

## 12 COSTI ESTERNI DEL TRASPORTO

### 12.1 Premessa

#### 12.1.1 La necessità di intervento

L'incremento dell'efficienza del sistema di trasporto è stata una precondizione per la rivoluzione industriale ed è tuttora un fattore di successo per lo sviluppo del commercio internazionale e del turismo. I benefici offerti dal sistema di trasporto sono molteplici: un sistema di trasporto efficiente offre un contributo significativo allo sviluppo del sistema economico, alla competitività e all'occupazione.

Tutto ciò spiega perché la crescente percezione delle distorsioni che affliggono il sistema di trasporto sia preoccupante. L'incremento dei tempi di percorrenza ha generato una riduzione delle velocità medie in molte città europee che ormai sono prossime a quelle che caratterizzavano i sistemi a trazione animale. I problemi di inquinamento atmosferico, come per esempio la rarefazione dello strato di ozono, induce oramai molti cittadini a contenere le attività svolte all'aperto, soprattutto nelle ore centrali dei periodi caratterizzati da una maggiore insolazione. Recenti stime stabiliscono che migliaia di cittadini muoiono ogni anno a causa di una particolare forma di inquinamento atmosferico, come ad esempio quella provocata dalle emissioni di polveri leggere.

Inoltre, sebbene alcune forme di inquinamento potranno nel prossimo futuro attenuarsi per effetto delle attuali politiche ambientali, il grado di congestione tenderà ad aumentare in maniera esponenziale se non saranno imposti ulteriori provvedimenti in materia. Laddove il progresso tecnologico ha permesso di usufruire di mezzi di trasporto caratterizzati da un maggior grado di sicurezza attiva e passiva, la collettività sta realizzando che i costi in termini di sofferenza umana, morbosità e perdita di produttività iniziano ad assumere livelli non più facilmente tollerabili.

#### 12.1.2 La necessità di riequilibrio delle strategie di intervento

Molte misure di intervento sono già state adottate a vari livelli amministrativi (città, province, regioni, nazioni, etc...). La Comunità Europea ha progressivamente ristretto gli standard per le emissioni dei veicoli ottenendo come risultato nuove auto caratterizzate da tassi di emissione inferiori di circa il 90% di quelli che si registravano per gli autoveicoli prodotti negli anni settanta. Anche in altre settori, come ad esempio sicurezza e inquinamento acustico, gli standard europei hanno prodotto risultati apprezzabili. Tuttavia, molti problemi associati al sistema dei trasporti sono legati alle decisioni degli utenti rispetto alla scelta del modo, percorso e temporalità con cui esprimere la propria domanda di mobilità. La congestione, per esempio, dipende dal fatto che troppi utenti decidono di utilizzare il mezzo privato nello stesso istante e nello stesso luogo.

Molte delle politiche adottate non riescono ad influire direttamente sul processo decisionale degli utenti del sistema di trasporto. Le scelte effettuate dai singoli utenti sono direttamente influenzate dai prezzi del servizio ed è evidente che per molte tipologie di viaggi esiste una discrepanza tra il prezzo sostenuto dal singolo utilizzatore e

il costo complessivo relativo al servizio svolto. Il risultato è che le decisioni degli utenti sono distorte e che la maggior parte dei problemi afferenti il sistema dei trasporti riguardano la concentrazione della domanda in determinati ambiti spaziali e temporali. Ciò induce delle situazioni palesemente inefficienti e allo stesso tempo la collettività paga una larga parte dei costi causati da un sottoinsieme di cittadini (utenti del sistema trasportistico), sollevando anche problemi di equità sociale.

La Commissione Europea ha già da tempo indicato le potenzialità di alcuni strumenti di politica tariffaria per il contenimento dei più importanti problemi connessi al sistema dei trasporti come la congestione, gli incidenti, l'inquinamento atmosferico e acustico. Tutti questi fattori sono caratterizzati da una significativa differenziazione del costo sostenuto direttamente da ogni singolo utente del sistema e il costo aggiuntivo che ogni singolo utente impone agli altri utenti e alla collettività nel complesso: alcuni segmenti pagano troppo, altri troppo poco. Queste situazioni sono generalmente descritte come "esternalità", nel senso che alcuni costi sono esterni ai soggetti che li generano; ossia, non rientrano tra i costi sostenuti dagli utenti del sistema trasportistico. La risoluzione di tale quesito è comunemente definita come internalizzazione dei costi esterni: ossia, ogni soggetto che esprime una qualsiasi domanda di mobilità dovrebbe pagare il costo reale associato allo spostamento.

La necessità di effettuare urgenti progressi in termini di riequilibrio modale, può certamente essere meglio rappresentata dall'ordine di grandezza dei costi che i singoli utenti impongono all'intera collettività: il costo esterno aggregato associato ai trasporti terrestri a livello europeo è stato stimato assumere una dimensione pari a circa il 5% del PIL. Tuttavia, è necessario sottolineare la grande incertezza che circonda la stima dei costi esterni, anche in corrispondenza del fatto che la maggior parte delle singole voci di costo variano significativamente in relazione al tipo di modalità, all'ambito territoriale e al periodo di riferimento. Le recenti stime in materia suggeriscono che oltre il 90% dei costi esterni del trasporto sono generati dalla modalità stradale. I costi esterni della ferrovia e delle vie d'acqua interne sono stimate assumere un'incidenza pari a qualche punto percentuale dei costi esterni.

La sezione continua con la definizione del concetto di esternalità e con la descrizione delle tipologie di costi esterni generati dalla mobilità di passeggeri e merci. Infine, dopo aver definito gli usuali strumenti di *pricing* e di *command e control* noti in letteratura, si effettua un approfondimento sul tema del *road pricing*, data la forte incidenza assunta dal mezzo privato nel sistema di trasporto regionale.

## 12.2 Le esternalità del trasporto

### 12.2.1 Definizione

*Le esternalità<sup>145</sup> del trasporto si riferiscono a quelle situazioni in cui un utente o non paga il pieno costo*

<sup>145</sup> Secondo una definizione tecnica le esternalità sono costituite da una variazione del livello di benessere generata da una attività economica senza che questa sia riflessa sulla struttura dei prezzi di mercato. Le esternalità sorgono quando attività sociali o economiche di un soggetto hanno un impatto su altre persone e quando tale impatto non è preso in considerazione dal soggetto agente. Le esternalità possono essere classificate come tecnologiche o pecuniarie. La differenza fa riferimento alle loro conseguenze, che sono limitate ad una variazione nel livello dei prezzi per quelle pecuniarie, mentre quelle tecnologiche inducono una variazione dell'utilità o della funzione di produzione degli agenti economici che le accusano.

*associato alla sua mobilità o non usufruisce completamente dei benefici ad essa imputabili.*

Ogni attività di trasporto crea dei benefici e dei costi. Tuttavia, non tutti i costi e i benefici potenzialmente attribuibili alla domanda di mobilità possono essere accumulati solamente dai soggetti che pagano per tale servizio. Alcune tipologie di costo ricadono su altri soggetti se non addirittura sull'intera collettività. A questo punto si può distinguere tra i cosiddetti costi "interni" o privati; ossia, l'insieme di costi che sono generati dal soggetto coinvolto nell'attività di trasporto, e i cosiddetti costi "esterni" che vengono sopportati da altri soggetti. La somma delle due diverse tipologie di costo è definita come costo sociale. In generale, le esternalità sorgono quando il livello di benessere di un individuo è influenzato dalle attività svolte da parte di altri soggetti che ignorano le conseguenze delle proprie azioni durante il loro processo decisionale.

Il criterio per separare il costo interno dal costo esterno riguarda il soggetto che paga per tale servizio. Se l'utente paga l'uso delle risorse, come per esempio le infrastrutture e il combustibile, i relativi costi vengono classificati come costi interni. Se, dall'altra parte, l'utente influenza il livello di benessere di altri soggetti, come per esempio inquinando l'aria, senza pagare per tale disagio, allora tali costi sono esterni alla persona.

Il prospetto successivo presenta una sintesi delle varie categorie di esternalità associate all'attività del sistema dei trasporti. Per ogni categoria è identificata sia la componente di costo privato interno, ossia quella sostenuta direttamente dagli utenti del sistema, sia quella esterna, successivamente articolata secondo la particolare influenza all'interno oppure all'esterno dello stesso sistema dei trasporti. Tale distinzione è rilevante poiché illustra i diversi aspetti della congestione rispetto ad altre categorie di costi esterni. Inoltre, la classificazione relativa all'aspetto territoriale, offre un criterio addizionale per la valutazione della dimensione del problema.

**Tabella 154. Categorie di costi sociali.**

Categorie di costo sociale	Costi interni privati	Costi esterni		Classificazione territoriale
		Interni al sistema	Esterni al sistema	
Costo delle risorse	Costo medio delle risorse			Diretto
Congestione	Valore medio del tempo	Perdite di tempo di tutti gli utenti		Diretto
Incidenti	Costi associati al rischio medio	Costi associati all'incremento del rischio	Parte dei costi medici ed economici pagati dalla collettività	Società
Rumore	Danni agli utenti	Danni ad altri utenti	Danni al vicinato	Locali
Inquinamento atmosferico	Danni agli utenti	Danni ad altri utenti (pedoni, ciclisti)	Danni al resto della collettività, impatti ambientali, danni agli immobili	Locali e regionali
Cambiamento climatico			Danni all'intera collettività e alle generazioni future	Globali
Inquinamento idrico			Danni alla collettività e impatti ambientali	Locale

Fonte: Capri (1999), *Valuation of Transport Externalities, Annex B, European Commission, 4<sup>th</sup> Framework – Transport RTD*

### 12.2.2 L'importanza dei costi esterni

*L'importanza cruciale delle esternalità connesse al sistema dei trasporti sorgono dal fatto che, in una economia di mercato, le decisioni intraprese dagli agenti economici sono fortemente dipendenti dal sistema dei prezzi. Tuttavia, quando i prezzi di mercato non riescono a riflettere la scarsità relativa delle risorse (come esempio l'aria pulita, la capacità di assorbimento dell'ambiente dei carichi inquinanti, le infrastrutture, etc..) le decisioni dei singoli individui in qualità di consumatori e produttori di beni e servizi non portano a condizioni di massimo benessere per la collettività. In questo modo, la politica tariffaria sulla base del "pieno costo sociale" assume un ruolo cruciale per la definizione di un sistema dei trasporti efficiente e sostenibile.*

Le esternalità indeboliscono l'allocatione efficiente delle risorse tra settori e attività. Per esempio, se l'uso di una certa tipologia di veicoli induce un costo significativo associato all'inquinamento atmosferico e al danneggiamento alle infrastrutture fisiche che non viene pagato, allora la domanda per tale veicolo sarà relativamente troppo elevata rispetto a quella connessa a mezzi più ecologici e meno impattanti. Ciò rappresenta un uso inefficiente delle risorse. Le esternalità implicano che le decisioni dei singoli operatori non possono condurre a una condizione desiderabile dal punto di vista della collettività. Inoltre, i costi esterni sono pagati da altri soggetti: implicitamente i contribuenti sostengono il costo del mantenimento delle infrastrutture e per le cure alla persona dovute al danno da inquinamento atmosferico, mentre i danni al patrimonio immobiliare e alle coltivazioni derivanti dalle piogge acide e altre forme di inquinamento sono pagate da proprietari delle abitazioni, dai coltivatori, etc..

