

Rassegna critica delle stime dei costi esterni dei trasporti*

Romeo Danielis e Lucia Rotaris

Università di Trieste e ISTIEE

Indice

1. Introduzione
 2. Inquinamento atmosferico
 3. Effetto Serra
 4. Inquinamento acustico
 5. Incidenti
 6. Congestione
 7. Conclusioni
- Appendice: La rielaborazione ed il confronto delle stime
Riferimenti bibliografici

* Il presente lavoro è stato svolto nell'ambito di una ricerca promossa dall'ANFIA (Associazione Nazionale Fra Industrie Automobilistiche) e dall'ACI (Automobil Club d'Italia) ed è in parte pubblicato sul volume ANFIA-ACI "I costi e i benefici esterni del trasporto", Torino, 2001.

1. Introduzione

La letteratura sulle stime dei costi esterni dei trasporti, pur avendo solo due decenni di vita, è imponente, a conferma dell'attualità teorica e politica del tema. Le stime empiriche sono molto numerose. Un elenco dei lavori a noi noti, con la specificazione del tipo di costo esterno stimato, è contenuto nelle tavole 1, 2, 3, 4 e 5.

Tav. 1 - Costi totali o medi del trasporto stradale negli Stati Uniti

<i>Autori</i>	<i>Inq. atmosferico</i>	<i>Inq. acustico</i>	<i>Incidenti</i>	<i>Infrastrutture</i>	<i>Congestione</i>
Kafani (1983)	X	X	X		
OICA (1995)	X		X	X	
Miller (1991) [°]			X		
Haight (1994) [°]			X		
Elvik (1994) [°]			X		
Cameron (1991) [°]					X
Small (1992) [°]					X
Miller & Moffet (1993) [°]	X	X	X	X	X
OTA (1994) [°]	X				X
Levinson (1995) [°]					X
Litman (1995) [°]	X				
Small e Kazimi (1995) [°]	X				
Keel <i>et al</i> (1975) [°]		X			
Apogee Research (1994) [°]	X	X	X	X	X
Small (1977) ^{°°}	X				
FHWA (1982) ^{°°}	X	X	X		X
MacKenzie <i>et al</i> (1992) ^{°°}	X	X	X		X
Ketcham e Komanoff (1992) ^{°°}	X	X	X		X
Hanson (1992) ^{°°}	X		X		
Behrens <i>et al</i> (1992) ^{°°}	X				
Marwick <i>et al</i> (1993) ^{°°}	X	X	X	X	X
Litman (1994) ^{°°}	X	X	X	X	X
Lee (1994) ^{°°}	X	X	X	X	

[°] Fonte: Maddison, D. (1996) *The True Cost of Road Transport*, Earthscan Publications LTD, London

^{°°} Fonte: Delucchi, M. (1996) *Review of some of the literature on the Social Cost of Motor-Vehicle Use*, UCTC No.313, University of California Berkeley

Tav. 2 - Costi totali o medi del trasporto stradale in Europa

<i>Autori</i>	<i>Inq. atmosferico</i>	<i>Inq. acustico</i>	<i>Incidenti</i>	<i>Infrastrutture</i>	<i>Congestione</i>
Grupp (1986)	X	X	X		
Schulz (1987)*	X				
PLANCO (1991)	X	X	X		
VROM (1985)*	X				
Bleijdenberg (1988)	X	X	X		
V.d.Meijs (1983)	X	X	X		
UIC (1987)*		X			
Opschoor (1986)*		X			
Dietz (1990)	X	X			
McKinsey (1986)	X	X			
Hoogeboom – Rietveld (1992)			X		
Ringheim (1983)		X			
Wicke (1987)*		X			
UK Dep. of Transport (1988)**			X		
Perrin – Pelletier (1984)*	X				
Quinet (1989)	X		X		
Kafani (1983)	X				
Bouladon (1991)°	X				
CCFE (1991)°			X		
Pierson et al (1994)°°	X	X	X	X	X
T&E (1993)°°	X	X	X		
INFRAS/IWW°°	X	X	X	X	
OICA (1995)***	X		X	X	
Brossier (1991)°	X		X	X	
ECOPLAN (1991)^			X		
Infraconsult (1992)^		X			
Jeanrenaud (1993)°	X	X	X	X	
Quin (1994)°	X	X	X	X	
Hansson (1996)°	X		X	X	X
Min. Trasporti Svezia (1992)^	X		X		
Newbery (1988)°	X	X	X	X	X
CSERGE (1996)°°	X	X	X		X
ISFORT (1998)°°	X	X			
DG VII (1994)°°	X	X	X		

* Valori citati da Quinet (1989) e ricalcolati da Verhoef (1994) sulla base dei dati IMF (1991)

** Stime basate sui dati del PIL citati in IMF (1991)

*** Come dallo studio Confetra (1997)

° Fonte: Quinet in Green, D. Jones, D. e Delucchi M. (1997) The Full Cost and Benefits of transportation, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany

°° Fonte: studi originali

°°° Fonte: C. Sanna (tesi laurea 96-97) Il costo esterno dei trasporti: stime a confronto

^ Fonte: DG VII (1994)

Fonte: Verhoef (1994) ed ampliata con il dato relativo al UK per il quale i valori a prezzi 1987 sono tratti da Jones-Lee (1990, p. 47)

Tav. 3 - Costi totali o medi del trasporto stradale in Italia

<i>Autori</i>	<i>Inq. atmosferico</i>	<i>Inq. acustico</i>	<i>Incidenti</i>	<i>Infrastrutture</i>	<i>Congestione</i>
Lombard e Molocchi (1997)	X	X	X		X
T&E (1993)	X	X	X		
INFRAS/IWW (1994)	X	X	X	X	

Fonte: studi originali

Tav.4 Costi marginali del trasporto stradale negli Stati Uniti

<i>Autori</i>	<i>Inq. atmosferico</i>	<i>Inq. acustico</i>	<i>Incidenti</i>	<i>Infrastrutture</i>	<i>Congestione</i>
Downs (1992)			X		

Fonte: Maddison, D. (1996) *The True Cost of Road Transport*, Earthscan Publications LTD, London

Tav.5 Costi Marginali del trasporto stradale in Europa

<i>Autori</i>	<i>Inq. atmosferico</i>	<i>Inq. Acustico</i>	<i>Incidenti</i>	<i>Infrastrutture</i>	<i>Congestione</i>
T&E (1993) [°]	X				
Brossier (1991) ^{°°}	X		X	X	X
Newbery (1988) ^{°°}					X
CSERGE (1996) [°]	X				
Pierson et al (1994) ^{°°°}	X	X	X		X
Mayeres (1996) ^{°°°}	X	X	X		
UIC (1987) [°]		X			
Opschoor (1986)*		X			

[°] Fonte: studi originali

^{°°} Fonte: Quinet in Green, D. Jones, D. e Delucchi M. (1997) *The Full Cost and Benefits of transportation*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany

^{°°°} Fonte: C. Sanna (tesi laurea 96-97) *Il costo esterno dei trasporti: stime a confronto*

* Valori citati da Quinet (1989) e ricalcolati da Verhoef (1994) sulla base dei dati IMF (1991)

Esistono già anche alcune rassegne di questi studi. Una di queste, quella di Litman (www.vtpi.org; Victoria Transportation Policy Institute), si concentra sulle argomentazioni a favore o contro il tentativo di individuare e stimare i costi esterni dei trasporti. Si incentra quindi sui presupposti teorici e filosofici della stima dei costi esterni, documentando il dibattito tra coloro che hanno effettuato le stime e coloro che, per vari motivi, mettono in dubbio l'utilità di queste stime¹. Murphy e Delucchi (1996), invece, nella loro rassegna della letteratura ad introduzione della stima che conducono sui costi esterni totali per gli Stati Uniti (si confronti con quanto riportato in Appendice), criticano l'assenza di originalità, di aggiornamento e l'imprecisione di molte delle stime effettuate². Gomez-Ibanez (1997) passa in rassegna cinque dei principali studi prodotti e ne mette acutamente in evidenza alcuni limiti teorici.

La presente rassegna, facendo tesoro dell'acceso dibattito che finora ha avuto luogo, mira specificamente a fare il punto sui risultati fin qui raggiunti nelle stime per l'Italia, anche confrontandole con quelle relative ad altri paesi europei.

¹ "The critics argue that various costs 1) do not exist at all; 2) may exist but are overstated and not significant; 3) are not externalities; 4) cannot be priced effectively; or 5) are offset by benefits." Litman (www.vtpi.org).

² "most of the estimates in the literature are reviews or citations of other studies ...there are no original, up-to-date, and detailed analyses of the costs of motor-vehicle use in the United States"

Prima di entrare nel merito dei valori stimati, che renderà necessario scendere nel dettaglio dei metodi e delle basi di dati impiegati, una annotazione di carattere generale. Come si evince dalle tavole 1, 2, 3, 4 e 5 su riportate, le stime dei costi esterni totali o medi sono molto più numerose delle stime dei costi marginali. Sulla base della classificazione degli obiettivi proposta nel primo capitolo risulta quindi che le stime effettuate nella maggior parte delle analisi sono rivolte al secondo obiettivo (confronto tra stati alternativi), piuttosto che al primo (internalizzazione per l'efficienza) o al terzo (valutazioni distributive). Ciò suggerisce l'idea che più che a supporto delle politiche, gli studi abbiano puntato ad un obiettivo "ideologico": dimostrare che l'entità dei costi esterni necessita di una qualche forma di intervento pubblico correttivo e che, dalla comparazione tra le modalità, tali interventi debbano essere rivolti soprattutto alla modalità stradale.

L'argomentazione sulla base dei costi totali o medi è però debole perché, come abbiamo evidenziato nella prima parte, manca del confronto con i benefici. Da un lato, infatti è evidente che i costi totali, privati ed esterni, sono molto elevati, dall'altro, però, si può presupporre³ che anche i benefici totali siano elevati ed anzi verosimilmente superiori ai costi totali. Se così non fosse l'uso del trasporto ed in particolare della modalità stradale, non troverebbe spiegazione. Dal punto di vista teorico, l'individuazione della modalità su cui intervenire prioritariamente dovrebbe essere fatta confrontando la perdita di benessere sociale (l'area ABC nella figura 1) che deriverebbe da una pari riduzione della quantità di trasporto effettuato con ciascuna delle modalità considerate, calcolo attuabile solo disponendo tanto delle relative funzioni di costo, quanto delle rispettive funzioni di beneficio (o funzione di domanda). Si dovrebbe, quindi, intervenire su quella modalità per la quale una riduzione della quantità di trasporto comporti il maggiore incremento del benessere sociale. Gli studi effettuati finora, invece, privilegiano le stime dei costi medi su quelle dei costi marginali e non permettono queste valutazioni, consentendo invece di valutare la "sola" diminuzione dei costi esterni (non l'aumento del benessere) al diminuire del volume di traffico.

2. Inquinamento atmosferico

Problemi metodologici

La scelta del metodo di stima. Nel caso dell'inquinamento atmosferico il metodo di stima maggiormente usato è il metodo dose-risposta, che, come è stato esposto nella prima parte, trasforma le osservazioni sul livello di concentrazione in stime della mortalità e morbilità associate ad esso. Si ritiene che questo metodo dia risultati più affidabili rispetto agli altri. I metodi che ricavano, direttamente o indirettamente, la disponibilità a pagare per una riduzione dell'inquinamento sono limitati dal fatto che l'inquinamento atmosferico è di difficile definizione (dati i molteplici inquinanti che possono essere coinvolti) e percezione. Da un lato, infatti, non ci si può basare sulla percezione fisica del fenomeno (che in effetti si ha solo per alcuni inquinanti quali i fumi neri o per inquinanti odorosi), dall'altro la percezione soggettiva del danno è condizionata dal livello di conoscenza scientifica individuale. Il metodo basato sui costi preventivi, anch'esso frequentemente usato, è teoricamente sospetto perché stima i costi di abbattimento e non il danno (Gomez-Ibanez, 1965)⁴. Nel caso specifico dell'inquinamento atmosferico tende a fornire le stime più basse.

³ Poiché non ci sono stime della curva di domanda, infatti, non è possibile stimare con certezza l'ammontare di tali benefici sociali totali.

⁴ Secondo Gomez-Ibanez (1966) "In theory, most analysts agree that accurate damage costs would be better than control costs since external costs are defined as the costs or harm transportation users do to other. In practice, however, some

Quale relazione dose-risposta. Esistono tre tipi di studi epidemiologici sulla relazione inquinanti-effetti sulla salute. Un primo tipo si basa su dati sezionali (cross-section). Esso mette a confronto aree geografiche diverse e stima le differenze di mortalità/morbilità in relazione ai diversi livelli di concentrazione degli inquinanti caratterizzanti ciascuna delle aree considerate. Un secondo tipo si basa su serie temporali relative ad un'unica area di riferimento (ad esempio, una città). Con questa tecnica si è in grado di studiare le variazioni di mortalità/morbilità in relazione alla variazione dei livelli di concentrazione di quella specifica zona. Il vantaggio del secondo metodo rispetto al primo è che la popolazione usata come campione è sempre la stessa, non è necessario quindi introdurre variabili di controllo per tenere conto nelle differenze demografiche della popolazione. Lo svantaggio speculare è che le stime sono specifiche per la popolazione di quella specifica città e non si prestano quindi ad essere trasferite ad altri contesti (ad esempio, le stime per Bombay non possono essere usate per Roma). Un terzo metodo, il più complesso ed anche il meno usato, consiste nel seguire un campione di popolazione che risiede in città diverse per un periodo di tempo prefissato (di solito una decina di anni), al fine di stimare la variazione dell'aspettativa di vita/frequenza delle malattie a seconda del livello di esposizione agli inquinanti. Questo metodo ha il vantaggio di cogliere sia gli effetti acuti che gli effetti cronici, mentre i primi due metodi possono cogliere solo i primi. I primi due metodi, infatti, sono sostanzialmente a-temporali e quindi tendono a cogliere le relazioni di breve periodo (gli effetti immediati, nell'arco di pochi giorni, sulla salute dei picchi di concentrazione⁵), mentre il terzo metodo, sviluppandosi lungo un arco temporale più lungo, può cogliere gli effetti sulla salute di esposizioni prolungate agli inquinanti. Dall'indagine che abbiamo svolto sulla letteratura risulta che le stime sono per lo più effettuate su relazioni dose-risposta basate su serie temporali e che la scelta della specifica relazione dose-risposta da impiegare negli studi ne influenza i risultati, anche se non in misura molto elevata (Danielis, 1999).

Quali inquinanti: le indagini statistico-epidemiologiche hanno lo scopo di definire il grado di pericolosità degli inquinanti. Lo studio può avvenire considerando l'effetto di un inquinante isolatamente o l'effetto congiunto di un gruppo di inquinanti, senza per altro trascurare il fatto che alcuni inquinanti primari si trasformano in inquinanti secondari. Dagli studi effettuati è emerso, con un buon livello di consenso, che in termini di mortalità gli inquinanti più pericolosi sono nell'ordine: il particolato, l'ozono ed i composti aromatici, specialmente il benzene. Sono questi quindi gli agenti su cui basare le stime dei costi esterni dell'inquinamento atmosferico.

Il particolato pone un'altra grossa complicazione, perchè viene misurato con diversi indicatori: PST, PM₁₀, PM_{2,5}, a seconda della dimensione delle particelle di cui si costituisce. In Italia viene utilizzato solo il PST. La dimensione, in realtà, è importante perché la pericolosità del particolato dipende proprio dalla dimensione e dalla natura delle particelle che lo compongono (o più precisamente delle sostanze che si attaccano alle polveri). Di tutto ciò si deve adeguatamente tener conto nella stima degli effetti sulla salute, soprattutto nella suddivisione dei costi tra modalità e, nell'ambito di una stessa modalità, tra tipologie di veicoli differenti. Ciò è particolarmente

analysts argue that control costs are superior because the available damage estimates are more uncertain and incomplete". Di norma, anzi, si verificano stime inferiori se calcolate sulla base dei costi preventivi piuttosto che sulla base del valore dei danni.

⁵ E' quindi adatto per studiare, ad esempio, l'aumento dei ricoveri per aggravamenti nelle malattie cardio-respiratorie a seguito di un picco di inquinamento. E' invece meno adatto a studiare la mortalità, in quanto la distribuzione dei decessi è solo parzialmente correlata ai picchi di concentrazione, mentre più spesso un decesso è il risultato di un lungo periodo di esposizione. Il giorno del decesso può quindi non essere correlato al picco di concentrazione.

problematico in quanto spesso non si dispone di dati sufficientemente analitici in materia. Ad esempio i veicoli a benzina emettono una minor quantità di particolato rispetto ai veicoli diesel, ma le dimensioni del primo sono inferiori, così da risultare nel complesso più pericoloso del secondo. Esistono, inoltre, diverse tecnologie dei motori, a maggior ragione suddividere i costi per categoria di veicolo è un'operazione alquanto difficile.

Dati

Un limite difficilmente superabile delle stime ambientali è che la variabilità spaziale delle concentrazioni di inquinanti è elevata (e dipende dal tipo di inquinante considerato). Idealmente, per conseguire l'efficienza, le misure di politica dei trasporti (sia fiscale che regolamentare) dovrebbero tener conto di questa variabilità. Ciò, oltre ad essere tecnicamente difficile da attuare, in quanto sarebbe necessario disporre di misure molto differenziate (per strada o zona, per veicolo, per ora, per grado di esposizione della popolazione, tutte queste variabili infatti concorrono a determinare il danno), richiede anche osservazioni statistiche accurate. Le stazioni di monitoraggio, cioè, dovrebbero essere in grado di rilevare le concentrazioni in modo tale che questi dati si riflettano nelle politiche prescelte. Finora, invece, le rilevazioni statistiche sulle concentrazioni sono state sparse e generiche (poche stazioni per ogni città), rendendo difficile valutare la relazione dose-risposta e quindi rendendo anche più incerte le stime quantitative e monetarie degli effetti dell'inquinamento.

Risultati

Le stime del costo dell'inquinamento atmosferico variano da valori molto bassi, addirittura nulli per quanto riguarda, ad esempio, la modalità ferroviaria per il trasporto passeggeri in Svizzera (dati INFRAS/IWW, 1994), a valori molto elevati, si pensi ai 57 ECU per 1000 tkm per il trasporto merci su strada così come stimati da Lombard e Molocchi (Amici della Terra, 1998).

Ma da che cosa dipende questa differenza così marcata di stime e soprattutto quali possono essere considerati i valori più attendibili fra quelli proposti? Di seguito si cercherà di rispondere a queste domande considerando innanzi tutto il contesto italiano, per passare poi quello europeo.

Stime per l'Italia

Come si evince dalla Tav. 6, l'intervallo di stime del costo dell'inquinamento atmosferico causato dal sistema dei trasporti è particolarmente ampio.

Tav. 6 - Inquinamento atmosferico ECU 1995 per 1000 pkm o per 1000 tkm

<i>STUDI</i>	<i>Auto (pass.)</i>	<i>Bus</i>	<i>Strada (merci)</i>	<i>Treno (pass.)</i>	<i>Treno (merci)</i>	<i>Aereo (pass.)</i>	<i>Aereo (merci)</i>	<i>Nave (merci)</i>
T&E (1993)	14,760	/	5,661	0,910	0,607	7,380	/	6,066
INFRAS/IWW (1994)	6,634	2,774	11,821	1,327	0,481	5,790	28,226	3,981
Amici della terra (98)	25,009	/	57,375	7,783	4,603	8,590	42,901	/

°° Fonte: Nostre elaborazioni sui dati originali

Lo studio T&E tende a fornire i valori minimi dell'intervallo, mentre quello Amici della Terra i valori massimi. L'esempio più macroscopico è la stima del costo dell'inquinamento atmosferico

causato dal trasporto merci su strada. Secondo T&E sarebbe pari a 5,6 ECU per 1000 tkm, mentre secondo la ricerca Amici della Terra esso equivarrebbe addirittura a 57,3 ECU per 1000 tkm.

Dall'esame dettagliato degli studi ci pare di poter concludere che le differenze sono dovute principalmente al metodo di stima prescelto ed agli inquinanti presi in considerazione.

Relativamente al metodo di stima, Kägerson (T&E) basa le sue valutazioni sui costi necessari per ridurre di una quantità prefissata gli inquinanti presenti nell'aria⁶. Più che una stima dei costi esterni, si ha quindi una stima dei costi di abbattimento per ottenere un livello di inquinamento accettabile prefissato a livello politico. I valori così ottenuti non possono essere, per definizione, che una parte dei costi esterni totali dell'inquinamento atmosferico.

Rothengatter (INFRAS/IWW) opta per la valutazione sia dei costi di prevenzione, che dei danni derivanti dall'inquinamento basati su una relazione dose-risposta⁷, pervenendo a dei risultati mediamente comparabili con le stime T&E.

Lombard e Molocchi (Amici della Terra, 1998) basano le loro stime dei danni alla salute causati dall'inquinamento atmosferico (mortalità e morbilità) sui risultati dello studio CSERGE relativo al Regno Unito (CSERGE, 1996). In particolare ricavano il costo per tonnellata di emissione per cinque tipi di inquinanti (PM₁₀, SO₂, NO_x, COV, CO) per il Regno Unito (Amici della Terra, Tab. 16, p. 234) e applicano questa stima alle emissioni italiane. Ottengono così la stima del costo totale che poi suddividono per tipo di veicolo usando metodologie ad hoc. La tecnica è quindi simile a quella INFRAS/IWW, ma il numero ed il tipo di inquinanti esaminati è diverso, in quanto nello studio INFRAS/IWW sono stati considerati solamente l'NO_x, i COV e l'SO₂.⁸ Se si tiene conto del fatto che il PM₁₀ è l'inquinante che, emesso direttamente o formatosi attraverso i suoi precursori (SO₂, NO_x, COV), costituisce la principale causa dei decessi legati all'inquinamento, si comprende il perchè della notevole differenza delle stime ottenute nei tre studi.

Purtroppo, nessuno dei tre studi è stato condotto applicando in modo diretto la metodologia CSERGE, che rappresenta la soluzione teoricamente migliore sulla base dei dati disponibili. Tale metodologia consiste nell'applicare la relazione dose-risposta (scegliendo i parametri più opportuni al contesto nazionale di riferimento) tra danni e concentrazioni di inquinanti, che è l'unica che ha un fondamento statistico basata sulle osservazioni empiriche. La scelta di usare la relazione tra danni ed emissioni, in quanto indiretta, si presta invece a molteplici imprecisioni connesse: (a) alle difficoltà metodologiche che si incontrano nella stima delle emissioni⁹ e (b) alla ignota e difficilmente precisabile relazione tra emissioni, concentrazioni e danni alla salute. In altri termini, mentre esistono stime consolidate sulla relazione concentrazione di inquinanti e danni alla salute, niente si sa, né è possibile accertare, sulla relazione tra emissioni di inquinanti e danni alla salute,

⁶ Gli obiettivi sulla base dei quali sono stati calcolati i costi sociali dell'inquinamento atmosferico nello studio T&E sono: -50% per VOC ed NO_x, -60% e -80% SO₂. Questi valori sono stati in parte estrapolati da studi scientifici condotti da alcuni istituti di ricerca (IIASA, Stockholm Environment Institute), ma in larga misura derivano dagli accordi o convenzioni internazionali firmati da diversi paesi europei allo scopo di ridurre il fenomeno dell'inquinamento atmosferico (UN ECE Convention on Long Range Transboundary Air Pollution, Nordic Council of Ministers, 1991, oltre che numerosi protocolli di intesa quasi sempre disattesi dai paesi firmatari stessi).

⁷ Più precisamente, vengono utilizzate due stime alternative della relazione dose risposta: la stima ECOPLAN/T&E (1992) e la stima INFRA/PROGNOS (1993). Entrambe le relazioni sono basate sul costo per tonnellata di emissione di NO_x o VOC. Le due stime differiscono di un ordine di grandezza.

⁸ Le stime INFRAS/IWW sono invece, in un altro senso, più complete rispetto a quelle degli altri due studi perché integrano il costo dei danni alla salute con quello agli edifici, alle foreste ed alla produzione agricola.

⁹ Solo recentemente si è adottato a livella internazionale una metodologia standard, nota come CORINAIR. Le difficoltà principali nel caso del traffico sono quelle di tenere conto della variabilità stagionale e della variabilità delle condizioni del traffico (livello di congestione) che hanno un'influenza rilevante sui fattori di emissione.

perché tale correlazione, che sicuramente esiste ed è positiva, è influenzata e dipende dal contesto spazio temporale in cui avviene l'emissione, dal processo di diffusione e concentrazione degli inquinanti emessi e dal numero di persone che vivono nel luogo finale di concentrazione degli inquinanti. La stima dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla base dei costi per unità di emissione, essendo estremamente indiretta, contiene quindi un margine di errore molto elevato e difficilmente precisabile.

Quanto alle modalità maggiormente responsabili di questo tipo di esternalità, i dati relativi all'Italia sembrano confermare le teorie secondo cui la modalità aerea (5,7-8,6 ECU per 1.000 pkm e 28,2-43 ECU per 1.000 tkm) e stradale (6,6-25 ECU per 1.000 pkm e 5,6-57,3 ECU per 1.000 tkm) sarebbero le più dannose sia nel caso del trasporto merci, che in quello passeggeri, mentre la modalità ferroviaria (0,9-7,7 ECU per 1.000 pkm e 0,4-4,6 per 1.000 tkm), assieme al trasporto pubblico stradale (2,7 ECU per 1.000 pkm), sarebbero le meno inquinanti.

Confronto del caso italiano rispetto agli altri paesi considerati ed ai valori medi europei

Dalla Tav. A8 in Appendice si può notare come le stime che si riferiscono al caso italiano risultano essere generalmente simili a quelle tedesche ed a quelle inglesi; Francia e Svizzera invece presentano un intervallo di variabilità di norma inferiore, in particolare per quanto concerne la modalità stradale passeggeri. Nella maggior parte dei casi, comunque, le stime rilevate per i sei paesi considerati rientrano nell'intervallo di valori calcolati per l'intero contesto europeo.

Alcuni valori, del resto, si discostano in modo particolarmente evidente dalla media delle stime considerate per modalità di trasporto, richiedendo quindi una specifica analisi per verificarne l'affidabilità e/o la coerenza. La valutazione del costo dell'inquinamento atmosferico dovuto al trasporto merci su strada secondo lo studio Amici della Terra (57,375 ECU per 1.000 tkm), ad esempio, risulta essere più che doppio rispetto al limite massimo dell'intervallo dei valori calcolati per il caso europeo nel suo complesso (24,377 ECU per 1.000 tkm come da studio DG VII). Si noti, inoltre, come quasi tutte le stime ricavate da Lombard e Molocchi (Amici della Terra, 1998) per quanto attiene a questo tipo d'impatto risultino essere pari se non superiori al limite massimo dell'intervallo di valori calcolati per la realtà europea considerata nel suo complesso (strada passeggeri: 25 ECU rispetto ai 3,219-24,377 ECU medi europei; treno passeggeri: 7,783 ECU rispetto agli 0-6,323 ECU medi europei; treno merci: 4,603 ECU rispetto agli 0-2,229 ECU medi europei; aereo passeggeri: 8,590 ECU rispetto agli 1,609-9,887 medi europei).

