



Provincia di Terni - Servizio Tutela Ambientale

Relazione annuale sulla qualità dell'aria nella Provincia di Terni



Anno 2001



Agenzia regionale per la protezione ambientale Umbria

Provincia di Terni - Servizio Tutela Ambientale - U.O. Atmosfera ed Energia

Ing. Stefano Viali, Dott. Paolo Grigioni, Sig. Franco Carpine, P.I. Gianluca Bonaccini, Dott.ssa Laura Proietti Barzanti, P.I. Maurizio Mantini

ARPA Umbria - Dip. Provinciale di Terni - Laboratorio Chimico, Fisico e Biologico

Dott. Vanio Viola, Dott.ssa Manola Castellani, Dott. Giuseppe De Luca, P.I. Paolo Fratini,

Con la collaborazione di :

ISIRM – Istituto superiore di ricerca e formazione sui materiali speciali per le tecnologie avanzate

Dott.ssa Annarita Pellegrini, P.I. Alessandro Casagrande, Sig. Riccardo Zenoni

INDICE

PRESENTAZIONE	I-6
INTRODUZIONE	I-8
<u>I. IL SISTEMA DI MONITORAGGIO</u>	I-9
LA RETE DI RILEVAMENTO DEGLI INQUINANTI DELL'ATMOSFERA	I-9
IL CED (CENTRO ELABORAZIONE DATI) E LE OPERAZIONI DI <i>VALIDAZIONE</i> DEI DATI	I-9
IL SISTEMA DI MONITORAGGIO DELL'ARPA	I-11
MONITORAGGIO DEL BENZENE	I-11
INDAGINE SULLE POLVERI NELLA CITTÀ DI TERNI	I-11
MONITORAGGIO DEL PIOMBO	I-12
MONITORAGGIO DI IPA.....	I-12
<u>II. GLI INQUINANTI MONITORATI</u>	II-13
OZONO (O₃)	II-13
DESCRIZIONE	II-13
ORIGINI	II-13
TOSSICITÀ	II-13
QUADRO NORMATIVO	II-14
POVERI TOTALI SOSPESI (PTS)	II-14
DESCRIZIONE	II-14
ORIGINI	II-14
TOSSICITÀ	II-15
QUADRO NORMATIVO	II-15
POLVERI FINI - PM₁₀	II-15
DESCRIZIONE	II-15
ORIGINI	II-16
TOSSICITÀ	II-16
QUADRO NORMATIVO	II-16
OSSIDI DI AZOTO (NO_x, NO₂,NO)	II-16
DESCRIZIONE	II-16
ORIGINI	II-17
TOSSICITÀ	II-17
QUADRO NORMATIVO	II-17
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	II-18
DESCRIZIONE	II-18
ORIGINI	II-18
TOSSICITÀ	II-18
QUADRO NORMATIVO	II-18
BENZENE	II-19
DESCRIZIONE	II-19
ORIGINI	II-19
TOSSICITÀ	II-19
QUADRO NORMATIVO	II-19
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO₂)	II-20
DESCRIZIONE	II-20
ORIGINI	II-20
TOSSICITÀ	II-20
QUADRO NORMATIVO	II-21
PIOMBO (PB)	II-22
DESCRIZIONE	II-22
ORIGINI	II-22
TOSSICITÀ	II-22

QUADRO NORMATIVO	II-22
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)	II-22
DESCRIZIONE	II-22
ORIGINI	II-23
TOSSICITÀ	II-23
QUADRO NORMATIVO	II-23

III. ANALISI DELLE CONDIZIONI METEO-CLIMATICHE **III-24**

PRECIPITAZIONI	III-24
TEMPERATURA	III-26
VENTO	III-29
RADIAZIONE SOLARE	III-34

IV. MONITORAGGIO NEL COMUNE DI TERNI..... **IV-36**

LE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO CONDOTTE	IV-36
LA RETE DI MONITORAGGIO DEGLI INQUINANTI DELL'ATMOSFERA	IV-36
MONITORAGGIO DEL BENZENE CON CAMPIONATORI PASSIVI	IV-36
CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DEL LABORATORIO MOBILE PRESSO IL "CAMPOSCUOLA CASAGRANDE"	IV-37
CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DELLE POLVERI NEL QUARTIERE "PRISCIANO"	IV-37
I RISULTATI OTTENUTI.....	IV-38
OZONO (O ₃)	IV-38
POLVERI TOTALI SOSPESI (PTS)	IV-42
POLVERI RESPIRABILI (PM ₁₀)	IV-45
BIOSSIDO DI AZOTO (NO ₂)	IV-49
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	IV-53
BENZENE	IV-57
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO ₂)	IV-61
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA): BENZO(A)PIRENE	IV-64
PIOMBO	IV-65
I RISULTATI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DEL LABORATORIO MOBILE PRESSO IL "CAMPOSCUOLA CASAGRANDE"	IV-67
OZONO	IV-67
POLVERI PM ₁₀	IV-69
BIOSSIDO DI AZOTO	IV-71
MONOSSIDO DI CARBONIO	IV-73
I RISULTATI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DELLE POLVERI NEL QUARTIERE PRISCIANO	IV-75
INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI RACCOLTA	IV-75
RACCOLTA DELLE DEPOSIZIONI	IV-75
DOSAGGIO DELLE POLVERI SEDIMENTABILI E LORO CARATTERIZZAZIONE CHIMICA	IV-75
RISULTATI	IV-76
DISCUSSIONE DEI RISULTATI	IV-78
VALUTAZIONE COMPLESSIVA SULLO STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE TERNI..	IV-80

V. MONITORAGGIO NEL COMUNE DI NARNI **V-81**

LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO CONDOTTA.....	V-81
I RISULTATI OTTENUTI.....	V-81
OZONO (O ₃)	V-82
POLVERI TOTALI SOSPESI (PTS)	V-86
BIOSSIDO DI AZOTO (NO ₂)	V-89
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO ₂)	V-92

VALUTAZIONE COMPLESSIVA SULLO STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI NARNIV-95**VI. MONITORAGGIO NEL COMUNE DI ORVIETO..... VI-96**

LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO CONDOTTA.....	VI-96
I RISULTATI OTTENUTI.....	VI-96
OZONO (O ₃)	VI-96
POLVERI RESPIRABILI (PM10).....	VI-99
BIOSSIDO DI AZOTO.....	VI-101
MONOSSIDO DI CARBONIO.....	VI-103
VALUTAZIONE COMPLESSIVA SULLO STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI ORVIETO	
.....	VI-105

VII. MONITORAGGIO NEL COMUNE DI AMELIA..... VII-106

LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO CONDOTTA.....	VII-106
I RISULTATI OTTENUTI.....	VII-106

Presentazione

Questo lavoro, realizzato dal Servizio Tutela Ambientale della Provincia di Terni e dal Laboratorio Chimico, Fisico e Biologico del Dipartimento provinciale di Terni dell'ARPA – Umbria nell'ambito di un rapporto di collaborazione che si protrae ormai da alcuni anni, riporta una sintesi dei risultati emersi nel corso di alcune campagne di monitoraggio ambientale effettuate sul territorio e riguardanti lo stato di qualità dell'aria della provincia di Terni.

L'impegno delle due strutture nell'azione di costante monitoraggio della qualità dell'aria è ormai ben noto alla popolazione e agli organi istituzionali. La rete di rilevamento della qualità dell'aria, operante costantemente sin dal 1995, fornisce ormai in tempo reale i dati alla popolazione, che ha la possibilità di seguire gli andamenti degli indici di inquinamento attraverso il sito Internet della Provincia di Terni. Le campagne di monitoraggio ambientale condotte parallelamente dal Laboratorio Chimico dell'ARPA di Terni forniscono un ulteriore elemento di conoscenza, indispensabile per valutazioni dei fenomeni di inquinamento che interessano il nostro territorio.

Il quadro che emerge dall'analisi dei risultati ottenuti può considerarsi soddisfacente; i principali indici di inquinamento sono in costante diminuzione e gli obiettivi di qualità risultano quasi interamente raggiunti.

Esistono tuttavia degli elementi che dovranno essere considerati nelle future campagne di monitoraggio e, soprattutto, negli interventi e nelle azioni che dovranno essere adottate al fine di limitare ulteriormente le emissioni inquinanti. In particolare, i fenomeni estivi di smog fotochimico che interessano la zona di Narni e le emissioni di polvere che interessano alcune zone della città di Terni dovranno essere oggetto di ulteriori piani di intervento.

Le azioni di contenimento delle emissioni, come l'adozione di sistemi moderni di abbattimento, l'incentivazione ad un uso razionale dei mezzi privati di trasporto, la adozione di efficienti piani del traffico e l'incentivazione ad un uso corretto dell'energia, anche da parte dei cittadini, possono apportare ulteriori significativi miglioramenti allo stato di qualità dell'aria, e, più in generale, dell'ambiente. La tecnologia e il know-how degli esperti del settore hanno già dimostrato di essere in grado di supportare tali azioni. I miglioramenti del grado di polverosità nel quartiere ternano di Prisciano, dovuti essenzialmente agli interventi di realizzazione di moderni sistemi di contenimento delle emissioni industriali, risultano

evidenti soprattutto nelle concentrazioni delle PTS (polveri totali sospese), mentre è ancora da migliorare la riduzione delle polveri grossolane sedimentabili, causa di disagio per gli abitanti del quartiere.

Sul piano del monitoraggio atmosferico, la Provincia di Terni, in accordo con i comuni interessati e con la struttura tecnica dell'ARPA, procederà con ulteriori implementazioni della strumentazione analitica, anche alla luce delle indicazioni che provengono dalla normativa comunitaria. Nei prossimi mesi verranno inserite nel protocollo di monitoraggio nuovi inquinanti, come il PM_{2,5}. Verrà inoltre rinnovata e implementata la sottorete di Narni, con la dotazione di nuovi analizzatori per l'analisi del benzene e delle polveri respirabili.

Verranno inoltre definite dall'ARPA nuove campagne specifiche di monitoraggio ambientale, che riguarderanno il benzene, le polveri, l'inquinamento acustico ed elettromagnetico.

I risultati di tali campagne di monitoraggio, insieme alle valutazioni che emergeranno da altri studi che si stanno attuando o che sono in programmazione (seconda indagine epidemiologica, realizzazione della rete provinciale meteorologica, adozioni di modelli previsionali per la stima dei carichi inquinanti) forniranno un ulteriore importante contributo all'informazione ambientale, destinata in ultima analisi a tutta la popolazione e strumento indispensabile per le decisioni politiche e per i corretti comportamenti sociali, che possono contribuire in maniera determinante al miglioramento della qualità dell'ambiente.

Provincia di Terni
L'Assessore all'Ambiente

Gianni Pelini

ARPA – Umbria
Il Direttore Generale

Oriella Zanon

Introduzione

Nella presente relazione vengono analizzati e discussi i risultati raccolti dalle campagne di monitoraggio atmosferico condotte nell'anno 2001 dalla Provincia di Terni - Servizio Tutela Ambientale e dal Dipartimento Provinciale di Terni dell'ARPA - Umbria.

Lo scopo del presente lavoro è quello di valutare lo stato dell'inquinamento atmosferico nella Provincia di Terni, attraverso l'analisi di alcuni indicatori ambientali (inquinanti e parametri fisici dell'atmosfera), monitorati sia con sistemi automatici di rilevamento sia con metodologie semiautomatiche di campionamento e analisi in laboratorio.

I risultati delle misurazioni effettuate e le loro elaborazioni statistiche sono stati confrontati con i dati ottenuti da analoghe campagne di monitoraggio condotte negli anni precedenti, ed in particolare con i dati relativi all'anno 2000, allo scopo di valutare le variazioni determinatesi sullo stato della qualità dell'aria.

Le campagne di monitoraggio hanno interessato le seguenti zone del territorio provinciale di Terni:

1. Comune di Terni;
2. Comune di Narni;
3. Comune di Orvieto;
4. Comune di Amelia.

Nel primo capitolo della relazione viene riportata una descrizione generale dei principali inquinanti atmosferici; per ogni inquinante viene fornita una breve descrizione sull'origine, sugli effetti tossici e sui limiti e i criteri di valutazione previsti dalla normativa.

Nel secondo capitolo vengono esaminate le condizioni meteorologiche della città di Terni; lo scopo di questa analisi è quello di evidenziare in quale misura le concentrazioni degli inquinanti atmosferici possano essere influenzate da situazioni ambientali non direttamente dipendenti dalle fonti di emissione, come ad esempio le precipitazioni o i venti.

Nella seconda parte della relazione (Capitoli IV, V e VI e VII) vengono riportati i risultati del monitoraggio, raggruppati per aree territoriali (Terni, Narni, Orvieto ed Amelia).

Nel capitolo dedicato ai risultati del rilevamento effettuato nel Comune di Terni sono stati inseriti due paragrafi che riportano nel dettaglio i risultati di due diverse campagne condotte nel corso del 2001: il monitoraggio atmosferico effettuato dal Laboratorio Mobile nella zona del Camposcuola Casagrande, dove si svolgono attività sportive all'aria aperta, e l'indagine sulle polveri nel quartiere di Prisciano, localizzato a ridosso dell'insediamento siderurgico di Terni. Questa ultima indagine ambientale è stata condotta dall'ARPA con l'impiego di diverse metodologie di rilevamento; i dati vengono anche confrontati con quelli ottenuti dal sistema di rilevamento automatico e in continuo della Provincia di Terni.

I. Il sistema di monitoraggio

Le campagne di monitoraggio atmosferico che vengono effettuate nel territorio provinciale di Terni vedono l'impiego di due strutture operative, che spesso si coordinano per effettuare indagini specifiche: la rete di monitoraggio degli inquinanti dell'atmosfera, gestita dalla Provincia di Terni, e il Laboratorio Chimico, Fisico e Biologico del Dipartimento Provinciale dell'ARPA dell'Umbria, che ha a disposizione una serie di strutture per il campionamento e l'analisi.

La rete di rilevamento degli inquinanti dell'atmosfera

Dal 1995 è stato attivato, nel territorio provinciale di Terni, un complesso sistema di monitoraggio della qualità dell'aria, costituito da una serie di stazioni di rilevamento dislocate sul territorio e da un sistema di acquisizione, elaborazione e divulgazione dei dati, che consente di rilevare in tempo reale la concentrazione degli inquinanti dell'atmosfera (CO, O₃, Benzene, Toluene, Polveri PTS e PM₁₀, NO_x, NO₂, NO, SO₂ ecc.) previsti dalla normativa.

Nel corso degli ultimi anni la rete di monitoraggio si è ampliata significativamente: allo stato attuale il monitoraggio si estende sulle 3 aree comunali (sottoreti) maggiormente caratterizzate da attività antropiche (Comune di Terni, Comune di Narni e Comune di Orvieto). Nella Tabella I viene riportata la descrizione delle 3 sottoreti e la composizione delle stazioni di monitoraggio.

Il CED (Centro Elaborazione Dati) e le operazioni di *validazione* dei dati

I dati acquisiti in continuo dagli analizzatori automatici presenti in ogni stazione di monitoraggio vengono trasferiti, con l'ausilio di una rete di collegamenti telematici, al Centro Elaborazione Dati (CED) del Servizio Tutela Ambientale della Provincia, che rappresenta il cuore dell'intero sistema. Presso il CED opera quotidianamente un gruppo di esperti che ha il compito di elaborare i dati, di valutarne l'attendibilità e di procedere alla loro pubblicazione ufficiale. Questo procedura, che prende il nome di **validazione**, rappresenta la effettiva classificazione dei valori misurati come attendibili; i dati validati vengono quindi pubblicati e utilizzati per le necessarie elaborazioni statistiche che hanno lo scopo di descrivere i fenomeni di inquinamento dell'aria.

I tecnici del CED hanno anche il compito di gestire e programmare le operazioni di controllo e di manutenzione della strumentazione, di eseguire le prove di calibrazione automatica e manuale degli analizzatori, di diffondere i comunicati ufficiali in caso di superamento dei limiti stabiliti dalla legge secondo i protocolli ufficiali e di predisporre le necessarie elaborazioni statistiche. Le operazioni di validazione dei dati e la gestione delle manutenzioni vengono effettuate dal personale tecnico del Servizio Ambiente, con l'ausilio di uno strumento informatico (Validata Web) che permette di gestire tutte le operazioni via Intranet/Internet.

I dati rilevati vengono quotidianamente pubblicati su Internet: sul sito web <http://ambiente.provincia.terni.it> è possibile osservare in tempo reale l'andamento delle concentrazioni degli inquinanti. Sul sito Internet della Provincia di Terni è anche disponibile una descrizione dettagliata della rete di monitoraggio, degli inquinanti misurati e del loro significato.

Le operazioni di manutenzione degli analizzatori automatici sono affidate ad una ditta esterna specializzata, costantemente in contatto con i tecnici del Servizio e in grado di verificare su Internet lo stato degli analizzatori. La procedura di segnalazione degli interventi e il loro riscontro avviene interamente per via telematica (Internet); in caso di mal funzionamento, inoltre, è prevista una segnalazione immediata (messaggi automatici GSM e Fax) al servizio manutenzione e ai tecnici del Servizio Ambiente, che sono chiamati a supervisionare l'intervento richiesto.

L'adozione di questa procedura automatizzata (attiva da Aprile 2001) ha consentito di ottenere un sensibile aumento della percentuale dei dati validi; l'obiettivo è quello di ottenere una media non inferiore al 90%.

La Provincia di Terni provvede inoltre ad attivare il protocollo di informazione agli organi competenti al verificarsi degli stati di attenzione e/o di allarme.

TABELLA I-1 - STRUTTURA DELLA RETE DI MONITORAGGIO DEGLI INQUINANTI L'ATMOSFERA DELLA PROVINCIA DI TERNI			
Sottorete di Terni			
Nome della stazione	Strumentazione	Ubicazione (zona)	Tipo
PMP	①②	Via F.Cesi - Terni (centro)	A/B
Carrara	①③④⑤⑦	Via Carrara - Terni (Lungonera Savoia)	C
Verga	③④⑥⑦	Via Verga - Terni (Via Leopardi)	A/B
Polymer	③⑤⑦	P.le Donegani (Q.re Polymer)	D
Prisciano	③⑤⑦	Via di Prisciano (Q.re Prisciano)	D
Borgo Rivo	③⑥⑦	Via dell'Aquila (Q.re B.Rivo)	C
Maratta	③⑥⑦	Via Bartocci (Voc. Sabbione)	D
F.Cesi	☼	Via I Maggio (centro)	-
Laboratorio Mobile	①③⑥⑦	Via delle Mure (camposcuola) - (2001)	-
Sottorete di Narni			
Nome della stazione	Strumentazione	Ubicazione	Tipo
San Girolamo	②⑦	Via Flaminia Ternana (campo sportivo)	B
Narni Scalo	③⑤⑦☼	Via Tuderte – fraz. Narni Scalo	B/C
Feronia	③⑤⑦⑨☼	Loc. Feronia	A/B
Montoro	③⑦⑧	Fraz, Montoro	D
Taizzano	③⑦	Fraz. Treie	D
San Liberato	③	Fraz. San Liberato	D/C
Sottorete di Orvieto			
Nome della stazione	Strumentazione	Ubicazione	Tipo
Ciconia	①③⑥⑦	Via dei Tigli – Fraz. Ciconia	C
Ciconia meteo	☼	Via dei Tigli – Fraz. Ciconia	-

Legenda della sensoristica presente nelle stazioni:

- ① Analizzatore CO (monossido di carbonio)
- ② Analizzatore SO₂ (biossido di zolfo)
- ③ Analizzatore NO_x, NO₂, NO (ossidi di azoto)
- ④ Analizzatore BTX (benzene, toluene, xilene)
- ⑤ Analizzatore PTS (polveri totali sospese)
- ⑥ Analizzatore PM10 (frazione respirabile delle polveri)
- ⑦ Analizzatore O₃ (ozono)
- ⑧ Analizzatore NH₃ (ammoniaca)
- ⑨ Analizzatore IPA (idrocarburi policiclici aromatici)
- ☼ Strumentazione meteo

Tipologia delle stazioni di monitoraggio (D.M.20/05/91):

- Tipo A – Stazione di riferimento urbano
- Tipo B – Stazione in zona ad elevata densità abitativa
- Tipo C – Stazione in zona ad elevato traffico
- Tipo D – Stazione in zona suburbana-industriale

Il sistema di monitoraggio dell'ARPA

Il Dipartimento provinciale di Terni dell'ARPA dell'Umbria (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente), attraverso la struttura del Laboratorio Chimico, Fisico e Biologico, ha condotto una serie di campagne di monitoraggio atmosferico, nel corso del 2001, nella città di Terni e nella città di Amelia. I risultati ottenuti sono risultati di grande utilità per una interpretazione più dettagliata dell'indagine complessiva e sono stati utilizzati ad integrazione dei dati ottenuti dalla rete fissa di rilevamento degli inquinanti dell'atmosfera della Provincia di Terni. In particolare, sono state condotte le seguenti campagne di rilevamento:

1. Monitoraggio del benzene nelle città di Terni e Amelia, con l'impiego di campionatori passivi dislocati in vari punti ritenuti strategici;
2. Indagine sulle polveri di Prisciano, in relazione ad altre zone della città di Terni, condotta per mezzo di deposimetri (frazione della polvere sedimentabile) e campionatori attivi (polveri sospese e PM10);
3. Analisi di Piombo e Idrocarburi Policiclici Aromatici (in particolare: Benzo(a)pirene) effettuata sulla polvere campionata.

Monitoraggio del benzene

A causa delle caratteristiche di pericolosità di questa sostanza, sebbene Terni non fosse compresa nell'elenco delle città in cui attivare il monitoraggio, riportato nel DM 25/11/94, il Laboratorio Chimico dell'ARPA decise di avviare, nel 1997, un'indagine di misura delle concentrazioni in aria del benzene. Tale indagine è stata estesa anche alla città di Amelia, ed è ancora in corso.

Il monitoraggio del benzene è stato effettuato con l'ausilio di particolari campionatori che, dislocati in punti specificamente individuati del territorio, sono in grado di adsorbire il gas, attraverso un processo di diffusione passiva, ben caratterizzabile matematicamente. Risulta così possibile, dopo l'effettuazione dell'analisi per estrazione dell'inquinante, risalire alle concentrazioni medie del benzene presente nell'atmosfera circostante.

L'utilizzo di questo sistema di monitoraggio, ampiamente utilizzato anche in altre città e giudicato attendibile da numerosi studi scientifici, permette di effettuare campagne di misura molto capillari sul territorio, in quanto risulta molto semplice l'installazione di questa strumentazione di prelievo.

I dati relativi alla campagna di monitoraggio del benzene con l'impiego di campionatori passivi viene riportata nella sezione di questa relazione relative al monitoraggio nel Comune di Terni e al Monitoraggio nel comune di Amelia.

Indagine sulle polveri nella città di Terni

Il Laboratorio Chimico dell'ARPA sta conducendo, ormai da alcuni anni, un costante monitoraggio dell'inquinamento da polveri nella città di Terni. In particolare, l'attenzione viene posta sulla zona della città (quartiere Prisciano) maggiormente interessata da fenomeni di polverosità, causati dalle emissioni industriali di un insediamento siderurgico.

Le indagini condotte fino a questo momento indicano che il fenomeno è in graduale diminuzione, grazie ad alcuni interventi messi in atto allo scopo di limitare le emissioni industriali (sistemi di abbattimento).

Il monitoraggio delle polveri viene condotto con alcuni strumenti che provvedono a raccogliere i campioni di polvere (deposimetri, campionatori di aria ec..) per la successiva quantificazione e analisi delle composizioni chimiche, che vengono eseguite presso il laboratorio dell'ARPA di Terni.

Sulle polveri raccolte vengono inoltre dosati alcuni composti o elementi chimici, che consentono di effettuare delle valutazioni sulla eventuale tossicità delle polveri atmosferiche.

Monitoraggio del Piombo

Il piombo viene misurato sulle frazioni di polvere campionate attraverso il sistema di monitoraggio dell'ARPA.

Le analisi, condotte in laboratorio, consentono di effettuare degli studi sulla diffusione e sull'andamento di questo inquinante nella città di Terni. La campagna di monitoraggio del piombo presente nelle polveri atmosferiche viene condotta ormai da oltre 10 anni. Per tale inquinante quindi si hanno a disposizione delle interessanti serie storiche, che consentono di valutare l'andamento temporale di questo tipo di inquinamento.

I risultati delle misurazioni del piombo atmosferico vengono riportate nel capitolo dedicato al Monitoraggio nel Comune di Terni.

Monitoraggio di IPA

Sulle polveri raccolte dal sistema di rilevamento dell'ARPA vengono effettuate delle indagini analitiche che mirano a determinare la presenza degli idrocarburi policiclici aromatici, sostanze organiche che hanno una forte tendenza ad adsorbirsi sulla superficie delle particelle di polvere.

In particolare, in questa relazione vengono riportati i risultati ottenuti sulle determinazioni analitiche del benzo(a)pirene, una specie chimica appartenente alla classe degli idrocarburi policiclici aromatici.

I risultati del monitoraggio del benzo(a)pirene vengono riportati nel Capitolo relativo al Monitoraggio nel Comune di Terni di questa relazione.

II. Gli inquinanti monitorati

Ozono (O₃)

Descrizione

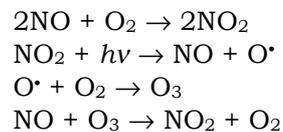
Nelle città e nelle zone immediatamente periferiche si verificano sempre più spesso, durante il periodo estivo, fenomeni di inquinamento da ozono. In realtà si dovrebbe parlare, più precisamente, di fenomeni di *smog fotochimico*, in quanto l'ozono è solo uno degli innumerevoli composti che si originano nelle particolari condizioni che contraddistinguono questo tipo di inquinamento.

L'ozono (O₃) è un inquinante gassoso incolore, dall'odore pungente e con caratteristiche di potente ossidante. Tali caratteristiche lo rendono un agente chimico particolarmente insidioso, sia per gli effetti tossici che per i danni ai materiali che è in grado di provocare.

Origini

L'ozono è un inquinante secondario che si forma a seguito di reazioni fotochimiche tra inquinanti primari (immessi direttamente nell'atmosfera da fonti inquinanti) quali idrocarburi e ossidi di azoto; tali reazioni vengono favorite dal calore e dalla radiazione solare, mentre condizioni di stazionarietà atmosferica favoriscono la permanenza dell'ozono prodotto e degli altri inquinanti fotochimici anche durante le ore serali e notturne.

Le reazioni che avvengono durante un fenomeno di smog fotochimico sono estremamente complesse e alcuni stadi non sono ancora ben noti. Tuttavia una schematizzazione delle reazioni che originano O₃ può essere la seguente:



Come si può osservare, la formazione di ozono avviene per reazione tra il radicale ossigeno e la molecola di ossigeno; la generazione del radicale ossigeno viene innescata dalla radiazione solare. I composti organici insaturi, a causa della loro tendenza (in condizioni ossidanti) a formare radicali, possono contribuire significativamente alla produzione di radicali ossigeno reattivi, che generano poi l'ozono.

L'ultima reazione spiega un fenomeno che spesso si riscontra nelle zone cittadine: il monossido di azoto è in grado di trasformare l'ozono in ossigeno. Durante i fenomeni di inquinamento fotochimico si notano concentrazioni minori di ozono nelle zone urbane maggiormente interessate da traffico autoveicolare, dove il monossido di azoto viene prodotto. Il monossido di azoto, tuttavia, ha una forte tendenza ad ossidarsi, generando un eccesso di NO₂ che, in condizioni di radiazione solare intensa, innesca la catena di reazioni fotochimiche. Questo processo, quindi, è molto significativo nelle prime zone urbane periferiche, soprattutto se a ridosso di insediamenti industriali o ad alta urbanizzazione, che sono fonte di precursori dell'ozono.

Tossicità

L'ozono e gli altri composti chimici che si generano durante il fenomeno di smog fotochimico (perossiacetilnitrati, aldeidi, perossiradicali, chetoni, acidi organici ed altri composti) a concentrazioni di 0.1 ppm (200 µg/m³) possono causare irritazioni alla gola, alle vie respiratorie e possono provocare bruciori agli occhi. Se il fenomeno assume caratteristiche eclatanti (concentrazioni molto

superiori ai livelli di allarme), l'ozono può provocare alterazioni, anche gravi, delle funzionalità respiratorie (i tessuti polmonari possono essere danneggiati a causa della aggressività dell'ozono e degli altri prodotti generati dallo smog fotochimico) fino a provocare la morte per edema polmonare.

La pericolosità di questo tipo di inquinamento aumenta per i soggetti più deboli (anziani, bambini, soggetti asmatici). Per tali motivi, durante i fenomeni più acuti di inquinamento da ozono (ore più calde e soleggiate del periodo estivo) occorre limitare, per tali soggetti, l'esposizione.

Quadro normativo

TABELLA II-1 - QUADRO NORMATIVO PER L'OZONO			
RIFERIMENTO NORMATIVO	PARAMETRO	PERIODO DI OSSERVAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO
LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 15/4/94 , 25/11/94 e 16/5/96)	media oraria	1 ora	180 µg/m ³
LIVELLO DI ALLARME (D.M.15/4/94, 25/11/94 e 16/5/96)	media oraria	1 ora	360 µg/m ³
VALORE LIMITE (D.P.C.M. 28/3/83)	media oraria	1 mese	200 µg/m ³
LIVELLO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE (D.M. 16/5/96)	media mobile trascinata calcolata su 8 ore	8 ore	110 µg/m ³
LIVELLO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE (D.M. 16/5/96)	media oraria	1 ora	200 µg/m ³
	media giornaliera	ogni giorno	65 µg/m ³

Poveri totali sospese (PTS)

Descrizione

Le polveri sospese che troviamo in ambiente urbano sono costituite da minuscole particelle di diverse sostanze chimiche: aggregati di minerali, fuliggine, gomma dei pneumatici e materiale derivato dall'usura di frizioni e di freni dei veicoli. Nelle polveri si trovano inoltre cristalli di nitrato d'ammonio e solfato di ammonio.

Le particelle sospese in aria sono composte da granuli di varia grandezza. Si va da granuli di diametro aerodinamico di circa 0.5 mm fino a granuli aventi diametro aerodinamico minore di 0.1 µm (ovvero 0.0001 mm). I granuli delle polveri di piccole dimensione restano sospesi a lungo nell'atmosfera, in quanto la forza di gravità non riesce a vincere l'effetto turbolento della massa gassosa atmosferica (le polveri fini infatti sono costituite da particelle di massa molto piccola).

Per "polveri totali sospese" (PTS) si intende l'insieme di polveri presenti in atmosfera aventi granulometria (diametro aerodinamico) fino a 100-150 µm; con il termine "PM₁₀" si indica invece la frazione di polvere avente granulometria (diametro aerodinamico) inferiore a 10 µm.

Origini

Come si può dedurre da quanto sopra riportato le polveri hanno sia origine naturale che antropica; le polveri vengono infatti prodotte da fenomeni di combustione (polveri fini) e da lavorazioni di varia natura (metallurgia, edilizia,

trasporti, agricoltura ecc..). Le caratteristiche chimiche e fisiche delle polveri dipendono pertanto dal processo che le ha generate e quindi dalle sostanze che le costituiscono e che vengono successivamente adsorbite sulla loro superficie.

Tossicità

Gli effetti dannosi delle polveri si manifestano principalmente sull'apparato respiratorio dell'uomo. Le particelle più grandi, cioè con diametro maggiore a 5-10 µm, si fermano nelle parti meno profonde dell'apparato respiratorio e vengono quindi espulse, insieme al muco, dall'azione delle cellule ciliate. Sono invece molto più pericolose le particelle di diametro minore di 5-10 µm perché sono in grado di giungere fino agli alveoli polmonari e da qui vengono espulse molto più lentamente, dando luogo a un possibile assorbimento nel sangue delle particelle e dei composti adsorbiti, con conseguente possibile intossicazione. Alcune sostanze cancerogene, come il benzene, il benzopirene e le diossine, hanno una grande tendenza ad essere adsorbite dalle polveri in particolare quando le polveri vengono prodotte dalla combustione di benzine o di sostanze organiche in generale.

Nelle polveri si trovano anche tracce di metalli, per esempio il piombo prodotto nella combustione di benzine additivate con sostanze organiche contenenti piombo (piombo tetraetile e piombo tetrametile venivano usati come antidetonanti; nella benzina verde tali sostanze sono state sostituite dal metil-terbutil-etero o MTBE). I danni prodotti dalle particelle sospese sono amplificati nei fumatori perché il fumo inibisce e rallenta l'attività di pulizia delle cellule ciliate (che vengono letteralmente bruciate dal calore e dagli acidi del fumo) con conseguente accumulo delle polveri stesse nei polmoni.

Quadro normativo

TABELLA II-2 - QUADRO NORMATIVO PER LE POLVERI TOTALI SOSEPE (PTS)			
RIFERIMENTO NORMATIVO	PARAMETRO	PERIODO DI OSSERVAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO
LIMITI MASSIMI (D.P.C.M. 28/3/83)	media giornaliera	annuale	150 µg/m ³
	95° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore	annuale	300 µg/m ³
VALORE GUIDA (D.P.R. 203/88)	media giornaliera	1 aprile - 31 marzo	40 - 60 µg/m ³
	media giornaliera	ogni giorno	100 - 150 µg/m ³
LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 25/11/94)	media giornaliera	ogni giorno	150 µg/m ³
LIVELLO DI ALLARME (D.M. 25/11/94)	media giornaliera	ogni giorno	300 µg/m ³

Polveri fini - PM10

Descrizione

Con la sigla PM10 si definisce la frazione delle polveri che ha un diametro aerodinamico inferiore ai 10 micrometri. Essa rappresenta la parte più insidiosa della polverosità, in quanto resta più a lungo sospesa in aria e viene inalata con estrema facilità.

Origini

La frazione fine delle polveri nei centri urbani viene prodotta essenzialmente da fenomeni di combustione (traffico autoveicolare, impianti di riscaldamento, emissioni da impianti industriali con sistemi di abbattimento inefficaci).

Tossicità

Le polveri PM₁₀ entrano facilmente negli alveoli polmonari a causa delle loro piccole dimensioni; gli effetti tossici di maggior rilievo si hanno quindi a livello delle vie respiratorie e dei polmoni (asma, bronchiti, irritazioni bronchiali e polmonari). La loro pericolosità è esaltata dal fatto che queste polveri fini spesso contengono, adsorbiti, numerosi microinquinanti molto nocivi per l'uomo, come ad esempio metalli pesanti ed idrocarburi policiclici aromatici, che possono provocare effetti tossici a breve termine (irritazioni e infiammazioni) o a lungo termine (cancro).

Quadro normativo

TABELLA II-3			
RIFERIMENTO NORMATIVO	PARAMETRO	PERIODO DI OSSERVAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO
OBIETTIVO DI QUALITA' (dal 1/1/96 al 31/12/98) (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri	annuale	60 µg/mc
OBIETTIVO DI QUALITA' (dal 1/1/99) (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri	annuale	40 µg/mc
VALORE LIMITE * da rispettare a partire dal 2005 (Direttiva 1999/30/CE del Consiglio)	media giornaliera	ogni giorno	50 µg/mc da non superare più di 35 volte in un anno
VALORE LIMITE * da rispettare a partire dal 2005 (Direttiva 1999/30/CE del Consiglio)		annuale	40 µg/mc
VALORE LIMITE * da rispettare a partire dal 2010 (Direttiva 1999/30/CE del Consiglio)	media giornaliera	ogni giorno	50 µg/mc da non superare più di 7 volte in un anno
VALORE LIMITE * da rispettare a partire dal 2010 (Direttiva 1999/30/CE del Consiglio)		annuale	20 µg/mc

*I valori limite saranno pienamente attuativi a partire dal 1.1.2010. Entro tale data tali limiti verranno applicati (da ogni nazione dell'Unione Europea) con dei margini di tolleranza fino al raggiungimento dell'obiettivo previsto per il 2005 e successivamente per il 2010.

Ossidi di azoto (NO_x, NO₂, NO)

Descrizione

Gli ossidi di azoto, comunemente detti NO_x, sono costituiti da una miscela di composti in cui l'azoto è presente in vari stati di ossidazione. Il biossido di azoto rappresenta la forma più ossidata di tali composti.

L'NO₂ è un gas di colore rosso-bruno, di odore pungente, soffocante, e altamente tossico. Insieme all'anidride solforosa contribuisce alla formazione delle piogge acide che danneggiano boschi e monumenti. Il gas NO₂ è un corrosivo per i metalli e le fibre tessili.

Il colore rosso-bruno della cappa di smog talvolta presente sopra le aree urbane inquinate, è indice di presenza di questo inquinante.

Nelle aree urbane le concentrazioni medie NO₂ sono generalmente inferiori ai 100 µg/m³, con qualche eccezione (superamento dei livelli di

attenzione o allarme) soprattutto durante il periodo invernale, in concomitanza di condizioni meteorologiche che favoriscono la stazionarietà atmosferica.

Concentrazioni elevate di ossidi di azoto conferiscono acidità all'atmosfera, causa di danni anche alla vegetazione e ai materiali (monumenti e manufatti).

Origini

Gli ossidi di azoto (NO_x) vengono immessi nell'atmosfera da sorgenti naturali (scariche elettriche atmosferiche, processi biologici, eruzioni vulcaniche, incendi, etc..) e antropiche (prodotti di combustione), soprattutto nelle zone ad alta densità di urbanizzazione e di industrializzazione.

Qualunque tipo di combustione (o fiamma) che avvenga in presenza di aria produce varie forme di ossidi di azoto (principalmente NO ma anche NO₂ e N₂O) a causa della reazione dell'azoto (N₂) con l'ossigeno (O₂) contenuti nell'aria stessa.

Tossicità

Gli NO_x (ed in particolare l'NO₂) agiscono sulle mucose dell'apparato respiratorio provocando la diminuzione delle difese polmonari (bronchiti, allergie, irritazioni)

Nell'apparato cardio-vascolare l'NO₂ agisce sull'emoglobina, infatti questo gas ossida il ferro dell'emoglobina producendo metaemoglobina che inibisce il trasporto dell'ossigeno. Una esposizione a concentrazioni dell'ordine di 500 ppm (950.000 µg/m³) per pochi minuti è mortale. Una esposizione a concentrazioni dell'ordine di 10-40 ppm (19.000-76.000 µg/m³) per pochi minuti può causare fibrosi ed enfisema polmonare. Esposizioni continuative a concentrazioni dell'ordine di 1000 µg/m³ aumentano la probabilità di contrarre infezioni polmonari ed esasperano i sintomi dei soggetti asmatici.

Quadro normativo

TABELLA II-4			
RIFERIMENTO NORMATIVO	PARAMETRO DI CONTROLLO	PERIODO DI OSSERVAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO
LIMITI MASSIMI D.P.C.M. 28/03/83)	Media oraria	ogni giorno	200 µg/mc da non superare più di una volta al giorno
VALORE LIMITE (D.P.R. 203/88)	98° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora	1 gennaio - 31 dicembre	200 µg/mc
VALORE GUIDA (D.P.R.. 203/88)	50° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora	1 gennaio - 31 dicembre	50 µg/mc
	98° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora	1 gennaio - 31 dicembre	135 µg/mc
LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 15/4/94 e 25/11/94)	media oraria	ogni giorno	200 µg/mc
LIVELLO DI ALLARME (D.M.25/11/94 e 25/11/94)	media oraria	ogni giorno	400 µg/mc
VALORE LIMITE *PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE (Direttiva 1999/30/CE del Consiglio)	media oraria	ogni anno	200 µg/mc da non superare più di 18 volte in un anno
VALORE LIMITE *PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE (Direttiva 1999/30/CE del Consiglio)		ogni anno	40 µg/mc
VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE (Direttiva 1999/30/CE del Consiglio)		ogni anno	30 µg/mc (dal 19/07/2001)

*I valori limite saranno pienamente attuativi a partire dal 1.1.2010. Entro tale data tali limiti verranno applicati (da ogni nazione dell'Unione Europea) con dei margini di tolleranza fino al raggiungimento dell'obiettivo previsto per il 2010.

Monossido di carbonio (CO)

Descrizione

Il monossido di carbonio è un gas tossico, incolore e inodore; esso ha un lungo tempo di persistenza nell'aria. Le fonti di rimozione del CO dall'atmosfera sono l'ossidazione a CO₂ ad opera di altri composti chimici e l'assorbimento da parte delle piante.

Origini

Questo inquinante si genera nei processi di combustione, soprattutto in condizioni di rapporti non ottimali tra combustibile e comburente. A causa delle emissioni di monossido di carbonio originato dalla combustione interna dei motori, nelle aree urbane si possono raggiungere elevati livelli di questo gas tossico soprattutto nelle ore di punta e in zone direttamente esposte al traffico autoveicolare. Le atmosfere urbane, pertanto, possono avere livelli medi di monossido di carbonio dell'ordine di diversi ppm (parti per milione), livelli nettamente maggiori rispetto a quelli delle aree remote.

Tossicità

Il CO ha una grande tendenza a legarsi con il gruppo prostetico dell'emoglobina, proteina adibita al trasporto di ossigeno nel sangue verso i tessuti. Il CO, in particolare, legandosi al Ferro dell'emoglobina, trasforma la proteina in carbossiemoglobina; quando la proporzione di carbossiemoglobina rispetto all'emoglobina è alta, i tessuti non vengono più ossigenati a sufficienza. Gli effetti dannosi della esposizione al CO sono quindi da imputare a una carenza di ossigeno nel sangue. Molte malattie cardiache sono aggravate da una esposizione al gas CO.

Una esposizione a concentrazioni dell'ordine di 2000 ppm (2300 mg/m³) per 15 minuti è mortale. Una esposizione prolungata per diverse ore a concentrazioni dell'ordine di 50-100 ppm (57-115 mg/m³) causa vertigine, cefalea e indebolimento generale, ma non è mortale. Una esposizione prolungata per diverse ore a concentrazioni dell'ordine di 10-30 ppm (11-34 mg/m³) causa allungamento dei tempi di reazione e difficoltà a svolgere attività fisica impegnativa.

Gli effetti nocivi del monossido di carbonio sono amplificati nei fumatori.

Quadro normativo

TABELLA II-5 - QUADRO NORMATIVO PER IL MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)			
RIFERIMENTO NORMATIVO	PARAMETRO DI CONTROLLO	PERIODO DI OSSERVAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO
LIMITE MASSIMO (D.P.C.M. 28/3/83)	media di 8 ore	8 ore	10 mg/m ³
	media oraria	1 ora	40 mg/m ³
LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 15/4/94 e D.M. 25/11/94)	media oraria	1 ora	15 mg/m ³
LIVELLO DI ALLARME (D.M. 15/4/94 e D.M. 25/11/94)	media oraria	1 ora	30 mg/m ³

Benzene

Descrizione

Il benzene è un idrocarburo aromatico immesso nell'atmosfera da fonti inquinanti di origine antropica. Il benzene nell'aria ha un tempo di dimezzamento della concentrazione di circa 1 giorno, in presenza però non di aria pura ma di aria inquinata da ossidi di azoto e ossidi di zolfo (che fungono da iniziatori della decomposizione). Negli anni '80 la produzione mondiale di benzene era stimata in 14 milioni di tonnellate. Dato l'ampio uso che ne viene fatto, il benzene si trova nell'aria in concentrazioni che vanno da 3 a 160 µg/m³. I valori più alti vengono trovati in città.

Origini

Non esiste una fonte naturale rilevante di benzene; esso ha un'origine industriale di sintesi o di estrazione insieme al petrolio. Viene immesso nelle atmosfere urbane dalle operazioni di trasporto dei combustibili, nonché dallo stesso traffico autoveicolare. Il benzene infatti, per la sua volatilità, si sprigiona facilmente dalle benzine.

Tossicità

Il benzene è una sostanza tossica e cancerogena. E' mortale una dose di 63.800 mg/m³ per 5-10 minuti. Causa sintomi neurotossici a concentrazioni maggiori di 3.200 mg/m³. Esposizioni a concentrazioni dell'ordine di 100 mg/m³ causano gravi danni al midollo osseo con conseguente diminuzione nel sangue di leucociti e linfociti e anemia.

