

7. I costi esterni della congestione

Nei precedenti Rapporti sono stati diffusamente descritti e commentati i principali argomenti di dibattito in materia di valutazione dei costi esterni della congestione. La congestione è un problema che riguarda essenzialmente la modalità stradale, particolarmente in ambito urbano; ma anche la modalità ferroviaria e quella aerea ne soffrono in qualche misura.

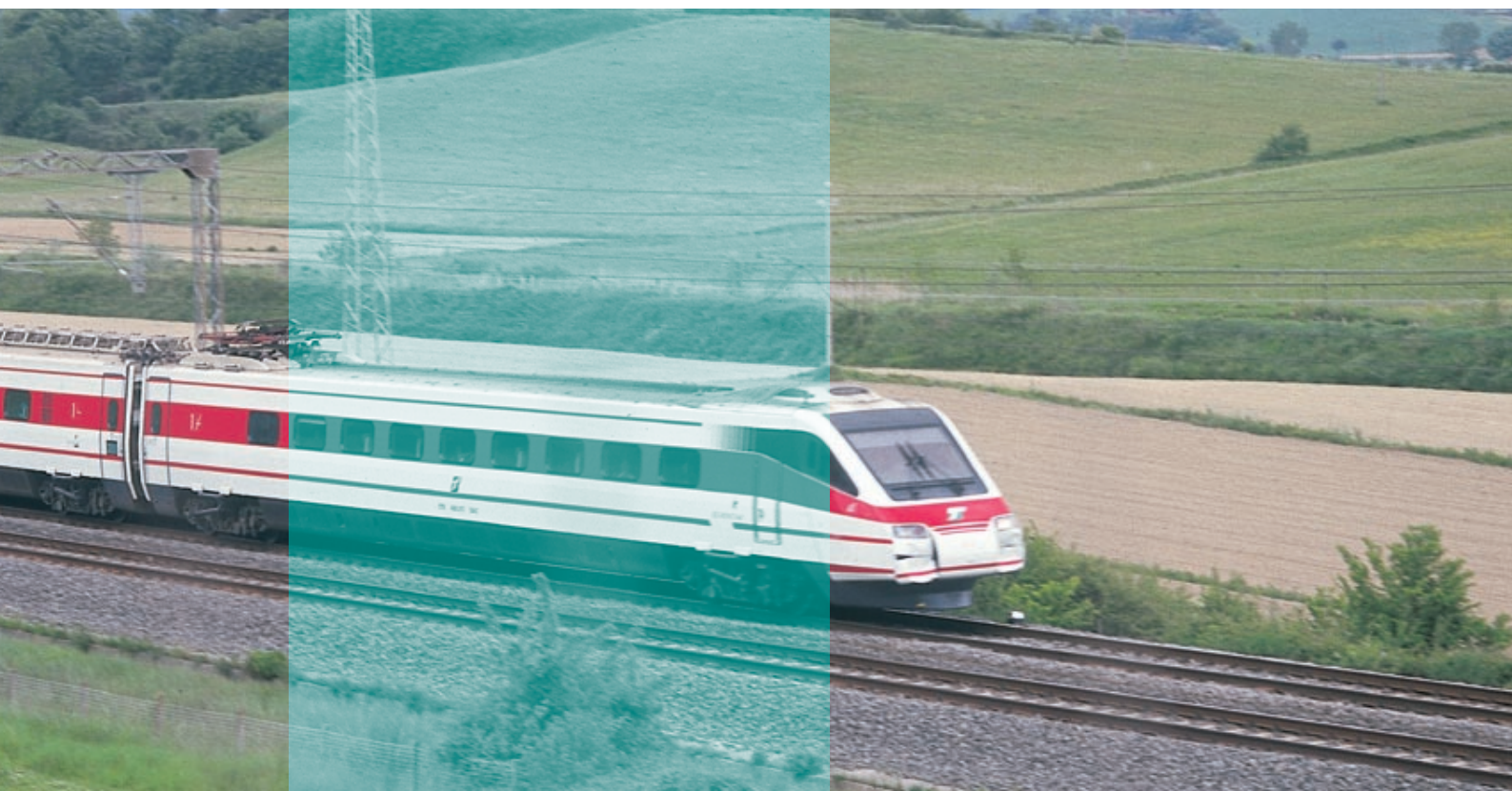


Mentre nel caso della strada i danni della congestione sono generalmente imputabili ai soggetti che determinano il traffico veicolare (e non ai soggetti pianificatori/gestori delle infrastrutture), nel caso della rotaia e dell'aereo i soggetti responsabili sono i pianificatori dell'uso delle infrastrutture e i gestori dei servizi di trasporto.

Si ha congestione quando il traffico non può essere adeguatamente assorbito dalla capacità dell'infrastruttura; quando cioè il tempo di percorrenza dei tragitti supera il valore che avrebbe se i flussi di traffico fossero "normali". I costi della congestione comprendono costi diretti, come il costo del tempo perso e i maggiori consumi di energia, e costi indiretti, come il costo-opportunità del tempo perso, i costi causati a terzi in conseguenza dei ritardi, i costi per l'ambiente. Nel caso della strada, gli effetti della congestione sugli spostamenti dei

veicoli privati sono: tempi di percorrenza più lunghi e di durata incerta; maggior consumo di carburante; maggiori costi di manutenzione dei veicoli; aumento dell'inquinamento. Risultano particolarmente vulnerabili alle situazioni di congestione i veicoli che non possono modificare il proprio percorso ma devono rispettare un itinerario prestabilito, tipicamente i veicoli ad uso collettivo; in questo caso la congestione comporta, oltre alla diminuzione della velocità commerciale, una irregolarità nei tempi di attesa e di viaggio degli utenti, un maggiore logorio dei veicoli nonché la necessità di sovradimensionare il parco e, quindi, tutte le strutture e le attività connesse.

Gli effetti della congestione riguardano anche la qualità della vita; sono tali gli effetti sul sistema nervoso e sul comportamento dei soggetti coinvolti, e così pure gli effetti sulla



frequenza e sulla qualità delle attività urbane (professionali, culturali, ecc.).