### 12.2.3 Come possono essere ridotte le esternalità<sup>146</sup>

*Alcune misure tariffarie dovrebbero essere finalizzate alla riduzione delle esternalità, per ragioni di efficienza economica e di equità sociale. Gli approcci basati sul sistema dei prezzi assicurano che il prezzo pagato dagli utenti rifletta il costo totale delle risorse utilizzate: ciò può essere raggiunto attraverso l'internalizzazione dei costi esterni. Ciò rappresenta un differente approccio di politica rispetto alle tradizionali misure di regolazione.*

Entrambi gli approcci tendono a ridurre la dimensione delle esternalità. L'approccio dell'internalizzazione raggiunge l'obiettivo imponendo che ogni utente paghi il pieno costo sociale dell'uso delle risorse associate ad ogni singolo spostamento.

Chiaramente, gli strumenti economici sono efficaci solo nella condizione in cui le scelte degli utenti sono sensibili ai livelli di prezzo sostenuti per tale attività. Gli approcci di regolazione tendono a ridurre le esternalità, senza fare riferimento a meccanismi di prezzo per modificare il comportamento degli utenti, imponendo delle restrizioni alla mobilità.

Il caso ideale riguarda l'assenza delle esternalità che corrisponde alla completa assenza di danni ambientali, incidenti e congestione. In tali condizioni tuttavia non ci può essere alcuna attività del settore trasportistico. D'altra parte, l'effetto negativo derivante dall'attività dei trasporti dovrebbe raggiungere un livello ottimale dal punto di vista sociale: ciò si ha quando il costo marginale di un'ulteriore riduzione dei costi esterni è esattamente uguale al beneficio marginale che ne può derivare. Riducendo ulteriormente gli effetti collaterali si inducono costi superiori ai benefici.

---

<sup>146</sup> Strumenti economici e strumenti regolatori

## 12.2.4 Le principali esternalità

*La dimensione delle esternalità varia in maniera significativa tra i diversi modi di trasporto, tra le diverse fasce orarie nell'arco della giornata e tra le varie località di riferimento. Tutto ciò suggerisce una certa cautela nella definizione di affermazioni generali. Tuttavia, sulla base dei diversi studi esistenti sembra che in generale il costo della congestione assuma la maggior dimensione tra le varie esternalità, a cui segue l'incidentalità, i problemi ambientali relativi all'inquinamento atmosferico e acustico.*

Le principali categorie di esternalità connesse al sistema di trasporto possono essere ricondotte alle seguenti categorie: congestione, incidentalità, inquinamento acustico, inquinamento atmosferico, inquinamento idrico, e cambiamento climatico.

### 12.2.4.1 Congestione

Il problema della congestione è comune a molti segmenti del sistema dei trasporti. È tuttavia sulle strade che la gravità della congestione e del suo impatto assumono la massima manifestazione. Il fenomeno della congestione può essere così rappresentato: per bassi volumi di traffico, in presenza di flussi di mobilità caratterizzati da un regime di libera circolazione, la presenza di un veicolo addizionale sulla rete viaria non produce quasi alcun effetto. Tuttavia, al crescere del volume di traffico verso il livello di saturazione della rete, la velocità media di percorrenza si riduce in maniera più che proporzionale all'incremento di traffico, generando il fenomeno delle code.

L'esternalità in questo caso è rappresentata dall'aumento del tempo di percorrenza sopportato da tutti gli utenti a seguito dell'aumento del volume di traffico.

Quando si considera l'effetto della congestione si dovrebbero distinguere da un lato l' "incremento" del tempo di viaggio, dall'altro i "ritardi". Il primo fattore è riconducibile alla congestione in senso stretto dovuta dall'eccessiva concentrazione dei flussi sulle ore di punta. In questo caso l'utente ha la potenzialità di evitare il disagio programmando diversamente i suoi spostamenti. In altre condizioni, i "ritardi" derivano da fattori inattesi, e quindi inevitabili a parte degli utenti, che limitano temporaneamente la capacità delle infrastrutture come ad esempio gli incidenti. Mentre la prima tipologia di "costo" è ampiamente trattata in letteratura, per la seconda si richiede una maggior concentrazione per l'analisi delle singoli aspetti del sistema dei trasporti sulla base delle diverse componenti che influiscono sull'efficienza della rete.

La metodologia utilizzata per la valutazione della congestione dipende dal tipo di modalità considerata. Nel caso delle rete viaria, le esternalità si manifestano quando la presenza di un veicolo aggiuntivo è in grado di aumentare il tempo di viaggio degli altri veicoli già presenti sulla rete. In termini tecnici tale ritardo è definito attraverso le curve di deflusso.

La metodologia per la valutazione della congestione connessa alla modalità ferroviaria o aerea è sostanzialmente differente da quella che può essere utilizzata per la valutazione della congestione stradale. La differenza fondamentale risiede nel fatto che per la ferrovia e per gli aeromobili il volume di traffico è direttamente controllato attraverso l'allocazione degli *slot*; pertanto, la capacità di saturazione non può essere raggiunta o superata. Sebbene la frequenza dei ritardi aumenti in maniera proporzionale al grado di saturazione della capacità, le principali conseguenze per gli utenti, connesse al raggiungimento della completa saturazione, corrispondono allo spostamento dell'orario di partenza. Ciò comporta che mentre la congestione su strada genera un incremento del tempo di percorrenza a bordo del veicolo, nel caso ferroviario e aereo aumenta il tempo di attesa. Inoltre, i ritardi inattesi

devono essere valutati sulla base di un valore del tempo che assume una dimensione superiore rispetto a quanto accade per i ritardi attesi relativi alle ore di punta.

Per quanto riguarda la modalità aerea, come nel caso ferroviario, il principale effetto della congestione riguarda lo spostamento del viaggio da parte dell'utente. Tuttavia, col progressivo aumento del traffico aereo si verificano ritardi nelle fasi di decollo e di atterraggio degli aeromobili.

Il calcolo del tempo di viaggio e la conseguente valutazione in termini monetari del tempo trascorso in viaggio sono una componente essenziale di tutti gli studi sui costi di trasporto, dove il valore del tempo assume un peso significativo nei costi complessivi associati al trasporto.

Il valore del tempo dipende da molteplici fattori:

- Lo scopo del viaggio (lavoro, tempo libero, ricreazione);
- Fasce orarie (giorno, notte);
- Qualità o livello di servizio del trasporto (comfort);
- Condizioni socioeconomiche;
- Modalità di viaggio;
- Distanza percorsa e ambito di riferimento (urbano, interurbano).

Il viaggio dovrebbe essere ripartito in singole fasi, ognuna delle quali richiede un tempo specifico:

- Puro tempo di viaggio;
- Disposizione e programmazione del viaggio;
- Accessibilità al servizio;
- Tempo di attesa.

Per una corretta valutazione del valore del tempo si dovrebbero pertanto:

- a) calcolare i tempi associati a ciascuna delle fasi di viaggio elencate precedentemente;
- b) stimare il valore del tempo attraverso l'applicazione di relazioni che tengano conto della variazione del valore del tempo rispetto allo scopo, modo, fasce orarie, ammontare di tempo risparmiato, livello della congestione.

In fine per quanto riguarda le merci, la valutazione del valore del tempo dovrebbe fare riferimento alla composizione merceologica dei beni trasportati.

#### 12.2.4.2 Incidenti

Il maggior costo sociale generato dagli incidenti dovuti al traffico è relativo al valore della vita umana, alle spese connesse alle cure mediche, alla perdita di produttività per i danni alla persona e ai danni relativi ai beni materiali. In generale, dato che il costo associato agli incidenti è sopportato dagli stessi utenti, l'incidentalità non produce esternalità. Tuttavia, va segnalato che non tutti i costi riconducibili all'incidentalità sono coperti completamente dagli stessi utenti, nemmeno attraverso la sottoscrizione di polizze assicurative. Pertanto, anche gli eventi legati all'incidentalità generano di fatto dei costi esterni, pagati per la parte rimanente dalla collettività senza alcun riferimento esplicito al particolare utilizzo del sistema dei trasporti.

La valutazione in termini monetari della vita umana è spesso criticata da un punto di vista

etico. Tuttavia, il comportamento economico dei singoli individui è stato oggetto di numerosi studi e ricerche volti alla definizione in termini monetari della rischiosità della vita umana e della salubrità. In generale, il valore del rischio di mortalità e di insalubrità è desunto dalle preferenze rivelate dagli individui attraverso il loro comportamento nelle condizioni di mercato, oppure attraverso un valutazione contingente.

Il valore statistico della vita è utilizzato negli studi economici per misurare le perdite di benessere associate ai rischi a cui può essere sottoposta la vita stessa. In termini matematici, la media della disponibilità a pagare per la riduzione del rischio di mortalità è divisa per la riduzione attesa del rischio. È importante notare che il valore statistico della vita (VSL) non è la misura della vita di una persona conosciuta o per la morte di uno specifico individuo; ma rappresenta piuttosto il rischio statistico prima che il danno si manifesti. Ad esempio, non è noto il soggetto che verrà colpito dalla fatalità, ma ci si può attendere la tipologia e l'estensione del danno nel caso in cui si manifesti l'incidente. Il valore economico del rischio della vita umana corrisponde a quanto ciascun soggetto è disposto a pagare per evitare il rischio in oggetto, oppure l'ammontare che un individuo è disposto ad accettare per sopportare la rischiosità. Il VSL offre un valore medio della percezione da parte di un individuo sulla rischiosità dell'evento.

Per meglio comprendere la consistenza dei costi esterni associati all'incidentalità, si presenta il seguente schema analitico. Quando un veicolo entra nel flusso di traffico l'utente:

- 1) espone se stesso al rischio medio di incidente per quel modo di trasporto;
- 2) influisce sul grado di rischiosità sostenuto da tutti gli altri utenti dello stesso modo;
- 3) influisce sul grado di rischiosità degli altri modi di trasporto.

Pertanto, il costo totale marginale dell'incidentalità è definito dalla quantificazione monetaria dei tre fattori di costo indicati precedentemente.

Il costo di un incidente, secondo una visione *ex ante*, comprende tre componenti:

- a) la disponibilità a pagare per la sicurezza propria e dei familiari;
- b) la disponibilità a pagare per la sicurezza dei parenti ed amici;
- c) altri costi da parte della collettività.

