

9 AMBIENTE URBANO



INDICATORI

Andamento della popolazione
Flusso turistico
Livelli di CO
Livelli di PTS
Livelli PM10
Livelli PM2.5
Livelli di IPA
Livelli di benzene
Esposizione al rumore urbano generato dal traffico stradale
Produzione rifiuti urbani
Percentuali di perdita della rete acquedottistica
Capacità di depurazione
Estensione delle piste ciclabili
Verde pubblico
Aggiornamento dei mezzi di trasporto pubblico
Variazione del contributo emissivo dei mezzi di trasporto pubblico

AUTORI

FRANCESCA PREDICATORI
FRANCESCA DAPRÀ

COLLABORATORI

PAOLO FRONTERO
LIVIO MARANGON
SABRINA POLI

9.1 Introduzione

Oggi le politiche ambientali internazionali hanno individuato nel principio di sostenibilità il principio guida per realizzare modelli di vita accettabili ed hanno individuato nella città "la più ampia unità in grado di affrontare inizialmente i molti squilibri ... e al tempo stesso la più piccola nella quale i problemi possono essere risolti positivamente in maniera integrata, olistica e sostenibile" (Carta di Aalborg, 1994) riconoscendole un ruolo fondamentale "nel processo di cambiamento degli stili di vita e dei modelli di produzione, di consumo e di utilizzo degli spazi".

L'area urbana di Verona riveste una notevole importanza economica, sociale ed amministrativa nell'ambito provinciale. Essa rappresenta un bacino di risorse vitali in cui nascono e si sviluppano numerosi cicli legati alla vita della città: cicli che comportano utilizzo di risorse per usi industriali, commerciali, per il sostentamento della vita, che danno origine ad una consistente produzione di rifiuti e rappresentano una notevole fonte di pressione sulle risorse territoriali e naturali.

Per questi motivi si è ritenuto opportuno dedicare un capitolo di questo rapporto all'ambiente urbano veronese in modo da analizzare in dettaglio sia le fonti di squilibrio per l'ambiente con conseguenze dirette sulla vita dei cittadini, sia gli effetti delle eventuali azioni correttive con lo scopo di fornire uno strumento conoscitivo utile per valutare gli impatti determinati dalle pressioni sull'ambiente e predisporre ulteriori strumenti correttivi.

La città di Verona occupa l' 8% del territorio provinciale con una popolazione di 257.000 abitanti pari al 30% della popolazione dell'intera provincia.

9.2 Gli indicatori caratteristici

Per descrivere le problematiche ambientali legate all'ambiente cittadino è stato scelto un pool di indicatori fra i più rappresentativi e i meglio popolati. Come indicatori di cause primarie si è ritenuto importante inserire un indicatore di tipo demografico che descrive l'andamento della popolazione in città e il turismo. Verona, infatti, oltre ad essere importante quale nodo di scambi commerciali fra il Sud ed il Nord dell'Europa è anche una città con una forte vocazione turistica. La variazione del carico antropico ha importanti conseguenze sulle risorse naturali.

Come indicatori di pressione sono stati selezionati fra i più significativi quelli relativi alla produzione di rifiuti urbani, ai consumi idrici e all'efficienza della rete acquedottistica rappresentata dalla percentuale di perdite.

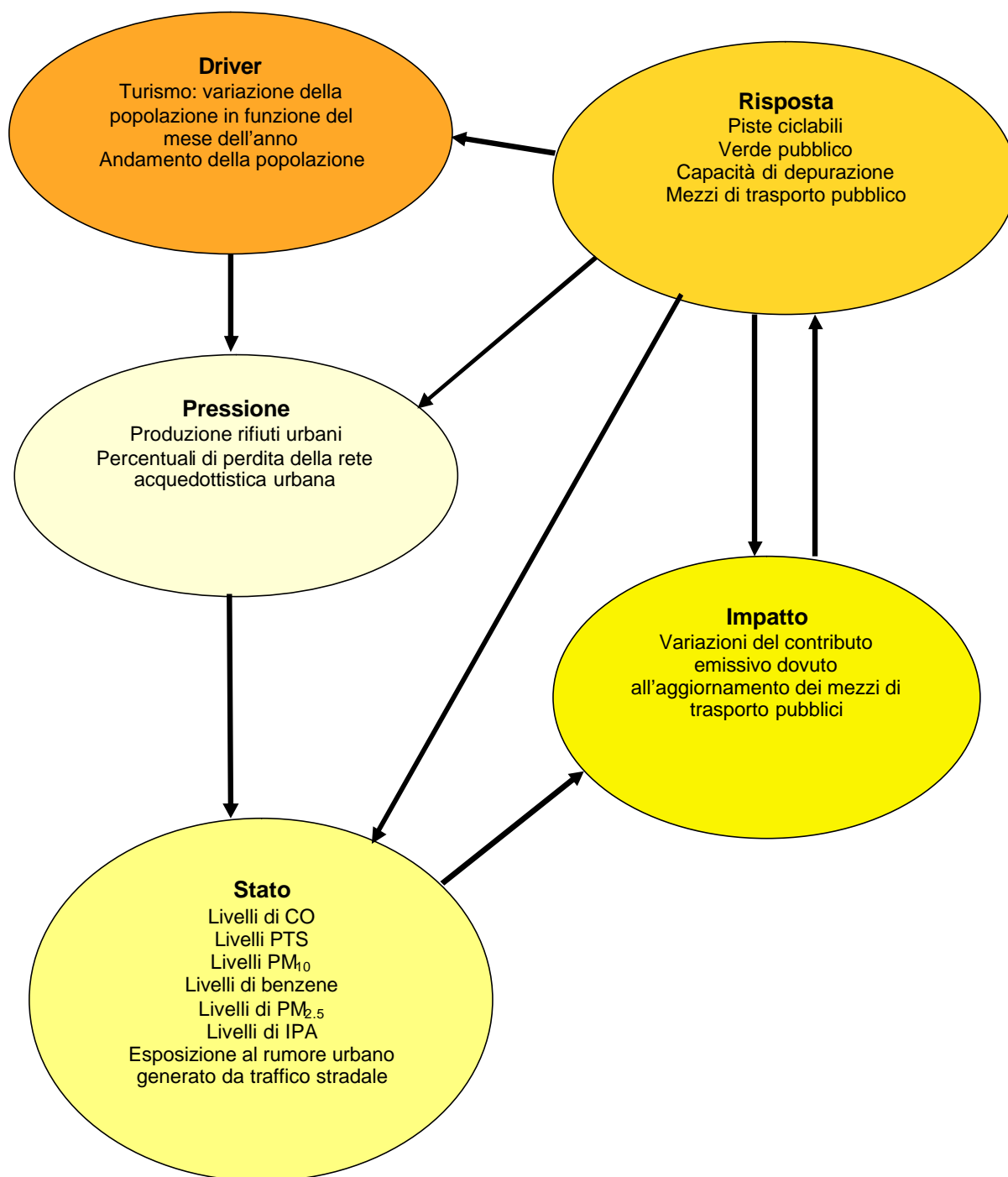
Lo stato dell'ambiente urbano di Verona viene efficacemente rappresentato dagli indicatori di livello delle concentrazioni dei principali inquinanti monitorati dalla rete di controllo della qualità dell'aria (CO, polveri totali, PM₁₀, PM_{2,5}, benzene e IPA) e per quanto riguarda il rumore dalla percentuale di popolazione esposta a livelli di rumore superiori a 65 dB(A).

Le risposte messe in atto per migliorare la situazione ambientale sono rappresentate dalla percentuale di verde pubblico e dalle piste ciclabili a disposizione dei cittadini, dall'estensione e dalla capacità della rete fognaria, dall'offerta del servizio pubblico di trasporto.

Come indicatore di impatto si è considerata la variazione di emissione di inquinanti dovuta all'aggiornamento dei mezzi pubblici di trasporto.

Nello schema seguente sono riportati sinteticamente gli indicatori per tipo ed i collegamenti fra loro.

Figura 9.2.1: schema a blocchi degli indicatori utilizzati nel capitolo ambiente urbano



9.3 La popolazione nell'ambito urbano

9.3.1 Introduzione

Per capire come e dove nascono i problemi legati all'urbanizzazione in una città di medie dimensioni come Verona è necessario per prima cosa analizzare i fenomeni legati alla variazione della densità di popolazione ed è, quindi, fondamentale conoscere da un lato il dato demografico, dall'altro studiare l'influenza del flusso turistico.

A livello nazionale i centri delle aree metropolitane hanno continuato a mostrare un forte decremento di popolazione, che appare ormai come una tendenza consolidata. E' dagli anni '70 che le grandi città fanno registrare un saldo demografico negativo, inizialmente a causa della differenza tra flussi in entrata e in uscita da esse; negli ultimi decenni, anche per l'andamento negativo del saldo naturale, connesso ad una struttura della popolazione invecchiata.

Per quanto riguarda il capoluogo veronese, dopo un leggero calo che ha riguardato i primi anni novanta, vi è stata una leggera crescita della popolazione. Quasi ovunque nel Veneto il tasso di crescita del 2000 è risultato positivo, superiore a quello del 1999. Ciò è dovuto all'aumento della natalità ed al contributo dei flussi migratori, fenomeno legato al mercato del lavoro.

Come indicatore si è scelta la variazione nella composizione demografica della città

Per quanto riguarda il turismo, Verona è una delle principali mete del Veneto: il solo indice di pressione turistica, da noi utilizzato come indicatore di causa primaria, non basta a dare una idea esatta della dimensione del fenomeno. Sarebbe infatti importante documentare anche il flusso turistico "giornaliero" che non si traduce in presenze registrate presso le strutture alberghiere ma ha ugualmente un forte impatto dal punto di vista dell'aumento del traffico e dell'utilizzo del territorio.

9.3.2 Gli indicatori utilizzati

Nome indicatore	DPSIR	Obiettivo	Disponibilità dati	Situazione attuale
Andamento della popolazione	D	Come è variata la popolazione ?	😊	😊
Flusso turistico	D	Come varia la popolazione in funzione del mese dell'anno ?	😊	😞

La popolazione nell'ambito urbano**Andamento della popolazione**

Nel capoluogo veronese, dopo un leggero calo che ha riguardato i primi anni novanta, vi è stata una leggera crescita della popolazione che al 01.01.2001 risultava pari a 257.477 unità (figura 9.3.1). Se si analizza la piramide demografica (figura 9.3.2) si nota un aumento nelle classi di età inferiore ai 5 anni da imputare sostanzialmente all'entrata nell'età riproduttiva delle classi di età corrispondenti al baby boom degli anni '60, classi di età che risultano le più popolate nel grafico sottoriportato. L'indice di vecchiaia, che informa su quanti anziani (>64 anni) vi sono per ogni 100 giovani (<15 anni) è pari a 159, superiore a quello provinciale pari a 122. Anche l'indice di ricambio e l'indice di dipendenza mostrano valori più elevati rispetto a quelli provinciali e regionali. L'indice di dipendenza, che misura quante persone in età non lavorativa vi sono ogni 100 in età lavorativa (15-64 anni) è pari a 49, contro un 47 provinciale e nazionale. L'indice di ricambio, che indica quanti anziani (60-64 anni) stanno per uscire dall'età lavorativa ogni 100 giovani (15-19 anni) è pari a 162, a livello provinciale è pari a 124.

