



ANPA

**Agenzia Nazionale per la
Protezione dell'Ambiente**

Mobilità sostenibile

Una proposta metodologica

Manuali e linee guida 8/2002

ANPA - Dipartimento Strategie Integrate, Promozione e Comunicazione



Informazioni legali

L'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente o le persone che agiscono per conto dell'Agenzia stessa non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 Roma

Dipartimento Strategie Integrate, Promozione e Comunicazione (INT)

www.anpa.it

© ANPA, Manuali e linee guida 8/2002

ISBN 88-448-0055-1

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Coordinamento ed elaborazione grafica

ANPA, Immagine

Grafica di copertina: Franco Iozzoli

Foto di copertina a cura di: Paolo Orlandi

Coordinamento tipografico

ANPA, Dipartimento Strategie Integrate Promozione e Comunicazione

Impaginazione e stampa

I.G.E.R. srl - Viale C. T. Odiscalchi, 67/A - 00147 Roma

Stampato su carta TCF

Finito di stampare nel mese di settembre 2002

Il presente rapporto è stato predisposto nel novembre 2001 da:

Mario Contaldi
Roberta Pignatelli

ANPA, settore Clima e ambiente globale, Dip. INT
consulente ANPA, settore Clima e ambiente globale, Dip. INT

Un particolare ringraziamento va all'ing. D. Gaudio per il prezioso contributo dato all'impostazione e alla stesura del documento.

Premessa

Nel 1990, le emissioni di anidride carbonica provenienti dai consumi energetici nel settore dei trasporti ammontavano a circa 1,25 miliardi di tonnellate, corrispondenti a un quinto delle emissioni totali dall'uso dei combustibili fossili; il loro incremento medio annuo è all'incirca del 2,5%. A livello mondiale, tra il 1973 e il 1990, i consumi energetici mondiali relativi al settore dei trasporti sono cresciuti più velocemente che in qualsiasi altro settore. Questo trend è destinato ad accentuarsi in futuro: secondo l'IPCC, di qui al 2100 le emissioni di anidride carbonica dal sistema dei trasporti potrebbero aumentare di una percentuale variabile dal 50 al 1100%.

Il settore dei trasporti è responsabile di altre importanti emissioni di gas-serra: quelle di protossido di azoto provenienti dai tubi di scappamento delle auto equipaggiati di catalizzatore, i clorofluorocarburi e gli idrofluorocarburi rilasciati dai sistemi di condizionamento dell'aria e gli ossidi di azoto emessi dagli aerei in prossimità della tropopausa (a queste altitudini, l'ozono prodotto dalle reazioni degli ossidi di azoto ha un forte potenziale di riscaldamento globale).

Oltre alle conseguenze sul sistema climatico, la mobilità è associata a una serie di impatti negativi, tra i quali la congestione, l'inquinamento, il rumore, gli incidenti, la dipendenza da una singola fonte di energia non rinnovabile, costituita dal petrolio.

La riduzione delle emissioni di gas-serra nel settore dei trasporti rappresenta una sfida impegnativa per il ruolo particolare che i viaggi e gli spostamenti delle merci svolgono nel permettere alla gente di soddisfare i propri bisogni personali, sociali ed economici. Il settore offre d'altra parte alcune interessanti opportunità di intervento, in particolare per quanto riguarda la progettazione dei veicoli e le caratteristiche dei combustibili. Il trasporto coinvolge molti stakeholders (attori sociali), inclusi gli utenti del trasporto privato e commerciale, i produttori di veicoli, i fornitori di combustibili, i costruttori di strade e infrastrutture, i pianificatori e fornitori di servizi. Le misure che riducono le emissioni di gas-serra da questo settore spesso minacciano gli interessi dell'uno o dell'altro di questi stakeholders. Le strategie di riduzione delle emissioni dei gas-serra provenienti da questo settore rischiano quindi il fallimento, se esse non tengono in dovuta considerazione gli interessi dei soggetti coinvolti e non offrono modi migliori di soddisfare i bisogni che sono alla base del movimento delle persone e delle merci. La scelta degli interventi specifici dipenderà quindi dalle opportunità economiche e tecnologiche a livello nazionale o locale.

Proprio per questo, le strategie di riduzione delle emissioni di gas-serra relative al settore dei trasporti privilegiano, almeno nelle fasi iniziali, quegli interventi che si giustificano sulla base di altri tipi di considerazioni, relative ad esempio alla competitività industriale, alla sicurezza energetica, alla qualità della vita o alla protezione dell'ambiente urbano.

Per valutare il contributo che le politiche dei trasporti possono offrire a questi obiettivi, è però necessario disporre di adeguati strumenti conoscitivi che rendano possibile il monitoraggio degli sviluppi del sistema dei trasporti e la valutazione dei possibili interventi. La scelta di questi strumenti deve essere il più possibile condivisa tra gli stakeholders, al fine di contribuire alla creazione di un largo consenso intorno alle misure da adottare.

Il contributo specifico di questo rapporto è quello di proporre una metodologia per il monitoraggio della sostenibilità del sistema dei trasporti attraverso la selezione di alcuni indicatori, definiti a partire dal lavoro di diverse organizzazioni internazionali, in particolare l'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE) e l'Agenzia Europea per l'Ambiente (AEA).



Gli indicatori selezionati possono contribuire a valutare le principali esternalità, fornire regolari aggiornamenti delle evoluzioni del settore e ad integrare gli aspetti ambientali nelle politiche di settore; infine, l'analisi della loro evoluzione può essere utilizzata per verificare caso per caso l'impatto di un determinato progetto sull'ambiente.

Essi possono essere utilizzati anche per verificare il rispetto di una serie di convenzioni internazionali relative all'inquinamento atmosferico e ai cambiamenti climatici, nonché delle normative relative agli impatti ambientali del settore.

Infine, oltre a fornire un contributo italiano alla ricerca internazionale sugli indicatori di sostenibilità del sistema dei trasporti, il presente documento vuole costituire una base conoscitiva per le amministrazioni locali coinvolte nei processi di Agenda 21 locale, con l'obiettivo di promuovere un approccio sistematico e il più possibile "standardizzato" alla predisposizione, all'attuazione e al monitoraggio delle politiche locali dei trasporti.

Indice

Premessa

Introduzione	1
---------------------	----------

PARTE I – IL CONCETTO DI MOBILITÀ SOSTENIBILE **3**

1. “MOBILITÀ SOSTENIBILE”: IL QUADRO CONCETTUALE, NORMATIVO E POLITICO (R. Pignatelli)	5
1.1 Il concetto di sviluppo sostenibile	5
1.2 La “sostenibilità” della politica dei trasporti	6
1.3 Il quadro di riferimento internazionale sullo sviluppo sostenibile nel settore dei trasporti	9
1.4 Il quadro di riferimento comunitario sulla mobilità sostenibile	11
1.5 Il quadro di riferimento italiano sulla mobilità sostenibile	15
2. UNA METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ (M. Contaldi, R. Pignatelli)	21
2.1 Indicatori TERM (proposta dell’Agenzia europea per l’ambiente)	22
2.2 Individuazione e proposta di un insieme di indicatori	24

PARTE II – LA SITUAZIONE IN ITALIA **27**

3 INDICATORI DEL SISTEMA DEI TRASPORTI NAZIONALE (M. Contaldi)	29
3.1 Tipologia degli indicatori calcolati	29
3.2 Indicatori di domanda ed intensità di trasporto	30
3.2.1 Crescita dei volumi di traffico (passeggeri e merci)	32
3.3 Indicatori su tecnologie ed uso efficiente del trasporto: consumi energetici	34
3.3.1 Consumi di energia nel trasporto urbano	35
3.3.2 Consumi di energia nel trasporto extraurbano	36
3.3.3 Consumi di energia nel trasporto merci	37
3.4 Indicatori su tecnologie ed uso efficiente del trasporto: emissioni di gas serra	39
3.5 Indicatori su tecnologie ed uso efficiente del trasporto: emissioni di gas inquinanti	40
4. OFFERTA NEL TRASPORTO: INFRASTRUTTURE, SERVIZI E VEICOLI (M. Contaldi)	45
4.1 Infrastrutture e veicoli stradali	45
4.1.1 Indicatori relativi a infrastrutture	45
4.1.2 Indicatori relativi a autoveicoli privati passeggeri	46
4.1.3 Parco autobus per trasporto pubblico urbano ed extraurbano su gomma	49
4.1.4 Indicatori relativi al parco veicoli merci	49
4.2 Infrastrutture ferroviarie	50
4.2.1 Indicatori sulla rete ferroviaria	50
4.2.2 Indicatori relativi a tranvie e metropolitane	51
4.3 Aeroporti	51
4.4 Altri tipi di trasporto	52
5. CARATTERIZZAZIONE DELLA DOMANDA DI TRASPORTO (M. Contaldi)	53
5.1 La mobilità urbana di passeggeri ed indicatori di accessibilità	53

5.2	La mobilità extraurbana di passeggeri	55
5.2.1	Trasporto stradale	55
5.2.2	Trasporto aereo	56
5.3	Analisi della domanda nel trasporto merci	56
5.3.1	Traffico merci marittimo e per condotta	58
5.3.2	La congestione di alcuni elementi importanti della rete di trasporto	58
6.	LA MOBILITÀ IN ITALIA: SITUAZIONE E RELATIVE POLITICHE (R. Pignatelli)	59
6.1	Quadro generale della mobilità	59
6.2	Analisi per settori	61
6.2.1	Trasporto stradale	61
6.2.2	Trasporto pubblico locale	63
6.2.3	Trasporto ferroviario	66
6.2.4	Trasporto aereo	68
6.2.5	Navigazione interna e trasporto marittimo	69
6.2.6	Trasporto intermodale e logistica integrata	70
6.3	Alcune considerazioni sul sistema dei trasporti italiano	72
6.3.1	Dimensione ambientale	72
6.3.2	Dimensione sociale	75
6.3.3	Dimensione economica.	77
	PARTE III – GLI SCENARI DI EVOLUZIONE	81
7.	SCENARI DI EVOLUZIONE NAZIONALI AL 2010 (M. Contaldi)	83
7.1	Lo sviluppo del traffico di passeggeri, quadro programmatico del PGT	83
7.2	Evoluzione del trasporto merci in Italia, quadro programmatico del PGT	84
7.3	Valutazioni dei più recenti scenari di sviluppo	85
7.3.1	Evoluzione dei trasporti a livello europeo	85
7.3.2	Scenario UP 2001	86
7.4	Evoluzione prevista dei consumi complessivi e delle emissioni, scenario senza interventi	87
8.	EFFETTI DELL'EVOLUZIONE PREVISTA SULL'AMBIENTE (M. Contaldi)	95
8.1	Calcolo degli indicatori e considerazioni sulla sostenibilità	95
8.2	Conclusioni del programma Auto Oil, effetti dell'evoluzione prevista del trasporto stradale sull'ambiente	98
	APPENDICE 1 – Indicatori nazionali proposti da OCSE	101
	APPENDICE 2 - Indicatori dei trasporti a livello locale	103
	Bibliografia	105

Introduzione

Il problema di determinare se la mobilità sia o no sostenibile scaturisce dal contrasto tra il desiderio di mobilità proprio del genere umano e la preoccupazione per gli impatti negativi da essa determinati. La mobilità, infatti, consentendo gli spostamenti individuali e l'accesso a beni e servizi, risulta essere fondamentale per lo sviluppo economico e sociale delle nostre comunità. Tuttavia il modo in cui essa viene attualmente realizzata determina una serie di impatti negativi per l'ambiente, la sicurezza, la salute, l'economia e il patrimonio storico – artistico; inoltre, gli attuali sistemi di trasporto dipendono quasi esclusivamente da una singola fonte di energia non rinnovabile, costituita dal petrolio, con gravi conseguenze anche dal punto di vista della politica internazionale.

Del concetto di sviluppo sostenibile esistono diverse definizioni, tutte concordi nel ritenere il progresso economico e sociale e la protezione ambientale come due fattori inscindibili. In generale, tale concetto si riferisce, e va quindi applicato, alle tre dimensioni fondamentali del nostro vivere, ossia la società, l'economia e l'ambiente; in questo senso si parla, rispettivamente, di sostenibilità sociale, economica ed ecologica.

L'applicazione del concetto di sviluppo sostenibile alla politica dei trasporti è un'operazione alquanto delicata, poiché non esiste una definizione universalmente riconosciuta di "mobilità sostenibile"; sono stati compiuti, però, diversi tentativi di formalizzare una definizione di tale concetto. In generale, un sistema di trasporti può essere definito "sostenibile" quando consente un facile accesso a luoghi, beni e servizi, soddisfa i bisogni di categorie differenti nella società e per generazioni diverse, viene progettato in modo compatibile con la salute e la sicurezza della popolazione, promuove l'educazione e la partecipazione della comunità alle decisioni relative ai trasporti, coinvolge esperti di diversi settori in un processo di pianificazione integrata, permette un uso efficiente del territorio e delle risorse naturali senza distruggere l'habitat e la biodiversità, rispetta l'integrità ambientale e favorisce il benessere economico.

Delle tre dimensioni che caratterizzano la sostenibilità, in questa sede viene approfondita l'analisi di quella ambientale, limitando la trattazione delle altre ad alcune considerazioni. A livello internazionale, la riflessione sulla sostenibilità ambientale ha sottolineato la fondamentale importanza di monitorare l'evoluzione di alcune specifiche variabili ambientali come contributo conoscitivo alla definizione e all'attuazione delle politiche di settore.

In particolare, come contributo specifico di questa Agenzia, si propone una metodologia basata sul monitoraggio delle variabili ambientali attraverso la selezione di alcuni indicatori, secondo lo schema DPSIR (Driving forces, Pressures, State, Impacts, Responses) messo a punto dall'Agenzia europea per l'ambiente approfondendo ed estendendo lo schema inizialmente proposto dall'Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico (OCSE). Per la scelta degli indicatori da considerare per il caso italiano ci si riferisce ad un recente lavoro dell'Agenzia europea per l'ambiente (EEA, 2001). Gli indicatori selezionati possono anche essere utilizzati per verificare il rispetto di una serie di convenzioni internazionali relative all'inquinamento atmosferico e ai cambiamenti climatici, nonché delle normative relative agli impatti ambientali del settore. Inoltre essi consentono la valutazione delle principali esternalità, forniscono regolari aggiornamenti dello stato dell'ambiente e sono molto utili per integrare gli aspetti ambientali nelle politiche di settore; infine, l'analisi della loro evoluzione può essere utilizzata per verificare caso per caso l'impatto di un determinato progetto sull'ambiente.

Da un punto di vista metodologico tutti gli indicatori sono necessari per la valutazione della sostenibilità di specifiche iniziative intraprese nel settore. I dati necessari sono diversissimi e di competenza di diverse amministrazioni, e non è possibile in questa sede trattarli tutti (per i da-

ti relativi all'Italia, si veda EEA, 2000a). Nei successivi capitoli si procederà a una discussione metodologica sull'insieme degli indicatori ma, per coerenza con gli obiettivi programmatici dell'Unità Clima dell'ANPA, verranno approfonditi i dati necessari dei soli indicatori "driving forces" e "pressures" relativamente agli inquinanti oggetto di convenzioni internazionali.

Per alcuni di questi ultimi indicatori, ossia per quelli dell'energia e delle emissioni nonché delle caratteristiche del sistema nazionale dei trasporti, sono disponibili anche i dati necessari per preparare una serie storica degli andamenti medi nazionali e per elaborare alcuni scenari di evoluzione nel prossimo futuro.

Il documento fa riferimento a una base di dati costituita presso l'Unità Clima e ambiente globale dell'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente.

La prima parte del documento fornisce il quadro teorico necessario a delineare il concetto di mobilità sostenibile e a quantificarlo attraverso un opportuno sistema di indicatori; viene descritto il quadro di riferimento concettuale e istituzionale della mobilità sostenibile, rispettivamente per i livelli internazionale, comunitario e nazionale, e viene proposta una metodologia per valutare la sostenibilità dei sistemi di trasporto.

Nella seconda parte, la metodologia proposta viene utilizzata per analizzare il settore dei trasporti italiano; in particolare, vengono forniti indicatori del sistema dei trasporti in generale (consumi / emissioni), indicatori dell'offerta e indicatori della domanda di trasporto. Alla luce di ciò viene delineato un quadro della mobilità in Italia e vengono analizzati i singoli settori del trasporto, per poter pervenire a una valutazione complessiva del nostro sistema dei trasporti in termini di sostenibilità ambientale, sociale ed economica.

Nell'ultima parte sono riportati alcuni scenari di evoluzione nazionali al 2010 con un riepilogo del quadro evolutivo previsto ("Piano generale dei trasporti e della logistica"), con riferimento sia alla mobilità sulle reti di trasporto, e in particolare al traffico extraurbano, sia al traffico urbano. Viene inoltre valutata l'evoluzione prevista sull'ambiente.

Oltre a fornire un contributo italiano alla ricerca internazionale sugli indicatori di sostenibilità del sistema dei trasporti, il presente documento intende costituire una base conoscitiva per le amministrazioni locali coinvolte nei processi di Agenda 21 locale; sarebbe auspicabile, infatti, che le fasi di predisposizione, attuazione e monitoraggio delle politiche locali dei trasporti venissero affrontate con un approccio sistematico e il più possibile "standardizzato", ossia tale da consentire, oltre che il controllo dell'evoluzione temporale della mobilità e dei fenomeni ad essa connessi, anche l'effettuazione di confronti tra i diversi enti locali e tra essi e i livelli di approccio nazionale e internazionale.



PARTE I

Il concetto di mobilità sostenibile

1. "Mobilità sostenibile": il quadro concettuale, normativo e politico

(R. Pignatelli)

Il concetto di "mobilità sostenibile" viene spesso inteso in maniera impropria: gran parte dei pianificatori e degli operatori del settore, infatti, si limita ad aggiungere l'aggettivo "sostenibile" a discorsi e progetti già determinati secondo altre logiche, riducendo la portata innovativa di questa proposta concettuale a una generica attenzione verso l'ambiente. Accade così che il tema della sostenibilità dei trasporti venga di norma assimilato al concetto di "protezione ambientale", dimenticandone quasi completamente gli aspetti sociali ed economici, che vengono limitati ai problemi connessi alla sicurezza e alla salute; la stessa attenzione verso l'ambiente, inoltre, viene spesso considerata soltanto come elemento *ex-post*, ossia come mitigazione degli effetti negativi di decisioni di investimento o di politica dei trasporti già prese, e non come dimensione intrinsecamente connessa alle altre.

Sarebbe pertanto necessario riflettere meglio su cosa significhi realmente il termine "sostenibilità" all'interno del nostro sistema dei trasporti e più in generale del nostro sistema economico; pur non potendo modificare nel breve periodo il nostro modello di sviluppo, occorre però almeno conservare l'idea generale dell'obiettivo cui si vorrebbe tendere – ossia lo sviluppo sostenibile – partendo proprio dalla sua nozione più generale, per poi tentare di applicarla alla politica dei trasporti.

1.1 Il concetto di sviluppo sostenibile

La riflessione sulla possibilità di superare la storica contrapposizione tra sviluppo economico e problematiche ambientali è iniziata negli anni Settanta; alla Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente umano (Stoccolma, 1972) era infatti emerso il drammatico contrasto tra i paesi industrializzati, preoccupati dell'impatto ambientale provocato dal loro modello di sviluppo, e quelli in via di sviluppo, intenzionati a perseguire lo stesso tipo di sviluppo raggiunto dai primi e con le stesse modalità. Il dibattito, inizialmente portato avanti da biologi ed ecologi, ha progressivamente coinvolto altri settori della società fino a divenire materia per politici, per un vasto movimento ambientale e per il pubblico in generale.

Il concetto di sviluppo sostenibile riguarda la complessa interazione tra la specie umana e i sistemi naturali, e ne esistono diverse definizioni. La Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo, nel cosiddetto Rapporto Brundtland (WCED, 1987), lo ha definito come "uno sviluppo che soddisfa le necessità del presente senza compromettere la possibilità per le generazioni future di soddisfare le proprie"; tale definizione implica la creazione di condizioni necessarie per la crescita economica di lungo periodo, garantendo nello stesso tempo la qualità ambientale e il benessere economico. Il concetto di "crescita sostenibile" contenuto nel rapporto è stato però da alcuni criticato poiché la Terra, essendo un sistema finito, non può che contenere sottosistemi fisici finiti, la cui crescita diventa quindi, prima o poi, insostenibile; pertanto non si potrebbe parlare indifferentemente di "sviluppo" o di "crescita" sostenibile, in quanto la crescita si riferisce a un incremento materiale e quantitativo, mentre lo sviluppo si riferisce a un incremento qualitativo (Bologna G., 2000).

Secondo un'altra interpretazione (IUCN et al., 1991), "sviluppo sostenibile significa migliorare la qualità della vita mantenendosi entro i limiti della capacità di carico degli ecosistemi che ci sostengono".

Applicato alle aree urbane, lo sviluppo sostenibile è stato definito dal Consiglio internazionale per le iniziative ambientali locali (ICLEI) come "lo sviluppo che fornisce servizi ambientali,

sociali ed economici essenziali a tutti i residenti di una comunità senza minacciare la vitalità dei sistemi naturali, costruiti e sociali dai quali dipende l'erogazione di questi servizi".

Nel concetto di sostenibilità si possono individuare tre componenti essenziali (Bologna G., 2000):

- la sostenibilità ecologica, che implica la necessità di mantenersi entro la capacità di carico dei sistemi ecologici, e quindi di regolare l'input di risorse naturali nel sistema economico e l'output di rifiuti in modo da mantenere la produttività e la funzionalità di tali sistemi;
- la sostenibilità sociale, che si fonda su un elevato grado di equità e giustizia, di identità culturale e coesione sociale e di partecipazione alle scelte e all'assunzione di responsabilità;
- la sostenibilità economica, che riguarda il mantenimento del capitale valutato non solo come capitale artificiale o manufatto, ma anche come capitale sociale e umano e come capitale naturale; essa implica l'internalizzazione di tutti i costi presenti e futuri e la strutturazione di un mercato concorrenziale che possa svilupparsi senza dipendere dalla crescita materiale (attraverso il miglioramento dell'efficienza produttiva, la sostituzione dei beni materiali con servizi più efficienti e la ridefinizione degli obiettivi della società attraverso una concezione meno materialistica del benessere).

1.2 La "sostenibilità" della politica dei trasporti

Negli anni Novanta sono stati compiuti diversi tentativi di applicare il concetto di sviluppo sostenibile alla politica dei trasporti e di definire il concetto di "mobilità sostenibile".

Dalla definizione più comune di sviluppo sostenibile si possono far derivare alcuni principi generali, relativi alla necessità di preservare la salute pubblica e la qualità ambientale, di utilizzare le risorse in modo sostenibile, di rispettare i valori critici limite per la salute e gli ecosistemi e di evitare effetti globali irreversibili; si può quindi dire che un sistema di trasporti sostenibile dovrebbe contribuire al benessere economico e sociale senza consumare le risorse naturali, distruggere l'ambiente o minacciare la salute umana. Più in dettaglio, un tale sistema dovrebbe (WWF et al. 1998, OECD 1999a, OECD 2000c):

- consentire un accesso sicuro, economicamente attuabile e socialmente accettabile a persone, luoghi, beni e servizi;
- soddisfare i bisogni di categorie differenti nella società e per generazioni diverse;
- essere progettato in modo compatibile con la salute e la sicurezza della popolazione;
- utilizzare le risorse rinnovabili a un livello inferiore al loro tasso di rigenerazione e le risorse non rinnovabili a un livello inferiore ai tassi di sviluppo di sostituti rinnovabili;
- realizzare obiettivi generalmente accettati per la salute e la qualità ambientale;
- proteggere gli ecosistemi evitando i superamenti di carichi e i livelli critici per la loro integrità;
- non aggravare i fenomeni globali avversi, come ad esempio il mutamento climatico;
- promuovere l'educazione e la partecipazione della comunità alle decisioni relative ai trasporti;
- coinvolgere esperti del settore ambientale, sanitario, energetico e urbanistico in un processo di pianificazione integrata;
- permettere un uso efficiente del territorio e delle risorse naturali;
- favorire il benessere economico;
- anteporre la capacità complessiva del sistema alle prestazioni di punta di alcune sue componenti, e l'efficienza e la regolarità alla velocità massima;
- ricondurre la mobilità al suo effettivo ruolo di mezzo finalizzato all'accessibilità, la quale può però essere soddisfatta anche operando su altri settori di intervento, quali ad esempio l'innovazione tecnologica e la pianificazione urbanistica e territoriale.

Per realizzare un tale sistema di trasporti è necessario (OECD, 2000b):

- sviluppare una visione di lungo periodo di un futuro desiderabile per i trasporti che sia sostenibile per l'ambiente e la salute e che fornisca i benefici della mobilità e dell'accesso;
- valutare le tendenze di lungo periodo dei trasporti, considerandone gli impatti di tipo ambientale, sanitario, economico e sociale;
- definire obiettivi di qualità per la salute e l'ambiente basati su criteri, standard e requisiti sanitari e ambientali di sostenibilità, e derivarne obiettivi quantificati e specifici di settore;
- identificare strategie e combinazioni di misure per realizzare un trasporto sostenibile dal punto di vista ambientale;
- valutare le implicazioni sociali ed economiche della visione e assicurarne la coerenza con la sostenibilità sociale ed economica;
- costruire pacchetti di misure e strumenti per realizzare tale modello, evidenziare strategie vincenti (innovazione tecnologica, investimenti infrastrutturali, politica dei prezzi, gestione della domanda di trasporto e del traffico, miglioramento del trasporto pubblico e incoraggiamento della mobilità ciclo-pedonale), catturare sinergie ed evitare effetti di annullamento tra gli strumenti;
- sviluppare un piano di attuazione che comprenda l'applicazione di pacchetti di strumenti in grado di realizzare un trasporto sostenibile tenendo in considerazione le circostanze locali, regionali e nazionali; stabilire un programma chiaro e assegnarne responsabilità per l'attuazione; valutare se le politiche, i piani e i programmi proposti favoriscano od ostacolino un trasporto sostenibile utilizzando strumenti come la valutazione ambientale strategica;
- stabilire le condizioni per monitorare l'attuazione e per informare il pubblico sulla strategia per un trasporto sostenibile; utilizzare indicatori di trasporto sostenibile consistenti e ben definiti per comunicare i risultati; assicurare un'azione di *follow-up* per adattare la strategia agli *input* ricevuti e alle nuove evidenze scientifiche;
- costruire una vasta rete di supporto e cooperazione per l'attuazione di un trasporto sostenibile, coinvolgendo le parti interessate e consentendo una vasta partecipazione pubblica; accrescere la consapevolezza del pubblico e fornire programmi educativi; assicurare che tutte le azioni siano coerenti con la responsabilità globale per lo sviluppo sostenibile.

L'obiettivo generale del riequilibrio modale a favore delle modalità poco o affatto inquinanti (trasporti collettivi, ferrovia, navigazione, mobilità ciclo-pedonale) può essere perseguito attraverso il miglioramento della qualità del trasporto su strada, l'incentivazione all'uso della ferrovia, il controllo della crescita del trasporto aereo, il rilancio del trasporto di cabotaggio, la piena utilizzazione delle vie fluviali, lo sviluppo del trasporto combinato strada – rotaia e la creazione di soluzioni alternative alla strada. La politica dei trasporti va però inserita in una strategia generale (CE, 2001c) che, integrando l'esigenza dello sviluppo sostenibile, comprenda anche la politica economica e i cambiamenti nel processo produttivo che influenzano la domanda di trasporto, la politica di assetto del territorio e in particolare quella urbanistica, la politica sociale e quella in materia di istruzione (modificando ritmi di lavoro e orari scolastici), la politica del trasporto urbano, la politica di bilancio e fiscale (per garantire l'internalizzazione dei costi esterni), la politica di concorrenza (per evitare che l'apertura del mercato venga ostacolata da imprese dominanti già presenti o che diminuisca la qualità dei servizi pubblici) e la politica di ricerca sui trasporti.

In ambito urbano, una politica dei trasporti sostenibile deve essere finalizzata allo sviluppo di un sistema di trasporto integrato nel quale venga promossa più la complementarietà che la competizione tra le modalità (EC, 1996); tale obiettivo può essere conseguito attraverso l'attuazione delle strategie di seguito elencate.

a. La gestione della domanda di trasporto, ossia l'attuazione di politiche e strategie volte a influenzare e a vincolare gli spostamenti, nonché a riequilibrare l'attuale ripartizione modale favorendo le modalità economicamente, socialmente e ambientalmente più efficienti (Ministero dei trasporti et al., 2001). Tale gestione si realizza attraverso la predisposizione di piani urbani e territoriali integrati che evitino le specializzazioni monofunzionali e che "avvicinino" residenza, lavoro e servizi, ma anche attraverso una regolazione flessibile degli orari delle attività urbane, in modo da ridurre i carichi di punta e garantire una migliore efficienza dei servizi e delle infrastrutture; è utile anche lo sviluppo di sistemi informatici, telefonici, via cavo in grado di ridurre la domanda di mobilità. Contestualmente all'aumento del trasporto collettivo, devono essere predisposte azioni di disincentivo del mezzo privato individuale, come la predisposizione di aree pedonali e di zone a traffico limitato, l'applicazione di misure di *traffic calming* (adozione di limiti di velocità nei centri cittadini o nelle aree residenziali), di *road pricing* (tariffazione delle autovetture in accesso nei centri urbani, mediante sistemi automatizzati di controllo e addebito) e di *car pooling* (applicazione di incentivi e di divieti allo scopo di aumentare il coefficiente medio di occupazione delle autovetture private), la limitazione e tariffazione della sosta nelle aree urbane consentendo solo parcheggi per i residenti e di interscambio con il trasporto pubblico nelle aree periferiche; sarebbe inoltre opportuno favorire lo sviluppo del *mobility management*, ossia di quell'insieme di strumenti di natura volontaria che mira a influenzare i comportamenti di viaggio individuali attraverso l'informazione, il *marketing*, le migliori pratiche gestionali e investimenti su piccola scala in aree locali. La Commissione europea, che aveva inizialmente posto l'obiettivo di ridurre la domanda di spostamenti, invertendo la tendenza a concentrare i centri attrattori di mobilità in luoghi difficilmente raggiungibili senza automobile (CE, 1998a), ha in seguito auspicato che la strategia di disaccoppiamento progressivo tra crescita dell'economia e crescita dei trasporti venga sviluppata senza limitare la mobilità delle persone e delle merci, bensì attraverso una serie di misure che combinino la tariffazione, il riequilibrio modale e investimenti mirati nella rete transeuropea (CE, 2001a).

b. La razionalizzazione dell'offerta di trasporto, ossia il far corrispondere a ogni spostamento la combinazione di modi di trasporto più adeguata ed efficiente dai punti di vista economico e ambientale; l'obiettivo consiste nell'integrare i servizi di trasporto in modo da agevolare spostamenti porta a porta efficienti ed efficaci, consentendo alle persone di utilizzare i diversi modi di trasporto come parte di una catena senza soluzione di continuità (CE, 1998b). L'automobile è difficilmente sostituibile negli spostamenti nelle aree a bassa densità intorno alle aree urbane, per i quali i sistemi di trasporto pubblico a percorso fisso non sono appropriati e i taxi sono relativamente costosi (come parziale risposta a questo problema, si possono comunque sviluppare programmi di *car sharing*, taxi collettivi, taxibus e mototaxi), mentre risulta incompatibile con il contesto urbanistico e ambientale delle zone più centrali delle città, a causa del suo elevato impatto ambientale e del consumo di spazio per passeggero trasportato. Per brevi spostamenti in ambito urbano sono preferibili soluzioni pedonali e ciclabili (le biciclette richiedono da 10 a 12 volte meno spazio delle auto – EEA, 2001), mentre l'elevata concentrazione dei flussi si presta all'impiego del trasporto collettivo di passeggeri. Quest'ultimo è infatti particolarmente efficiente in termini di consumo energetico per passeggero-km, è sicuro, ha un limitato impatto ambientale e occupa poco spazio (gli autobus richiedono solo il 5% dello spazio stradale richiesto dalle auto); per fargli recuperare quote modali, occorre intervenire sulla qualità del servizio offerto, aumentarne l'accessibilità, integrare tali misure con interventi di limitazione delle auto e prevedere misure di accompagnamento come il *park-and-ride* (parcheggi di scambio) e il *bike-and-ride* (stazioni per biciclette lungo le linee del trasporto pubblico).

c. Lo sviluppo della modalità ciclo-pedonale, che implica bassi costi capitale e un impatto molto limitato sull'ambiente e che, negli spostamenti brevi in ambito urbano, risulta essere la più

vicina all'auto privata per quanto riguarda i tempi di viaggio e la flessibilità. Occorre però sviluppare le connessioni con le altre modalità di trasporto e migliorare la sicurezza di ciclisti e pedoni, ad esempio rimuovendo i punti di probabile conflitto con altre modalità di trasporto, attuando misure di moderazione del traffico motorizzato, progettando incroci sicuri e percorsi riservati, ecc.

d. La sperimentazione di innovazioni tecnologiche, incentivando la ricerca e la diffusione di tecnologie meno inquinanti per i veicoli (veicoli elettrici o ibridi) e per i combustibili per auto-trazione (utilizzo di carburanti alternativi o riformulati, per far fronte a problemi locali di qualità dell'aria); naturalmente, queste misure non possono contribuire alla soluzione del problema della congestione e, per quanto riguarda l'inquinamento, talvolta esse si limitano a spostarlo dall'area urbana a quelle circostanti.

e. La comunicazione con il pubblico per rendere efficaci le politiche adottate, e l'adozione di provvedimenti che inducano gli utenti della strada a comportamenti "virtuosi" sotto il profilo della sicurezza e del risparmio energetico; si tratta di rafforzare i controlli sulle velocità di marcia dei veicoli stradali per verificare il rispetto dei limiti imposti dal Codice della Strada, di regolamentare più efficacemente il controllo periodico dell'efficienza energetico-ambientale del parco veicolare circolante, di attivare campagne di informazione ed educazione per migliorare lo stile di guida degli utenti della strada, ecc.

f. La conoscenza dei costi esterni, in modo da consentire l'effettuazione di scelte modali all'insegna della trasparenza e della coerenza. Le tasse che gravano attualmente sul sistema dei trasporti andrebbero gradualmente sostituite con strumenti più efficaci per integrare i costi di infrastruttura e i costi esterni, come la tariffazione dell'uso delle infrastrutture di trasporto (per ridurre la congestione ed effetti ambientali nocivi) e la fiscalità dei carburanti (per controllare le emissioni dei gas a effetto serra); l'integrazione proposta non risulterebbe controproducente in termini di competitività, in quanto può essere concepita in modo da evitare un aumento netto della fiscalità nell'economia globale, concentrandosi ad esempio sulla struttura dei prezzi e compensando un eventuale aumento della tariffazione dell'uso delle infrastrutture con una diminuzione delle tasse esistenti, come la fiscalità del lavoro (CE, 2001c). Oltre a introdurre tasse ambientali, per favorire l'internalizzazione delle esternalità ambientali dei trasporti i governi dovrebbero anche abolire i sussidi ai combustibili fossili, creare incentivi per promuovere sistemi di trasporto amici dell'ambiente e facilitare la creazione di infrastrutture per i carburanti alternativi.

1.3 Il quadro di riferimento internazionale sullo sviluppo sostenibile nel settore dei trasporti

La sostenibilità di lungo periodo dei trasporti rappresenta una crescente preoccupazione nel dibattito internazionale sullo sviluppo sostenibile.

La legittimazione del concetto di sviluppo sostenibile nel diritto internazionale è avvenuta grazie alla Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e lo sviluppo (Rio de Janeiro, 1992), che ha cercato di integrare le questioni economiche e quelle ambientali in una visione intersettoriale e internazionale, definendo strategie e azioni per lo sviluppo sostenibile e identificando, come sfida principale per i paesi industrializzati, la modifica dei propri modelli insostenibili di produzione e di consumo. Dalla Conferenza sono emersi i principi cardine dello sviluppo sostenibile, ossia il principio precauzionale, l'"internalizzazione" dei costi ambientali, la responsabilità comune ma differenziata e l'applicazione della valutazione di impatto ambientale ai progetti di investimento.

Tra i documenti adottati al termine dei lavori della Conferenza, i più rilevanti per il settore dei trasporti sono costituiti dalla Convenzione sui cambiamenti climatici e dall'Agenda 21.

La Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (sottoscritta a Rio de Janeiro nel 1992 ed entrata in vigore nel 1994) ha per obiettivo la stabilizzazione della concentrazione di gas serra nell'atmosfera a un livello tale da prevenire pericolose interferenze delle attività umane sul sistema climatico. Per l'attuazione operativa dei suoi obiettivi più urgenti, nel 1997 è stato approvato il Protocollo di Kyoto, che impegna i paesi industrializzati e quelli a economia in transizione dell'Est europeo a ridurre complessivamente del 5,2%, entro il 2008-2012, le principali emissioni antropogeniche di gas a effetto serra (riferendosi alle emissioni del 1990 per CO₂, CH₄ e N₂O e a quelle del 1995 per PFC, HFC e SF₆); si tratta di un primo piccolissimo passo verso la soluzione del problema individuata dall'International Panel on Climate Change (organismo scientifico internazionale che studia i cambiamenti climatici) in una riduzione delle emissioni del 60-80%. L'Unione europea ha firmato il protocollo nel 1998 ed è impegnata a favorirne l'entrata in vigore entro il 2002, accelerando il processo di ratifica da parte dell'Unione e degli stati membri e coinvolgendo altri paesi determinanti per questo processo; la Comunità ha adottato un programma sui cambiamenti climatici che individua il settore dei trasporti tra i suoi campi d'azione prioritari, mentre la Commissione sta predisponendo una direttiva che promuove un sistema interno relativo allo scambio dei diritti di emissione di gas serra. Nel novembre 2001, alla Conferenza delle Parti di Marrakesh, oltre 178 paesi hanno dato il via libera all'accordo sul clima che renderà possibile la ratifica del protocollo; l'accordo stabilisce la creazione di organismi di riferimento per organizzare il commercio delle emissioni e realizzare programmi di cooperazione ambientale con i paesi in via di sviluppo e fra quelli industrializzati, la creazione di un fondo per il clima (che prevede un contributo annuo italiano di 108 miliardi di lire) e l'importanza dell'utilizzo dei "sinks", ossia delle foreste che assorbono l'anidride carbonica.

L'Agenda 21, programma d'azione che identifica gli obiettivi e gli interventi necessari per realizzare lo sviluppo sostenibile nel ventunesimo secolo, identifica i trasporti come una priorità chiave per l'azione a livello nazionale e internazionale; per promuovere sistemi di trasporto sostenibili, essa raccomanda l'adozione di modelli di sviluppo che riducano la domanda di trasporto attraverso l'integrazione tra la pianificazione del territorio e quella dei trasporti. L'Agenda 21, inoltre, invita le singole comunità a crearne una propria versione (Agenda 21 locale) che ne traduca gli obiettivi generali in piani e azioni concrete a livello locale, attraverso un processo partecipativo e democratico.

Misure per rendere più sostenibili gli attuali modelli di trasporto sono state suggerite dal "Programma per l'ulteriore attuazione dell'Agenda 21", adottato dalla 19ª Sessione speciale dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite tenutasi a New York nel 1997, che aveva verificato l'insoddisfacente grado di attuazione degli indirizzi concordati a Rio (Marchisio S. et al., 1998). Il tema dei trasporti ha costituito poi un argomento centrale nella 9ª sessione della Commissione sullo sviluppo sostenibile del Consiglio economico e sociale delle Nazioni Unite, tenutasi a New York nell'aprile 2001. Il processo di revisione e analisi dei risultati dell'applicazione dell'Agenda 21 culminerà nella Conferenza delle Nazioni Unite sullo sviluppo sostenibile, che si terrà a Johannesburg nel settembre 2002 e che, a dieci anni dalla Conferenza di Rio, valuterà il lavoro svolto per lo sviluppo sostenibile e identificherà quello da svolgere in futuro.

Così come l'Agenda 21, la maggior parte degli impegni sottoscritti a livello internazionale per rendere la mobilità più sostenibile non è strettamente vincolante. La Commissione Economica per l'Europa delle Nazioni Unite ha risposto all'appello di Rio lanciando un processo preparatorio culminato nella Conferenza regionale su trasporti e ambiente tenutasi a Vienna nel

1997, con l'adozione della Dichiarazione di Vienna e di un Programma di azione congiunta; inoltre, la Conferenza Europea dei Ministri dei Trasporti ha adottato diverse risoluzioni che riguardano le tematiche ambientali, e l'Organizzazione per lo Sviluppo e la Cooperazione Economica ha di recente concluso un progetto sul trasporto ambientalmente sostenibile (OECD, 2000c). Nel frattempo si stanno intraprendendo delle azioni sul tema, alcune delle quali sono anche vincolanti per i partecipanti quali, ad esempio, direttive comunitarie, l'articolo sull'"integrazione" del trattato di Amsterdam, le convenzioni UN-ECE; tuttavia continua a mancare un impegno vincolante per implementare i più generali impegni complessivi presi nelle diverse dichiarazioni.

Alla Terza Conferenza ministeriale su ambiente e salute, tenutasi a Londra nel 1999, i governi europei dell'Organizzazione mondiale della sanità hanno adottato una "Carta su trasporti, ambiente e salute", confermando il loro impegno nel rendere il trasporto sostenibile per la salute e l'ambiente; nel 2002 si terrà una Riunione di alto livello per mettere a punto la razionalizzazione del *follow-up* dei processi di Londra e di Vienna e per decidere se iniziare le negoziazioni di una "Convenzione quadro su trasporti, ambiente e salute", relativa all'integrazione delle considerazioni sanitarie e ambientali nella politica dei trasporti, e dei problemi del trasporto nel contesto urbano, che subisce la maggioranza degli impatti (UN-ECE, 2001). È stato inoltre avviato un piano di lavoro sulla valutazione ambientale strategica come strumento di pianificazione nei trasporti, i cui risultati indicano che essa, essendo di recente introduzione, necessita di un supporto per essere accettata da coloro che la usano; tale supporto può provenire da una buona comunicazione e da una giusta tempistica (da ottenersi collegandola strettamente al processo di pianificazione e alle altre valutazioni), nonché dalla focalizzazione su temi rilevanti per gli utenti, attraverso un loro coinvolgimento nelle sue fasi iniziali (Finnish Ministry of the Environment et al., 2001).

Per quanto riguarda il contesto legislativo internazionale, la gran parte della legislazione ambientale rilevante per il settore dei trasporti approvata finora è basata su standard di emissione relativi all'inquinamento atmosferico e acustico, che però a volte mancano di flessibilità e quindi comportano maggiori costi per le industrie; sono stati inoltre introdotti anche molti altri metodi, come gli accordi volontari, l'informazione e i sistemi di etichettatura e le misure fiscali.

1.4 Il quadro di riferimento comunitario sulla mobilità sostenibile

Per valutare l'approccio comunitario al tema della mobilità sostenibile occorre seguire i due "percorsi" della politica comune dei trasporti e delle politiche ambientali, che negli ultimi anni hanno iniziato a confluire in una strategia di tipo integrato.

La politica comune dei trasporti è stata per molti anni finalizzata all'eliminazione delle barriere al completamento del mercato unico dei servizi di trasporto, che rientra a pieno titolo nei poteri e negli obiettivi della Comunità sin dalle sue origini nel 1957 e che era stato dichiarato dalla Corte, nel 1985, un obiettivo da raggiungere entro il 1992. Gli obiettivi di tale politica, coincidenti con quelli del Trattato, richiedevano alla Commissione (art. 2 del Trattato di Maastricht) di promuovere uno sviluppo armonioso ed equilibrato delle attività economiche dell'Unione nel rispetto dell'ambiente, una crescita stabile non inflazionistica, un alto livello di convergenza economica, un alto livello di occupazione e di protezione sociale, un miglioramento della qualità della vita e una maggiore coesione economica e sociale degli Stati membri. Per attuare questi obiettivi la Commissione ha sviluppato una linea di politica comune dei trasporti basata sui seguenti punti:

- l'istituzione di un mercato del trasporto di merci e di passeggeri libero da distorsioni in ogni parte della Comunità;
- la rimozione progressiva di barriere artificiali di tipo legale o istituzionale per ottimizzare il funzionamento del mercato;
- il rafforzamento della coesione economica e sociale tramite un programma di infrastrutture progettate per la riduzione delle disparità tra le regioni della Comunità e per il collegamento tra quelle periferiche e quelle centrali della Comunità;
- lo sviluppo di sistemi di trasporto compatibili con la protezione dell'ambiente;
- lo sviluppo di collegamenti con paesi terzi dando priorità a quelli dove il trasporto passeggeri e merci risulta importante per la Comunità nel suo complesso.