**Tabella 155. Articolazione dei costi in funzione della tipologia di rischio e di danno.**

	a) Propria e familiari	b) Parenti e amici	c) Collettività
1) Personale	Costo interno	Costo interno / esterno	Costo esterno
2) Altri utenti, stessa modalità	Costo esterno	Costo esterno	Costo esterno
3) Altri utenti, altre modalità	Costo esterno	Costo esterno	Costo esterno

*Colonna:* tipologie di soggetti esposti al rischio di danno a seguito della decisione di un utente di intraprendere un viaggio.

*Riga:* articolazione della disponibilità a pagare da parte dell'utente per danni (compresi danni materiali, spese mediche-sanitarie, perdita di produttività, etc) connessi ad un possibile incidente e riguardanti diverse categorie di soggetti.

La componente a) della parte 1) è certamente internalizzata nel sistema di decisioni che spinge il singolo utente alla definizione della sua domanda di mobilità (se e come effettuare uno spostamento). La componente b) della parte 1) è oggetto di discussione sulla appropriata classificazione come fattore interno e esterno. La componente c) è spesso definita come perdite materiali che includono la perdita netta di produzione, le

spese mediche, le cure ospedaliere, i danni alle proprietà. Quanto questi ultimi fattori siano effettivamente internalizzati dipende dalla struttura dei contratti di assicurazione vigenti nei singoli paesi.

Pertanto, i costi rimanenti, ossia i costi marginali esterni, comprendono:

- la componente c) del punto 1), ossia i costi attesi che un incidente genera al resto della collettività non adeguatamente coperti dalle compagnie di assicurazione relative all'utente entrante nel flusso di traffico;
- l'intera parte 2), che corrisponde alla disponibilità a pagare per i familiari, parenti ed amici e per il resto della società in relazione alla variazione del grado di rischiosità per tutti gli altri utenti della stessa modalità;
- l'intera parte 3) che riguarda la disponibilità a pagare per i familiari, parenti ed amici e per il resto della società in relazione alla variazione del grado di rischiosità per gli utenti delle altre modalità.

#### 12.2.4.3 Inquinamento atmosferico

Il trasporto è responsabile per l'emissione di numerosi inquinanti atmosferici derivanti dalla combustione dei diversi propellenti utilizzati per la trazione. I principali elementi inquinanti corrispondono al piombo, ossidi di azoto, anidride solforosa, composti organici volatili che comprendono il benzene e particolato. Anche se con diversi livelli di gravità, tutti i fattori inquinanti sono responsabili dell'impatto sulla salute umana, sulla produzioni agricole, sul degrado delle foreste e dei beni materiali. Inoltre, altri inquinanti che si compongono nell'atmosfera, come per esempio gli ossidi di azoto e i composti organici, possono dar luogo all'ozono, che oltre agli effetti sulla salute umana, inibisce la crescita della vegetazione.

Notevoli progressi sono stati effettuati per la riduzione delle emissioni dei fattori inquinanti con l'introduzione delle marmitte catalitiche. Tuttavia, l'incremento di traffico ha in parte vanificato la riduzione delle emissioni connessa al miglioramento tecnologico.

Le principali metodologie utilizzate per la valutazione degli impatti dell'inquinamento atmosferico sulla salute umana e sull'ambiente riguardano la definizione individuale della disponibilità a pagare per i benefici ambientali o la disponibilità ad accettare per i danni ambientali.

Per un numero limitato di beni esiste un mercato di riferimento da cui trarre informazioni utili per definire il valore delle esternalità: è il caso dei danni ai beni immobili e alla perdita di produttività agricola. Tuttavia, molti altri beni non sono direttamente disponibili sul mercato, come per esempio la salute umana. In questo caso sono state sviluppate delle tecniche alternative per la valutazione di tali beni come già discusso in precedenza.

Per quanto riguarda gli impatti sulla salute umana, la letteratura epistemologica ha definito un set di funzioni del tipo Dose-Risposta che descrivono le relazioni esistenti tra i fattori inquinanti presenti nell'ambiente e gli effetti sulla salubrità umana. Le funzioni Dose-Risposta note in letteratura riguardano la mortalità; i ricoveri ospedalieri in relazione a problemi respiratori, cerebrovascolari, cardiovascolari, emergenze, attacchi acuti di asma, sintomi respiratori, mortalità e morbosità cronica.

**Tabella 156. Stime economiche per mortalità e malattie connesse all'inquinamento atmosferico (anno 1995).**

Impatto	Valore (ECU)
<b>Mortalità</b>	
Valore della vita attesa	3.100.000
Acuto (per ogni anno)	155.000
Cronico (per ogni anno)	84.330
<b>Malattia</b>	
Asma e bronchiti croniche	105.000
Ricovero ospedaliero	7.870
Visite urgenti	223
Giorni di attività ridotta	75
Giorni di sintomatologia	7.5
Tosse cronica, bronchiti acute	225
Utilizzo di broncodilatatori	37

Fonte: ExternE project, phase III

Usualmente il calcolo dei costi esterni può seguire una procedura in quattro fasi: calcolo del carico inquinante, valutazione delle concentrazioni attraverso un modello di dispersione, quantificazione degli impatti fisici, valutazione dei costi esterni. La precisa implementazione della metodologia richiede una specificazione sia della tipologia di impatti che devono essere analizzati, sia dei fattori inquinanti. In particolare:

il metano, il monossido di carbonio e il biossido di carbonio contribuiscono all'effetto serra, e pertanto vengono inclusi nell'analisi dei costi relativi ai cambiamenti climatici;

il biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio e le polveri fini sono responsabili per gli impatti sulla salute umana, per i danni ai raccolti agricoli, alle foreste e ai beni materiali, sia direttamente, sia attraverso fattori inquinanti che si compongono in atmosfera;

l'ozono, il maggior ossidante fotochimico, nasce dalla reazione chimica in atmosfera tra gli idrocarburi e gli ossidi di azoto alla presenza della luce del sole;

esistono anche altri fattori inquinanti, le cui emissioni possono essere associate al funzionamento di un sistema dei trasporti, ma tuttavia per tali inquinanti non esiste ancora una funzione di Dose-Risposta.

Nel caso particolare del trasporto urbano la valutazione dell'impatto da inquinamento atmosferico attraverso la procedura citata precedentemente (emissioni, concentrazioni, impatti fisici, costi esterni) deve essere sensibilmente rivista nella fase di calcolo delle dispersioni a causa dell'eventuale presenza di specifiche caratteristiche delle strutture insediative. In questo caso si devono utilizzare particolari modelli di dispersioni che tengano conto della struttura a *canyon* della rete stradale in ambito urbano.

#### 12.2.4.4 Inquinamento acustico

Il rumore è costituito da uno o più suoni caratterizzati da durata, intensità, qualità che generano fastidi di tipo psicologico o fisiologico. A causa della complessità del rumore, ci sono barriere che sono difficilmente superabili. Per esempio, la percezione dei suoni come rumori differisce a seconda della persona e del momento. La percezione del rumore dipende dalla sua frequenza, potenza della fonte, durata e regolarità di

emissione. Per la valutazione dei disturbi associati al rumore sono stati sviluppati dei metodi che permettono di considerare congiuntamente le variabili appena delineate, attraverso l'uso dell'indicatore dB(A).

Per la valutazione delle esternalità associate all'inquinamento acustico sono stati utilizzati in letteratura il metodo del prezzo edonico e quello della valutazione contingente.

Le emissioni acustiche connesse all'attività del sistema dei trasporti influiscono sul livello della salute umana in due modi: *effetti fisiologici* relativi al rischio di infarto cardiaco; *effetti psicologici* come per esempio la noia, disturbi alla comunicazione e alla ricreazione, insonnia e perdita di produttività. In recenti studi medici è stato dimostrato che oltre la metà dei disturbi acustici è da attribuire alle conseguenze psicologiche.

Diversamente dall'inquinamento atmosferico, l'inquinamento acustico non causa un danno fisico istantaneo. Il rumore crea delle minacce fisiche sulla soglia dei 120 dB(A); attualmente, il sistema dei trasporti effettua emissioni fino a 90 dB(A). Tuttavia, i disturbi causati dalla sorgenti di rumore spesso riguardano l'insonnia, la concentrazione e la comunicazione.

#### **12.2.4.5 Inquinamento idrico**

Alcune sostanze inquinanti come gli idrocarburi e i metalli pesanti, emessi dagli scarichi sotto forma di aerosol, vengono in larga parte depositati al suolo e trascinati nelle falde a seguito delle precipitazioni atmosferiche.

Il traffico contribuisce all'inquinamento idrico attraverso il gocciolamento e la dispersione dei fluidi presenti nei veicoli, i trattamenti per la pulizia della rete viaria in presenza di particolari condizioni metereologiche che prevedono la formazione di lastre di ghiaccio, la pulizia della banchine per la rimozione del manto erboso attraverso l'uso di pesticidi e diserbanti, perdite sotterranee dei depositi di carburanti e olii, dispersione di fattori inquinanti vari a seguito di incidenti. Già dall'analisi delle prime definizioni si comprende come sia difficile tentare una valutazione di tale forma di esternalità. Infatti, gli impatti rilevanti sono diffusi e cumulativi e rendono difficoltoso la determinazione esatta delle fonti specifiche di inquinamento. Inoltre, assegnare un valore monetario marginale alla qualità dell'acqua è un compito assai arduo, anche se esistono alcuni casi in letteratura.

#### **12.2.4.6 Cambiamento climatico**

I danni connessi al cambiamento climatico rappresentano una delle più importanti categorie di impatti generati dalla combustione di propellenti, anche se allo stesso tempo sono tra le esternalità più incerte e controverse. Gli impatti sul cambiamento climatico dovuti alle emissioni assumono dimensioni globali. Inoltre, tali impatti si estenderanno per più generazioni e riguarderanno un ampio spettro di risorse e attività umane.

La maggior parte degli scienziati è favorevole all'esistenza di una relazione di causa-effetto tra le emissioni gassose e il riscaldamento del pianeta. Il principale gas responsabile dell'effetto serra è rappresentato dal biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>), la cui emissione dipende direttamente dal consumo di carburante.

Altri composti, come ad esempio N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, CO, O<sub>3</sub>, contribuiscono all'effetto serra anche se ad un livello inferiore.

La concentrazione in atmosfera dei gas responsabili dell'effetto serra è aumentata

dall'epoca della rivoluzione industriale. Le continue emissioni di tali gas aumentano la concentrazione e la tendenza al riscaldamento del pianeta. Anche se esistono incertezze circa la quantità e la localizzazione del fenomeno, è abbastanza condiviso il fatto che la temperatura media del pianeta è in lento ma progressivo aumento.

