

**LA VALUTAZIONE ECONOMICA DEGLI IMPATTI  
DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO NELL'AMBIENTE URBANO**

*Arch. Cristina Cozzolino*

**Tutor: Dott.ssa Luciana Sinisi**

## *Abstract*

Le città, assieme alle famiglie e alle collettività locali, sono l'elemento fondamentale delle società e degli Stati e sono i centri in cui si sono sviluppati l'industria, l'artigianato, il commercio, l'istruzione e l'amministrazione. La comprensione dei fenomeni che caratterizzano l'ambiente urbano è di grande rilevanza anche perché gran parte della popolazione vive in città e si stima che nei paesi dell'Unione Europea circa il 75% della popolazione viva in centri medio-grandi caratterizzati per l'alta densità di abitanti e di attività non solo produttive ma anche determinate dalla fruizione dei servizi di varia natura in esse presenti, comprese le attività culturali e ricreative. Per la popolazione residente, particolare importanza è contraddistinta dalla qualità dell'aria, in quanto costituisce un tipico indicatore dell'impatto dello specifico "urbano" sulla qualità della vita dei suoi residenti e delle popolazioni che lo animano, e dall'inquinamento acustico presente nelle diverse realtà urbane e generato dal traffico auto veicolare, ferroviario e aeroportuale.

L'accresciuta sensibilità ambientale (legata soprattutto alla consapevolezza della scarsità delle risorse rinnovabili) ha radicalmente modificato le scelte che gli amministratori sono portati a fare in relazione alla qualità della vita in ambito urbano, al benessere collettivo, inteso come capacità di interpretare in maniera adeguata le esigenze della popolazione residente e alla salvaguardia dei manufatti architettonici/culturali.

Sicuramente una amministrazione pubblica che vuole migliorare la qualità dell'ambiente urbano si deve muovere verso politiche che promuovano non solo i servizi ai cittadini ma assicurare anche un livello di qualità dell'aria urbana soddisfacente.

Una delle cause principali dell'inquinamento atmosferico delle grandi città è generalmente rappresentato per il 90% dalle emissioni derivanti dal trasporto urbano, in particolare dall'incremento del trasporto privato che produce come effetti diretti il traffico e la congestione, senza poi dimenticare gli effetti secondari quali, ad esempio, incidenti, rumore, vibrazioni, frammentazione degli habitat...ecc...

Gli inquinanti prodotti dal traffico stradale influenzano direttamente la qualità dell'aria che respiriamo e sono, quindi, responsabili di impatti sulla salute e sull'ambiente. Infatti, molti di questi inquinanti (come il CO, NOx) e i loro prodotti secondari (NO2) sono stati identificati come potenzialmente pericolosi per la salute e corrosivi per beni culturali. Gli impatti sulla salute dell'uomo sono causati da vari tipi di inquinanti, il CO, il NO2, le polveri (PM10), il

benzene; essi sono associati, sia a casi di mortalità, che a casi di malattie croniche dell'apparato cardiovascolare e respiratorio.

Qualsiasi politica di gestione del traffico che miri a mantenere i veicoli globalmente in movimento consentirà di ottenere benefici effetti sull'ambiente urbano

Si arriva così al concetto di sostenibilità, intesa come l'insieme di relazioni tra le attività umane la loro dinamica e la biosfera. Queste relazioni devono essere tali da permettere alla vita umana di continuare, agli individui di soddisfare i loro bisogni e alle diverse culture umane di svilupparsi, ma in modo tale che le variazioni apportate alla natura dalle attività umane stiano entro certi limiti così da non distruggere il contesto biofisico globale.

Per cui, pianificare una adeguata mobilità urbana diventa un obiettivo fondamentale al fine di ridurre gli effetti negativi che il trasporto urbano produce all'interno dei centri abitati medio-grandi.

Sono numerose le metodologie sviluppate per valutare gli effetti esterni, da cui desumere il relativo valore monetario utile, per l'appunto, a realizzare quel confronto tra costi e benefici che misurano la bontà ovvero l'opportunità di eseguire un determinato intervento.

Tra questi ricordiamo ***il metodo diretto ed indiretto.***

Con il metodo diretto si simula un mercato interrogando un campione della popolazione circa la disponibilità a pagare per un bene/servizio, concetto chiave di questa metodologia è quello di surplus del consumatore o produttore.

Con il metodo indiretto si indaga un mercato influenzato dalle esternalità, in cui vengono acquistati e venduti beni o fattori produttivi.

Praticamente la valutazione economica cerca di rivelare (o stabilire) la disponibilità a pagare (o a ricevere) per i benefici associati all'utilizzo (consumo) di beni e servizi ambientali.

Lo scopo della valutazione è quello di stimare il valore economico totale, considerando valori espliciti di uso e valori impliciti di non uso.

In Europa diversi progetti affrontano il problema dei trasporti e l'impatto sulla salute, promuovendo lo sviluppo di politiche di trasporto sostenibile, e negli ultimi anni, anche in Italia, si è avviata una politica più decisa a favore di una mobilità urbana sostenibile.

Oggi il tentativo del pianificatore urbano è quello di studiare una viabilità che favorisca da una parte la decongestione dei centri storici, salvaguardando il patrimonio monumentale ed artistico (conservazione pianificata), dall'altra quella di favorire l'utilizzo del trasporto pubblico che attraverso corsie preferenziali ad alta percorrenza ed un conseguente

potenziamento con l'obiettivo di diminuire non solo il traffico urbano ma anche ridurre l'esposizione della popolazione agli inquinanti emessi dalla combustione dei carburanti fossili delle vetture private.

Per affrontare questo tipo di problemi sono stati messi a punto numerosi strumenti di tipo normativo e valutativo.

La metodologia che maggiormente ha contribuito a sistematizzare e ordinare i processi di scelta in ambito pubblico è sicuramente l'analisi costi benefici (ACB), sulla cui base si è poi originata l'analisi multicriterio.

## Indice Sommario

1.	Introduzione	pag. 6
2.	Metodologia	pag. 7
3.	Corpo della tesi	pag. 8
3.1	<u>LA QUALITA' DELL' AMBIENTE URBANO</u>	pag. 8
3.2	<u>L'INQUINAMENTO DA TRASPORTO</u>	pag. 10
3.3	<u>LE ESTERNALITÀ AMBIENTALI</u>	pag. 15
3.4	<u>LA VALUTAZIONE DEI COSTI ESTERNI</u>	pag. 17
	3.4.1 <u>IL METODO DIRETTO ED INDIRETTO</u>	pag. 19
3.5	<u>LA SITUAZIONE EUROPEA</u>	pag. 21
3.6	<u>I CASI STUDIO</u>	pag. 25
	3.6.1 <u>Il caso studio - VALUTAZIONE DEI BENEFICI ECONOMICI-FINANZIARI DI UNA INFRASTRUTTURA VIARIA</u>	pag. 27
	3.6.2 <u>Il caso studio - SVILUPPO SOSTENIBILE E CONSERVAZIONE DEL CAPITALE MANUFATTO/AMBIENTALE: IL PATRIMONIO MONUMENTALE DEL LAZIO</u>	pag. 46
4	Conclusioni	pag. 54
5	Bibliografia	pag. 55

## **1. INTRODUZIONE**

Le città, assieme alle famiglie e alle collettività locali, sono l'elemento fondamentale delle società e degli Stati e sono i centri in cui si sono sviluppati l'industria, l'artigianato, il commercio, l'istruzione e l'amministrazione. La comprensione dei fenomeni che caratterizzano l'ambiente urbano è di grande rilevanza anche perché gran parte della popolazione vive in città e si stima che nei paesi dell'Unione Europea circa il 75% della popolazione viva in centri medio-grandi caratterizzati per l'alta densità di abitanti e di attività non solo produttive ma anche determinate dalla fruizione dei servizi di varia natura in esse presenti, comprese le attività culturali e ricreative.

Per la popolazione residente, particolare importanza è contraddistinta dalla qualità dell'aria, in quanto costituisce un tipico indicatore dell'impatto dello specifico "urbano" sulla qualità della vita dei suoi residenti e delle popolazioni che lo animano, e dall'inquinamento acustico presente nelle diverse realtà urbane e generato dal traffico auto veicolare, ferroviario e aeroportuale.

I principi di sostenibilità prevedono che l'insieme di relazioni tra le attività umane la loro dinamica e la biosfera, devono essere tali da permettere alla vita umana di continuare, agli individui di soddisfare i loro bisogni e alle diverse culture umane di svilupparsi, ma in modo tale che le variazioni apportate alla natura dalle attività umane stiano entro certi limiti così da non distruggere il contesto biofisico e benessere globale.

A tal fine l'identificazione delle strategie per il miglioramento dell'ambiente e della qualità urbana non possono prescindere dalla stima dei consumi delle risorse (comprese le risorse ambientali) e gli effetti che tali consumi hanno e dalla valutazione economica degli impatti conseguenti a supporto di una pianificazione e programmazione d'interventi informati e consistenti.

Per tali motivi nell'ambito del Dipartimento AMB di APAT a supporto del settore VAS e del Progetto Ambiente e Salute, è stata avviata un'attività finalizzata alla descrizione di linee guida per la valutazione e stima economica degli impatti ambientali e sociali.

## **PREMESSA**

Il presente lavoro si colloca in queste attività con particolare riferimento al Background metodologico e conoscitivo in tema di stima economica degli impatti da inquinamento atmosferico in ambito Urbano

## **2. METODOLOGIA**

La metodologia adoperata nello studio è consistita nel prendere in considerazione dati esistenti provenienti da numerosi studi, ricerche, analisi, documentazioni e constatazioni, sia Nazionali che Europei, sia cartacei (libri, testi, manuali) che telematici (internet), ed elaborarli alla luce anche delle molteplici tesi e posizioni già esistenti.

### **3. CORPO DELLA TESI**

#### **3.1 LA QUALITA' DELL' AMBIENTE URBANO**

Negli ultimi anni, una accresciuta sensibilità ambientale (legata soprattutto alla consapevolezza della scarsità delle risorse rinnovabili) ha radicalmente modificato le scelte che gli amministratori sono portati a fare in relazione alla qualità della vita in ambito urbano e al benessere collettivo, inteso come capacità di interpretare in maniera adeguata le esigenze della popolazione residente.

Sicuramente una amministrazione pubblica che vuole migliorare la qualità dell'ambiente urbano si deve muovere verso politiche che promuovano non solo i servizi ai cittadini ma assicurare anche un livello di qualità dell'aria urbana soddisfacente.

Una delle cause principali dell'inquinamento atmosferico delle grandi città è generalmente rappresentato per il 90% dalle emissioni derivanti dal trasporto urbano (Amici della Terra, 2000; Infrass - Iww, 2000), in particolare dall'incremento del trasporto privato che produce come effetti diretti il traffico e la congestione, senza poi dimenticare gli effetti secondari quali, ad esempio, incidenti, rumore, vibrazioni, frammentazione degli habitat...ecc...

Per cui, pianificare una adeguata mobilità urbana diventa un obiettivo fondamentale al fine di ridurre gli effetti negativi che il trasporto urbano produce all'interno dei centri abitati medio-grandi.

I veicoli stradali, e in particolare le auto, sono i maggiori responsabili dell'inquinamento dell'aria nelle aree urbane. Il biossido di carbonio è il principale gas serra di origine antropogenica, maggiormente responsabile del riscaldamento globale. Il biossido di zolfo e gli ossidi di azoto sono specie acide e sono ritenute responsabili della maggior parte del danno a costruzioni e materiali, come pure degli impatti su foreste ed ecosistemi acquatici, osservati in gran parte del Nord Europa. Il cambiamento climatico è potenzialmente l'impatto più importante su scala globale causato dall'inquinamento dell'aria, ma ancora oggi soggetto a grande incertezza dovuta alla complessità e alla scarsa conoscenza dei fenomeni.

Gli inquinanti prodotti dal traffico stradale sono, quindi, responsabili di impatti sulla salute e sull'ambiente. Infatti, molti di questi inquinanti (come il CO, NOx) e i loro prodotti secondari (NO2) sono stati identificati come potenzialmente pericolosi per la salute. Gli impatti sulla salute dell'uomo sono causati da vari tipi di inquinanti, il CO, il NO2, le polveri (PM10), il

benzene; essi sono associati, sia a casi di mortalità, che a casi di malattie croniche dell'apparato cardiovascolare e respiratorio.

