

5. I costi esterni del rumore

Il rumore, in particolare quello generato dai trasporti, è tra le principali cause del peggioramento della qualità della vita nelle nostre città. Una grande parte della popolazione italiana è esposta a livelli di rumorosità considerati inaccettabili dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) e notevolmente superiori ai limiti massimi indicati dalla normativa.



I problemi legati alle metodologie di misura e caratterizzazione del rumore, agli effetti nocivi sull'uomo dell'esposizione al rumore, ai provvedimenti per combattere e ridurre l'inquinamento acustico sono estremamente complessi e tuttora materia di ricerca. Essi formano l'oggetto di una vasta letteratura, alla quale si è ispirato il corpo normativo che si è gradualmente sviluppato a partire dagli anni '70 in ambito comunitario e, più recentemente, in Italia.

Ricordiamo brevemente che l'intensità di un campo sonoro viene misurata attraverso il livello di pressione sonora L_p espresso in decibel (dB):

$$L_p = 10 \log (p / p_0)^2 \text{ (dB)}$$

essendo p_0 la pressione sonora di riferimento pari a 20 micropascal. Poiché la sensibilità dell'orecchio umano varia con la frequenza (è massima per i suoni tra 1 kHz e 5 kHz, è minore per le frequenze più elevate e ancora

minore per le frequenze più basse), gli strumenti di misura sono in pratica tarati secondo una curva di ponderazione (detta curva o scala A) che riproduce al meglio le caratteristiche di sensibilità dell'orecchio umano medio; i livelli così misurati sono quindi espressi in dB(A).

Poiché i suoni e i rumori sono generalmente variabili nel tempo, è stato introdotto il concetto di "livello equivalente" $Leq(A)$ come livello costante corrispondente alla media energetica degli eventi sonori registrati nel periodo di misura. Il livello equivalente è universalmente adottato nelle normative nazionali e internazionali, nonostante esso non si presti a misurare correttamente il disturbo generato da rumori occasionali o rapidamente variabili nel periodo di misura; in questi casi le normative prevedono la contemporanea misura del livello massimo istantaneo e prevedono opportune



correzioni al valore del livello equivalente. Sono spesso impiegati, inoltre, i cosiddetti “livelli statistici” $L_n(A)$, cioè i livelli superati per una certa percentuale del periodo di misura: tipicamente $L_{90}(A)$, $L_{50}(A)$, $L_{10}(A)$. Nel penalizzare il valore di $Leq(A)$ si può anche tenere conto del numero degli eventi sonori registrati. Le ricerche miranti al perfezionamento delle definizioni e dei metodi di valutazione sono numerose, complesse e tuttora in corso.

Gli effetti nocivi sull'uomo sono, in linea di massima, classificabili in tre categorie:

- **Fastidio generico.** E' un effetto non specifico ma pur sempre grave (*annoyance*), che si manifesta sotto forma di sensazione di malessere; l'individuo si sente disturbato e impedito nello svolgimento delle proprie attività e nel riposo. Numerosi studi sull'argomento hanno messo in luce l'importanza

del ruolo svolto dal rumore dei mezzi di trasporto come causa di fastidio per l'intera popolazione.

- **Disturbi nelle attività.** E' l'effetto più immediato, che si riscontra nello studio, nei lavori particolarmente impegnativi dal punto di vista mentale, nella comunicazione e nel sonno. Il disturbo nella comunicazione si manifesta quando il rumore rende difficoltosa o impossibile la comprensione di suoni e parole (fenomeno del mascheramento). Il sonno viene disturbato a partire da livelli di rumore continuo di 30 dB(A), ma il parametro più importante è il livello massimo di pressione sonora, che non dovrebbe superare i 45 dB(A); è per questo che è importante proteggere in modo particolare le zone residenziali nelle ore notturne. Il rumore notturno può provocare sintomi psico-fisici quali

stanchezza, mal di testa, malumore nonché alterazioni nel ciclo del sonno anche se non interrotto da risvegli.

- **Danni fisici.** Possono riguardare l'apparato uditivo e altri organi del corpo umano. I danni all'udito sono provocati esclusivamente dall'esposizione a livelli di rumore maggiori di 80 dB(A) per parecchie ore al giorno e per almeno dieci anni. Gli effetti extrauditivi possono colpire l'apparato cardiovascolare, quello digerente e quello respiratorio; tra i sintomi misurabili citiamo l'accelerazione del ritmo cardiaco, l'aumento della pressione arteriosa, modificazioni della secrezione endocrina, tachipnea. Una forte esposizione può anche agire sull'apparato cerebrale, provocando turbe psichiche.

Una rassegna aggiornata degli effetti derivanti dall'esposizione al rumore è stata recentemente pubblicata dall'ANPA (RTI CNT-AGF 3/2000); ad essa si rinvia per i necessari approfondimenti.

Nel dicembre 1995, è entrata in vigore in Italia la legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge 26 ottobre 1995, n.447), che stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e di quello abitativo dall'inquinamento acustico, ai sensi e per gli effetti dell'art. 117 della Costituzione. La legge definisce le competenze dello Stato, delle Regioni, delle Province e dei Comuni; e stabilisce una serie di scadenze per l'emanazione della normativa secondaria da parte delle amministrazioni interessate. La legge quadro ha impostato una strategia che prevede attività di prevenzione (classificazione acustica del territorio, valutazioni di impatto ambientale) e di protezione (controllo dei livelli di inquina-

mento acustico, piani di risanamento).