Figura 9.3.1: Popolazione residente a Verona negli anni 1961-2000 (Fonte: Unione Regionale Camere di Commercio)

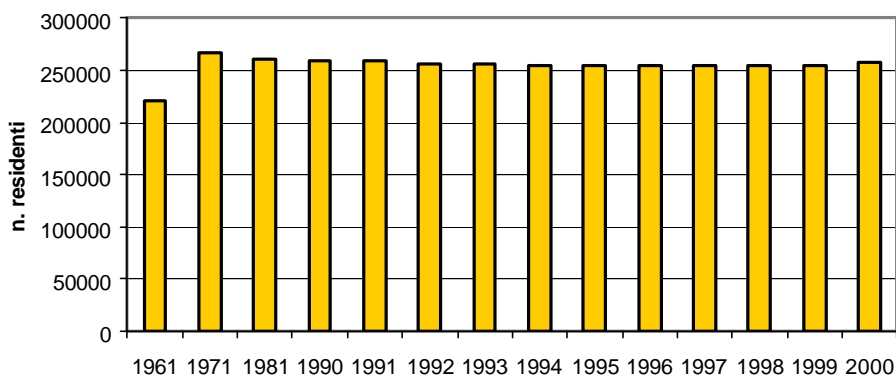
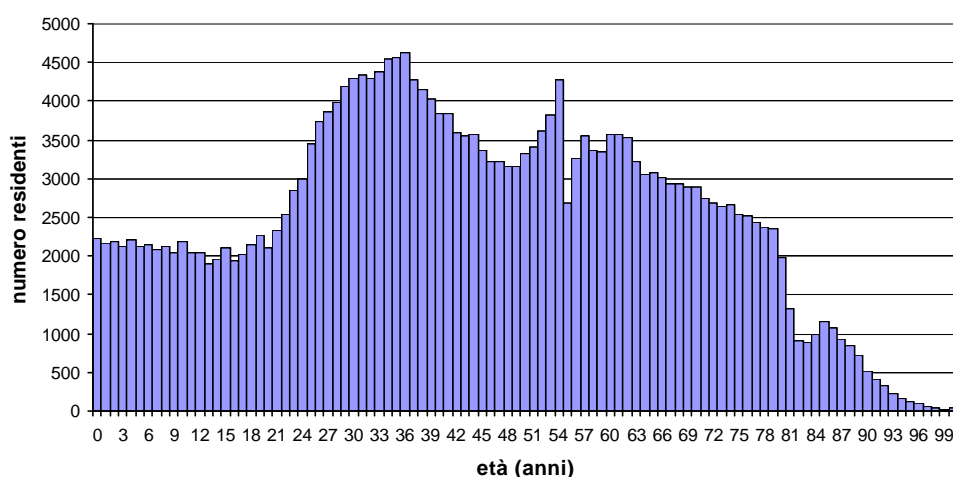


Figura 9.3.2: Distribuzione della popolazione residente al 1 gennaio 2001 nel comune di Verona suddivisa per classi di età (Fonte: ISTAT)



La popolazione nell'ambito urbano**Flusso turistico**

Gli ultimi 11 anni hanno visto un costante incremento degli arrivi e delle presenze turistiche in città: vi è stato un aumento del 38% degli arrivi e del 75% delle presenze (figure 9.3.3 9.3.4). Quest'ultimo dato si spiega con un aumento della durata media del soggiorno passata dagli 1.8 giorni del 1990 ai 2.4 del 2001. Bisogna inoltre sottolineare che queste valutazioni non tengono conto dei turisti che visitano la città in giornata provenienti da altre località del Veneto o della provincia. Per avere un quadro più completo è necessario considerare anche il flusso turistico verso il comprensorio Baldo – Garda e la Lessinia (si veda cap.3 par. 3.3).

Figura 9.3.3: Numero di arrivi a Verona negli anni 1990 – 2001 (Fonte: APT Verona).

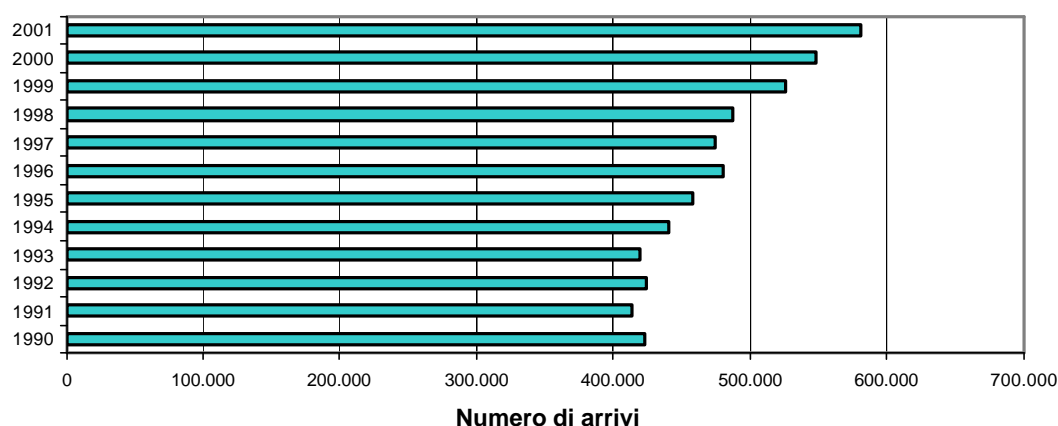
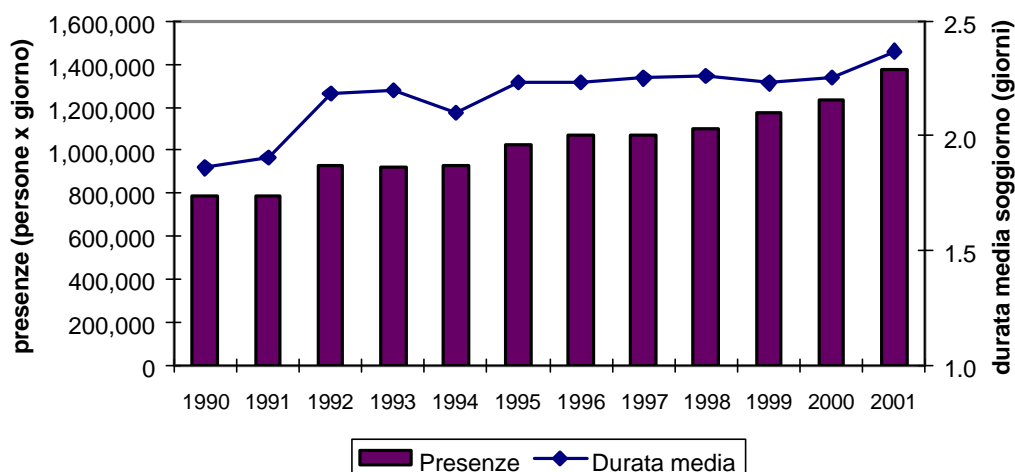


Figura 9.3.4: Andamento delle presenze e della durata media del soggiorno negli anni 1990-2001 nel comune Verona (Fonte: APT Verona)



9.4 La qualità dell'ambiente in città

9.4.1 Introduzione

L'inquinamento atmosferico ed acustico rappresentano i principali problemi che caratterizzano l'ambiente nelle città: il traffico veicolare, il riscaldamento domestico nei periodi invernali, le attività industriali contribuiscono al peggioramento della qualità dell'aria, il traffico è, nuovamente, una delle principali cause di rumore in città.

A Verona è attiva dal 1996 una rete di monitoraggio della qualità dell'aria che rileva i principali inquinanti presenti nell'atmosfera cittadina: ossido di carbonio (CO), polveri totali (PTS), ossidi di azoto (NOx), ozono, biossido di zolfo (SO₂). Due di esse, posizionate lungo due arterie di grande traffico in corso Milano ed in via San Giacomo, sono equipaggiate con fonometri per la misura del livello di rumore equivalente (Leq) notturno e diurno e con contatori di traffico.

Inoltre vengono effettuate campagne periodiche per la misura di inquinanti non convenzionali quali benzene, idrocarburi policiclici aromatici (IPA), polveri fini (PM₁₀) ed ultrafini (PM_{2.5}).

Per caratterizzare la situazione ambientale in città si è scelto un gruppo di indicatori di stato relativi ai livelli dei principali inquinanti: CO, PTS, PM₁₀, PM_{2.5}, benzene e IPA. Si è cercato di rappresentare non solo lo stato attuale, ma anche l'evoluzione della situazione negli ultimi 5 anni.

9.4.2 Gli indicatori utilizzati

Nome indicatore	DPSIR	Obiettivo	Disponibilità dati	Situazione attuale
Livelli di CO	S	Le concentrazioni di CO si mantengono al di sotto dei limiti di legge?	😊	😊
Livelli di PTS	S	Le concentrazioni di PTS si mantengono al di sotto dei limiti di legge?	😊	😞
Livelli di PM ₁₀	S	Quali sono le concentrazioni rappresentative di PM ₁₀ ?	😊	😞
Livelli di PM _{2.5}	S	Quali sono le concentrazioni rappresentative di PM _{2.5} ?	😊	😞
Livelli di benzene	S	Come varia spazialmente e temporalmente in ambito urbano la concentrazione di benzene ?	😊	😞
Livelli di IPA	S	Come varia spazialmente e temporalmente in ambito urbano la concentrazione di idrocarburi policiclici aromatici ?	😊	😞
Esposizione al rumore urbano generato da traffico stradale	S	Qual'è l'esposizione della popolazione al rumore?	😊	😞

La qualità dell'ambiente in città**I livelli di monossido di carbonio (CO)**

Il monossido di carbonio (CO) è un gas incolore ed inodore che si forma quando il carbone presente nei combustibili non brucia completamente. Le sorgenti sono rappresentate dal traffico veicolare, dal riscaldamento domestico, dalla combustione di carburanti nei processi industriali e dagli incendi boschivi. Nel 1997 in Italia sono state emesse 7.211 kT di CO di cui il 71% dovuto al traffico veicolare ed il 13% dovuto a fonti fisse industriali e domestiche.

La legislazione attualmente vigente fissa per questo inquinante in 10 mg/m³ il valore limite della concentrazione media su 8 ore e in 40 mg/m³ il valore limite per la concentrazione media oraria. La soglia di attenzione è riferita alla media oraria ed è pari a 15 mg/m³.

In Figura 9.4.1 sono riportati i valori della concentrazione oraria di CO mediati su un anno di rilevazioni per tutte le centraline della rete di monitoraggio della qualità dell'aria della città di Verona. Come si vede i valori di questo inquinante sono ampiamente al di sotto dei valori limite. Tutte le centraline considerate si trovano in zone di intenso traffico veicolare tranne la postazione delle Torricelle, di tipo A (background). Gli anni considerati vanno dal 1996 al 2000.

In Figura 9.4.2 è riportato l'andamento del 95° percentile della concentrazione oraria di CO nel periodo 1996-2001: i valori più elevati sono stati registrati nel 1999 e sono risultati comunque inferiori a 7 mg/m³.

A causa di lavori, nell'anno 2001 la centralina di Piazza Isolo è stata spostata in Piazza Bernardi: nel grafico e nelle tabelle continuerà ad essere indicata sotto la denominazione "Piazza Isolo".

I valori di questo inquinante tendono ad aumentare in inverno quando le basse temperature riducono l'efficienza delle combustioni e causano inversioni termiche in grado di intrappolare gli inquinanti al suolo. In Figura 9.4.3 sono confrontati gli andamenti della concentrazione oraria di CO nelle stagioni invernali ed estive 1999 e 2000. Per far ciò è stato utilizzato il giorno tipo ovvero l'andamento orario giornaliero delle concentrazioni espresso tramite il valore medio delle concentrazioni riferite alla medesima ora del giorno. I valori sono sensibilmente più elevati di inverno. Sia d'estate che d'inverno si evidenziano due picchi orari di concentrazione in corrispondenza dei flussi massimi di traffico (ore 9 mattino e ore 20 sera) a riprova del fatto che la sorgente principale di questo inquinante è rappresentata dal traffico veicolare.