Il benzene ha effetti cancerogeni. In questo caso non esiste una soglia di sicurezza, cioè una concentrazione al di sotto della quale si possano escludere effetti: qualunque dose con tempi di esposizione più o meno lunghi può causare un tumore. Il cancro indotto dall'esposizione ad agenti tumorali generalmente ha dei tempi di latenza di 15 o 30 anni. Si deve però tenere presente che esiste una relazione dose-effetto, nel senso che esposizioni a dosi sempre più alte aumentano sempre più la probabilità di sviluppare un tumore. E' stato stimato che l'esposizione continua per tutta la durata di vita media alla dose di 1 µg/m³ produce una probabilità di contrarre un tumore di 4x10⁻⁶, ovvero se 1 milione di persone fossero esposte durante la loro vita continuamente al benzene con una concentrazione di 1 µg/m³ allora 4 di esse contrarrebbero un tumore dovuto al benzene.

Il fumo di sigaretta contiene benzene nella concentrazione variabile da 150.000 a 204.000 µg/m³.

Quadro normativo

TABELLA II-6			
RIFERIMENTO NORMATIVO	PARAMETRO DI CONTROLLO	PERIODO DI OSSERVAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO
OBIETTIVO DI QUALITA' (dal 1/1/96 al 31/12/98) (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri	annuale	15 µg/m ³
OBIETTIVO DI QUALITA' (dal 1/1/99) (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri	annuale	10 µg/m ³

Biossido di zolfo (SO₂)

Descrizione

Questo inquinante tossico si presenta sotto forma di gas incolore, ed è caratterizzato da un odore pungente. Tende ad accumularsi nei bassi strati dell'atmosfera a causa dell'elevato peso molecolare. La soglia olfattiva è 0.3 ppm (780 µg/m³).

Questo inquinante, causa primaria della formazione di piogge acide e oggetto di grande preoccupazione negli scorsi decenni, non rappresenta ormai un problema ambientale prioritario, in quanto l'introduzione del metano in luogo dei combustibili fossili (dove lo zolfo è presente in varie forme) ne ha determinato una consistente limitazione.

Origini

L'SO₂ si forma principalmente durante la combustione di sostanze organiche che contengono zolfo. Per esempio, il carbone, l'olio combustibile e il gasolio per autotrazione o per riscaldamento sono prodotti caratterizzati dalla presenza di percentuali di zolfo nell'ordine di 0,1-1% e oltre che, durante la combustione, si trasforma in SO₂.

Approssimativamente vengono immesse ogni anno nell'atmosfera 100 milioni di tonnellate di zolfo principalmente come SO₂.

Come molti altri inquinanti gassosi, il biossido di zolfo reagisce con altre specie presenti nell'atmosfera formando acidi, sali (solfati di ammonio) che tendono ad aggregarsi in materiale particolato, rimosso dall'atmosfera attraverso pioggia o altri processi di deposizione. Questo processo è all'origine delle piogge acide, che sono frequenti in atmosfere contaminate da SO₂.

Tossicità

Esposizioni prolungate a questo gas in concentrazioni di 2 ppm (5.200 µg/m³) possono provocare irritazione alle mucose nasali, bronchiti, tracheiti, malattie polmonari in genere e l'aggravamento di malattie cardiovascolari. L'anidride solforosa in presenza di nebbia amplifica i suoi effetti tossici. Infatti questa anidride si solubilizza velocemente nelle piccole gocce d'acqua. Le gocce più piccole possono arrivare fino in profondità nell'apparato polmonare causando bronco-costrizione, irritazione bronchiale e bronchite acuta. L'anidride solforosa aumenta i suoi effetti tossici anche in presenza di particelle sospese (polveri): è stato dimostrato l'aumento della mortalità nelle città dove l'anidride solforosa ha raggiunto concentrazioni maggiori di 0.1 ppm (260 µg/m³) e contemporaneamente le polveri hanno raggiunto una concentrazione superiore a 250 µg/m³. L'esposizione a livelli di concentrazione anche più bassi, per esempio 0.01 ppm (26 µg/m³), ma protratta per lungo tempo, per esempio circa un anno, comporta un aumento dei ricoveri ospedalieri e delle malattie cardiovascolari. I danni dovuti alla esposizione alla SO₂ sono amplificati nei fumatori e nei soggetti asmatici.

Quadro normativo

TABELLA II-7 - QUADRO NORMATIVO PER IL BISSIDO DI ZOLFO (SO₂)			
RIFERIMENTO NORMATIVO	PARAMETRO DI CONTROLLO	PERIODO DI OSSERVAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO
LIMITI MASSIMI (D.P.C.M. 28/03/1983)	mediana delle concentrazioni medie di 24 ore	annuale	80 µg/mc
	98° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore	annuale	250 µg/mc
VALORE LIMITE (D.P.R. 203/88)	mediana delle concentrazioni medie di 24 ore	1 aprile - 31 marzo	80 µg/mc
	98° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore	1 aprile - 31 marzo	250 µg/mc
	mediana delle concentrazioni medie di 24 ore	1 ottobre - 31 marzo	130 µg/mc
VALORE GUIDA (D.P.R. 203/88)	media giornaliera	1 aprile - 31 marzo	40 - 60 µg/mc
	valore medio delle 24 ore	ore 00 - 24 di ogni giorno	100 - 150 µg/mc
LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M.15/4/94 e 25/11/94)	media giornaliera	ogni giorno	125 µg/mc
LIVELLO DI ALLARME (D.M.15/4/94 e 25/11/94)	media giornaliera	ogni giorno	250 µg/mc
VALORE LIMITE **PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE (Direttiva 1999/30/CE del Consiglio)	media oraria	ogni anno	350 µg/mc da non superare più di 24 volte in un anno
VALORE LIMITE *PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE (Direttiva 1999/30/CE del Consiglio)	media giornaliera	ogni anno	125 µg/mc da non superare più di 3 volte in un anno
VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DELGLI ECOSISTEMI (Direttiva 1999/30/CE del Consiglio)		ogni anno e inverno (1ottobre-31 marzo)	20 µg/mc (dal 19/07/2001)

*I valori limite saranno pienamente attuativi a partire dal 1.1.2005.

**I valori limite saranno pienamente attuativi a partire dal 1.1.2005. Entro tale data tali limiti verranno applicati (da ogni nazione dell'Unione Europea) con dei margini di tolleranza fino al raggiungimento dell'obiettivo previsto per il 2005.

Piombo (Pb)

Descrizione

Il piombo è un metallo che si trova nell'atmosfera adsorbito sulle particelle di polvere.

Origini

La principale fonte di inquinamento da piombo è rappresentata dalla combustione delle benzine non "ecologiche"; il piombo veniva infatti usato, negli anni passati, come additivo nelle benzine (piombo tetraetile e piombo tetrametile), per aumentare il numero di ottano di questo combustibile (azione antidetonante nella camera di combustione). Nei centri urbani questa sorgente rappresenta pressoché la totalità delle emissioni di piombo e la granulometria dell'aerosol che lo contiene si colloca quasi interamente nella frazione respirabile.

Gli interventi normativi in campo ambientale, riguardanti la riduzione del contenuto di piombo nelle benzine, hanno prodotto gli effetti attesi; con la cessazione della vendita della benzina additivata con piombo, avvenuta al termine del 2001, dovrebbe essere definitivamente eliminato il contributo alla immissione di tale inquinante in aria da parte del traffico cittadino.

Tossicità

L'esposizione prolungata a questo metallo, a causa del fenomeno dell'accumulo all'interno degli organismi viventi (bioaccumulo), può provocare effetti registrabili come forme patologiche.

Quadro normativo

TABELLA II-8 - QUADRO NORMATIVO PER IL PIOMBO			
RIFERIMENTO NORMATIVO	PARAMETRO DI CONTROLLO	PERIODO DI OSSERVAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO
VALORE LIMITE DPCM 28/03/83	Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore	1 anno	2 µg/mc
VALORE LIMITE ANNALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (Dir.99/30/CE)		Ogni anno	0.5 µg/mc

Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Descrizione

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono sostanze organiche formate da due o più anelli benzenici uniti fra di loro (condensati). Tali sostanze si trovano prevalentemente adsorbiti sul materiale particolato presente nell'atmosfera e, per la maggior parte, su particelle di dimensioni *respirabili*. Le particelle di polvere aventi un diametro aerodinamico di piccole dimensioni (10

µm o inferiore) presentano infatti un elevato rapporto: superficie libera di adsorbimento / massa, e sono quindi in grado di adsorbire, a parità di massa, un numero più elevato di molecole organiche (tra le quali gli idrocarburi policiclici aromatici). Per le piccole dimensioni che le contraddistinguono le particelle di polvere fine penetrano facilmente negli alveoli polmonari.

Origini

Gli IPA si originano da processi di combustione di combustibili fossili utilizzati nei motori dei veicoli, nelle impianti per il riscaldamento e dalle industrie.

Il contributo all'inquinamento atmosferico, in ambiente urbano, è da attribuire essenzialmente agli scarichi dei veicoli con motori diesel (ma anche le benzine contengono IPA seppur in piccole quantità) e all'impiego di combustibili fossili per il riscaldamento domestico.

Aree ad alta concentrazione industriale, soprattutto se caratterizzati dalla presenza di impianti di termocombustione e da centrali ad oli combustibili, possono apportare un contributo significativo agli IPA presenti nell'atmosfera.

Tossicità

Le caratteristiche tossicologiche di questa classe di sostanze dipendono sia dal numero di anelli benzenici che le costituiscono sia dalla loro disposizione spaziale. I numerosi studi di tossicità condotti su questi composti catalogano il benzo(a)pirene come la specie con maggiori potenzialità cancerogene: per tale sostanza, quindi, è stato fissato il valore obiettivo di qualità dell'aria. Poiché i rapporti di concentrazione fra benzo(a)pirene e gli altri IPA emessi dal traffico autoveicolare si mantengono pressoché costanti, lo stesso benzo(a)pirene può essere considerato un attendibile indicatore del rischio cancerogeno complessivo da esposizione ad IPA.

Quadro normativo

TABELLA II-9 – QUADRO NORMATIVO PER IL BENZO(A)PIRENE			
RIFERIMENTO NORMATIVO	PARAMETRO DI CONTROLLO	PERIODO DI OSSERVAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO
OBIETTIVO DI QUALITÀ DM 25/11/94 (1996-1998)	Media mobile delle concentrazioni giornaliere	Annuale	2.5ng/m ³
OBIETTIVO DI QUALITÀ DM 25/11/94 (dal 1999)	Media mobile delle concentrazioni giornaliere	Annuale	1ng/m ³

III. Analisi delle condizioni meteo-climatiche

La caratterizzazione e lo studio delle condizioni meteorologiche rivestono una particolare importanza nello studio dei fenomeni di inquinamento atmosferico; è noto infatti che la persistenza degli inquinanti nei bassi strati dell'atmosfera e l'insorgenza di particolari fenomeni di inquinamento, come gli episodi di smog fotochimico, sono favoriti da particolari condizioni meteo-climatiche (stabilità atmosferica, situazioni di inversione termica al suolo, elevata insolazione associata ad assenza di vento ecc.).

In questo capitolo vengono presentati i risultati delle misurazioni effettuate sulle condizioni meteo-climatiche nella "Conca Ternana", che risulta una zona di particolare interesse sia per le sue caratteristiche orografiche (presenza di catene montuose che condizionano il clima) sia per l'elevato grado di attività antropiche che vengono svolte al suo interno.

Le elaborazioni sono state effettuate a partire dai dati raccolti dall'Osservatorio Meteorologico "Federico Cesi", situato nel centro della città di Terni e gestito dal Servizio Ambiente della Provincia di Terni.

L'Osservatorio "Federico Cesi" rappresenta ormai un punto di osservazione storico per la città; i dati vengono raccolti sin dagli anni '50, e risulta quindi possibile confrontare le misurazioni con le serie storiche dei dati rilevati. L'Osservatorio, dotato di strumentazione automatica e di strumentazione meccanica classica, fornisce, in tempo reale, i valori di temperatura, pressione atmosferica, umidità relativa, piovosità, direzione e velocità del vento, radiazione solare ed eliofanìa. I dati vengono raccolti con dettagli sufficienti per effettuare analisi anche particolareggiate dei fenomeni atmosferici.

In questa trattazione vengono presentati i dati elaborati relativi al monitoraggio delle temperature al suolo, delle precipitazioni atmosferiche, del regime dei venti e della radiazione solare. Questi parametri sono infatti i più significativi nella interpretazione dei fenomeni di inquinamento; variazioni di tali parametri nel corso degli anni possono avere una grande influenza sugli andamenti annuali dell'inquinamento

Per quanto riguarda gli altri punti di monitoraggio dei parametri meteorologici (Narni Scalo, Feronia, Orvieto - Ciconia) va precisato che tali stazioni sono state installate ed attivate tra il 2000 e il 2001; non si dispone quindi ancora di un numero sufficiente di misurazioni per effettuare una comparazione almeno su 2 anni, indispensabile per stabilire la tendenza dei fenomeni meteo-climatici.

Per la zona di Narni (versante Sud), tuttavia, si può ritenere che le condizioni meteorologiche siano assimilabili a quelle di Terni, come confermano anche i dati rilevati dalle 2 stazioni meteorologiche di Narni Scalo e Feronia.

La zona di Orvieto invece dovrà essere oggetto di studi più approfonditi, che saranno possibili a partire dal prossimo anno.

Precipitazioni

La misurazione dell'entità delle precipitazioni viene effettuata con un pluviometro installato presso l'Osservatorio Meteorologico "F.Cesi" di Terni. Il pluviometro fornisce in tempo reale il totale orario delle precipitazioni; a partire da questo dato sono stati calcolati i valori giornalieri, mensili e annuali necessari per le elaborazioni.

I dati pluviometrici mensili (totale delle precipitazioni, espresse in mm lineari) relativi agli anni 2000 e 2001 vengono riportati nella TABELLA III-1 e nella Figura III-1.

Il dato più rilevante che emerge dall'analisi dei dati pluviometrici riguarda la notevole diminuzione della piovosità registrata nel 2001 rispetto al 2000 (-21%

per il totale annuale). Il 2001 è peraltro risultato l'anno più siccitoso degli ultimi 10 anni.

Si nota in particolare come la siccità sia stata particolarmente marcata nei periodi primaverile, estivo ed autunnale. I mesi più siccitosi sono risultati Giugno e Dicembre, con piovosità totale inferiore ai 20mm. La scarsità di pioggia nel mese di Dicembre 2001 ha contribuito all'instaurarsi di fenomeni di inquinamento atmosferico derivante dai prodotti della combustione superiore ai valori medi annuali, in quanto è risultato praticamente assente il contributo di dilavamento degli inquinanti che la pioggia è in grado di apportare all'atmosfera.

Come si può osservare dalla TABELLA III-2, si sono registrate diminuzioni di piovosità anche in termini di giorni totali caratterizzati da pioggia, e nei valori: medio, massimo e 98°percentile calcolati a partire dai totali giornalieri con valori di piovosità maggiori di zero.

TABELLA III-1 - PIOVOSITÀ NELLA CITTÀ DI TERNI - TOTALI MENSILI E ANNUALE - ANNI: 2000/2001			
	2000	2001	Differenza
Gennaio	24	104	342%
Febbraio	18	26	44%
Marzo	77	78	2%
Aprile	129	74	-42%
Maggio	74	34	-54%
Giugno	19	18	-5%
Luglio	50	32	-36%
Agosto	48	39	-17%
Settembre	35	75	113%
Ottobre	96	22	-77%
Novembre	115	76	-34%
Dicembre	72	18	-75%
TOTALE	756	597	-21%

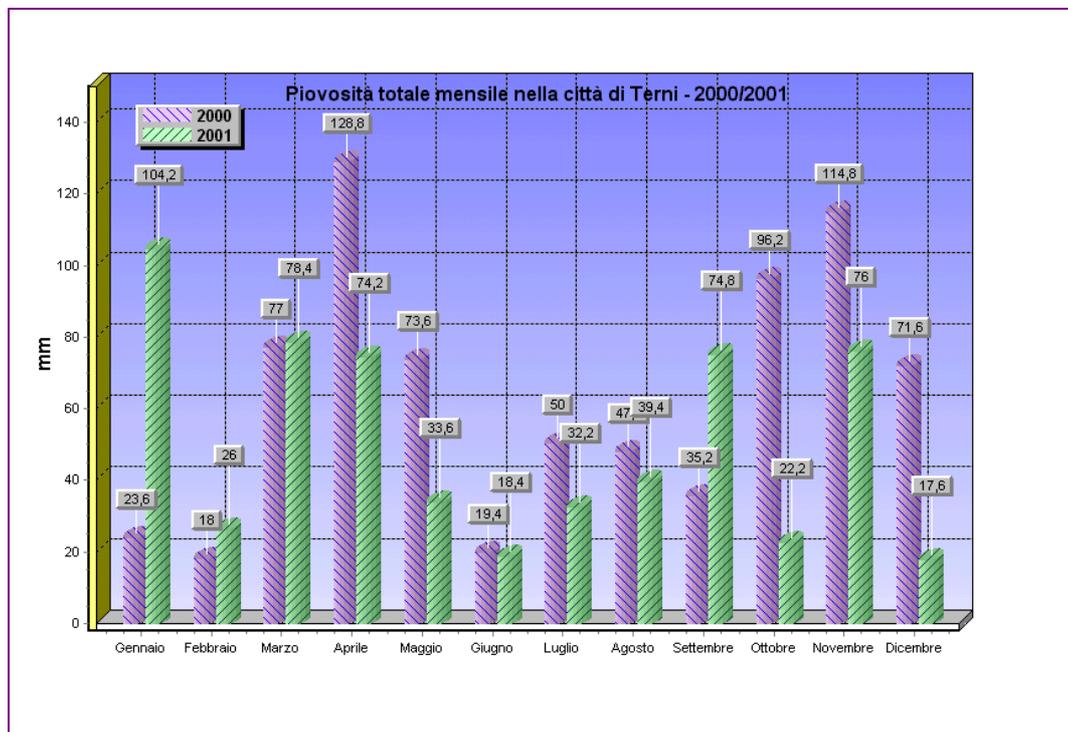


Figura III-1: Piovosità totale mensile registrata presso l'Osservatorio "F.Cesi" - Centro città di Terni - negli anni 2000 e 2001.

TABELLA III-2 - ELABORAZIONE DEI DATI PLUVIOMETRICI			
	2000	2001	Differenza
Giorni di pioggia	107	101	-5,6%
Minimo giornaliero	0,2	0,2	0,0%
Massimo giornaliero	46,6	30,8	-33,9%
Media	7,1	5,9	-16,3%
98°percentile	30,4	25,2	-17,1%

La diminuzione della quantità di pioggia caduta e del numero di giornate di pioggia contribuisce, generalmente, a determinare condizioni favorevoli per il ristagno degli inquinanti; la pioggia è però soltanto uno dei fattori meteorologici capaci di condizionare l'andamento degli inquinanti.

Temperatura

Nella TABELLA III-3 viene riportato il riepilogo dei valori annuali delle temperature registrate negli anni 2000-2001. Si può notare come tali valori siano rimasti praticamente invariati nei due anni in esame.

I valori medi mensili, calcolati a partire dai valori minimi, massimi e medi giornalieri, vengono riportati nella TABELLA III-5.

Nella Figura III-2 vengono riportati gli andamenti delle escursioni termiche medie mensili registrati negli anni 2000 e 2001. Tali valori sono stati calcolati a partire dai valori medi delle temperature massime e minime. Si può osservare che le escursioni medie mensili oscillano tra i 5°C e i 15°C; le massime escursioni si osservano durante il periodo estivo, anche se in altri mesi possono verificarsi fenomeni di escursione termica considerevole (Marzo, Novembre e Dicembre 2001). Le escursioni termiche durante i mesi invernali e primaverili, spesso associate a condizioni di cielo sereno e bassa umidità relativa, possono determinare l'insorgenza di fenomeni di inversione termica al suolo durante le prime ore della giornata. Tali condizioni determinano condizioni favorevoli al ristagno degli inquinanti negli strati bassi dell'atmosfera.

Nella Figura III-3 vengono rappresentati gli andamenti delle temperature durante due diversi "giorni tipo":

- Invernale, calcolato mediando i valori delle temperature medie orarie nei mesi: Gennaio, Febbraio, Marzo, Ottobre, Novembre e Dicembre
- Estivo, calcolato mediando i valori delle temperature medie orarie nei mesi: Aprile, Maggio, Giugno, Luglio, Agosto e Settembre.

TABELLA III-3 - VALORI MEDI ANNUALI ED ELABORAZIONI ANNUALI - 2000/2001		
	2000	2001
media annuale (°C)	16,5	16,6
minimo annuale (°C)	-4,5	-4,3
Massimo annuale (°C)	39,3	38,0
Escursione media giornaliera (°C)	10,61	10,62
Massima escursione diurna (°C)	18,60	18,40
Minima escursione diurna (°C)	1,30	1,40

TABELLA III-4 - VALORI MEDI MENSILI DELLE TEMPERATURE RILEVATE NEL 2000 (°C)				
Mese	MEDIA T MIN	MEDIA T MAX	MEDIA T MED	ESCURSIONE MEDIA MENSILE
Gennaio-2000	1,1	10,2	5,1	9,2
Febbraio-2000	3,8	14,5	8,6	10,8
Marzo-2000	6,9	16,6	11,4	9,7
Aprile-2000	10,2	20,3	14,8	10,1
Maggio-2000	15,3	26,7	20,7	11,3
Giugno-2000	17,8	30,8	24,0	13,0
Luglio-2000	18,7	31,4	24,9	12,6
Agosto-2000	20,6	35,0	27,2	14,4
Settembre-2000	15,8	28,1	21,6	12,2
Ottobre-2000	13,6	22,5	17,2	9,0
Novembre-2000	10,0	17,0	13,2	7,0
Dicembre-2000	5,7	13,8	9,2	8,1

TABELLA III-5 - VALORI MEDI MENSILI DELLE TEMPERATURE RILEVATE NEL 2001 (°C)				
Mese	MEDIA T MIN	MEDIA T MAX	MEDIA T MED	ESCURSIONE MEDIA MENSILE
Gennaio-2001	6,7	13,1	9,6	6,4
Febbraio-2001	4,7	14,0	9,0	9,3
Marzo-2001	10,6	18,9	14,3	8,3
Aprile-2001	8,0	19,0	13,3	10,9
Maggio-2001	14,4	26,3	20,1	11,8
Giugno-2001	17,2	29,9	23,6	12,6
Luglio-2001	19,7	32,9	26,1	13,2
Agosto-2001	20,7	34,7	27,2	14,0
Settembre-2001	13,8	25,2	19,1	11,4
Ottobre-2001	13,8	25,8	18,9	12,1
Novembre-2001	6,9	15,8	10,9	8,8
Dicembre-2001	1,9	10,4	6,0	8,5

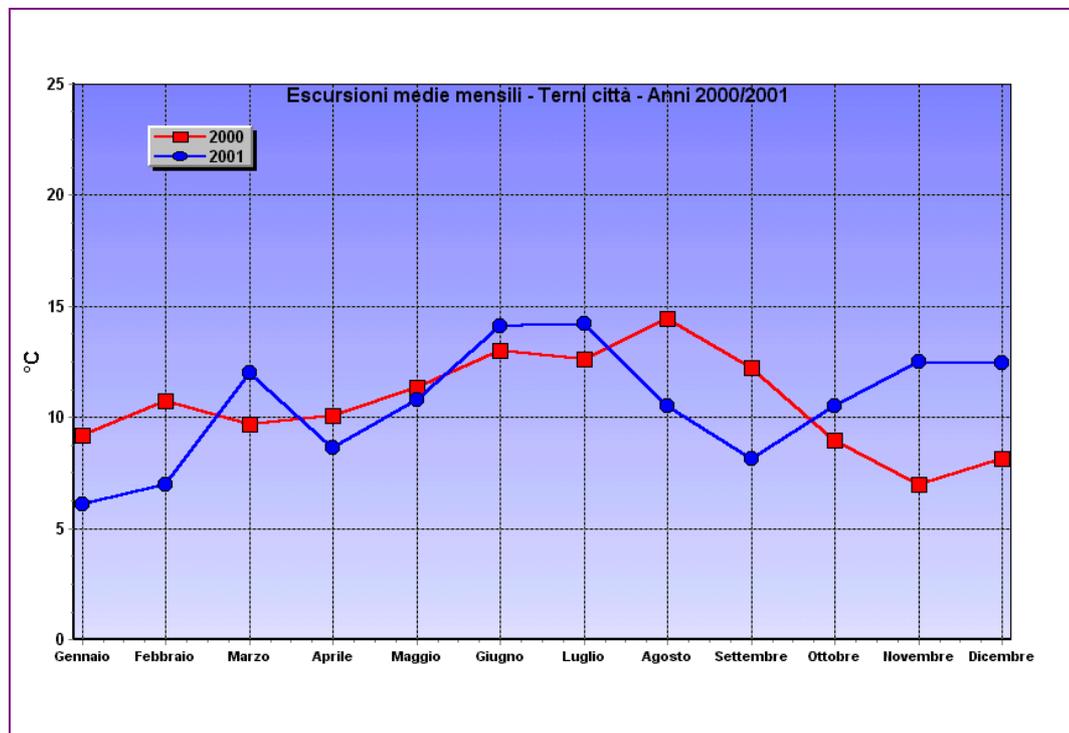


Figura III-2: Andamento delle escursioni medie mensili delle temperature rilevate a Terni negli anni: 2000 e 2001

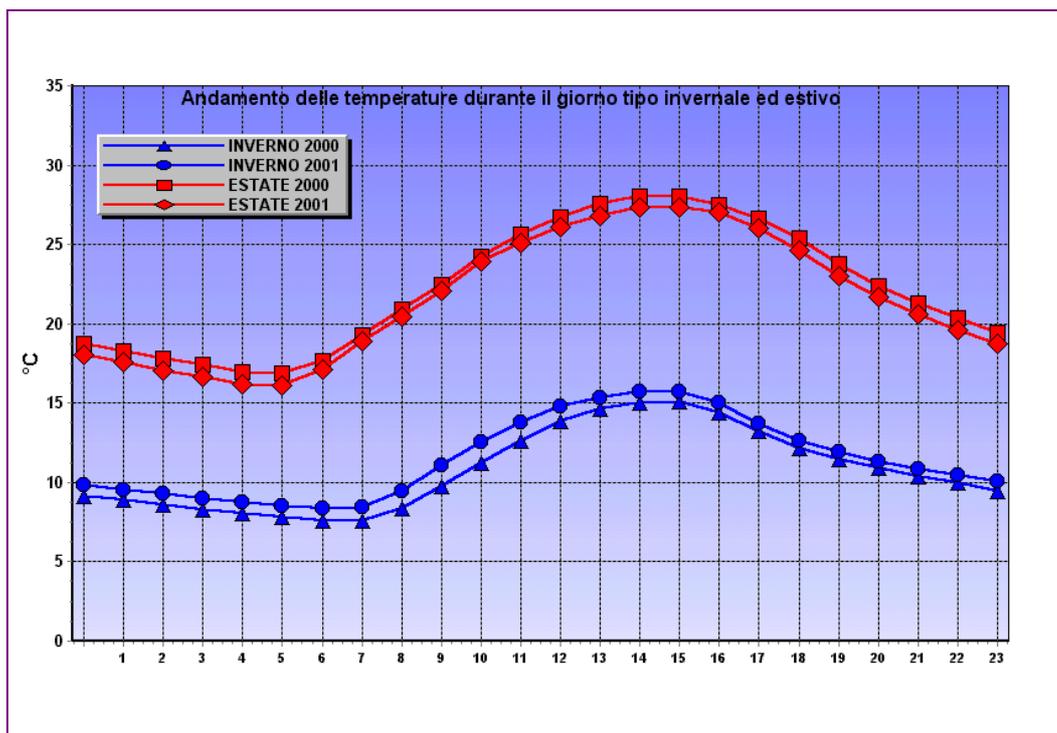


Figura III-3: Andamento delle temperature durante il giorno tipo invernale (calcolato sui mesi di Gennaio, Febbraio, Marzo, Ottobre, Novembre e Dicembre) ed estivo (calcolato sui mesi di Aprile, Maggio, Giugno, Luglio, Agosto e Settembre).

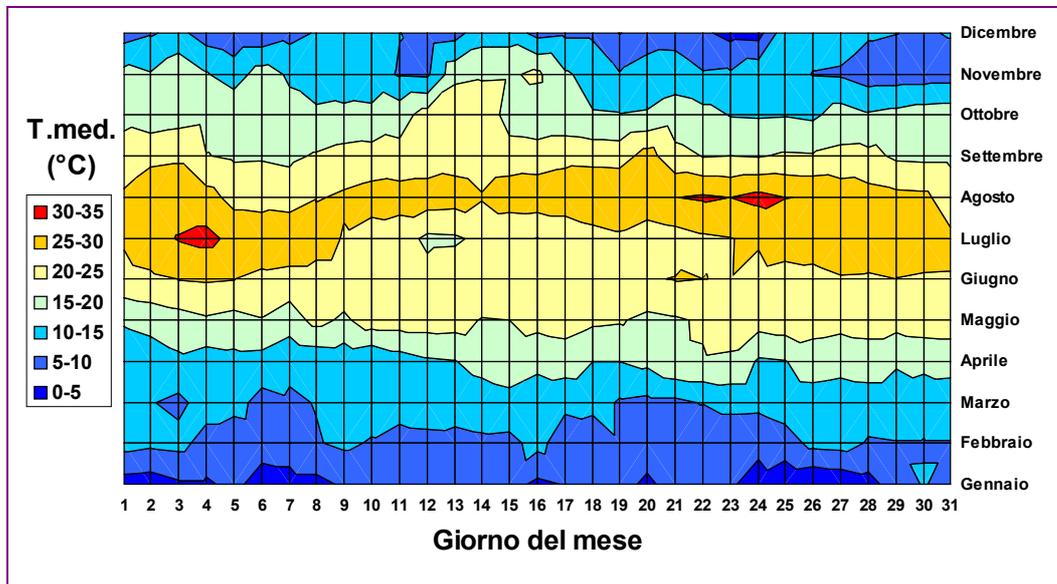


Figura III-4 - Campo delle temperature medie giornaliere misurate nel centro cittadino di Terni nell'anno 2000

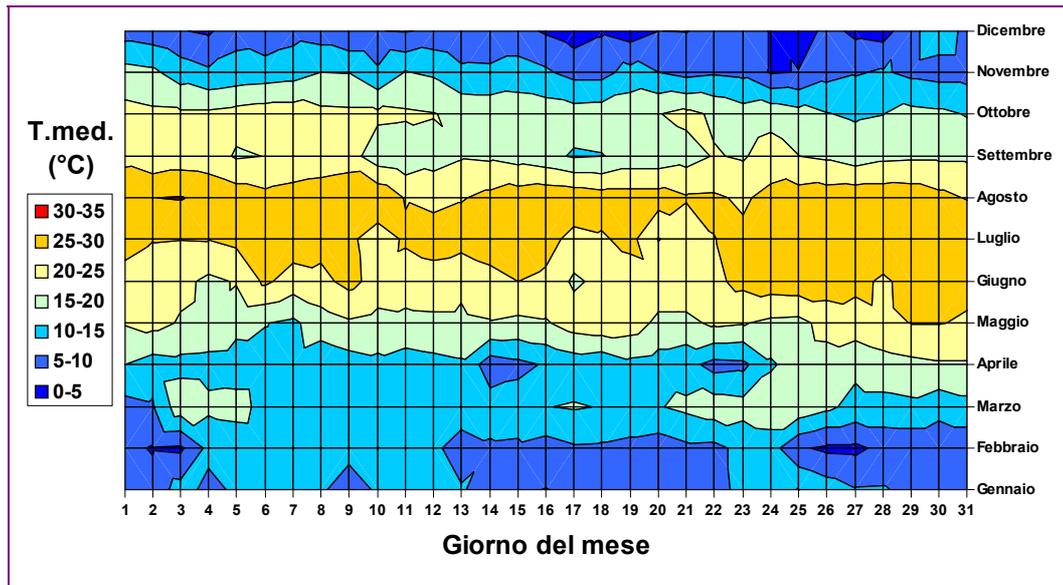


Figura III-5 - Campo delle temperature medie giornaliere misurate nel centro cittadino di Terni nell'anno 2001

Vento

L'analisi del regime dei venti ha una grande importanza nello studio dei fenomeni di inquinamento atmosferico; il vento infatti influenza la presenza e la persistenza degli inquinanti e determina lo spostamento di masse inquinanti anche a lunga distanza. La caratteristica che contraddistingue il regime dei venti nella Conca Ternana emerge dall'analisi delle direzioni prevalenti, che vengono rappresentate nella Figura III-6. Si può notare come i venti prevalenti provengono dai settori di N-NE (Nord-NordEst), NE (NordEst) e S-SO (Sud-SudOvest), mentre le altre direzioni risultano poco frequenti. In particolare risultano particolarmente assenti regimi ventosi provenienti da NordOvest e da Est. La Conca Ternana è infatti riparata da barriere montuose che condizionano fortemente il regime dei venti, che tendono ad orientarsi lungo il corso del fiume Nera, nelle due direzioni. La frequenza delle direzioni dei venti non subisce grandi variazioni da un anno all'altro. La Figura III-6 mostra le rose dei venti tracciate a partire dai dati ottenuti, rispettivamente, nel 2000 e nel 2001. Si può notare come i due grafici risultano praticamente sovrapponibili.

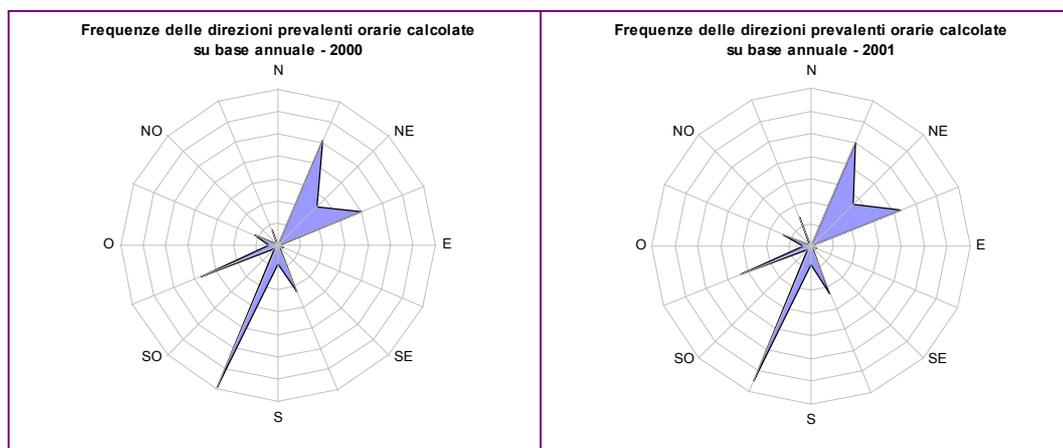


Figura III-6 - Rosa dei venti calcolata su base annuale, che mostra le frequenze delle direzioni dei venti (in 16 settori) negli anni 2000 e 2001.

Analizzando le direzioni dei venti su base mensile (Figura III-7 e Figura III-8) si può osservare come le direzioni prevalenti dei venti conservino le caratteristiche in tutti i mesi dell'anno. Nei mesi invernali risultano più frequenti episodi ventosi provenienti da N-NE mentre i venti sud-occidentali sono più frequenti nei mesi estivi.

Gli andamenti delle direzioni prevalenti dei venti che caratterizzano la Conca Ternana forniscono degli elementi utili per l'interpretazione di alcuni fenomeni di inquinamento atmosferico. Il fenomeno delle polveri di Prisciano, ad esempio, risulta favorito dai venti provenienti da Sud-Ovest, mentre i venti provenienti Nord Est tendono a far spostare la polvere generata dall'insediamento industriale nella direzione opposta.

Anche il territorio comunale di Narni (versante Sud) è influenzato fortemente dal regime dei venti che caratterizzano la Conca Ternana. I venti provenienti dai quadranti settentrionali, in particolare, tendono a far spostare il carico inquinante generato dall'insediamento urbano di Terni verso la zona di Narni Scalo, dove gli inquinanti tendono ad accumularsi. Nel periodo estivo si notano nella zona di Narni episodi di smog fotochimico di entità superiore rispetto agli eventi registrabili a Terni; i precursori dell'ozono (ossidi di azoto e idrocarburi generati dal traffico automobilistico e dalle industrie) vengono sospinti verso Narni dai venti settentrionali che, seppur di minore frequenza rispetto al periodo invernale, si manifestano anche durante i mesi estivi.

Per quanto riguarda gli andamenti delle velocità del vento, sono state effettuate alcune elaborazioni su base annuale, che vengono riepilogate nella TABELLA III-6.

Si osserva come l'anno 2001 sia stato caratterizzato da velocità dei venti superiori rispetto a quelle registrate nell'anno precedente.

In particolare, la velocità media annuale (calcolata a partire dalle velocità medie orarie registrate) ha fatto registrare un aumento pari al 17%, mentre il valore massimo raggiunto (come valore medio orario) è risultato pari al 33% rispetto al valore massimo del 2000.

Risultano superiori anche il numero delle medie orarie caratterizzate da velocità del vento superiori a 0,5m/s (al di sotto di tale valore si parla di calma di vento), sia in termini assoluti (+12%) che relativi (+13%), mentre il valore del 95°percentile dei valori medi orari, calcolato per il 2001, mostra un incremento del 7% rispetto al valore dell'anno precedente.

L'aumento delle velocità del vento sono valutabili anche dall'esame delle distribuzioni delle velocità calcolate per gli anni 2000 e 2001, riportate nella Figura III-9 e nella Figura III-10.

L'analisi dell'andamento delle velocità medie orarie del vento durante il giorno tipo invernale ed estivo, mostrato nella Figura III-11, mostra come durante i mesi estivi i venti si intensificano durante il primo pomeriggio, mentre durante il periodo invernale l'intensificazione risulta molto più contenuta.

Dal grafico si evidenzia inoltre come il periodo invernale sia caratterizzato da eventi ventosi di minore entità rispetto al periodo estivo; la stazionarietà atmosferica della Conca Ternana nei mesi freddi determina il ristagno di agenti inquinanti (soprattutto NO_x e polveri) e l'insorgenza di episodi di inversione termica al suolo e nebbia nelle prime ore della giornata. Si osserva infine, anche da questo grafico, il generale aumento della ventosità, sia invernale che estiva, che ha caratterizzato il 2001 rispetto al 2000. Questo fatto può aver contribuito sensibilmente alla diminuzione media degli inquinanti atmosferici che si è registrata nel corso del 2001 nella città di Terni e che verrà discussa più dettagliatamente nel corso di questa relazione.

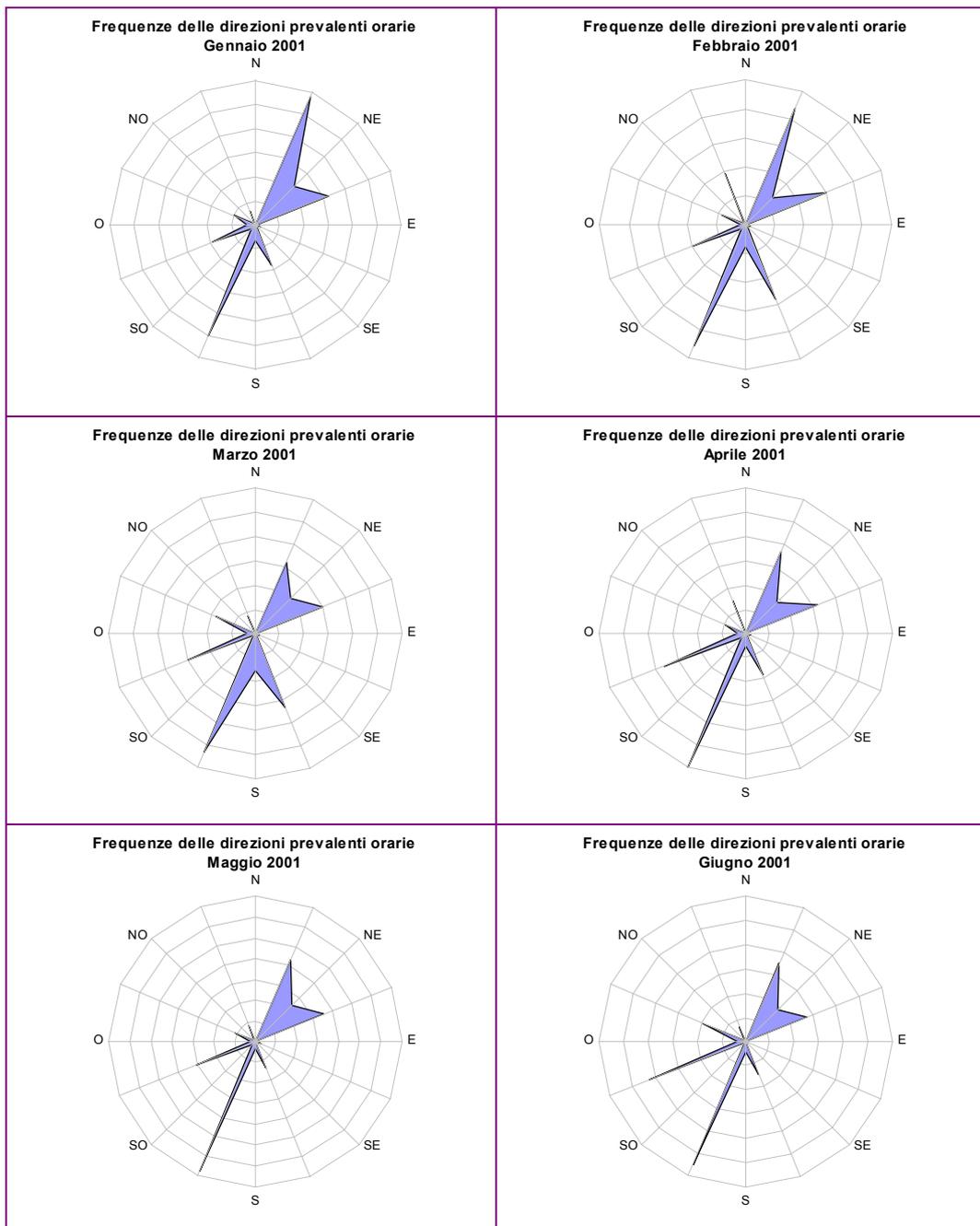


Figura III-7: Rosa dei venti calcolata nel I semestre 2001, che mostra le frequenze delle direzioni prevalenti orarie dei venti (in 16 settori) per ogni mese.