E' ormai riconosciuta anche a livello istituzionale, pur se non condivisa in alcuni ambienti, l'opportunità di internalizzare i costi della congestione per tutte le modalità. Tali costi, infatti, ricadono sull'intera collettività; questo è ovvio nel caso della modalità ferroviaria e aerea, ma è altrettanto evidente per la congestione stradale. Non è condivisibile la tesi secondo cui i danni della congestione stradale non producono costi esterni, in quanto ricadrebbero all'interno del "club degli utenti", al tempo stesso responsabili e vittime del fenomeno (si tratterebbe cioè di costi "interni", sopportati dagli stessi soggetti che li provocano). A parte l'indubbia esistenza di pesanti effetti negativi anche su soggetti estranei al "club", la tesi non è condivisibile in quanto *gli utenti sono parte integrante della col-*

lettività. Applicare un'analogia tesi alla valutazione delle conseguenze degli incidenti stradali, o dell'inquinamento, porterebbe a dividere le vittime in due categorie, utenti di veicoli a motore e non utenti, e a considerare "esterni" solo i danni subiti da questi ultimi: criterio evidentemente improponibile.

L'aumento dei tempi di trasporto conseguente alla congestione, così come ogni altro suo effetto (ritardi e disagi a tutti coloro che sono in relazione sociale con i soggetti coinvolti, aumento dei consumi di energia, maggiore inquinamento, ecc.) non viene captato dal sistema dei prezzi. A maggior ragione, quindi, gli effetti della congestione, da chiunque sopportati, costituiscono una esternalità. Tra questi effetti, si è cercato di quantificare il più evidente: il tempo perso dagli utenti. Si sottolinea che limitarsi a valutare questo effetto porta sicuramente a una notevole sot-

tostima, in quanto i danni legati agli altri effetti sono complessivamente molto ingenti e probabilmente dello stesso ordine di grandezza; basti pensare agli effetti sulla salute, al tempo perso dai non utenti, al danno economico conseguente alla ritardata consegna delle merci.

Per tutte e tre le modalità di trasporto esaminate la quantificazione del tempo perso dagli utenti a causa dei fenomeni di congestione è risultata difficoltosa. Nonostante l'esistenza di una vasta letteratura e l'attenzione dedicata a questo problema dall'Unione Europea, si tratta della esternalità sulla quale i dati di base sono più carenti.

7.1. Congestione. STRADA

Per quanto riguarda la strada, sulla base di alcuni rilevamenti effettuati in alcune realtà italiane, è stata comunque costruita una metodologia semplificata che tenta di valutare l'ammontare complessivo annuo delle ore perse per congestione in tutte le città italiane con più di 20.000 abitanti. Le città sono state divise in tre categorie (oltre 500.000 abitanti; tra 100.000 e 500.000 abitanti; tra 20.000 e 100.000 abitanti) e caratterizzate in base alla densità territoriale di autovetture circolanti. Da questa indagine è emerso un dato interessante, e cioè che, nonostante il numero di autovetture circolanti per km² sia molto diverso nelle tre categorie (rispettivamente, nel rapporto 6:2:1), la cosiddetta "densità di circolazione" è praticamente identica: 1,7 abitanti/autovettura. Per le tre categorie di città indicate, le ore perse per congestione risultano rispettivamente pari a 1.224 milioni, 333 milioni e 473 milioni, per un totale di

2,03 miliardi. Non disponendo di alcun dato sulle ore perse per congestione in ambiti diversi da quello urbano, esse non sono state valutate, sottostimando ulteriormente i costi esterni.

7.2. Congestione. ROTAIA

La valutazione del tempo perso (per ritardi imputabili a cause di servizio) dagli utenti delle ferrovie è stata effettuata, anche in questo caso con criteri semplificati, a partire dalla distribuzione media dei ritardi in arrivo dei treni viaggiatori dichiarata dalle Ferrovie dello Stato (ritardo in arrivo inferiore a 5 minuti, 84%; compreso fra 5 e 15 minuti, 12%; superiore a 15 minuti, 4%). Adottando opportune assunzioni circa i ritardi sull'intero percorso e combinando questi dati con quelli relativi al numero medio di passeggeri per treno e al percorso medio di un passeggero, si è giunti a una stima del tempo totale annuo perso dagli utenti delle Ferrovie dello Stato pari a 7,2 milioni di ore. Con criteri analoghi abbiamo valutato il tempo perso dagli utenti delle Ferrovie concesse: 2,5 milioni di ore.

7.3. Congestione. AEREO

Per quanto riguarda il trasporto aereo, la mancanza di dati è aggravata dal fatto che le cause dei ritardi possono essere imputabili a tre diverse categorie di soggetti: enti preposti al controllo del traffico (a livello nazionale ed europeo),

compagnie aeree, società di servizi aeroportuali. Un ritardo iniziale, a qualunque soggetto imputabile, si ripercuote in modo complesso sulle attività degli altri soggetti e può provocarne altri di entità anche molto superiore in un processo a catena difficilmente controllabile, in cui le responsabilità si intrecciano e si sovrappongono. Fino al 1997, l'ENAV (Ente Nazionale di Assistenza al Volo) rendeva pubblico l'indice di puntualità dei voli in partenza dagli aeroporti italiani, rilevato analizzando i ritardi esclusivamente causati dal sistema di controllo del traffico; ma successivamente non ha più reso noto questo dato, che peraltro viene sicuramente monitorato e aggiornato. Le nostre valutazioni si sono basate su un dato di fonte Alitalia, secondo cui il 12% dei voli di questa compagnia in partenza dagli aeroporti italiani ha avuto un ritardo superiore ai 15 minuti. Estendendo il dato agli altri operatori e formulando opportune assunzioni circa la distribuzione dei ritardi per classi di entità crescente, il tempo recuperabile durante il volo e l'occupazione media degli aerei, è stato stimato che il tempo complessivamente perso per ritardi dagli utenti del trasporto aereo sia stato, nel 1999, pari a 1,3 milioni di ore.

