



per le proprie vacanze. Le città d'arte subiscono rilevanti impatti ambientali dovuti alle elevate presenze turistiche che si sommano a quelli tipici degli ambienti urbani, anche se i dati mostrano che le presenze si distribuiscono su più mesi dell'anno. Venezia registra quasi 4 milioni di turisti, sugli 8 totali del Veneto; Firenze, circa 3 milioni sui 7 della Toscana; Roma polarizza la quasi totalità del flusso turistico laziale (circa 6,5 milioni); Napoli, più di 2 milioni di turisti sui 3,7 della Campania. Queste città, infatti, costituiscono il cosiddetto "Gran Tour" e rappresentano uno dei prodotti turistici italiani da più tempo pubblicizzato a livello mondiale dalle agenzie private e dagli operatori pubblici quali l'Ente Nazionale Italiano per il Turismo (ENIT).

Per comprendere meglio l'impatto del turismo anche sul paesaggio è importante conoscere come si distribuiscono i turisti nelle macro-aree e nelle regioni. Secondo l'ISTAT, nel 1999 gli arrivi nel complesso degli esercizi ricettivi in Italia sono aumentati del 2,7% e le presenze del 3,4% rispetto al 1998.

Le presenze negli esercizi alberghieri sono cresciute ovunque ad eccezione del Nord-Ovest che, come si vede nella figura 4, ha avuto un calo. Una diminu-

zione particolarmente pronunciata si è registrata in Valle d'Aosta, a causa dell'incendio nel tunnel del Monte Bianco che ha fatto diminuire consistentemente il flusso di turisti dall'estero. L'incremento maggiore, invece, si è registrato nel Mezzogiorno, sud e isole insieme +5,6 %, in particolare Calabria, Puglia, Sicilia, Sardegna; mentre l'Umbria ha recuperato rispetto al calo subito in conseguenza del terremoto, grazie alla celere azione di ricostruzione e al Giubileo.

Il turismo richiede una serie di infrastrutture che lo rendano accessibile e desiderabile per il turista. La tabella 4 mostra come il maggior numero di strutture ricettive sia collocato nel Nord-Est, soprattutto gli alberghi. Le altre tipologie di strutture ricettive complementari rappresentano l'ossatura della ricezione nel Centro, mentre il Sud e le isole sono relativamente sguarniti di tali impianti.

Le diverse strutture, alberghi ed esercizi complementari, ovvero campeggi, villaggi turistici, alloggi privati ufficialmente registrati, ostelli, rifugi alpini, case per ferie, indicano diverse destinazioni di marketing turistico, oltre che diverse utilizzazioni del territorio. Alcune di queste tipologie

hanno mostrato incrementi sostenuti, ad esempio le case per ferie (+13%) rispetto al 1997, mentre la crescita turistica che si riscontra nelle diverse stagioni turistiche è in massima parte dovuta all'aumento delle strutture agro-turistiche, che registrano un incremento sia di impianti che di presenze. Tra gli impianti turistici, oltre alle strutture turistiche di accoglienza, vanno citati altri impianti tra i quali quelle strutture collaterali che, in alcuni casi, possono diventare il motivo principale di attrazione. Si pensi agli impianti di risalita in montagna, che costituiscono indubbiamente una preziosa fonte di reddito per la popolazione locale, ma anche strutture a forte impatto ambientale paesaggistico.

La tabella 5 mostra la quantità di impianti montani per tipologia e la dimensione del flusso di passeggeri utenti degli stessi.

Nel 1995 sono stati 5,5 milioni i turisti della montagna, e nel solo periodo dicembre 1995, marzo 1996 i turisti della neve sono stati 3,5 milioni. La quantità di impianti e di turisti evidenzia dunque un impatto ambientale rilevante per le aree montane, dovuto sia ai carichi della stagione sciistica

TABELLA 5

Impianti turistici alpini e montani e loro utilizzazione, 1980 e 1998

	1980	1998
	n. impianti	
funivie	138	96
sciovie	1.881	1.627
monofuni	474	803
totale	2.493	2.526
	passeggeri, milioni	
funivie	29,6	17
sciovie	173,2	207
monofuni	50,7	215
totale	253,5	439

FONTE: Ministero dei trasporti, Conto Nazionale trasporti, 1999.

**TABELLA 6** Rapporto tra: arrivi-popolazione e arrivi-superficie (km²) per provincia marina, 1998

Provincia	Centro-Nord			Provincia	Sud-Isole		
	arrivi/ popolazione	arrivi/ superficie	arrivi 1998		arrivi/ popolazione	arrivi/ superficie	arrivi 1998
Rovigo	21,6	31,8	5.263.661	Chieti	0,5	0,7	185.323
Gorizia	0,2	0,7	160.878	Pescara	0,9	2,1	255.010
Venezia	2,1	6,3	294.497	Teramo	1,3	1,9	369.468
Trieste	0,9	10,7	226.943	Campobasso	0,5	0,4	126.209
Udine	1,7	1,8	880.547	Caserta	0,2	0,8	203.581
Genova	1,1	5,6	1.030.216	Napoli	0,8	21,3	2.496.269
Imperia	3,8	7,0	813.454	Salerno	1,2	2,7	1.344.835
La Spezia	1,9	4,7	413.656	Bari	0,2	0,6	332.694
Savona	4,0	7,4	1.130.826	Brindisi	0,4	0,9	171.733
Ferrara	1,0	1,3	340.286	Foggia	0,9	0,9	605.675
Forlì	1,9	2,9	673.194	Lecce	0,4	1,1	316.843
Ravenna	2,6	4,9	914.447	Taranto	0,2	0,6	141.423
Rimini	8,7	43,9	2.345.109	Matera	0,5	0,3	110.493
Grosseto	3,3	1,6	719.713	Potenza	0,4	0,3	166.090
Livorno	3,2	8,7	1.055.850	Catanzaro	0,5	0,7	177.255
Lucca	1,9	4,1	721.923	Cosenza	0,5	0,5	343.431
Massa	1,0	1,8	208.357	Crotone	0,5	0,5	93.952
Pisa	1,4	1,1	540.674	Reggio Calabria	0,3	0,5	158.932
Ancona	1,4	3,3	638.435	Vibo Valenzia	0,9	1,4	154.699
Ascoli Piceno	1,2	2,1	441.897	Agrigento	0,8	1,3	381.222
Macerata	0,5	0,6	165.302	Caltanissetta	0,2	0,2	44.580
Pesaro	1,5	1,7	501.108	Catania	0,5	1,4	499.757
Latina	0,9	2,1	481.099	Messina	1,2	2,5	843.991
Roma	1,8	12,8	6.864.808	Palermo	0,7	1,8	914.920
Viterbo	0,6	0,3	183.971	Ragusa	0,5	0,9	149.284
				Siracusa	0,7	1,3	283.347
				Trapani	0,6	1,1	258.529
				Cagliari	0,7	0,7	505.156
				Nuoro	0,8	0,3	224.977
				Oristano	0,5	0,3	72.153
				Sassari	1,7	1,1	786.457

FONTE: Elaborazione ENEA su dati ISTAT, 1998.

TABELLA 7 Rapporto tra arrivi/km² di costa e arrivi/km² di costa balneabile per area geografica, 1998

Area geografica	arrivi/km ² di costa	arrivi/km ² di costa balneabile
Centro-Nord	14.659	20.448
Sud-Isole	5.731	7.025

FONTE: Elaborazione ENEA su dati ISTAT, 1998.



che di quella estiva. L'altra tipologia di paesaggio caratteristica della Penisola, le coste, sono una delle mete preferite dai turisti, il cui impatto ambientale si aggiunge a quello già elevato dato dalla concentrazione di attività produttive e popolazione residente. Le coste e l'ecosistema marino sopportano un ulteriore impatto ambientale originato dalle strutture portuali turistiche, distribuite in circa tre porti per provincia marina, per un totale di 145 porti censiti. Tali strutture in alcuni casi, non essendo state adeguatamente progettate, hanno modificato la morfologia della costa emersa, i fondali e le correnti marine. Inoltre, a seguito di alcuni Decreti Legislativi, si prevedono nei prossimi anni importanti progetti di costruzione e/o ampliamento: ad ottobre 1999, erano 29 le strutture autorizzate e 32 le conferenze di servizio in corso di svolgimento. Sono 56 le province che hanno territori costieri, di queste solo 25 sono al Nord e ben 31 al Sud. In queste province i rapporti tra arrivi e popolazione mostrano punte di 21 turisti per abitante, ed un valore medio al Nord di 2,8 arrivi per abitante, contro una media di 0,6 turisti per abitante al Sud. Un ulteriore indice di impatto sull'ambiente costiero è dato dal rapporto tra arrivi e chilometri di coste, totali e balenabili, che nel caso del Centro è circa il triplo rispetto al Sud (vedi tabella 7).