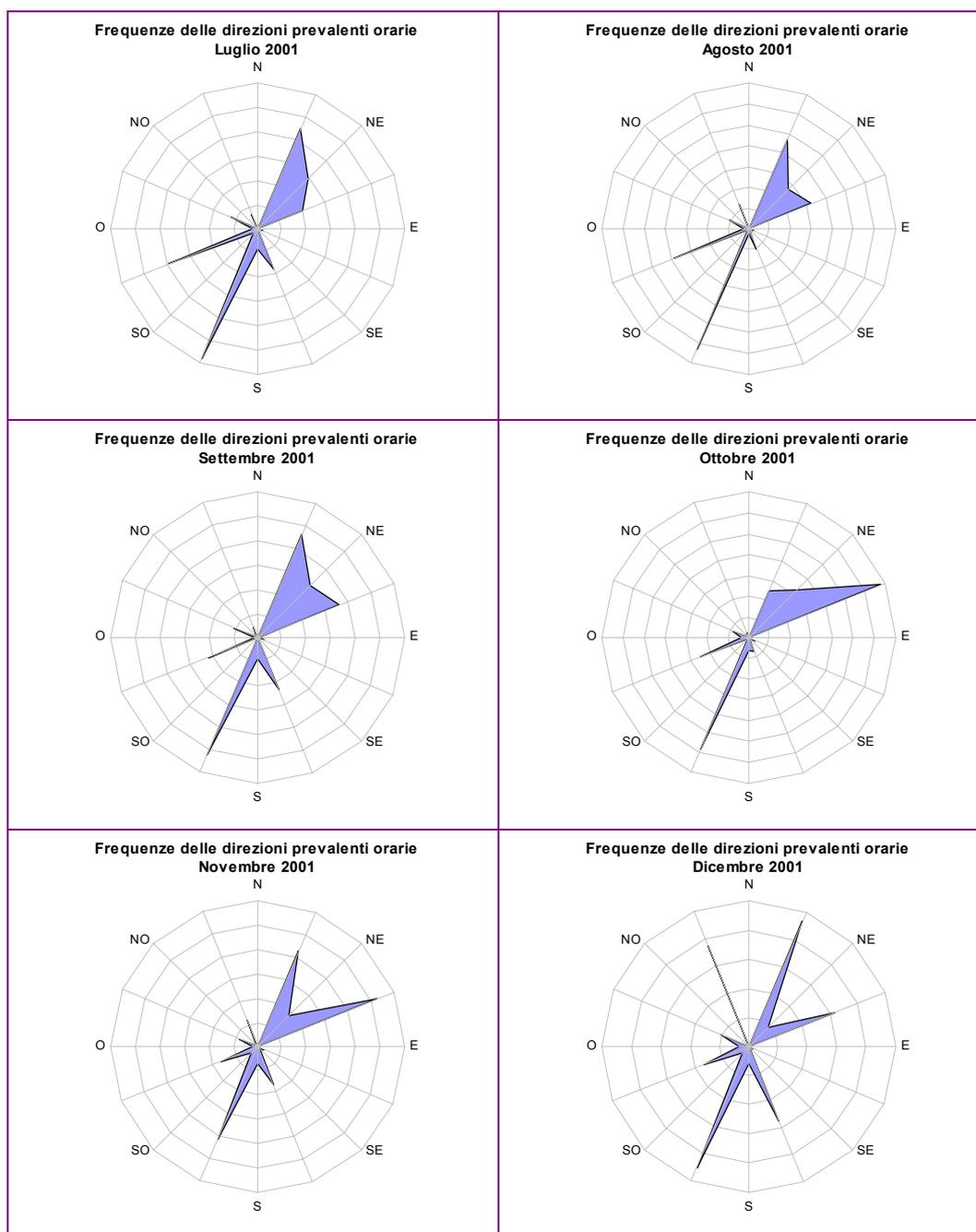


Figura III-8: Rosa dei venti calcolata nel II semestre 2001, che mostra le frequenze delle direzioni prevalenti orarie dei venti (in 16 settori) per ogni mese.

TABELLA III-6 - RIEPILOGO ANNUALE DEI VALORI DI VELOCITA' DEL VENTO			
	2000	2001	Variazione %
Media annuale (m/s)	1,2	1,4	17%
Valore massimo media oraria (m/s)	4,8	6,4	33%
Medie orarie > 0,5 m/s	6710	7509	12%
Percentuale medie orarie > 0,5 m/s	77%	86%	13%
95°Percentile delle medie orarie (m/s)	2,7	2,9	7%

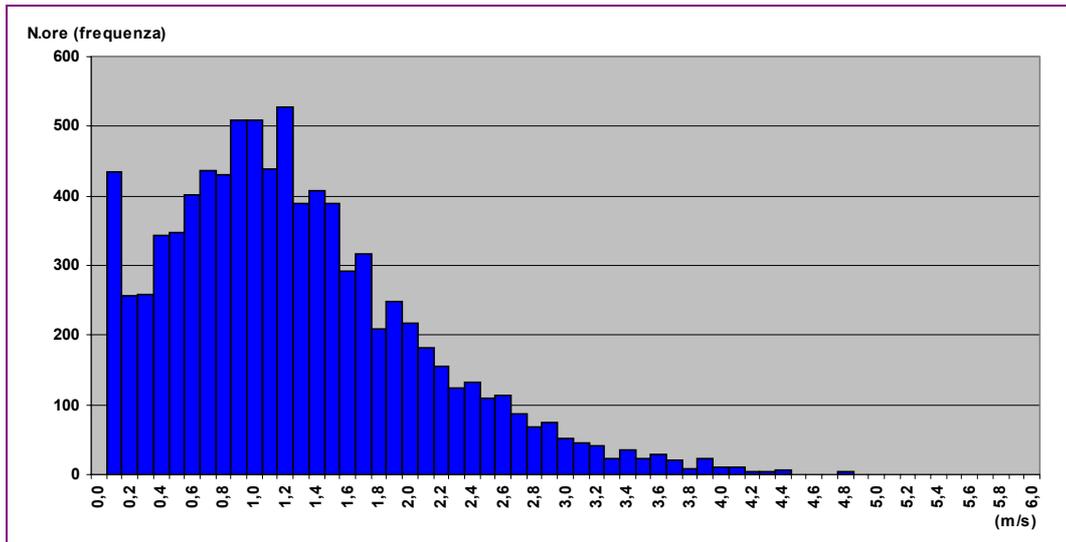


Figura III-9: Distribuzione delle velocità medie orarie del vento registrate nell'anno 2000

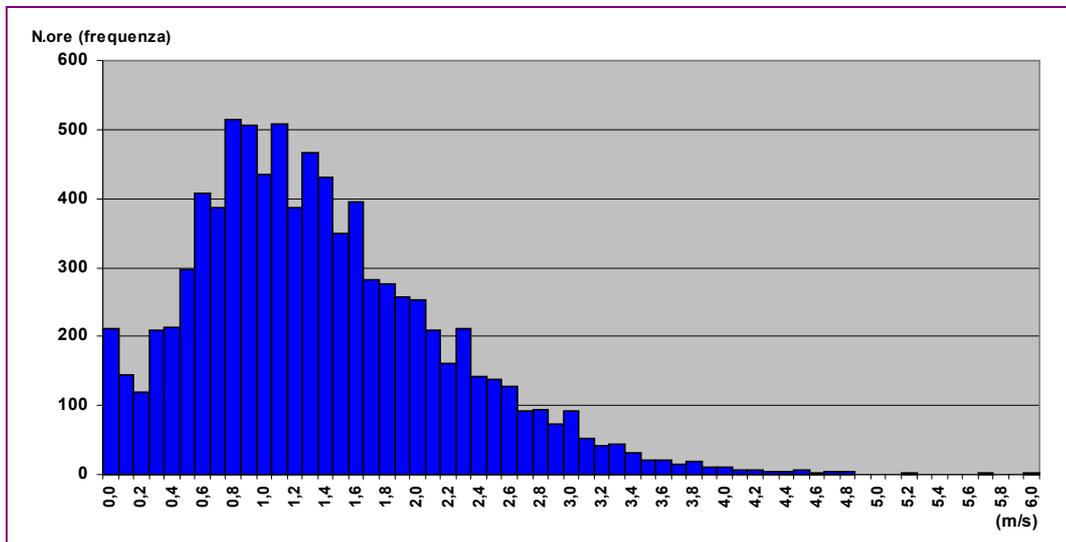


Figura III-10: Distribuzione delle velocità medie orarie del vento registrate nell'anno 2001

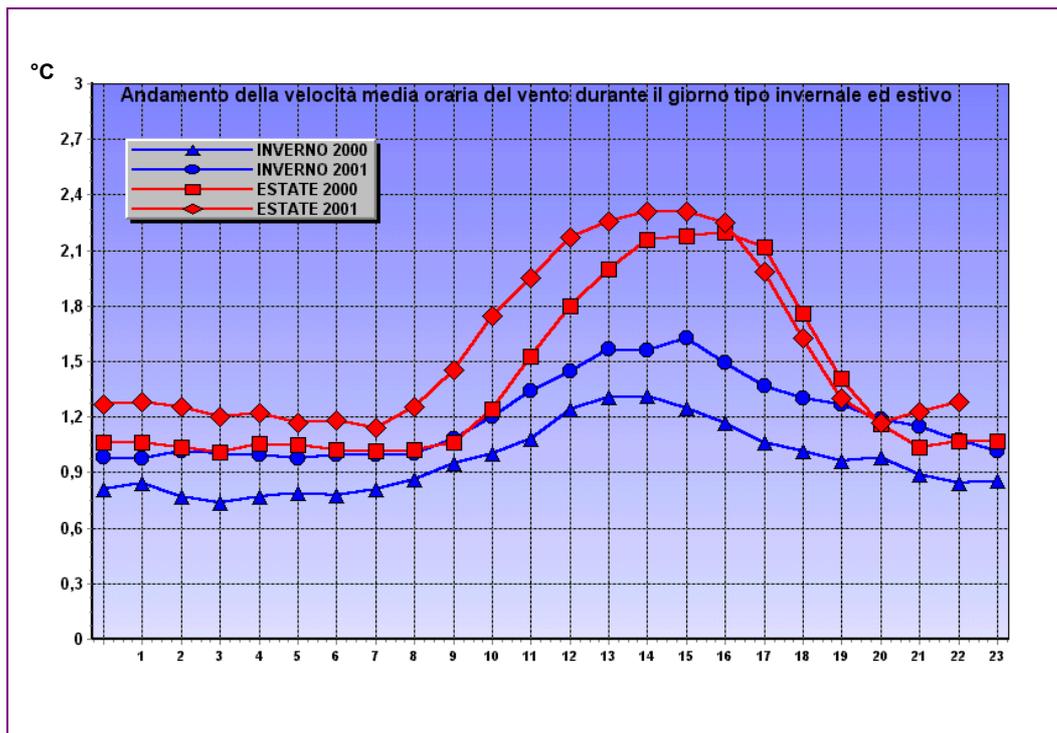


Figura III-11: Andamento delle velocità medie del vento durante il giorno tipo estivo ed invernale negli anni 2000 e 2001. Il giorno tipo estivo è stato calcolato mediando i valori medi orari, raggruppati per ogni ora, sui mesi: Aprile - Settembre mentre per il giorno tipo invernale sono stati considerati i mesi: Gennaio-Marzo e Ottobre-Dicembre.

Radiazione solare

L'analisi degli andamenti della radiazione solare che raggiunge il suolo fornisce delle importanti indicazioni nella interpretazione dei fenomeni di smog fotochimico che si determinano durante le giornate calde e soleggiate dei mesi estivi, soprattutto se concomitanti a condizioni di stazionarietà atmosferica (assenza di vento e assenza di precipitazioni). Come noto, infatti, gli episodi di smog fotochimico, e la conseguente formazione di ozono, vengono innescati dall'energia che la radiazione solare è in grado di fornire ai precursori.

La Figura III-12 mostra l'andamento della radiazione solare durante il giorno tipo annuale calcolato per gli anni 2000 e 2001. Si osserva una sensibile diminuzione della radiazione solare, soprattutto nelle ore coincidenti con i massimi valori.

La TABELLA III-7 riporta un riepilogo annuale dei valori della radiazione solare. Il valore medio registrato nel 2001 ha subito una diminuzione del 9% rispetto al valore dell'anno precedente. Consistente risulta anche la diminuzione del massimo valore orario (-13%) mentre la diminuzione del 95° percentile dei valori orari è più contenuta (-3%).

TABELLA III-7 - RIEPILOGO ANNUALE DELLA RADIAZIONE SOLARE NEGLI ANNI 2000-2001			
	2000	2001	Variazione %
Valore medio orario (W/m ²)	560	509	-9%
Valore massimo orario (W/m ²)	3578	3152	-12%
95°percentile dei valori orari(W/m ²)	2580	2496	-3%

La diminuzione della radiazione solare ha contribuito sicuramente al contenimento dei fenomeni di smog fotochimico, che risultano in forte diminuzione nella città di Terni (come verrà discusso più dettagliatamente,

l'anno 2001 è stato caratterizzato da pochissimi fenomeni di superamento del livello di attenzione per l'ozono).

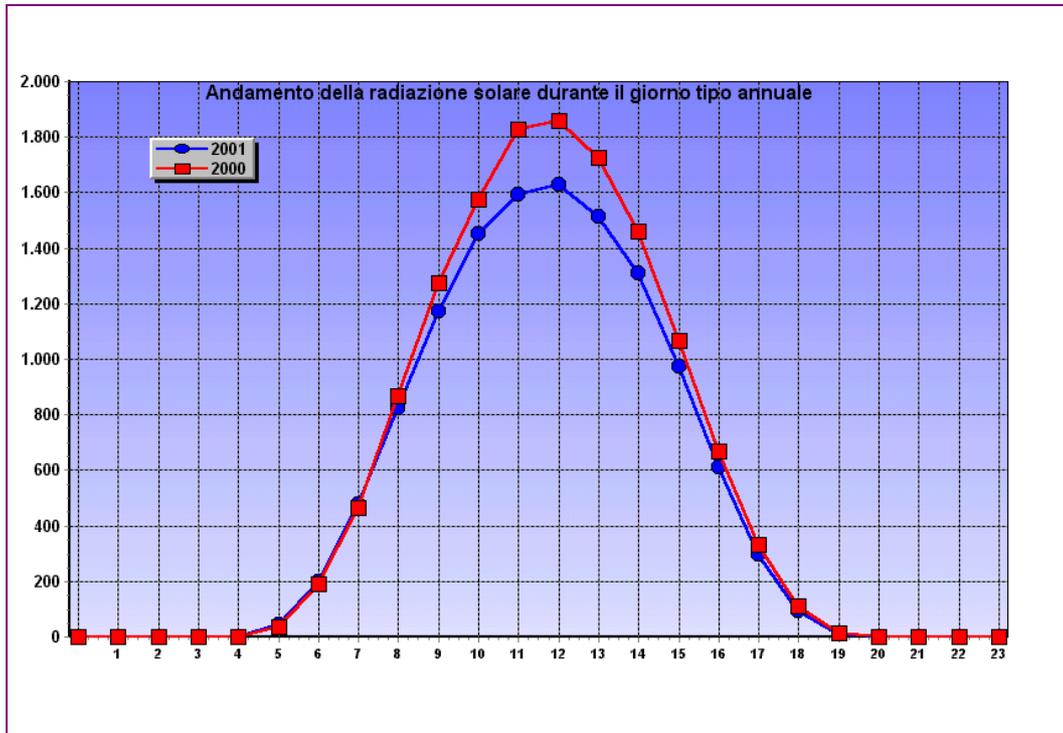


Figura III-12: Andamento della radiazione solare (W/m^2) durante il giorno tipo annuale negli anni 2000 e 2001

IV. Monitoraggio nel Comune di Terni

Le campagne di monitoraggio condotte

Le campagne di monitoraggio della qualità dell'aria condotte nel corso degli ultimi anni dalla Provincia di Terni e dall'ARPA nell'ambito del territorio comunale di Terni sono state effettuate con diverse metodologie e hanno visto l'impiego di diverse strutture analitiche. In questa relazione vengono presentati i risultati delle principali campagne di monitoraggio svolte nel corso del 2001, ed in particolare:

- Monitoraggio automatico effettuato dalla rete provinciale di rilevamento degli inquinanti dell'atmosfera;
- Monitoraggio di polveri nella zona di "Prisciano";
- Monitoraggio della qualità dell'aria nell'area del "Camposcuola Casagrande", effettuata dal laboratorio mobile;
- Monitoraggio di benzene eseguito con campionatori passivi.

La rete di monitoraggio degli inquinanti dell'atmosfera

Le stazioni di monitoraggio della rete provinciale di rilevamento degli inquinanti dell'atmosfera presenti nel Comune di Terni (sottorete di Terni) sono riportati nella Tabella IV-I .

TABELLA IV-I - STRUTTURA DELLA SOTTORETE DI TERNI		
STAZIONE	UBICAZIONE	DOTAZIONE STRUMENTALE
PMP	Via F.Cesi	CO, SO ₂ , O ₃ (fino a maggio 2001)
CARRARA	Via Carrara - Lungonera Savoia	CO,NOx,O ₃ ,Benzene,PTS
PRISCIANO	Via di Prisciano	NOx,O ₃ ,PTS
POLYMER	P.le Donegani (Q.re Polymer)	NOx,O ₃ ,PTS
VERGA	Via Verga (zona V.le Leopardi)	NOx,PM10,Benzene,O ₃ (da giugno 2001)
BORGO RIVO	Via dell'aquila (Q.re Borgo Rivo)	PM10, NOx, O ₃ (da ottobre 2001)
MARATTA	Via Bartozzi (Voc. Maratta-Sabbione)	PM10,NOx,O ₃ (stazione attiva da ottobre 2001)

Le stazioni: PMP, Verga e Carrara sono collocate nella zona centrale della città, le stazioni Polymer e Prisciano in zone residenziali limitrofe a insediamenti industriali, la stazione di Borgo Rivo è ubicata in una zona periferica residenziale, soggetta comunque all'influenza di emissioni industriali, mentre la stazione di Maratta è collocata in un'area industriale.

La stazione Maratta è stata installata nel mese di Ottobre del 2001; i dati raccolti da questa stazione, quindi, non sono stati inseriti in questa relazione, in quanto non risultano sufficienti per elaborazioni annuali.

Monitoraggio del benzene con campionatori passivi

A causa delle caratteristiche di pericolosità di questa sostanza, sebbene Terni non fosse compresa nell'elenco delle città in cui attivare il monitoraggio, riportato nel DM 25/11/94, il Laboratorio Chimico dell'ARPA decise di avviare, nel 1997, un'indagine di misura delle concentrazioni in aria del benzene.

Negli anni 1997 e 1998, le misure, effettuate tramite campionamento attivo, hanno riguardato soltanto una postazione e precisamente la stazione fissa di Ponte Carrara (Terni) facente parte della rete di monitoraggio provinciale della qualità dell'aria. Questa stazione, infatti, non solo era quella maggiormente soggetta a traffico autoveicolare (in cui si presumeva dovessero riscontrarsi le concentrazioni più elevate), ma essendo dotata anche di analizzatori di inquinanti strettamente correlabili al benzene, permetteva di avanzare ipotesi, per estrapolazione, circa l'entità dell'inquinamento da benzene nelle altre zone controllate dalle centraline fisse.

A partire dal 1999, grazie all'impiego di campionatori passivi, ormai ampiamente utilizzati a livello internazionale per indagini ufficiali di questo tipo,

è stato possibile effettuare il monitoraggio del benzene anche presso altre due stazioni fisse della rete di monitoraggio, ubicate nel centro cittadino e precisamente quelle denominate PMP e Via Verga.

Nell'anno 2000 il rilevamento ambientale di questa sostanza è stato ancora esteso fino a comprendere nove zone della Città. Questa rete di punti di monitoraggio non ha subito variazioni nell'anno 2001. Cinque di questi punti coincidono con le stazioni fisse della rete. I criteri seguiti per la scelta dei rimanenti quattro sono stati i seguenti: due campionatori sono stati posizionati in zone centrali della Città con traffico intenso ma abbastanza scorrevole e lontani da semafori (Piazza Dalmazia e Piazza Tacito) e due a traffico intenso ed in prossimità della carreggiata (Via Turati e Via Borzacchini).

In tutte le postazioni, a partire dal 1999, il monitoraggio è stato effettuato esponendo all'aria, ma al riparo dagli agenti atmosferici, i campionatori passivi per un periodo, di norma, pari a quindici giorni; i risultati sono pertanto del tutto confrontabili.

Campagna di monitoraggio del laboratorio mobile presso il "Camposcuola Casagrande"

Nel periodo Maggio-Novembre 2001 è stata condotta una campagna di monitoraggio atmosferico presso il "Camposcuola Casagrande" di Terni con l'impiego del laboratorio mobile della Provincia di Terni, dotato di analizzatori automatici per l'analisi in continuo degli inquinanti: CO, NO₂, NO, NO_x, PM10 e O₃.

La campagna di monitoraggio aveva l'obiettivo di monitorare l'inquinamento da ozono durante il periodo estivo in una zona particolarmente frequentata. Nel Camposcuola e nella zona limitrofa costituita da giardini e strade chiuse al traffico, si svolgono intense attività sportive all'aria aperta.

I risultati della campagna di monitoraggio e le relative elaborazioni vengono riportati nel paragrafo: "*I risultati della campagna di monitoraggio del Laboratorio Mobile presso il "Camposcuola Casagrande"*".

Campagna di monitoraggio delle polveri nel quartiere "Prisciano"

La Provincia di Terni e l'ARPA dell'Umbria – Dipartimento Provinciale di Terni, stanno conducendo una indagine ambientale presso l'abitato di Prisciano – Terni, in rapporto ad altri punti di monitoraggio presi come riferimento, al fine di valutare le variazioni di polverosità della zona. L'indagine viene svolta attraverso le seguenti metodologie:

1. **Misura delle polveri sedimentabili**, con deposimetri, in 4 diverse postazioni localizzate come di seguito:
 - Terni - centro cittadino -Via F.Cesi 24): *Riferimento – Punto di raccolta A*;
 - Prisciano – Via dell'Industria 17: Storico di Prisciano – Punto di raccolta B;
 - Prisciano – Via dell'Industria 39: *Punto di raccolta C*;
 - Prisciano – Via dell'Industria 69: *Punto di raccolta D*.
2. **Misura delle polveri totali sospese (PTS)**, con analizzatore automatico, in 3 diverse postazioni localizzate come di seguito:
 - Stazione di monitoraggio di Prisciano;
 - Stazione di monitoraggio di Carrara (riferimento urbano);
 - Stazione di monitoraggio di Polymer (riferimento sub-urbano/industriale).

L'indagine è stata condotta nel corso di tutto l'anno 2001 e i risultati ottenuti sono stati confrontati con quelli ottenuti in una analoga campagna di rilevamento svolta nell'anno 2000 (per i punti di raccolta C e D si è fatto riferimento al solo periodo: Aprile-Dicembre 2001).

Le elaborazioni effettuate e la discussione dei risultati sono riportate nel paragrafo: "I risultati della campagna di monitoraggio delle polveri nel quartiere Prisciano" di questa Relazione.

I risultati ottenuti

Ozono (O₃)

Il monitoraggio dell'ozono nella città di Terni ha avuto inizio nel 1996, con la costituzione del sistema automatico di rilevamento della Provincia di Terni.

Le stazioni della sottorete di Terni dotate di analizzatori automatici per l'analisi in continuo dell'ozono atmosferico sono 4: Polymer, Prisciano, Carrara e PMP.

Dalla seconda metà dell'anno 2001 sono state dotate di analizzatore per ozono anche le stazioni di Maratta e Borgo Rivo, che, a partire dal prossimo anno, potranno fornire i primi risultati annuali sulla presenza di ozono nella zona periferia della città di Terni.

Dal giugno 2001 l'analizzatore automatico presente nella stazione PMO è stato spostato presso la stazione Verga, allo scopo di costituire un punto di osservazione completo per tutti gli inquinanti atmosferici (la stazione Verga può quindi essere considerata come stazione di riferimento urbano).

Risultati ottenuti nell'anno 2000

Nella Tabella IV-II vengono riportati i risultati delle elaborazioni annuali relative all'anno 2000 per l'inquinante Ozono misurate nelle 4 stazioni della sottorete di Terni.

La Figura IV-1 riporta il confronto dei valori massimi registrati come media di 8 ore e come media oraria. La Figura IV-2 mostra invece l'andamento dell'ozono, calcolato per le varie stazioni, durante il "giorno tipo" annuale.

TABELLA IV-II - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - OZONO TERNI - ANNO 2000				
	POLYMER	CARRARA	PRISCIANO	PMP
Dati validi (%)	86	90	92	73
Media annuale (µg/m³)	41	46	56	40
Massimo media 8 h (µg/m³)	128	153	154	111
Massimo media 1 h (µg/m³)	155	236	226	111
N. superamenti liv.att. (180 µg/m³)	0	2	1	0
N. medie 8h > 110 µg/m³	15	89	97	1
N. medie 1h > 200 µg/m³	0	1	1	0

Risultati ottenuti nell'anno 2001

Nella Tabella IV-III vengono riportati i risultati delle elaborazioni annuali relative all'anno 2001 per l'inquinante Ozono misurate nelle 4 stazioni della sottorete di Terni.

I dati relativi alla stazione "Verga" sono stati evidenziati in giallo in quanto si riferiscono ad un periodo di rilevamento inferiore (Giugno - Dicembre 2001); la stazione di Via Verga, infatti, è stata dotata di analizzatore O₃ solo a partire dal mese di Giugno 2001 (spostamento dell'analizzatore da PMP a Verga). La percentuale dei dati validi, pertanto, risulta inferiore rispetto alle percentuali relative alle altre stazioni. Analogamente, i dati relativi alla stazione PMP si riferiscono al periodo di rilevamento: Gennaio - Maggio 2001 e sono evidenziati in azzurro.

La Figura IV-3 riporta il confronto dei valori massimi registrati come media di 8 ore e come media oraria. In questo grafico non sono stati riportati i

valori massimi registrati dalla stazione PMP, in quanto durante il periodo estivo la stazione non era più dotata di analizzatore O₃.

La Figura IV-4 mostra l'andamento dell'ozono nel "giorno tipo" calcolato sull'intero periodo annuale.

TABELLA IV-III - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - OZONO TERNI - ANNO 2001					
	POLYMER	CARRARA	PRISCIANO	PMP*	VERGA**
Dati validi (%)	91	94	93	28	46
Media annuale (µg/m ³)	40	42	44	39	35
Valore massimo media 8 h (µg/m ³)	122	146	123	91	117
Valore massimo media 1 h (µg/m ³)	147	159	149	105	146
N. superamenti liv.att. (180 µg/m ³)	0	0	0	0	0
N. medie 1h > 200 µg/m ³	0	0	0	0	0
N. medie 8h > 110 µg/m ³	8	27	13	0	5

* Misurazioni effettuate limitatamente al periodo: 1°Gennaio 2001 - 31 Maggio 2001

** Misurazioni effettuate limitatamente al periodo: 1°Giugno 2001 - 31 Dicembre 2001

Discussione dei risultati

Nel corso del 2001 si rileva a Terni un generale miglioramento dell'inquinamento da ozono, che riguarda praticamente tutti i criteri di qualità e tutti i punti di monitoraggio. Il dato sicuramente più rilevante riguarda i superamenti dei livelli di attenzione; per la prima volta da quando è stato attivato il sistema automatico di monitoraggio (1995) non si sono avuti superamenti del livello di attenzione (180 µg/m³) mentre il raggiungimento del livello di protezione della vegetazione e della salute sono diventati di fatto episodi sporadici.

Si osservano diminuzioni dei valori medi annuali oscillanti tra il 2% (stazione Polymer) e il 21% (stazione Prisciano) e diminuzione dei valori massimi orari oscillanti tra il 5% (stazioni di Polymer) e il 34% (stazione Prisciano).

I miglioramenti più evidenti riguardano la stazione Prisciano, che nel corso del 2000 aveva fatto registrare la media annuale più alta nell'ambito dell'intera sottorete.

L'esame delle condizioni meteo-climatiche effettuate sulla città di Terni mostrano che nel corso del 2001 si è avuta una sensibile diminuzione della radiazione solare globale al suolo; tale risultato è stato illustrato nella sezione relativa all'analisi delle condizioni meteo-climatiche (pagina III-34). Si può ipotizzare con un certo margine di sicurezza che la diminuzione della radiazione solare nell'anno 2001 rispetto all'anno precedente ha contribuito al contenimento degli episodi di smog fotochimico, fortemente condizionati da questo parametro fisico.

Anche l'aumento delle velocità medie dei venti che si registra nel corso del 2001 può aver contribuito a disperdere i precursori dell'ozono e quindi a limitare l'insorgenza degli episodi acuti di smog fotochimico, che si sono invece concentrati nella zona di Narni.

Alla luce dei risultati sulle condizioni meteorologiche, le diminuzioni che si registrano per l'ozono non devono indurre ad abbassare la guardia per questo tipo di inquinamento, fortemente dipendente dalla presenza dei precursori anche provenienti da distanze considerevoli (decine di chilometri). Gli interventi devono essere presi quindi su scala provinciale e regionale e devono riguardare il contenimento delle emissioni degli agenti precursori (idrocarburi e ossidi di azoto), attraverso il controllo sulle fonti di emissioni (traffico autoveicolare e emissioni industriali).

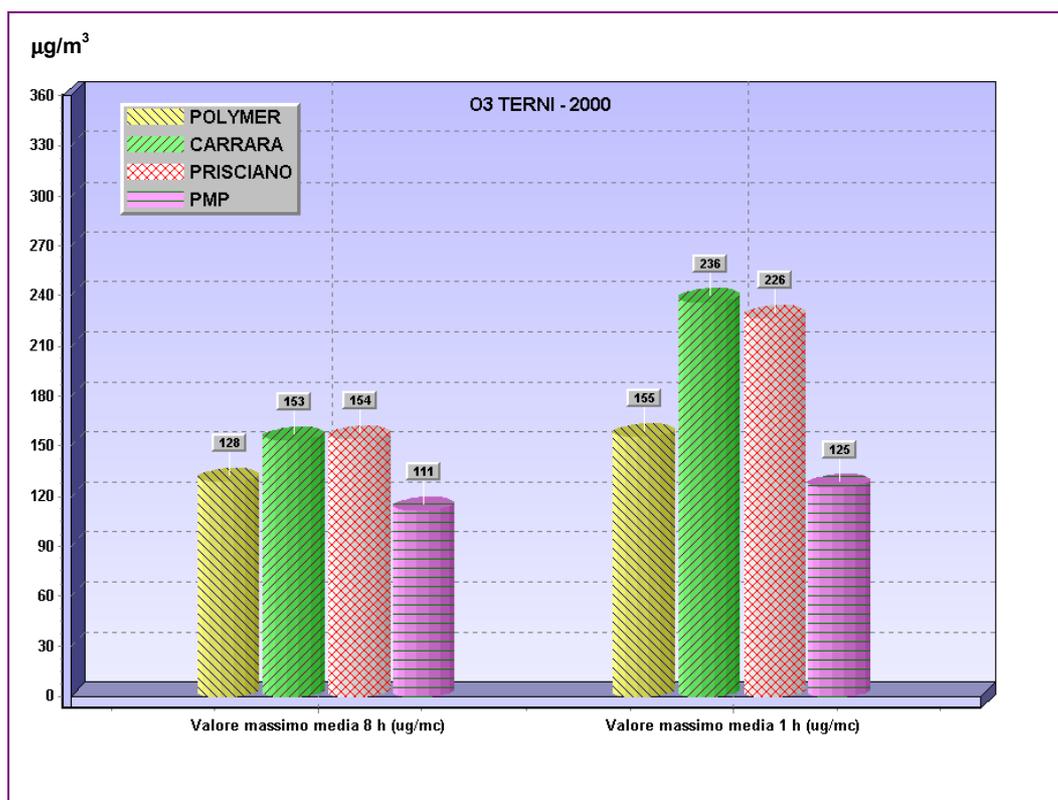


Figura IV-1: Confronto dei valori massimi di ozono, calcolati come media di 8 ore e come media oraria, registrati nelle stazioni della sottorete di Terni nell'anno 2000

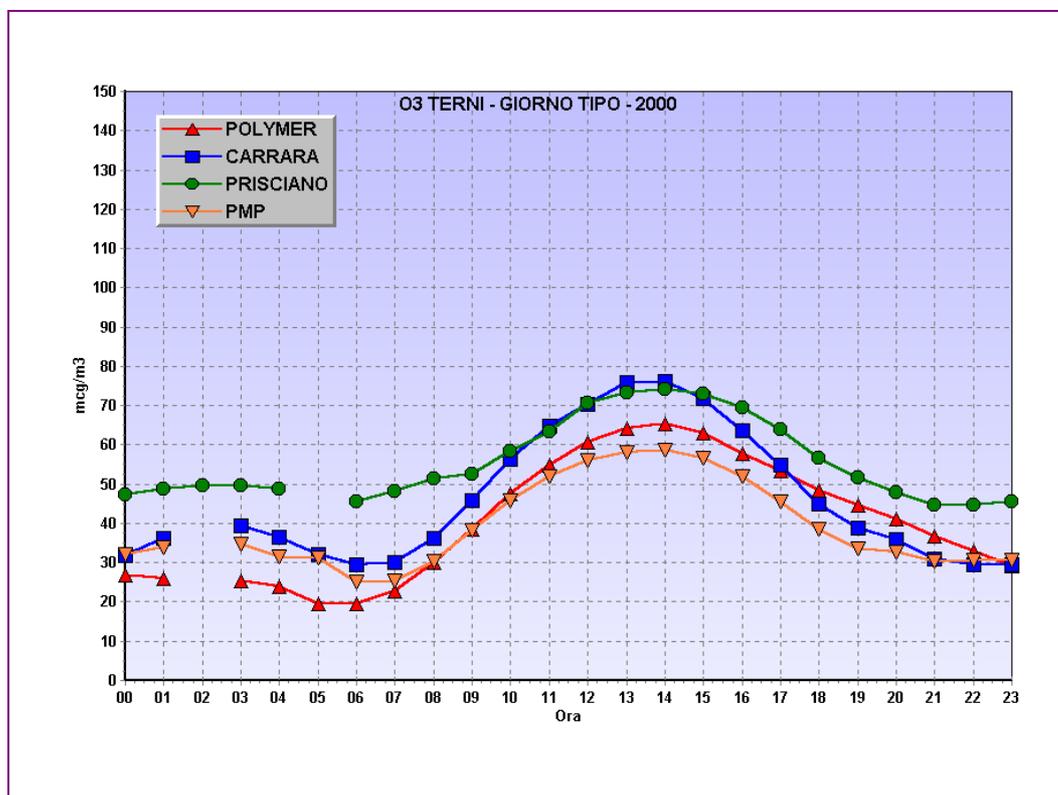


Figura IV-2: Andamento dell'ozono durante il "giorno tipo", calcolato su base annuale, nell'anno 2000

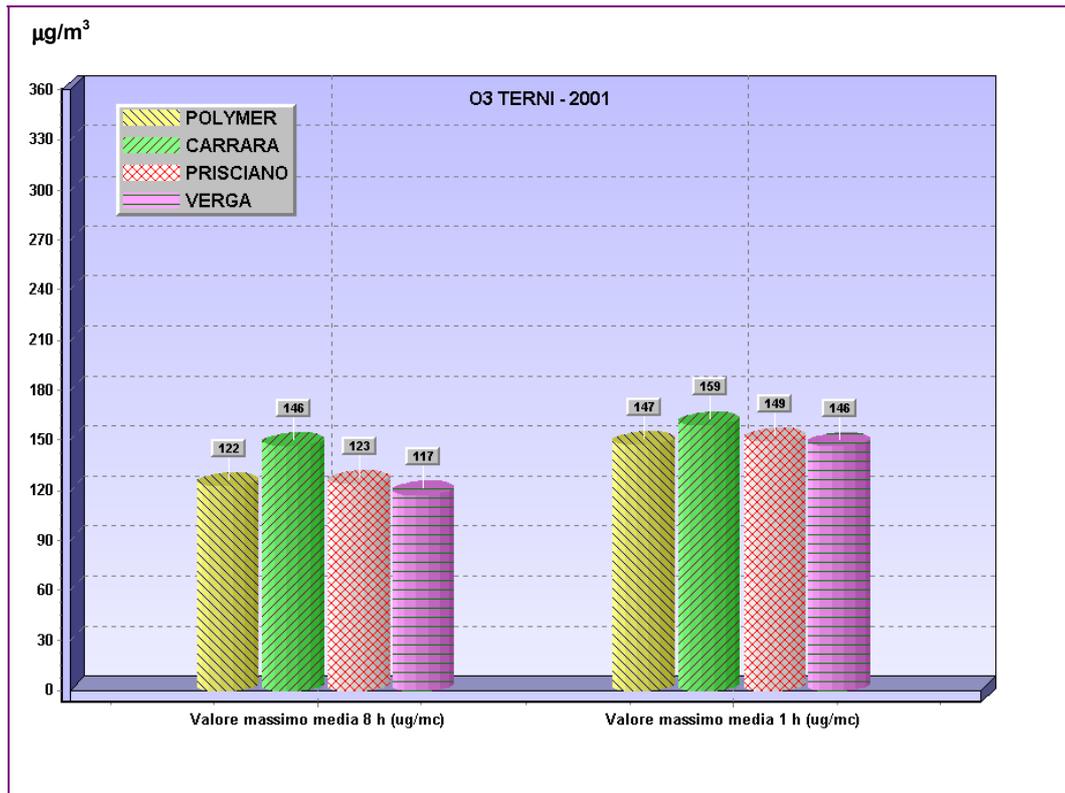


Figura IV-3: Confronto dei valori massimi di ozono, calcolati come media di 8 ore e come media oraria, registrati nelle stazioni della sottorete di Terni nell'anno 2001

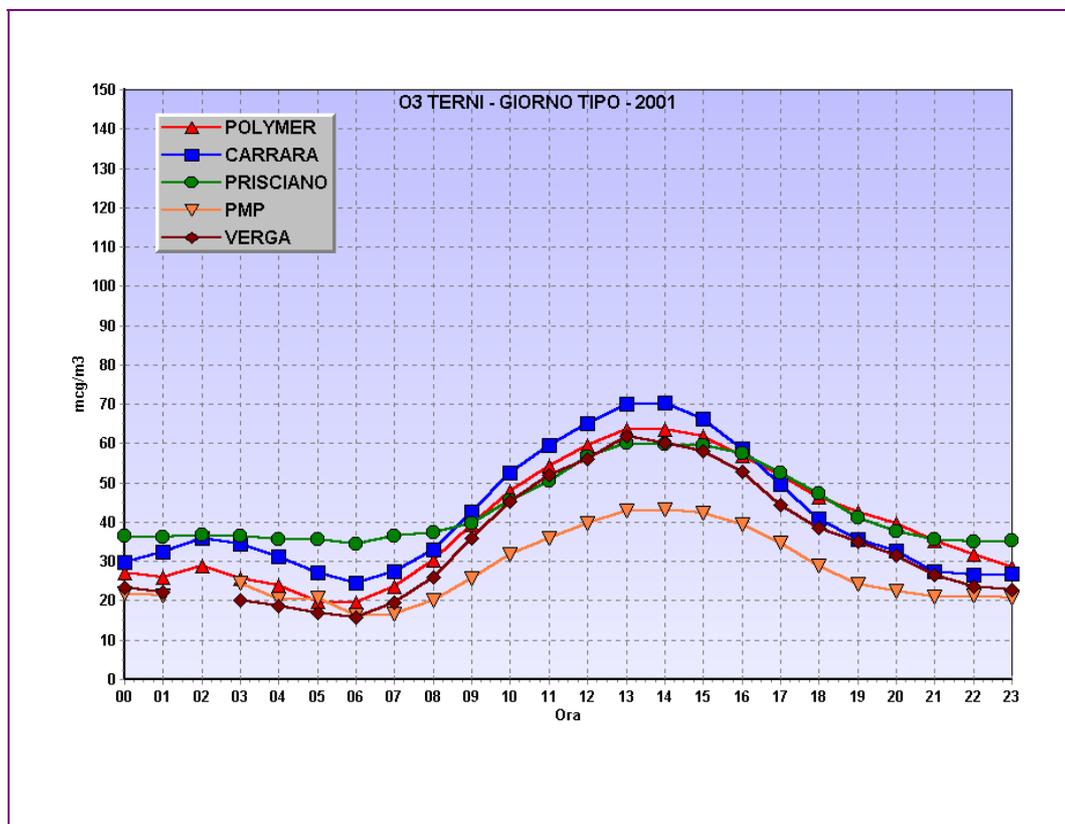


Figura IV-4: Andamento dell'ozono durante il "giorno tipo", calcolato su base annuale, nell'anno 2001

Polveri totali sospese (PTS)

Il monitoraggio delle polveri totali sospesi nell'area cittadina di Terni viene effettuato con l'ausilio di 3 strumenti automatici di rilevamento collocati nelle 3 stazioni: Carrara, Prisciano e Polymer. Gli analizzatori misurano in continuo le concentrazioni delle polveri totali sospese presenti nell'atmosfera, fornendo dettagli orari che consentono di studiare l'andamento dell'inquinante nel corso della giornata.

Risultati ottenuti nell'anno 2000

Nella Tabella IV-3 viene riportato il riepilogo dei criteri di qualità ottenuti nell'anno 2000, mentre nella Figura IV-5 e nella Figura IV-6 vengono riportati le elaborazioni grafiche relative, rispettivamente, ai criteri di qualità e all'andamento delle polveri durante il "giorno tipo" calcolato su base annuale.

TABELLA IV-IV - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - PTS TERNI - ANNO 2000			
	CARRARA	PRISCIANO	POLYMER
Dati validi (%)	97	100	96
Media annuale ($\mu\text{g}/\text{mc}$)	43	63	37
Mediana ($\mu\text{g}/\text{mc}$)	37	57	34
95° percentile ($\mu\text{g}/\text{mc}$)	85	134	66
Massimo giornaliero ($\mu\text{g}/\text{mc}$)	144	223	110
N. superamenti liv.att. (150$\mu\text{g}/\text{mc}$)	0	10	0

Risultati ottenuti nell'anno 2001

Nella Tabella IV-4 e nella Figura IV-7 sono riportati i dati relativi ai criteri di qualità annuali calcolati sulla base dei rilevamenti da PTS effettuati nelle 3 stazioni dotate di analizzatore automatico in continuo.

Nella Figura IV-8 viene invece riportato l'andamento delle polveri totali sospese durante il giorno tipo annuale calcolato per i 3 punti di monitoraggio.

TABELLA IV-V : RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - PTS TERNI - ANNO 2001			
	CARRARA	PRISCIANO	POLYMER
Dati validi (%)	99	99	97
Media annuale ($\mu\text{g}/\text{mc}$)	37	46	33
Mediana ($\mu\text{g}/\text{mc}$)	35	39	32
95° percentile ($\mu\text{g}/\text{mc}$)	59	91	55
Valore massimo ($\mu\text{g}/\text{mc}$)	172	243	71
N. superamenti liv.att. (150 $\mu\text{g}/\text{mc}$)	1	4	0

Discussione dei risultati

Anche nel caso dell'inquinamento da polveri totali sospese si nota un deciso miglioramento riguardante tutti i criteri di qualità relativi all'anno 2001 rispetto ai valori ottenuti nell'anno precedente.

La stazione maggiormente interessata da fenomeni di polverosità sospesa rimane quella collocata presso il quartiere Prisciano, dove si sono registrati 4 eventi di superamento del livello di attenzione. Nella stessa stazione, tuttavia, si registrano significative diminuzioni dei livelli di concentrazione, sia come media annuale sia come frequenze di valori elevati.