Figura 9.4.1 Valori delle concentrazioni medie orarie di CO rilevati nelle centraline della rete aria urbana negli anni 1996-2001. In ascissa è riportato il periodo di riferimento, in ordinata la concentrazione media oraria annuale di CO in mg/m³ (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona)

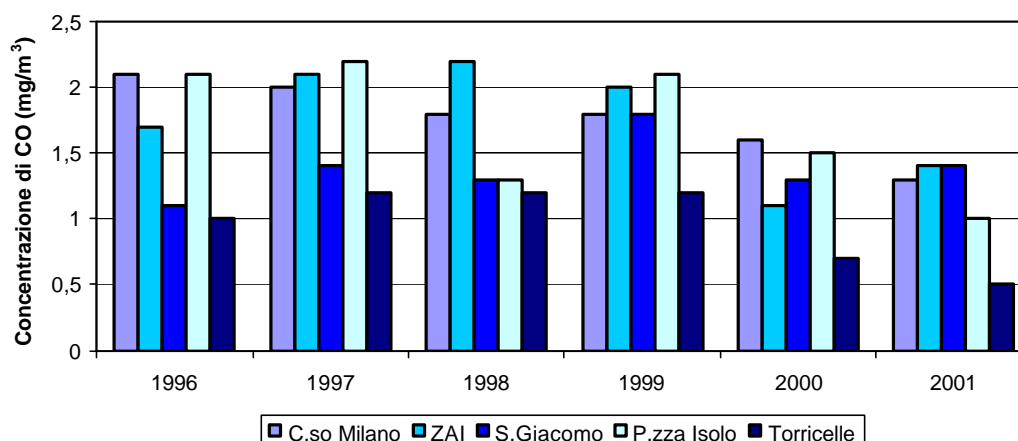


Figura 9.4.2: 95° percentile della concentrazione di CO rilevata nelle centraline della rete aria urbana negli anni 1996-2001. In ascissa è riportato il periodo di riferimento, in ordinata il 95° percentile della concentrazione di CO in mg/m^3 (fonte: dipartimento provinciale ARPAV di Verona)

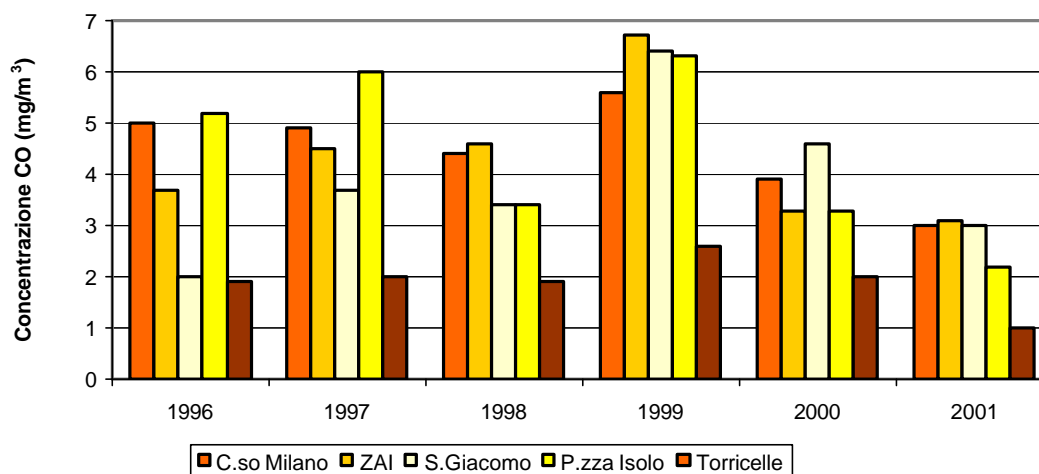
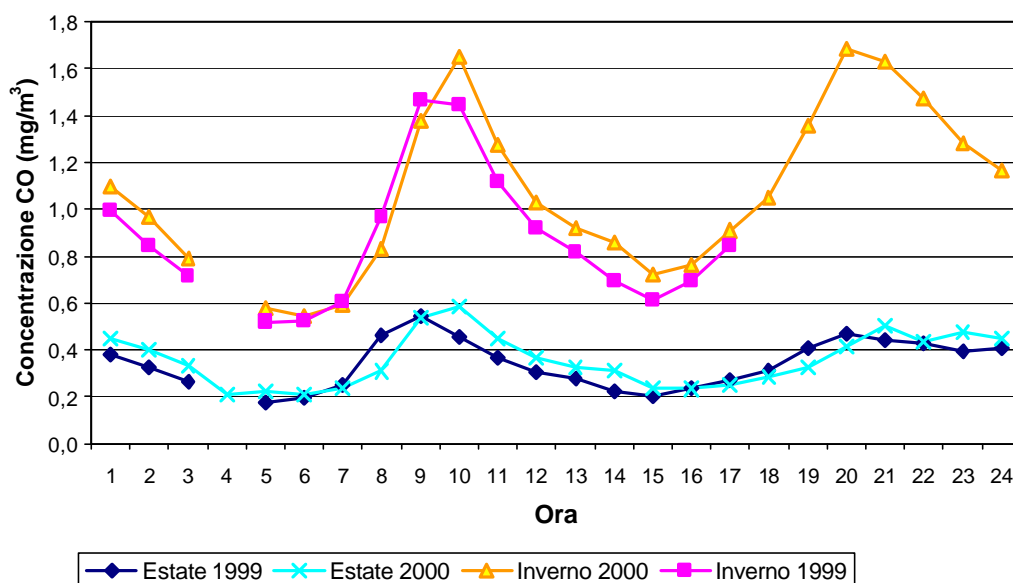


Figura 9.4.3 : Giorno tipo delle concentrazioni di CO rilevate nella centralina di Corso Milano (VR) nel periodo estivo ed invernale degli anni 1999-2000. In ascissa sono riportate le ore del giorno ed in ordinata le concentrazioni medie in mg/m^3 (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona).



La qualità dell'ambiente in città**I livelli di polveri totali sospese (PTS)**

Le polveri totali sospese (PTS) sono costituite da particelle liquide o solide, provenienti sia da fonti naturali (polveri da erosione, vulcani, nuclei di cloruro sodio da mare ed oceani), sia da fonti antropiche (traffico veicolare, riscaldamento, industria del marmo e delle costruzioni in genere, fonderie). Le dimensioni variano tra $0.05\ \mu\text{m}$ ed i $100\ \mu\text{m}$; normalmente quelle maggiori di $10\ \mu\text{m}$ si depositano al suolo mentre le altre, risultando più leggere, rimangono sospese nell'aria formando quello che viene chiamato aerosol. Gli effetti nocivi sull'uomo si riscontrano essenzialmente nell'apparato respiratorio. Mentre le particelle più grosse sono in parte trattenute dalle cavità nasali e quelle medie allontanate verso la faringe dal sistema di ciglia, le particelle più fini, invece, risultano più pericolose in quanto sono in grado di penetrare negli alveoli polmonari. Oltre alla riduzione della funzione respiratoria, la prolungata inalazione di particelle che raggiungono i tratti polmonari può provocare reazioni fibrose croniche e necrosi dei tessuti che prendono il nome di pneumoconiosi (antracosi, silicosi, siderosi ecc al variare del tipo di polvere).

I limiti vigenti sono riportati nello schema seguente:

Periodo di riferimento 1 aprile – 31 marzo

Valori limite di qualità dell'aria:

- media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno $150\ \mu\text{g}/\text{m}^3$
- 95° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno $300\ \mu\text{g}/\text{m}^3$
- livello di attenzione: media giornaliera $150\ \mu\text{g}/\text{m}^3$
- livello di allarme: media giornaliera $300\ \mu\text{g}/\text{m}^3$

A causa di lavori, nell'anno 2001 la centralina di Piazza Isolo è stata spostata in Piazza Bernardi: nel grafico e nelle tabelle continuerà ad essere indicata sotto la denominazione "Piazza Isolo".

Nella Figura 9.4.4 sono riportate le concentrazioni medie annuali delle polveri totali sospese rilevate nelle diverse centraline di monitoraggio della rete urbana. I valori più elevati si riscontrano nella centralina posizionata in centro storico (Piazza Isolo). Sia i valori medi che il 95° percentile (Figura 9.4.5) sono al di sotto dei valori limite stabiliti dalla attuale legislazione. Nel corso degli anni 1996 – 2001 si sono verificati diversi episodi di superamento dei livelli di attenzione (Figura 9.4.6) in particolare nelle centraline di Piazza Isolo (9 superamenti nel 1997, 1 nel 2000), ZAI, via San Giacomo (5 superamenti nel dicembre 2001).

Figura 9.4.4: Concentrazioni medie di polveri totali sospese (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) rilevate negli anni 1996 – 2001 nelle centraline di monitoraggio di qualità dell'aria della rete urbana (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona)

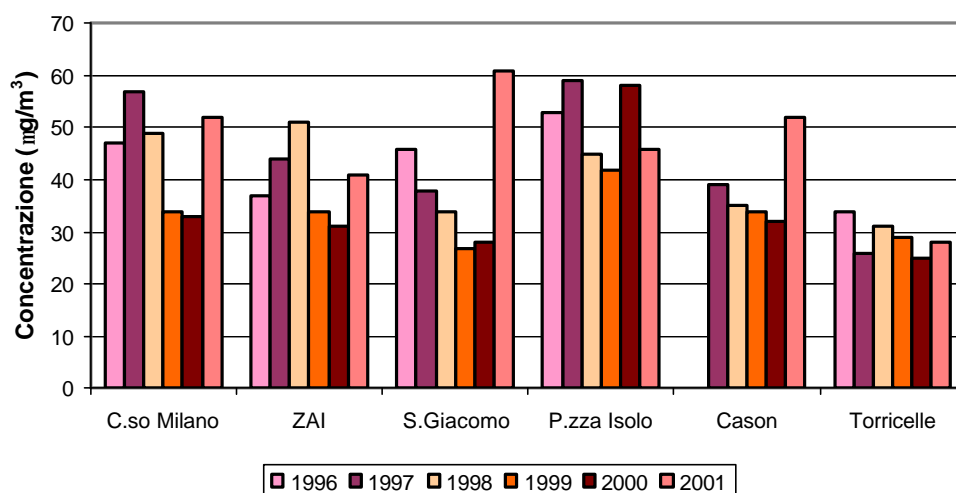


Figura 9.4.5: 95° percentile delle concentrazioni di polveri totali sospese (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) rilevate negli anni 1996 – 2001 nelle centraline di monitoraggio di qualità dell'aria della rete urbana (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona)

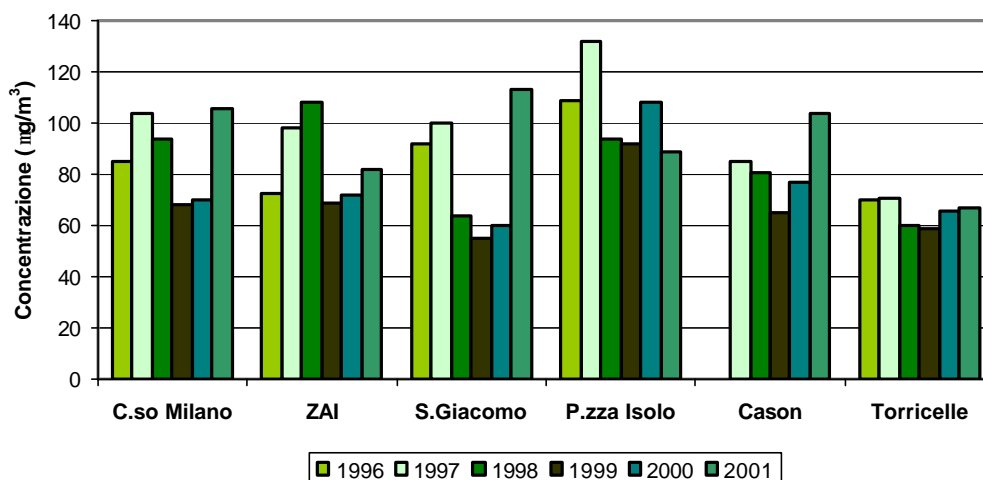
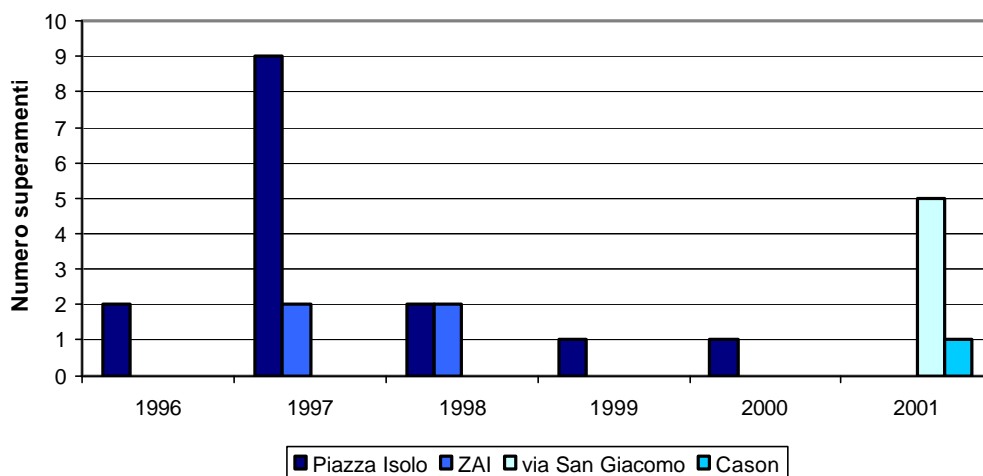


Figura 9.4.6: Numero di superamenti del livello di attenzione verificatesi negli anni 1996 – 2001 nelle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria della rete urbana di Verona (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona)



E' stata verificata una correlazione fra elevate concentrazioni di polveri e i valori della temperatura minima registrata nello stesso giorno (in genere nelle prime ore della mattina, tra le 4 e le 7): gli episodi acuti si registrano tutti per valori di temperatura minori di 5.8 °C.