7.4. La valutazione monetaria

I valori monetari adottati per la valutazione del danno sono stati desunti, in analogia alle procedure seguite per l'incidentalità, da dati macroeconomici forniti dalla Banca d'Italia. Questi consentono di attribuire un valore al tempo perso dagli utenti del trasporto, distinguendo tra individui occupati e non occupati, e quindi di valutare il costo esterno complessivo causato

dalla congestione. Nel caso della strada, il monte ore perso è stato distribuito tra gli utenti di autovetture, mezzi pubblici e veicoli merci in ragione dei rispettivi volumi di traffico in ambito urbano risultanti dalle tabelle 1 e 2; gli utenti delle due ruote sono stati esclusi, nell'assunzione che questo tipo di veicolo non sia né responsabile né vittima del fenomeno della congestione. Per i veicoli merci è stata assunta un'occupazione pari a 1,5 persone/veicolo; le persone a bordo di questi veicoli sono state considerate tutte appartenenti alla categoria degli individui occupati. La probabilità che le ore perse per congestione dagli individui occupati siano ore lavorative è stata stimata minore di 1 per autovetture e mezzi pubblici, pari a 1 per i veicoli merci. Il costo complessivo risultante è stato infine imputato alla responsabilità delle varie categorie di veicoli in proporzione alle rispettive percorrenze in ambito urbano, ponderate secondo opportuni fattori in funzione dell'occupazione di spazio. Per treni ed aerei, la responsabilità è stata interamente attribuita al trasporto passeggeri sebbene, specialmente nel caso dei treni, una quota di responsabilità sarebbe a rigore da attribuire al trasporto merci. La Tabella 28 fornisce i risultati delle elaborazioni brevemente descritte. Per ciascuna modalità e categoria di veicolo sono indicati il tempo complessivamente perso dagli utenti e il relativo costo esterno. Risulta evidente il grande divario tra treno, aereo e la modalità stradale, alla quale è da ascrivere la quasi totalità dei danni riversati sulla collettività da questa esternalità.

Il confronto tra le modalità è più significativo se effettuato in termini di costi specifici (Figura 8). Nell'ambito del trasporto passeggeri, la responsabilità maggiore è delle autovetture; rotaia e aereo generano costi specifici irrilevanti,

TABELLA 28

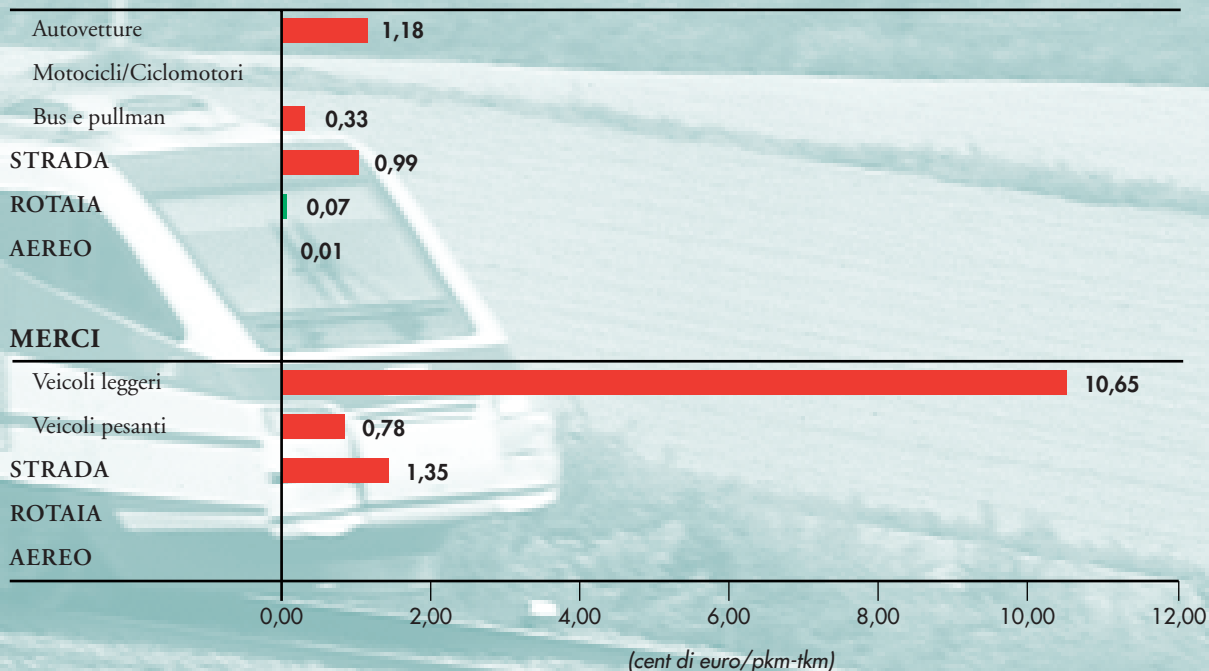
Strada, rotaia, aereo.**Tempo perso degli utenti e costi esterni della congestione nel 1999**

	Tempo perso (Milioni di ore)	Costi esterni (10 ⁶ euro)	(%)
STRADA	2.029,7	11.147	99,6
Trasporto passeggeri	1.822,8	7.815	69,8
Uso privato	1.607,8	7.508	67,1
Autovetture	1.607,8	7.508	67,1
Motocicli	-	-	-
Ciclomotori	-	-	-
Uso collettivo - Bus e pullman	215,0	307	2,7
Trasporto merci	206,8	3.332	29,8
Veicoli leggeri	139,7	1.513	13,5
Veicoli pesanti	67,2	1.819	16,3
ROTAIA	9,7	36	0,3
Trasporto passeggeri	9,7	36	0,3
Trasporto merci	-	-	-
AEREO	1,3	6	0,1
Trasporto passeggeri	1,3	6	0,1
Trasporto merci	-	-	-
TOTALE GENERALE	2.040,7	11.188	100,0

Fonte: elaborazione Amici della Terra.

FIGURA 8
Costi esterni specifici della congestione

PASSEGGGERI



Fonte: elaborazione Amici della Terra.

che rimarrebbero molto inferiori a quelli dei veicoli stradali anche se si arrivasse a una loro stima più completa. Nell'ambito del trasporto merci, risalta ancora una volta la grande responsabilità dei veicoli leggeri addetti alla distribuzione, che provocano costi specifici molte volte superiori a quelli dei veicoli pesanti. Rispetto alle stime relative al 1997, il monte ore perse per congestione stradale, e ancor di più il relativo costo esterno, risultano inferiori. Con questo non si intende sostenere che il fenomeno della congestione stradale (che è stato valutato solo in ambito urbano) sia effettivamente diminuito nella stessa misura, anche se in alcune città le condizioni di circolazione tendono leggermente a migliorare in questi ultimi

anni. Il motivo per cui le stime relative al 1999 portano a risultati inferiori è dovuto alla sensibilità del modello utilizzato a diversi fattori e in particolare ai due seguenti: la percentuale di privati che si spostano con veicoli a due ruote (che, come abbiamo detto, si assume non contribuiscano alla congestione) e la percorrenza complessiva dei veicoli merci in ambito urbano (che il COPERT relativo al 1997 aveva sovrastimato, come è risultato dalla revisione effettuata nel 2001). Il maggior impiego delle due ruote è un fatto reale; la riduzione delle percorrenze urbane dei veicoli merci è opinabile, ma comunque ha influito sul modello nel senso di ridurre il monte ore e il costo esterno, che probabilmente erano sovrastimati nel 1997.