Turismo e sostenibilità

Pochi altri settori, oltre il turismo, mostrano in modo altrettanto evidente la necessità di conciliare sviluppo e ambiente. Un ambiente degradato infatti, sia che si tratti della qualità dell'acqua o dell'integrità del paesaggio, riduce la propria attrazione turistica. Al contrario, un patrimonio naturale e culturale intatto e valorizzato è una risorsa basilare per il turismo. La dinamica economica del settore, la soddisfazione del turista e la tutela del patrimonio naturale e culturale sono quindi indissociabili. Infatti la leva che "innesca" qualsiasi processo di sviluppo turistico è evidentemente costituita dalle attrazioni, in assenza delle quali non sarebbe possibile attirare visi-

tatori in una certa destinazione. Tale constatazione reca con sé alcune rilevanti implicazioni: la prima è che il turismo, per lo meno nella sua accezione di turismo di vacanza, trae molto spesso la sua ragion d'essere dalla presenza di risorse territoriali (ambientali o culturali); la seconda è che tali attività hanno inevitabilmente un impatto fisico sulle risorse fruite. Come spesso accade, anche su questo tema i giudizi si dividono tra due estremi. Da una parte vi è chi sostiene che il turismo costituisce un incentivo al recupero dei beni storici e culturali e alla difesa delle risorse naturali, contribuendo tra l'altro a generare i mezzi economici per raggiungere tali obiettivi. Dall'altra vengono enfatizzati i problemi connessi allo sviluppo turistico quali traffico, congestione e inquinamento, se non addirittura la distruzione di sistemi ambientali e l'estinzione di forme di vita animali e vegetali. Esistono ragioni a supporto dell'una e dell'altra tesi. E' noto che fruizioni indiscriminate delle risorse territoriali hanno in taluni casi generato danni permanenti ad ecosistemi fragili, mentre forme di turismo controllato viceversa hanno stimolato la conservazione delle forme di vita animale e vegetale. L'interesse culturale ad esempio ha indotto l'UNESCO a costituire il "Patrimonio dell'Umanità" che di fatto rappresenta un'importante strumento di tutela dei siti storici e archeologici su tutto il pianeta. Si può affermare che il turismo favorisce la conservazione dell'ambiente in diversi modi:

- in maniera puntuale, attraverso la conservazione e il recupero dei beni storico-archeologici e naturali. Nei casi più interessanti, la conservazione non è finalizzata alla sola visita turistica, ma viene accompagnata da un attivo utilizzo economico delle risorse territoriali;
- a livello di intere aree geografiche, favorendo la riqualificazione e il rilancio di territori altrimenti condannati al graduale abbandono e degrado da parte delle comunità locali. In regioni come il Trentino o la Toscana sono diversi i territori dove la fruizione turistica ha decisamente invertito una spirale di declino che solo trent'anni fa appariva inesorabile. Numerosi sono inoltre i progetti, finanziati dal programma di iniziativa comunitaria "Leader", dove lo sviluppo delle aree rurali passa attraverso la

valorizzazione a fini turistici di prodotti, tradizioni e mestieri tipici locali;

- in termini più generali, attraverso le attività di programmazione che sono comunque necessarie ai fini dello sviluppo turistico. Considerato che il turismo è un sistema economico complesso, il cui successo deriva dalla contemporanea e coerente crescita di attività connesse al settore pubblico e privato, la necessità di programmare il suo sviluppo è ormai pienamente riconosciuta. Altrettanto lo è la necessità di preservare nel tempo le risorse su cui esso basa la propria ricchezza. Il concetto di turismo sostenibile, cui si associano valutazioni relative alla capacità di carico e agli impatti socio-ambientali degli investimenti, è pienamente condiviso da enti quali l'Organizzazione Mondiale per il Turismo. In estrema sintesi è possibile affermare che se è vero che il turismo comporta comunque impatti sul sistema socio-ambientale di una destinazione, non è possibile affermare a priori che tali impatti siano necessariamente negativi. Come dimostrano numerosi esempi, in Italia e all'estero, il turismo è un fenomeno che può – e deve – essere gestito e controllato al fine di massimizzare i suoi potenziali benefici economici e occupazionali, evitando negative ricadute ambientali o sociali e garantendo nel contempo la conservazione delle risorse turistiche per una continua fruizione nel tempo. Le destinazioni che hanno perseguito uno sviluppo turistico basato su un'attenta programmazione non solo hanno conseguito tali benefici ma hanno anche favorito, in tale maniera, interventi di protezione e difesa del patrimonio storico, culturale e ambientale che viceversa avrebbero avuto meno probabilità di essere attuati.

L'attività di programmazione consente, infatti, di prevedere e misurare l'impatto ambientale sulle risorse territoriali e sul sistema delle infrastrutture e dei servizi, oltre che di verificare la capacità di carico e attivare azioni di delocalizzazione dei flussi turistici verso aree meno congestionate, contribuendo così allo sviluppo di zone arretrate economicamente. La programmazione assume quindi un significato strategico perché promuove lo sviluppo turistico indirizzandolo verso obiettivi di sostenibilità ambientale e di tutela delle risorse naturali.



SCHEDA 2

Esempi di attività turistiche programmate in un'ottica di sviluppo sostenibile

Da un'indagine ISTAT sull'attività alberghiera, realizzata nel periodo Pasqua 2000, si evince come ci siano già molti alberghi in Italia che pianificano la propria attività secondo la logica di un turismo sostenibile (tabella 1).

La tabella riporta le quote percentuali di esercizi alberghieri che adottano misure di protezione ambientale.

In media, più del 50% utilizza carta riciclata e prodotti per le pulizie biodegradabili, attua la raccolta differenziata o la riduzione dei rifiuti, effettua il cambio della biancheria su richiesta del cliente, usa pannelli e lampade a basso consumo, mentre circa il 30% fa uso di prodotti alimentari naturali. La quota di coloro che non adottano alcun comportamento di salvaguardia dell'ambiente è ridotta e vicina al 6%.

Il dettaglio territoriale mostra la minore sensibilità ambientale del Nord-Ovest, che fa registrare valori più bassi rispetto

alla media nazionale per tutte le azioni di salvaguardia ambientale, ad eccezione della raccolta differenziata. Nella stessa macro area si rileva la più alta percentuale di alberghi che non adottano alcuna misura di tutela (maggiore del 10%).

Il Nord-Est è caratterizzato da percentuali più alte della media per tutti i comportamenti di salvaguardia ambientale, con la sola eccezione dell'uso di pannelli solari e lampade a basso consumo. Simile è la situazione del Centro e del Mezzogiorno. Al Centro assumono un certo rilievo gli alberghi che adoperano pannelli solari e lampade a basso consumo e fanno uso di carta riciclata e prodotti per le pulizie biodegradabili. Nel Meridione molto superiore alla media è l'uso di prodotti naturali nei menù; la raccolta differenziata e la riduzione dei rifiuti, invece, fa registrare i valori più bassi.