Con l'entrata in vigore della legge quadro verrà gradualmente a cessare il regime transitorio determinato dal DPCM 1° marzo 1991 ("Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"), le cui disposizioni nelle materie di competenza statale resteranno comunque in vigore fino all'emanazione dei nuovi decreti. Tutti i provvedimenti di competenza dello Stato saranno peraltro coordinati con quanto previsto dal citato DPCM, al quale va il merito di aver fornito un primo riferimento normativo sufficientemente organico.

L'operatività della legge quadro è strettamente legata alla completa emanazione ed attuazione di tutta la normativa secondaria.

L'amministrazione statale ha emanato quasi tutti i provvedimenti di propria competenza, in particolare il decreto che definisce le classi di destinazione d'uso del territorio (aree particolarmente protette, ad uso prevalentemente residenziale, di tipo misto, ad intensa attività umana, prevalentemente industriali, esclusivamente industriali), il decreto sulle metodologie di misura e caratterizzazione del rumore e quello sui requisiti acustici degli edifici. Per quanto riguarda il settore trasporti, tra il 1997 e il 1999 sono stati emanati numerosi decreti sulla riduzione e sul controllo del rumore aeroportuale e un decreto sulla prevenzione e sul contenimento del rumore prodotto dalle infrastrutture ferroviarie e dalle metropolitane di superficie. Restano da emanare alcuni regolamenti, tra cui quello fondamentale sulla disciplina dell'inquinamento acustico provocato dal traffico stradale; il ritardo nell'emanazione di questo provvedimento è certamente dovuto alle difficoltà di trovare soluzioni normative praticabili al problema più grave.

Per quanto riguarda le attività normative di livello periferico, in base alla legge quadro, le Regioni avrebbero dovuto stabilire con propria legge, entro il termine di un anno (cioè entro il 29 dicembre 1996), i criteri in base ai quali i Comuni devono procedere alla classificazione acustica del proprio territorio. A tutt'oggi solo tre Regioni, oltre alla Provincia autonoma di Trento, lo hanno fatto. L'inerzia delle Regioni ha determinato la generalizzata inadempienza dei Comuni, ai quali la legge quadro affida tre compiti fondamentali: zonizzazione acustica del territorio comunale, elaborazione dei piani di risanamento acustico, controlli sul rispetto della normativa. La lentezza con cui i Comuni procedono agli adempimenti di loro competenza è anche dovuta alla difficoltà di coordinare la zonizzazione e i piani di risanamento con gli altri strumenti di pianificazione urbanistica quali il Piano regolatore generale e il Piano urbano del traffico. Secondo un'indagine dell'ANPA, ad ottobre 2000, solo 585 Comuni (il 7,2% dei Comuni italiani) avevano approvato la zonizzazione acustica del territorio; complessivamente, solo il 5,9% del territorio nazionale (corrispondente all'11,2% della popolazione) risultava zonizzato.

I ritardi e le inadempienze politico amministrative descritte, accompagnate dalla carenza di rilevamenti e di dati, non consentono di valutare appieno la gravità dei problemi legati al rumore. In tale situazione, il tentativo di questo Rapporto di valutare i costi esterni di questo danno alla salute dei cittadini ha almeno il valore di riproporre il problema.

Per la valutazione dei costi esterni del rumore da trasporti è stata utilizzata la metodologia articolata nelle fasi descritte di seguito.

- **Quantificazione della popolazione esposta** alla varie fasce di livello di rumore, imputabile alle tre modalità (strada, rotaia e aereo). Questa fase, determinante per la bontà dei risultati è resa critica, come detto, dall'assoluta carenza di dati ufficiali e aggiornati per l'Italia. La prima ricerca su grande scala sull'esposizione al rumore della popolazione dei principali Paesi europei è stata realizzata nel 1993 dall'OCSE che, insieme all'OMS, ha studiato gli effetti nocivi del rumore ed ha organizzato una raccolta sistematica di dati. Tale ricerca, che riguardava anche l'Italia, è diventata un riferimento obbligato per tutti gli studi successivi. L'INFRAS, che ha pubblicato nel 1994 e nel 2000 due studi sulle esternalità dei trasporti nei Paesi europei, ha adottato in entrambi, integrandole, le tabelle della popolazione esposta al rumore elaborate dall'OCSE; esse sono state fatte proprie anche dal Consiglio Europeo dei Ministri dei Trasporti (CEMT), che ha più volte affrontato il tema dei costi ambientali e sociali imputabili ai trasporti e quello della loro internalizzazione. Nei precedenti Rapporti sono stati presi come riferimento i dati dell'OCSE, modificandoli per quanto riguarda la modalità stradale e quella aerea in base ai dati forniti dal Ministero dell'Ambiente e dall'Associazione nazionale Comuni Aeroportuali Italiani (ANCAI). Negli ultimi anni, in Italia, si sono registrate due tendenze che influenzano in maniera opposta l'entità della popolazione esposta al rumore: da una parte l'aumento dei volumi di traffico e dall'altra l'adozione di alcune prime misure di riduzione del rumore. In assenza di dati affidabili, in

TABELLA 20

Popolazione italiana esposta al rumore da trasporti (in milioni)

Leq dB(A)	55-60	60-65	65-70	70-75	>75
Strada	18,49	12,14	7,03	2,11	0,60
Rotaia	3,50	2,50	1,30	0,40	0,10
Aereo	1,42	1,02	0,44	0,20	0,12

Fonte: elaborazione Amici della Terra su dati OCSE, Ministero dell'Ambiente, ANCAI.

questo Rapporto si è assunto che i due fenomeni si compensino ed è stata adottata, per il 1999, la stessa distribuzione di popolazione esposta adottata nel precedente Rapporto (Tabella 20). Si precisa che, in questo caso, il termine “rotaia” sta per ferrovia e riguarda, quindi, le Ferrovie dello Stato e le Ferrovie concesse (è stato assunto che tranvie e metropolitane siano responsabili in misura marginale di questa esternalità); si precisa anche che il numero di persone esposte al rumore della rotaia, che è quello originariamente fornito dall'OCSE, appare sovrastimato, il che condurrebbe ad una conseguente sovrastima del costo imputabile a questa modalità.