Infatti favorire politiche di gestione del traffico che mirino a mantenere i veicoli globalmente in movimento produce una diminuzione della quantità di emissioni inquinanti a fronte di un'aumento della velocità media dei veicoli all'interno delle aree urbane... In fine, quando i veicoli sono parcheggiati, al termine dei loro spostamenti, il combustibile che rimane incombusto nel motore evapora causando le emissioni saturate in atmosfera. Non si deve trascurare poi l'aspetto economico derivante dalle esternalità prodotte dall'inquinamento atmosferico che sono stimate attraverso la monetizzazione dei costi derivanti dagli impatti sulla salute. Vari tentativi sono stati fatti per quantificare il valore economico del danno sulla salute umana. Gli impatti sulla salute sono usualmente stimati attraverso la funzione di esposizione/effetto derivata da studi epidemiologici, che stimano l'impatto delle concentrazioni dell'inquinante sulla salute della popolazione. Una delle maggiori difficoltà nel quantificare gli impatti sulla salute delle emissioni inquinanti è che, normalmente, un gran numero di persone è esposto a livelli di inquinamento relativamente bassi per lunghi periodi di tempo, producendo, quindi, scarsi effetti sulla salute dell'uomo, il cui valore monetario risulta difficilmente attribuibile a una data sorgente inquinante. Tutti questi impatti impongono un costo per la società. Il danno monetario potrebbe essere stimato attraverso l'uso di modelli che permettono di costruire scenari d'impatti e valutare politiche di intervento sull'assetto dei trasporti o dell'ambiente.

### 3.2 L'INQUINAMENTO DA TRASPORTO

*L'inquinamento atmosferico è definito dalla normativa italiana come "ogni modificazione della normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica, dovuta alla presenza nella stessa di una o più sostanze con qualità e caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria; da costituire pericolo, ovvero pregiudizio diretto o indiretto per la salute dell'uomo; da compromettere le attività ricreative e gli altri usi legittimi dell'ambiente; da alterare le risorse biologiche ed i beni materiali pubblici e privati".*

I trasporti (strade e autostrade, idrovie, oleodotti e gasdotti, elettrodotti, i tratturi in un passato recente, ecc.) attraversano il territorio e interagiscono con l'ambiente. Tale interazione assume, il più delle volte, carattere di impatto "negativo" sull'ambiente stesso a causa sia della costruzione dell'impianto sia del suo esercizio (rumore, vibrazioni, frammentazione degli habitat, emissioni in atmosfera, produzione di rifiuti solidi e liquidi, occupazione del suolo e sbarramenti urbanistici).

Il traffico influenza direttamente la qualità dell'aria che respiriamo ed è la fonte principale di sostanze potenzialmente pericolose, come, per esempio l'ozono e il PM10, inoltre il traffico genera anche altri effetti come ad esempio l'incremento di fenomeni prodotti dai gas serra, come il surriscaldamento terrestre, oppure lo stesso inquinamento acustico Prodotto dall'utilizzo delle vetture.

1. L'ozono è un gas instabile e quindi dotato di elevata reattività, la cui molecola è formata da tre atomi di Ossigeno ( $O_3$ ). È un componente naturale dell'atmosfera: ad alta quota (15-60 Km di altezza) si ritrova in concentrazioni rilevanti e costituisce una fascia protettiva nei confronti delle radiazioni ultraviolette. La diminuzione di questo strato d'ozono (il "buco dell'ozono") causa sulla Terra una minore azione schermante dei raggi UV provenienti dal sole. Negli strati più bassi dell'atmosfera  $O_3$  di norma è presente in concentrazioni minori rispetto a quello stratosferico, ad esclusione delle aree urbane e suburbane dove i livelli di ozono aumentano a causa della presenza di altri inquinanti che ne inducono la formazione. Nella troposfera, infatti,  $O_3$  è prodotto attraverso reazioni chimiche (ciclo fotostazionario) catalizzate dalla luce del sole da altri inquinanti ambientali quali ossido d'azoto e composti organici volatili. In condizioni stazionarie e in assenza di altri composti chimici,  $O_3$  è prodotto e ritrasformato in quantità uguali. Nella realtà a causa della presenza di altre sostanze

chimiche, quali gli idrocarburi, il ciclo fotostazionario non si chiude e si ha un aumento di O<sub>3</sub>. Per la sua natura gassosa l'ozono è inoltre facilmente trasportato dal vento dalle zone in cui è prodotto (zone a più elevato grado d'inquinamento) nelle zone meno inquinate. Infine, le concentrazioni maggiori sono rilevate nei periodi più caldi: durante il pomeriggio e, soprattutto, nel periodo estivo. Questo fenomeno è una conseguenza delle richieste energetiche della reazione di produzione dell'ozono, la quale richiede luce e calore. Maggiori sono questi parametri, maggiore è la velocità di produzione di O<sub>3</sub> dai suoi precursori<sup>1</sup>.

2. Il PM<sub>10</sub> (Particulate Matter) è un insieme di sostanze organiche ed inorganiche sotto forma di particelle il cui diametro è inferiore ai 10 µm e comprendono elementi quali il carbonio, il piombo, il nichel; composti come i nitrati, i solfati o composti organici; miscele complesse come particelle di suolo o gli scarichi dei veicoli diesel<sup>2</sup>. Queste sostanze hanno origine sia naturale che antropica e tra queste il traffico (veicolare e non) ne rappresenta una sorgente importante. La loro massa ridotta ne permette la sospensione nell'atmosfera per un periodo prolungato e il loro piccolo diametro la penetrazione nell'apparato respiratorio<sup>3</sup>

Gli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute comprendono effetti cardio-respiratori, con particolare pericolosità per i soggetti la cui funzione cardio-polmonare è compromessa da patologie croniche, neoplasie in caso di prolungata esposizione e per la popolazione fisiologicamente più vulnerabile come i bambini

3. Il rumore è generato da diverse fonti, ed è classificato nel seguente modo: rumore da traffico veicolare, ferroviario, aeroportuale; rumore proveniente da industrie; rumore originato da discoteche e pubblici esercizi; rumore originato all'interno delle unità abitative.<sup>4</sup>

L'aumento dell'utilizzo dei mezzi di trasporto causa anche l'aumento dell'esposizione al rumore dell'uomo. La fonte principale dell'esposizione al rumore della popolazione è il traffico su strada, con l'eccezione della popolazione che vive in prossimità di aeroporti e linee ferroviarie. Interferisce sulla capacità di concentrazione, memoria e

---

<sup>1</sup> (WHO, Air Quality Guidelines, 2000 [http://www.euro.who.int/document/aicq/7\\_2ozone.pdf](http://www.euro.who.int/document/aicq/7_2ozone.pdf)).

<sup>2</sup> (Arpa Veneto, A proposito di... polveri atmosferiche, [www.arpaveneto.it](http://www.arpaveneto.it))

<sup>3</sup> (Ministero della Salute, Piano Sanitario Nazionale 2003-2005, [http://www.ministerosalute.it/resources/static/psn/documenti/psn\\_2003-2005.PDF](http://www.ministerosalute.it/resources/static/psn/documenti/psn_2003-2005.PDF)).

<sup>4</sup> ([http://www.arpa.veneto.it/agenti\\_fisici/htm/rumore.asp](http://www.arpa.veneto.it/agenti_fisici/htm/rumore.asp))

sonno provocando, come conseguenza, affaticamento, diminuzione della vigilanza e della risposta psicomotoria. Questi effetti sono particolarmente visibili nei bambini sottoposti cronicamente a rumori che mostrano una diminuzione dell'attenzione, difficoltà nell'apprendimento e aggressività<sup>5</sup>. Recentemente è stato provato che aumenta il rischio di ischemia cardiaca.

4. Per Cambiamenti climatici “deve intendersi la variazione dello stato di equilibrio energetico tra il flusso totale di energia entrante sul nostro pianeta, che è quasi totalmente l'energia solare, ed il flusso totale di energia uscente dal nostro pianeta, che è in parte radiazione solare riflessa dall'atmosfera, dal suolo e dalle nubi, ed in parte energia emessa o irraggiata dalla Terra nel suo insieme”. L'introduzione di inquinanti ambientali, in particolare i cosiddetti gas-serra, aumentano la capacità della Terra di trattenere il calore. In questa maniera si creano nuovi equilibri e il clima tende a cambiare.<sup>6</sup>
5. Con il termine gas-serra si individuano diversi composti chimici che hanno la capacità di trattenere il calore emesso dalla superficie terrestre: senza la loro presenza la temperatura della Terra sarebbe troppo bassa e non permetterebbe la sopravvivenza degli organismi. I principali gas serra sono l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), protossido d'azoto (N<sub>2</sub>O), gas industriali alogenati (CFC e HCFC), l'ozono (O<sub>3</sub>), hanno origine sia naturale che antropica e alcuni trovano nei trasporti una sorgente importante (CO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>). Nel XX secolo si è registrato un aumento della temperatura atmosferica di 0,7°C (in Europa tale aumento è stato di 0,95), variazioni straordinarie in termini di grandezze e velocità: gli anni '90 sono stati gli anni più caldi rispetto agli ultimi 1000 anni. Le conseguenze dei cambiamenti climatici sono state analizzate dall'Agenzia Europea Ambientale, la quale ha identificato 22 indicatori suddivisi in 8 categorie, ritenuti comunque insufficienti a spiegare esaurientemente il fenomeno:
  1. Atmosfera e clima. È stata esaminata la concentrazione dei gas serra, in particolare l'aumento della CO<sub>2</sub> ritenuta il principale tra essi; l'aumento delle temperature atmosferiche globali ed Europee; l'irregolarità delle precipitazioni in Europa (aumento del 10-40% nelle regioni settentrionali e diminuzione superiore a 20% in quelle

---

<sup>5</sup> (WHO, Transport, environment and health, 2000, <http://www.euro.who.int/document/e72015.pdf>).

<sup>6</sup> (Ministero dell'Ambiente, Relazione sullo Stato dell'Ambiente, 2001, [http://www.minambiente.it/Sito/pubblicazioni/Collana\\_RSA/RSA\\_2001/Parte\\_b/1\\_inquinamento-atmosferico.pdf](http://www.minambiente.it/Sito/pubblicazioni/Collana_RSA/RSA_2001/Parte_b/1_inquinamento-atmosferico.pdf)).

meridionali); l'aumento di eventi meteorologici estremi come siccità, ondate di calore ed alluvioni e diminuzione di freddo estremo.

2. Criosfera (ghiacciai, neve e ghiaccio). Sono stati osservati il ritiro dei ghiacciai, della copertura nevosa e dei ghiacciai marini artici.
3. Ambiente marino. L'ambiente marino ha subito notevoli cambiamenti: si sono osservati aumenti dei livelli e della temperatura dei mari che bagnano l'Europa ed alterazioni delle specie marine, sia del loro periodo vegetativo (aumento della biomassa fitoplanctonica e sviluppo anticipato delle larve di decapodi) sia della loro composizione (migrazione verso nord di fitoplancton e comparsa di alcune specie tipiche delle zone caldo-temperate).
4. Ecosistemi terrestri e biodiversità. Anche l'ambiente terrestre ha subito notevoli cambiamenti a causa della migrazione di alcune specie vegetali verso nord e dell'aumento del tasso di sopravvivenza di diverse specie di uccelli svernanti.
5. Acque. La portata annuale dei fiumi, nelle ultime decadi, è aumentata in alcune regioni ed è diminuita in altre.
6. Agricoltura. L'incremento delle concentrazioni di CO<sub>2</sub> e l'aumento della temperatura potrebbero portare ad una semina anticipata ed un miglior rendimento agricolo, anche se l'elevata temperatura causa una maggior richiesta idrica, in alcune zone non facilmente esaudibile a causa delle scarse precipitazioni.
7. Economia. Sono state esaminate le perdite economiche causate da eventi catastrofici attribuibili ad eventi meteorologici estremi (alluvioni, uragani e siccità/ondate di calore).
8. Salute umana. I valori estremi di temperatura hanno conseguenze sulla salute dell'uomo: possono determinare attacchi di cuore, spossatezza, colpi di calore, eruzioni cutanee, affaticamenti, crampi. In particolare sono state analizzate alcuni episodi di eccezionale temperatura: le ondate di calore del luglio 1976 e del periodo luglio-agosto 1995 sono state associate ad un aumento della mortalità del 15% a Londra; più recentemente sono stati attribuiti all'elevata temperatura raggiunta nell'estate del 2003 in Europa Occidentale più di 20000 morti, specie tra gli anziani. I cambiamenti climatici causando un aumento delle precipitazioni, determinano un aumento delle inondazioni e quindi un aumento del rischio di vittime dovuti sia al fenomeno verificatosi, ma anche ad effetti indiretti attribuibili a misure igieniche ridotte o al

sovraffollamento tra le persone colpite; a possibili avvelenamenti causati dalla rottura di condotte sotterranee, spostamento di serbatoi, rilasci di sostanze tossiche. Inoltre si possono avere molti altri problemi di natura psicologica dovuti agli spostamenti, ai danni alle abitazioni, alla perdita di familiari e amici. Tuttavia non tutti gli eventi di piena possono essere attribuiti ai cambiamenti climatici. Per valutare l'impatto del clima sulla salute umana sono state esaminate i casi di patologie trasmesse da zecche, i quali nel periodo 1985-1995 sono aumentati nella regione baltica e nell'Europa centrale e successivamente si sono mantenuti alti.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> (EEA, Impacts of Europe's changing climate, 2004, [http://reports.eea.eu.int/climate\\_report\\_2\\_2004/en/impacts\\_of\\_europes\\_changing\\_climate.pdf](http://reports.eea.eu.int/climate_report_2_2004/en/impacts_of_europes_changing_climate.pdf)).