TABELLA 1

Alberghi che adottano azioni/misure finalizzate alla salvaguardia dell'ambiente per ripartizione geografica (%), 2000

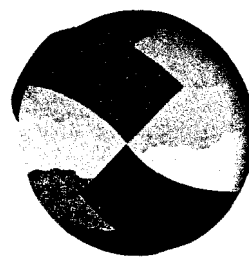
Area geografica	Uso di pannelli solari e lampade a basso consumo	Uso di carta riciclata e prodotti per le pulizie biodegradabili	Cambio della biancheria su richiesta del cliente	Uso di alimenti naturali	Raccolta differenziata e riduzione rifiuti	Altro	Nulla
Nord-Ovest	31,8	47,7	34,0	15,4	54,5	1,7	10,8
Nord-Est	34,6	56,1	48,2	36,4	65,5	3,2	4,2
Centro	59,2	61,0	49,5	17,2	45,8	0,7	9,4
Sud e Isole	44,6	45,8	46,6	43,0	30,3	4,2	3,6
Italia	41,2	53,8	45,5	29,2	53,1	2,5	6,6

FONTE: Elaborazione IRP su dati ISTAT, Indagine Multiscopo sulle famiglie, 1997.

GLI AMBITI E LE TEMATICHE AMBIENTALI

PAGINA BIANCA

L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO E I CAMBIAMENTI CLIMATICI



Il capitolo che segue è articolato in quattro parti corrispondenti ad altrettante problematiche afferenti ad un unico comparto ambientale: l'atmosfera. Le quattro problematiche sono nell'ordine:

- la qualità dell'aria;
- l'inquinamento transfrontaliero a lunga distanza;
- la riduzione dell'ozono stratosferico;
- i cambiamenti climatici.

Tutti questi aspetti sono connessi con le emissioni in atmosfera, di origine antropica o naturale, di inquinanti o di sostanze che, modificando la composizione dell'atmosfera, ne alterano i delicati e complessi equilibri.

Per quanto queste considerazioni generali giochino a favore di una trattazione integrata dei quattro temi, è opportuno segnalare le argomentazioni che sottolineano le notevoli specificità dei diversi fenomeni e che ne giustificano una trattazione separata.

In primo luogo la diversa scala spaziale: mentre gli aspetti connessi alla qualità dell'aria coinvolgono prevalentemente la scala locale, e segnatamente quella urbana, per l'inquinamento transfrontaliero a lunga distanza l'attenzione è centrata sui fenomeni di diffusione e trasporto di inquinanti che necessitano di una scala almeno continentale per caratterizzare in maniera appropriata i nessi di causa (sorgente) ed effetto (luogo dell'impatto). A maggior ragione i fenomeni cui ricondurre i cambiamenti cli-

matici e la riduzione dell'ozono stratosferico sono comprensibili e aggredibili soltanto con un approccio, analitico e predittivo, su scala planetaria. A tali schematizzazioni non sono peraltro riconducibili rilevanti eccezioni; è il caso dei fenomeni di inquinamento da ozono troposferico, complessa combinazione di cause su scala regionale (emissione e trasporto di inquinanti precursori) ed effetti locali (danni alla salute e alle colture). L'ozono troposferico è infatti un inquinante secondario, ossia non emesso da alcuna sorgente ma generato da reazioni che coinvolgono ossidi di azoto e composti organici volatili, i cosiddetti precursori, tramite processi chimici non lineari. Tale caratteristica rende complesse le politiche di riduzione delle emissioni in quanto la riduzione di una sola famiglia di precursori può portare ad un aumento e non ad una riduzione delle concentrazioni di ozono.

In secondo luogo la scala temporale: se i processi diffusivi nel caso della qualità dell'aria hanno un ordine di grandezza caratteristico di alcune ore o giorni, il problema dei cambiamenti climatici è caratterizzato da una scala temporale che, oltre a coinvolgere pesantemente le generazioni future nelle scelte attuali, non consente in molti casi una distinzione univoca tra i cicli climatici "naturali" e le modificazioni indotte dalle pressioni antropogeniche.

Da quanto detto risulta evidente la

notevole specificità delle singole tematiche trattate che richiedono peraltro competenze estremamente specialistiche.

Ciò nonostante, in particolare per quanto riguarda la predisposizione di misure di intervento realmente efficaci, l'approccio maggiormente consolidato è quello che tenta di integrare i diversi fenomeni che afferiscono al comparto atmosferico. Tale approccio si basa sulla constatazione che ogni singolo inquinante considerato, oltre ad interagire con altre sostanze, risulta come fattore causale in molteplici fenomeni di inquinamento, secondo uno schema definito "multi-inquinante, multi-effetti" riportato nello schema in figura 1. Intervenire abbattendo una singola sostanza può produrre in certi casi una sorta di positivo effetto moltiplicativo su più fronti ambientali.

Vale la pena sottolineare come tale effetto moltiplicativo valga non solo per gli inquinanti, ma anche per i settori cui sono imputabili pressioni sull'ambiente; intervenire su determinati settori strategici (es. trasporti, produzione di energia,...) consente di ottenere risultati positivi su più problematiche ambientali. Lo schema consente pertanto una migliore comprensione delle singole parti del capitolo evidenziando le forti interrelazioni tra i fenomeni considerati in termini sia di fattori pressione sia di impatti ambientali.



La qualità dell'aria

La qualità dell'aria è definita oggettivamente confrontando le concentrazioni misurate o stimate di alcuni inquinanti in atmosfera con valori di concentrazione riferiti ad un particolare intervallo temporale.

La normativa nazionale presenta cinque tipi di valori:

- i valori limite, per la salvaguardia della salute della popolazione, che valgono su tutto il territorio nazionale;
- i valori guida, che sono il riferimento di lungo termine per la protezione della salute e degli ecosistemi e possono riguardare zone cui si voglia imporre un regime particolare;
- livelli di attenzione e livelli di allarme, che si utilizzano nelle aree urbane e riguardano l'esposizione della popolazione;
- obiettivi di qualità, che sono rivolti alla protezione a lungo termine della

salute nelle aree urbane.

Ciascun parametro si riferisce ad un singolo inquinante, prescindendo dalla sorgente di inquinamento e viene individuato in base a considerazioni igienico-sanitarie con l'obiettivo di garantire il completo benessere degli individui ed, in particolare, dei gruppi più sensibili della popolazione (nel caso specifico bambini, anziani, persone con problemi respiratori e cardiovascolari). I valori previsti dalla normativa nazionale sono riassunti nella tabella 1.

Dalla definizione deriva che per uno stesso inquinante i valori di riferimento possono modificarsi nel tempo, in sintonia con il progresso delle ricerche mediche ed epidemiologiche. Accade poi che nuovi riferimenti normativi si aggiungano quando l'evoluzione dei processi produttivi o di combustione e l'introduzione di nuovi combustibili provochino emissioni consistenti di

sostanze non ancora considerate.

Nel corso di due decenni si è registrata una trasformazione nella percezione e nella preoccupazione del pubblico relativamente alla qualità dell'aria. Un gran numero di persone è consapevole dei pericoli connessi all'inquinamento atmosferico perché il fenomeno si è allargato ai centri urbani principalmente a causa del traffico. Gestire la qualità dell'aria comporta, quindi, l'assunzione di scelte complesse che non attengono solo alla sfera tecnica e che hanno necessità di strumenti di simulazione e di verifica per non incorrere in provvedimenti inefficaci o, peggio, controproducenti.