- **Definizione del valore del costo esterno unitario** per ogni fascia di livello di rumore, intendendosi per costo esterno unitario il valore del danno per persona e per anno.

Rinviando ai precedenti rapporti per una descrizione dettagliata della procedura seguita, si segnala che tali costi unitari, in buon accordo con i risultati dei maggiori studi, riflettono la disponibilità a pagare delle persone danneggiate per tornare a disporre di un ambiente con un livello sonoro accettabile, disponibilità che è tanto maggiore quanto più elevato è il livello sonoro di partenza. Secondo l'INFRAS, questa disponibilità a pagare riguarda solo il desiderio di un ambiente più vivibile ma non comprende gli indubbi rischi per la salute della popolazione esposta, anch'essi tanto più gravi quanto più è alto il livello di esposizione; una rassegna di studi condotta in Germania ha concluso che “una riduzione del rumore da trasporti al di sotto di 65 dB(A) durante il giorno e di 55

TABELLA 21

Valori unitari per classi di popolazione esposta al rumore dei trasporti e costi esterni totali 1999

Leq dB(A)	Valori monetari unitari					
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
euro/pers.* anno	55	219	547	1.095	2.065	
Leq dB(A)	55-60	Costo totale per classe (10° euro)			Costo totale	
		60-65	65-70	70-75	>75 (10° euro)	
Strada	1.012	2.658	3.847	2.310	1.239	11.066
Rotaia	192	547	711	438	207	2.095
Aereo	78	223	230	219	248	998

Fonte: elaborazione Amici della Terra.

dB(A) durante la notte ridurrebbe del 3% il numero dei decessi per patologia cardiaca”. Basandosi su questi dati, l’INFRAS nel suo ultimo studio aggiunge al costo esterno risultante dalla disponibilità a pagare quello legato al rischio sanitario.

L’approccio dell’INFRAS è concettualmente corretto e ad esso si farà riferimento nelle conclusioni. In via conservativa, pur sapendo di penalizzare la modalità treno, si è ritenuto opportuno attendere dati più certi sui rischi per la salute, e ci si è limitati a considerare il costo esterno risultante dalla disponibilità a pagare. Con lo stesso fine, pur condividendola, non si è adottata la procedura INFRAS, che concede al rumore ferroviario un “bonus” di 5 dB, scalando di una colonna, per questa modalità, i valori monetari. Questa procedura, tuttavia, viene

adottata da alcune legislazioni nazionali a causa della differente percezione del rumore ferroviario rispetto a quello prodotto dalle altre modalità.

- **Calcolo del costo esterno complessivo per ciascuna modalità.** La semplice moltiplicazione, fascia per fascia, del costo unitario per il numero di persone esposte (ricavato dalla Tabella 20) fornisce il costo esterno complessivo. La Tabella 21 riporta tanto i costi esterni unitari di cui alla fase precedente quanto i costi esterni totali per ciascuna fascia e quelli complessivi per ciascuna modalità.
- **Ripartizione del costo esterno tra le categorie di veicoli di ciascuna modalità.** Per ripartire, all’interno di ciascuna modalità, il costo esterno tra trasporto passeggeri e trasporto merci (e per le modalità stradale tra le varie categorie di veicoli) non è pos-

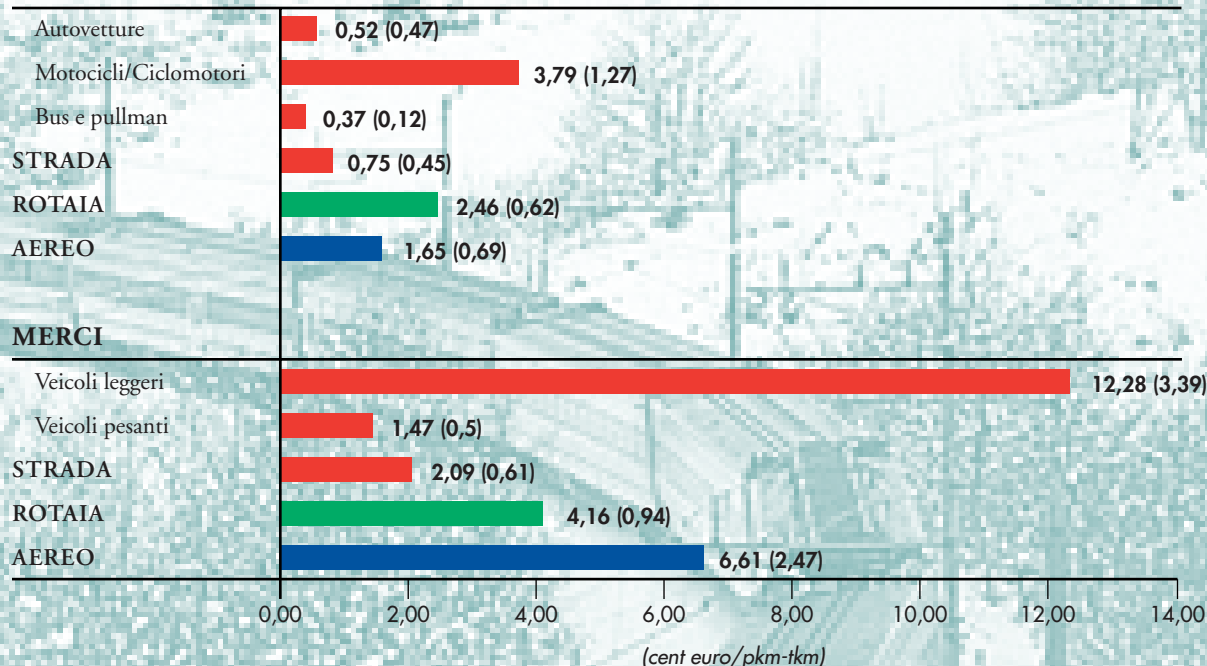
TABELLA 22
Strada, rotaia, aereo.
Popolazione esposta e costi esterni del rumore nel 1999