Il clima influisce su un largo spettro di attività umane con un numero significativo di potenziali impatti che possono essere generati dall'incremento della temperatura o dal suo tasso di variazione. Alcuni impatti sono generati da altri effetti connessi all'aumento della temperatura come per esempio l'incremento delle precipitazioni e del livello del mare. Alcuni impatti tipicamente citati in letteratura riguardano:

- Perdita di terre emerse con necessità di protezione delle coste;
- Impatti sulla salute umana con allargamento dello spettro di malattie;
- Disponibilità di generi alimentari e di produzioni agricole;
- Necessità di acqua;
- Disponibilità di prodotti ittici;
- Utilizzo di energia, con un effetto netto tra i maggiori consumi per il condizionamento e la riduzione dei consumi per il riscaldamento;
- Migrazione;
- Calamità naturali conseguenti all'intensificazione di inondazioni, siccità e burrasche.

#### **12.2.4.7 Altre esternalità**

In realtà esistono anche altre tipologie di esternalità connesse alla mobilità, anche se per esse esiste una limitata ricerca empirica. Esempi in tal senso possono riguardare l'intrusione visiva, i danni all'ecosistema e la perdita delle biodiversità.

Inoltre, in una prospettiva più ampia connessa all'analisi del ciclo di vita, le esternalità connesse sia alla produzione dei veicoli, sia alla loro dismissione, dovrebbero ricevere una maggior attenzione da parte degli analisti. Queste esternalità non sono dopotutto un tema fondamentale della politica dei trasporti poiché possono essere internalizzate al momento della loro manifestazione, come per esempio attraverso l'introduzione dello scambio di permessi per le emissioni dei gas nocivi per l'effetto serra. In questo modo i prezzi alla produzione dovrebbero comprendere i costi esterni associati ai veicoli che verranno messi successivamente in circolazione.

### **12.3 Strumenti per ridurre le esternalità**

#### **12.3.1 Strumenti possibili**

Per individuare gli strumenti con cui perseguire obiettivi di risanamento ambientale è necessario partire da alcuni assunti di base.

Nel disegno delle politiche volte alla riduzione degli impatti occorre dare la priorità, per ragioni di maggiore efficienza e secondo le osservazioni europee (High Level Group) a strumenti economici e fiscali (incentivi e disincentivi). Solo in casi specifici, quando le variabili economiche in gioco lo rendono privo di alternative, e i costi esterni raggiungono livelli particolarmente elevati, si deve intervenire anche con azioni di vincolo (politiche di "command and control"). Tali politiche tuttavia dovrebbero sempre

essere valutate esplicitando i costi ad esse associati.

Per le politiche di *pricing*, i costi sono connessi al livello complessivo della pressione fiscale; i recenti effetti inflattivi di modestissimi incrementi percentuali del prezzo dei carburanti suggeriscono un'elevata criticità di questo aspetto.

Per le politiche di *command and control* occorre valutarne esplicitamente sia gli effetti distributivi (gruppi sociali penalizzati), sia gli effetti di efficienza, essendo questi ultimi sempre meno favorevoli di quelli ottenibili con politiche di *pricing*.

Gli interventi devono prioritariamente riguardare il trasporto stradale individuale, i cui impatti possono essere significativamente ridotti solo attraverso "pacchetti" di strumenti opportunamente identificati e tarati tenendo conto, soprattutto, della densità delle aree interessate, ovvero dell'intensità degli impatti del modo stradale nei diversi contesti territoriali.

Il riequilibrio modale, da perseguire attraverso la valorizzazione ed il potenziamento di modi alternativi alla strada e in particolare al trasporto stradale privato, si rivela necessario soprattutto nelle aree dense.

In generale, per risultare efficaci oltre che efficienti, gli interventi volti a favorire la diversione modale devono subire una radicale revisione, spostandosi dal sussidio, che spesso si limita a finanziarne l'inefficienza e non l'efficacia ambientale, alla liberalizzazione del settore, per quanto opportunamente governata.

Le problematiche generate dalla crescente domanda di mobilità rendono necessaria una specifica attenzione agli strumenti di governo. Il controllo del territorio e in particolare delle densità insediative si presenta di gran lunga come lo strumento più rilevante, anche se gli impatti degli interventi in questa direzione, per le difficoltà intrinseche nell'adozione di misure tendenti a ridisegnare l'organizzazione del territorio, debbono essere proiettati essenzialmente nel medio-lungo periodo.

L'ampliamento della capacità (dell'offerta) è senz'altro uno degli strumenti disponibili per ridurre gli impatti ambientali. Tale ampliamento tuttavia deve avvenire con strategie sensibili agli impatti ambientali complessivi, valutando innanzitutto le azioni capaci di ottenere maggiori capacità per via tecnologica (carichi medi dei mezzi di trasporto) e/o tariffari (ottimizzazione delle tariffe dei modi collettivi e dei pedaggi per le infrastrutture).

Uno strumento essenziale e a costo basso, è evidentemente costituito dall'osservanza delle leggi e dei regolamenti per quanto concerne la sosta, i limiti di velocità, le condizioni dei veicoli, gli standards delle infrastrutture ecc.. Una politica di "tolleranza zero" deve essere perseguita con assoluta decisione, pena la non credibilità e il conseguente fallimento di qualsivoglia progetto di risanamento ambientale.

L'ultimo strumento che vale la pena di esplicitare in modo specifico è quello relativo all'incentivazione di tecnologie favorevoli all'ambiente. Si tratta in realtà di uno strumento di assoluta valenza strategica, in quanto non solo in grado di mitigare gli impatti ambientali di lungo periodo, spesso difficilmente modificabili con gli strumenti tradizionali, ma anche in grado di generare ulteriori interessanti spillover economici.

### **12.3.2 Criteri per la selezione degli strumenti**

I più importanti criteri per la selezione degli strumenti di *policy* da utilizzare per il

controllo delle esternalità da traffico riguardano l'efficienza, l'efficacia, la trasparenza, l'equità, la possibilità di conseguire sinergie con altri strumenti di *policy*.

#### **12.3.2.1 Efficacia**

Ogni strumento di *policy* dovrebbe raggiungere gli obiettivi per cui è stato varato. Tuttavia ci può essere una significativa differenza nel grado di certezza con il quale strumenti alternativi hanno la probabilità di raggiungere i loro obiettivi. È stato enfatizzato comunque che un elevato grado di efficienza rispetto agli obiettivi prestabiliti non corrisponde sempre ad un vantaggio; in particolare, quando si è in presenza di un elevato grado di incertezza rispetto al livello dei costi necessari per il raggiungimento degli obiettivi. In tali condizioni è preferibile scegliere l'approccio che da maggior enfasi sul controllo dei costi di *policy* rispetto all'obiettivo da raggiungere.

#### **12.3.2.2 Efficienza**

L'efficienza è un criterio chiave che suggerisce di selezionare uno strumento in grado di raggiungere un predeterminato obiettivo al minor costo possibile. In questo caso è cruciale disporre una ampia nozione di "costo". Spesso, i costi sono riferiti solamente rispetto al costo delle tecnologie impiegate. Dovrebbe essere chiaro che in realtà esistono *policy* per cui il solo costo della tecnologia rappresenta una parte ridotta se non addirittura trascurabile del vero costo sostenuto dalla collettività. Ciò suggerisce che il concetto di costo economico fa riferimento al grado di "benessere complessivo" che comprende anche i costi amministrativi e di transazione.

#### **12.3.2.3 Trasparenza**

Le esternalità sembrano essere una delle aree più importanti in cui l'intervento pubblico è da un lato giustificato, e dall'altro richiesto per aumentare l'efficienza del sistema economico. Per assicurare che l'intervento pubblico sia giustificato, accettato e condiviso, è importante che gli strumenti adottati siano trasparenti. In tal senso, si dovrebbero favorire strumenti semplici e di immediata comprensione da parte degli utenti.

#### **12.3.2.4 Equità**

Le considerazioni relative all'equità dei provvedimenti dovrebbero svolgere un ruolo fondamentale, evitando situazioni in cui soggetti non direttamente beneficiari dei servizi di trasporto siano anche quelli colpiti più duramente. Tuttavia, considerazioni inerenti all'equità dei provvedimenti non dovrebbero essere utilizzate contro l'introduzione del provvedimento, ma piuttosto suggerire misure addizionali.

In realtà, se uno strumento si rivela efficace ed efficiente, nel senso che è uno strumento in grado di raggiungere nel migliore dei modi gli obiettivi prestabiliti e al minor costo sociale per la collettività, la presenza di iniquità fra categorie di soggetti può essere potenzialmente risolta attraverso l'adozione di misure compensative.

#### **12.3.2.5 Sinergie**

Ogni intervento finalizzato a correggere un particolare tipo di esternalità, può generare effetti sia positivi, sia negativi per altre tipologie di esternalità.

Per esempio, l'introduzione delle marmitte catalitiche ha permesso una riduzione delle

emissioni convenzionali anche se è aumentata l'emissione di CO<sub>2</sub>. Dall'altra parte, l'introduzione di una carbon-tax non solo riduce le emissioni di CO<sub>2</sub>, ma simultaneamente riduce le emissioni convenzionali. È chiaro che tali relazioni devono essere incluse nella valutazione delle diverse alternative politiche.

### 12.3.3 Alcune strategie

Per quanto concerne il trasporto stradale individuale, si definiscono politiche e interventi prioritariamente in due direzioni:

- il cambiamento tecnologico;
- misure specifiche per contenere i danni generati dalla mobilità di breve-media distanza.

Riguardo agli strumenti per il *cambiamento tecnologico*, occorrerà prevedere misure atte a favorire il rinnovo del parco circolante (non solo orientato al nuovo, ma anche all'usato catalizzato), integrate da un deciso orientamento dell'innovazione tecnologica verso soluzioni ispirate ad un modello d'uso e di possesso dell'automobile più compatibile con le esigenze di salvaguardia ambientale.

L'attenzione per le variabili tecnologiche che si esplicitano in fattori di consumo/emissione unitari dovrà integrarsi con l'incentivazione alla riduzione delle potenze installate sui veicoli (*downsizing*), alla predisposizione dei veicoli a forme di controllo delle loro modalità d'uso (targa elettronica), all'incentivazione di forme innovative di possesso (*car sharing*).

Per quanto concerne il trasporto su breve-media distanza, è opportuno riconoscere l'inefficacia delle incentivazioni tariffarie alla diversione modale. Si tratta di introdurre correttivi interni al sistema, basati su adeguati segnali di prezzo comunicati ai conducenti.

Nel breve periodo, il modo migliore di trasmettere tali segnali di prezzo va ricercato in un'applicazione rigorosa del Codice della Strada (con particolare riferimento ai divieti di sosta e ai limiti di velocità, anche ritoccando questi ultimi se necessario), attuata anche accelerando la definizione normativa della possibilità di controllo automatico delle infrazioni.

Le velocità di punta sono critiche, sia per quanto concerne le emissioni, sia che per quanto concerne la sicurezza. Infatti, sia i consumi che la gravità degli incidenti crescono, in misura molto più che proporzionale, all'aumentare della velocità. Nel medio periodo, si tratta di riequilibrare il rapporto fra costi di possesso e d'uso dell'autovettura, garantendo una piena copertura dei costi esterni all'interno delle aree urbane. Ciò potrà ottenersi, ad esempio, attraverso il potenziamento degli schemi di tariffazione della sosta, attualmente adottati da molte città, ovvero, in determinate situazioni attraverso l'introduzione di schemi di *road pricing*.