Emissioni di inquinanti in Italia

Le emissioni di sostanze inquinanti in atmosfera rappresentano il "fattore di pressione". Le sorgenti di emissione possono essere sia conseguenza delle

FIGURA 1

Schema "multi-inquinante, multi-effetti"

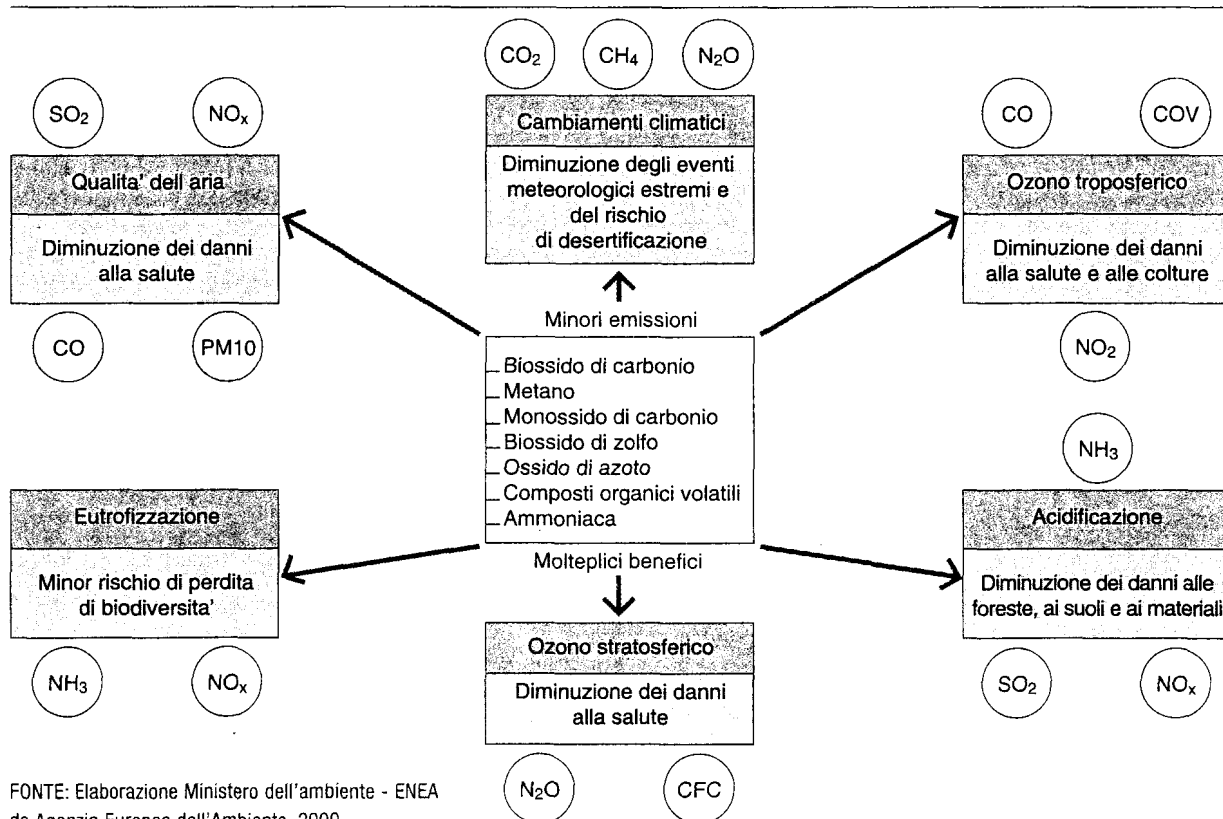




TABELLA 1

Limiti alle concentrazioni di inquinanti dell'aria previsti dalla normativa nazionale

Inquinante	Periodo di riferimento	Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tempo di mediazione dei dati	Commenti
Biossido di zolfo	anno (1 apr.-31 mar.)	80 (mediana) 250 (98° percentile) ⁽¹⁾	giorno	valore limite DPR 203/24.5. 1988
	semestre freddo (1 ott.-31 mar.)	130 (mediana)	giorno	valore limite DPR 203/24.5.1988
	anno (1 apr.-31 mar.)	40-60 (media aritmetica)	giorno	valore guida DPR 203/24.5.1988
	giorno	100-150	giorno	valore guida DPR 203/24.5.1988
	giorno	125 (attenzione) 250 (allarme)	giorno	livelli di attenzione e di allarme DM 25.11.1994
Particolato (gravimetrico)	anno	150 (media aritmetica) 300 (95° percentile)	giorno	limite massimo accettabilità DPCM 28.03.1983
	giorno	150 (attenzione) ⁽²⁾⁽³⁾ 300 (allarme) ⁽²⁾⁽³⁾	giorno	livelli di attenzione e di allarme DM 25.11.1994
Particolato (fumi neri)	anno (1 apr.-31 mar.)	40-60 (media aritmetica)	giorno	valore guida DPR 203/24.5.1988
	giorno	100-150 (media aritmetica)	giorno	valore guida DPR 203/24.5.1988
Biossido di azoto	anno (1 gen.-31 dic.)	200 (98° percentile)	ora	valore limite DPR 203/24.5.1988
	anno (1 gen.-31 dic.)	50 (mediana)	ora	valore guida DPR 203/24.5.1988
	anno (1 gen.-31 dic.)	135 (98° percentile)	ora	valore guida DPR 203/24.5.1988
	ora	200 (attenzione) 400 (allarme)	ora	livelli di attenzione e di allarme DM 25.11.1994
Ozono	ora	200 ⁽⁴⁾	ora	livelli di attenzione e di allarme DM 28.3.1983
	ora	180 (attenzione) ⁽⁵⁾ 360 (allarme) ⁽⁵⁾	ora	livelli di attenzione e di allarme DM 16.5.96
	8 ore	110 (media mobile trascinata)	ora	livello per la protezione della salute DM 16.5.96
	ora	200	ora	livello per la protezione della
	giorno	65	ora	vegetazione DM 16.5.96
Idrocarburi non metanici	3 ore	200 (media aritmetica) ⁽⁶⁾	ora	valore limite DPCM 28.3.1983
Monossido di Carbonio	ora	40.000	ora	valore limite DPCM 28.3.1983
	8 ore	10.000 (media aritmetica)	ora	valore limite DPCM 28.3.1983
	ora	15.000 (attenzione) 30.000 (allarme)	ora	DM 25.11.1994

**segue TABELLA 1****Limiti alle concentrazioni di inquinanti dell'aria previsti dalla normativa nazionale**

Inquinante	Periodo di riferimento	Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tempo di mediazione dei dati	Commenti
Fluoro	giorno	20	giorno	valore limite DPCM 28.3.1983
	mese	10 (media aritmetica)	giorno	valore limite DPCM 28.3.1983
Piombo	anno	2 (media aritmetica)	giorno	valore limite DPCM 28.3.1983
PM10	anno	60 (media mobile) ⁽⁷⁾	giorno	obiettivo qualità DM 25.11.94
		40 (media mobile) ⁽⁸⁾		
Benzene	anno	15 (media mobile) ⁽⁷⁾	giorno su base oraria	obiettivo qualità DM 25.11.94
		10 (media mobile) ⁽⁸⁾		
IPA con riferimento al B(A)P	anno	0,0025 (media mobile) ⁽⁷⁾	giorno	obiettivo qualità DM 25.11.94
		0,0010 (media mobile) ⁽⁸⁾		

(1) Ai sensi del DPR 203/88 si devono prendere tutte le misure atte ad evitare il superamento di questo valore per più di 3 gg. consecutivi.

(2) I valori delle concentrazioni di particelle sospese totali misurate in modo non automatico con metodo gravimetrico, concorrono alla determinazione degli stati di attenzione e di allarme e ai conseguenti provvedimenti da adottare, compatibilmente con i tempi necessari per il completamento delle operazioni di prelievo e di misurazione.

(3) Questi valori corrispondono ai valori fissati come standard di qualità nel DPCM 28/3/83.

(4) Da non raggiungere più di una volta al mese.

(5) Questi valori corrispondono rispettivamente alla soglia per l'informazione alla popolazione e alla soglia di allarme previste dalla direttiva 92/72/CEE sull'inquinamento dell'aria provocato dall'ozono.

(6) In periodi del giorno da specificarsi secondo le zone a cura delle autorità regionali competenti; da adottarsi soltanto nelle zone e nei periodi dell'anno nei quali si sono verificati superamenti significativi dello standard dell'aria per l'ozono ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

(7) Valore medio annuale di riferimento da raggiungere e rispettare dall'1 gennaio 1996 al 31 dicembre 1998.

(8) Valore medio annuale di riferimento da raggiungere e rispettare dall'1 gennaio 1999.



attività umane sia di origine naturale come nel caso delle foreste (sorgenti biogeniche di composti organici volatili) o delle eruzioni vulcaniche (sorgenti geogeniche di ossidi di zolfo). L'entità delle emissioni antropogeniche dipende dalla congiuntura economica, dalla composizione del tessuto industriale, dalla suddivisione modale dei trasporti e dallo stile di vita degli abitanti, in altre parole dai cosiddetti "fattori trainanti" che possono modificare le emissioni in valore assoluto e/o nella

loro composizione e provenienza.