A partire dal 1992 la Commissione europea si è posta l'obiettivo più ampio di garantire l'adeguato funzionamento dei sistemi di trasporto comunitari, tenendo in considerazione le nuove sfide poste dagli anni Novanta, prima tra tutte la questione ambientale. L'attuale mercato dei trasporti, quasi completato, è basato su un duplice approccio di liberalizzazione e armonizzazione, che però non è sufficiente ad affrontare l'acuirsi di alcuni problemi, come l'enorme crescita della domanda di trasporto e l'aumento dello squilibrio modale, con i connessi problemi di tipo economico, sociale ed ambientale; di fronte al rischio di un arresto del sistema dei trasporti europeo, l'Unione ha puntato decisamente sulla riorganizzazione del suo modo di funzionamento.

La nuova politica comunitaria dei trasporti (EU, 1992) è finalizzata alla realizzazione di un sistema integrato di trasporti articolato per settori modali e volto allo sviluppo della mobilità sostenibile e alla liberalizzazione dei servizi di trasporto attraverso una normativa di sostegno tendente a dare maggiore competitività al trasporto ferroviario; essa è basata su un approccio intermodale, che considera il trasporto come un sistema unico nel quale le diverse modalità risultano complementari tra loro, al fine di assicurare che un passeggero o una merce possa utilizzare, in ogni stadio del viaggio, la modalità di trasporto più efficiente e più adatta allo scopo.

Obiettivi di tale politica sono la creazione di reti transeuropee, una politica dei prezzi equa ed efficiente nei trasporti, la protezione ambientale, la sicurezza di passeggeri e merci, la sicurezza sociale, il consolidamento del mercato interno e il rafforzamento della dimensione esterna del mercato unico (EU, 1998c).

La Commissione ha inoltre dato il suo contributo allo sviluppo di un sistema integrato di trasporto passeggeri a livello locale e regionale mettendo a disposizione di enti pubblici, operatori e associazioni di utenti strumenti adeguati e istituendo un quadro politico favorevole alla mobilità sostenibile (CE, 1998b); essa si è anche posta l'obiettivo di sviluppare un sistema di trasporti europeo efficace e sostenibile tenendo conto delle prospettive di sviluppo economico a livello regionale, dell'ampliamento dell'Unione a nuovi Stati membri e dell'importanza dei trasporti pubblici (CE, 1999).

Per quanto riguarda invece la politica ambientale europea, essa è iniziata negli anni Settanta con l'obiettivo di adottare un quadro legislativo finalizzato alla protezione dell'ambiente, attraverso un approccio verticale e settoriale ai problemi ecologici; con il passare degli anni, però, l'aumentata presa di coscienza generale dei rischi connessi ai problemi globali dell'ambiente ha portato all'adozione di un approccio concertato su scala europea e internazionale. Per attuare l'Agenda 21 in ambito comunitario, la Commissione ha approvato il Quinto Programma d'azione ambientale (EU, 1993), che innova profondamente l'approccio istituzionale alle questioni ambientali, spostando l'asse portante degli interventi dal tipo "comando e controllo" a quelli volti a integrare le politiche ambientali con le regole di mercato (attraverso il calcolo delle esternalità ambientali nella formulazione dei prezzi e nei processi economici, lo sviluppo della ricerca e dell'innovazione, l'uso di strumenti fiscali e di sostegno finanziario, la

cooperazione volontaria tra pubblica amministrazione e imprese, e la diffusione di informazioni); per il settore dei trasporti, considerato determinante per l'attuazione del piano, viene posto l'obiettivo della "mobilità sostenibile" e vengono indicate, accanto alle tradizionali linee d'azione (pianificazione e regolamentazione dei flussi e delle modalità di trasporto), alcune linee innovative che agiscono sui fattori di generazione della mobilità, come ad esempio la politica degli insediamenti. Il programma si è concluso nel 1999, registrando limitati progressi nella tutela ambientale, in quanto gli Stati membri e i settori interessati non hanno integrato gli obiettivi ambientali nelle rispettive politiche.

Il trattato che istituisce la Comunità economica europea, modificato dall'Atto unico europeo, prevede l'elaborazione e l'attuazione di una politica comunitaria a favore dell'ambiente; il trattato di Maastricht ha posto come obiettivo all'Unione europea la promozione di una crescita sostenibile e rispettosa dell'ambiente. Questa evoluzione è proseguita nel 1997 con il trattato di Amsterdam, che ha affermato che le considerazioni ambientali devono essere integrate in tutte le aree della politica comunitaria allo scopo di promuovere lo sviluppo sostenibile.

Nel 1998 il Consiglio europeo di Cardiff ha invitato tutte le parti a definire le proprie strategie per conseguire l'integrazione ambientale e realizzare lo sviluppo sostenibile entro le rispettive politiche (EU, 1998b). In risposta a tale richiesta, la Commissione ha adottato una comunicazione relativa all'attuazione di un approccio comunitario per i trasporti e la CO₂ (CE, 1998c), che fa un bilancio degli effetti delle misure adottate in materia di riduzione di tali emissioni e propone l'adozione di una politica globale e coordinata concernente tutti i modi di trasporto; come misure per dimezzare le emissioni di CO₂ dai trasporti entro il 2010, vengono proposti il risparmio energetico nelle autovetture private, una politica equa ed efficiente nei prezzi dei trasporti, il completamento del mercato interno del trasporto ferroviario e una migliore integrazione dei diversi modi nei sistemi di trasporto intermodale (EU, 1998a). Il Consiglio dei ministri dei trasporti, da parte sua, ha approvato una strategia che prevede misure per la diminuzione delle emissioni inquinanti e climalteranti del settore, per il contenimento dell'aumento del volume del traffico stradale e per l'internalizzazione delle esternalità ambientali.

La volontà di dotare l'Unione di una strategia per la sostenibilità è emersa con chiarezza nel 1999 al Vertice di Helsinki, che ha incaricato la Commissione di elaborare una strategia comune che riunisca le tre dimensioni dello sviluppo sostenibile, in vista del Consiglio di Göteborg.

Le priorità e gli obiettivi della politica ambientale comunitaria fino al 2010 e oltre sono definiti dalla Comunicazione sul Sesto programma d'azione per l'ambiente (CE, 2001a), che indica i provvedimenti da prendere per contribuire alla realizzazione della strategia comunitaria in materia di sviluppo sostenibile. Per far fronte alle attuali sfide ambientali, il programma propone di oltrepassare la mera azione legale e di assumere un approccio strategico, da realizzarsi attraverso il miglioramento dell'applicazione della legislazione ambientale vigente, l'operare con il mercato e con i cittadini e l'aumento dell'integrazione della componente ambientale nelle altre politiche comunitarie. Uno dei quattro settori prioritari sui quali si concentra il programma è costituito dal cambiamento climatico, riguardo al quale l'Unione si propone a breve termine il conseguimento degli obiettivi di Kyoto, mentre entro il 2020 auspica una riduzione globale dell'ordine del 20-40%; essa si impegna inoltre a integrare gli obiettivi del cambiamento climatico nelle diverse politiche comunitarie, soprattutto in quelle relative a energia e trasporti.

Nell'aprile 2001 è stata adottata una strategia per integrare l'ambiente e lo sviluppo sostenibile nella politica dei trasporti (Consiglio dei ministri dei trasporti, 2001), finalizzata alla riduzione della congestione e all'ottimizzazione dell'utilizzo di ogni modalità trasporto allo scopo di invertire l'attuale tendenza generale nello sviluppo della ripartizione modale, conseguendo in tal modo almeno la stabilità dell'attuale ripartizione entro dieci anni anche con un ulteriore aumento del traffico.

Il progresso verso un sistema di trasporto più sostenibile è ormai diventato un imperativo nell'Unione europea, così come in molte altre parti del mondo. Il Consiglio europeo di Göteborg (giugno 2001) ha scelto il settore dei trasporti come una delle quattro aree prioritarie sulle quali intervenire per sviluppare politiche di sostenibilità, attraverso una migliore integrazione delle considerazioni ambientali nella politica dei trasporti e un quadro chiaro e quantitativo del settore e del modo nel quale si sta sviluppando.

Il primo contributo concreto in favore della strategia di sviluppo sostenibile decisa a Göteborg è costituito dal Libro bianco sulla politica europea dei trasporti fino al 2010 (CE, 2001c), che propone un vasto piano d'azione per migliorare la qualità dei trasporti in Europa e per rendere l'intero sistema dei trasporti sostenibile dai punti di vista economico, sociale e ambientale. Le circa sessanta misure proposte costituiscono solo la prima fase di una più complessa strategia di lungo periodo che permetterà, nel corso dei prossimi trent'anni, di instaurare un sistema di trasporti veramente sostenibile; esse riguardano sostanzialmente il riequilibrio modale, l'eliminazione delle strozzature, il porre gli utenti al centro della politica dei trasporti e il controllo degli effetti della mondializzazione dei trasporti.

Per quanto riguarda il riequilibrio modale, la Commissione si propone di raggiungere entro il 2010 due obiettivi prioritari:

- la regolamentazione della concorrenza tra modi di trasporti, attraverso il miglioramento della qualità del trasporto su strada, il rilancio delle ferrovie e il controllo della crescita del trasporto aereo;
- l'attuazione dell'intermodalità, garantendo il collegamento tra le modalità marittima, fluviale e ferroviaria, favorendo il "decollo" delle operazioni intermodali (il nuovo programma Marco Polo) e creando le condizioni tecniche favorevoli.

Per soddisfare le aspettative e le esigenze degli utenti, invece, la Commissione si propone di:

- dimezzare nel prossimo decennio il numero di vittime della strada, attraverso lo scambio di buone pratiche, l'armonizzazione delle sanzioni e la promozione di nuove tecnologie al servizio della sicurezza stradale;
- presentare nel 2002 una direttiva volta a garantire l'interoperabilità dei sistemi di pedaggio sulla rete stradale transeuropea e una direttiva quadro volta a stabilire per tutti i modi di trasporto i principi di tariffazione dell'uso delle infrastrutture e la struttura delle tariffe (a questa proposta si accompagneranno metodi comuni di fissazione dei livelli tariffari che tengano conto dei costi esterni ed eque condizioni di concorrenza tra i diversi modi);
- adottare la futura proposta di direttiva sui prodotti energetici che prevede regimi impositivi particolari per l'idrogeno e i biocarburanti (entro il 2020 il 20% del consumo totale sarà costituito da carburanti di sostituzione - CE, 2000b) ed elaborare una direttiva volta a fissare una percentuale minima di biocarburante da aggiungere al gasolio o alla benzina immessi sul mercato;
- incoraggiare le misure che favoriscono l'intermodalità nel trasporto passeggeri e rafforzare le azioni in favore dei diritti e dei doveri degli utenti per tutti i modi di trasporto;
- ridurre del 25% le emissioni medie di anidride carbonica prodotte dalle automobili nuove entro il 2008, grazie a un accordo con l'Associazione dei costruttori europei di automobili;
- promuovere l'identificazione e la diffusione delle migliori pratiche in materia di trasporto urbano e di gestione delle rispettive infrastrutture.

Alcune delle misure individuate nel Libro bianco, come il ruolo dell'autovettura privata o la qualità del servizio pubblico, presuppongono scelte e interventi a livello nazionale, nel quadro di una chiara sussidiarietà. Alla stregua di quanto avviene in altri settori, come quello dell'energia, occorrerebbe sviluppare nei trasporti a livello europeo una nuova forma di regola-

mentazione che faccia agire di concerto le autorità di regolamentazione nazionale man mano istituite, ad esempio, per vegliare sulla sicurezza stradale; si tratta di uno degli aspetti distintivi della nuova "governance" (CE, 2001b).

La Commissione, oltre a quantificare quanto più possibile gli obiettivi prefissati, intende presentare nel 2002 una Comunicazione per precisare tali obiettivi. Nel 2005 essa tratterà un bilancio globale dell'attuazione delle misure indicate nel Libro bianco, che terrà conto delle conseguenze economiche, sociali e ambientali delle misure proposte; tale controllo verrà realizzato nel quadro del meccanismo "TERM" (vedi par. 2.1).

1.5 Il quadro di riferimento italiano sulla mobilità sostenibile

Così come per quello europeo, anche per delineare il quadro di riferimento italiano sulla mobilità sostenibile occorre seguire il processo di evoluzione dei due settori dello sviluppo sostenibile e dei trasporti.

Dopo la Conferenza di Rio de Janeiro l'Italia ha adottato un "Piano nazionale per lo sviluppo sostenibile in attuazione dell'Agenda 21" (Ministero dell'ambiente, 1993), che definisce obiettivi e azioni per avviare l'Italia sul cammino della sostenibilità, sulla base dei settori chiave già individuati nel Quinto Piano d'azione ambientale (CEC, 1992); per il settore dei trasporti, vengono posti gli obiettivi di riduzione delle emissioni totali inquinanti, riduzione della domanda di mobilità, incremento dell'offerta di trasporto collettivo, contenimento dell'uso del mezzo privato motorizzato e razionalizzazione degli strumenti normativi istituzionali per il riequilibrio dei trasporti. La ricaduta concreta del programma non è stata però significativa. Un Secondo Piano nazionale per lo sviluppo sostenibile è attualmente in corso di approvazione (Ministero dell'ambiente, 2001).

Nel 1994 l'Italia ha ratificato la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici; in attuazione del Protocollo di Kyoto, e sulla base della decisione assunta successivamente dall'Unione europea, essa si è impegnata a ridurre entro il 2010 le proprie emissioni nazionali nella misura del 6,5% rispetto ai livelli di 1990. Tra i criteri principali per la definizione delle misure necessarie a tal fine (Delibera CIPE 3.12.97) vi sono l'organizzazione e la gestione delle reti e dei mezzi di trasporto, l'efficienza energetica ed economica delle infrastrutture di trasporto e lo sviluppo di tecnologie innovative a basse emissioni; sulla base di questi criteri, sono state individuate (delibera CIPE 19.11.98) sei azioni nazionali per la riduzione dei gas serra, che comprendono la riduzione dei consumi energetici nel settore dei trasporti.

Dopo il Summit delle Nazioni Unite tenutosi a New York nel 1997 e la successiva approvazione al Senato italiano di una risoluzione che impegna il nostro Governo ad adottare conseguenti misure per favorire la sostenibilità ambientale, è stata approvata la legge 347/97 sullo sviluppo e la qualificazione degli interventi in campo ambientale; tale legge ha sensibilmente rafforzato il sostegno alle politiche attive per l'ambiente, fornendo il supporto tecnico e organizzativo a una diversa qualità dello sviluppo basata sull'innovazione tecnologica e la crescita di nuova occupazione.

Per quanto riguarda il processo di Agenda 21 locale, il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio lo sostiene co-finanziando numerosi progetti. Nel 1999 si è costituito inoltre il "Coordinamento delle Agende 21 locali italiane", con l'obiettivo di consolidare le relazioni di scambio e collaborazione tra le amministrazioni locali impegnate in processi di Agende 21 locali e nella Campagna europea Città sostenibili; l'Italia risulta essere la prima in Europa nel processo di adozione di Agende 21 locali, con l'adesione di 462 enti italiani su un totale di circa 1.300 (CENSIS, 2001).

Riguardo alla politica dei trasporti, per molti anni in Italia è mancato un disegno strategico globale del settore, a causa della difficoltà di conciliare posizioni, interessi e pressioni dei diversi soggetti coinvolti; ma allo stesso tempo è divenuto sempre più necessario tenere conto degli indirizzi di politica comunitaria settoriale, ai quali non è economicamente conveniente continuare a opporre resistenza. Nel settore del trasporto merci su strada, ad esempio, i ritardi con cui vengono recepite le direttive comunitarie, oltre a una discutibile politica settoriale interna, hanno impedito o rallentato un processo di ristrutturazione e riorganizzazione comunque inevitabile per la sopravvivenza economica degli operatori nazionali; anche il trasporto combinato, ormai sviluppato a livello europeo, si trova in Italia in una situazione delicata, sia per l'assenza di una strategia intermodale sia per i problemi relativi alle singole modalità, ossia la scarsa competitività del contesto e le scarse produttività ed efficienza delle imprese di trasporto. Le istituzioni spesso non riescono a fornire risposte tempestive ai problemi del trasporto, limitandosi a sancire situazioni di fatto non sempre favorevoli all'evoluzione e alla competitività dell'economia italiana; il mercato internazionale impone invece una presenza basata su una moderna "imprenditorialità" della pubblica amministrazione, in grado di armonizzare e comporre la divaricazione tra gli obiettivi di gestione e la strategia dei traffici, nonché di sfruttare le occasioni di sviluppo offerte dalle risorse finanziarie messe a disposizione della Comunità. Gli organi nazionali rappresentativi in sede comunitaria dovrebbero, inoltre, giocare un ruolo attivo nei processi decisionali, consentendo così anche la soluzione dei problemi che caratterizzano alcune modalità di trasporto in linea con quanto previsto a livello europeo; l'Italia dovrebbe cercare di far valere e di conciliare i propri obiettivi politici preventivamente con quelli comunitari, senza dover successivamente rivedere la propria posizione. Di particolare rilievo sono il dibattito sulla necessità di un trasferimento modale a favore di modalità meno dannose per l'ambiente (in particolare la ferrovia) e quello sulle esternalità del trasporto, che investe e influenza direttamente numerose altre problematiche del settore trasporti, come il trasferimento modale, l'utilizzo degli strumenti di *road pricing* e *park pricing* e le problematiche ambientali; a questo proposito, la partecipazione allo studio e alla ricerca di misure di protezione dell'ambiente (introduzione di standard sulle emissioni di sostanze nocive, ricerca di carburanti meno inquinanti, ecc.) risulta, oltre che un "dovere comunitario", un'ottima occasione per affrontare un problema nazionale con conoscenze, strumenti e tecnologie europee (Federtrasporto, 1995).

Recentemente sono stati portati a compimento alcuni significativi cambiamenti istituzionali (Federtrasporto, 2001b):

- è stato creato il nuovo Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, che riunisce le competenze del Ministero dei trasporti e della navigazione e di parte di quello dei lavori pubblici (DPR 177/01);
- con l'approvazione del testo di legge costituzionale che modifica la parte V della Costituzione non solo è stato adottato il principio di sussidiarietà, per il quale tutte le materie che non sono espressamente di competenza statale sono attribuite alle Regioni, ma a queste viene attribuita una competenza piena su larga parte delle competenze residue; per quanto riguarda i trasporti, lo Stato mantiene una potestà esclusiva solo per la più generale tutela della concorrenza e ha una potestà ripartita (emanazione di leggi quadro) solo per porti, aeroporti civili, grandi reti di trasporto e di navigazione, mentre tutto il resto è di potestà regionale esclusiva;
- per quanto riguarda l'attuazione della "legge Bassanini", che si proponeva l'obiettivo di realizzare il federalismo a costituzione vigente, sono state individuate le risorse da trasferire in materia di viabilità (29.522 chilometri di strade, pari al 65% di quelle in precedenza gestite dall'ANAS) e sono state trasferite alle Regioni e agli Enti locali le risorse relative all'esercizio delle funzioni e dei compiti amministrativi in materia di trasporti (DPCM 12 ottobre 2000).

È stato inoltre approvato il nuovo Piano generale dei trasporti e della logistica (deliberazione CIPE 1/2001), presentato congiuntamente dai Ministeri dei trasporti e della navigazione, dei lavori pubblici e dell'ambiente; la partecipazione di quest'ultimo ha consentito per la prima volta di porre, accanto agli obiettivi settoriali, specifici obiettivi di carattere ambientale. Il piano, che adotta un approccio intermodale, modifica profondamente il precedente quadro legislativo e prevede, nell'arco di cinque anni, la piena liberalizzazione del trasporto ferroviario, la razionalizzazione dell'autotrasporto, la privatizzazione della flotta di Stato e l'adeguamento delle infrastrutture di supporto allo sviluppo del settore e della logistica integrata. I principali obiettivi del piano sono:

- servire la domanda di trasporto a livelli di qualità del servizio adeguati;
- realizzare un sistema di offerta ambientalmente sostenibile (attraverso l'incentivazione del riequilibrio modale soprattutto in ambito urbano, lo sviluppo di tecnologie più efficienti dal punto di vista energetico, lo stimolo all'efficienza energetica e ambientale del parco circolante, programmi di risanamento atmosferico, acustico e paesaggistico delle infrastrutture esistenti, programmi per garantire il rispetto del Codice della strada e interventi di messa in sicurezza delle strade urbane ed extraurbane);
- favorire il riequilibrio territoriale riguardo al livello di accessibilità delle diverse aree;
- assicurare il continuo innalzamento degli standard di sicurezza;
- utilizzare in modo efficiente le risorse dedicate all'offerta dei servizi e alla realizzazione di infrastrutture di trasporto;
- attenuare i differenziali tra diverse aree del Paese, soprattutto nel Meridione;
- sviluppare l'integrazione con l'Europa, assicurando la fluidità dei traffici;
- favorire l'ulteriore spostamento sul Mediterraneo dell'asse dei traffici marittimi intercontinentali e favorire l'insediamento di nuove attività manifatturiere e di logistica nel Mezzogiorno;
- puntare alla crescita delle professionalità e all'aggiornamento continuo a tutti i livelli con stabili strumenti di formazione, aggiornamento e riqualificazione professionale.

Gli obiettivi individuati rimarranno fissi nel tempo, mentre sarà possibile modulare gli interventi sulla base delle risorse finanziarie disponibili ogni anno; sono previsti, a tale riguardo, stanziamenti complessivi per circa 214.000 miliardi di lire entro il 2010.

Il piano raccomanda l'individuazione e lo sviluppo di opportune politiche per la gestione della domanda e per il suo riequilibrio verso le modalità economicamente, socialmente e ambientalmente più efficienti. Per garantire l'attuazione degli obiettivi concordati nelle sedi internazionali (ad esempio il protocollo di Kyoto), esso suggerisce la necessità di avviare una fase in cui la valutazione ambientale strategica diventi l'itinerario obbligato di ogni iniziativa, superando la prassi in cui la valutazione degli impatti rappresenta una procedura per difendere e non per motivare le scelte. Oltre agli interventi rivolti al contenimento degli effetti dell'inquinamento e dei costi ambientali prodotti dal sistema dei trasporti, il piano considera anche gli impatti di tale sistema sulle condizioni di sostenibilità sociale, economica e territoriale; questa interpretazione estensiva ed economicamente propulsiva del concetto di sostenibilità impone all'intervento infrastrutturale di confrontarsi e di interagire con il sistema delle aree protette, con il progetto di rete ecologica nazionale e con il sistema dei centri storici e del paesaggio.

Per attuare i contenuti del Piano, la Legge finanziaria 2001 (legge 388/00) ha stanziato le risorse necessarie per finanziare interventi pari a circa 16.000 miliardi di lire di nuovi investimenti ripartiti tra FS, trasporto rapido di massa e ferrovie concesse, acquisto di autobus per il trasporto pubblico locale (di cui la metà per veicoli ad alimentazione non convenzionale), porti e autostrade del mare, strade dell'ANAS e interventi specifici, autostrade e aeroporti. Il Collegato alla Finanziaria 2000 sull'apertura e regolazione dei mercati (legge 57/01) ha poi delegato il Governo ad emanare, entro un anno, un decreto legislativo per il riordino della nor-

mativa vigente per il completamento e il riequilibrio delle rete interportuale nazionale in un contesto di rete logistica. Coerentemente con il ruolo assegnato alla logistica dal nuovo Piano, è stato inoltre costituito un tavolo interministeriale di consultazione e di coordinamento relativo all'incidenza dei servizi di logistica sull'internalizzazione del sistema delle imprese (deliberazione CIPE 148/00).

Tra i provvedimenti previsti dal Documento di programmazione economica e finanziaria 2002-2006, deliberato dal Consiglio dei ministri nel luglio 2001, vi sono quelli denominati dei "cento giorni", che anticipano l'azione del Governo per il rilancio dell'economia e che comprendono gli investimenti in opere pubbliche per agevolare l'unificazione del territorio e l'apertura al crescente traffico europeo; le opere riguarderanno la rete viaria, l'ampliamento di porti e aeroporti e lo sviluppo di sistemi di collegamento informatico. Il Governo intende utilizzare lo strumento innovativo della "legge-obiettivo", per colmare l'attuale deficit politico e giuridico in questo campo e attirare i capitali privati nella forma del *project financing*; nella logica del provvedimento la legittimità politica e giuridica di un'opera pubblica si identifica infatti con l'obiettivo strategico della stessa, in modo tale da consentire l'automatica disapplicazione di tutta una serie di "leggi-ostacolo" con la sola eccezione dei principi comunitari, costituzionali e del codice penale. La progettazione e la realizzazione delle grandi opere pubbliche verranno attuate nel rispetto dell'ambiente, applicando una procedura di valutazione di impatto ambientale snellita e rinnovata. Secondo alcuni, però, la "legge-obiettivo" introduce una deregolamentazione molto spinta, che rischia di svuotare gli attuali criteri di controllo e di salvaguardia ambientale; rilanciando la costruzione di nuove autostrade, inoltre, essa rischia di andare in controtendenza rispetto agli obiettivi nazionali, comunitari e internazionali di riequilibrio modale e di indebolire l'attuale procedura di valutazione d'impatto ambientale. Al provvedimento è stata inoltre opposta dal Ministero dell'ambiente una critica relativa al rischio che esso possa perpetuare la marginalità del dicastero rispetto alle politiche complessive del Governo su temi cruciali, quale quello dei trasporti.

Il Collegato ambientale alla Finanziaria, 2002, ha stanziato circa 65 milioni di euro in tre anni per interventi in campo ambientale; tra le novità del provvedimento vi sono l'istituzione degli Osservatori ambientali (cui sono affidati la verifica del rispetto delle prescrizioni della valutazione di impatto ambientale sulle grandi opere, la soluzione ambientalmente corretta dei problemi ambientali imprevisti e il monitoraggio degli effetti sull'ambiente nella fase di realizzazione delle opere) e la nascita del "velocipede elettrico", veicolo non inquinante a pedalata assistita che non supera i 25 chilometri orari e che potrà circolare senza le prescrizioni previste per i ciclomotori.

È stato inoltre presentato il Piano operativo nazionale 2002-2006 del settore trasporti, che è parte del Quadro comunitario di sostegno. In accordo con quanto stabilito dal Piano generale dei trasporti e della logistica, gli obiettivi di tale programmazione sono relativi al riequilibrio modale, alla riorganizzazione della mobilità, all'incremento della sicurezza dei trasporti e alla connessione delle reti locali e delle principali direttrici nazionali con le reti di trasporto transeuropee, nonché con le grandi reti di comunicazione mondiali (soprattutto per quanto riguarda i porti). Il particolare, il piano prevede:

- per la modalità ferroviaria, progetti di velocizzazione e di raddoppio delle dorsali tirreniche e adriatiche, il potenziamento delle linee trasversali e dei principali nodi metropolitani, un aumento degli standard di sicurezza e il collegamento con la rete ferroviaria nazionale di vaste aree delle regioni meridionali;
- per la modalità stradale, lavori di adeguamento per i principali rami autostradali e lavori di ammodernamento per la viabilità ordinaria;



- per il settore portuale, interventi di ammodernamento e potenziamento infrastrutturale e l'adozione di programmi di comunicazione e di controllo del traffico per la prevenzione degli incidenti e la salvaguardia delle risorse marine;
- per gli impianti aeroportuali, interventi di ammodernamento infrastrutturale, una dotazione strumentale più moderna e la realizzazione di interconnessioni ferroviarie e/o stradali tra lo scalo aeroportuale e le principali aree urbane.

Per realizzare i suddetti interventi è stato previsto uno specifico quadro finanziario che tuttavia potrà subire un'evoluzione conseguente all'esplicita previsione della possibilità di cofinanziamento delle opere attraverso metodi affini al *project financing* e alla costituzione di società pubblico – private.

Un'analisi delle politiche di settore è contenuta nel par. 6.2.

2. Una metodologia di valutazione della sostenibilità

(M. Contaldi, R. Pignatelli)

Per raggiungere uno sviluppo “meno insostenibile”, sono necessari obiettivi, strumenti, sistemi di controllo e una valutazione concreti; il Consiglio europeo di Helsinki ha espressamente chiesto la messa a punto di un meccanismo che permetta di procedere periodicamente alla valutazione e al monitoraggio.

Richiamando le considerazioni già esposte sul tema della mobilità sostenibile (vedi par. 1.2), si può affermare che un sistema di trasporti sostenibile è orientato a soddisfare la domanda finale di accessibilità minimizzando gli impatti sull'ambiente e sulla qualità della vita, il consumo di energia e l'erosione delle risorse naturali e finanziarie.

Sia per la valutazione dell'efficienza che delle principali esternalità, nel corso di numerosi studi a livello nazionale ed internazionale, è stato svolto un complesso lavoro di messa a punto di una serie di indicatori specifici, i quali forniscono regolari aggiornamenti dello stato dell'ambiente e sono molto utili per integrare gli aspetti ambientali nelle politiche di settore. Quindi lo studio caso per caso dell'impatto di un determinato progetto sull'ambiente può essere svolto in modo semplificato verificando l'evoluzione degli indicatori.

Da un punto di vista generale, serie storiche di indicatori riescono a rappresentare l'impatto del settore sull'ambiente e, combinate con altre valutazioni sull'evoluzione delle risorse disponibili, la preservazione degli ecosistemi e le necessità sociali, dovrebbero consentire di valutare la sostenibilità delle tendenze in atto. Inoltre il confronto tra i diversi paesi, ognuno con le sue peculiarità nazionali, dovrebbe fornire un quadro d'insieme valido e consentire di fissare degli obiettivi quantificati che articolano, per un certo periodo di tempo e per alcuni paesi, il concetto di sostenibilità in precise indicazioni politiche.

Nel 1998 i Ministri hanno chiesto all'OCSE di intraprendere un progetto triennale sullo sviluppo sostenibile; i governi, che hanno sempre misurato il progresso economico attraverso statistiche economiche come il prodotto interno lordo, l'inflazione e la bilancia dei pagamenti, sono oggi concordi nel ritenere che la crescita economica debba essere socialmente e ambientalmente sostenibile. Gli indicatori di sviluppo sostenibile sono già ampiamente utilizzati per scopi di politica e di comunicazione; aree per ulteriore sviluppo includono contesti per misurare il progresso, la necessità di indicatori delle dimensioni sociali dello sviluppo sostenibile e indicatori per comunicare con gli *stakeholders* e con il pubblico (OECD, 2000). Negli anni Novanta si è registrato un notevole progresso nell'utilizzo di indicatori e di tecniche di misura, basati su una solida base analitica e di conoscenze; gli indicatori hanno guadagnato in importanza e sono stati utilizzati per un vasto numero di scopi. In numerosi paesi OCSE, essi vengono sempre più usati per la pianificazione, per chiarire obiettivi e priorità politiche, per fare bilanci preventivi, per valutare le prestazioni e per comunicare con il pubblico. È importante sviluppare contesti e indicatori per esaminare le interazioni tra tematiche economiche, ambientali e sociali. Un approccio consiste nell'estendere il sistema di contabilità nazionale per incorporare sia la contabilità ambientale che quella sociale.

Delle numerose organizzazioni internazionali che si occupano dell'argomento si citano l'OCSE (vedi Appendice 1), che ha svolto una lunga serie di analisi sugli indicatori^{1,2} e svol-

¹ IEA study “Indicators of Energy Use and Efficiency”, OECD/IEA, 1997, Indicators for the integration of environmental concerns into transport policies, OECD 1999

² «Indicators of Energy Use and Efficiency - Understanding the Link between Energy and Human Activity» International Energy Agency, OECD/IEA 1999

to una conferenza sull'argomento a Roma³ e la Commissione europea, la quale di recente ha ultimato una proposta sull'argomento⁴. Nel corso della citata conferenza di Roma il Ministero dell'ambiente ha affermato la necessità di utilizzare un sistema di indicatori ai fini della valutazione ambientale strategica del nuovo Piano generale dei trasporti e della logistica. Anche l'ENEA ha proposto una serie di indicatori a livello locale (vedi Appendice 2). Per l'esposizione analitica degli indicatori si preferisce seguire la traccia della Commissione europea, sia per la sua completezza sia per i più immediati riflessi che ha sulla legislazione nazionale. Questi indicatori costituiscono la base del Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM), in cui lavorano congiuntamente l'Agenzia europea per l'ambiente e la Commissione (DG TREN, DG ENV, Eurostat).

2.1 Indicatori TERM (proposti dall'Agenzia europea per l'ambiente)

Come già indicato (par. 1.4), nel 1998 il Consiglio europeo di Cardiff ha richiesto alla Commissione e ai Ministri dei trasporti di sviluppare strategie integrate di trasporti e ambiente. Allo stesso tempo, e seguendo il lavoro iniziale effettuato dall'Agenzia europea per l'ambiente sugli indicatori relativi a trasporti e ambiente, il Consiglio congiunto Trasporti e ambiente ha invitato la Commissione e l'Agenzia a costituire un meccanismo di *reporting* su trasporti e ambiente (TERM), al fine di consentire ai decisori politici di misurare il progresso delle loro politiche di integrazione. Il Sesto Programma d'azione ambientale (CE, 2001a) e la proposta della Commissione per una strategia dell'Unione europea per lo sviluppo sostenibile (EC, 2001) sottolineano nuovamente la necessità di strategie integrate e di monitorare i temi ambientali, così come l'integrazione settoriale.

La strategia per lo sviluppo sostenibile stabilisce il collegamento tra il Sesto Programma di azione ambientale, il processo di Cardiff per integrare le considerazioni ambientali nelle politiche di settore e il processo di Lisbona, che integra l'occupazione, la riforma economica e la coesione sociale; per monitorare questi processi, sarebbe necessario accompagnare gli indicatori TERM con un sistema di indicatori socio – economici.

Il principale risultato di TERM è un regolare rapporto basato sugli indicatori, attraverso il quale poter monitorare l'efficacia delle strategie di integrazione di trasporti e ambiente. Tali indicatori sono destinati a migliorare la comunicazione tra i responsabili delle decisioni e gli operatori economici e ad essere utilizzati per l'elaborazione di relazioni settoriali.

Nel primo rapporto (EEA, 2000), gli indicatori TERM sono stati selezionati e raggruppati per rispondere a sette domande chiave:

- la *performance* ambientale del settore dei trasporti sta migliorando?
- stiamo migliorando nella gestione della domanda di trasporto e nel riequilibrio modale?
- sta migliorando il coordinamento della pianificazione territoriale e dei trasporti, in modo da far incontrare la domanda di trasporto con il bisogno di accessibilità?
- stiamo ottimizzando l'utilizzo della capacità di infrastrutture di trasporto esistenti e ci stiamo muovendo verso un sistema di trasporto intermodale meglio equilibrato?
- ci stiamo muovendo verso un sistema di tariffazione più equo ed più efficiente, che assicuri l'internalizzazione dei costi esterni?
- quanto rapidamente vengono implementate le nuove tecnologie e quanto efficientemente vengono utilizzati i veicoli?

³ "Towards sustainable development – Indicators to measure progress", OECD Conference, Rome 15-17 December 1999.

⁴ Report on Environment and Integration Indicators to Helsinki Summit, SEC 1942, November 1999.

- quanto efficacemente vengono utilizzati gli strumenti di gestione e monitoraggio ambientale per aiutare il processo politico e decisionale?

Viene di seguito fornita la lista degli indicatori proposti da TERM, compresi alcuni nuovi indicatori presentati nell'ultimo rapporto (EEA, 2001). Gli indicatori coprono i più importanti aspetti del sistema di trasporti e ambiente (il già citato schema D-P-S-I-R) e includono indicatori di eco-efficienza.

a. I trasporti e le loro prestazioni ambientali

Conseguenze ambientali del trasporto:

- consumo energetico finale e primario dei trasporti, e quota sul totale per modalità e per tipo di carburante (D);
- emissioni di gas a effetto serra (CO_2 e N_2O) dai trasporti per modalità (P);
- emissioni di inquinanti atmosferici (NO_x , COVNM, PM_{10} , SO_x , precursori dell'ozono) per modalità (P);
- superamenti degli standard di qualità dell'aria dell'Unione europea per PM_{10} , NO_2 , benzene, ozono, piombo e CO (S) e popolazione esposta a superamenti degli standard europei di qualità dell'aria in ambito urbano (I);
- percentuale di popolazione esposta al rumore del traffico e da esso infastidita, per categoria di rumore e per modalità (S, I);
- frammentazione degli ecosistemi e degli habitat (P, S), e prossimità dell'infrastruttura di trasporto ad aree definite;
- occupazione di territorio da parte dell'infrastruttura di trasporto per modalità (P);
- rifiuti generati dal trasporto stradale: numero di veicoli a fine vita e di pneumatici usati (P);
- scarichi accidentali e illegali di petrolio da navi in mare (P);
- numero di incidenti, morti, feriti e disastri ambientali (terrestri, aerei e marittimi) nel trasporto (I).

Domanda e intensità di trasporto:

- trasporto passeggeri (per modalità e scopo): veicoli – km, totale passeggeri, totale passeggeri-km, passeggeri-km pro capite, passeggeri-km per PNL (D);
- trasporto merci (per modalità e per tipologia di merci): veicoli-km, totale veicoli, totale veicoli-km, veicoli-km pro capite, veicoli-km per PNL.

b. Fattori determinanti del sistema trasporti / ambiente

Pianificazione territoriale e accessibilità:

- accesso regionale ai mercati: tempi e costi per raggiungere obiettivi economicamente importanti, per diverse modalità (strada, ferrovia, aviazione) (D);
- accesso ai servizi di base: tempo e lunghezza medi degli spostamenti passeggeri per modalità, scopo (pendolarismo, acquisti, tempo libero) e localizzazione (urbana / rurale) (D);
- accesso ai servizi di trasporto, per esempio: possesso di veicoli e numero di veicoli a motore per famiglia, percentuale di persone in un posto che ha accesso a un nodo di trasporto pubblico entro 500 metri (D).

Offerta di infrastrutture e servizi di trasporto:

- capacità delle reti infrastrutturali di trasporto, per modalità e per tipo di infrastruttura (autostrada, strada statale, strada comunale, ecc.) (D);
- investimenti in infrastrutture di trasporto *pro capite* e per modalità (D, R).

Costi e prezzi del trasporto.

- cambiamento reale nel prezzo del trasporto merci per modalità (R);
- ammontare totale dei costi esterni per modalità di trasporto (merci e passeggeri); costo esterno medio per passeggero - km e per tonnellata-km per modalità di trasporto;
- applicazione degli strumenti di internalizzazione, per esempio strumenti di politica economica collegati direttamente con i costi marginali esterni dell'uso delle diverse modalità di trasporto (R);
- prezzi e tasse sui carburanti (D);
- sussidi (R);
- spesa sulla mobilità personale per persona per fascia di reddito (D).

Tecnologia ed efficienza dell'utilizzo:

- efficienza energetica totale per il trasporto passeggeri e merci (per passeggero-km e per tonnellata-km e per modalità) (P, D);
- emissioni per passeggero-km e per tonnellata-km di CO₂, NO_x, COVNM, PM₁₀ e SO_x per modalità (P, D);
- coefficienti di occupazione dei veicoli passeggeri (D);
- coefficienti di carico per il trasporto di merci su strada (LDV, HDV) (D);
- uso di carburanti più puliti (benzina senza piombo, elettricità, carburanti alternativi) e numero di veicoli che li utilizzano (D);
- età media del parco veicolare (D);
- quota del parco veicolare conforme a determinati standard di emissioni atmosferiche e acustiche (D).

Integrazione gestionale:

- numero di Paesi membri che applicano una strategia di trasporti integrata (R);
- numero di Stati membri con un sistema di monitoraggio nazionale di trasporti e ambiente(R);
- considerazione della valutazione ambientale strategica nel settore dei trasporti (R);
- considerazione dei sistemi di gestione ambientale da parte delle imprese di trasporto (R);
- consapevolezza e comportamento dei cittadini (R);
- numero di Stati membri con una cooperazione formalizzata tra i ministri dei trasporti, dell'ambiente e della pianificazione territoriale (R).

2.2 Individuazione e proposta di un insieme di indicatori

L'insieme di indicatori proposti dall'OCSE (vedi Appendice 1), rispetto a quello proposto dall'AEA, sembra essere più limitato nelle ambizioni ma allo stesso tempo più realistico da implementare con dati a disposizione. Questi indicatori consentano il paragone del settore dei trasporti nei diversi paesi, al fine di per raggiungere alcuni obiettivi minimi di efficienza e limitazione delle emissioni e di altre conseguenze dirette dei trasporti (incidenti); questi obiettivi minimi sono ovviamente in direzione della sostenibilità dello sviluppo, ma non si evince dagli indicatori un nesso diretto tra sostenibilità e impatto del settore sulla società e sull'ambiente. Anche per questi motivi, si ritiene preferibile la scelta dell'insieme di indicatori proposto dall'Agenzia europea.

Per quanto riguarda gli indicatori locali, essi sono di competenza delle amministrazioni locali eventualmente coordinate dalle agenzie regionali; pertanto in questa sede non si va oltre la proposta metodologica.

Gli indicatori prescelti (vedi capitoli 3, 4 e 5) si riferiscono al gruppo a) della lista del precedente paragrafo, relativo ai trasporti e alle loro prestazioni ambientali; vengono riportati anche alcuni elementi relativi al gruppo b), relativi all'offerta di infrastrutture e servizi di trasporto, alle tecnologie e all'efficienza dell'utilizzo, nonché all'accesso ai servizi di trasporto. Sono inoltre disponibili in ANPA le informazioni relative a una serie di altri indicatori, in particolare su costi e prezzi del trasporto. In aggiunta alla caratterizzazione proposta nel TERM si estende, ove possibile, la suddivisione per scopo – tra traffico urbano ed extraurbano – del traffico passeggeri anche alle tecnologie ed efficienze di utilizzo dei veicoli. Questa caratterizzazione aggiuntiva è fondamentale sia per la comprensione delle *driving forces* del sistema dei trasporti nazionale che come ponte verso un uso degli indicatori a livello regionale, locale e per progetto.

Per quanto riguarda i dati nazionali necessari per il calcolo degli indicatori proposti dall'Agenzia europea, in generale quelli sui consumi energetici sono disponibili nel Bilancio energetico nazionale (MICA 1999), i dati sulle emissioni sono disponibili in ANPA ed alcuni degli altri dati mancanti sulla struttura del sistema dei trasporti, ad esempio quelli sui costi e prezzi del trasporto e sulla dotazione di infrastrutture, sono reperibili nel Conto Nazionale dei Trasporti (Ministero dei Trasporti, 2001). Gli altri dati necessari sono forniti dall'Istituto nazionale di statistica.

Per ogni indicatore si è cercato di fornire delle serie storiche, a partire dal 1985, degli indicatori proposti, e sono altresì riportate le valutazioni fatte ai fini della stima delle emissioni. Le informazioni disponibili sono ovviamente reperite dalle statistiche pubblicate, ma uno sforzo è stato fatto per elaborare i dati in modo coerente: in particolare è stata definita e descritta una certa suddivisione del traffico totale nazionale, alla quale si riferiscono sia i consumi energetici che le emissioni. La serie storica, inoltre, è stata calcolata utilizzando la stessa metodologia per studio del traffico, consumi ed emissioni. Per le emissioni di sostanze nocive ci si è limitati a quelle di ossidi di azoto, composti organici volatili e particolato, mentre sono analizzati i principali gas serra (anidride carbonica, metano e protossido di azoto).

Tutti gli indicatori sono stati caratterizzati sulla base dei contesti territoriali in cui essi assumono particolare rilevanza; la partizione territoriale presa in considerazione prevede un contesto extraurbano (disaggregato a sua volta, se necessario, in partizioni più piccole per rappresentare i contesti regionali e provinciali), un contesto urbano (che corrisponde all'involuppo delle grandezze relative alle singole città) e un contesto nazionale (per il quale le varie grandezze sono mediate all'interno di tutto il territorio italiano).