	Popolazione esposta (Milioni)	Costi esterni (10 ⁶ euro)	(%)
STRADA	40,370	11.066	78,2
Trasporto passeggeri		5.907	41,7
Uso privato		5.559	39,3
Autovetture		3.334	23,5
Motocicli		944	6,7
Ciclomotori		1.281	9,0
Uso collettivo - Bus e pullman		348	2,5
Trasporto merci		5.159	36,4
Veicoli leggeri		1.744	12,3
Veicoli pesanti		3.415	24,1
ROTAIA	7,800	2.095	14,8
Trasporto passeggeri		1.078	7,6
Trasporto merci		1.016	7,2
AEREO	3,180	998	7,0
Trasporto passeggeri		908	6,4
Trasporto merci		90	0,6
TOTALE GENERALE	51,350	14.158	100,0

Fonte: elaborazione Amici della Terra.

FIGURA 6
Costi esterni specifici dei rumore

PASSEGGERI



Tra parentesi sono indicati i valori INFRAS in cent di euro
Fonte: elaborazione Amici della Terra.

sibile procedere come per le emissioni di CO₂ o l'inquinamento atmosferico, in cui la quantificazione in termini fisici è essa stessa effettuata secondo la disaggregazione occorrente. Nel caso del rumore, non essendo disponibile una quantificazione del fattore d'impatto suddivisa per tipo di veicolo, la ripartizione può essere effettuata solo a partire dal costo esterno complessivo per ciascuna modalità. La ripartizione è stata effettuata in base alle percorrenze complessive annue di ciascuna categoria di veicoli, ponderate secondo opportuni fattori che riflettono l'attitudine di ciascun tipo di veicolo a produrre rumore nelle condizioni medie di marcia. Per la rotaia, sono state considerate solo due categorie:

treni passeggeri e treni merci; per l'aereo si fa riferimento ai volumi di traffico. La Tabella 22 fornisce i risultati delle suddette elaborazioni; nonostante la sovrastima dei costi imputabili alla rotaia, si può notare che la strada è responsabile di oltre il 78% del costo totale, con un contributo quasi identico del traffico passeggeri e di quello merci. La Figura 6, infine, riporta i costi esterni specifici del rumore, ottenuti rapportando i valori della Tabella 22 ai volumi di traffico realizzati da ciascuna categoria di veicoli.

Sulla stessa figura, tra parentesi, sono riportati gli analoghi dati derivati dallo studio INFRAS del 1995. Dal confronto si evidenziano gli effetti della sovrastima di cui si è detto.

6. I costi esterni degli incidenti

Ogni anno in Italia circa 8.000 persone muoiono per incidenti dovuti ai trasporti, mentre i feriti – tra leggeri e gravi – superano i 400.000. La quasi totalità di queste cifre è imputabile alla strada: rotaia e aereo sono in tutto responsabili, mediamente, di circa 50 morti e di meno di 200 feriti all'anno. In una settimana i morti causati dal trasporto su strada sono il triplo di quelli provocati in un anno dalle ferrovie e dagli aerei, e il numero dei feriti è cinquanta volte superiore.

Per meglio effettuare il confronto tra le tre modalità si può costruire un “indice di mortalità”, definito come rapporto tra il numero dei morti provocati in un anno e il volume di traffico realizzato nello stesso periodo. Poiché anche il trasporto delle merci è responsabile dell'incidentalità, il volume di traffico che è stato preso in considerazione è, convenzionalmente, la somma del volume di traffico passeggeri e di quello merci (unità di traffico UT = pkm + tkm). Nel quinquennio 1995-1999, l'indice di mortalità registrato in Italia per strada e rotaia, espresso in numero di morti per miliardo di UT, è risultato il seguente:

Strada: 7,80

Rotaia: 0,30 (di cui FS: 0,21)

Per l'aereo, invece, l'indice registrato nei Paesi aderenti all'ICAO (*International Civil Aviation Organization*) nel decennio 1990-1999, risulta:

Aereo: 0,39.

Un analogo indice relativo al numero di feriti dimostrerebbe con evidenza ancora maggiore la pericolosità della strada.

L'incidentalità stradale è oggetto di numerosi studi e rilevamenti statistici. Le fonti principali sono state l'ISTAT, che pubblica annualmente una statistica degli incidenti stradali, l'ACI, il Ministero dei Lavori Pubblici. L'incidentalità ferroviaria è rilevata dalle Ferrovie dello Stato e, per quanto riguarda le Ferrovie concesse, dal Conto Nazionale dei Trasporti. L'incidentalità aerea è rilevata, a partire dal 1999, dall'Ufficio sicurezza del volo dell'Ente Nazionale per l'Aviazione Civile (ENAC). I dati di base per la valutazione dei costi esterni degli incidenti sono ricavati ed elaborati a partire dalle fonti sopra citate.





