi dieci anni si è vista una profonda trasformazione grazie alla realizzazione del passante ferroviario e alla linea AV/AC, in penetrazione su Napoli ed in prosecuzione verso sud con la seconda stazione di Striano Poggiomarino. A ciò si aggiungono la realizzazione dell'anello della linea 1 della metropolitana di Napoli, la nuova Alifana, la linea del Circumvesuviana S. Giorgio - Volla, nonché l'attivazione di nodi intermodali nell'area del capoluogo che consentiranno di mettere in rete gran parte delle infrastrutture.

Il nuovo schema della rete ferroviaria metropolitana è quindi imperniato sull'anello centrale della linea 1, agganciato ad occidente con l'anello flegreo, Cumana e Circumflegrea, ad oriente con le linee della Circumvesuviana, a nord con la nuova Alifana, ed attraversato dal sistema nazionale.

Per quanto riguarda la rete stradale, essa è caratterizzata da un buon sistema a scorrimento veloce, composta da assi autostradali che consentono i collegamenti con i terminali principali, aeroporto di Capodichino e porto di Napoli, e da strade a scorrimento veloce: ex ss 162 nc asse mediano nella direzione Nola - Giugliano, ex ss 162 dir dal Centro Direzionale di Napoli ad Acerra, ex ss 87 nc dalla rotonda di Arzano in direzione Caserta, ss 268 a servizio dei comuni a Nord del Vesuvio e infine, Tangenziale di Napoli. A parte il potenziamento della ss 268, il completamento della ex ss 87 nc ed il collegamento tra Tangenziale di Napoli ed Asse Mediano, non sono previsti grossi interventi sulla rete viaria. Resta tuttavia il problema dell'innesto di questa rete su quella locale. I centri storici infatti non sono in grado di assorbire flussi di traffico elevati, con conseguenti fenomeni di congestione, inquinamento acustico ed atmosferico etc. Sono esemplari di queste condizioni l'autostrada Napoli-Pompei e la SP1, circumvallazione esterna di Napoli, che hanno perso il carattere di arterie a scorrimento veloce. Inoltre il territorio è spesso caratterizzato da aree prevalentemente monofunzionali, come, ad esempio, l'area di Giugliano con una forte caratterizzazione residenziale, che esasperano le esigenze di mobilità.

Il PTCP mette a sistema le iniziative messe in campo a livello nazionale e regionale, cercando contemporaneamente di ri-

durre e razionalizzare le esigenze di mobilità, mediante l'integrazione tra politiche urbanistiche ed infrastrutturazione del territorio. In questa direzione il Piano individua tre componenti principali:

- il capoluogo e i piccoli comuni a ridosso di esso, che si possono considerare ormai parte integrante della periferia di Napoli e che vanno integrati mediante la metropolitana;
- i comuni a ridosso della cintura del capoluogo, che vedono una forte componente di pendolarismo con il capoluogo, ma che presentano delle caratteristiche autonome; queste ultime, se adeguatamente potenziate, possono far assurgere questi comuni a centri di mobilità intermedia; è il caso di comuni come Afragola e Casoria;
- i comuni che hanno una loro precisa autonomia rispetto al capoluogo, con una identità ben definita (si pensi ad esempio a Nola con l'interporto, o a Giugliano), tale da trasformarli in poli di riferimento per le realtà urbane circostanti, e che possono ancora configurarsi come poli efficaci della mobilità locale e centri di interscambio per le connessioni interprovinciali e con il capoluogo.

Le azioni messe in campo dal Piano mirano quindi ad ottimizzare gli investimenti in atto attraverso il potenziamento delle tratte ferroviarie esistenti e sottoutilizzate e la realizzazione di stazioni e parcheggi di interscambio e di reti ciclopedonali connesse al trasporto pubblico locale. La mobilità generata dai grandi attrattori (Centri Direzionali, Ospedali, Poli produttivi) viene invece governata con soluzioni specifiche mediante il *mobility management*. Infine, il soddisfacimento del fabbisogno abitativo avviene attraverso la densificazione di aree a bassa densità in prossimità degli snodi ferroviari.

Selezione ed elaborazione degli indicatori

Le Norme di Attuazione all'art. 7 prescrivono che il SIT selezioni degli indicatori per valutare la performance del piano durante la sua realizzazione, al fine di verificare se gli obiettivi posti siano raggiungibili e se debbano essere intraprese azioni correttive.

Il Rapporto Ambientale allegato al Piano, prescrive di individuare per ciascuno dei temi elaborati dal Piano un indice unico, come sintesi di un set specifico di indicatori (Provincia di Napoli, 2008). In questo studio si analizza il tema della mobilità sostenibile, uno dei punti di forza del piano, e si testa il set di indicatori su due degli undici Sistemi di Sviluppo Territoriale (STS) in cui la Regione ha suddiviso il territorio provinciale, Area Nord e Giuglianese, quest'ultimo considerato come "una delle espressioni più evidenti degli indirizzi" (Moccia, 2009) espressi dal piano in quanto aree con un forte deficit infrastrutturale. Considerato che il piano è stato adottato dalla Giunta ma non è stato ancora approvato in via