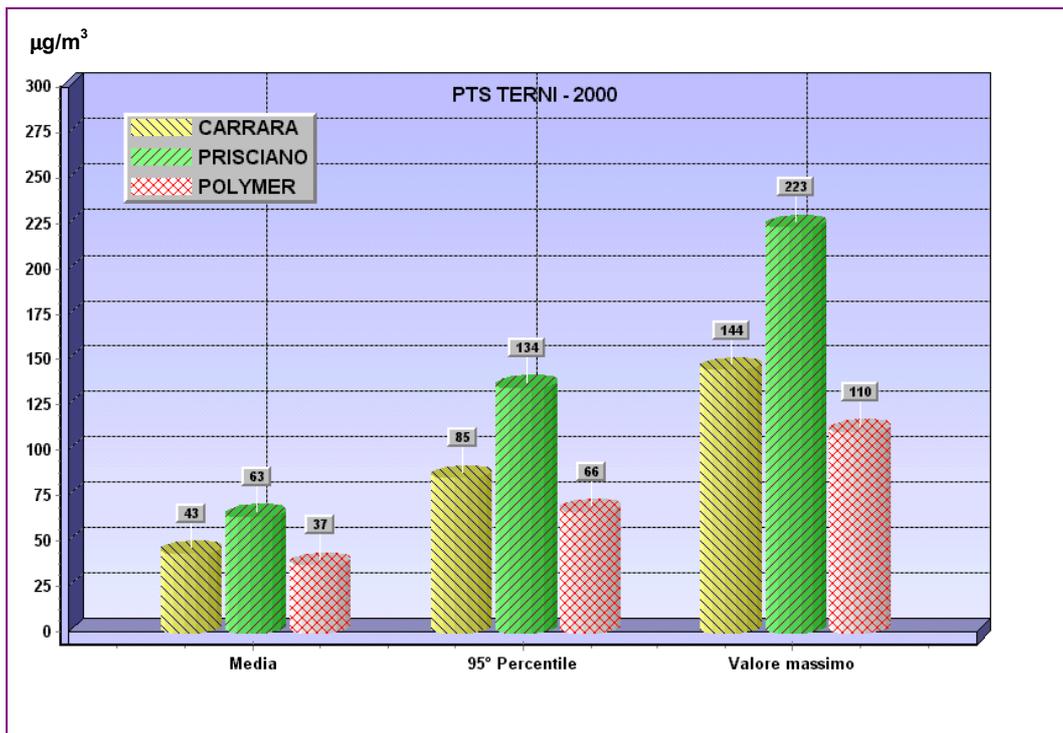


Figura IV-5: Valori della media annuale, del 95° percentile annuale e del valore massimo giornaliero delle polveri totali sospese misurate nell'anno 2000 presso le 3 stazioni dotate di analizzatore automatico per il rilevamento da PTS

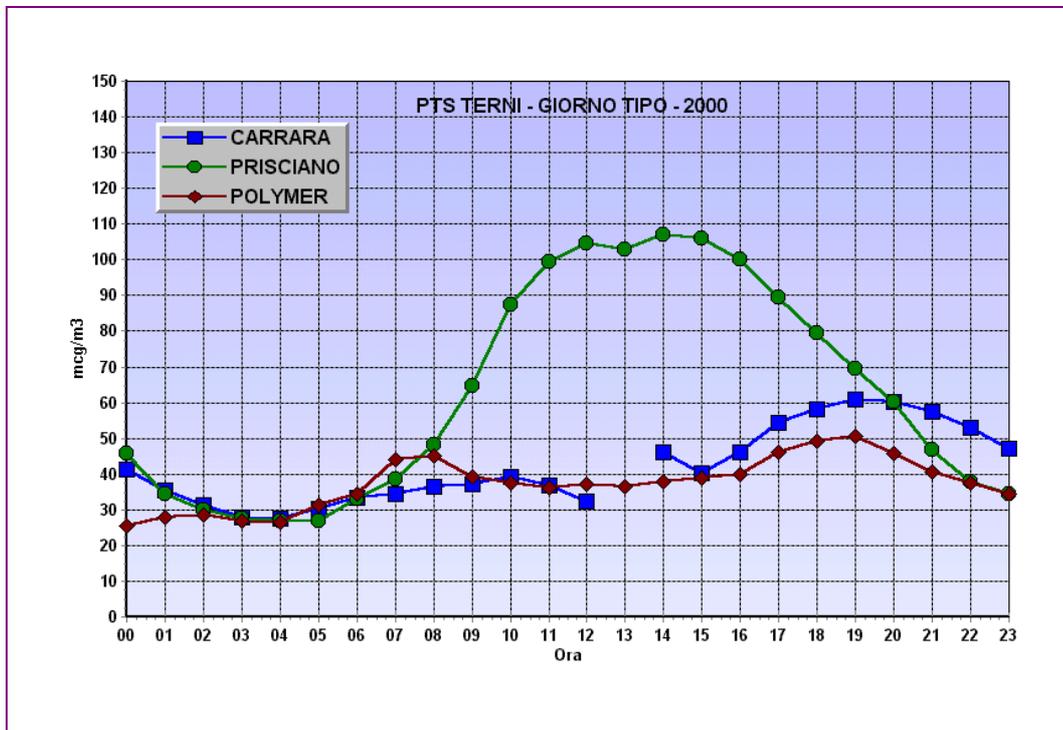


Figura IV-6: Andamento delle polveri, nelle 3 stazioni dotate di analizzatore automatico PTS, durante il giorno tipo calcolato su tutto l'anno 2000

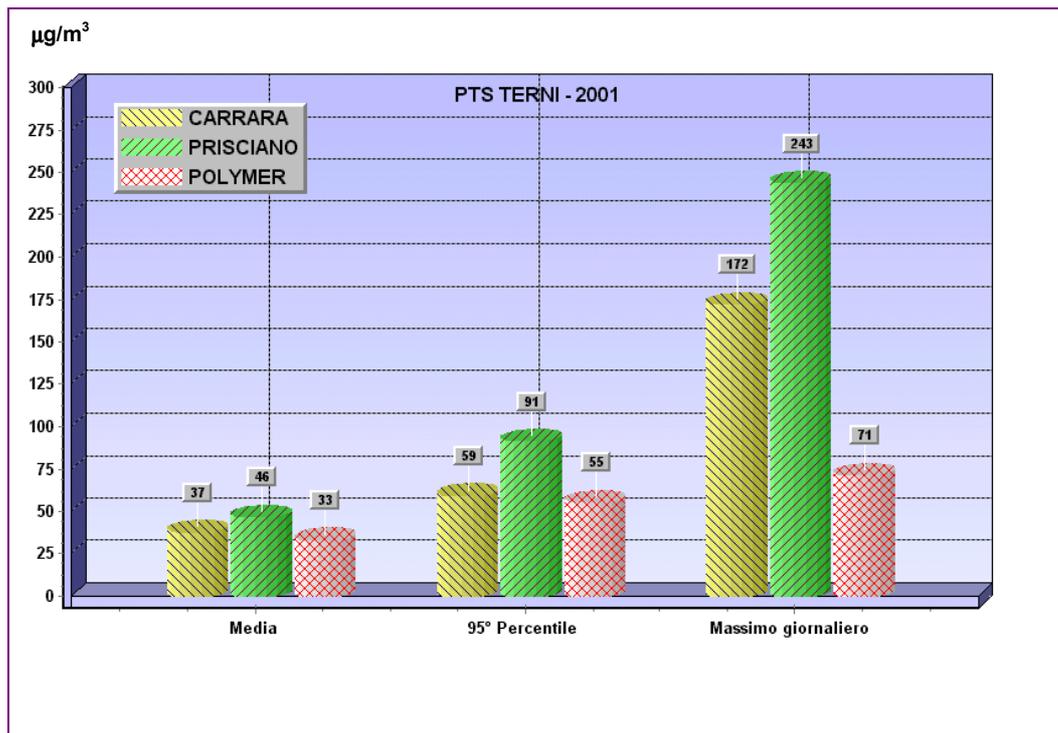


Figura IV-7: Valori della media annuale, del 95° percentile annuale e del valore massimo giornaliero delle polveri totali sospese misurate nell'anno 2001 presso le 3 stazioni dotate di analizzatore automatico per il rilevamento da PTS

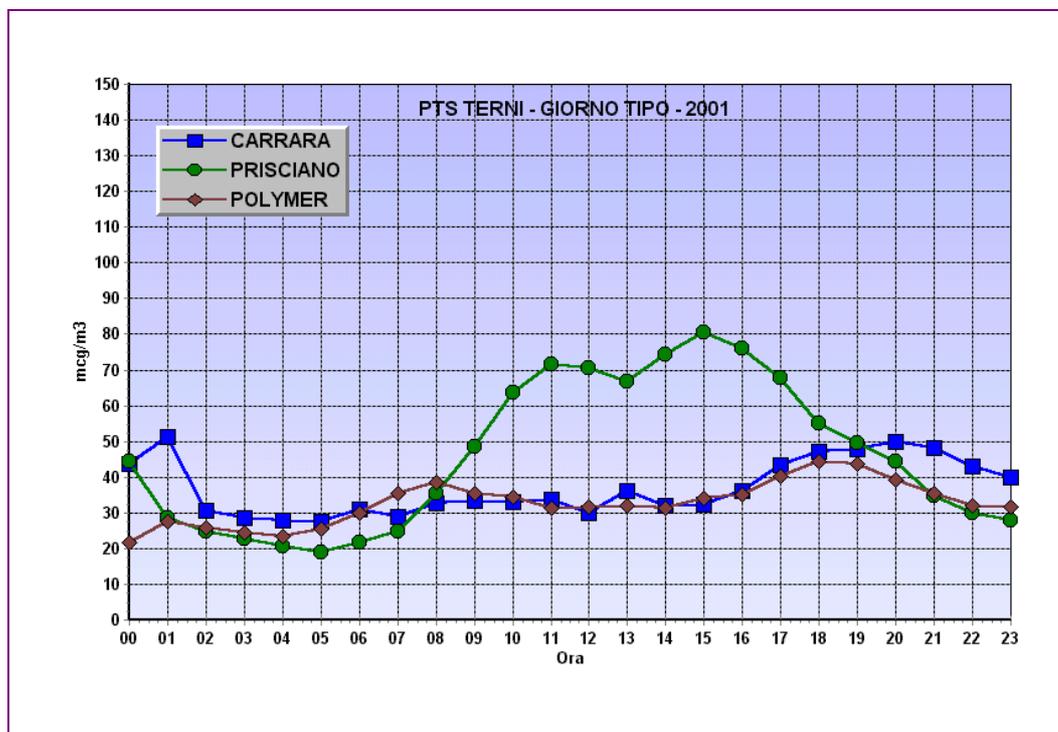


Figura IV-8: Andamento delle polveri, nelle 3 stazioni dotate di analizzatore automatico PTS, durante il giorno tipo calcolato su tutto l'anno 2001

Polveri respirabili (PM10)

La frazione respirabile delle polveri sospese (PM10) viene rilevata, attualmente da 3 analizzatori automatici per l'analisi in continuo, collocati in 3 stazioni di monitoraggio della sottorete di Terni: Verga, Borgo Rivo e Maratta.

La stazione di Borgo Rivo è entrata a far parte della rete di monitoraggio solo nel 2001; i dati relativi all'anno 2000 non sono pertanto disponibili. La stazione di Maratta è stata attivata nel Novembre 2001; i dati registrati non sono pertanto sufficienti per l'elaborazione annuale.

Risultati ottenuti nell'anno 2000

Nella Tabella IV-VI vengono riportati i dati relativi alle elaborazioni annuali effettuate per le polveri PM10 misurate presso la stazione Verga nell'anno 2000.

La Figura IV-9 riporta in forma grafica alcuni criteri di qualità (valore medio annuale, 95°percentile e valore massimo giornaliero raggiunto).

Nella Figura IV-10 viene invece riportato l'andamento del PM10 durante il "giorno tipo" calcolato su base annuale.

TABELLA IV-VI - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - PM10 TERNI - ANNO 2000	
	Verga
Dati validi (%)	96
Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	32
95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	64
Valore massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	108
N.sup.giornalieri $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dirett.CEE per 2001)	10
N.sup.giornalieri $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dirett.CEE per 2005)	40

Risultati ottenuti nell'anno 2001

Nella Tabella IV-VII vengono riportati i dati relativi alle elaborazioni annuali effettuate per le polveri PM10 misurate presso la stazione Verga nell'anno 2000.

La Figura IV-11 riporta in forma grafica alcuni criteri di qualità (valore medio annuale, 95°percentile e valore massimo giornaliero raggiunto).

Nella Figura IV-12 viene invece riportato l'andamento del PM10 durante il "giorno tipo" calcolato su base annuale.

TABELLA IV-VII - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - PM10 TERNI - ANNO 2001		
	BORGIO RIVO	VERGA
Dati validi (%)	62	98
Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	30	24
95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	60	46
Valore massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	87	74
N.sup.giornalieri $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dirett.CEE per 2001)	3	0
N.sup.giornalieri $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dirett.CEE per 2005)	24	10

Discussione dei risultati

Sebbene il confronto possa essere effettuato solamente per la stazione urbana di Via Verga, in quanto la stazione di Borgo Rivo ha fornito dati validi solamente nel 2001, si nota un miglioramento della polverosità fine nella città di Terni. Questo dato risulta in linea con la diminuzione osservata per la frazione totale delle polveri sospese (PTS).

Il valore della media annuale del 2001 ha subito una riduzione del 25% rispetto al 2000.

L'analisi dell'andamento delle concentrazioni di polveri PM10 durante il giorno tipo mostra che tale inquinante viene influenzato dall'andamento del traffico, mostrando due massimi giornalieri coincidenti con le ore della giornata caratterizzate dalla maggiore circolazione autoveicolare (ore di punta). Il massimo giornaliero viene raggiunto nella fascia oraria: 18:00-20:00.

Il periodo dell'anno maggiormente interessato da questo tipo di inquinamento risulta essere quello invernale, caratterizzato da condizioni di stazionarietà atmosferica e/o inversione termica al suolo. Durante il periodo, inoltre, aumenta l'entità dei quantitativi di PM10 immessi nell'atmosfera; tale inquinante infatti viene generato nei processi di combustione, soprattutto con combustibili liquidi e solidi (carbone, legna, gasolio, benzine ecc.).

Il confronto degli andamenti giornalieri tra Via Verga e Borgo Rivo mostra come tale punto di monitoraggio sia maggiormente influenzato dalle emissioni giornaliere; durante le ore notturne invece i due andamenti sono praticamente sovrapponibili. La zona di Borgo Rivo quindi risente particolarmente dell'accumulo degli inquinanti nel corso della giornata, anche in misura maggiore delle zone centrali della città. Questi risultati risultano in accordo con i dati relativi agli altri inquinanti misurati nella stessa stazione di Borgo Rivo (NO_x, e O₃).

La stazione di Borgo Rivo, d'altra parte, è stata installata dall'ASM S.p.A. al fine di monitorare l'inquinamento dell'impianto di incenerimento dei rifiuti collocato nella zona di Maratta; la zona di Borgo Rivo era già stata individuata infatti come particolarmente sensibile alle ricadute degli inquinanti prodotti da tale impianto.

La situazione generale dell'inquinamento da PM10 risulta accettabile, anche se occorre limitare gli episodi di raggiungimento di valori giornalieri superiori a 50 µg/m³, in accordo anche con la nuova normativa comunitaria in corso di recepimento. Azioni di contenimento di questo tipo di inquinante possono essere intraprese con provvedimenti sul traffico autoveicolare (fluidificazione del traffico, incentivazione all'uso dei mezzi pubblici), con incentivazioni alla metanizzazione (anche degli autoveicoli), con il controllo della corretta combustione degli impianti destinati alla climatizzazione degli edifici (corretta manutenzione) e con il controllo delle emissioni industriali.

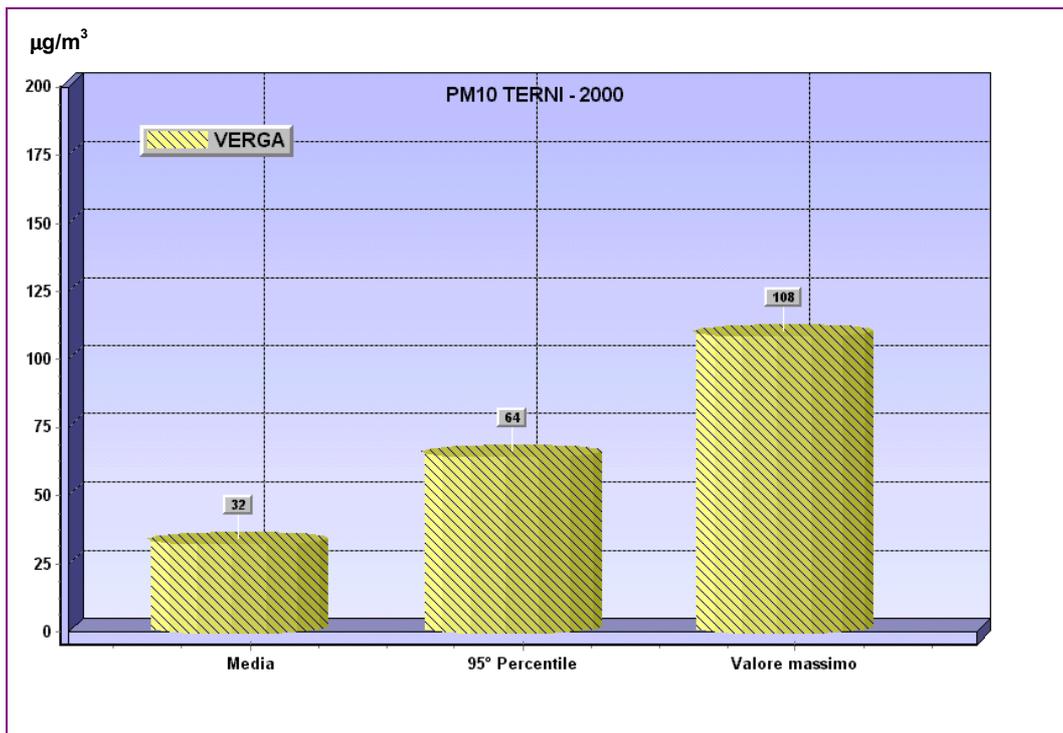


Figura IV-9: Valori della media annuale, del 95° percentile annuale e del valore massimo giornaliero delle concentrazioni di PM10 registrate presso la stazione Verga nell'anno 2000.

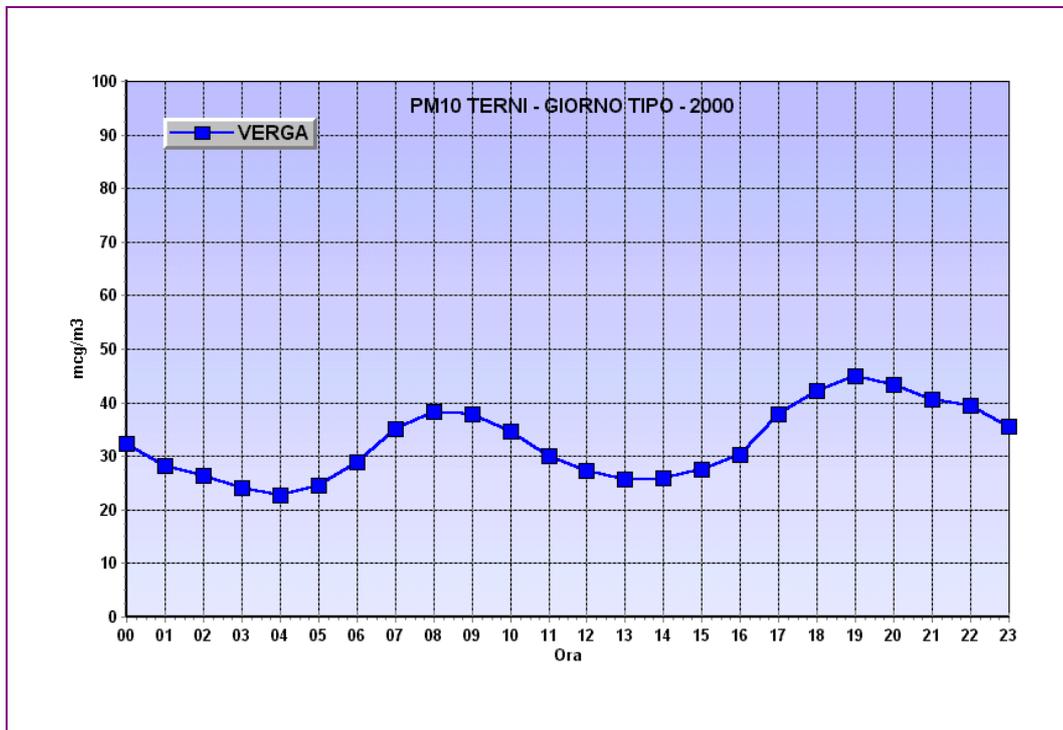


Figura IV-10: Andamento del PM10 nella stazione Verga durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2000).

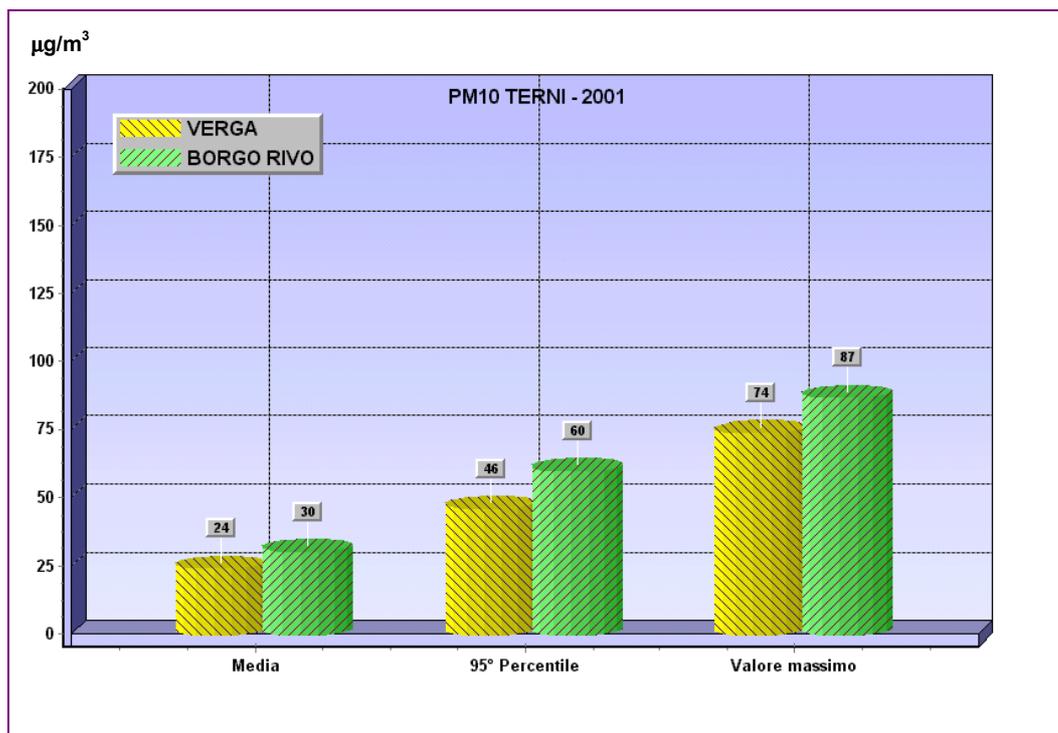


Figura IV-11: Valori della media annuale, del 95° percentile annuale e del valore massimo giornaliero delle concentrazioni di PM10 registrate presso le stazioni di Verga e Borgo Rivo nell'anno 2001.

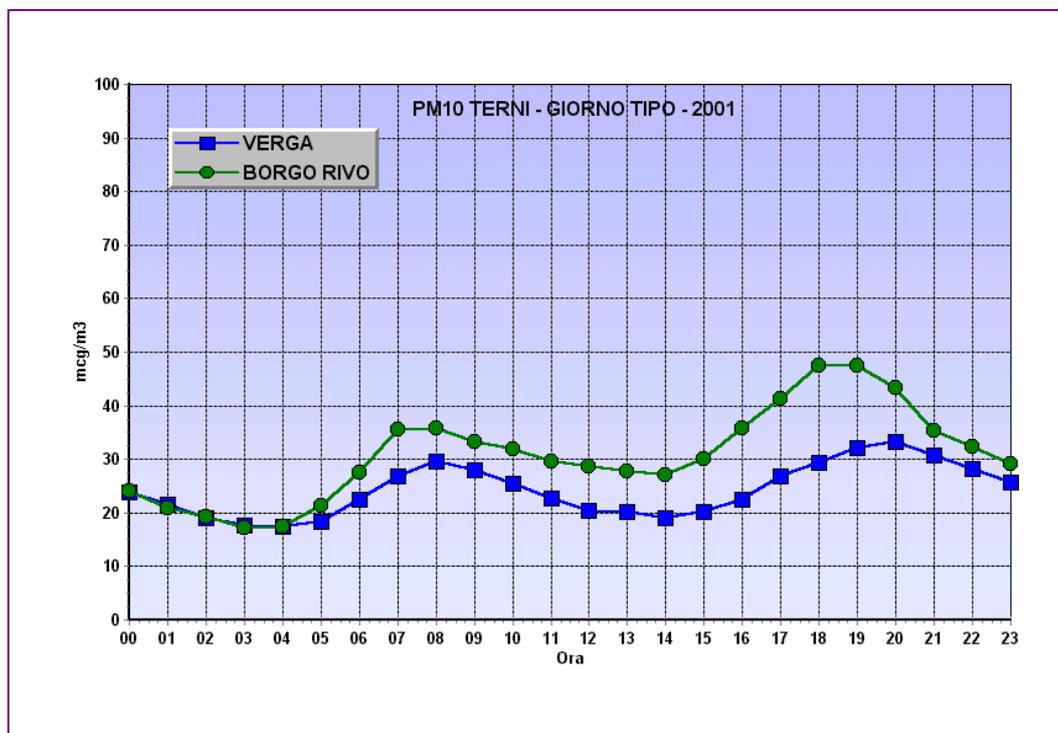


Figura IV-12: Andamento del PM10 nelle stazioni Verga e Borgo Rivo durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2001).

Biossido di azoto (NO₂)

Le stazioni della sottorete di Terni dotate di analizzatore automatico per l'analisi in continuo degli ossidi di azoto sono: Verga, Carrara, Polymer e Prisciano. Dall'Aprile 2001 sono disponibili anche i dati rilevati dalla stazione Borgo Rivo, mentre la nuova stazione Maratta è attiva dal Novembre 2001. Per questa ultima stazione di monitoraggio, i dati non raccolti non risultano sufficienti per elaborazioni annuali.

Risultati ottenuti nell'anno 2000

Nella Tabella IV-VIII sono riportati i valori relativi alla media annuale, al 98° percentile, al valore massimo e al numero dei superamenti registrati nel corso del 2001. La Figura IV-13 riporta in forma grafica alcuni di tali criteri per i 4 punti di monitoraggio.

Nella Figura IV-14 vengono riportati gli andamenti dell'inquinante NO₂ durante il "giorno tipo" annuale nei 4 punti di monitoraggio.

TABELLA IV-VIII - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - NO ₂ TERNI - ANNO 2000				
	VERGA	CARRARA	POLYMER	PRISCIANO
Dati validi (%)	74	89	83	79
Media (µg/m ³)	30	40	27	31
98° Percentile (µg/m ³)	82	87	87	85
Valore massimo (µg/m ³)	128	194	142	145
N. superamenti (>200 µg/m ³)	0	1	0	0

Risultati ottenuti nell'anno 2001

Nella Tabella IV-IX sono riportati i valori relativi alla media annuale, al 98° percentile, al valore massimo e al numero dei superamenti registrati nel corso del 2001. La Figura IV-15 riporta in forma grafica alcuni di tali criteri per i 5 punti di monitoraggio (la stazione Borgo Rivo è stata inclusa nelle elaborazioni relative al 2001, anche se la percentuale dei dati disponibili risulta inferiore al 75% del totale teorico).

Nella Figura IV-16 vengono riportati gli andamenti dell'inquinante NO₂ durante il "giorno tipo" annuale nei 5 punti di monitoraggio.

TABELLA IV-IX - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - NO ₂ TERNI - ANNO 2001					
	VERGA	CARRARA	POLYMER	PRISCIANO	BORGO RIVO
Dati validi (%)	90	91	87	88	60
Media (µg/m ³)	29	35	24	26	37
98° Percentile (µg/m ³)	76	69	55	69	80
Valore massimo (µg/m ³)	108	118	93	125	117
N. superamenti (>200 µg/m ³)	0	0	0	0	0

Discussione dei risultati

L'inquinamento da biossido di azoto fa registrare una generale diminuzione, sia in termini di medie annuali che in termini di valori massimi raggiunti. Tale diminuzione interessa tutti i punti di monitoraggio, anche se con percentuali diverse; diminuzioni più contenute si osservano presso la stazione Verga (diminuzione del valore medio annuale del 3% rispetto al 2000) mentre Prisciano fa registrare diminuzioni più consistenti (-16% per la media annuale).

Per quanto riguarda i valori limite previsti dalla legge, si evidenzia come nel corso del 2001 non vi siano stati superamenti del livello di attenzione in nessuna delle stazioni della sottorete.

La situazione dell'inquinamento da biossido di azoto può essere considerata accettabile; i valori più alti vengono raggiunti durante il periodo invernale, quando una serie di fattori concomitanti contribuiscono alla formazione e alla stazionarietà degli ossidi di azoto al suolo (accensione degli impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare più intenso, fenomeni di stabilità atmosferica). I periodi più critici dell'anno risultano essere i giorni invernali caratterizzati da freddo intenso e presenza di nebbia, che denota fenomeni di inversione termica al suolo.

Osservando l'andamento delle concentrazioni di biossido di azoto durante il giorno tipo, calcolato mediando sull'intero anno i risultati medi orari per ogni ora della giornata, si osserva che i massimi di questo inquinanti vengono raggiunti nelle ore corrispondenti alla massima movimentazione autoveicolare (ore di punta). Tale andamento è più marcato nelle stazioni ubicate in prossimità di zone esposte al traffico autoveicolare (Carrara, Polymer); in queste zone il massimo giornaliero viene raggiunto tra le 18:00 e le 20:00.

Dal 2001 sono disponibili i dati rilevati dalla stazione Borgo Rivo; si evidenzia come tale stazione risulti interessata ai fenomeni di inquinamento da biossido di azoto in misura maggiore (anche se contenuta) rispetto agli altri punti di monitoraggio. La stazione è infatti ubicata in una zona che risente delle ricadute al suolo di sostanze gassose emesse dal polo industriale di Maratta e, più in generale, dal traffico autoveicolare.

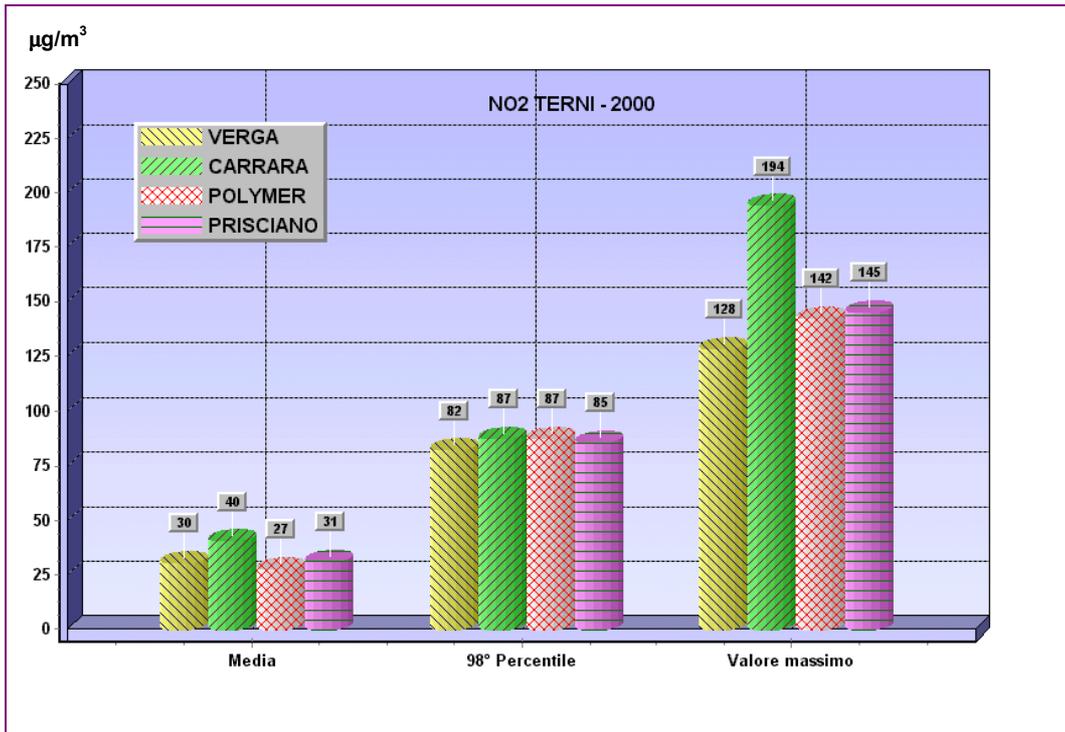


Figura IV-13: Valori della media annuale, del 98° percentile e del valore massimo giornaliero delle concentrazioni di NO₂ registrate nelle 4 stazioni della sottorete di Terni: Verga, Carrara, Polymer e Prisciano nell'anno 2000.

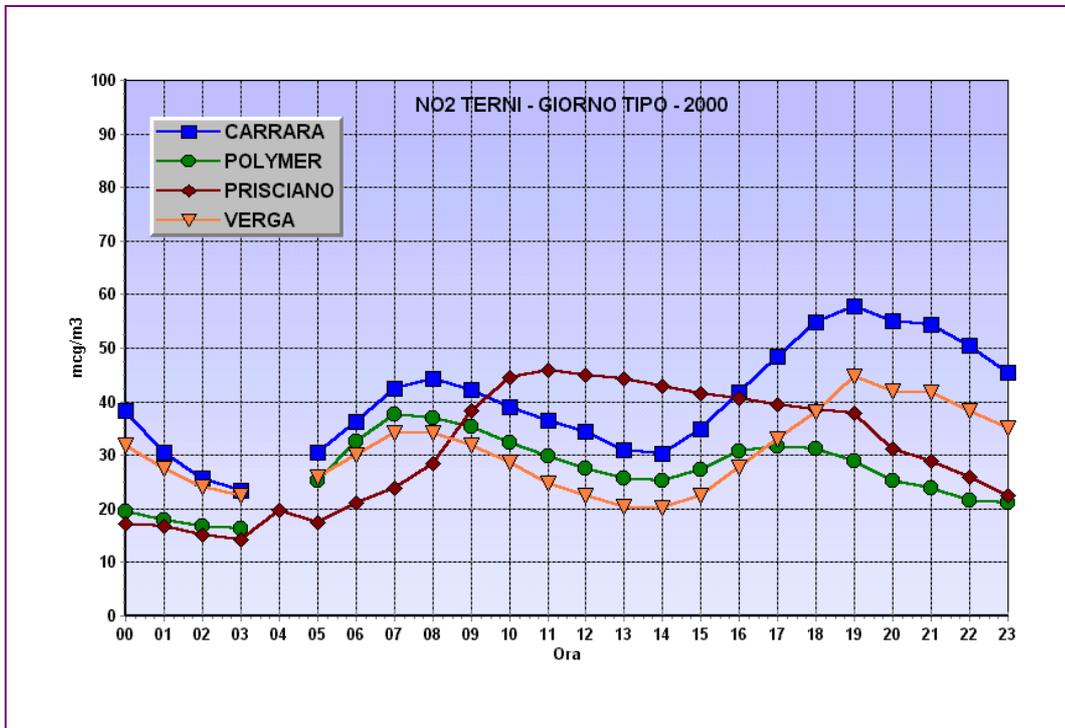


Figura IV-14: Andamento dell'inquinante NO₂ nelle 4 stazioni della sottorete di Terni (Carrara, Polymer, Prisciano, Verga) durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2000).

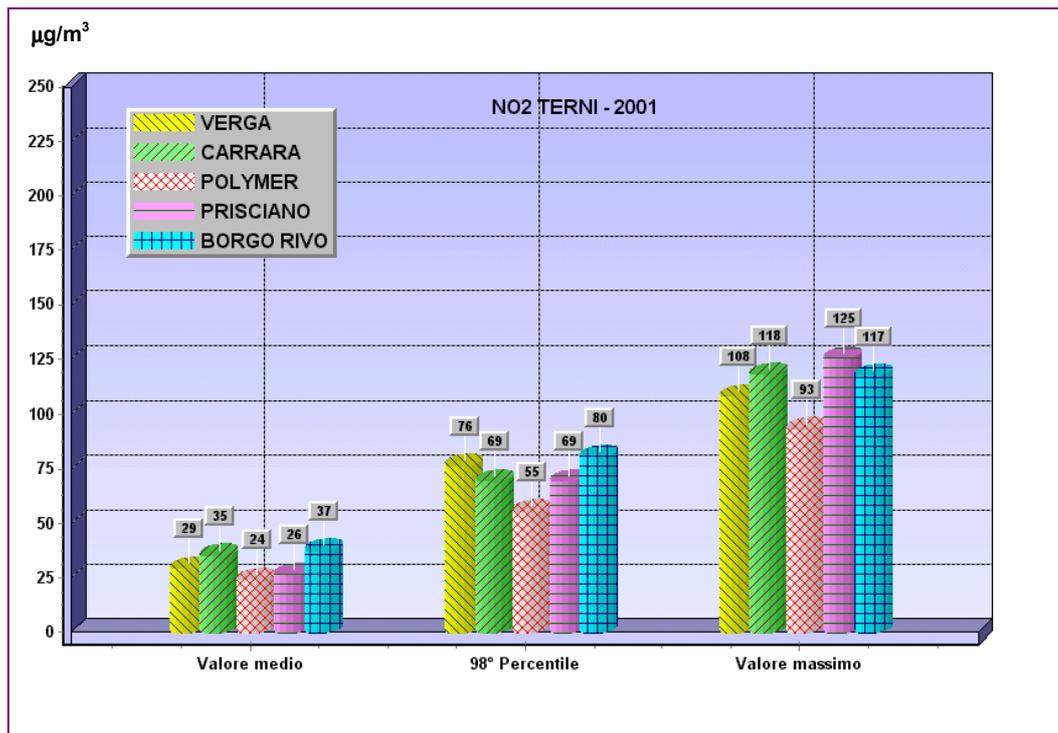


Figura IV-15: Valori della media annuale, del 98° percentile e del valore massimo giornaliero delle concentrazioni di NO₂ registrate nelle 5 stazioni della sottorete di Terni: Verga, Carrara, Polymer, Prisciano e Borgo Rivo nell'anno 2001.

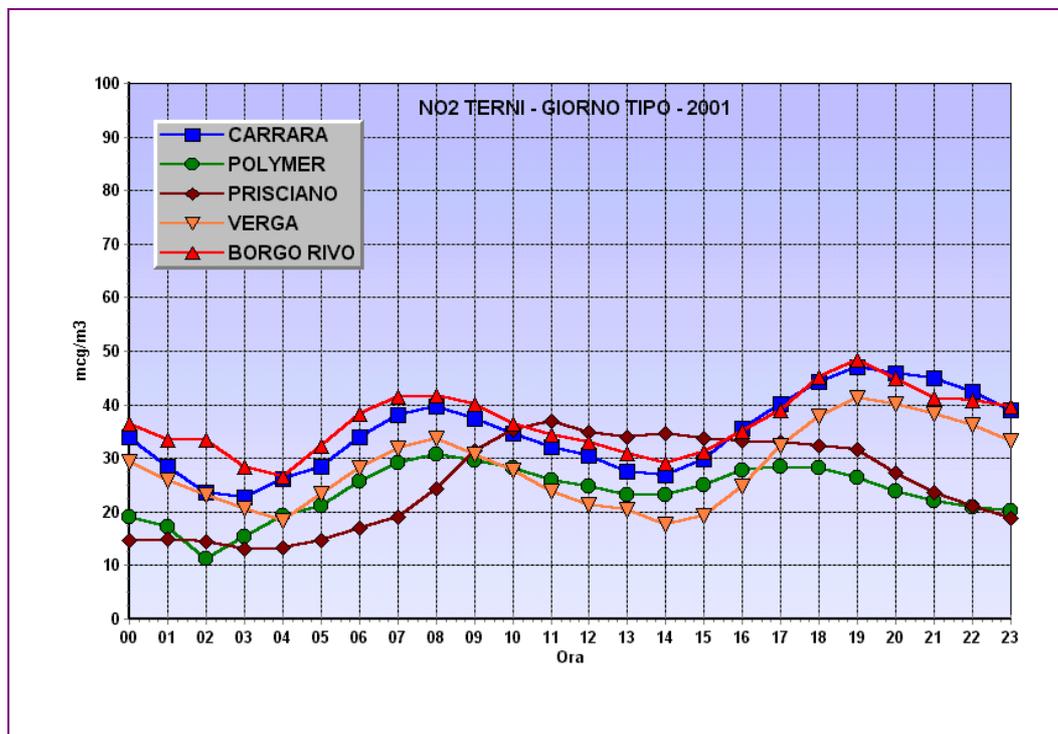


Figura IV-16: Andamento dell'inquinante NO₂ nelle 5 stazioni della sottorete di Terni (Carrara, Polymer, Prisciano, Verga, Borgo Rivo) durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2001).

Monossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio viene monitorato in 2 stazioni della sottorete di Terni (PMP e Carrara), dotate di analizzatore automatico in continuo.

Risultati ottenuti nell'anno 2000

I valori relativi alle elaborazioni annuali relative alle concentrazioni dell'inquinante CO monitorato nelle 2 stazioni della sottorete di Terni (PMP e Carrara) nell'anno 2000 vengono riportate nella Tabella IV-X .

Nella Figura IV-17 vengono presentate le elaborazioni grafiche relative ai valori della media annuale e del valore massimo (media oraria) registrati nelle 2 stazioni e relativi alle concentrazioni di CO.

La Figura IV-18 mostra l'andamento dell'inquinante nelle 2 stazioni e relativo al giorno tipo calcolato sull'intero anno 2000.

TABELLA IV-X - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - CO TERNI - ANNO 2000		
	PMP	CARRARA
Dati validi (%)	63	88
Media annuale (mg/m³)	1,0	1,9
Valore massimo (mg/m³)	9,4	14,4
N. superamenti (medie orarie >15 mg/m³)	0	0

Risultati ottenuti nell'anno 2001

I valori relativi alle elaborazioni annuali relative alle concentrazioni dell'inquinante CO monitorato nelle 2 stazioni della sottorete di Terni (PMP e Carrara) nell'anno 2000 vengono riportate nella Tabella IV-XI .

Nella Figura IV-19 vengono presentate le elaborazioni grafiche relative ai valori della media annuale e del valore massimo (media oraria) registrati nelle 2 stazioni e relativi alle concentrazioni di CO.

La Figura IV-20 mostra l'andamento dell'inquinante nelle 2 stazioni e relativo al giorno tipo calcolato sull'intero anno 2000.

TABELLA IV-XI - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - CO TERNI - ANNO 2001		
	PMP	CARRARA
Dati validi (%)	91	91
Media annuale (mg/m³)	0,8	1,7
Valore massimo (mg/m³)	6,0	11,6
N. superamenti (medie orarie >15 mg/m³)	0	0

Discussione dei risultati

L'inquinamento da CO presenta valori di molto inferiori rispetto ai limiti previsti dalla normativa; negli anni 2000 e 2001 non si sono avuti infatti superamenti del livello di attenzione.

Si osserva una generale diminuzione dei valori medi annuali calcolati per il 2001 rispetto a quelli relativi al 2000, soprattutto nella stazione PMP (-20% per il valore medio annuale). Anche la diminuzione osservata per la stazione Carrara risulta tuttavia significativa (-11% per il valore medio annuale).

Il monossido di carbonio, derivante, nelle aree urbane, prevalentemente dal traffico autoveicolare, tende a raggiungere il massimo giornaliero in concomitanza con le ore di punta, soprattutto nelle ore serali (18.00 – 20:00); l'andamento dell'inquinante durante il giorno tipo mostra come tali episodi siano molto più marcati nella stazione Carrara, situata in una zona ad elevata circolazione veicolare.

Durante le ore notturne le concentrazioni di monossido di carbonio tendono invece a raggiungere valori inferiori ad 1 mg/m^3 , molto al di sotto del livello di attenzione (15 mg/m^3).

I periodi dell'anno maggiormente interessati da fenomeni di inquinamento da monossido di carbonio coincidono con le giornate fredde di inverno, caratterizzate da stazionarietà atmosferica (assenza di vento) e cielo sereno; tali condizioni possono infatti determinare l'instaurarsi di fenomeni di inversione termica al suolo, con possibilità di episodi di nebbia. Inoltre durante il periodo invernale il maggiore utilizzo degli autoveicoli e l'accensione degli impianti di riscaldamento determina un aumento delle fonti inquinanti, che possono emettere monossido di carbonio a causa di rendimenti di combustione non ottimali.

Interventi di contenimento delle emissioni di CO possono essere effettuati sottoponendo a periodico controllo le autovetture circolanti e gli impianti di riscaldamento. Anche il rinnovo del parco autoveicolare circolante determina un contenimento delle emissioni di CO, in quanto i nuovi motori per auto sono concepiti in maniera tale da ottimizzare i rendimenti e diminuire i prodotti intermedi di ossidazione dei combustibili.