Alcune delle grandezze utilizzate sono estrapolate direttamente dai dati raccolti da più fonti statistiche nazionali: è il caso, ad esempio, degli indicatori di dotazione veicolare e di infrastrutture, dei dati di traffico e di mobilità. Le principali fonti per questi indicatori sono le società che gestiscono le infrastrutture ed i servizi di trasporto; ma anche enti istituzionali preposti alla gestione ed alla sorveglianza di alcune attività di trasporto (come ad esempio la Motorizzazione Civile) o, più semplicemente alla raccolta statistica (ISTAT). Molti dei dati disponibili sono annualmente raccolti dal Ministero dei Trasporti nel Conto Nazionale dei Trasporti; purtroppo non sempre tali dati (e/o quelli necessari al calcolo degli altri indicatori) sono aggiornati o fruibili in modo immediato.

Altri indicatori devono essere stimati attraverso l'applicazione di algoritmi spesso sofisticati che richiedono, a loro volta, disponibilità di numerose informazioni: tipico è il caso degli indicatori di consumo specifico e di emissione; per questa tipologia di indicatori sono stati utilizzati modelli di calcolo di matrice comunitaria (metodologia CORINAIR, modello Copert).



PARTE II

La situazione in Italia

3. Indicatori del sistema dei trasporti nazionale

(M. Contaldi)

3.1 Tipologia degli indicatori calcolati

In questo paragrafo si riportano gli indicatori per i quali forniscono valutazioni quantitative e commenti sull'origine e la qualità del dato. Per comodità di esposizione degli indicatori e dei commenti, gli indicatori sono raggruppati dal punto di vista della modalità di riferimento e della domanda ed offerta di servizi di trasporto, oltre che per la finalità ambientale. Come già accennato in aggiunta alla caratterizzazione proposta nel TERM si introduce, ove possibile, la suddivisione tra traffico urbano ed extraurbano del traffico passeggeri e, tra l'altro, questa caratterizzazione aggiuntiva è fondamentale per i commenti sull'origine e qualità dei dati, purtroppo non omogenei.

L'esposizione è articolata in questo e nei due successivi capitoli 4 e 5. Il capitolo 3 è centrato sulle intensità del sistema dei trasporti a livello aggregato e sulla sua efficienza energetica ed ambientale, il cap. 4 sull'offerta di servizi di trasporto, con le caratteristiche delle infrastrutture nazionali e dei mezzi utilizzati ed il cap. 5 più che riportare degli indicatori caratterizza la domanda di mobilità. Una parte delle informazioni sull'impatto ambientale complessivo del settore è riportata nei paragrafi 7.3 e 7.4 e nel cap. 8.

Gli indicatori calcolati sono i seguenti.

Domanda ed intensità di trasporto (par. 3.2 e cap. 5):

- traffico totale (v-km) e relative intensità per unità di PIL (veicoli-km / PIL), per abitante e per lunghezza della rete stradale;
- traffico delle automobili e dei veicoli merci (v-km) e relative intensità per unità di PIL (veicoli-km / PIL), per abitante e per lunghezza della rete stradale;
- trasporto passeggeri e merci per modalità e scopo, in valori assoluti e percentuali; intensità, p-km - t-km / PIL.

Conseguenze ambientali del trasporto

- Consumo energetico finale e primario dei trasporti, per modalità e tipo di carburante (cap.3 e cap.7.3 e 7.4);
- Emissioni di gas ad effetto serra ed inquinanti atmosferici (cap. 7, 8 ed altre pubblicazioni ANPA):
 - emissioni effettive ed incidenza sul totale delle emissioni per CO₂, NO_x, NMVOCs, N₂O, per ogni modalità;
 - emissioni in aria
 - emissioni totali dei trasporti di NO_x, VOC, particolato ed il loro contributo relativo alle emissioni antropogeniche totali e relative intensità rispetto al PIL e per abitante (vedi riferimento ANPA 1999);
 - emissioni totali dei trasporti su strada di NO_x, VOC, particolato e relative intensità per unità di traffico (per v-km) (disponibile solo per il 1997, rif. ANPA 2000);

Tecnologia ed uso efficiente del trasporto (cap. 3):

Indicatori di energia

- efficienza energetica complessiva per passeggeri e merci, per km e per tipo di veicolo;
- quantitativi di carburanti alternativi e numero dei veicoli che li utilizzano
- fattori di occupazioni dei veicoli.

Indicatori di gas serra

Automobili:

- CO₂ (in litri/100km e CO₂/km) in funzione dell'uso dei veicoli e per viaggio medio;
- valori di omologazione (in litri/100 km e CO₂/km) per le nuove auto, pesati sulle vendite.

Trasporto merci:

- CO₂ (in litri/100km e CO₂/km) per i camion, inclusi i veicoli leggeri.

Indicatori di gas inquinanti

- emissioni specifiche per p-km, per t-km e per modalità di NO_x, NMVOCs

Offerta di infrastrutture e servizi di trasporto (cap. 4):

infrastrutture, da cui si traggono informazioni circa il livello di compromissione del territorio, la sua accessibilità e la capacità del sistema di trasporto;

- lunghezza e densità delle reti stradali complessive (in km e per unità di superficie);
- lunghezza e densità delle autostrade (in km e per unità di superficie);
- lunghezza e densità delle ferrovie (in km e per unità di superficie).

Pianificazione territoriale ed accessibilità (cap. 4):

- indicazioni sulla lunghezza del viaggio urbano in automobile;
- numero di veicoli per abitazione.

Uso efficiente del trasporto (cap. 4):

- veicoli

- evoluzione del parco veicolare totale e sua intensità per unità di PIL (veicoli/ PIL), per abitante e per lunghezza della rete stradale;
- struttura del parco per tipo di veicolo (automobili e veicoli merci) e per alimentazione (solo auto); quantità di veicoli catalizzati;
- fattori di occupazione dei veicoli;
- fattori di carico per LDV ed HDV;
- età media del parco.

3.2 Indicatori di domanda ed intensità di trasporto

La domanda di trasporto passeggeri presenta dinamiche molto diversificate a seconda dell'area in cui essa si sviluppa, in particolare nelle aree metropolitane, nelle altre aree urbane e nel traffico extraurbano. In questa sede vengono analizzate le linee di tendenza in questi tre diversi ambiti negli ultimi anni, esplorando la capacità degli indicatori proposti di individuare le dinamiche socio-economiche sottostanti.

Tabella 3.1: Evoluzione traffico ed intensità rispetto al PIL ed alla popolazione

	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999
10 ⁹ veicoli – km totali	249.7	337	410	417	426	444	448
10 ⁹ v-km auto	221.3	307	369	375	382	396	400
10 ⁹ v-km merci	45.3	51.6	49.9	50.8	54.7	55.3	58.4
Intensità totale							
v-km tot/ 1000 ECU	343	401	459	462	465	479	477
10 ³ v-km tot/ capite	4.4	5.9	7.2	7.3	7.4	7.7	7.8
Intensità automobili							
v-km tot/ 1000 ECU	304	366	413	416	418	428	425
10 ³ v-km tot/ capite	3.9	5.4	6.4	6.5	6.6	6.9	6.9
Intensità veicoli merci							
v-km tot/ 1000 ECU	62.1	61.6	55.9	56.3	59.8	59.7	62.1
10 ³ v-km tot/ capite	0.79	0.91	0.87	0.89	0.95	0.96	1.01
intensità tonn-km(>50km)							
t-km tot/ 1000 ECU	0.207	0.212	0.236	0.240	0.248	0.255	0.261
intensità passeggeri							
p-km tot/ 1000 ECU	0.724	0.867	0.928	0.938	0.940	0.952	0.948

Fonte: elaborazioni ANPA

Nota: nel 1995 è intervenuto un significativo cambiamento nella metodologia statistica di rilevamento del traffico merci su strada da parte di ISTAT. I confronti vanno quindi fatti con una certa cautela.

Le principali indicazioni che si possono trarre dalla serie storica delle intensità sono relative al rilevante cambiamento di tendenza intercorso tra il 1990 ed il 1995. Come si evince dai dati in tabella, dopo il 1995 l'intensità dei veicoli-km complessivi risulta in leggera crescita sia rispetto all'andamento del PIL, se esso è misurato in ECU, sia rispetto alla popolazione. Lo stesso discorso vale anche per le tonnellate-km e i passeggeri-km complessivi.

Il cambiamento di tendenza non è di poco conto, in quanto nel periodo precedente la crescita del traffico era tumultuosa e l'intensità cresceva costantemente. Lo stabilizzarsi dei valori di intensità potrebbe indicare l'uniformarsi anche del nostro paese al contesto europeo, la fine dei tassi di crescita molto elevati per questo settore ed è un'importante indicazione per le previsioni di sviluppo futuro del traffico (vedi cap. 8).

Un rapido confronto internazionale [OECD, 1999] rileva che nel 1996 l'Italia è risultata essere fra i Paesi dell'OCSE a più alta intensità di traffico stradale passeggeri per unità di prodotto interno lordo (441 miliardi di veicoli-km/1000\$ contro, ad esempio, i 270 miliardi del Giappone, i 389 miliardi dell'Olanda e della Germania, i 422 miliardi della Francia) e per abitante (7,9 milioni di veicoli – km / pro capite contro i 5,5 milioni del Giappone, i 6,9 della Germania ed i 7,0 dell'Olanda) (OECD, 1999b); sul fronte del traffico merci, invece, le intensità dell'Italia si collocano in una posizione intermedia all'interno dell'insieme OCSE, ad esempio al di sopra dell'Olanda e della Germania ma al di sotto della Francia e del Giappone.

Interessante, tuttavia, è che le intensità di trasporto sia passeggeri sia merci tendono, in quasi tutti i paesi, a crescere nel tempo, come se gli attuali livelli di sviluppo richiedessero, per ogni unità di prodotto aggiuntiva, un maggiore onere di trasporto che nel passato. In Italia l'entità di questo fenomeno è più evidente che in altri paesi avanzati.

3.2.1 Crescita dei volumi di traffico (passeggeri e merci)

Nel periodo 1990-99 la mobilità di passeggeri è aumentata da 728 a 887 miliardi di passeggeri-km (Bp*km) (+22%) soprattutto a causa dell'aumento del traffico urbano su autovettura (+25% circa), mentre la mobilità delle merci è passata da 176 a 244 miliardi di tonnellate-km (Bt*km) (+38%) (Ministero dei trasporti, 2000-la non omogeneità della metodologia ISTAT e fonti tra i dati 1990 e quelli 1999 induce però ad una certa cautela nell'effettuare confronti). La crescita della domanda sia di passeggeri che di merci viene quasi completamente assorbita dal trasporto stradale, la cui quota nel 1998 è risultata pari al 65% per le merci ed al 92% per i passeggeri; a tale quota ha contribuito in modo significativo l'autovettura privata (82% circa), che negli ultimi anni ha avuto una crescita superiore a quella degli altri modi di trasporto soprattutto in ambito urbano (vedi tab.3.2).

Tabella 3.2: Andamento del traffico interno di passeggeri nel periodo 1980-1995 e 1996-1998 (in miliardi di passeggeri-km, Bp*km)

	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999
Automobili, extraurb.	229.5	283.1	361.2	405.4	417	426.0	445.5	445.5
Automobili, urbano	88.9	90.9	160.8	209.1	208	210.2	216.9	218.0
Motocicli	26.9	34.9	60.1	59.9	61.1	62.9	62.0	63.0
Autobus urbani	16.9	15.9	11.6	10.4	10.4	10.6	10.7	10.8
Bus interurb. +noleggio.	47.3	52.2	72.3	76.8	78.3	79.4	80.9	82.3
Metro e tram	3.7	4.1	4.2	5.2	5.3	5.3	5.2	5.3
Treni	42.9	40.4	48.4	51.1	52.1	51.0	48.4	48.0
Traghetti	1.5	1.9	2.4	2.7	3.0	3.7	3.8	4.3
Aerei	2.9	4.4	6.4	7.1	7.9	8.8	9.0	9.8
Totale	460.6	527.8	727.5	827.5	843.0	858.0	882.3	887.0

Fonte: Elaborazioni ANPA-ENEA su dati CNT, anni vari

Tabella 3.3: Andamento del traffico interno di passeggeri nel periodo 1980-1995 e 1996-1998, valori percentuali

	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999
Automobili, extraurb.	47%	54%	50%	49%	49%	50%	50%	50%
Automobili, urbano	21%	17%	22%	25%	25%	24%	25%	25%
Motocicli	6%	7%	8%	7%	7%	7%	7%	7%
Autobus urbani	3.9%	3.0%	1.6%	1.2%	1.2%	1.2%	1.2%	1.2%
Bus interurb. +noleggio.	10.9%	9.9%	9.9%	9.3%	9.3%	9.3%	9.2%	9.3%
Metro e tram	0.9%	0.8%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%
Treni	9.9%	7.7%	6.7%	6.2%	6.2%	5.9%	5.5%	5.4%
Traghetti	0.3%	0.4%	0.3%	0.3%	0.4%	0.4%	0.4%	0.5%
Aerei	0.7%	0.8%	0.9%	0.9%	0.9%	1.0%	1.0%	1.1%
Totale	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: Elaborazioni ANPA-ENEA su dati CNT, anni vari

In modo molto schematico si può affermare che i fenomeni che più contribuiscono all'evoluzione della mobilità in Italia sono l'imponente crescita del traffico e il crescente squilibrio modale favore della strada. Nell'ultimo decennio si sono verificati i seguenti cambiamenti economici e sociali che hanno inciso sull'andamento quantitativo e qualitativo dei traffici passeggeri e merci:

- lo sviluppo dell'assetto urbano e metropolitano con la progressiva dispersione delle residenze e il conseguente aumento delle percorrenze medie della mobilità sistematica (spostamenti per motivi di studio e di lavoro), la diffusione di modelli di lavoro professionalizzato con esigenze di spostamenti flessibili ed l'incremento della mobilità erratica legata anche al maggior reddito disponibile;
- la globalizzazione dell'economia, l'apertura di nuovi mercati, la delocalizzazione della produzione, che hanno indotto un incremento della domanda di trasporto di beni e persone, sia in termini di quantità sia in termini di percorrenza;
- l'adozione di nuovi modelli gestionali da parte delle imprese produttive, con un diverso e più ampio utilizzo delle attività di trasporto (magazzino viaggiante);
- l'evoluzione del mix produttivo verso merci leggere e ad alto valore, per le quali risulta sempre meno conveniente il trasporto mediante ferrovia o vie d'acqua.

In prospettiva, anche l'accrescimento del ruolo del Mediterraneo, e quindi dell'Italia come centro di smistamento dai mercati dell'Est asiatico verso l'Europa centro-settentrionale, può giocare un ruolo non secondario nell'evoluzione dei traffici sul territorio italiano; segnali già evidenti di questo fenomeno sono la decisa affermazione del nuovo scalo portuale di Gioia Tauro come attracco delle navi transoceaniche ed il recente impulso dei traffici nel porto di Taranto.

Tabella 3.4: Andamento del traffico interno delle merci nel periodo 1980-1995 e 1996-1999 (in miliardi di tonnellate km, Bt*km)

	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999
Autocarri, < 50 km	39.3	51.4	70.5	58.2	57.9	57.4	-	-
Autocarri, > 50 km	81.9	92.7	107.4	137.3	139.8	142.3	152.6	161.5
Treni	19	18.8	21.9	24.4	23.6	26.0	25.4	24.4
Navi	31.3	30.5	35.7	35.3	39.9	44.5	45.0	45.5
Tubazione	11.3	9	11.1	12.3	12.6	12.8	13.0	12.7
Totale	182.8	202.4	246.5	267.4	273.8	282.9		
Totale > 50 km	143.5	151.0	176.0	209.2	215.9	225.5	236.0	244.2

Fonte: Elaborazioni ANPA-ENEA su dati CNT, anni vari

Nota: nel 1995 è intervenuto un significativo cambiamento nella metodologia statistica di rilevamento del traffico su strada da parte di ISTAT, nel 1997 è cambiata la rilevazione del cabotaggio, dal 1998 la stima nel CNT è limitata ai traffici superiori a 50 km. I confronti vanno quindi fatti con una certa cautela; in particolare, la stima del traffico per distanze inferiori a 50 km non è più affidabile dopo il 1995.

Quando si confronti la ripartizione modale dei trasporti merci in Italia con quella degli altri Paesi dell'OCSE (OECD, 1999b), si constata innanzitutto la ridotta presenza del trasporto ferroviario e per via d'acqua, dovuta a una politica dei trasporti di media e lunga distanza che per decenni ha trascurato i modi di trasporto alternativi alla strada, rimandando i necessari adeguamenti e potenziamenti infrastrutturali della rete ferroviaria e dei nodi portuali e l'avvio di una riforma fiscale e tariffaria.

Tabella 3.5: Andamento del traffico interno delle merci nel periodo 1980-1995 e 1996-1999, valori percentuali

	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999
Autocarri, > 50 km	57%	61%	61%	66%	65%	63%	65%	66%
Treni	13%	12%	12%	12%	11%	12%	11%	10%
Navi	22%	20%	20%	17%	18%	20%	19%	19%
Tubazione	8%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	5%
Totale > 50 km	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

3.3 Indicatori su tecnologie ed uso efficiente del trasporto: consumi energetici

In questa sede si elaborano i seguenti indicatori a livello nazionale relativi ai consumi energetici e all'efficienza energetica, con riferimento puntuale alle proposte dell'OCSE integrate da alcune proposte dell'AEA, vedi tabelle da 3.6 a 3.12:

- consumi finali di energia dei trasporti (in energia finale e primaria), contributo del settore ai consumi finali di energia (in percentuale) e relative intensità rispetto al PIL e per abitante (i dati di intensità non sono riportati, vedi le statistiche nazionali); distinzione per scopo (urbano-extraurbano) e per modalità;
- suddivisione dei consumi energetici per modalità (in percentuale);
- composizione dei consumi energetici stradali per tipo di carburante, inclusi carburanti alternativi, GPL e gas naturale (tab. 3.6) e numero dei veicoli che li utilizzano (tabella 4.3);
- consumi specifici di energia per totale dei veicoli - km e per veicolo (non calcolati);
- intensità energetica del trasporto merci (in energia / tonnellate - km);
- energia consumata nel trasporto aereo (solo per p-km, per posto - km e fattore di carico - non disponibile);
- intensità energetica nei voli interni (non significativa per l'Italia)
- fattori di occupazioni dei veicoli.

Tabella 3.6: Consumi complessivi di carburante nei trasporti

	1985	1990	1995	1999
Gasolio	554	675	665	724
Benzina	502	585	761	773
GPL	45	62	68	63
Gas Naturale	10	9	10	12
Carboturbo (naz.)	20	33	40	55
tot, PJ	1126	1366	1519	1627
totale, Mtep	26.9	32.8	36.3	38.9
elettricità (PJ)	14.0	16.7	19.0	15.4

Fonte: elaborazioni ANPA su dati BEN

La tabella mostra una certa diffusione di carburanti a più basso impatto ambientale, ossia GPL e gas naturale; quest'ultimo, in particolare, viene utilizzato nelle auto e per alcuni autobus urbani. La percentuale di veicoli elettrici nel 1999 risulta ancora troppo piccola per essere rilevata nelle statistiche dei consumi, che pertanto si riferiscono soltanto a treni, metropolitane e tram ed altri mezzi ettemetrici per il trasporto. Il salto dei consumi elettrici dal 1995 al 1999 è dovuto al nuovo metodo di rilevazione.

3.3.1 Consumi di energia nel trasporto urbano

La definizione di traffico urbano non è univoca, si rimanda al cap. 5 per una trattazione più specifica. In particolare la separazione tra traffico urbano e suburbano è diversa a seconda delle fonti: in alcune analisi sia l'uso pendolare che quello prettamente urbano sono trattati insieme (analisi delle aree urbane, PGT), in altri casi, (CNT, ENEA-Rapporto energia e ambiente) il traffico pendolare è sommato a quello extraurbano. In questa sede si segue l'impostazione del CNT. Le tabelle seguenti indicano la domanda soddisfatta dai vari modi di trasporto in ambito urbano nel 1990 e nel 1999 e le stime dei relativi consumi energetici (usi finali ed energia primaria).

Tabella 3.7: Consumi energetici per modo di trasporto urbano – anno 1990

Anno 1990	PassxKm (miliardi)	Consumo unitario MJ/pass-Km	Consumo di Energia, usi finali Mtep	Consumo di energia, en. primaria Mtep
Autobus ¹	11.6	1.04	0.29	0.31
Tram-Metro ¹	4.6	0.69	0.07	0.16
Sub totale	16.2		0.36	0.47
Autovetture	160.8	2.16	6.84	7.48
Autovetture ²		3.46		
Motocicli	57.1	1.34	0.82	0.90
Sub Totale	217.9		7.67	8.38
Totale generale	234.1		8.0	8.9
% Pubblico	6.9%		4.4%	5.3%

Fonte: elaborazioni ANPA
¹posti occupati
²mobilità sistematica

Tabella 3.8: Consumi energetici per modo di trasporto urbano – anno 1999

Anno 1999	PassxKm (miliardi)	Consumo unitario MJ/pass-Km	Consumo di Energia, usi finali Mtep	Consumo di energia, en. primaria Mtep
Autobus ¹	9.9	1.08	0.25	0.27
Tram-Metro ¹	5.3	0.65	0.08	0.25
Sub totale	15.2		0.34	0.52
Autovetture	220.3	2.03	9.02	9.86
Autovetture ²		3.14		
Motocicli	61.8	1.29	1.30	1.42
Sub Totale	282.1		10.32	11.28
Totale generale	297.3		10.7	11.8
% Pubblico	5.1%		3.2%	4.4%

Fonte: elaborazioni ANPA
¹posti occupati
²mobilità sistematica

La metodologia adottata in questo lavoro per la valutazione dei consumi energetici e delle emissioni per singolo modo di trasporto urbano fa riferimento: ai dati di traffico veicolare e passeggeri pubblicati dal Conto nazionale dei trasporti, ai dati di consumo energetico illustrati nel Bilancio energetico nazionale integrati con le serie storiche dei consumi dei singoli vettori di traffico pubblicati dall'Unione Petrolifera, alla metodologia CORINAIR per la correlazione tra consumi totali, consumi specifici ed emissioni dei veicoli e, infine, ai dati pubblicati da diverse fonti sulla percorrenza delle singole categorie di veicoli per ambito territoriale.

Da un punto di vista strettamente energetico la tranvia e la metropolitana sono i mezzi più efficienti nel trasporto urbano dei passeggeri. Nel 1999 il consumo per passeggero-km di tali mezzi è risultato pari a circa 0.25 Mtep (energia primaria) per i tram, in leggero aumento rispetto al 1990, contro 0.27 Mtep degli autobus, i cui consumi invece diminuiscono rispetto al 1990. I mezzi privati, relativamente meno efficienti, hanno consumato circa 1.42 Mtep (+57% rispetto al 1990) di energia per i motocicli ed 9.8 Mtep (+30% rispetto al 1990) per le autovetture. Si sottolinea che in questa stima i consumi specifici delle autovetture sono calcolati con il fattore di occupazione medio (circa 1,5) utilizzato dal Conto nazionale dei trasporti (la tabella riporta anche il valore con una sola persona a bordo, valido per la mobilità sistematica casa-lavoro e per un corretto confronto con i mezzi pubblici utilizzati a tale scopo).

3.3.2 Consumi di energia nel trasporto extraurbano

La metodologia utilizzata è analoga a quella già descritta per il trasporto urbano. Da un punto di vista strettamente energetico, ferrovie e autobus sono i mezzi più efficienti. Nel 1999 il consumo di tali mezzi è risultato pari a circa 0.9 Mtep (energia primaria, +7% rispetto al 1990) per le ferrovie e circa 1.05 Mtep (-27% rispetto al 1990) per gli autobus. Le autovetture, relativamente meno efficienti, hanno consumato circa 16.3 Mtep (+19% rispetto al 1990), e si segnala il notevole incremento del trasporto aereo (+50% rispetto al 1990), i cui consumi complessivi sono ormai analoghi a quelli della ferrovia e degli autobus.

Tabella 3.9: Consumi energetici per modo di trasporto extraurbano – anno 1990

Anno 1990	PassxKm (miliardi)	Consumo unitario MJ/pass-Km	Consumo di Energia, usi finali Mtep	Consumo di energia, en. primaria Mtep
Autobus ¹	72.3	0.28	1.34	1.45
Ferrovie ¹	50.8	0.35	0.37	0.87
Aerei	6.4	3.13	0.48	0.51
Sub Totale	85.2		2.3	2.5
Autovetture	361.2	1.42	12.26	13.40
Autovetture ²		2.53		
Motocicli	3.0	1.34	0.04	0.05
Sub Totale	364.2		12.3	13.4
Totale generale	449.4		14.6	15.9
% collettivo	19%		16%	16%

Fonte: elaborazioni ANPA

¹ passeggeri paganti / posti occupati

² mobilità sistematica

Tabella 3.10: Consumi energetici per modo di trasporto extraurbano – anno 1999

Anno 1999	PassxKm (miliardi)	Consumo unitario MJ/pass-Km	Consumo di Energia, usi finali Mtep	Consumo di energia, en. primaria Mtep
Autobus ¹	75.2	0.30	0.97	1.05
Ferrovie ¹	49.4	0.30	0.30	0.89
Aerei	6.9	3.06	0.72	0.77
Sub Totale	89.1		2.4	2.6
Autovetture	395.9	1.38	14.64	16.00
Autovetture ²		2.41		
Motocicli	3.0	1.29	0.07	0.07
Sub Totale	398.9		14.7	16.1
Totale generale	488.0		17.1	18.7
% collettivo	18%		14%	14%

Fonte: elaborazioni ANPA

¹passaggeri paganti / posti occupati
²mobilità sistematica

Si sottolinea la relativa efficienza delle autovetture quando sono utilizzate con più di una persona a bordo (la tabella riporta valutazioni con un fattore di occupazione medio circa 1,7-ve-di CNT). Nel caso di più di due persone e considerando anche il trasporto di bagagli, l'autovettura presenta una buona efficienza. In caso di mobilità sistematica, con una sola persona a bordo, i consumi specifici delle autovetture sono molto superiori e vicini a quelli degli aerei. Dal momento che il consumo specifico dei mezzi è fortemente correlato al coefficiente medio di occupazione, un miglioramento di tale coefficiente nelle modalità di trasporto collettivo, soprattutto nei treni (realisticamente ipotizzabile dato il modesto valore attuale), comporterebbe un incremento proporzionale dell'efficienza energetica.

3.3.3 Consumi di energia nel trasporto merci

Il trasporto merci si caratterizza per le ampie differenze di consumo e di emissioni unitarie fra le diverse modalità, dovute sia alla diversità cinematiche e tecnologiche dei mezzi e delle fonti energetiche impiegati, sia all'effettiva utilizzazione dei mezzi stessi. La ripartizione modale, insieme all'efficienza tecnico-economica, è uno dei parametri fondamentali su cui valutare l'efficienza energetico-ambientale del sistema (tabella 3.5).

Tabella 3.11: Consumi energetici per trasporto merci – anno 1990

Anno 1990	PassxKm (miliardi)	Consumo unitario MJ/pass-Km	Consumo di Energia, usi finali Mtep	Consumo di energia, en. primaria Mtep
leggeri, diesel+benzina	69.8	8.14	3.06	3.31
pesanti	108.2	1.97	5.99	6.47
Strada	177.9	2.12	9.04	9.78
Ferrovie	21.9	0.31	0.16	0.31
Vie d'acqua	35.7	0.89	0.76	0.82
Pipeline (en. primaria)	11.1	0.39	0.04	0.09
Totale generale	246.6		10.0	11.0

Fonte: elaborazioni ANPA
¹passengeri paganti / posti occupati
²mobilità sistematica

Tabella 3.12: Consumi energetici per trasporto merci – anno 1999

Anno 1999	PassxKm (miliardi)	Consumo unitario MJ/pass-Km	Consumo di Energia, usi finali Mtep	Consumo di energia, en. primaria Mtep
leggeri diesel+benzina	37.4	6.43	2.87	3.10
pesanti	162.0	1.80	7.49	8.10
Strada	199.4	1.98	10.36	11.20
Ferrovie	24.4	0.28	0.16	0.33
Vie d'acqua	45.5	0.91	1.00	1.08
Pipeline (en. primaria)	12.7	0.30	0.03	0.10
Totale generale	282.1		11.6	12.7

Fonte: elaborazioni ANPA
¹passengeri paganti / posti occupati
²mobilità sistematica

Per distanze medio – lunghe (“pesanti”) il trasporto su strada ha i più alti consumi unitari ed emissioni specifiche. Le prestazioni energetico-ambientali del trasporto merci su strada sono fortemente condizionate dalla tipologia di veicolo: gli automezzi a maggior carico sono più efficienti⁵ per una maggiore efficienza energetica dei motori più potenti e una minore incidenza della tara rispetto al trasportato medio, in virtù sia del maggiore carico utile disponibile per unità di tara, sia di una più razionale utilizzazione.

⁵ A fronte di una migliore efficienza energetica, i mezzi pesanti e pesantissimi pongono problemi di sicurezza (anche a causa della potenza di cui dispongono i motori, che induce ad aumentare la velocità) e di manutenzione delle strade. Per quest'ultimo aspetto sarebbe consigliabile l'imposizione dei tre assi sia sulla motrice che sul rimorchio di autotreni ed autoarticolati. Riguardo ai rapporti peso/potenza, che nel tempo ha risentito di una politica tesa a garantire la possibilità di mantenere velocità commerciali elevate, è opportuno porre dei limiti non solo in relazione alla sicurezza ma anche ai consumi, mediando le diverse esigenze.

3.4 Indicatori su tecnologie ed uso efficiente del trasporto: emissioni di gas serra

Il gruppo di indicatori definito dall'OCSE come gruppo minimo di indicatori ("minimum set") collegati alla Convenzione sui cambiamenti climatici, e come tali indispensabili per le verifiche ai fini dell'efficienza energetica e delle emissioni di anidride carbonica nel settore dei trasporti, comprende:

Automobili:

- CO₂ (in litri/100km e CO₂/km) in funzione dell'uso dei veicoli e per viaggio medio;
- valori di omologazione (in litri/100 km e CO₂/km) per le nuove auto, pesati sulle vendite.

Trasporto merci:

- CO₂ (in litri/100km e CO₂/km) per i camion, inclusi i veicoli leggeri.

Sono in preparazione valutazioni relative alle emissioni degli altri due principali gas serra, ossia il metano e il protossido di azoto. Allo stato attuale è solo possibile fornire delle stime di emissione complessiva da parte del settore dei trasporti, vedi cap. 7.

Tabella 3.13: Emissioni specifiche medie del parco italiano, g CO₂ / km

	1990	1995	1997	1998	1999
parco auto, benzina	185.4	181.1	177.3	177.2	175.5
parco auto, diesel	174.8	173.8	173.7	173.7	171.7
parco auto, GPL	185.0	189.9	187.5	186.0	184.6
parco auto, CH ₄	158.9	163.6	161.5	160.4	159.2
media pesata parco	182.8	183.6	176.6	178.4	175.7

I dati riportati in tab. 3.13 evidenziano la maggiore efficienza del ciclo diesel rispetto ai motori a benzina, infatti le auto diesel pur essendo mediamente più grandi emettono meno per chilometro percorso. Si notano anche alcune peculiarità del parco circolante nazionale: risulta, infatti, che le auto a GPL emettono più di quelle a benzina e di quelle a gasolio, dato apparentemente contraddittorio visto che di per sé il GPL ha minori emissioni specifiche rispetto a benzina e gasolio (Ilacqua M. e Contaldi M., 2001). Le auto a GPL sono auto a benzina trasformate ed il dato riflette la cilindrata media elevata delle auto convertite a GPL (in genere auto a benzina superiori ai 1400 cc), mentre circa il 75% del parco circolante a benzina nel 1999 ha una cilindrata inferiore a 1400 cc. Le auto a GPL presentano emissioni specifiche superiori anche a quelle delle auto a gasolio; in questo caso la cilindrata è abbastanza simile o inferiore e la differenza tiene conto del diverso tipo di auto e stile di guida oltre che della minore efficienza del ciclo Otto rispetto al ciclo Diesel. Anche le auto a metano sono in gran parte auto trasformate, e la differenza di cilindrata media e dei consumi specifici riduce i vantaggi di questo combustibile nei confronti delle emissioni di anidride carbonica.

Tabella 3.14: consumi specifici di autovetture nuove, ciclo prova di omologazione, lt/100 km

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Italy	7.0	7.0	6.8	6.8	6.8	6.8	6.7	6.7		
France	6.5	6.5	6.5	6.6	6.5	6.5	6.5	6.6		
United Kingdom	7.6	7.7	7.7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
Germany	n.a.	7.7	7.8	7.7	7.5	7.4	7.8	7.8	7.5	
Netherlands	8.0	8.0	8.0	8.0	8.1	8.1	8.2	8.1		
Italy, other sources										
lt/100 km	7.2					7.6		7.0		6.75
g CO ₂ / km	169.8					181.1		168.3		164.3

Fonte: Database ODYSSE 2000 ed elaborazioni ANPA

Dal confronto dei dati italiani con quelli dei principali paesi europei (tab. 3.14) si rileva che i consumi specifici nazionali sono simili a quelli francesi, almeno negli ultimi 10 anni, e che i consumi medi a livello europeo si stanno livellando in una forchetta compresa tra i 6.5 ed gli 8 litri per 100 km, sensibilmente inferiori a dati medi degli altri paesi OECD, stabili da alcuni anni intorno ai 9 lt/100 km. Gli obiettivi dell'accordo tra associazione europea dei costruttori di automobili (ACEA) e la Commissione europea si riferiscono proprio alle medie pesate dei consumi specifici nel test di omologazione dei veicoli nuovi immatricolati in un determinato anno e prevedono di raggiungere un consumo medio di circa 5.4-5.8 lt/100 km entro il 2008, corrispondenti a circa 140 g CO₂/km.

Dal confronto internazionale risalta la notevole efficienza del nostro parco e di quello francese rispetto agli altri grandi paesi europei. Sia detto per inciso questo fatto è una giustificazione per l'uso dei dati francesi nei confronti internazionali come rappresentativi anche di quelli italiani, spesso non disponibili (vedi figure 4.1 e 4.2). Il fatto è dovuto alla cilindrata media molto più elevata ed alla tipologia di veicolo (impostazione sportiva) in Germania e UK. Il dato nazionale dettagliato riportato nelle ultime righe della tabella evidenzia come l'aumento di cilindrata media in corso in parte vanifichi i progressi tecnologici, infatti solo a partire dal 1997 i consumi medi pesati delle auto immatricolate presentano consumi/emissioni inferiori a quelli del 1990.

3.5 Indicatori su tecnologie ed uso efficiente del trasporto: emissioni di gas inquinanti

In questa sede si elaborano alcuni indicatori a livello nazionale relativi alle emissioni del settore dei trasporti. In particolare sono riportate in questo paragrafo l'impatto dei trasporti sulle emissioni nazionali complessive (1997) e valutazioni quantificate relative al 1999 e serie storiche dei seguenti indicatori:

- impatto dei trasporti sulle emissioni nazionali nel 1997, figura 3.1
- emissioni specifiche per p-km, per t-km e per modalità di NO_x, NMVOCs (vedi tabelle da 3.15 a 3.18)

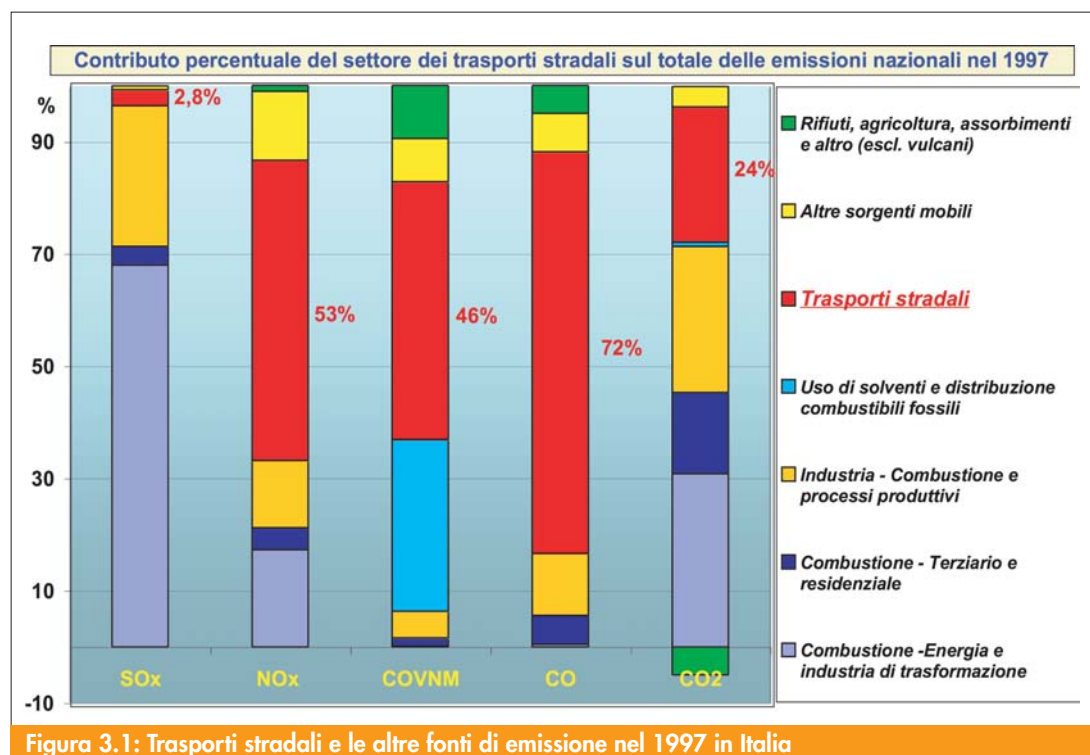


Figura 3.1: Trasporti stradali e le altre fonti di emissione nel 1997 in Italia

Nella Figura 3.1 vengono confrontate le quote di emissione di alcune sostanze attribuibili rispettivamente al settore dei trasporti stradali e agli altri settori dell'inventario nazionale CORINAIR 1997; appare evidente come i trasporti stradali abbiano un peso preponderante relativamente alle emissioni di monossido di carbonio e di ossidi di azoto, maggioritario per i composti organici volatili non metanici, considerevole per l'anidride carbonica. La riduzione del tenore di zolfo nei carburanti ha invece reso marginale, negli ultimi anni, il peso relativo degli ossidi di zolfo del settore trasporti rispetto al totale delle emissioni nazionali.

Si riportano in questo paragrafo solo delle tabelle per i confronti delle emissioni specifiche dei vari inquinanti per i diversi veicoli e tra le diverse modalità di trasporto. Per il dato sulle emissioni complessive oltre che ad altre pubblicazioni si rinvia al capitolo 8, dove si valutano le emissioni del settore e fa alcune ipotesi sulla loro evoluzione nei prossimi anni.

Tabella 3.15: Emissioni specifiche e consumi per trasporto passeggeri – anno 1990

	Consumo (MJ/p*km)	CO ₂	Emissioni Specifiche medie (g/p*km) NO _x	COV
URBANO				
Autobus	1.04	76.1	1.16	0.12
Tram-Metro ¹	0.69	107.9	0.33	0.004
Autovetture	2.16	153.0	0.84	2.78
Autovetture ²	3.46	244.8	1.34	3.64
Motocicli	1.34	95.2	0.05	8.09
EXTRA-URBANO				
Autobus	0.28	20.4	0.23	0.23
Ferrovie ¹	0.82	47.1	0.21	0.011
Aerei	3.13	192.8	1.02	0.07
Autovetture	1.42	100.3	1.10	0.40
Autovetture ²	2.53	178.5	1.97	0.71

Fonte: elaborazioni ANPA

¹ passeggeri paganti / posti occupati, emissioni da produzione di elettricità

² mobilità sistematica

I commenti alle tabelle 3.15 e 3.16 sono in parte scontati ed in parte evidenziati nelle valutazioni preliminari sulla sostenibilità di questo sistema dei trasporti, vedi capitolo 6 cui si rimanda. Sono evidenti le emissioni specifiche medie per p-km di autobus e treni/metropolitane inferiori di uno o più ordini di grandezza e quindi l'impatto ambientale notevolmente inferiore. Nel caso della mobilità sistematica l'auto presenta emissioni (e consumi) particolarmente elevate, praticamente analoghe a quelle degli aerei.

Per quello che riguarda l'ambito urbano risaltano inoltre le notevolissime emissioni dei motocicli, specie per i COV, dovute in gran parte ai motorini con motori a 2 tempi. Con l'evoluzione tecnologica in atto nelle automobili, e già evidente confrontando il 1999 con il 1990, entro pochi anni questi mezzi saranno i principali responsabili dell'inquinamento urbano, con evidenti ripercussioni sulla mobilità urbana vista la diffusione recente di questi mezzi.

Tabella 3.16: Emissioni specifiche e consumi per trasporto passeggeri – anno 1999

	Consumo (MJ/p*km)	CO ₂	Emissioni Specifiche medie (g/p*km) NO _x	COV
URBANO				
Autobus	1.08	79.1	1.09	0.12
Tram-Metro ¹	0.65	90.9	0.05	0.001
Autovetture	2.03	143.7	0.68	1.52
Autovetture ²	3.14	222.7	1.05	2.05
Motocicli	1.29	91.6	0.04	8.10
EXTRA-URBANO				
Autobus	0.30	22.3	0.22	0.22
Ferrovie ¹	0.90	48.2	0.16	0.011
Aerei	3.06	187.5	1.00	0.07
Autovetture	1.38	97.3	0.63	0.21
Autovetture ²	2.41	169.7	1.11	0.37

Fonte: elaborazioni ANPA

¹ passeggeri paganti / posti occupati, emissioni da produzione di elettricità

² mobilità sistematica

L'automobile risulta relativamente efficiente se utilizzata da più persone e nel caso di percorsi interurbani, in quest'ultimo caso ed in termini di consumi/CO₂ è attualmente pari a solo due volte quella dei treni. Se si considera che il fattore di occupazione considerato è di circa 1,7 persone/vettura, è evidente che per più di tre persone l'automobile comincia ad essere conveniente, oltre che comoda, anche da un punto di vista energetico/CO₂. Per le emissioni di ossidi di azoto e composti organici volatili le differenze sono ancora piuttosto rilevanti, ma i progressi tecnologici in atto porteranno presto anche queste emissioni specifiche su valori simili a quelli degli autobus.

Tabella 3.17: Emissioni specifiche e consumi per trasporto merci – anno 1990

	Consumo (MJ/t*km)	CO ₂	Emissioni Specifiche medie (g/t*km) NO _x	COV
Furgoni, <1,5t p.u. e GVW <3,5t	8.14	476	4.59	2.08
Autoc. leg.<5t p.u. e GVW >3,5t	9.17	806	6.27	2.81
Autocarri medi	2.48	182	1.75	0.32
Autotreni ed autoarticolati	1.06	78	0.85	0.06
Strada	1.97	144	1.34	0.32
Ferrovie ¹	0.71	41	0.19	0.01
Vie d'acqua	0.89	21	0.41	0.02
Pipeline (en. Primaria, solo liq.) ¹	0.39	22	-	-

Fonte: elaborazioni ANPA

¹ per i mezzi elettrici si riportano le emissioni medie della produzione di elettricità, i consumi si riferiscono a en. primaria.

Tabella 3.18: Emissioni specifiche e consumi per trasporto merci – anno 1999

	Consumo (MJ/p*km)	CO ₂	Emissioni Specifiche medie (g/p*km) NO _x	COV
Furgoni, <1,5t p.u. e GVW <3,5t	6.43	353	3.03	1.43
Autoc. leg.<5t p.u. e GVW >3,5t	6.39	468	3.47	1.62
Autocarri medi	1.83	134	1.13	0.19
Autotreni ed autoarticolati	1.42	104	0.97	0.08
Strada	1.98	145	1.21	0.28
Ferrovie ¹	0.64	35	0.15	0.01
Vie d'acqua	0.91	18	0.34	0.01
Pipeline (en. Primaria, solo liq.) ¹	0.30	18	-	-

Fonte: elaborazioni ANPA

¹ per i mezzi elettrici si riportano le emissioni medie della produzione di elettricità, i consumi si riferiscono a en. primaria.

Il trasporto merci si caratterizza per le ampie differenze di consumo e di emissioni unitari fra le diverse modalità, dovute sia alla diversità cinematiche e tecnologiche dei mezzi (e delle fonti energetiche) impiegati sia all'effettiva utilizzazione dei mezzi stessi. La ripartizione modale, insieme all'efficienza tecnico-economica, è uno dei parametri fondamentali su cui valutare l'efficienza energetico-ambientale del sistema. Anche in questo caso le valutazioni di fondo sono riportate nel capitolo 6, sottolineando qui l'impatto ambientale notevolmente inferiore dei mezzi ferroviari e navali.