definitiva dal Consiglio Provinciale e che, in seguito all'inseadimento di una nuova guida politica dell'Ente, potrebbero essere apportate modifiche sostanziali, questa sperimentazione si è concentrata su sviluppo e test del metodo per selezionare prima gli indicatori e, quindi, attraverso la valutazione e l'attribuzione di pesi agli indicatori di base, gli indici. La selezione di 22 indicatori per la mobilità sostenibile è il risultato dell'intersezione tra le liste presenti in letteratura e le banche dati disponibili per il territorio della Provincia di Napoli, in quanto il Rapporto Ambientale allegato al Piano raccomanda l'uso di data base esistenti, per evitare lo spreco di fondi legato alla duplicazione di informazioni. Gli indicatori selezionati sono stati raggruppati secondo le tre dimensioni dello sviluppo sostenibile, ambiente società ed economia. La dimensione sociale è stata a sua volta articolata in due sottodimensioni: accessibilità e vivibilità (Mameli et al., 2009). Quindi per la dimensione ambientale sono stati selezionati:

1. Valori massimi di CO₂ rilevati;
2. Valori massimi di NO₂ rilevati;
3. Valori massimi di SO_x rilevati;
4. Valori massimi di O₃ rilevati;
5. Valore massimo registrato polveri sottili;
6. Composizione dal parco veicoli in base alle normative anti inquinamento.

Per la dimensione sociale l'elenco è composto da:

7. Incidenti anno;
8. Morti/feriti anno;
9. Incidenti / ettaro;
10. Morti/feriti ettaro;
11. % di persone che vivono nel corridoio di incompatibilità acustica delle SSPP;

12. % di persone che utilizzano la bici o vanno a piedi per gli spostamenti casa lavoro;
13. % di persone che abitano nel raggio di 300 m da fermata autobus;
14. % di persone che abitano nel raggio di 500m da fermata metro;
15. lunghezza delle piste ciclabili in rapporto alla popolazione residente;
16. Rapporto tra le lunghezze delle reti ciclabili e viarie principali;
17. Rapporto tra le lunghezze degli assi ferroviari e stradali esistenti e l'area del comune;
18. Rapporto tra la lunghezza degli assi ferroviari e l'area del comune.

Infine, la dimensione economica prevede i seguenti indicatori:

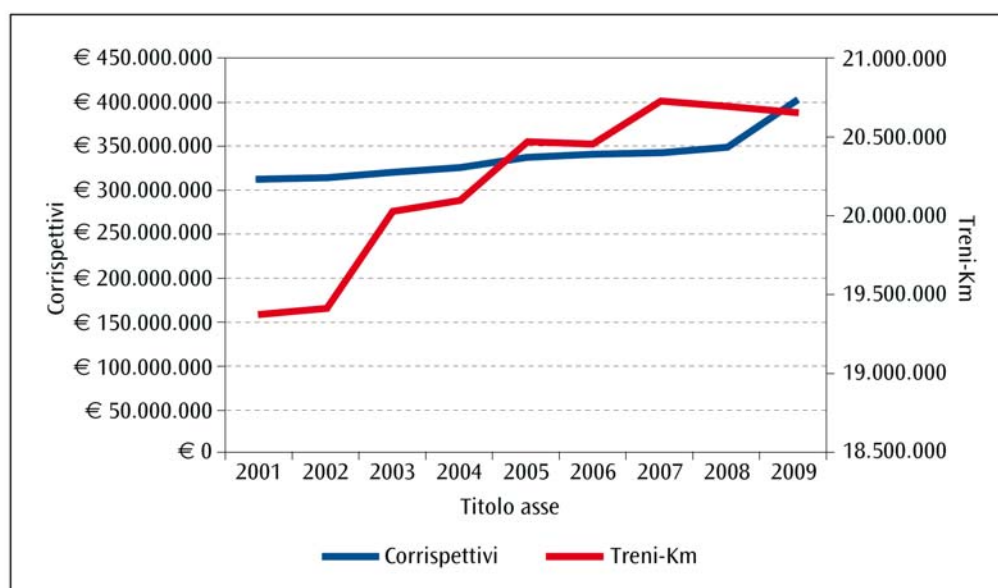
19. Risorse economiche annue investite dalla Regione Campania nel TPL;
20. Densità parco veicolare (numero vetture / kmq);
21. Rapporto tra abitanti e numero autovetture;
22. Rapporto tra abitanti e numero motocicli.

Questa selezione è avvenuta con una logica di tipo *top down*, ovvero gli indicatori sono selezionati dai tecnici, come previsto dalle NTA. Con una procedura di tipo *bottom up*, invece, sono i cittadini e gli *stakeholders* a selezionare gli indicatori, favorendo la trasparenza del processo di pianificazione, l'acquisizione di maggiore consapevolezza da parte di tutti gli attori coinvolti e la condivisione delle scelte.