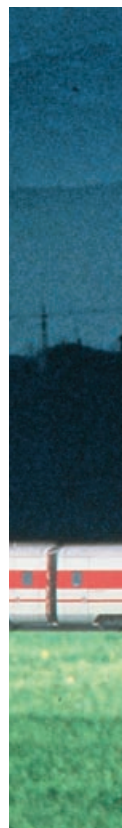
8. I costi esterni della mobilità

In questo paragrafo viene fornito un quadro d'insieme dei costi esterni della mobilità, ottenuto dalla somma dei risultati relativi alle cinque categorie di esternalità esaminate. E' importante sottolineare che il quadro di seguito esposto rappresenta una stima per difetto per tre serie di motivi:

1. a causa della mancanza di dati o di conoscenze sufficientemente fondate sugli impatti, alcune delle cinque categorie di esternalità non sono state analizzate in modo completo;
2. seguendo uno schema ormai tradizionale, questo Rapporto si è limitato a considerare gli impatti del più importante tra i prodotti ausiliari necessari all'esercizio dei veicoli (carburanti ed energia elettrica per trazione), trascurando gli impatti legati all'uso di molti altri prodotti ausiliari;
3. oltre alle cinque esternalità analizzate, all'esercizio dei veicoli sono direttamente associate altre esternalità che lo studio non ha considerato.

Per quanto riguarda il primo punto, si ricorda ad esempio che, nel caso del trasporto aereo non sono state contabilizzate tutte le

emissioni di gas serra e di gas precursori di gas serra; non sono state stimate le emissioni di metalli pesanti, tra cui il piombo, da traffico stradale, né si è tenuto debito conto della perdita di efficacia della marmitta catalitica dopo un certo chilometraggio; le stime dei danni dell'inquinamento atmosferico sono state essenzialmente limitate agli effetti sulla salute, trascurando ad esempio i danni ai monumenti e al patrimonio storico-architettonico, presumibilmente molto elevati in un Paese come l'Italia; nel caso della congestione, la valutazione non ha preso in considerazione il tempo perso dai soggetti non direttamente coinvolti, né i danni legati alla ritardata consegna delle merci, né gli effetti sulla salute e sulla qualità della vita o ancora le maggiori emissioni di gas serra e di inquinanti.





Quanto alla seconda ragione di sottostima, è da notare che le analisi relative ai gas serra e all'inquinamento atmosferico riguardano precisamente il consumo del più importante tra i cosiddetti prodotti ausiliari necessari alla mobilità dei veicoli: carburanti (nel caso dei veicoli stradali, dei locomotori diesel e degli aerei) ed elettricità (nel caso di tutti i veicoli su rotaia a trazione elettrica).

L'uso di questi prodotti comporta, come si è visto, ingenti impatti sull'ambiente e sulla salute, ed è certamente per questo motivo che su queste esternalità si sono concentrate le ricerche da alcuni decenni.

Ma l'esercizio dei veicoli delle tre modalità comporta, in un anno, l'immissione sul mercato e l'uso di molti altri prodotti ausiliari, i cui impatti sono stati finora indagati con minore attenzione e raramente quantificati. Oli e grassi lubrificanti, pneumatici, batterie, fluidi frigoriferi per climatizzazione vengono consumati e dispersi nell'ambiente

in quantità notevoli, essenzialmente dai veicoli su strada; la verniciatura per manutenzione dei veicoli, lo spargimento di sale anti-gelo sulle strade e l'impiego di diserbanti lungo i binari sono altri esempi di attività che certamente non sono esenti da effetti negativi sull'ambiente.

A titolo di esempio, notiamo che ogni anno il parco circolante dei veicoli stradali richiede, in Italia, un quantitativo di pneumatici di ricambio pari a circa 300.000 tonnellate, di cui oltre 60.000 finiscono sotto forma di polvere nell'ambiente (mediamente un pneumatico per autovettura perde per usura durante la sua vita 1,5 kg del suo peso); si tratta di un notevole quantitativo (superiore alle emissioni di PM_{10} allo scarico dei motori) che, unitamente alla polvere derivante dall'abrasione del manto stradale, in parte si disperde in atmosfera e in parte finisce nelle acque e nei suoli in seguito al dilavamento della superficie stradale per pioggia.



Infine, di seguito sono brevemente descritte alcune categorie di esternalità diverse dalle cinque tradizionalmente analizzate, per le quali la letteratura offre spunti e informazioni interessanti ma ancora insufficienti ad effettuare una valutazione monetaria adeguata.

- Danni associati all'occupazione di spazio. L'occupazione di spazio da parte dei veicoli rappresenta un grave problema sociale, soprattutto in ambito urbano.

In Italia, il problema è particolarmente sentito, dato l'elevatissimo rapporto auto-veicoli/popolazione (0,55 auto/abitante) e la struttura dei contesti urbani.

Il problema dell'occupazione di spazio andrebbe più propriamente affrontato nell'ambito di uno studio sulle esternalità delle infrastrutture dei trasporti.

- Danni agli edifici e alla salute causati dalle vibrazioni dei mezzi di trasporto. Anche in questo caso si tratta di un problema prevalentemente urbano.

Diversi studi mettono in evidenza che le vibrazioni, imputabili soprattutto al passaggio di veicoli pesanti su strade non concepite per questo scopo, hanno effetti negativi sugli edifici, che possono andare da semplici fessurazioni a veri e propri guasti strutturali. Gli effetti sulla salute umana sono stati oggetto di poche indagini sistematiche.

- Inquinamento dei suoli, delle acque superficiali e delle acque di falda.

Si tratta di esternalità essenzialmente legate all'uso di prodotti ausiliari diversi dai prodotti energetici, come accennato in precedenza.