### **3.3 LE ESTERNALITÀ AMBIENTALI**

L'esternalità si verifica quando un consumatore o un produttore influenzano il benessere di un altro individuo (consumatore o produttore) senza che ciò si rifletta effettivamente sui prezzi di mercato.

La presenza di esternalità sul mercato lo rendono in un certo senso inefficiente poiché limitano la capacità dei prezzi di fornire quell'informazione puntuale circa le quantità che devono essere prodotte o consumate (il livello di domanda ed offerta di mercato).

Il legame tra le esternalità e le risorse ambientali diventa, pertanto, un parametro importante per la valutazione dei potenziali benefici sociali per l'intera collettività. L'ambiente visto come risorsa diventa, innanzitutto, una fonte importante per numerosi servizi diretti o indiretti quali ad esempio la produzione di materia prima e di energia, la produzione di suoli e di ossigeno, la regolazione del clima e del ciclo delle acque, la produzione di risorse genetiche, la produzione di biomassa, l'assimilazione dei rifiuti, ecc. Ad esempio nel settore dei trasporti i costi sociali che la collettività deve sostenere per via della circolazione di merci e persone è una voce molto importante che necessita a sua volta di un'analisi più attenta. Il trasporto, pertanto, produce quindi esternalità ambientali e sociali, che possono riguardare principalmente i seguenti effetti: emissione di inquinanti nell'atmosfera, gas serra, rumore, fenomeni di congestione ed incidentalità.

Tra gli effetti negativi del traffico sulla salute dell'uomo, gli incidenti rappresentano un problema rilevante. L'aumento della circolazione stradale determina un aumento del rischio di incidenti stradali: secondo i dati dell'ISTAT ogni giorno si verificano in media 617 incidenti stradali, a causa dei quali si riscontrano 16 casi di decesso e 874 feriti. L'analisi dell'incidentalità del periodo 1991-2002 evidenzia un incremento del numero di incidenti, mentre il numero di morti e di feriti causati dagli incidenti mostra un andamento oscillante. Nell'anno 2003 il numero degli incidenti è diminuito così pure il numero di decessi e dei feriti. L'indice di mortalità (numero di morti/numero di incidenti x 100) ha raggiunto il valore di 2,7, in forte calo rispetto al 1991 (4,4). Il maggior numero di incidenti, nel 2003, è avvenuto nelle strade urbane (74,9% degli incidenti totali verificatisi), ma la gravità degli incidenti è stata maggiore nelle strade diverse da quelle urbane ed autostrade (statali, provinciali e comunali

extraurbane), nelle quali si sono registrati il 19,2% degli incidenti totali con il 48,6% di decessi.<sup>8</sup>

Gli indicatori utilizzati nel descrivere l'impatto degli incidenti stradali sulla salute sono :

1. il tasso d'incidentalità, cioè il numero di incidenti per 1000 veicoli circolanti;
2. infortuni da incidenti stradali, misurato in relazione agli abitanti;
3. tasso di mortalità, cioè il numero di decessi stradali per 1000 abitanti

anni di vita potenzialmente persi attribuibili ad incidenti stradali. Questo indicatore, denominato PYLL (Potential Years of Life Lost), utilizzato anche per altre cause di morte, viene calcolato moltiplicando il numero dei morti ad una determinata età per la speranza di vita attesa per l'età medesima. È un indicatore importante per i trasporti se si considera che la fascia più colpita dalle conseguenze degli incidenti stradali è quella tra i 25 e i 29 anni.<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup> (ISTAT, Incidenti stradali *Anno 2003, 2004*, [http://www.istat.it/Comunicati/Fuoricale/allegati/Statistica2/incidenti\\_strad\\_2003.pdf](http://www.istat.it/Comunicati/Fuoricale/allegati/Statistica2/incidenti_strad_2003.pdf)).

<sup>9</sup> (ISTAT, Incidenti stradali *Anno 2003, 2004*, [http://www.istat.it/Comunicati/Fuoricale/allegati/Statistica2/incidenti\\_strad\\_2003.pdf](http://www.istat.it/Comunicati/Fuoricale/allegati/Statistica2/incidenti_strad_2003.pdf)).

### 3.4 LA VALUTAZIONE DEI COSTI ESTERNI

Sono numerose le metodologie sviluppate per valutare gli effetti esterni, da cui desumere il relativo valore monetario utile, per l'appunto, a realizzare quel confronto tra costi e benefici che misurano la bontà ovvero l'opportunità di eseguire un determinato intervento.

I metodi principali possono essere ricapitolati come segue:

- La metodologia dichiarata o desunta per effettuare la valutazione (l'utilità rilevata) è solitamente il metodo preferito dagli economisti poiché si basa sul concetto della disponibilità a pagare dell'individuo. Poiché serve a derivare il valore per i beni ambientali attraverso l'osservazione del comportamento oppure dal valore che viene dichiarato dagli individui riguardo ai beni in questione
- Nel metodo di valutazione oggettivo del bene, le esternalità sono calcolate dai costi di riparazione o sostituzione successivi al danno ambientale
- Nel metodo più generale della riduzione del danno (evitare il suo verificarsi), il valore dei costi esterni non è calcolato direttamente in base alle diverse valutazioni per i beni ambientali o i costi ambientali già valutati, ma dipende da un dato esogenamente determinato (dato a livello politico). Il metodo in questione cerca di valutare il costo delle azioni necessarie per impedire un effetto specifico (per esempio il costo di raggiungere un dato obiettivo di riduzione del CO2 nel tempo). Secondo la qualità dei fondamenti empirici che si trovano alla base della valutazione, tale metodologia può condurre ad internalizzare i costi esterni troppo o troppo poco
- Il metodo della valutazione del rischio, si avvale dall'altro canto come dice la parola stessa, dell'esperienza maturata all'interno delle imprese ed organizzazioni che gestiscono e valutano il rischio in tutte le sue forme. Per esempio la determinazione dei premi assicurativi come indice di riferimento utile a derivare gli eventuali costi esterni di un intervento, progetto in esame. Infatti è necessario in questo caso considerare che i danni sono molto spesso difficilmente valutabili, per esempio se in un prossimo futuro si assista ad un annullamento della Biodiversità, gli effetti di tale evento risultano essere di dimensioni sconosciute, e perciò in economicamente inquantificabile.

La scelta di un metodo di valutazione ha implicazioni importanti per i decisori politici

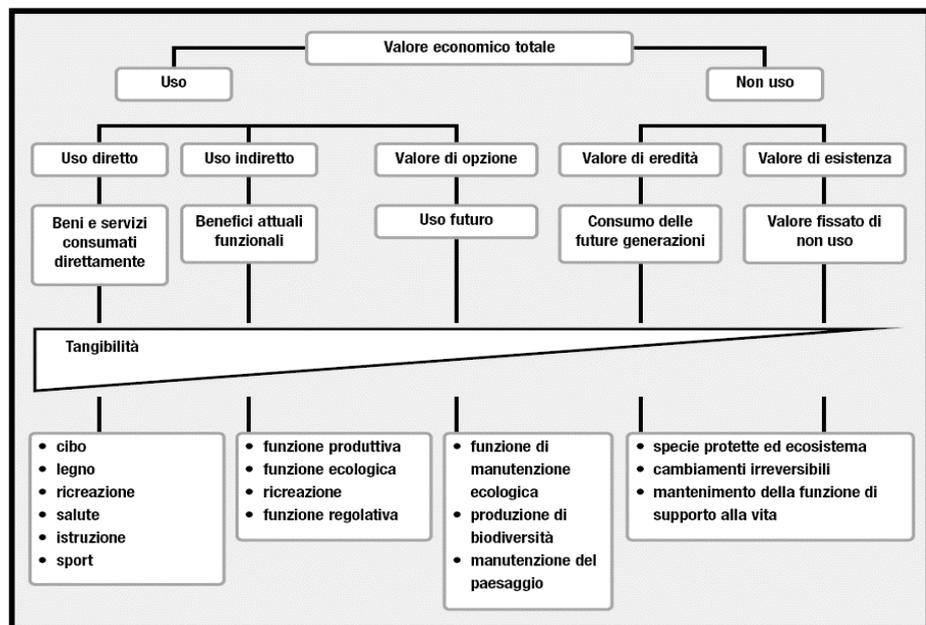
- In generale, la tecnica di valutazione scelta influenza la dimensione dei costi esterni individuati;
- Poiché, in fondo, gli studi che vengono portati avanti nei singoli paesi sono differenti ed utilizzano molto spesso tecniche differenti di valutazione ed hanno a volte presupposti differenti, i risultati finali sono spesso difficili da confrontare. Eventualmente applicare la stessa struttura metodologica può sicuramente facilitare tutti quei paesi che desiderano confrontarsi su tali questioni.
- Se poi viene scelto il metodo della riduzione o eliminazione del danno per esempio, nella caso della valutazione dei danni provocati dal cambiamento climatico, viene abbandonato la metodologia rigorosa della valutazione del danno dei costi esterni, a favore di una tipologia di valutazione che punta maggiormente alla valutazione economica di tutti quei interventi attivati per la riduzione una determinata quantità di emissioni (per esempio). Ciò corrisponde a basare la valutazione sulla valutazione di costo-efficacia piuttosto che su quello dell'efficienza economica.

Nel loro complesso i costi esterni, senza considerare le tecniche utilizzate per derivarne gli importi, sono valori per loro natura non esatti e quindi “non scientifici”, ma nello stesso momento sono comunque dei valori utili per operare un possibili paragoni ed analisi comparative (benchmark) Inoltre, possono essere usati come indicazioni di base su cui implementare un'azione politica, poichè, se la procedura di valutazione risulta essere conforme alla migliore prassi/pratica possibile, i succitati valori possono comunque riflettere l'ordine di grandezza dei costi esterni e quindi identificare facilitare la definizione delle politiche pubbliche. Malgrado le inesattezze inerenti, il concetto esterno di costo è particolarmente utile nel determinare le priorità politiche più idonee.

### 3.4.1 IL METODO DIRETTO ED INDIRETTO

Il valore di un'esternalità, perciò, può essere stimato attraverso metodi diretti e indiretti<sup>10</sup>. Con i primi si simula un mercato interrogando un campione della popolazione circa la disponibilità a pagare per un bene/servizio, concetto chiave di questa metodologia è quello di surplus del consumatore o produttore (es.WTP WTA); con i secondi, si indaga un mercato influenzato dalle esternalità, in cui vengono acquistati e venduti beni o fattori produttivi.

Figura 1: Il valore economico totale di un bene



<sup>10</sup> Si consideri: *Il metodo delle spese difensive* considera la totalità delle spese sostenute per la tutela dell'ambiente dai consumatori e produttori; *il metodo della valutazione contingente* (dall'inglese .contingent., ipotetico) si chiede agli individui quanto sono disposti a pagare per ottenere un beneficio o contenere o eliminare una perdita; *Il metodo dei prezzi edonici*, che ha come obiettivo quello di identificare quanta parte della differenza nei valori della proprietà immobiliare è legata ad una specifica esternalità (ad es. la qualità dell'aria in città); *Il metodo del costo di viaggio* Il valore di un'esternalità o di un bene pubblico può essere stimato a partire dalle visite e dal costo di viaggio sostenuto dai visitatori.

Praticamente la valutazione economica cerca di rivelare (o stabilire) la disponibilità a pagare (o a ricevere) per i benefici associati all'utilizzo (consumo) di beni e servizi ambientali. Lo scopo della valutazione è quello di stimare il valore economico totale, considerando valori espliciti di uso e valori impliciti di non uso. Quando sono disponibili servizi ambientali di mercato, il modo più semplice per misurare il valore economico consiste nell'utilizzare il prezzo di mercato relativo.