Sono state ricercate ed analizzate diverse banche dati per verificare la possibilità di un utilizzo per la definizione degli indicatori per la mobilità sostenibile nella Provincia di Napoli. Uno dei punti di forza di questo studio è stato proprio l'integrazione di tutte le banche dati disponibili attraverso il GIS in

una prospettiva di supporto alla pianificazione territoriale. Le banche dati prese in esame per la Provincia di Napoli sono sia di livello nazionale (ISTAT, ISPRA e ACI), sia di livello locale (ARPAC e Rapporto sullo Stato dell'Ambiente della Provincia di Napoli). A livello nazionale, l'ISTAT, Istituto nazionale di STATistica, l'ISPRA, Istituto nazionale di PROtezione Ambientale, e l'ACI, Automobile Club d'Italia, sono stati molto utili per la definizione di alcuni degli indicatori selezionati, quali la percentuale di persone che si reca a scuola o a lavoro a piedi o con la bici, oppure la percentuale di

Andamento dell'offerta dei servizi ferroviari (treni - km) e dei corrispettivi annuali in Campania.



auto che rispetta determinati standard di emissione.

Le banche dati dell'ISTAT sono state preziosissime per tutta la parte relativa al Censimento della Popolazione 2001, in quanto hanno consentito l'individuazione del numero di abitanti ricadenti in determinate aree (buffer delle stazioni ferroviarie e delle fermate degli autobus, corridoi di incompatibilità acustica), la ripartizione modale degli spostamenti ed i tempi impiegati per gli stessi.

Purtroppo, soprattutto in relazione a questi ultimi due aspetti, la rilevazione decennale risulta essere incapace di cogliere i trend della mobilità, che risulta influenzata da molti fattori di tipo esogeno, quale, ad esempio, l'ascesa del costo dei carburanti, o di tipo endogeno, come il progressivo completamento della rete metropolitana di Napoli. Proprio per supplire a queste lacune, l'ISTAT elabora annualmente il rapporto *Dati ambientali nelle città - Indicatori sui trasporti urbani*, in cui si cerca di cogliere il trend nel settore della mobilità.

Questo rapporto si basa su indagini a campione condotte mediante interviste nei principali capoluoghi di Provincia, e, per le aree metropolitane, il campione è esteso anche ai Comuni limitrofi del centro principale. Considerato che il caso studio è stato ricondotto ad alcune aree della Provincia, ad esclusione del capoluogo, questi hanno trovato scarsa applicazione, ma possono essere sicuramente utilizzati nel momento in cui la proposta di metodo dovesse essere estesa all'intero territorio provinciale.

L'ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, produce una notevole quantità di dati ambientali, aggregati soprattutto a livello regionale e nazionale. Questi dati sono stati utili soprattutto per la definizione di soglie e di obiettivi per la tutela dell'ambiente e della salute dell'uomo. L'ACI fornisce una ricca serie di dati relativa al patrimonio veicolare italiano. I dati disponibili *on line* sono molto detta-

gliati. Infatti descrivono il parco veicolare in base alla tipologia, alla vetustà, al rispetto degli standard emissivi e sono disponibili in varie scale, dalle aggregazioni comunali a quelle nazionali. Questa banca dati ci ha consentito agevolmente di gestire diversi indicatori, quali la densità di autovetture, il numero di motocicli per abitante etc.

A livello locale sono state analizzate le banche dati dell'ARPAC, Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale Campana. In esse sono presenti molti dati relativi ad agenti inquinanti riconducibili al trasporto urbano. La rete di monitoraggio dell'ARPAC, purtroppo, è incentrata sui cinque capoluoghi di Provincia, e non è pertanto in grado di definire un quadro completo per l'intero territorio provinciale. Comunque questi dati sono stati molto utili per la definizione di trend e di soglie per ciascun indicatore.

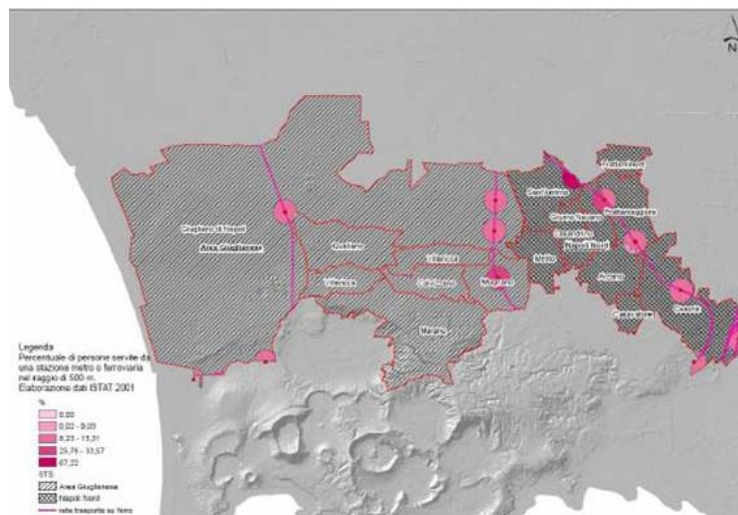
La Provincia di Napoli, nell'esercizio delle sue funzioni istituzionali, ha predisposto una rete di monitoraggio ambientale complementare e collegata a quella dell'ARPAC, riuscendo a fornire maggiori dettagli sullo stato dell'ambiente a livello provinciale. I dati del monitoraggio sono pubblicati dall'Area Ambiente dell'Ente. Il *Rapporto sullo Stato dell'Ambiente della Provincia di Napoli* è stilato in analogia al *Rapporto Regionale sullo Stato dell'Ambiente*, ma la rete di monitoraggio è estesa ai comuni escludendo il capoluogo. Purtroppo la Provincia ha pubblicato l'ultimo rapporto nel 2004, è quindi necessario un aggiornamento della banca dati.