E' sembrata particolarmente elevata anche la valutazione INFRAS/IWW del costo del trasporto pubblico su strada in Svezia pari a 9,698 ECU per 1000 pkm, quando lo spettro dei valori europeo varia da 1,494 a 7,932 ECU per 1000 pkm (INFRAS/IWW, 1994). Anche in questo caso la ragione della notevole discrepanza potrebbe essere attribuita alle particolari caratteristiche territoriali del paese in questione, oltre che alle caratteristiche del servizio di trasporto pubblico svedese, ma soprattutto alla particolare sensibilizzazione della popolazione rispetto al valore dell'ambiente e della sua preservazione.

Si osservi, per altro, come quanto affermato in merito all'influenza che la metodologia impiegata produrrebbe sull'entità delle stime, trovi conferma anche dall'analisi della totalità dei dati in rassegna. I valori più bassi, infatti, sono stati stimati applicando la tecnica della valutazione dei danni e/o dei costi di prevenzione (ad esempio: INFRAS/IWW 1994, Infrass 1992 –Svizzera-, Jeanrenaud 1993 –Svizzera-), mentre quelli più elevati sono stati elaborati sommando le stime ottenute da entrambe le tecniche, la valutazione dei danni e/o dei costi di prevenzione e la WTP (ad esempio: Planco 1991 –Germania -).

3. Effetto Serra

Problemi metodologici

La scelta del metodo di stima. Per quanto concerne la valutazione dell'effetto serra, le difficoltà risiedono nell'impossibilità di stabilire univocamente i limiti temporali entro cui valutare gli effetti del fenomeno, oltre che nella caratteristica di questo tipo di inquinante di non limitare i propri effetti nell'ambito geografico circoscritto alla sede di produzione, ma di estendere ed esportare gli stessi in aree geografiche anche molto lontane da quelle di origine. Non solo, la gamma di alterazioni dell'ecosistema indotte dall'effetto serra sarebbero assai numerose e di dubbia quantificabilità, sia fisica sia monetaria. Fra gli altri si citano: incremento dei fenomeni estremi (con il verificarsi di eventuali carestie da essi provocate), scioglimento dei ghiacciai e relativo innalzamento del livello dei mari, incremento delle precipitazioni in determinate aree geografiche e desertificazione di altre, modificazione della produttività agricola, effetti sulla salute dovuti alle sopracitate modificazioni climatiche. Le metodologie di stima adottate sono sostanzialmente due: il costo di tutela e di prevenzione ed il costo dei danni attesi. Mentre con i costi di prevenzione non si è in grado di stimare specificatamente il costo sociale dei danni provocati dall'effetto serra, ma si ottiene solo un proxy di tale valore (normalmente inferiore al costo sociale effettivo), con la seconda metodologia si raggiunge direttamente tale obiettivo a scapito, però, della certezza e della confrontabilità delle stime ottenute. Molto più certa è infatti l'individuazione dei costi necessari per ridurre di una certa percentuale il livello di concentrazione di CO₂ nell'aria, piuttosto che la quantificazione monetaria degli effetti negativi che sarebbero provocati, ad esempio, dall'innalzamento del livello dei mari.

Dati

Anche in questo caso il problema della scarsa disponibilità di dati e soprattutto la caratteristica di questo inquinante di produrre effetti in ambiti spaziali ed in orizzonti temporali di difficile prevedibilità rendono il calcolo delle stime dei costi sociali piuttosto incerto. Viene meno soprattutto la possibilità ed il senso di effettuare dei confronti fra stime che partono da presupposti o da contesti d'analisi molto diversi fra loro.

Risultati

Le stime del costo dell'effetto serra non variano molto rispetto al paese d'analisi considerato o rispetto a specifiche modalità di trasporto. In linea generale si può notare come i dati relativi alla Svezia risultino essere quasi sempre superiori a quelli rilevati per il resto d'Europa (6,9 ECU per 1.000 pkm per il trasporto via autobus, quando la media europea si assesta intorno ai 3 ECU per 1.000 pkm; 12 ECU per 1.000 pkm come valore massimo per il trasporto su strada via auto, contro gli 8 ECU per 1.000 pkm come valore massimo per il resto d'Europa; 10,2-18,1 ECU per 1.000 pkm per trasporto aereo passeggeri e 86,6 ECU per 1.000 tkm per il trasporto aereo merci contro, rispettivamente, gli 11,2 ECU per 1.000 pkm ed i 58 ECU per 1.000 tkm per il resto d'Europa) Sarebbe, per altro, particolarmente interessante capire se ed in quale misura tali differenze sono legate a quello che si potrebbe definire "il fattore paese" (cioè alla diversa sensibilità ambientale, a fattori di natura culturale, alla rilevanza che la popolazione svedese attribuisce al problema), al "fattore reddito" (poiché di norma i paesi a livello reddituale pro-capite maggiore tendono a prestare maggiore attenzione ai problemi di carattere ambientale), al "fattore metodologia" (ossia

all'influenza che l'adozione di una certa tecnica di stima può aver generato nella specificazione dei risultati menzionati), al fattore "anno dell'indagine" ed al "fattore trasferibilità dei dati" (poiché ben diversi saranno i risultati se le indagini sono state condotte in ambito urbano per poi essere estese secondo opportuni coefficienti di conversione agli ambiti extraurbani e viceversa, rispetto ai risultati ottenibili con analisi condotte ad hoc in entrambi i tipi di contesto).

Stime per l'Italia

Dalla Tav. 7 si nota come l'intervallo di specificazione dei costi sociali generati dall'effetto serra sia relativamente ristretto, non si verificherebbe l'alta variabilità registrata nel caso dell'inquinamento atmosferico dunque.

Tav. 7 - Effetto serra ECU 1995 per 1000 pkm o per 1000 tkm

<i>STUDI</i>	<i>Auto</i> (<i>pass.</i>)	<i>Bus</i>	<i>Strada</i> (<i>merci</i>)	<i>Treno</i> (<i>pass.</i>)	<i>Treno</i> (<i>merci</i>)	<i>Aereo</i> (<i>pass.</i>)	<i>Aereo</i> (<i>merci</i>)	<i>Nave</i> (<i>merci</i>)
T&E (1993)	4,549	/	3,538	2,224	2,932	9,301	/	0,607
INFRAS/IWW (1994)	6,634	1,809	9,650	3,136	1,930	11,700	57,537	2,051
Amici della terra (98)	5,837	/	8,685	2,752	1,756	10,156	50,683	/

°° Fonte: Nostre elaborazioni sui dati originali

Tale intervallo, per altro, è delimitato superiormente ed inferiormente da valori che risultano sostanzialmente in linea con le medie europee.

Tale omogeneità di risultati trova giustificazione nelle seguenti ragioni: tutti e tre gli studi relativi al caso italiano (T&E, INFRAS/IWW ed Amici della Terra) estrapolano le loro stime dai valori medi ricavati da rassegne di studi, anziché da analisi ad hoc, pratica che porta naturalmente ad un appiattimento dei valori delle stime stesse. Inoltre sia lo studio T&E che lo studio INFRAS/IWW utilizzano il metodo dei costi preventivi (per quanto lo studio INFRAS/IWW vi sommi anche i costi di perdita della produttività). Lo studio Amici della Terra si basa, invece, su una forcella di valori costruita a partire dalle stime dei *danni attesi* elaborate dall'IPCC (1994 e 1995) e da quelle calcolate dall'UNEP (1995, p.41-42). Lombard e Molocchi decidono di adottare il valore medio di tale forcella, sostenendo che comunque le stime per l'Italia dovrebbe posizionarsi verso l'estremo superiore di tale intervallo. In realtà i limiti di tale approccio (elencati dagli autori stessi a p. 196) sono legati alla difficoltà e all'incertezza della quantificazione dell'entità dei possibili impatti dell'effetto serra ed alla scelta dell'opportuno orizzonte temporale di riferimento. A difesa della metodologia da loro scelta, comunque, sostengono che sia l'approccio dei costi di mitigazione, sia quello dei costi di tutela porterebbero ad una sottovalutazione del problema. Se questo punto di vista è in parte condivisibile (e comunque non applicabile ai dati INFRAS/IWW poiché questi sono integrati con i valori della produttività perduta), la contro critica è che i risultati che si ottengono dalle altre due tecniche menzionate sono molto più attendibili, affidabili e confrontabili di quelli che si possono ricavare dall'applicazione della metodologia dei danni attesi.

In effetti, per tutte le modalità considerate, i dati T&E risultano essere i più bassi in assoluto (eccezion fatta per il trasporto ferroviario di merci), mentre i valori mediamente più alti sono quelli riportati nello studio INFRAS/IWW, rispecchiando pienamente quanto poc'anzi commentato in merito alla metodologia adottata.

Quanto alle modalità maggiormente responsabili dei costi sociali provocati dalle emissioni di CO₂, in primis vi sarebbe il trasporto aereo merci, con valori pari a 50,6-57,5 ECU per 1.000 tkm, quindi il trasporto aereo passeggeri 9,3-11,7 ECU per 1.000 pkm, seguito dal trasporto merci su strada 3,5-

11,8 ECU per 1.000 tkm e dal trasporto persone su strada 4,5-8,1 ECU per 1.000 pkm. La modalità meno inquinante sarebbe il trasporto pubblico via strada (1,8 ECU per 1.000 pkm), seguita dal trasporto marittimo di merce (0,6-2 ECU per 1.000 tkm) e dal trasporto ferroviario (rispettivamente 2,2-3,1 ECU per 1.000 pkm per passeggeri e 1,7-2,9 ECU per 1.000 tkm per merci).

Confronto del caso italiano rispetto agli altri paesi considerati ed ai valori medi europei

Dalla Tav. A9 in Appendice si può notare come le stime relative al contesto italiano risultino essere fondamentalmente in linea con i valori medi europei, mentre i dati raccolti per la Svezia tendono a discostarsi per quasi tutte le modalità (in taluni casi anche in maniera piuttosto rilevante) dai rispettivi limiti massimi dell'intervallo dei valori medi europei. C'è nuovamente da chiedersi in quale misura queste differenze siano dettate dalle particolari caratteristiche socio-economiche della Svezia (non fosse altro per l'elevato livello reddituale pro capite e quindi per la relativa maggior rilevanza che la collettività svedese potrebbe attribuire all'esigenza di preservare l'ambiente naturale) e da un atteggiamento più attento ai problemi ambientali che tipicamente caratterizza questo paese, piuttosto che dalla particolare metodologia di indagine adottata o effettivamente dalla diversa entità del fenomeno. E' probabile che i risultati cui si è pervenuti e che sono stati riportati anche in questo studio derivino da una commistione di tutti i fattori sopra menzionati, facendo del caso 'Svezia' un esempio leggermente atipico rispetto agli altri (Italia compresa).

Le modalità che risulterebbero essere maggiormente responsabili per la produzione di CO₂ sarebbero ancora il trasporto merci via aereo, con un valore medio europeo pari a 58 ECU per 1.000 tkm, seguito dal trasporto passeggeri via aereo (11,2 ECU per 1.000 pkm), dal trasporto merci su strada (4,6-12,2 ECU per 1.000 tkm) e dal trasporto persone su strada (7,6-8 ECU per 1.000 pkm).

Analizzando la situazione più nel dettaglio e facendo specificatamente riferimento al confronto fra il caso italiano ed il contesto europeo si verifica che relativamente alle modalità maggiormente responsabili dell'effetto serra, i valori italiani rientrerebbero nell'intervallo dei costi sociali individuati per l'Europa in generale. Per quanto concerne il trasporto pubblico su strada, invece, l'Italia presenterebbe il secondo valore più basso (dopo il Regno Unito), mentre relativamente al trasporto ferroviario di merci presenterebbe valori doppi rispetto alla media europea.

4. Inquinamento acustico

Problemi metodologici

La scelta del metodo. Alcuni autori stimano il costo del rumore seguendo l'approccio del *consumo di risorse* (Ringheim, 1983 e Wicke, 1987), prendendo, cioè, in considerazione:

- la perdita di produttività (dovuta alla perdita di concentrazione, alle difficoltà di comunicazione, alla fatica conseguente alla diminuzione delle ore di sonno);
- le spese per la sanità (per risolvere problemi di insonnia, per recuperare l'udito, per la cura dello stress);
- la perdita di serenità psicologica.

Oltre ai più generali dubbi teorici espressi in precedenza, il principale problema applicativo consiste nella difficoltà di isolare le spese connesse al rumore da quelle dovute invece ad altre possibili cause.

Altri autori stimano il costo dell'inquinamento acustico sulla base delle *spese di protezione* dal rumore prendendo in considerazione:

- le spese di attenuazione alla fonte (insonorizzazione dell'interno dei veicoli e minore generazione di rumore);
- le spese di protezione collettiva (ad esempio, gli schermi antirumore lungo le infrastrutture di trasporto, o la costruzione di tunnel);
- le spese di protezione privata (doppi vetri, doppie finestre per le abitazioni)¹⁰.

I metodi basati sulle risorse hanno un intrinseco punto di debolezza; l'evidenza empirica dimostra, infatti, che il 60% degli effetti dell'inquinamento acustico non sono direttamente legati al livello fisico del rumore, ma sono invece di natura psicologica. Tali effetti verrebbero colti, quindi, con maggior precisione attraverso l'osservazione, diretta o indiretta, della disponibilità a pagare, piuttosto che con il metodo del consumo di risorse o con quello delle spese di protezione.

Una delle tecniche più usate (per lo più negli USA) per la valutazione del costo del rumore è il metodo dei *prezzi edonici* che consiste nello stimare la perdita di valore degli immobili¹¹ al variare del livello dell'inquinamento acustico. Per quanto l'applicazione dei metodi basati sul comportamento individuale per la stima del costo del rumore possa sembrare relativamente semplice, in quanto si tratta di un impatto ben definito nello spazio e con effetti per lo più limitati al breve periodo, esistono non poche difficoltà che ne complicano il calcolo. Tali difficoltà nascono:

- dalla necessità di individuare le principali variabili che influenzano il prezzo delle abitazioni, (l'errata specificazione rende non corretta la stima del costo di un decibel di rumore);
- dalla presenza di distorsioni nel mercato delle abitazioni;
- dalle restrizioni o dalla scarsa propensione alla mobilità della residenza abitativa che si manifesta in alcuni paesi (tipicamente in Europa rispetto agli USA).

Esistono poi alcuni recenti tentativi di applicazione del metodo di valutazione diretta della disponibilità a pagare quali il metodo della *valutazione contingente* e o quello delle *preferenze dichiarate*¹².

Dati

La base dati sull'inquinamento acustico è relativamente abbondante. Recenti provvedimenti legislativi hanno infatti portato ad una mappatura del territorio in riferimento all'intensità del rumore.

Risultati

Le stime presenti nella rassegna di studi di cui si dispone confermano la previsione secondo cui la modalità maggiormente responsabile per l'inquinamento acustico sarebbe quella aerea, con valori medi europei pari a 19 ECU per 1.000 tkm (INFRAS/IWW, 1994), nel caso di trasporto merci. La seconda modalità più inquinante è il trasporto ferroviario di merci, il cui costo sociale in termini di inquinamento acustico sarebbe compreso nell'intervallo: 0-10,3 ECU per 1.000 tkm. E' bene

¹⁰ Rothengatter (1989) sostiene che queste spese non possono essere considerate una soluzione accettabile e razionale perché presuppone che non si aprano le finestre, il che confligge con l'esigenza di aerazione. Le spese di protezione devono quindi essere accettabili oltre che efficaci.

¹¹ Rassegne dei risultati ottenuti con questo metodo in Nelson (1982).

¹² Il metodo della valutazione contingente è applicato da Soguel (1996), quella delle preferenze dichiarate da Sælensminde (1999) e da Pearce (1996).

sottolineare però come mentre sia sensato effettuare il confronto tra la modalità stradale e ferroviaria, la comparazione in termini di distanza ha poco senso nel caso del trasporto aereo e navale, in quanto solo le partenze e gli arrivi avvengono in prossimità di aree abitate, solo queste ultime, quindi, dovrebbero essere prese in considerazione. Si rileva, infine, come anche in questo caso l'intervallo delle stime calcolate da autori diversi è decisamente ampio.

Stime per l'Italia

Le stime per l'Italia mostrano un intervallo di variazione piuttosto ampio, nonostante alcuni elementi di base con cui sono state elaborate le diverse valutazioni siano comuni.

Tav. 8 - Inquinamento acustico ECU 1995 per 1000 pkm o per 1000 tkm

<i>STUDI</i>	<i>Auto (pass.)</i>	<i>Bus</i>	<i>Strada (merci)</i>	<i>Treno (pass.)</i>	<i>Treno (merci)</i>	<i>Aereo (pass.)</i>	<i>Aereo (merci)</i>
T&E (1993)	0,91	/	0,505	0,202	0,202	1,314	/
INFRAS/IWW (1994)	3,619	2,292	9,288	6,755	17,249	7,358	37,031
Amici della terra (98)	6,312	/	16,847	15,044	35,735	17,416	87,177

°° Fonte: Nostre elaborazioni sui dati originali

La metodologia adottata per calcolare le stime, infatti, è sostanzialmente comune a tutti e tre gli studi¹³ e si è tradotta nel moltiplicare la popolazione esposta ai diversi intervalli di rumore¹⁴ per la disponibilità a pagare per non sopportare quel livello di rumore.

La disponibilità a pagare è stata ricavata da uno studio svedese di Hansson (1985), a volte citato come Hansson e Markham (1992), che, a quanto ci risulta, è l'unico che ha stimato la funzione non lineare dei costi del rumore, vale a dire la disponibilità a pagare in relazione all'intensità del rumore misurata su intervalli di 5 decibel. Questa stima è molto utile perché può essere moltiplicata per la popolazione esposta e suddivisa per intervallo di rumore, così come rilevata dalle statistiche nazionali.

La differenza tra le stime INFRAS/IWW e quelle Amici della Terra (ove sono state impiegate esattamente le stesse stime dei costi) può essere quindi attribuita solo al diverso database (anche perché relativo ad anni diversi) sulla popolazione esposta¹⁵.

In realtà in tutti e tre i casi i valori monetari sono stati ottenuti applicando le stime della disponibilità a pagare proposte nello studio di Hansson (1985), studio che per altro non è stato pubblicato su alcuna rivista scientifica¹⁶. Tale scelta è stata probabilmente dettata dalla indubbia difficoltà di reperire i dati altrimenti necessari per stimare direttamente la funzione di costo (non lineare) del rumore. Purtroppo, però, non sono state sufficientemente verificate né l'affidabilità dei valori stimati da Hansson, né la trasferibilità di questi stessi valori ad altri contesti geografici (fra cui quello italiano). Per tali ragioni, a nostro avviso, le stime del costo del rumore ottenute seguendo

¹³ Questo è sicuramente vero per INFRAS/IWW e Amici della Terra, mentre la spiegazione della metodologia nel caso T&E non è altrettanto chiara ma fa comunque pensare che sia stata impiegata la stessa metodologia.

¹⁴ Sono stati considerati gli intervalli 55-60,

¹⁵ C'è anche una differenza, relativa però solo al trasporto ferroviario, dovuto alla riduzione di 5 decibel applicata negli studi tedeschi in considerazione della loro diversa natura.

¹⁶ Quindi poco distribuito ed a noi non accessibile.

questa metodologia sono caratterizzate da un evidente margine di incertezza oltre che ampiamente criticabili.

Confronto del caso italiano rispetto agli altri paesi considerati ed ai valori medi europei

I valori medi delle stime elaborate per il contesto italiano risultano posizionate verso l'estremo superiore dell'intervallo di definizione delle stime europee (Tav. A10 in Appendice), per alcune modalità, anzi, tale limite superiore viene largamente superato: trasporto merci e passeggeri via aereo (rispettivamente pari a 87 ECU per 1.000 tkm contro 19 ECU per 1.000 tkm e 17,5 ECU per 1.000 pkm contro 3,5 ECU per 1.000 pkm), trasporto merci via ferro (35,7 ECU per 1.000 tkm contro 5,4 ECU per 1.000 tkm).

Per quanto concerne il traffico stradale di persone, le stime italiane (1-6,3 ECU per 1.000 pkm) sono sostanzialmente in linea con quelle europee e risultano molto simili anche al caso inglese. Solamente la Svezia presenta valori molto contenuti (1,5-2,4 ECU per 1.000 pkm) e decisamente inferiori alla media europea.

Il trasporto pubblico su strada non sembra particolarmente incisivo in termini di inquinamento acustico (2,3 ECU per 1.000 pkm), anzi, quantomeno per il contesto italiano costituirebbe la modalità meno inquinante. Non si può dire altrettanto per Svizzera, Germania, Francia e Regno Unito, mentre anche la Svezia presenterebbe costi relativamente ridotti per questa modalità.

Al trasporto merci su strada vengono attribuiti valori di impatto fra i più alti in assoluto (la stima maggiore -Amici della Terra- e' pari a 16,8 ECU per 1.000 per 1.000 tkm), essendo superato solo dall'analogo francese pari a 26 ECU per 1.000 tkm secondo lo studio INFRAS/IWW. Confrontando le stime calcolate solamente con le indagini T&E e INFRAS/IWW, comunque, l'Italia non risulterebbe il paese maggiormente interessato dal fenomeno dell'inquinamento acustico, Francia, Germania, Svizzera e Regno Unito verterebbero in situazioni peggiori della nostra.

Le stime relative al trasporto passeggeri via ferro penalizzerebbero, invece, con maggiore uniformità di giudizio il contesto italiano, la maggior onerosità dell'impatto acustico di tale modalità sarebbe testimoniata, infatti, non solo dalle stime riportate dallo studio di Lomabrd e Molocchi (15 ECU per 1.000 pkm) ma anche da quello INFRAS/IWW, eccezion fatta per la Svizzera (7 ECU per 1.000 pkm contro i 6,7 ECU per 1.000 pkm del caso italiano).

Mentre per l'Italia e la Svizzera il trasporto merci via ferro rappresenta una delle modalità a maggior impatto, per Germania, Francia, Regno Unito e Svezia il livello di impatto e' grosso modo paragonabile a quello del trasporto privato su strada di persone, fra i più bassi registrati quindi.

5. Incidenti

Problemi metodologici

La valutazione del rischio di incidente è soggetta a diverse difficoltà.

Metodo del capitale umano o della disponibilità a pagare? L'approccio più tradizionale, e quello anche più largamente usato, utilizza il metodo delle risorse (produzione lorda), detto anche, in questo caso, del capitale umano. Sinteticamente, il costo sociale degli incidenti viene posto uguale ai costi generati dagli incidenti meno i premi assicurativi. I costi includono:

- il danno ai veicoli, alle infrastrutture, agli edifici o all'ambiente naturale;
- i costi legali, di polizia o dei servizi di soccorso;
- le spese mediche e funerarie;

- ed il valore attuale della produzione perduta.

La procedura generalmente adottata prevede la determinazione del costo medio per morto, per ferito grave e per ferito leggero, aggiustato in funzione dell'età della vittima. In alcuni paesi viene anche aggiunto il costo psicologico del dolore e della sofferenza, calcolato abbastanza arbitrariamente. Questa cifra viene poi moltiplicata per il numero di morti e feriti.

Nell'applicazione pratica del metodo si incontrano, evidentemente, diverse difficoltà. Nel caso di morte, se ad esempio la vittima non vende i suoi prodotti sul mercato (una casalinga), bisogna ricorrere al valore di servizi non di mercato, di difficile stima. Inoltre, nel caso che la vittima sia una persona anziana o disoccupata, l'applicazione pedissequa di questo metodo potrebbe portare ad una stima della perdita di prodotto atteso al netto dei costi di sopravvivenza con valori addirittura negativi. Molti altri problemi, forse ancora più inestricabili, sorgono nel valutare gli incidenti non mortali, che comportano lesioni molte varie tra di loro: alcune temporanee, altre croniche, alcune legate direttamente all'incidente, altre connesse a patologie preesistenti.

Attualmente, l'orientamento prevalente è quello di adottare il metodo della disponibilità a pagare (WTP) sulla base della considerazione che le persone valutano la sicurezza principalmente sulla base dell'avversione alla prospettiva della morte (e del ferimento) propria ed altrui considerata in se stessa, piuttosto che perché hanno interesse a preservare i livelli presenti e futuri della produzione e del reddito. Se questo è vero, allora il valore della sicurezza deve essere idealmente definito in modo tale da riflettere le preferenze individuali per la sicurezza in quanto tale. Non è quindi il valore assoluto della vita che deve essere determinato, bensì il valore di una variazione nel rischio di incidente fisico (il valore della "vita statistica"), ossia la WTP per ridurre la probabilità di morte o incidente o i costi pubblici che si dovrebbero sostenere a tale fine.

La stima della WTP può avvenire con il metodo delle preferenze rivelate (ad esempio considerando il differenziale salariale per lavori a diversi livelli di rischio) o dichiarate. I vantaggi e svantaggi dei due metodi sono quelli più sopra evidenziati.

Dati

Per adottare una delle tecniche di stima sopracitate è essenziale disporre di un database relativo al numero ed al tipo di incidenti per ciascuna modalità. Mentre per il traffico stradale tali dati sono facilmente reperibili, per le altre modalità si preferisce fare riferimento ai dati storici ed ai valori medi degli incidenti incorsi nell'arco di periodi temporali relativamente lunghi (poiché la frequenza di incidenti aerei o ferroviari è relativamente ridotta rispetto a quelli stradali, ma l'impatto per ogni singolo evento tende ad essere molto superiore rispetto alla modalità stradale).

Più complicato è invece risalire al costo medio per ricovero, distinto per tipo di infortunio e per grado di disabilitazione, a maggior ragione se si intenda scorporare da tale cifra l'ammontare pagato sotto forma di premio assicurativo dagli individui coinvolti nell'incidente.

Notevoli sono anche le difficoltà di calcolo dei costi di riabilitazione, di reinserimento dell'individuo leso nel luogo di lavoro, della sua eventuale sostituzione (distinguendo fra sostituzione di breve e di lungo periodo), della perdita di produttività che quell'individuo avrebbe potuto apportare se avesse continuato a lavorare per un certo numero di anni.

Risultati

Fra i vari tipi di impatto studiati in questa rassegna il fattore incidenti ricopre senz'altro uno dei ruoli più rilevanti, ciò è particolarmente vero per quanto concerne la modalità stradale. Il costo

sociale attribuito a questo tipo di impatto, infatti, risulta particolarmente elevato non solo in termini assoluti, ma anche (come si evince dalla Tav. A11 in Appendice) in termini relativi.

Così come verificato per altri fattori di impatto, si sottolinea come tendenzialmente i valori minimi e massimi delle forcelle di costo calcolate per ciascuna modalità di trasporto coincidono rispettivamente con le stime dello studio T&E e con quelle dello studio INFRAS/IWW. I valori riportati da altri studi rimangono in linea di massima entro tali estremi. La variabilità delle stime, comunque, è particolarmente alta, passando da valori medi dell'incidentalità aerea passeggeri pari a 2 ECU per 1.000 pkm ai 25 ECU per 1.000 pkm dell'incidentalità da traffico stradale passeggeri.