Una misura fondamentale è costituita anche dalla revisione radicale delle tariffe autostradali per ottimizzare l'uso della rete, anche negoziando con gli attuali concessionari gli opportuni meccanismi di compensazione finanziaria. L'assetto delle tariffe autostradali dovrà esplicitamente comprendere aspetti ambientali.

### 12.3.3.1 Interventi sulle modalità d'uso dei veicoli stradali

Contemporaneamente agli interventi sulle variabili tecnologiche, dovrebbero essere messe in atto misure di razionalizzazione dell'uso degli autoveicoli, basate sull'introduzione di incentivi/disincentivi quali:

- l'introduzione della patente a punti e nel medio periodo, della targa elettronica;
- la attuazione del controllo telematico delle infrazioni stradali, con riferimento non solo all'accesso alle Zone a Traffico Limitato (ZTL), ma anche ai comportamenti illegali più diffusi, pericolosi e dannosi per l'ambiente (rispetto dei limiti di velocità, mancata manutenzione dei veicoli, ecc);
- la modulazione nello spazio e nel tempo delle tariffe autostradali, in modo tale da tenere conto della variabilità dei costi esterni ambientali marginali associati all'uso dei veicoli nelle diverse condizioni di traffico e nelle diverse situazioni territoriali (aree urbane, aree rurali, aree naturali sensibili);
- l'introduzione (o il potenziamento), a carico fiscale costante, di forme di tassazione più legate al tasso di utilizzo che al mero possesso dell'autovettura.

### 12.3.3.2 Il trasporto collettivo

Un maggior uso del trasporto collettivo costituisce, specie nelle aree, una condizione essenziale per il conseguimento degli obiettivi di salvaguardia ambientale. L'incentivazione di comportamenti più "virtuosi" da parte dei cittadini non può tuttavia prescindere da una diagnosi delle ragioni che determinano livelli di utilizzo particolarmente limitati del trasporto pubblico.

Prescindendo da fattori strutturali quali la crescente dispersione degli insediamenti, è opportuno fare riferimento alla frequente inefficienza che caratterizza molti servizi di trasporto pubblico.

Tale inefficienza si estrinseca sia nel basso livello dei servizi offerti (in termini di comfort, velocità commerciale, puntualità), sia nell'assenza di strategie volte a conquistare nuovi segmenti di mercato attualmente non serviti. Essa può essere ricondotta, almeno in parte, agli attuali meccanismi di sussidio del settore che si sono spesso tradotti in un incentivo "perverso" rispetto agli obiettivi di riequilibrio modale.

Per ovviare a questi problemi, il settore dovrebbe operare in un quadro di liberalizzazione, assumendo una logica tale da far sì che i servizi di trasporto collettivo divengano, al contrario di quanto spesso accade oggi, intrinsecamente motivati ad espandere l'utenza.

In questo senso, occorre operare una riduzione dei trasferimenti pubblici ai produttori, e collegare più esplicitamente i sussidi ai risultati ambientali e/o spostarli sull'utenza finale. In ogni caso, in ossequio al principio di recuperare efficienza gestionale anche attraverso una maggiore concorrenza, i sussidi dovranno essere erogati secondo meccanismi che ne garantiscano il carattere aperto ad una pluralità di operatori.

Data la concentrazione nelle aree dense delle problematiche relative alla copertura dei costi esterni del trasporto stradale, le politiche relative al trasporto collettivo dovranno indirizzarsi soprattutto al trasporto urbano e metropolitano. In questo senso:

- il trasporto ferroviario dovrà essere incentivato a potenziare e rendere più

efficienti i servizi regionali, che dovranno perdere il loro carattere spesso residuale ed assumere forme organizzative più consone alle esperienze europee (servizi del tipo S-Bahn, integrazione degli orari, ecc...);

- il trasporto pubblico locale dovrà essere incentivato a rendere la propria offerta più flessibile e aderente alle esigenze della domanda, con concentrazione degli investimenti infrastrutturali sulle linee di forza del servizio ed introduzione di modalità più flessibili nelle aree deboli. Gli investimenti infrastrutturali dovranno comunque essere subordinati all'avvio operativo del processo di liberalizzazione nelle aree che ne beneficiano, ovvero alla predisposizione, all'interno dei PUM, di strategie integrate finalizzate a garantire la maggiore redditività degli investimenti previsti, ad esempio attraverso l'introduzione, contestuale alla realizzazione di nuove linee di trasporto pubblico, di forme di *road/park pricing*.
- a scala locale, dovrà inoltre essere promosso lo sviluppo di nuove forme di trasporto collettivo, intermedie fra il taxi e l'autobus tradizionale (taxi collettivi a chiamata e ad abbonamento, ecc...), operanti a bassi costi grazie ad un assetto competitivo non rallentato da vincoli preesistenti;
- va dato reale peso al sostegno all'uso del trasporto collettivo attraverso una pluralità di interventi che vanno dalle sovvenzioni alla defiscalizzazione degli abbonamenti;
- infine, un ruolo complementare non trascurabile dovrà essere attribuito ai servizi di taxi, sottoposti anch'essi ad un processo di liberalizzazione.

Per quanto concerne invece il trasporto collettivo a medio-lunga distanza, si ritiene prioritario il nodo dell'assetto normativo della produzione dei servizi ferroviari, in un segmento nel quale l'apertura a forme di competizione sembra poter consentire di per se stessa il superamento dell'attuale sistema di sussidiazione. Particolare attenzione dovrà peraltro essere posta sugli aspetti regolatori e di programmazione, con il fine di incrementare il livello di integrazione dei servizi offerti.

### 12.3.3.3 Il trasporto merci

Un elemento di rilevante importanza per lo sviluppo delle politiche relative al trasporto merci consiste nel riconoscimento della prevalenza degli spostamenti di breve e medio raggio, per i quali non è, allo stato attuale, ipotizzabile alcuna significativa strategia di diversione modale rispetto al trasporto stradale.

Si tratta di sviluppare interventi in grado di:

- razionalizzare le catene logistiche ed i processi distributivi orientandoli a rendere più efficiente, anche dal punto di vista ambientale, il trasporto stradale sulle brevi e medie distanze;
- creare le condizioni di contorno (infrastrutture, normative e incentivi finanziari) volti a promuovere un adeguato sviluppo degli altri modi sulle lunghe distanze.

Per quanto concerne le brevi e medie distanze, le leve sulle quali sembra possibile operare sono soprattutto di carattere tecnologico e gestionale. Queste ultime rimandano essenzialmente all'organizzazione più efficiente del ciclo logistico, rispetto alla quale esistono margini consistenti, in particolare per quanto concerne la distribuzione di merci su scala locale (soprattutto urbana).

Diverse esperienze europee di *city logistics* stanno dimostrando che l'incentivazione del trasporto in conto terzi in area urbana, per esempio mediante agevolazione agli operatori in grado di certificare le loro buone prestazioni logistiche ed ambientali (in termini ad esempio di coefficienti di riempimento medi dei mezzi), è in grado di ridurre in misura piuttosto consistente i veicoli\*km percorsi dai mezzi commerciali, e conseguentemente l'impatto ambientale del trasporto merci urbano.

A livello tecnologico, risulterebbe quanto meno opportuno disincentivare la tendenza alla crescita delle potenze unitarie installate sugli autocarri leggeri, che tende a premiare modalità di organizzazione del trasporto molto energivore (velocità medie elevate) ma poco incisive sul costo del trasporto a breve e medio raggio.

Interventi di questo genere hanno anche una ricaduta positiva a sostegno dell'integrazione modale nel caso degli spostamenti di lungo raggio. Per quanto concerne il trasporto merci di media e lunga percorrenza, è assolutamente necessario garantire alternative al trasporto stradale efficienti ed affidabili.

Nel caso degli investimenti ferroviari, appare fortemente prioritario concentrare gli sforzi sulle c.d. "*freeways ferroviarie*", un progetto europeo che associa la prioritizzazione dei trasporti merci sulle lunghe distanze alla liberalizzazione del settore, alla specializzazione dei valichi alpini per le merci, al potenziamento dei collegamenti Europa-Mezzogiorno, con costi ed impatti ambientali negativi modesti nella costruzione, e positivi nella ripartizione modale.

Tali interventi potranno associarsi ad una rimodulazione delle tariffe autostradali capace di riequilibrare il carico sostenuto dai veicoli leggeri rispetto a quelli pesanti e di incentivare un utilizzo efficiente della rete da parte del traffico pesante (che dovrebbe impegnare le autostrade di interesse metropolitano al di fuori degli orari di punta).

Ulteriori interventi possono essere previsti a sostegno dell'intermodalità ferroviaria, specie nei casi in cui eventuali corridoi stradali concorrenti interessino aree sensibili (valichi alpini ed appenninici). Tale incentivazione tuttavia non deve avere carattere discriminatorio, cioè deve essere indirizzata a qualsiasi soggetto operi il trasporto (contribuendo così anche ad abbattere le barriere all'ingresso nel settore).

Ancora più favorevole del modo ferroviario si presenta dal punto di vista energetico/ambientale il modo marittimo (inteso soprattutto come cabotaggio), anch'esso dunque possibile oggetto di sostegno pubblico.

Infine va sottolineata l'importanza dello sviluppo delle attività logistiche, che si sono dimostrate capaci di aumentare in modo sensibile i carichi medi dei veicoli stradali. Si ricorda, in proposito, che un aumento solo del 20% dei carichi medi dei veicoli merci stradali corrisponde al raddoppio, a costi pressoché nulli, del traffico ferroviario (in termini di sottrazione di veicoli alla strada).

### 12.3.4 Il road pricing

I principi fondamentali per la massimizzazione del benessere rispetto all'applicazione delle politiche tariffarie per contenere le esternalità connesse all'utilizzo del sistema dei trasporti riguardano:

- il sistema dei prezzi percepito dagli utenti deve corrispondere al costo sociale marginale connesso all'esercizio della mobilità;

- inoltre, dato che le componenti del costo marginale sociale, come ad esempio la congestione, l'inquinamento atmosferico e acustico, etc..., sono fortemente correlate al contesto di riferimento, si richiede un sistema altrettanto flessibile nella fase di determinazione e applicazione delle tariffe. Nei casi in cui i costi operativi per la realizzazione del *road pricing* siano sufficientemente contenuti da giustificare l'adozione di un sistema flessibile, le tariffe dovrebbero essere determinate in funzione delle fasce orarie, delle località oggetto di studio, delle varie tipologie di veicoli;
- i ricavi da tariffa realizzati dall'applicazione del costo sociale marginale dovrebbero essere allocati nel miglior modo possibile. In particolare, potrebbero essere reinvestiti anche al di fuori del sistema dei trasporti;

**Tabella 157. Schemi di road pricing.**

Sites for payment			Type of pricing, based on:											
			N	A	S	R	P	V	O	T	C	E		
A	Passing point (e.g. bridge)		♦			♦	♦	♦		♦				
B	Passing road section		♦		♦	♦		♦		♦	♦			
C	Entrance control (licence area control)		♦	♦					♦	♦	♦	♦	♦	
D	Entrance/Exit control for a zone		♦	♦					♦		♦	♦	♦	
E	Zone control		♦	♦					♦		♦		♦	
F	Combination		♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
			N	A	S	R	P	V	O	T	C	E		

Fonte: Consorzio TRANSPRICE (1997)

Ambito di applicazione: Nazionale (N), Area/Zona (A), Sezione (S), Strada (R);  
 Tipologia: Punto (P), Tipo di Veicolo (V), Tasso di occupazione (O), Periodo del giorno (T), Congestionen (C), Ambiente (E).