### 3.5 LA SITUAZIONE EUROPEA

In Europa diversi progetti affrontano il problema dei trasporti e l'impatto sulla salute, promuovendo lo sviluppo di politiche di trasporto sostenibile: il programma The Pan-European Programme on Transport, Health and Environment, 2003-2005, controllato da WHO/Europe and the United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), individua tre principali aree di interesse:

- Integrazione degli aspetti ambiente e salute all'interno di politiche di trasporto;
- Il trasporto urbano;
- La necessità di un cambiamento nelle abitudini dell'uomo nella scelta del mezzo di trasporto, cercando di favorire i trasporti pubblici rispetto ai veicoli privati.<sup>11</sup>

Il progetto HEARTS- Health Effects and Risk of Transport Systems, del WHO/Europe sviluppa e sperimenta una metodologia di valutazione dell'impatto dei trasporti sulla salute con lo scopo di quantificare gli effetti sulla salute associati all'inquinamento atmosferico, il rumore e gli incidenti stradali. I modelli studiati saranno poi sperimentati in tre città.<sup>12</sup>

La nomenclatura utilizzata nel settore dell'inquinamento atmosferico a livello europeo è quella EMEP – CORINAIR che classifica le attività secondo la SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution). Tale classificazione si basa sulla ripartizione delle attività antropiche e naturali in una struttura fortemente gerarchica che comprende, nella versione '97 (detta appunto SNAP97), 11 macrosettori, 56 settori e 260 categorie (o attività).

I macrosettori sono i seguenti:

- Macrosettore 01: Combustione – Energia e industria di trasformazione;
- Macrosettore 02: Combustione – Non industriale;
- Macrosettore 03: Combustione – Industria;
- Macrosettore 04: Processi Produttivi;
- Macrosettore 05: Estrazione, distribuzione combustibili fossili/geotermico;

---

<sup>11</sup> (<http://www.thepep.org/en/welcome.htm>).

<sup>12</sup> (Leicester, UK; Lille, Francia; e Firenze, Italia) (<http://www.euro.who.int/hearts>).

- Macrosettore 06: Uso di solventi;
- Macrosettore 07: Trasporti Stradali;
- Macrosettore 08: Altre Sorgenti Mobili;
- Macrosettore 09: Trattamento e Smaltimento Rifiuti;
- Macrosettore 10: Agricoltura ed allevamento;
- Macrosettore 11: Altre sorgenti di Emissione ed Assorbimenti

Per quanto riguarda i metodi di stima, le emissioni delle sorgenti puntuali (singoli impianti o camini caratterizzati da emissioni significative di inquinanti, come ad esempio le centrali di potenza, le grandi industrie e le discariche), vengono ricavate a partire dalle misurazioni effettuate in continuo o per campionamento.

Le emissioni da sorgenti areali, al livello dell'unità locale minima prescelta (cella di grigliato chilometrico, comune, provincia), vengono stimate, in linea generale, mediante il seguente prodotto:

$$E_i = A \times FE_i$$

dove

$E_i$  rappresenta l'emissione dell'inquinante  $i$ ,

$A$  è un opportuno indicatore dell'attività correlato con le quantità emesse,

$FE_i$  è il fattore di emissione per l'inquinante  $i$  e l'attività espressa da  $A$ , ovvero la massa dell'inquinante emessa per una quantità unitaria dell'indicatore.

Per quanto riguarda i fattori di emissione, la fonte principale è costituita da "The EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook" realizzata e aggiornata da una specifica Task Force (TFEIP – Task Force on Emission Inventories and Projections) a supporto dell'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA). Tale Task Force coordina e raccoglie gli studi di diversi gruppi di esperti (panel) dell'intera area europea le cui indagini si

focalizzano sulle principali attività che producono emissioni: combustione ed attività industriali, trasporti, agricoltura ed allevamento, natura.

Negli ultimi anni, questa accresciuta sensibilità ambientale (legata soprattutto alla consapevolezza della scarsità delle risorse rinnovabili) ha radicalmente modificato le modalità con cui vengono assunte le decisioni sulla realizzazione di grandi infrastrutture pubbliche. Gli impianti di trasporto (strade e autostrade, idrovie, oleodotti e gasdotti, elettrodotti, i trattori in un passato recente, ecc.) attraversano il territorio e interagiscono con l'ambiente. Tale interazione assume, il più delle volte, carattere di impatto "negativo" sull'ambiente stesso a causa sia della stessa costruzione sia dell'esercizio (rumore e vibrazioni, emissioni in atmosfera, produzione di rifiuti solidi e liquidi, occupazione del suolo e sbarramenti urbanistici, frammentazione degli habitat).

L'Organizzazione Mondiale della Sanità inserisce tra i determinanti ambientali di salute il settore dei trasporti. Il trasporto è essenziale per il funzionamento delle moderne società: un buon sviluppo del sistema dei trasporti permette il libero movimento delle merci, delle persone e dei servizi. Lo sviluppo economico e politico è una delle cause della crescita dei trasporti, soprattutto per quanto riguarda l'aumento dei veicoli di proprietà e la possibilità di utilizzare l'aereo. La prevalenza di un tipo di trasporto (stradale, ferroviario, aereo) rispetto ad un altro varia da regione a regione in Europa. Nei Paesi Occidentali è predominante il trasporto su strada, in quelli dell'Europa Centrale ed Orientale, negli ultimi anni questa modalità di trasporto è aumentata notevolmente a scapito del trasporto ferroviario. Quest'ultimo rimane comunque superiore in questi Paesi rispetto a quelli Occidentali. Per quanto concerne il trasporto aereo è quello che registra la crescita più rapida.<sup>13</sup>

L'aumento della domanda di trasporto su strada è enfatizzato dalla crescita delle città ("urban sprawling") che spesso obbliga la popolazione a spostamenti lunghi per raggiungere il posto di lavoro o le attività ricreative<sup>14</sup>. La crescita dell'utilizzo dei mezzi di trasporto è una tematica di importanza universale perché interessa tutta la popolazione che ne subisce le conseguenze. Alcuni effetti sulla salute comprendono le lesioni da incidenti stradali, problemi respiratori e

---

<sup>13</sup> (EEA, European Environment Agency, L'ambiente in Europa: la terza valutazione, 2003, [http://reports.it.eea.eu.int/environmental\\_assessment\\_report\\_2003\\_10-sum/it/kiel\\_sum\\_it.pdf](http://reports.it.eea.eu.int/environmental_assessment_report_2003_10-sum/it/kiel_sum_it.pdf)).

<sup>14</sup> (EEA, Europe's environment: the third assessment, 2003)

cardiovascolari per l'inquinamento dell'aria, disturbi comportamentali causati dal rumore. Le emissioni da trasporto inoltre contribuiscono ai cambiamenti climatici.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> (WHO, Accidents, transport and health, <http://www.euro.who.int/transport>).

### 3.6 ICASI STUDIO

Il mezzo privato, oggi predominante, è forse lo strumento più flessibile per il singolo, ma è tutt'altro che efficiente dal punto di vista globale dei consumi energetici e delle emissioni inquinanti. Gli interventi "classici" per contenere i problemi di mobilità e per la razionalizzazione della circolazione stradale nelle aree urbane sono in larga parte di tipo strutturale e costruttivo, dunque costosi e lunghi nei tempi di attuazione.

In molti casi, limitare l'uso del mezzo privato favorirebbe lo stesso utente, ma ciò è di fatto impedito dall'inerzia sociale, inoltre i costi sociali del traffico sono sopportati solo in piccola parte da chi direttamente li genera.

Per cui, oggi il tentativo del pianificatore urbano è quello di studiare una viabilità che favorisca da una parte la decongestione dei centri storici, salvaguardando il patrimonio monumentale ed artistico, dall'altra quella di favorire l'utilizzo del trasporto pubblico che attraverso corsie preferenziali ad alta percorrenza ed un conseguente potenziamento con l'obiettivo di diminuire non solo il traffico urbano ma anche ridurre l'esposizione della popolazione agli inquinanti emessi dalla combustione dei carburanti fossili delle vetture private.

Quindi, in sintesi, l'obiettivo a breve termine deve essere ottenuto calmando i flussi, gestendo la congestione, riducendo il numero di spostamenti, promuovendo il trasporto pubblico e l'uso di modi di trasporto più sostenibili. Una chiave di successo è l'uso integrato di strumenti e tecnologie in

grado di gestire la domanda di traffico e ridurre l'impatto sull'ambiente, con un mix mirato di strategie su scala locale.

Nella panoramica delle possibili strategie per ridurre l'impatto ambientale del traffico stradale, è possibile individuare diverse opportunità. Tra cui: la realizzazione di barriere verdi; misure di contenimento del traffico (LT); urban traffic control (TC); gating strategies & queue relocation - GS&QR; bus priority (BS); facilities for pedestrians and cyclists ; information technologies; in car route guidance system; adaptive vehicle speeds control systems; road pricing (RP); park pricing (PP); car pooling (CP); park and ride (P&R); card car o car sharing (CC/CS); dial-a-ride (DaR); advanced vehicle technologies

Di seguito, nell'ottica della configurazione di uno scenario di sviluppo degli ambienti urbani che sia sostenibile, sono analizzati due interventi mirati alla riduzione degli effetti dell'inquinamento atmosferico nelle aree urbane con la relativa valutazione economica.

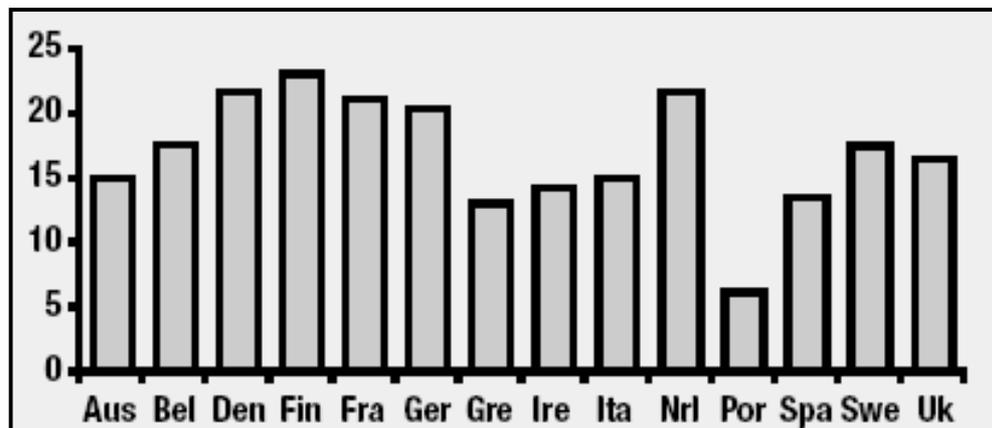
### 3.6.1 Il caso studio - VALUTAZIONE DEI BENEFICI ECONOMICI-FINANZIARI DI UNA INFRASTRUTTURA VIARIA

Nella valutazione economica dei progetti per infrastrutture di trasporto assumono un peso rilevante una serie di beni privi di mercato a cui è necessario attribuire un costo monetario: il valore del tempo<sup>16</sup>, gli effetti ambientali, l'incidentalità.

Per cui i costi esterni ovvero le **esternalità ambientali**, sono normalmente funzione delle percorrenze e del grado di esposizione della popolazione alle emissioni inquinanti.<sup>17</sup>

In assenza di valori locali per monetizzare gli effetti ambientali e stimare l'impatto degli inquinanti "fisici", si possono applicare "prezzi ombra" desunti dalla letteratura scientifica, opportunamente depurati delle quote dei costi esterni già internalizzati; ad esempio dalle tasse sul carburante.

*Figura 2: Quantificazione dei benefici economici- il valore del tempo per persona per ora lavorata (Progetto EUNET-EU 1995)*



<sup>16</sup> Stime dei valori del tempo per ora per persona durante il lavoro in auto possono essere desunte dal progetto EUNET. L'intervallo dei valori è fortemente dipendente dalle variazioni nei livelli dei salari.

<sup>17</sup> con l'eccezione del CO2 che costituisce un inquinante "globale".

Perciò la valutazione dell'impatto di nuove opere pubbliche di infrastrutture (nel caso specifico del settore oggetto di analisi dei trasporti) sull'ambiente urbano e non, sulla salute ed il benessere della collettività è particolarmente importante. Verso tale obiettivo si sono mossi molte organizzazioni internazionale a cominciare dalle Nazioni Unite con il Manuale UNIDO e poi MEANS, nei quali sono confluite le esperienze di istituzioni come la Banca Mondiale, OCSE ed Unione Europea, che attraverso una politica di sovvenzionamento e finanziamento degli investimenti pubblici hanno dettato le regole, ai Governi e ed ai soggetti privati, per accedere ai fondi stanziati per la realizzazione di opere pubbliche.

### **IL CASO**

Le considerazioni suddette hanno dato impulso ad avviare, negli ultimi anni, anche in Italia una politica più decisa a favore di una mobilità urbana sostenibile.

Per affrontare questo tipo di problemi sono stati messi a punto numerosi strumenti di tipo normativo e valutativo. La metodologia che maggiormente ha contribuito a sistematizzare e ordinare i processi di scelta in ambito pubblico è sicuramente l'analisi costi benefici (ACB), sulla cui base si è poi originata l'analisi multicriterio.

Gli obiettivi di un progetto d'investimento nel settore dei trasporti sono in genere molteplici, rivestono valenza non solo meramente economica, ma anche ambientale e sociale, e coinvolgono una pluralità di interessi e soggetti sociali, politici e amministrativi.