La Provincia ha condotto una serie di azioni anche nel settore della sicurezza stradale: è stata realizzata una banca dati con il numero di incidenti, morti e feriti, anche se ha bisogno di essere aggiornata. Infine, la Provincia è competente per le aziende di trasporto pubblico locale (TPL). Queste numerose banche dati hanno consentito la definizione di molti indicatori, quali la percentuale di persone che vive a 300/500 metri da una stazione degli autobus / metropolitana e i finanziamenti regionali al TPL.

Per ottenere l'indice di mobilità sostenibile è stato necessario prima individuare le funzioni di valutazione per ciascun indicatore con una scala normalizzata e, quindi, passare all'attribuzione dei pesi e all'aggregazione finale.

La funzione di valutazione ha lo scopo di assegnare a ciascun valore dell'indicatore posto sull'asse delle ascisse un valore delle ordinate nell'intervallo chiuso (0,1). Questa operazione può essere realizzata con diversi metodi, quali, ad esempio, *direct rating* e *indifference methods*. Per maggiori dettagli sull'argomento, si può fare riferimento a von Winterfeldt ed Edwards (1986). In questo studio è stato applicato il *direct rating*, ovvero sono stati individuati per ciascun indicatore il migliore ed il peggiore valore, e ad essi sono stati assegnati rispettivamente il valore 1 ed il valore 0. L'individuazione del valore migliore e di quello peggiore è stata effettuata caso per caso,

Percentuale di persone servite da una fermata ferroviaria nel raggio di 500 m. Elaborazione dati ISTAT e Provincia di Napoli.



sulla base di soglie stabilite per legge, come nel caso dell'inquinamento acustico o degli inquinanti atmosferici, oppure sulla base dei migliori e dei peggiori valori rilevati nell'area oppure a livello regionale o nazionale. Per quanto riguarda il tipo di funzione, Lautso et al. (2004) ritengono che sia necessario assumere come ipotesi di partenza la linearità della funzione e, nel caso di scale alternative di rappresentazione, di utilizzare quella che con maggiore approssimazione riconduce ad una funzione lineare. In questo studio si è adottata l'ipotesi di una funzione lineare.

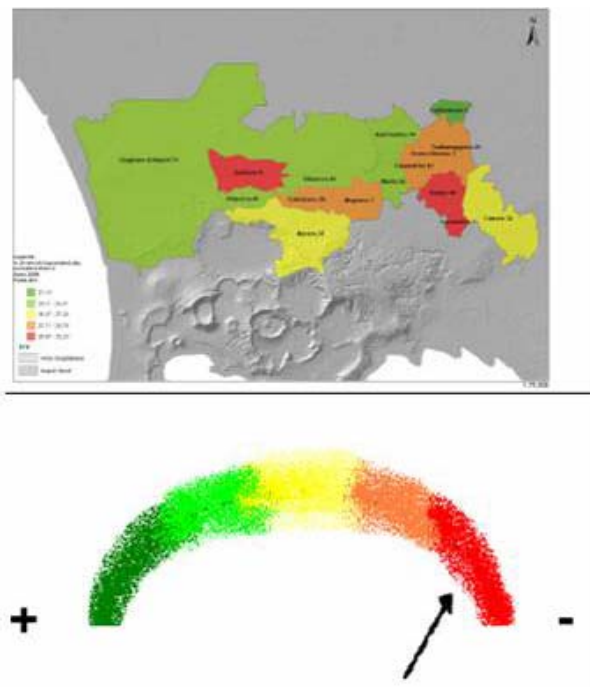
L'elaborazione dei dati è partita dallo *shape file* relativo alle fermate del trasporto pubblico locale su ferro della Provincia di Napoli e dallo *shape file* delle isole censuarie. Sono state localizzate le fermate ricadenti negli ambiti di studio, quindi sono state individuate le aree (*buffer*) situate in un raggio di 500 metri dalle fermate stesse. Al fine di individuare le persone servite ricadenti nel *buffer*, è stata effettuata un'intersezione con le isole censuarie relative al 2001, contenenti l'indicazione del numero di residenti, e le stesse aree di *buffer*. Dalla sommatoria delle persone servite e dal dato della popolazione complessiva è possibile ricavare la percentuale di persone che vivono ad una distanza percorribile a piedi da una fermata della metropolitana.

Per l'area oggetto di studio si sono ottenuti i seguenti risultati: il numero di persone complessivamente servite nel raggio di 500 metri passerà progressivamente da 41.623 unità a 45.097 unità per il progressivo ampliamento della rete di Metrocampania Nord Est, che sta in parte riutilizzando il tracciato della vecchia linea Alifana; i dati percentuali passeranno quindi da 7,79 a 8,44.