Il trasporto navale consente minori consumi e minori emissioni di CO₂ (per unità di trasporto) ma produce più emissioni di CO di NO_x e, in misura ridotta, di particolato rispetto alla ferrovia. Il trasporto navale produce minori effetti ambientali globali. Il trasporto ferroviario è preferibile per i minori impatti di tipo locale e regionale.



Alcune indicazioni più generali sull'impatto ambientale sono riportati in altri capitoli ed in altre pubblicazioni ANPA cui si rimanda, in particolare:

- emissioni effettive ed incidenza sul totale delle emissioni per NO_x, NMVOCs, PM10, per ogni modalità (vedi paragrafo 7.4 e nel cap. 8);
- emissioni in aria
- emissioni totali dei trasporti di NO_x, VOC, particolato ed il loro contributo relativo alle emissioni antropogeniche totali e relative intensità rispetto al PIL e per abitante (vedi ANPA 1999);
- emissioni totali dei trasporti su strada di NO_x, VOC, particolato e relative intensità per unità di traffico (per v-km) (disponibile solo per il 1997, rif. ANPA 2000).

4. Offerta nel trasporto: infrastrutture, servizi e veicoli

(M. Contaldi)

Gli indicatori relativi alle infrastrutture contengono informazioni circa il livello di compromissione del territorio, la sua accessibilità e la capacità del sistema di trasporto;

- lunghezza e densità delle reti stradali complessive (in km e per unità di superficie), tab. 4.1 e 4.2;
- lunghezza e densità delle autostrade (in km e per unità di superficie), tab 4.1 e 4.2;
- lunghezza e densità delle ferrovie (in km e per unità di superficie), tab. 4.5 e 4.6.

Altre informazioni relative alla pianificazione territoriale ed accessibilità sono reperibili nei seguenti indicatori:

- indicazioni sulla lunghezza del viaggio urbano in automobile;
- numero di veicoli per abitazione.

Le caratteristiche dei veicoli immatricolati danno informazioni sull'uso efficiente del trasporto, in particolare si approfondiscono i seguenti indicatori:

- evoluzione del parco veicolare totale e sua intensità per unità di PIL (veicoli/ PIL), per abitante e per lunghezza della rete stradale;
- struttura del parco per tipo di veicolo (automobili e veicoli merci) e per alimentazione (solo auto); quantità di veicoli catalizzati;
- fattori di occupazione dei veicoli;
- fattori di carico per LDV ed HDV;
- età media del parco.

Nei successivi paragrafi si riportano gli indicatori elaborati con alcuni commenti.

4.1 Infrastrutture e veicoli stradali

4.1.1 Indicatori relativi a infrastrutture

Le principali infrastrutture nazionali comprendono le linee ferroviarie e le strade (inclusi i valichi alpini), i porti, gli aeroporti e gli interporti. Le infrastrutture sono di norma divise in due sezioni, quelle che assicurano la mobilità extraurbana e quelle dedicate al traffico nelle aree urbane.

Le principali delle infrastrutture extraurbane, quelle di competenza nazionale e che assorbono la massima parte del traffico di merci e passeggeri, fanno parte di un sistema nazionale di infrastrutture trasporti, che ricostruisce le reti principali ed i punti nodali della rete. I dati complessivi di rete sono riportati nella tabella 4.1.

Le restanti infrastrutture, strade provinciali e comunali, piccoli porti ed Aeroporti, sono di competenza del trasporto locale e, soprattutto per quello che riguarda il traffico urbano, rivestono anch'esse una notevole importanza.

Tabella 4.1: Rete stradale per macro-regioni

	Popolazione Abitanti	Superficie Kmq	Strada 1 corsia km	2 corsie km	Autostrade	Totale Km
Nord	25.329	119,9	539	329	3.077	3.945
Centro	10.911	58,3	344	583	998	1.925
Sud	20.537	123,1	1.520	644	2.039	4.203
Totale	56.777	301,3	2.403	1.556	6.114	10.073

fonte: Quaderni del PGT, politiche per le infrastrutture

Tabella 4.2: Dotazione unitaria di rete stradale

	Km rete 1 corsia/ 10.000 ab.	Km rete 2 corsia/ 10.000 ab.	Km rete autostr./ 10.000 ab.	Km rete totale/ 10.000 ab.	Km rete 1 corsia/ 100 kmq	Km rete 2 corsia/ 100 kmq	Km rete autostr./ 100 kmq.	Km rete totale/ 100 kmq
Nord	0.21	0.13	1.21	1.56	0.45	0.27	2.57	3.29
Centro	0.32	0.53	0.91	1.76	0.59	1.00	1.71	3.30
Sud	0.74	0.31	0.99	2.05	1.24	0.52	1.66	3.42
totale Italia	0.42	0.27	1.08	1.77	0.80	0.52	2.03	3.34

fonte: Quaderni del PGT, politiche per le infrastrutture

Nel periodo 1990-99, l'estensione complessiva delle reti stradale – comprensiva di autostrade, strade statali e strade provinciali – è passata da 161.938 a 168.163 km, con una crescita quasi costante pari +3,4% (fonte: CNT).

Le strade comunali hanno invece un'estensione pari a 668.669 km, dei quali 171.779 sono strade urbane, 312.149 strade extraurbane e i restanti 184.745 strade vicinali (fonte: CNT 1999); l'estesa delle strade comunali è influenzata dalla popolazione e dalla superficie dei comuni, ma certamente in misura non proporzionale.

4.1.2 Indicatori relativi a autoveicoli privati passeggeri

La domanda di mobilità stradale e le sue conseguenze sull'ambiente sono fortemente influenzate dai veicoli circolanti, essendo essi solo il mezzo attraverso cui si esprime. Tuttavia trattandosi di un investimento rilevante e destinato a durare diversi anni essi esprimono le scelte dell'utente ed in qualche modo consentono previsioni nel breve medio periodo.

Le autovetture e le loro modalità d'uso costituiscono probabilmente il settore del parco circolante che merita la maggiore attenzione, vista la loro rilevanza nel sistema della mobilità. Un primo elemento importante è il livello di motorizzazione, il cui andamento temporale è riportato in Figura 4.1. Si può subito notare come l'Italia si collochi tra i Paesi caratterizzati da alti livelli di motorizzazione privata. Aggiornando l'andamento con i dati '95, il livello si attesta a circa 550 veicoli per 1000 abitanti, valore che non risulta essere distante da quello degli Stati Uniti (dove la densità veicolare è giustificata, almeno in parte, dalle grandi distanze da percorrere).

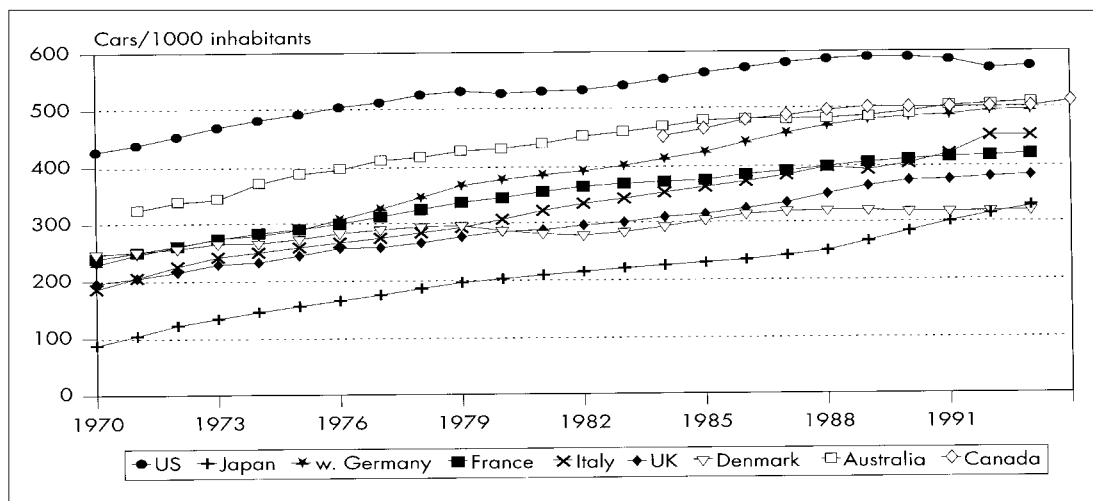


Figura 4.1: Evoluzione della motorizzazione in alcuni paesi industrializzati (Fonte: OECD, 1995)

Il possesso dei veicoli va coniugato con il loro uso, ossia con le percorrenze annuali medie delle persone e delle autovetture e la successiva figura 4.2 rappresenta l'evoluzione della situazione italiana negli ultimi anni.

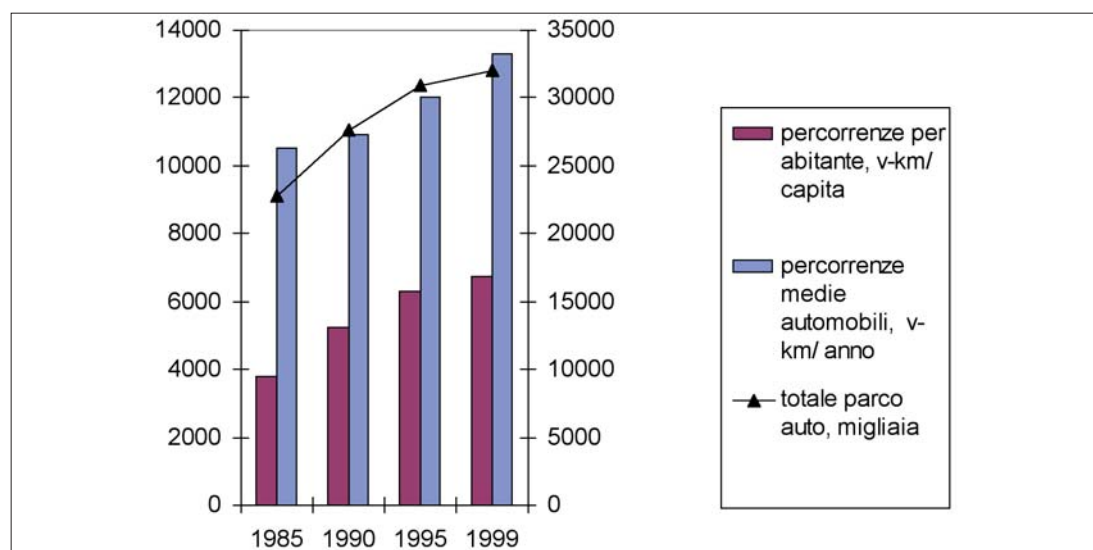


Figura 4.2: Percorrenze medie annue per autovettura e per abitante, parco automobili (Fonte: Elaborazioni ANPA)

La mobilità delle persone in Italia fa sempre più riferimento all'uso dell'autoveicolo privato; tuttavia l'incremento demografico, praticamente nullo, fa intravedere che nel prossimo futuro ci si potrebbe aspettare una riduzione nella crescita di veicoli. Nel grafico oltre alla consistenza del parco sono riportate anche alcune stime recentemente effettuate da ANPA sulle percorrenze, e l'intensità di queste ultime pro-capite. I dati confermano una tendenza alla stabilità delle percorrenze negli ultimi anni.

La tabella seguente mostra in modo analitico l'evoluzione del parco circolante, suddiviso per alimentazione.

Tabella 4.3: Evoluzione del parco e delle percorrenze delle autovetture.

	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999
totale parco auto (10 ⁶ veicoli)	22.8	27.6	31.0	31.1	31.3	31.7	32.0
auto effettivamente circolanti	20.81	27.3	29.4	29.1	29.4	28.7	29.2
di cui: benzina	18.8	22.5	24.8	24.6	24.8	23.9	24.2
diesel	2.1	3.5	3.2	3.2	3.3	3.6	3.7
GPL	0.9	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.3
metano	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
percorrenze medie (vkm/veh/yr)							
totale	11760	10921	11999	12589	12722	13340	13317
di cui: benzina	9800	8684	10378	10978	10997	11532	11456
diesel	20120	23075	22275	22625	23200	23000	23475
percorrenze per abitante (vkm/ cap/ yr)	3736	5252	6296	6414	6503	6716	6753

Fonte: elaborazioni ANPA su dati ACI

È interessante notare tra i dati della tab. 4.3 la suddivisione tra “parco circolante”, che riporta le auto immatricolate, e “parco effettivamente circolante” che ricalca una definizione degli operatori del settore (associazioni costruttori di automobili ed Unione Petrolifera) e tende ad escludere dal conteggio le auto immatricolate ma non circolanti per diverse ragioni. Il fenomeno è particolarmente rilevante nel caso italiano in quanto esiste un numero notevole di veicoli, attualmente circa 2 milioni, cosiddetti “storici”, di età superiore ai 20-22 anni che di fatto percorrono pochissimi chilometri su base annua ed esistono inoltre consistenti flotte di veicoli usati fermi presso i concessionari. La stima esatta di questo quantitativo è incerta e varia a seconda della fonte. Pertanto in questa sede si riporta un dato che approssima abbastanza bene le stime U.P. e consiste in un’elaborazione di quello ACI con esclusione dei veicoli con più di 20 anni per le auto a benzina, più di 15 per le auto diesel e più di 20 per camion e furgoni.

Tabella 4.4: Età media del parco circolante

	1993	1996	1999
età media automobili benzina	8.0	8.5	8.2
età media automobili diesel	6.8	7.9	6.1
età media camion >1.5 t p.u.	8.5	9.2	9.2
benzina ante 1993	-	-	54%
diesel ante 1993	-	-	37%
camion ante 1997	-	-	86%

Fonte: elaborazioni ANPA su dati ACI

Nella tabella 4.4 sono riportate delle stime dell’età media del parco circolante, per le categorie più numerose del parco circolante, le auto a benzina, le auto diesel e i camion medi e pesanti. Per le altre categorie non menzionate si sottolinea che l’anzianità media dei furgoni è molto simile a quella dei camion più grandi.

A commento dei dati in tabella 4.4 si nota:

- l’età media del parco è piuttosto stabile e dopo un peggioramento a metà degli anni ’90 ora torna verso i livelli dei primi anni novanta, caratterizzati da un elevato andamento delle vendite;
- nel 1999 più della metà del parco auto è catalizzato e quasi i due terzi di quello diesel, mentre per i veicoli pesanti il parco circolante è tuttora in gran parte precedente alle normative ambientali.

Infine sono disponibili valutazioni più aggregate che collegano gli spostamenti per persona al reddito disponibile. Queste valutazioni integrano i dati sulle percorrenze medie per veicolo e sul parco in un unico indice, la percorrenza media per abitante, e fanno prevedere un certo aumento nei prossimi anni, vedi figura 4.3. Il dato integra le percorrenze dei veicoli (tendenzialmente stabile o in diminuzione) ed il numero dei veicoli stessi (in aumento). Mancano in questo studio i riferimenti diretti al caso italiano, tuttavia la tendenza è univoca in tutti i paesi sviluppati (con la parziale eccezione del Canada), incluso il Giappone dove i vincoli ambientali, le difficoltà legate alle infrastrutture e le politiche urbane (obbligo di garage) sono molto più forti dell’Italia.

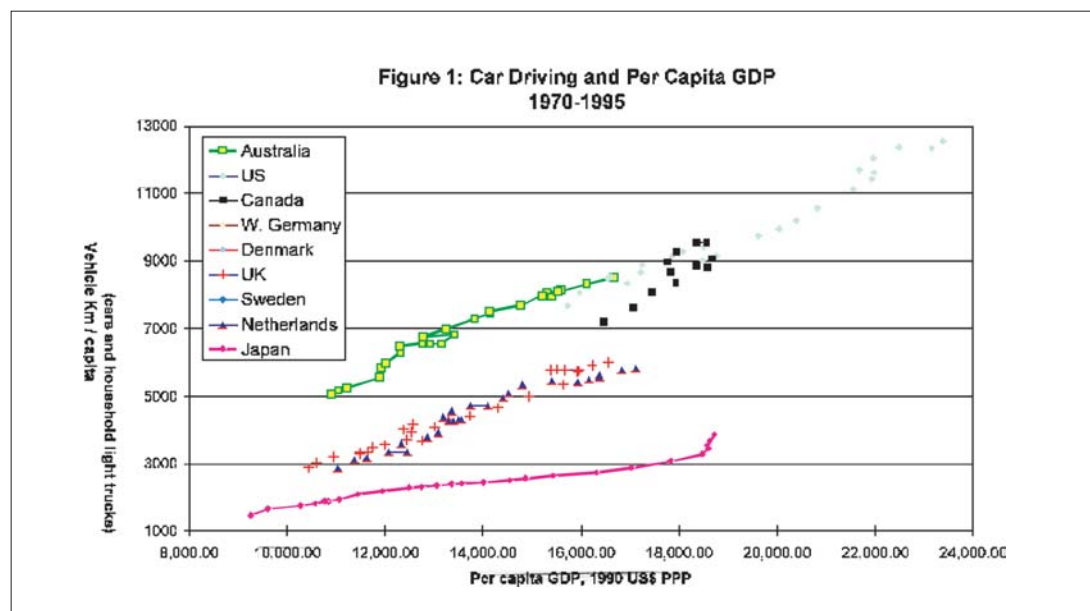


Figura 4.3: Percorrenze medie annue per reddito disponibile

Fonte: OECD/IEA 2000, Project for the Annex 1 Expert Group on the UNFCCC, Greenhouse Abatement Policies in the Transport Sector: An Overview

4.1.3 Parco autobus per trasporto pubblico urbano ed extraurbano su gomma

Si intende menzionare in questo paragrafo gli autobus, i quali sono non sono compresi nè nel parco di autovetture nè in quello dei veicoli merci.

Si tratta di una flotta di circa 80.000 veicoli, con capienze variabili da circa 20 posti fino a oltre 60. I servizi svolti da questa flotta sono rilevanti e confrontabili con il traffico automobilistico:

- trasporto pubblico urbano;
- trasporto pubblico extraurbano;
- trasporto turistico.

4.1.4 Indicatori relativi al parco veicoli merci

L'analisi del parco circolante degli autoveicoli merci è piuttosto difficoltosa e si scontra con dei dati statistici di base (in genere dati di sulla immatricolazione dei veicoli) o eccessivamente dettagliati o molto aggregati. Statistiche sull'uso dei mezzi stessi sono anch'esse limitate e per di più i dati di certi settori sono assai poco generalizzabili.

Dal punto di vista delle infrastrutture il traffico merci utilizza quelle automobilistiche e, vista la disparità dei parchi circolanti, circa 4 ml di veicoli merci rispetto agli oltre 32 ml di automobili, da un contributo non sostanziale alla congestione delle infrastrutture stesse ed al loro dimensionamento. Si ricorda però che il costo di manutenzione di queste infrastrutture è quasi completamente dovuto al passaggio di veicoli pesanti, essendo il danno del manto stradale e delle opere di sostegno più che proporzionale al peso agente su di esse.

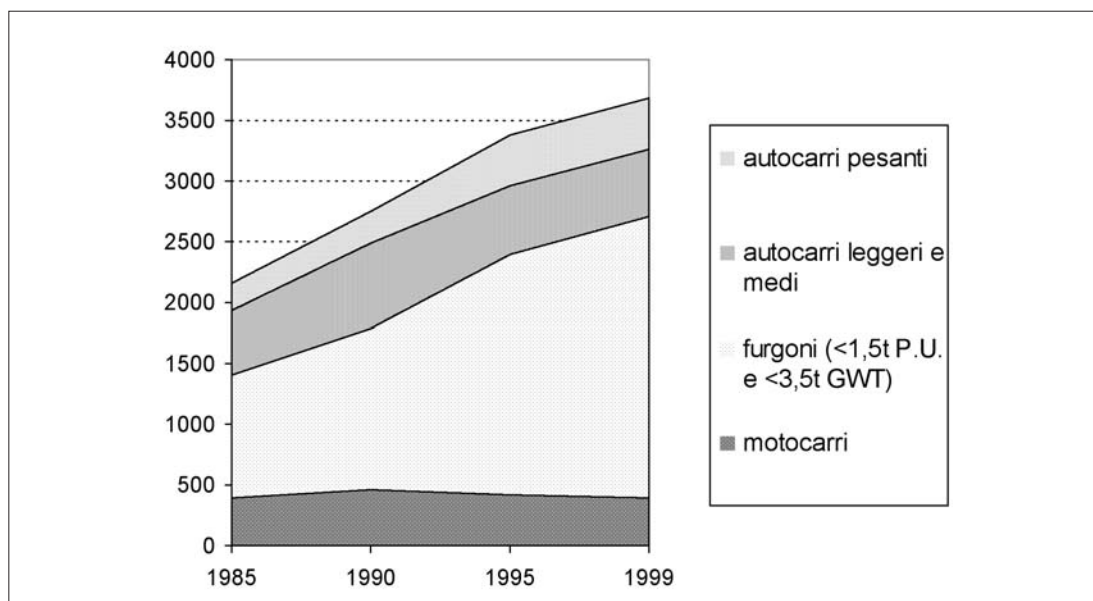


Figura 4.4: Evoluzione parco veicoli merci (Elaborazioni ANPA)

4.2 Infrastrutture ferroviarie

4.2.1 Indicatori sulla rete ferroviaria

La rete ferroviaria italiana di interesse nazionale riguarda circa 9000 km. La restante parte della rete fino al totale di circa 16.000 km, di cui 10.200 elettrificati, è di principale interesse regionale e locale. La rete non è distribuita uniformemente sul territorio e questo contribuisce a rendere più difficoltoso il suo uso.

Tabella 4.5: Rete ferroviaria per macro-regioni

	Popolazione abitanti	Superficie kmq	Ferrovia 1 binario km	2 binari km	Totale km
Nord	25.329	119,9	1.624	2.618	4.242
Centro	10.911	58,3	315	1.805	2.120
Sud	20.537	123,1	1.290	1.175	2.465
Totale	56.777	301,3	3.229	5.598	8.827

fonte: Quaderni del PGT, politiche per le infrastrutture

Tabella 4.6: Dotazione unitaria di rete ferroviaria

	Km rete 1 binario/10.000 ab.	Km rete 2 binari x 10.000 ab.	Km rete totale/10.000 ab.	Km rete 1 binario/100 kmq	Km rete 2 binari/100 kmq	Km rete totale/100 kmq
Nord	0,64	1,03	1,67	1,4	2,2	3,5
Centro	0,29	1,65	1,94	0,5	3,1	3,6
Sud	0,63	0,57	1,20	1,0	1,0	2,0
Totale Italia	0,57	0,99	1,55	1,1	1,9	2,9

fonte: Quaderni del PGT, politiche per le infrastrutture

I principali elementi di criticità della rete sono riconducibili all'insufficienza degli standard fisici (potenzialità di trasporto in treni-giorno, peso assiale max, velocità max) ed alla congestione. In particolare alcuni tratti della rete presentano vistose insufficienze da eliminare ed inoltre su alcune direttrici è necessario l'ampliamento e l'adeguamento della capacità di trasporto (alta velocità) al fine di aumentare le potenzialità della rete. La descrizione dettagliata di questi interventi esula dagli scopi del presente lavoro e si rinvia ai citati quaderni del PGT per l'analisi dettagliata. Si può senz'altro affermare che un aumento apprezzabile della capacità di trasporto di merci e passeggeri su ferrovia è possibile solo dopo i necessari adeguamenti ed ampliamenti della rete.

Valichi alpini ferroviari

I valichi alpini sono 11. Esistono valutazioni sul totale delle merci in transito ed esse sono state pari a circa 33,3 Mt nel 1986, 42,6 Mt nel 1990 e 47,1 nel 1995. È interessante notare che in questo caso il flusso di import rappresenta il 69% del totale, segno della crescente utilizzazione del traffico combinato a livello internazionale.

Interporti per le merci

Gli interporti sono complessi organici di strutture e servizi integrati e finalizzati allo scambio di merci tra le diverse modalità di trasporto.

Come già accennato nel paragrafo sui valichi, in Europa una quota crescente della mobilità su lunga distanza è svolta mediante trasporto intermodale e si sta evolvendo verso un trasporto combinato, in cui la modalità stradale rappresenta solo un percorso iniziale e finale, più breve possibile. I centri dove avviene lo scambio strada-rotatoria risultano ampiamente insufficienti, in particolare vicino ai grandi centri, Roma e Milano ed al Sud. Sono in corso azioni per il loro potenziamento

4.2.2 Indicatori relativi a tranvie e metropolitane

Per quanto riguarda le metropolitane si constata che, nel periodo 1985-1995, la lunghezza della rete in esercizio ha avuto un progressivo sviluppo da 78 a 105 chilometri (+35%), i posti-Km offerti sono passati da circa 10 a circa 16 miliardi (+52%) ed il volume di traffico realizzato è aumentato da circa 2 a circa 4 miliardi di passeggeri-km (+82%).

Nello stesso periodo le tranvie urbane sono state caratterizzate da una progressiva riduzione della lunghezza della rete, che è passata da 420 a 384 chilometri (-8.5%), da un calo dell'offerta da 5.4 a 5.1 miliardi di posti-chilometro (-5.6%) e da una diminuzione del volume di traffico realizzato da 1.5 a 1.1 miliardi di passeggeri-km (-26%).

4.3 Aeroporti

Gli aeroporti principali considerati sono 30 su di un totale di 47. Queste infrastrutture sono in gran parte in corso di ammodernamento: prolungamenti delle piste, ampliamento delle aree di sosta e delle aerostazioni. L'aumento della capacità è notevole, in genere raddoppia o triplica la capacità attuale ed è programmato al fine di fronteggiare un cospicuo aumento della domanda, già in atto e previsto proseguire nei prossimi anni.

La serie storica del traffico passeggeri complessivo vede un'espansione notevole dei traffici passati da un traffico di 34901 passeggeri, nel 1985, tra partenze ed arrivi sia nazionali che internazionali, a 48920 passeggeri nel 1990, 60155 nel 1995 e circa 77000 nel 1998. Negli anni più recenti la suddivisione tra nazionali ed internazionali è all'incirca del 50%. I quantitativi di merci sono ancora marginali ma anch'essi in espansione e precisamente 0,4 Mt nel 1985 a 0,76 nel 1998.



4.4 Altri tipi di trasporto

Trasporto per condotta

Questa modalità di trasporto è qui menzionata al fine di tratteggiare un quadro completo del settore. Esiste una rete di oleodotti e gasdotti che svolgono un rilevante compito nella distribuzione dei prodotti petroliferi e del gas naturale. In particolare il settore dei gasdotti ha conosciuto negli ultimi anni uno sviluppo imponente, con la costruzione di migliaia di km di infrastrutture primarie per l'importazione ed il trasporto di questo idrocarburo e decine di migliaia di km di condotte per la distribuzione ai consumatori finali.

Trasporto via acqua e porti

I principali porti italiani sono 26, abbastanza ben distribuiti sul territorio nazionale. Si rimanda all'allegato per i dettagli. Il traffico portuale è in notevole espansione in questi anni, tuttavia le infrastrutture non sono prive di criticità. Le merci costituiscono il principale settore di operazione, con i passeggeri limitati al traffico di collegamento con le isole. Tra le merci si nota una prevalenza dei prodotti petroliferi, in particolare 3 porti sono esclusivamente petroliferi ed in altri 6 oltre il 50% dei traffici è costituito da prodotti petroliferi. Prevalgono gli sbarchi (70% delle tonnellate complessive) sugli imbarchi (30%).

5. Caratterizzazione della domanda di trasporto

(M. Contaldi)

Abbiamo già esaminato (vedi cap. 3) l'evoluzione complessiva della domanda di trasporto e dell'intensità rispetto al PIL e pro capite. In questo capitolo sono riassunti i principali dati che hanno contribuito alla formazione degli indicatori complessivi già riportati ed alcune considerazioni a livello disaggregato (urbano, extraurbano,..) che sono ritenute importanti per la caratterizzazione del dato complessivo.

5.1 La mobilità urbana di passeggeri ed indicatori di accessibilità

La definizione di traffico urbano non è univoca. In particolare la separazione tra traffico urbano e suburbano è diversa a seconda delle fonti: in alcune analisi sia l'uso pendolare che quello prettamente urbano sono trattati insieme (analisi delle aree urbane, PGT), in altri casi, (CNT, ENEA, Rapporto energia e ambiente) il traffico pendolare è sommato a quello extraurbano.. In questa sede si segue l'impostazione del CNT.

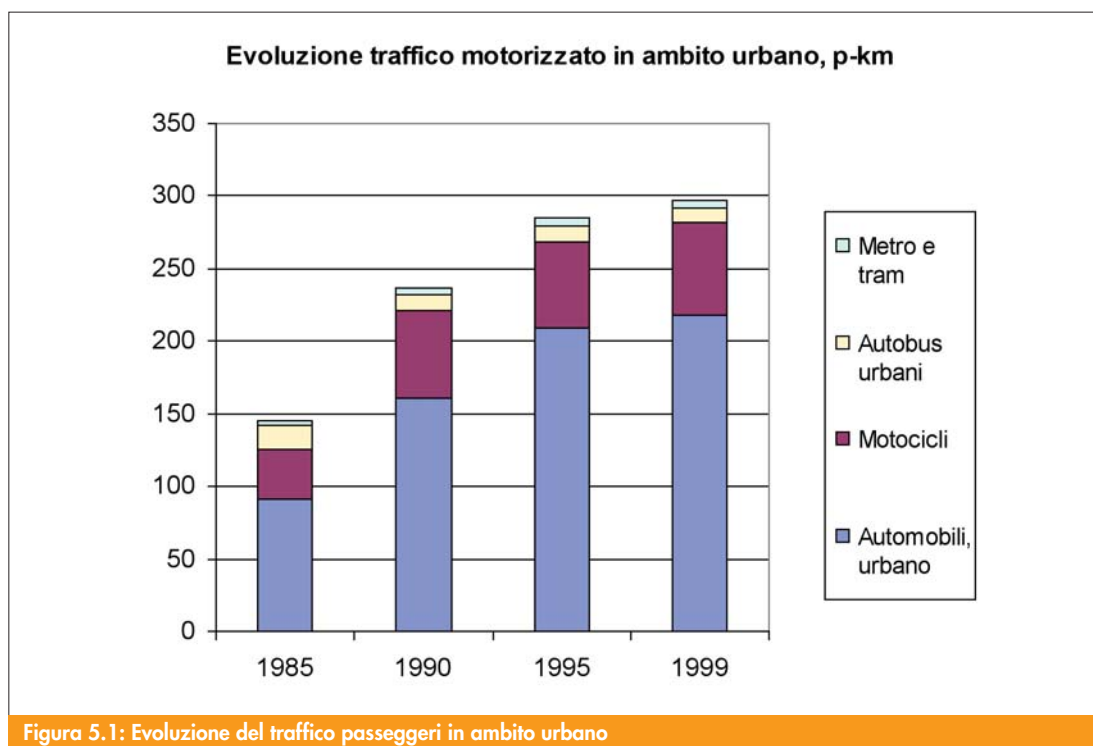
Una parte significativa di tutto il traffico autostradale, 30%⁶, è effettuato per tratte inferiori ai 25 km e quindi è ragionevole supporre che questa percentuale del traffico sulla rete a pedaggio rifletta un traffico pendolare, che andrebbe sommato al traffico suburbano. In ogni caso con i dati a disposizione è estremamente difficile distinguere a livello nazionale tra traffico urbano e suburbano. Il traffico passeggeri nelle aree urbane presenta una notevole dinamica: nel periodo 1985-99 il volume dei passeggeri per chilometro è aumentato da circa 146 a circa 297 miliardi con una crescita media annua del 7,4%.

Esaminando i dati forniti dal CNT sulla mobilità urbana su auto privata ed il relativo dato in ambito extraurbano, si può osservare che tra il 1985 ed il 1999 i due valori sono cresciuti a tassi differenti: il traffico extraurbano è cresciuto del 4% medio annuo, quello in ambito urbano di quasi il 10%. Va notato che, in termini di spostamenti (passeggeri) soddisfatti, la crescita della mobilità urbana su auto privata è risultata ancora più marcata in quanto nelle quantità di traffico realizzate assumono maggiore peso gli spostamenti di lunga distanza.

Riguardo al trasporto pubblico locale, i dati del CNT evidenziano che nel periodo 1985-95 la domanda è diminuita di circa il 20%, passando in termini assoluti da circa 20 a 16 miliardi di passeggeri-Km, per poi risalire leggermente negli anni successivi. Nello stesso periodo l'offerta di trasporto pubblico è passata da circa 81 a circa 86 miliardi di posti-Km (+6%).

Il peso dell'auto sulle modalità di trasporto passeggeri è cresciuto notevolmente passando da quota 63% del traffico motorizzato realizzato nel 1985 ad un'incidenza dell'74% nel 1995, negli ultimi anni la crescita si è stabilizzata, vedi figura 5.1.

⁶ Relazione al bilancio 1996 della società Autostrade.



La crisi del trasporto pubblico urbano negli ultimi anni ha coinvolto quasi tutti i Paesi sviluppati. Alla flessione del trasporto pubblico urbano ha contribuito la forte tendenza al decentramento di residenze ed attività verso le aree suburbane e l'hinterland delle aree metropolitane. Questo fenomeno, favorito dalla carente gestione coordinata delle politiche dei trasporti e del territorio nelle aree urbane, ha intensificato il ricorso all'autovettura privata in quanto è diminuito il peso degli spostamenti periferia-centro e di quelli in aree ad altissima densità di popolazione per i quali il mezzo pubblico solitamente può garantire un buon grado di efficienza. Alle difficoltà che caratterizzano la situazione dei trasporti collettivi contribuisce inoltre la carenza di modelli aziendali orientanti al mercato ed in grado di migliorare i servizi in base alla concorrenza. A ciò si è aggiunto il crescente peso che l'utente attribuisce alla qualità del servizio offerto, e cioè tempi di viaggio competitivi, affidabilità, regolarità, informazione e comfort.

Contestualmente alla crescita della mobilità si sono avuti i profondi cambiamenti in termini qualitativi della domanda stessa, in quanto si è passati da una domanda in cui gli spostamenti sistematici erano largamente prevalenti ad una domanda sostanzialmente erratica con forti caratteristiche di imprevedibilità nello spazio e nel tempo degli spostamenti stessi, che comporta quindi un maggior ricorso al mezzo privato. Il raggiungimento dei livelli di congestione per un crescente numero di giorni ed ore del giorno non soltanto nelle grandi città, ma anche nelle medie e piccole città, testimonia il cambiamento qualitativo della domanda.

Una delle conseguenze del notevole aumento della mobilità su automobile è la congestione delle strade, in larga misura concentrata nelle aree urbane e nelle strade di accesso a queste aree, che aumenta a ritmi vertiginosi. Secondo uno studio recente, nelle principali città dei paesi OCSE la velocità del traffico è diminuita del 10% negli ultimi venti anni. In un terzo delle città prese in considerazione, durante le ore critiche la velocità nelle aree centrali è inferiore a 19 km/h (OCSE/EMCT, 1995). Alcune stime indicano che a Milano ed a Roma nell'ora di punta le velocità medie sono pari rispettivamente a 16 e 13 Km/h.

5.2 La mobilità extraurbana di passeggeri

La mobilità extraurbana di passeggeri si articola fundamentalmente nel trasporto stradale, ferroviario ed aereo. Per evitare duplicazioni il trasporto ferroviario è qui trascurato e si rimanda a quanto riportato nel successivo paragrafo 6.2.3.

5.2.1 Trasporto stradale

Seguendo l'impostazione del CNT per la suddivisione urbano-extraurbano, il traffico extraurbano su strada si divide in quello su strade statali e quello su autostrade. Del primo sono disponibili solo pochi dati, di fonte ANAS, e solo fino al 1990. Sono invece disponibili i dati storici ed aggiornati della rete autostradale, vedi tab. 5.1 / 5.2.

Tab. 5.1: Valori di traffico relativi alle autostrade concesse, in milioni di veicoli-km

	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Veicoli leggeri	34.300	40.050	42.219	47.071	48.771	50.822	51.989	53.549
Veicoli pesanti	8.200	11.886	13.727	13.729	14.428	15.161	15.928	16.916
Lunghezza rete, km	5.964	6.185	6.435	6.465	6.469	6.478	6.478	6.478

Fonte: Ministero dei Trasporti e della Navigazione, "Conto Nazionale dei Trasporti - Anno 1999"

Come si vede il traffico cresce in modo notevole, sembra in modo indipendente dalla lunghezza della rete. Occorre però ricordare che nel decennio trascorso c'è stata una notevole espansione della lunghezza delle terze corsie autostradali, che consentono notevoli incrementi del volume di traffico assorbito.

Non essendo disponibili i dati ANAS per gli anni successivi al 1990 occorre ipotizzare una crescita per il complesso del traffico su strada identica a quella delle autostrade, vedi CNT 1999.

La crescita dei valori di traffico, in veicoli - km, è meglio evidenziata dalla seguente tabella, con numeri indice a base fissa, 1990=100, riferita al traffico sulle autostrade concesse ed estesa al traffico extraurbano come detto nel paragrafo precedente.

Tab. 5.2: Evoluzione mobilità, dati percentuali

	1990	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Veicoli leggeri	100	107,3	109,3	112,8	115,4	117,5	121,8	126,9	129,8	133,7
Veicoli pesanti	100	104,0	103,6	108,8	113,6	115,5	121,4	127,5	134,0	142,3

Fonte: Ministero dei Trasporti e della Navigazione, "Conto Nazionale dei Trasporti - Anno 1999"

Come si può notare la crescita della mobilità extraurbana di veicoli leggeri su autostrade procede a passo sostenuto, +3% medio annuo dal 1990 al 1998, e sembra inarrestabile non avendo neppure risentito della crisi economica nel 1993. Per quanto riguarda i veicoli pesanti si nota una leggera riduzione solo nel 1993 per effetto della crisi economica, il traffico è comunque cresciuto a ritmi elevati nell'arco di dieci anni e pari a 4% medio annuo, visti gli incrementi notevolissimi, oltre il 5-6% medio annuo, registrati negli ultimi anni.

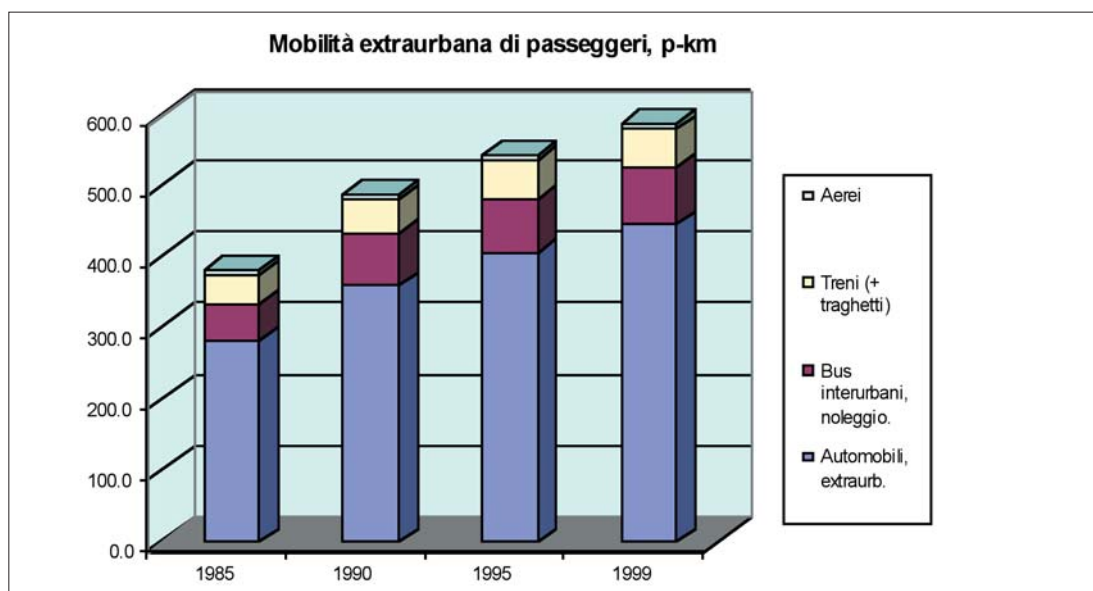


Figura 5.2 – Mobilità extraurbana di passeggeri

5.2.2 Trasporto aereo

Questa particolare modalità di traffico, che interessa soprattutto il trasporto passeggeri, presenta dinamiche abbastanza indipendenti dagli altri vettori e va analizzata a parte. Si analizza sia il traffico nazionale che quello internazionale.

Il traffico aereo interno si sviluppa secondo modalità proprie dato che consente tempi complessivi di viaggio molto inferiori alle altre due modalità su distanze superiori ai 600 km ed è praticamente senza rivali nei viaggi in ambito europeo o intercontinentale, con effetti di trascinarsi sul traffico nelle tratte nazionali di questi viaggi. Il traffico interno ha una limitata incidenza nei consumi e nelle emissioni complessive del settore e pertanto lo si trascura in questa sede, rilevando soltanto la sua crescita sostenuta e che non accenna ad arrestarsi. Inoltre si tratta senz'altro della modalità che presenta i consumi specifici maggiori, circa 3.4 M_j/pkm , da confrontare con i circa 0.8 della ferrovia (in energia primaria) ed i circa 2.7 delle automobili impiegate in autostrada con il solo conducente a bordo.

5.3 Analisi della domanda nel trasporto merci

La dinamica del trasporto merci contiene tre ambiti ben distinti: quello della distribuzione delle merci e dei trasporti su distanze inferiori a 50 km, quello dei trasporti per distanze superiori a 50 km e quello dei trasporti per lunghe distanze, superiori a 400-500 km e da e per estero.

I volumi del traffico merci svolto da vettori nazionali su distanze superiori ai 50 km si attestano, attualmente, intorno ai 231 miliardi di t^*km ; essi sono raddoppiati dal 1975 al 1995⁷; dal 1995 al il traffico interno delle merci ha rallentato il suo incremento attestandosi su valori analoghi a quelli dell'incremento del PIL (vedi tabella 5.1). Ovviamente solo le merci trasportate su

⁷In effetti tale aumento è stato leggermente più contenuto, tenuto conto che, sino al 1994, le rilevazioni statistiche relative all'autotrasporto conducevano ad una sottostima dei volumi effettivi di traffico, come si è reso ben evidente nel momento in cui tali criteri sono stati modificati.

distanze superiori a 50 km sono un possibile oggetto di un cambiamento modale, con esclusione inoltre di quelle trasportate per condotta, pertanto concentriamo le nostre analisi su questo sottoinsieme, limitandoci all'ambito nazionale su cui i dispone di sufficienti informazioni.

Tabella 5.3: Andamento del trasporto merci soggetto ad eventuale cambiamento modale in Italia (> 50 km), in miliardi di tonnellate km

Anno	1975	%	1985	%	1995	%	1999	%
Strada	54.713	56,2	92.694	65,0	137.254	69,6	161.482	69,8
Cabotaggio	26.830	27,6	31.104	21,8	35.307	17,9	45.510	19,6
Ferrovia	15.759	16,2	18.806	13,2	24.673	12,5	24.434	10,6
Totale	97.302	100,0	142.604	100,0	197.234	100,0	231.400	100,0

Fonte: Elaborazioni ANPA su dati del Conto Nazionale dei Trasporti

La strada ha assorbito la maggior parte dell'aumento del traffico merci registrato nel ventennio 1975-95, incrementando la propria quota percentuale dal 56% del 1975 al 70% del 1995. Nell'ultimo decennio, la ferrovia ha mantenuto (a meno di una lieve flessione) la propria quota di traffico mentre il cabotaggio ha subito un'ulteriore perdita d'incidenza percentuale.

Si segnala che la stima del traffico merci su strada (autostrade e strade di interesse nazionale), pubblicato da AISCAT, porta a stime piuttosto rilevanti ed appena inferiori a quelle sopra riportate. In particolare le merci trasportate nel 1995 sarebbero state pari a circa 130 Gt-km e nel 1999 pari a circa 160 Gt-km. I valori sono stimati su di una estensione di strade pari a circa di 10000 km. Queste stime sono sicuramente affidabili visto che si basano sul traffico effettivo e stime prudenziali del carico medio e dei viaggi a vuoto. Il fatto che esse siano molto vicine alla stima totale del traffico su strada, tabella 5.3, pone rilevanti problemi metodologici.

Il dato di tabella 5.3, riportato dal CNT e rilevato da ISTAT, è sicuramente inferiore alla realtà per due motivi:

- non include le merci trasportate dai vettori esteri;
- limita la stima ai soli traffici su distanze superiori a 50 km, mentre ovviamente sulle autostrade passano tutte le merci anche quelle distribuite a livello locale.