Il *road pricing* si riferisce al pagamento per l'utilizzo della strada per vari scopi:

- strumento finanziario per la costruzione di infrastrutture;
- controllo e gestione della domanda di mobilità e quindi del livello di congestione della rete viaria;
- controllo e gestione della qualità ambientale;
- combinazione degli elementi precedenti.

In generale sono possibili alcune tipologie di *road pricing*:

- pedaggio per l'attraversamento di una sezione della rete viaria;

- pedaggio per l'attraversamento di un punto specifico (tunnel, ponte);
- pedaggi su cordone;
- pedaggi per l'accesso ad aree estese.

I pedaggi autostradali costituiscono l'applicazione più diffusa del *road pricing* a livello inter-urbano. Il sistema di pedaggi su cordone riguarda un sistema impositivo per l'attraversamento di un confine verso un'area, come ad esempio il centro di una città. Il pedaggio per l'accesso ad aree estese riguarda l'esercizio della mobilità all'interno di una particolare zona protetta.

Le principali tipologie di sistemi di *road pricing* sono:

- *Tariffazione in tempo reale per la congestione*: il sistema impositivo varia in funzione delle condizioni di traffico, area di riferimento e fasce orarie. In linea di principio, più elevato è il livello di congestione, maggiore è il livello del pricing. L'accettabilità e la capacità di un sistema di influire sul comportamento degli utenti dipende dal fatto di essere chiaro e noto all'utente prima che questo abbia preso la decisione di esprimere la sua domanda di mobilità. Con l'applicazione di tale sistema, come nel caso della tariffa basata sul tempo, in occasione di fenomeni di congestione rilevanti, gli utenti, non solo soffrono per l'estensione del ritardo, ma anche per l'aumento del costo aggiuntivo a cui sono sottoposti.
- *Tariffazione basata sul tempo*: in questo caso il prezzo sostenuto dall'utente è proporzionale al tempo trascorso in viaggio all'interno di una specifica area. Questa forma di tariffazione può incoraggiare l'aumento della velocità di percorrenza o l'adozione di pratiche scorrette di guida.
- *Tariffazione basata sulla distanza*: questa tipologia di tariffazione può indurre l'utente alla scelta del tragitto più breve per soddisfare la sua domanda di mobilità
- *Tariffazione basata sul cordone*: l'imposizione è applicata nei punti in cui gli utenti attraversano il cordone, solitamente definito nei pressi dei centri urbani. L'imposizione può essere applicata sui flussi monodirezionali, per esempio solo per le entrate nella zona protetta, oppure bidirezionali.
- *Permessi per la mobilità all'interno di particolari aree*: l'addebito è applicato ai veicoli in una specifica area e in determinati periodi del giorno. Tuttavia, dopo aver acquisito il permesso, il costo aggiuntivo di uno spostamento è nullo. Ciò può causare un livello ulteriore di congestione all'interno della zona oggetto di studio.

Ai fini della selezione del sistema di *road pricing* si devono considerare una serie di fattori:

- il costo per la realizzazione e gestione del sistema;
- la facilità di realizzazione del sistema;
- la flessibilità di imposizioni tariffarie per applicare differenti imposizioni per fasce orarie, per tipologia di veicoli, per direzione di viaggio, etc...;
- la possibilità di dare incentivi o privilegi a particolari categorie di utenti.

Per quanto riguarda quest'ultimo punto il sistema dovrebbe essere in grado di applicare particolari sconti o esenzioni per i veicoli caratterizzati da elevati tassi di occupazione, ad esempio per 3/4 passeggeri per veicolo.

Un altro approccio riguarda la combinazione di imposizioni basate sull'utilizzo della rete viaria con imposizioni basate sul sistema dei parcheggi, offrendo la possibilità di parcheggiare in maniera gratuita agli utenti che pagano per l'utilizzo della rete viaria, oppure, secondo un altro punto di vista, far pagare per la sosta in altri punti di utilizzo della rete. L'analisi congiunta del sistema tariffario per l'utilizzo delle reti viarie e di parcheggi permette di aumentare la tolleranza e l'accettabilità del *road pricing*.

Inoltre, in termini di sviluppo di una strategia di *pricing* esiste un *trade-off* tra il grado di sofisticazione del sistema - che riesce ad internalizzare i costi esterni in maniera efficiente - e il livello di semplicità del sistema - che lo rende di facile applicazione e di elevata accettabilità sociale.

#### 12.3.4.1 L'accettabilità del sistema

Al fine di aumentare il grado di accettabilità sociale di una politica di *road pricing* si dovrebbero considerare alcuni fattori importanti:

- gli obiettivi delle politiche di *road pricing* dovrebbero essere in armonia con le principali esigenze della collettività, come ad esempio l'aumento dei benefici ecologici, la riduzione del livello di congestione, l'incremento del livello della sicurezza;
- le misure di politica tariffaria dovrebbero essere valutate in relazione alle altre misure adottate per il sistema dei trasporti. La collettività in genere considera lo spazio stradale come un bene gratuito e perciò esiste una forte resistenza emotiva all'accettazione delle politiche tariffarie. Se si desidera che la collettività accetti l'applicazione del *road pricing* si devono fornire valide argomentazioni, come per esempio la dimostrazione che ciò rappresenta il miglior sistema per risolvere i problemi del traffico;
- l'accettabilità risulta elevata se si dichiara a priori la destinazione delle entrate e se contemporaneamente si offrono alternative. La collettività desidera ricevere "qualcosa" per l'impiego delle proprie risorse. In particolare, un pacchetto di soluzioni pratiche può essere supportato dalla combinazione di restrizioni alla viabilità e l'imposizione tariffaria con un set di miglioramenti sul trasporto pubblico e sulla qualità ambientale;
- il pieno ed effettivo funzionamento del sistema di imposizione tariffaria dovrebbe essere assicurato fin dalla sua introduzione. Il sistema dovrebbe essere semplice e facile da utilizzare. Le prime percezioni del sistema influenzano fortemente il futuro comportamento degli utenti. Rispetto all'affidabilità del sistema dovrebbero essere citati altri aspetti come per esempio la compatibilità con altri sistemi esistenti e apparecchiature supplementari, l'assenza di aggravii aggiuntivi per gli utenti, e così via. Devono essere minimizzate inoltre le varie opportunità di frode ed evasione, sia deliberate che intenzionali;
- gli effetti distributivi. Ci sono alcune considerazioni in relazione all'equità delle politiche tariffarie: la prima connessa alla relazione tra costi e benefici di ogni singolo individuo; la seconda in relazione al confronto sociale tra utenti del sistema dei trasporti; la terza riguarda i possibili disagi per i residenti nelle zone limitrofe alla città. A livello individuale il grado di accettabilità aumenta se il costo individuale è in qualche modo bilanciato da qualche forma di

beneficio. In aggiunta, la discriminazione tra utenti dovrebbe essere dichiarata e giustificata. Un ruolo importante in tale contesto è svolto dal modo in cui vengono impiegati gli introiti tariffari. Infatti, se un sistema è efficiente ma iniquo, è sempre possibile adottare delle misure compensative per risarcire eventuali categorie di utenti discriminati dal sistema;

- il livello di accettabilità sociale può essere aumentato se la popolazione riesce ad apprezzare il livello di efficienza delle misure proposte, come l'utilizzo delle risorse, l'equità sociale dei provvedimenti e l'anonimato del sistema;
- la necessaria pubblicità del sistema richiede una intelligente strategia di marketing. A tal fine è utile far comprendere alla popolazione le ragioni fondamentali della politica tariffaria adottata, illustrando i benefici attesi e l'impiego delle risorse.

## 12.4 Allegati

### 12.4.1 I metodi di valutazione dei costi esterni

I metodi di stima dei costi esterni e, in particolare dei costi esterni dei trasporti, sono numerosi.

Innanzitutto, nell'esaminare i costi del trasporto vanno distinti due tipi generali di approccio, basati sostanzialmente sul genere di dati di cui si dispone: l'approccio *top-down* e l'approccio *bottom-up*. Nel primo si parte da dati di costo aggregati, che vengono suddivisi fino ad approssimare i costi unitari. Nel secondo si procede da costi associati a singole unità di trasporto e li si aggrega. La scelta tra un approccio e l'altro dipende dalla disponibilità di dati di partenza, dalle categorie di costi e dalle conoscenze tecniche relative alla loro attribuzione. L'approccio *bottom-up* risulta appropriato quando è nota la forma funzionale, ovvero il rapporto esistente tra costi e uso delle risorse ambientali esaminate. Tuttavia, in questi casi si tratta sempre di situazioni localizzate, che generalmente risultano difficili da estrapolare.

Riguardo alla metodologia di valutazione vera e propria, da un lato si hanno metodi basati sulla risposta del singolo soggetto colpito dal danno o destinatario del beneficio. Con questi metodi si intende ricostruire la funzione di utilità di ogni singolo soggetto riguardo al bene ambientale in questione, e lo si fa collocando questo bene in un mercato ipotetico, che può essere succedaneo o sperimentale. Nel primo caso si sceglie un mercato di cui il bene ambientale costituisce un attributo altamente caratterizzante (es. la qualità dell'aria o la rumorosità esterna per una casa) e se ne indagano le variazioni dei prezzi al variare della caratteristica ambientale (metodo dei prezzi edonici, del costo del viaggio, ecc). Nel caso del mercato sperimentale si simula l'esistenza di un mercato del bene ambientale in oggetto e si chiede agli interlocutori di esprimere le loro valutazioni ipotetiche per miglioramenti ambientali determinati, o la compensazione che esigerebbero per accettare determinati livelli di degrado ambientale (preferenze rivelate, *willingness to pay*, *willingness to accept*).

Dall'altro lato si hanno metodi di valutazione indiretta. Di questi il più usato, detto anche metodo di valutazione del costo del danno rilevato o atteso, consiste nel calcolare una relazione di tipo "dose-risposta" tra il livello di degrado dell'ambiente e qualche suo effetto, ed in seguito applicare una qualche misura delle preferenze per quell'effetto.