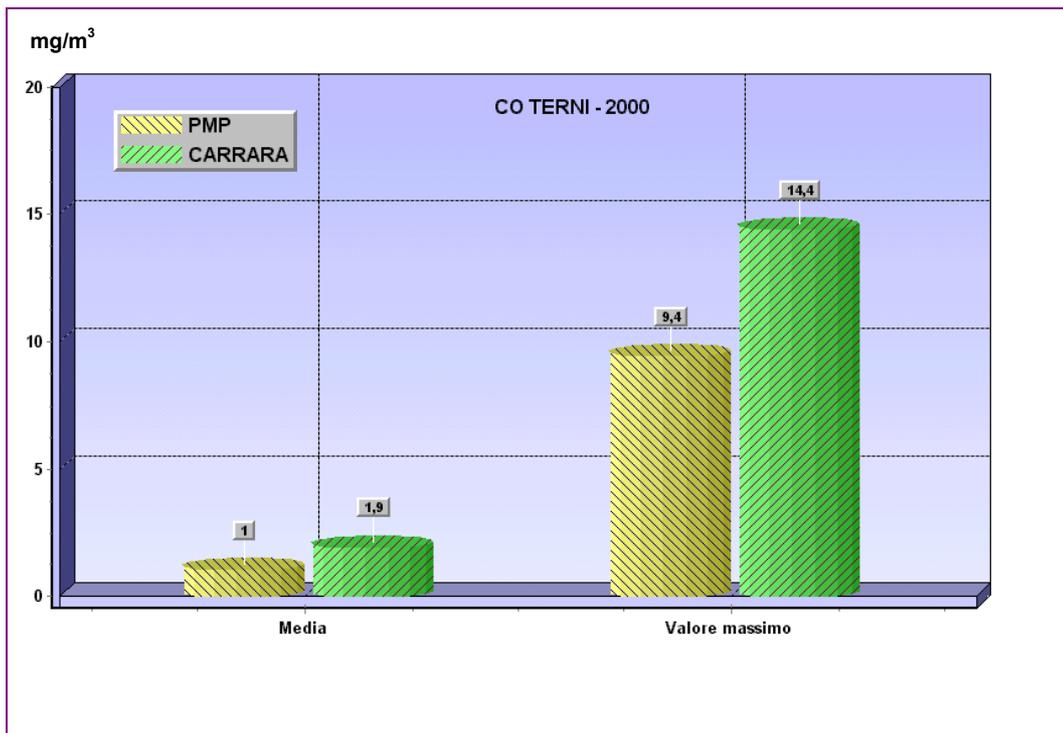


Figura IV-17: Confronto della media annuale e del valore massimo della media oraria di CO registrati presso le stazioni PMP e Carrara nell'anno 2000

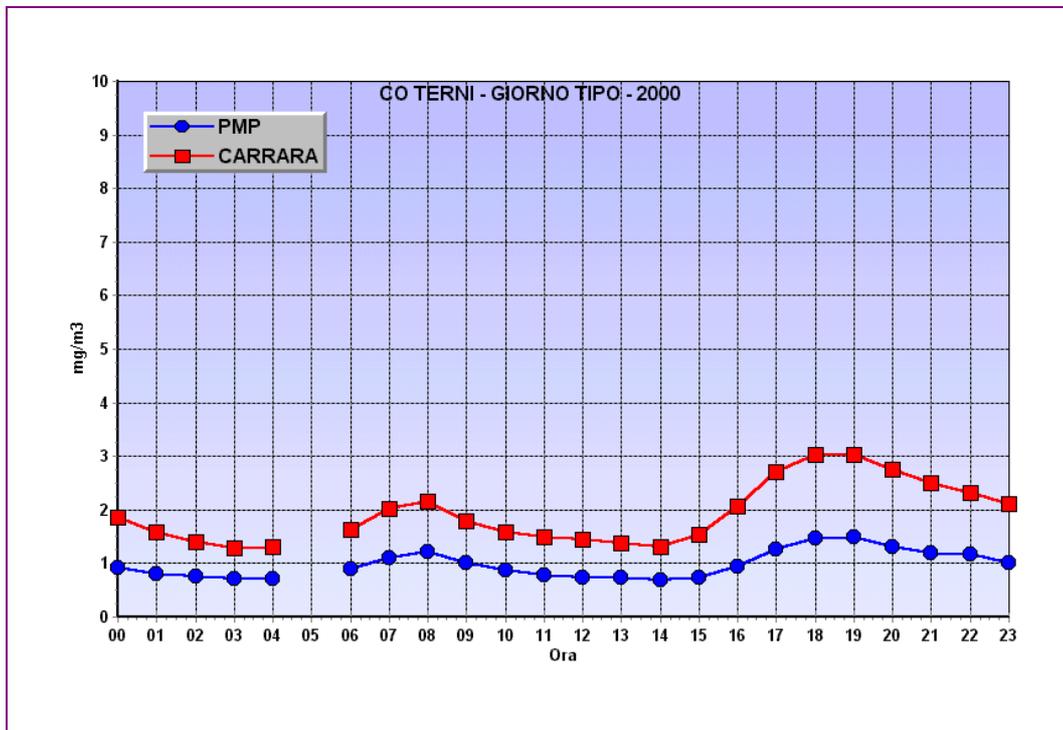


Figura IV-18: Andamento dell'inquinante CO presso le stazioni PMP e Carrara durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2000)

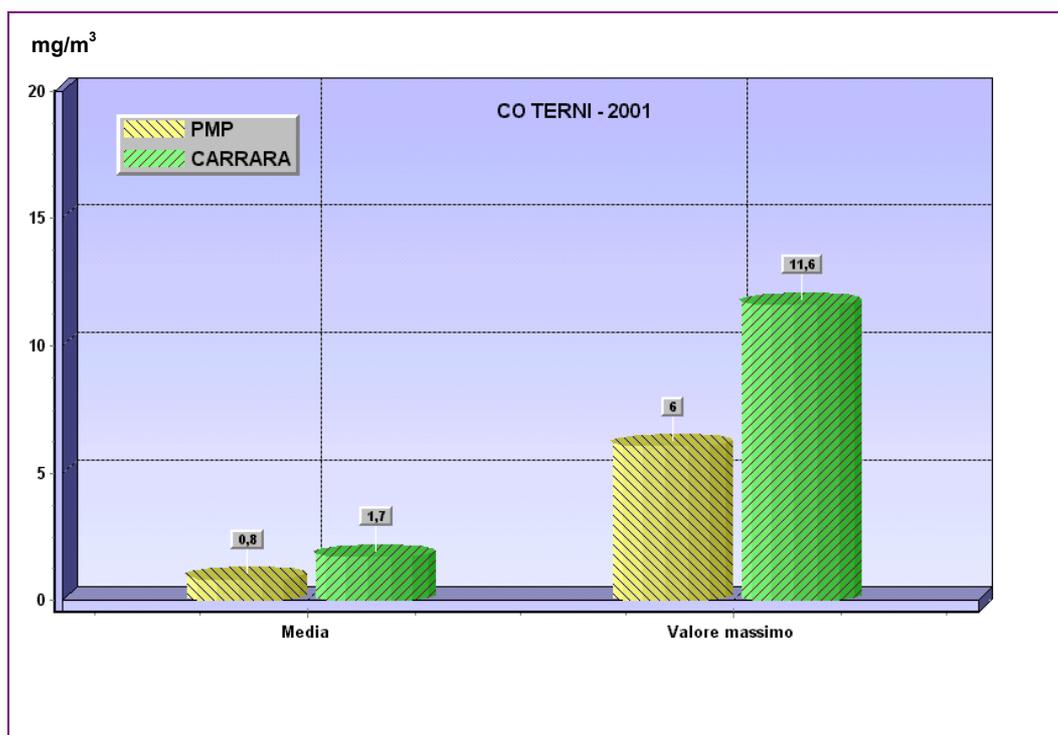


Figura IV-19: Confronto della media annuale e del valore massimo della media oraria di CO registrati presso le stazioni PMP e Carrara nell'anno 2001

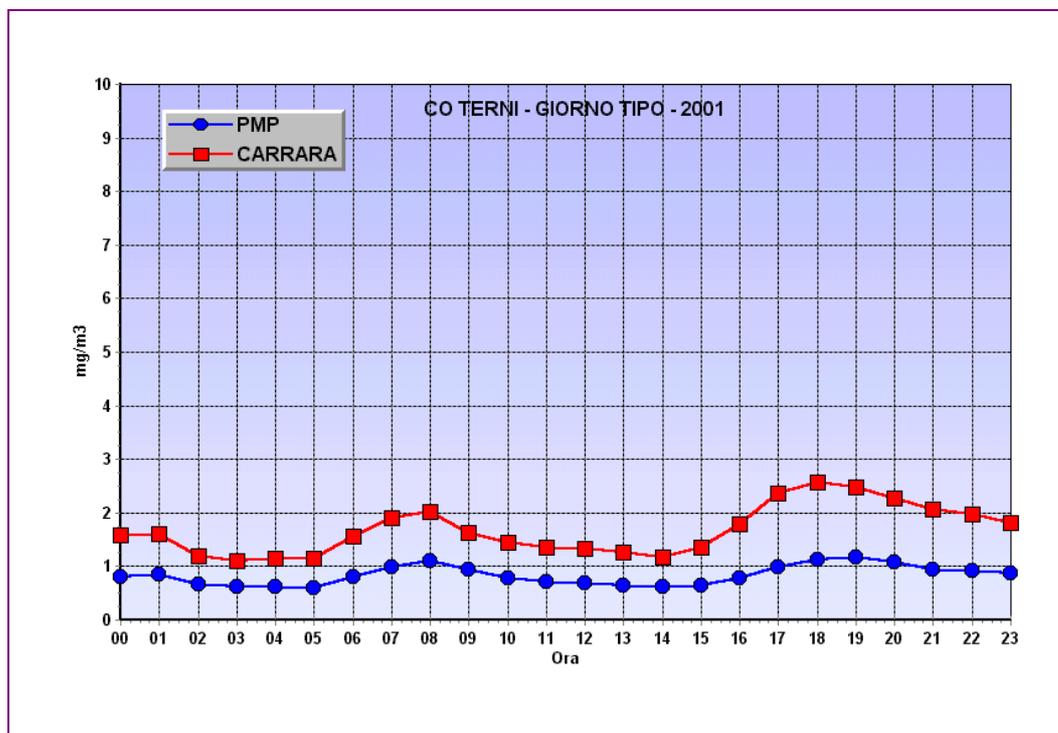


Figura IV-20: Andamento dell'inquinante CO presso le stazioni PMP e Carrara durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2000)

Benzene

La campagna di monitoraggio per il rilevamento del benzene nella città di Terni è stato condotto dall'ARPA e dalla Provincia di Terni con 2 diverse metodologie analitiche:

1. Monitoraggio con analizzatori automatici per l'analisi in continuo, installati presso le stazioni. Verga e Carrara;
2. Monitoraggio con campionatori passivi dislocati in vari punti della città.

Per calcolo dei valori mensili e annuali sono stati utilizzati i dati ottenuti dalla campagna di monitoraggio condotta dall'ARPA, in quanto consentono un'analisi più estesa dell'inquinamento da benzene, mentre per l'analisi di dettaglio sono stati utilizzati i dati ottenuti dal rilevamento in automatico, che consentono misure di concentrazioni anche ad intervalli orari (analisi di dettaglio dell'andamento del benzene durante la giornata – “giorno tipo”).

Si rileva in ogni caso un discreto accordo dei dati ottenuti dalle 2 metodologie di analisi ambientale.

Risultati ottenuti nell'anno 2000

La Tabella IV-XII riporta i risultati ottenuti dalla campagna condotta dall'ARPA con campionatori passivi nei vari punti della città.

Nella

TABELLA IV-XII - MEDIE ANNUALI DEL BENZENE - ANNO 2000 (CAMPIONATORI PASSIVI)	
STAZIONE	2000
PMP/LCA	2,3
P.teCarrara	4,0
Via Verga	2,4
Vill. Polymer	2,2
Prisciano	1,5
P.zza Dalmazia	4,6
P.zza Tacito	5,0
V. Turati	10,3
V. Borzacchini	8,4
MEDIA CITTADINA	4,5

Risultati ottenuti nell'anno 2001

La Tabella IV-XIII riporta i risultati ottenuti dalla campagna condotta dall'ARPA con campionatori passivi nei vari punti della città; i dettagli relativi alle medie mensili ottenute vengono riportate nella Tabella IV-XIV .

TABELLA IV-XIII - MEDIE ANNUALI DEL BENZENE - ANNO 2001	
STAZIONE	2001
PMP/LCA	2,0
P.teCarrara	4,4
Via Verga	2,5
Vill. Polymer	2,3
Prisciano	1,7
P.zza Dalmazia	4,8
P.zza Tacito	5,4
V. Turati	10,7
V. Borzacchini	8,4
MEDIA CITTADINA	4,7

TABELLA IV-XIV - RISULTATI MONITORAGGIO BENZENE - MEDIE MENSILI E ANNUALI (CAMPIONATORI PASSIVI) – ANNO 2001									
	PMP LCA	P.te Carrara	V.Verga	VIII.Polymer	Prisciano	P.za Dalmazia	P.za Tacito	V.Turati	V.Borzacchini
Gennaio	3,0	5,7	3,3	3,1	2,3	5,9	5,8	12,9	9,6
Febbraio	2,7	5,3	3,3	3,2	2,4	5,2	6,0	11,2	8,4
Marzo	2,1	3,3	3,7	2,0	1,2	6,0	5,4	12,1	9,5
Aprile	1,3	2,8	1,3	1,4	0,9	3,6	4,2	9,1	6,7
Maggio	0,9	2,6	0,9	1,3	0,4	3,6	4,8	10,0	7,5
Giugno	0,9	1,9	0,7	1,4	0,6	3,4	2,6	8,2	6,2
Luglio	1,0	1,9	0,8	1,2	-	3,3	4,2	8,0	6,5
Agosto	0,8	1,7	1,0	1,3	-	2,5	3,6	6,1	5,8
Settembre	1,6	3,8	2,1	1,8	1,6	3,4	5,4	11,7	7,0
Ottobre	2,3	6,2	3,2	2,5	1,6	5,6	6,2	10,8	9,6
Novembre	3,5	7,9	4,4	3,6	2,2	6,7	7,3	14,0	10,0
Dicembre	4,1	10,2	5,6	4,5	3,6	8,6	9,3	14,7	14,1
Media	2,0	4,4	2,5	2,3	1,7	4,8	5,4	10,7	8,4

Discussione dei risultati

I dati medi mensili e annuali, relativi al 2001, sono molto simili a quelli raccolti nell'anno precedente, e costituiscono, pertanto, una conferma di quanto l'indagine condotta nell'anno 2000 aveva evidenziato. Il leggero aumento delle medie annuali che si riscontra nel 2001, in tutte le postazioni ad eccezione del PMP, può essere in parte dovuto al fatto che nel 2000 non erano disponibili le medie mensili dei primi due mesi dell'anno, che come è noto, in ambito cittadino, sono tra quelli maggiormente interessati dall'inquinamento di benzene.

Tuttavia si nota un lieve aumento dei valori annuali anche nei 2 punti di monitoraggio: Verga e Carrara della sottorete di Terni (analizzatori automatici).

L'obiettivo di qualità annuale è stato rispettato in tutte le zone in cui è stato effettuato il monitoraggio ad eccezione di Via Turati (incrocio Via di Vittorio) dove, comunque, si ribadisce, il campionario è posizionato nelle immediate vicinanze della carreggiata e fissato al palo del semaforo. C'è, inoltre, da evidenziare che anche il valore piuttosto elevato registrato in Via Borzacchini potrebbe risentire del posizionamento del campionario, trovandosi lo stesso non solo lungo una strada a traffico sostenuto, ma anche nelle immediate vicinanze di un distributore di carburante.

I livelli di inquinamento da benzene raggiunti non destano, al momento, eccessive preoccupazioni, in quanto nelle sette stazioni di monitoraggio, significative per l'esposizione della popolazione, le medie annuali sono nel complesso piuttosto contenute. Infatti, in tre di queste stazioni le medie annuali sono inferiori al 25% del limite ($10\mu\text{g}/\text{mc}$) e nelle restanti quattro sono comprese fra il 25% e il 54% dello stesso limite.

L'andamento dell'inquinante durante il giorno tipo (calcolato su base annuale) evidenzia come i valori massimi medi orari del benzene si ottengono durante le ore di punta, caratterizzate da traffico autoveicolare più intenso. La fascia oraria: 18:00 – 20:00 risulta maggiormente interessata da episodi di inquinamento da benzene.

L'analisi dell'andamento del benzene durante il giorno tipo può rappresentare un elemento determinante nell'adozione di eventuali provvedimenti sul traffico autoveicolare; l'andamento risulta in ottimo accordo con quello del CO e dell' NO_2 .

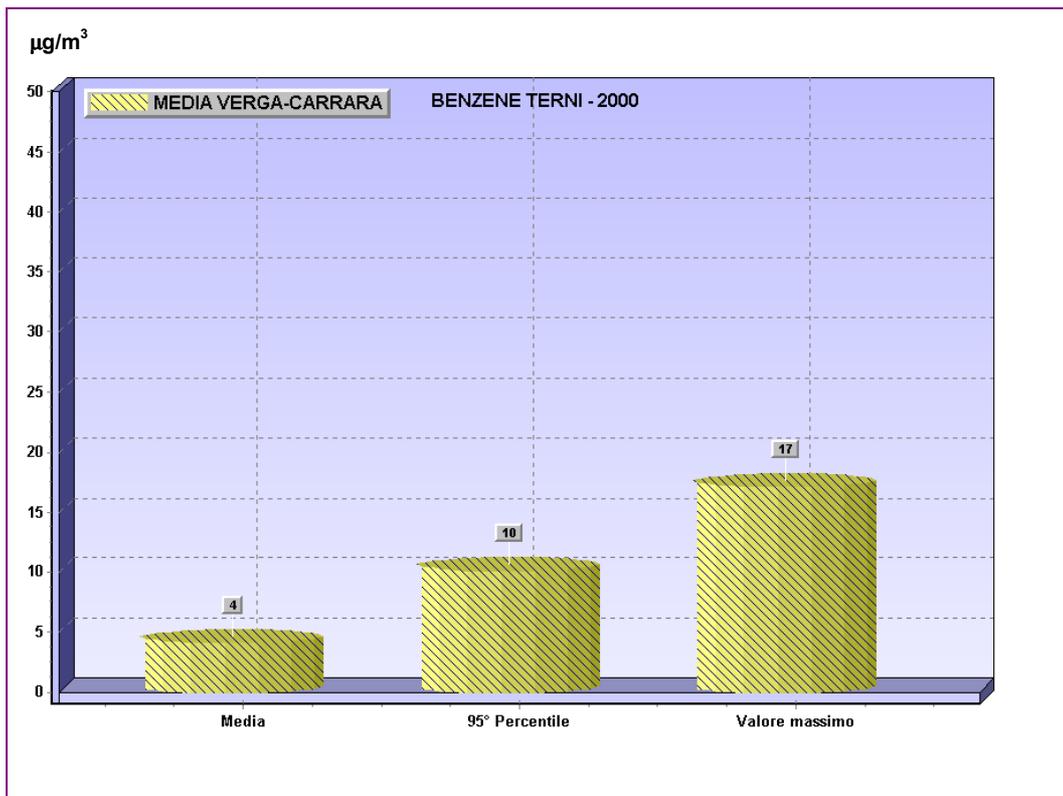


Figura IV-21 – Medie annuali del benzene rilevato nelle 2 stazioni di rilevamento: Verga e Carrara nell'anno 2000. Viene riportata la media ottenuta nelle 2 stazioni.

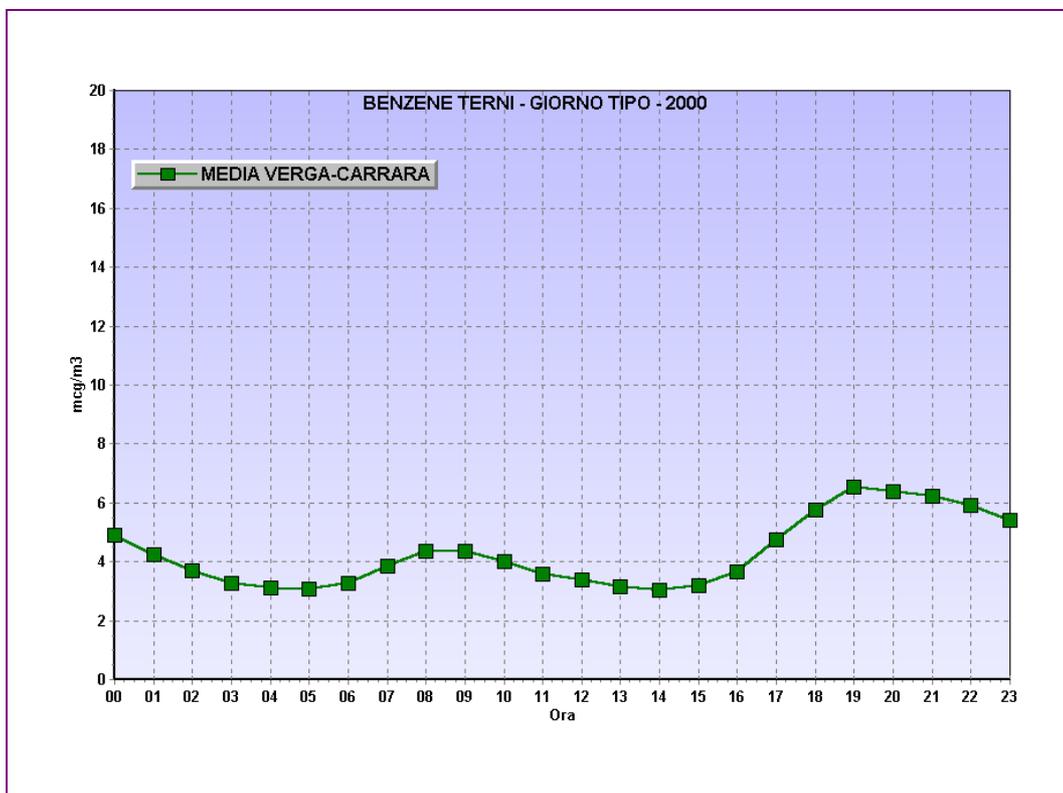


Figura IV-22: Andamento del benzene durante il giorno tipo annuale (l'andamento è stato ottenuto mediando i valori medi orari registrati nelle 2 stazioni di monitoraggio: Verga e Carrara).

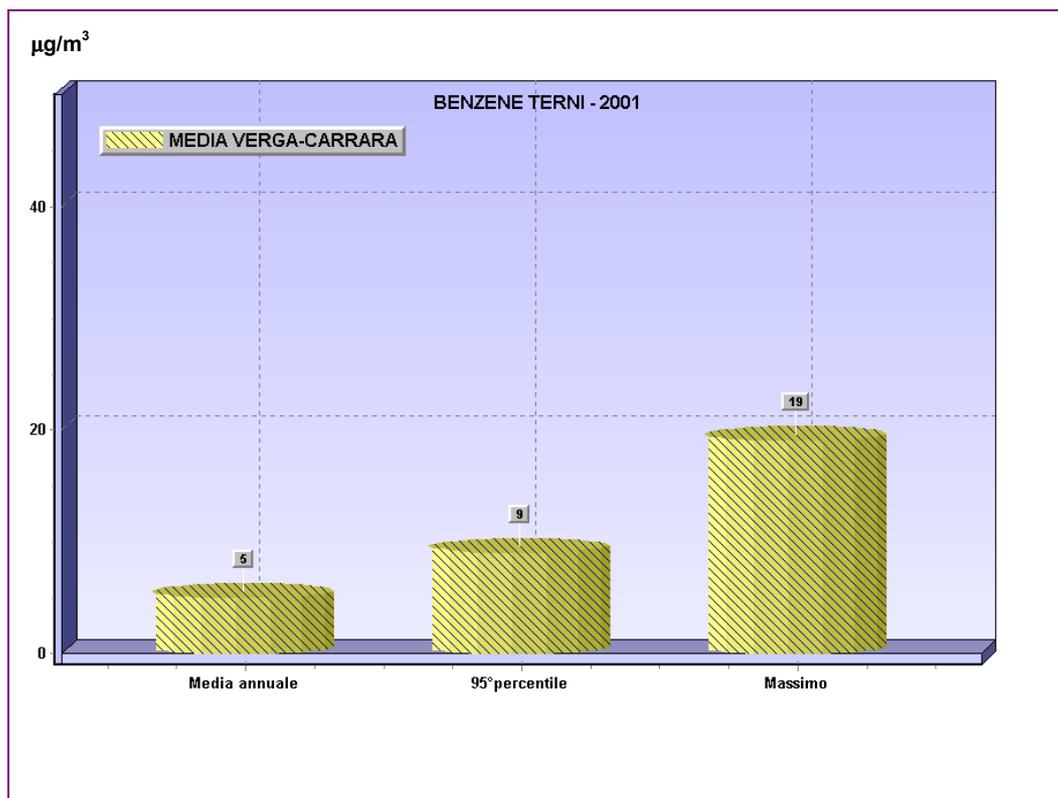


Figura IV-23– Medie annuali del benzene rilevato nelle 2 stazioni di rilevamento:Verga e Carrara nell’anno 2001. Viene riportata la media ottenuta nelle 2 stazioni.

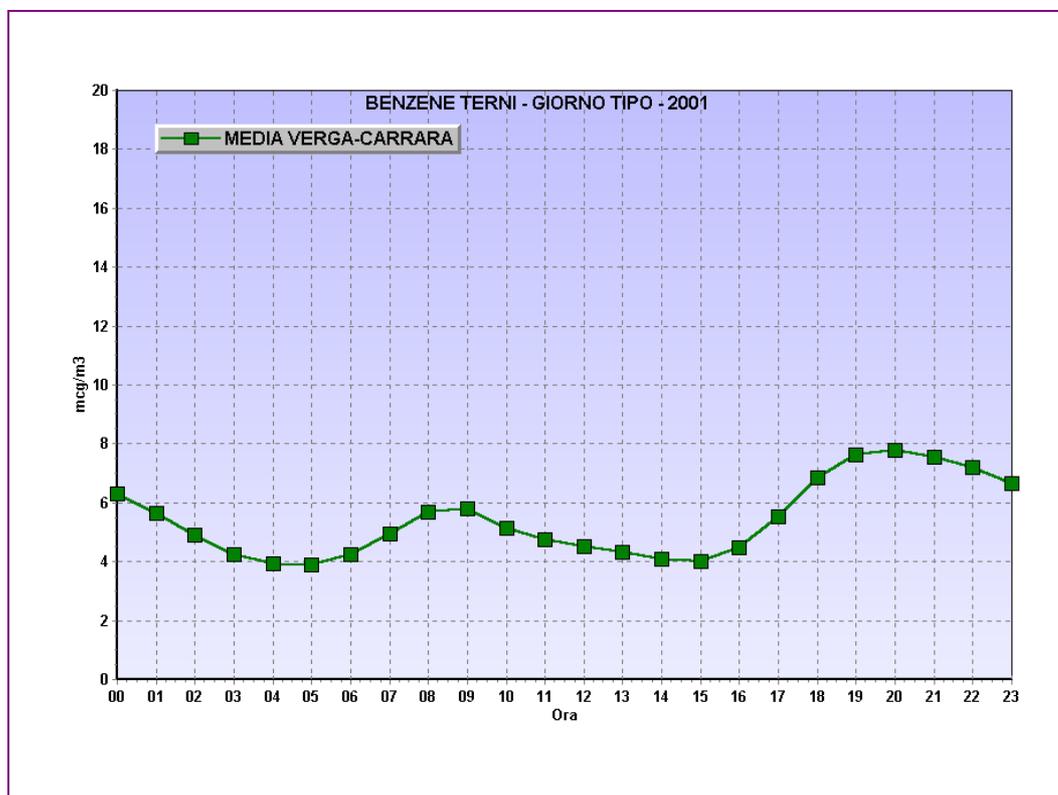


Figura IV-24: Andamento del benzene durante il giorno tipo annuale (l’andamento è stato ottenuto mediando i valori medi orari registrati nelle 2 stazioni di monitoraggio: Verga e Carrara).

Biossido di zolfo (SO₂)

Il biossido di zolfo viene monitorato presso la stazione PMP, dotata di analizzatore automatico per l'analisi in continuo.

Dal 1° Gennaio 2002 l'analizzatore è stato spostato presso la stazione Verga.

Risultati ottenuti nell'anno 2000

I risultati del monitoraggio condotto nel 2000 vengono riportati nella Tabella IV-XV

TABELLA IV-XV - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - SO₂ PMP - ANNO 2000	
	PMP
Dati validi (%)	92
Mediana	9
98°percentile	16
Massimo giornaliero	17
N.medie 24h > 40	0
N.medie 24h > 60	0
N.medie 24h > 125	0

Risultati ottenuti nell'anno 2001

I risultati del monitoraggio condotto nel 2001 vengono riportati nella Tabella IV-XVI

TABELLA IV-XVI - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - SO₂ PMP - ANNO 2001	
	PMP
Dati validi (%)	90
Mediana	11
98°percentile	23
Massimo giornaliero	27
N.medie 24h > 40	0
N.medie 24h > 60	0
N.medie 24h > 125	0

Discussione dei risultati

Da alcuni anni si osserva una progressiva diminuzione dell'inquinamento da SO₂; l'aumento registrato nel corso del 2001 rispetto all'anno precedente (+22% del valore della mediana dei valori giornalieri calcolata su base annuale) rappresenta un dato in contro tendenza. Tuttavia il valore massimo giornaliero raggiunto nel 2001 (27 µg/m³) è circa 1/5 del livello di attenzione.

Si può pertanto affermare che, pur registrandosi un aumento dei valori di SO₂ su base annuale, le concentrazioni dell'inquinante rimangono molto al di sotto dei valori di riferimento.

L'andamento dell'inquinante durante il giorno tipo calcolato su base annuale non mostra apprezzabili variazioni durante le ore di punta (i valori più alti registrati nelle prime ore della giornata sono da attribuirsi all'influenza delle operazioni di calibrazione automatica).

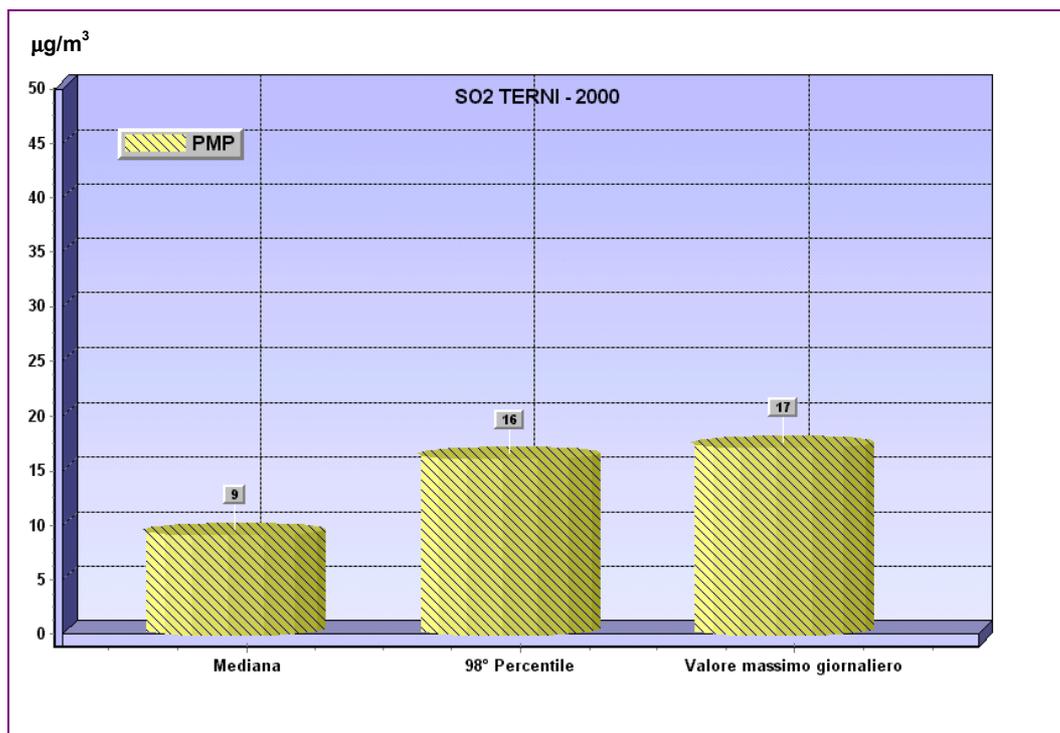


Figura IV-25: Valore della mediana, del 98° percentile e del valore massimo giornaliero di SO2 rilevato dalla stazione PMP nell'anno 2000

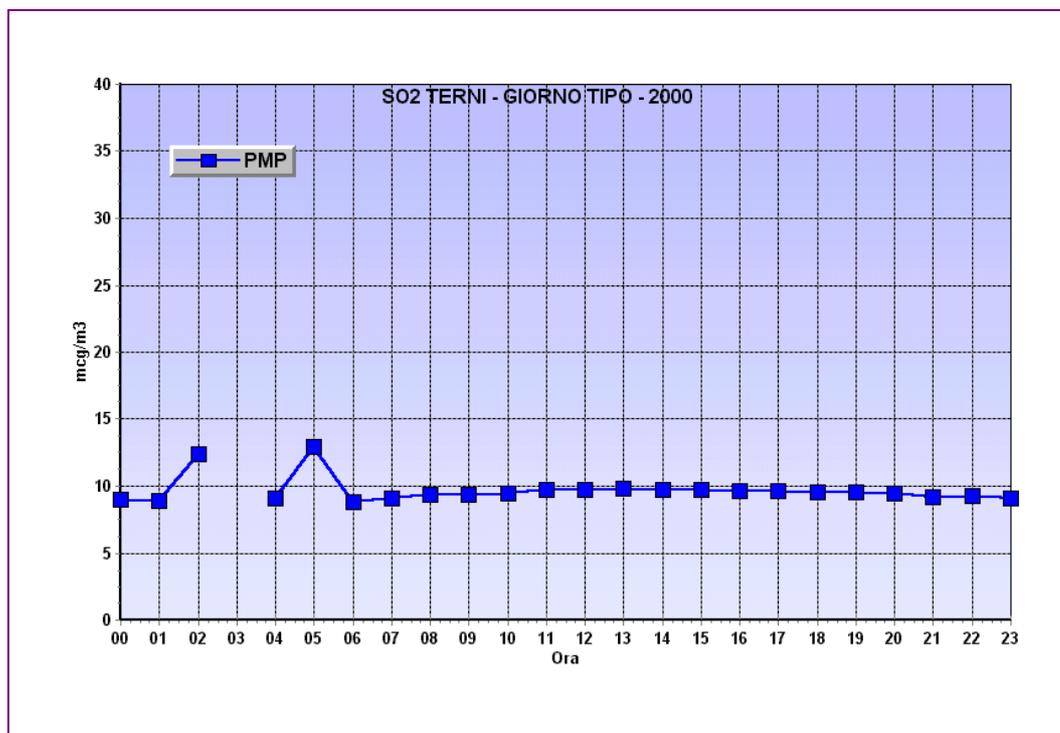


Figura IV-26: Andamento di SO2 durante il giorno tipo calcolato su base annuale e relativo al monitoraggio effettuato dalla stazione PMP (anno 2000)

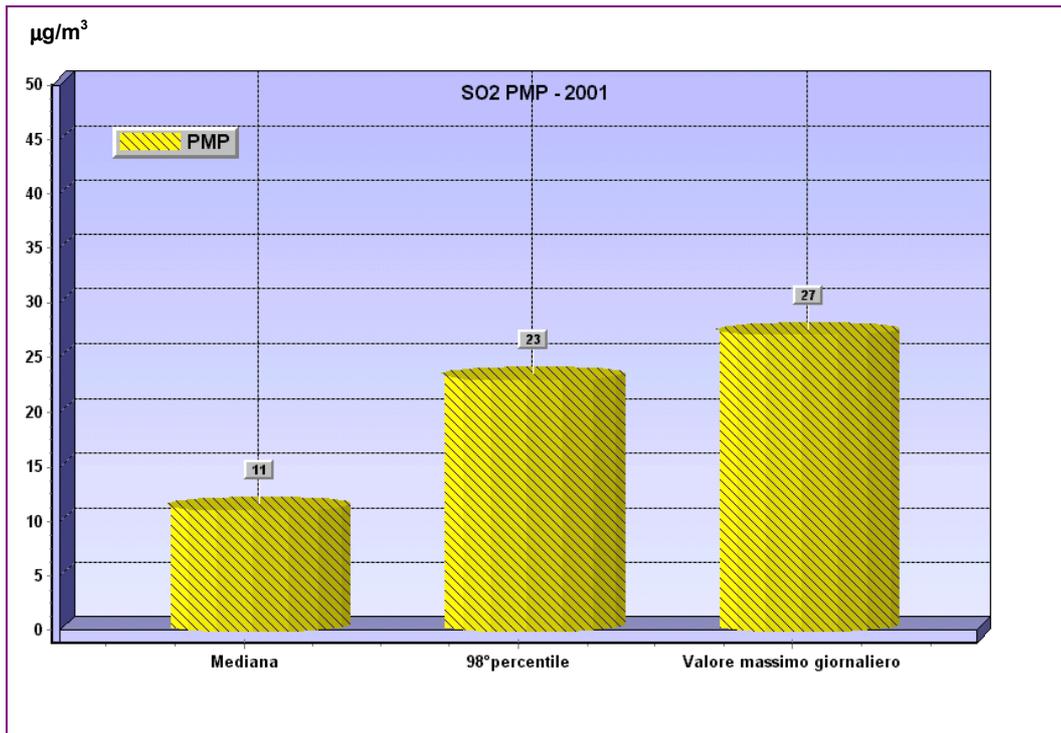


Figura IV-27: Valore della mediana, del 98° percentile e del valore massimo giornaliero di SO2 rilevato dalla stazione PMP nell'anno 2001

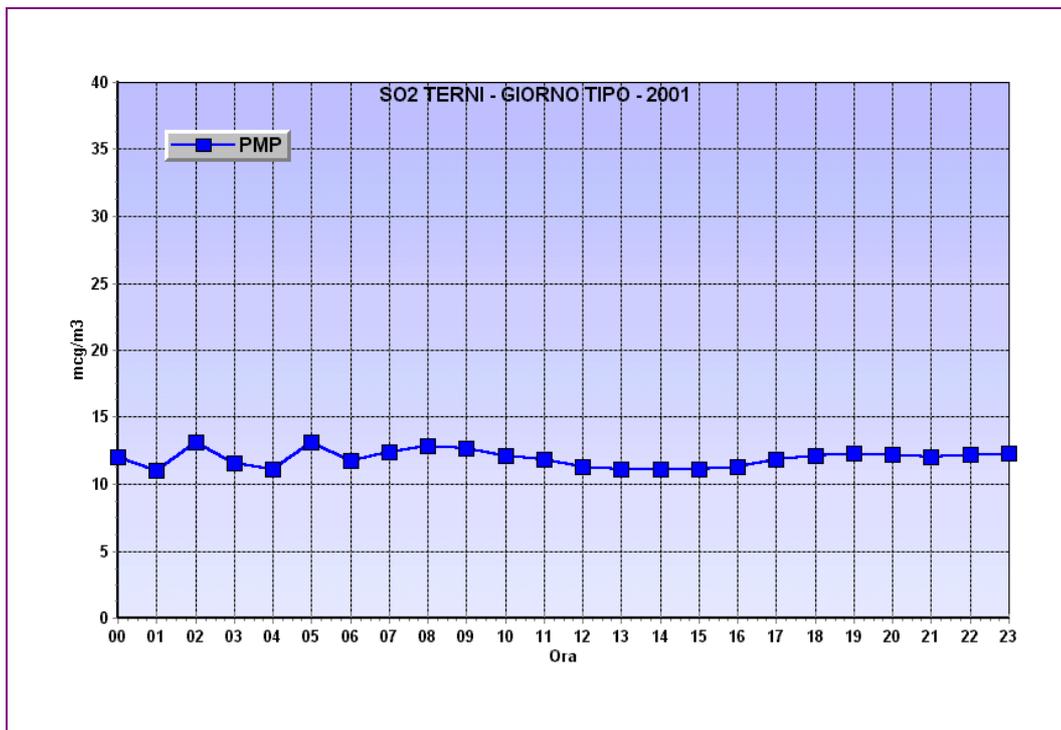


Figura IV-28: Andamento di SO2 durante il giorno tipo calcolato su base annuale e relativo al monitoraggio effettuato dalla stazione PMP (anno 2000)

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA): Benzo(a)pirene

La concentrazione di questo inquinante viene dosata sulle polveri totali sospese (con metodi di prelievo e analisi manuali) presso la stazione PMP di Via Federico Cesi (Terni) dal 1986. Fino al 1993, i prelievi e le analisi sono stati fatti su tutti i mesi dell'anno. Dopo una sospensione del monitoraggio nel triennio 1994 - 1996, l'indagine è stata riattivata e continua a tutt'oggi, pur se con alcuni periodi dell'anno mancanti.

Risultati

Le medie annuali sono riportate nella Tabella IV-XVII e nella Figura IV-29 per poter effettuare un'analisi della serie storica di cui si dispone.

TABELLA IV-XVII - MEDIE ANNUALI DEL BENZO(A)PIRENE - STAZIONE PMP - VIA F.CESI		
ANNO	CONCENTRAZIONE	NOTE
1986	0,62	
1987	0,61	
1988	0,70	
1989	1,08	
1990	1,18	
1991	0,43	
1992	0,78	
1993	0,48	
1997	0,19	(1)
1998	0,24	(2)
1999	0,50	(3)
2000	0,35	(4)
2001	0,60	(5)

(1) Periodo di osservazione: Marzo – Agosto

(2) Periodo di osservazione: Gennaio – Maggio

(3) Periodo di osservazione: Marzo – Dicembre

(4) Periodo di osservazione: Gennaio - Maggio e Agosto - Dicembre

(5) Periodo di osservazione: Gennaio - Aprile e Novembre - Dicembre; valori stimati per i mesi: Maggio e Ottobre

Discussione dei risultati

Come mostrato chiaramente nel grafico, la concentrazione media annuale di questo inquinante mostra un andamento crescente fino al 1990, con valori di poco superiori all'attuale limite, per poi diminuire ed attestarsi su valori inferiori al limite stesso.

Il valore medio calcolato per l'anno 2001 risulta pari a 0,88 ng/m³, non molto distante dal limite annuale, e il più elevato di tutti ad eccezione delle concentrazioni medie relative agli anni 1989 e 1990. E' importante mettere in risalto, però, che questo valore non è indicativo della media annuale reale, ma ne rappresenta una sovrastima, riferendosi ai mesi dell'anno in cui i valori di benzo(a)pirene risultano più elevati. Nel periodo estivo, infatti, la concentrazione di questa sostanza si riduce sensibilmente, a causa dell'instaurarsi in atmosfera di reazioni chimiche con la radiazione solare e lo stesso ozono che ne provocano la distruzione. Nella ipotesi che il rapporto fra la concentrazione media del periodo invernale e di quello estivo ottenuto nel 2000 si sia mantenuto costante anche nell'anno 2001, si ricava, con calcoli matematici, un valore stimato della media annuale pari a circa 0,60 ng/mc, di poco superiore alla metà del limite in vigore.