Nonostante, come ovvio, la qualità dell'aria non dipenda in modo esclusivo dalle emissioni ma anche dalle condizioni meteorologiche e topografiche del territorio considerato, dai processi chimico fisici che trasformano le sostanze durante il percorso dalla sorgente al luogo ove si misura la concentrazione, è interessante osservare le figure da 2 a 9 che illustrano l'andamento delle emissioni nazionali, dalle quali si deducono le criticità e le tendenze.

SO₂ (Biossido di Zolfo).

Le emissioni di SO₂ (figura 2) mostrano due tendenze in diminuzione: una drastica dal 1980 al 1985 ed una più leggera, ma costante, dal 1987 al 1997. Il macrosettore che più contribuisce è quello energetico e delle industrie di trasformazione mentre gli impianti non industriali di combustione hanno ormai una piccola parte, segno della conversione del riscaldamento domestico da olio combustibile a metano.

FIGURA 2 Emissioni di biossido di zolfo (SO₂) in Italia per macrosettore (tonnellate), 1980-1997

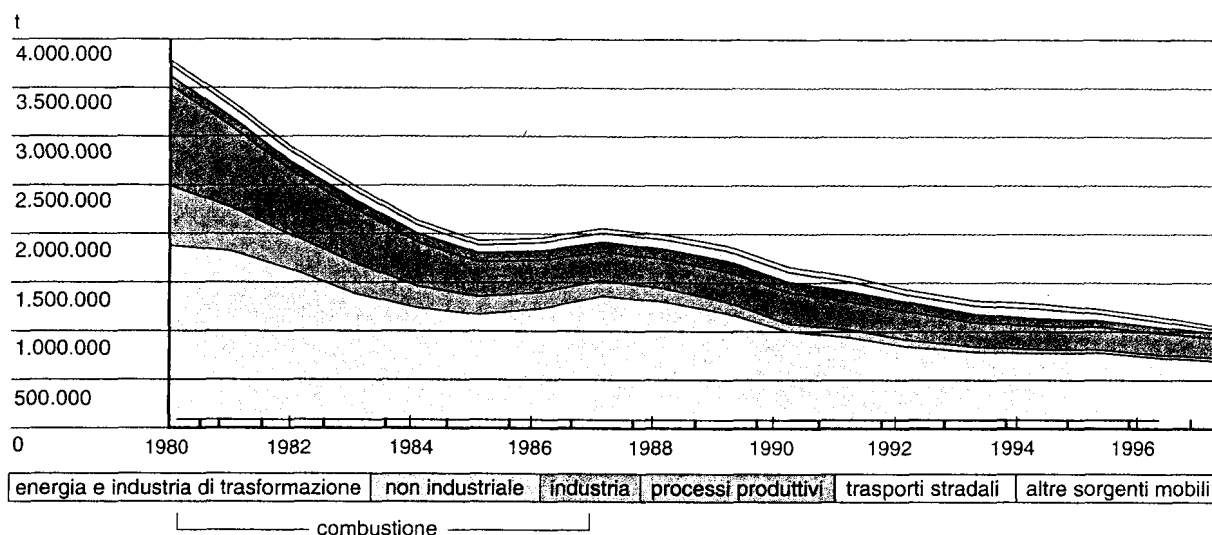
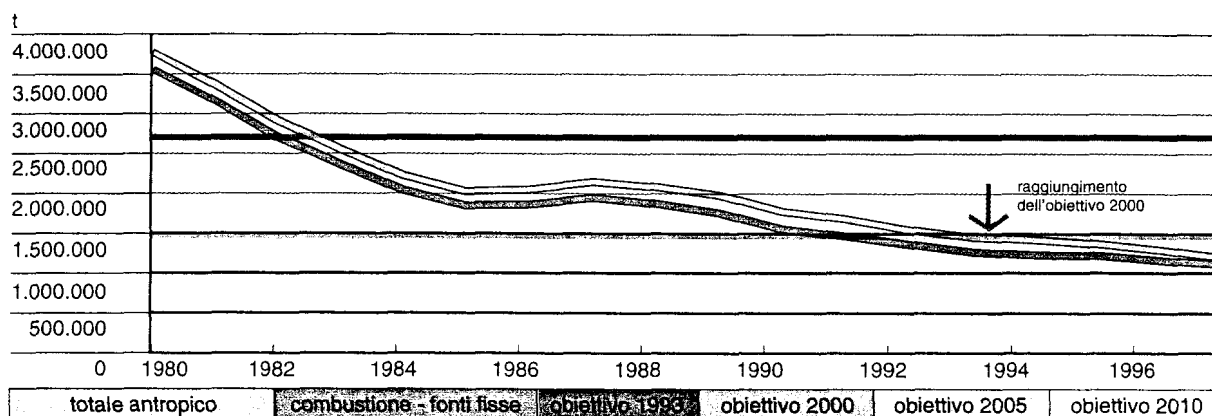


FIGURA 3 Emissioni di biossido di zolfo in Italia (tonnellate), 1980-1997





Nella figura 3 sono indicate le emissioni, la loro tendenza e la distanza dagli obiettivi di riduzione. Nel 1993 era decisamente rispettato il limite imposto dal Protocollo di Helsinki; gli obiettivi 2000 e 2005 sono previsti dal protocollo di Oslo, il primo è stato raggiunto e il secondo dovrebbe essere raggiunto senza difficoltà.

NO_x (Ossidi di Azoto)

Tendenza alla crescita per gli ossidi di azoto (figura 4) dal 1980 al 1992,

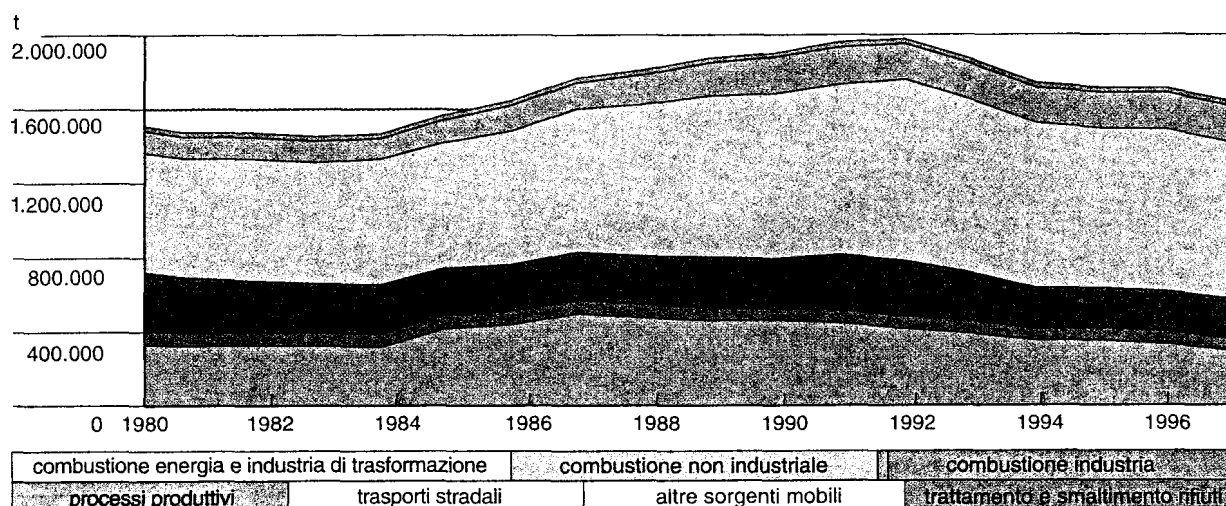
anno dal quale l'andamento s'inverte. Il contributo del settore trasporto stradale è predominante rispetto a quello da fonti fisse (rispettivamente 901 kton contro 550 kt nel 1997). L'obiettivo di 1.814 kt/anno al 1994, previsto dal protocollo di Sofia, è stato effettivamente raggiunto in quell'anno mentre si è ancora lontani dal tetto di 1.000 kt/anno che non dovrà essere superato nel 2010 (figura 5).