Il cocktail di inquinanti presente nelle

acque di dilavamento del manto stradale, sia in ambito urbano che extraurbano, è stato oggetto di numerosi studi negli Stati Uniti e in alcuni Paesi europei e può danneggiare seriamente la qualità dei suoli e delle acque.

- Effetti negativi sulla qualità della vita.

Il traffico stradale nelle città ostacola la mobilità di pedoni e ciclisti, e può addirittura indebolire o impedire le relazioni sociali, specialmente di alcune categorie di cittadini (è quello che in letteratura viene chiamato "effetto separazione"); alcuni studi tedeschi hanno tentato una quantificazione monetaria del danno.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità afferma che l'uso esagerato dell'automobile, oltre ad avere effetti negativi dal punto di vista psicologico, costituisce un importante fattore di rischio per l'insorgenza di malattie cardio-circolatorie, diabete, ipertensione e obesità, e che questi danni possono essere quantificati in termini monetari.



- Inquinamento elettromagnetico. Si tratta di un problema che potrebbe riguardare la modalità su rotaia, ma la debolezza degli indizi su possibili effetti sanitari, sia a breve che a lungo termine, dei campi elettromagnetici a bassa frequenza spinge a considerare eccessiva la precauzione dimostrata in materia dal legislatore italiano e comunque non consente alcun tentativo di quantificazione dei danni.

Tutto ciò premesso, vengono di seguito brevemente commentati i risultati complessivi di questo Quarto Rapporto.

La Tabella 29, ottenuta combinando le tabelle parziali dei paragrafi precedenti, fornisce i costi esterni delle cinque categorie esaminate e i costi totali.

Il valore complessivo è di 100.450 milioni di euro, dei quali 94.980 milioni di euro (il 94,5 %) sono imputabili alla modalità stradale.

Le esternalità più gravi sono quelle provocate dall'inquinamento atmosferico e dagli incidenti, per i quali la voce di costo più pesante è la mortalità; in queste due categorie la responsabilità della strada è ancora maggiore: il 96,8% per l'inquinamento e addirittura il 99,4% per gli incidenti.

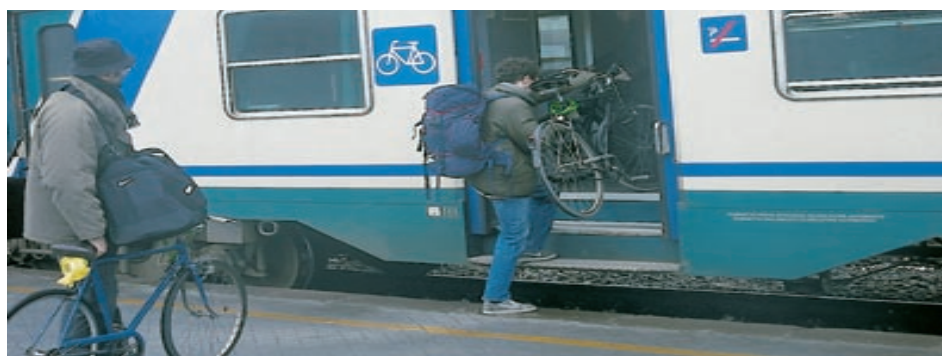


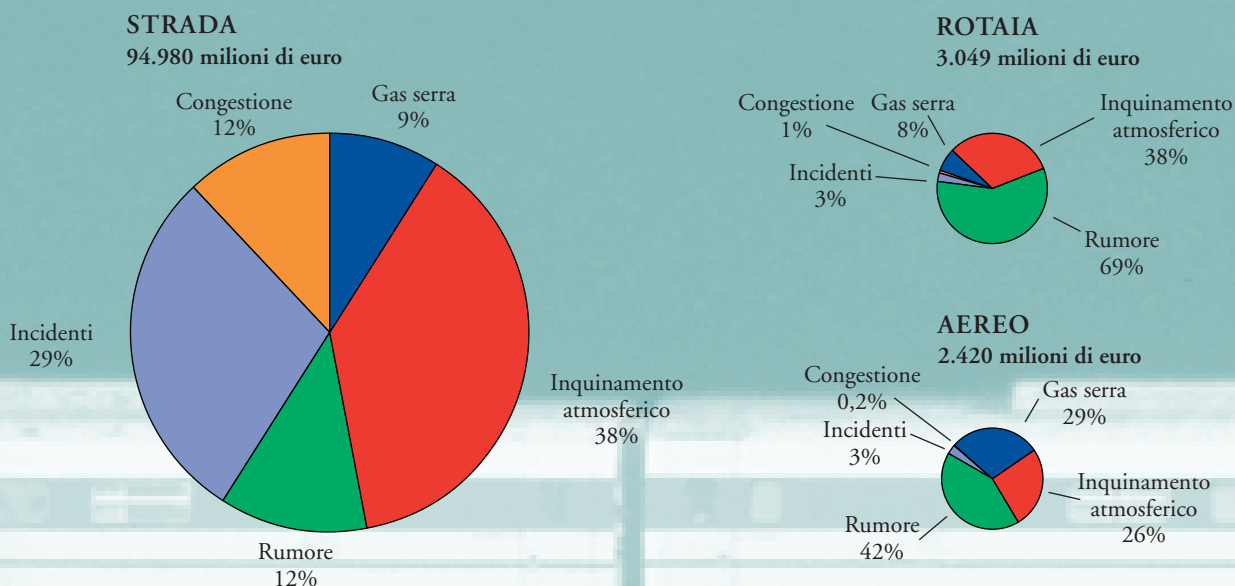
TABELLA 29

Costi esterni imputabili, nel complesso, alla mobilità nel 1999 (10⁶ euro)

	Gas serra	Inquinamento atmosferico	Rumore	Incidenti	Congestione	TOTALE
STRADA	8.412	36.628	11.066	27.727	11.147	94.980
Trasporto passeggeri	5.846	18.704	5.907	25.829	7.815	64.101
Uso privato	5.618	17.100	5.559	25.580	7.508	61.364
Autoveicoli	5.311	16.064	3.334	20.341	7.508	52.557
Motocicli	143	306	944	1.562	-	2.955
Ciclomotori	164	730	1.281	3.677	-	5.852
Uso collettivo - Bus e pullman	228	1.604	348	249	307	2.736
Trasporto merci	2.566	17.924	5.159	1.898	3.332	30.879
Veicoli leggeri	743	6.423	1.744	959	1.513	11.382
Veicoli pesanti	1.823	11.501	3.415	939	1.819	19.498
ROTAIA	234	590	2.095	94	36	3.049
Trasporto passeggeri	154	432	1.078	81	36	1.781
Trasporto merci	81	158	1.016	13	-	1.268
AEREO	708	630	998	79	6	2.421
Trasporto passeggeri	644	573	908	79	6	2.210
Trasporto merci	64	57	90	-	-	211
TOTALE	9.355	37.848	14.158	27.900	11.188	100.450

Fonte: elaborazione Amici della Terra.