6.1 Incidenti.

STRADA

La Tabella 23 riporta l'andamento dell'incidentalità stradale nel decennio 1990-1999. Si può notare la tendenza a una lieve diminuzione del numero dei morti contro un aumento significativo del numero degli incidenti e di quello dei feriti. La gravità degli incidenti tende, infatti, a diminuire per i miglioramenti della sicurezza attiva e passiva dei veicoli, per la maggiore efficienza dei soccorsi e per le normative in materia di sicurezza (casco, cinture); il numero di incidenti tende invece all'incremento a causa dell'aumento dei veicoli circolanti. I dati della Tabella sono quelli che l'ISTAT raccoglie essenzialmente presso tre organi: polizia stradale, carabinieri e polizie municipali. Sia il numero degli incidenti che quello

dei morti e dei feriti sono errati per difetto; le cause di questa sottostima sono molteplici e lo stesso ISTAT le ha approfondite indicando correzioni da apportare per ottenere dati più vicini alla realtà. Il caso più importante riguarda il numero dei morti: i verbali delle autorità di polizia prendono infatti in considerazione solo i decessi avvenuti entro il settimo giorno dalla data dell'incidente (dal 1999 il periodo di osservazione è stato portato a 30 giorni, per adeguarlo agli standard dell'OMS) e, pertanto, non tengono conto dei decessi avvenuti in data successiva. L'ISTAT dispone però di una seconda fonte, più affidabile: la rilevazione dei decessi per cause di morte. In questa statistica, detta statistica sanitaria, vengono inclusi tutti i decessi che avvengono durante l'anno di rilevazione, indipendentemente dalla data dell'incidente, che può esse-

TABELLA 23

**Trasporto su strada:
incidenti e persone infortunate secondo le conseguenze**

Anno	Incidenti mortali			Incidenti con solo feriti		Totale incidenti		
	Incidenti	Morti	Feriti	Incidenti	Feriti	Incidenti	Morti	Feriti
1990	5.880	6.621	4.866	155.902	216.158	161.782	6.621	221.024
1991	6.633	7.498	5.944	164.069	234.744	170.702	7.498	240.688
1992	6.578	7.434	5.771	164.236	235.323	170.814	7.434	241.094
1993	5.893	6.645	5.171	147.500	210.929	153.393	6.645	216.100
1994	5.924	6.578	4.857	164.755	234.327	170.679	6.578	239.184
1995	5.819	6.512	5.200	176.942	254.371	182.761	6.512	259.571
1996	5.590	6.193	4.879	184.478	267.236	190.068	6.193	272.115
1997	5.605	6.226	4.837	184.426	266.125	190.031	6.226	270.962
1998	5.304	6.342	4.642	199.311	289.200	204.615	6.342	293.842
1999	5.967	6.142	5.203	213.065	311.495	219.032	6.142	316.698

Nota: il dato relativo al numero di morti nel 1999 è stato rettificato per tenere conto del cambiamento del periodo di osservazione ($6.633:1,08 = 6.142$).

Fonte: ISTAT - Statistica degli incidenti stradali, anno 1999.

re avvenuto anche molto tempo prima del decesso.

La statistica sanitaria, pertanto, considera anche i decessi causati da incidenti stradali avvenuti prima del 1° gennaio dell'anno in esame, mentre, al contrario, trascura i decessi che, pur causati da incidenti registrati durante l'anno, avvengono dopo il 31 dicembre. In periodi di sostanziale stazionarietà come quello in corso, è ragionevole assumere che i

decessi aggiuntivi siano compensati da quelli trascurati, per cui, in definitiva, i decessi dichiarati dalla statistica sanitaria possono essere considerati con sufficiente approssimazione come imputabili agli incidenti avvenuti nell'anno di riferimento.

La differenza tra le due statistiche è ben evidenziata dalla Tabella 24, relativa al decennio 1990-1999. L'ultima colonna fornisce il rapporto tra i due dati, il cui valore medio nel

TABELLA 24

Confronto tra il numero di morti per incidenti stradali risultante dalle due fonti disponibili

Anno	Statistica polizia	Statistica sanitaria	Rapporto
	(N1)	(N2)	(N2/N1)
1990	6.621	9.208	1,391
1991	7.498	9.609	1,282
1992	7.434	9.645	1,297
1993	6.645	8.434	1,269
1994	6.578	8.379	1,274
1995	6.512	8.049	1,236
1996	6.193	7.563	1,221
1997	6.226	7.806	1,254
1998	6.342	8.090	1,276
1999	6.142	nd	nd

nd: dato non disponibile

Fonte: elaborazione Amici della Terra da ISTAT (1999)

decennio risulta pari a 1,277.

Anche il numero degli incidenti e quello dei feriti dichiarati nella Tabella 23 è certamente sottostimato. E' infatti noto che molti incidenti, per svariati motivi, non vengono denunciati, specialmente nel caso in cui abbiano provocato solo feriti leggeri. Il grado di sottostima dipende da vari fattori e varia, secondo le numerose indagini effettuate, da Paese a Paese; l'ISTAT ritiene che in Italia gli

incidenti censiti siano solo il 65-70% di quelli effettivamente avvenuti. Alle stesse conclusioni giunge anche una recente indagine congiunta di ACI e ISTAT (*"Il costo sociale degli incidenti stradali"*, 1998). Secondo tale indagine, per ottenere una valutazione corretta del numero degli infortunati è necessario applicare ai valori della statistica ricavata dai verbali di Polizia i seguenti coefficienti maggiorativi:

- 1,28 per il numero dei morti;

- 1,47 per il numero dei feriti.