Le modalità ad impatto maggiore nel contesto europeo sarebbero dunque: quella stradale privata (persone: 7,5-45 ECU per 1.000 pkm e merci: 2-25,5 ECU per 1.000 tkm), seguita dal trasporto pubblico passeggeri (autobus, bus e similari: 11 ECU per 1.000 pkm), dal trasporto ferroviario (merci: 1-6,3 ECU per 1.000 tkm e passeggeri: 0-2,3 ECU per 1.000 pkm) e dal trasporto aereo (solo passeggeri: 1-4,2 ECU per 1.000 pkm, poiché non esistono stime analoghe al comparto merci).

L'Italia rimane abbastanza in linea tanto con le stime condotte in linea generale nel contesto europeo, quanto rispetto ai valori calcolati per i singoli paesi considerati in rassegna.

Stime per l'Italia

I risultati riportati per il caso italiano confermano le aspettative di una modalità stradale relativamente più pericolosa e costosa dal punto di vista dell'incidentalità, seguita dalla modalità ferroviaria, e da quella aerea e marittima ad impatto assai ridotto (con una differenza di quasi un ordine di grandezza rispetto la prima).

Tav. 9 - Incidenti ECU 1995 per 1000 pkm o per 1000 tkm

<i>STUDI</i>	<i>Auto (pass.)</i>	<i>Bus</i>	<i>Strada (merci)</i>	<i>Treno (pass.)</i>	<i>Treno (merci)</i>	<i>Aereo (pass.)</i>	<i>Nave (merci)</i>
T&E (1993)	10	/	2,5	1	0,8	/	/
INFRAS/IWW (1994)	28	5	17	1,3	0,6	0,2	0,1
Amici della terra (98)	27	/	5	1	0,5	1	/

°° Fonte: Nostre elaborazioni sui dati originali

In tutti e tre gli studi le voci di costo prese in considerazione sono: i danni diretti (spese sanitarie), i danni indiretti (mancata produzione e consumo) e il dolore e la sofferenza causata dalla perdita di un individuo. Nei tre studi, tuttavia, la quantificazione monetaria delle diverse classi di costo avviene in modo leggermente diverso.

Relativamente, alle prime due voci, lo studio T&E calcola la perdita di produttività stimando il numero di anni di vita produttiva attesa dell'individuo coinvolto nell'incidente (qualora abbia un'età compresa fra i 15 ed i 65 anni). Tale valore viene quindi moltiplicato per il livello medio del reddito pro capite. Viene inoltre considerato il costo delle cure mediche necessarie per il ricovero degli infortunati ed il valore monetario della vita fatto pari a 583.000 ECU ma modificato da paese a paese in funzione del livello del reddito pro capite medio. Lo studio INFRAS/IWW precisa che i costi causati dalla perdita di produttività vengono ridotti del rispettivo livello di consumo medio atteso per l'individuo coinvolto nell'incidente. Nello studio Amici della Terra sono esclusi i danni

alle proprietà (partendo dal presupposto che gli utenti provvedono già alla copertura di tali oneri pagando i premi assicurativi), mentre includono interamente i costi per ricoveri ospedalieri, le spese giudiziarie ed i costi per i servizi di pronto intervento e di controllo della sicurezza. In realtà anche una parte di questo secondo insieme di costi sarebbe coperta dalle assicurazioni, ma il calcolo e lo scorporo di tale ammontare non viene effettuato per motivi di semplicità, costituendo a detta degli autori stessi (p. 260 studio Amici della Terra) una delle principali fonti di sovrastima delle esternalità da incidenti stradali. Lo stesso approccio viene impiegato anche per la modalità ferroviaria, anche se alcune voci di costo non vengono incluse per mancanza di dati (perdita di produzione della persone coinvolte in incidenti cui non siano derivati danni a persone e costo delle attività di rilevazione, controllo e intervento). Nel caso della modalità aerea, invece, vengono considerati solo i decessi causati dagli incidenti (ove il valore della vita è fatto pari alla stima proposta nello studio Externe, cioè pari a 2,6 MECU).

Un'attenzione particolare merita la stima del dolore e della sofferenza, i così detti "costi intangibili" che sono aggiuntivi rispetto ai costi diretti ed indiretti. Sia lo studio INFRAS/IWW che quello Amici della Terra stimano questo valore moltiplicando la disponibilità a pagare per evitare un incidente per il numero dei decessi. Questa metodologia è, a nostro parere, poco chiara e potenzialmente fonte di errori di stima in quanto ci pare che in questo modo si sommino i risultati di due metodi di stima molto diversi e, per molti aspetti, alternativi (come abbiamo argomentato nel paragrafo sulla metodologia). La disponibilità a pagare per evitare un incidente è, infatti, qualcosa di diverso e più ampio rispetto al costo del dolore e della sofferenza, che, tra l'altro, come ha argomentato anche Gomez-Ibanez (1997), andrebbe correttamente riferito al solo dolore e sofferenza causato ad altri nel caso non fosse possibile prevederlo¹⁷.

Una ulteriore differenza tra i due studi è, inoltre, il valore della disponibilità a pagare, pari a 1,032 MECU 1991 nello studio INFRAS/IWW e pari a 2.6 MECU 1995 nello studio Amici della Terra.

Confronto del caso italiano rispetto agli altri paesi considerati ed ai valori medi europei

Per quanto concerne la modalità stradale (Tav. A11 in Appendice), il livello di impatto registrato per il contesto europeo nel suo complesso sembra essere decisamente superiore alle stime italiane (10-28 ECU per 1.000 pkm per l'Italia, contro i 7,5-45 ECU per 1.000 pkm per l'Europa). Se queste stime fossero veramente rappresentazione fedele della realtà, l'Italia sarebbe un paese relativamente più sicuro ove circolare con la propria autovettura, senz'altro più sicuro di Germania (14-52 ECU per 1.000 pkm), Svezia (3,3-33,3 ECU per 1.000 pkm) e Regno Unito (5-29 ECU per 1.000 pkm).

Ma considerazioni analoghe si possono fare anche per il trasporto pubblico stradale, per cui l'Italia registra un modesto 5 ECU per 1.000 pkm contro gli 11 ECU per 1.000 pkm europei ed addirittura i 16 ECU per 1.000 pkm del Regno Unito e i 31,2 ECU per 1.000 pkm della Svezia.

Il trasporto merci via strada italiano (2,5-17 ECU per 1.000 tkm) sarebbe fra quelli a minor rischio di incidenti nell'ambito dell'intero contesto europeo (2-27 ECU per 1.000 tkm). Il Regno Unito, con

¹⁷ Rientra nella definizione di costo esterno il solo costo causato a terzi, non preso in considerazione da chi lo causa. Nel caso degli incidenti il rispetto di questa definizione solleva non poche difficoltà in relazione alle molteplici tipologie di incidente. Nel caso di incidente automobilistico in cui la vittima è l'automobilista stesso, si può argomentare che egli era consapevole dei rischi che correva nel scegliere una certa modalità ed una certa velocità. In questo caso quindi non ci sono costi esterni, se non forse quelli provocati ai familiari (nel caso in cui l'automobilista non ne tenga conto, ad esempio per una irresponsabilità dovuta all'età). Nel caso invece in cui l'incidente provochi la morte di un pedone ed il responsabile sia totalmente l'automobilista, i costi sono integralmente esterni. E' evidente, già da questi due esempi, che la definizione dei costi esterni nel caso degli incidenti è alquanto incerta e difficoltosa perché presuppone la considerazione delle categorie di intenzionalità e responsabilità del danno.

2,4-23,5 ECU per 1.000 tkm, ma soprattutto la Francia, con 3-39,5 ECU per 1.000 tkm, supererebbero ampiamente le nostre stime massime di incidentalità.

Svizzera e Regno Unito sarebbero i paesi a maggior rischio di incidenti per la modalità ferroviaria (sia per il trasporto di passeggeri che di merci), mentre l'Italia si assesterebbe su valori relativamente bassi se paragonati alla media europea, cosa rilevabile anche rispetto alla modalità stradale.

I valori riportati per il traffico aereo e marittimo sono decisamente scarsi, ciò che si può comunque dedurre è che rispetto le altre due modalità sarebbero sistemi di trasporto relativamente più sicuri. Queste conclusioni si possono estendere a tutti i paesi considerati nella presente rassegna non essendo state rilevate grosse differenze di stime fra una realtà nazionale e l'altra.

6. Congestione

Risultati

Per quanto il costo esterno della congestione e la relativa imposta ottimale sulla congestione siano oggetto di frequenti discussioni, i tentativi di una loro quantificazione sono alquanto scarsi. Anzi, c'è una discreta discordanza di pareri su cosa si debba intendere per costi esterni della congestione, anche se tutti gli autori sono concordi nell'affermare che la congestione rappresenta un costo esterno che sarebbe opportuno internalizzare¹⁸. La nostra opinione è che i costi totali esterni della congestione - la grandezza omogenea rispetto ai costi totali dell'inquinamento atmosferico, dell'effetto serra, del rumore e degli incidenti che abbiamo fin qui discusso - siano rappresentati dall'area FEL. Quest'area rappresenta, infatti, la differenza fra i costi collettivi o sociali (curva ALF) ed i costi individuali o privati (curva ALC) in corrispondenza di un livello di traffico socialmente ottimale (Q_0), ove, cioè, i costi marginali totali ed i ricavi marginali totali sono equivalenti (punto di intersezione fra le due curve ALF ed FC).

La congestione si caratterizza rispetto agli altri impatti in quanto è un costo esterno all'individuo che prende le decisioni di trasporto, ma interno all'attività di trasporto ed agli utenti della modalità considerata. Per questa ragione nello studio INFRAS/IWW si opta per non stimare i costi della congestione avendo come obiettivo il confronto dei costi esterni tra diverse modalità, in quanto l'introduzione di questa categoria di costo avrebbe alterato il confronto. E' però opportuno sottolineare che la congestione stradale, ad esempio, ha conseguenze che a volte trascendono la modalità stradale stessa (nel caso dell'intermodalità, per esempio) e che la congestione dovuta all'automobilismo privato ha effetti anche sul trasporto pubblico su autobus. Inoltre, la congestione interagisce negativamente con l'inquinamento atmosferico, peggiorandolo, e positivamente con gli incidenti, riducendo la velocità di percorrenza e quindi la gravità degli incidenti stessi.

Per tutte le ragioni che abbiamo esposto, il costo esterno della congestione (l'area FEL) è difficilmente stimabile. E' relativamente più facile, invece, stimare prima il costo marginale esterno della congestione, come hanno fatto Newbery (1990), Mayeres (1996) e Peirson (1995), e da qui stimare il gettito di un'eventuale imposta sulla congestione, che rappresenta in effetti l'area GFED e non l'area FEL. Ciò che si ottiene così facendo è quindi profondamente diverso, mentre l'obiettivo dell'analisi è il costo totale esterno della congestione (area FEL), ciò che si ottiene con questa procedura è, infatti, il gettito ricavabile da un'imposta capace di portare la quantità di traffico ad un livello socialmente ottimale (GFED).

¹⁸ Si confronti con quanto citato in Prud'homme (1999).

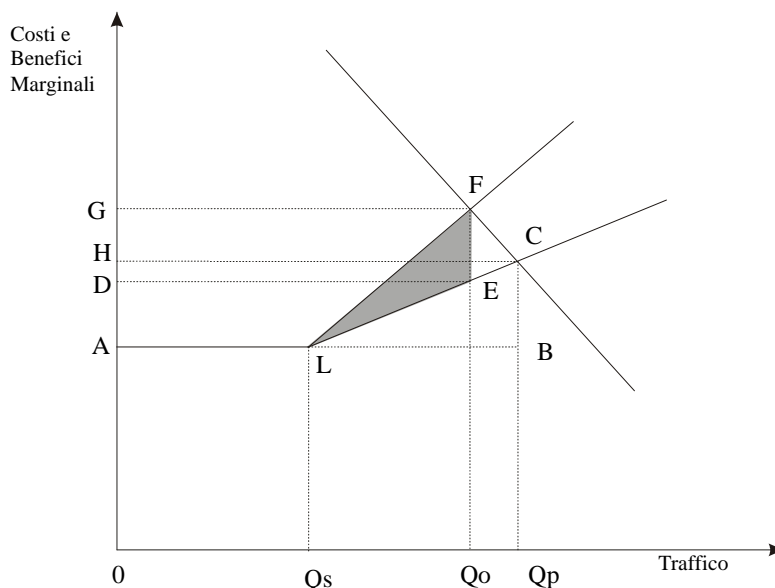


Fig. 1 – Rappresentazione grafica dei costi esterni della congestione

Nello studio Amici della Terra si ritiene invece importante proporre una stima della congestione, pur consapevoli degli elevati margini di incertezza, sulla base del "tempo-perso dagli individui utenti dei mezzi di trasporto limitatamente all'ambito urbano" moltiplicata per il valore del tempo. Questa stima rappresenta l'unica stima dei costi della congestione, a nostra conoscenza, per l'Italia. Il valore del tempo è mutuato da uno studio del Censis (1997), mentre il tempo perso è stimato sulla base della differenza tra la velocità media osservata ed una velocità ritenuta accettabile pari a 25 k/h¹⁹ (Amici della Terra, p.178). I valori sono poi aggiustati per tener conto della dimensione e della densità abitativa dei diversi centri urbani. In questo modo si ottiene, a nostro parere, una stima dell'area ABCH che non può essere considerata rappresentativa dell'area dei costi esterni FEL.

7. Conclusioni

Costi medi e costi marginali

Come abbiamo già osservato nell'introduzione, gli studi sui costi medi sono più numerosi di quelli sui costi marginali, per questa ragione mentre sono poche le informazioni disponibili per l'impostazione di politiche di tariffazione (internalizzazione dei costi esterni), vi sono molti più dati di confronto dell'impatto causato dalle diverse modalità o tra stati alternativi del sistema. La maggior parte degli studi (fra cui INFRAS/IWW 1994, T&E 1993, Delucchi 1996), dunque, sono stati finalizzati al confronto tra le diverse modalità, essenzialmente per ragioni e priorità di natura "ideologica". La stima dei costi medi, anche se apparentemente più semplice rispetto alla stima dei costi marginali (perché non richiede l'individuazione della variazione di costo per unità aggiuntiva di traffico), è comunque assai onerosa in termini di raccolta dati, poiché richiede di riportare i risultati all'intero universo dell'area di riferimento. Ciò risulta particolarmente complicato quando l'ambito d'indagine è una nazione, in quanto è necessario verificare la rappresentatività del campione scelto. I contesti territoriali (urbani ed extraurbani) e gli orizzonti temporali (traffico nelle ore di

¹⁹ Ove tale valore di riferimento ci pare quantomeno arbitrario.

punta e nelle ore non di punta) studiati devono rappresentare infatti, in modo esaustivo, la totalità delle caratteristiche di traffico delle diverse modalità nell'intera nazione.

Spesso, per ragioni di semplicità o per mancanza di disponibilità dei corrispettivi valori marginali, le stime dei costi medi vengono impiegate come dati di riferimento per l'impostazione di politiche dei trasporti. In questo modo, però, si trascura il legame esistente fra la variabilità dei costi ed i diversi livelli di traffico, legame che molti autori hanno dichiarato essere particolarmente stretto ed assolutamente non trascurabile. A volte questo legame è negativo, come nel caso dell'inquinamento atmosferico in cui l'efficienza ambientale dei veicoli peggiora rapidamente all'aumentare dei flussi (e quindi all'aumentare della congestione); altre volte è positivo o incerto, come nel caso degli incidenti. E' evidente, quindi, come trascurare queste relazioni utilizzando come base dati le stime dei costi medi, anziché quelle dei costi marginali, può portare a decisioni di politiche dei trasporti erronee o quantomeno distorte.

Alla luce di quanto detto, risulta evidente come la comparazione fra l'importanza degli impatti attribuibili a ciascuna modalità calcolata sulla base dei costi medi, vada letta ed interpretata con cautela quando i costi marginali differiscano considerevolmente dai costi medi. Affinché il confronto abbia un qualche significato è necessario che i costi medi vengano opportunamente contestualizzati. Ad esempio, ha poco senso comparare direttamente il contributo medio dell'auto privata e dell'autobus all'inquinamento atmosferico, molto più utile e significativo è il medesimo confronto quando accanto al costo medio vengano precisati: la velocità di circolazione e il coefficiente di occupazione di ciascuno dei veicoli.

Originalità degli studi

Per quanto si riconosca ai costi esterni una forte specificità locale (caratteristica dettata dalle preferenze e dal valore che la collettività attribuisce all'ambiente, al silenzio ed alla sicurezza), raramente abbiamo osservato stime basate su un'analisi delle preferenze o dei costi nazionali. Nella maggior parte dei casi sono stati utilizzati risultati ottenuti in ambiti territoriali diversi da quelli di applicazione o valori medi calcolati da rassegne di studi. Questo procedimento presuppone la trasferibilità dei risultati, che però non viene mai effettivamente verificata. Se da un lato ciò è comprensibile, dall'altro va riconosciuto come limite. In questo senso concordiamo con il giudizio di Delucchi (1996) che lamentava una scarsa originalità in molte delle stime effettuate.

Diverse tipologie di costi esterni

Merita fare un'ulteriore precisazione in merito alla natura esterna degli impatti considerati. Se per alcuni, in particolare quelli relativi ai danni ambientali (inquinamento atmosferico, effetto serra e rumore), la definizione di costo esterno è comunemente condivisa ed accettata (in quanto il danno è a scapito del bene pubblico ambiente, tutti ne sono danneggiati perché l'intera collettività ha il diritto di goderne ed il "colpevole" è colui che usa il veicolo di trasporto che impone infatti un costo su se stesso ma anche su tutti gli altri fruitori del bene), nel caso degli incidenti e della congestione la definizione è più incerta. Per gli incidenti, infatti, i costi esterni sono prevalentemente subiti dagli utenti della modalità stessa, mentre per la congestione il costo esterno assume la peculiarità d'essere esterno rispetto all'individuo ma interno ai trasporti. Questi due ultimi impatti richiederebbero quindi un'attenzione (e basi dati) particolare, che di solito, troppo approssimativamente, non ricevono.

Completezza delle stime

Per alcuni tipi di impatto la disponibilità delle stime (originali e non) è decisamente scarsa. Esempi ne sono la congestione, l'inquinamento acustico (abbiamo già sottolineato come nella maggior parte dei casi le stime sono state costruite a partire dai risultati ottenuti dallo studio condotto in Svezia da Hansson, 1985) e gli incidenti. Evidentemente la lamentata deficienza nasce dalla difficoltà e dal costo della computazione delle stime relative a tali tipi di impatto, rendendo quanto mai necessario un approfondimento di queste problematiche nel prossimo futuro.

In altri casi (ad esempio l'effetto serra) le stime sono permeate di un alone di incertezza causato dalla difficoltà di delimitare i limiti spazio-temporali degli impatti stessi. Altri fenomeni di natura più soggettiva come l'effetto barriera e l'intrusione visiva vengono per lo più esclusi dalle indagini.

Stime per l'Italia

Tutte le considerazioni finora menzionate possono essere riferite anche alle stime per l'Italia. In particolare, dalla lettura critica delle metodologie di stime applicate, riteniamo che i margini di incertezza maggiori siano imputabili alla congestione ed agli incidenti.

Relativamente all'*inquinamento atmosferico* abbiamo osservato che l'intervallo delle stime disponibili risulta essere particolarmente ampio, ove le differenze sono dovute principalmente al metodo di stima prescelto (costi di prevenzione per T&E, piuttosto che costi di prevenzione e dei danni per INFRAS/IWW o applicazione indiretta del metodo della funzione dose-risposta per gli Amici della Terra) e agli inquinanti presi in considerazione (VOC, NO_x e SO₂ per T&E, NO_x, COV e SO₂ per INFRAS/IWW, PM₁₀, SO₂, NO_x, COV, CO per lo studio Amici della Terra).

L'intervallo di specificazione dei costi sociali generati dall'*effetto serra* è invece relativamente ristretto, trovando giustificazione nel fatto che gli studi relativi al caso italiano (T&E, INFRAS/IWW e Amici della Terra) estrapolano le loro stime dai valori medi ricavati da rassegne di studi, anziché da analisi ad hoc, pratica che porta naturalmente ad un appiattimento dei valori delle stime stesse (per quanto nello studio T&E e INFRAS/IWW venga utilizzato il metodo dei costi preventivi, mentre lo studio Amici della Terra si basa su una forcella di valori costruita a partire dalle stime dei danni attesi elaborate dall'IPCC e da quelle calcolate dall'UNEP).

Nel caso dell'*inquinamento acustico* le stime elaborate per l'Italia mostrano un intervallo di variazione piuttosto ampio, nonostante alcuni elementi di base della metodologia di stima impiegata (moltiplicazione della popolazione esposta ai diversi intervalli di rumore per la disponibilità a pagare per non sopportare quel livello di rumore così come calcolata in uno studio svedese di Hansson, 1985) siano sostanzialmente comuni a tutti e tre gli studi (T&E, INFRAS/IWW e Amici della Terra). In particolare la differenza tra le stime INFRAS/IWW e quelle Amici della Terra, che hanno usato la stessa stima dei costi, può essere attribuita solo al diverso database (anche perché relativo ad anni diversi) sulla popolazione esposta.

Le voci di costo prese in considerazione per valutare l'impatto sociale degli *incidenti* sono: i danni diretti (spese sanitarie), i danni indiretti (mancata produzione e consumo) e il dolore e la sofferenza causata dalla perdita di un individuo. La quantificazione monetaria delle diverse classi di costo avviene in modo leggermente diverso nei tre studi di riferimento. In particolare merita sottolineare come tanto lo studio INFRAS/IWW quanto lo studio Amici della Terra stimino questo valore moltiplicando la disponibilità a pagare per evitare un incidente per il numero dei decessi. Questa metodologia, come già evidenziato nel paragrafo 5, è, a nostro parere, poco chiara e potenzialmente fonte di errori di stima, si sommerebbero, infatti, i risultati ottenuti con metodologie molto diverse fra loro e, secondo noi, alternative.

Il costo esterno della *congestione* è particolarmente difficile da stimare. Nel caso dell'Italia la valutazione condotta nello studio Amici della Terra rappresenta l'unica stima attualmente effettuata di cui siamo a conoscenza. Essa è stata calcolata sulla base del "tempo-perso dagli individui-utenti dei mezzi di trasporto limitatamente all'ambito urbano" moltiplicata per il valore del tempo (ricavato a sua volta da uno studio del Censis). In questo modo però si ottiene, a nostro parere, la stima di un valore che non può essere considerato rappresentativo della totalità dei costi esterni.

Il confronto quantitativo tra i valori ha evidenziato che le stime Amici della Terra sono alquanto superiori a quelle degli altri due istituti (si osservino anche le fig. 1 e 2 in Appendice Statistica). Ovviamente ciò non significa che i valori Amici della Terra siano sovrastimati, in quanto si riferiscono a periodi temporali differenti e sono stati fatti con metodologie e base dati diversi. L'analisi delle stime di costo espresse in valori assoluti e come valori medi consente per altro di rilevare la diversa importanza relativa attribuita ai fattori di impatto nei tre studi di riferimento (salvi i limiti della comparabilità dei dati considerati).

Tav. 10 - Costi totali per tipologia di impatto e per studio di riferimento (valori assoluti per l'Italia)

Tipologia di impatto	Amici della Terra		INFRAS/IWW	
	valori percentuali	10 ⁹ lire 1995	valori percentuali	10 ⁹ lire 1995
Unità di misura	Strada, Ferro, Aria		Strada, Ferro, Nave (merci), Aereo (pass.)	
Modalità considerate				
Inquinamento atmosferico	43.93%	74,084	15.23%	10,105
Effetto serra	9.24%	15,580	14.78%	9,803
Inquinamento acustico	11.58%	19,532	13.11%	8,697
Incidenti	27.20%	45,871	56.88%	37,733
Congestione	8.06%	13,592	/	/
TOTALE	100.00%	168,659	100.00%	66,339

NB: per l'inquinamento acustico si è considerata solo la modalità stradale

°Fonte: nostre elaborazioni da Amici della Terra (1998), T&E (1993), INFRAS/IWW (1994)

Per quanto concerne le stime dei costi esterni totali dei trasporti (Tav. 10) si rileva come l'inquinamento atmosferico costituirebbe secondo gli lo studio degli Amici della Terra il fattore di impatto più importante, essendo responsabile del 44% dei costi esterni complessivi del sistema dei trasporti (74 mld Lire 1995), seguito dagli incidenti, cui Lombard e Molocchi attribuiscono una percentuale di impatto pari al 27% (poco meno di 46 mld Lire 1995), dall'inquinamento acustico (11,6%, cioè quasi 20 mld Lire 1995), dall'effetto serra (9%, pari a circa 15,6 mld Lire 1995) e dalla congestione (8%, pari a 13,6 mld lire 1995). Si noti come lo studio INFRAS/IWW non sia comprensivo della stima della congestione e come l'ordine di importanza dei fattori di impatto considerati sia sostanzialmente diverso da quello proposto nello studio Amici della Terra. Secondo le stime INFRAS/IWW, infatti, gli incidenti costituirebbero la causa principale dei costi esterni del sistema dei trasporti essendo responsabili del 57% dei costi totali, mentre il rimanente 43% sarebbe ripartito in misura quasi uguale fra inquinamento atmosferico (15%), effetto serra (15%) ed inquinamento acustico (13%).

L'ordine di grandezza degli impatti stimati è notevolmente diverso, basti considerare come i costi totali secondo lo studio Amici della Terra ammonterebbero a 168,6 mld Lire 1995, mentre secondo lo studio INFRAS/IWW sarebbero pari a poco più di 66 mld Lire 1995. Le differenze maggiori, comunque, si rilevano relativamente alla stima dei costi dell'inquinamento atmosferico (pari a 74 mld Lire per lo studio Amici della Terra, contro i 10 mld Lire dello studio INFRAS/IWW) ed a

quelli relativi all'inquinamento acustico (pari a circa 20 mld Lire per lo studio Amici della Terra, contro gli 8,7mld Lire dello studio INFRAS/IWW). Non trascurabili sono comunque anche le discrepanze esistenti per le stime dell'effetto serra e degli incidenti²⁰.

Per quanto concerne i valori medi, proponiamo il confronto dei costi medi per pkm o per tkm relativi alla modalità stradale (Tav. 11 e 12; Fig. A3, A4, A5 e A6 in Appendice Statistica), in quanto sufficientemente omogenei tra di loro per voci di costo considerate e per metodologia di stima impiegata. Come si evince dai valori riportati nella Tav. 11 i fattori di impatto relativamente più importanti per il trasporto privato di persone sono l'inquinamento atmosferico (cui gli Amici della Terra attribuiscono il 39% delle esternalità totali, contro il 49% T&E e solo il 15% INFRAS/IWW) e gli incidenti (con valori pari a 42% secondo le stime Amici della Terra, 33% secondo lo studio T&E ed addirittura 62,5% secondo le stime INFRAS/IWW). Rilevabile anche la caratteristica per cui Lomabard e Molocchi attribuiscono un'importanza relativa quasi uguale all'inquinamento acustico ed all'effetto serra, mentre sia T&E che INFRAS/IWW stimano come maggiormente rilevante l'impatto generato dall'effetto serra piuttosto che quello derivante dall'inquinamento acustico.