FIGURA 9
Strada, rotaia, aereo. Costi esterni della mobilità
ripartiti per categoria di externalità



La Figura 9 e la Figura 10 forniscono gli stessi risultati ripartiti, per ciascuna delle tre modalità, per categorie sia di veicoli che di externalità. Nell'ambito della modalità stradale, esse mettono in luce che i due terzi del costo complessivo sono imputabili al trasporto passeggeri (essenzialmente autovetture e due ruote, cioè i mezzi privati); inquinamento e incidenti contribuiscono per oltre i due terzi, mentre le altre externalità (gas serra, rumore e congestione) sono responsabili, in parti circa eguali, dell'altro terzo.

Per quanto riguarda le modalità su rotaia e aereo, la ripartizione tra passeggeri e merci riflette le assunzioni adottate in proposito per le varie categorie di externalità; la ripartizione per externalità attribuisce una responsabilità prevalente al rumore, in

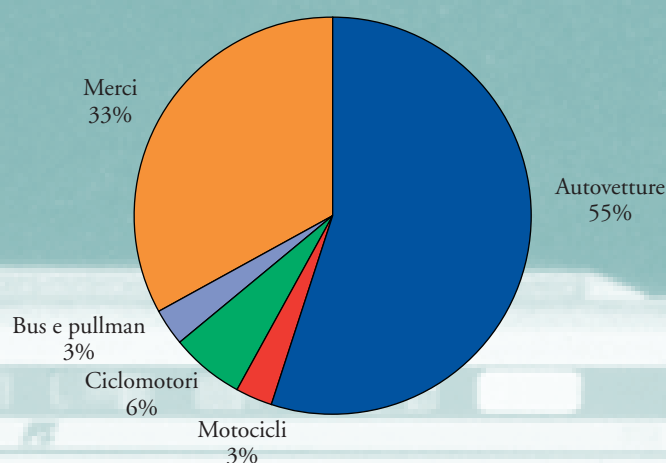


FIGURA 10

Strada, rotaia, aereo. Costi esterni della mobilità ripartiti per categoria di veicolo

STRADA

94.980 milioni di euro



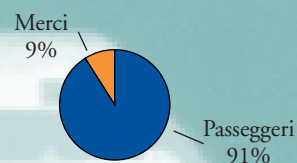
ROTAIA

3.049 milioni di euro



AEREO

2.420 milioni di euro

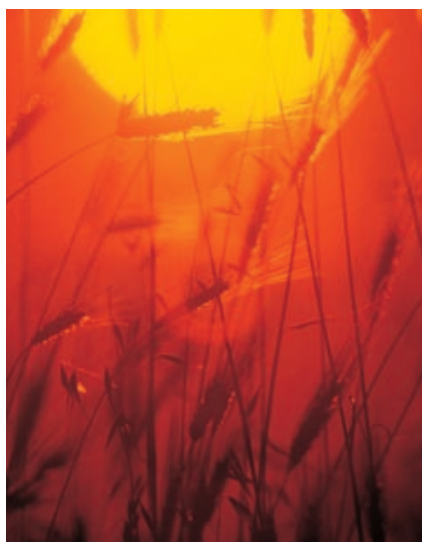


modo particolare nel caso della rotaia (a proposito della quale sono già stati evidenziati i criteri conservativi nella quantificazione monetaria dei costi). Sia per la rotaia che per l'aereo spicca l'esiguità del contributo degli incidenti (che è un fatto certo) e della congestione (che invece potrebbe essere il risultato della carenza di dati, specialmente per l'aereo).

Confrontando questi risultati con quelli ottenuti nei Rapporti precedenti per il 1997, si può constatare un aumento del costo esterno dei gas serra, dovuto alla modalità aerea e soprattutto a quella stradale; mentre il costo dell'inquinamento atmosferico sarebbe diminuito di 3.615 milioni di euro in virtù delle minori emissioni degli inquinanti più pericolosi (PM_{10} , NO_x , COVNM) da parte dei veicoli stradali.



L'affidabilità di questo risultato, che sarà interessante verificare nei prossimi anni, è direttamente legata alla bontà del modello COPERT il quale, come già detto, probabilmente sottostima le emissioni di NO_x e COVNM delle auto catalizzate in circolazione da diversi anni (mentre la diminuzione delle emissioni di PM_{10} è dovuta al miglioramento dei motori diesel sia sulle autovetture che sui veicoli merci). Per quanto riguarda il rumore, la valutazione è praticamente invariata e potrà essere perfezionata solo in presenza di dati di base più precisi. Il costo esterno degli incidenti è quasi esclusivamente legato alla strada: nel 1997 erano stati stimati 7.969 morti e 398.314 feriti (in realtà le statistiche definitive recentemente pubblicate dichiarano per quell'anno 7.806 morti); nel 1999, i morti stimati sono 7.861 e i feriti 465.546; in termini monetari, la lieve flessione nel numero dei morti è quasi compensata dal notevole aumento del numero di feriti. Dei motivi che hanno portato a stimare, per la congestione, un costo esterno minore di quello del 1997 si è già detto in precedenza.



La sintesi più efficace dei risultati dello studio è rappresentata dai costi specifici, cioè per passeggero x chilometro o tonnellata x chilometro, delle diverse categorie di veicoli.

Essi sono forniti dalla Tabella 30 in forma analitica (cioè scomposti nei valori parziali delle singole esternalità) e in forma grafica, più adatta a un immediato confronto, dalla Figura 11.

Sia la Tabella che la Figura riportano valori medi relativi all'intera realtà nazionale; per alcune esternalità sono state elaborate tabelle più dettagliate (che per necessità di sintesi non vengono esposte) che distinguono tra ambito urbano ed extraurbano, o forniscono i costi esterni riferiti al veicolo x chilometro, o disaggregano le autovetture e i mezzi pubblici su gomma in più sottocategorie.