E' importante precisare che il parametro temperatura da solo non può fornire indicazioni essenziali per caratterizzare gli episodi acuti di inquinamento atmosferico: questi si verificano in condizioni di elevata stabilità atmosferica nei bassi strati: venti deboli e soprattutto altezza dello strato di rimescolamento ridotta. Quando lo strato limite sulle città è di poche centinaia di metri, le emissioni inquinanti si accumulano rapidamente e se queste condizioni si mantengono per tempi sufficientemente lunghi le concentrazioni possono superare i limiti di legge. Una situazione di questo genere si è verificata nell'inverno 2001-2002 dando origine a episodi di superamento dei livelli di attenzione per diversi inquinanti fra cui le polveri sospese.

La qualità dell'ambiente in città**I livelli di PM₁₀**

Con il termine PM₁₀ si indica una frazione delle particelle sospese (PTS) caratterizzata da un diametro aerodinamico inferiore a 10 µm. La frazione di PM₁₀ presente nelle polveri totali sospese varia da località a località in funzione delle condizioni locali e delle sorgenti predominanti. Da studi effettuati in Italia si stima che la percentuale di PM₁₀ sia compresa fra il 70% e l'80% delle polveri totali. Dal punto di vista tossicologico le polveri con diametro inferiore a 10 µm sono le più dannose poiché possono penetrare in profondità fino agli alveoli polmonari, a differenza di quelle più grosse che vengono trattenute dalle cavità nasali o comunque allontanate verso la faringe dal sistema di ciglia. Inoltre la composizione chimica delle polveri PM₁₀ comprende sostanze tossiche e/o cancerogene come metalli pesanti (piombo, cadmio, etc.) e idrocarburi policiclici aromatici.

I principali meccanismi di rimozione dall'atmosfera sono la sedimentazione, che però è lenta e riguarda solamente le particelle di dimensioni maggiori di 10 µm, e il dilavamento da parte delle piogge (*washout*), efficace per particelle maggiori di 2 µm; particelle di dimensioni ancora minori vengono rimosse per coagulazione in particelle di dimensioni maggiori, che possono poi subire uno dei due processi precedenti. A parità di concentrazioni di particolato, gioca un ruolo essenziale l'andamento meteorologico del momento: non solo la presenza di precipitazioni, ma anche il rimescolamento degli strati d'aria più vicini al suolo operato da ventilazione di tipo termico (brezze) o dinamico (vento di gradiente). Situazioni di calma dovuta a situazioni di blocco anticiclonico, cioè un prolungato periodo anche oltre 30 giorni caratterizzato da alta pressione, determinano condizioni di scarso rimescolamento e conseguente accumulo delle polveri ed inquinanti in genere.

Per le polveri sottili PM₁₀ la normativa italiana ha recentemente recepito con DM n. 60 del 2 aprile 2002 la direttiva europea 99/30, che prevede un valore limite per la protezione della salute sia come media annuale che come media sulle 24 ore da raggiungere in due fasi.

Tabella 9.4.1: Riassunto schematico della normativa nazionale attualmente in vigore per le polveri sottili (PM₁₀): sono riportati oltre al riferimento normativo, il valore di riferimento del limite legislativo, il tipo di grandezza ed il periodo a cui si riferisce.

RIFERIMENTO NORMATIVO PM ₁₀	VALORE DI RIFERIMENTO	UNITÀ DI MISURA	TIPO DI CALCOLO	PERIODO DI OSSERVAZIONE
D.M. 25/11/94 OBIETTIVO DI QUALITÀ	40	µg/ Nm ³	media annuale	Ultimo anno (media mobile della media giornaliera)
Dir. CEE 99/30 VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE SALUTE	50	µg/ Nm ³	media 24 ore	1 anno Fase I: obiet. non sup. più di 35 volte/anno entro il 1/1/05; Fase II: obiet. non sup. più di 7 volte/anno entro il 1/1/10
Dir. CEE 99/30 VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE SALUTE	Fase I: 40, da conseguire entro 1/1/05; Fase II: 20, da conseguire entro 1/1/10	µg/ Nm ³	media annuale	Ultimo anno (media mobile della media giornaliera)

L'ARPAV di Verona si è dotata di due campionatori di PM₁₀ rispettivamente nelle postazioni di via San Giacomo e corso Milano localizzate lungo due arterie di grande traffico in entrata ed uscita dalla città. Nel 2001 le concentrazioni misurate risultano superiori all'obiettivo di qualità nel 54% di casi e nel 64% rispettivamente nelle postazioni di via San Giacomo e corso Milano. I mesi più critici sono quelli invernali (ottobre-febbraio). Nella Figura 9.4.7 sono riportate le concentrazioni giornaliere misurate presso la centralina di via San Giacomo con cadenza bigiornaliera nel periodo 10.04.2001 – 20.12.2001: il grafico pur presentando delle interruzioni di tipo strumentale evidenzia un aumento di concentrazione a partire dal mese di novembre che risulta ancor più accentuato in dicembre.

Nella Figura 9.4.8 viene presentato, attraverso indici statistici quali la mediana, 98° percentile e massimo, il confronto tra i valori di concentrazioni di PM₁₀ tra le due postazioni in area urbana ad elevato traffico. Si nota come corso Milano abbia fatto registrare una maggiore polverosità fine rispetto a via San Giacomo, nonostante quest'ultima stazione abbia presentato superamenti nei livelli di attenzione per le PTS. Una indagine sulla tipologia emissiva potrà rendere conto di tale distribuzione di particolato.

Figura 9.4.7: Andamento giornaliero delle concentrazioni di polveri fini (PM_{10}) in $\mu g/m^3$ misurate presso la centralina di via San Giacomo. E' evidenziato l'obiettivo di qualità pari a $40 \mu g/m^3$ (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona)

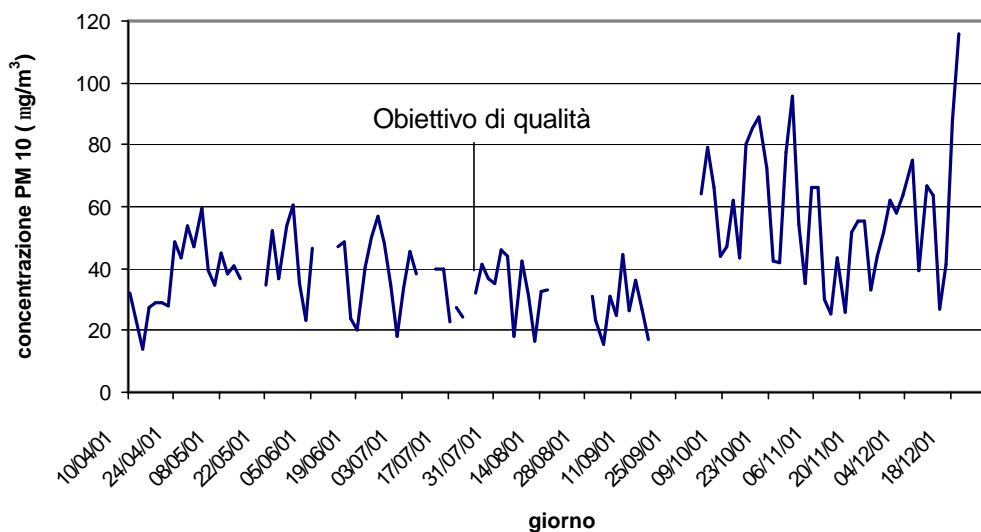
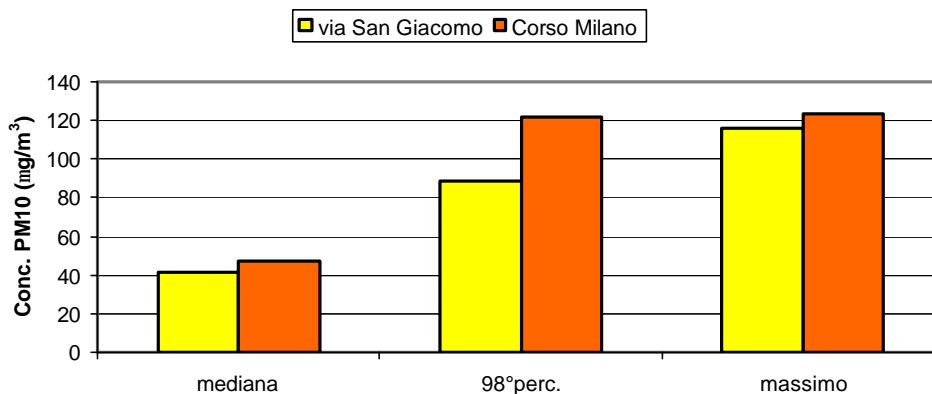
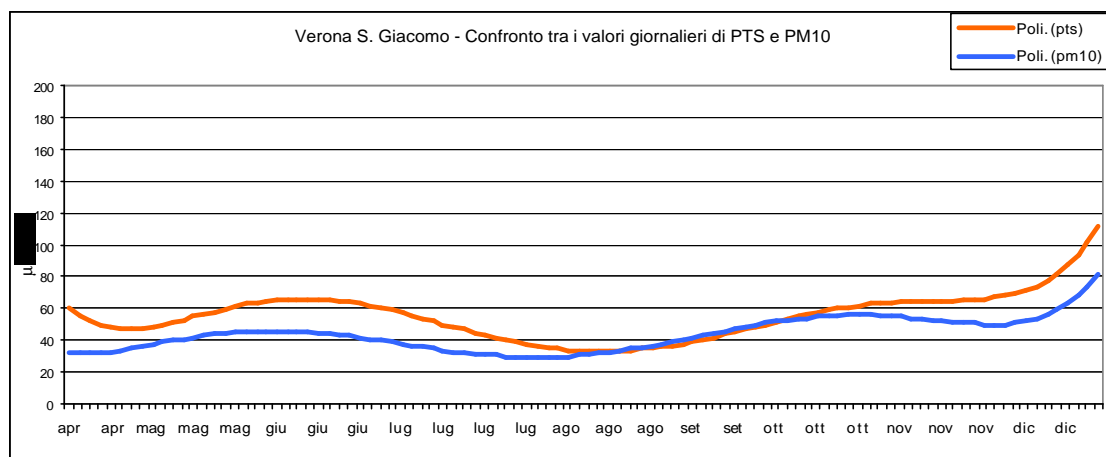


Figura 9.4.8: Mediana, 98° percentile e valore massimo delle concentrazioni giornaliere di polveri fini (PM_{10}) misurate nelle postazioni di Via San Giacomo e Corso Milano nell'anno 2001. I valori sono espressi in $\mu g/m^3$. (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona)



In Figura 9.4.9 sono stati confrontati gli andamenti delle concentrazioni giornaliere di PM_{10} e PTS misurate in via San Giacomo. Entrambe le curve seguono lo stesso andamento con valori elevati specie durante i mesi invernali in particolare nel mese di dicembre.