In termini assoluti i valori riportati nello studio T&E risultano essere i più bassi per tutti gli impatti studiati, mentre i valori più alti sono quelli dello studio Amici della Terra (per inquinamento atmosferico, inquinamento acustico e valori complessivi) o dello studio INFRAS/IWW (per effetto serra ed incidenti). In realtà il divario maggiore fra i valori menzionati si registra proprio relativamente agli incidenti (con un intervallo di stime che varia dai 10 mld Lire dello studio T&E ai 28 mld Lire dello studio INFRAS/IWW) e all'inquinamento atmosferico (con un intervallo di stime che varia dai 6,6 mld Lire dello studio INFRAS/IWW ai 25 mld Lire dello studio Amici della Terra).

Tav. 11 - Costi medi per l'Italia per la sola modalità stradale, trasporto privato passeggeri

Tipologia di impatto	Amici della Terra		T&E		INFRAS/IWW	
	valori percentuali	ECU95 1000 pkm	Valori percentuali	ECU95 1000 pkm	valori percentuali	ECU95 1000 pkm
Inquinamento atmosferico	38.86%	25.01	48.83%	14.76	14.74%	6.63
Effetto serra	9.07%	5.84	15.05%	4.55	14.74%	6.63
Inquinamento acustico	9.81%	6.31	3.01%	0.91	8.04%	3.62
Incidenti	42.26%	27.19	33.11%	10.01	62.47%	28.11
TOTALE	100.00%	64.35	100.00%	30.23	100.00%	44.99

^oFonte: nostre elaborazioni da Amici della Terra (1998), T&E (1993), INFRAS/IWW (1994)

La distribuzione dell'importanza relativa delle voci di costo relativamente al trasporto merci su strada è abbastanza differente da quanto verificato per il trasporto passeggeri. In questo caso, infatti, non esiste uniformità di giudizio su quale dei fattori di impatto studiati possa dirsi maggiormente

²⁰ Nel confronto dei costi totali non è stato possibile inserire nella comparazione anche i risultati dello studio T&E per mancanza di dati, ma, sulla base di quanto precedentemente esposto, si può affermare che l'intervallo delle stime non si sarebbe ridotto, anzi, molto probabilmente si sarebbe registrato un ulteriore ed ancor più ampio divario fra i limiti massimi e minimi delle stime di costo complessive.

responsabile dei costi esterni imputabili al sistema dei trasporti. Secondo lo studio Amici della Terra l'inquinamento atmosferico rappresenterebbe più del 65% dei costi totali, seguito, in ordine di importanza, dall'inquinamento acustico (19%), dall'effetto serra (10%) e dagli incidenti (solo il 6% del totale). In effetti fa sorgere qualche dubbio la scarsa importanza attribuita al fattore incidenti, specialmente se comparata alla ben maggiore rilevanza assegnata all'inquinamento acustico. Le stime INFRAS/IWW, invece, fanno degli incidenti il fattore di impatto più rilevante (44%), seguito da effetto serra (25%) e inquinamento acustico (24%), di rilevanza analoga, e dall'inquinamento atmosferico (solo il 7%). In questo caso, del resto, stupisce la scarsa importanza attribuita al fattore inquinamento atmosferico, il cui impatto complessivo è stimato essere circa un terzo rispetto quello generato dall'inquinamento acustico. L'ordine di importanza relativa risultante delle stime T&E è ulteriormente diverso, ma forse più realistico, poiché attribuisce all'inquinamento atmosferico il 46% del totale dei costi esterni, il 29% all'effetto serra il 20 % agli incidenti e solo il 4 % all'inquinamento acustico.

La comparazione delle stime in valori assoluti evidenzia ulteriormente le notevoli discrepanze esistenti fra i risultati conseguiti nei tre studi di riferimento. Le differenze assumono dimensioni macroscopiche in particolare per l'inquinamento atmosferico (stimato nello studio Amici della Terra pari a 57 mld Lire 1995, contro i 2,7 mld Lire INFRAS/IWW) e per l'inquinamento acustico (stimato nello studio Amici della Terra pari a 17 mld Lire 1995, contro i 0,5 mld Lire T&E). Anche per gli altri due tipi di impatto, comunque, le differenze sono tutt'altro che trascurabili: il costo degli incidenti causati dal traffico merci è stimato pari a 2,5 mld Lire da T&E, contro i 17 mld Lire di INFRAS/IWW, mentre il costo dell'effetto serra è stimato pari a 3,5 mld Lire da T&E contro i 9,6 mld Lire di INFRAS/IWW.

Tav. 12 - Costi totali per tipologia di impatto e per studio di riferimento (valori medi per l'Italia per la sola modalità stradale, trasporto merci)

Tipologia di impatto	Amici della Terra		T&E		INFRAS/IWW	
	valori percentuali	ECU95 1000 tkm	valori percentuali	ECU95 1000 tkm	valori percentuali	ECU95 1000 tkm
Inquinamento atmosferico	65.18%	57.38	46.28%	5.66	7.12%	2.77
Effetto serra	9.87%	8.69	28.93%	3.54	24.77%	9.65
Inquinamento acustico	19.14%	16.85	4.13%	0.51	23.84%	9.29
Incidenti	5.82%	5.13	20.66%	2.53	44.27%	17.25
TOTALE	100.00%	88.03	100.00%	12.23	100.00%	38.96

°Fonte: nostre elaborazioni da Amici della Terra (1998), T&E (1993), INFRAS/IWW (1994)

Appendice: La rielaborazione ed il confronto delle stime*

I tipi di impatto generati dal settore trasporti ed analizzati in questa rassegna sono:

- inquinamento atmosferico;
- effetto serra;
- inquinamento acustico;

* La redazione dell'appendice statistica e delle tabelle allegate è stata curata da Lucia Rotaris

- incidenti;
- congestione.

I seguenti vincoli hanno condizionato la scelta degli studi a nostra disposizione inerenti tali fenomeni:

- tipo di impatto studiato;
- convertibilità delle unità di misura delle stime;
- analoghi livelli di disaggregazione delle informazioni;
- metodologie di stima analoghe o compatibili;
- compatibilità di presentazione dei risultati finali.

L'insieme dei dati ricavati dagli studi scelti è stato suddiviso in tre sotto gruppi: uno per i costi espressi in termini assoluti o come percentuale del PIL (Tav.A2), uno per i costi espressi in termini di valori medi (Tav. A4) ed uno per i costi marginali (Tav.A6).

Le metodologie di stima adottate in ciascuno degli studi in rassegna sono state sintetizzate nelle Tav. A1, A3, A5 assieme ad altre informazioni di carattere più generale (autore, periodo e paese di riferimento). Le stime originali dei cinque fattori di impatto ambientale analizzati sono state riportate nelle Tav. A2, A4, A6.

In realtà non sono stati considerati tutti gli studi menzionati nelle Tav. A1-6, bensì solo quelli relativi ai paesi che, per caratteristiche geografico-territoriali, infrastrutturali, economico-sociali nonché culturali, risultano essere più simili fra loro ed all'Italia (Germania, Francia, Svizzera, Regno Unito, Svezia ed Europa).

Al fine di rendere possibile il confronto fra gli studi, tali stime sono state convertite in un'unica unità di misura: ECU 1995 per 1000 pkm o ECU 1995 per 1000 tkm.

La metodologia di conversione, similmente a quanto effettuato per lo studio DG VII 1994, è stata sviluppata in tre passaggi:

- conversione di tutti i dati in 1000 pkm o 1000 tkm (tranne alcune eccezioni per le quali si è mantenuto il riferimento vkm);
- conversione dei valori espressi nell'unità monetaria del paese di riferimento in ECU, secondo il tasso di cambio dell'anno base di ciascuno studio (dati tratti dall'Appendice Statistica della Relazione Annuale della Banca d'Italia, 1997, Tav, aA 6);
- attualizzazione dei valori all'anno 1995 secondo l'indice dei prezzi al consumo del paese di riferimento (dati tratti dall'Appendice Statistica della Relazione Annuale della Banca d'Italia, 1997, Tav, aA 2 e dal data base dell'IMF per Svizzera e Svezia).

Nella Tav. A7 sono stati riportati i dati convertiti nell'unica unità di misura ed ottenuti dall'applicazione della metodologia sopra citata ai dati originali (contenuti nella Tav. A4).

Nelle Tav. A8, A 9, A 10, A 11, A 12 ed A 13, invece, sono stati raccolti i dati relativi a ciascun fattore di impatto suddivisi per paese di riferimento.

Riferimenti bibliografici

- Button, K. e van den Bergh, J. (1997) "Meta-analysis of Environmental Issues in regional, Urban and Transport Economics", *Urban Studies*, Vol. 34, 927-944
- Button, K. (1994) "What Can Meta-analysis Tell Us about the Implications of Transport?", *Regional Studies*, Vol. 29.6, 507-517
- Chan, E., Kanafani, A. e Canetti, T (1997) "Transportation in the Balance. A Comparative Analysis of Costs, User revenues, and Subsidies for Highway, air and High Speed Rail System", UCTC N. 363, University of California at Berkeley

- CONFETRA (1997) "L'internalizzazione dei costi esterni dei trasporti", Quaderno n. 100, a cura del Centro Studi CONFETRA
- Cropper, M.L. e Freeman, A.M. (1991) "Environmental health effects" in Braden, J.B. e Kolstad, C.D. (a cura di) *Measuring the Demand for Environmental Quality*, Elsevier, Amsterdam.
- Murphy e Delucchi, M. (1996) *Review of some of the literature on the Social Cost of Motor-Vehicle Use*, UCTC No.313, University of California Berkeley
- Delucchi, M. (1997) *The Annualized Social Cost of Motor-Vehicle Use in the U.S., 1990-1991: Summary of Theory, data, Methods, and Results*, UCTC N. 311, University of California Berkeley
- Hansson, L. e Markham, J. (1992) *Internalization of External Effects in Transportation*, UIC-Project Report C6Z5 Strategic Planning Committee, Stockholm e Paris.
- INFRAS AG(1994) "Comparative evaluation of a number of recent studies (undertaken on behalf of various bodies) on 'transport external costs and their internalization', suggestions on the most appropriate methods for the internalization", European Commission, DG VII, Unit B4
- INFRAS/IWW (a cura di Mauch, S. , Rothengatter, W. et al.) (1994) *External Effect of Transport*, Zürich/Karlsruhe
- ISFORT /Guerci - Ponti (1996) *Il trasporto stradale in Italia*, Gangemi Ed., Roma
- ISIS/Ricci, A. et al (1998) *Transport research fourth framework programme strategic transport QUITs*, European Communities, Belgium
- Lombard, P. L. e Molocchi, A. (1998) *I costi ambientali e sociali della mobilita' in Italia*, Franco Angeli, Milano
- Lynham, B. (1997) *Traffic and Health*, T&E
- Maddison, D., Pearce, D., Johansson, O., Calthrop, E., Litman, T. e Verhoef, E. (1996) *The true cost of road transport*. Blueprint 5. Earthscan Publications. London
- Maddison, D., Pearce, D., et al/ CSERGE (1996) *The True Cost of Road Transport*, Earthscan
- Mayeres, I. Ochelen, S. and Proost, S. (1996) "The marginal external costs of urban transport" *Transportation Research D: Transport and the Environment*. 1 (2), 111-130.
- Prud'homme, R. (1999) "Road Congestion: Magnitude & Policies", CSST
- Souguel, N. (1996), "Contingent Valuation of traffic Noise Reduction Benefits", *Swiss Journal of Economics and Statistics*, 132, 109-123.
- T&E /Kågeson, P. (1993) *Getting the prices right*, Katarinetryck AB, Stockholm
- Verhoef, E. (1994) "External effects and social costs of road transport", *Transport Research*, Vol. 28A, No. 4, 273-287
- Litman (www.vtpi.org)
- Murphy e Delucchi (1996)

Tav. - 1 - Rassegna degli studi di valutazione dei costi esterni del settore dei trasporti espressi come % del PIL nazionale: AREA GEOGRAFICA, PERIODO TEMPORALE DI RIFERIMENTO E METODOLOGIA

Autori	Area geografica	Periodo temporale	Metodologia
Grupp (1986)	FGR		<u>Inquinamento atmosferico da traffico stradale</u> : valutazione dei danni <u>Inquinamento acustico da traffico stradale</u> : costo per evitarlo e perdita di valore degli immobili <u>Incidenti stradali</u> : valutazione dei danni personali e fisici
Schulz (1987)*	FGR		<u>Inquinamento atmosferico da traffico stradale</u> : 30% del danno totale alla salute, agli edifici e alle foreste; 30% della WTP totale per l'inquinamento atmosferico
PLANCO - Dogs et al. (1991)	FGR	1985	<u>Inquinamento atmosferico (strada, ferrovia e navigazione interna - solo merci-)</u> : valutazione dei danni e WTP, manca la valutazione dell'effetto serra <u>Inquinamento acustico (strada e ferrovia)</u> : costi preventivi, prezzi edonici e Contingent Valuation <u>Incidenti (strada e ferrovia)</u> : valutazione dei danni (attraverso la considerazione del legame fra gravità dei danni, frequenza degli incidenti e tipo di veicolo) e costo della sofferenza
VROM (1985)*	Olanda		<u>Inquinamento atmosferico da traffico stradale</u> : 30% del danno totale alla salute, all'agricoltura ed agli edifici
Bleijdenberg (1988)	Olanda		<u>Inquinamento atmosferico da traffico stradale</u> : prevenzione alla fonte + danno rimanente <u>Inquinamento acustico da traffico stradale</u> : prevenzione + perdita valore immobili <u>Incidenti stradali</u> : danni, perdita di produzione, costi medici, legali e di prevenzione non coperti da assicurazione
V.d. Meijs (1983)	Olanda		<u>Inquinamento atmosferico da traffico stradale</u> : abbattimento alla fonte con diversi standards <u>Inquinamento acustico da traffico stradale</u> : isolamento (potenziale) ed abbattimento alla fonte (potenziale) <u>Incidenti stradali</u> : danni, perdita di produzione, costi medici, legali e di prevenzione non coperti da assicurazione, ma con diverse stime della vita rispetto allo studio di Bleijdenberg (1988)
UIC (1987)*	Olanda		<u>Inquinamento acustico da traffico stradale</u> : spesa pubblica per abbattimento
Opschoor (1986)*	Olanda		<u>Inquinamento acustico da traffico stradale</u> : perdita valore immobili
Dietz (1990)	Olanda		<u>Inquinamento atmosferico ed acustico per tutti i modi</u> : spese pubblica per l'abbattimento
McKinsey (1986)	Olanda		Spese di prevenzione dell' <u>inquinamento atmosferico ed acustico da traffico stradale</u> + danno
Hoogeboom-Rietveld (1992)	Olanda		<u>Incidenti stradali</u> : costo sociale meno copertura assicurativa
Ringheim (1983)*	Norvegia		<u>Inquinamento acustico da traffico stradale</u> : perdita di valore degli immobili, perdita di sonno, spese di protezione, protezione potenziale del veicolo
Wicke (1987)*	FGR		<u>Inquinamento acustico da traffico stradale</u> : perdita di produttività, perdita di valore degli immobili (30 dB(A) norm)

Autori	Area geografica	Periodo temporale	Metodologia
Dep. of Transport (1988)**	UK		<u>Incidenti stradali</u> : perdita di prodotto e WTP
Perrin-Pellettier (1984)*	CEE		<u>Inquinamento atmosferico da traffico stradale</u> : costo dell'introduzione delle marmitte catalitiche
Quinet (1989)	OCSE		<u>Inquinamento atmosferico da traffico stradale</u> : riassunto di vari studi
Kanafani (1983)	Europa e USA		<u>Inquinamento atmosferico da traffico stradale</u> : riassunto di vari studi
ECMT (1996)***	Europa	1991	<u>Inquinamento atmosferico</u> : rassegna degli studi più autorevoli in campo europeo (WTP e costi di tutela) <u>Congestione</u> : rassegna degli studi più autorevoli in campo europeo (perdita di produttività, WTP per evitare le perdite di tempo)
Bouladon (1991)°	Francia e UK	1991	<u>Inquinamento atmosferico</u> : costo totale comprensivo di costi medici per la salute, danni materiali, danni alla flora ed alla fauna
Quinet (1990)°	Francia Lussemburgo Svezia Germania e UK	1979-1982	<u>Incidenti</u> : rassegna studi basati sul metodo della moltiplicazione del numero di persone ferite o decedute a causa di incidenti per i costi unitari di tali eventi, oppure per il valore attribuito alla vita dalla collettività, oppure per la WTP individuale
CCFE (1991)°	Belgio Italia Lussemburgo Olanda UK	1983-1987	<u>Incidenti</u> : rassegna studi basati sul metodo della moltiplicazione del numero di persone ferite o decedute a causa di incidenti per i costi unitari di tali eventi, oppure per il valore attribuito alla vita dalla collettività, oppure per la WTP individuale
Lombard e Molocchi (1998)°°	Italia	1995	<u>Inquinamento atmosferico</u> : dati ricavati dallo studio CSERGE 1996 la cui metodologia si basa su funzioni dose - risposta desunte da un'ampia rassegna di studi condotti in Europa e negli USA moltiplicate per tassi di concentrazione di SO ₂ , NO _x , CO, COV, PM ₁₀ attribuibili ai trasporti ed alla percentuale di popolazione esposta. La valutazione monetaria si ricava dai prezzi effettivi per i ricoveri, le spese sanitarie e le giornate di lavoro perse e dalla stima della disponibilità a pagare per i decessi (VSL esterne = 2,6 mil. ECU) e i sintomi di malattia. <u>Effetto serra</u> : forcella costruita a partire dalle stime dei danni attesi IPCC e da quelle UNEP, ne adottano il valore medio sostenendo che comunque il caso italiano dovrebbe posizionarsi verso l'estremo superiore, <u>Inquinamento acustico</u> : valori monetari medi calcolati sulla base della WTP rilevata da un'ampia rassegna di studi internazionali, applicazione di tali valori alla popolazione italiana esposta in maniera prevalente, per classi di nocività crescente del rumore da trasporti su strada, su rotaia e via aereo <u>Incidenti</u> : considerazione dei costi diretti (decessi, mancata produzione e consumo per invalidità, tempo perso per assistenza ai feriti e per incidenti senza danni alle persone) e indiretti (ricovero ospedaliero, medicazioni, pronto intervento e controllo), dati ricavati dalle statistiche ufficiali ove possibile e dagli studi disponibili, in particolare Censis 1997 per la modalità stradale e ExternE per la valutazione monetaria della vita statistica pari a 4,7 miliardi lire 1995

Autori	Area geografica	Periodo temporale	Metodologia
..... continua Lombard e Molocchi (1998) ^{°°}	Italia	1995	<u>Congestione</u> : per la modalità stradale sono stati considerati i costi del tempo perso per la congestione in ambito urbano attribuendo la responsabilità alle diverse categorie di veicoli in relazione all'occupazione di spazio ed ai volumi di traffico, per le modalità ferroviaria ed aerea sono stati considerati i costi del tempo perso dai passeggeri per responsabilità dei fornitori dei servizi
Pierson, Skimer e Vickerman (1994) ^{°°°}	UK	1993-4	<u>Inquinamento acustico</u> : media dei risultati ricavati da precedenti studi, considerando poi il numero di persone che sono state esposte al rumore derivante dal trasporto su strada, non esistendo stime per la modalità ferroviaria per tale modalità le stime sono state ricavate dalle prime salve opportune modificazioni

* Valori citati da Quinet (1989) e ricalcolati da Verhoef (1994) sulla base dei dati IMF (1991)

** Stime basate sui dati del PIL citati in IMF (1991)

*** Fonte: Lombard, P. L. e Molocchi, A. (1998) I costi ambientali e sociali della mobilità' in Italia, Franco Angeli, Milano

° Fonte: Quinet in Green, D. Jones, D. e Delucchi M. (1997) The Full Cost and Benefits of transportation, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany

°° Fonte: studi originali

°°° Fonte: C. Sanna (tesi laurea 96-97) Il costo esterno dei trasporti: stime a confronto

Fonte: Verhoef (1994) ed ampliata con il dato relativo al UK per il quale i valori a prezzi 1987 sono tratti da Jones-Lee (1990, p. 47)

Tav. - 2 - Rassegna degli studi di valutazione dei costi esterni del sistema dei trasporti espressi come % del PIL nazionale o in valori assoluti: RISULTATI

Autori	Inquinamento atmosferico	Inquinamento acustico	Incidenti	Infrastrutture	Congestione
Grupp (1986)	0,22-0,53%	0,04-0,10% Costo per evitarlo 0,02-0,05% Perdita di valore degli immobili	2,04-2,38%	/	/
Schulz (1987)*	0,15-0,30% danno 0,25-0,79% WTP	/	/	/	/
PLANCO - Dogs et al. (1991)	0,49% Stada: danni 0,01% Ferrovia: danni 0,91% Strada: WTP 0,01% Ferrovia: WTP	0,03% Strada: costi preventivi 0,03% Ferrovia: costi preventivi 0,52% Strada: WTP 0,22% Ferrovia: WTP	0,80%	/	/
	0,07-0,18% salute 0,05-0,09% danni materiali 0,13-0,21% flora 0,25-0,48 totale	0,15% fino a 55dbA 0,9% a 45dbA			
VROM (1985)*	0,12-0,20%	/	/	/	/
Bleijdenberg (1988)	0,27-0,38%	0,03-0,08%	0,31-0,54%	/	/
V.d. Meijs (1983)	0,03-0,31%	0,03-0,08% (Isolamento) 0,12-0,24% (Abbattimento alla fonte)	0,39-0,84%	/	/
Dietz (1990)	0,14%	/	/	/	/
McKinsey (1986)	0,14%	/	/	/	/
Perrin-Pellettier (1984)*	0,5%	/	/	/	/
Quinet (1989)	0,4	/	/	/	/
Kanafani (1983)	0,16-0,21% (Europa) 0,3% (USA)	/	/	/	/
Hoogeboom-Rietveld (1992)	/	/	1,05%	/	/
Dep. of Transport (1988)**	/	/	£270.000 (Perdita di prodotto) £500.000 (WTP)	/	/
Ringheim (1983)*	/	0,22% (Perdita di valore degli immobili) 0,17% (Perdita di sonno) 0,07% (Spese di protezione) 0,12% (Protezione potenziale del veicolo)	/	/	/
Wicke (1987)*	/	0,15% (Perdita di produttività) 1,45% (Perdita di valore degli immobili)	/	/	/

Autori	Inquinamento atmosferico	Inquinamento acustico	Incidenti	Infrastrutture	Congestione
UIC (1987)*	/	0,02%	/	/	/
Opschoor (1986)*	/	0,02%	/	/	/
T&E (Kageson 1993)***	/	0,2%	/	/	/
ECMT (1996)***	5,2 - 7% (WTP) inquinamento atmosferico, acustico e da CO2 2,2 - 3,2% (costi di tutela) inquinamento atmosferico, acustico e da CO2	/	/	/	2%
Bouladon (1991)°	0,15 - 0,35 % UK	0,24% Francia	/	/	/
Quinet (1990)°	/	/	2,6% Francia 1979 2,4% Germania 1977 2,54% Germania 1982 1,1-1,45% UK 1990-86 2,2% Svezia 2,5% Lussemburgo	/	/
CCFE (1991)°	/	/	2,5% Belgio 1983 1,5% Italia 1,85% Lussemburgo 1978 1,67% Olanda 1991 1,5% UK 1986	/	/
Lombard e Molocchi (1998)° 109 lire 1995	32.269 strada - merci di cui: 21.876 urbano 10.892 extraurbano 244 ferrovia - merci 120 aereo - merci 39.269 auto - persone di cui: 29.675 urbano 9.594 extraurbano 936 ferrovia - persone 748 aereo - persone 4,19% PIL tot. inq. atmosferico 4.959 strada - merci CO2 di cui: 1.769 urbano 3.190 extraurbano 92 ferrovia - merci CO2 141 aereo - merci CO2	9.611 strada - merci 1.891 ferrovia - merci 243 aereo - merci 9.922 auto - persone 1.807 ferrovia - persone 1.518 aereo - persone 1,42% PIL tot. Inq. Acustico	2.920 strada - merci 24 ferrovia - merci - aereo - merci 42.704 auto - persone 120 ferrovia - persone 93 aereo - persone 2,58% PIL tot. incidenti	/	8.107 strada - merci - ferrovia - merci - aereo - merci 5.435 auto - persone 41 ferrovia - persone 9 aereo - persone 0,77% PIL tot. congest.