Elaborazione dell'indice

Gli indicatori non hanno unità di misura comuni. Non ci sarebbe bisogno di ulteriore elaborazione dei dati, ma il numero di indicatori da prendere in considerazione potrebbe essere poco pratico. Si consideri che per uno solo dei temi affrontati dal PTCP sono stati individuati ben 22 indicatori. Quindi per standardizzare in una scala comune gli indicatori e rendere quindi possibile l'attribuzione di pesi, le funzioni di valutazione adottate hanno tutte un co-dominio nell'intervallo (0,1). L'assegnazione dei pesi consente di comprendere l'importanza di ciascun indicatore rispetto agli altri nella definizione dell'indice. In questo modo, la variazione di uno degli indicatori permette di cogliere l'effetto sull'indice complesso e, in definitiva, di capire se ci si sta muovendo effettivamente nella direzione di una mobilità sostenibile. I metodi per l'attribuzione dei pesi sono molteplici. Per maggiori dettagli sul tema si può fare riferimento a Nijkamp et al. (1990) e Fusco Girard et al. (1997).

In questo studio è stato scelto il metodo dell'allocazione di budget.



Risultato della distribuzione di pesi tra le dimensioni della sostenibilità.

Questa scelta è stata basata sulla fattibilità: il metodo AHP, ovvero il confronto a coppie, che è spesso utilizzato in letteratura, sarebbe risultato troppo lungo. Inoltre si temeva un elevato indice di consistenza, che avrebbe portato a ripetere l'intero processo di confronto a coppie. Il processo di attribuzione dei pesi è stato avviato con *focus group* con l'ufficio di Piano ed il SIT. Durante l'incontro è stata presentata la lista di indicatori ed è stata fatta oggetto di discussione.

La lista presentata era suddivisa in tre gruppi, corrispondenti alle tre dimensioni della sostenibilità (ambientale, sociale ed economica). Quella sociale era stata ulteriormente divisa in due sottogruppi: accessibilità e vivibilità. Dopo alcuni giorni, al personale degli uffici è stato chiesto prima di distribuire cento punti tra i gruppi di indicatori individuati, e poi di dividere i punti assegnati ai gruppi tra i singoli indicatori. I dati raccolti sono stati elaborati e sottoposti all'attenzione del personale degli uffici in un secondo *focus group*, dove sono stati oggetto di ulteriore discussione. Al termine dell'incontro, è stata offerta la possibilità di rivedere l'assegnazione dei punteggi, ma nessuno ha ritenuto opportuno cogliere l'opportunità.

L'assegnazione dei pesi ha consentito di effettuare una scrematura degli indicatori selezionati. Analogamente alla procedura adottata da Mameli e Marletto (2009), si è deciso di utilizzare per la definizione dell'indice complesso un sottoinsieme del set di indicatori selezionati, per i quali il punteggio assegnato è superiore a 4,5:

1. Valori massimi di CO₂ rilevati;
2. Valori massimi di NO₂ rilevati;

3. Valore massimo registrato polveri sottili;
4. Incidenti anno;
5. % di persone che utilizzano la bici o vanno a piedi per gli spostamenti casa lavoro;
6. % di persone che abitano nel raggio di 300 m da fermata autobus;
7. % di persone che abitano nel raggio di 500m da fermata metro;
8. Rapporto tra la lunghezza degli assi ferroviari e l'area del comune;
9. Risorse economiche annue investite dalla Regione Campania nel TPL.

Il calcolo dell'indice è dato dall'aggregazione con la seguente formula:

dove:

- $\square$ = numero degli indicatori
 $\omega_{\square}$ = peso degli indicatori
 $V_{\square}$ = funzione di valutazione
 $\square$ = valore degli indicatori grezzi

Infine è stato effettuato il calcolo del *reliability index* o grado di affidabilità, che viene utilizzato per gestire i dati ambigui, imprecisi, oppure i dati mancanti. Quest'ultima ipotesi è quella che ricorre nel caso studio. Infatti si verifica che per alcuni indicatori, ed in particolare per quelli relativi all'inquinamento atmosferico, la rete di rilevazione non sia distribuita in modo omogeneo sull'intero territorio, per cui, per diversi Comuni ricadenti nell'area studio, i dati non sono disponibili. Ai fini statistici a questi dati mancanti viene spesso assegnato il valore medio di quelli rilevati.

Tuttavia, resta il fatto che la ricerca così effettuata risulta viziata dalla indeterminatezza di questi valori. Al fine di prendere in considerazione questa indeterminatezza, che non è legata ad errori sistematici o ad errori statistici, si ricorre al *reliability index*.

L'indice complesso di mobilità sostenibile, oggetto ultimo della ricerca, dipende dal set di indicatori selezionato per la Provincia di Napoli.

L'affidabilità dell'indice è dato dalla qualità di tutti gli indicatori selezionati ed è legato alla qualità dei dati contenuti nei singoli indicatori, ed in particolare alla presenza dei dati per tutti i comuni dell'area studio.

Questo valore può essere fatto variare in un intervallo chiuso [0, 1] e sarà pari ad uno, quando sono disponibili i dati per tutti i comuni dell'area studio, e pari a zero, nei casi in cui non sia presente alcun dato per l'indicatore analizzato.