Figura 9.4.9: Confronto fra le concentrazioni medie giornaliere di PTS e PM_{10} misurate presso la stazione di via San Giacomo (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona)



La qualità dell'ambiente in città**I livelli di PM_{2.5}**

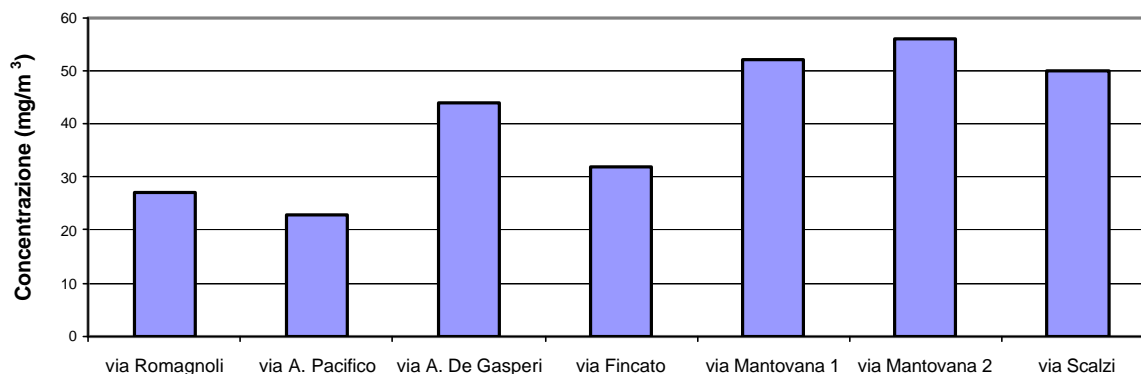
Con il termine PM_{2.5} si indica la frazione di polveri ultra fini con diametro inferiore a 2.5 µm: la misura di tale frazione, di grande interesse dal punto di vista tossicologico non è ancora routine. Recentemente il Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona si è dotato di un campionatore di PM_{2.5} che è stato posizionato sulla stazione di monitoraggio mobile. Questa scelta ha permesso di effettuare una prima campagna di monitoraggio in ambito urbano. Le misure sono iniziate nel luglio 2001 ed hanno interessato diversi punti della città scelti in modo da esser rappresentativi delle diverse tipologie di strade, interessate da flussi di veicoli diversi per consistenza e tipo: in tabella sono riportati i punti di misura, la classificazione della strada, il periodo ed il risultato della misura.

Tabella 9.4.2: Valori di concentrazione di PM_{2.5} rilevate durante le campagne di monitoraggio effettuate con la centralina mobile nel corso del 2001: sono riportati i valori medi di concentrazione in µg/m³, la località e la data di inizio e di fine dei campionamenti (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona).

Postazione	Classificazione strada	Valore medio (µg/m ³)	Periodo iniziale	Periodo finale
via Romagnoli	Strada locale	27	02/08/01	26/08/01
via A. Pacifico	Centro storico	23	11/09/01	26/09/01
piazzetta A. De Gasperi	Centro storico	44	05/10/01	20/10/01
via Fincato	Strada principale con traffico intenso	32	15/11/01	30/11/01
via Mantovana I	Strada principale con traffico intenso	52	12/12/01	27/12/01
via Mantovana II	Strada principale con traffico intenso	56	23/01/02	07/02/02
via Scalzi	Strada interquartiere	50	05/03/02	20/03/02

Nel grafico di Figura 9.4.10 sono riportate le concentrazioni rilevate con il mezzo mobile in diversi punti della città: pur non essendo direttamente correlabili in quanto riferite a periodi di tempo diversi, il loro confronto permette di trarre comunque alcune conclusioni. Le concentrazioni più elevate sono state riscontrate nel periodo invernale (ottobre-marzo). Strade interessate da tipologie di traffico decisamente diverse per numero e velocità media dei veicoli, composizione del flusso stradale non mostrano differenze significative dal punto di vista della concentrazione di particelle ultrafini. Ciò fa supporre che questo inquinante sia di tipo ubiquitario e che variazioni nella concentrazione siano influenzate in modo complesso da più fattori quali le condizioni meteorologiche, la presenza di diverse sorgenti emissive oltre al traffico. Appare quindi necessario prevedere ulteriori campagne di monitoraggio, affiancate da un'analisi delle principali componenti emissive presenti nel comune di Verona.

Figura 9.4.10: istogramma delle concentrazioni medie di PM_{2.5} (in µg/m³) rilevate nell'anno 2001 in diverse località della città (fonte: dipartimento provinciale ARPAV di Verona).



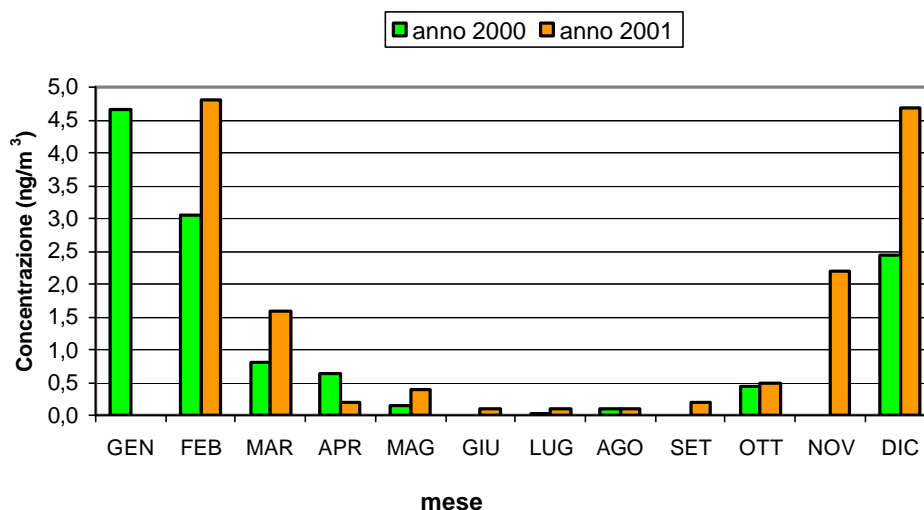
La qualità dell'ambiente in città

I livelli di IPA

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono costituiti da due o più anelli aromatici condensati e derivano dalla combustione incompleta di numerose sostanze organiche. La fonte più importante di origine antropica è rappresentata dalle emissioni veicolari seguita dagli impianti termici, dalle centrali termoelettriche e dagli inceneritori. Nelle aree rurali, anche i fuochi di sterpaglie e resti di potature contribuiscono in misura rilevante all'emissione di IPA. Le concentrazioni ambientali medie nell'aria sono state stimate in un intervallo variabile tra $(1-10) \cdot 10^{-3} \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Gli idrocarburi policiclici aromatici sono molto spesso associati alle polveri sospese, in quanto prodotti dalle stesse sorgenti, tanto che risulta che il particolato atmosferico sia una delle principali fonti di esposizione a IPA (Ist. Sup. Sanità, 1991). Nell'aerosol urbano sono generalmente associati alle particelle con diametro aerodinamico minore di $2 \mu\text{m}$ e sono quindi in grado di raggiungere facilmente la regione alveolare del polmone e da qui il sangue e i tessuti. Oltre ad essere irritanti per naso, gola ed occhi, sono riconosciuti per le proprietà mutagene e cancerogene. Essendo accertato il potere cancerogeno di tutti gli IPA a carico delle cellule del polmone, sono stati inseriti nel gruppo 1 della classificazione IARC. È possibile che favoriscano anche lo sviluppo dell'arteriosclerosi. (OMS, 1996). Poiché è stato evidenziato che la relazione tra benzo(a)pirene (BaP) e gli altri IPA, detto profilo IPA, è relativamente stabile nell'aria delle diverse città, la concentrazione di BaP viene spesso utilizzata come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali.

La normativa vigente (DM 25/11/94) non stabilisce un limite per gli IPA (benzo-a-pirene), ma un "obiettivo di qualità", corrispondente ad un valore della media mobile annuale di $1 \text{ ng}/\text{Nm}^3$: presso la stazione di corso Milano il valore medio annuo ha superato tale obiettivo collocandosi a $1.61 \text{ ng}/\text{Nm}^3$, superiore anche al valore di $1.44 \text{ ng}/\text{Nm}^3$ relativo al 2000. Dalla Figura 9.4.11 emerge anche per questo inquinante una caratterizzazione stagionale con valori più elevati nei mesi invernali per le caratteristiche scarsamente dispersive dello strato limite planetario già evidenziate in precedenza.

Figura 9.4.11: Andamento della concentrazione di IPA rilevati presso la stazione di monitoraggio di corso Milano negli anni 2000 e 2001 (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona).



La qualità dell'ambiente in città

I livelli di benzene

Il benzene è un composto naturale del petrolio e dei suoi derivati, 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 a processi 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.

Le concentrazioni più significative si rilevano in prossimità di arterie fortemente congestionate e di ampi parcheggi.

La normativa vigente fissa per il benzene un obiettivo di qualità dell'aria pari a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

A Verona sono state eseguite due campagne di misura utilizzando dei campionatori passivi (Radiello) posizionati a 2 m di altezza sul suolo con frequenza settimanale. Le posizioni dei rilevatori ed i valori di concentrazione misurati nelle campagne 2000 e 2001 sono riportate nella Figura 9.4.14. La campagna del 2001 ha interessato anche la provincia e di conseguenza sono stati effettuati meno punti di misura in città.

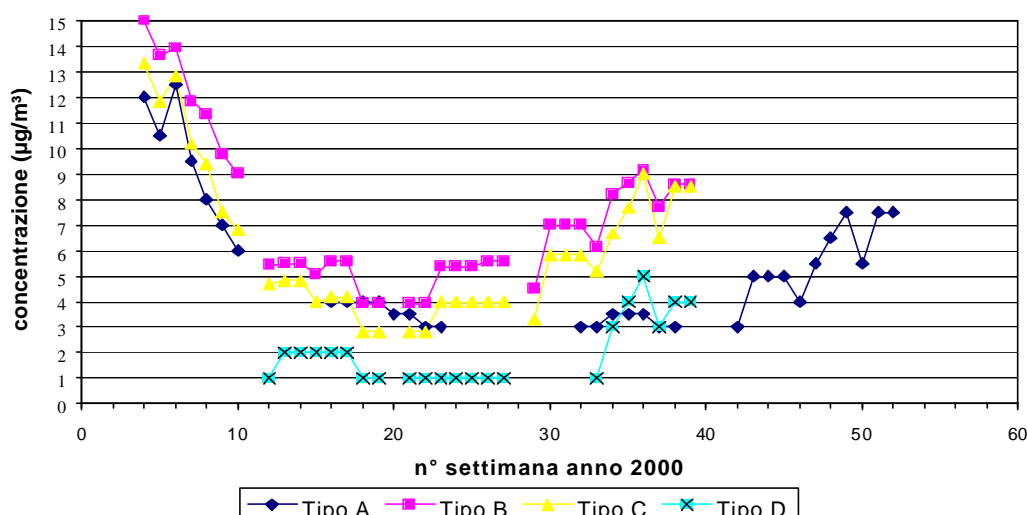
I valori medi annuali di concentrazione nell'anno 2000 sono al di sotto del valore obiettivo di qualità dell'aria in tutte le postazioni tranne in via Mameli (n.9) ed in via Mantovana (n. 16) dove la concentrazione media annuale è risultata pari a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e presso la barriera di Borgo Roma (n. 20) dove è stata misurata una concentrazione superiore a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

A seconda della posizione i rilevatori sono stati classificati utilizzando la stessa metodologia applicata alle centraline fisse di monitoraggio dell'aria:

- classe A: stazioni di background;
- classe B: stazioni in zone ad elevata densità abitativa;
- classe C: stazioni in zone ad elevata densità di traffico;
- classe D: stazioni in periferia o in aree suburbane

In Figura 9.4.12 sono riportate le concentrazioni medie settimanali misurate, suddivise per tipologia di stazione: è evidente un andamento stagionale e valori di concentrazione significativamente diversi per stazioni di tipo B, C rispetto a quelle del tipo A e D. Infatti le prime sono situate in zone ad intenso traffico e/o densamente popolate, a riprova della forte dipendenza delle concentrazioni di questo inquinante dal flusso di traffico.