Autori	Inquinamento atmosferico	Inquinamento acustico	Incidenti	Infrastrutture	Congestione
Lombard e Molocchi (1998) [°] 109 lire 1995	9.176 auto - persone CO2 di cui: 4.453 urbano 4.723 extraurbano 330 ferrovia - persone CO2 882 aereo - persone CO2 <i>0,8% PIL tot. effetto serra</i>				
Pierson, Skimer e Vickerman (1994) ^{°°°}		0,31% sistema trasporti nel complesso di cui 98% da attribuirsi al traffico stradale			

* Valori citati da Quinet (1989) e ricalcolati da Verhoef (1994) sulla base dei dati IMF (1991)

** Stime basate sui dati del PIL citati in IMF (1991)

*** Fonte: Lombard, P. L. e Molocchi, A. (1998) I costi ambientali e sociali della mobilita' in Italia, Franco Angeli, Milano

[°] Fonte: Quinet in Green, D. Jones, D. e Delucchi M. (1997) The Full Cost and Benefits of transportation, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany

^{°°} Fonte: studi originali

^{°°°} Fonte: C. Sanna (tesi laurea 96-97) Il costo esterno dei trasporti: stime a confronto

Fonte: Verhoef (1994) ed ampliata con il dato relativo al UK per il quale i valori a prezzi 1987 sono tratti da Jones-Lee (1990,

Tav. - 3 - Rassegna degli studi di valutazione dei costi esterni medi del settore dei trasporti : AREA GEOGRAFICA, PERIODO TEMPORALE DI RIFERIMENTO E METODOLOGIA

Autori	Area geografica	Periodo temporale	Metodologia
T&E (Per Kageson 1993)***	Europa	1993	<p><u>Inquinamento acustico causato dal sistema dei trasporti</u>: rassegna degli studi esistenti basati sul metodo della WTP per la Germania e la Svizzera</p> <p><u>Incidenti</u>: perdita delle risorse, cioè della produzione (livello medio reddito pro capite) e di capitale umano (WTP) e costi delle cure mediche, rassegna studi (Commissione Europea, ECMT e varie compagnie ferroviarie)</p>
T&E (Per Kageson 1993)°°	Germania, Francia, Italia, Svezia, Svizzera, UK	1993	<p><u>Inquinamento atmosferico ed effetto serra</u>: spese preventive</p> <p><u>Inquinamento acustico causato dal sistema dei trasporti</u>: rassegna degli studi esistenti basati sul metodo della WTP</p> <p><u>Incidenti</u>: perdita delle risorse, cioè della produzione (livello medio reddito pro capite) e di capitale umano (WTP) e costi delle cure mediche, rassegna studi (Commissione Europea, ECMT e varie compagnie ferroviarie)</p>
ECMT (1996)*** stime basate su rassegna studi	Europa	1991	<p><u>Inquinamento atmosferico</u>: WTP</p> <p><u>Effetto serra (inquinamento da CO2)</u>: WTP</p> <p><u>Inquinamento acustico</u>: WTP</p> <p><u>Incidenti</u>: perdita delle risorse solo per la parte non coperta dai premi di assicurazione</p>
Royal Commission on Environmental Pollution (1995, V rapporto)*** stime basate su rassegna studi	UK	1995	<p><u>Inquinamento atmosferico causato dal sistema dei trasporti</u>: rassegna degli studi più autorevoli esistenti per il Regno Unito</p> <p><u>Effetto serra (inquinamento da CO2)</u>: rassegna degli studi più autorevoli esistenti per il Regno Unito</p> <p><u>Inquinamento acustico causato da traffico su strada e su ferro</u>: rassegna degli studi più autorevoli esistenti per il Regno Unito</p> <p><u>Incidenti</u>: rassegna degli studi più autorevoli esistenti per il Regno Unito</p>
OICA (1995)*** solo modalità stradale	Europa Occidentale, Canada, Giappone e USA	1995 e 2010	<p><u>Inquinamento atmosferico</u>: la valutazione fisica delle emissioni si basa sulle direttive comunitarie esistenti e su quelle previste calcolate attraverso l'uso di un modello di calcolo computerizzato sviluppato su richiesta della Commissione Europea; sono esclusi SO₂, PB, Benzene ed altri composti policiclici aromatici; la valutazione monetaria degli effetti fisici sulla salute umana, dei danni alle cose e degli effetti sulla flora e sulla fauna sono stati calcolati facendo uso dei costi di prevenzione, dei costi dei danni e della WTP così come ricavati da altri studi</p> <p><u>Incidenti</u>: l'80% è attribuito al traffico su strada, si ipotizza che il n. di morti e feriti decrescerà rispettivamente del 41% e del 32% dal 1995 al 2010</p>

Infrastrutture: (stradali) si considerano sia i costi capitale, che quelli per la gestione del traffico e di polizia, l'80% si considerano di competenza degli utenti della rete stradale, il rimanente 20% viene attribuito ad altri usi, si riportano i benefici netti al 1995 ed al 2010 derivanti dall'esubero di imposte pagate per le infrastrutture stradali rispetto ai relativi costi

Autori	Area geografica	Periodo temporale	Metodologia
UIC INFRAS/TWW (1994) ^{oo} Rothengatter e Mauch stime basate su rassegna studi	complessivo per UE + Norvegia e Svizzera; individuali per Germania, Italia, Olanda, Svezia, Svizzera, Francia e UK	1991	<p><u>Inquinamento atmosferico</u>(CO₂, NO_x, SO₂, HC, O₃): spese preventive (obiettivo di riduzione delle emissioni del 60% rispetto ai valori europei al 1991) e della perdita delle risorse nello specifico si considerano gli effetti sulla salute della collettività, sugli edifici, sulle foreste e sulla produzione agricola) in base agli studi ECOPLAN 1992 ed INFRAS</p> <p><u>Effetto serra:</u> costi di prevenzione sulla base degli studi internazionali e nazionali disponibili, costi di danni (poiché molto incerti solo a scopo informativo) oltre che di prevenzione (sulla base del target di riduzione al 2040 rispetto ai livelli del 1991)</p> <p><u>Inquinamento acustico:</u> dati ricavati da una rassegna di studi basati sul metodo della WTP via CV o sul metodo dei prezzi edonici sul valore delle proprietà</p> <p><u>Incidenti:</u> tutti i costi non coperti dalle assicurazioni, quindi si escludono a priori i danni alle cose, si considerano invece i costi amministrativi, delle cure mediche per la parte non pagata dalle assicurazioni, di sostituzione e reintegrazione dell'infortunato, le perdite di produzione e di valore umano; non essendo noti i dati per le modalità aerea e marittima, se ne riportano solo quelli per le modalità stradale e ferroviaria</p> <p><u>Infrastrutture:</u> comparazione fra costi (secondo l'approccio basato sul costo opportunità e considerando sia i costi capitale che i costi di manutenzione) e ricavi (imposte sui veicoli, sui carburanti e pedaggi d'accesso alle infrastrutture, per la modalità stradale, ricavi di vendita dei servizi di trasporto ferroviari e sussidi pagati dalle agenzie pubbliche alle compagnie ferroviarie private al fine di garantire un certo livello di servizio pubblico, per la modalità ferroviaria), la mancanza di omogeneità e completezza del database rende incerte le relative stime</p>
INFRAS (1996) ^{***}	Svizzera	1993	<p><u>Inquinamento atmosferico:</u> le stime sono distinte per danni agli edifici, perdite dei raccolti, danni al patrimonio forestale, danni alla salute e vengono calcolate sulla base di studi precedentemente condotti. (se ne ricavano sia valori medi che per unità di emissione di inquinante considerato); vengono inoltre considerati i costi di prevenzione rispetto ai target fissati per ciascun inquinante nel periodo 1990-2025</p> <p><u>Effetto serra:</u> costi di prevenzione sulla base degli studi internazionali e nazionali disponibili, ipotizzando una riduzione del 50% delle emissioni di CO₂ nel periodo 1990-2025</p> <p><u>Inquinamento acustico da traffico stradale e ferroviario:</u> ipotizzando, come proposto dall'Office Fédéral de l'Environment, che il 30% della popolazione sia esposta a sensibili livelli di rumore da traffico stradale, si stimano i costi sulla base del metodo dose-reazione, della perdita di valore degli immobili, della WTP e dei costi di prevenzione</p>

Incidenti da traffico stradale e ferroviario: stime basate sull'uso di dati e parametri ufficiali (costi dei decessi basati sul metodo del capitale umano = perdita di capacità produttiva) per la computazione di tutti i costi, sia interni che esterni, relativi agli incidenti, comprensivi anche delle stime degli incidenti non denunciati (metodo di stima della perdita del capitale umano, cioè perdita della capacità lavorativa in base alla speranza di vita), tali valori vengono inoltre comparati con quelli che si otterrebbero con l'impiego delle WTP (queste sarebbero tre volte superiori alle precedenti)

Autori	Area geografica	Periodo temporale	Metodologia
... continua ... INFRAS (1996)***	Svizzera	1993	<u>Infrastrutture stradali e ferroviarie</u> : grado di copertura dei costi finanziari e di esercizio della rete stradale e ferroviaria rispetto ai rispettivi proventi da traffico (imposte sui carburanti e sui veicoli, pedaggi annuali autostradali, imposte sui carichi pesanti) così come risultanti dalla contabilità nazionale
Brossier (1991, rivisto nel 1996)°	Francia	1992	<u>Congestione della rete stradale</u> : stime ottenute da precedenti studi sul costo della congestione a Berna e a Zurigo /
ECOPLAN (1991)^ Infraconsult (1992)^	Svizzera	1988	<u>Incidenti</u> : costi di intervento medico-sanitario, perdita di produttività, costi immateriali, costi amministrativi, esclusi quelli coperti dalla assicurazioni ma comprensivi dei premi assicurativi pagati per la copertura dei rischi <u>Inquinamento acustico</u> : riduzione della qualità della vita via prezzi edonici degli immobili e costi di prevenzione basati sugli standard nazionali di emissioni massime
INFRAS (1992)^			<u>Inquinamento atmosferico</u> : solamente danni agli edifici, stime basate sui costi di pulizia e di protezione degli edifici
Jeanrenaud (1993)°	Svizzera	1988	<u>Inquinamento atmosferico</u> : solamente danni agli edifici <u>Inquinamento acustico</u> : riduzione valore della proprietà, costi per la protezione
Quin (1994)°	Francia	1990	/
Hansson (1996)°	Svezia	1995	/
Ministero dei Trasporti e delle Comunicazioni (1992)^	Svezia	1990	<u>Inquinamento atmosferico, effetto serra e inquinamento acustico</u> : sono presentati in un unico valore sulla base del metodo di stima indiretto <u>Incidenti</u> : applicazione del metodo della CV e della perdita delle risorse, sono comprensivi anche dei costi della congestione
Quinet (1992)°	Francia	1992	/
Newbery (1988, aggiornato al 1995)°	UK	1993	/
C-SERGE - Pearce (1996)***	UK	1993	<u>Inquinamento acustico</u> : stime basate sul numero di persone esposte e sulla WTP dei soggetti interessati così come ricavata in precedenti studi <u>Congestione</u> : stime basate su studi precedenti e su modelli semplificati per cui il valore della congestione sarebbe il valore medio pesato del costo della congestione per vari tipi di percorso (autostrade, strade urbane centrali e non, in ore di punta e non, e così via)

Pierson, Skimer e Vickerman (1994) ^{°°°}	UK	1993-4	<p><u>Inquinamento acustico</u>: media dei risultati ricavati da precedenti studi, considerando poi il numero di persone che sono state esposte al rumore derivante dal trasporto su strada, non esistendo stime per la modalità ferroviaria per tale modalità le stime sono state ricavate dalle prime salve opportune modificazioni</p> <p><u>Incidenti</u>: per la modalità ferroviaria le stime sono basate sui danni causati ai passeggeri, mentre per la modalità stradale le stime sono basate sui dati forniti dal DOT (1993) relativamente al numero di feriti e di incidenti</p>
Autori	Area geografica	Periodo temporale	Metodologia
Lombard e Molocchi (1998) [°]	Italia	1995	<p><u>Inquinamento atmosferico</u>: dati ricavati dallo studio CSERGE 1996 la cui metodologia si basa su funzioni dose - risposta desunte da un'ampia rassegna di studi condotti in Europa e negli USA moltiplicate per tassi di concentrazione di SO₂, NO_x, CO, COV, PM10 attribuibili ai trasporti ed alla percentuale di popolazione esposta. La valutazione monetaria si ricava dai prezzi effettivi per i ricoveri, le spese sanitarie e le giornate di lavoro perse e dalla stima della disponibilità a pagare per i decessi (VSL esterne = 2,6 mil. ECU) e i sintomi di malattia.</p> <p><u>Effetto serra</u>: forcilla costruita a partire dalle stime dei danni attesi IPCC e da quelle UNEP, ne adottano il valore medio sostenendo che comunque il caso italiano dovrebbe posizionarsi verso l'estremo superiore,</p> <p><u>Incidenti</u>: considerazione dei costi diretti (decessi, mancata produzione e consumo per invalidità, tempo perso per assistenza ai feriti e per incidenti senza danni alle persone) e indiretti (ricovero ospedaliero, medicazioni, pronto intervento e controllo), dati ricavati dalle statistiche ufficiali ove possibile e dagli studi disponibili, in particolare Censis 1997 per la modalità stradale e ExternE per la valutazione monetaria della vita statistica pari a 4,7 miliardi lire 1995</p> <p><u>Congestione</u>: per la modalità stradale sono stati considerati i costi del tempo perso in ambito urbano attribuendo la responsabilità alle diverse categorie di veicoli in relazione all'occupazione di spazio ed ai volumi di traffico, per le modalità ferroviaria ed aerea invece sono stati considerati i costi del tempo perso dai passeggeri per responsabilità dei fornitori dei servizi</p>
ISFORT (1998) ^{°°}	Italia	1993	I costi esterni del trasporto su strada (passeggeri e merci) per <u>inquinamento atmosferico</u> , <u>effetto serra</u> , <u>inquinamento acustico</u> sono stati ricavati dalle stime ottenute da P. Kageson
DG VII (1994) ^{°°}	Europa	1985-1991	<u>Rassegna</u> di 14 studi fra i più importanti condotti in materia in ambito europeo e pubblicati tra il 1991 ed il 1995
Planco (1991) [°]	Germania	1985	<p><u>Inquinamento atmosferico (strada, ferrovia e navigazione interna - solo merci-)</u>: valutazione dei danni e WTP, manca la valutazione dell'effetto serra</p> <p><u>Inquinamento acustico (strada e ferrovia)</u>: costi preventivi, prezzi edonici e Contingent Valuation</p> <p><u>Incidenti (strada e ferrovia)</u>: valutazione dei danni (attraverso la considerazione del legame fra gravità dei danni, frequenza degli incidenti e tipo di veicolo) e costo della sofferenza</p>

* Valori citati da Quinet (1989) e ricalcolati da Verhoef (1994) sulla base dei dati IMF (1991)

** Stime basate sui dati del PIL citati in IMF (1991)

*** Fonte: Lombard, P. L. e Molocchi, A. (1998) I costi ambientali e sociali della mobilità in Italia, Franco Angeli, Milano

° Fonte: Quinet in Green, D. Jones, D. e Delucchi M. (1997) The Full Cost and Benefits of transportation, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany

°° Fonte: studi originali

°°° Fonte: C. Sanna (tesi laurea 96-97) Il costo esterno dei trasporti: stime a confronto

^ Fonte: DG VII (1994)

Fonte: Verhoef (1994) ed ampliata con il dato relativo al UK per il quale i valori a prezzi 1987 sono tratti da Jones-Lee (1990, p. 47)

Tav. - 4 - Rassegna degli studi di valutazione dei costi esterni medi del sistema dei trasporti : RISULTATI

Autori	Inquinamento atmosferico	Inquinamento acustico	Incidenti	Infrastrutture	Congestione
T&E (Per Kageson 1993)*** Europa ECU 1993 per 1000 tkm o per 1000 pkm	/	50 ECU per persona disturbata	7,1 - 16,0 autovetture 1,8 - 4,1 autocarri	/	/
			0,6 - 3,8 ECU 1000 (p+t) km		
T&E (Per Kageson 1993)°° Germania ECU 1993 per 1000 tkm o per 1000 pkm	5,6 autocarri	0,6 autocarri	3,5 autocarri		
	0,8 ferrovia - merci	0,3 ferrovia - merci	1,4 ferrovia - merci		
	6,0 Ro-ro	0,0 Ro-ro	0,1 Ro-ro		
	14,6 auto	1,2 auto	13,7 auto		
	0,9 ferrovia - persone	0,3 ferrovia - persone	1,4 ferrovia - persone		
	7,3 aereo - persone	1,6 aereo - persone	0,2 aereo		
	2,5 autocarri CO2			/	/
	1,9 ferrovia - merci CO2				
	0,6 Ro-ro CO2				
	4,5 auto CO2				
2,2 ferrovia - persone CO2					
9,2 aereo - persone CO2					
T&E (Per Kageson 1993)°° Francia ECU 1993 per 1000 tkm o per 1000 pkm	5,6 autocarri	0,5 autocarri	3,0 autocarri		
	0,6 ferrovia - merci	0,3 ferrovia - merci	1,1 ferrovia - merci		
	6,0 Ro-ro	0,0 Ro-ro	0,1 Ro-ro		
	14,6 auto	1,1 auto	11,8 auto		
	0,9 ferrovia - persone	0,3 ferrovia - persone	1,1 ferrovia - persone		
	7,3 aereo - persone	1,4 aereo - persone	0,2 aereo		
	3,5 autocarri CO2			/	/
	2,9 ferrovia - merci CO2				
	0,6 Ro-ro CO2				
	4,5 auto CO2				
2,2 ferrovia - persone CO2					
9,2 aereo - persone CO2					

Autori	Inquinamento atmosferico		Inquinamento acustico		Incidenti		Infrastrutture	Congestione
T&E (Per Kageson 1993) ^{oo} Italia ECU 1993 per 1000 tkm o per 1000 pkm	5,6	autocarri	0,5	autocarri	2,5	autocarri		
	0,6	ferrovia - merci	0,2	ferrovia - merci	0,8	ferrovia - merci		
	6,0	Ro-ro	0,0	Ro-ro	0,1	Ro-ro		
	14,6	auto	0,9	auto	9,9	auto		
	0,9	ferrovia - persone	0,2	ferrovia - persone	1,1	ferrovia - persone		
	7,3	aereo - persone	1,3	aereo - persone	0,2	aereo	/	/
	3,5	autocarri	CO2					
	2,9	ferrovia - merci	CO2					
	0,6	Ro-ro	CO2					
	4,5	auto	CO2					
2,2	ferrovia - persone	CO2						
9,2	aereo - persone	CO2						
T&E (Per Kageson 1993) ^{oo} Svezia ECU 1993 per 1000 tkm o per 1000 pkm	5,6	autocarri	0,7	autocarri	1,8	autocarri		
	0,6	ferrovia - merci	0,4	ferrovia - merci	0,6	ferrovia - merci		
	6,0	Ro-ro	0,0	Ro-ro	0,1	Ro-ro		
	14,6	auto	1,4	auto	7,1	auto		
	0,9	ferrovia - persone	0,4	ferrovia - persone	0,6	ferrovia - persone		
	7,3	aereo - persone	1,9	aereo - persone	0,3	aereo	/	/
	3,5	autocarri	CO2					
	2,9	ferrovia - merci	CO2					
	0,6	Ro-ro	CO2					
	4,5	auto	CO2					
2,2	ferrovia - persone	CO2						
9,2	aereo - persone	CO2						
T&E (Per Kageson 1993) ^{oo} Svizzera ECU 1993 per 1000 tkm o per 1000 pkm	5,6	autocarri	0,8	autocarri	3,6	autocarri		
	0,6	ferrovia - merci	0,4	ferrovia - merci	3,2	ferrovia - merci		
	6,0	Ro-ro	0,0	Ro-ro	0,1	Ro-ro		
	14,6	auto	1,6	auto	14,1	auto		
	0,9	ferrovia - persone	0,4	ferrovia - persone	3,2	ferrovia - persone	/	/
	7,3	aereo - persone	2,2	aereo - persone	0,3	aereo		
	3,5	autocarri	CO2					
	2,9	ferrovia - merci	CO2					
0,6	Ro-ro	CO2						

Autori	Inquinamento atmosferico		Inquinamento acustico		Incidenti		Infrastrutture	Congestione
T&E (Per Kageson 1993) ^{oo} Svizzera	4,5	auto	CO2				/	/
ECU 1993 per 1000 tkm o per 1000 pkm	2,2	ferrovia - persone	CO2				/	/
	9,2	aereo - persone	CO2					
	5,6	autocarri	0,5	autocarri	2,3	autocarri		
	0,6	ferrovia - merci	0,2	ferrovia - merci	3,8	ferrovia - merci		
	6,0	Ro-ro	0,0	Ro-ro	0,1	Ro-ro		
	14,6	auto	0,9	auto	8,9	auto		
T&E (Per Kageson 1993) ^{oo} UK ECU	0,9	ferrovia - persone	0,2	ferrovia - persone	3,8	ferrovia - persone		
1993 per 1000 tkm o per 1000 pkm	7,3	aereo - persone	1,2	aereo - persone	0,2	aereo	/	/
	3,5	autocarri	CO2					
	2,9	ferrovia - merci	CO2					
	0,6	Ro-ro	CO2					
	4,5	auto	CO2					
	2,2	ferrovia - persone	CO2					
	9,2	aereo - persone	CO2					
	2-8	strada - merci	3-7,5	strada -merci	7-11	strada - merci	/	
	0,6-2	ferrovia - merci	1,8-3,5	ferrovia -merci	0,75	ferrovia - merci	20	ferrovia - merci
ECMT (1996) ^{***}	4-14	auto	2-5	auto - persone	29-39	auto - persone	/	
ECU 1991 per 1000 tkm o per 1000 pkm	1,5-5,5	ferrovia - persone	4,5-9	ferrovia -persone	2	ferrovia - persone	10	ferrovia - persone
	4	strada - merci	CO2					/
	1	ferrovia - merci	CO2					
	7	auto - persone	CO2					
	2,5	ferrovia - persone	CO2					
Royal Commission on Environmental Pollution (1995, V rapporto) ^{***}	2,4-6,0	sistema trasporti	1,2-5,4	sistema trasporti	5,5	sistema trasporti		
mld di Sterline 1995	1,8-3,6	sistema trasporti	CO2				/	/
	4,6-12,9	trasporti su strada comprensivi di inquinamento atmosferico, cambiamenti climatici e inquinamento acustico			5,4	trasporti su strada		
OICA (1995) ^{***}	64,0	stime al 1995		114,2	stime al 1995		Benefici netti al 1995 derivanti dall'esubero di imposte pagate per le infrastrutture stradali rispetto ai relativi costi: 98 mld ECU 1998	
Europa Occidentale, Canada, Giappone e USA	25,0	stime al 2010						
mld ECU 1990 solo modalità stradale	42,7	stime al 1995	CO2	/	73,2	stime al 2010	Benefici netti al 2010 derivanti dall'esubero di imposte pagate per le infrastrutture stradali rispetto ai relativi costi: 365,9 mld ECU 1998	
	37,7	stime al 2010	CO2					

Autori	Inquinamento atmosferico	Inquinamento acustico	Incidenti	Infrastrutture	Congestione
OICA (1995)***	32,5 stime al 1995		39,7 mld ECU 1990 stime al 1995	99,1 mld ECU 1998 1995	
Europa Occidentale miliardi di ECU 1990	10,2 stime al 2010	/	25,0 mld ECU 1990 stime al 2010	275,7 mld ECU 1998 2010	/
solo modalità stradale	14,8 stime al 1995 CO2 12,9 stime al 2010 CO2				
UIC INFRAS/IWW (1994)°°	4,1-21,8 strada - merci 10,6 strada - merci CO2 0,2-1,2 ferrovia - merci 1,1 ferrovia - merci CO2 7,4-45,0 aereo - merci 50,5 aereo - merci CO2 4,2 nave - merci 1,9 nave - merci CO2	12,7 strada - merci 4,7 ferrovia - merci 16,5 aereo - merci /	22,2 strada - merci 0,9 ferrovia - merci /		Per l'EUR 17 il totale (99,6%) dei costi delle infrastrutture stradali risulta coperto dalle entrate
UE + Norvegia e Svizzera	2,8-10,5 auto - persone 6,6 auto - persone CO2	4,5 auto - persone	32,2 auto - persone		/
ECU 1991 per 1000 tkm o per 1000 pkm	1,3-6,9 autobus - persone 2,7 autobus - persone CO2 0,6-3,5 ferrovia - persone 3,0 ferrovia - persone CO2 1,4-8,6 aereo - persone 9,8 aereo - persone CO2	4,2 autobus - persone 3,1 ferrovia - persone 3,0 aereo - persone	9,4 autobus - persone 1,9 ferrovia - persone /		I costi non coperti delle infrastrutture ferroviarie (escluse Finlandia e Svezia) ammontano a 8,5 mld ECU, che corrisponde ad una copertura media di 55,6%
UIC INFRAS/IWW (1994)°° Italia	9,8 strada - merci 8,0 strada - merci CO2 0,4 ferrovia - merci 1,6 ferrovia - merci CO2 23,4 aereo - merci 47,7 aereo - merci CO2 3,3 nave - merci 1,7 nave - merci CO2	7,7 strada - merci 14,3 ferrovia - merci 30,7 aereo - merci /	14,3 strada - merci 0,5 ferrovia - merci /		Il 107,9% dei costi delle infrastrutture stradali risulta coperto dalle entrate
ECU 1991 per 1000 tkm o per 1000 pkm	5,5 auto - persone 5,5 auto - persone CO2 2,3 autobus - persone 1,5 autobus - persone CO2	3,0 auto - persone 1,9 autobus - persone	23,3 auto - persone 4,2 autobus - persone	/	

Autori	Inquinamento atmosferico			Inquinamento acustico		Incidenti	Infrastrutture	Congestione
UIC INFRAS/IWW (1994)°° Italia	1,1	ferrovia - persone		5,6	ferrovia - persone	1,1	ferrovia - persone	
ECU 1991 per 1000 tkm o per 1000 pkm	2,6	ferrovia - persone	CO2				/	/
	4,8	aereo - persone		6,1	aereo - persone		/	/
	9,7	aereo - persone	CO2					
	10,2	strada - merci		10,9	strada - merci	17,8	strada - merci	
	7,5	strada - merci	CO2					
	0,6	ferrovia - merci		5,4	ferrovia - merci	1,0	ferrovia - merci	Il 90,1% dei costi delle infrastrutture stradali risulta coperto dalle entrate
	1,5	ferrovia - merci	CO2					
	30,0	aereo - merci		18,8	aereo - merci		/	
	55,1	aereo - merci	CO2				/	
UIC INFRAS/IWW (1994)°° Germania	4,2	nave - merci			/		/	
ECU 1991 per 1000 tkm o per 1000 pkm	2,0	nave - merci	CO2					/
	6,6	auto - persone		6,3	auto - persone	45,5	auto - persone	
	7,6	auto - persone	CO2					
	4,6	autobus - persone		5,1	autobus - persone	10,8	autobus - persone	Il 42,5% dei costi delle infrastrutture ferroviarie risulta coperto dalle entrate
	2,7	autobus - persone	CO2					
	2,4	ferrovia - persone		4,4	ferrovia - persone	2,1	ferrovia - persone	
	4,5	ferrovia - persone	CO2				/	
	5,9	aereo - persone		3,8	aereo - persone		/	
	10,8	aereo - persone	CO2					
	27,7	strada - merci		13,6	strada - merci	21,2	strada - merci	
	17,7	strada - merci	CO2					
	0,9	ferrovia - merci		3,8	ferrovia - merci	0,8	ferrovia - merci	
	1,5	ferrovia - merci	CO2					
	32,2	aereo - merci		37,8	aereo - merci		/	
	51,2	aereo - merci	CO2				/	
UIC INFRAS/IWW (1994)°° Olanda	4,6	nave - merci			/		/	
ECU 1991 per 1000 tkm o per 1000 pkm	1,8	nave - merci	CO2					/
	7,5	auto - persone		2,7	auto - persone	18,2	auto - persone	
	6,2	auto - persone	CO2					
	4,7	autobus - persone		2,4	autobus - persone	4,7	autobus - persone	
	2,4	autobus - persone	CO2					
	1,6	ferrovia - persone		2,2	ferrovia - persone	1,8	ferrovia - persone	
	3,5	ferrovia - persone	CO2					
	6,1	aereo - persone		7,6	aereo - persone		/	
	9,8	aereo - persone	CO2					

Autori	Inquinamento atmosferico			Inquinamento acustico		Incidenti		Infrastrutture	Congestione
UIC INFRAS/IWW (1994)°° Svezia ECU 1991 per 1000 tkm o per 1000 pkm	15,0	strada - merci		2,7	strada - merci	7,2	strada - merci		
	13,0	strada - merci	CO2						
	0,2	ferrovia - merci		1,1	ferrovia - merci	0,8	ferrovia - merci		
	0,2	ferrovia - merci	CO2						
	25,5	aereo - merci		5,3	aereo - merci		/		
	67,9	aereo - merci	CO2						
	3,5	nave - merci			/		/		
	2,4	nave - merci	CO2						
	9,2	auto - persone		1,9	auto - persone	20,8	auto - persone	/	/
	9,4	auto - persone	CO2						
	7,6	autobus - persone		1,9	autobus - persone	6,0	autobus - persone		
	5,4	autobus - persone	CO2						
	0,9	ferrovia - persone		1,4	ferrovia - persone	1,7	ferrovia - persone		
	1,1	ferrovia - persone	CO2						
5,3	aereo - persone		1,1	aereo - persone		/			
14,2	aereo - persone	CO2							
UIC INFRAS/IWW (1994)°° Svizzera ECU 1991 per 1000 tkm o per 1000 pkm	15,4	strada - merci		13,8	strada - merci	20,3	strada - merci		
	14,6	strada - merci	CO2						
	0,2	ferrovia - merci		11,1	ferrovia - merci	1,1	ferrovia - merci	Il 76,8% dei costi delle infrastrutture stradali risulta coperto dalle entrate	
	0,2	ferrovia - merci	CO2						
	25,9	aereo - merci		6,4	aereo - merci		/		
	61,2	aereo - merci	CO2						
	3,7	nave - merci			/		/		
	2,2	nave - merci	CO2						
	5,2	auto - persone		4,2	auto - persone	25,5	auto - persone	Il 73,4% dei costi delle infrastrutture ferroviarie risulta coperto dalle entrate	/
	7,9	auto - persone	CO2						
	5,9	autobus - persone		5,5	autobus - persone	9,7	autobus - persone		
	4,5	autobus - persone	CO2						
	0,0	ferrovia - persone		7,0	ferrovia - persone	2,5	ferrovia - persone		
	0,1	ferrovia - persone	CO2						
4,9	ferrovia - persone		1,3	aereo - persone		/			
11,7	ferrovia - persone	CO2							

Autori	Inquinamento atmosferico			Inquinamento acustico		Incidenti	Infrastrutture	Congestione	
UIC INFRAS/IWW (1994) ^{oo} Francia ECU 1991 1000 tkm o 1000 pkm	21,0	strada - merci		23,9	strada - merci	36,5	strada - merci		
	20,4	strada - merci	CO2						
	0,4	ferrovia - merci		1,1	ferrovia - merci	0,8	ferrovia - merci		
	0,5	ferrovia - merci	CO2						
	19,4	aereo - merci		11,3	aereo - merci		/		
	46,9	aereo - merci	CO2						
	2,7	nave - merci			/		/		
	1,6	nave - merci	CO2						
	5,0	auto - persone		4,0	auto - persone	23,3	auto - persone	/	/
	5,9	auto - persone	CO2						
5,7	autobus - persone		6,8	autobus - persone	11,6	autobus - persone			
4,5	autobus - persone	CO2							
1,0	ferrovia - persone		0,5	ferrovia - persone	1,7	ferrovia - persone			
1,1	ferrovia - persone	CO2							
4,2	aereo - persone		2,3	aereo - persone		/			
10,1	aereo - persone	CO2							
UIC INFRAS/IWW (1994) ^{oo} + UK ECU 1991 per 1000 tkm o per 1000 pkm	21,8	strada - merci		15,1	strada - merci	20,7	strada - merci		
	14,4	strada - merci	CO2						
	2,3	ferrovia - merci		1,6	ferrovia - merci	0,6	ferrovia - merci		
	1,4	ferrovia - merci	CO2						
	29,2	aereo - merci		6,8	aereo - merci		/		
	48,0	aereo - merci	CO2						
	4,2	nave - merci			/		/		
	1,7	nave - merci	CO2						
	10,0	auto - persone		4,0	auto - persone	26,3	auto - persone	/	/
	6,6	auto - persone	CO2						
9,9	autobus - persone		7,2	autobus - persone	13,9	autobus - persone			
5,3	autobus - persone	CO2							
5,5	ferrovia - persone		1,5	ferrovia - persone	1,2	ferrovia - persone			
5,4	ferrovia - persone	CO2							
5,6	aereo - persone		1,4	aereo - persone		/			
9,2	aereo - persone	CO2							
UIC INFRAS/IWW (1996) ^{***} Svizzera F.Sv. 1993	costo totale esterno imputabile al sistema dei trasporti: 1 - 2,7 mld costo di prevenzione effetto serra: 100-130 F. Sv./t CO2			0,7 centesimi di F Sv. /pkm strada <u>0,8 centesimi di F Sv. /pkm ferrovia</u> 2,6 centesimi di F Sv. /tkm strada 0,3centesimi di F Sv. /tkm ferrovia		traffico stradale: 6,7 mld F.Sv. traffico ferroviario: 90 mil. F.Sv.		copertura costi rete stradale: 97% coperturacosti rete ferroviaria: 67%	costi esterni per la modalit�a stradale: 200-300 mil F.Sv.