Possono riguardare il miglioramento dell'accessibilità ad aree periferiche ai fini di incentivare lo sviluppo economico del territorio, la riduzione del traffico e del congestionamento urbano (come detto tra i maggiori artefici dell'inquinamento), il completamento o miglioramento di linee di comunicazione già esistenti per diminuire i tempi di percorrenza, per garantire la sicurezza della percorribilità, per collegare due differenti reti di trasporto, lo spostamento da una modalità di trasporto ad un'altra per motivi legati a minor impatto ambientale o alla riduzione dei costi per la movimentazione merci e passeggeri.

A fronte di questa molteplicità d'obiettivi, esistono una pluralità di strumenti con cui conseguirli; infatti lo stesso obiettivo può essere raggiunto ricorrendo a modalità di trasporto concorrenti o anche complementari.

Ad esempio la realizzazione di nodi modali/intermodali (porti, aeroporti, stazioni ferroviarie), collegamenti a largo raggio (strade, autostrade, ferrovie, linee aeree o navali), sistemi di trasporto urbano (mezzi privati, pubblici, metropolitane, linee tranviarie, aree pedonali, piste

ciclabili, grandi opere di ingegneria civile (ponti, trafori, assi attrezzati, viadotti, oleodotti, ecc.), sistemi per il miglioramento della sicurezza per opere già realizzate e in uso (radiofari, corsie di emergenze, pavimentazioni stradali, ecc.), sistemi per il miglioramento della gestione del traffico (strutture telematiche per la gestione del traffico marittimo, sistemi di segnaletica intelligente per strade urbane e extraurbane, sistemi di controllo e gestione).

Una stessa modalità di trasporto può ricorrere a tracciati o tecnologie che tendono ad escludersi vicendevolmente, o, viceversa, la stessa modalità di trasporto può prefigurare il ricorso a tecnologie complementari.

Il ruolo principale della valutazione è quello di migliorare la progettazione, essendo questa, soprattutto nella sua accezione di progettazione integrata, un'attività complessa che richiede competenze multidisciplinari ed il coinvolgimento di più soggetti decisionali.

Per illustrare nello specifico il ruolo della valutazione nella progettazione sostenibile facciamo riferimento allo specifico caso studio della realizzazione di una strada a media percorrenza nella zona Eur di Roma. Si assumeranno due alternative:

- X – alternativa base come soluzione di riferimento o situazione “senza”, che si configura come sostanziale mantenimento della situazione di superficie attuale. Quest'ultima risulta caratterizzata da un modesto sviluppo piano-altimetrico con una situazione di area a verde agricolo.
- Y – alternativa di progetto della tratta stradale che consiste, invece, nella variazione piano-altimetrica dell'attuale stato di fatto e nel passaggio da uno stato di verde agricolo a viabilità.

La scelta di tale tema è dovuta alla particolare rilevanza ai fini di uno sviluppo sostenibile: la mobilità è un bene irrinunciabile ma alcune modalità con cui può essere realizzata generano rilevanti effetti esterni sull'ambiente, sulla dotazione di risorse non riproducibili, sulla sicurezza e la qualità della vita, ecc., sollevando, così, l'esigenza di un corretto compromesso tra i diversi obiettivi.

Il progetto complessivo può rappresentare la soluzione più efficace ai problemi di congestione e di sicurezza esistenti. Tuttavia, la realizzazione dell'insieme degli interventi previsti può risultare piuttosto onerosa rispetto ai benefici attesi, per cui occorre verificare l'effettiva convenienza della realizzazione del progetto nel suo insieme. Il metodo Benefici-Costi consiste nel confrontare, per ogni alternativa, compresa quella di non progetto, i benefici di cui

godrà la collettività a progetto ultimato, con i costi che essa stessa dovrà sostenere perché il progetto sia realizzato.

### **L'analisi**

La distinzione di fondo che va fatta in via preliminare riguarda la categoria di soggetti nell'interesse della quale la valutazione è richiesta. Se la categoria è costituita da imprenditori (pubblici o privati) che intendono investire capitali in un progetto per ricavarne un utile (come ad esempio la costruzione di un'autostrada e la successiva riscossione dei pedaggi), la valutazione consiste nel confrontare, per ciascuna delle alternative che si propongono, ivi compresa l'alternativa di non riferimento, i costi che l'imprenditore deve sostenere per la realizzazione della infrastruttura con i ritorni finanziari che presumibilmente essa produrrà nella sua vita naturale.

Al contrario, se la categoria, come nel nostro caso studio, è costituita dalla collettività (tramite i propri rappresentanti amministrativi) la valutazione consiste nel confronto dei costi di investimento a carico della collettività con i benefici in senso lato di cui essa potrà godere nel suo complesso (utenti e non utenti) dopo la realizzazione dell'opera. In quest'ultimo caso in cui la valutazione viene effettuata nell'interesse della collettività, l'analisi sarà detta "economica".

### **I Benefici economici**

Ogni tipologia d'opera determina specifici impatti e quindi specifiche esternalità.

I benefici economici conseguibili dalla realizzazione di un progetto possono essere fondamentalmente di due tipi:

1. Benefici diretti;
2. Benefici indiretti.

La valutazione dei benefici è molto complessa (dipendendo da molteplici fattori: il tipo di progetto che si sta analizzando, le condizioni di mercato, la presenza di domande non soddisfatte, ecc.) e non può essere individuato un metodo unico per effettuarla.

In generale, una valutazione teorica di benefici che si possono ottenere dalla realizzazione di una nuova tratta stradale che collega due località si basa su:

1) Benefici diretti:

- a) *Risparmio tempi di percorrenza*

- b) Risparmio costi di trasporto*
  - c) Maggiore sicurezza e comfort degli utenti*
- 2) Benefici indiretti “veicolari”:
- a) Riduzione del rischio di incidenti stradali*
- 3) Benefici indiretti generali:
- a) Impulso allo sviluppo socio-economico-turistico*

### **I Benefici diretti**

Prendiamo in considerazione il caso in cui la nuova ipotesi di percorrenza proposta dal progetto determini una riduzione dei costi veicolari chilometrici, in conseguenza delle caratteristiche del percorso e del decongestionamento del traffico.

E' possibile scomporre il costo risparmiato in due voci:

- costo del tempo;
- costo chilometrico di esercizio.

I benefici vengono calcolati considerando la differenza in termini di consumo tra il percorso individuato dal progetto e quello in assenza di esso.

#### **Costo del tempo Ct**

A parte le stime empiriche che potrebbero essere sviluppate a partire da interviste, o rilevando i costi sostenuti per risparmiare tempo, vi è ormai una lunga tradizione di ricerca teorica ed econometrica, per cui il valore del tempo impiegato per lo svolgimento di attività connesse al tempo libero si valuta pari a circa l'85% del valore del tempo lavoro.

Si assume prudenzialmente come reddito medio quello relativo al costo orario dell'operaio di primo livello.

Il valore del costo orario dell'operaio, va relazionato alla regione di riferimento. Ipotizzando, ad esempio, che l'infrastruttura in oggetto verrà realizzata nel Comune di Roma, si ricava dal prezzario del Provveditorato OO.PP. di Roma, un valore pari a 12,00 €/ora.

Considerando l'85% di tale valore si ottiene un valore del tempo orario per il calcolo dei nostri benefici economici esterni pari a 10,20 €.

Nel caso dei veicoli pesanti, il valore del tempo orario risulta pari al valore del costo orario di un operaio sommato al valore di guadagno di redditività temporale.

◆ Costo orario operaio = 12,00 €

◆ Costo orario redditività temporale di un veicolo industriale: considerando una redditività giornaliera al netto di conducente e beni di consumo pari a 80 €, il valore orario di redditività (assumendo la durata di una giornata lavorativa pari ad 8 ore) vale:  $80/8 = 10$  €.

Il costo orario per i veicoli industriali vale dunque:

$$C_t = 12,00 + 10,00 = 22,00 \text{ €}$$

### Costo chilometrico di esercizio

Per la valutazione del costo chilometrico di esercizio occorre far riferimento ad alcune caratteristiche specifiche dei veicoli stradali (prezzi, vita tecnica massima) le quali inducono a prendere in considerazione alcuni *veicoli tipo* di riferimento:

- per i veicoli leggeri (v.l.) si considera un autovettura media con potenza di Kw 44;
- per i veicoli pesanti (v.p.) ci si riferisce ad autocarro del tipo combinato.

Per stimare questa seconda parte del *surplus del consumatore*, il primo passo è la valutazione del costo di esercizio, per la quale si è seguita la metodologia proposta dall'ACI, che viene qui di seguito riassunta.

Ai fini del calcolo del costo chilometrico di esercizio i costi di acquisto e di gestione possono essere suddivisi in due categorie:

a) *costi annui non proporzionali alla percorrenza*;

b) *costi proporzionali alla percorrenza*.

Sono compresi nella prima categoria tutti i costi che in ogni caso l'automobilista deve sostenere, indipendentemente dal grado di utilizzo del veicolo; mentre, la seconda categoria comprende i costi che, direttamente o indirettamente, sono collegati al grado di impiego del veicolo stesso.

a) I **costi annui non proporzionali alla percorrenza** sono costituiti da:

- ***Ammortamento economico del capitale d'acquisto***

Vengono distinti nelle sue componenti classiche:

\* *quota capitale* (Qac);

\* *quota interessi* (Qi).

L'ammontare di tali quote fa riferimento al ripristino di una situazione iniziale: recupero del capitale d'acquisto ad un conveniente saggio di interesse dopo un determinato periodo d'uso del veicolo.

L'importo delle quote è calcolato secondo le seguenti formule:

$$Q = Q_{ac} + Q_i$$

dove:

$$Q_{ac} = \frac{V_0 - V_n}{K}$$

$$Q_i = \frac{V_0 + V_n}{K} \times \frac{i}{2}$$

per cui si avrà:

$$Q = \frac{V_0 - V_n}{K} + \frac{V_0 + V_n}{K} \times \frac{i}{2}$$

in cui:

$V_0$  = Prezzo di listino + Spese di immatricolazione, collaudo e trasporto, comprensivo di IVA ed escluso il costo del treno-pneumatici;

$V_n$  = Valore residuo stimato pari al 20% di  $V_0$ ;

$K$  = Vita tecnica convenzionale massima ipotizzabile;

$i$  = Saggio di interesse pari al **Prime rate** maggiorato di due punti tenendo conto della situazione di mercato attuale.

E' bene precisare che la stima del valore residuo del veicolo è convenzionalmente basata su valutazioni medie.

In base alla procedura appena esposta è dunque possibile valutare il costo dell'autovettura ed il costo dell'autocarro:

▪ **Costo per una autovettura:**

$$Q = \frac{11.315,00 - 2.263,00}{10} + \frac{11.315,00 + 2.263,00}{10} \times \frac{0,44}{2} = 448,12$$

Euro/anno

10

10

2

Riferendoci al giorno = 14,94 euro/giorno.

▪ **Costo per un autocarro**

$$Q = \frac{27.814,00 - 5.562,80}{10} + \frac{27.814,00 + 5.562,80}{10} \times \frac{0,44}{2} = 1.123,80 \text{ Euro/anno}$$

Riferendoci al giorno = 40,797 euro/giorno.

**Tassa di circolazione**

Gli importi della tassa sono quelli previsti dalle tariffe fissate in base al T.U. del 5/2/1953 e successive modificazioni, ridotte del 3% (del 5% nel caso di motocicli) secondo quanto previsto dalla legge nel caso di pagamento della tassa di circolazione per 12 mesi in unica soluzione.

Nello specifico nella regione Lazio, per un anno, l'autovettura adibita al trasporto promiscuo di persone e cose ad uso privato avrà una tariffa di E 2,58 a KW, mentre l'autocarro, di peso complessivo inferiore a 12 tonnellate, compreso fra 800 e 1000 Kg avrà una tariffa pari a € 41,07.

**Assicurazione R.C.A.**

Gli importi corrispondono alle tariffe in vigore dal 1/3/1985, in base al provvedimento CIP n. 8/1985, e sono calcolati in base ai massimali minimi di legge; nel caso di autovetture e motoveicoli di cilindrata superiore a 150 cm<sup>3</sup> si ha: 150.000,00 €, 50.000,00 € per persona danneggiata, 15.000,00 € per danni a cose ed animali.

Le tariffe R.C.A. considerate ai fini del calcolo dei costi di esercizio sono quelle indicate per il gruppo tariffario II nel caso delle autovetture. Tale scelta identifica in pratica una situazione tariffaria media.

Gli importi dei premi per l'assicurazione R.C.A. sono stati calcolati con riferimento alla garanzia comprendente i danni a terzi trasportati.

Vengono di seguito riportati i costi, per autovettura ed autocarro, relativi ai criteri appena esposti sulla tassa di circolazione e l'assicurazione.