Stime interne ANPA ritengono che i vettori esteri rappresentino 10-15 Gt-km, rispettivamente, mentre la stima CNT-ISTAT del traffico su distanze inferiori a 50 km è pari a circa 30-38 Gt-km.

Per quanto riguarda lo spostamento modale solo una piccola parte del traffico su strada si svolge su distanze superiori a 400-500 km, che rappresentano i requisiti minimi di convenienza per uno spostamento modale su ferrovia/nave. Stime Aiscat pongono questi valori nell'ordine di 50 Gt-km, comunque una cifra piuttosto rilevante e pari a circa il doppio del totale trasportato per ferrovia. Tra le ragioni che spiegano la crescita notevole del trasporto su strada fra il 1990 ed 1995 ci sono gli importanti cambiamenti nell'organizzazione della produzione e del commercio nazionale, che in parte hanno sopperito ai fenomeni di saturazione del mercato e di crisi economica fornendo un diverso impulso alle attività di trasporto delle merci:

- la dispersione delle imprese sul territorio nazionale;
- l'investimento di capitale d'impresa nei Paesi dell'Est europeo;
- l'adozione di cicli produttivi che sfruttano i relativamente bassi costi del trasporto (a fronte di costi percentualmente più elevati di altre fasi del processo) per realizzare una sorta di "magazzino viaggiante".

Tali fenomeni hanno comportato un aumento delle distanze mediamente percorse dalle unità di merce trasportate su strada ed un rallentamento nella crescita dell'efficienza tecnico-economica del trasporto.

5.3.1 *Traffico merci marittimo e per condotta*

Queste due modalità, per quanto riguarda le merci, presentano dinamiche e caratteristiche peculiari. Il traffico marittimo complessivo, di cabotaggio ed internazionale è stato costituito nel 1996 per circa il 52% da prodotti petroliferi e per il resto da merci secche, di cui rinfuse solide circa il 20% e per il resto da merci varie, le quali alimentano il traffico terrestre. Le merci sbarcate prevalgono nettamente su quelle imbarcate, rispettivamente il 71 ed il 29%. Il traffico è in aumento, ed è passato da circa 405 milioni di tonnellate nel 1990 a circa 444 nel 1996.

Recenti rilevazioni fatte da ANPA⁸ fanno rilevare incongruenze anche nelle rilevazioni del traffico marittimo, che dovrebbe trasportare, in base ai consumi rilevati, molte più t-km, oltre il 100% in più, di quanto consuntivato nelle statistiche. Si tratta di valutazioni preliminari, pertanto non sono ancora disponibili dati precisi.

La navigazione di cabotaggio riguarda (nel 1996) circa 136 milioni di tonnellate su 443 totali ed ha sviluppato un notevole numero di t-km, vedi tab. 7.3. Si tratta della modalità di trasporto più efficiente in assoluto e si immagina una sua espansione soprattutto per i traffici in direttrice nord-sud.

Il traffico per condotta riguarda i prodotti petroliferi ed il gas naturale. In gran parte si tratta di gas naturale, che ha conosciuto una forte espansione in questi anni. In questo caso non esistono alternative al trasporto per condotta, si tratta della modalità più efficiente disponibile e l'evoluzione delle merci trasportate dipende in modo strettissimo dai consumi finali. Come già accennato le statistiche delle merci movimentate per condotta si riferiscono ai soli prodotti petroliferi.

5.3.2 *La congestione di alcuni elementi importanti della rete di trasporto*

L'aumento dei volumi di traffico, soprattutto su strada, ha creato situazioni di congestione della rete, particolarmente evidenti nelle aree urbane e metropolitane e lungo alcune direttrici portanti del sistema nazionale dei trasporti (corridoio tirrenico, dorsale centrale, corridoio pedalpino-padano, valichi alpini).

Dal confronto della situazione italiana con quella degli altri paesi OCSE emerge ancora una volta una particolare criticità. Nel caso specifico, infatti, l'Italia risulta essere in assoluto il paese a più elevata congestione stradale, quando si considerino i veicoli-km per unità di lunghezza della rete; 1430 milioni di veic-km/km contro i 780 milioni dell'Olanda, gli 890 della Germania, i 575 della Francia.

Conseguenze dirette sono l'aumento dei tempi di percorrenza e la riduzione delle velocità medie e commerciali. Le ripercussioni sono di molteplice natura:

- economiche, per l'aumento dei tempi di viaggio, di consumo di carburante, di immobilizzazione di capitale (mezzi, merce, ecc.);
- ambientali, a causa della riduzione delle velocità medie⁹ e dei regimi di marcia irregolari;
- psicologiche e sociali, per effetto dell'aumento dei tempi dedicati agli spostamenti e della riduzione del comfort del viaggio.

Anche se la congestione della rete viaria italiana è un'evidente realtà, sarebbe un errore ritenere che ciò sia dovuto tout-court alla scarsa infrastrutturazione: l'Italia, infatti, secondo i dati dell'OCSE, dispone di una densità di rete autostradale per unità di superficie che la colloca al sesto posto dell'insieme OCSE. Quindi i dati precedentemente esposti, relativi alle intensità di traffico ed alla ripartizione modale, indicano che le priorità di intervento non coincidono necessariamente nella realizzazione di nuove infrastrutture stradali.

⁸ Studio Tecne su emissioni marittime del 2000 e valutazioni Int-clima del settembre 2000

⁹ I consumi specifici per unità di percorrenza variano al variare della velocità media (e del ciclo di marcia) ed assumono il valore minimo per velocità intorno ai 60 km/h

6. La mobilità in Italia: situazione e relative politiche

(R. Pignatelli)

6.1 Quadro generale della mobilità.

Negli ultimi decenni la situazione della mobilità in Italia si è caratterizzata per due tendenze fondamentali: da un lato il costante aumento della domanda di trasporto sia per i passeggeri che per le merci, a un tasso spesso superiore all'incremento del prodotto interno lordo; dall'altro un fortissimo squilibrio modale del sistema dei trasporti nazionale a favore del trasporto stradale, con pesanti conseguenze dal punto di vista della sostenibilità ambientale, sociale ed economica del sistema stesso.

La crescita dei volumi di trasporto è determinata da una complessa combinazione di fattori economici, sociali, demografici, territoriali e tecnologici, tra i quali l'aumento del reddito disponibile, lo sviluppo tecnologico, l'internazionalizzazione e le ridotte barriere al commercio internazionale, i costi decrescenti dei trasporti, la percezione dei costi stessi, le modifiche nei modelli di produzione e consumo, l'aumento del tempo libero, le modifiche degli stili di vita, la dispersione territoriale degli insediamenti residenziali e produttivi, i processi di terziarizzazione e la nuova organizzazione della produzione, il limitato coordinamento delle decisioni relative ai trasporti e allo sviluppo urbano; questi fattori vengono rafforzati da quelli politici e istituzionali, come gli investimenti che inducono una domanda di trasporto aggiuntiva, le politiche fiscali che non tengono conto di tutti i costi esterni del trasporto e le politiche del mercato del lavoro che accrescono la mobilità della forza lavoro.

Un'importante criticità del settore dei trasporti nazionale è costituita dalla disomogeneità dei servizi nelle diverse aree del Paese: fenomeni di congestione si verificano prevalentemente nelle regioni centrali e settentrionali, mentre bassi livelli di accessibilità, causati dall'insufficiente qualità dei servizi e delle infrastrutture di trasporto, sono invece presenti nel Mezzogiorno. Entrambi i fenomeni costituiscono un ostacolo allo sviluppo sociale ed economico: al Nord la congestione frena le prospettive di sviluppo, al Sud le carenze del sistema dei trasporti contribuiscono a impedirne il decollo. Vi è inoltre una squilibrata distribuzione dell'offerta, per cui le strade e le ferrovie risultano congestionate su alcune direttrici critiche e nei nodi attorno alle principali aree metropolitane.

Le aree urbane e metropolitane sono un luogo a elevata densità di mobilità per la vasta e articolata presenza di attività residenziali e produttive; in esse si svolge quasi il 70% degli spostamenti di persone di tutto il territorio nazionale (Ministero dei trasporti et al., 2001), rappresentando una delle emergenze del trasporto a scala nazionale in termini di congestione e dei fenomeni negativi ad essa correlati (vedi par. 6.3).

Lo sviluppo del sistema dei trasporti nazionale viene ostacolato inoltre da una serie di fattori, tra i quali (i) un notevole grado di "vulnerabilità", ossia di esposizione a gravi crisi in seguito al verificarsi di eventi limitati, determinato da un'elevata conflittualità del lavoro e dalla mancanza di infrastrutture e di percorsi alternativi su alcuni itinerari chiave; (ii) un'organizzazione e una gestione inefficiente e non ancora in linea con gli indirizzi comunitari, volti alla liberalizzazione; (iii) la carenza di imprenditorialità, di concorrenza interna e di innovazione organizzativa e tecnologica che caratterizzano l'impresa privata italiana di trasporto, con il rischio che, in assenza di opportuni e tempestivi interventi, il mercato italiano venga in maniera crescente occupato da imprese straniere; (iv) il carente coordinamento tra i diversi attori, la lentezza procedurale della pubblica amministrazione e l'assenza di un'univoca attribuzione di responsabilità per l'esecuzione delle opere approvate e finanziate.

Nel periodo 1990-99, la domanda di mobilità delle persone è passata da 728 a circa 890 miliardi di passeggeri-km, soprattutto a causa dell'aumento del traffico urbano su autovettura (vedi tab. 3.2, in par. 3.2).

Tale domanda è stata soddisfatta in maniera crescente dall'autotrasporto privato, che ne costituisce ormai l'82%. L'Italia si trova ai primi posti nel mondo per quanto riguarda il numero di veicoli circolanti in relazione alla popolazione residente: nel periodo 1990-99 il rapporto tra popolazione e autovetture è passato da 2,11 a 1,80. Nello stesso periodo sono corrispondentemente diminuite le quote di utilizzo rispettivamente del trasporto pubblico urbano (attualmente inferiore al 2% del totale), del trasporto ferroviario (pari al 5,4%) e dei bus extraurbani (pari a circa il 9%); risulta invece elevato il tasso di crescita del trasporto aereo, che però soddisfa quote marginali della domanda (circa l'1%), mentre la navigazione rimane ancora un settore assolutamente marginale (0,5%) (vedi tab. 3.3 in par. 3.2 e fig. 5.1 e 5.2 in par. 5.1).

Ancora maggiore è stato, sempre nel periodo 1990-99, l'aumento della domanda di trasporto merci superiore ai 50 km (+ 39%), che è passata dai 176 a 244 milioni di tonnellate - km; la non omogeneità dei dati nel periodo considerato induce però ad una certa cautela nell'effettuare confronti (vedi tab. 3.4 in par. 3.2). A causa della frammentazione dei flussi fisici, della terziarizzazione dei servizi logistici e della maggiore richiesta di qualità del servizio, anche tale domanda viene soddisfatta soprattutto dal trasporto su gomma, che è passato da 107.4 nel 1990 a 161.5 milioni di tonnellate-km nel 1999, pari al 66% del traffico totale delle merci superiore ai 50 km (vedi tab. 3.5 in par. 3.2 e tab. 5.3 in par. 5.3). A fronte di questa crescita, si sono registrate flessioni relativamente al cabotaggio (attualmente pari al 19% del totale), al trasporto ferroviario (10%) e agli oleodotti (5%) (vedi Tab. 3.5), mentre si sono sviluppati il trasporto combinato e quello marittimo containerizzato.

L'assoluta prevalenza del trasporto su strada, sia nel traffico merci che in quello dei passeggeri, presenta alcune importanti peculiarità:

- un'elevata concentrazione del traffico su alcune direttrici stradali (circa il 60% dei flussi extraurbani si concentra su appena il 2% della rete stradale e autostradale);
- una squilibrata distribuzione territoriale della domanda di trasporto stradale, concentrata per oltre la metà in cinque regioni (Piemonte, Lombardia, Liguria, Veneto ed Emilia Romagna);
- un'elevata quota di movimentazione delle merci su brevi e medie distanze (il 75% dei viaggi si svolge entro i 200 km) a causa della notevole polverizzazione della struttura produttiva e commerciale.

Negli ultimi anni è inoltre aumentata l'intensità di trasporto, in particolare di merci, per unità di reddito, che è un indicatore di eco-efficienza, (fig. 6.1). Il confronto porta a valori diversi a seconda delle unità di misura ma la tendenza è univoca: nel periodo 1990-98 si è passati rispettivamente da 434 a 465 passeggeri-km per milione di PIL 1995 (vedi anche tab. 6.1, da 0,867 a 0,948 p-km/1000 ECU periodo 1990-99), e da 105 a 127 tonnellate-km per milione di PIL 1995 (vedi anche tab. 6.1, da 0,212 a 0,261 t-km/1000 ECU periodo 1990-99).

Il rapporto tra mobilità delle persone e reddito nazionale è stato caratterizzato da una significativa crescita durante gli anni Ottanta e i primissimi anni Novanta, mentre dopo il 1992 si è tendenzialmente stabilizzato, e la crescita degli spostamenti ha iniziato a seguire grosso modo l'andamento del reddito; l'andamento del rapporto tra mobilità di merci e reddito è stato viceversa caratterizzato da una più evidente crescita durante gli anni Settanta, alla quale ha fatto seguito un andamento oscillante, ma tendenzialmente crescente. È da notare che la correlazione tra reddito e mobilità non implica automaticamente l'esistenza di relazioni causali tra i due parametri, e comunque non offre di per sé alcuna conferma alla diretta dipendenza dello sviluppo economico dalla quantità di mobilità (Legambiente, 2001a).

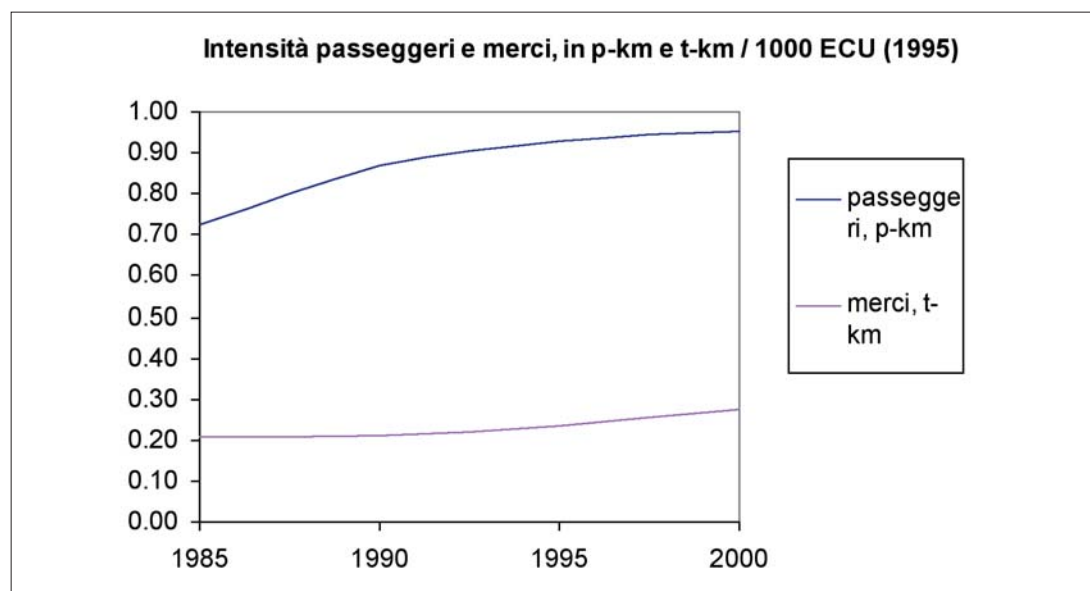


Figura 6.1: intensità passeggeri e merci, p-km e t-km / 1000 ECU (1995)

Fonte: elaborazioni ANPA

6.2 Analisi per settori

6.2.1 Trasporto stradale.

La modalità stradale è prevalente sia nel trasporto passeggeri (92,5% del traffico passeggeri nel 1999) che nel trasporto merci (66,1% del traffico merci per distanze > di 50 km nel 1999); a livello europeo, l'Italia dispone della terza rete autostradale (dopo la Germania e la Francia) e della più estesa rete di strade statali. La rete transeuropea stradale, che assume un ruolo fondamentale nella rete transeuropea dei trasporti e che comprende autostrade e strade di qualità elevata esistenti, nuove o da ristrutturare, in Italia comprende quasi per intero la rete autostradale, mentre la rete pianificata al 2010 comprende un insieme di ulteriori infrastrutture, di cui è stata programmata la realizzazione o l'adeguamento.

Nonostante il suo ruolo centrale nel sistema di trasporto nazionale, però, il sistema stradale italiano presenta squilibri notevoli in termini di qualità, sicurezza, livelli di dotazione e di congestione.

La spesa pubblica in opere stradali e autostradali mostra una massiccia destinazione di risorse al settore, che ha iniziato a ridursi solo negli anni Novanta. Come già evidenziato (par. 4.1), nel periodo 1990-99 l'estensione delle reti stradale primaria (esclusa quella comunale) è aumentata da 161.938 a 168.183 km, di cui 6.478 sono autostrade, 46.483 strade statali e 115.222 strade provinciali; il tasso di crescita maggiore si è registrato per le autostrade. Mentre l'Italia settentrionale ha la maggiore dotazione di autostrade sia rispetto ai residenti (1,21 km ogni 10.000 abitanti), sia rispetto alla superficie (2,57 km ogni 100 kmq) sia rispetto al circolante (1,8 km ogni 10.000 veicoli), il Meridione detiene il maggior numero di strade provinciali e statali, e l'Italia centrale occupa una posizione intermedia tra le due realtà geografiche. La densità media delle infrastrutture stradali extraurbane è pari a 552 m/kmq. Il rapporto tra estesa stradale e veicoli circolanti, che indica l'intasamento della rete a livello regionale, evidenzia una situazione preoccupante per quanto riguarda la Lombardia e il Lazio.

Le strade comunali nel 1999 hanno raggiunto i 668.669 km di estensione, dei quali 171.779 sono strade urbane, 312.149 strade extraurbane e i restanti 184.745 strade vicinali (Ministero dei trasporti, 2001a); l'estesa delle strade comunali è influenzata dalla popolazione e dalla superficie dei comuni, ma in misura non proporzionale.

Per quanto riguarda le piste ciclabili, la loro estensione su scala nazionale (nei centri capoluogo di provincia) è più che raddoppiata tra il 1995 e il 1999 pur rimanendo comunque limitata; meno significativa, e anzi con qualche segno di regresso, risulta essere invece l'espansione delle strade pedonalizzate.

Al 30 giugno 2000 il numero complessivo di veicoli circolanti è risultato pari a 44.654.487, con un incremento del 20,4% rispetto al dato del 1990; in particolare, si tratta per il 72,7% di autovetture, per il 17,7% di motoveicoli e per il restante 9,7% di autoveicoli industriali. Il numero di veicoli circolanti (esclusi i ciclomotori) per abitante residente è passato dallo 0,58 del 1990 allo 0,69 del 1999; in dettaglio, si hanno valori sostanzialmente simili per l'Italia settentrionale (0,73) e centrale (0,75), mentre nell'Italia meridionale di registrano 0,60 veicoli per abitante (Ministero dei trasporti, 2001a).

La composizione del parco autovetture circolanti in Italia secondo la cilindrata ha avuto nell'ultimo decennio un notevole mutamento, con una diminuzione delle vetture di piccola cilindrata e un sensibile aumento di quelle di media cilindrata (la fascia delle autovetture a benzina con cilindrata compresa tra 1100 cc e 1400 cc è passata dal 31,8% del 1990 al 37,2% del 2000, dati ANPA); tali tendenze sono state determinate dalla maggiore disponibilità economica e dalla possibilità offerta dai contributi dello Stato e da altri incentivi che permettono all'acquirente di rivolgere la propria attenzione verso veicoli di costo maggiore rispetto al passato. Nel complesso, le autovetture alimentate a benzina e a gasolio rappresentano, negli anni 1999-2000, circa il 95% del totale delle auto circolanti, a fronte del restante 5% composto da quelle alimentate a GPL, metano ed elettricità; è importante rilevare, però, che la composizione di tale 95%, nel tempo, è caratterizzata da un aumento della quota parte rappresentata dalle auto effettivamente circolanti alimentate a gasolio che dovrebbe proseguire nei prossimi anni (10,0% nel 1985, 12,7% nel 1990, 11,0% nel 1995, circa 14,0% nel 2000) (dati ANPA e Ministero dei trasporti, 2001a).

Per quanto riguarda il trasporto stradale delle merci, gli autoveicoli immatricolati in Italia, con portata utile non inferiore a 3,5 tonnellate, adibite al trasporto di merci su strada, hanno movimentato complessivamente nel 1999, sul territorio nazionale e internazionale, circa 1.211 milioni di tonnellate di merci, di cui 440 milioni in conto proprio e 772 milioni in conto terzi. Nel 1999 si è registrata una riduzione (- 1,5% rispetto all'anno precedente) delle tonnellate complessivamente trasportate, mentre in termini di tonnellate - km si è verificato un incremento del 5,5% (vedi tab. 3.4). Di questo traffico il 39% viene movimentato su tratte inferiori a 50 km. Circa il 64% del trasporto stradale di merci avviene all'interno della stessa regione d'origine, con percentuali molto maggiori per Sardegna e Sicilia; inoltre, l'82% del traffico complessivo ha come origine l'Italia centrale e settentrionale, mentre l'Italia meridionale movimenta il 17% e l'estero il rimanente 1%. La regione che fa registrare i volumi più elevati di merce trasportata è la Lombardia (circa il 22%), seguita da Veneto ed Emilia Romagna.

Il difficile percorso della ristrutturazione del settore dell'autotrasporto di merci, avviato con la legge 454/97, dopo le modifiche richieste per adeguarsi alle richieste dell'Unione europea, rischia di arenarsi di fronte al disinteresse delle imprese per alcuni importanti provvedimenti; in particolare, i finanziamenti per l'aggregazione delle imprese hanno collezionato solo una richiesta, mentre si è avuta una grande richiesta per i finanziamenti all'esodo. Il definitivo avvio della liberalizzazione è stato invece spostato al 1° luglio 2001 con il decreto legislativo

395/00, che dà attuazione alla direttiva comunitaria 98/76/CE sull'accesso alla professione di trasportatore su strada di merci e viaggiatori.

La legge 454 prevedeva anche incentivi per i veicoli destinati al trasporto combinato, che ha trovato difficoltà di attuazione anche a causa della non chiara definizione di tale modalità di trasporto; tuttavia, con il decreto 15 febbraio 2001 del Ministero dei trasporti, è stata recepita la direttiva comunitaria 92/106/CEE sul trasporto combinato, che lo definisce come il trasporto la cui unità di carico utilizza la trazione ferroviaria, marittima o via navigabile per almeno 100 chilometri e la trazione stradale per le tratte iniziali e finali, che non possono superare i 150 chilometri.

Dopo quello firmato nel 1999, a marzo 2001 è stato sottoscritto un nuovo accordo tra il Ministero dei trasporti e le associazioni degli autotrasportatori, che prevede, tra l'altro, l'aumento dello sconto sul gasolio per il terzo quadrimestre 2000 (da 100 a 171 lire), l'aumento delle tariffe minime, l'impegno politico ad affrontare in sede europea la questione degli ecopunti per l'Austria e la modifica delle modalità d'accesso agli sconti autostradali; alcuni di questi punti erano già stati definiti con disposizioni precedenti alla firma dell'accordo (Federtrasporto, 2001b).

La Legge finanziaria 2001 ha previsto numerosi finanziamenti nel settore stradale; gli stanziamenti in favore dell'ANAS, oltre a quello per il finanziamento dell'attività di investimento (incrementato di 3.770 miliardi di lire nel triennio 2001-2003), sono destinati a specifiche tratte, mentre altri interventi nel settore stradale hanno carattere provinciale o regionale.

6.2.2 *Trasporto pubblico locale.*

Da qualche decennio, il settore del trasporto pubblico locale sta attraversando una profonda crisi, che ha dato luogo a disservizi, gestioni in perdita e difficoltà delle aziende; tale crisi è sostanzialmente determinata dal crescente dissesto economico delle aziende, dalla lentezza dei mezzi pubblici (dovuta alla congestione del traffico urbano), dagli squilibri dell'offerta nelle zone a bassa densità abitativa, dalle duplicazioni dei servizi effettuati a mezzo autolinee e ferrovie e anche tra le autolinee stesse, e dalla mancanza di spirito imprenditoriale delle aziende. L'effetto più drammatico della crisi è stato la caduta verticale della domanda, che ha determinato da un lato un abuso del mezzo individuale e quindi un aumento della congestione, e dall'altro il fatto che i bilanci delle aziende di trasporto non riescono a registrare un aumento nella quota degli introiti derivanti dalla vendita dei biglietti, pur in presenza di sia pur contenuti aumenti tariffari.

Una recente analisi effettuata su 28 capoluoghi di provincia italiani (ACI, 2001) ha evidenziato una preoccupante contrazione dell'offerta di trasporto pubblico nelle città (- 1,9% di mezzi negli ultimi 5 anni), che ha generato un abbassamento degli standard qualitativi: l'età media degli autobus è di circa 10 anni, la velocità media è piuttosto bassa, i parchi veicolari sono limitati, i chilometri di metropolitana sono pochi, i Piani urbani del traffico non sono stati realizzati da un terzo dei comuni analizzati, i *mobility managers* sono stati nominati soltanto da circa un terzo dei comuni, vi sono pochi chilometri di piste ciclabili; tutto ciò ha determinato un'ulteriore diminuzione della domanda soddisfatta di trasporto pubblico (-0,5% rispetto al 1997), e il conseguente incremento dell'utilizzo di veicoli privati.

Tra le modalità di trasporto pubblico, le autolinee rivestono la maggiore importanza anche se, soprattutto nell'ultimo decennio, hanno manifestato numerosi segnali di crisi, come la diminuzione della domanda soprattutto in ambito urbano e la riduzione degli addetti dovuta alla necessità di razionalizzare l'uso dei fattori produttivi nel settore. Nel periodo 1990-2000, il totale dei passeggeri trasportati è passato da 3.963 a 3.693 milioni, mentre il totale dei passeggeri - km è passato da 29.122 a 29.446 milioni. La crisi del settore, iniziata negli anni Ottanta relativamen-

te al servizio urbano, nell'ultimo decennio ha coinvolto anche il servizio extraurbano; negli ultimi anni, comunque, si sta assistendo a una leggera ripresa della domanda.

Per quanto riguarda la distribuzione geografica della domanda soddisfatta, oltre il 50% dei viaggiatori del servizio urbano è trasportato nel Lazio, Lombardia ed Emilia Romagna, mentre per il servizio extraurbano le tre maggiori regioni per traffico di passeggeri (Lombardia, Veneto e Lazio) raggiungono il 40%.

Per il settore delle autolinee nel 1997 in Italia risultano operanti 1.198 aziende pubbliche e private (concessionarie), collocate per il 32% al Nord, il 16% nel Centro e il restante 52% nel Sud e nelle Isole, dove prevale la polverizzazione in piccole aziende spesso a conduzione familiare. Per quanto riguarda l'offerta, nel periodo 1990-97 sono diminuiti sia il numero dei mezzi utilizzati sia gli autobus - km, sia i posti - km complessivi, in quanto il lieve incremento in ambito urbano non riesce a compensare la rilevante diminuzione del servizio extraurbano. Il rapporto proventi / costi nel 1997 è risultato pari al 33,7%, a fronte di un livello superiore al 60% raggiunto negli anni Sessanta; per il 1998 viene confermata la tendenza, registrata nell'ultimo decennio, a una lieve crescita di tale indicatore, che si attesta al 35,5% (Ministero dei trasporti, 2001a).

Nel 2000 il trasporto pubblico locale nelle grandi realtà aziendali ha ottenuto risultati decisamente buoni, sia dal lato della domanda che in termini economici e di produttività, e, sebbene in misura più contenuta, lo stesso può dirsi anche per le piccole e medie imprese, soprattutto per quanto riguarda le variabili relative alla domanda. Le suddette tendenze dovrebbero proseguire nei prossimi anni.

Il trasporto di passeggeri a mezzo tram ha visto diminuire costantemente e in modo sostanziale l'estensione della rete a causa di numerosi fattori, primo fra tutti la rigidità tipica di ogni impianto fisso, che non risponde alle mutate esigenze della domanda. Attualmente il servizio è presente soltanto a Torino, Milano, Roma e Napoli, mentre a Genova e Trieste sono presenti impianti che possono essere assimilati a quelli di tipo tranviario; si tratta di un servizio urbano, eccetto che a Milano. Nel 1998 l'estensione totale della rete risultava pari a 407 km, con una diminuzione di oltre il 40% rispetto agli anni Sessanta, quando tale modalità era presente in ben 14 città. I passeggeri, attualmente pari a 296,3 milioni, sono diminuiti del 31% rispetto al 1990. Il rapporto proventi / costi, che negli anni Sessanta aveva superato il 60%, si attesta a circa il 40%; ciononostante, esso mostra segnali di ripresa, con un aumento nel 1998 di oltre 13 punti percentuali rispetto al 1990 (26,4%) (Ministero dei trasporti, 2001a). A causa dei gravi problemi ambientali e di congestione delle città, infatti, si sta da alcuni anni riaffermando l'esigenza di un ritorno del trasporto su rotaia in ambito urbano, anche nella più moderna versione di metropolitana di superficie.

La metropolitana, pur essendo il mezzo di trasporto rapido locale di massima capacità e frequenza, nonché indipendente dalla viabilità di superficie, nel 1998 era presente solo a Milano, Roma, Napoli e Genova, con un totale di soli 113 chilometri esercitati (nonostante il continuo aumento della rete, più che triplicata rispetto al 1970). Nel biennio 1999-2000 ne sono state aperte nuove stazioni a Roma e ne è stato inaugurato il primo tratto a Catania, mentre per i prossimi anni è prevista la costruzione di nuove tratte in altre città. Gli indicatori dell'offerta di servizio (vetture - km e posti - km) hanno registrato un aumento del 30% circa nel periodo 1990-98. Per quanto riguarda la domanda soddisfatta, la metropolitana, nell'ambito del trasporto pubblico locale, è l'unica modalità che ha presentato nel periodo 1990-98 una continua crescita (+30% per i passeggeri trasporti e +60% per i passeggeri - km); anche il rapporto proventi / costi, nello stesso periodo, è passato dal 31 al 53% (Ministero dei trasporti, 2001a).

I dati relativi al trasporto ferroviario locale sono esposti oltre (par. 6.2.3).

Per superare la crisi del trasporto pubblico locale è stata avviata una riforma organica del settore, attraverso il decreto legislativo 422/97 modificato dal decreto legislativo 400/99, decentrando tutte le competenze in materia e puntando alla creazione di soggetti pubblici locali forti nell'esercizio delle funzioni di programmazione, amministrazione e controllo e alla riorganizzazione della gestione dei servizi sulla base di aziende efficienti in regime di concorrenza. La riforma ha introdotto un sistema di concorrenza per il mercato (con l'obbligo di coprire con i ricavi almeno il 35% del costo complessivo) e il principio del servizio minimo come servizio qualitativamente e quantitativamente sufficiente a soddisfare la domanda di mobilità dei cittadini, i cui costi sono a carico delle Regioni (alle quali spetta anche la predisposizione dei Piani regionali dei trasporti); il cammino si presenta ancora lungo, anche perché la prevista adozione dei Piani urbani del traffico non è ancora operativa in molte città (al mese di aprile 1998 essi erano stati approvati solo dal 20% dei Comuni).

Il processo normativo di recepimento del decreto 422 è ormai quasi concluso, ma l'adeguamento delle normative regionali al decreto legislativo 400/99 è stato attuato solo da 6 Regioni su 15 (ASSTRA et al., 2001), e sulle attività di programmazione e di regolazione si registrano gravi ritardi da parte di Regioni ed enti locali. Le imprese hanno iniziato a fare la loro parte; soprattutto dopo la trasformazione delle ex - municipalizzate in società per azioni, si è dato avvio a un processo di avvicinamento e, sempre più spesso, di aggregazione tra aziende pubbliche e private, anche per la partecipazione alle prime gare finora bandite. Occorre quindi che gli enti regolatori - Regioni ed enti locali - accelerino nell'approvazione degli atti di programmazione previsti dalle normative nazionali e regionali, ma anche che contribuiscano al processo di riorganizzazione delle imprese, favorendo la creazione di soggetti imprenditoriali forti, in grado di stare sul mercato.

La mobilità locale è oggetto di finanziamenti anche da parte del Ministero dell'ambiente, volti ad incentivare l'uso di modalità e di veicoli meno inquinanti. Il decreto 27 marzo 1998 sulla mobilità sostenibile nelle aree urbane ha proposto una serie di misure indirizzate alla razionalizzazione della mobilità urbana e numerosi interventi a favore dei veicoli a basso impatto ambientale; esso prevede che le strutture produttive commerciali e amministrative con oltre 300 addetti e le imprese con più unità locali nella stessa città che complessivamente superano gli 800 addetti debbano individuare i propri responsabili della mobilità aziendale - *mobility managers* - che si occuperanno dell'ottimizzazione dei "pacchetti di mobilità" per gli spostamenti casa - lavoro del personale dipendente al fine di ridurre il ricorso all'impiego del mezzo di trasporto privato. L'obiettivo primario delle azioni del decreto, che s'inquadrano nella prospettiva degli accordi di Kyoto, è quello di moltiplicare la capacità d'intervento delle amministrazioni locali mediante una rete diffusa di attori; oltre ai *mobility managers* aziendali, sono stati istituiti quelli di area, che costituiscono una struttura di supporto e di coordinamento fra i primi.

Nell'aprile 2001 sono stati pubblicati tre decreti (decreto 21 dicembre 2000 e due decreti 20 dicembre 2000), che finanziano per 68 miliardi di lire "politiche radicali ed interventi integrati per la mobilità sostenibile nelle aree urbane", per 10 miliardi le iniziative di *car sharing* e 30 miliardi per il *mobility management*. Finora, 36 amministrazioni comunali hanno inviato al Ministero dell'ambiente e del territorio progetti mirati allo sviluppo di forme alternative di mobilità secondo quanto previsto dal decreto 21 dicembre 2000 ("Programmi radicali per la mobilità sostenibile"), che prevede il cofinanziamento di interventi relativi all'acquisto di veicoli elettrici e a gas, alla realizzazione di flotte di biciclette e di veicoli elettrici a due o tre ruote, all'attuazione di progetti dimostrativi relativi all'utilizzo di prototipi di veicoli a trazione elettrica e a idrogeno, alla realizzazione di sistemi di trasporto collettivo innovativi, all'applicazione del *road and area pricing*, alla realizzazione e ampliamento dei sistemi di monitoraggio degli inquinanti atmosferici.

Anche la campagna "Giornate ecologiche" proseguirà nel corso del 2002 (decreto 25 luglio 2001 del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, e seguenti), con il cofinanziamento di iniziative presentate dai Comuni e finalizzate alla sensibilizzazione e informazione dei cittadini sulle tematiche della mobilità sostenibile; sul fronte della lotta allo smog, è appena partita in molti Comuni italiani l'operazione auto a gas, che prevede il cofinanziamento del Ministero dell'ambiente per la conversione a GPL e metano dei veicoli degli enti pubblici e delle società che gestiscono servizi pubblici e per i veicoli dei privati immatricolati tra il 1988 e il 1992 e anche per l'adeguamento delle reti di distribuzione.

In Italia gli investimenti in infrastrutture di trasporto urbano – peraltro scarsi - sono stati finanziati da leggi di settore e non secondo un disegno organico complessivo del sistema di trasporto, contribuendo così all'enorme sviluppo del mezzo di trasporto individuale; il nuovo Piano generale dei trasporti e della logistica cerca di ovviare a questa situazione prevedendo interventi per opere infrastrutturali nel trasporto pubblico locale per un totale di 25.000 miliardi di lire nel periodo 2001/2010.

Per quanto riguarda il settore dei trasporti rapidi di massa, la Legge finanziaria 2001 ha nuovamente finanziato la legge n. 211/92, in particolare per quanto riguarda gli interventi nelle aree urbane, e ha previsto un finanziamento per la realizzazione delle infrastrutture per la mobilità al servizio del nuovo polo esterno della Fiera di Milano. Nel settore dei trasporti pubblici locali è previsto il rifinanziamento della legge n. 194/98, in particolare per gli articoli che prevedono interventi per la sostituzione di autobus; ulteriori assegnazioni sono state poi disposte per la mobilità ciclistica e per la realizzazione di percorsi ciclabili.

Infine, quanto previsto per le imprese di autotrasporto merci relativamente agli sconti sul gasolio (vedi sopra) si applica anche alle imprese di autotrasporto passeggeri.

6.2.3 *Trasporto ferroviario.*

Nel 1999 l'andamento del traffico ferroviario di passeggeri e di merci non è stato particolarmente brillante; per quanto riguarda il trasporto passeggeri, dopo un biennio di risultati deludenti si è verificato un modesto incremento dei volumi di traffico, mentre per il 2000 si prevede un incremento dei passeggeri trasportati e un ritorno al massimo storico registrato nel 1997 per le merci trasportate.

Nel periodo 1990-99 la domanda di trasporto passeggeri delle FS e delle ferrovie in concessione ed in gestione governativa è diminuita: i passeggeri trasportati sono passati da 423,4 a 432,5 milioni, i passeggeri - km da 47.784 a 44.187 milioni e la percorrenza media per passeggero (solo FS) da 105,6 a 94,8 chilometri; alla diminuzione della domanda si è contrapposto un aumento degli introiti (attualmente l'introito medio a passeggero è pari a £ 8.390), mentre è notevolmente migliorata la puntualità del servizio (passata dal 73 all'84% nel periodo considerato).

Per quanto riguarda l'offerta, nello stesso periodo i posti offerti (solo FS) sono passati da 1.018 a 918 migliaia, mentre i posti - km offerti sono cresciuti da 105.038 a 108.319 milioni. Il grado di utilizzo dei treni passeggeri, al di sotto del 50% in termini di passeggeri - km, indica un basso coefficiente medio di occupazione dei treni, causato anche dallo scarso impiego, in alcune ore della giornata, dei treni del trasporto locale, che essendo di interesse sociale prescindono dal livello della domanda.

al rallentamento del ciclo economico e alla crisi di alcuni settori industriali, si è riscontrata nel 1999 una flessione del 2,2% rispetto all'anno precedente. In generale, nel periodo 1990-99 le tonnellate offerte sono passate da 3.516 a 3.141 migliaia e le tonnellate - km offerte da 47.575 a 44.788 milioni. Alla diminuzione della domanda ha corrisposto una diminuzione degli introiti (-3,9%) e del percorso medio di una tonnellata, attualmente pari a 289 chilometri. Il grado di utilizzo, al contrario del traffico passeggeri, è leggermente superiore al 50%. Gli investimenti nel settore ferroviario, nei decenni scorsi, sono stati molto più contenuti di quelli nel settore stradale e solo negli anni Ottanta hanno raggiunto volumi comparabili ad essi.

Negli anni Novanta l'estensione della rete ferroviaria è rimasta sostanzialmente invariata (16.108 km nel 1999), mentre si sono registrati un miglioramento tecnologico delle infrastrutture e il rafforzamento delle sue caratteristiche tecniche; è cresciuta la quota elettrificata (66,4% della rete nel 1999), ma le linee elettrificate a doppio binario costituiscono ancora solo il 38,3% della rete totale (Ministero dei trasporti, 2001a). L'analisi dell'estensione della rete ferroviaria per area geografica evidenzia lo squilibrio fra il Nord e il resto del nostro Paese; in generale, maggiori investimenti per opere ferroviarie si sono verificati per l'Italia centro-settentrionale, mentre per il Sud sono stati privilegiati investimenti in opere stradali.

La densità delle infrastrutture ferroviarie, con una media di 53 m/kmq, è largamente inferiore al livello medio europeo.

Per quanto riguarda il materiale rotabile a disposizione dell'esercizio, dal 1990 al 1999 si è verificata una diminuzione sia della consistenza dei mezzi di trazione che del materiale trainato (con una leggera inversione di tendenza nel 1999 per quanto riguarda i mezzi di trazione); nonostante una politica di rinnovamento dei mezzi, l'età media del materiale rotabile è ancora elevata (28,4 anni per i mezzi di trazione e 23,8 anni per i mezzi trainanti).

Nel 1992 la trasformazione della forma giuridica delle Ferrovie dello Stato da pubblica a privata ha dato avvio al processo di liberalizzazione e di apertura alla competizione, indispensabile per il miglioramento dei servizi a favore delle imprese e del cittadino; il processo di privatizzazione, finalizzato all'incremento di efficienza, economicità gestionale e flessibilità operativa, non è stato ancora perfezionato, poiché lo Stato detiene ancora la totalità delle azioni delle FS S.p.A.

La struttura delle Ferrovie dello Stato ha recentemente subito un radicale rinnovamento; il nuovo assetto prevede la compresenza di varie società totalmente autonome nella gestione (Infrastruttura, Trenitalia, Tav, Italferr, Metropolis, Grandi stazioni).

Oltre alla generale riorganizzazione dell'assetto delle Ferrovie dello Stato, è da segnalare l'importante provvedimento contenuto nella Legge finanziaria 2001 riguardante l'alta velocità, con il quale vengono revocate le concessioni rilasciate a TAV S.p.A. da FS S.p.A. relativamente ai lavori non ancora avviati e per i quali i corrispettivi non sono ancora stati definiti (ossia le tratte Milano - Venezia e Milano - Genova), per le quali verranno rescissi i contratti con gli attuali *general contractors* e si dovrà fare ricorso a nuove gare per ridurre i costi dei lavori e abbreviare i tempi di realizzazione.

In tema di investimenti ferroviari, nell'aprile 2001 il CIPE ha approvato il nuovo Contratto di programma tra il Ministero dei trasporti e Ferrovie dello Stato S.p.A., valido per il periodo 2001-2005, che prevede interventi per 47.585 miliardi di lire che si vanno a sommare ai 51.136 del precedente, per un totale di 98.720 miliardi, come previsto dal Piano generale dei trasporti e della logistica; ma se il vecchio piano è già interamente finanziato e in larga parte in attuazione, il nuovo è per ora coperto solo per 7.000 miliardi di lire, stanziati con la Legge finanziaria 2001. Infine, va notato che dal mese di giugno 2001 Trenitalia non è più l'unico operatore ferroviario sulla rete FS: altri quattro operatori hanno infatti ottenuto la licenza dal Ministero e le tracce orario dalla Divisione Infrastruttura di FS S.p.A.

Oltre al già citato incremento di 7.000 miliardi di lire del capitale sociale di FS SpA nel triennio 2001-2003, la Legge finanziaria 2001 ha finanziato il completamento della ferrovia Siracusa-Ragusa-Gela, la progettazione definitiva del raddoppio dell'intero tracciato della linea Parma-La Spezia e lo studio di fattibilità della ferrovia Martigny - Aosta; ulteriori finanziamenti rispetto a quelli già stanziati sono stati poi disposti in favore delle ferrovie in gestione governativa e in concessione, mediante il rifinanziamento della legge n. 611/96.

6.2.4 *Trasporto aereo.*

L'andamento del traffico aereo di passeggeri ha registrato negli ultimi anni una continua crescita, dovuta sia alla componente dei servizi interni che all'aumento dei servizi internazionali. L'80% del traffico è concentrato su dieci aeroporti; l'aeroporto di Roma Fiumicino e gli scali milanesi assorbono da soli oltre la metà del traffico.

La serie storica 1990-99 del trasporto aereo commerciale italiano, per servizi di linea e non di linea e per il traffico internazionale e nazionale, mostra che il numero dei passeggeri è passato da 47.607.734 a 81.999.828 (+72%), la posta da 88.505 a 82.908 tonnellate e le merci da 460.523 a 591.042 tonnellate; la diminuzione della quantità di posta trasportata può dipendere dall'assorbimento della comunicazione cartacea da parte della posta elettronica via internet. La ripartizione dei voli in Italia per tipo di destinazione e territorio mostra, nel 1999, un 72,8% di traffico internazionale e un 27,2% di traffico nazionale. I passeggeri - km su tratte nazionali sono passati nel periodo 1990-99 da 6.400 a 9.800 milioni (+ 53%); il confronto con il dato sull'aumento di passeggeri, (+72%), indica che gli incrementi di traffico si sono avuti sulle tratte più brevi.