Figura 9.4.12: Concentrazioni medie settimanali di benzene rilevate nelle postazioni di tipo A, B, C e D all'interno del Comune di Verona nell'anno 2000. In ascissa sono riportate le settimane dell'anno a cui le rilevazioni si riferiscono, in ordinata le concentrazioni medie settimanali di benzene in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona).



La dipendenza della concentrazione dalle caratteristiche meteorologiche è evidente nella Figura 9.4.13 dove sono riportati i valori medi stagionali per le diverse tipologie di stazioni: nei mesi primaverili – estivi le concentrazioni misurate sono circa la metà di quelle rilevate nei mesi invernali per tutti i tipi di stazioni.

Figura 9.4.13: Concentrazioni medie di benzene rilevate nei periodi gennaio-marzo, aprile-giugno, luglio-settembre, ottobre-dicembre 2000 nelle postazioni di tipo A, B, C e D nel comune di Verona (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona).

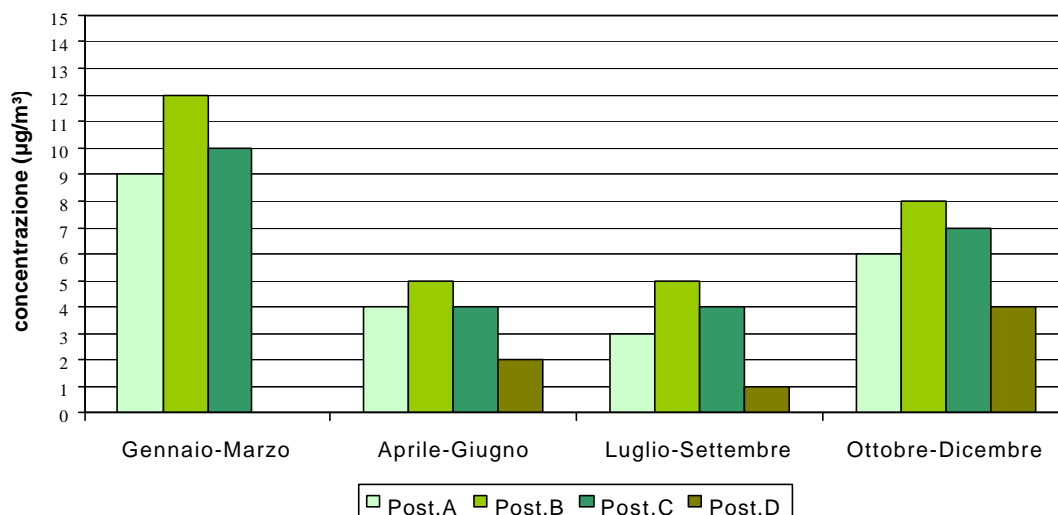
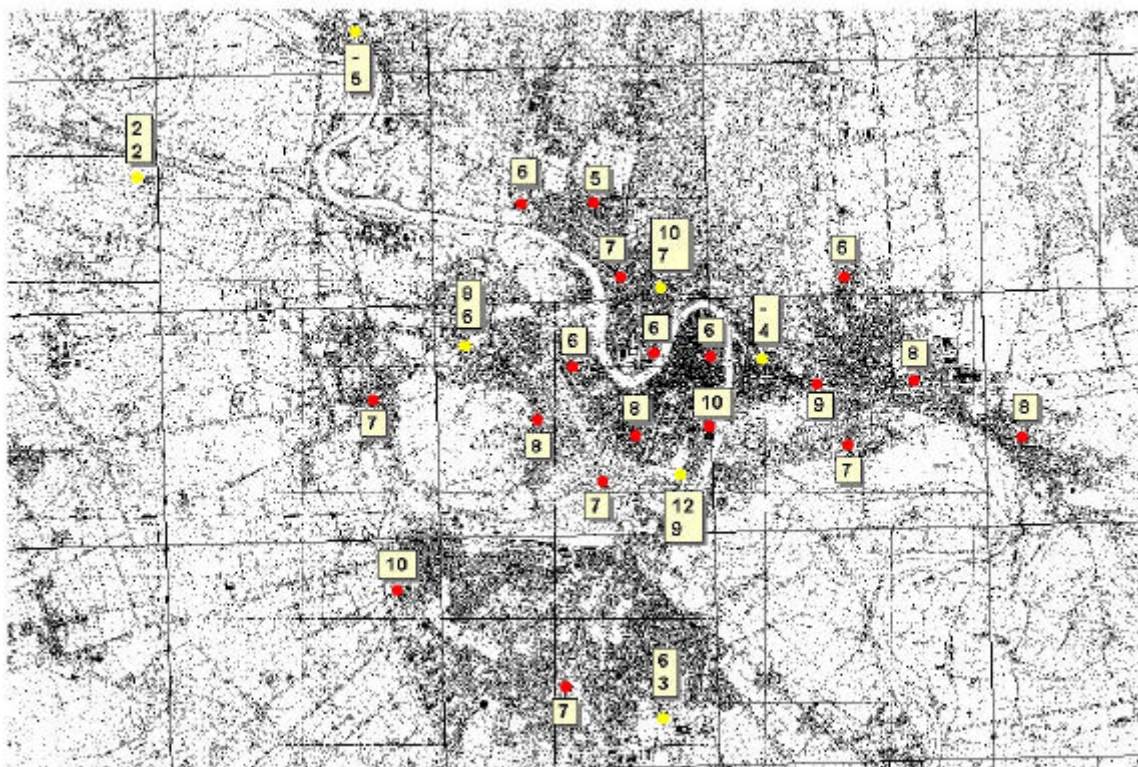


Figura 9.4.14: Mappa dei punti di misura della concentrazione di benzene: in corrispondenza ad ogni punto di misura sono riportate le concentrazioni rilevate nell'anno 2000 (prima riga) e nel 2001 (seconda riga). (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona).



La qualità dell'ambiente in città**Esposizione al rumore urbano generato dal traffico stradale**

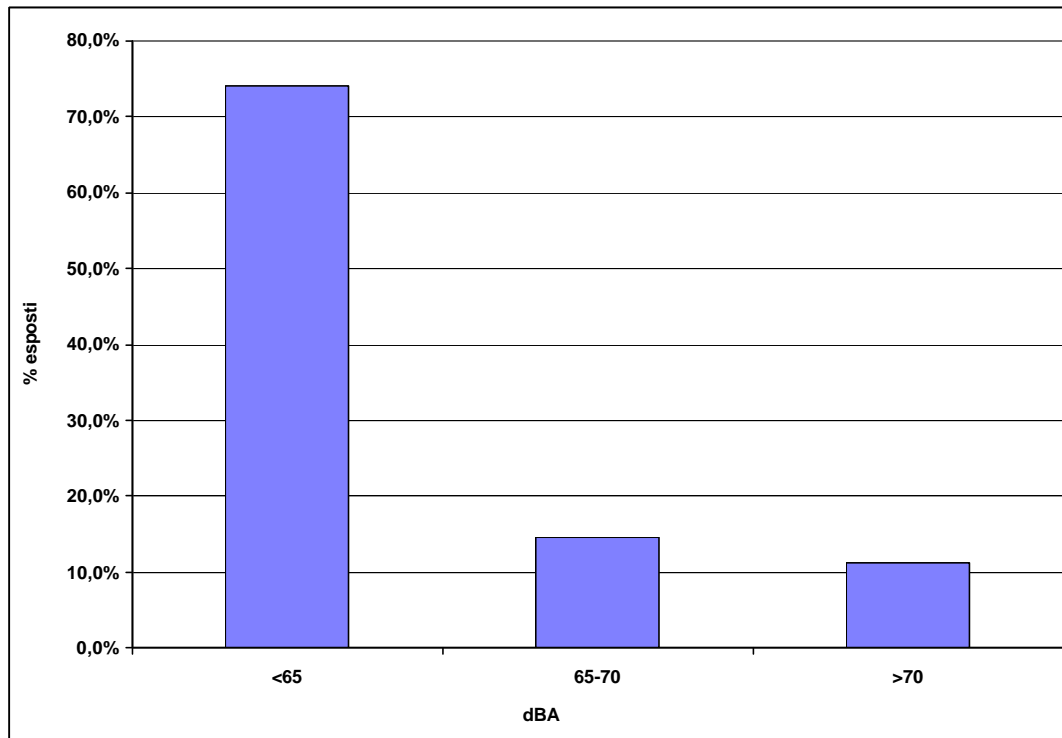
Il rumore ambientale dovuto al traffico stradale per l'intera città di Verona è stato quantificato attraverso un'elaborazione statistica, tramite l'individuazione di certi fattori descrittivi caratteristici.

Per dare un peso acustico ad ogni fattore caratteristico quale, ad esempio, una strada circondata da edifici, il passaggio di bus o le zone a traffico limitato, sono stati utilizzati i dati del monitoraggio dei livelli sonori effettuato su un campione di strade. Ogni sito di misura è stato caratterizzato dall'importanza della strada rispetto al traffico, secondo una classificazione funzionale delle strade definita dal piano urbano del traffico e dal codice della strada: l'analisi dei risultati ha permesso di trovare una relazione fra i valori misurati dei livelli sonori e la presenza di situazioni riscontrabili sulla strada, i cosiddetti fattori caratteristici.

In questo modo è stato possibile caratterizzare dal punto di vista acustico tutte le strade della città determinando per ciascuna di esse uno specifico livello sonoro in decibel riferito al periodo diurno, ed incrociare successivamente questa informazione con quella sulla distribuzione della popolazione residente per via. Si è quindi potuto stimare, in valore assoluto ed in percentuale, il numero di persone che risiedono in edifici esposti a prefissati livelli di rumore nella città di Verona. I risultati ottenuti sono i seguenti: la popolazione residente a Verona esposta a livelli di rumore superiori a 65 dBA è pari a circa il 26 %, una percentuale relativamente bassa se confrontata con i valori ottenuti in altre città quali Firenze ed Arezzo.

Il metodo utilizzato per la costruzione dell'indicatore risponde all'esigenza di standardizzazione delle metodologie per la stima dell'esposizione al rumore così come specificato nella recente Direttiva C.E. sulla gestione del rumore ambientale; inoltre i valori limite considerati nella Figura 9.4.15 trovano riscontro diretto con i limiti di zona previsti dalla normativa nazionale (LQ 447/95, DPCM 14/11/1997) e regionale (DGR 21/09/1993) relativa alla classificazione acustica del territorio.

Figura 9.4.15: Percentuale di popolazione esposta a livelli di rumore inferiori a 65 db(A), compresi fra 65 e 70 dB(A), maggiori di 70 dB(A) (Fonte: ARPAV – ORAF)



9.5 I problemi dell'urbanizzazione

9.5.1 Introduzione

Una densità abitativa elevata quale quella che si riscontra nell'ambiente urbano crea notevoli problemi collegati allo sfruttamento intensivo delle risorse naturali ed allo smaltimento dei reflui prodotti da tutte le attività, produttive e non. Si è scelto di analizzare in particolare due settori ritenuti particolarmente significativi attraverso due indicatori di pressione ed uno di risposta: la produzione di rifiuti urbani e la gestione delle acque ovvero l'efficienza della rete acquedottistica e la capacità di depurazione.