**◆ Costo della tassa di circolazione e dell'assicurazione:**

Costo per una autovettura:

$$\frac{113,52 + 270,00}{365} = 1,05 \text{ euro/giorno}$$

Costo per un autocarro:

$$\frac{41,07 + 435,00}{365} = 1,30 \text{ euro/giorno}$$

**I costi proporzionali alla percorrenza sono composti da:**

1) *Quota ammortamento tecnico sul capitale d'acquisto.*

Per quanto riguarda l'autovettura tipo, si ipotizza una vita tecnica massima convenzionale di 120000 Km. ed un saggio di rendimento di 18%, mentre per l'autocarro tipo, si ipotizza una vita tecnica massima convenzionale di 300000 Km ed un saggio di rendimento del 18%.

E' così possibile valutare i seguenti costi:

**◆ Costo per una autovettura:**

$$Q = \frac{7747,00 - 1549,00}{120000} + \frac{7747,00 + 1549,00}{120000} \times 0,44 = 0,03 \text{ Euro/anno}$$

**◆ Costo per un autocarro:**

$$Q = \frac{7747,00 - 1549,00}{300000} + \frac{7747,00 + 1549,00}{300000} \times 0,44 = 0,01 \text{ Euro/anno}$$

300000

300000

2

## 2) *Carburante*

Poiché le opere da realizzare consentono un notevole incremento della velocità media commerciale sono stati analizzati per uno stesso tipo di veicolo diversi valori di consumi unitari medi di carburante in funzione della velocità di percorrenza.

Per la stima dei consumi specifici si è ritenuto opportuno non adeguarsi completamente ai dati forniti dalle case costruttrici: tali valutazioni, infatti, vengono effettuate in particolari condizioni di messa a punto del veicolo, in condizioni ambientali *tipo* e con guida di personale specializzato.

### **Consumi unitari (c.u.):**

Il calcolo dei costi unitari di carburante relativo all'autovettura è stato ricavato analizzando criticamente le informazioni riportate sulla rivista specializzata "QUATTORRUOTE".

*Ciclo urbano (50 km/h):*

Consumo relativo: 6.4 litri/100 Km.

Consumo specifico:  $100/6.4 = 15.6$  Km/litro

Consumo unitario:  $1/15.6 = 0.06$  litri/Km.

*Ciclo extraurbano (90 Km/h):*

Consumo relativo: 4.3 litri/100 Km.

Consumo specifico:  $100/4.3 = 23$  Km/litro

Consumo unitario:  $1/23 = 0.04$  litri/Km

Per il calcolo del consumo specifico relativo all'autocarro in esame ci si è riferiti al consumo specifico riportato nelle schede tecniche del motore che equipaggia tale veicolo:

Consumo specifico a potenza max (260 CV) = 170 gr/CV h

Consumo specifico a 2/3 della potenza (173 CV) = 113 gr x 173/h = 19549 gr / h

(dove, per semplicità, si è considerata una relazione lineare tra potenza e consumo).

*Ciclo urbano (supponendo una velocità media di 20 Km/h):*

Consumo unitario:

$$\frac{19549 \text{ gr}}{\text{h}} \times \frac{\text{h}}{20 \text{ Km}} = \frac{977 \text{ gr}}{\text{Km}} = 0,8 \text{ [litri/Km]}$$

*Ciclo extraurbano (supponendo una velocità media di 40 Km/h):*

Consumo unitario:

$$\frac{19549 \text{ gr}}{\text{h}} \times \frac{\text{h}}{40 \text{ Km}} = \frac{488 \text{ gr}}{\text{Km}} = 0,41 \text{ [litri/Km]}$$

***Costi carburante:***

- Benzina: 1,200 euro/litro
- Gasolio: 1,090 euro/litro

### ***3) Lubrificanti***

Il costo dei lubrificanti è stato calcolato considerando il consumo dell'olio per motore, quello dell'olio del cambio e del differenziale. I dati di consumo sono calcolati in base all'ipotesi che le autovetture abbiano già raggiunto un certo stato d'uso, per cui tra una sostituzione e l'altra si renda necessario provvedere a rabbocchi d'olio. Per il costo dei lubrificanti è stato assunto un prezzo medio di 3,00 euro per chilogrammo. Tale valore si raddoppia se si considera l'incidenza della manodopera.

### ***4) Pneumatici.***

I prezzi considerati sono quelli indicati dai più recenti listini Pirelli, Michelin, ecc., in media ridotti del 15% in relazione al normale sconto praticato dai rivenditori. La durata media di ciascun pneumatico è stata considerata pari a 30000 km: tale durata rappresenta un dato medio di ampia approssimazione, variando notevolmente in relazione a molteplici fattori connessi alle particolari condizioni d'impiego dei veicoli (marcia su strada con fondo in cattive condizioni, velocità eccessive, errato sistema di guida, scarsa cura nella manutenzione, ecc.).

### ***5) Manutenzioni e riparazioni.***

In tale voce sono compresi i costi di manutenzione ordinaria e straordinaria necessari, nell'arco di vita del veicolo, a mantenere il veicolo stesso in condizioni di perfetta efficienza, alla luce delle istruzioni indicate nei libretti di manutenzione.

L'insieme dei costi proporzionali alla percorrenza (quota di ammortamento sul capitale d'acquisto, costo del carburante, dei lubrificanti, dei pneumatici, delle spese di manutenzione e riparazione) costituisce un costo calcolato unitariamente e basato sul grado di impiego del veicolo che, espresso in lire per Km, risulta costante.

Facendo un conteggio dettagliato, i costi chilometrici proporzionali alla percorrenza (a meno del carburante) valgono:

***Costo per una autovettura***

1) Quota ammortamento tecnico sul capitale d'acquisto: 0,03 euro/Km

2) Lubrificanti (un cambio olio ogni 5000 Km con 5 litri di olio):

$$5 \times 6,00 = 30,00 \text{ euro} \rightarrow \frac{30,00}{5000} = 0,006 \text{ euro/Km}$$

3) Pneumatici (vita utile pari a 30000 km):

$$4 \times 40,00 = 160,00 \text{ euro} \rightarrow \frac{160,00}{13000} = 0,012 \text{ euro/Km}$$

4) Manutenzione ordinaria e straordinaria (ogni 10000 km):

$$\frac{130,00}{10000} = 0,013 \text{ euro/Km}$$

*Costo chilometrico (senza carburante) = 0,088 euro/Km*

### ***Costo per un autocarro***

1) Quota ammortamento tecnico sul capitale d'acquisto: 0,24 euro/Km

2) Lubrificanti (un cambio olio ogni 5000 Km con 25 litri di olio):

$$25 \times 6,00 = 150,00 \text{ euro} \rightarrow \frac{150,00}{5000} = 0,03 \text{ euro/Km}$$

3) Pneumatici (vita utile pari a 50000 km):

$$10 \times 450,00 = 4500,00 \text{ euro} \rightarrow \frac{4500,00}{50000} = 0,09 \text{ euro/Km}$$

4) Manutenzione ordinaria e straordinaria (ogni 10000 km):

$$\frac{500,00}{10000} = 0,05 \text{ euro/Km}$$

*Costo chilometrico (senza carburante) = 0,40 euro/Km*

A parte i benefici di natura economica direttamente quantificabili, esistono anche altri tipi di benefici di non facile valutazione, quali per esempio il maggiore comfort e la maggior sicurezza di esercizio che hanno gli automobilisti grazie all'intervento proposto.

I benefici legati alla miglioria del trasporto possono essere valutati tramite l'indice della disponibilità a pagare.

In pratica per misurare tale corrispondenza, in assenza di un mercato, è necessario affidarsi a sondaggi di opinione, a mercati simili o a congetture basate su casi analoghi.

### **Benefici indiretti “veicolari”**

Si tratta di benefici che non interessano direttamente gli utenti della nuova arteria, ma l’intera collettività, pur essendo comunque connessi alla lunghezza del percorso ed alla domanda di traffico.

Tali benefici sono correlati ai risparmi dei costi derivati dalle conseguenze degli incidenti stradali che, nel caso in esame, dovrebbero tendere inevitabilmente a diminuire di numero.

I suddetti costi possono essere distinti in:

- costi per perdita di vite umane;
- costi per ferimenti;
- costi per danni alle cose.

Anche in questo caso risulta necessario ricorrere al concetto della disponibilità a pagare.

### **Benefici indiretti generali**

E’ facile prevedere che la realizzazione del progetto produrrà effetti positivi sul tessuto economico produttivo. Si può ipotizzare una riduzione del costo del trasporto delle merci con conseguente produzione di stimoli economici non indifferenti.

**Tabella riassuntiva dei benefici**

<b>Tipologia opera</b>	<b>Risparmi operativi</b>	<b>Risparmi in termini di tempo</b>	<b>Risparmi in termini di vite umane, beni patrimoniali e danni biologici</b>	<b>Benefici ambientali</b>	<b>Sviluppo economico</b>
Sistemi di trasporto urbani	Risparmio dei carburanti per collegamenti più veloci	Diminuzione del congestionamento e dei tempi di percorrenza	Diminuzione degli incidenti per la razionalizzazione dei flussi	Diminuzione delle emissioni nocive per maggior scorrevolezza del traffico	Maggior capacità di accesso alle zone turistico commerciali della città

### **Costi economici**

I costi “economici” rappresentano elementi decisivi dell’ACB, e sono generalmente comuni a tutte le tipologie di progetto: perdita dei suoli e effetti di piazzamento

#### *Perdita patrimoniale dei suoli*

L’opera di trasporto spesso incide negativamente sul valore dei terreni, basti pensare alla realizzazione in ambiente urbano di una nuova circonvallazione che attraversa quartieri prima solo parzialmente toccati dal problema del traffico, il valore degli edifici subirà un deprezzamento. Oppure si pensi alla realizzazione di un parcheggio che vada ad occupare un terreno destinato alle coltivazioni. In entrambi i casi potranno essere utilizzate come proxy per la perdita del valore dei suoli la perdita netta di valore degli immobili o il mancato reddito proveniente dalla produzione agricola perduta.

#### *Effetti di piazzamento e sostituzione di attività esistenti*

Vanno presi in considerazione i possibili effetti che il progetto genera rispetto alle attività esistenti potenziali. Ad esempio il finanziamento di un progetto potrebbe rappresentare la causa indiretta della cessazione di attività con conseguente perdita di reddito e di occupazione. Si deve ancora tener conto degli effetti di sostituzione: ad esempio la realizzazione di opere portuali potrebbero indurre fenomeni di dirottamento dei flussi turistici. Per questi impatti negativi sullo sviluppo locale va però ricordato quanto evidenziato per i benefici economici: i fattori che contribuiscono all’economia raggiungono un livello tale di interconnessione e complessità che isolarne gli effetti risulta spesso essere discorsivo.

### **Analisi e interpretazione dei risultati**

Il passo successivo all’individuazione dei benefici e dei costi economici è rappresentata dalla loro attualizzazione e comparazione.

#### *L’orizzonte temporale*

In generale, opere di ingegneria civile hanno una “vita”, in termini di utilità economica, lunga in media 30 – 40 anni; se poi addirittura si prende in considerazione un ponte o un porto, l’utilità economica può protrarsi ben oltre i 100. I progetti riguardanti installazioni o mezzi di trasporto hanno invece una vita economica più modesta (10 – 15 anni). In ogni caso l’orizzonte temporale generalmente adottato varia tra i 20 e i 30 anni, oltre l’analisi non sarebbe particolarmente utile.

Nella sottostante tabella vengono riportati i costi e benefici individuati in precedenza

	1	2	.....	20/30
<b><u>Benefici economici</u></b>				
Rientri finanziari “economici”				
Risparmio di tempo: -su merci (disponibilità a pagare) -per passeggeri (tempo libero e tempo lavorativo)				
Diminuzione costi di trasporto: -risparmio costi legati sostenuti dagli utenti -risparmi legati a modalità di trasporto “efficienti”				
Esternalità positive ambientali				
Impatti netti sullo sviluppo economico				
Diminuzione incidenti: -vite umane -danni patrimoniali -spese ospedaliere e di assistenza				
<b><u>Costi economici</u></b>				
Costi operativi e d’investimento rettificati				
<b><u>Costi ambientali</u></b>				
Costi legati all’uso del suolo				
Costi legati a fenomeni di piazzamento e sostituzione				
<b><u>Flusso netto benefici - costi</u></b>				

*La valutazione*

Il confronto dei flussi attualizzati benefici e costi avviene attraverso gli indicatori sintetici VANE, TIRe. Alcune indicazioni per la valutazione possono essere fornite da World Bank e UE.