Autori	Inquinamento atmosferico	Inquinamento acustico	Incidenti	Infrastrutture	Congestione
Brossier° ECU 1992 per 100 pkm o per 100 tkm	1,50 auto, traffico interurbano / 4,20 camion 19t 14,1 camion 44t	/	0,82 auto, traffico interurbano 0,90 autobus 0,73 camion 19t 0,73 camion 44t	interurb. 5,19 autobus 7,21 camion 19t 12,13 camion 44t	/
ECOPLAN (1991)^ ECU 1993 per 1000 pkm o per 1000 tkm	/	/	8 auto 2 autobus 10 camion 3 ferrovia - persone 0,7 ferrovia - merci	/	/
Infraconsult (1992)^ ECU 1993 per 1000 pkm o per 1000 tkm	/	2,9 auto 1,9 camion 5,1 ferrovia - persone 2,0 ferrovia - merci	/	/	/
INFRAS (1992)^ ECU 1993 per 1000 vkm	2,4 auto 70,9 camion 51,5 autobus	/	/	/	/
Jeanrenaud (1993)° ECU per 100 pkm o per 100 tkm	0,13 auto - persone 1,36 camion - merci	0,32 auto - persone 0,46 ferrovia - persone 1,17 camion - merci	0,46 auto - persone 0 ferrovia - persone 0,20 camion - merci	2,66 auto - persone 19,9 ferrovia - persone 5,20 camion - merci	/
Quin (1994)° ECU per 100 pkm	1,35 auto, traffico urbano 0,60 auto, traffico extraurbano 0,30 ferrovia, traffico urbano 0,30 autobus, ore di punta	1,00 auto, traffico urbano 0,30 auto, traffico extraurbano 0,15 ferrovia, traffico urbano 0,15 autobus, ore di punta	1,50 auto, traffico urbano 1,05 auto, traffico extraurbano 0,15 ferrovia, traffico urbano 0,45 autobus, ore di punta	22 auto, traffico urbano extraurb. 21,3 ferrovia, traffico urb. punta	/
Hansson (1996)° ECU per 100 pkm	0,09 auto, traffico extraurbano 0,65 auto, traffico extraurb. CO2 2,31 auto, traffico urbano 1,07 auto, traffico urbano CO2	/	1,38 auto, traffico extraurbano 3,33 auto, traffico urbano	0,31 auto, traffico extraurbano 0,29 auto, traffico urbano	0,12 auto, traffico extraurbano 0,66-6,6 auto, traffico urbano
Ministero dei Trasporti e delle Comunicazioni (1992)^ ECU 1993 per 1000 vkm impatto ambientale	13 auto con catalizzatore 37 auto senza catalizzatore 14 auto diesel 107 camion da 10 ton. 192 camion maggiori 24 ton. 132 autobus 36,980 nave porta container		9 auto, traffico urbano 3 auto, traffico extra urbano 10-16 camion, traffico urbano 4-6 camion, traffico extra urb. 28 autobus, traffico urbano 5 autobus, traffico extra urb. 55 ferrovia, extra urbano		

Autori	Inquinamento atmosferico	Inquinamento acustico	Incidenti	Infrastrutture	Congestione
Quinet (1992) ^o ECU per 100 pkm o per 100 tkm	0,54 auto, traffico extraurbano 0,054 ferrovia - persone, traffico extraurb /	0,07 auto, traffico extraurbano 0,065 ferrovia - persone, traffico extraurbano 1,51 camion, traffico extraurbano	1,38 auto, traffico extraurbano / 0,31 camion, traffico extraurbano	0,22 auto, traffico extraurb. 0,125 ferrovia - persone, traffico extraurbano 0,31 camion, traffico extraurbano	1,21 auto, traffico extraurbano 0,062 ferrovia - persone, traffico extraurbano 0,32 camion, traffico extraurbano
Newbury (1988) ^o bn pounds per il totale traffico stradale	2,8-7,4 0,4 CO2	0,6	4,5-7,5	1,5	19,1
CSERGE - Pearce (1996) ^{***} mil di Sterline 1993	3.450 mort. / 2.100 morbilità PM10 3.760 mort. / 1.040 morbilità SOX 3.990 mort. / 2.160 morbilità NOX 2.020 mort. / 850 morbilità COV 40 mortalità / 240 morbilità Pb 70 mortalità Benzene	3.100 costo totale imputabile al traffico stradale di cui: 0,410 pence/pkm auto e van leggeri 0,097 pence/pkm autobus 1,180 pence/pkm ciclomotori 1,960 pence/pkm veicoli pesanti	costo totale annuo pari a 2,9 - 9,4 mld Sterline 1993, ovvero: 0,7 - 2,3 pence 1993/pkm	/	costo totale annuo pari a 19 mld Sterline 1993, ovvero: 3,4 pence 1990/vkm
Pierson, Skimer e Vickerman (1994) ^o ECU 1990 100 pkm	2,04 ECU 1990 pkm (auto, Londra ora di punta) 0,04 ECU 1990 pkm (auto, Londra ora di punta) CO2 1,50 ECU 1990 pkm (auto, Londra ora non di punta) 0,02 ECU 1990 pkm (auto, Londra ora di punta) CO2 4,2 ECU 1990 pkm (auto, strade extraurbane) 0,02 ECU 1990 pkm (auto, strade extraurbane) CO2 0,16 ECU 1990 pkm (ferrovia, Londra ore di punta) 0,01 ECU 1990 pkm (ferrovia, Londra ore di punta) CO2 0,16 ECU 1990 pkm (ferrovia, Londra ora non di punta)	0,47 ECU 1990 pkm (auto, Londra ora di punta) 0,47 ECU 1990 pkm (auto, Londra ora non di punta) 0,10 ECU 1990 pkm (auto, strade extraurbane) 0,11 ECU 1990 pkm (ferrovia, Londra ore di punta) 0,11 ECU 1990 pkm (ferrovia, Londra ora non di punta)	1,8 ECU 1990 pkm (auto, Londra ora di punta) 1,8 ECU 1990 pkm (auto, Londra ora non di punta) 0,18 ECU 1990 pkm (auto, strade extraurbane) 0,04 ECU 1990 pkm (ferrovia, Londra ore di punta) 0,04 ECU 1990 pkm (ferrovia, Londra ora non di punta)	0,22 ECU 1990 pkm (auto, Londra ora di punta) 0,125 ECU 1990 pkm (auto, Londra ora non di punta) 6,18 ECU 1990 pkm (auto, strade extraurbane) 24,52 ECU 1990 pkm (ferrovia, Londra ore di punta) 14,0 ECU 1990 pkm (ferrovia, Londra ora non di punta)	18,10 ECU 1990 pkm (auto, Londra ora di punta) 1,98 ECU 1990 pkm (auto, Londra ora non di punta) 1,02 ECU 1990 pkm (auto, strade extraurbane) 0,96 ECU 1990 pkm (ferrovia, Londra ore di punta) 0,08 ECU 1990 pkm (ferrovia, Londra ora non di punta)

Autori	Inquinamento atmosferico	Inquinamento acustico	Incidenti	Infrastrutture	Congestione
<p>.... continua.... Pierson, Skimer e Vickerman (1994)^o ECU 1990 100 pkm</p>	<p>0,01 ECU 1990 pkm (ferrovia, Londra ora non di punta) CO2 0,15 ECU 1990 pkm (ferrovia, collegamenti intercity) 0,01 ECU 1990 pkm (ferrovia, collegamenti intercity) CO2 2,90 ECU 1990 pkm (autobus, Londra ore di punta) 0,01 ECU 1990 pkm (autobus, Londra ore di punta) CO2 0,11 ECU 1990 pkm (autobus, collegamenti intercity) 0,01 ECU 1990 pkm (autobus, collegamenti intercity) CO2</p>	<p>0,02 ECU 1990 pkm (ferrovia, collegamenti intercity) 0,11 ECU 1990 pkm (autobus, Londra ore di punta) 0,01 ECU 1990 pkm (autobus, collegamenti intercity)</p>	<p>0,04 ECU 1990 pkm (ferrovia, collegamenti intercity) 1,02 ECU 1990 pkm (autobus, Londra ore di punta) 0,18 ECU 1990 pkm (autobus, collegamenti intercity)</p>	<p>11,6 ECU 1990 pkm (ferrovia, collegamenti intercity) 18,32 ECU 1990 pkm (bus, Londra ore di punta) 3,82 ECU 1990 pkm (autobus, collegamenti intercity)</p>	<p>0,05 ECU 1990 pkm (ferrovia, collegamenti intercity) 4,55 ECU 1990 pkm (autobus, Londra ore di punta) 0,07 ECU 1990 pkm (autobus, collegamenti intercity)</p>
<p>Lombard e Molocchi (1998)^o lire 1995 per pkm o per tkm</p>	<p>120,9 strada - merci di cui: 308,1 urbano 54,5 extraurbano 9,7 ferrovia - merci 90,4 aereo - merci 52,7 auto - persone di cui: 113,7 urbano 19,8 extraurbano 16,4 ferrovia - persone 18,1 aereo - persone 18,3 strada - merci CO2 di cui: 24,9 urbano 16,0 extraurbano 3,7 ferrovia - merci CO2 106,8 aereo - merci CO2 12,3 auto - persone CO2 di cui: 17,1 urbano 9,8 extraurbano 5,8 ferrovia - persone CO2 21,4 aereo - persone CO2</p>	<p>35,5 strada - merci 75,3 ferrovia - merci 183,7 aereo - merci 13,3 auto - persone 31,7 ferrovia - persone 36,7 aereo - persone</p>	<p>10,8 strada - merci 1,0 ferrovia - merci - aereo - merci 57,3 auto - persone 2,1 ferrovia - persone 2,3 aereo - persone</p>	<p>/</p>	<p>114,2 strada - merci solo ambito urbano - ferrovia - merci - aereo - merci 20,8 auto - persone solo ambito urbano 0,7 ferrovia - persone 0,2 aereo - persone</p>

Autori	Inquinamento atmosferico		Inquinamento acustico		Incidenti		Infrastrutture	Congestione
ISFORT (1998) ^{oo}	14,6	strada - persone	0,9	strada - persone				
	5,6	strada - merci	0,5	strada - merci				
ECU per 1000 pkm o per 1000 tkm	4,5	strada - persone CO2			/		/	/
	3,5	strada - merci CO2						
Planco (1991) ^o	1,95	auto	0,03	auto	1,77	auto		
	0,11	ferrovia-persone CO2	0,21	ferrovia-persone	0,26	ferrovia-persone	/	/
	0,40	autobus	0,05	autobus	0,30	autobus		
	0,96	camion	0,19	camion	0,96	camion		
DG VII (1994) ^{oo}	6-23 (11)	strada - merci (lkm)	1-11 (3)	strada - merci (lkm)	4-25 (13)	strada - merci (lkm)		
	0-2 (1)	ferrovia - merci	0-4 (2)	ferrovia - merci	1-4 (2)	ferrovia - merci	/	/
	6-23 (12)	auto (vkm)	0-6 (3)	auto (vkm)	8-31 (18)	auto (vkm)		
	0-1 (1)	ferrovia - persone	0-4 (2)	ferrovia - persone	1-6 (3)	ferrovia - persone		
Pierson, Skimer e Vickerman (1994) ^{ooo}			0.39	auto, Londra	1.50	auto, Londra		
			0.39	auto, altre aree urbane	1.22	auto, altre aree urbane		
			0.08	auto, aree extraurbane	0.10	auto, aree extraurbane		
			0.09	bus, Londra	0.88	bus, Londra		
		/	0.11	bus, altre aree urbane	0.41	bus, altre aree urbane	/	/
			0.01	bus, aree extraurbane	0.04	bus, aree extraurbane		
			0.09	ferrovia, Londra	0.03	ferrovia, Londra		
			0.21	ferrovia, altre aree urbane	0.07	ferrovia, altre aree urbane		
			0.02	ferrovia, aree extraurbane	0.03	ferrovia, aree extraurbane		
		0.09	metro, Londra					

* Valori citati da Quinet (1989) e ricalcolati da Verhoef (1994) sulla base dei dati IMF (1991)

** Stime basate sui dati del PIL citati in IMF (1991)

*** Fonte: Lombard, P. L. e Molocchi, A. (1998) I costi ambientali e sociali della mobilita' in Italia, Franco Angeli, Milano

^o Fonte: Quinet in Green, D. Jones, D. e Delucchi M. (1997) The Full Cost and Benefits of transportation, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany

^{oo} Fonte: studi originali

^{ooo} Fonte: C. Sanna (tesi laurea 96-97) Il costo esterno dei trasporti: stime a confronto

[^] Fonte: DG VII (1994)

Fonte: Verhoef (1994) ed ampliata con il dato relativo al UK per il quale i valori a prezzi 1987 sono tratti da Jones-Lee

Tav. - 5 - Rassegna degli studi di valutazione dei costi marginali esterni del sistema dei trasporti: AREA GEOGRAFICA, PERIODO TEMPORALE DI RIFERIMENTO E METODOLOGIA

Autori	Area geografica	Periodo temporale	Metodologia
T&E (Ecoplan 1993)***	Europa	1993	<u>Inquinamento atmosferico causato dal sistema dei trasporti</u> : costi marginali di mitigazione o di abbattimento entro una certa soglia obiettivo per SO ₂ , NO _x , COV, CO ₂ , rassegna degli studi esistenti
Brossier (1991, rivisto nel 1996) ^o	Francia	1992	/
Newbery (1988, aggiornato al 1995) ^o	UK	1993	<u>Congestione</u> : applicando un modello flusso di traffico / velocità su diversi tratti della rete considerata calcola i parametri di costo marginale della congestione (espresso in termini temporali) in presenza di situazioni di traffico differenti, stima quindi il valore monetario di tali costi marginali moltiplicando per un opportuno valore monetario unitario del fattore tempo
C-SERGE -Pearce (1996)***	UK	1993	<u>Effetto serra</u> : prezzi ombra (livelli di imposta che sarebbe necessario adottare per ottenere una riduzione ottimale delle emissioni) come ricavati da un precedente studio dello CSERGE
Pierson, Skimer e Vickerman (1994) ^{ooo}	UK	1993-4	<p><u>Inquinamento atmosferico</u>: sono presi in esame solo gli effetti provocati dal trasporto su strada, le stime vengono fatte sulla base dei dati relativi alle centrali elettriche salve le dovute correzioni e comprendono i costi degli effetti negativi sulla salute umana, sulla vegetazione, sulla produzione agricola, sugli edifici, sulle variazioni climatiche e sulla qualità dell'acqua</p> <p><u>Inquinamento acustico</u>: media dei risultati ricavati da precedenti studi, considerando poi il numero di persone che sono state esposte al rumore derivante dal trasporto su strada, non esistendo stime per la modalità ferroviaria per tale modalità le stime sono state ricavate dalle prime salve opportune modificazioni</p> <p><u>Incidenti</u>: per la modalità ferroviaria le stime sono basate sui danni causati ai passeggeri, mentre per la modalità stradale le stime sono basate sui dati forniti dal DOT (1993) relativamente al numero di feriti e di incidenti</p> <p><u>Congestione</u>: stime basate sul metodo di Newbery (1988), che lega la congestione al flusso di traffico ed alla velocità ottenendo i costi marginali della congestione, applicato a dati e funzioni più recenti per la modalità stradale, mentre per quella ferroviaria su dati CTCC)1993)</p>

Autori	Area geografica	Periodo temporale	Metodologia
Mayeres et al. (1996) ^{°°°}	Bruxelles	1991 e 2005	<u>Inquinamento atmosferico</u> : per calcolare l'ammontare dei danni alla salute umana viene utilizzato il metodo di Small-Kazimi (1995) basato sull'uso delle funzioni dose-risposta, i dati sulle emissioni e sulle concentrazioni degli inquinanti sono quelli relativi al settore energetico effettuate le opportune correzioni, vengono considerati tutti i costi associati a questo fattore di inquinamento compreso l'affetto terra e gli effetti sulla perdita di produttività del settore agricolo
Mayeres et al. (1996) ^{°°°} (continua)	Bruxelles	1991 e 2005	<p><u>Inquinamento acustico</u>: le stime sono basate su una funzione che mette in relazione il livello del rumore con il flusso di traffico cui viene poi applicato il metodo di stima monetario dei prezzi edonici</p> <p><u>Incidenti</u>: sono compresi e distinti a seconda se mortali, non mortali, causa di ferite gravi o lievi o di danni solo materiali, le stime sono calcolate sulla base della WTP della vittime, dei suoi parenti ed amici e sulla base dei costi puramente economici relativi agli incidenti (costi medici e perdita netta di prodotto)</p> <p><u>Congestione</u>: considerata una certa funzione velocità-flusso necessaria per calcolare la perdita di tempo degli utenti del sistema di trasporto, i valori di tali perdite vengono monetizzati utilizzando i VOT studies realizzati per i Paesi Bassi (Hague Cons. Group 1993 per trasporto passeggeri, De Jong 1993 per il trasporto merci)</p>

* Valori citati da Quinet (1989) e ricalcolati da Verhoef (1994) sulla base dei dati IMF (1991)

** Stime basate sui dati del PIL citati in IMF (1991)

*** Fonte: Lombard, P. L. e Molocchi, A. (1998) I costi ambientali e sociali della mobilità in Italia, Franco Angeli, Milano

° Fonte: Quinet in Green, D. Jones, D. e Delucchi M. (1997) The Full Cost and Benefits of transportation, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany

°° Fonte: studi originali

°°° Fonte: C. Sanna (tesi laurea 96-97) Il costo esterno dei trasporti: stime a confronto

Fonte: Verhoef (1994) ed ampliata con il dato relativo al UK per il quale i valori a prezzi 1987 sono tratti da Jones-Lee (1990, p. 47)

Tav. - 6 - Rassegna degli studi di valutazione dei costi marginali esterni del sistema dei trasporti: **RISULTATI**

Autori	Inquinamento atmosferico	Inquinamento acustico	Incidenti	Infrastrutture	Congestione	
T&E (Ecoplan 1993)*** ECU 1993 per ton.	500 - 4.000 4.800 4.800 130	SO ₂ NO _x COV CO ₂	/	/	/	
Brossier° ECU per veicolo km	1,50 4,20 14,1	auto camion da 19t camion da 44t	/	0,82 auto 0,73 camion da 19t 0,73 camion da 44t 0,90 autobus	0,27 auto 2,78 camion da 19t 4,01 camion da 44t 10,32 autobus	2,3 auto 7,2 camion da 19t 1,25 camion da 44t 1,72 autobus 5,85 strade rurali 1996 2,95 autostrade 1996 17,1 strade statali 1996
Newbury (1988, aggiornato al 1995)° ECU per 100 vkm	/	/	/	/	7,2 strade extraurbane 7,2 strade extraurbane a doppia corsia 4795,0 strade urbane ore non di punta 5371,0 strade urbane ore di punta	
C-SERGE -Pearce (1996)*** dollari 1993/t	5,87 45 833	CO ₂ CH ₄ N ₂ O	/	/	/	
Pierson, Skimer e Vickerman (1994)°°° lire per grammo (aria) o per km percorsi (rumore) o per pkm (incidenti)	23.98 16.596 lire/km auto a benzina 27.433 lire/km auto diesel 10.468 lire/km auto a gas naturale	NO _x di cui: auto a benzina auto diesel auto a gas	11.064 auto, Londra 11.064 auto, altre aree urbane 2.269 auto, aree extraurbane 2.553 bus/tram, Londra 3.120 bus/tram altre aree urbane 0.283 bus/tram aree extraurbane	42.55 auto, Londra 34.61 auto, altre aree urbane 2.83 auto, aree extraurbane 24.96 bus/tram, Londra 11.63 bus/tram altre aree urbane 1.13 bus/tram aree extraurbane	15.08 auto, Londra, ore di punta 1.65 auto, Londra, ore non di punta 15.76 auto, altre aree urbane, ore di punta 1.64 auto, altre aree urbane, ore non di punta 0.10 auto, aree extraurbane	

Autori	Inquinamento atmosferico	Inquinamento acustico	Incidenti	Infrastrutture	Congestione
continua Mayeres et al. (1996) ^{ooo} stime 2005 ECU per vkm (rumore) o lire/pkm	184.32 SOx di cui: 0.00 lire/km auto a benzina	/	1.23 tram, ore di punta		
	93.62 lire/km auto diesel 2899.29 lire/km tras.pubblico 118.32 lire/km tras. merci	/	5.46 tram, ore non di punta 0.014 camion, ore di punta 0.058 camion, ore non di punta punta		
	5.730 VOC di cui: 9.118 lire/km auto a benzina				
	0.406 lire/km auto diesel 19.127 lire/km tras.pubblico 4.665 lire/km tras. merci				
	161.05 PM10 di cui: 0.000 lire/km auto a benzina				
	44.76 lire/km auto diesel 265.832 lire/km tras.pubblico 61.196 lire/km tras. merci			/	
	0.0548 C di cui: CO				
	0.271 lire/km auto a benzina				
	0.038 lire/km auto diesel 0.116 lire/km tras.pubblico 61.196 lire/km tras. merci				
	CO2 10.609 lire/km auto a benzina				
	7.898 lire/km auto diesel 78.988 lire/km tras.pubblico 10.086 lire/km tras. merci				

Autori	Inquinamento atmosferico	Inquinamento acustico	Incidenti	Infrastrutture	Congestione
Mayeres et al. (1996) ^{°°°} stime 1991 ECU per vkm (rumore) o lire/pkm	/	0.002 auto, ore di punta 0.006 auto, ore non di punta <hr/> 0.019 bus/tram, ore di punta <hr/> 0.073 bus/tram, ore non di punta <hr/> 0.019 camion, ore di punta 0.073 camion, ore non di punta	/	/	/

* Valori citati da Quinet (1989) e ricalcolati da Verhoef (1994) sulla base dei dati IMF (1991)

** Stime basate sui dati del PIL citati in IMF (1991)

*** Fonte: Lombard, P. L. e Molocchi, A. (1998) I costi ambientali e sociali della mobilita' in Italia, Franco Angeli, Milano

° Fonte: Quinet in Green, D. Jones, D. e Delucchi M. (1997) The Full Cost and Benefits of transportation, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany

°° Fonte: studi originali

°°° Fonte: C. Sanna (tesi laurea 96-97) Il costo esterno dei trasporti: stime a confronto

Fonte: Verhoef (1994) ed ampliata con il dato relativo al UK per il quale i valori a prezzi 1987 sono tratti da Jones-

Tav. - 7 - Rassegna degli studi di valutazione dei costi esterni medi del sistema dei trasporti: risultati in ECU 1995 per 1000 pkm o per 1000 tkm