La correzione del numero di incidenti non è, invece, rilevante ai nostri fini, in quanto la procedura seguita tiene conto in maniera indiretta degli incidenti non denunciati. Sulla base delle considerazioni precedenti e dei coefficienti maggiorativi indicati da ACI e ISTAT, sono stati assunti per l'incidentalità stradale nel 1999 i seguenti dati:

Numero di incidenti		219.032
Numero di morti	$6.142 \times 1,28 =$	7.861
Numero di feriti	$316.698 \times 1,47 =$	465.546

Tutti gli altri dati necessari alle successive valutazioni monetarie (numero degli invalidi temporanei e permanenti, giorni di inattività, percentuale degli occupati e dei non occupati, tempo dedicato ai feriti, ecc.) sono stati stimati in coerenza con l'indagine ACI-ISTAT sopra citata e con i criteri adottati dal CENSIS nella ricerca sulla sicurezza stradale (*"La sicurezza possibile"*, 1997).

Ai fini dell'imputazione dei danni dell'incidentalità alle varie categorie di veicoli, in mancanza di una statistica specifica, è stata utilizzata una statistica ISTAT che attribuisce gli incidenti alla responsabilità dei conducenti dei vari mezzi. E' chiaro che la distribuzione della responsabilità *dei danni* può discostarsi da quella *degli incidenti*; tuttavia, pur non trattandosi di scostamenti consistenti, è probabile che porti ad una sottostima della quota di danni imputabile ai veicoli merci. La distribuzione delle responsabilità è esposta nella Tabella 25, la quale riporta anche l'analoga distribuzione rilevata negli anni 1995 e 1997.

6.2. Incidenti.

ROTAIA

Essendo trascurabile l'incidentalità connessa a tranvie e metropolitane, l'indagine è limitata alle Ferrovie dello Stato e alle Ferrovie concesse. Per questi operatori sono stati presi in considerazione i soli incidenti "tipici": deragliamenti, collisioni tra treni, incidenti di manovre e ai passaggi a livello. Per consentire un raffronto con l'incidentalità delle altre modalità di trasporto, non sono stati considerati gli incidenti "atipici" che sono quelli non direttamente imputabili al servizio: attentati, suicidi, incidenti dovuti ad incauto comportamento dei viaggiatori o al danneggiamento della sede ferroviaria per cause naturali. Gli incidenti ai passaggi a livello sono stati tutti attribuiti alle ferrovie, anche se la loro responsabilità è ascrivibile a terzi coinvolti.

Sempre nell'intento di consentire un raffronto corretto con la modalità stradale (in cui l'incidentalità, legata a un grande numero di eventi, ha un andamento molto regolare negli anni e, in certa misura, prevedibile), per l'incidentalità ferroviaria (determinata da pochi eventi e quindi caratterizzata da notevoli fluttuazioni da un anno all'altro) non sono stati considerati gli eventi effettivamente accaduti nel 1999, bensì i valori attesi per lo stesso anno in base al numero medio di morti e feriti per miliardo di unità di traffico registrati nell'ultimo decennio.

Questa procedura, corretta da un punto di vista concettuale, penalizza leggermente la rotaia per due motivi:

1. il numero atteso di morti e di feriti risulta superiore a quello effettivamente registrato nel 1999, che è stato un anno particolar-

TABELLA 25
Conducenti responsabili degli incidenti
secondo la categoria di veicoli

Categorie di veicoli	Veicoli i cui conducenti sono risultati responsabili nel 1999	Conducenti responsabili (%)		
		1995	1997	1999
Autovetture	167.755	75,16	73,09	73,36
Motocicli e ciclomotori	43.209	17,7	19,85	18,90
<i>Motocicli</i>	12.883			5,63
<i>Ciclomotori</i>	30.326			13,26
Autobus e pullman	2.055	0,72	0,69	0,90
Autocarri	15.656	6,42	6,37	6,85
Totale conducenti responsabili*	228.675	100,00	100,00	100,00

(*) In taluni casi, non esplicitati dall'ISTAT, la responsabilità può essere attribuita a più veicoli per incidente
Fonte: elaborazione Amici della Terra da ISTAT, anni vari

mente felice tanto per le Ferrovie dello Stato che per le Ferrovie concesse;

2. l'indice di mortalità negli ultimi due anni ha dimostrato un netto miglioramento, probabilmente sintomatico di una tendenza, che viene captato solo in piccola misura nella media decennale.

Nonostante questa penalizzazione, i risultati in termini di costi esterni, assoluti e specifici, dimostrano per la rotaia un'ottima prestazione.