Il grado di affidabilità sarà calcolato per ridurre il peso ù, valutato precedentemente con procedura *ad hoc*, al fine di esplicitare questa indeterminatezza contenuta nel set di dati. Il calcolo del grado di affidabilità parte quindi dall'analisi dei dati di ciascun indicatore.

INDICATORI			Pesi
Dimensione ambientale	1	Valori massimi di CO rilevati	7,39
	2	Valori massimi di NOx rilevati	5,50
	3	Valori massimi di SOx rilevati	4,09
	4	Valori massimi di O ₃ rilevati	5,88
	5	Valore massimo polveri sottili	4,93
Dimensione sociale: vivibilità	6	Composizione del parco veicoli in base alle normative anti inquinamento	2,26
	7	Incidenti anno	4,55
	8	Feriti anno	3,48
	9	Incidenti / ettaro	1,66
	10	Feriti / ettaro	1,38
Dimensione sociale: accessibilità	11	% di persone che vivono nel corridoio di incompatibilità acustica delle SSP	4,21
	12	% di persone che utilizzano la bici o vanno a piedi per gli spostamenti casa lavoro	5,07
	13	% di persone che abitano nel raggio di 300 m da fermata autobus	6,07
	14	% di persone che abitano nel raggio di 500 m da fermata metro	7,86
	15	lunghezza delle piste ciclabili in rapporto alla popolazione residente nei comuni	3,13
	16	Rapporto tra le lunghezze delle reti ciclabili e viarie principali	2,76
	17	Rapporto tra le lunghezze degli assi ferroviari e stradali esistenti e l'area del comune	3,18
	18	Rapporto tra le lunghezze degli assi ferroviari esistenti e l'area del comune	5,16
Dimensione economica	19	Risorse economiche annue investite dalla Regione Campania nel TPL	10,06
	20	Densità parco veicolare (numero vetture / kmq)	3,38
	21	Rapporto tra abitanti e numero auto/vetture	4,13
	22	Rapporto tra abitanti e numero motocicli	3,85
TOTALE			100,00

Lista degli indicatori selezionati e punti assegnati.

Il grado di affidabilità del singolo indicatore è dato dal rapporto:

$$R_{ai} = \frac{m_i}{n_i}$$

Con

- R_{ai} : grado di affidabilità dell'indicatore i-esimo
 m_i : numero totale dati disponibili
 n_i : numero massimo possibile di dati
 i : indicatore i-esimo

Il calcolo del grado di affidabilità riferito all'indice complesso è dato da:

$$RI = \frac{\sum_{i=1}^n R_{ai} \cdot \omega_i}{\sum_{i=1}^n \omega_i}$$

Con

- RI : grado di affidabilità dell'indice
 R_{ai} : grado di affidabilità dell'indicatore i-esimo
 ω_i : peso assegnato a ciascun indicatore
 n : numero indicatori

Applicando queste formule al caso studio, avremo che il numero massimo di dati disponibili, n_i , è dato dal numero di comuni presenti nell'area studio; per quanto riguarda gli indicatori si avrà $R_{ai} = 1$, tranne che per gli indicatori relativi all'inquinamento atmosferico per i quali si avrà:

- indicatore 1 (CO): $R_{a1} = 2/15$
 indicatore 2 (NO_x): $R_{a2} = 2/15$
 indicatore 3 (SO₂): $R_{a3} = 1/15$
 indicatore 4 (O₃): $R_{a4} = 1/15$

indicatore 5 (PM): $R_{a5} = 2/15$

Il grado di affidabilità dell'indice complesso di mobilità sostenibile, RI, sarà pari a 0,87, nel tempo $T=0$, corrispondente all'analisi dello status quo. È ipotizzabile che, con il completamento della rete di monitoraggio, il set di dati sia sempre più esaustivo, per cui il valore di RI tenderà a 1.

Ovviamente tale grado di affidabilità potrà essere analizzato oltre che per l'area studio nel suo complesso, anche per diversi livelli di aggregazione dei dati, ad esempio per STS o per Comune.

Nell'immagine è rappresentata la mappa dell'indice di mobilità derivante dall'aggregazione dei dati a livello comunale nell'area studio, Napoli Nord e Giuglianese. Il colore verde rappresenta una performance elevata delle azioni attuate con il piano, mentre quello rosso indica una performance negativa. La mappa è basata su valori ipotetici assunti dagli indicatori durante la realizzazione del piano.

La ricerca si conclude con l'elaborazione di un banca dati per il monitoraggio del PTCP nella fase di attuazione. Il database è stato costruito in modo tale che i dati aggregati, per ciascun indicatore e per ciascun comune, possano essere aggiornati. L'aggiornamento implica automaticamente l'applicazione della funzione di utilità e l'aggregazione pesata dei vari indicatori. La banca dati così costruita potrà essere anche letta sia in funzione di ciascun elemento spaziale di osservazione: il comune, corrispondente alla riga di dati, oppure in funzione di un singolo indicatore, per l'intero territorio. Nell'orizzonte temporale di completamento del piano, si ipotizzi il 2020, sarà necessario effettuare delle verifiche, almeno biennali.

Nell'istante $t = 1$, dai dati del monitoraggio, sarà possibile verificare se l'indice complesso di mobilità sostenibile si sta muovendo o meno, verso il raggiungimento degli obiettivi posti, ovvero il valore 1.