9.5.2 Gli indicatori utilizzati

Nome indicatore	DPSIR	Obiettivo	Disponibilità dati	Situazione attuale
Produzione di rifiuti urbani	P	Qual è la composizione del rifiuto urbano?	☺	☺
Percentuali di perdita della rete acquedottistica	P	La distribuzione dell'acqua potabile è efficiente?	☺	☺
Capacità di depurazione	R	E' adeguato il trattamento delle acque reflue urbane?	☺	☺

I problemi dell'urbanizzazione**Produzione rifiuti urbani (RSU)**

I residui urbani (RSU) costituiscono meno del 15% di tutti i rifiuti solidi provenienti da altre attività. Si tratta di enormi quantità di rifiuti che si vengono ad accumulare nelle zone urbane. La quantità e la composizione di questi residui è assai variabile a seconda:

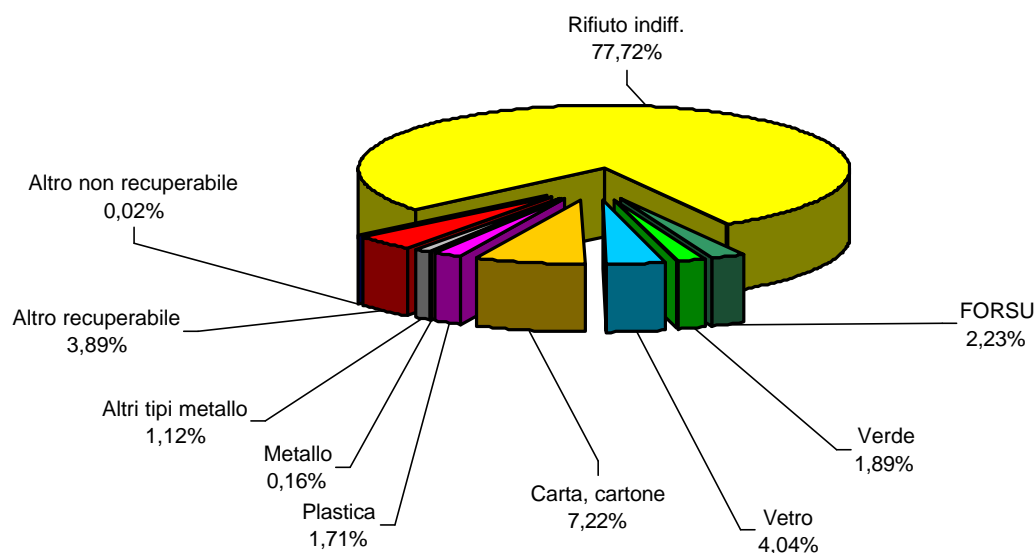
- delle zone urbane di provenienza (artigianale, commerciale, civile)
- della stagione (in relazione al diverso tipo di alimentazione)
- della struttura sociale ed economica della popolazione, dato che il miglioramento del tenore di vita aumenta la quantità di rifiuti prodotti (da 0.3 fino a oltre 1 kg/abitante/giorno) e diminuisce il volume (da 450 a 100kg/m³) per la crescente presenza di materiale cellulosico e plastica.

Nel territorio comunale di Verona la quantità di rifiuti urbani annua prodotta nell'anno 2001 è stata pari a 137?583 tonnellate.

Oltre alla quantità dei rifiuti prodotti, anche la conoscenza delle caratteristiche qualitative di questi rifiuti è importante per la valutazione dei risultati in termini di possibilità di effettivo recupero.

Il rifiuto urbano relativo al territorio comunale di Verona è stato suddiviso in diverse categorie e le relative percentuali di composizione sono raffigurate nella figura sottostante.

Figura 9.5.1 Le diverse tipologie di rifiuto raccolte nel Comune di Verona nell'anno 2001 (Fonti: ARPAV e Provincia di Verona)



I problemi dell'urbanizzazione**Percentuali di perdita della rete acquedottistica**

I sistemi di acquedotto rappresentano una parte dei servizi idrici integrati costituiti dall'insieme dei servizi pubblici di captazione, adduzione e distribuzione di acque ad usi civili, di fognature e depurazione delle acque, destinati ad una gestione unitaria rispondente a logiche di mercato.

Un aspetto importante della gestione degli acquedotti è quello relativo al contenimento delle perdite e degli sprechi.

L'indicatore utilizzato è una stima, in percentuale, della perdita d'acqua dalla rete dell'acquedotto e consente di dare un giudizio sull'efficienza della rete. Le perdite possono essere presenti in ogni componente dell'impianto, cioè produzione, trasporto e distribuzione, e sono generalmente dovute a difetti di costruzione, a vetustà, inadeguata manutenzione o semplicemente ad errori di gestione.

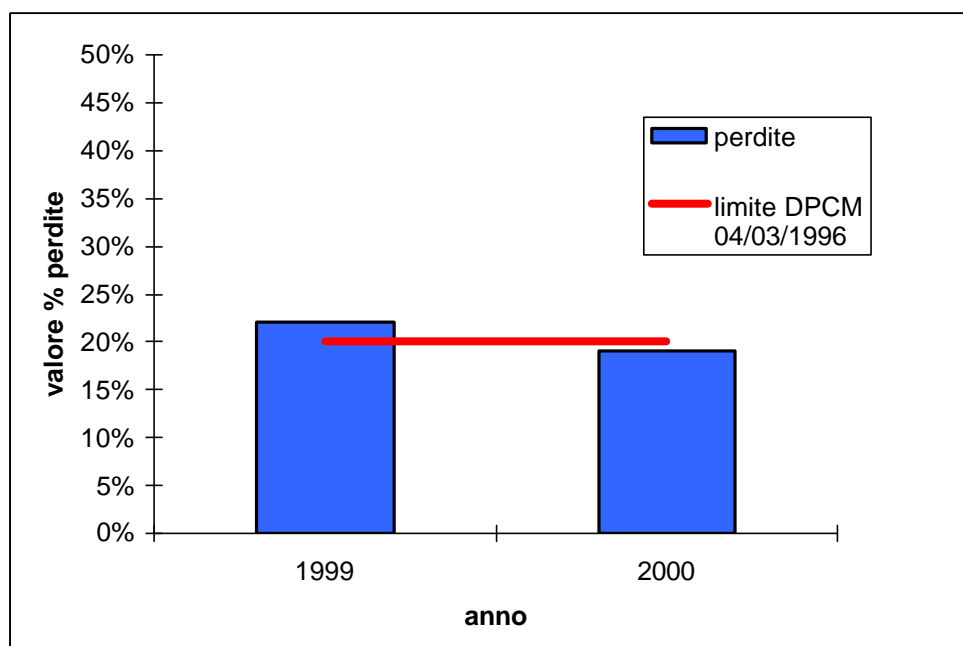
Alcune perdite nella rete di adduzione e distribuzione sono da considerarsi tecnicamente accettabili (nella misura non superiore al 20%), anche se, in ogni caso, deve essere perseguita la loro minimizzazione (DPCM 4/3/1996).

Una corretta procedura di valutazione delle perdite è indispensabile per la formulazione di bilanci idrici nelle reti e negli impianti, sulla base dei quali il gestore può procedere ad una campagna di ricerca delle perdite e provvedere alle necessarie riparazioni (D.M. 99 del 8/1/1997).

I dati a nostra disposizione, tuttavia, sono stime approssimative: non sono suddivisi per le singole componenti e zone, ma forniscono un valore medio per l'intera rete.

Le perdite d'acqua della rete acquedottistica del comune di Verona relativamente all'anno 2000 sono state stimate pari al 18.7%. Nell'istogramma seguente viene riportato il confronto con il dato relativo all'anno 1999 e con il limite del 20% ritenuto "tecnicamente accettabile".

Figura 9.5.2 Raffronto tra la percentuale di perdita della rete acquedottistica di Verona nel 1999 e nel 2000. (Fonte: A.G.S.M. Verona S.p.A.)



I problemi dell'urbanizzazione**Capacità di depurazione**

La rete fognaria dei centri urbani raccoglie le acque reflue e le conduce all'impianto di depurazione nel quale, mediante processi fisici, chimici, biologici, si rimuove il carico inquinante.

Una stima dell'effetto di depurazione di un impianto si può avere confrontando il valore di COD_{out} , parametro utilizzato per valutare il potenziale inquinante dell'effluente che esce dall'impianto, con il valore del COD_{in} misurato nelle acque reflue in ingresso all'impianto.

Un'elevata efficienza di depurazione si traduce in un minore carico inquinante nei confronti del corso d'acqua ricettore degli effluenti.

La capacità di depurazione di un centro urbano è stata valutata moltiplicando la percentuale di utenze di acquedotto che sono allacciate alla rete fognaria per il rendimento medio annuo $(1 - COD_{out}/COD_{in})$ dei depuratori in cui vengono trattate le acque reflue urbane. Una valutazione più completa dovrebbe prendere in considerazione anche il destino degli scarichi che non derivano dall'uso dell'acquedotto pubblico, ma da approvvigionamenti autonomi ed eventualmente la frazione degli scarichi che, se pur collettati dalla rete fognaria, non sono trattati dagli impianti di depurazione considerati.

Il sistema fognario del territorio comunale di Verona convoglia le acque reflue presso l'impianto "Città di Verona", un impianto di tipo biologico che rimuove i nutrienti.

Tabella 9.5.1 Dati caratteristici della rete fognaria del Comune di Verona relativi all'anno 2001 (Fonte: A.G.S.M. Verona S.p.A.)

Dati caratteristici	Unità di misura	Valore
Percentuale di utenze allacciate alla rete fognaria	%	80
Numero di impianti di depurazione	N.	1
Giorni di funzionamento dell'impianto	N.	365
Valore di C.O.D. in ingresso all'impianto (COD_{in})	mg/l	448
Valore di C.O.D. in uscita dall'impianto (COD_{out})	mg/l	68
Rendimento dell'impianto $[(1 - COD_{out}/COD_{in}) \times 100]$	%	85
Capacità di depurazione (rendimento x abitanti allacciati a fognatura)	%	68

9.6 Misure adottate per ridurre l'inquinamento in ambito urbano

9.6.1 Introduzione

Per migliorare la qualità dell'ambiente in città e di conseguenza migliorare le condizioni di vita dei cittadini è necessario cercare di agire sulle cause primarie e le fonti di pressione sull'ambiente. Fra di esse la principale è dovuta all'aumento della richiesta di mobilità a cui si fa fronte tradizionalmente avvantaggiando la viabilità privata. Questo provoca gravissimi problemi all'ambiente urbano: l'aumento dell'inquinamento atmosferico e di quello acustico, l'aumento delle zone da destinare alla sosta delle auto a discapito delle zone verdi, per citare solo i principali.

Fra le possibili risposte a questo tipo di problemi vi è l'incremento dell'efficienza del trasporto pubblico sia in termini di offerta verso il pubblico, sia di miglioramento dei mezzi, il favorire mezzi di trasporto alternativi all'automobile quali la bicicletta e quindi la creazione di piste ciclabili, il controllo delle emissioni degli autoveicoli circolante in città. Si è quindi cercato di riempire gli indicatori di risposta sotto riportati.

Si è inoltre cercato di valutare quale è il contributo alle emissioni di particolato e NOx dovuto al trasporto pubblico, in particolare quanto è vantaggioso in termini di riduzione delle emissioni l'utilizzo del cosiddetto gasolio bianco da parte dell'AMT.