Un secondo metodo di valutazione indiretta, quello del costo di prevenzione del danno in applicazione di uno standard, prescinde invece dalle preferenze dei singoli rivelate in un mercato ipotetico. Si presuppone infatti che in certo qual modo le preferenze e le scelte siano già state fatte a monte, ma non dai singoli individui, bensì dalla collettività nel suo insieme rappresentata nei suoi decisori. Questi, sulla base delle conoscenze di cui dispongono, relative all'ammontare dei danni (alle perdite di surplus) provocati dall'interrelazione tra trasporti e ambiente, stabiliscono la preferenza di spesa per adottare una serie di misure intese a prevenire il manifestarsi di questi danni.

#### **12.4.1.1 Metodi della valutazione contingente**

Il metodo della Valutazione Contingente, consiste nel rilevare mediante inchiesta i dati necessari a valutare la disponibilità a pagare per un miglioramento ambientale da parte degli utenti (o ad accettare una compensazione per un suo peggioramento). La stima si effettua attraverso indagini dirette svolte su campioni molto numerosi, estendendo all'universo i risultati. Il processo sembrerebbe quindi lineare e trasparente, almeno sulla base dei principi dell'economia utilitarista, e - a parte la costosità dell'indagine diretta - dovrebbe sembrare preferibile ad altri in quanto complessivamente più affidabile.

Nella procedura sono presenti molte difficoltà per orientare l'inchiesta. Da un lato la risposta può essere influenzata dall'uso finale che l'interlocutore si aspetta venga fatto della sua affermazione: se per farlo pagare - e in questo caso sottostimerà la sua disponibilità a pagare - o per determinare la spesa pubblica da dedicare allo specifico danno ambientale - in questo caso è probabile che la sovrastimi. Tuttavia è possibile testare nelle risposte la presenza di questi effetti, così come una parte del questionario prevede normalmente domande sullo status dell'interlocutore, per permettere di correlare le risposte con le sue condizioni socio-economiche.

Un altro aspetto problematico della procedura riguarda la diversità spesso riscontrata tra disponibilità a pagare WTP e disponibilità ad accettare WTA, per le quali si riscontra spesso un'asimmetria empirica dell'ordine di 1 a 35.

Questa procedura viene spesso applicata per valutare i costi esterni del rumore. Tuttavia, vi sono notevoli problemi nella predisposizione del questionario riguardante il rumore, che deve fornire una descrizione dell'ambiente nel quale il rispondente deve immaginarsi collocato. Tra questi, la mancanza di familiarità degli interlocutori con la scala dei decibel, e il fatto che nel valutare gli effetti di una riduzione del traffico sul rumore, l'intervistato tende a includere anche una valutazione positiva degli altri benefici ambientali connessi alla riduzione di traffico.

Tuttavia questo metodo possiede una grande flessibilità d'uso ed è indispensabile per valutare aspetti importanti come il valore d'esistenza della vita umana o di un bene ambientale.

#### **12.4.1.2 Metodi dei prezzi edonici**

All'opposto dei metodi precedenti, questi metodi, che simulano mercati surrogati, rivelano soltanto il valore economico di un bene, non quello d'esistenza. Si usano spesso applicati ai mercati immobiliari, per indurre dalle variazioni di prezzo del bene immobiliare dotato di un certo bene ambientale, gli effetti che comportano le variazioni di dotazione del bene ambientale stesso. Il metodo si applica anche alla valutazione economica della vita umana, considerando i differenziali presenti in salari relativi ad

attività lavorative che comportano diversi gradi di rischio.

Infine, anche il metodo del costo di viaggio, che deduce il valore della risorsa ambientale dal costo del viaggio che il visitatore è disposto a sostenere per fruirne, rientra nella categoria delle procedure di valutazione tramite mercati surrogati.

### **12.4.1.3 Metodo di valutazione indiretta del costo esterno**

Il metodo, di frequente applicazione, data la sua fungibilità, consiste in una procedura articolata su tre fasi.

A) Nella prima viene effettuata un'analisi dei sentieri d'impatto, ricostruendo tutti i passaggi della catena che lega il bene ambientale agli effetti che esercita su molte variabili dipendenti - salute umana, clima, colture agricole, stato dei paesaggi e dei monumenti, ecc.

B) Nella seconda fase vengono ricostruite delle funzioni di dose-reazione per conoscere come variano le variabili dipendenti al variare dell'aumento del degrado del bene ambientale.

C) Nella terza fase si effettua una valorizzazione monetaria degli effetti così ricostruiti attraverso una valutazione della disponibilità a pagare.

Quest'ultima può essere, sia desunta da preesistenti indagini svolte con il metodo della valutazione diretta su mercati sperimentali o surrogati, sia da comportamenti di spesa, che non necessariamente riflettono le effettive disponibilità a pagare dei consumatori - ad esempio spese mediche.

In proposito, viene fatto osservare che alla base dei due tipi di procedura - quello di valutazione diretta e quello di valutazione indiretta - vi sono concezioni diverse del principio della disponibilità a pagare. Infatti nella valutazione diretta si tende spesso a far in modo che i soggetti rispondenti esprimano le loro preferenze in modo analogo a quanto avviene per i beni privati, superando le difficoltà che nel caso di un bene pubblico come l'ambiente possono ostacolare queste manifestazioni di preferenze. In questo senso, purché la disponibilità a pagare espressa sia correttamente misurata, può anche essere disancorata dal danno effettivo arrecato all'ambiente.

Invece, la metodologia indiretta utilizza quanto più possibile le conoscenze scientifiche per isolare nel modo più preciso possibile gli oggetti su cui raccogliere i valori attribuiti dai consumatori. Anche questa procedura, impostata su variabili oggettive esterne alle preferenze dei consumatori, condivide in qualche modo con quella del costo di prevenzione l'approccio paternalista del "principe benevolo" ed è in parte sottomessa agli stessi rischi.

Questo metodo presenta l'indubbio vantaggio per il policy maker di produrre costi spesso valutati alla lira, il che può dare sicurezza a chi deve decidere, in quanto si sente appoggiato nelle scelte da dati precisi e apparentemente inconfutabili. E' particolarmente efficace nei casi in cui i costi sono riconducibili facilmente ad una sola variabile, come nel caso della congestione.

In realtà è un metodo che, se non viene utilizzato con cura e con prudenza, come tutti gli altri metodi di stima, nasconde molto insidie.

Infatti si basa sostanzialmente sull'ipotesi di relazione unilineare tra danno prodotto ed

effetto con relativo costo. Questa unilinearità tuttavia, soprattutto nei fattori di inquinamento ambientale, è spesso tutt'altro che certa. L'attribuzione a specifici fattori ambientali di danni alla salute umana, alla produzione agricola e all'assetto idrogeologico è senz'altro acquisita, ma la isolabilità e misurabilità di questi danni tenendo conto in misura adeguata delle sinergie negative che spesso queste cause esercitano tra loro spesso non è affatto semplice. Di conseguenza, se si vuole evitare il rischio di doppi conteggi e di multilinearità occorre adottare queste valutazioni per quello che sono, cioè come stime statistiche, soggette ad errore e dotate di un certo margine di varianza che andrebbe sempre valutato e indicato.

#### **12.4.1.4 Metodo della valutazione del costo di prevenzione del danno**

Questo metodo ha in comune con il precedente il fatto di partire da una valutazione del danno ambientale quanto più possibile oggettiva e scientifica. Le scelte in questo caso non sono il prodotto di valutazioni e preferenze espresse dagli individui, bensì vengono fatte dalla collettività nel suo insieme, attraverso i decisori che la rappresentano. Così, sulla base delle conoscenze scientifiche, relative alle perdite di surplus provocate dall'interrelazione tra trasporti e ambiente, la collettività, attraverso i suoi decisori, sceglie di sostenere delle spese per l'adozione di misure intese a prevenire il manifestarsi di quei danni.

Questa concezione del "principe benevolo" e lungimirante, che sceglie al posto e meglio dei sudditi o cittadini, si può prestare facilmente ad arbitri ed errori, soprattutto in campi ancora così parzialmente sconosciuti come quelli che si riferiscono all'ambiente.

Inoltre, questo metodo viene generalmente avversato dagli economisti perché non risponde a criteri di ottimizzazione nell'uso delle risorse, non comporta un controllo delle esternalità secondo principi di tassazione-sussidi che inducono a livelli ottimali nel loro uso, anzi rinuncia esplicitamente all'ottimizzazione in nome dell'efficienza.

#### **12.4.1.5 La valutazione dei costi esterni come saldo netto**

Alla fine di questa breve rassegna dei metodi di valutazione di costi esterni, si vuole ricordare una verità elementare di cui talvolta sembra che ci si scordi, o che si tende a minimizzare. I costi esterni sono debiti che l'inquinatore contrae con la collettività, con la quale condivide l'uso delle risorse ambientali, inquinate dalla sua attività. Questi debiti, sostiene il principio che afferma contemporaneamente i criteri di efficienza ed equità, devono essere interamente pagati dall'inquinatore.

E in parte l'inquinatore già paga questi debiti. Quando l'automobilista paga annualmente un carico fiscale per avere diritto a muovere l'automobile sul territorio, e quindi ad inquinare, questo rientra nel pagamento del debito. La tassa sul combustibile, come onere variabile in relazione all'uso, e quindi all'inquinamento che ne deriva, rientra nel pagamento del debito. E' certo che l'automobilista deve pagare anche interamente per l'uso delle infrastrutture che gli sono state predisposte - e a questo ci si sta avviando decisamente dopo la decisione della UE. Ma i circa 35 miliardi che annualmente il sistema del trasporto su gomma paga allo Stato, appunto per esercitare il trasporto su gomma, sono certamente molto superiori all'ammortamento annuo dovuto dagli automobilisti per l'uso delle infrastrutture.

La logica vuole quindi che sempre, accanto al calcolo dei costi generati sulla collettività per l'uso delle risorse ambientali, debba venir messo in evidenza anche ciò che di quei

costi viene già coperto dagli inquinatori e che si proceda ad un calcolo di costi esterni netti che restano ancora non coperti.

Si potrebbe verificare in tal modo che, disaggregando ad esempio tra aree urbane ed extraurbane, i costi esterni del trasporto generati nelle aree extraurbane, sempre assai inferiori a quelli delle aree urbane, siano attualmente già quasi interamente internalizzati.