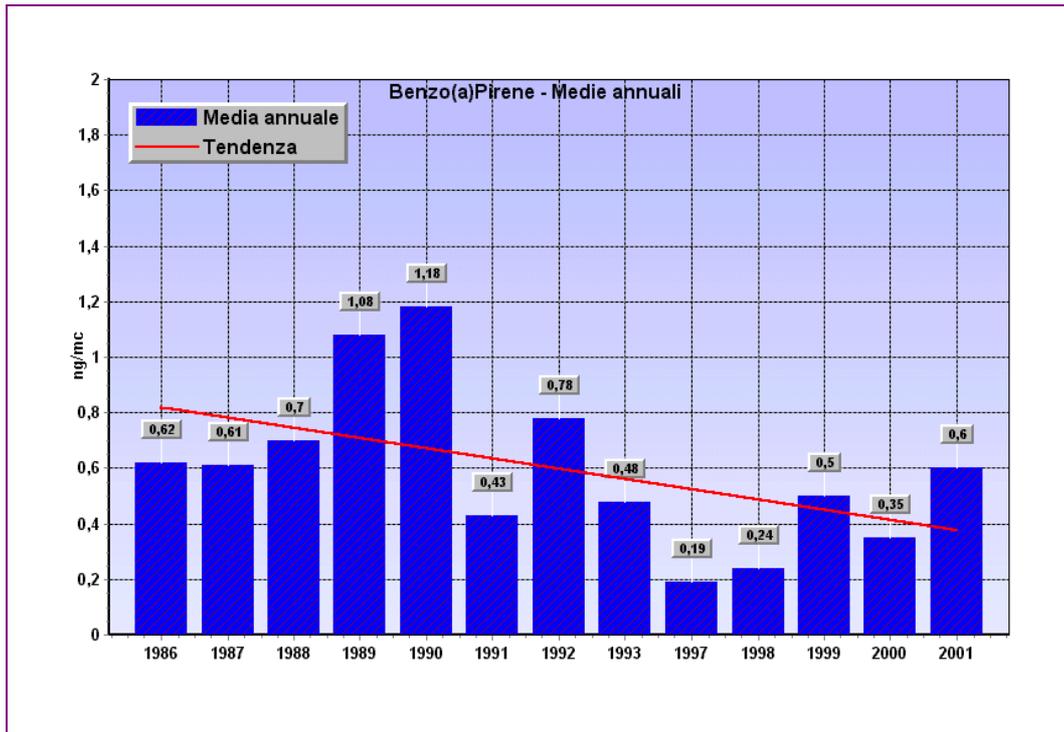


Figura IV-29: Concentrazioni medie annuali di benzo(a)pirene dal 1986 al 2001

Piombo

Il monitoraggio del piombo viene eseguito dall'ARPA attraverso l'analisi delle polveri totali sospese nelle quali questo elemento è presente. Il monitoraggio del Piombo viene effettuato dal 1983; il punto di prelievo è uno soltanto: Via F. Cesi.

Nella Tabella IV-XVIII sono riportate le medie annuali di tale inquinante a partire dal 1983.

Le concentrazioni di Piombo in aria sono andate generalmente diminuendo nel corso degli anni rimanendo sempre ampiamente al di sotto del limite annuale che è pari a 2 $\mu\text{g}/\text{mc}$. Anche nel 2001, le concentrazioni giornaliere si sono mantenute su valori piuttosto bassi e il dato medio cumulativo, pari a 0,052 $\mu\text{g}/\text{mc}$, che rappresenta solo il 2,6 % del limite, risulta, come atteso, inferiore a quello del 2000 ed il più basso di tutta la serie storica.

La Figura IV-30 mostra l'andamento delle medie annuali misurate dal 1983 ad oggi; si evidenzia chiaramente la diminuzione che questo inquinante ha subito nel corso dell'ultimo ventennio, grazie ai diversi provvedimenti messi in atto sia a livello nazionale che locale (produzione di benzine senza piombo e azioni di fluidificazione del traffico autoveicolare).

TABELLA IV-XVIII - CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI DI PIOMBO - STAZIONE PMP - VIA F.CESI	
Anno	Piombo
1983	0,347
1984	0,243
1985	0,189
1986	-
1987	0,493
1988	0,406
1989	0,348
1990	0,232
1991	0,169
1992	0,195
1993	0,175
1994	0,154
1995	0,188
1996	0,083
1997	0,107
1998	0,062
1999	0,076
2000	0,096
2001	0,052

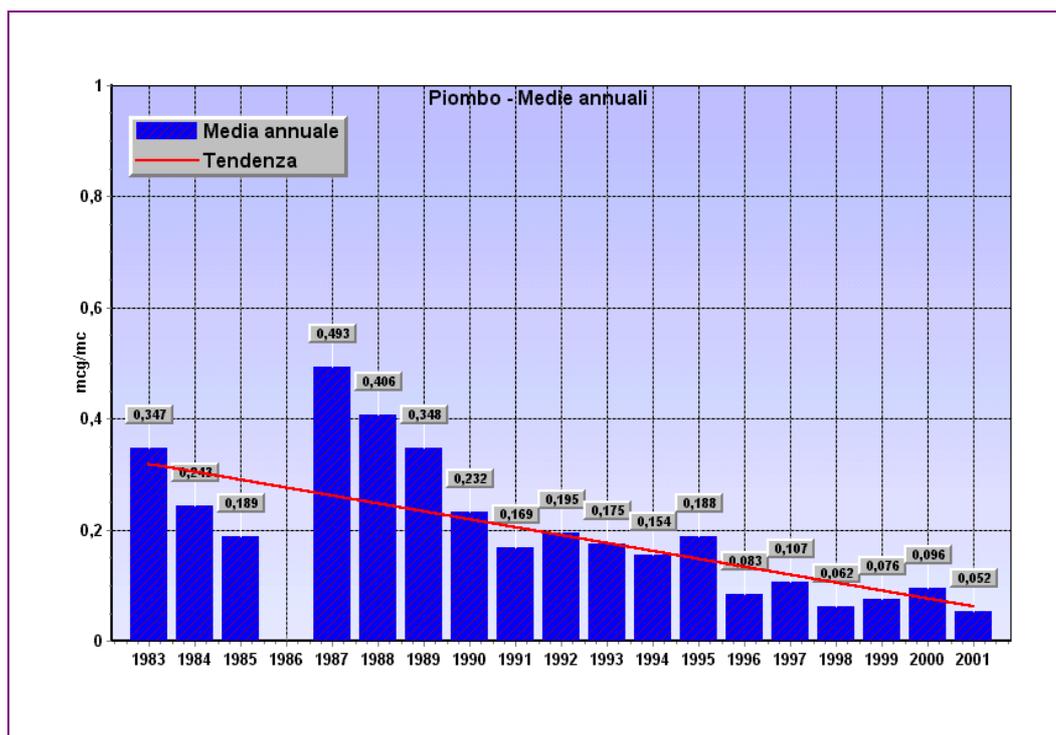


Figura IV-30: Medie annuali di Piombo rilevate presso il PMP/LCA - Via F.Cesi - dal 1983 ad oggi

I risultati della campagna di monitoraggio del Laboratorio Mobile presso il "Camposcuola Casagrande"

Nel corso del 2001 (periodo: Maggio – Settembre) la Provincia di Terni ha effettuato una campagna di monitoraggio presso gli impianti sportivi del "Camposcuola Casagrande", situati nella zona centrale della città di Terni, in Via delle Mura.

La zona di monitoraggio è caratterizzata da un impianto sportivo all'aperto (campo di atletica, comunemente denominato Camposcuola) confinante con un'area verde chiusa la traffico, dove viene svolta frequentemente attività all'aria aperta.

La campagna di monitoraggio aveva lo scopo di monitorare la qualità dell'aria della zona durante il periodo di massima frequentazione degli impianti sportivi; in particolare si poneva i seguenti obiettivi:

1. Valutazione dei fenomeni di smog fotochimico (ozono) durante le ore più calde della giornata, in relazione alle concentrazioni di inquinante misurate negli altri punti della città;
2. Valutazione della frazione di polvere respirabile (PM10);
3. Misurazione delle concentrazioni degli ossidi di azoto e del monossido di carbonio al fine di valutare l'influenza delle emissioni derivanti dalla circolazione autoveicolare lungo l'asse viario: Viale Aleardi – Viale della Stadio.

In questa trattazione vengono riportati i dati ottenuti della campagna di monitoraggio e vengono fornite alcune interpretazioni dei risultati.

Ozono

La campagna di rilevamento dell'ozono condotta nella zona del "Camposcuola Casagrande" nel corso del 2001 (periodo: Maggio – Settembre) ha fornito risultati interessanti, confermando come questo tipo di inquinante sia presente e persistente, nel periodo estivo, in zone aperte e soleggiate.

I dati mensili relativi alle concentrazioni di ozono rilevate dal Laboratorio mobile sono riportati in Tabella IV-XIX - Tabella IV-XXIII .

Come si può osservare dai dati riportati nelle suddette tabelle, i valori delle medie mensili, dei valori massimi orari mensili e il numero dei superamenti del livello di attenzione registrati dal Laboratorio Mobile risultano tutti maggiori rispetto ai corrispondenti valori calcolati per le altre stazioni di rilevamento.

In particolare, i valori medi mensili dell'ozono rilevato dal Laboratorio Mobile risultano più alti per valori compresi tra il 15% (media mensile di giugno rispetto alla media mensile dello stesso mese ottenuta presso la stazione Carrara) il 46% (media mensile di agosto rispetto alla media mensile dello stesso mese ottenuta presso la stazione Verga).

Il confronto delle medie mensili tra le stazioni di Terni nei mesi : Maggio-Settembre 2001 sono riportati in Figura IV-31.

TABELLA IV-XIX - OZONO - MAGGIO 2001					
	POLYMER	CARRARA	PRISCIANO	PMP	LAB MOBILE
Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	44	53	56	44	64
Massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	140	147	123	103	146
N.superamenti ($>180\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0	0	0

TABELLA IV-XX - OZONO - GIUGNO 2001					
	POLYMER	CARRARA	PRISCIANO	PMP	LAB MOBILE
Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	62	70	69	52	81
Massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	143	152	148	105	173
N.superamenti ($>180\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0	0	0

TABELLA IV-XXI - OZONO - LUGLIO 2001					
	POLYMER	CARRARA	PRISCIANO	VERGA	LAB MOBILE
Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	61	69	63	61	83
Massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	138	159	134	146	174
N.superamenti ($>180\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0	0	0

TABELLA IV-XXII - OZONO - AGOSTO 2001					
	POLYMER	CARRARA	PRISCIANO	VERGA	LAB MOBILE
Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	64	64	69	58	85
Massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	147	152	149	138	187
N.superamenti ($>180\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0	0	2

TABELLA IV-XXIII - OZONO - SETTEMBRE 2001					
	POLYMER	CARRARA	PRISCIANO	VERGA	LAB MOBILE
Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	43	38	40	34	56
Massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	126	122	113	110	159
N.superamenti ($>180\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0	0	2

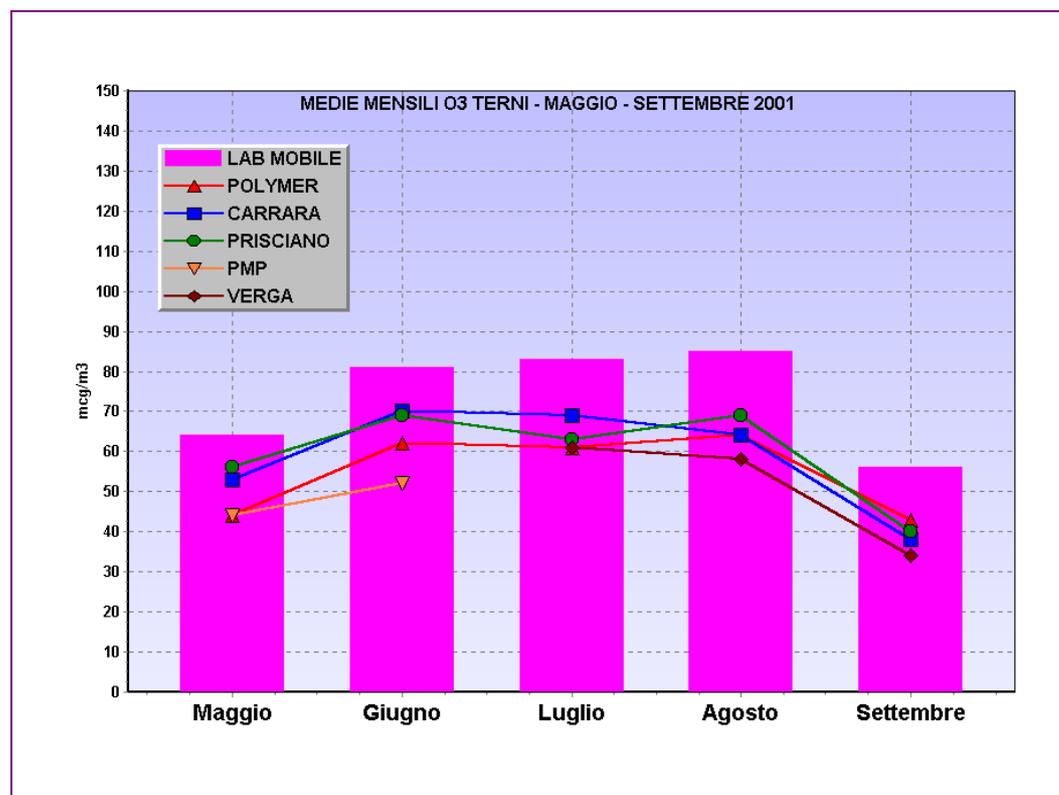


Figura IV-31: Medie mensili dell'ozono rilevato presso il Camposcuola Casagrande e confronto con le medie mensili rilevate nelle altre stazioni della sottorete di Terni.

Polveri PM₁₀

La campagna di monitoraggio condotta dal Laboratorio Mobile presso il Camposcuola Casagrande ha consentito di esaminare l'andamento della frazione fine della polvere aerodispersa (PM₁₀) e di confrontare tale andamento con i risultati ottenuti nelle altre stazioni della sottorete di Terni (Verga e Borgo Rivo). L'analizzatore automatico presente nel Laboratorio Mobile ha infatti la stessa tipologia di quelli installati nelle 2 stazioni fisse.

Va detto preliminarmente che durante il periodo estivo, caratterizzato da scarse precipitazioni e scarsa deposizione umida notturna, il terreno, per le sue caratteristiche di aridità che favorisce la liberazione delle particelle più fini che vengono aerodisperse, contribuisce alla polverosità atmosferica in maniera più rilevante rispetto al periodo invernale. La presenza di zone non asfaltate nei pressi del Camposcuola può pertanto avere una certa rilevanza nella generazione di polvere aerodispersa.

I dati delle elaborazioni mensili (medie mensili, massimi giornalieri nel mese, 95° percentile mensile e numero di valori medi giornalieri superiori a 50 e a 75 µg/m³) sono riportate nelle tabelle: da Tabella IV-XXIV a Tabella IV-XXVIII .

I dati mostrano che la zona del Camposcuola risulta soggetta a fenomeni di polverosità, in misura maggiore rispetto alla zona di Borgo Rivo e alla zona di Via Verga. Le ipotesi che possono essere formulate a giustificazione di questo dato sono le seguenti:

1. La vicinanza dell'asse viaria: Viale Aleardi, ed in particolare l'incrocio tra Viale Aleardi - Ponte Allende ha una influenza non trascurabile, soprattutto in considerazione del fatto che non vi sono barriere interposte (abitazioni o alberi di alto fusto).
2. La presenza di suolo non asfaltato nelle zone limitrofe può influire sulle concentrazioni di polvere misurate.

Va comunque ribadito che i risultati ottenuti si riferiscono al solo periodo estivo; si può comunque ritenere che durante il periodo invernale le concentrazioni di polveri PM₁₀ possano seguire lo stesso andamento, con valori analoghi o poco superiori rispetto a quelli rilevati dalle stazioni di Verga e Borgo Rivo e comunque nei limiti previsti dalla normativa italiana ed europea.

TABELLA IV-XXIV - PM10 - MAGGIO 2001			
	BORGO RIVO	VERGA	LAB MOBILE
MEDIA (µg/m³)	28	27	32
MASSIMO (µg/m³)	65	61	73
95°Percentile (µg/m³)	50	39	51
N.valori > (75 µg/m³)	0	0	0
N.valori > (50 µg/m³)	0	0	0

TABELLA IV-XXV - PM10 - GIUGNO 2001			
	BORGO RIVO	VERGA	LAB MOBILE
MEDIA (µg/m³)	26	26	30
MASSIMO (µg/m³)	38	43	48
95°Percentile (µg/m³)	36	42	46
N.valori (>75 µg/m³)	0	0	0
N.valori (> 50 µg/m³)	0	0	0

TABELLA IV-XXVI - PM10 - LUGLIO 2001			
	BORGO RIVO	VERGA	LAB MOBILE
MEDIA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	24	30
MASSIMO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	49	46
95°Percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	41	42
N.valori ($>75 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	0	0
N.valori ($> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	0	0

TABELLA IV-XXVII - PM10 - AGOSTO			
	BORGO RIVO	VERGA	LAB MOBILE
MEDIA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	37	24	40
MASSIMO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	52	38	57
95°Percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	49	34	53
N.valori ($>75 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0
N.valori ($> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0

TABELLA IV-XXVIII - PM10 - SETTEMBRE			
	BORGO RIVO	VERGA	LAB MOBILE
MEDIA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	20	17	27
MASSIMO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	37	28	45
95°Percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	31	25	41
N.valori ($>75 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0
N.valori ($> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0

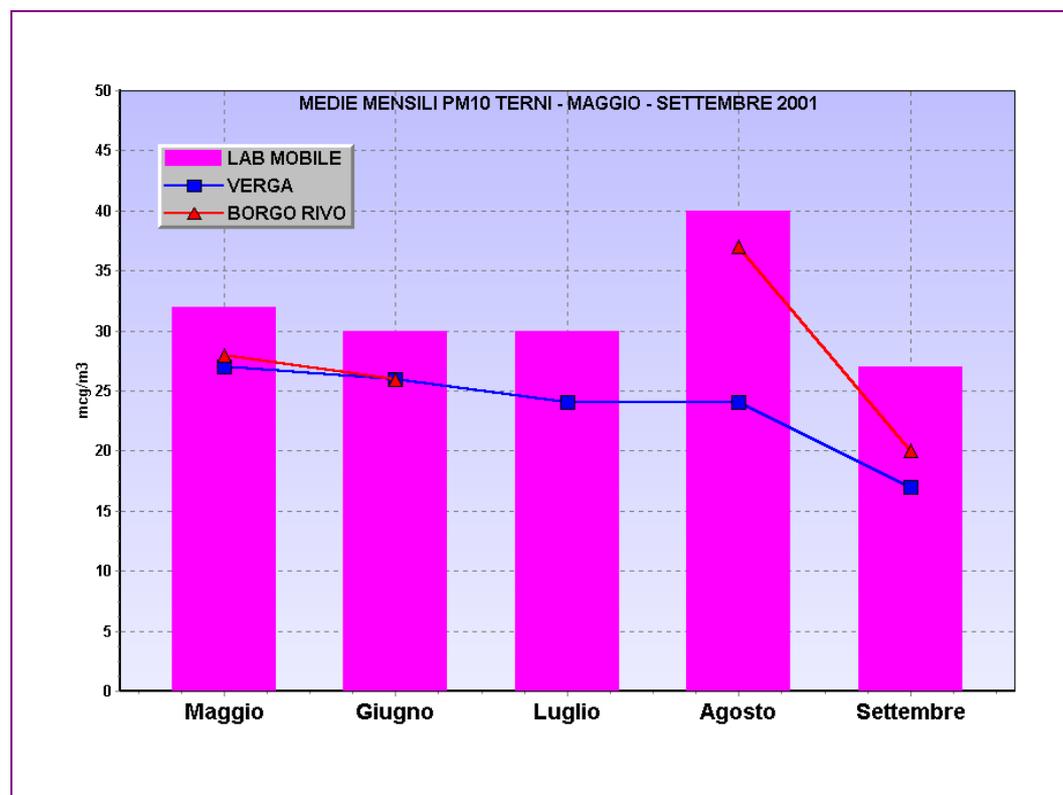


Figura IV-32: Medie mensili delle polveri PM10 rilevate presso il Camposcuola Casagrande e confronto con le medie mensili rilevate nelle altre stazioni della sottorete di Terni (il dato di luglio per la stazione Borgo Rivo è mancante).

Biossido di azoto

Il rilevamento del biossido di azoto nel corso della campagna di monitoraggio del mezzo mobile è stato effettuato con un analizzatore automatico per l'analisi in continuo di cui il Laboratorio è dotato.

I dati rilevati sono stati elaborati su base mensile e confrontati con le analoghe elaborazioni effettuate per le altre stazioni di rilevamento dotate di analizzatore per NO_x. Tali risultati vengono riportati nelle tabelle: Tabella IV-XXIX - Tabella IV-XXXVIII .

I risultati mostrano che tale inquinante, presente nel periodo estivo in concentrazioni medie orarie molto inferiori al livello di attenzione (200 µg/m³), risulta presente nella zona soggetta al monitoraggio. I valori risultano superiori rispetto a quelli ottenuti nella stazione di Prisciano e Verga, ma inferiori rispetto ai valori di Borgo Rivo.

Il biossido di azoto nel periodo estivo è imputabile al traffico autoveicolare e alle emissioni di origine industriale, mentre il contributo degli impianti di riscaldamento risulta assente.

Nel caso del monitoraggio in questione, i dati mostrano che il traffico autoveicolare ha un certo effetto sulla qualità dell'aria della zona del camposcuola; i valori massimi risultano in alcuni casi prevalenti rispetto ai massimi registrati dalla stazione di Via Carrara.

TABELLA IV-XXIX – BISSIDO DI AZOTO - MAGGIO 2001

	BORGO RIVO	CARRARA	POLYMER	PRISCIANO	VERGA	LAB MOBILE
Media (µg/m ³)	39	35	8	23	27	31
98°Percentile (µg/m ³)	70	62	23	64	81	64
Valore massimo (µg/m ³)	95	94	38	96	107	79
N.superamenti (200 (µg/m ³))	0	0	0	0	0	0

TABELLA IV-XXX – BISSIDO DI AZOTO - GIUGNO 2001

	BORGO RIVO	CARRARA	POLYMER	PRISCIANO	VERGA	LAB MOBILE
Media (µg/m ³)	31	32	22	20	21	32
98°Percentile (µg/m ³)	66	64	52	52	62	71
Valore massimo (µg/m ³)	80	72	72	66	84	86
N.superamenti (200 (µg/m ³))	0	0	0	0	0	0

TABELLA IV-XXXI – BISSIDO DI AZOTO - LUGLIO 2001

	BORGO RIVO	CARRARA	POLYMER	PRISCIANO	VERGA	LAB MOBILE
Media (µg/m ³)	39	30	27	20	17	30
98°Percentile (µg/m ³)	77	63	56	51	51	64
Valore massimo (µg/m ³)	101	88	93	67	86	87
N.superamenti (200 (µg/m ³))	0	0	0	0	0	0

TABELLA IV-XXXII – BIOSSIDO DI AZOTO - AGOSTO 2001						
	BORGO RIVO	CARRARA	POLYMER	PRISCIANO	VERGA	LAB MOBILE
Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	31	28	25	16	20	34
98°Percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	56	62	51	43	54	78
Valore massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	74	84	62	58	76	105
N.superamenti (200 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$))	0	0	0	0	0	0

TABELLA IV-XXXIII – BIOSSIDO DI AZOTO - SETTEMBRE 2001						
	BORGO RIVO	CARRARA	POLYMER	PRISCIANO	VERGA	LAB MOBILE
Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	29	31	25	30	22	35
98°Percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	63	70	50	63	57	81
Valore massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	98	83	66	73	89	105
N.superamenti (200 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$))	0	0	0	0	0	0

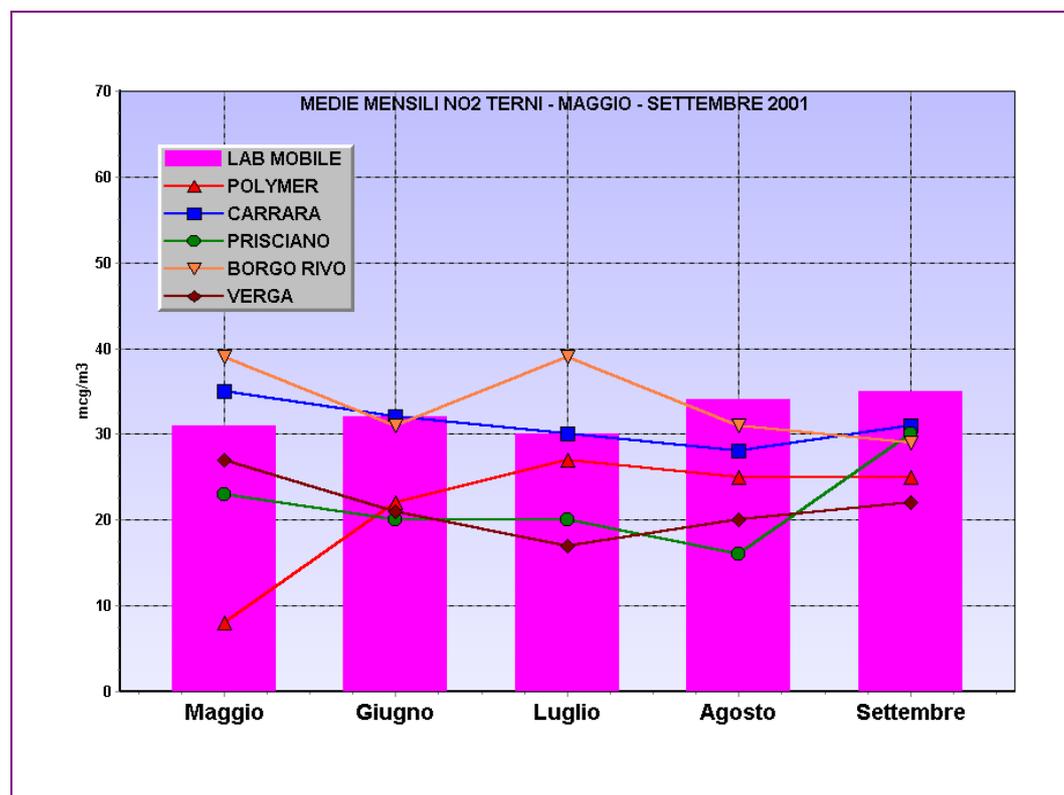


Figura IV-33: Medie mensili di biossido di azoto rilevate presso il camposcuola “Casagrande” e confronto con le medie mensili rilevate nelle altre stazioni della sottorete di Terni.

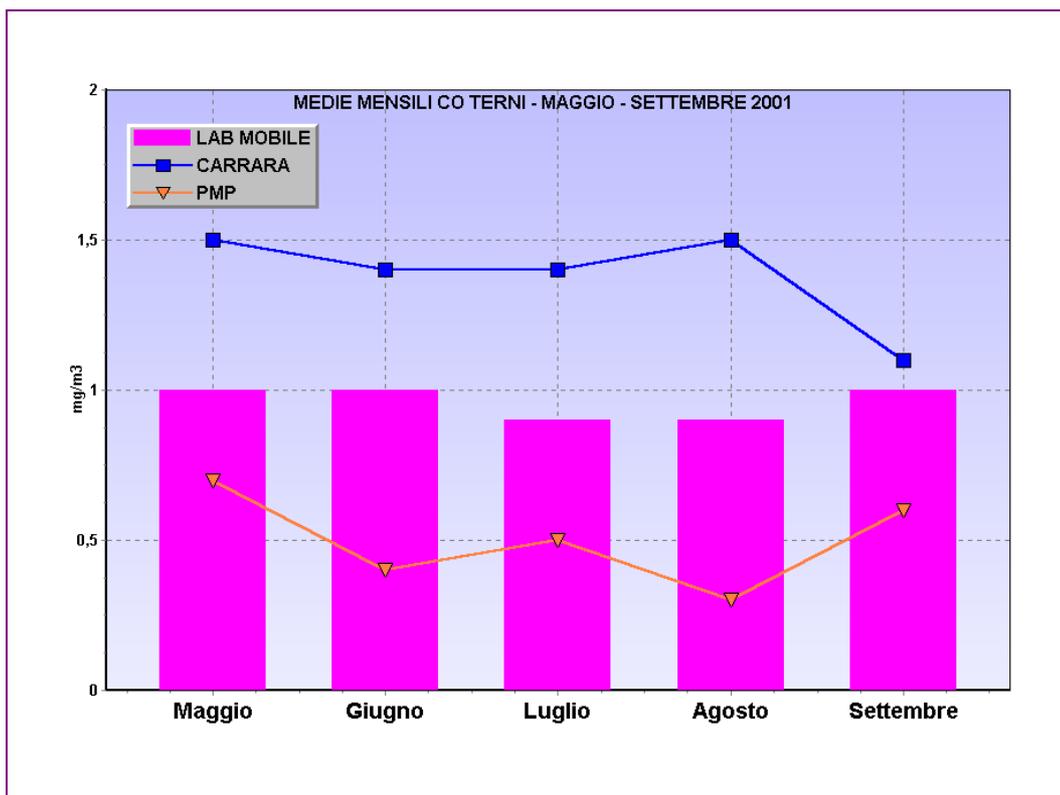


Figura IV-34: Medie mensili del monossido di carbonio rilevate presso il camposcuola "Casagrande" e confronto con le medie mensili rilevate nelle altre stazioni della sottorete di Terni.

Monossido di carbonio

Questo inquinante è stato monitorato con l'ausilio di un analizzatore automatico installato nel Laboratorio Mobile. Si osservano, per tale inquinante, valori di concentrazione molto inferiori ai limiti fissati dalla normativa (livello di attenzione; 15 mg/m³).

Durante il periodo estivo l'inquinamento da monossido di carbonio risulta quindi praticamente assente (valori anche inferiori a 1 mg/m³ e vicini al limite inferiore di rilevabilità dello strumento).

Anche in questo caso si nota tuttavia che esiste una certa influenza dovuta al traffico autoveicolare, come può essere osservato dai confronti grafici dei valori medi mensili, riportati nella Figura IV-34.

TABELLA IV-XXXIV - MONOSSIDO DI CARBONIO - MAGGIO 2001			
	PMP	CARRARA	LAB MOBILE
Media (mg/m ³)	0,7	1,5	1,0
Valore massimo(mg/m ³)	1,4	3,1	2,4
N.superamenti (>15mg/m ³)	0	0	0

TABELLA IV-XXXV - MONOSSIDO DI CARBONIO - GIUGNO 2001			
	PMP	CARRARA	LAB MOBILE
Media (mg/m ³)	0,4	1,4	1,0
Valore massimo(mg/m ³)	1,2	3,5	2,3
N.superamenti (>15mg/m ³)	0	0	0

TABELLA IV-XXXVI - MONOSSIDO DI CARBONIO - LUGLIO 2001			
	PMP	CARRARA	LAB MOBILE
Media (mg/m³)	0,5	1,4	0,9
Valore massimo(mg/m³)	1,7	3,7	6,2
N.superamenti (>15mg/m³)	0	0	0

TABELLA IV-XXXVII - MONOSSIDO DI CARBONIO - AGOSTO 2001			
	PMP	CARRARA	LAB MOBILE
Media (mg/m³)	0,3	1,5	0,9
Valore massimo(mg/m³)	1,7	3,6	5,5
N.superamenti (>15mg/m³)	0	0	0

TABELLA IV-XXXVIII – MONOSSIDO DI CARBONIO - SETTEMBRE 2001			
	PMP	CARRARA	LAB MOBILE
Media (mg/m³)	0,6	1,1	1,0
Valore massimo(mg/m³)	2,4	4,9	2,6
N.superamenti (>15mg/m³)	0	0	0

I risultati della campagna di monitoraggio delle polveri nel quartiere Prisciano

In questa trattazione vengono riportati in forma sintetica i risultati delle principali indagini ambientali effettuate in Vocabolo Prisciano per conoscere la polverosità della zona e valutare, nel tempo, le variazioni della stessa. Era noto che le ricadute di materiale particellare grossolano (polveri sedimentabili) erano frequenti e significative, provocando disagi agli abitanti della zona. Il centro abitato di Prisciano è, infatti, adiacente ad un grosso complesso industriale metallurgico, nel quale la movimentazione delle scorie di fonderia produce elevata polverosità.

Scopo di questo studio era quello di fornire conoscenze aggiuntive rispetto a quelle ottenibili dalla strumentazione della Centralina di controllo della qualità dell'aria sita in Vocabolo Prisciano (Polveri Totali Sospese - PTS - misurate con analizzatore in continuo).

L'indagine è stata svolta secondo la impostazione seguente:

Individuazione dei punti di raccolta

Le postazioni di prelievo sono state individuate secondo i seguenti criteri:

1. zone soggette a maggiore ricaduta nell'abitato di Prisciano;
2. disponibilità degli abitanti di Prisciano ad ospitare i campionatori di prelievo;
3. zona non direttamente influenzata da emissioni industriali da usare come riferimento a Terni (Laboratorio Chimico, Fisico e Biologico).

Le zone di raccolta delle polveri sedimentabili individuate a Prisciano sono state nel 1998 due, mantenute invariate anche nel 1999. Nell'anno 2000, l'indagine è stata proseguita in una sola delle due postazioni in quanto, le quantità di polvere trovate, erano molto simili fra di loro; questa postazione è a tutt'oggi attiva e costituisce la postazione **Storica** di Prisciano. Sempre nell'anno 2000, però, sono stati aggiunti due nuovi punti di raccolta, localizzati in Vocabolo San Carlo, per valutare, con un monitoraggio della durata di un anno circa, se anche questa zona poteva essere influenzata da dette ricadute industriali. Parallelamente, in questa località, è stata anche attivata una campagna di prelievo delle PTS, durata anch'essa un anno. Infine, nell'aprile dell'anno 2001, sono state individuate ulteriori due punti di raccolta delle deposizioni, sempre a Prisciano, per confrontare i risultati relativi a zone diverse. La esatta localizzazione dei punti di raccolta è riportata nella Tabella 1, riepilogativa delle concentrazioni medie annuali relative al periodo 1998 - 2001.

Raccolta delle deposizioni

Le polveri sedimentabili vengono raccolte ad intervalli regolari di tempo (circa 15 giorni), con particolari campionatori detti *deposimetri*. Questi strumenti sono in grado di raccogliere sia le polveri che, data la loro granulometria, si depositano per forza di gravità, sia le impurezze che, presenti nell'aria, sono solubili nell'acqua piovana e da questa possono essere dilavate dall'atmosfera durante la caduta.

Dosaggio delle polveri sedimentabili e loro caratterizzazione chimica

Nel corso dell'indagine, su alcune delle deposizioni raccolte nelle diverse zone sottoposte a monitoraggio, sono stati effettuati controlli analitici tesi ad accertare la loro natura. I parametri determinati sono stati i seguenti:

1. pH delle soluzioni acquose;
2. metalli nelle polveri (calcio, magnesio, manganese, cromo, ferro e piombo);
3. anioni nelle polveri (fluoruri, cloruri e nitrati).

Tutti i campioni raccolti, previa essiccazione, sono stati pesati per ricavare le quantità di polveri sedimentate al suolo.

Parallelamente alla indagine deposimetrica, sono state effettuate campagne di prelievo brevi, mirate ad approfondire l'eventuale pericolosità delle polveri presenti nell'aria di Prisciano. Le principali di queste sono:

1. prelievo sia di polveri totali sospese (PTS), che della loro frazione respirabile, per
2. accertare l'eventuale presenza di silice cristallina;
3. campagna di prelievo per la misura del PM10, ossia della quota di particelle sospese che, a causa delle loro dimensioni, essendo *respirabili*, rivestono una particolare rilevanza da un punto di vista sanitario.

In aggiunta a quanto sopra riferito, alcuni campioni di polveri sedimentabili raccolti nel 2000 sono stati inviati presso il Centro Regionale per il controllo della Radioattività (CRR) di Perugia. I risultati delle misure di radioattività vengono riportati nella Tabella IV-XLIII .

Risultati

La Tabella IV-XXXIX riporta le medie annuali delle polveri sedimentabili espresse in mg/mq x giorno e il loro confronto con le classi di polverosità elaborate dalla Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico del Ministero dell'Ambiente, elencate nella Tabella IV-XL .

TABELLA IV-XXXIX - POLVERI SEDIMENTABILI - VALORI MEDI ANNUALI E LORO CLASSIFICAZIONE

ANNO	Riferimento Terni V.F.Cesi, 24	Storico Prisciano V.Industria, 17	Prisciano V.Forgiatori	Prisciano V.Industria, 39	Prisciano V. Industria, 69	San Carlo ex Scuola Elementare	San Carlo Calcio San Pellegrino
1998	288 (Classe III)*	727 (Classe V)*	1002 (Classe V)*				
1999	358 (Classe III)	1275 (Classe V)	1254 (Classe V)				
2000	261 (Classe III)	962 (Classe V)				371 (Classe III)	390 (Classe III)
2001	237 (Classe II)	726 (Classe V)		516 (Classe IV)**	669 (Classe V)**		

Valori espressi in mg/mqxgiorno

* Periodo di osservazione: Maggio - Dicembre

**Periodo di osservazione: Aprile - Dicembre

**TABELLA IV-XL - CLASSI DI POLVEROSITÀ E RELATIVI INDICI
TABELLA IV-XLI BASATI SUL TASSO DI DEPOSIZIONE GRAVIMETRICO**

CLASSE DI POLVEROSITA'	POLVERE TOTALE SEDIMENTABILE (mg/mq x giorno)	INDICE DI POLVEROSITA'
I	< 100	praticamente assente
II	100 - 250	bassa
III	251 - 500	media
IV	501 - 600	medio-alta
V	> 600	elevata

Nelle stazioni **Riferimento** e **Storico** di Prisciano, per cui è possibile effettuare dei parallelismi, si nota che dopo l'aumento di polverosità verificatosi nel 1999, assistiamo ad una graduale diminuzione della stessa . In particolare, il confronto 2000/2001 fa registrare un calo del 9 % circa presso il **Riferimento** e un calo del 25 % circa presso lo **Storico** di Prisciano. A cavallo del 2000 e 20001, presso lo stabilimento metallurgico sono stati installati e messi in esercizio degli impianti di abbattimento fumi per contenere le emissioni delle polveri industriali. Nella doppia ipotesi che i fattori meteorologici abbiano influenzato in uguale misura le concentrazioni delle polveri presso il

Riferimento e presso lo **Storico** di Prisciano e che la zona del **Riferimento** non sia influenzata da ricadute provenienti dalle suddette attività industriali, si può affermare che il 16 % netto della riduzione verificatosi a Prisciano sia attribuibile agli interventi di contenimento delle emissioni messi in atto dalle aziende coinvolte nella problematica.

Per quanto riguarda l'individuazione delle zone di Prisciano maggiormente soggette a ricaduta delle polveri, i dati di Tabella 1 indicano che la postazione **Storica** risulta quella maggiormente interessata dalle ricadute - il valore medio del periodo Aprile - Dicembre 2001 è pari a 742 mg/mq x giorno -, seguita, in ordine decrescente dalla zona di via dell'Industria n. 69, con un valore medio pari a 669 mg/mq x giorno e dalla zona di via dell'Industria n. 39, con un valore medio di 561 mg/mq x giorno.

Nella Tabella IV-XLII sono riportati i risultati degli accertamenti analitici effettuati per cercare di caratterizzare la natura delle deposizioni raccolte nelle varie zone sottoposte a monitoraggio.

TABELLA IV-XLII - COMPOSIZIONE MEDIA CARATTERISTICA DELLE DEPOSIZIONI			
DETERMINAZIONI	RIFERIMENTO V. F. Cesi - Terni	PRISCIANO	SAN CARLO
PH	7,77	9,2	8,35
Calcio (% in peso)	11,47	17,48	
Magnesio (% in peso)	1,32	2,07	
Ferro (% in peso)	1,04	0,61	
Manganese (% in peso)	0,079	0,136	
Cromo (% in peso)	0,021	0,051	
Piombo (% in peso)	0,048	0,016	
Fluoro (% del totale)	6	24	11
Cloro (% del totale)	53	41	53
Nitrati (% del totale)	39	32	43

Il pH delle soluzioni acquose delle polveri sedimentate a Prisciano è superiore al pH di quelle raccolte in zona urbana (**Riferimento**) a causa della composizione stessa di tali polveri poiché contengono una maggiore quantità di calcio e magnesio, i cui ossidi sono sostanze a noto comportamento basico.

Si riscontra anche una diversità nella composizione delle polveri rispetto al contenuto degli altri metalli dosati: le polveri raccolte a Prisciano sono più ricche in manganese e cromo e più povere in ferro e piombo rispetto a quelle raccolte in Via Cesi. Questo fatto è da ritenersi normale in quanto, nei centri urbani, è significativo il contributo del traffico autoveicolare alle emissioni di ferro e di piombo nell'aria.

Anche l'esame del contenuto in anioni, ribadisce la differenza nella natura delle deposizioni raccolte in Via Cesi e a Prisciano. Infatti, si nota una marcata diversità fra le due zone soprattutto in relazione alla presenza dei fluoruri: a Prisciano, la percentuale dei fluoruri risulta, infatti, quattro volte superiore rispetto a quella del **Riferimento**.

Le indagini mirate a stabilire la eventuale pericolosità delle polveri di Prisciano hanno dato i risultati di seguito riportati.

L'analisi diffrattometrica a raggi X, eseguita sulle polveri totali sospese e sulla loro frazione respirabile, presso il Laboratorio di Igiene Industriale del Centro Regionale Amianto di Civita Castellana, non ha riscontrato presenza di silice cristallina al di sopra del limite di rilevabilità della tecnica che è pari al 2% in peso nel campione. Per poter esprimere una valutazione, dal punto di vista dell'igiene ambientale, sui rischi per la salute, si è assunto che la concentrazione di silice cristallina nelle polveri campionate fosse uguale al limite di rilevabilità

(2%). Riferendo questo valore alle quantità di polveri e ai volumi di aria campionati, è stato possibile ricavare le concentrazioni massime ipotizzabili di silice cristallina che risulta pari a 3,60 µg/mc nelle polveri totali sospese e pari a 0,72 µg/mc in quelle respirabili: entrambi i valori sono molto inferiori ai limiti tecnici attualmente in vigore per questa sostanza.

Il monitoraggio concernente il PM10, effettuato in zona Prisciano dal mese di Aprile al mese di Dicembre 2001 ha dato come risultato una media pari a 38 µg/mc. Questo valore è inferiore, anche se di poco, al limite annuale di 40 µg/mc ed in linea i valori medi annuali riscontrati nella città di Terni.

Relativamente alla zona di San Carlo, sia i dati dei deposimetri riportati in Tabella 1, sia il valore della concentrazione media annuale delle PTS, pari a 48 µg/mc (Febbraio 2000 - Gennaio 2001) risultano non molto diversi da quelli medi della città di Terni. Si può dedurre, quindi, che l'influenza delle attività industriali, se presente, è di entità non elevata. Tale scarsa influenza è confermata anche dai risultati delle indagini riguardanti il pH e la presenza di anioni (Fluoruri, Cloruri e Nitrati) nelle deposizioni (Tabella 3) che risultano più simili a quelli medi riscontrati nelle deposizioni raccolte presso il **Riferimento** di V. F. Cesi.

Discussione dei risultati

I risultati sopra illustrati dimostrano che la polverosità ambientale nella zona di Prisciano ha subito, nel corso degli ultimi tre anni una diminuzione misurabile sperimentalmente. Ciò nonostante, il miglioramento conseguito non è stato tale da variare la classificazione di polverosità della zona che continua a permanere in classe V, ossia zona caratterizzata da elevata polverosità.

E' auspicabile, pertanto, che venga fatto un ulteriore sforzo per contenere le emissioni industriali di polveri, eventualmente ampliando gli impianti di abbattimento, migliorando, se possibile, quelli esistenti e mettendo in atto con regolarità tutta una serie di operazioni non molto onerose, ma che potrebbero risultare molto efficaci in relazione soprattutto alle polveri totali sospese, quali la pulizia e bagnatura dei piazzali e strade limitrofe all'impianto industriale.

Il Laboratorio ARPA continuerà a monitorare la zona di Prisciano per verificare sperimentalmente gli eventuali miglioramenti conseguiti.