COVNM (Composti Organici Volatili non Metanici)

La figura 6 riporta l'andamento delle emissioni nazionali di composti organici volatili diversi dal metano (COVNM) in Italia dal 1990 al 1997. Nel grafico è anche riportato l'obiettivo di riduzione a 1.159 kt al 2010. Il grafico mostra una netta riduzione successiva al valore massimo raggiunto nel 1995.

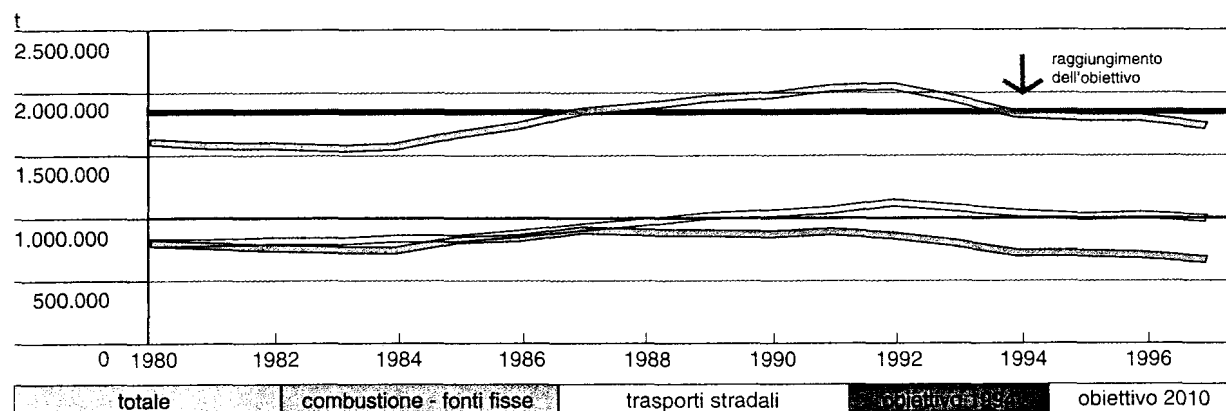
Un aspetto tutt'ora problematico riguarda il settore dei trasporti, dove alcune specificità italiane (ad esempio la mobi-

FIGURA 4 Emissioni di ossidi di azoto (NO_x) in Italia per macrosettore (tonnellate), 1980-1997



FONTE: ANPA, 1999.

FIGURA 5 Emissioni di ossidi di azoto in Italia (tonnellate), 1980-1997



FONTE: Elaborazione ANPA, 2000



lità urbana con motoveicoli) sembrano frenare il generale decremento delle emissioni. Queste specificità potrebbero offuscare i risultati conseguiti in termini di abbattimento, connessi all'ammodernamento del parco autoveicolare e al conseguente utilizzo delle marmitte catalitiche.

Inoltre deve essere osservato come i dati utilizzati per stimare le emissioni da trasporto nei vari Paesi siano disomogenei e la scelta di alcuni parametri sensibili nel modello di emissione sia

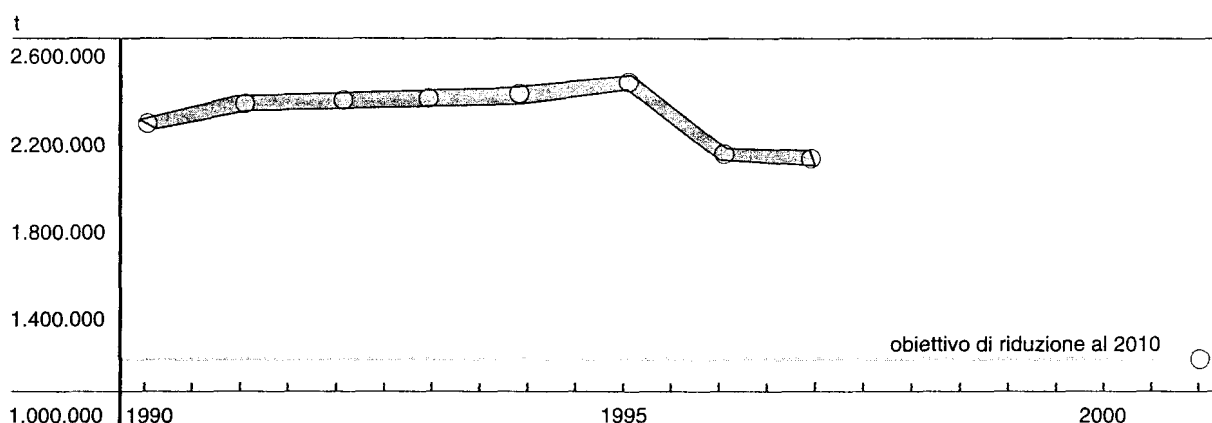
improntata a grande arbitrarietà. Emblematica, da questo punto di vista, è la scelta della velocità media in ambito urbano.

Fra i composti organici volatili non metanici vi è anche il benzene, misurato con continuità solo da pochi mesi nelle aree urbane e fonte di preoccupazione per le alte concentrazioni registrate in prossimità di arterie fortemente congestionate e di ampi parcheggi. Il benzene è un composto naturale del petrolio e dei suoi derivati

e si forma anche durante il ciclo di produzione delle benzine come sottoprodotto, ad opera di precursori a base aromatica e naftenica che sono presenti naturalmente nel greggio. Data la sua opposizione all'ossidazione, il benzene è rilasciato in seguito al processo di combustione, nonché a seguito di processi evaporativi.

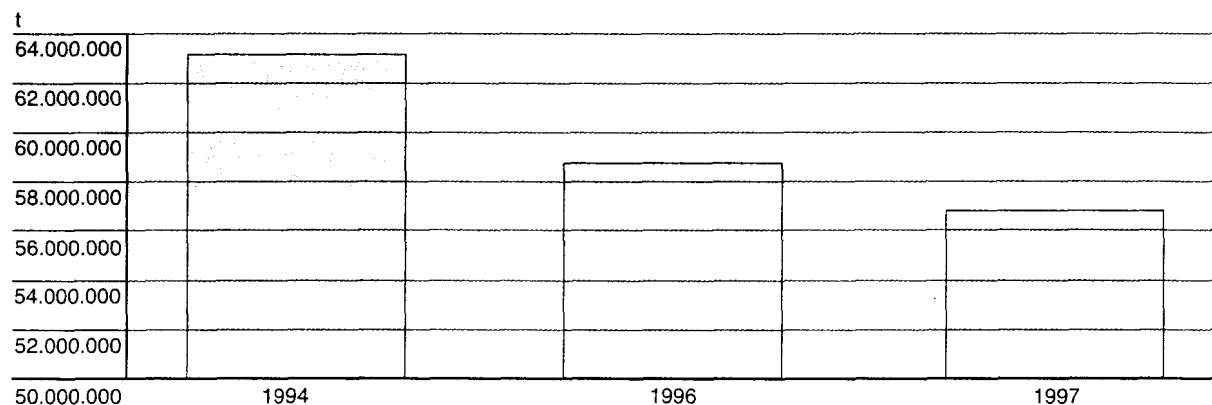
La combustione incontrollata di piante e/o residui in agricoltura costituisce invece la sorgente naturale più significativa.

FIGURA 6 Emissioni di composti organici volatili diversi dal metano (COVNM) in Italia (tonnellate), 1990-1997



FONTE: Ministero dell'ambiente, 2000.