Dopo la pubblicazione, nell'ottobre 2000, del decreto 7 luglio 2000 del Ministero dei trasporti che indicava le direttive alle quali attenersi in sede di negoziazione dei nuovi accordi bilaterali, sono state pubblicate altre due direttive del Ministero (7 luglio 2000 e 13 marzo 2001) relative all'affidamento dei servizi aerei per destinazioni esterne all'Unione europea.

Per quanto riguarda le gestioni aeroportuali, con due provvedimenti (DM 14 novembre 2000 e Decreto dell'Agenzia del demanio 19 aprile 2001) sono stati definiti i canoni e diritti aeroportuali. In seguito alla direttiva ministeriale 141/00, l'Ente nazionale per l'aviazione civile ha provveduto ad affidare, in via provvisoria, per tre anni la gestione totale di alcuni aeroporti attualmente in gestione parziale. Negli aeroporti più grandi, inoltre, inizia a trovare applicazione il decreto legislativo n. 18/99 sulla liberalizzazione dei servizi di *handling*; l'ADR, società di gestione dell'aeroporto di Fiumicino, ha infatti avviato la gara per la selezione di due soggetti per i servizi passeggeri ed altri due per quelli merci.

Con il DM 5 gennaio 2001 si è conclusa la tormentata vicenda della ripartizione dei voli tra i due aeroporti milanesi; le modifiche introdotte, che danno seguito alla raccomandazione 98/287/CEE della Commissione europea, consentono di derogare ai limiti precedentemente introdotti per le relazioni con gli scali *hub* dell'Unione che abbiano sviluppato, nel 1999, un traffico passeggeri superiore a 40 milioni di unità (in questo caso potranno, comunque, essere effettuati due servizi andata e ritorno giornalieri).

Infine, con il termine della legislatura sono decaduti due importanti ddl in materia aeroportuale: il primo riguardava la trasformazione dei diritti aeroportuali in tariffe (AS4336-quater), mentre il secondo, fortemente avversato dagli operatori del settore, conteneva "Disposizioni in campo ambientale" (AC7280) e prevedeva la totale chiusura notturna di tutti gli aeroporti civili.

La Legge finanziaria 2001 ha disposto la compensazione degli oneri di servizio pubblico sostenuti dai vettori che assicurano la continuità territoriale con la Sicilia mediante servizi aerei di linea, prevedendo il relativo finanziamento statale. Un ulteriore contributo è stato poi previsto

in favore dell'Ente nazionale per l'aviazione civile per la realizzazione di opere di ampliamento, ammodernamento e riqualificazione delle infrastrutture aeroportuali, mentre sono stati totalmente defianziati gli importi stanziati per la ricapitalizzazione della società Alitalia.

6.2.5 Navigazione interna e trasporto marittimo.

Nel nostro Paese il settore della navigazione interna risulta essere marginale per il trasporto di merci e passeggeri, soprattutto a causa della carenza di infrastrutture (concentrate nell'Italia settentrionale); molti porti fluviali sono insufficientemente attrezzati e scarsamente collegati con le reti viarie, ferroviarie e le strutture logistiche.

La quantità delle merci movimentate è cresciuta nel periodo 1990-97, è tornata a diminuire nel 1998 a causa della notevole riduzione del trasporto merci verificatasi in Lombardia, ed è tornata a crescere nel 1999 (con 1.355.330 tonnellate e 172.340.863 tonnellate – km trasportate). Nella prima metà degli anni Novanta il settore ha registrato una sensibile diminuzione dei passeggeri e dei passeggeri – km per il trasporto pubblico di linea, seguita da una tendenza alla ripresa. Nel 1999 il 91% del totale nazionale dei passeggeri trasportati, corrispondente a circa 96 milioni di passeggeri, si è concentrato nella laguna di Venezia (Ministero dei trasporti, 2001a).

La Legge finanziaria 2001 ha disposto un finanziamento biennale per l'avvio di interventi di tipo infrastrutturale inerenti il canale navigabile dei Navicelli, nonché un ulteriore finanziamento destinato al sistema idroviario padano – veneto.

Per quanto riguarda le infrastrutture di trasporto marittimo, all'inizio del 2000 la lunghezza complessiva delle banchine relative ai 1.116 accosti presenti nei 148 porti italiani risulta essere di circa 280 chilometri; il maggior numero di accosti è destinato ai servizi di trasporto passeggeri, gestione di altre merci, pescato e merci secche alla rinfusa, mentre la movimentazione dei prodotti petroliferi, che via mare copre oltre la metà del totale della merce movimentata in arrivo, viene assicurata solo dal 13% degli accosti (poiché il materiale liquido viene spesso scaricato tramite oleodotti o altri sistemi che evitano alla nave di accostare o di entrare in porto). Quasi un terzo degli accosti necessita di lavori di rifacimento e di manutenzione, il 37% è sprovvista di arredamento meccanico e solo il 23% è dotato di anche di binari ferroviari. In generale i porti dell'Italia centro – settentrionale, seppur minori in numero, risultano meglio dotati di infrastrutture rispetto a quelli del Sud e delle isole.

Per quanto riguarda la nautica da diporto, in Italia vi sono oltre centomila posti barca, concentrati soprattutto sulle coste occidentali del centro – nord, dove peraltro le strutture di accoglienza per le unità da diporto sono generalmente migliori.

La consistenza della flotta mercantile e da pesca a scafo metallico, con stazza non inferiore alle 100 tonnellate, nel 1999 risulta essere di 1.847 unità, con un incremento del 5% rispetto all'anno precedente; le unità navali con meno di 10 anni costituiscono circa il 20% del totale, mentre quelle superiori a 25 anni sono circa il 47% del totale. La competitività della flotta italiana è stata rilanciata dall'istituzione del "Registro internazionale", aperto a navi che svolgono servizi di navigazione internazionale, finalizzata a garantire alle navi di bandiera italiana parità di condizioni, in materia di gestione, con le altre bandiere operanti sui mercati internazionali. Un importante aspetto che riguarda sempre più il mondo dei trasporti marittimi è quello legato al turismo, e più esattamente al diporto nautico, il cui parco in Italia è stato stimato in circa 800.000 unità nel 1996, concentrate soprattutto nell'alto Tirreno (Ministero dei trasporti, 2001a).

Un particolare aspetto del trasporto merci, soprattutto per quelle pericolose, è quello del "trasporto sicuro", ovvero la sicurezza dell'uomo e del mezzo e la tutela dell'ambiente; per il tra-

sporto di merci pericolose l'Italia deve adottare le normative emanate dall'Organizzazione marittima internazionale, che è un'agenzia specializzata delle Nazioni Unite.

Nel corso degli anni Novanta, il settore dei trasporti marittimi ha registrato incrementi di traffico sia passeggeri che merci, sia nella navigazione internazionale che nel cabotaggio. In particolare le tonnellate - km movimentate dalla navigazione di cabotaggio nel periodo 1990-99 sono passate da 35.700 milioni a 45.500 milioni, (vedi tab. 3.4); tale traffico rappresenta circa il 20% del totale delle merci movimentate in Italia. Nel 1995 l'Italia è risultata essere il quarto paese nell'Europa occidentale per il tonnellaggio movimentato per via marittima internazionale (282,4 milioni di tonnellate) e il terzo per la movimentazione di cabotaggio (60,3 milioni di tonnellate); la quantità di merce che arriva è superiore a quella che parte con la medesima modalità, poiché l'Italia è un Paese di trasformazione e di consumo (Ministero dei trasporti, 2001a). Ciononostante, nel contesto di un mercato mondiale del trasporto marittimo in continua crescita, l'Italia non ha ancora sfruttato al meglio la sua posizione strategica di crocevia quasi obbligato nei traffici merci che si svolgono nell'area del Mediterraneo.

Il traffico marittimo di passeggeri è invece un tipico trasporto di cabotaggio, e la media nazionale delle distanze percorse si aggira intorno ai 136 km nell'imbarco e nello sbarco (ISTAT, 2001).

La XIII legislatura si è conclusa con un decreto del Ministero dei trasporti che stanziava gli oltre 2.400 miliardi di lire previsti dalle Finanziarie 2000 e 2001 per il rilancio dei porti italiani, di cui 600 più specificamente destinati all'avvio del progetto Autostrade del mare; tali fondi consentono investimenti per 1.600 miliardi destinati all'attivazione prioritaria di quattro rotte che riguardano i collegamenti con le isole (Genova - Palermo / Termini I., Livorno - Palermo / Catania, Napoli - Palermo e Ravenna - Catania), cui in futuro dovrebbero aggiungersene altri due in diretta competizione con il trasporto stradale (Genova - Napoli e Venezia - Brindisi).

La crescita del traffico nei porti del Mediterraneo, e in particolare in Italia, è stata frutto anche dell'aumentato livello della concorrenza tra gli scali; per meglio reggere questa concorrenza i porti di Trieste, Monfalcone, Fiume e Capodistria hanno deciso di integrarsi. Nella stessa direzione va l'accordo raggiunto tra la MTC, che gestisce il *terminal container* di Gioia Tauro (il più grande del Mediterraneo), e la TCT, che opera nel nuovo scalo di Taranto; le due società gestiranno congiuntamente la rete di collegamenti *feeder* per tutte le principali destinazioni del Mediterraneo.

Per prevenire l'inquinamento derivante dal trasporto marittimo di idrocarburi, sono stati emanati due strumenti che consentono di anticipare fortemente i tempi della dismissione delle navi obsolete, rispetto alla data del 2007 prevista dalla normativa comunitaria; si tratta dell'accordo volontario tra la Confindustria e i Ministeri dei trasporti e dell'ambiente (per la dismissione delle navi a scafo semplice precedenti il 1982) e della legge 51/2001, che introduce un meccanismo volontario di incentivazione alla demolizione delle navi cisterna a scafo singolo con oltre venti anni di età. Per la sostituzione di tali navi, la legge 88/2001 fornisce alle imprese marittime incentivi "di carattere straordinario e transitorio" per il rinnovo e l'ammodernamento della flotta allo scopo di promuovere il trasporto merci e di breve e medio raggio, ma anche la costruzione di navi cisterna dotate di più elevati standard di sicurezza (Federtrasporto, 2001b).

6.2.6 *Trasporto intermodale e logistica integrata.*

Il sistema dei *container* coinvolge sia il trasporto marittimo (navi porta - *container* e porti) che il trasporto terrestre (rete stradale e ferroviaria, interporti e centri intermodali). A differenza di quanto è accaduto in generale per il trasporto marittimo, per il traffico di *container* - che a livello mondiale cresce a un tasso d'incremento superiore a quello del trasporto marittimo - l'Ita-

lia, negli ultimi anni, ha saputo sfruttare la sua posizione strategica al centro del Mediterraneo, registrando nel periodo 1990-99 un aumento del 219% nel numero di *container* movimentati nei porti nazionali e del 274% nelle tonnellate di merci trasportate. Nettamente superiore agli altri è stato il tasso di crescita delle regioni meridionali, la cui quota è passata, nel periodo considerato, dal 15 al 49% ed è destinata ad aumentare in futuro. Il porto di Gioia Tauro rappresenta oltre un terzo dell'intero traffico nazionale, è il quinto in Europa e il primo nel Mediterraneo; esso è specializzato nel *transshipment* (trasbordo dei contenitori da una nave di grandi dimensioni a una nave minore destinata al traffico locale) ed è in grado di svolgere un ruolo di rilancio dell'economia meridionale. Uno sviluppo simile potrebbe coinvolgere nei prossimi anni Taranto, Bari e Trieste, in seguito agli investimenti effettuati (Ministero dei Trasporti, 2001).

La componente terrestre del trasporto intermodale è largamente dominata dalla monodalità stradale, che risulta essere una tecnica di trasporto più semplice dell'intermodalità terrestre. Numerosi provvedimenti legislativi, tra i quali il "Piano quinquennale degli interporti", hanno definito il piano di interventi per definire, realizzare e potenziare l'intera rete nazionale interportuale, finalizzato all'incremento del trasporto combinato in Italia; la funzione principale degli interporti è infatti quella di garantire l'integrazione dell'intera rete nazionale dei trasporti e delle strutture logistiche esistenti, anche riguardo alle interrelazioni con l'estero, concorrendo al riequilibrio della ripartizione modale della merce movimentata.

Per quanto riguarda il trasporto di passeggeri, lo sviluppo dell'intermodalità va perseguito mediante la rimozione degli ostacoli che impediscono l'integrazione delle reti a lungo tragitto con le linee urbane e metropolitane, l'interconnessione degli aeroporti con la rete e l'interconnessione dei *terminal* portuali con quelli ferroviari, in modo da consentire la trasformazione dei terminal in piattaforme intermodali. Come nel traffico merci, inoltre, per garantire il miglioramento della qualità dei servizi risulta necessario intensificare la concorrenza e la promozione dell'innovazione.

La logistica integrata nel settore dei trasporti è costituita dal complesso delle attività fisiche, gestionali e organizzative di un'impresa che regolano i flussi fisici di beni e quelli informativi, dalla fase di approvvigionamento delle materie prime necessarie al processo produttivo, fino alla consegna dei prodotti finiti ai clienti; si tratta quindi di un processo strategico trasversale alle attività di impresa che regola il trasporto e lo stoccaggio di materie prime, semilavorati, componenti e prodotti finiti in maniera tale che raggiungano i rispettivi luoghi di produzione e consumo. Al di fuori dell'impresa, la logistica interconnette i luoghi della produzione con quelli dello scambio e del consumo, e le diverse modalità di trasporto (stradale, ferroviario e marittimo).

L'incremento della domanda di trasporto determinato dalla globalizzazione e dalla liberalizzazione dei mercati indurrà a una competizione che farà leva sui volumi trasportati, e quindi alla necessità di un processo di aggregazione degli operatori; il fenomeno sarà particolarmente rilevante nel comparto della logistica integrata, destinato a svilupparsi nei prossimi anni e nel quale i tassi di redditività risultano essere superiori rispetto al trasporto tradizionale.

L'attuale domanda nazionale di servizi logistici è scarsa, poiché l'industria italiana non è pienamente cosciente dei possibili vantaggi derivanti da una reingegnerizzazione dei processi aziendali che preveda l'acquisizione di servizi logistici da terzi; la terzizzazione comporterebbe, infatti, benefici diretti e indiretti, quali la riduzione dei costi di produzione sul fatturato, in particolare quelli relativi alla movimentazione e alla logistica, la possibilità di concentrarsi maggiormente sulle funzioni industriali primarie e una conseguente politica dei prezzi più competitiva. La cultura imprenditoriale del sistema produttivo italiano deve ancora maturare e arrivare a considerare la logistica non come un costo, ma come un valore aggiunto del processo produttivo. Tuttavia, con un fatturato pari ad almeno 300.000 miliardi di lire, il mercato

italiano è potenzialmente il più promettente, in quanto presenta una percentuale di domanda di servizi logistici soddisfatta dall'offerta degli operatori del settore notevolmente inferiore a quella di Germania, Gran Bretagna e Francia; visto il confronto tra gli operatori italiani e quelli europei quanto a dimensioni, il mercato italiano rischia di diventare terra di conquista da parte dei grossi fornitori di servizi logistici europei (le imprese italiane che prestano servizi di logistica sono in genere di piccole dimensioni, hanno scarsa capacità manageriale e finanziaria e non possiedono una strategia comune).

6.3 Alcune considerazioni sul sistema dei trasporti italiano

Sulla base delle descrizioni effettuate nei capitoli precedenti attraverso l'applicazione della metodologia proposta in questo documento, è possibile fare alcune considerazioni sulla sostenibilità del nostro sistema dei trasporti. In generale, si può dire che esso, in linea con la tendenza europea e mondiale, sta diventando sempre meno ambientalmente sostenibile, e che gli sforzi per integrare le considerazioni ambientali nella politica dei trasporti andrebbero raddoppiati (EEA, 2001).

Nel nostro Paese dal 1970 al 2000 la mobilità delle persone è aumentata del 173% e quella delle merci del 153%, e tutto l'incremento in pratica è stato assorbito dal trasporto su strada; la velocità è diventata la misura di riferimento che ha modificato la percezione tradizionale del rapporto spazio – tempo. Ma il poter disporre di strumenti veloci per il trasporto ha avuto e continua ad avere nella storia del traffico un effetto paradossale, in quanto “il tempo guadagnato non è stato per lo più accreditato ad altri scopi della vita, ma piuttosto convertito in nuovo traffico: chi riesce a risparmiare tempo per mezzo di una velocità più elevata passa a percorsi più lunghi” (Wuppertal Institute, 1997). Maggiori opportunità e velocità non hanno significato soltanto un incremento dei chilometri percorsi individualmente, bensì anche una crescita generalizzata degli spostamenti, producendo in realtà una riduzione della velocità media dovuta alla congestione; attualmente il traffico urbano è tale che un'autovettura, fornita della più recente tecnologia dei motori, procede circa alla stessa velocità delle carrozze e dei cavalli di un secolo fa.

Per valutare la sostenibilità del nostro sistema dei trasporti, occorre esaminare le tre “dimensioni” dello sviluppo sostenibile, ossia quella ambientale, quella economica e quella sociale.

6.3.1 Dimensione ambientale

Nell'ultimo secolo il sistema economico e produttivo dei paesi industrializzati, nel quale il sistema dei trasporti si trova ad operare, è enormemente cresciuto, compromettendo seriamente la stessa capacità dei sistemi naturali di fornire risorse, di rigenerarsi e di assorbire gli scarti e i rifiuti prodotti dalle nostre attività.

Dal calcolo dell'impronta ecologica - indicatore aggregato relativo allo stato ambientale del pianeta che misura il consumo alimentare, materiale ed energetico della popolazione umana rispetto alla superficie terrestre o marina necessaria per produrre le risorse naturali o, nel caso dell'energia, rispetto alla superficie terrestre necessaria ad assorbire le emissioni di anidride carbonica – si evince che, intorno alla metà degli anni Settanta, l'umanità ha sorpassato il punto in cui viveva entro i limiti della capacità rigenerativa globale degli ambienti del pianeta; nel 1996 l'impronta ecologica globale era già di circa il 30% superiore all'area disponibile, portando a un graduale esaurimento delle risorse naturali della Terra (WWF et al., 2000). L'attività umana sta alterando il pianeta a un livello senza precedenti: la popolazione mondiale sta utilizzando più risorse con più intensità e lasciando un'impronta sulla Terra più grande che

mai. Inoltre, gli abitanti dei paesi più ricchi utilizzano una quota molto maggiore delle risorse naturali mondiali rispetto a quella utilizzata dagli abitanti dei paesi in via di sviluppo; un bambino nato oggi negli Stati Uniti, in Francia o in Giappone determinerà, nel corso della sua vita, un livello di consumi e di inquinamento pari a quello determinato da 30 – 50 bambini nati nei paesi in via di sviluppo (UNPF, 2001).

Il nostro sistema economico e produttivo è un sottosistema del più ampio sistema naturale, grazie al quale vive; esso trasforma energia e materia prime disponibili in beni e servizi, liberando nei sistemi naturali rifiuti, inquinamenti, entropia dovuti proprio a questi processi. In termini termodinamici, esso opera come un sistema aperto in un sistema chiuso, e ciò non può avere luogo all'infinito; pertanto la crescita della popolazione, del prodotto globale lordo e dei consumi non possono continuare all'infinito. Il progresso tecnologico può cercare di ritardare il raggiungimento di soglie pericolose, ma non è in grado di arrestare il processo che vi conduce (Brown L. R. et al., 2001).

Se il modello di sviluppo e il livello dei consumi dei paesi industrializzati venissero estesi al resto del mondo, occorrerebbero le risorse di almeno tre pianeti come la Terra. Per quanto riguarda il sistema dei trasporti, ciò significherebbe passare dagli attuali 501 milioni a cinque miliardi di automobili circolanti, moltiplicando i consumi di acciaio e plastica, per una popolazione che toccherà i 10 miliardi di abitanti; enormi superfici sarebbero sottratte all'agricoltura e alla natura, sterilizzate da strade e parcheggi asfaltati. Se seguissimo lo standard statunitense, i consumi di petrolio aumenterebbero dagli attuali 67 a 360 milioni di barili al giorno. Le conseguenze sul clima e sulle disponibilità alimentari sarebbero talmente gravi da rendere irraggiungibile nella pratica un tale obiettivo (WWF, 2000).

Allo stato attuale le due tendenze dominanti del settore dei trasporti, ossia la crescita della domanda di mobilità e l'aumento dello squilibrio modale, comportano una serie di impatti diretti e indiretti sull'ambiente, quali il consumo di risorse energetiche da fonti non rinnovabili, il riscaldamento globale, l'inquinamento atmosferico, acustico, idrico e dei suoli, il consumo e la parcellizzazione del territorio, le intrusioni visive, il danneggiamento del patrimonio storico – artistico e i danni alla stabilità del suolo, all'equilibrio idro-geologico, al paesaggio e alla biodiversità. Tali impatti presentano una crescita continua, in quanto anche i miglioramenti conseguiti nella riduzione degli impatti ambientali dei processi produttivi e dei prodotti sono stati superati da un'enorme crescita della domanda di trasporto (UNEP, 2001).

In Italia il settore dei trasporti, compresi i bunkeraggi, assorbe la quota più elevata dei consumi finali di energia, pari al 34,9% (MICA, 1999); ben l'84,9% di tali consumi è attribuibile al trasporto stradale, contro il 6,8% del trasporto aereo e il 6,2% dei bunkeraggi. In termini di efficienza energetica, un chilo di petrolio permette di spostare di un chilometro 50 tonnellate su strada, 97 tonnellate su ferrovia e 127 tonnellate per via navigabile (CE, 2001c).

Dall'esame delle fonti energetiche utilizzate emerge la quasi totale dipendenza dei trasporti dal consumo di prodotti petroliferi, principalmente benzine e gasolio, causando l'immissione in atmosfera di numerose sostanze inquinanti e climalteranti. Le innovazioni tecnologiche apportate ai veicoli non sembrano in grado, da sole, di risolvere i problemi dell'inquinamento in modo definitivo, poiché l'aumentata efficienza dei singoli veicoli non è bastata a controbilanciare la continua crescita del traffico per cui, a fronte di una progressiva riduzione dei consumi unitari, i consumi totali di energia attribuibili al settore dei trasporti continuano a crescere (vedi tab. 3.6).

I veicoli a motore termico classico, costituiscono una delle fonti principali dell'inquinamento atmosferico locale e regionale con le componenti tossiche dei fumi di scarico (monossido di carbonio, biossido di zolfo, ossidi di azoto, particolato ed altri composti nocivi); l'azoto e lo zolfo

migrano dalle aree urbane e acidificano laghi, foreste e terreni agricoli. Inoltre, essi contribuiscono alla produzione di gas a effetto serra e all'aumento della dipendenza energetica dell'Unione europea, nonostante i progressi ottenuti, grazie alle norme anti - inquinamento, nel campo dei veicoli a motore e della qualità dei carburanti (CE, 2001c). In assenza di interventi in grado di invertire la tendenza, il trasporto sarà responsabile del 40% delle emissioni di CO₂ nell'Unione entro il 2010 (a fronte dell'attuale 26% nel 1995), minacciando seriamente la strategia contro il riscaldamento globale lanciata a livello mondiale dopo il vertice di Kyoto (vedi 7.4). Dei sei gas trattati nel Protocollo di Kyoto, la CO₂ è il più importante, in quanto responsabile dell'80% del riscaldamento globale potenziale. Il trasporto stradale si avvia a diventare la maggiore sorgente di CO₂, con il traffico urbano che genera la metà di tutte le emissioni. A livello europeo le auto private sono responsabili di circa il 50% delle emissioni da trasporto stradale e il trasporto merci su strada di circa il 35%, tra il 1985 e il 1995 c'è stato un aumento di quasi il 36% nel livello di emissioni di CO₂ generate dal trasporto stradale (CE, sito web). Mentre in diversi settori si sono registrati progressi, con significativi tagli delle emissioni di CO₂, nei trasporti il livello di tali emissioni sta aumentando più velocemente della crescita economica; ciò è dovuto in parte all'aumento della quota di trasporto stradale.

In Italia, in linea con una tendenza che ha interessato negli anni Novanta gran parte dei paesi industrializzati, le emissioni atmosferiche di gas nocivi si stanno riducendo, o almeno stabilizzando: nel periodo 1990-97 sono diminuite notevolmente quelle di anidride solforosa (passate rispettivamente da 1.652.000 a 1.035.000 tonnellate - fonte: AEA), grazie al miglioramento della qualità dei combustibili e alla sostituzione del carbone e dei prodotti di derivazione petrolifera con il gas naturale, mentre le emissioni di monossido di carbonio e degli ossidi di azoto, legate in gran parte al settore dei trasporti, hanno fatto registrare tassi di riduzione più modesti (rispettivamente - 8% e - 13%) e quelle relative ai composti organici volatili non metanici sono rimaste sostanzialmente stabili. Nello stesso periodo, le emissioni di anidride carbonica del settore trasporti sono invece aumentate del 14%, passando da 96 a 109 milioni di tonnellate; gli incrementi percentuali più alti hanno riguardato la navigazione aerea e marittima e il trasporto stradale, mentre le emissioni del trasporto ferroviario sono in diminuzione a seguito dell'incremento dell'alimentazione elettrica, vedi figura 7.2.

Le emissioni di inquinanti da trasporti nelle aree urbane variano secondo due tendenze contrastanti: da una parte aumentano a causa della crescita del parco veicolare e delle percorrenze, dall'altra diminuiscono a causa del rinnovo del parco stesso; come risultato si ha una diminuzione delle emissioni dei trasporti su strada a partire dal 1992. La normativa sulla tutela della qualità dell'aria nelle aree urbane emanata nel corso degli anni Novanta ha portato a una diminuzione delle emissioni di monossido di carbonio e di ossidi di azoto, mentre sono in crescita le concentrazioni di ozono, di benzene e di PM₁₀.

Il trasporto e in particolare il traffico stradale costituiscono la principale causa dell'esposizione umana al rumore ambientale, soprattutto in ambito urbano. Dati europei indicano che la proporzione della popolazione europea esposta ad alti livelli di rumore (equivalenti a 65 dBLAeq nelle 24 ore) è aumentata dal 15% al 26% nel periodo 1980-90. Si stima che circa il 65% della popolazione europea sia esposta a livelli di rumore che causano un serio fastidio, interferenze nei discorsi e disturbi del sonno (55-65 dBLAeq nelle 24 ore - WHO, 1999).

Gli incidenti nel trasporto di merci pericolose può determinare rischi localizzati su ambiente e salute dalla contaminazione di aria, acqua e suolo. Le infrastrutture di trasporto, i metalli pesanti dai veicoli fuori uso e le sostanze anti-ghiaccio, i rifiuti dei veicoli (ad esempio vecchie autovetture, pneumatici, batterie), le fuoriuscite di carburante, così come l'abrasione di pneumatici e di

strade, possono causare la contaminazione del suolo e delle acque sotterranee, che possono nuocere alla qualità dell'acqua potabile e dei prodotti agricoli. I liquami rilasciati dalle navi possono causare contaminazione microbiologica dell'acqua e dei molluschi; il rilascio di acqua di zavorra (ad esempio l'acqua che riempie i serbatoi di petrolio vuoti) porta alla contaminazione dell'acqua da idrocarburi.

Oltre alle attività di trasporto, anche le infrastrutture di trasporto esercitano una notevole pressione sul territorio. Le infrastrutture stradali e ferroviarie sottraggono territorio soprattutto dall'utilizzo agricolo e in misura minore dalle zone abitate, mentre il trasporto urbano stradale (posti per il parcheggio, strade, stazioni di rifornimento, ecc.) occupa quote crescenti di territorio urbano (si stima che nelle grandi città europee le sole infrastrutture stradali occupino tra il 10% ed il 15% delle aree con punte di oltre il 30%). Inoltre la continua espansione delle infrastrutture di trasporto e l'intensificazione del loro utilizzo entrano sempre più in conflitto con la conservazione della natura (ad esempio nella regione alpina) e determinano un'elevata frammentazione del territorio (la dimensione media europea di unità di territorio contigue che non sono tagliate da importanti infrastrutture è di circa 130 kmq).

6.3.2 Dimensione sociale

I problemi sociali connessi ai trasporti derivano dai nuovi modelli di sviluppo urbano (decentramento di abitazioni e di attività), dal mutamento negli stili di vita e dal deterioramento dei servizi di trasporto pubblico, tutti fattori che contribuiscono all'inaccessibilità e alla dipendenza dall'automobile. L'aumentato utilizzo dell'auto provoca un deterioramento nel livello dell'offerta di trasporto pubblico, in quanto la diminuzione nel numero degli utenti dei mezzi pubblici fa aumentare la quota di costi operativi che essi devono sostenere; in assenza di sussidi, gli utenti devono quindi subire un aumento delle tariffe e/o un peggioramento dei servizi.

L'accresciuto utilizzo dell'automobile ha determinato problemi di equità sociale, in quanto la mancanza di alternative valide nel campo dei trasporti esaspera i disequilibri sociali già esistenti; gran parte della popolazione, infatti, è troppo giovane, troppo vecchia o troppo indigente per permettersi un'automobile. Esiste inoltre una larga parte degli utenti del trasporto, pari al 30-40% in Europa, che ha problemi di mobilità ridotta (disabili, anziani, bambini, donne incinte, genitori con bambini piccoli, persone temporaneamente handicappate e persone che portano bagagli o la spesa).

Il livello di traffico sperimentato in molte città genera un'impressione di pericolo, in particolare nella parte più anziana della popolazione, nei ciclisti e nelle famiglie con bambini, il che conduce a sua volta a un maggiore utilizzo dell'automobile. L'aumento del traffico urbano, inoltre fa sì che le strade agiscano come barriere, a causa delle difficoltà, dei pericoli e del tempo che si perde per attraversarle; nei casi più gravi, le strade a traffico intenso dividono la città in più parti. Altre problematiche riguardano l'occupazione di territorio urbano da parte di attività collegate ai trasporti e la paura dei crimini sui sistemi di trasporto pubblico (fattore che porta anch'esso a un maggiore utilizzo dell'automobile).

Esistono poi problemi di ordine sanitario, in quanto i diversi tipi di inquinamento generati dal traffico determinano gravi danni alla salute, soprattutto per le categorie più esposte (bambini, persone anziane, malati); in particolare, elevate concentrazioni di inquinanti nell'atmosfera possono provocare affezioni delle vie aeree, modifiche della funzionalità respiratoria, danni all'apparato cardio-circolatorio e tumori di varia natura. L'inquinamento atmosferico da autoveicoli può arrivare a uccidere più persone che non gli incidenti da traffico; secondo un recente studio dell'Organizzazione mondiale della sanità, nel 1996 in Austria, Francia e Svizzera la mor-

talità prematura riconducibile alle emissioni di particelle da scarichi è stata quasi doppia rispetto alla mortalità da incidenti (R. Seethaler, 1999). L'esposizione di una larga parte della popolazione ad elevati livelli di inquinamento è associata a un numero significativo di morti premature, di nuovi casi di bronchite cronica (in adulti e bambini) e di attacchi di asma (WHO-UNECE, 2001).

Anche l'inquinamento acustico costituisce un importante fattore di disagio ambientale nelle città, contribuendo ai disturbi da stress, alle malattie cardiovascolari e alla diminuzione delle capacità uditive. I bambini cronicamente esposti a forti rumori (per esempio in prossimità degli aeroporti) mostrano una danneggiata acquisizione di abilità nel leggere, nell'attenzione e nell'abilità a risolvere problemi. Il rumore può interferire con le attività mentali che richiedono attenzione, memoria e l'abilità di trattare complessi problemi analitici; le strategie di adattamento (il non sintonizzarsi o l'ignorare il rumore) e gli sforzi necessari a mantenere la performance sono stati associati con alti livelli di ormoni dello stress e di pressione sanguigna (WHO, 1999). Vi sono inoltre effetti di tipo indiretto indotti dall'uso indiscriminato dell'auto, in quanto la riduzione della modalità di spostamento ciclo - pedonale accresce la predisposizione verso l'infarto e gravi malattie croniche quali diabete, ipercolesterolemia e ipertensione. Al contrario, una regolare attività fisica determina il dimezzamento del rischio sviluppare malattie cardiache coronariche, di sviluppare il diabete da adulti e di diventare obesi, riduce del 30% il rischio di sviluppare l'ipertensione e determina un abbassamento della pressione sanguigna nei soggetti ipertesi simile a quello determinato da farmaci anti-ipertensivi (WHO, 1999).

Alcuni modelli di trasporto hanno inoltre effetti sulla salute mentale, come l'assunzione di rischi e comportamenti aggressivi, la depressione e gli effetti psicologici post-traumatici degli incidenti. Alti livelli di traffico possono causare un isolamento sociale e limitare le reti interpersonali di supporto, fattori che sono associati a una maggiore mortalità e morbilità negli anziani. I bambini che hanno l'opportunità di giocare non ostacolati dal traffico viario e senza la presenza di adulti hanno il doppio dei contatti sociali con i compagni di gioco nelle vicinanze immediate di quelli che non possono lasciare la loro casa non accompagnati da adulti a causa del pesante traffico. La paura di incidenti è la ragione principale per cui i genitori vanno a prendere i figli a scuola in macchina; ciò ostacola lo sviluppo dell'indipendenza dei bambini, riduce le loro opportunità di contatti sociali e influisce sui loro atteggiamenti nei confronti dell'utilizzo dell'auto e della mobilità personale nell'età adulta. L'assenza di attività fisica, compresi il camminare e il pedalare, è associata con malattie mentali, compresa la depressione.

Gli impatti del trasporto sulla salute si abbattano in misura sproporzionata su alcuni gruppi della popolazione: alcuni sono più vulnerabili ai rischi del traffico (a causa dell'età avanzata o giovane, della malattia o dell'invalidità), altri usano modi di trasporto associati a rischi maggiori (ad esempio i motociclisti), altri ancora sono più esposti perché le aree in cui vivono, lavorano o si muovono hanno livelli più elevati di inquinanti e di rumore o altri rischi, o limitate possibilità di andare a piedi o in bicicletta. Molti svantaggi del trasporto si possono accumulare nelle stesse comunità, spesso quelle che già hanno lo status socioeconomico e sanitario più povero.

Un problema cruciale è poi costituito dall'incidentalità, che rappresenta la prima causa di morte tra i giovani di età compresa tra i 15 e i 35 anni e che riguarda soprattutto il trasporto stradale, al quale è imputabile il 98% degli incidenti (Deliberazione CIPE, n.1/2001). L'aumento della mobilità, l'inadeguatezza degli assetti urbanistici, l'insufficiente educazione e informazione sui temi della sicurezza, le eccessive prestazioni dei veicoli stradali in relazione alle caratteristiche delle infrastrutture e l'assenza di controlli sul comportamento degli utenti del sistema viario sono causa di un numero estremamente elevato di morti e feriti: nel 1999 sono stati rilevati 219.032 incidenti stradali, che hanno determinato il decesso di 6.633 persone e la lesione di altre 316.698. Nel periodo 1991-99 si è registrata una tendenza all'aumento nel numero degli incidenti (+28,3%) e dei feriti (+31,6%), anche a seguito dell'incremento dei vei-

coli circolanti (+13,8%); per contro, il tasso di mortalità è sceso all'11,5%, grazie ai miglioramenti introdotti nella sicurezza attiva e passiva dei veicoli, alla maggiore efficienza delle strutture sanitarie e alle nuove normative relative all'obbligo di utilizzare il casco e le cinture di sicurezza (fonte: ISTAT).

6.3.3 Dimensione economica

Un corretto ed equilibrato sviluppo del settore dei trasporti rappresenta una condizione necessaria – anche se non sufficiente – per lo sviluppo di tutto il sistema economico. Il valore aggiunto dei settori industriali e dei servizi legati al trasporto contribuisce per circa l'8% alla formazione del prodotto interno lordo, costituendo nel contempo un significativo indicatore dell'andamento dei principali aggregati macroeconomici di contabilità nazionale (Ministero dei trasporti, 2001b). Le spese nel settore dei trasporti negli ultimi anni sono sensibilmente aumentate, sino a toccare, in termini reali, circa 700.000 miliardi di lire nel 2000; tali spese sono imputabili per il 93% circa ai privati e per il 7% al settore pubblico. Anche la spesa pubblica di settore ha registrato significativi incrementi, superiori al doppio di quelli osservati per la spesa dei privati (ISTAT, 2001). Nel 1999, le 1.156.000 unità di lavoro impiegate nei servizi di trasporto rappresentavano il 5% delle unità di lavoro rilevate per l'intera economia, mentre i settori della fabbricazione di mezzi di trasporto e del "commercio di automotoveicoli, loro riparazione e manutenzione, vendita al dettaglio di carburante" assorbivano, sempre nello stesso anno, rispettivamente 285.400 e 524.700 unità di lavoro, ovvero l'1,2% e il 2,3% rispetto al totale economia (Ministero dei trasporti, 2001b).

La migliorata qualità ed efficienza dei servizi di trasporto, soprattutto del trasporto stradale e aereo, in un ambiente di mercato sempre più liberalizzato e competitivo ha aperto nuovi mercati riducendo considerevolmente i costi e i rischi dei beni commerciati; inoltre, la stessa industria dei trasporti, e in particolare i produttori di veicoli a motore, di parti dei veicoli, di accessori e di servizi ausiliari, costituiscono uno dei principali settori dello sviluppo dell'industria e dei servizi.

Tuttavia l'attività di trasporto, oltre a provocare gravi problemi ambientali e sociali, genera anche problemi di tipo economico legati alla problematica dei costi esterni. L'uso dei mezzi di trasporto, infatti, crea un insieme complesso di benefici e di costi che sono solo in parte riflessi nei prezzi d'uso; mentre i benefici sono spesso a vantaggio esclusivo dell'utente, i costi sono solo in parte da esso sostenuti.

Il costo sociale del trasporto è determinato da due componenti: i costi interni o privati, che sono quelli sostenuti dall'utente dei trasporti o dalla persona che svolge attività di trasporto (acquisto di carburante, acquisto e manutenzione del veicolo, tempo personale impiegato), e i costi esterni, che ricadono sulla collettività e che non sono sostenuti – e spesso nemmeno percepiti – dagli utenti dei mezzi (nel caso dei mezzi privati) o dai gestori dei servizi di trasporto (nel caso dei mezzi ad uso collettivo) a titolo di prevenzione, mitigazione o risarcimento per tali danni (deterioramento dell'infrastruttura, congestione del traffico, incidenti o impatto ambientale, ecc.).

Gli elevati costi esterni dei trasporti generano rilevanti distorsioni nella competitività delle diverse modalità di trasporto, favorendo una ripartizione modale irrazionale, che determina una riduzione della produttività e dell'efficienza del sistema economico e un contemporaneo aumento dell'impatto ambientale generato dal settore. Poiché il costo dei danni varia considerevolmente secondo le modalità di trasporto, l'internalizzazione dei costi esterni avrebbe l'effetto di rendere il trasporto pubblico e le ferrovie più competitivi: quando il prezzo del trasporto sale, gli attori vengono incentivati a utilizzare meglio il sistema dei trasporti e a diminuire la loro domanda di servizi di trasporto (CE, 1995).

Al trasporto sono applicate molte tasse (tassa di immatricolazione, tassa di circolazione e di assicurazione, imposte sui carburanti e tariffe per l'uso delle infrastrutture) ma, più che pesantemente tassato, si può dire che esso sia in realtà tassato male e in maniera diseguale; gli utenti sono trattati senza distinzione, senza tenere conto del degrado delle infrastrutture, degli ingorghi o dell'inquinamento di cui sono responsabili. Questa cattiva ripartizione degli oneri tra gestori dell'infrastruttura, contribuenti e utenti è all'origine di notevoli distorsioni di concorrenza tra operatori e tra modi di trasporto (CE, 2001c).

La problematica della valutazione dei costi esterni e della loro internalizzazione ha generato un complesso dibattito a livello internazionale ma anche nel nostro Paese, e costituisce pertanto un punto ancora controverso; tale dibattito ha investito, sebbene in misura minore, anche la valutazione dei benefici generati dal trasporto.

Per i Paesi OCSE i costi sociali, economici e ambientali del traffico motorizzato sono stati stimati pari al 5% del loro prodotto interno lordo (OECD/ECMT, 1995). Secondo stime recenti (INFRAS Zurich et al., 2000), i costi esterni associati ai trasporti sarebbero dell'ordine di quasi il 10% del prodotto interno lordo, ossia di 658 miliardi di euro nei paesi dell'Europa occidentale.

Nell'Unione europea i costi indiretti dell'incidentalità costituiscono circa il 72% del costi annuale dell'incidentalità, che è pari a 160 miliardi di euro, equivalente al 2% del prodotto nazionale lordo dell'Unione (Hedkvist Petersen E., 2001); ancora a livello comunitario, il costo dell'impatto dei trasporti sulla salute della popolazione è stato stimato pari a circa l'1,7% del prodotto interno lordo (WHO, 1999). Altre stime indicano che ogni anno la congestione costa all'Unione europea circa il 2% del suo PIL, gli incidenti l'1,5% e l'inquinamento e il rumore al minimo lo 0,6%; il costo totale è di circa 250 miliardi di euro, il 90% dei quali è attribuibile al trasporto stradale (CE, sito web).

In particolare, la Commissione europea (CE, 2001c) ha stimato, per un autoveicolo pesante che percorre 100 chilometri su un'autostrada poco congestionata, i seguenti costi totali - esterni e di infrastruttura - ed oneri:

- inquinamento atmosferico (costi sanitari e danni alle colture): da 2,3 a 15 euro;
- cambiamento climatico (inondazioni e danni alle colture): da 0,2 a 1,5 euro;
- infrastrutture (usura e riparazioni): da 2,1 a 3,3 euro;
- rumore (costi sanitari): da 0,7 a 4 euro;
- incidenti (costi medici): da 0,2 a 2,6 euro;
- congestione (perdite di tempo): da 2,7 a 9,3 euro;
- costi totali: da 8 a 36 euro.
- importi medi delle tasse sul carburante e sul veicolo (IVA esclusa): da 12 a 24 euro (di cui: tariffe medie per l'uso dell'infrastruttura: 8,3 euro).

Aumentando gli oneri (in forma di tassa di infrastruttura o sui carburanti) il traffico si sposta verso altre modalità e ciò contribuisce a ridurre rapidamente i costi esterni e di infrastruttura fino ad ottenere l'equilibrio tra costi ed oneri; la ricerca di questo equilibrio è il punto focale di un sistema di tariffazione efficiente ed equo.

Per quanto riguarda l'Italia, una prima valutazione ha stimato che nel 1997 i costi esterni (gas serra, inquinamento atmosferico, rumore, incidenti e congestione) imputabili alla mobilità di passeggeri e di merci per le modalità di trasporto stradale, ferroviario ed aereo, sono stati pari a 219.458 miliardi di lire, ossia pari a circa l'11% del prodotto interno lordo nazionale. Inoltre, sono stati stimati i costi esterni della produzione dei veicoli nuovi immessi in circolazione nel 1997 (pari a 3.367 miliardi di lire) e quelli associati alla dismissione dei veicoli fuori uso (1.286 miliardi di lire); in pratica, è stata effettuata una valutazione complessiva delle presta-



zioni ambientali dei veicoli di trasporto, considerati con riferimento al contesto in cui essi sono prodotti, usati e smaltiti. Il 95,1% del complesso dei costi esterni è stato imputato al trasporto stradale, mentre il trasporto ferroviario e quello aereo hanno contribuito rispettivamente per il 2,9% e il 2,0% (FS / AdT, 2000).

Un'altra valutazione, fornita dal Centro Studi sui Sistemi di Trasporto con riferimento all'anno 1999 (ANFIA, 2001) stima i costi esterni nel modo seguente:

- inquinamento atmosferico: da 6,2 a 10,4 miliardi di euro;
- inquinamento acustico: 10,1 miliardi di euro;
- congestione: 2,8 miliardi di euro;
- incidentalità: 12,1 miliardi di euro;
- in totale: da 31,2 a 35,4 miliardi di euro, pari a circa il 3% del corrispondente PIL.

Buona parte delle differenze nei risultati dei diversi studi è attribuibile all'assenza di una metodologia comunemente accettata. Sarebbe auspicabile un superamento di tale situazione di disomogeneità.