Autori	Inquinamento atmosferico	Inquinamento acustico	Incidenti	Infrastrutture	Congestione
T&E (Per Kageson 1993)*** Europa 1993	/	52.993 ECU per persona disturbata	7,525 - 16,957 autovetture 1,907 - 4,345 autocarri 0,635 - 4.037 ECU 1000 (p+t) km	/	/
T&E (Per Kageson 1993)°° Germania 1993	5.659 autocarri 0.808 ferrovia - merci 6.063 Ro-ro <hr/> 14.753 auto 0.909 ferrovia - persone 7.373 aereo - persone <hr/> 2.526 autocarri CO2 1.920 ferrovia - merci CO2 0.606 Ro-ro CO2 <hr/> 4.547 auto CO2 2.223 ferrovia - persone CO2 9.296 aereo - persone CO2	0.606 autocarri 0.303 ferrovia - merci 0.000 Ro-ro <hr/> 1.213 auto 0.303 ferrovia - persone 1.617 aereo - persone	3.537 autocarri 1.415 ferrovia - merci 0.101 Ro-ro <hr/> 13.843 auto 1.415 ferrovia - persone 0.202 aereo	/	/
T&E (Per Kageson 1993)°° Francia 1993	5.658 autocarri 0.606 ferrovia - merci 6.062 Ro-ro <hr/> 14.751 auto 0.909 ferrovia - persone 7.376 aereo - persone <hr/> 3.536 autocarri CO2 2.930 ferrovia - merci CO2 0.606 Ro-ro CO2 <hr/> 4.547 auto CO2 2.223 ferrovia - persone CO2 9.295 aereo - persone CO2	0.505 autocarri 0.303 ferrovia - merci 0.000 Ro-ro <hr/> 1.111 auto 0.303 ferrovia - persone 1.414 aereo - persone	3.031 autocarri 1.111 ferrovia - merci 0.101 Ro-ro <hr/> 11.922 auto 1.111 ferrovia - persone 0.202 aereo	/	/
T&E (Per Kageson 1993)°° Italia 1993	5.661 autocarri 0.607 ferrovia - merci 6.066 Ro-ro <hr/> 14.760 auto 0.910 ferrovia - persone 7.380 aereo - persone	0.505 autocarri 0.202 ferrovia - merci 0.000 Ro-ro <hr/> 0.910 auto 0.202 ferrovia - persone 1.314 aereo - persone	2.527 autocarri 0.809 ferrovia - merci 0.101 Ro-ro <hr/> 10.008 auto 1.112 ferrovia - persone 0.202 aereo	/	/

Autori	Inquinamento atmosferico			Inquinamento acustico		Incidenti		Infrastrutture	Congestione
... continua T&E (Per Kageson 1993)°° Italia 1993	3.538	autocarri	CO2						
	2.932	ferrovia - merci	CO2						
	0.607	Ro-ro	CO2					/	/
	4.549	auto	CO2						
	2.224	ferrovia - persone	CO2						
	9.301	aereo - persone	CO2						
T&E (Per Kageson 1993)°° Svezia 1993	6.250	autocarri		0.781	autocarri	2.009	autocarri		
	0.670	ferrovia - merci		0.446	ferrovia - merci	0.670	ferrovia - merci		
	6.696	Ro-ro		0.000	Ro-ro	0.112	Ro-ro		
	16.294	auto		1.562	auto	7.924	auto		
	1.004	ferrovia - persone		0.446	ferrovia - persone	0.670	ferrovia - persone		
	8.147	aereo - persone		2.120	aereo - persone	0.335	aereo		
	3.906	autocarri	CO2					/	/
	3.236	ferrovia - merci	CO2						
	0.670	Ro-ro	CO2						
	5.022	auto	CO2						
	2.455	ferrovia - persone	CO2						
	10.267	aereo - persone	CO2						
T&E (Per Kageson 1993)°° Svizzera 1993	5.752	autocarri		0.822	autocarri	3.698	autocarri		
	0.616	ferrovia - merci		0.411	ferrovia - merci	3.287	ferrovia - merci		
	6.163	Ro-ro		0.000	Ro-ro	0.103	Ro-ro		
	14.997	auto		1.643	auto	14.483	auto		
	0.924	ferrovia - persone		0.411	ferrovia - persone	3.287	ferrovia - persone		
	7.498	aereo - persone		2.260	aereo - persone	0.308	aereo		
	3.595	autocarri	CO2					/	/
	2.979	ferrovia - merci	CO2						
	0.616	Ro-ro	CO2						
	4.622	auto	CO2						
	2.260	ferrovia - persone	CO2						
	9.450	aereo - persone	CO2						
T&E (Per Kageson 1993)°° UK 1993	5.895	autocarri		0.526	autocarri	2.421	autocarri		
	0.632	ferrovia - merci		0.211	ferrovia - merci	4.000	ferrovia - merci		
	6.316	Ro-ro		0.000	Ro-ro	0.105	Ro-ro		
	15.369	auto		0.947	auto	9.369	auto		
	0.947	ferrovia - persone		0.211	ferrovia - persone	4.000	ferrovia - persone		
	7.685	aereo - persone		1.263	aereo - persone	0.211	aereo		
	3.684	autocarri	CO2					/	/
	3.053	ferrovia - merci	CO2						
	0.632	Ro-ro	CO2						
	4.737	auto	CO2						
	2.316	ferrovia - persone	CO2						

9.685 aereo - persone CO2

Autori	Inquinamento atmosferico	Inquinamento acustico	Incidenti	Infrastrutture	Congestione	
ECMT (1996)*** Europa 1991	2.299 - 9.197	strada - merci	3.448 - 8.622	strada - merci	8.047-12.646 strada - merci	/
	0.689 - 2.299	ferrovia - merci	2.069 - 4.023	ferrovia - merci	0.872 ferrovia - merci	22.993 ferrovia - merci
	4.598 - 16.095	auto	2.299 - 5.748	auto - persone	33.339-44.836 auto - persone	/
	1.724 - 6.323	ferrovia - persone	5.173 - 10.346	ferrovia - persone	2.299 ferrovia - persone	11.496 ferrovia - persone
	4.599	strada - merci	CO2			/
	1.150	ferrovia - merci	CO2			
	8.048	auto - persone	CO2			
	2.874	ferrovia - persone	CO2			
UIC INFRAS/TWW (1994)°° UE + Norvegia e Svizzera 1991	4.713 - 25.062	strada - merci	14.601	strada - merci	25.522	strada - merci
	12.186	strada - merci	CO2			
	0.229 - 1.379	ferrovia - merci	5.403	ferrovia - merci	1.035	ferrovia - merci
	1.265	ferrovia - merci	CO2			
	8.507 - 51.738	aereo - merci	18.969	aereo - merci	/	
	58.057	aereo - merci	CO2			
	4.829	nave - merci	/		/	
	2.184	nave - merci	CO2			
	3.219 - 12.071	auto - persone	5.173	auto - persone	37.019	auto - persone
	7.588	auto - persone	CO2			
1.494 - 7.932	autobus - persone	4.829	autobus - persone	10.807	autobus - persone	
3.104	autobus - persone	CO2				
0.689 - 4.023	ferrovia - persone	3.564	ferrovia - persone	2.184	ferrovia - persone	
3.449	ferrovia - persone	CO2				
1.609 - 9.887	aereo - persone	3.449	aereo - persone	/		
11.267	B182aereo - persone	CO2				
UIC INFRAS/TWW (1994)°° Italia 1991	11.821	strada - merci	9.288	strada - merci	17.249	strada - merci
	9.650	strada - merci	CO2			
	0.482	ferrovia - merci	17.249	ferrovia - merci	0.603	ferrovia - merci
	1.930	ferrovia - merci	CO2			
	28.226	aereo - merci	37.031	aereo - merci	/	
	57.537	aereo - merci	CO2			
	3.981	nave - merci	/		/	
	2.051	nave - merci	CO2			
	6.634	auto - persone	3.619	auto - persone	28.105	auto - persone
	6.634	auto - persone	CO2			
	2.774	autobus - persone	2.292	autobus - persone	5.066	autobus - persone
	1.809	autobus - persone	CO2			
	1.327	ferrovia - persone	6.755	ferrovia - persone	1.327	ferrovia - persone
3.136	ferrovia - persone	CO2				
5.790	aereo - persone	7.358	aereo - persone	/		
11.700	aereo - persone	CO2				

Per l'EUR 17 il totale (99,6%)
dei costi delle infrastrutture
stradali risulta coperto dalle
entrate

I costi non coperti delle
infrastrutture ferroviarie
(escluse Finlandia e Svezia)
ammontano a 8,5 mld ECU, che
corrisponde ad una copertura
media di 55,6%

Il 107,9% dei costi delle
infrastrutture stradali risulta
coperto dalle entrate

Autori	Inquinamento atmosferico			Inquinamento acustico		Incidenti		Infrastrutture	Congestione
UIC INFRAS/TWW (1994)°° Germania 1991	11.712	strada - merci		12.516	strada - merci	20.439	strada - merci	Il 90,1% dei costi delle infrastrutture stradali risulta coperto dalle entrate	/
	8.612	strada - merci	CO2						
	0.689	ferrovia - merci		6.201	ferrovia - merci	1.148	ferrovia - merci		
	1.722	ferrovia - merci	CO2						
	34.448	aereo - merci		21.587	aereo - merci		/		
	63.269	aereo - merci	CO2						
	4.823	nave - merci			/		/		
	2.297	nave - merci	CO2						
	7.578	auto - persone		7.234	auto - persone	52.245	auto - persone		
	8.727	auto - persone	CO2						
	5.282	autobus - persone		5.856	autobus - persone	12.401	autobus - persone		
	3.100	autobus - persone	CO2						
	2.756	ferrovia - persone		5.052	ferrovia - persone	2.411	ferrovia - persone		
	5.167	ferrovia - persone	CO2						
6.775	aereo - persone		4.363	aereo - persone		/			
12.401	aereo - persone	CO2							
UIC INFRAS/TWW (1994)°° Svezia 1991	19.140	strada - merci		3.445	strada - merci	9.187	strada - merci	/	/
	16.588	strada - merci	CO2						
	0.255	ferrovia - merci		1.404	ferrovia - merci	1.021	ferrovia - merci		
	0.255	ferrovia - merci	CO2						
	32.53	aereo - merci		6.763	aereo - merci		/		
	86.640	aereo - merci	CO2						
	4.466	nave - merci			/		/		
	3.062	nave - merci	CO2						
	11.739	auto - persone		2.424	auto - persone	26.541	auto - persone		
	11.994	auto - persone	CO2						
	9.698	autobus - persone		2.424	autobus - persone	7.656	autobus - persone		
	6.890	autobus - persone	CO2						
	1.148	ferrovia - persone		1.786	ferrovia - persone	2.169	ferrovia - persone		
	1.404	ferrovia - persone	CO2						
6.763	aereo - persone		1.404	aereo - persone		/			
18.119	aereo - persone	CO2							
UIC INFRAS/TWW (1994)°° Svizzera 1991	15.677	strada - merci		14.048	strada - merci	20.665	strada - merci	Il 76,8% dei costi delle infrastrutture stradali risulta coperto dalle entrate	/
	14.863	strada - merci	CO2						
	0.204	ferrovia - merci		11.300	ferrovia - merci	1.120	ferrovia - merci		
	0.204	ferrovia - merci	CO2						
	26.366	aereo - merci		6.515	aereo - merci		/		
	62.302	aereo - merci	CO2						
	3.767	nave - merci			/		/		
	2.240	nave - merci	CO2						

Autori	Inquinamento atmosferico			Inquinamento acustico		Incidenti		Infrastrutture	Congestione
.... continua UIC INFRAS/IWW (1994)°° Svizzera 1991	5.294	auto - persone		4.276	auto - persone	25.959	auto - persone	Il 73,4% dei costi delle infrastrutture ferroviarie risulta coperto dalle entrate	/
	8.042	auto - persone	CO2						
	6.006	autobus - persone		5.599	autobus - persone	9.875	autobus - persone		
	4.581	autobus - persone	CO2						
	0.000	ferrovia - persone		7.126	ferrovia - persone	2.545	ferrovia - persone		
	0.102	ferrovia - persone	CO2						
	4.988	aereo - persone		1.323	aereo - persone		/		
	11.011	aereo - persone	CO2						
UIC INFRAS/IWW (1994)°° Francia 1991	22.731	strada - merci		25.870	strada - merci	39.508	strada - merci	/	/
	22.081	strada - merci	CO2						
	0.433	ferrovia - merci		1.191	ferrovia - merci	0.866	ferrovia - merci		
	0.541	ferrovia - merci	CO2						
	20.999	aereo - merci		12.231	aereo - merci		/		
	50.765	aereo - merci	CO2						
	2.923	nave - merci			/		/		
	1.732	nave - merci	CO2						
	5.412	auto - persone		4.330	auto - persone	25.220	auto - persone		
	6.386	auto - persone	A252 CO2						
	6.170	autobus - persone		7.360	autobus - persone	12.556	autobus - persone		
	4.871	autobus - persone	CO2						
	1.082	ferrovia - persone		0.541	ferrovia - persone	1.840	ferrovia - persone		
1.191	ferrovia - persone	CO2							
4.546	aereo - persone		2.490	aereo - persone		/			
	10.932	aereo - persone	CO2						
UIC INFRAS/IWW (1994)°° UK 1991	24.748	strada - merci		17.142	strada - merci	23.499	strada - merci	/	/
	16.347	strada - merci	CO2						
	2.611	ferrovia - merci		1.816	ferrovia - merci	0.681	ferrovia - merci		
	1.589	ferrovia - merci	CO2						
	33.148	aereo - merci		7.719	aereo - merci		/		
	54.490	aereo - merci	CO2						
	4.768	nave - merci			/		/		
	1.930	nave - merci	CO2						
	11.352	auto - persone		4.541	auto - persone	29.856	auto - persone		
	7.492	auto - persone	CO2						
	11.239	autobus - persone		8.174	autobus - persone	15.779	autobus - persone		
	6.017	autobus - persone	CO2						
	6.244	ferrovia - persone		1.703	ferrovia - persone	1.362	ferrovia - persone		
	6.130	ferrovia - persone	CO2						
6.357	aereo - persone		1.589	aereo - persone		/			
	10.444	aereo - persone	CO2						

Autori	Inquinamento atmosferico		Inquinamento acustico		Incidenti		Infrastrutture		Congestione
Brossier° Francia 1992	15.86	auto, traffico interurbano /		/	8.67	auto, traffico interurbano	15.54	auto, traffico interurb.	/
	44.40	camion 19t			9.51	autobus	54.86	autobus	/
	149.04	camion 44t			7.72	camion 19t	76.21	camion 19t	
					7.72	camion 44t	128.22	camion 44t	
ECOPLAN (1991)^ Svizzera 1988		/		/	8.217	auto			/
					2.054	autobus			
					10.272	camion	/		/
					3.081	ferrovia - persone			
					0.719	ferrovia - merci			
Infraconsult (1992)^ Svizzera 1988		/	2.979	auto					/
			1.952	camion	/		/		/
			5.239	ferrovia - persone					
			2.054	ferrovia - merci					
INFRAS (1992)^ Svizzera 1988	2.465	auto							/
	72.826	camion		/	/		/		/
	52.899	autobus							
Jeanrenaud (1993)° Svizzera 1988	1.554	auto - persone	3.827	auto - persone	5.501	auto - persone	31.813	auto - persone	/
			5.5016	ferrovia - persone			238.004	ferrovia - persone	/
	16.265	camion - merci	13.9932	camion - merci	2.392	camion - merci	62.192	camion - merci	
Quin (1994)° Francia 1990	15.080	auto, traffico urbano	11.170	auto, traffico urbano	16.755	auto, traffico urbano	245.751	auto, traffico urbano	/
	6.702	auto, traffico extraurbano	3.351	auto, traffico extraurbano	11.729	auto, traffico extraurbano	28.149	auto, traffico extraurb.	/
	3.351	ferrovia, traffico urbano	1.675	ferrovia, traffico urbano	1.675	ferrovia, traffico urbano	237.932	ferrovia, traffico urb.	
	3.351	autobus, ore di punta	1.675	autobus, ore di punta	5.026	autobus, ore di punta	178.281	autobus, ore di punta	
Hansson (1996)° Svezia 1996	0.9	auto, traffico extraurbano			13.8	auto, traffico extraurbano	3.1	auto, traffico extraurbano	
	6.5	auto, traffico extraurb. CO2	/		33.3	auto, traffico urbano	2.9	auto, traffico urbano	
	23.1	auto, traffico urbano							
	10.7	auto, traffico urbano CO2							
Ministero dei Trasporti e delle Comunicazioni (1992)^ Svezia 1990	14.508	auto con catalizzatore			10.044	auto, traffico urb.			/
	41.292	auto senza catalizzatore			3.348	auto, traffico extraurb.			/
	15.624	auto diesel		/	11.160-17.856	camion, traffico urb.	/		/
	119.412	camion da 10 ton.			4.464-6.696	camion, traffico extra urb.			
	214.272	camion maggiori 24 ton.			31.248	bus, traffico urb.			
	147.132	autobus			5.580	bus, traffico extraurb.			
	41,269.680	nave porta container			61.380	ferrovia, extraurb.			

Autori	Inquinamento atmosferico	Inquinamento acustico	Incidenti	Infrastrutture	Congestione
Quinet (1992) ^o Francia 1992	5.708 auto, traffico extraurbano	0.739 auto, traffico extraurbano	14.587 auto, traffico extraurbano	2.325 auto, traffico extraurb.	12.790 auto, traffico extraurbano
	0.570 ferrovia - persone, traffico extraurbano	0.687 ferrovia - persone, traffico extraurbano	/	1.321 ferrovia - persone, traffico extraurbano	0.655 ferrovia - persone, traffico extraurbano
	/	15.961 camion, traffico extraurbano	3.276 camion, traffico extraurbano	3.276 camion, traffico extraurbano	3.382 camion, traffico extraurb.
CSERGE - Pearce (1996) ^{***} UK 1993	/	0.554 auto e van leggeri			
		0.131 autobus	0.946 - 3.110 traffico stradale	/	4.598 vkm traffico stradale
		1.595 ciclomotori			
		2.650 veicoli pesanti			
Pierson, Skimer e Vickerman (1994) ^o UK 1993-4	24.73 auto, Londra ore di punta 0.48 auto, Londra ora di punta CO2	5.7 auto, Londra ora di punta	21.82 auto, Londra ora di punta	103.54 auto, Londra ora di punta	219.45 auto, Londra ora di punta
	18.19 auto, Londra ora non di punta 0.24 auto, Londra ora di punta CO2	5.7 auto, Londra ora non di punta	21.82 auto, Londra ora non di punta	95.17 auto, Londra ora non di punta	24.01 auto, Londra ora non di punta
	5.092 auto, strade extraurbane 0.24 auto, strade extraurbane CO2	1.21 auto, strade extraurbane	2.18 auto, strade extraurbane	74.93 auto, strade extraurbane	12.37 auto, strade extraurbane
	1.94 ferrovia, Londra ore di punta 0.12 ferrovia, Londra ore di punta CO2	1.33 ferrovia, Londra ore di punta	0.48 ferrovia, Londra ore di punta	297.28 ferrovia, Londra ore di punta	11.64 ferrovia, Londra ore di punta
	1.94 ferrovia, Londra ore non di punta	1.33 ferrovia, Londra ora non di punta	0.48 ferrovia, Londra ora non di punta	169.74 ferrovia, Londra ora non di punta	0.97 ferrovia, Londra ora non di punta
	0.12 ferrovia, Londra ore non di punta CO2				
	1.82 ferrovia, collegamenti intercity 0.12 ferrovia, collegamenti intercity CO2	0.24 ferrovia, collegamenti intercity	0.48 ferrovia, collegamenti intercity	140.64 ferrovia, collegamenti intercity	0.61 ferrovia, collegamenti intercity
	35.16 autobus, Londra ore di punta 0.12 autobus, Londra ore di punta CO2	1.33 autobus, Londra ore di punta	12.37 autobus, Londra ore di punta	222.11 autobus, Londra ore di punta	55.16 autobus, Londra ore di punta
	1.33 autobus, collegamenti intercity 0.12 autobus, collegamenti intercity CO2	0.12 autobus, collegamenti intercity	2.18 autobus, collegamenti intercity	46.31 autobus, collegamenti intercity	0.85 autobus, collegamenti intercity
	Lombard e Molocchi (1998) ^o Italia 1995	57.375 strada - merci di cui: 146.213 urbano 25.864 extraurbano	16.847 strada - merci	5.125 strada - merci	/
4.603 ferrovia - merci	35.735 ferrovia - merci	0.475 ferrovia - merci			
42.901 aereo - merci	87.177 aereo - merci				

Autori	Inquinamento atmosferico	Inquinamento acustico	Incidenti	Infrastrutture	Congestione
...continua... Lombard e Molocchi (1998) [°] Italia 1995	25.009 auto - persone				9.871 auto - persone solo ambito urbano
	di cui: 53.958 urbano	6.312 auto - persone	27.192 auto - persone	/	
	9.396 extraurbano				
	7.783 ferrovia - persone	15.044 ferrovia - persone	0.997 ferrovia - persone		0.332 ferrovia - persone
	8.590 aereo - persone	17.416 aereo - persone	1.091 aereo - persone		0.095 aereo - persone
	8.685 strada - merci CO2				
	di cui: 11.817 urbano				
	7.593 extraurbano				
	1.756 ferrovia - merci CO2				
	50.683 aereo - merci CO2				
5.837 auto - persone CO2					
di cui: 8.115 urbano					
4.651 extraurbano					
2.752 ferrovia - persone CO2					
10.156 aereo - persone CO2					
DG VII (1994) ^{°°} Europa ECU 1993 1985-91	6.359-24.377 strada - merci (lkm)	1.059-11.658 strada - merci (lkm)	4.239-26.496 strada-merci lkm		
0-2.119 ferrovia - merci	0-4.239 ferrovia - merci	1.059-4.239 ferrovia - merci	/	/	
6.359-24.377 auto (vkm)	0-6.359 auto (vkm)	8.478-32.855 auto (vkm)			
0-1.059 ferrovia - persone	0-4.39 ferrovia - persone	1.059-6.359 ferrovia - per.			
24.768 auto	0.381 auto	22.482 auto			
1.397 ferrovia-persone CO2	0.667 ferrovia-persone	3.302 ferrovia-persone	/	/	
5.081 autobus	0.635 autobus	3.810 autobus			
12.193 camion	2.413 camion	12.193 camion			

*** Fonte: Lombard, P. L. e Molocchi, A. (1998) I costi ambientali e sociali della mobilita' in Italia, Franco Angeli, Milano

° Fonte: Quinet in Green, D. Jones, D. e Delucchi M. (1997) The Full Cost and Benefits of transportation, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany

°° Fonte: studi originali

^ Fonte: Studio Infrast / DG VII, Unit B4, 1994

Tav. - 8 - Inquinamento atmosferico ECU 1995 per 1000 pkm o per 1000 tkm

Paese	Auto persone	Autobus	Strada merci	Treno passeggeri	Treno merci	Aereo passeggeri	Aereo merci	Nave
ITALIA								
T&E (1993) ^{oo}	14,760	/	5,661	0,910	0,607	7,380	/	6,066
UIC (1994) ^{oo}	6,634	2,774	11,821	1,327	0,481	5,790	28,226	3,981
Amici della terra (98) ^{oc}	25,009	/	57,375	7,783	4,603	8,590	42,901	/
Germania								
Planco (1991) ^o	24,768	5,081	12,193	/	/	/	/	/
T&E (1993) ^{oo}	14,753	/	5,659	0,909	0,808	7,373	/	6,063
UIC (1994) ^{oo}	7,578	5,282	11,712	2,756	0,689	6,775	34,448	4,823
Francia								
			44,40 (19 t) - 149,04 (44t)					
Brossier (1992) ^o	15,86	/	/	/	/	/	/	/
Quinet (1992) ^o	5,708	/	/	0,57	/	/	/	/
T&E (1993) ^{oo}	14,751	/	5,658	0,909	0,606	7,376	/	6,062
Quin (1994) ^{oo}	15,08 (urbano) 6,702 (extra urbano)	3,351	/	3,351 (urbano)	/	/	/	/
UIC (1994) ^{oo}	5,412	6,170	22,731	1,082	0,433	4,546	20,999	2,923
Svizzera								
Infras (1992) [^]	2,465	52,899 (vkm)	72,826 (vkm)	/	/	/	/	/
T&E (1993) ^{oo}	14,997	/	5,752	0,924	0,616	7,498	/	6,163
Jeanrenaud (1993) ^o	1,554	/	16,265	/	/	/	/	/
UIC (1994) ^{oo}	5,294	6,006	15,677	0,000	0,204	4,988	26,366	3,767
UK								
T&E (1993) ^{oo}	15,369	/	5,895	0,947	0,632	7,685	/	6,316
UIC (1994) ^{oo}	11,352	11,239	24,748	6,244	2,611	3,3148	6,357	4,768
Pierson et al (1994) ^o	24.73 ore di punta 18.19 strade urbane 5.09 strade extraurb.	35.16 ore di punta 1.33 extraurb.	/	1.94 (urbano) 1.82 (extraurb.)	/	/	/	/
Svezia								
Ministero Trasporti (1992) [^]	14,508 con cataliz. 41,292 senza cataliz. 15,624 diesel	147,132 (vkm)	119,412 (vkm 10t) 214,272 (vkm + 24t)					41.269,68 (vkm)
T&E (1993) ^{oo}	16,294	/	6,25	1,004	0,67	8,147	/	6,696
UIC (1994) ^{oo}	11,739	9,698	19,14	1,148	0,255	6,763	32,53	4,466
Hansson (1996) ^o	23,1 (urbano) 0,9 (extra urbano)	/	/	/	/	/	/	/

Paese	Auto persone	Autobus	Strada merci	Treno passeggeri	Treno merci	Aereo passeggeri	Aereo merci	Nave
Europa								
DG VII (1994) ^{°°}	6,359 - 24,377 (vkm)	/	6,359 - 24,377 (vkm)	0 - 1,059	0 - 2,119	/	/	/
UIC (1994) ^{°°}	3,219 - 12,071	1,494 - 7,932	4,713 - 25,062	0,689 - 4,023	0,229 - 1,379	1,609 - 9,887	1,507 - 51,738	4,829
ECMT (1996) ^{***}	4,598 - 16,095	/	2,299 - 9,197	1,724 - 6,323	0,689 - 2,299	/	/	/

*** Fonte: Lombard, P. L. e Molocchi, A. (1998) I costi ambientali e sociali della mobilita' in Italia, Franco Angeli, Milano

° Fonte: Quinet in Green, D. Jones, D. e Delucchi M. (1997) The Full Cost and Benefits of transportation, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany

°° Fonte: studi originali

^ Fonte: Studio Infrast / DG VII, Unit B4, 1994

Effetto serra (CO2)

Tav.- 9 - Effetto serra ECU 1995 per 1000 pkm o per 1000 tkm									
Paese	Auto persone	Autobus	Strada merci	Treno passeggeri	Treno merci	Aereo passeggeri	Aereo merci	Nave	
ITALIA									
T&E (1993) ^{oo}	4,549	/	3,538	2,224	2,932	9,301	/	0,607	
UIC (1994) ^{oo}	6,634	1,809	9,650	3,136	1,930	11,700	57,537	2,051	
Amici della terra (98) ^{oo}	5.837 di cui: 8.115 urbano 4.651 extra urbano	/	8.685 di cui: 11.817 urbano 7.593 extra urbano	2,752	1,756	10,156	50,683	/	
Germania									
Planco (1991) ^o	/	/	/	1,397	/	/	/	/	
T&E (1993) ^{oo}	4,547	/	2,526	2,223	1,920	9,296	/ 0.6068.		
UIC (1994) ^{oo}	8,727	3,100	8,612	5,167	1,722	12,401	63,269	2,297	
Francia									
T&E (1993) ^{oo}	4,547	/	3,536	2,223	2,930	9,295	/	0,606	
UIC (1994) ^{oo}	6,386	4,871	22,081	1,191	0,541	10,932	50,765	1,732	
Svizzera									
T&E (1993) ^{oo}	4,622	/	3,595	2,26	2,979	9,45	/	0,616	
UIC (1994) ^{oo}	8,042	4,581	14,863	0,102	0,204	11,011	62,302	2,24	
UK									
T&E (1993)	4,737	/	3,684	2,316	3,053	9,685	/	0,632	
UIC (1994)	7,492	6,017	16,017	6,13	1,589	10,444	54,49	1,93	
Pierson et al (1994) ^o	0.48 ore di punta 0.24 ore non di punta	0,12	/	0,12	/	/	/	/	
Svezia									
T&E (1993) ^{oo}	5,022	/	3,906	2,455	3,236	10,267	/	0,67	
UIC (1994) ^{oo}	11,994	6,89	16,588	1,404	0,255	18,119	86,64	3,062	
Hansson (1996) ^o	10.7 (urbano) 6.5 (extra urbano)	/	/	/	/	/	/	/	
Europa									
UIC (1994) ^{oo}	7,588	3,104	12,186	3,449	1,265	11,267	58,057	2,184	
ECMT (1996) ^{***}	8,048	/	4,599	2,874	1,15	/	/	/	