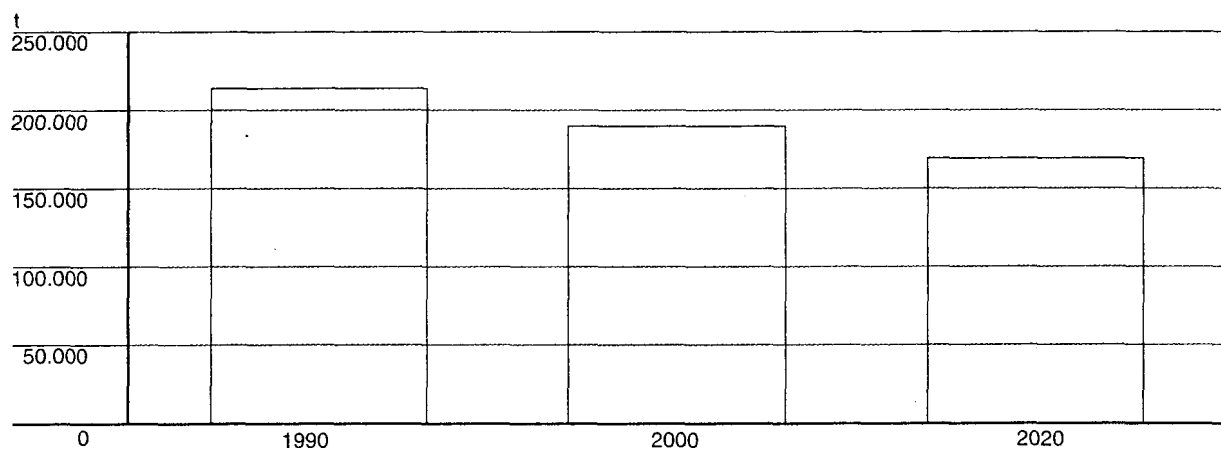
FIGURA 7 Emissioni di benzene in Italia (tonnellate), 1994-1996-1997



FONTE: ANPA, 2000.

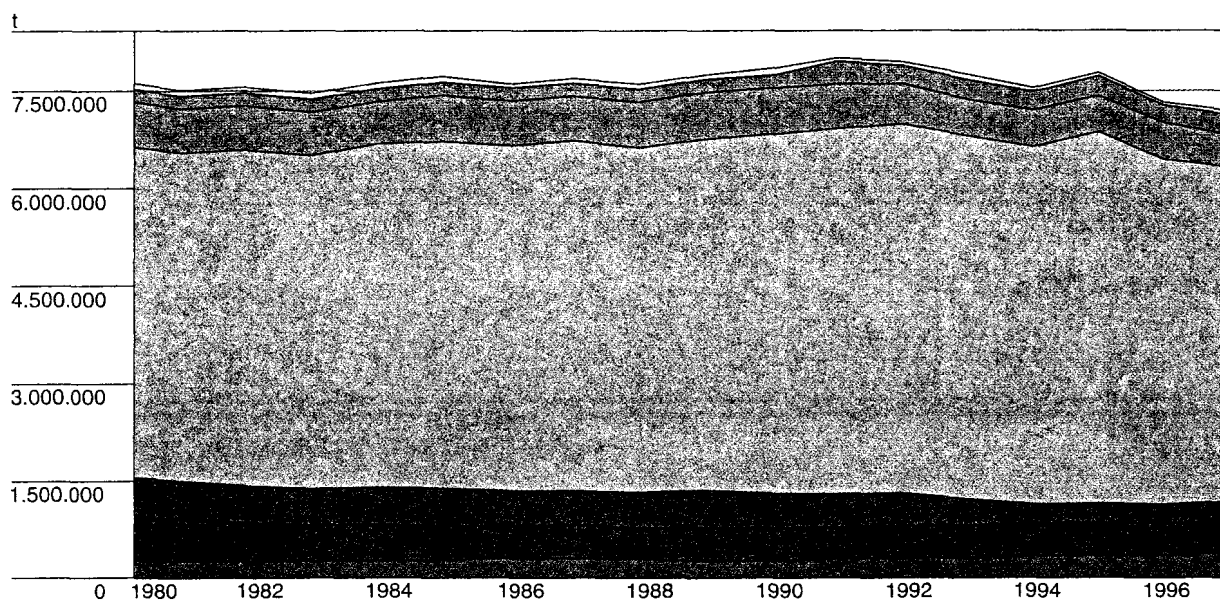


FIGURA 8 Stima e proiezione delle emissioni di polveri sospese in Italia (tonnellate), 1990 - 2020



FONTE: Commissione Europea AOP2, 1999.

FIGURA 9 Emissioni di monossido di carbonio (CO) in Italia per macrosettore (tonnellate), 1980 - 1997



FONTE: ANPA, 1999.



Il benzene è una sostanza cancerogena che può produrre, a lungo termine, una varietà di tumori che comprendono i linfomi e la leucemia.

La stima delle emissioni totali di benzeno prodotta dall'ANPA, è riportata in figura sette. Circa l'80% del contributo proviene dal traffico veicolare, il 13,4% da altre fonti mobili, il restante 6,2% da altre attività, come i processi industriali e l'uso dei solventi.

Le polveri

Polveri sospese o materia particolata (PM) sono i termini generici che si applicano ad un'ampia classe di sostanze diverse dal punto di vista chimico-fisico che esistono in forma di particelle, liquide o solide, con diverse dimensioni. A differenza delle sostanze descritte precedentemente, PM è sinonimo di eterogeneità chimica. Le emissioni di PM originano dalla natura (suolo, aerosol marino, incendi, pollini, eruzioni vulcaniche) e dalle attività dell'uomo; possono essere emesse direttamente dalla sorgente o formarsi in atmosfera per trasformazione di emissioni gassose di ossidi di zolfo (SO_x), ossidi di azoto (NO_x) e Composti Organici Volatili (COV). Le particelle aerosospese sono caratterizzate misurandone la massa, il numero o l'area superficiale; ciascun parametro è più o meno caratterizzante a seconda delle dimensioni delle particelle.

Dal punto di vista tossicologico, le particelle con diametro nell'intervallo 0,1-0,5 μm hanno maggiore probabilità di interessare le cellule dell'apparato respiratorio rispetto alle particelle con diametro nell'intervallo 1,0 - 2,5 μm .

La misura effettuata dalle reti di monitoraggio nel nostro Paese ha riguardato il Particolato Totale Sospeso (PTS), vale a dire la quantità di polveri totale senza discriminare la dimensione.

Recentemente sono stati introdotti strumenti di misura della frazione del particolato con diametro inferiore a 10 μm (PM10), mentre sono rare le misurazioni di particolato con diametro inferiore a 2,5 μm (PM2,5); in entrambi i casi non si dispone di serie di dati estese.

PM10 è ovviamente una frazione di PTS variabile da sito a sito in dipendenza delle condizioni locali e del tipo di emissioni predominanti.

In letteratura sono proposti diversi valori per il rapporto PM10/PTS: quello su cui converge il maggior numero di studi e che è stato verificato da alcune campagne sperimentali nel nostro Paese si attesta a 0,7 - 0,8.

In altre parole, il 70-80% del particolato totale sospeso sarebbe con diametro inferiore a 10 μm . In tal modo, pur con la dovuta cautela, è possibile ricavare l'andamento del PM10 a partire da serie di dati relative a PTS.

Le emissioni di PM per il nostro Paese sono state stimate dalla Commissione Europea nell'ambito del Programma Auto Oil II, nel seguito AOP2, e sono riportate in figura 8.

L'ANPA ha recentemente preparato una stima delle emissioni di particolato relativo al 1994. La stima è consolidata per quanto riguarda le emissioni da trasporto stradale, mentre ha bisogno di ulteriori affinamenti negli altri settori. Le emissioni si riferiscono agli scarichi diretti dalle marmitte e non tengono conto della risospensione né dell'usura di parti mobili e dell'impianto frenante. Fatte queste precisazioni, la quantità stimata è pari a quasi 46.000 t di cui 13.000 t prodotte dalle autovetture, 8.000 t dai veicoli merci inferiori a 3,5 t e 24.500 t dagli autocarri superiori a 3,5 t e dai bus.

È ormai accertato un nesso fra mortalità giornaliera e livelli di particolato atmosferico. In particolare, eccessi di mortalità si verificano nei due giorni successivi a quello in cui si sono registrate alte concentrazioni di PM. Gli eccessi riguardano anziani, bambini, soggetti debilitati e con problemi respiratori. Recenti studi di ENEA effettuati per conto del Ministero dell'ambiente in area urbana, evidenziano come il particolato ultra-fine sia il veicolo di penetrazione degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) altamente cancerogeni nell'apparato respiratorio. Le particelle con diametro aerodinamico inferiore a 1 μm conducono infatti la maggior quantità di IPA verso la regione alveolare dell'apparato respiratorio.