PARTE III

Gli scenari di evoluzione

7. Scenari di evoluzione nazionali al 2010

(M. Contaldi)

7.1 Lo sviluppo del traffico di passeggeri, quadro programmatico del PGT

Lo scenario di evoluzione del settore più recente ed autorevole è senz'altro quello del PGT approvato recentemente dal CIPE nelle sue linee generali. Le macrotendenze all'orizzonte 2010 considerate contemplano un tasso medio annuo di crescita del PIL costante e pari al 2%, al quale si associano due scenari di crescita del traffico passeggeri: il primo con elasticità unitaria rispetto alla crescita del PIL, il secondo con elasticità ridotta (0,6) per tenere conto sia dei recenti rallentamenti della domanda sia dei fattori strutturali che nel medio-lungo termine possono frenare la crescita della mobilità. Le previsioni del PGT si riferiscono al traffico extraurbano, tuttavia i tassi di crescita previsti sono applicabili anche alle aree urbane, mutatis mutandis, come è stato fatto dagli stessi estensori del piano¹⁰.

In base a queste considerazioni il potenziale di crescita annua del traffico fino al 2010 è stato fissato ad un livello compreso tra l'1.3% ed il 1.9%. Nel periodo 1995-2010 la crescita più contenuta implicherebbe un incremento complessivo del traffico passeggeri di circa il 15% (da 830 a circa 1000 miliardi di passeggeri-km), mentre la crescita più sostenuta comporterebbe un incremento di circa il 32% (da 830 a 1110 miliardi di passeggeri-Km). Come si vede dalla tabella 8.1 questi scenari sono simili a quelli contenuti nella SCN, ma comportano una crescita complessiva della mobilità maggiore di un 10% circa per i passeggeri, risultano invece piuttosto prudenti per le merci.

Tabella 7.1: Confronto tra i diversi scenari, evoluzione della mobilità

	1990	1995	2000	2005	2010
Passenger					
actual p-km	728	830	890		
reference scenario p-km	717	824	878	904	930
bau scenario p-km	717	824	878	936	994
PGT "low" reference scenario		829			1010
PGT "high" reference scenario		829			1100
Freight					
actual t-km (<50 km only)	176	210	248		
reference scenario t-km	230	244	272	299	326
bau scenario t-km	230	244	272	302	331
PGT "low" reference scenario		248			300
PGT "high" reference scenario		248			315

Fonti: elaborazioni ANPA da:
 "Verso una Valutazione ambientale strategica del nuovo Piano Generale dei Trasporti", bozza del rapporto di sintesi,
 ENEA - Univ. La sapienza, febbraio 2000
 SCN, Min. Ambiente, 1998

Ai fine della ripartizione modale si può inoltre ipotizzare che l'incremento di mobilità, si ripartisca secondo un rapporto analogo a quello attuale. Il conseguente incremento del parco degli autoveicoli porterebbe quest'ultimo a raggiungere circa 35 milioni, mentre l'aumento della percorrenza unitaria comporterebbe che questa cresca fino a circa 14000 km/veicolo-anno

¹⁰ "Verso una Valutazione ambientale strategica del nuovo Piano Generale dei Trasporti", bozza del rapporto di sintesi, ENEA - Univ. La sapienza, febbraio 2000

nel 2010. Nel caso l'incremento del parco veicoli si fermasse intorno ai 33 milioni di veicoli le percorrenze medie annuali dovrebbero salire fino a circa 16500 km/anno, vedi tabella 8.2, per poter soddisfare il previsto aumento di mobilità.

Va tenuto presente che la stima di crescita del parco veicolare fino a circa 35 milioni di veicoli risulta prudente rispetto ad altre stime condotte in ambito comunitario. Ad esempio, il Progetto MEET della Commissione Europea - DG VII, che ha prodotto stime di evoluzione delle flotte di tutti i paesi comunitari, prevedeva per l'Italia il raggiungimento di 34.8 milioni di veicoli nel 2000 e di ben 41 milioni nell'anno 2010. Tali stime sono il risultato di ipotesi incentrate sull'esistenza di un significativo margine di crescita per il numero di veicoli 'per abitante', e sulla possibilità che l'evoluzione del mercato crei nuovi tipi di veicoli, che potrebbero aumentare in modo significativo il numero di veicoli della unità familiare media. Il recente lancio di city cars di dimensioni ridotte ed il successo evidente dei veicoli fuoristrada sono elementi che fanno intuire tali scenari come certamente possibili anche se non troppo probabili. La differenza tra le stime citate sottolinea di nuovo l'importanza della verifica comparata delle ipotesi possibili sugli scenari futuri.

Tabella 7.2: Previsione percorrenze e flotta, passeggeri e merci

Anno	1990	1995	2000	2010
Traffico veicolare totale privato (10° veic-km/anno)	300	370	400	500
Numero totale autoveicoli privati (10 ⁶)	27,42	30,67	32,5	33-36
Percorrenza veicolare unitaria (10 ³ km/veic-anno)	11,4	12,7	13,0	14-16
Traffico veicolare merci (10° veic-km/anno)	50,5	48,1	55	58
Parco veicoli merci (10 ⁶)	3,0	3,4	3,8	-

7.2 Evoluzione del trasporto merci in Italia, quadro programmatico del PGT

Gli incrementi previsti sono riportati in tabella 7.1. La crescita dei volumi complessivi di traffico interno delle merci è prevista ad un tasso medio annuo del 2%, coerente con le previsioni di sviluppo dell'economia. Come "scenario di riferimento", si ritiene di poter assumere che, a fronte della crescita complessiva di cui si è già detto, i traffici ferroviari e marittimi crescano secondo l'andamento tendenziale mostrato nel periodo 1985-95 e che l'eventuale surplus di traffico venga assorbito dal modo stradale.

Tale scenario corrisponde ad una politica di potenziamento delle infrastrutture stradali e ad un mancato intervento politico ed amministrativo in favore di un riequilibrio del sistema fiscale e tariffario.

Lo schema seguente mette a confronto la ripartizione modale fra strada, nave e ferrovia attuale con quella che si ottiene negli scenari futuri di riferimento e di progetto.

	strada	nave	ferrovia
Attuale (1995)	69,7%	17,9%	12,5%
Riferimento (2010)	72,3%	15,5%	12,8%

Riguardo al recupero di efficienza interno alle diverse modalità, si è ipotizzato che nello scenario di progetto si verifichi l'introduzione di sistemi logistici integrati, che permettono di ottenere una migliore utilizzazione dei veicoli gommati e dei carri ferroviari; nello scenario di riferimento, invece, l'efficienza energetica del trasporto merci rimane invariata rispetto ad oggi.

Dalla somma dei provvedimenti in atto si attende innanzitutto il rallentamento della crescita del trasporto delle merci su strada in favore delle modalità ferroviaria e marittima. Gli scenari delineati dalla 'Seconda Comunicazione Nazionale sulla Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici'¹¹ indicano che, entro il 2010, il trasferimento modale dalla strada potrebbe riguardare fino a 40 miliardi di t*km, 30 dei quali convergerebbero sulla rete ferroviaria. Tale ipotesi appare piuttosto ottimistica in considerazione del fatto che attualmente le ferrovie trasportano circa 24 miliardi di t*km all'anno e che, quindi, la sola acquisizione di traffico dalla strada, senza considerare gli incrementi dovuti alla crescita tendenziale, comporterebbe più che un raddoppio dell'attuale domanda soddisfatta.

Al momento attuale sembra poco credibile che la rete infrastrutturale, sia pure potenziata secondo i programmi vigenti e futuri, possa sopportare un tale carico; volendo definire uno scenario più realistico, si ritiene che da qui al 2010 la ferrovia possa raddoppiare gli attuali traffici merci (previa una profonda revisione dei servizi viaggiatori), portandoli a circa 48 miliardi di tonnellate-chilometro complessivamente¹². Scontando il previsto incremento "fisiologico" di traffico (pari a circa 7-8 miliardi di t*km entro il 2010), il possibile trasferimento dalle altre modalità alla ferrovia risulta pari a circa 16 miliardi di t*km.

7.3 Valutazioni dei più recenti scenari di sviluppo

7.3.1 Evoluzione dei trasporti a livello europeo

Recentemente è stato pubblicato uno scenario di evoluzione dei trasporti a livello europeo (CE, 2001c). Questo scenario rispetto ai precedenti tiene conto degli effetti dell'allargamento della comunità sui trasporti ed individua una serie di azioni necessarie a livello comunitario per affrontare l'evoluzione tendenziale prevista. Si ritiene infatti che l'allargamento dell'area di libero scambio incrementerà notevolmente i quantitativi di merci trasportate.

Il confronto tra queste due previsioni molto diverse tra di loro può essere fatto solo relativamente ai tassi di crescita previsti per passeggeri e merci. Nella allegata tabella 7.3 si confrontano i tassi di crescita previsti a livello nazionale (rif. Tabella 7.1) con quelli medi europei.

Nel documento europeo sono anche valutati gli impatti di una serie di misure possibili per contenere e riequilibrare la crescita, già descritte nel par. 1.4.

¹¹Approvata dal CIPE nel dicembre 1997.

¹²Secondo stime FS, basate su un quadro previsivo macroeconomico delineato da Prometeia (giugno 1998), la diversione modale delle merci da strada a ferrovia entro il 2010 non sarà superiore ai 5/6 miliardi di t*km, pur in presenza di crescita sostenuta del traffico e dando per realizzati alcuni importanti interventi di potenziamento sulla rete ferroviaria. Gli scenari delineati nel documento CIPE '97, invece, allo stesso orizzonte temporale, ipotizzavano l'acquisizione di 30 miliardi di t*km alla ferrovia e di ulteriori 10 miliardi alla nave.

Tabella 7.3: Tassi di crescita in diversi scenari.

	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010
Passeggeri				
SCN, scenario di riferimento, p-km	2.82%	1.28%	0.59%	0.57%
SCN, scenario "bau", p-km	2.82%	1.28%	1.29%	1.21%
PGT, scenario "basso"		1.33%	1.33%	1.33%
PGT, scenario "alto"		1.90%	1.90%	1.90%
Libro bianco UE, bau (con PIL +3%ma)			1.83%	1.83%
Merci				
SCN, scenario di riferimento, t-km	1.19%	2.20%	1.91%	1.74%
SCN, scenario "bau", t-km	1.19%	2.20%	2.11%	1.85%
PGT, scenario "basso"		1.28%	1.28%	1.28%
PGT, scenario "alto"		1.61%	1.61%	1.61%
Libro bianco UE, bau (con PIL +3%ma)			2.74%	2.74%

Fonte: elaborazioni ANPA

Per quanto riguarda il traffico passeggeri il confronto tra gli scenari nazionali e quello europeo non aggiunge molto alle considerazioni dei precedenti paragrafi, si nota una sostanziale conferma dell'ipotesi "alta", del resto perfettamente coerente con l'ipotesi di crescita del PIL del 3%, che è un valore piuttosto alto per un periodo così lungo. Per le merci invece si notano importanti differenze, il tasso di crescita europeo è oltre il doppio dell'ipotesi "bassa" del PGT e molto superiore alle pur ampie previsioni della SCN. Si nota che, considerando che le previsioni della SCN erano fatte con un'ipotesi di sviluppo del PIL del 2%, l'elasticità ipotizzata è praticamente la stessa di quella comunitaria.

7.3.2 Scenario UP 2001

Un cenno particolare meritano le più recenti previsioni pubblicate da UP (Unione Petrolifera) nel Marzo 2001, vista l'attenzione posta al settore dei trasporti.

Il PIL è stimato crescere del 2% medio annuo da oggi al 2005, quindi del 1.6% fino al 2015. La crescita economica prevista è quindi leggermente inferiore.

L'evoluzione della mobilità complessiva non è dichiarata da UP, che si esprime solo nel senso di una maggiore incidenza del ruolo del trasporto pubblico urbano e delle ferrovie al fine di diminuire la congestione. Questa impostazione fa comunque ritenere che i totali siano analoghi a quelli del SCN, del resto concordati con il Min. Trasporti, visto che le previsioni di consumi nei trasporti formulate nel 2001 sono analoghe a quelle del 2000, quando il processo di approvazione del PGT non era ancora concluso.

Di un certo interesse sono le stime dell'UP sugli impatti delle misure di contenimento e razionalizzazione del traffico ipotizzate sia nella SCN che nel PGT.

Le principali misure ipotizzate nella SCN per ridurre i consumi, nell'ottica di una riduzione complessiva delle emissioni del 7% in seguito agli accordi di Kyoto, erano lo spostamento di quote significative di traffico merci a passeggeri dalla strada ad altre modalità, soprattutto ferrovia. Si ipotizzavano misure tali da spostare circa 80-95 Gp-km da automobile a trasporti collettivi e circa 50 G t-km da strada a nave e ferrovia. Si prevedeva inoltre un sensibile aumento dell'efficienza delle automobili, che dovevano passare dai circa 180 g CO₂/km a circa 145 g CO₂/km, come da accordo di programma Fiat - Min. Ambiente, con un aumento di efficienza di circa il 20% per i veicoli nuovi.

Per quanto riguarda lo spostamento modale nel traffico passeggeri, l'UP non solo fa sue le previsioni della SCN ai fini del rispetto di Kyoto e le inserisce nello scenario base, ma le incrementa, stimando una riduzione della quota di traffico assorbita dal mezzo privato dall'attuale 81% a circa il 70% entro il 2010. Tradotto in passeggeri-chilometro questo significa spostare 110-115 G p-km da automobile ad altre modalità.

Nel 1990 erano trasportati dai modi collettivi di trasporto, esclusi i flussi turistici, circa 82 G p-km, attualmente (1988, CNT) il numero assoluto non è cambiato, dopo una marcata diminuzione nei primi anni ed un certo recupero negli ultimi due anni. Lo scenario con tutti gli interventi della SCN prevede grosso modo un +100% dei passeggeri trasportati dai mezzi collettivi (ferrovia + bus), l'UP presume un aumento del 130%. Il PGT approvato prevede un aumento del 31% tra il 1995 ed il 2010.

Nel caso del traffico merci lo spostamento modale ipotizzato da UP è invece sensibilmente inferiore, circa 22 G t-km, pari a circa la metà di quello previsto nella SCN. Lo scenario è prudente, in particolare non sembra prevedere espansioni della quota di traffico navale. Nel PGT si prevedono aumenti del 12-25% circa tra il 1995 ed il 2010, in valore assoluto circa 8-18 Gt-km. Per quanto riguarda l'efficienza dei veicoli si prevedono aumenti medi su tutto il parco circolante di circa il 10% per i veicoli a benzina e di circa il 18% per quelli diesel, tra il 1990 ed il 2010. Questi valori sono leggermente inferiori a quelli previsti nell'accordo Fiat - Min. Ambiente ma l'effetto complessivo al 2010 è molto simile, grazie ad un accelerato rinnovo del parco. Le auto non catalizzate sono previste uscire completamente dal parco circolante nel 2008.

Infine l'UP fa delle specifiche previsioni di consumo carburante, che può essere utile confrontare con gli altri scenari (escluso il PGT che non si pronuncia) ed in particolare la SCN, gli scenari aggiornati e lo scenario europeo. Per quest'ultimo non sono però disponibili le stime sulla base dell'ultimo Libro Bianco ma solo quelle degli scenari energetici elaborati nel 1999 dalla Commissione. Come si vede in tabella le previsioni di crescita dei consumi ipotizzate da UP sono le più basse tra quelle disponibili, diretta conseguenza del rilevante spostamento modale ipotizzato.

Tabella 7.4: Confronto tra i diversi scenari, consumi di carburante nei trasporti terrestri, Mtep

	1990	1995	1999	2000	2005	2010	2015
			(consuntivo)				
UP (con interventi)	33.05	36.67	39.48	39.07	40.13	41.44	39.92
Commissione-PRIMES	32.82	36.93		40.27	43.17	45.03	47.10
Base di calcolo Il com. naz.	32.03	36.12		38.21	40.50	44.00	
Scenari presentati alla CNEA + PGT	31.63	36.12		37.50	39.70	42.20	45.20

7.4 Evoluzione prevista dei consumi complessivi e delle emissioni, scenario senza interventi

A titolo di informazione e per consentire di inquadrare il settore nel quadro nazionale complessivo si riporta nella tabella 7.5 l'evoluzione dei consumi energetici nazionali complessivi e delle emissioni di origine energetica nei diversi scenari descritti nel precedente paragrafo.

Tabella 7.5: Consumo interno lordo e CO2 da combustibili fossili secondo diversi scenari

	1990	1995	1999	2000	2005	2010	2015
Consumo interno lordo di energia, Mtep							
UP (con interventi)	161.8	170.8	181.2	183.0	192.6	195.9	198.6
Commissione - PRIMES	161.7	170.9	177.0	177.0	183.8	185.5	188.0
Base di calcolo Il com. naz.	161.8	170.8	181.2	182.0	188.0	193.0	
Scenari presentati alla CNEA + PGT	161.8	170.8	181.2	180.4	187.4	194.0	198.0
Emissioni di anidride carbonica, Mt							
UP (con interventi)	397.3	408.0	426.5	431.4	437.8	431.5	425.4
Commissione - PRIMES	399.0	402.0	426.5	427.0	445.7	442.1	447.3
Base di calcolo Il com. naz.	401.3	425.0	429.5	435.1	453.8	470.3	
Scenari presentati alla CNEA + PGT	401.3	412.0	429.5	430.1	443.8	461.0	470.0

Fonte: elaborazioni ANPA

Con riferimento alle figure 7.1, 7.2, 7.3, 7.4 e 7.5 si riporta l'evoluzione prevista per i consumi energetici e le emissioni nel settore dei trasporti. Le previsioni riportate nelle figure citate sono coerenti con i dati di mobilità riportati nei paragrafi precedenti e negli allegati 1 e 2 del presente documento e sono state tutte elaborate utilizzando la stessa metodologia (Corinair - Co-pert III) ed appositi modelli di simulazione.

Lo scenario ipotizzato, senza interventi, ritenuto ad oggi il più probabile in Italia sulla base delle previsioni del Libro bianco UE (vedi commissione 2001 c), ricalca sostanzialmente gli scenari "alti" del PGT, che coincidono con le previsioni del libro bianco UE per i passeggeri e sono invece leggermente inferiori per le merci. In particolare si prevede una crescita media annua dell'1,8% per i passeggeri e dell'1,6% per le merci, valori che vanno confrontati con quelli riportati nella tabella 7.3. Considerando che le stime sulla crescita del PIL per i prossimi 10 anni sono orientate sul +2% m. a. la previsione per le merci considera un'elasticità leggermente inferiore a quella media EU mentre per i passeggeri l'elasticità è senz'altro più elevata ma coerente con i dati storici nazionali.

La suddivisione modale, vedi tabelle 8.2 e 8.3, resta sostanzialmente invariata per i passeggeri, per le merci si prevede un significativo aumento della quota per ferrovia. I consumi specifici medi delle automobili sono previsti ridursi di circa il 12% nel traffico extraurbano mentre sono quasi costanti nel traffico urbano. Rispetto agli scenari dell'UP la differenza è marcata ma questa sembra essere l'evoluzione in atto, con l'aumento della cilindrata media che compensa, in parte, i miglioramenti tecnologici.

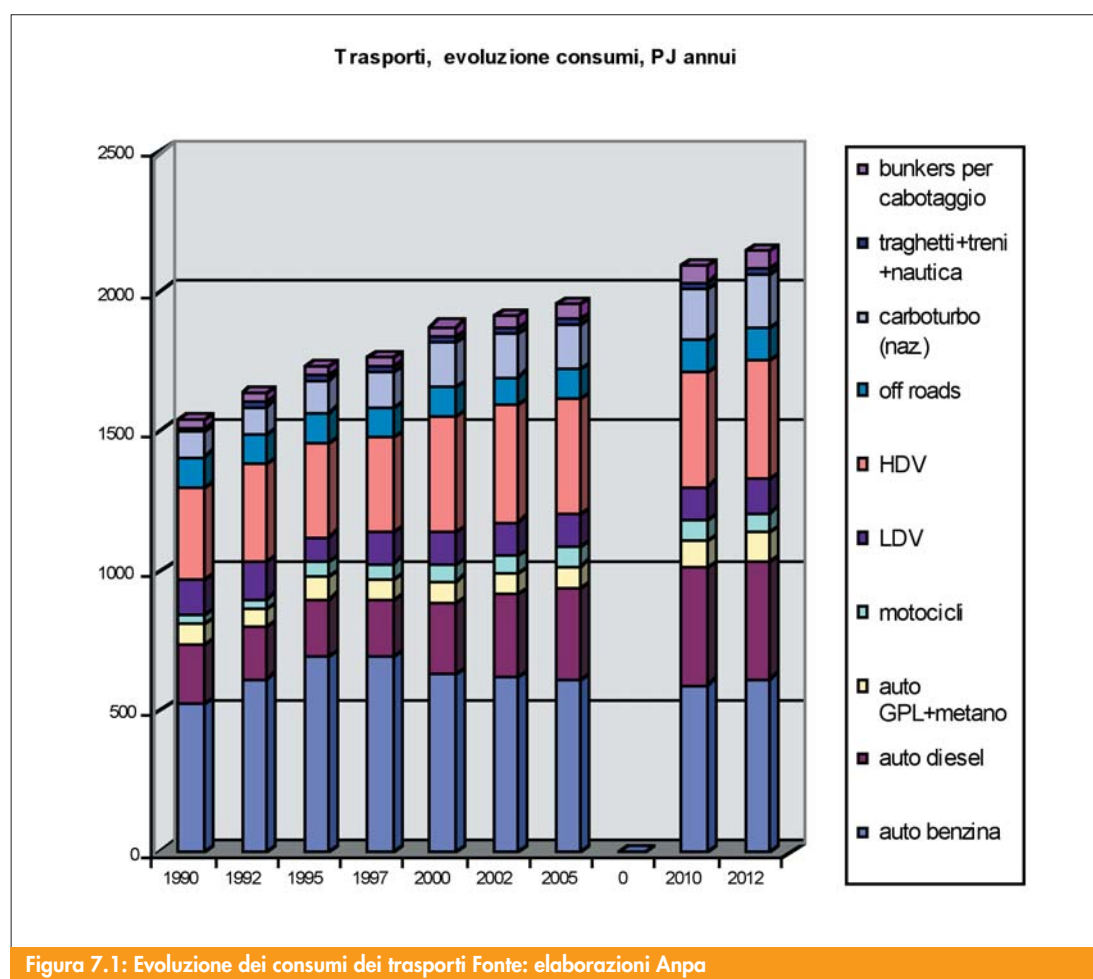
Si vede subito che i consumi complessivi sono in aumento, fig. 7.1, le azioni in atto di aumento dell'efficienza energetica (tecnologiche e di intermodalità) hanno un impatto inferiore agli aumenti dovuti all'incremento delle attività.

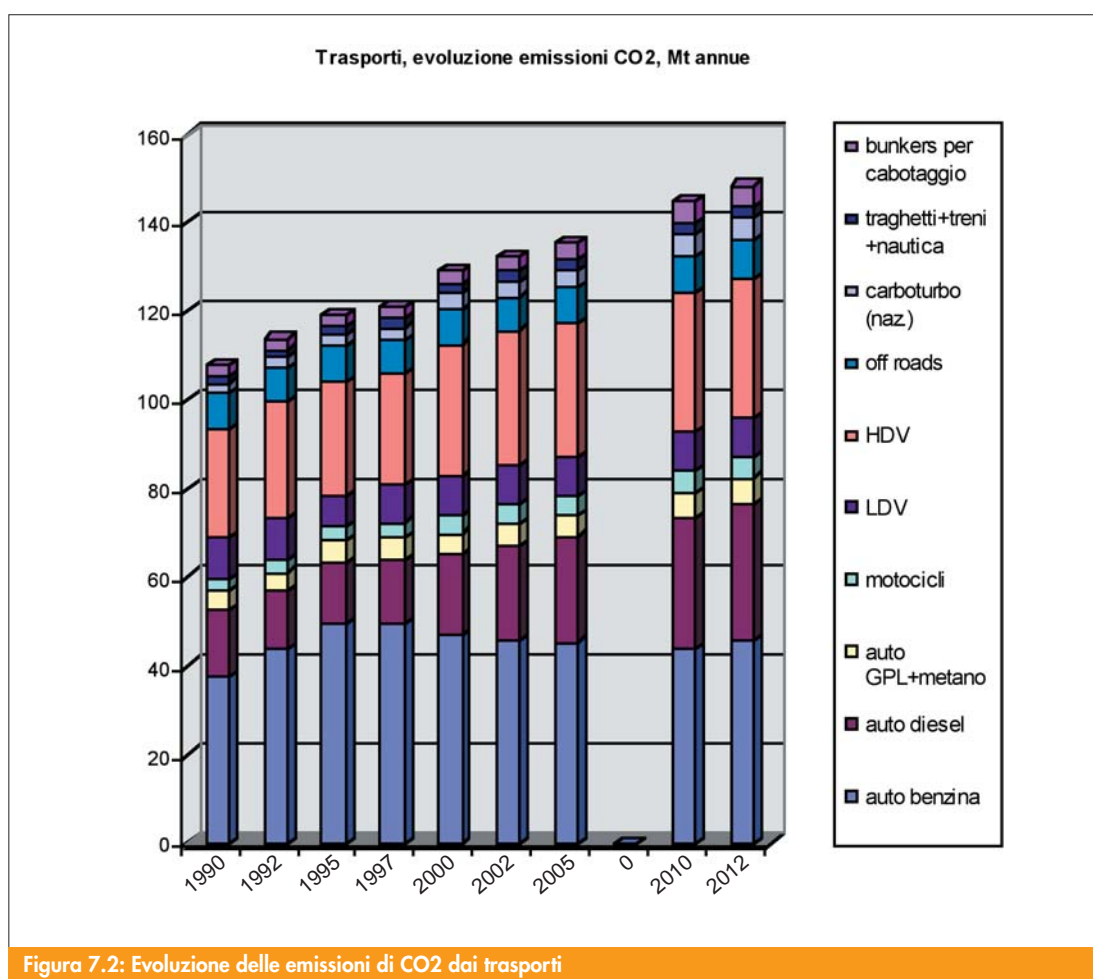
Anche le emissioni di gas serra, anidride carbonica, fig. 7.2, e di protossido di azoto, fig. 7.5, sono in aumento. Per l'anidride carbonica si tratta di una diretta conseguenza dell'aumento dell'uso dei combustibili fossili. La diversificazione dei carburanti utilizzati (aumento dei consumi di metano e GPL, con minori emissioni specifiche di CO₂) non è sufficiente a limitare le emissioni di anidride carbonica. Per quello che riguarda il protossido di azoto si tratta invece di una conseguenza diretta della diffusione delle marmitte catalitiche, questo gas è prodotto in misura maggiore proprio dalle marmitte catalitiche nel corso del processo di abbattimento degli ossidi di azoto. I quantitativi fisici totali rimangono comunque limitati.

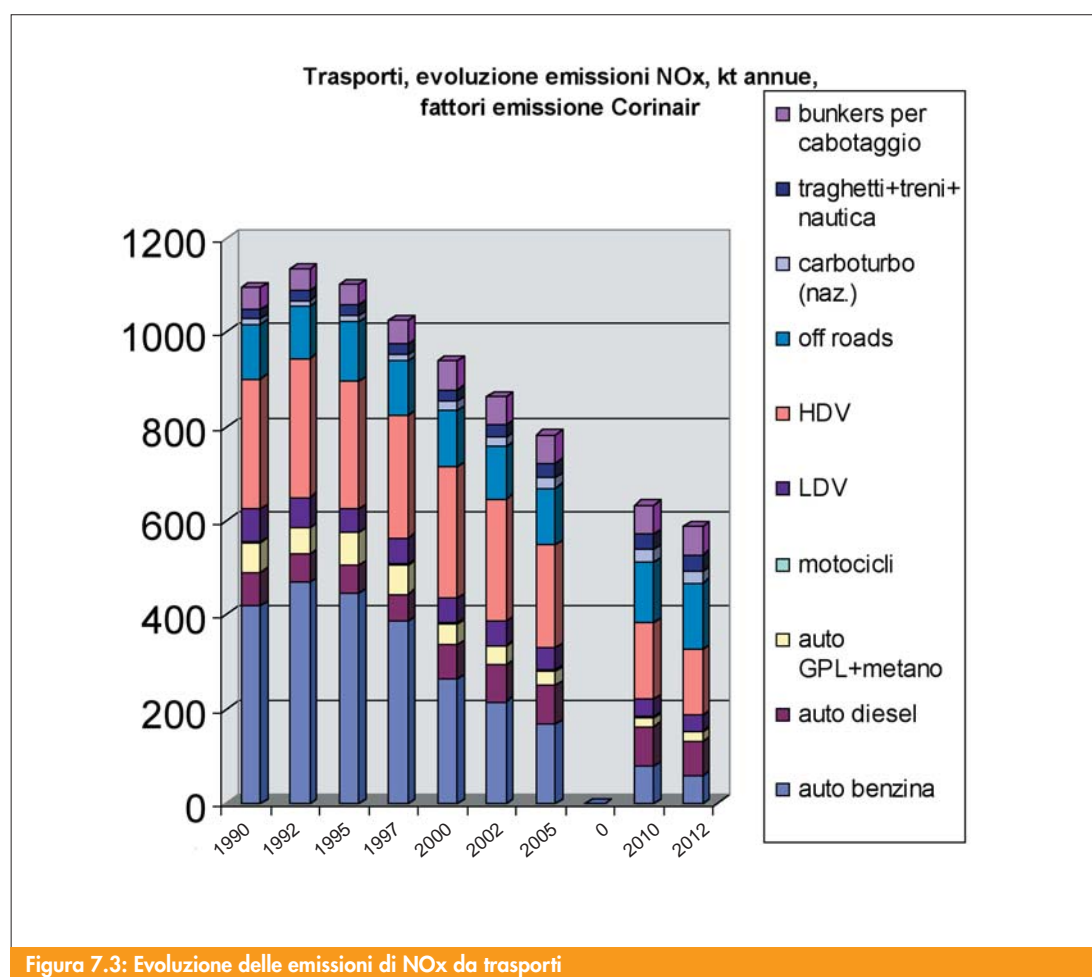
Le emissioni di ossidi di azoto, fig. 7.3, e di composti organici volatili, fig. 7.4, presentano invece marcate riduzioni, grazie all'evoluzione tecnologica. In altre parole le riduzioni delle e-

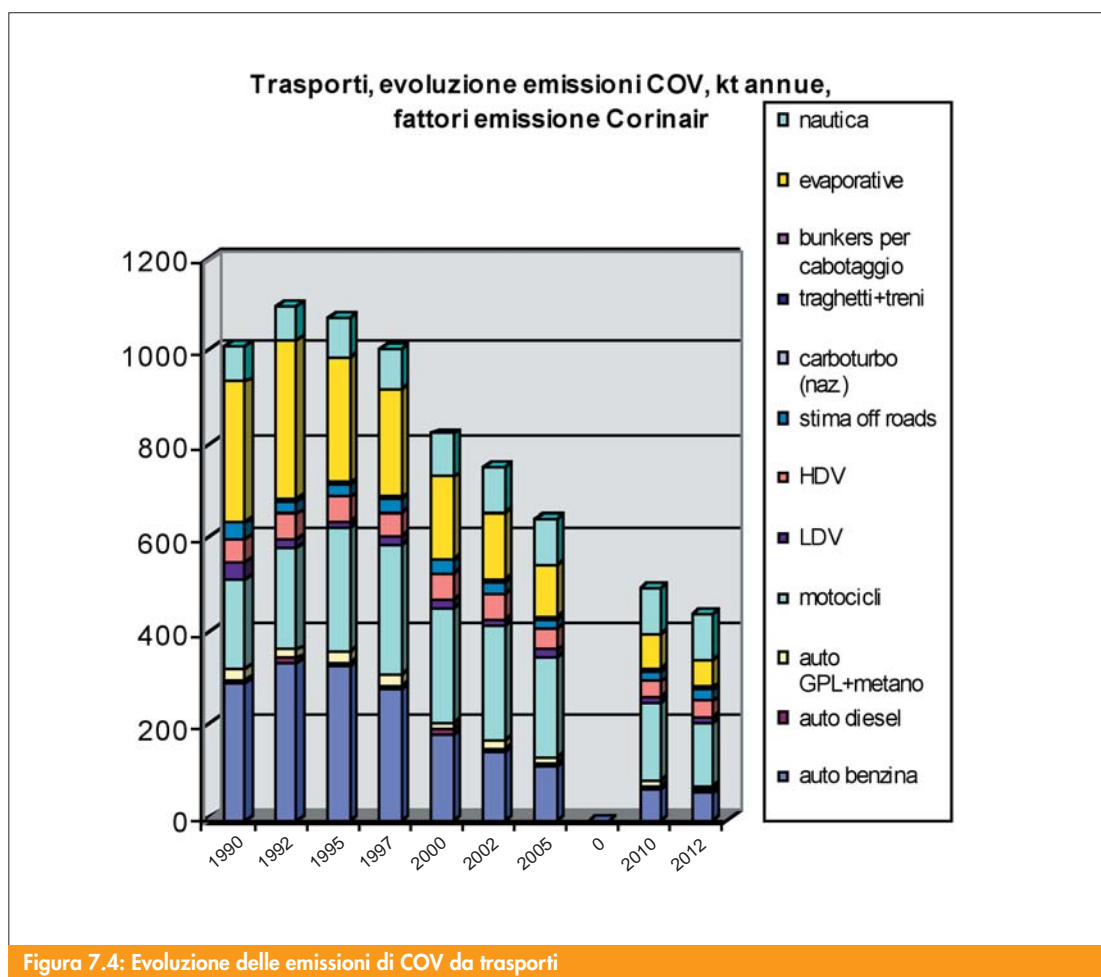
missioni specifiche di questi gas, per km di uso del veicolo, è molto superiore all'aumento delle attività.

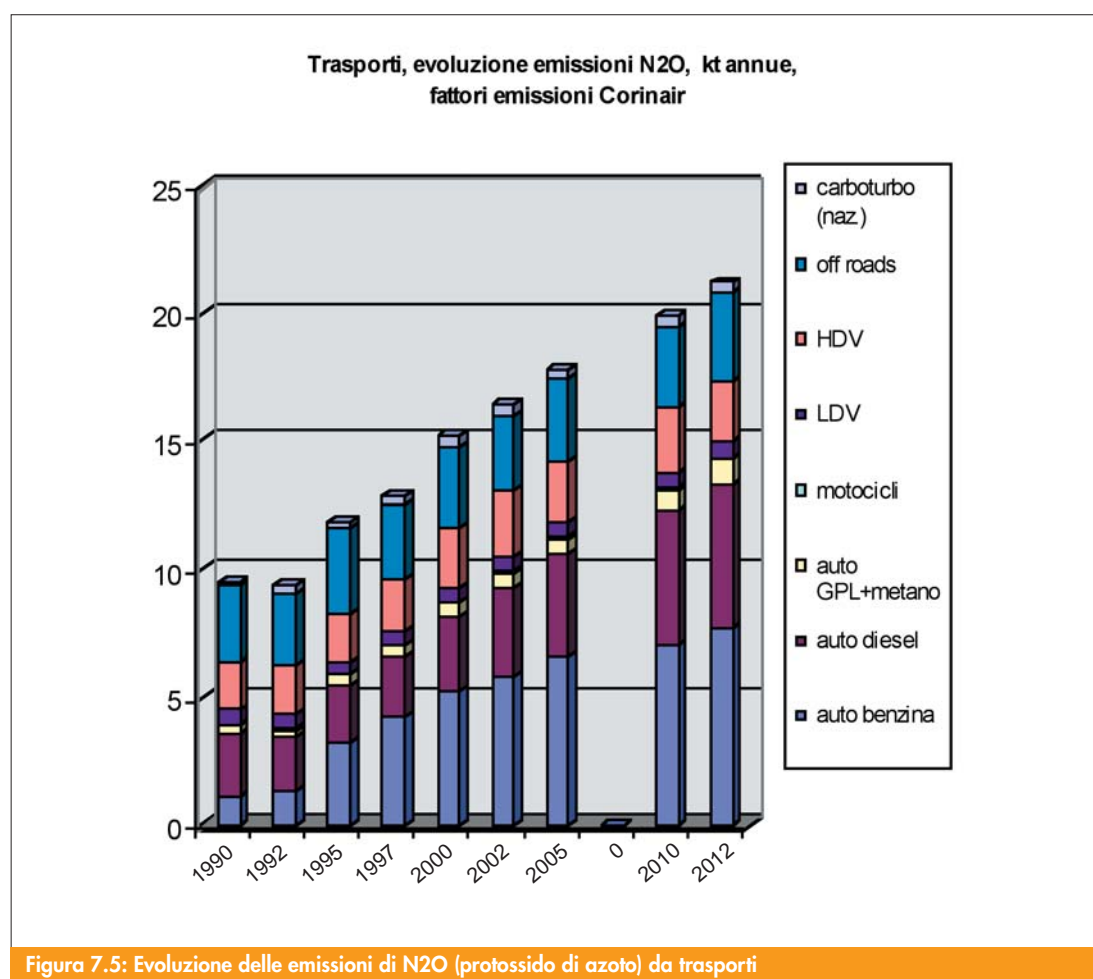
Nel seguito si riportano i grafici con l'evoluzione prevista dei consumi energetici e delle emissioni, calcolati con un apposito modello di simulazione sulla base delle stime della mobilità riportate nel paragrafo precedente.











8. Effetti dell'evoluzione prevista sull'ambiente

8.1 Calcolo degli indicatori e considerazioni sulla sostenibilità

La valutazione della sostenibilità del sistema dei trasporti così come si viene configurando al 2010 presenta aspetti contraddittori, alcune emissioni aumentano altre diminuiscono. In generale il quadro non cambia rispetto alla situazione attuale e peggiora per molti aspetti, confermando se ce ne fosse bisogno l'importanza di disporre di un apparato analitico di indicatori ben articolato per poter rilevare i diversi aspetti dell'evoluzione in atto.

Dal punto di vista dei consumi energetici e delle emissioni di gas ad effetto serra lo scenario presentato è molto lontano dalla sostenibilità, siamo in presenza di aumenti sia del consumo di fonti fossili non rinnovabili sia delle emissioni di gas serra. Come già rimarcato lo spostamento modale non è sufficiente a ridurre le percorrenze su strada, la modalità meno efficiente soprattutto nel traffico pendolare, ed il previsto aumento dell'efficienza dei mezzi non è sufficiente a bilanciare l'aumento delle percorrenze risultante. L'aumento delle percorrenze porta con sé l'aumento di una parte degli effetti negativi del sistema dei trasporti sulla società in genere, incidenti, rumore, polveri disagi di vario tipo dovuti al traffico.

Per quello che riguarda l'andamento delle emissioni delle due sostanze nocive riportate in questo capitolo, ossidi di azoto e composti organici volatili, la tendenza alla riduzione è pronunciata e dovrebbe produrre effetti positivi sull'ambiente. Una valutazione anche sommaria degli effetti dell'andamento delle emissioni complessive in aria di composti inquinanti e dei loro effetti sulla qualità dell'aria non è possibile in modo analitico in questa sede. Questa valutazione richiede un approccio molto sofisticato, modelli integrati di emissione e modelli di diffusione che esulano dallo scopo del presente lavoro, e la considerazione anche di altri inquinanti, polveri e benzene, trascurati in prima approssimazione. Nel paragrafo successivo sono riportate alcune conclusioni su questo tema fatte nel corso di programmi europei.

Considerando gli indicatori evidenziati nei precedenti capitoli è possibile trarre alcune indicazioni di massima:

- per quello che riguarda la mobilità si prevede un aumento dei passeggeri, delle merci e quindi dei v-km sia merci che passeggeri, vedi tab. 7.1 e 7.2, ma le intensità rispetto al PIL dovrebbero per la prima volta diminuire, visto che la crescita prevista è inferiore alla crescita del PIL, in misura evidente per i passeggeri e quasi inavvertibile per le merci;
- le intensità rispetto alla popolazione continuano a salire, visto che non è previsto un aumento dei residenti. In tabella 8.1 si è cercato di riassumere queste considerazioni.

In presenza di segnali misti è difficile trarre conclusioni sulla sostenibilità, si nota l'inversione di tendenza che dovrebbe nel corso di 10 anni per la prima volta in Italia separare la crescita economica dalla crescita dei trasporti. Le evoluzioni sono però evidenti solo come tendenza, non ancora sufficienti a produrre mutamenti quantitativi sostanziali.

Tabella 8.1: Evoluzione qualitativa di indicatori di intensità

2010	
10 ⁹ veicoli – km totali	In aumento
10 ⁹ v-km auto	"
10 ⁹ v-km merci	"
Intensità totale	
v-km tot/ 1000 ECU	In diminuzione
10 ³ v-km tot/ capite	In aumento
Intensità automobili	
v-km tot/ 1000 ECU	stabile
10 ³ v-km tot/ capite	In aumento
Intensità veicoli merci	
v-km tot/ 1000 ECU	stabile
10 ³ v-km tot/ capite	In aumento
Intensità tonn - km(>50km)	
t-km tot/ 1000 ECU	stabile
intensità passeggeri	
p-km tot/ 1000 ECU	In leggera diminuzione

Per quello che riguarda la divisione tra le diverse modalità il risultato delle ipotesi fatte è riportato nella tabella 8.2 e 8.3

Tabella 8.2: Andamento del traffico interno di passeggeri

	1980	1985	1990	1995	1999	2010
Automobili, extraurb.	47%	54%	50%	49%	50%	49%
Automobili, urbano	21%	17%	22%	25%	25%	26%
Motocicli	6%	7%	8%	7%	7%	6%
Autobus urbani	3.9%	3.0%	1.6%	1.2%	1.2%	1.2%
Bus interurb.+noleggio	10.9%	9.9%	9.9%	9.3%	9.3%	9.0%
Metro e tram	0.9%	0.8%	0.6%	0.6%	0.6%	0.9%
Treni	9.9%	7.7%	6.7%	6.2%	5.4%	5.4%
Traghetti	0.3%	0.4%	0.3%	0.3%	0.5%	0.6%
Aerei	0.7%	0.8%	0.9%	0.9%	1.1%	1.5%
Totale	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: Elaborazioni ANPA-ENEA su dati CNT, anni vari

Tab. 8.3: Andamento del traffico interno delle merci

	1980	1985	1990	1995	1999	2010
Autocarri, > 50 km	57%	61%	61%	66%	65.9%	61.3%
Treni	13%	12%	12%	12%	9.9%	13.8%
Navi	22%	20%	20%	17%	18.5%	19.5%
Tubazione	8%	6%	6%	6%	5.2%	5.0%
Totale > 50 km	100%	100%	100%	100%	100%	100%

A commento dei dati sopra riportati si vede come per il trasporto passeggeri gli scenari ipotizzati non prevedono cambiamenti nella divisione modale, coerentemente con la loro impostazione "business as usual". Come considerazione a margine si sottolinea che lo sviluppo in atto dei mezzi su rotaia ha appena la capacità di mantenere il passo con la crescita parallela dello sviluppo del traffico su strada. Per le merci invece si prevede un buon incremento della ferrovia sulla strada, mentre le altre modalità mantengono la loro posizione relativa.

Per quello che riguarda gli indicatori specifici di consumo ed emissione le ipotesi in merito sono riportate nelle seguenti tabelle, analoghe a quelle già viste nel capitolo 3 per gli anni 1990 e 1999.

Tabella 8.4: Emissioni specifiche e consumi per trasporto passeggeri – anno 2010.

	Consumo (MJ/p*km)	CO ₂	Emissioni Specifiche medie (g/p*km) NO _x	COV
URBANO				
Autobus	1.03	75.1	0.54	0.08
Tram-Metro ¹	0.46	62.4	0.03	0.000
Autovetture	2.06	149.3	0.32	0.33
Autovetture ²	3.08	224.0	0.47	0.44
Motocicli	1.25	91.8	0.03	4.14
EXTRA-URBANO				
Autobus	0.24	17.7	0.09	0.09
Ferrovie ¹	0.85	45.7	0.15	0.012
Aerei	3.02	192.6	1.00	0.06
Autovetture	1.23	88.4	0.21	0.04
Autovetture ²	2.11	151.5	0.36	0.06
Motocicli	1.25	91.8	0.03	0.04

Fonte: elaborazioni ANPA

¹passeggeri paganti / posti occupati, emissioni da produzione di elettricità

²mobilità sistematica

Tabella 8.5: Emissioni specifiche e consumi per trasporto merci – anno 2010.