Conclusioni

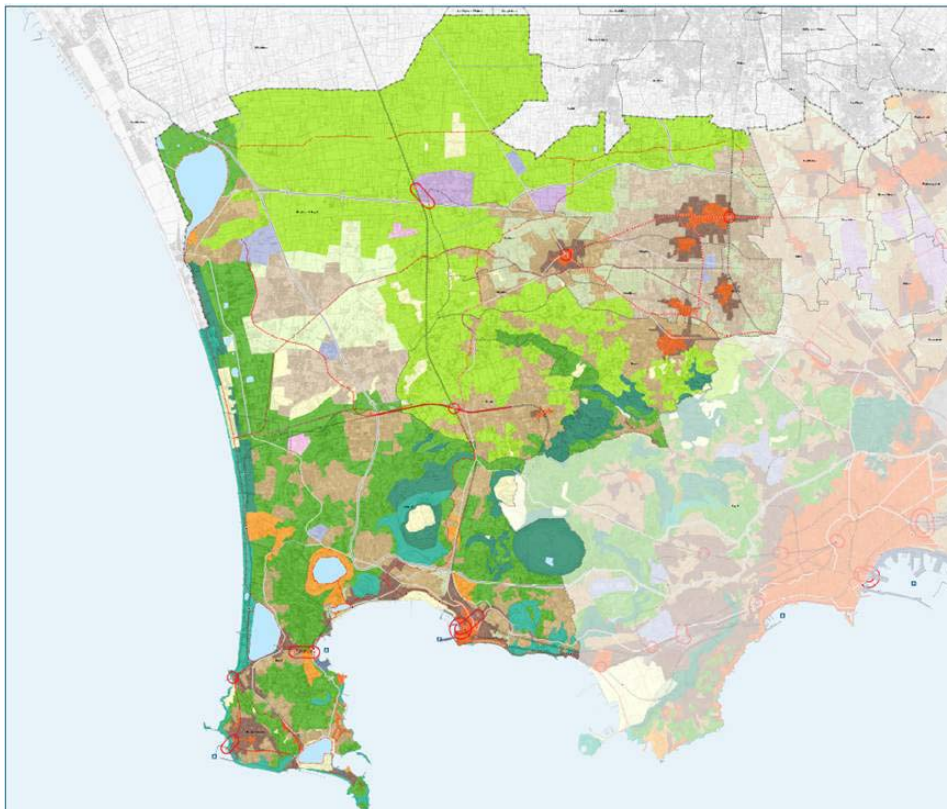
La ricerca ha progettato ed implementato una banca dati attraverso i GIS, che fornisce in modo immediato e di facile comunicazione il trend delle azioni verso la mobilità sostenibile. Il processo di costruzione degli indici enfatizza la trasparenza dell'iter di formazione del piano e, se

coinvolge cittadini e *stakholder*, favorisce una maggiore consapevolezza della società civile e la condivisione delle scelte. La combinazione di tecniche di partecipazione e analisi multi criteri consente infatti il confronto tra le alternative di piano e la loro fusione in una visione comune. Il metodo per il monitoraggio del Piano utilizzato in questo studio dovrebbe quindi essere adottato anche in fase di elaborazione dello stesso, coinvolgendo la società civile.

La fase di monitoraggio è generalmente trascurata nell'iter di realizzazione dei piani. Infatti, dall'analisi delle esperienze relative ai Piani delle Province di Milano, Cremona e Bologna, è emerso che la legislazione regionale prevede esplicitamente questa attività e che tutti e tre i piani analizzati specificano il set di indicatori da utilizzare. Di fatto, però, solo la Provincia di Milano produce dei rapporti di monitoraggio, l'ultimo dei quali nel 2005.

La Direttiva comunitaria 42/2001, relativa alla VAS, fa della valutazione un elemento che permea tutta la fase di elaborazione e realizzazione del piano. In sintonia con lo spirito della norma, i Piani di Milano e Bologna fanno del monitoraggio un processo che ripercorre le stesse tappe della VAS: a) utilizzazione degli indicatori per la valutazione dello status quo, ovvero degli elementi di debolezza e di forza del territorio; b) proiezione degli indicatori nella dimensione progettuale per supportare le scelte del piano; c) ulteriore utilizzazione degli indicatori per il monitoraggio di quelle scelte.

PTCP della Provincia di Napoli: disciplina del territorio prevista per il Giuglianese.



Questo circolo virtuoso non è presente nella proposta di Piano della Provincia di Napoli, dove la definizione degli indicatori a supporto del monitoraggio viene rinviata alla fase di realizzazione dello stesso. Si auspica che, con la revisione del piano, resasi necessaria a seguito dell'insediamento di una nuova compagine politica, si adottino degli strumenti di valutazione in linea con lo spirito della normativa comunitaria, ormai recepita e sperimentata in Italia. La ricerca si è occupata quindi della gestione della massa considerevole di flussi di informazioni e di dati per il monitoraggio della mobilità nel territorio della Provincia di Napoli.