La Tabella 26 mostra l'andamento dell'incidentalità ferroviaria nel decennio 1990-1999. Risulta evidente, tenendo conto dei volumi di traffico realizzati annualmente, che le Ferrovie

dello Stato hanno raggiunto standard di sicurezza molto più elevati delle Ferrovie concesse; risulta anche come sia stata distorta la campagna condotta dai media nel 1997, che ha marchiato quell'anno come l'anno nero delle ferrovie. La penultima riga della Tabella fornisce il numero di morti e di feriti per miliardo di unità di traffico (media nel decennio 1990-1999); si tratta di un indicatore significativo, utilizzato usualmente per giudicare la sicurezza di una modalità di trasporto o di un particolare operatore. L'ultima riga, infine, fornisce, separatamente per le Ferrovie dello Stato e per quelle concesse, il numero atteso di morti e feriti ottenuto moltiplicando l'indicatore per i

TABELLA 26
Incidentalità nelle Ferrovie dello Stato
e nelle Ferrovie concesse (anni 1990-1999)

Anni	Ferrovie dello Stato			Ferrovie concesse		
	Incidenti tipici	Morti	Feriti	Incidenti tipici	Morti	Feriti
1990	658	15	240	667	11	93
1991	754	17	254	1.143	16	81
1992	221	25	237	833	15	155
1993	202	14	36	254	12	29
1994	143	4	28	390	7	58
1995	160	20	105	567	7	72
1996	174	15	37	302	6	53
1997	146	19	49	317	15	7
1998	106	10	48	194	4	12
1999	100	7	33	126	2	12
N. di morti/feriti per miliardo di UT (media 1990-1999)		0,22	1,59		3,35	20,15
N. di morti/feriti atteso per il 1999		14,2	104,1		9,8	59,2

*Nota: dal 1992 in poi è stata modificata la metodologia di rilevamento per adeguarla a quella indicata dall'UIC.
Fonte: elaborazione Amici della Terra su dati FS e Conto Nazionale dei Trasporti (2000).*

volumi di traffico del 1999; si tratta del dato necessario per le successive valutazioni monetarie, le quali, peraltro, non distinguono tra i vari operatori e considerano le conseguenze complessive dell'incidentalità ferroviaria:

- numero atteso di morti: $14,2 + 9,8 = 24$
- numero atteso di feriti: $104,1 + 59,2 = 163$

L'attribuzione di morti e feriti al trasporto passeggeri e a quello merci è stata effettuata,

limitatamente al caso delle Ferrovie dello Stato (le Ferrovie concesse effettuano, in pratica, solo trasporto passeggeri), in misura proporzionale alle rispettive percorrenze.

6.3. Incidenti.

AEREO

Analogamente al caso della rotaia, anche per il trasporto aereo è stato necessario seguire un approccio di tipo statistico. In questo caso, un numero di eventi statisticamente significativo si ha solo ricorrendo alle serie storiche degli incidenti nell'insieme dei Paesi aderenti all'ICAO; le serie storiche relative all'Italia (che, peraltro, non coprono l'incidentalità legata a tutti i voli di qualunque bandiera partiti dai nostri aeroporti, come sarebbe necessario per coerenza con la metodologia della nostra ricerca) sono infatti inutilizzabili, in quanto caratterizzate da pochi eventi gravi intervallati da molti anni senza incidenti. In altre parole, l'incidentalità aerea a livello di singola nazione è caratterizzata da una fluttuazione molto maggiore di quella ferroviaria (eventi più rari, ma di maggiore gravità). Il ricorso alle statistiche ICAO è anche giustificato dal fatto che gli standard di sicurezza sono sempre più allineati a livello internazionale, come pure la composizione delle flotte, le procedure di manutenzione e quelle di assistenza al volo.

Nel valutare le conseguenze dell'incidentalità aerea, abbiamo escluso gli aerotaxi (essenzialmente elicotteri), perché pur dando un contributo minimo al volume di traffico complessivo e rappresentando un settore atipico dell'aviazione commerciale, sono caratterizzati da forte incidentalità e, quindi, avrebbero alterato significativamente, ma in modo ingiustificato, le conclusioni.

Nell'ultimo decennio, il valore medio dell'indice di mortalità (numero di morti per miliardo di pkm) ricavato dalle statistiche ICAO è risultato pari a 0,39; moltiplicando tale valore per il volume di traffico partito dagli aeroporti italia-

ni nel 1999 (54,908 miliardi di pkm) si ottiene il valore atteso di numero di morti:

$$54,908 \text{ miliardi di pkm} \times 0,39 = 21$$

Nel caso dell'aereo, il contributo all'incidentalità del trasporto merci è trascurabile, per cui i costi esterni sono stati interamente imputati al trasporto passeggeri.

6.4. La valutazione monetaria

La metodologia di quantificazione monetaria è basata sui risultati del progetto ExternE, e sulle già citate ricerche ACI-ISTAT e CENSIS. I valori monetari specifici della realtà italiana sono stati ricavati da dati forniti dalla Banca d'Italia e dall'ISTAT; l'ANIA (Associazione Nazionale fra le Imprese di Assicurazione) ha fornito l'importo totale della quota dei premi assicurativi RC relativa ai rischi alle persone pagati nel 1999 dagli utenti della strada (7.088 milioni di euro) e della imposta sui premi destinata al Servizio Sanitario Nazionale (1.259 milioni di euro), che sono stati detratti dai danni provocati dall'incidentalità stradale per determinare i costi esterni non pagati dall'utente.