CO (Monossido di Carbonio)

Delle 7.211 kt di CO emesse complessivamente nel 1997, il 71% proveniva dal settore del trasporto stradale (figura 9) e solo il 13% dalle fonti fisse di com-

bustione industriali e domestiche. Nel 1991 si registra il picco delle emissioni di CO con più di 8.000 kt annue. A partire dal 1994, nelle principali città italiane, si verificarono numerosi superamenti dei limiti alle concentrazioni di CO che si ridussero anno dopo anno con l'affermazione delle auto catalizzate.

Lo stato della qualità dell'aria a livello nazionale

In figura 10 viene mostrata la disposizione delle reti sul territorio nazionale e in tabella 2 il tipo di campionatori con cui sono equipaggiati. È evidente la predominanza di campionatori per inquinanti tradizionali mentre solo piccole percentuali sono riservate alla misura di PM10, idrocarburi non metanici ed IPA.

In figura 10 si fa esplicito riferimento ad una classificazione delle stazioni utilizzata nel Data Exchange Module (DEM), una applicazione sviluppata dallo European Topic Center - Air quality (ETC-AQ). Le stazioni sono suddivise secondo le seguenti tipologie:

- Traffico. Stazioni usate per monitorare l'inquinamento atmosferico indotto dal traffico;
- Industriale. Stazioni usate per monitorare l'inquinamento atmosferico di origine industriale;
- Fondo. Stazioni usate per monitorare i livelli di inquinamento atmosferico di fondo. Queste stazioni possono essere localizzate sia all'interno che fuori dalle città;
- Sconosciuto. Stazioni di tipo sconosciuto.

Al Ministero dell'ambiente sono giunte informazioni sullo stato della qualità dell'aria da 13 delle 23 città italiane che hanno l'obbligo del rapporto sulla valutazione preliminare della qualità dell'aria. Altre sette città, non comprese tra quelle individuate dal decreto, hanno predisposto e trasmesso la valutazione preliminare.

I rapporti trasmessi dalle città offrono informazioni aggiornate:

- sullo stato della qualità dell'aria. I dati raccolti mettono in evidenza un elevato numero dei superamenti del valore limite (tabelle 3 e 4):
 - per l'ozono, nelle aree urbane di



SCHEDA 1

Il contributo dei trasporti stradali all'emissione di inquinanti in atmosfera

I trasporti stradali contribuiscono in misura rilevante alle emissioni totali. Nel 1997 si stima che provenivano da tale macro-settore il 72% del monossido di carbonio, il 46% dei composti organici volatili, il 53% degli ossidi di azoto, il 24% dell'anidride carbonica emessi nel corso dell'anno. Nelle aree densamente abitate ove il traffico è elevato e le emissioni industriali sono ridotte, le percentuali sono in ulteriore aumento. Nel 1996, ad esempio, il 30% dei composti organici volatili non metanici (COVNM) attribuibili al settore trasporti stradali (1.051 kt), era emesso dalle auto nei percorsi urbani, il 27% era il contributo evaporativo (che è da ritenere emesso in larga misura nelle aree urbane dove i veicoli sostano), il 20% proveniva dai motoveicoli circolanti su percorsi urbani.

Nel Paese la prevalenza del trasporto stradale rispetto ad altre modalità, rimane strutturale a causa dello squilibrio: nelle infrastrutture (330.000 km di rete complessiva di cui 310.000 km di strade); nella spesa per investimenti; nei consumi delle famiglie. I veicoli circolanti sono più di 41 milioni, il ritmo di crescita nel numero di automobili è stato del 45% nell'ultimo decennio ed ha portato ad una densità pari a 1,9 abitanti per automobile contro 1,8 abitanti per automobile degli USA, a fronte di una superficie 31 volte superiore a quella dell'Italia. Lo scenario è reso più inquietante da una caduta della doman-

da del trasporto pubblico locale su gomma per il quale il numero di passeggeri è diminuito di 1 miliardo e 500 mila unità negli ultimi quindici anni (-36%) a fronte di una potenzialità di 300.000 milioni di viaggiatori-km per anno, attualmente coperti all'85% dal modo privato: auto e moto (Piano Nazionale Trasporti, Lo scenario nazionale 1998).

Nella primavera del 1997 fu lanciato il Programma Aut Oil II (AOP2), seguito ideale del primo Auto Oil, il programma voluto dalla Commissione Europea per valutare i costi e l'efficacia di misure per il contenimento delle emissioni da traffico a livelli compatibili con i nuovi standard di qualità dell'aria proposti a livello comunitario. In AOP2 sono stati utilizzati modelli per valutare la qualità dell'aria in 10 aree metropolitane europee sulla base di scenari emissivi che tengano conto dell'evoluzione normativa e tecnologica.

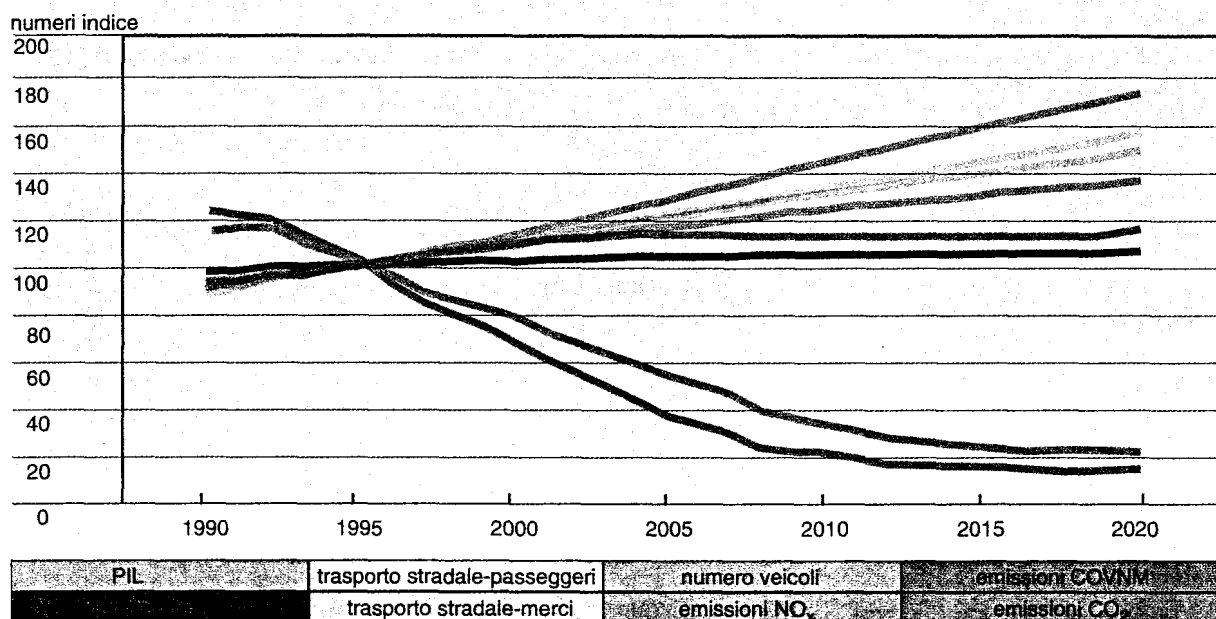
Lo scenario di riferimento prevede un incremento del traffico privato e merci da oggi al 2020 (figura 1) senza tuttavia un aumento delle emissioni complessive.

Queste, per effetto delle nuove norme su veicoli e carburanti, registrerebbero anzi una riduzione del 20% rispetto ai livelli del 1995 per tutti gli inquinanti convenzionali. Eccezione farebbe la CO₂, la cui emissione è attesa in crescita del 10-15% nel 2010 rispetto al 1995 (figura 2).

(3) Piano Nazionale Trasporti, Lo scenario nazionale (1998).

FIGURA 1

Confronto fra indicatori economici e di mobilità ed emissioni da traffico in UE (numeri indice 1995 = 100), 1990 - 2020



FONTE: Commissione Europea, AOP2, 1999.