*** Fonte: Lombard, P. L. e Molocchi, A. (1998) I costi ambientali e sociali della mobilita' in Italia, Franco Angeli, Milano

^o Fonte: Quinet in Green, D. Jones, D. e Delucchi M. (1997) The Full Cost and Benefits of transportation, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany

^{oo} Fonte: studi originali

Inquinamento acustico

Tav. - 10 - Inquinamento acustico ECU 1995 per 1000 pkm o per 1000 tkm								
Paese	Auto persone	Autobus	Strada merci	Treno passeggeri	Treno merci	Aereo passeggeri	Aereo merci	Nave
ITALIA								
T&E (1993) ^{oo}	0,910	/	0,505	0,202	0,202	1,314	/	/
UIC (1994) ^{oo}	3,619	2,292	9,288	6,755	17,249	7,358	37,031	/
Amici della terra (98) ^{oo}	6,312	/	16,847	15,044	35,735	17,416	87,177	/
Germania								
Planco (1991) ^o	0,381	0,635	2,413	0,667	/	/	/	/
T&E (1993) ^{oo}	1,213	/	0,606	0,303	0,303	1,617	/	/
UIC (1994) ^{oo}	7,234	5,856	12,516	5,052	6,201	4,363	21,587	/
Francia								
Quinet (1992) ^o	0,739 (extra urbano)	/	1,961 (extra urbano)	0,687 (extra urbano)	/	/	/	/
T&E (1993) ^{oo}	1,111	/	0,505	0,303	0,303	1,414	/	/
Quin (1994) ^o	11,170 (urbano) 3,351 (extra urbano)	1,675	/	1,675 (urbano)	/	/	/	/
UIC (1994) ^{oo}	4,330	7,360	25,879	0,541	1,191	2,490	12,231	/
Svizzera								
Infraconsult (1992) [^]	2,979	/	1,952	5,239	2,054	/	/	/
T&E (1993) ^{oo}	1,643	/	0,822	0,411	0,411	2,26	/	0
Jeanrenaud (1993) ^o	3,827	/	13,993	5,501	/	/	/	/
UIC (1994) ^{oo}	4,276	5,599	14,048	7,126	11,3	1,323	6,515	/
UK								
T&E (1993) ^{oo}	0,947	/	0,526	0,211	0,211	1,263	/	0
UIC (1994) ^{oo}	4,541	8,174	17,142	1,703	1,816	1,589	7,719	/
Pierson et al (1994) ^o	5.7 ore di punta 5.7 strade urbane 1.21 strade extraurb.	1.33 ore punta 0.12 extraurb.	/	1.33 (urbano) 0.24 (extraurb.)	/	/	/	/
Svezia								
T&E (1993) ^{oo}	1,562	/	0,781	0,446	0,446	2,12	/	0
UIC (1994) ^{oo}	2,424	2,424	3,445	1,786	1,404	1,404	6,763 /	

Inquinamento acustico

Paese	Auto persone	Autobus	Strada merci	Treno passeggeri	Treno merci	Aereo passeggeri	Aereo merci	Nave
Europa								
DG VII (1994) ^{°°}	0-6.359 (vkm)	/	1.059-11.658 (vkm)	0-4.39	0-4.239	/	/	/
UIC (1994) ^{°°}	5,173	4,829	14,601	3,564	5,403	3,449	18,969	/
ECMT (1996) ^{***}	2.299-5.748	/	3.448-8.622	5.173-10.346	4.023	/	/	/

*** Fonte: Lombard, P. L. e Molocchi, A. (1998) I costi ambientali e sociali della mobilita' in Italia, Franco Angeli, Milano

° Fonte: Quinet in Green, D. Jones, D. e Delucchi M. (1997) The Full Cost and Benefits of transportation, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany

°° Fonte: studi originali

^ Fonte: Studio Infrac / DG VII, Unit B4, 1994

Incidenti

Tav. - 11 - Incidenti ECU 1995 per 1000 pkm o per 1000 tkm

Paese	Auto persone	Autobus	Strada merci	Treno passeggeri	Treno merci	Aereo passeggeri	Aereo merci	Nave
ITALIA								
T&E (1993) ^{oo}	10,008	/	2,527	1,112	0,809	/	/	/
UIC (1994)	28,105	5,066	17,249	1,327	0,603	0,202	/	0,101
Amici della terra (98) ^{oo}	27,192	/	5,125	0,997	0,475	1,091	/	/
Germania								
Planco (1991) ^o	22,482	3,810	12,193	3,302	/	/	/	/
T&E (1993) ^{oo}	13,843	/	3,537	1,415	1,415	0,202	/	0,101
UIC (1994) ^{oo}	52,245	12,401	20,439	2,411	1,148	/	/	/
Francia								
Brossier (1992) ^o	8.67 (urbano)	9,510	7,72	/	/	/	/	/
Quinet (1992) ^o	14.587 (extra urbano)	/	3.276 (extra urbano)	0,57	/	/	/	/
T&E (1993) ^{oo}	11,922	/	3,031	1,111	1,111	0,202	/	0,101
Quin (1994) ^o	16.755 (urbano)		/	1.675 (urbano)	/	/	/	/
UIC (1994) ^{oo}	11.729 (extra urbano)	5,026	39,508	1,840	0,866	/	/	/
Svizzera								
ECOPLAN (1992) [^]	8,217	2,054	10,272	3,081	0,719	/	/	/
T&E (1993) ^{oo}	14,483	/	3,698	3,287	3,287	0,308	/	0,103
Jeanrenaud (1993) ^o	5,501	/	2,392	/	/	/	/	/
UIC (1994) ^{oo}	25,959	9,875	20,665	2,545	1,12	/	/	/
UK								
T&E (1993) ^{oo}	9,369	/	2,421	4	4	0,211	/	0,105
UIC (1994) ^{oo}	28,856	15,779	23,499	1,362	0,681	/	/	/
Pierson et al (1994) ^o	21.82 strade urbane 5.09 strade extraurb.	12.37ore punta 2.18 extraurb.	/	0,48	/	/	/	/
Svezia								
Ministero Trasporti (1992) [^]	10.044 urbano	31.248 urbano	11.160-17.856 urbano	/	/	/	/	/
	3.348 extraurbano	5.58 extraurb.	4.464-6.696 extraurbano					
T&E (1993) ^{oo}	7,924	/	2,009	0,67	0,67	0,335	/	0,112
UIC (1994) ^{oo}	26,541	7,656	9,187	2,169	1,021	/	/	/
Hansson (1996) ^o	13.8 (urbano) 33.3 (extra urbano)	/	/	/	/	/	/	/

Incidenti

Paese	Auto persone	Autobus	Strada merci	Treno passeggeri	Treno merci	Aereo passeggeri	Aereo merci	Nave
Europa								
T&E (1993) ^{°°}	7.525 - 16.957	/	1.907 - 4.345	/	/	/	/	/
DG VII (1994) ^{°°}	8.478 - 32.855 (vkm)	/	4.239 - 26.496 (vkm)	0 - 1,059	1.059 - 6.359	1.059 - 4.239	/	/
UIC (1994) ^{°°}	37,019	10,807	25,522	2,184	1,035	/	/	/
ECMT (1996) ^{***}	33.339 - 44.836	/	8.047 - 12.646	2,299	0,872	/	/	/

*** Fonte: Lombard, P. L. e Molocchi, A. (1998) I costi ambientali e sociali della mobilita' in Italia, Franco Angeli, Milano

° Fonte: Quinet in Green, D. Jones, D. e Delucchi M. (1997) The Full Cost and Benefits of transportation, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany

°° Fonte: studi originali

^ Fonte: Studio Infrast / DG VII, Unit B4, 1994

Infrastrutture

Tav. - 12 - Infrastrutture ECU 1995 per 1000 pkm o per 1000 tkm

Paese	Auto persone	Autobus	Strada merci	Treno passeggeri	Treno merci	Aereo passeggeri	Aereo merci	Nave
ITALIA								
UIC (1994) ^{oo}	il 107.9% dei costi è coperto dalle entrate			/	/	/	/	/
Germania								
UIC (1994) ^{oo}	il 90.1% dei costi è coperto dalle entrate			il 42.5% dei costi è coperto dalle entrate		/	/	/
Francia								
Brossier (1992) ^o	15,54	54,860	76.21 (19 t) - 128.22 (44t)	/	/	/	/	/
Quinet (1992) ^o	2,325	/	3,276	1,321	/	/	/	/
Quin (1994) ^o	245.751 (urbano) 28.149 (extra urbano)	178,281	/	237.932 (urbano)	/	/	/	/
Svizzera								
Jeanrenaud (1993) ^o	31,813	/	62,192	238,004	/	/	/	/
UIC (1994) ^{oo}	il 76.8% dei costi è coperto dalle entrate			il 73.4% dei costi è coperto dalle entrate		/	/	/
UK								
Pierson et al (1994) ^o	103.54 ore di punta	222.11 ore di punta	/	297.28 urbano ore punta	/	/	/	/
	95.17 strade urbane	46.31 extraurb.		169.74 urbano ore non punta				
	74.93 strade extraurb.			140.64 extraurbano				
Europa								
UIC (1994) ^{oo}	il 97% dei costi totali è coperto dalle entrate			il 55% dei costi è coperto dalle entrate		/	/	/
ECMT (1996) ^{***}	/	/	/	11,496	22,993	/	/	/

*** Fonte: Lombard, P. L. e Molocchi, A. (1998) I costi ambientali e sociali della mobilita' in Italia, Franco Angeli, Milano

o Fonte: Quinet in Green, D. Jones, D. e Delucchi M. (1997) The Full Cost and Benefits of transportation, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany

oo Fonte: studi originali

Congestione

Tav. - 13 - Congestione ECU 1995 per 1000 pkm o per 1000 tkm								
Paese	Auto persone	Autobus	Strada merci	Treno passeggeri	Treno merci	Aereo passeggeri	Aereo merci	Nave
ITALIA								
Amici della terra (98) ^{oo}	9,871	/	54.195 urbano	0,332	0,095	8,590	42,901	/
Francia								
Quinet (1992) ^o	12.790 extraurbano	/	3.382 extraurbano	0.655 extraurbanc	/	/	/	/
UK								
Pierson et al (1994) ^o	219.45 ore di punta	55.16 ore di punta	/	11.64 urbano ore di punta	/	/	/	/
	24.01 strade urbane	0.85 extraurb.		1.82 extraurbano re non di punta				
	12.37 strade extraurb.			0.61 extraurbano				

^o Fonte: Quinet in Green, D. Jones, D. e Delucchi M. (1997) The Full Cost and Benefits of transportation, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany

^{oo} Fonte: studi originali

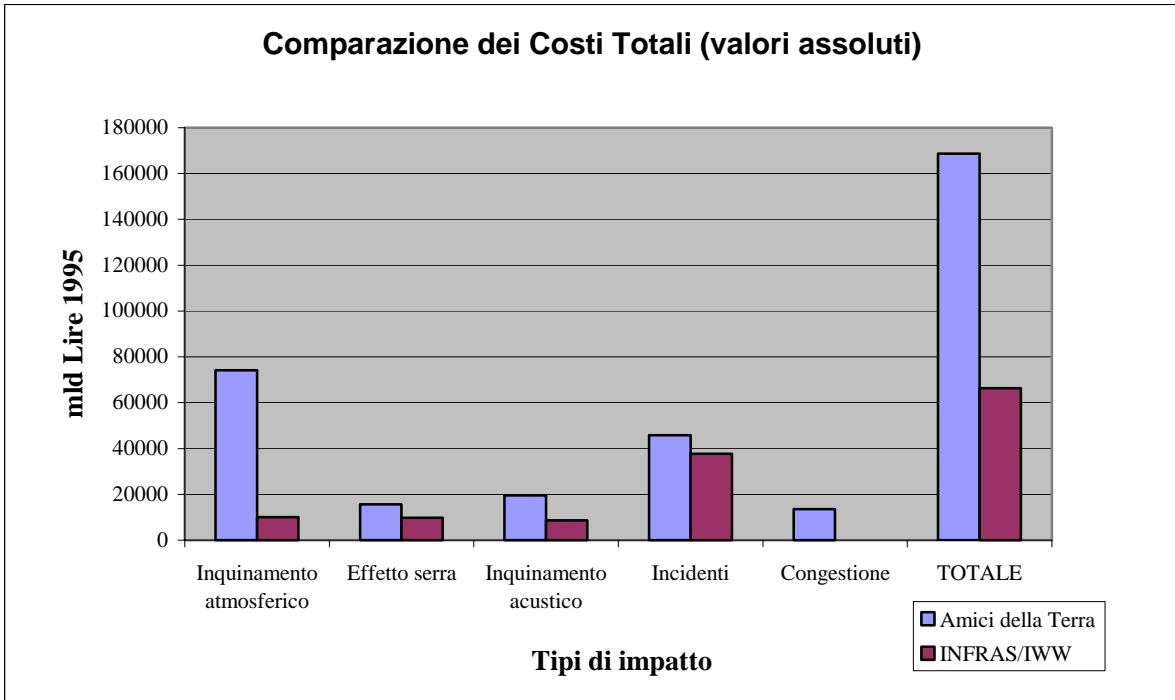


Fig. A1 - Comparazione dei costi totali espressi in termini assoluti

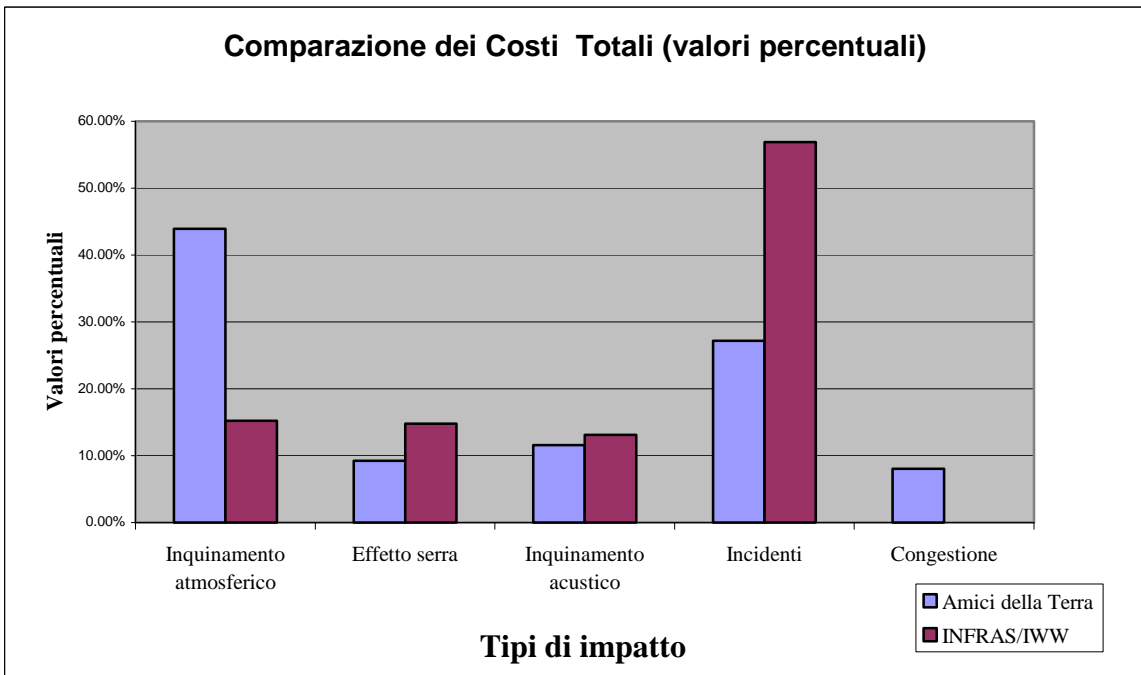


Fig. A2 - Comparazione dei costi totali espressi in termini percentuali

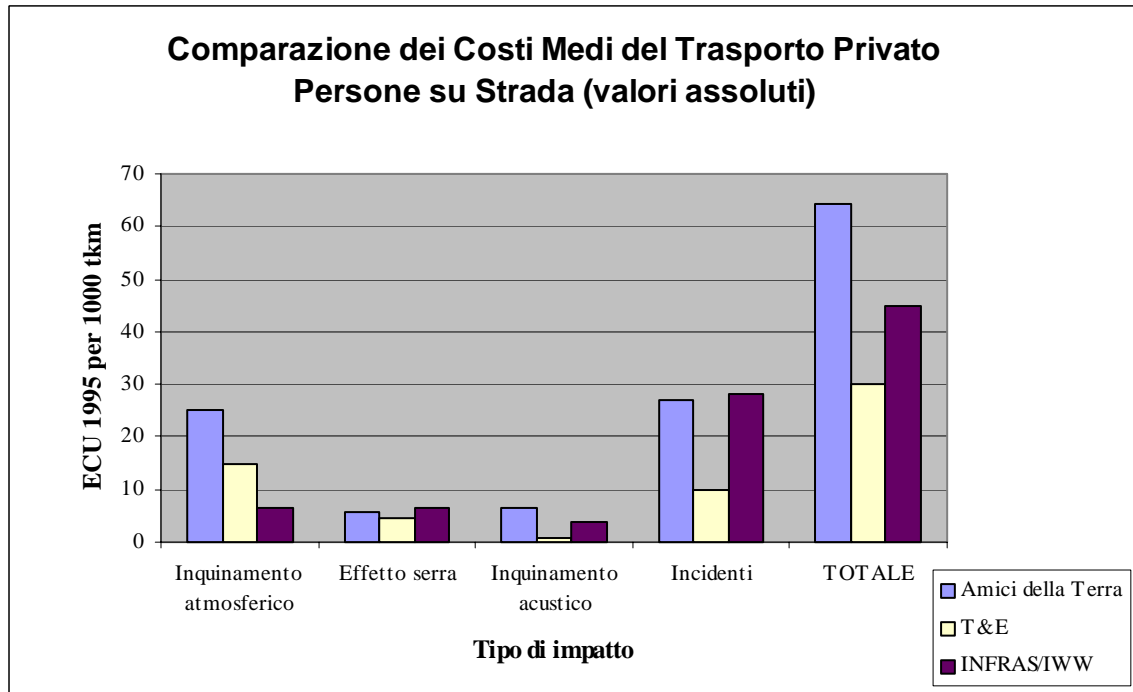


Fig. A3 - Comparazione dei costi medi per il trasporto privato persone su strada espressi in termini assoluti

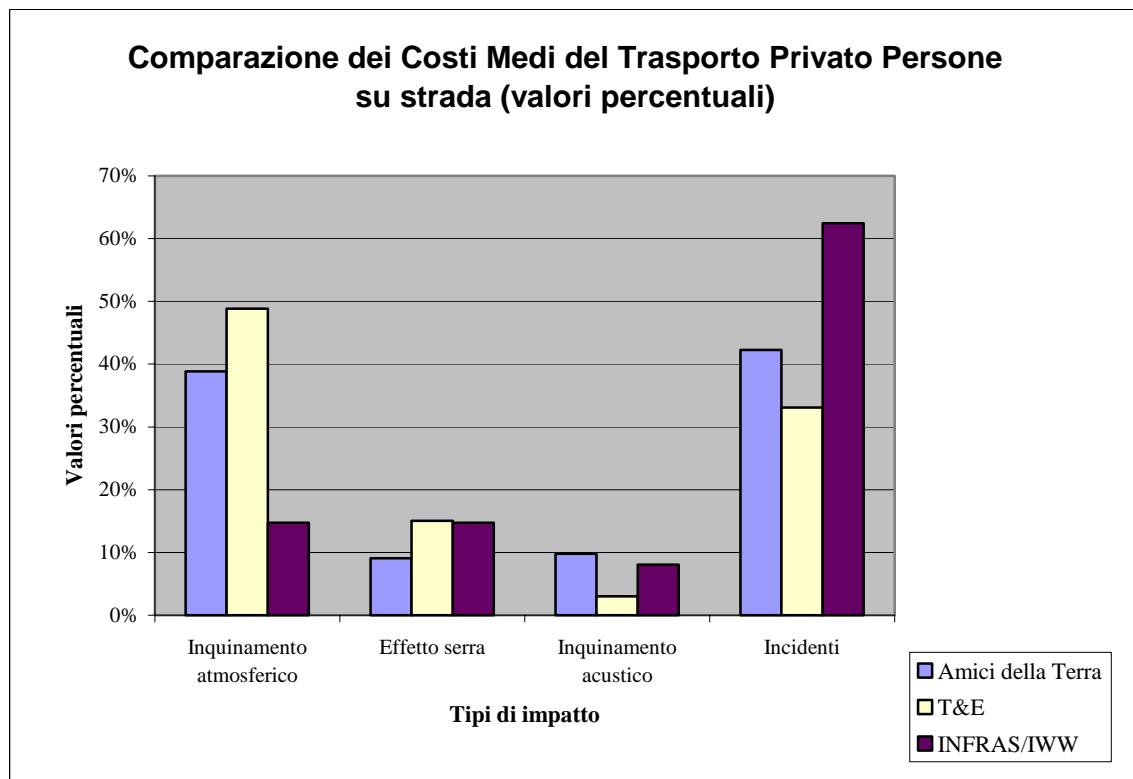


Fig. A4 - Comparazione dei costi medi per il trasporto privato persone su strada espressi in termini percentuali

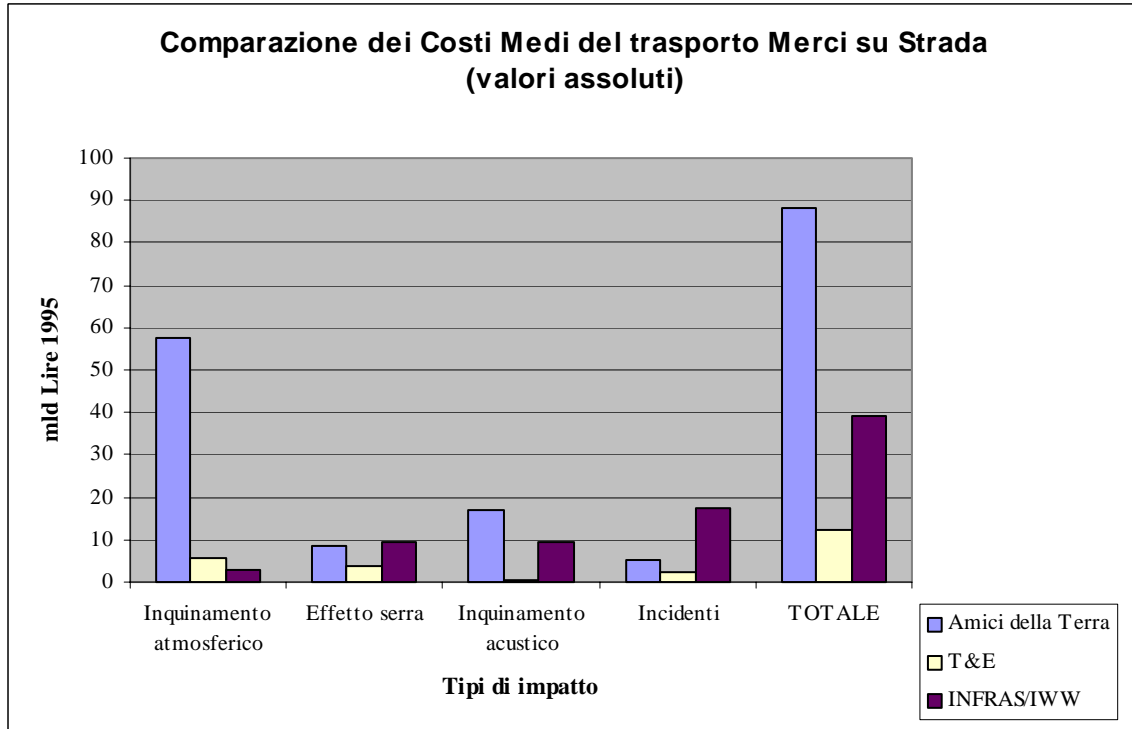


Fig. A5 - Comparazione dei costi medi per il trasporto merci su strada espressi in termini assoluti

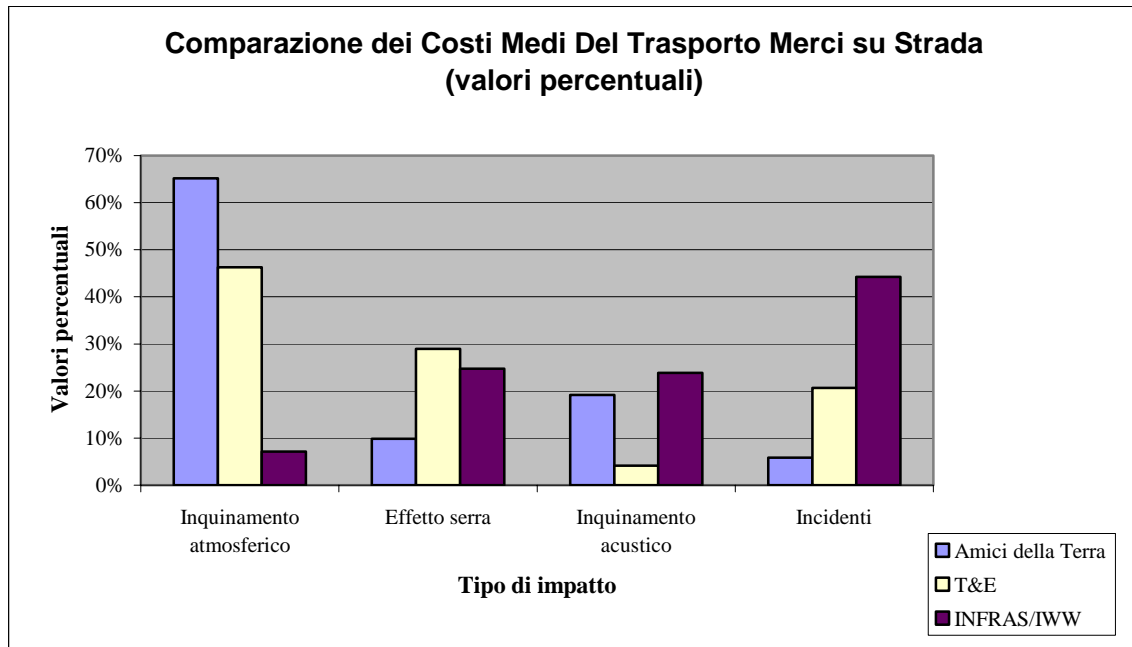


Fig. A6 - Comparazione dei costi medi per il trasporto merci su strada espressi in termini percentuali