Nel caso del rumore, infine, vengono riportati anche i costi esterni dello studio INFRAS del 1995. Per quanto riguarda il trasporto passeggeri, la modalità che presenta i minori costi esterni è la rotaia (3,62 cent di euro o 2,0 cent di euro secondo lo studio INFRAS), seguita dall'aereo e - ben distanziata - dalla strada.

Il costo specifico della rotaia risulta superiore a quello stimato per il 1997 (3,0 cent di euro/pkm) a causa della sensibile diminuzione del volume di traffico a cui il costo assoluto è rapportato. Tale diminuzione in parte corrisponde ad una effettiva contrazione dei "viaggiatori x km paganti" registrata, tra il 1997 e il 1999, dalle Ferrovie dello Stato, in parte è fittizia, in quanto dipende dalla diversa metodologia di rilevamento utilizzata nei due anni analizzati.

Tra i veicoli stradali, i migliori sono gli autobus e i pullman, caratterizzati da un costo specifico leggermente inferiore a quello della rotaia; le autovetture hanno un costo specifico

di 8,23 cent di euro, quasi il triplo dei mezzi pubblici e più che doppio rispetto alla rotaia. La prestazione peggiore è quella delle due ruote (11,85 cent di euro per le moto, 17,30 cent di euro per i ciclomotori), essenzialmente a causa degli incidenti e del rumore. Nel loro complesso, i veicoli stradali ad uso privato (autovetture, motocicli e ciclomotori) presentano un costo specifico di 8,80 cent di euro, esattamente il triplo dei mezzi pubblici. Ciò conferma la necessità di razionalizzare l'uso dei mezzi privati e di promuovere efficienti reti di trasporto collettivo.

A proposito dell'aereo va sottolineato che la distinzione tra voli nazionali e voli internazionali renderebbe i primi molto meno competitivi rispetto alla rotaia di quanto appaia dal dato aggregato; infatti, più il volo è breve, maggiore è l'incidenza chilometrica delle forti esternalità che si concentrano nelle fasi di decollo e atterraggio (cicli LTO).

Nell'ambito del trasporto merci, è ancora la rotaia che presenta la prestazione migliore (5,19 cent di euro o 1,9 cent di euro secondo lo studio INFRAS del 1995); tra le esternalità che concorrono a questo costo specifico, il rumore contribuisce per l'80% (o il 50% secondo lo studio INFRAS) ed è su questa circostanza che occorrerebbe un serio approfondimento, supportato da ricerche specifiche e campagne di misura.

L'aereo ha un costo esterno specifico triplo rispetto alla rotaia, ma il confronto tra rotaia e aereo non è significativo in quanto il trasporto delle merci via aerea riguarda settori particolari ed è giustificato da altre considerazioni.

E' invece significativo il confronto della rotaia con i veicoli merci su gomma, che nel loro insieme presentano un costo per 1 tkm di 12,51 cent di euro, pari a circa due volte e

mezzo quello della rotaia; la sola componente di responsabilità dell'inquinamento atmosferico (7,26 cent di euro/tkm) supera abbondantemente il costo esterno specifico complessivo della rotaia. Anche limitando il confronto, come è più corretto, ai soli veicoli pesanti (cioè escludendo la distribuzione delle merci effettuata con i veicoli leggeri) appare evidente la migliore prestazione della rotaia, specialmente se si guarda alle due componenti più dannose per la sicurezza e la salute delle persone (inquinamento e incidentalità: rotaia 0,70 cent di euro/tkm, veicoli pesanti 5,37).

Queste cifre dimostrano l'urgenza e l'opportunità di avviare serie politiche per trasferire quote di traffico merci da strada a rotaia, avvicinando l'Italia alle condizioni di alcuni Paesi esteri, come Svezia, Svizzera, Francia e Germania.

L'altra indicazione forte che deriva dalla Tabella 30 è l'urgenza di attuare interventi di razionalizzazione nel settore dei veicoli merci leggeri, caratterizzati, per tutte le esternalità, da costi esterni specifici eccezionalmente elevati, molto superiori a quelli di tutte le altre categorie di veicoli.



TABELLA 30

**Costi esterni specifici imputabili, nel complesso,
alla mobilità nel 1999 (cent euro/pkm - tkm)**

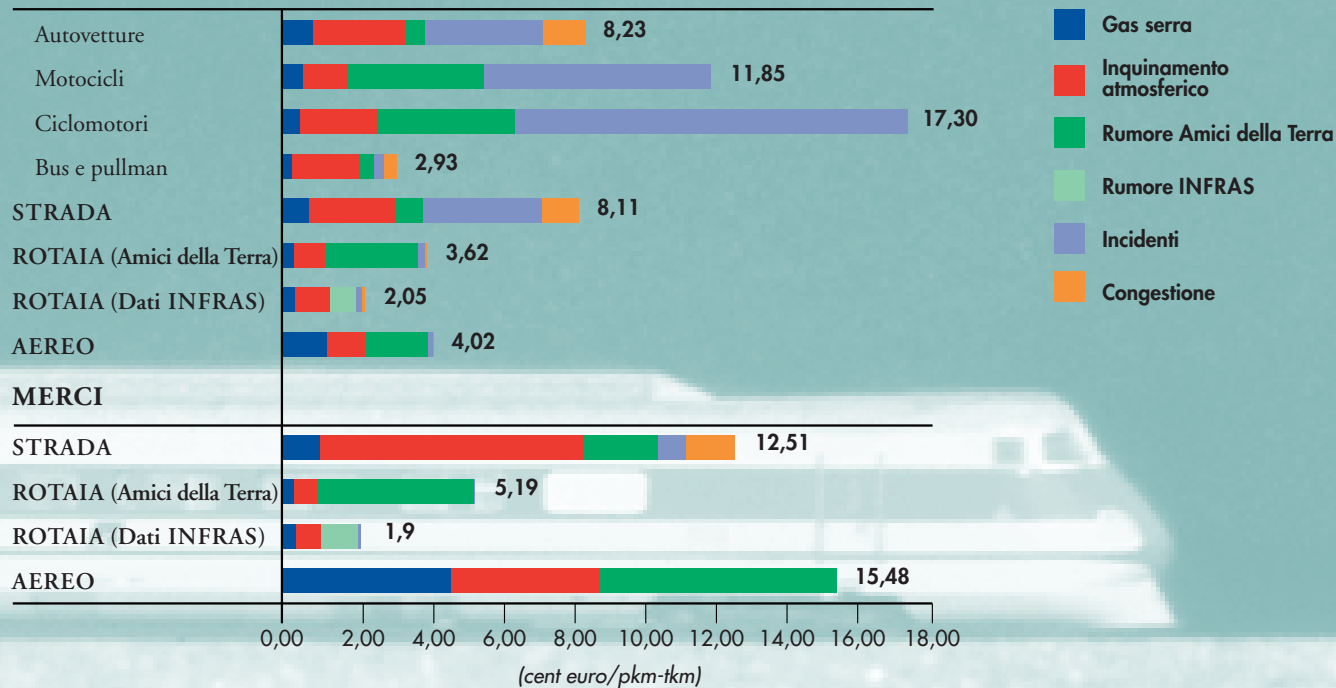
	Gas serra	Inquinamento atmosferico	Rumore	
			Amici della Terra	Infras '95
STRADA				
Trasporto passeggeri	0,74	2,37	0,75	0,45
Uso privato	0,81	2,45	0,80	-
Autovetture	0,83	2,52	0,52	0,47
Motocicli	0,57	1,23	3,79	1,27
Ciclomotori	0,49	2,16	3,79	1,27
Uso collettivo - Bus e pullman	0,24	1,72	0,37	0,12
Trasporto merci	1,04	7,26	2,09	0,61
Veicoli leggeri	5,23	45,22	12,28	3,39
Veicoli pesanti	0,78	4,94	1,47	0,50
ROTAIA				
Trasporto passeggeri	0,31	0,88	2,46	0,62
Trasporto merci	0,33	0,65	4,16	0,94
AEREO				
Trasporto passeggeri	1,17	1,04	1,65	0,69
Trasporto merci	4,69	4,18	6,61	2,47