TABELLA IV-XLIII – MISURA DELLA RADIOATTIVITA' SU PARTICOLATO ATMOSFERICO					
Matrice	Mese	Località	Beta totale (mBq/m ³)	⁷ Be (μBq/m ³)	¹³⁷ Cs (μBq/m ³)
Particolato atmosferico	Lug-00	Terni	<9.20E+00	=8.32E+03	<2.91E+01
Particolato atmosferico	Ago-00	Terni	<9.40E+00	=7.62E+03	<6.13E+01
Particolato atmosferico	Set-00	Terni	<8.05E+00	=1.27E+03	<9.60E+00
Particolato atmosferico	Ott-00	Terni	<7.73E+00	=1.20E+03	<1.13E+01
Particolato atmosferico	Nov-00	Terni	<1.01E+01	=1.49E+03	<1.14E+01
Particolato atmosferico	Dic-00	Terni	<1.00E+01	=1.06E+03	<1.46E+01

Matrice	Mese	Località	Punto di prelievo		⁷ Be (Bq/m ²)	¹³⁷ Cs (Bq/m ²)
Deposizione totale	Lug-00	Terni	A	Laboratorio	=6.46E+01	<5.50E-01
Deposizione totale	Lug-00	Terni	B	AST	=5.22E+01	<3.60E-01
Deposizione totale	Lug-00	Terni	C	San Carlo	=5.76E+01	<4.50E-01
Deposizione totale	Lug-00	Terni	D	San Carlo	=6.22E+01	<5.30E-01
Deposizione totale	Ago-00	Terni	A	Laboratorio	=1.05E+02	<4.57E-01
Deposizione totale	Ago-00	Terni	B	AST	=8.46E+01	<4.78E-01
Deposizione totale	Ago-00	Terni	C	San Carlo	=1.21E+02	<4.37E-01
Deposizione totale	Ago-00	Terni	D	San Carlo	=9.50E+01	<3.30E-01
Deposizione totale	Set-00	Terni	A	Laboratorio	=3.04E+01	<4.80E-01
Deposizione totale	Set-00	Terni	B	AST	=2.73E+01	<3.50E-01
Deposizione totale	Set-00	Terni	C	San Carlo	=3.40E+01	<5.50E-01
Deposizione totale	Set-00	Terni	D	San Carlo	=4.43E+01	<3.40E-01
Deposizione totale	Nov-00	Terni	A	Laboratorio	=1.68E+02	<4.92E-01
Deposizione totale	Nov-00	Terni	B	AST	=7.80E+01	<4.44E-01
Deposizione totale	Nov-00	Terni	C	San Carlo	=1.16E+02	<3.68E-01
Deposizione totale	Nov-00	Terni	D	San Carlo	=1.47E+02	<2.74E-01

Le polveri depositate sono quelle prelevate con deposimetri nei quattro punti di misura del 2000. Il particolato sospeso (PTS) è stato prelevato presso la ex scuola elementare di S. Carlo.

Di seguito si riporta il commento fornito dal Centro Regionale Radioattività (CRR):

“I dati relativi alle deposizioni totali ed al particolato sono del tutto congruenti con i valori misurati a Perugia. Il Cs137 (è un artificiale) risulta inferiore alla minima attività rilevabile dallo strumento, mentre il Be7 (prodotto nell'atmosfera da raggi cosmici e generalmente misurabile in tutte le matrici ambientali) è sempre presente e mostra una elevata variabilità stagionale”

Valutazione complessiva sullo stato di qualità dell'aria nel Comune Terni

Le indagini ambientali condotte permettono di trarre alcune valutazioni generali sullo stato della qualità dell'aria nella città di Terni, che rappresenta sicuramente la realtà più complessa del territorio Provinciale, sia per la posizione geografica, che determina alcune particolarità nelle circolazioni atmosferiche, sia per l'elevato numero di attività antropiche che costituiscono un complesso sistema di fonti di inquinamento.

Per quanto riguarda la caratterizzazione meteorologica, la città di Terni (e l'intera conca ternana) è caratterizzata da un clima sub-continentale, con frequenti episodi di escursioni termiche di oltre 10°C, che possono causare fenomeni di inversione termica al suolo. Tali fenomeni, che rappresentano un grande ostacolo alla dispersione degli inquinanti, sono favoriti anche dalle caratteristiche orografiche della conca ternana, che impediscono totalmente l'ingresso dei venti da alcuni settori. Le condizioni meteo-climatiche sono quindi da considerarsi poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

Per quanto riguarda la caratterizzazione delle fonti di emissione di origine industriale, si possono evidenziare due fenomeni di particolare rilevanza:

1. La polverosità della zona di Prisciano, dovuta alla presenza del limitrofo stabilimento siderurgico;
2. Le emissioni di biossido di azoto derivanti dall'impianto di incenerimento di Maratta.

Per quanto riguarda la polverosità della zona di Prisciano, va evidenziato come nel corso dell'anno 2001 siano stati evidenti i miglioramenti (diminuzioni di circa il 20-30%) apportati dall'entrata in funzione dell'impianto di abbattimento presso il parco scorie dello stabilimento AST S.p.a.

Per quanto riguarda le emissioni di biossido di azoto imputabili all'impianto di incenerimento di Maratta, si osserva la maggiore incidenza di tali emissioni sulla zona di Borgo Rivo, che presenta i valori medi più alti per questo inquinante. Le concentrazioni non raggiungono tuttavia i livelli di attenzione e possono considerarsi sotto controllo.

L'inquinamento da PM₁₀ si può considerare entro i limiti previsti dalla normativa europea in corso di recepimento; non si riscontrano situazioni di particolare criticità, né spaziale né temporale. Tuttavia per tale inquinante si osservano andamenti fortemente dipendenti dal traffico autoveicolare.

La campagna di monitoraggio del benzene ha fatto rilevare una sola situazione critica, con valori annuali al di sopra dell'obiettivo di qualità (10 µg/m³), nella zona dell'incrocio stradale tra Via Turati e Via Di Vittorio. Negli altri punti di monitoraggio i valori medi annuali si sono mantenuti entro l'obiettivo di qualità.

Gli episodi di inquinamento fotochimico hanno subito, nel corso del 2001, una marcata diminuzione, sia nella frequenza che nella intensità. Il solo superamento si è registrato presso la zona del Camposcuola Casagrande. Questa zona è peraltro risultata interessata anche da altri fenomeni di inquinamento, anche se non in maniera tale da destare preoccupazione.

Il quadro complessivo che emerge dall'analisi ambientale può quindi considerarsi discreto; i valori limite e gli obiettivi di qualità vengono quasi completamente raggiunti, anche se alcune azioni di miglioramento possono essere ancora portate avanti, con azioni, soprattutto, sul traffico autoveicolare, sul controllo delle emissioni urbane (anche derivanti dagli impianti di riscaldamento) e con il costante controllo delle emissioni industriali.

V. Monitoraggio nel Comune di Narni

La campagna di monitoraggio condotta

Il monitoraggio atmosferico nel territorio comunale di Narni viene effettuato dalle stazioni fisse di rilevamento degli inquinanti della Provincia di Terni, (sottorete di Narni, costituita da 6 stazioni, ubicate sul territorio come descritto dalla TABELLA V-1, che riporta anche la dotazione strumentale per ogni stazione).

TABELLA V-1 - COMPOSIZIONE DELLA SOTTORETE DI NARNI		
STAZIONE	UBICAZIONE	DOTAZIONE STRUMENTALE
Narni Scalo	Località Narni Scalo - Narni	NO _x ,NO ₂ ,NO,O ₃ ,PTS,Meteo
San Girolamo	Località San Girolamo - Narni	SO ₂ ,O ₃
Feronia	Località Feronia - Narni	NO _x ,NO ₂ ,NO,O ₃ ,PTS,IPA,Meteo (dal 2001)
Montoro	Centro abitato di Montoro	NO _x ,NO ₂ ,NO,O ₃ ,NH ₃
Taizzano	Località Taizzano-Treie	NO _x ,NO ₂ ,NO,O ₃
San Liberato	San Liberato - Racc. Terni-Orte	NO _x ,NO ₂ ,NO

Le stazioni di San Girolamo, Narni Scalo e Feronia sono installate sul versante Nord di Narni (Conca Ternana) mentre le stazioni di Taizzano, Montoro e San Girolamo si estendono sul versante sud, e coprono l'area industriale di Nera-Montoro e San Liberato. Queste ultime 3 stazioni sono pertanto destinate al monitoraggio degli inquinanti industriali (soprattutto NO_x e ammoniaca), oltre all'ozono, monitorato su 5 delle 6 stazioni (ad esclusione della stazione di San Liberato).

Nel corso degli anni 2000 e 2001 le stazioni di Narni Scalo e Feronia sono state dotate di strumentazione per la misurazione dei parametri meteorologici, al fine di valutare meglio le influenze delle condizioni meteo sulla diffusione e sulla permanenza degli inquinanti nella zona di Narni: nel corso degli ultimi 5 anni di monitoraggio, infatti (come meglio illustrato nella parte dedicata alla discussione dei risultati), si è evidenziato come la zona di Narni sia molto soggetta all'insorgenza di fenomeni di smog fotochimico durante il periodo estivo.

Dal prossimo anno (2002), i dati meteo registrati presso le 2 stazioni potranno essere utilizzati per elaborazioni statistiche che permetteranno di meglio interpretare tale fenomeno.

Nel corso del prossimo anno, inoltre, inizierà una operazione di graduale rinnovamento della strumentazione più obsoleta presente nelle stazioni di Narni (soprattutto analizzatori NO_x,NO₂,NO), ed una contemporanea redistribuzione della strumentazione esistente, che permetterà di correlare meglio le gli andamenti delle concentrazioni di ozono con quelle degli ossidi di azoto (tale operazione risulta ad esempio difficoltosa nelle stazioni di San Girolamo e San Liberato).

I risultati ottenuti

Di seguito vengono riportati i risultati delle elaborazioni effettuate sui dati ottenuti dalle misurazioni degli analizzatori automatici installati nelle stazioni della sottorete di Narni.

Al fine di confrontare i dati delle elaborazioni (criteri di qualità previsti dalla normativa) e di valutare, sulla base di tale confronto, lo stato di qualità dell'aria, vengono riportati i risultati ottenuti nell'anno precedente e nell'anno in corso.

Le elaborazioni sono state effettuate sulla base dei criteri stabiliti dalla normativa vigente; tuttavia va precisato in via preliminare che per alcuni inquinanti non viene raggiunta la percentuale minima dei dati sufficienti per le elaborazioni (75% dei valori).

Cio' e da attribuire a vari fattori, che possono essere riepilogati nei seguenti punti:

- La stazione di San Liberato, dotata di analizzatori di ossidi di azoto, è stata omologata alla rete di monitoraggio provinciale solo nel corso del 2001; pertanto le validazioni dei dati, per questa stazione, sono state effettuate a partire dal 01/04/2001.
- Nel corso del 2000 la stazione di Narni Scalo ha subito dei danneggiamenti causati da un evento atmosferico, che hanno determinato il mancato funzionamento della stazione stessa per alcuni mesi;
- La stazione di Feronia è stata recentemente dotata di strumentazione meteorologica; i lavori hanno determinato la perdita dei dati, in quanto è stato necessario intervenire sugli impianti elettrici della stazione.

Nelle elaborazioni sono stati inclusi anche quei parametri che non hanno raggiunto il minimo dei dati sufficiente, al fine di avere comunque a disposizione dei criteri valutativi. In ogni caso le elaborazioni eseguite in mancanza del 75% dei valori validi sono da considerarsi meno attendibili.

Le elaborazioni che seguono riguardano i seguenti inquinanti:

- O₃ (Ozono);
- PTS (Polveri totali sospese);
- NO₂ (Biossido di azoto);
- SO₂ (Biossido di zolfo).

Per quanto riguarda gli ossidi di azoto, si è fatto riferimento al solo biossido di azoto (NO₂), in quanto per le altre specie non esiste una normativa di riferimento che ne stabilisce i limiti.

Ozono (O₃)

Il monitoraggio di questo inquinante viene effettuato per mezzo di 5 analizzatori automatici per l'analisi in continuo delle concentrazioni atmosferiche di ozono, installati nelle stazioni di Narni Scalo, San Girolamo, Feronia, Taizzano, Montoro.

Dal 1° Gennaio 2002 l'analizzatore automatico di Taizzano è stato spostato nella stazione di San Liberato, che rappresenta una zona non ancora monitorata.

Risultati ottenuti nell'anno 2000

Nella TABELLA V-2 vengono riportati i criteri di qualità relativi all'ozono rilevato nelle 5 stazioni delle sottorete di Narni nel corso dell'anno 2000.

Le relative elaborazioni grafiche sono riportate nella Figura V-1, mentre nella Figura V-2 vengono rappresentati gli andamenti dell'ozono nelle 5 stazioni durante il "giorno tipo" calcolato su base annuale.

TABELLA V-2 - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - OZONO NARNI - ANNO 2000					
	FERONIA	NARNI SCALO	SAN GIROLAMO	TAIZZANO	MONTORO
Dati validi (%)	80	38	79	71	83
Media annuale (µg/m ³)	62	42	53	66	58
Valore massimo media 8 h (µg/m ³)	154	139	143	165	166
Valore massimo media 1 h (µg/m ³)	193	168	208	215	230
N. superamenti liv.att. (180 µg/m ³)	3	0	1	5	6
N. medie 1h > 200 µg/m ³	0	0	1	1	3
N. medie 8h > 110 µg/m ³	115	17	77	154	166

Risultati ottenuti nell'anno 2001

Nella Figura V-3 vengono riportati i criteri di qualità relativi all'ozono rilevato nelle 5 stazioni delle sottorete di Narni nel corso dell'anno 2001.

Le relative elaborazioni grafiche sono riportate nella , mentre nella Figura V-2 vengono rappresentati gli andamenti dell'ozono nelle 5 stazioni durante il "giorno tipo" calcolato su base annuale.

TABELLA V-3 - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - OZONO NARNI - ANNO 2001					
	FERONIA	NARNI SCALO	SAN GIROLAMO	TAIZZANO	MONTORO
Dati validi (%)	63	86	86	84	83
Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	69	56	61	63	53
Valore massimo media 8 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	163	164	172	167	158
Valore massimo media 1 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	200	206	214	202	210
N. superamenti liv.att. ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	6	9	17	7	5
N. medie 1h > $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$	1	2	3	2	1
N. medie 8h > $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$	180	169	209	128	93

Discussione dei risultati

I dati ottenuti dalle misurazioni dell'Ozono nella sottorete di Narni confermano quanto già emerso nei precedenti anni: i fenomeni di smog fotochimico hanno una certa rilevanza sull'intero territorio comunale di Narni, con frequenti superamenti dei livelli di attenzione durante le giornate calde e soleggiate dei mesi estivi. In nessuna stazione, tuttavia, è stato raggiunto il livello di allarme, mentre si raggiungono frequentemente i livelli di protezione per la vegetazione ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e per la protezione della salute ($110 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Si nota in generale un lieve peggioramento nell'anno 2001 rispetto al precedente anno, anche se la situazione relativa agli anni 1996/1999 era peggiore.

Tale peggioramento è molto probabilmente dovuto alle condizioni meteorologiche, che hanno una grande influenza nell'insorgenza degli episodi di smog fotochimico.

La zona di Narni, "periferica" rispetto all'insediamento di Terni, risente maggiormente dell'accumulo dei precursori fotochimici (ossidi di azoto, idrocarburi insaturi), anche in considerazione del fatto che i venti dominanti si orientano da Terni a Narni, seguendo il corso del fiume Nera.

La presenza di insediamenti industriali nella zona di Narni Scalo e Nera-Montoro può avere una influenza in tali episodi, in quanto tali insediamenti possono produrre precursori (ossidi di azoto e idrocarburi).

Va precisato, tuttavia, che gli episodi di smog fotochimico vanno interpretati su scala "regionale", e cioè sono determinati da fattori spesso lontani dal luogo ove si registrano le concentrazioni più elevate.

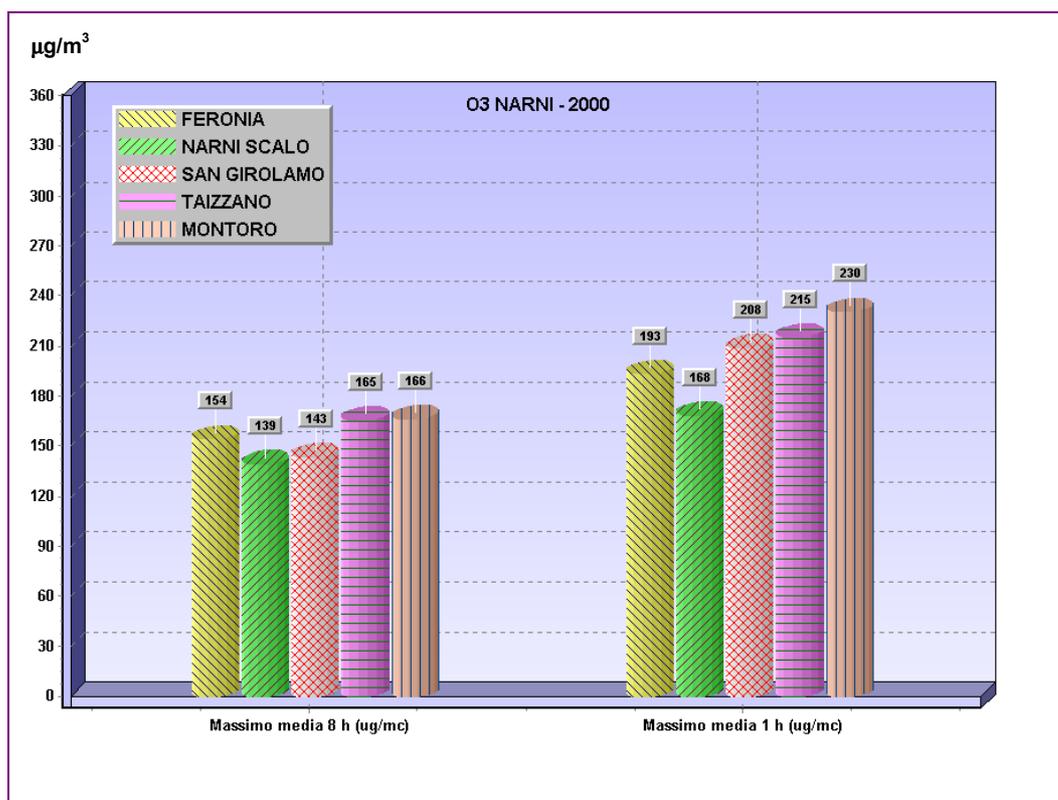


Figura V-1: Massimo valore della media mobile calcolata sulle 8 ore e massimo valore della media oraria dell'ozono misurato nella sottorete di Narni nel 2001

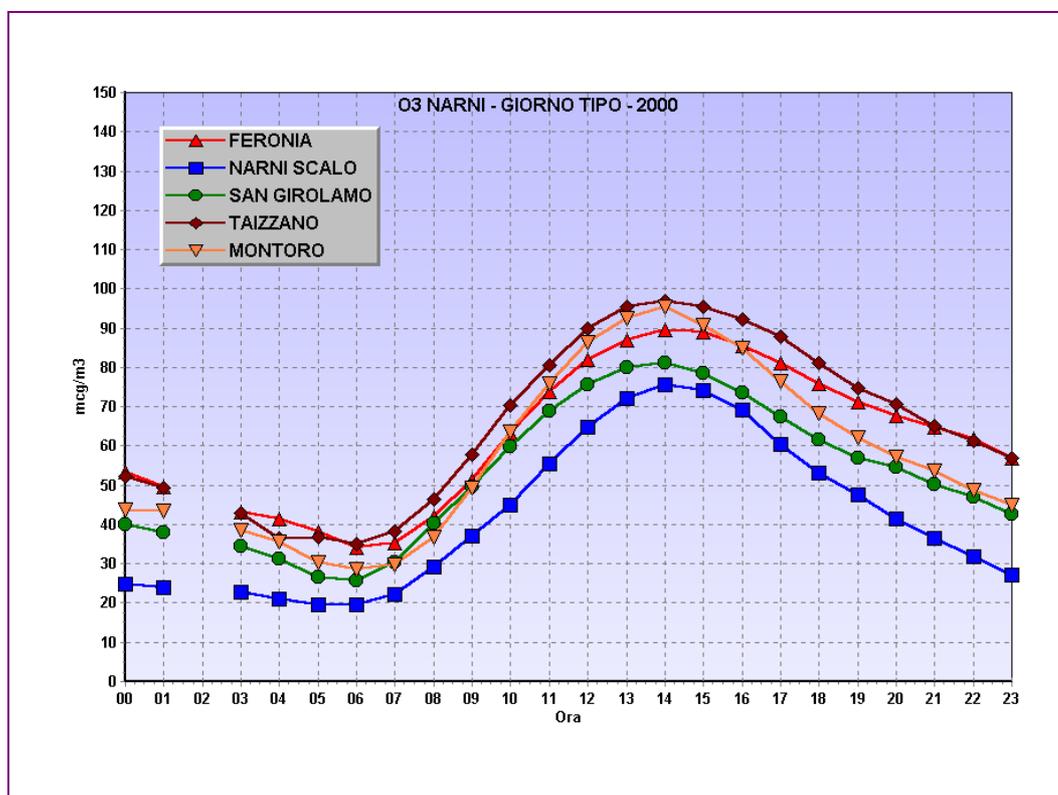


Figura V-2: Andamento dell'ozono nella sottorete di Narni durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2000)

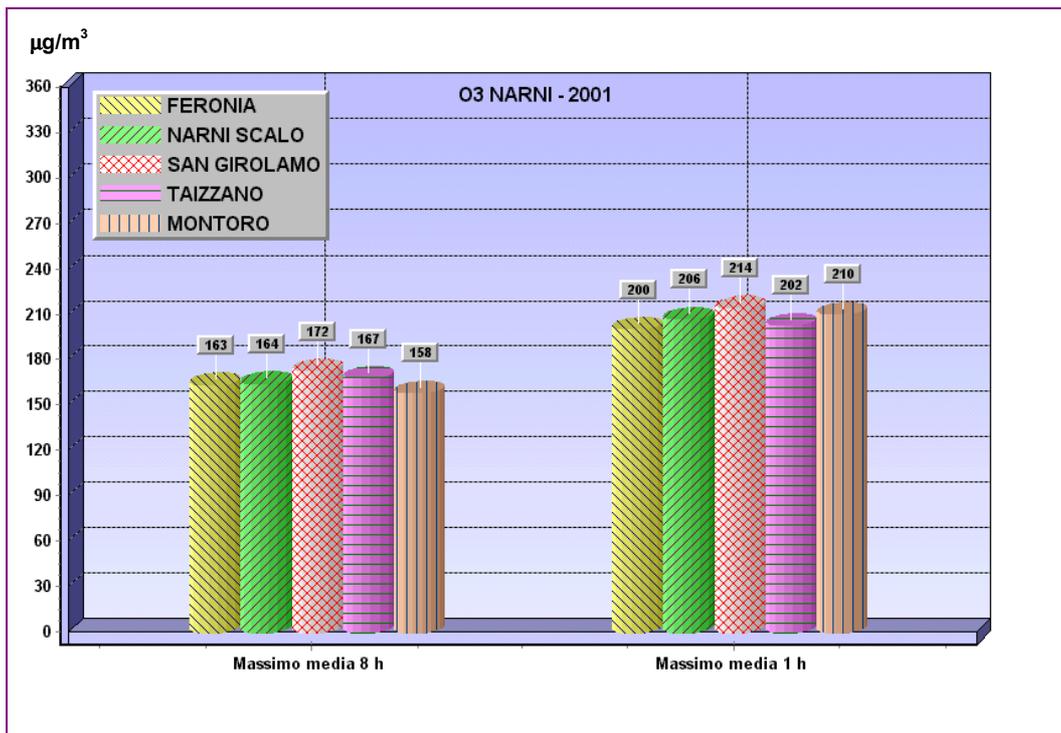


Figura VI-1: Massimo valore della media mobile calcolata sulle 8 ore e massimo valore della media oraria dell'ozono misurato nella sottorete di Narni nel 2001

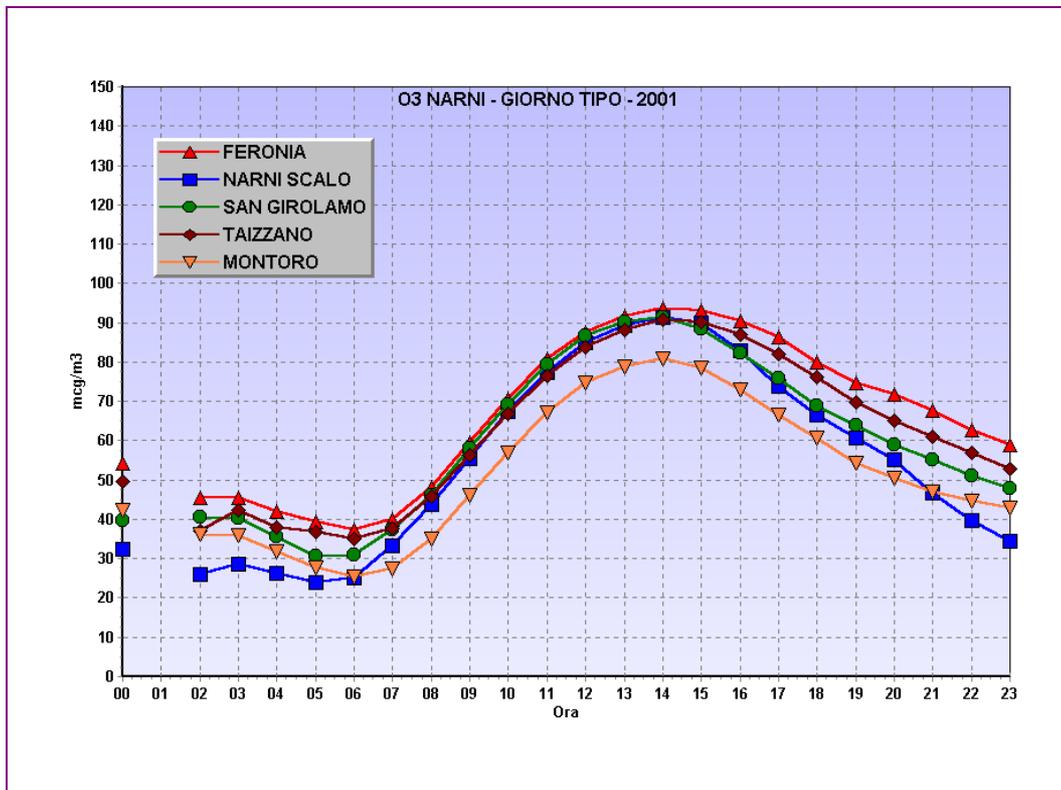


Figura V-3: Andamento dell'ozono nella sottorete di Narni durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2001)

Polveri totali sospese (PTS)

Il monitoraggio della polverosità atmosferica nella zona di Narni viene effettuato con l'ausilio di 2 strumenti automatici, collocati nelle stazioni di rilevamento di Feronia e di Narni Scalo.

La Provincia di Terni, in accordo con il Comune di Narni, ha intenzione, per i prossimi mesi, di estendere il monitoraggio delle polveri anche alla frazione PM₁₀, con nuova strumentazione analitica.

I dati del PM₁₀ potrebbero risultare particolarmente utili nella identificazione della natura e della entità della polverosità della zona.

Risultati ottenuti nell'anno 2000

La TABELLA V-4 riporta le elaborazioni annuali relative al monitoraggio da PTS effettuato a Narni nel corso del 2000. I dati sono stati ottenuti a partire dalle medie giornaliere di concentrazioni di PTS misurate.

TABELLA V-4 - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - PTS NARNI - ANNO 2000		
	FERONIA	NARNI SCALO
Dati validi (%)	80	33
Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	50	45
95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	89	79
Valore massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	170	109
N. superamenti liv.att. ($>150\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1	0

Risultati ottenuti nell'anno 2001

La TABELLA V-5 riporta le elaborazioni annuali relative al monitoraggio da PTS effettuato a Narni nel corso del 2000. I dati sono stati ottenuti a partire dalle medie giornaliere di concentrazioni di PTS misurate.

TABELLA V-5 - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - PTS NARNI - ANNO 2001		
	FERONIA	NARNI SCALO
Dati validi (%)	64	96
Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	30	27
95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	51	52
Valore massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	80	73
N. superamenti liv.att. ($>150\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0

Discussione dei risultati

Si nota un generale miglioramento rispetto all'anno precedente. Nel 2001 non si sono avuti episodi di superamento del livello di attenzione.

I massimi valori giornalieri raggiunti sono sensibilmente più bassi dei massimi registrati nell'anno 2000, sia presso la stazione Feronia che presso la stazione Narni Scalo.

Si nota inoltre una sensibile diminuzione dei valori medi annuali e dei valori del 98° percentile.

La situazione dell'inquinamento da PTS può essere definita buona; i livelli di concentrazione delle polveri sono inferiori ai valori registrati nella sottorete di Terni.

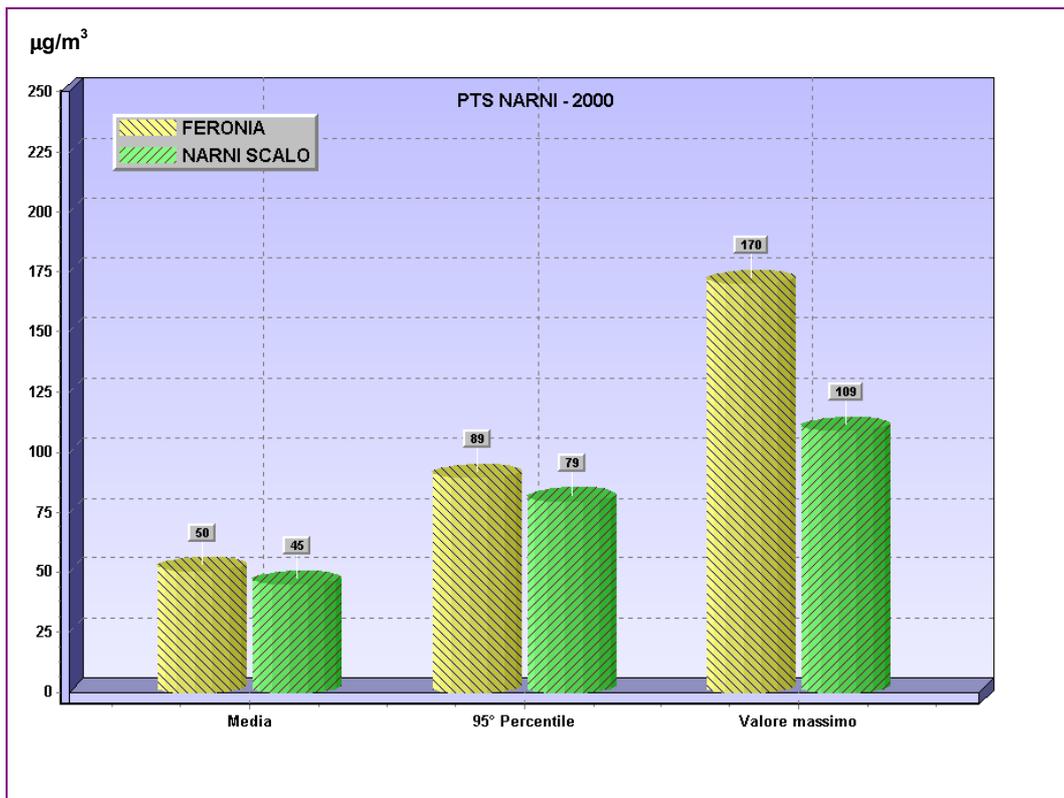


Figura V-4: Valori annuali di PTS rilevate dalle due stazioni della sottorete di Narni (a confronto) nell'anno 2000

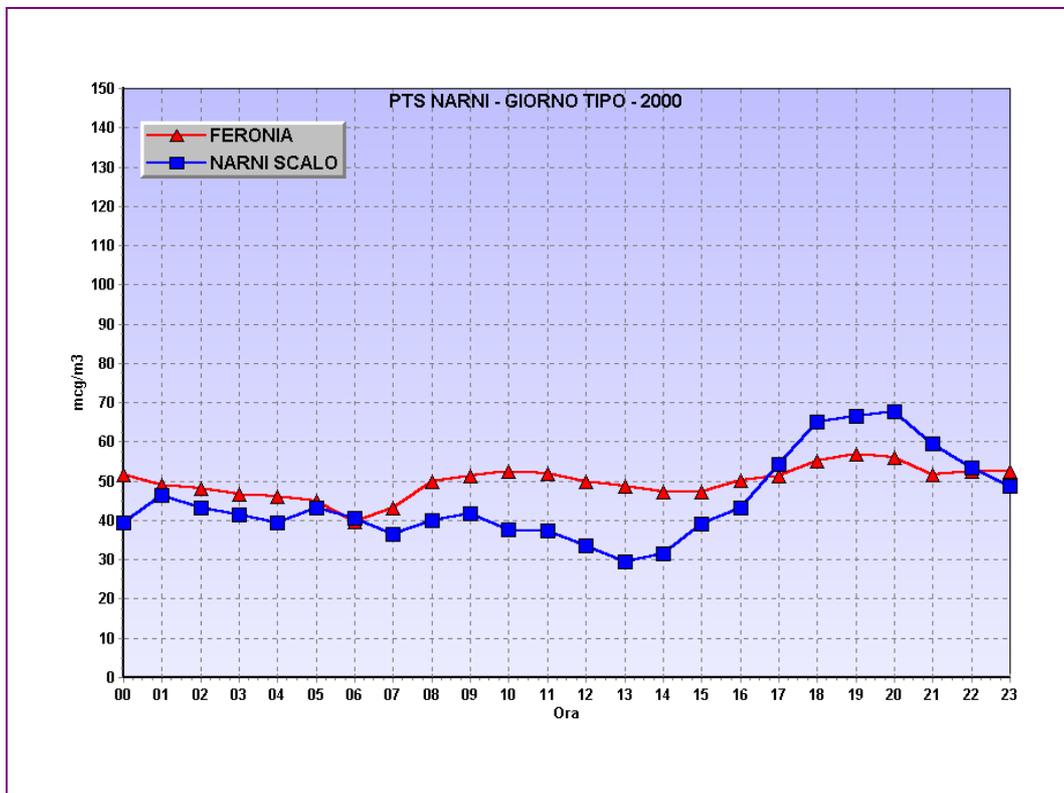


Figura V-5: Andamento delle concentrazioni di PTS durante il giorno tipo (2000). Si può notare come la stazione di Narni Scalo sia maggiormente interessata dal traffico autoveicolare; i valori massimi vengono raggiunti durante la fascia oraria di punta serale (18:00-20:00).

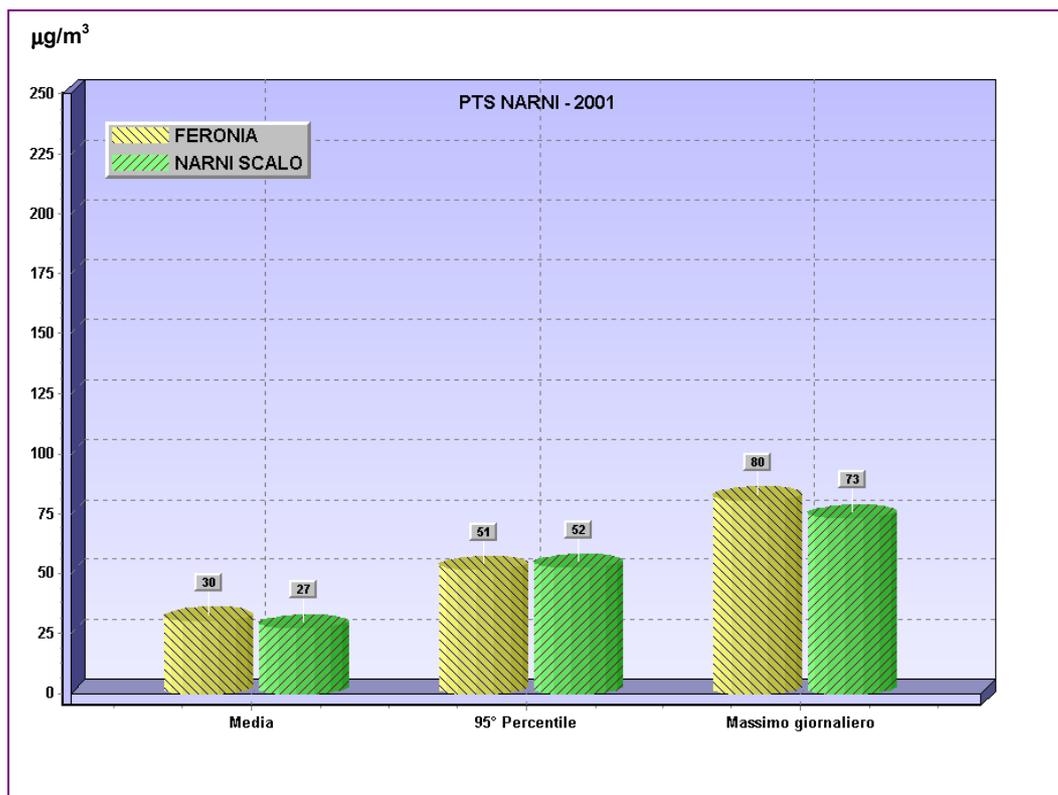


Figura V-6: Valori annuali di PTS rilevate dalle due stazioni della sottorete di Narni (a confronto) nell'anno 2001

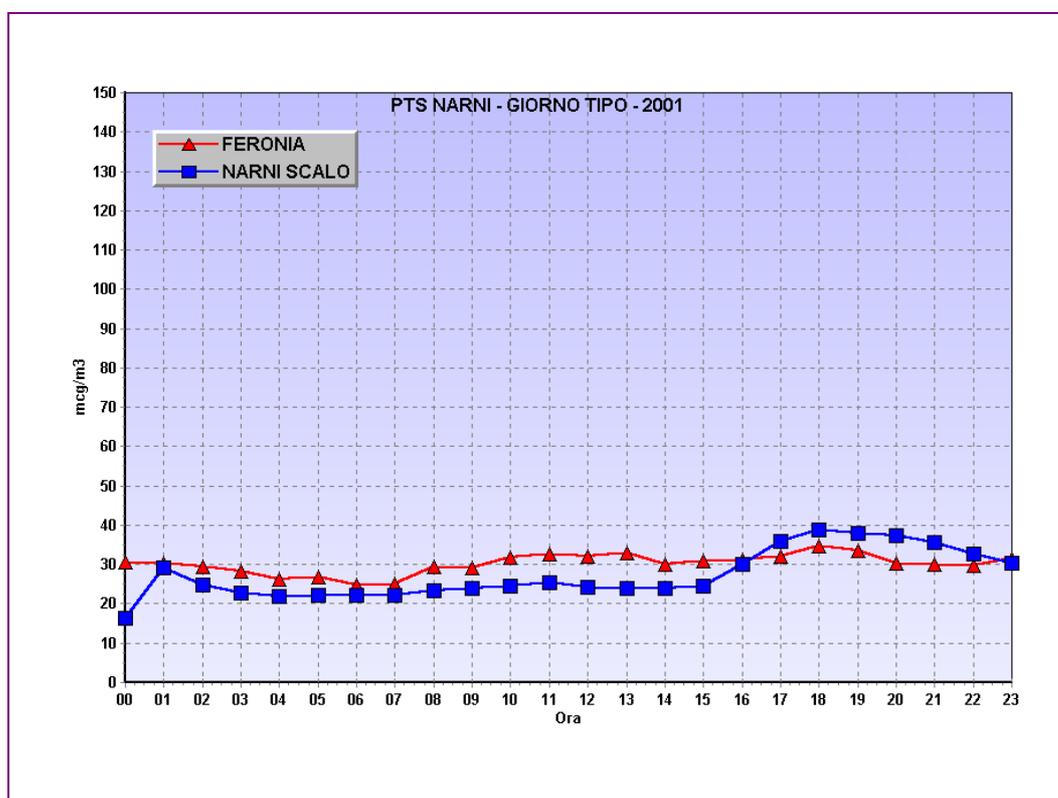


Figura V-7: Andamento delle concentrazioni di PTS durante il giorno tipo (2001). Si può notare come la stazione di Narni Scalo sia maggiormente interessata dal traffico autoveicolare; i valori massimi vengono raggiunti durante la fascia oraria di punta serale (18:00-20:00). Tuttavia è evidente il miglioramento rispetto al 2000.

Biossido di azoto (NO₂)

Il rilevamento degli ossidi di azoto nel territorio comunale di Narni viene effettuata da 5 analizzatori automatici installati nelle stazioni: Feronia, Narni Scalo, Taizzano, Montoro e San Liberato (i dati rilevati presso questa stazione sono disponibili a partire dal 2001).

Gli analizzatori consentono l'analisi simultanea di monossido di azoto, di biossido di azoto e degli ossidi totali (NO_x); tuttavia sono stati elaborati i dati del solo inquinante NO₂, in quanto per gli altri non esistono dei criteri limite previsti dalla normativa.

Risultati ottenuti nell'anno 2000

Nella TABELLA V-6 sono riportati i valori della media annuale, del 98°percentile annuale dei valori medi orari, del valore massimo della media oraria e il numero di superamenti del livello di attenzione.

TABELLA V-6 - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - NO2 NARNI - ANNO 2000				
	FERONIA	NARNI SCALO	TAIZZANO	MONTORO
Dati validi (%)	77	25	60	70
Media (µg/m ³)	21	26	18	34
98° Percentile (µg/m ³)	62	70	38	63
Valore massimo (µg/m ³)	98	145	80	79
N. superamenti (>200 µg/m ³)	0	0	0	0

Risultati ottenuti nell'anno 2001

Nella Figura V-7 sono riportati i valori della media annuale, del 98°percentile annuale dei valori medi orari, del valore massimo della media oraria e il numero di superamenti del livello di attenzione.

TABELLA V-7 - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - NO2 NARNI - ANNO 2001					
	FERONIA	NARNI SCALO	TAIZZANO	MONTORO	SAN LIBERATO
Dati validi (%)	61	80	73	84	65
Media (µg/m ³)	19	28	20	23	34
98° Percentile (µg/m ³)	43	74	51	53	86
Valore massimo (µg/m ³)	62	121	129	123	129
N. superamenti (>200 µg/m ³)	0	0	0	0	0

Discussione dei risultati

Per questo inquinante tutti i valori registrati, relativamente ai criteri di qualità, risultano al di sotto dei limiti di legge (200 µg/m³ per il 98° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora). In tutte le stazioni della rete i valori registrati sono compresi nei limiti dei valori guida (50 µg/m³ per il 50° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora, 135 µg/m³ per il 98° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora).

Non si registrano superamenti dei livelli di attenzione (concentrazione media oraria superiore a 200 µg/m³).

Si nota un sensibile miglioramento nell'anno 2001 rispetto all'anno precedente in tutte le stazioni di monitoraggio.

La zona più soggetta a fenomeni di inquinamento da NO₂ risulta quella nei pressi della stazione San Liberato, anche se i valori, come osservato, si attestano tutti al di sotto dei limiti.