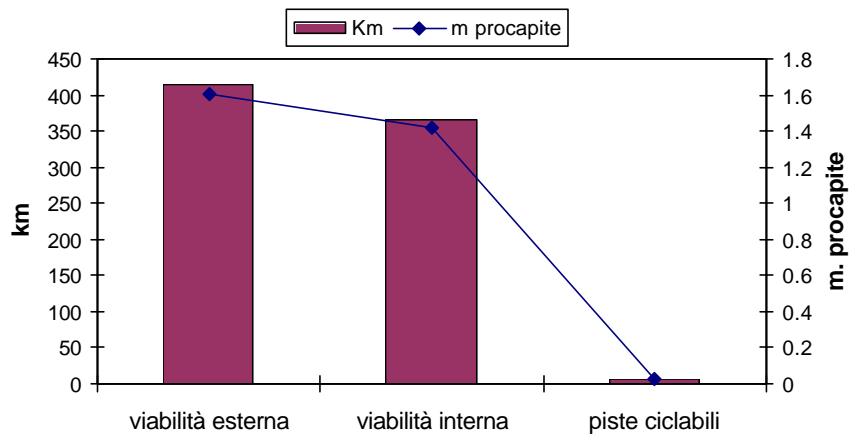
9.6.2 Indicatori utilizzati

Nome indicatore	DPSIR	Obiettivo	Disponibilità dati	Situazione attuale
Estensione delle piste ciclabili	R	Quanti Km di piste ciclabili sono a disposizione degli abitanti?	😊	😞
Verde pubblico	R	Quanti Km ² di verde pubblico sono a disposizione degli abitanti?	😊	😞
Mezzi di trasporto pubblico	R	Come rispondono i mezzi di trasporto pubblico cittadino alla domanda di mobilità?	😊	😞
Variazioni del contributo emissivo dovute all'aggiornamento dei mezzi di trasporto pubblici	I	Come incide sulle emissioni l'ammodernamento del parco automezzi pubblico?	😊	😞

Misure adottate per ridurre l'inquinamento**Estensione delle piste ciclabili**

Verona è fra le città del Veneto con la minor estensione di piste ciclabili, pari solo al comune di Venezia, che è però giustificato dalla sua particolare conformazione geografica: su 414 Km di strade asfaltate di viabilità urbana solo 7 Km sono affiancati da piste ciclabili. In Figura 9.6.1 sono messi a confronto i Km di strade urbane a Verona e i Km di piste ciclabili.

Figura 9.6.1: Confronto fra Km totali di strade e piste ciclabili a Verona e metri procapite (Fonte : Settore Ecologia Comune di Verona)

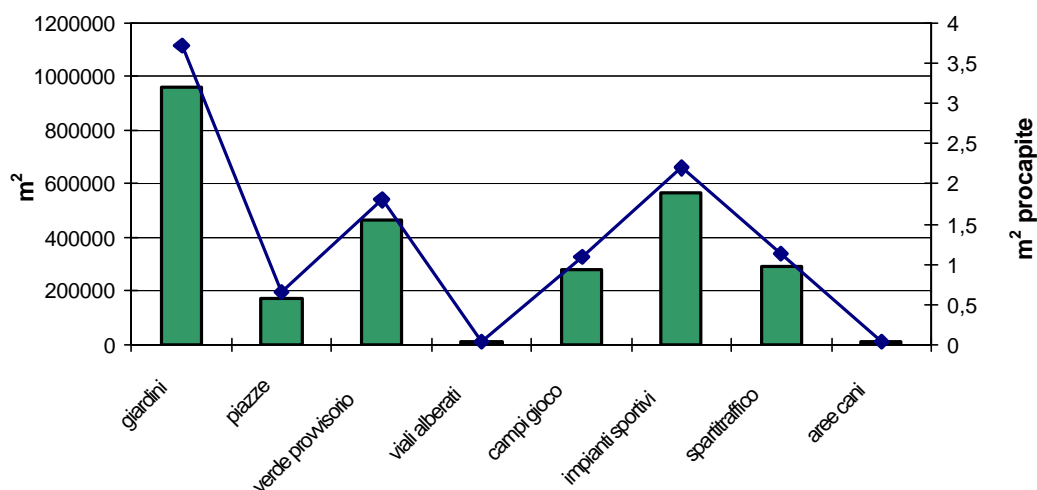


Misure adottate per ridurre l'inquinamento**Verde pubblico**

Per valutare quanto verde pubblico è a disposizione dei cittadini di Verona sono stati considerati i m^2 totali di verde cittadino suddivisi secondo le varie tipologie (giardini, campi gioco, impianti sportivi, aiuole spartitraffico etc.) ed i m^2 di verde procapite.

Come si nota dalla Figura 9.6.2 il cittadino ha a disposizione soli $3.7 m^2$ procapite di giardini e $1.9 m^2$ di campi gioco. Lo standard di verde pubblico procapite è stabilito dal DM 1444/68 e dalla LR 61/85 ed è fissato in $9 m^2$ abitante: a Verona questo standard è raggiunto solo se si considera tutto il verde disponibile, aiuole spartitraffico comprese. Un'estensione pari a $463.000 m^2$, che corrispondono a $1.8 m^2$ per abitante sono rappresentati da spazi verdi "provvisori" ovvero non ancora attrezzati a verde pubblico.

Figura 9.6.2: Verde pubblico a Verona: superficie totale e procapite (in m^2) suddivisi secondo le categorie giardini, piazze, verde provvisorio, viali alberati, campi gioco, impianti sportivi, spartitraffico, aree cani). (Fonte: Settore Ecologia Comune di Verona)



Misure adottate per ridurre l'inquinamento**Aggiornamento dei mezzi di trasporto pubblico**

Per valutare quale incentivo viene dato all'utilizzo di mezzi alternativi all'automobile privata per gli spostamenti in città si è scelto di considerare la consistenza del parco mezzi a disposizione dell'Azienda Municipale Trasporti e di analizzare l'aumento delle percorrenze urbane complessive dei mezzi di trasporto pubblico.

Il parco automezzi a disposizione dell'AMT è pari a 253 mezzi: di questi più del 75% sono anteriori al 1991.

Le percorrenze sono state pari a 6612000 Km nell'anno 2000 che ha visto una diminuzione del 2% rispetto all'anno precedente.

Complessivamente nel periodo 1993 – 2000 si è avuto un aumento dell'8% delle percorrenze dei mezzi di trasporto urbano. A livello nazionale nel periodo 1990-1998 il traffico di passeggeri tramite autovettura è aumentato del 24% ed il traffico pubblico tramite autobus si è ridotto del 16,3%.

Figura 9.6.3: Composizione percentuale del parco automezzi dell'AMT (Fonte: AMT)

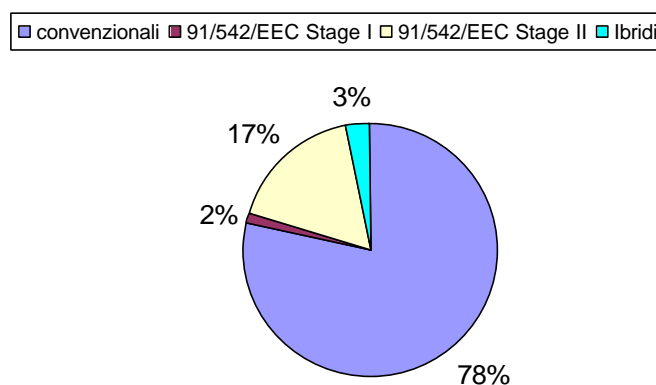
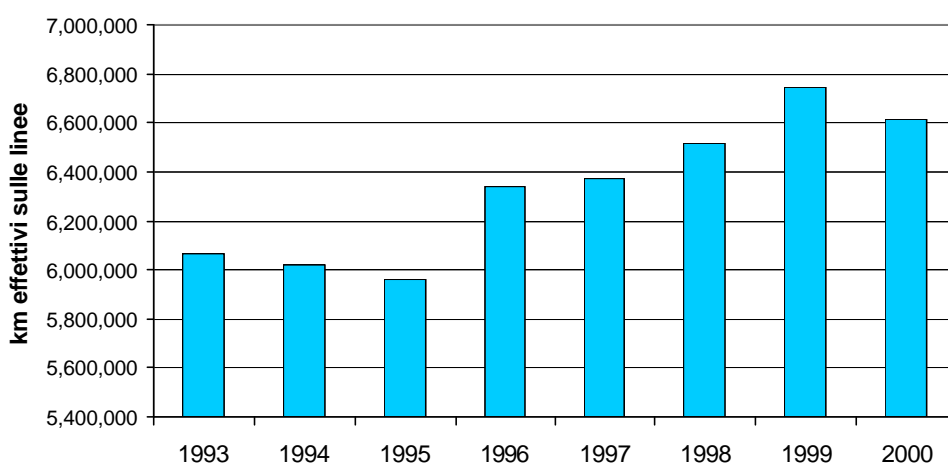


Figura 9.6.4: Andamento delle tratte percorse complessivamente dai mezzi AMT nel periodo 1993-2000. (Fonte: AMT)



Misure adottate per ridurre l'inquinamento**Variazione del contributo emissivo dei mezzi di trasporto pubblico**

Il parco automezzi a disposizione dell'AMT è composto per la maggior parte da vetture immatricolate prima del 1991: ciò significa che le emissioni non rispettano i limiti più restrittivi imposti dalla direttiva CEE 91/542/EEC adottata anche in Italia.

Si è cercato di stimare il contributo emissivo del parco autoveicoli AMT sulla base dei dati di consumo di carburante forniti dalla stessa AMT (riferiti all'anno 2000), tramite i fattori di emissione utilizzati dal modello COPERT.

I risultati, per quanto riguarda gli ossidi di azoto sono riportati in Figura 9.6.5: come si nota gli automezzi antecedenti il 1991, pur rappresentando il 78% del totale contribuiscono al 89% delle emissioni di NOx. Gli automezzi più recenti, immatricolati dopo il luglio 1997, contribuiscono al 10% delle emissioni totali nonostante costituiscano il 20% del parco macchine. Nell'effettuare tali valutazioni si è supposto che i consumi fossero ripartiti equamente fra tutti gli automezzi e che i percorsi effettuati fossero solo di tipo urbano. Inoltre, nella categoria 91/542/EEC Stage II si sono considerati anche i mezzi ibridi.

Dal 2001 i mezzi AMT vengono alimentati con un altro tipo di combustibile, il gasolio bianco, composto per l'88% da gasolio, per il 10,3% da acqua demineralizzata e per l'1,7% da additivi.

Secondo i dati forniti dalla società distributrice (GECAM) l'utilizzo di tale combustibile per trazione permette di ottenere in media una riduzione del 40% per il PM₁₀, del 15% degli NOx e del 70% del particolato grazie al miglioramento del processo di combustione.

Se si analizzano i dati relativi ai consumi si nota un aumento continuo più pronunciato nel 2001: in realtà visto che la percentuale di gasolio nel gasolio bianco è dell'88%, i consumi effettivi di gasolio nel 2001 si sono ridotti del 3% a fronte di una riduzione delle percorrenze del 2% rispetto all'anno precedente.

Figura 9.6.5: Emissione di ossidi di azoto da parte degli automezzi AMT in servizio urbano: sono riportati in percentuale i contributi dovuti alle diverse categorie di automezzi (Fonte: Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona)

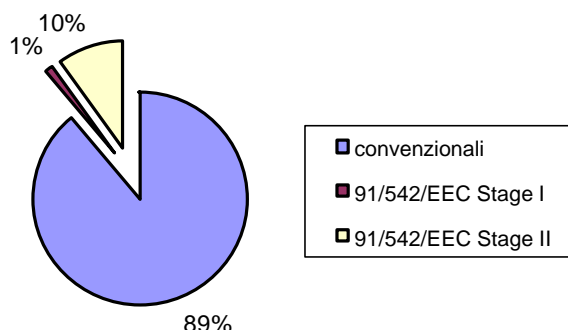
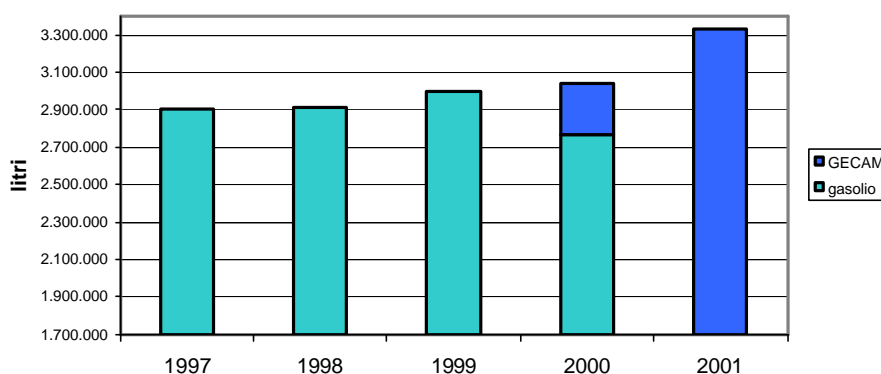


Figura 9.6.6: Consumi di carburante da parte degli automezzi AMT nel periodo 1997-2001 (Fonte: AMT)



[Torna all'indice generale](#)