Fonte: elaborazione Amici della Terra.

Incidenti	Congestione	TOTALE	
		Amici della Terra	Infras '95
3,27	0,99	8,11	7,81
3,67	1,08	8,80	8,00
3,19	1,18	8,23	8,18
6,26	-	11,85	9,33
10,87	-	17,30	14,78
0,27	0,33	2,93	2,68
0,77	1,35	12,51	11,03
6,75	10,65	80,14	71,25
0,40	0,78	8,38	7,41
0,16	0,07	3,62	2,05
0,05	-	5,19	1,97
0,14	0,01	4,02	3,06
-	-	15,48	11,34

FIGURA 11
Costi esterni specifici della mobilità nel 1999

PASSEGGERI



Fonte: elaborazione Amici della Terra.



Elenco delle unità di misura e dei simboli chimici

°C	Gradi centigradi
B(a)P	Benzo(a)Pirene (idrocarburo policiclico aromatico)
CFC	Clorofluorocarburi
CH ₄	Metano
CO	Ossido di Carbonio
CO ₂	Anidride Carbonica
COV	Composti organici volatili
COVNM	Composti organici volatili non metanici (diversi dal metano)
dB	Decibel (unità di misura del livello sonoro)
dB(A)	Decibel (misurati secondo la scala A)
G	Giga (=10 ⁹ = miliardo)
g	Grammo/i
g/kWh	Grammi/chilovattora
gep	Grammi equivalenti petrolio
gep/pkm	Grammi equivalenti di petrolio/passeggero x chilometro
gep/tkm	Grammi equivalenti di petrolio/tonnellata x chilometro
GPL	Gas di Petrolio Liquefatto
GWh	Gigavattora (pari a un milione di chilovattora)
H	Ora/e
h/ab	Ore/abitante
H ₂ O	Acqua (o vapor d'acqua)
HC	Idrocarburi incombusti
HCFC	Idroclorofluorocarburi
HFC	Idrofluorocarburi
Hz	Hertz
IPA	Idrocarburi policiclici aromatici
kcal	Chilocalorie
kg	Chilogrammo
kgep	Chilogrammi equivalenti di petrolio
kHz	Chilohertz
km	Chilometro
km ²	Chilometro quadrato
kt	Migliaia di tonnellate
ktep	Migliaia di tonnellate equivalenti di petrolio
kWh	Chilowattora
Leq dB(A)	Livello sonoro equivalente espresso in dB(A)

Leq(A)	Livello sonoro equivalente (misurato secondo la scala A)
Ln(A)	Livello sonoro statistico (misurato secondo la scala A)
Log	Logaritmo
L_p	Livello di pressione sonora
M lire,ML	Milioni di lire
M pass	Milioni di passeggeri
Mab	Milioni di abitanti
mg/pkm	Milligrammi/passeggero x chilometro
Mh	Milioni di ore
micron	Un milionesimo di metro
micropascal	Un milionesimo di Pascal
Mt	Milioni di tonnellate
Mtep	Milioni di tonnellate equivalenti di petrolio
Mtkm	Milioni di tonnellate x chilometro
N₂O	Protossido di azoto
NH₃	Ammoniaca
NO	Ossido di azoto
NO₂	Biossido di azoto
NO_x	Ossidi di azoto (miscela di NO + NO ₂)
O₂	Ossigeno
O₃	Ozono
p	Passeggero/i
Pb	Piombo
PFC	Perfluorocarburi
pkm	Passeggero x chilometro
PM	Particulate Matter (polveri)
PM₁₀	Polveri di dimensioni inferiori a 10 micron
PM_{2,5}	Polveri di dimensioni inferiori a 2,5 micron
p_o	Pressione sonora di riferimento (pari a 20 micropascal)
ppm	Parti per milione
SF₆	Esafluoruro di zolfo
SO₂	Anidride solforosa
t	Tonnellata
tep	Tonnellata equivalente di petrolio
tkm	Tonnellata x chilometro
TWh	Terawattora (un miliardo di chilowattora)
UT	Unità di Traffico = pkm + tkm
vkm	Veicolo x chilometro
μm	Micrometro (pari a un milionesimo di metro)
μg/m³	microgrammi/metro cubo

Pubblicazione a cura di

METROPOLIS

CENTRO SERVIZI DI COMUNICAZIONE

Piazza della Croce Rossa, 1

00161 Roma

telefono 0644105254

fax 0644104854

internet www.fs-on-line.it

e-mail editoria@fs-on-line.it

Stampa
Metrotipo SpA

2/2002 - 1.500