La UE ha calcolato i valori medi del TIRe su differenti tipologie di grandi progetti per il settore dei trasporti, i cui risultati sono riportati nella sottostante tabella:

<u>Tipologia di progetto</u>	<b>Valore medio TIR</b>	<b>Deviazione standard</b>
Strade e autostrade	18.63	13.5
Ferrovie	13.83	8.76
Metropolitane	10.06	3.23
Porti	10.73	3.22
Aeroporti	8.73	4.47

Nel confronto delle nostre due alternative otteniamo:

<u>Azioni/effetti</u>	<b>Tipologia di progetto A – stato di “non progetto”</b>	<b>Tipologia di progetto B – “progetto”</b>
<b>Benefici</b>	x	
Rientri finanziari “economici”		x
Risparmio di tempo: -su merci (disponibilità a pagare) -per passeggeri (tempo libero e tempo lavorativo)		x
Diminuzione costi di trasporto: -risparmio costi legati sostenuti dagli utenti -risparmi legati a modalità di trasporto “efficienti”		x
Esternalità positive ambientali	x	x
Impatti netti sullo sviluppo economico		x
Assenza emissioni inquinanti da traffico	x	
Spazio destinato a verde	x	
<b>Costi</b>		
<b><u>Costi economici</u></b>		
Costi operativi e d’investimento rettificati		x
<b><u>Costi ambientali</u></b>		
Costi legati all’uso del suolo	x	x
Costi legati a fenomeni di piazzamento e sostituzione		x

Date le due alternative X e Y, la X è preferibile alla Y se la differenza attualizzata tra i costi ed i benefici della X è superiore all'analoga differenza della Y o, il che è lo stesso, se la differenza tra i benefici delle due alternative è maggiore della differenza dei costi, ovvero:

$$B - C > B^* - C^*$$

oppure se:

$$B - B^* > C - C^*$$

E' importante conoscere le criticità ambientali alle quali l'ecosistema urbano è sottoposto, al fine di rendere le scelte compatibili dal punto di vista del rispetto della sostenibilità ambientale.

### **3.6.2 Il caso studio – SVILUPPO SOSTENIBILE E CONSERVAZIONE DEL CAPITALE MANUFATTO/AMBIENTALE: IL PATRIMONIO MONUMENTALE DEL LAZIO**

Negli ultimi anni purtroppo il problema dell'inquinamento del pianeta sta cominciando ad essere preoccupante. Dopo la rivoluzione industriale è stato un crescendo impressionante di immissione in atmosfera di sostanze inquinanti che col passare degli anni hanno provocato e stanno provocando gravi danni all'ambiente. Le già critiche condizioni dovute alle alte emissioni di tutti gli inquinanti possono facilmente aggravarsi, toccando o superando i limiti di allarme stabiliti dalla legge, quando permangono condizioni di alta pressione con scarsa ventilazione per molti giorni, pensate che i livelli sono spesso superiori di 30 volte rispetto a quelli registrati in estate. Come sappiamo, l'alta pressione è caratterizzata da venti deboli e da aria che dall'alto si dirige verso il basso per cui tende a schiacciare tutto lo smog concentrandolo da terra fino a circa 150-300 metri d'altezza, formando uno strato di nebbia giallo-grigiastra (la parola smog deriva dall'unione delle parole smoke=fumo e fog=nebbia) facilmente visibile se ci troviamo a distanza.

Dall'immagine sottostante si può vedere come in tali condizioni si presenta Roma vista da Ostia:



Foto scattata verso Roma con l'alta pressione



Illustrazione schematica

La conservazione pianificata del capitale manufatto sta assumendo un ruolo critico per lo sviluppo sostenibile. L'attenzione alla conservazione è presente sia nei paesi in via di sviluppo che nei paesi industrializzati. Specialmente nell'ambito delle trasformazioni urbane (riqualificazione, riconversione di funzioni, ecc.) il problema della conservazione è divenuto importante. Per esempio, in varie città l'intensità del degrado richiede una ristrutturazione fisica ed economica che molto spesso si rivela in contrasto con la conservazione del patrimonio storico culturale esistente. Si riconosce che lo sviluppo urbano implica la creazione di nuovi beni in termini di strutture fisiche, sociali ed economiche, contemporaneamente si è consapevoli che ogni processo di sviluppo spesso distrugge i tradizionali beni sociali, fisici e culturali appartenenti al nostro patrimonio comune. Chiaramente, sebbene non immediatamente misurabile, tutti i beni culturali costituiscono un valore economico di cui bisogna tener conto in qualsiasi processo di trasformazione urbana. Nella maggior parte dei casi, la valutazione di tali beni nel processo di pianificazione non può essere lasciata al meccanismo di mercato, poichè la maggior parte dei beni storico-culturali costituisce "beni senza prezzo" caratterizzati da esternalità che non vengono espresse dai parametri convenzionali di valutazione monetaria. Lo sviluppo di adeguati metodi di valutazione diventa allora di enorme importanza, altrimenti non sarà mai possibile un'attenta ed equilibrata valorizzazione dei beni culturali.

Da un punto di vista operativo, la stima del valore storico-culturale e socio-economico dei monumenti, presentano non poche difficoltà. I monumenti sono parte del patrimonio storico, architettonico e culturale di una città o di un paese, e di solito non offrono un contributo diretto all'economia. Le entrate turistiche a volte possono essere intese come una parziale rappresentazione dei valori economici della cultura e della natura. Ma tali stime nel migliore dei casi forniscono una valutazione distorta ed incompleta. In vari casi si può perfino osservare una situazione nella quale il turismo di massa incide negativamente sulla qualità di un patrimonio culturale.

In una corretta metodologia per la valutazione di conservazione del capitale monumentale è possibile riconoscere due caratteristiche principali. La prima è che una struttura decisionale ed il relativo metodo di valutazione dovrebbero essere in grado di tener conto di molteplici obiettivi. La metodologia di valutazione dovrebbe, quindi, consistere in una struttura multiobiettivo non coincidente con quella tradizionale che normalmente si focalizza solo sugli impatti relativi all'efficienza economica, in termini di benefici e costi.

La seconda caratteristica è che in generale gli effetti riguardanti le decisioni economiche sono di natura multidimensionale, con differenti livelli di misurazione. La metodologia scelta, dunque, dovrà tener conto della multidimensionalità degli effetti.

La valutazione multicriterio serve a soddisfare tali esigenze poichè tale metodologia tiene conto di obiettivi molteplici ed eterogenei e conflittuali, ed allo stesso tempo è idonea a valutare dati qualitativi; perciò, costituisce un utile strumento per gli studi di conservazione.

## **IL CASO**

Concentreremo la nostra attenzione del caso studio sulla pianificazione sostenibile del capitale manufatto monumentale con particolare riferimento alla regione del Lazio.

Nell'analisi che segue si userà il metodo multicriterio di "regime", basato sul confronto a coppie di alternative o scenari. Il fulcro dell'analisi di regime è il cosiddetto indice di concordanza che rappresenta la misura in cui l'alternativa A è migliore della B.

Nel caso studio presenteremo dieci scenari alternativi per lo sviluppo sostenibile della regione in questione. Le ipotesi fatte in ogni scenario riguardano misure alternative finalizzate al raggiungimento di tre diversi obiettivi. Il primo è l'efficienza economica (reddito e produzione), il secondo è l'equità socio-economica (equa distribuzione dell'aumento di benessere) e protezione culturale, mentre il terzo è la tutela ambientale. Questi tre obiettivi suggeriscono vari scenari (singoli e composti) che possono costituire la base per la formulazione di politiche alternative.

Il *primo* scenario ha come obiettivo esclusivamente l'efficienza economica senza tener conto di come questa inciderà sugli altri due obiettivi. Questo scenario favorisce alti tassi di crescita nei settori agricolo, industriale e ricreativo, con forti incentivi per investimenti in questi settori.

Il *secondo* scenario si propone di migliorare l'equità socio-economica e di proteggere le tradizioni culturali (il patrimonio monumentale e architettonico, ecc.). Il tasso di crescita economica è inferiore e vengono adottate esplicite misure per la protezione dei beni architettonici.

Il *terzo* scenario punta a favorire la protezione ambientale. Si basa sull'eliminazione dell'uso dei pesticidi e dei fertilizzanti nel settore agricolo, e sul trattamento dei rifiuti industriali e domestici quando necessario. Sono inoltre adottate misure speciali contro caccia e pesca illegali.

Il *quarto* scenario focalizza l'attenzione sulla massimizzazione dell'efficienza economica, sull'equità socioeconomica e sulla protezione del patrimonio culturale. Queste ipotesi si basano su un compromesso tra il primo e il secondo scenario. Vengono perseguiti alti tassi di crescita economica, contestualmente a misure volte a favorire l'equità socio-economica o della conservazione del patrimonio culturale.

Il *quinto* scenario è un compromesso tra il primo e il terzo, affinché vengano contemporaneamente perseguite l'efficienza economica e la tutela ambientale. Non contempla alcuna azione a favore dell'equità socio-economica o della conservazione del patrimonio culturale.

Il *sesto* scenario punta alla massimizzazione dell'equità socio-economica, della tutela ambientale, e della conservazione dei monumenti. Può essere definito come una soluzione di compromesso tra il secondo e il terzo scenario.

Il *settimo* rappresenta un compromesso, poiché incentrato sulla tutela dei monumenti e dell'ambiente. Si ipotizza una moderata crescita in ciascun settore produttivo combinata con una politica ambientale relativa all'uso dei pesticidi e dei fertilizzanti, al trattamento dei rifiuti industriali e domestici e al controllo della pesca e della caccia. Presta particolare attenzione alla tutela del patrimonio culturale.

L'*ottavo* scenario si basa sull'impatto di lungo periodo dell'introduzione di "tecnologie pulite" in agricoltura. Questa ipotesi favorisce drastiche riduzioni di pesticidi e fertilizzanti combinate con i tassi di produzione dello scenario sette, con conseguenti prezzi dei prodotti agricoli più alti a causa della più elevata qualità dei prodotti. I principi relativi all'equità socio-economica, alla difesa del patrimonio culturale e alle politiche ambientali sono gli stessi dello scenario sette.

Lo scenario *nono* ribadisce le caratteristiche dello scenario sette, ma introduce uno sconvolgimento esterno nella regione come il verificarsi di siccità conseguenti ai cambiamenti climatici. Si ipotizza una riduzione delle precipitazioni annuali ad un tasso di circa l'1-2% annuo per un arco di tempo pari a 10 anni. Non si ipotizza nessuna iniziativa efficace contro tale evento.

In ultimo, il *decimo* è una variante dello scenario nove poiché prevede l'adozione di politiche particolari in relazione al problema della disponibilità idrica.

Sulla base dei dieci scenari tenteremo di valutare ciascuno di essi in relazione al potenziale sviluppo locale-regionale. Ciò implica una stima delle conseguenze ex post derivanti da ciascuno dei dieci scenari sulle variabili nella zona in esame.

Si useranno i seguenti criteri di valutazione:

- qualità ambientale (En);
- reddito e occupazione (In);
- distribuzione del reddito (In.D.)
- popolazione (P);
- costi della politica ambientale (Cs).

Questi cinque criteri sono stati dedotti dal modello di analisi di impatto sistemica (strumento largamente usato per valutare i risultati delle politiche e dei progetti a livello regionale, nazionale o locale). Utilizzando l'analisi di impatto qualitativa, possiamo stimare gli impatti di ogni scenario sugli elementi del sistema. Secondo un criterio dinamico, abbiamo valutato questi impatti per periodi di quattro anni, a partire dal 1986 fino al 2014. La scelta di tale periodo è stata effettuata per poter includere nello studio sia effetti di breve che di lungo periodo.

Nella valutazione è stata usata la scala ordinale a dieci punti.

Assumiamo che i numeri da 1 a 4 esprimano impatti negativi, mentre quelli da 6 a 10 impatti positivi, mentre 5 evidenzia impatti neutri sugli elementi in esame. Si può dedurre per ogni scenario una tavola di impatto multiperiodo che funzionano come matrici, da utilizzare per la valutazione multicriterio.

Utilizzando la matrice degli impatti di cui si è detto, si può valutare la preferibilità di ogni scenario e dei loro effetti sulla sostenibilità.

Sviluppiamo tre tipi di “esperimenti valutativi” che chiameremo A, B e C, che danno priorità rispettivamente alla qualità ambientale, al reddito e l'occupazione, e alla distribuzione del reddito.

In questi esperimenti valutativi i cinque differenti indicatori, o criteri, sono utilizzati in varie combinazioni di importanza (attraverso un sistema di ponderazione). Le successive valutazioni

A, B e C assumono rispettivamente come criterio prioritario la qualità ambientale (En); il reddito e occupazione (In); e la distribuzione del reddito (In.D).

Queste valutazioni possono essere considerate come una sorta di analisi di sensitività nel rivelare come la graduatoria degli scenari cambia quando muta l'importanza dei criteri.