	Consumo (MJ/t*km)	CO ₂	Emissioni Specifiche medie (g/t*km) NO _x	COV
Strada	1.89	139	0.58	0.15
Ferrovie (1)	0.54	29	0.11	0.01
Vie d'acqua	1.08	22	0.43	0.02
Pipeline (en. Primaria)	0.30	20	NE	NE

Fonte: elaborazioni ANPA

¹per i mezzi elettrici si riportano le emissioni medie della produzione di elettricità, i consumi si riferiscono alle fonti primarie

²NE, not estimated

Il confronto puntuale di questi valori con quelli del 1999 dà un'idea dell'evoluzione tecnologica ipotizzata. Tutti gli indicatori si muovono in senso positivo, diminuiscono i consumi specifici e le emissioni specifiche, sia per le merci che per i passeggeri.

In particolare:

- per i consumi delle automobili, come già accennato, si prevedono riduzioni significative, dell'ordine del 12%, solo nel traffico extraurbano ed autostradale, mentre per il traffico urbano si prevede una sostanziale stabilità; questa ipotesi rispecchia l'evoluzione in atto e sconta in particolare l'effetto dell'aumento di cilindrata media, che bilancia la positiva evoluzione tecnologica;
- i consumi dei mezzi pesanti migliorano del 4% in media;
- le emissioni di anidride carbonica seguono sostanzialmente l'andamento dei consumi, con una riduzione leggermente inferiore per le automobili dovuta alla diffusione del diesel;
- le emissioni di ossidi di azoto mostrano riduzioni medie intorno al 50-60% per le automobili e 50% per i mezzi pesanti;
- le emissioni di composti organici volatili dovrebbero ridursi del 80% circa per le automobili e sempre del 40-50% per i veicoli merci;
- si noti la significativa riduzione delle emissioni, già contenute, legate al trasporto su rotaia, 20-30%, dovute ai miglioramenti nella produzione di energia elettrica ed ai miglioramenti tecnologici nei locomotori diesel;

Le tendenze evidenziate sono tutte coerenti con ipotesi di sviluppo sostenibile. In dettaglio, come già ricordato nel paragrafo precedente, i miglioramenti tecnologici sono sufficienti per le emissioni di ossidi di azoto e composti organici volatili a ridurre le emissioni complessive, mentre nel caso dei consumi e delle emissioni di gas serra le emissioni complessive continuano ad aumentare, indicando la necessità di ulteriori azioni, tecnologiche e non tecnologiche (intermodalità).

8.2 Conclusioni del programma Auto Oil, effetti dell'evoluzione prevista del trasporto stradale sull'ambiente

Vista la mancanza di risorse per eseguire un'analisi degli impatti sull'ambiente, inteso come qualità dell'aria, dell'evoluzione in atto, sia in ANPA o ENEA, si riportano le conclusioni di un programma della Commissione Europea (Auto Oil II) che aveva proprio l'obiettivo di valutare l'influenza dell'evoluzione tecnologica e del traffico sulla qualità dell'aria ed ha valutato anche il caso italiano. Le conclusioni sono valide a livello medio europeo ed applicabili alla situazione nazionale con alcune cautele. Il programma è stato sviluppato in modo congiunto con l'industria petrolifera, quella automobilistica ed le agenzie specializzate di alcuni governi.

Sarebbe troppo complesso in questa sede riportare tutte le ipotesi alla base di questo studio, ovviamente diverse da quelle illustrate nei precedenti paragrafi, basti dire che il caso base cui ci si riferisce incorpora gli effetti di tutte le direttive approvate sulle emissioni dei veicoli allo scarico e si riferisce all'evoluzione dei consumi energetici e della mobilità riportata negli scenari cosiddetti "pre-Kyoto". Le emissioni da trasporto si riducono in modo significativo, sia in valore assoluto che come incidenza percentuale, vedi tabella 8.6, ad eccezione dell'anidride carbonica.

Tabella 8.6: Riduzioni medie di emissioni a livello europeo (Eu-15) per diversi inquinanti tra il 1995 ed il 2010

Pollutant	Reduction in EU Emissions 1995-2010 (1995 = 100)	Road transport as% of total emissions in 1995	Road transport as% of total emissions in 2010
Nitrogen Oxides	57	44%	24%
Sulphur dioxide	49	1,5%	<0,5%
Carbon monoxide	59	60%	33%
Particulate matter (PM10)*	71	16%	10%
Non methane VOCs	60	37%	11%
Benzene	43	65%	21%
Carbon dioxide**	108	20%	21%

**There is no CO2 objective in AOP11, but it was agreed that the base case and cost-effectiveness assessment should nonetheless track CO2 effects

La più importante conclusione dello studio è a nostro parere il fatto che le emissioni previste nel 2010 dal settore dei trasporti per NOx scenderanno sotto il 25% del totale ed addirittura sotto l'11% per i COV, rispetto a valori di 44/37% per il 1995. In altre parole il settore dei trasporti non sarà più critico a livello nazionale, lo resterà solo nei grandi centri urbani.

Lo studio sottolinea che queste riduzioni in emissioni portano a notevoli miglioramenti nella qualità dell'aria anche se la loro estensione alle singole realtà nazionali dipende dal contesto specifico. Altri lavori fatti dalla Commissione (vedi IASA, 1999 e CE, 1992c) fanno ritenere che anche le concentrazioni di ozono troposferico si ridurranno anche se non abbastanza da evitare il superamento delle soglie critiche per questo gas.

L'effetto sulle emissioni complessive dovrebbe essere pronunciato, sono disponibili solo valutazioni di massima a livello EU, tratte dal Libro Bianco UE "La politica europea dei trasporti fino al 2010" (CE, 2001c).

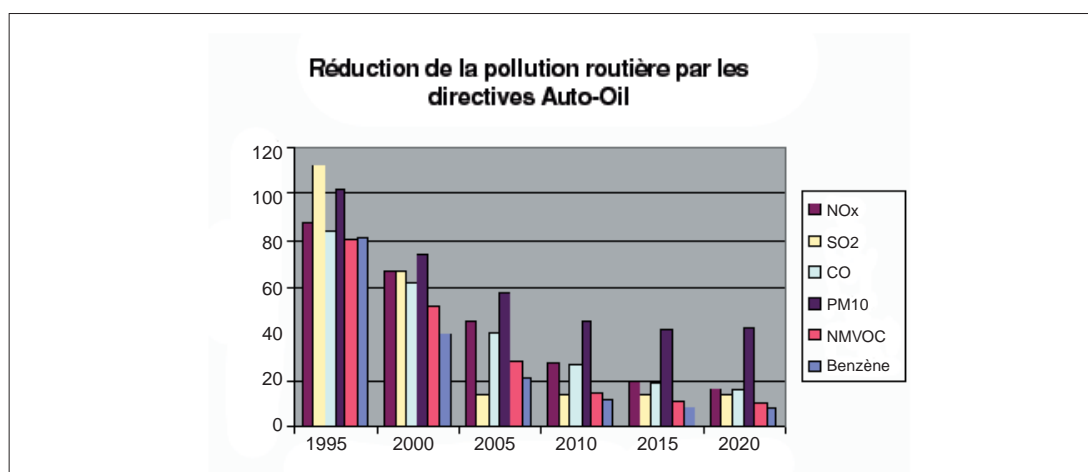


Figura 8.1: Effetto della direttive approvate sulle emissioni da trasporti stradali. Fonte commissione 2001c)

Le riduzioni delle emissioni miglioreranno notevolmente la qualità dell'aria nei centri urbani.

Delle 10 città che sono state studiate in dettaglio, 8 presentavano eccedenze nei livelli di NO₂ e benzene nel 1995 e solo due dovrebbero presentare ancora eccedenze nel 2010. Non ci dovrebbero più essere superi per i limiti di CO, monossido di carbonio. Dopo il 2010 la diffusione di autoveicoli più puliti prosegue ma essa riesce solo a bilanciare il previsto aumento della circolazione.

Per determinare la qualità dell'aria nel 2010 il Programma Auto Oil fa riferimento ai nuovi limiti di concentrazione previsti in una serie di provvedimenti approvati o in via di approvazione e riportati nella seguente tabella 8.7, per informazione e conoscenza. Questi limiti sono derivati sulla base di quelli stabiliti dall'OMS per gli inquinanti atmosferici.

Tabella 8.7: valori limite al 2010 ed valori obiettivo per la protezione della salute umana

Pollutant	Averaging period	AQ Standard/objective	Status
NO₂	1 hour	200µg/m ₃ not to be exceeded more than 18 times per calendar year [99.8 per centile]	Council Directive 1999/30/EC, adopted 22 April 1999
	Calendar year	40µg/m ₃	""
PM₁₀ [indicative]	24 hours	50µg/m ₃ not to be exceeded more than 7 times per year [98 per centile]	""
	Calendar year	20µg/m ₃	""
CO	8 hours (rolling basis)	10 mg/m ₃ (proposal requires compliance by 2005)	Commission's proposal COM(1998) 591 Final
Benzene	Calendar year	5µg/m ₃	""
Ozone (target value)	Highest 8 hour mean within one day, calculated from hourly running 8-Hour averages	120µg/m ₃ not to be exceeded on more than 20 days per calendar year averaged over 3 years	Commission's proposal COM(99) 125

Restano ovviamente ancora delle emergenze ambientali da affrontare e si sottolineano in particolare i seguenti:

- riduzione delle emissioni complessive dei paesi membri al fine di raggiungere gli obiettivi fissati nella "direttiva ozono" ("Proposed national emission ceilings for NO_x and VOCs");
- ottenimento dei limiti di concentrazione per il PM₁₀ in molte città;
- studio di una serie di altri inquinanti, tra cui: PAH, metalli pesanti e mercurio.

APPENDICE 1 – Indicatori nazionali proposti da OCSE

In ambito OCSE è da tempo in corso un rilevante lavoro di ricerca, validazione e calcolo degli indicatori. Relativamente al problema della connessione tra trasporti ed ambiente e tra trasporti e sviluppo sostenibile sono stati elaborati due diversi gruppi di indicatori, uno più generale per studiare l'impatto ambientale del settore dei trasporti ed un secondo sottogruppo più specifico relativo alle emissioni di gas serra ed alle politiche e misure messe in atto per limitare queste emissioni.

Il primo gruppo di indicatori si riferisce sia all'evoluzione del settore dei trasporti che al suo impatto sull'ambiente. Relativamente al primo gruppo di indicatori sulle caratteristiche del sistema dei trasporti, sono stati calcolati i seguenti valori numerici:

- trasporto passeggeri per modalità, in p-km, attraverso cui si misura la preferenza accordata alla mobilità stradale piuttosto che agli altri modi di trasporto;
- trasporto merci per modalità, t-km;
- volumi ed intensità del trasporto stradale; attraverso questi indicatori è possibile verificare la dipendenza fra sviluppo economico e mobilità; sebbene negli ultimi anni la crescita dei volumi di traffico sia stata generalmente più rapida di quella economica, si osserva che le due grandezze hanno generalmente un andamento simile:
 - traffico totale (v-km) e relative intensità (per unità di PIL (veicoli-km / PIL), per abitante e per lunghezza della rete stradale);
 - traffico delle automobili e dei veicoli merci (v-km) e relative intensità (per unità di PIL (veicoli-km / PIL), per abitante e per lunghezza della rete stradale);
- infrastrutture, da cui si traggono informazioni circa il livello di compromissione del territorio, la sua accessibilità e la capacità del sistema di trasporto:
 - lunghezza e densità delle reti stradali complessive, in km e per unità di superficie;
 - lunghezza e densità delle autostrade, in km e per unità di superficie;
 - lunghezza e densità delle ferrovie, in km e per unità di superficie;
- veicoli
 - evoluzione del parco veicolare totale (veicoli) e sua intensità (per unità di PIL (veicoli/PIL), per abitante e per lunghezza della rete stradale);
 - struttura del parco per tipo di veicolo (automobili, veicoli merci) e per alimentazione; quantità di veicoli catalizzati;
- uso dell'energia, che riassume alcune caratteristiche del sistema di trasporto in esame (ripartizione modale, efficienza energetica):
 - consumi finali di energia dei trasporti (Mtoe), contributo del settore ai consumi finali di energia (%) e relative intensità rispetto al PIL e per abitante;
 - suddivisione dei consumi energetici per modalità (%);
 - composizione dei consumi energetici stradali per tipo di carburante;
 - consumi specifici di energia per totale v-km e per veicolo;
- emissioni in aria
 - emissioni totali dei trasporti di CO₂, CO, NO_x, VOC, particolato ed SO_x ed il loro contributo relativo alle emissioni antropogeniche totali e relative intensità rispetto al PIL e per abitante;
 - emissioni totali dei trasporti su strada di CO₂, CO, NO_x, VOC, particolato ed SO_x e relative intensità per unità di traffico (per v-km);
- indicatori di rischio, incidenti stradali, numero di morti e feriti e relative intensità rispetto al traffico totale su strada ed al numero di veicoli;
- prezzo dei carburanti stradali e gli introiti fiscali derivanti dai trasporti, come fattori in gra-

do di influire sulle scelte degli utenti e come misura dell'equilibrio fra costi esterni e ritorno finanziario incluso l'impatto della tassazione; l'ammontare dei sussidi pubblici a favore dei diversi modi di trasporto, che danno un'idea delle scelte strategiche effettuate.

Il secondo gruppo di indicatori, è stato definito come gruppo minimo di indicatori ("minimum set") collegati alla Convenzione sui cambiamenti Climatici ed indispensabili per le verifiche ai fini dell'efficienza energetica e delle emissioni di anidride carbonica nel settore dei trasporti:

Automobili:

- consumi specifici di carburante - CO₂ (in litri/100km e CO₂/km) in funzione dell'uso dei veicoli e per viaggio medio;
- uso del veicolo pro capite e percorrenza pro capite;
- valori di collaudo, in litri/100 km e CO₂/km per le nuove auto, pesati con le vendite;

trasporto merci:

- consumi specifici di carburante - CO₂ (in litri/100km e CO₂/km) per i camion, inclusi i veicoli leggeri;
- intensità energetica del trasporto merci, in energia/t-km;
- quantitativo di t-km su strada e incidenza sul totale delle t-km trasportate;

trasporto aereo:

- energia consumata per posto chilometro e fattore di carico;
- intensità energetica nei voli interni;
- percentuale del traffico aereo interno su tutti i modi di trasporto.

APPENDICE 2 - Indicatori dei trasporti a livello locale

Si riporta, per completezza e conoscenza soprattutto delle strutture territoriali, la proposta di istituire alcuni indicatori a carattere prevalentemente locale, studiati appositamente da ENEA al fine di monitorare l'evoluzione del traffico nell'ambito urbano (estratto da: Mattucci A. et al, 2001).

Lo strumento principale per affrontare i problemi del traffico locale è il PUT (Piano Urbano del Traffico). Occorre però sottolineare che, malgrado l'obbligo di legge, un'indagine sulle esperienze concrete su tali strumenti ha indicato che tra redazione, adozione ed attuazione dei PUT il solco è molto grande. In particolare, posto 100 l'universo dei comuni tenuto alla redazione dei PUT, solo il 20% ha deliberato in giunta il piano, per non parlare poi della disomogeneità che caratterizza i vari elaborati in termini di contenuti. Ciò è l'inevitabile conseguenza della mancanza di riferimenti quantitativi per gli obiettivi indicati nella legge istitutiva dei PUT, che rende gli elaborati confrontabili solo in modo qualitativo.

Pertanto in Umbria, area geografica caratterizzata dalla presenza di comuni medio piccoli e da alti livelli di mobilità dovuti ad un modello territoriale "urbano diffuso", la Regione Umbria, in collaborazione con l'ENEA, ha cercato di agevolare il compito delle Amministrazioni locali, con la predisposizione, nell'anno 1996, di un Progetto di Ricerca nell'ambito del Programma Comunitario SAVE, denominato "In.PUT" (Innovazione nei Piani Urbani del Traffico). Lo scopo primario del Progetto riguardava la definizione di linee guida operative per sviluppare e caratterizzare i PUT con precise connotazioni di risparmio energetico e di riduzione dell'impatto ambientale.

Dei diversi risultati del Progetto "In.PUT" sono rilevanti quelli che si riferiscono all'individuazione di una serie di indicatori capaci di monitorare l'impatto della mobilità urbana, includendo anche gli effetti energetici ed ambientali, che, confrontati con i limiti ammissibili prefissati per ciascuna zona, danno una chiara indicazione della situazione presente e possono essere usati per attivare tempestivamente gli interventi più opportuni in caso di anomalie. Inoltre, per procedere ad una stesura efficace dei PUT, il Progetto In.PUT ha cercato di affrontare il problema del traffico in modo da pervenire ad una conoscenza quantitativa delle sue implicazioni e di valutare le possibili opzioni sulla base di opportuni indicatori.

La scelta degli indicatori è chiaramente indispensabile per una valutazione quantitativa della mobilità sostenibile, ma deve essere integrata con un'ulteriore funzione spazio-temporale, capace di indicare per ogni indicatore prescelto la relativa capacità limite. Questa funzione deve essere resa disponibile non solo per l'intero territorio urbano, ma anche per partizioni della città che hanno caratteristiche omogenee e devono soddisfare specifiche esigenze. Si è quindi proceduto ad individuare tali aree, partendo dalla suddivisione elementare delle zone censuarie e definendo i criteri per il loro accorpamento in zone di traffico ed infine in isole ambientali. Tutto ciò tenendo ben presente la normativa già disponibile, a cui sono stati aggiunti gli elementi necessari per una coerente effettuazione di tale processo.

In Tabella 4.1 viene riportata una breve descrizione degli indicatori. Quanto indicato dà anche un facile esempio di come gli investimenti fatti in precedenza a Terni, per realizzare sistemi telematici integrati per la gestione della mobilità, possano rendere molto più efficaci ed economiche le fasi di monitoraggio ed analisi degli indicatori, che, oltre ad essere in gran parte automatizzate, possono essere configurate semplicemente sulla base di nuove esigenze. Le definizioni degli indicatori riportati in tabella è stata fatta suddividendo le grandezze in insiemi in dipendenza della tipologia di calcolo che viene effettuato.

Tabella A.1: Elementi di dettaglio per gli indicatori a breve costante di tempo

Indicatore	Unità di misura	Descrizione
Spostamenti Generati	adimensionale	Numero di spostamenti che sono prodotto nell'isola ambientale
Spostamenti Attratti	adimensionale	Numero di spostamenti che si indirizzano verso l'isola ambientale
Lunghezza Generati	adimensionale	Lunghezza media di ciascun spostamento generato nell'isola
Lunghezza Attratti	adimensionale	Lunghezza media di ciascun spostamento attratto dall'isola
Tempi Generati	Minuti	Tempo medio per ciascun spostamento generato nell'isola
Tempi Attratti	Minuti	Tempo medio per ciascun spostamento attratto dall'isola
Rapporto di congestione	adimensionale	Rapporto tra flusso veicolare e capacità mediato su ciascuna isola
Velocità media	Km/h	Velocità veicolare mediata su ciascuna isola
Consumo lineare	l/km	Consumo per unità di lunghezza mediato su ciascuna isola
Densità di consumo	l/km ²	Consumo totale rapportato all'area di ciascuna isola
Emissione di NO _x	g/km	Emissione di NO _x per unità di lunghezza mediata su ciascuna isola
Densità di Emissione di NO _x	g/km ²	Emissione di NO _x totale rapportata all'area di ciascuna isola
Emissione di CO	g/km	Emissione di CO per unità di lunghezza mediata su ciascuna isola
Densità di Emissione di CO	g/km ²	Emissione di CO totale rapportata all'area di ciascuna isola
Rumore	dB	Livello medio di rumore per ciascuna isola

Per ognuno degli indicatori e per ogni isola ambientale esistono due livelli di confronto definiti come soglie di attenzione e di allarme, con cui il supervisore automaticamente confronta i valori calcolati evidenziando immediatamente l'insorgere di una condizione anormale, come verrà esemplificato più avanti.

Lo studio degli indicatori è stato effettuato anche tenendo conto delle dinamiche dei processi che li determinano, per cui sono state individuate due classi di indicatori, caratterizzate da costante di tempo rispettivamente breve e lunga. Alla prima classe fanno capo tutti gli indicatori la cui determinazione può essere ottenuta in tempo reale, allorquando opportuni sistemi telematici sono disponibili nella città, mentre i secondi sono necessariamente ottenuti da indagini. Nella prima classe sono contenuti gli indicatori che servono per la gestione ordinaria del traffico e afferiscono sia alle esigenze di mobilità (numero di spostamenti generati ed attratti, lunghezza relativa, ecc.), sia agli impatti prodotti (rapporto di congestione, consumi, emissione di inquinanti, rumore, ecc.).

Un simile sistema di indicatori può costituire la base per ulteriori estensioni dell'adozione di un approccio sistemico per tutte le fasi di progettazione e sviluppo del tessuto urbano. Ad esempio, modelli di analisi e previsione, collegati ad archivi di dati sempre aggiornati, potrebbero essere estremamente utili per la redazione e/o le modifiche dei Piani Regolatori comunali e per verificare che le soluzioni urbanistiche previste si armonizzino realmente sia con i bisogni della cittadinanza, sia con provvedimenti che investono campi collaterali.

Bibliografia

Riferimenti bibliografici

ACI (2001), "Osservatorio sulla mobilità 2001" - Roma

ANFIA (2001), "I costi e i benefici esterni del trasporto" - Torino

ANPA (2000), "Le emissioni da trasporto stradale" - Roma

ASSTRA, Federtrasporto, ANAV, ANFIA, ISFORT (2001), "TPL 2000 – Monitoraggio dello sviluppo del trasporto pubblico locale" - Roma

Bologna G. (a cura di) (2000), "Italia capace di futuro" – Editrice Missionaria Italiana, Bologna

Brown L.R., Flavin C., French H. (2001), "State of the World 2001 – Stato del pianeta e sostenibilità" – Worldwatch Institute - Edizioni Ambiente, Milano

CENSIS (2001), "35° Rapporto annuale sulla situazione sociale del Paese" - Roma

Commission of the European Communities (1992), "Towards sustainability: A European Community programme of policy and action in relation to the environment and sustainable development" - Bruxelles

Commissione europea (1992), "Libro verde – Impatto dei trasporti sull'ambiente: una strategia comunitaria per uno sviluppo sostenibile dei trasporti nel pieno rispetto dell'ambiente" – COM(92)480

Commissione europea (1995), "Libro verde – Verso una corretta ed efficace determinazione dei prezzi nel settore dei trasporti: strategie d'intervento per l'internalizzazione dei costi esterni dei trasporti nell'Unione europea"

Commissione europea (1996), "Libro bianco – Strategia di rilancio delle ferrovie comunitarie" – COM(96)421, luglio 1996

Commissione europea (1997a), "Libro bianco sulla corretta tariffazione dell'uso delle infrastrutture: un approccio graduale verso un quadro di tariffazione comune delle infrastrutture di trasporto nell'Unione europea"

Commissione europea (1997b), "Programma d'azione sulla sicurezza stradale (1997-2001) dell'Unione europea"

Commissione europea (1998a), "Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento europeo, al Comitato economico e sociale e al Comitato delle regioni su: Politica comune dei trasporti - La mobilità sostenibile e le sue prospettive future"

Commissione europea (1998b), "Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento

europeo, al Comitato economico e sociale e al Comitato delle regioni su: *Sviluppare la rete dei cittadini*"

Commissione europea (1998c), *"Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento europeo, al Comitato economico e sociale e al Comitato delle regioni su: Trasporti e CO₂ - Sviluppare un approccio comunitario"* - COM/98/204 final

Commissione europea (1998d), *"Libro bianco – Pagamento commisurato all'uso dell'infrastruttura: approccio graduale a un quadro comune di fissazione degli oneri per l'infrastruttura di trasporto nell'Unione europea"* – COM(98)466, luglio 1998

Commissione europea (1999), *"Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento europeo, al Comitato economico e sociale e al Comitato delle regioni su: Coesione e trasporti"*

Commissione europea – Programma Auto Oil (1999), *"Auto Oil road transport base case"* - DRI

Commissione europea (2000a), *"Comunicazione sullo stato di avanzamento del Programma d'azione sulla sicurezza stradale (1997-2001) dell'Unione europea"*

Commissione europea (2000b), *"Libro verde – Verso una strategia europea di sicurezza dell'approvvigionamento energetico"*, COM (2000)769

Commissione europea (2001a), *"Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento europeo, al Comitato economico e sociale e al Comitato delle regioni su: Sesto programma di azione per l'ambiente della Comunità europea 'Ambiente 2010: il nostro futuro, la nostra scelta'"* - COM(2001)31 def.

Commissione europea (2001b), *"Libro bianco - La governance europea"* - COM(2001)428, luglio 2001

Commissione europea (2001c), *"Libro bianco – La politica europea dei trasporti fino al 2010: il momento delle scelte"* - COM(2001)370, settembre 2001

Consiglio dei ministri dei trasporti (2001), *Risoluzione su "Strategia per l'integrazione delle esigenze ambientali e dello sviluppo sostenibile nella politica dei trasporti"*

Consiglio europeo (1981), *"Decisione 81/462/CEE del Consiglio (G. U. L 171 del 27.6.81)"*

Decisione del Consiglio, del 23 marzo 1998, concernente la firma, da parte della Comunità europea, del protocollo della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici

Decisione del Parlamento europeo e del Consiglio, del 20 luglio 1998, relativa al riesame del programma comunitario di politica ed azione a favore dell'ambiente e di uno sviluppo sostenibile *"Verso uno sviluppo sostenibile"* (G. U. L 175 del 10.10.98)

European Commission (1996), *"European Sustainable Cities – Report by the Expert Group on the Urban Environment"*

European Commission (1999a), "Report on Environment and Integration Indicators to Helsinki Summit", SEC 1942

European Commission (2001), "A sustainable Europe for a Better world: a European Union strategy for sustainable development" – COM (2001) 264 final. Communication from the Commission (Commission's proposal to the Gothenburg European Council)...

European Environment Agency (2000), "Are we moving in the right direction? – Indicators on transport and environment integration in the EU (TERM 2000)" – Copenhagen

European Environment Agency (2001), "TERM 2001 – Indicators tracking transport and environment integration in the European Union – Copenhagen

European Sustainable Cities and Town (1994), "Charter of European cities and towns towards sustainability (The "Aalborg Charter")"

European Union (1992), "Communication from the Commission: The future development of the common transport policy - A global approach to the construction of a Community framework for sustainable mobility", Supplement 3/93 to the Bulletin of the European Communities, drawn up on the basis of COM(1992) 494 final

European Union (1993), "Towards sustainability – A European Community programme of policy and action in relation to the environment and sustainable development", OJ No. C138/5, 17 May 1993

European Union (1996a), "Directive 96/62/EC of 27 September 1996 on ambient air quality assessment and management (Air quality framework directive), with its daughter directives"

European Union (1996b), "The citizens' network – Fulfilling the potential of public passenger transport in Europe", European Commission Green Paper

European Union (1997a), Communication from the Commission: Promoting road safety in the European Union: the programme for 1997-2001", COM (1997) 131 final of 9 April 1997

European Union (1997b), "Council Directive 97/11/EC of 3 March 1997 amending Directive 85/337/EEC on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment"

European Union (1998a), "Communication from the Commission: A strategy for integrating environment into EU policies", Cardiff, June 1998, COM(1998) 333 final of 27 May 1998

European Union (1998b), "Conclusions of the European Council, Cardiff, June 1998

European Union (1998c), "The common transport policy – Sustainable mobility: Perspectives for the future", COM(1998) 333 final of 25 May 1998

European Union (1998d), "Conclusions of the joint Transport and Environment Council", Luxembourg, June 1998

Federtrasporto (1995), "Bollettino economico sul settore dei trasporti - N. 4 - L'Italia e la politica comune dei trasporti"

Federtrasporto (2001a), "Indagine congiunturale sul settore dei trasporti - N. 11 - Il semestre 2000" - Roma

Federtrasporto (2001b), "Indagine congiunturale sul settore dei trasporti - N. 12 - I semestre 2001" - Roma

Federtrasporto (2001c), "Terra Mare Cielo - n. 34" - Roma

Ferrovie dello Stato / Amici della Terra (2000), "I costi ambientali e sociali dei trasporti in Italia - Produzione, esercizio e smaltimento dei veicoli (Terzo rapporto)" - Roma

Finnish Ministry of the Environment and Ministry of Transport and Communications (2001), "Transport planning: does the influence of strategic environmental assessment (integrated assessment reach decision making? - Final report of a workshop"

Garaguso G. C., Marchisio S. (1993), "Rio 1992: Vertice per la Terra" - CNR, Centro di studi e ricerca sulla comunità internazionale - Franco Angeli, Milano

Hedkvist Petersen E. (2001), "Rapporto sulla Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento europeo, al Comitato economico e sociale e al Comitato delle regioni su: Le priorità della sicurezza stradale nell'Unione europea - Relazione di avanzamento e classificazione delle azioni (COM(2000)125 - C5-0248/2000 - 2000/2136(COS)), adottato dal Parlamento europeo il 18 gennaio 2001"

IIASA (1999), "Explanatory Memorandum to proposals for national emission ceilings and a directive relating to ozone in ambient air"

Ilacqua M., Contaldi M. (2001), "Analisi dei fattori di emissione di CO2 dal settore dei trasporti" - ANPA, Roma

INFRAS Zurich, IWW, University of Karlsruhe (2000), "External costs of transport (accidents, environmental and congestion costs) in Western Europe"

International Energy Agency (2000), "World Energy Outlook 2000"

ISTAT (2001), "Statistiche dei trasporti - Anno 1999" - Roma

Legambiente (2001a), "Ambiente Italia 2001 - La salute ambientale delle città. 100 indicatori sullo stato del paese" - Edizioni Ambiente, Milano

Legambiente (2001b), "I trasporti per un futuro sostenibile - Gli scenari in Italia dopo l'approvazione della Legge Obiettivo" - Roma

Marchisio S., Raspadori F., Maneggia A. (1998), "Rio cinque anni dopo" - CNR, Istituto di studi giuridici sulla comunità internazionale - Franco Angeli, Milano

Mattucci A., Valentini M. P. (2001), "Uso di indicatori nelle valutazioni ambientali dei sistemi di trasporto" (in: Rivista ENEA)

Ministero dei trasporti e della navigazione (2001), "Conto nazionale dei trasporti – Anno 2000" – Roma

Ministero dei trasporti e della navigazione, Ministero dei lavori pubblici, Ministero dell'ambiente (2001), "Piano generale dei trasporti e della logistica"

Ministero dell'ambiente (1993), "Piano nazionale per lo sviluppo sostenibile in attuazione dell'Agenda 21" – Roma

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio (2001), "Strategie d'azione ambientale per uno sviluppo sostenibile in Italia"

Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato (1999), "Bilancio energetico nazionale – 1998"

Organisation for Economic Co-operation and Development / European Conference of Ministers of Transport (1995), "Urban Travel and Sustainable Development" – Paris

Organisation for Economic Co-operation and Development (1999a), "Environment and transport: synthesis of OECD work on environment and transport and survey of related OECD, IEA and ECMT activities" – Paris

Organisation for Economic Co-operation and Development (1999b), "Indicators for the integration of environmental concerns into transport policies" – Paris

Organisation for Economic Co-operation and Development (2000a), "Towards Sustainable Development – Indicators to Measure Progress – Rome Conference"

Organisation for Economic Co-operation and Development (2000b), "EST! Environmental Sustainable Transport – Guidelines" (presented on occasion of the International EST! Conference held in Vienna, October 2000)

Organisation for Economic Co-operation and Development (2000c), "EST! Environmentally Sustainable Transport – Synthesis Report" (presented on occasion of the International EST! Conference in Vienna, October 2000)

Pignatelli R. (1998), "La mobilità sostenibile – Iniziative, opzioni, priorità, sperimentazioni tecnologiche" (in: "L'amministrazione ferroviaria" – anno XXV, n. 12) – CAFI, Roma

Risoluzione del Consiglio e dei rappresentanti dei governi degli Stati membri, riuniti in sede di Consiglio, del 1° febbraio 1993, riguardante un programma comunitario di politica ed azione a favore dell'ambiente e di uno sviluppo sostenibile (G. U. C 138 del 17.5.93)

Risoluzione del Parlamento europeo in materia di politica per l'ambiente e uno sviluppo sostenibile: preparazione del Consiglio europeo di Göteborg (2000/2322(INI)) – Documento di seduta finale A5-0171/2001 del 15 maggio 2001, Commissione per l'ambiente, la sanità pubblica e la politica dei consumatori

Seethaler R. (1999), "Health costs due to road traffic-related air pollution: an impact assessment project of Austria, France and Switzerland", preparato per la WHO Ministerial Conference on Environment and Health – London

Surface Transportation Policy Project (1998), "An Analysis of the Relationship Between Highway Expansion and Congestion in Metropolitan Areas: Lessons from the 15-year Texas Transportation Institute Study" – Washington, DC

United Nations (1992), "Framework Convention on Climate Change" – New York

United Nations (1997), "Kyoto Protocol to the Framework Convention on Climate Change"

United Nations Conference on Environment and Development (1992), "Agenda 21: Programme of action for sustainable development"

United Nations Economic Commission for Europe (1979), "Convention on long-range transboundary air pollution and its protocols"

United Nations Economic Commission for Europe (1991), "Convention on environmental impact assessment in transboundary context (Espoo Convention)"

United Nations Economic Commission for Europe (1997), "The Vienna Declaration and the Programme of Joint Action adopted by the UN/ECE Regional Conference on Transport and the Environment at the Ministerial Level"

United Nations Economic Commission for Europe (1998), "Convention on access to information, public participation in decision-making and access to justice in environmental matters (Arhus Convention)"

United Nations Economic Commission for Europe (2001), "Report of the fourth session of the joint meeting on transport and the environment (6 June 2001)"

United Nations Economic Commission for Europe / World Health Organisation – Regional Office for Europe (2001), "Overview of instruments relevant to transport, environment and health and recommendations for further steps – Synthesis report"

United Nations Environment Programme (1985), "Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer"

United Nations Environment Programme (1987), "Montreal Protocol on substances that deplete the ozone layer" and adjustments adopted in London (1990), Copenhagen (1992), Vienna (1995) and Montreal (1997)

United Nations Environment Programme (2001), "The role of the transport sector in environmental protection – Background Paper No. 15" – Submission to the Ninth Session of the Commission on Sustainable Development (New York, April 2001)

United Nations Population Fund (2001), "Footprints and Milestones: Population and Environmental Change - State of World Population 2001 report"

World Business Council for Sustainable Development (2001), "Mobility 2001 – World mobility at the end of the twentieth century and its sustainability" – Geneva

World Commission on Environment and Development (1987), "Our Common Future" - Oxford University Press, Oxford

World Conservation Union, United Nations Environment Programme, World Wildlife Fund (1991), "Caring for the Earth: a strategy for sustainable living" - Gland

World Health Organisation (1995), "Concerning for Europe's Tomorrow"

World Health Organisation – United Nations Economic Committee for Europe (2001), "Overview of instruments relevant to transport, environment and health and recommendations for further steps – Synthesis report" - Geneva

World Health Organisation (1999), "Charter on Transport, Environment and Health"

World Health Organisation – United Nations Economic Committee for Europe (2001), "Overview of instruments relevant to transport, environment and health and recommendations for further steps – Synthesis report" - Geneva

WWF e Legambiente (1998), "Ambiente e politica dei trasporti" - Edizioni Ambiente, Milano

WWF, WCMC-UNEP, Redefining Progress, Centre for Sustainability Studies (2000), "Living Planet Report 2000" – WWF International

WWF (2001), "DDL A. S. n. 669, "Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello stato" – Osservazioni del WWF Italia - Una Finanziaria per le opere pubbliche strategiche e per la difesa"

Elenco normative italiane citate¹³:

Decreto 27 marzo 1998 del Ministero dell'ambiente – "Mobilità sostenibile nelle aree urbane" (G. U. n. 179 del 3.8.98)

Decreto 7 luglio 2000 del Ministero dei trasporti e della navigazione – "Atto d'indirizzo per l'avvio e la negoziazione di accordi di traffico aereo con Paesi terzi" (G.U. n. 230 del 2.10.00)

Decreto 14 novembre 2000 del Ministero dei trasporti e della navigazione – "Determinazione dei diritti aeroportuali" (G.U. n. 36 del 13.2.01)

Decreto 20 dicembre 2000 del Ministero dell'ambiente – "Finanziamenti ai comuni per il governo della domanda di mobilità (mobility management)" (G.U. n. 80 del 5.4.01)

Decreto 20 dicembre 2000 del Ministero dell'ambiente – "Incentivi ai comuni per il programma nazionale car sharing" (G.U. n. 80 del 5.4.01)

¹³Un elenco esaustivo delle fonti normative nei trasporti è riportato in appendice al CNT, anno 1999

Decreto 22 dicembre 2000 del Ministero dei trasporti e della navigazione – “Procedure in materia di sistemi di trasporto rapido di massa ai sensi della legge 26 febbraio 1992, n. 211” (G.U. n. 8 dell’11.1.01)

Decreto 22 dicembre 2000 del Ministero dell’ambiente – “Finanziamento ai comuni per la realizzazione di politiche radicali ed interventi integrati per la mobilità sostenibile nelle aree urbane” (G.U. n. 80 del 5.4.01)

Decreto 5 gennaio 2001 del Ministero dei trasporti e della navigazione – “Modificazioni al decreto 3 marzo 2000, concernente la ripartizione del traffico aereo sul sistema aeroportuale di Milano” (G.U. n. 14 del 18.1.01)

Decreto 15 febbraio 2001 del Ministero dei trasporti e della navigazione – “Recepimento della direttiva comunitaria n. 92/106/CEE del 7 dicembre 1992, relativa alla fissazione di norme comuni per taluni trasporti combinati di merci fra Stati membri” (G.U. n. 65 del 19.3.01)

Decreto 19 marzo 2001 del Ministero delle finanze – “Variazione dell’importo della riduzione dell’accisa sul gasolio per uso autotrazione di cui all’art. 1 del decreto legge n. 265 del 2000” (G.U. n. 70 del 24.3.01)

Decreto 27 marzo 2001 del Ministero dei trasporti e della navigazione – “Adeguamento delle tariffe obbligatorie per i trasporti di merci su strada per conto di terzi eseguiti sul territorio nazionale e conferma del regime e dei valori previsti dall’art. 3 del DM 9.3.1990 in materia di sconti tariffari relativamente ai contratti particolari” (G.U. n. 77 del 2.4.01)

Decreto 19 aprile 2001 dell’Agenzia del demanio – “Rideterminazione dei canoni di concessione dovuti dalle società di gestione aeroportuale ai sensi dell’art. 2, comma 188, della legge 23 dicembre 1996, n. 662” (G.U. n. 99 del 30.4.01)

Decreto 25 luglio 2001 del Ministero dell’ambiente – “Indizione della campagna <Giornate ecologiche 2001>”

Decreto n. 375 del 5 settembre 2001 del Ministero dell’ambiente - “Campagna <Giornate ecologiche 2001>”

Decreto n. 692 del 3.12.01 del Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio – “Campagna <Giornate ecologiche 2001>” (in corso di registrazione presso gli organi di controllo)

Decreto legislativo n. 422 del 19 novembre 1997 – “Conferimento alle regioni ed agli enti locali di funzioni e compiti in materia di trasporto pubblico locale, a norma dell’articolo 4, comma 4, della legge 15 marzo 1997, n.59” (G. U. n. 287 del 10.12.97)

Decreto legislativo n. 400 del 20 settembre 1999 – “Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 novembre 1997, n. 422, recante conferimento alle regioni ed agli enti locali di funzioni e compiti in materia di trasporto pubblico locale” (G. U. n. 259 del 4.11.99)

Decreto legislativo 22 dicembre 2000, n. 395 – “Attuazione della direttiva del Consiglio dell’Unione Europea n. 98/76/CE del 1° ottobre 1998 modificativa della direttiva n. 96/26 CE del 29 aprile 1996 riguardante l’accesso alla professione di trasportatore su strada di merci e di viaggiatori, nonché il riconoscimento reciproco di diplomi, certificati e altri titoli allo sco-

po di favorire l'esercizio della libertà di stabilimento di detti trasportatori nel settore dei trasporti nazionali ed internazionali" (Supplemento ordinario alla G.U. n. 303 del 30.12.00)

Deliberazione CIPE n. 211 del 3 dicembre 1997 – "Approvazione delle linee generali della <Seconda comunicazione nazionale alla convenzione sui cambiamenti climatici>"

Deliberazione CIPE del 19 novembre 1998 - "Linee guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni di gas serra"

Deliberazione CIPE 21 dicembre 2000, n. 148 – "Costituzione di un tavolo interministeriale di consultazione e di coordinamento sui servizi di logistica e l'internalizzazione del sistema delle imprese" (G.U. n. 72 del 27.3.01)

Deliberazione CIPE 1° febbraio 2001, n. 1 – "Piano generale dei trasporti e della logistica" (G.U. n. 54 del 6.3.01)

Deliberazione CIPE 4 aprile 2001, n. 44 – "Contratto di programma 2001-2005 tra il Ministero dei trasporti e della navigazione e le Ferrovie dello Stato S.p.A." (G.U. n. 102 del 4.5.01)

Deliberazione del Comitato centrale per l'albo nazionale delle persone fisiche e giuridiche che esercitano l'autotrasporto di cose per conto di terzi del 20 dicembre 2000, n. 18 – "Riduzione dei pedaggi autostradali a favore delle imprese italiane e comunitarie di autotrasporto per la realizzazione di interventi volti a favorire il miglioramento della protezione ambientale e della sicurezza della circolazione" (G.U. n. 19 del 24.1.01)

Direttiva 7 luglio 2000 del Ministero dei trasporti e della navigazione – "Atto di indirizzo per l'affidamento di servizi aerei per destinazioni esterne all'Unione europea relativo a istanze presentate da compagnie aeree" (G.U. n. 117 del 22.5.01)

Direttiva 30 novembre 2000 del Ministero dei trasporti, n. 141 – "Affidamento all'ENAC, per via provvisoria, per tre anni la gestione totale di alcuni aeroporti attualmente in gestione parziale"

Direttiva 13 marzo 2001 del Ministero dei trasporti e della navigazione – "Direttiva concernente l'affidamento di servizi aerei per destinazioni esterne all'Unione europea" (G.U. n. 118 del 23.5.01)

Disegno di legge: "Delega al Governo in materia di infrastrutture ed insediamenti industriali strategici e altri interventi per il rilancio delle attività produttive (28.6.01)

"Documento di programmazione economica e finanziaria 2002-2006", deliberato dal Consiglio dei ministri nel luglio 2001

DPCM 12 ottobre 2000 – "Individuazione dei beni e delle risorse finanziarie, umane, strumentali e organizzative da trasferire alle regioni ed agli enti locali per l'esercizio delle funzioni e dei compiti amministrativi di cui agli articoli 99 e 101 del decreto legislativo 31 marzo 1998, n.112, in materia di viabilità" (Supplemento ordinario alla G.U. n. 303 del 30.12.00)

DPCM 16 novembre 2000 – "Individuazione e trasferimento alle regioni delle risorse per l'esercizio delle funzioni e dei compiti conferite ai sensi degli articoli 9 e 12 del decreto

legislativo 19 novembre 1997, n. 422, in materia di trasporto pubblico locale” (Supplemento ordinario alla G.U. n. 303 del 30.12.00)

DPR 26 marzo 2001, n. 177 – “Regolamento di organizzazione del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti” (Supplemento ordinario alla G.U. n. 114 del 18.5.01)

Fondi Strutturali 2000-2006 - Programma Operativo Nazionale Trasporti (approvato in data 14.9.2001 e in attesa di notifica)

Legge n. 454 del 23 dicembre 1997 – “Interventi per la ristrutturazione dell’autotrasporto e lo sviluppo dell’intermodalità” (G. U. del 31.12.97)

Legge n. 194 del 18 giugno 1998 – “Interventi nel settore dei trasporti” (G. U. n. 146 del 25.6.98)

Legge 23 dicembre 2000, n. 388 – “Disposizione per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge finanziaria 2001)” (supplemento ordinario alla G.U. n. 302 del 29.12.00)

Legge 5 marzo 2001, n. 57 – “Disposizioni in materia di apertura e regolazione dei mercati”

Legge 7 marzo 2001, n. 51 – “Disposizioni per la prevenzione dell’inquinamento derivante dal trasporto marittimo di idrocarburi e per il controllo del traffico marittimo” (G.U. n. 61 del 4.3.01)

Legge 16 marzo 2001, n. 88 – “Nuove disposizioni in materia di investimenti nelle imprese marittime” (G.U. n. 78 del 3.4.01)

Testo di legge costituzionale recante “Modifiche al titolo V della parte seconda della Costituzione” (G.U. n. 59 del 12.3.01)