Si rinvia al Terzo Rapporto "Produzione esercizio e smaltimento dei mezzi di trasporto: i costi ambientali e sociali" (FrancoAngeli Editore - Milano, 2000) per una descrizione dettagliata della metodologia che, nonostante la linearità concettuale, richiede elaborazioni alquanto complesse, la voce più importante - come è naturale - riguarda i decessi; segue l'invalidità permanente, che comporta costi notevoli, data la numerosità dei soggetti (circa il 4% dei feriti, cioè oltre 18.000 persone). La terza voce è

TABELLA 27

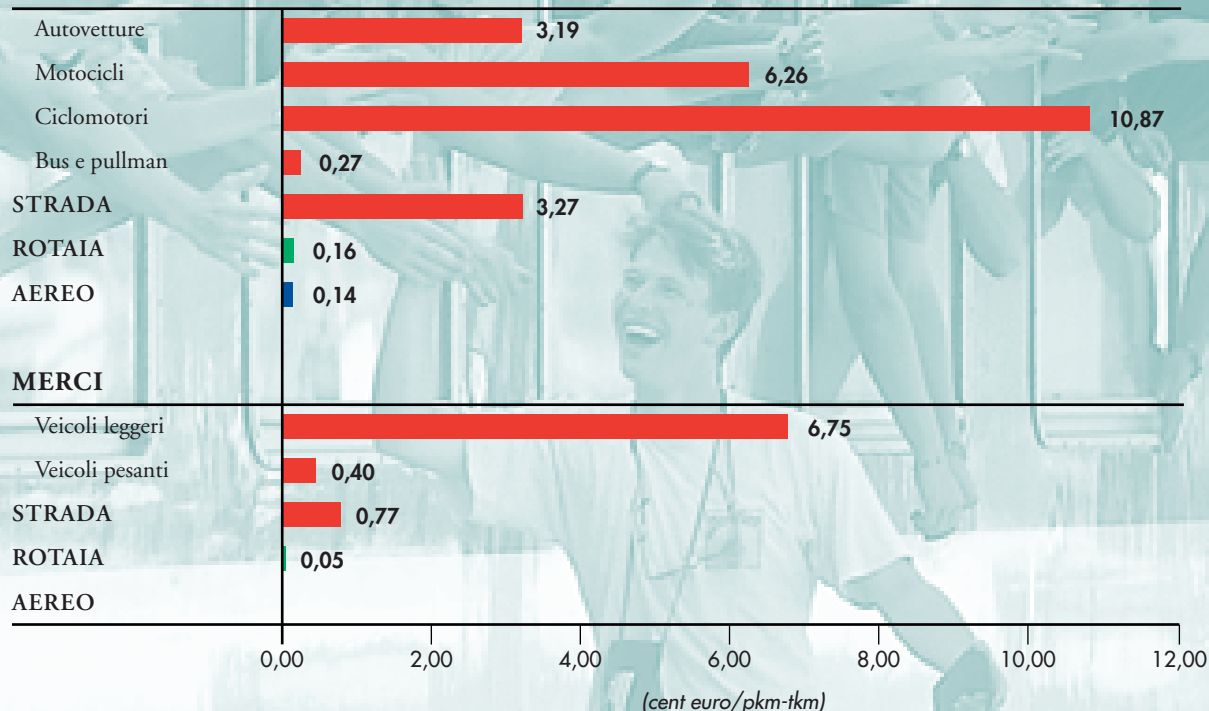
Strada, rotaia, aereo. Conseguenze e costi esterni degli incidenti nel 1999

	Morti (Unità)	Feriti (Unità)	Costi esterni (10 ⁶ euro)	(%)
STRADA	7.861	465.546	27.727	99,4
Trasporto passeggeri	7.323	433.673	25.829	92,6
Uso privato	7.252	429.489	25.580	91,7
Autovetture	5.767	341.523	20.341	72,9
Motocicli	443	26.228	1.562	5,6
Ciclomotori	1.043	61.739	3.677	13,2
Uso collettivo - Bus e pullman	71	4.184	249	0,9
Trasporto merci	538	31.873	1.898	6,8
Veicoli leggeri			959	3,4
Veicoli pesanti			939	3,4
ROTAIA	24	163	94	0,3
Trasporto passeggeri	21	140	81	0,3
Trasporto merci	3	23	13	-
AEREO	21	-	79	0,3
Trasporto passeggeri	21	-	79	0,3
Trasporto merci	-	-	-	-
TOTALE GENERALE	7.907	465.709	27.900	100,0

Fonte: elaborazione Amici della Terra.

FIGURA 7
Costi esterni specifici degli incidenti

PASSEGGERI



Fonte: elaborazione Amici della Terra.

quella dei costi delle attività giudiziarie e di pronto intervento, seguita dai costi dell'invalidità temporanea e da quelli dei ricoveri ospedalieri. Nel complesso, i costi esterni dovuti all'incidentalità dei trasporti ammontano a 27.900 milioni di euro; si tratta della esternalità più pesante, in termini monetari, dopo l'inquinamento atmosferico. Oltre il 99% di questo costo è imputabile ai trasporti stradali, nell'ambito dei quali la responsabilità prevalente appartiene al trasporto privato passeggeri. La ripartizione del costo complessivo tra le varie modalità e categorie di veicoli è fornita dalla Tabella 27, la quale per completezza riporta anche, con la stessa disaggregazione, le princi-

pali conseguenze degli incidenti: numero di morti e di feriti.

La Figura 7 riporta i costi esterni degli incidenti in termini specifici. Nel loro complesso, i veicoli passeggeri su strada sono responsabili di un costo per pkm circa 20 volte superiore a quello dei treni e degli aerei. Ma la responsabilità è ben diversa tra le varie categorie di veicoli: i mezzi pubblici sono i meno pericolosi (si allineano con treni e aerei), mentre i più pericolosi sono i veicoli a due ruote e in particolare i ciclomotori. Le autovetture sono circa 12 volte più pericolose dei mezzi pubblici. Nel trasporto merci, la prestazione peggiore è quella dei veicoli leggeri.