#### **A. Valutazione basata sulla priorità della qualità ambientale**

In questa valutazione il criterio della qualità ambientale (En) è considerato il più importante e dunque ha il peso più elevato, mentre agli altri criteri sono assegnati pesi inferiori. Nell'ambito di questo esperimento valutativo A si possono esaminare diversi casi come in una sorta di ulteriore analisi di sensitività. In ultimo, si può ottenere una graduatoria dei 10 scenari facendo ricorso al metodo di Regime precedentemente esposto.

In questa analisi sono stati distinti 8 analisi di sensitività per la valutazione A, dove la qualità ambientale ha sempre la priorità più elevata, ma dove agli altri quattro criteri possono essere attribuiti differenti priorità. Ognuno dei 10 scenari visti può essere classificato secondo ciascuna delle 8 analisi di sensitività. I vari risultati, sulla base dell'utilizzo del metodo di Regime, sono riportati nella sottostante tabella.

	<b>Graduatoria dei criteri</b>	<b>Graduatoria degli scenari</b>
<b>1</b>	<b>En &gt; In &gt; In.D. &gt; = P = Cs</b>	<b>6 &gt; 8 &gt; 2 &gt; 4 &gt; 5 &gt; 7 &gt; 1 &gt; 9 &gt; 10 &gt; 3</b>
<b>2</b>	<b>En &gt; In &gt; In.D &gt; P &gt; Cs</b>	<b>8 &gt; 5 &gt; 6 &gt; 7 &gt; 4 &gt; 2 &gt; 9 &gt; 10 &gt; 3 &gt; 1</b>
<b>3</b>	<b>En &gt; In &gt; In.D &gt; = P</b>	<b>8 &gt; 5 &gt; 6 &gt; 7 &gt; 4 &gt; 2 &gt; 9 &gt; 10 &gt; 3 &gt; 1</b>
<b>4</b>	<b>En &gt; In &gt; In.D &gt; P</b>	<b>8 &gt; 5 &gt; 6 &gt; 7 &gt; 4 &gt; 3 &gt; 2 &gt; 9 &gt; 10 &gt; 1</b>
<b>5</b>	<b>En &gt; In &gt; In.D</b>	<b>8 &gt; 3 &gt; 5 &gt; 6 &gt; 7 &gt; 4 &gt; 2 &gt; 9 &gt; 10 &gt; 1</b>
<b>6</b>	<b>En &gt; In.D &gt; In</b>	<b>6 &gt; 8 &gt; 3 &gt; 5 &gt; 7 &gt; 2 &gt; 4 &gt; 9 &gt; 10 &gt; 1</b>
<b>7</b>	<b>En &gt; In = In.D &gt; P</b>	<b>8 &gt; 5 &gt; 6 &gt; 7 &gt; 3 &gt; 4 &gt; 2 &gt; 9 &gt; 10 &gt; 1</b>
<b>8</b>	<b>En &gt; In.D &gt; In &gt; P</b>	<b>6 &gt; 8 &gt; 5 &gt; 7 &gt; 2 &gt; 3 &gt; 4 &gt; 9 &gt; 10 &gt; 1</b>

#### **B. Valutazione basata sulla priorità della performance economica**

In questo caso si considera la graduatoria degli scenari che vede reddito ed occupazione (In) come criteri più importanti. I seguenti risultati sono stati ottenuti utilizzando il metodo di Regime per la valutazione qualitativa.

	<b>Graduatoria dei criteri</b>	<b>Graduatoria degli scenari</b>
<b>1</b>	<b>In &gt; En &gt; In.D. &gt; P &gt; Cs</b>	<b>8 &gt; 6 &gt; 5 &gt; 4 &gt; 7 &gt; 2 &gt; 1 &gt; 9 &gt; 10 &gt; 3</b>
<b>2</b>	<b>In = In.D &gt; En &gt; P &gt; Cs</b>	<b>8 &gt; 4 &gt; 7 &gt; 1 &gt; 2 &gt; 5 &gt; 6 &gt; 9 &gt; 10 &gt; 3</b>
<b>3</b>	<b>In &gt; In.D &gt; En &gt; P = Cs</b>	<b>7 &gt; 8 &gt; 2 &gt; 4 &gt; 6 &gt; 5 &gt; 1 &gt; 9 &gt; 10 &gt; 3</b>
<b>4</b>	<b>In &gt; En = In.D &gt; P = Cs</b>	<b>8 &gt; 6 &gt; 5 &gt; 4 &gt; 2 &gt; 7 &gt; 1 &gt; 9 &gt; 10 &gt; 3</b>
<b>5</b>	<b>In &gt; En &gt; In.D &gt; P</b>	<b>8 &gt; 5 &gt; 6 &gt; 7 &gt; 4 &gt; 1 &gt; 2 &gt; 3 &gt; 9 &gt; 10</b>
<b>6</b>	<b>In &gt; En &gt; In.D</b>	<b>8 &gt; 5 &gt; 7 &gt; 1 &gt; 4 &gt; 6 &gt; 3 &gt; 2 &gt; 9 &gt; 10</b>
<b>7</b>	<b>In &gt; En &gt; In.D</b>	<b>8 &gt; 5 &gt; 6 &gt; 7 &gt; 3 &gt; 4 &gt; 2 &gt; 9 &gt; 10 &gt; 1</b>
<b>8</b>	<b>In &gt; En = In.D</b>	<b>8 &gt; 5 &gt; 6 &gt; 7 &gt; 3 &gt; 4 &gt; 2 &gt; 9 &gt; 10 &gt; 1</b>

### **C. Valutazione basata sulla priorità della distribuzione del reddito**

Si assume che l'obiettivo della distribuzione del reddito abbia il peso più alto. I risultati sono mostrati nella tabella sottostante.

	<b>Graduatoria dei criteri</b>	<b>Graduatoria degli scenari</b>
<b>1</b>	<b>In.D. &gt; En &gt; In &gt; P &gt; Cs</b>	<b>6 &gt; 2 &gt; 8 &gt; 7 &gt; 4 &gt; 5 &gt; 9 &gt; 10 &gt; 1 &gt; 3</b>
<b>2</b>	<b>In.D &gt; In &gt; En &gt; P &gt; Cs</b>	<b>6 &gt; 2 &gt; 8 &gt; 4 &gt; 7 &gt; 5 &gt; 9 &gt; 10 &gt; 1 &gt; 3</b>
<b>3</b>	<b>In.D &gt; En &gt; In &gt; P = Cs</b>	<b>6 &gt; 8 &gt; 2 &gt; 5 &gt; 4 &gt; 7 &gt; 9 &gt; 10 &gt; 1 &gt; 3</b>
<b>4</b>	<b>In.D &gt; In &gt; En &gt; P = Cs</b>	<b>6 &gt; 8 &gt; 2 &gt; 4 &gt; 5 &gt; 7 &gt; 1 &gt; 9 &gt; 10 &gt; 3</b>
<b>5</b>	<b>In.D &gt; En &gt; In &gt; P</b>	<b>2 &gt; 6 &gt; 4 &gt; 8 &gt; 2 &gt; 1 &gt; 7 &gt; 9 &gt; 10 &gt; 3</b>
<b>6</b>	<b>In.D &gt; In &gt; En &gt; P</b>	<b>6 &gt; 8 &gt; 2 &gt; 7 &gt; 4 &gt; 9 &gt; 10 &gt; 5 &gt; 3 &gt; 1</b>
<b>7</b>	<b>In.D &gt; En &gt; In</b>	<b>6 &gt; 8 &gt; 2 &gt; 7 &gt; 4 &gt; 9 &gt; 10 &gt; 5 &gt; 3 &gt; 1</b>
<b>8</b>	<b>In.D &gt; In = En</b>	<b>6 = 8 &gt; 7 &gt; 2 = 5 &gt; 4 &gt; 3 &gt; 9 = 10 &gt; 1</b>

Terminate le tre valutazioni è possibile procedere ad una valutazione globale dei dieci scenari, identificando tre classi di importanza per le graduatorie degli scenari illustrate nelle tabelle. Il primo gruppo (I) include scenari classificati nelle prime tre posizioni, il secondo (II) include i

tre scenari intermedi e l'ultimo (III) comprende gli ultimi quattro scenari. In questo modo si può facilmente prevedere il verificarsi degli scenari nelle tre ipotesi A, B e C.

<i>Valutazioni</i>	<i>I classe</i>	<i>II classe</i>	<i>III classe</i>
<b>A</b>	8, 6, 5	4, 7, 2	9, 3, 10, 1
<b>B</b>	5, 8, 6	7, 4, 2	2, 1, 9, 10, 3
<b>C</b>	8, 2, 6	4, 5, 7	1, 10, 9, 3

I risultati di questa tabella portano a delle interessanti conclusioni, innanzitutto per l'eliminazione di scenari irrilevanti. E' evidente che gli scenari 1, 3, 9 e 10 sono poco significativi: nella maggior parte dei casi sono dominati dagli altri scenari. Va rilevato che gli scenari 1 e 3 assumono posizioni estreme rispettivamente per la crescita economica e per la tutela ambientale. Sembra che entrambe le politiche risultino problematiche.

Riguardo, inoltre, ad un'identificazione e selezione degli scenari più desiderabili, si evidenzia che gli scenari 8 e 6 meritano di essere analizzati in maggior dettaglio.

In generale, il sistema di valutazione, basato sull'analisi multicriterio, sembra offrire una struttura analitica valida per lo sviluppo sostenibile e per la conservazione pianificata del patrimonio monumentale. Si tratta di una strategia significativa per pervenire a soluzioni di compromesso nella pianificazione della conservazione dei beni culturali/monumentali.

#### **4. CONCLUSIONI**

Nel mondo in cui viviamo è necessario muoversi: per lavorare, per incontrarsi, anche solo per fare la spesa... Ci muoviamo moltissimo in automobile e l'aria delle nostre città è irrespirabile.

Sono sempre più stretti i legami tra modelli di mobilità urbana, qualità ambientale e tutela dei soggetti più deboli.

Spesso queste relazioni provocano disagi e difficoltà, alti costi economici ed energetici causati dalla congestione, situazioni di elevato inquinamento acustico ed atmosferico, rischi alla circolazione per pedoni e ciclisti, distruzione del capitale manufatto/ambientale.

Risolvere problemi di mobilità di aree territoriali, dal livello circoscrizionale a quello regionale, è possibile non solo mettendo in sicurezza e razionalizzando l'attuale rete viaria, ma anche e soprattutto investendo sul trasporto pubblico, in particolare su ferro, delle merci e delle persone ed indirizzando i cittadini verso forme di mobilità sostenibile compatibili con l'ambiente.

La tutela e la promozione delle forme di mobilità sostenibile, oltre a rappresentare un fattore di qualificazione sociale, innesca processi virtuosi di riduzione della congestione e di aumento della sicurezza stradale, riducendo i rischi di incidenti ed i costi economici e sociali collegati.

Partendo dalla nozione di, La valutazione di impatto ed i metodi di valutazione sono condizioni essenziali per una pianificazione urbana volta a garantire la sostenibilità ed uno sviluppo urbano sostenibile. Occorre anche migliorare il quadro delle informazioni sociali, economiche, culturali e spaziali. Considerata la natura intangibile di molti aspetti, la valutazione di impatto qualitativa ed i metodi multicriterio si configurano come buoni strumenti analitici.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- [1] A. Bonora Grassilli - *Introduzione alla scelta degli investimenti e finanziamenti* - Pàtron - 1991.
- [2] F. Nuti - *L'analisi costi - benefici* - Il Mulino - 1987.
- [3] A. Petretto - *Procedure e stime per la valutazione di un progetto stradale secondo la metodologia FIO* - Quaderni FORMEC - 1989.
- [4] P. A. Samuelson, W. D. Nordhaus - *Economia* - Zanichelli - 1987.
- [5] C.R.E.S.M.E. - *Legge 64. Come partecipare allo sviluppo del Mezzogiorno* - Sapere 2000 - 1987.
- [6] Ministero del bilancio e della programmazione economica - *Manuale di valutazione dei progetti per la pubblica amministrazione* - Istituto poligrafico e Zecca dello Stato - 1983.
- [7] Ministero del bilancio e della programmazione economica - *Tecniche di valutazione degli investimenti pubblici* - Istituto poligrafico e Zecca dello Stato - 1984.
- [8] Manuale Formez a cura di Francois Levarlet e Alessandro Valenza - *L'analisi costi-benefici dei progetti di intervento pubblico*
- [9] Davide Viaggi, Giacomo Zanni- *La valutazione d'impatto ambientale in Italia* - ed. Franco Angeli 1999.
- [10] Luigi Fusco Girard, Peter Nijkamp - *La valutazione per lo sviluppo sostenibile della città e del territorio - 1997*
- [11] Pietro Zito - *Strategie di gestione della domanda di trasporto al fine di ridurre l'impatto del traffico sull'ambiente e l'esposizione ai relativi inquinanti - 2004*