#### **12.4.2 Matrice delle valutazioni dei costi esterni dei trasporti classificate per metodologia e per fattore di costo**

Metodi disponibili:

- a) Preferenze rivelate o *Willingness to pay* (valutazione contingente, comportamento rivelato)
- b) Prezzi edonici Costo del viaggio
- c) Valutazione indiretta
- d) Costo di prevenzione/Applicazione dello Standard

##### **12.4.2.1 Inquinamento dell'aria/strada, ferro e aria**

- Valutazione indiretta:
  - Studio ECMT:-OCSE (1998) stima per l'Italia un danno da trasporto su strada di ECU 4.004 mln al 1992 pari a £.6.375 mld di lire, corrispondenti a 0,42% del PIL
  - The True Costs of Road Transport: funzione dose-risposta rilevazioni diverse UK e WTP (o WTA) d.mortalità (2 mln). Esame degli effetti per inquinante. UK (93) 6.665 morti premature e 19,7 mld di sterline di costi esterni, pari a 3,75% del PIL
  - L'inquinamento dell'aria nelle aree urbane e i danni alla salute (trasporto privato su gomma): c.e. per lt. di carburante a Milano: in ipotesi alta e bassa
  - Amici della Terra: in Italia £.80.365 mdi 1997, pari a 4,12 % del PIL
  - Costo di prevenzione/Applicazione dello Standard
  - Getting the Prices Right: 4800 ECU/t per ridurre entro il 2000 NO<sub>x</sub> e VOC del 50% dei livelli'85. I costi di NO<sub>x</sub>, VOC e SO<sub>2</sub> (quest'ultimo già internalizzato) rappresentano tra 1,2 e 1,6 per cento del PIL dei 5 paesi più popolati d'Europa.
  - CAPRI (1999) adotta valori che vanno da 4,3 a 72,7 ECU /1000pkm per le auto a seconda del tasso di occupazione per veicolo e della situazione urbana o extraurbana; mentre per le merci in extraurbano vanno da 2 a 42,9 ECU/1000 tkm.
  - ExternE (1997) Per il traffico passeggeri stima in 9 ECU/1000 pkm il danno complessivo delle auto a benzina, 7,1 ECU/1000pkm quello delle auto diesel, da 1 a 3 ECU/1000pkm quello degli autobus diesel, da 2,5 a 5,5 ECU/1000pkm quello dei treni locali, da 2 a 2,4 ECU/1000pkm quello degli intercity e da 5,1 a 5,5 ECU/1000pkm quello dei treni ad alta velocità, tutti come valori medi riferiti a Germania e Olanda, o paesi con densità e assetti del territorio

analoghi.

#### 12.4.2.2 Rumore/strada, ferro, aria

- Preferenze rivelate o Willingness to pay (valutazione contingente, comportamento rivelato)
  - Studio UIC 1992 (Hansson e Markham) citato da Getting the Prices Right: 2-3 ECU/1000ton/pkm, corrispondente in media su diversi paesi a 0,2% del PIL
  - Amici della Terra: in Italia £.26.510 mld 1997, corrispondenti a 1,36 % PIL
  - Studio ECMT:-OCSE (1998): sulla base di uno studio INFRAS/WW del 1995 stima per l'Italia ECU 5.964 mln il danno da trasp. strada e ECU 1.877 mln quello da trasp. Su ferro. Tot. 16.522,5 miliardi di lire, pari a 0,93% del PIL
  - CAPRI (1999) valuta da 1,8 a 9 ECU per 1000 passeggeri/chilometro in traffico extraurbano e da 7,1 a 34,7 ECU 1995 per 1000 tkm di merci.
- Prezzi edonici Costo del viaggio
  - The True Costs of Road Transport: calcola per l'UK una popolazione esposta al rumore su strada nel 1993 di 32,1 mln di persone e una perdita di valore delle proprietà di 32,8 mld di sterline
- Valutazione indiretta
  - Costo di prevenzione/Applicazione dello Standard

#### 12.4.2.3 CO<sub>2</sub> e cambiamento di clima/strada, ferro e aria

- Valutazione indiretta
  - Amici della Terra: in Italia £.16.655 mdi 1997, corrispondenti a 0,85 % del PIL
  - CAPRI (1999) indica da 66 a 170 ECU(1995)/tC, a secondo del tasso di sconto impiegato (170 ECU, corrispondente al tasso di sconto dell'1%).
  - Costo di prevenzione/Applicazione dello Standard
  - The True Costs of Road Transport: assume la tassa sul carbone necessaria a tagliare le emissioni a livello ottimale come prezzo ombra. Stima in 112 mln di sterline nel 1993 il danno causato dalle emissioni in UK, pari a 0,021%del PIL
  - Getting the Prices Right: tassa sull'energia/CO<sub>2</sub> equivalente a un incremento di \$4/barile all'anno per ridurre le emissioni dell'UE del 25% entro il 201
  - Studio ECMT:-OCSE (1998): assume la stima Europea di costo di abbattimento di ECU 50 per tonn CO<sub>2</sub> e sulla base di uno studio INFRAS/WW del 1995 dà per il trasporto stradale ECU/km auto 0,010, bus 0,045 e trasporto merci 0,028, come valori europei. Italia ferro ECU 140,45 ml

#### 12.4.2.4 Congestione/strada

- Valutazione indiretta
  - The True Costs of Road Transport riporta stime di altri : 19,1 mld di sterline (Newbery, 1992), e 17,5 mld (Pearson et al.1994), che riportati al 1993 danno rispettivamente il 3,6% e il 3,1% del PIL
  - Amici della Terra: in Italia £.25.052 mdi 1997, corrispondenti a 1,29 % PIL
  - CAPRI (1999) valuta in 33,9 ECU persona-ora il valore del puro tempo di viaggio in strada congestionata e 8,7 ECU persona-ora il valore del tempo libero
- Costo di prevenzione/ Applicazione dello Standard
  - Studio Isfort- TRT: stima la tariffa di congestione nelle ore di punta in ambito urbano e metropolitano (rispettivamente lire/veic\*km 101 e 643) e in ambito extraurbano per passeggeri e merci, evidenziando per questi ultimi una variazione rispetto alla tariffa attuale rispettivamente del 43,7% e del 79,7%.

#### 12.4.2.5 Incidenti/strada, ferro

- Preferenze rivelate o Willingness to pay (valutazione contingente, comportamento rivelato)
  - The True Costs of Road Transport: stima il valore della vita statistica intorno a 2 mln di sterline 1993
  - Getting the Prices Right : Italia: auto ECU 9,9 per 1000pkm; camion lunga distanza ECU 2,5 per 1000 tkm; treno ECU 0,8 per 000ptkm
  - CAPRI (1999), estrapolando da diversi studi, propone costi esterni marginali compresi, per l'auto tra 4,4 ECU/1000 pkm e 16,7 ECU/1000 pkm nell'extraurbano e tra 37,3 ECU/1000 pkm e 156,9 ECU/1000 pkm nell'urbano (a seconda del tasso di occupazione e della presenza o meno di parenti nel veicolo). Per le merci da 8 a 10 ECU/1000 tkm.
- Valutazione indiretta
  - Studio ECMT:-OCSE (1998): per l'Italia valuta i costi degli incidenti d'auto in ECU 1991 19.587 mln e quelli ferroviari in ECU 91 81,01 mln. Totale 30.178 mld di lire, pari a 2,09% del PIL
  - Amici della Terra: in Italia £.52.637 mdi 1997, corrispondenti a 2,70 % PIL
  - Studio INFRAS/IWW(1995) riportato da Studio ECMT:- OCSE (1998) dà per l'Italia ECU 1991 1.124.145 pari a £1.725 mln il costo esterno della vita. Media Europa ECU 1.106.283, pari a 1.697,18 milioni di lire.

#### 12.4.2.6 Considerazioni

Dalla breve rassegna esposta emergono alcune interessanti considerazioni:

- la forte variabilità delle stime, a secondo delle metodologie adottate, ma anche all'interno della stessa metodologia. Il più significativo in tal senso è forse il caso dell'inquinamento dell'aria, dove tra stima ECMT e stima FS-

Amici della Terra c'è un fattore di 1 a 10, o nella stessa stima CAPRI c'è un fattore da 1 a 17;

- il forte peso dei costi da inquinamento dell'aria e da congestione: il costo ambientale per definizione e il costo sociale per antonomasia sembrerebbero pesare insieme più della somma degli altri tre. Inoltre sono anche fisicamente inscindibili, almeno con le attuali tecnologie. Ne deriva una forte conferma di quello che già sapevamo, cioè quanto siano a rischio le aree urbane e come tutte le politiche ambientali debbano rivolgersi ad esse con assoluta priorità
- dal punto di vista metodologico si osserva una nettissima prevalenza della valutazione indiretta. Su 26 valutazioni osservate, la valutazione indiretta è stata adottata in 13 casi, quella del costo di prevenzione in 5 e quella diretta della valutazione contingente in altri 7. In un solo caso si è scelta la metodologia dei prezzi edonici. Questa prevalenza della valutazione indiretta parrebbe indicare una tendenza a dare sempre maggior rilevanza ed impiego ai dati scientifici di conoscenza dei danni, che effettivamente negli ultimi quindici anni sono andati crescendo enormemente. In altri termini tenderebbe a rafforzarsi la base scientifica e razionale della valutazione. Ne dovrebbero derivare ripercussioni benefiche anche sulla valorizzazione monetaria, con conseguenti restringimenti dei gap tra valutazioni degli stessi fenomeni fatte da fonti differenti con la stessa metodologia.

## 12.5 Bibliografia

- Cambridge University Press, (1988), *Baumol W.J. and Oates W., The Theory of Environmental Policy.*
- ITS; CES; EUROTRANS; ISIS SA; ISIS (IT); IWW; ZEW, (1999), *CAPRI Concerted Action on Transport Pricing Research Integration - Deliverable D3 Valuation of Transport Externalities.*
- Regione Umbria, CIRIAF, (1999), *Cotana F., Criteri di valutazione dei costi esterni nei sistemi di trasporto in Umbria.*
- ECMT European Conference of Ministers of Transport, (1998), *Efficient Transport for Europe. Policies for Internalisation of External Costs.* - ECMT/OECD 1998
- ECMT/OECD, (1995), *Evaluation of the external costs of road transport and the consequences of internalising them: French transport case study.* Citato in Green Paper on Fair and Efficient Pricing
- European Commission, Directorate General for Transport, (1995), *Green Paper Towards Fair and Efficient Pricing in Transport .*
- European Federation for Transport and Environment, (1993), *T&E - Getting the Prices Right.*
- Research funded by the European Commission in the framework of the Non Nuclear Energy Programme, (1997), *External Costs of Transport in Externe - Publishable Report.*
- Ferrovie dello Stato, (1999), *Amici della Terra - I costi ambientali e sociali della mobilità in Italia. Secondo rapporto.*
- High Level Group on Transport Infrastructure Charging, (1999), *Final Report on Estimating Transport Costs.*
- ISFORT, (1998), *Il Trasporto stradale in Italia. La sfida dei costi e dell'ambiente.*
- CSERGE, Earthscan Publications, (1996), *Kolm S.C., "Economie de l'Environment", in W.Baumol et al. Maddison D., Pearce D., Johansson O., Caltbrop E., Litman T., Verboef E.- The True Costs of Road Transport -.*
- Panella G., Ascari S., Cavalletti B., (1999), *L'inquinamento dell'aria nelle aree urbane e i danni alla salute. Le politiche di controllo.*
- Pearce D., Markandaya A., Barbier E., (1991), *Progetto per un'economia verde.*