Ai fini del monitoraggio, è stato selezionato un set di indicatori che è stato applicato a due degli undici Sistemi Territoriali di Sviluppo (STS) in cui è articolato il territorio provinciale: Napoli Nord e Area Giuglianese. Tali STS sono stati scelti perché, come indicato nella stessa relazione al PTCP, caratterizzati da collegamenti carenti. Il set è stato selezionato incrociando gli indicatori presenti in letteratura sul tema della mobilità sostenibile con le banche dati disponibili per il territorio provinciale. Sono stati così individuati ventidue indicatori, articolati secondo le tre dimensioni della sostenibilità (ambiente, società ed economia).

Sulla scorta di questo set è stato costruito un GIS, ovvero una banca dati georiferita, che ha il pregio di mettere a sistema l'enorme patrimonio informativo dell'Ente derivante dall'attuazione delle sue specifiche funzioni.

La banca dati ottenuta è di tipo dinamico, e quindi potrà essere aggiornata e consentire confronti di tipo sincronico (tra diverse parti di territorio, in un intervallo di tempo assegnato) e di tipo diacronico (per una stessa porzione di territorio in diversi intervalli temporali). In questo modo sarà possibile non solo valutare le prestazioni delle misure e delle azioni previste nel piano, ma anche alimentare il processo decisionale della gestione del piano e del suo aggiornamento. Il GIS elaborato consente, infine, l'elaborazione di un indice sintetico.

Questo, esplicitamente previsto anche dalle NTA della proposta di PTCP di Napoli, risponde alla necessità di poter comunicare in modo immediato il trend nel conseguimento degli obiettivi di mobilità sostenibile proposti dal piano, ovvero, per il caso studio, un sistema di mobilità più sostenibile. Pertanto, per la costruzione dell'indice sintetico, gli indicatori sono stati sottoposti ad un procedimento di normalizzazione e di assegnazione di pesi.

Come previsto dalle NTA, la definizione dei pesi è stata effettuata con la collaborazione dell'Ufficio Sit e dell'Ufficio di Piano della Provincia di Napoli.

Infine, in ossequio al principio della trasparenza delle informazioni di interesse pubblico, quali sono quelle dei piani territoriali, questo GIS potrebbe essere reso accessibile non solo alle istituzioni, che esercitano le funzioni di governo, ma anche ai cittadini, proiettando quindi il piano nella dimensione dell'e-planning.

Riferimenti bibliografici

- ACAM (2009) "Infrastrutture, industria e servizi di trasporto e logistica in Campania - Terzo rapporto annuale 2009", http://www.acam-campania.it/web/it/Rapporto_2009.pdf.
- Barker W.G. (2005) "Can a sustainable transportation system be developed for San Antonio, Texas?", *Transportation Research Record*, n. 1924, 120-128.
- Costa M.S., Silva A.N.R. and Ramos R.A.R. (2005) "Sustainable urban mobility: a comparative study and the basis for a management system in Brazil and Portugal", in Brebbia, C.A. e Wadhwa, L.C. (eds.), "Urban transport and the environment in the 21st century", WIT Press, Southampton, 323-332.
- Fusco Girard L., Nijkamp P. (1997) "Le valutazioni per lo sviluppo sostenibile della città e del territorio", Franco Angeli, Milano.
- Jeon C.M., Amekudzi A. (2005) "Addressing sustainability in transportation systems: definitions, indicators, and metrics", *Journal Of Infrastructure Systems*, Vol. 11, n.1, 31-51.
- Lautso K., Spiekermann K., Wegener M., Sheppard I., Steadman P., Martino A., Domingo R. e Gayda S. (2004) "PROPOLIS: Planning and research of policies for land use and transport for increasing urban sustainability. Final Report second edition", http://www.iee-library.eu/images/all_ieelibrary_docs/229_propolis.pdf.
- Litman T. (2010) "Well measured - Developing indicators for sustainable and livable transport planning, Victoria Transport Policy Institute", <http://www.vtpi.org/wellmeas.pdf>.
- Mameli F., Marletto G. (2009) "Osservatorio sulle Politiche per la Mobilità Urbana Sostenibile - La selezione degli indicatori di valutazione delle politiche per la mobilità urbana: una procedura partecipata", *ISFORT Rapporti Periodici*, n. 12, http://www.isfort.it/sito/pubblicazioni/Rapporti%20periodici/RP_12%20_giugno_2009.pdf.
- Moccia F. D., Rete di comunicazione e assetto del territorio nel PTCP di Napoli, TeMA 04.09, <http://www.tema.unina.it/index.php/tema/article/view/102>.
- Nijkamp P., Rietveld P., Voogd H. (1990) "Multicriteria evaluation in physical planning", North-Holland, Amsterdam.
- Provincia di Napoli – Assessorato all'Urbanistica (2008) "PTCP Proposta di Piano – Relazione", http://www.provincia.napoli.it/Micro_Siti/Assetto_territorio/Navigazione_Sinistra/Pianificazione_territoriale/PTCP/.
- von Winterfeldt D. and W. Edwards (1986) "Decision analysis and behavioural research", Cambridge University Press, New York.

Referenze immagini

Le immagini relative al Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Napoli sono tratte dal dal sito web <http://www.provincia.napoli.it>.