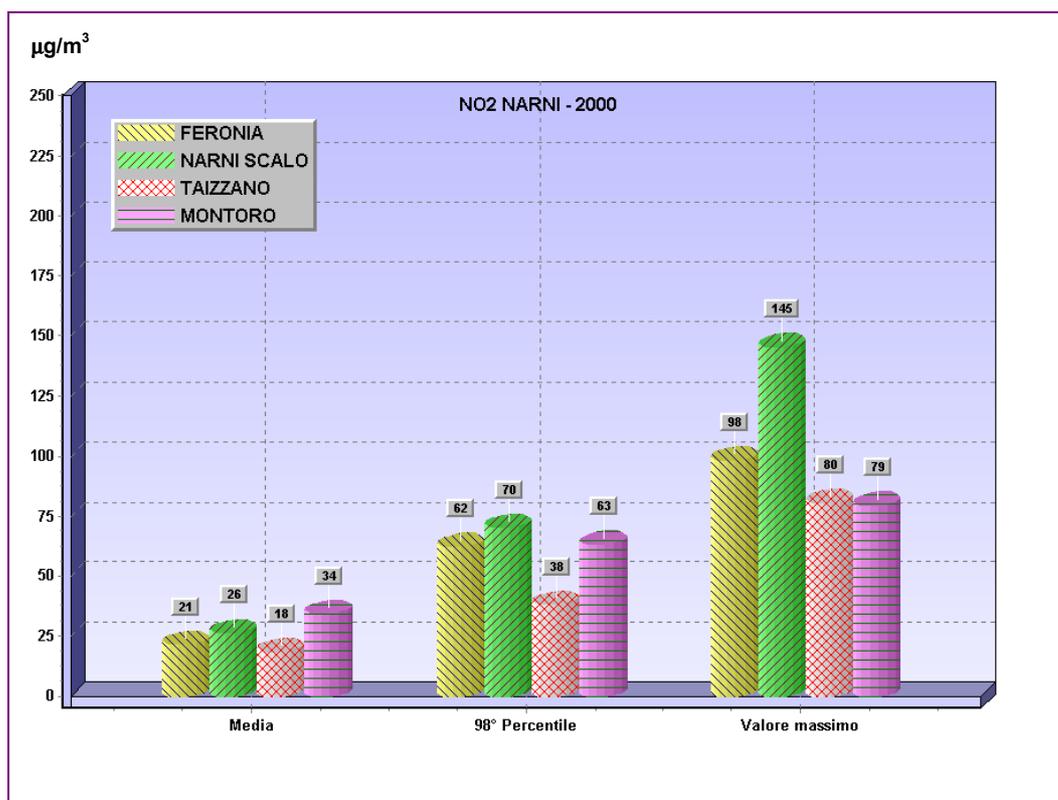


Figura V-8: Media annuale, 98°percentile annuale delle concentrazioni medie orarie, valore massimo della media oraria delle concentrazioni di biossido di azoto rilevato dalla sottorete di Narni nell'anno 2000

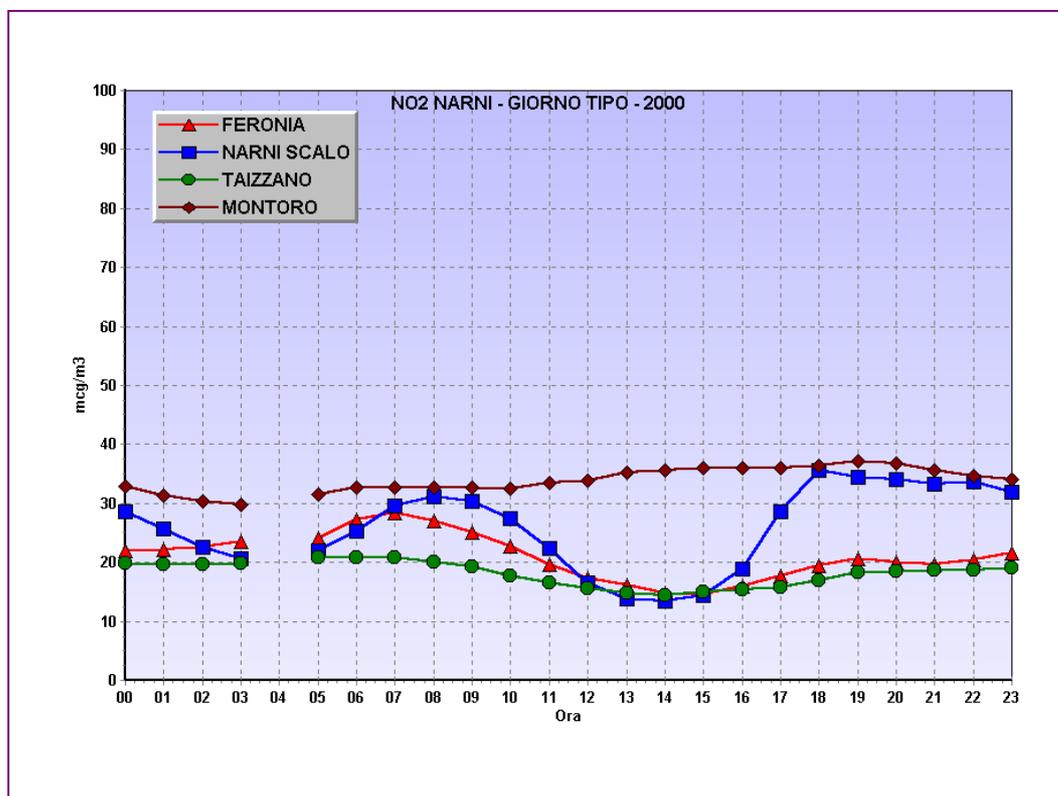


Figura V-9: Andamento delle concentrazioni di biossido di azoto durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2000)

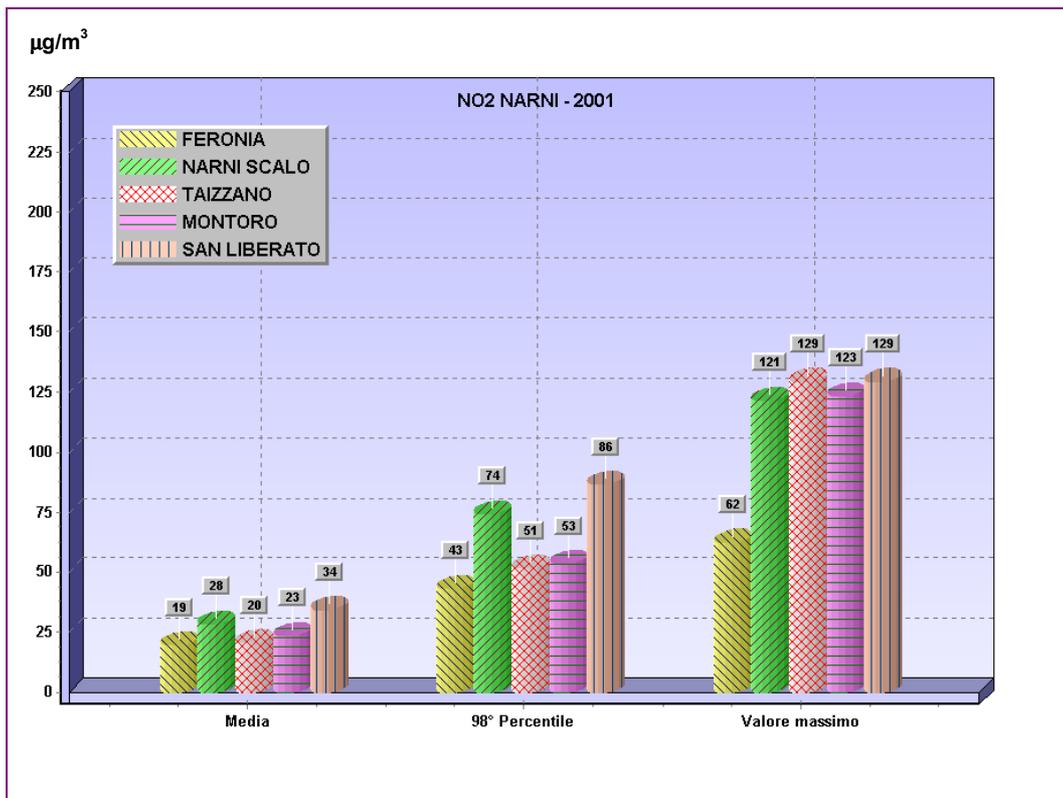


Figura V-10: : Media annuale, 98°percentile annuale delle concentrazioni medie orarie, valore massimo della media oraria delle concentrazioni di biossido di azoto rilevato dalla sottorete di Narni nell'anno 2001

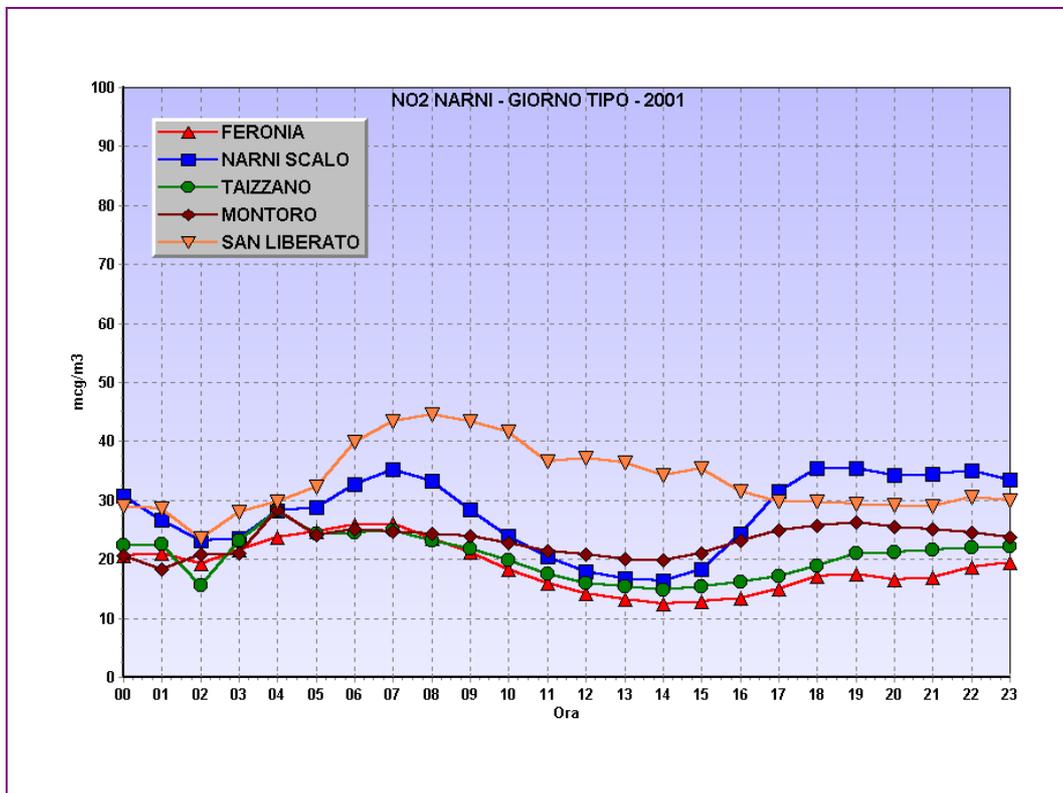


Figura V-11: Andamento delle concentrazioni di biossido di azoto durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2001)

Dall'esame dell'andamento del giorno tipo calcolato su base annuale per ogni stazione, si osserva come le stazioni di Narni Scalo e San Girolamo risentono maggiormente degli episodi di emissione di NO₂ determinate dal traffico autoveicolare (i massimi valori di concentrazione si hanno in coincidenza con gli orari di punta: 7:00 – 9:00 e 18:00-20:00), mentre la stazione di San Liberato presenta un andamento dell'NO₂ più uniforme nel corso dell'intera giornata, che indica una presenza di NO₂ quasi stazionaria e quindi dovuta essenzialmente da emissioni industriali.

Biossido di zolfo (SO₂)

Il monitoraggio delle concentrazioni di biossido di zolfo viene effettuato nella sola stazione di San Girolamo. Tale inquinante infatti, ormai da alcuni anni, presenta concentrazioni molto basse, molto al di sotto dei livelli di attenzione. Il monitoraggio di SO₂ quindi viene proseguito essenzialmente per monitorare eventi sporadici, dovute ad esempio ad emissioni industriali particolari.

Risultati ottenuti nell'anno 2000

I risultati del rilevamento effettuato nell'anno 2000 (elaborazioni annuali) vengono riportati nella TABELLA V-8, nella Figura V-12 e nella Figura V-13

TABELLA V-8 - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - SO2 NARNI - ANNO 2000	
	SAN GIROLAMO
Dati validi (%)	73
Mediana (µg/m ³)	35
98°percentile (µg/m ³)	65
Massimo giornaliero (µg/m ³)	99
N.medie 24h > 40 µg/m ³	112
N.medie 24h > 60 µg/m ³	12
N.medie 24h > 125 µg/m ³	0

Risultati ottenuti nell'anno 2001

La TABELLA V-9 riportano i valori annuali dei criteri calcolati per il biossido di zolfo nell'anno 2001; la Figura V-14 mostra in forma grafica alcuni di questi criteri. Nella Figura V-15 viene invece riportato l'andamento delle concentrazioni di SO₂ durante il giorno tipo, calcolato su base annuale.

TABELLA V-9 - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - SO2 NARNI - ANNO 2001	
	SAN GIROLAMO
Dati validi (%)	85
Mediana (µg/m ³)	18
98°percentile (µg/m ³)	36
Massimo giornaliero (µg/m ³)	62
N.medie 24h > 40 µg/m ³	2
N.medie 24h > 60 µg/m ³	1
N.medie 24h > 125 µg/m ³	0

Discussione dei risultati

Per quanto riguarda l'inquinamento da SO₂, va detto in via preliminare che già da alcuni anni si registrano, sull'intero territorio sottoposto al monitoraggio, valori molto al di sotto dei limiti previsti dalla legge, dovuti al sempre minore impiego dei combustibili fossili come fonte energetica, causa primaria, negli anni passati, dell'inquinamento da biossido di zolfo.

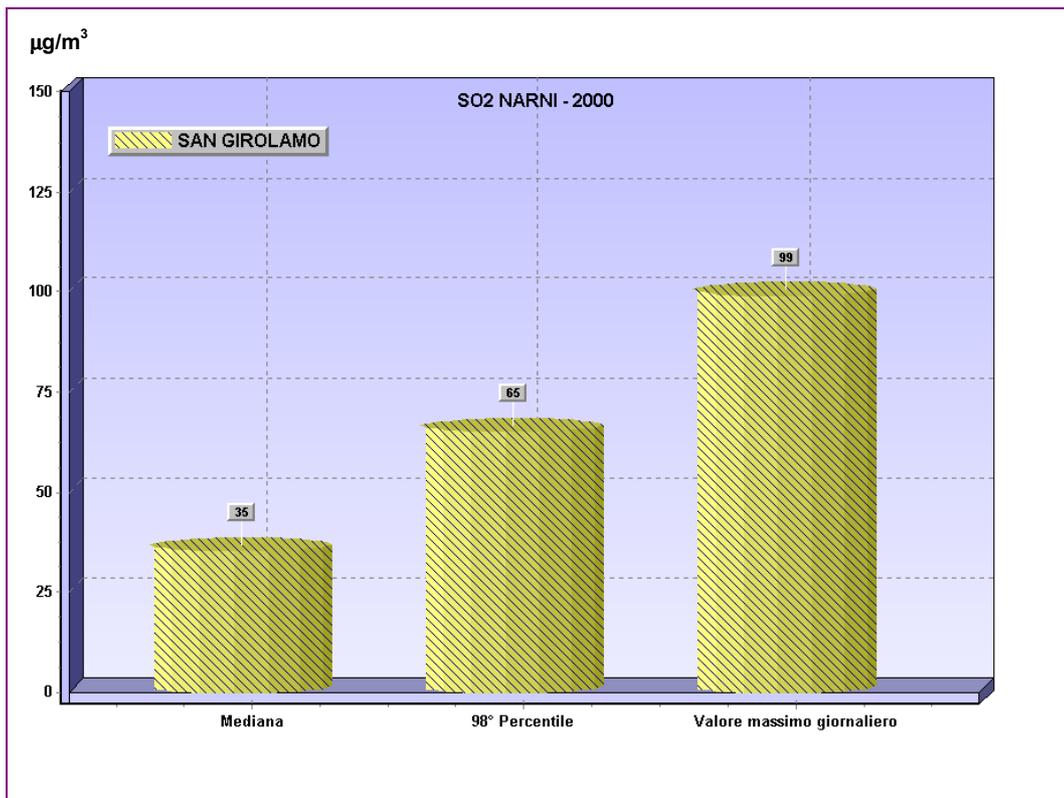


Figura V-12: Valore della mediana del 98°percentile e del valore massimo giornaliero ottenuti per l'anno 2000 e relativi alle concentrazioni medie giornaliere di SO₂

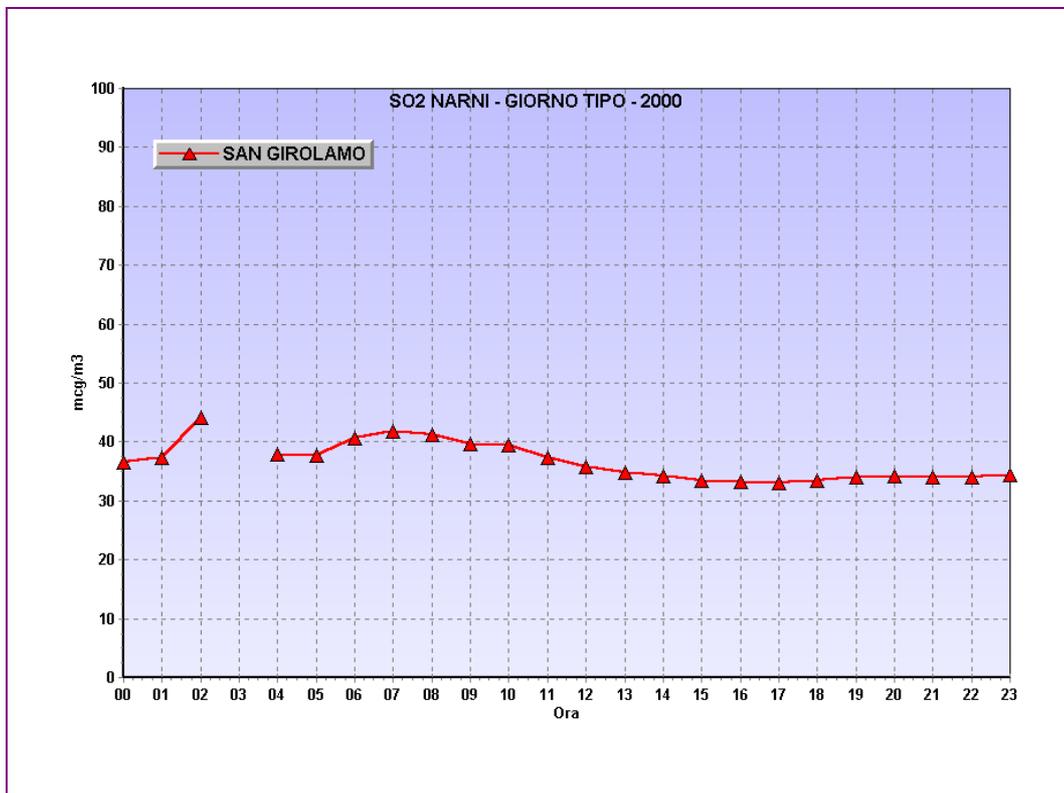


Figura V-13: Andamento delle concentrazioni medie orarie dell'SO₂ durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2000)

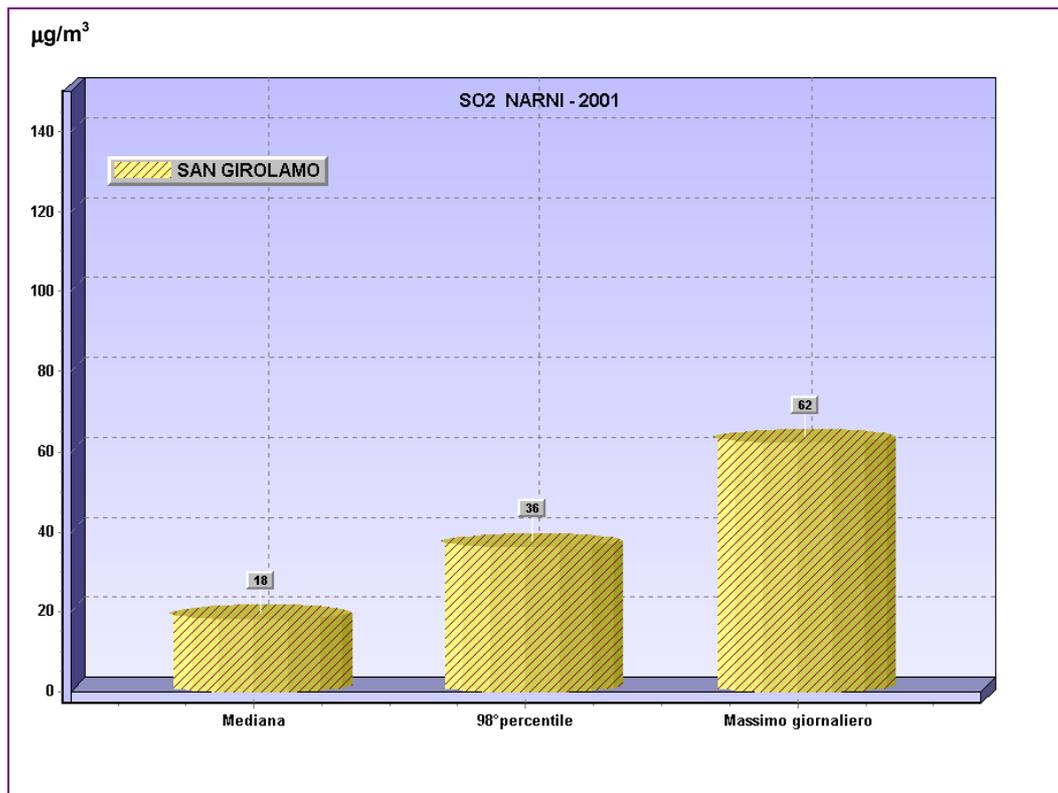


Figura V-14: Valore della mediana del 98°percentile e del valore massimo giornaliero ottenuti per l'anno 2001 e relativi alle concentrazioni medie giornaliere di SO₂

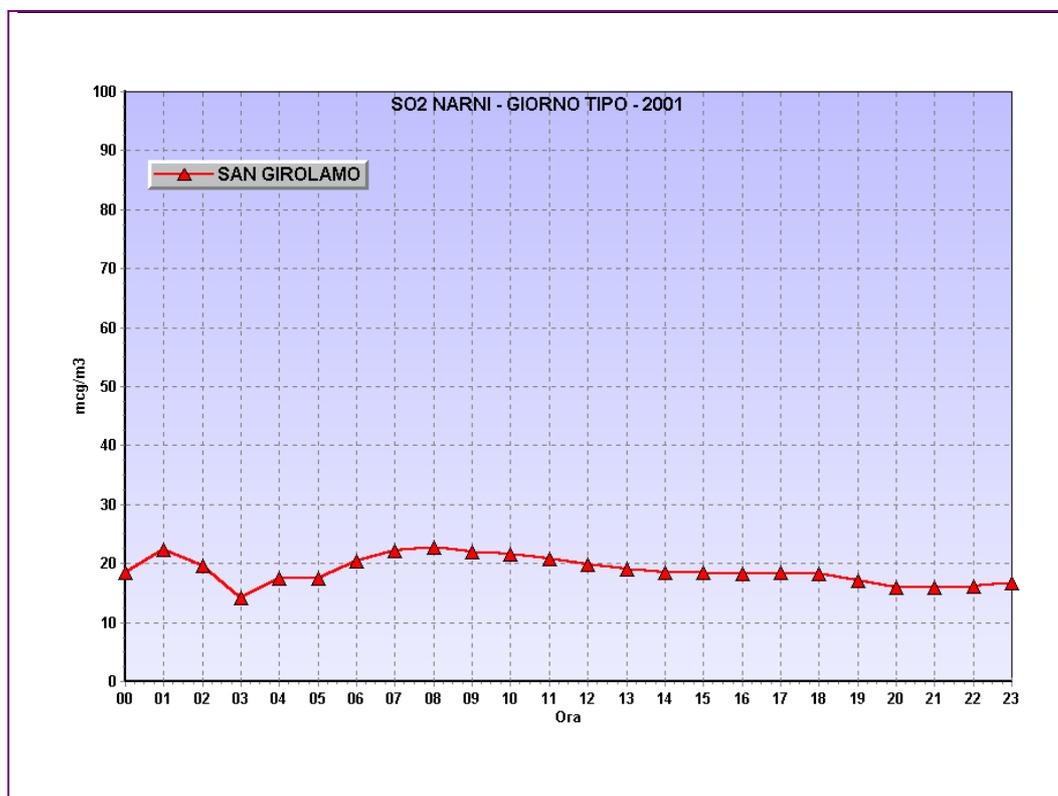


Figura V-15: Andamento delle concentrazioni medie orarie dell'SO₂ durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2001)

A causa della generale diminuzione dell'inquinamento da biossido di zolfo, peraltro confermata dai dati provenienti da altre reti di monitoraggio, si è deciso, già negli anni scorsi, di ridurre il numero degli analizzatori di SO₂ e di mantenere una sola postazione di monitoraggio per ogni sottorete (Terni, Narni e Orvieto), allo scopo comunque di proseguire la costituzione una serie storica di dati, utile anche negli anni futuri. Nel caso del territorio di Narni si è scelto di proseguire il monitoraggio nella sola stazione di San Girolamo, che sembrava registrare i valori più alti dell'intera sottorete.

Si nota un deciso miglioramento nell'anno 2001 rispetto al 2000; questo dato conferma la tendenza generale evidenziata già negli anni trascorsi.

Il valore della media annuale, calcolata a partire dalle medie giornaliere, si colloca molto al di sotto del livello di attenzione (125 µg/m³), e non si sono avuti mai superamenti di tale soglia.

Anche i valori massimi raggiunti si collocano su valori molto inferiori a tale limite.

Valutazione complessiva sullo stato di qualità dell'aria nel Comune di Narni

La situazione generale della qualità dell'aria nel territorio comunale di Narni, sulla base dei risultati ottenuti e relativamente ai parametri monitorati, si può considerare accettabile, anche se alcuni fenomeni di inquinamento appaiono significativi.

Si conferma la tendenza della zona ad essere particolarmente sensibili a fenomeni fotochimici, che determinano valori di concentrazioni di ozono, durante il periodo estivo, più alti rispetto alle altre zone monitorate (Terni e Orvieto).

Nell'anno 2001 gli eventi di smog fotochimico (ozono estivo) hanno subito un incremento rispetto all'anno precedente; questo dato risulta in contro tendenza rispetto al dato rilevato a Terni, dove si sono registrati significativi miglioramenti. La situazione, anche se non allarmante, deve essere seguita con attenzione durante i prossimi anni, cercando di correlare i fenomeni di inquinamento da Ozono con i fattori meteorologici (anche in virtù della nuova strumentazione installata) e individuando le fonti principali che possono dare origine ai precursori scatenanti (inquinamento di origine industriale a livello locale o influenza dei flussi di traffico). Per tali valutazioni sarebbe utile adottare modelli di calcolo simulato, attualmente in corso di valutazione da parte del Servizio Ambiente della Provincia di Terni.

Si è evidenziato, in ogni caso, che le circolazioni ventose durante il periodo estivo tendono a sospingere, durante la notte e nelle prime ore della giornata, i precursori dalla Conca Ternana verso Narni, dove si determinano, nelle ore più calde, le condizioni favorevoli all'instaurarsi delle reazioni fotochimiche. L'influenza delle emissioni industriali della zona possono contribuire significativamente a tali fenomeni.

Per quanto riguarda l'inquinamento urbano da traffico, va evidenziato un generale miglioramento degli inquinanti monitorati (NO₂ e PTS), mentre l'assenza di strumentazione non permette una valutazione dei parametri PM₁₀ e Benzene; anche alla luce della nuova normativa comunitaria in corso di recepimento, nel prossimo futuro tale implementazione si renderà sicuramente necessaria.

Per quanto riguarda l'inquinamento da ossidi di azoto, si ha conferma che la zona più sensibile risulta il versante Sud di Narni (Montoro – San Liberato); l'influenza delle emissioni industriali e il traffico del raccordo autostradale sono da considerare le cause di tale inquinamento.

VI. Monitoraggio nel Comune di Orvieto

La campagna di monitoraggio condotta

La campagna di monitoraggio nel Comune di Orvieto viene condotta per mezzo di una stazione fissa di monitoraggio facente parte della rete provinciale di rilevamento degli inquinanti della qualità dell'aria della Provincia di Terni. La stazione è dotata di analizzatori in continuo per la misurazione delle concentrazioni atmosferiche degli inquinanti:

- Ozono (O₃);
- Polveri respirabili (PM₁₀);
- Ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x)
- Monossido di carbonio (CO).

La stazione è collocata ad Orvieto Scalo (Ciconia) nei pressi del complesso scolastico di Via dei Tigli. Trattandosi di una zona considerata ad elevato traffico (nelle ore di punta della giornata), può essere considerata una stazione di tipo C, secondo la definizione del DM 20/05/91. Va fatto notare tuttavia che la zona di Orvieto Scalo - Ciconia non presenta le caratteristiche di zona tipica urbana; la classificazione di questa stazione diventa quindi difficoltosa (si potrebbe classificare come stazione di tipo B/C).

La stazione di monitoraggio è stata attivata nel mese di giugno 2000; non risulta possibile, pertanto, effettuare l'elaborazione annuale relativa al 2000, in quanto i dati validi non raggiungono il 75% del totale. La valutazione della qualità dell'aria non permette pertanto di essere effettuata in termini di confronto dei criteri di qualità ottenuti nel 2001 rispetto a quelli ottenuti nell'anno precedente. I dati ottenuti nell'anno 2001 permettono tuttavia il confronto con i limiti previsti dalla legge, risultando validi ampiamente al di sopra del 75% del totale teorico.

Nelle immediate vicinanze della stazione Ciconia è stata installata una stazione per il rilevamento automatico dei parametri meteorologici. A partire dal prossimo anno sarà possibile avere a disposizione un numero sufficiente di dati per una prima elaborazione su scala annuale; la conoscenza delle condizioni meteoroclimatiche potranno costituire un valido aiuto nell'interpretazione dei fenomeni di inquinamento della zona

I risultati ottenuti

Ozono (O₃)

Il rilevamento di questo inquinante secondario, prodotto nel corso degli episodi di smog fotochimico soprattutto durante il periodo estivo, viene effettuato con uno strumento automatico di cui la stazione di monitoraggio è dotata.

I risultati ottenuti durante il primo anno di rilevamento vengono riportati di seguito.

Risultati ottenuti nel 2001

I risultati del rilevamento effettuato nell'anno 2001 vengono riepilogati nella TABELLA VI-1, che riporta i valori della media annuale, del massimo raggiunto dalla media mobile sulle 8 ore, del massimo valore medio orario e il superamenti delle soglie fissati dalla normativa.

Durante l'anno precedente, pur con un numero di misurazioni inferiori alle percentuali minime necessarie per l'effettuazione delle elaborazioni (75%) sono state comunque eseguite delle misurazioni durante il periodo estivo, che

hanno mostrato valori di ozono non superiori a quelli registrati nel corso del 2001.

TABELLA VI-1 - CRITERI ANNUALI RELATIVI ALL'OZONO MISURATO NELLA STAZIONE CICONIA	
	CICONIA
Dati validi (%)	99,98
Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40
Valore massimo media 8 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	157
Valore massimo media 1 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	161
N. superamenti liv.att. ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0
N. medie 1h > $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0
N. medie 8h > $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$	57

Discussione dei risultati

Nel corso del 2001 non si sono registrati superamenti del livello di attenzione per l'ozono; il valore della media annuale risulta in linea con le medie ottenute dalle stazioni di rilevamento della sottorete di Terni (tra 35 e $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e inferiore alle medie ottenute dalle stazioni di rilevamento della sottorete di Narni (tr53 e $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Per quanto riguarda il superamento della soglia di protezione della salute ($110 \mu\text{g}/\text{m}^3$) si registrano 57 eventi, valore superiore rispetto ai valori di Terni ma inferiore rispetto ai valori registrati a Narni.

Come si può osservare dall'andamento di tale inquinante durante il giorno tipo (Figura VI-3), calcolato mediando i valori medi orari, per ogni ora, sui 365 giorni dell'anno, l'inquinante segue un profilo confrontabile con l'andamento della radiazione solare. Tale andamento è ancora più marcato durante il giorno tipo estivo. L'ozono si forma, durante la giornata, da processi fotochimici che si originano dalla interazione chimico-fisica di alcuni inquinanti primari (ossidi di azoto, idrocarburi insaturi) con la radiazione solare, che scatena una serie di reazioni durante le quali si forma l'ozono. Durante le ore serali le concentrazioni di ozono tornano verso valori più bassi; l'ozono infatti viene facilmente rimosso a causa delle sue forti caratteristiche ossidanti (ad esempio reagisce con l'NO per formare NO₂).

L'andamento giornaliero dell'ozono misurato a Orvieto non mostra comportamenti anomali; è da ritenere quindi che venga generato esclusivamente da processi di smog fotochimico.

La tendenza alla diminuzione durante le ore serali e notturne indica che non esistono particolari fattori climatici che determinano l'accumulo di tale inquinante nelle ore successive al tramonto.

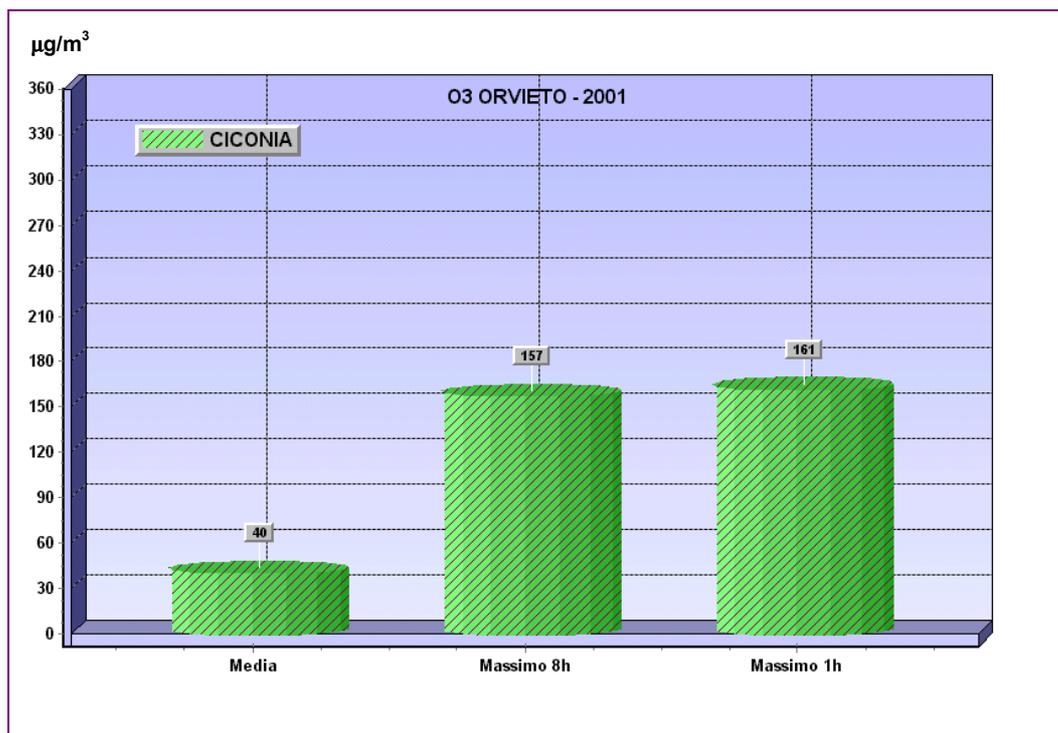


Figura VI-2: Media annuale, massimo valore della media mobile calcolata sulle 8 ore e massimo valore medio orario dell'ozono misurato presso la stazione Ciconia nell'anno 2001

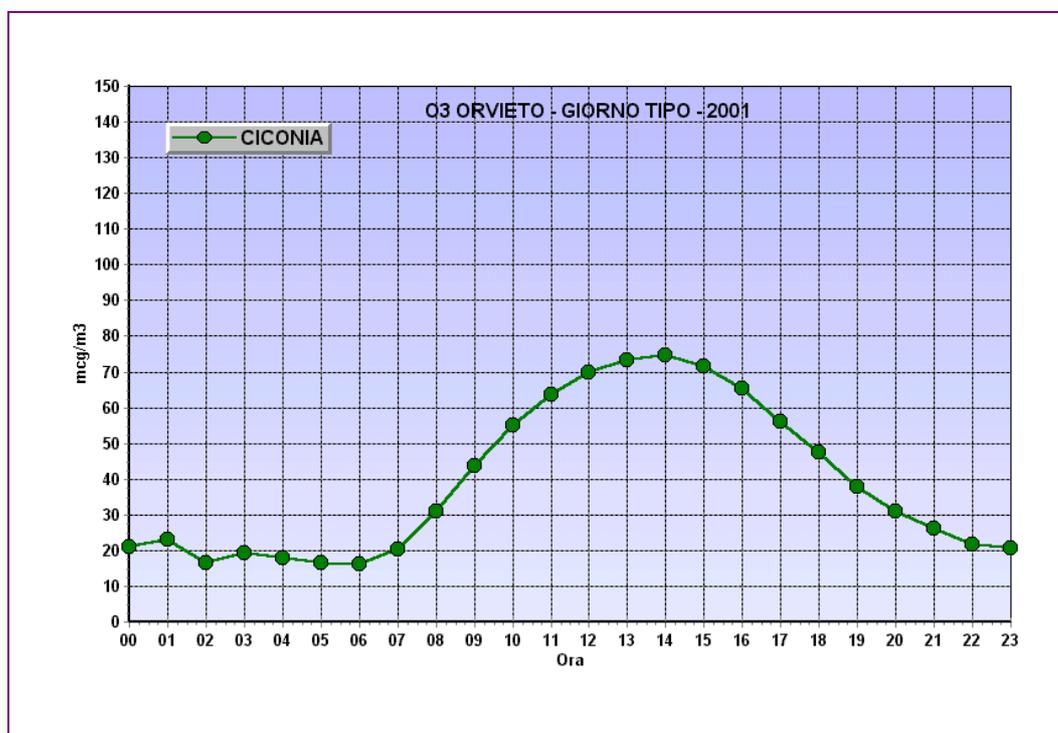


Figura VI-3: Andamento dell'ozono durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2001) presso la stazione di monitoraggio Ciconia

Polveri respirabili (PM10)

La frazione respirabile della polverosità atmosferica, caratterizzata da un diametro aerodinamico inferiore ai 10 µm (PM₁₀), viene costantemente misurata da un analizzatore automatico presente nella stazione di Orvieto - Ciconia.

L'interesse per la valutazione di questo inquinante, prodotto principalmente dai processi di combustione (traffico autoveicolare, impinati di riscaldamento a gasolio e emissioni industriali), assume un carattere particolarmente rilevante visto che la stazione è collocata nei pressi di un complesso scolastico, altamente frequentato.

I dati ottenuti dai primi due anni di rilevamento (per l'anno 2000 non si ha a disposizione un numero sufficiente di dati per effettuare un'elaborazione su base annua) vengono riportati di seguito.

Risultati ottenuti nel 2001

La TABELLA VI-2 riepiloga i dati del rilevamento da PM₁₀ effettuato presso la stazione di monitoraggio di Ciconia.

Nella Figura VI-4 e nella Figura VI-5 vengono presentate le elaborazioni grafiche ottenute per questo inquinante: media annuale, 95° percentile dei valori medi giornalieri, massimo valore della media giornaliera e andamento delle concentrazioni del PM₁₀ durante il giorno tipo calcolato su base annuale.

TABELLA VI-2 - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - PM10 ORVIETO - ANNO 2001	
	CICONIA
Dati validi (%)	90
Media annuale (µg/m³)	30
95° percentile (µg/m³)	48
Valore massimo (µg/m³)	73
N.sup.giornalieri 75 µg/m³ (dirett.CEE per 2001)	0
N.sup.giornalieri 50 µg/m³ (dirett.CEE per 2005)	15

Discussione dei risultati

Si può osservare come l'inquinamento da PM₁₀ nella si attesti a valori analoghi a quelli rilevati a Terni (la media annuale - 30 µg/m³ - è risultata la stessa di Borgo Rivo). I criteri di qualità dell'aria (anche quelli previsti dalla normativa CE in corso di recepimento) vengono tutti rispettati, tuttavia per la zona soggetta al monitoraggio l'inquinamento da PM₁₀ non può definirsi assente.

Probabilmente la posizione di Orvieto Ciconia risente di un certo accumulo degli inquinanti nei bassi strati dell'atmosfera, soprattutto durante il periodo estivo. Tali ipotesi dovranno però essere confermate da studi di carattere meteorologico, che saranno possibili a partire dal prossimo anno.

L'analisi dell'andamento da PM₁₀ durante il giorno tipo (Figura VI-5) mostra che tale inquinante è influenzato fortemente dall'andamento del traffico durante la giornata. La curva mostra due massimi relativi, coincidenti con le fasce orarie di punta: 7:00-9:00 e 17:00-19:00. Il massimo assoluto viene raggiunto durante le ore di punta serali. Si rileva come tale massimo si colloca un'ora prima rispetto al massimo registrato a Terni. Ciò è da imputare alle diverse abitudini dei cittadini (frequentazione dei negozi e orari degli uffici).

Dall'analisi dell'andamento del giorno tipo si evidenzia quindi che la quasi totalità del PM₁₀ presente nella zona di Orvieto Ciconia è da imputare al traffico autoveicolare (il PM₁₀ viene prodotto prevalentemente da motori a gasolio).

La situazione generale dell'inquinamento da PM₁₀ può definirsi comunque, nel complesso, accettabile.

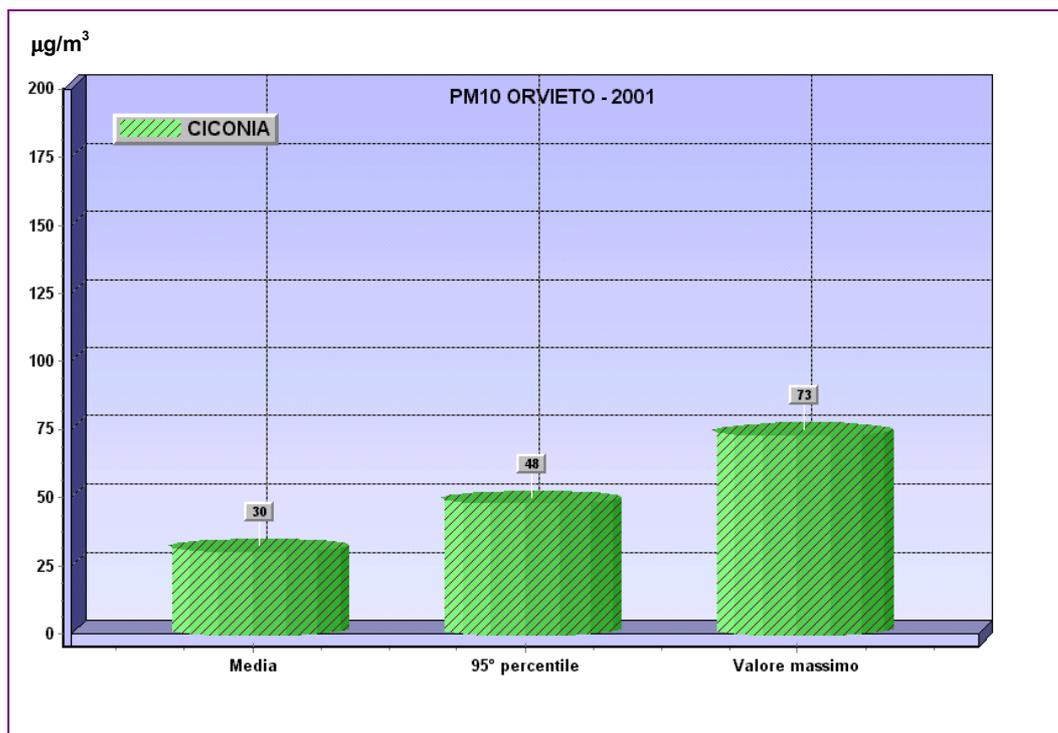


Figura VI-4: Media annuale, 95° percentile dei valori medi giornalieri e valore massimo giornaliero delle polveri PM10 misurate nell'anno 2001 presso la stazione di monitoraggio di Ciconia

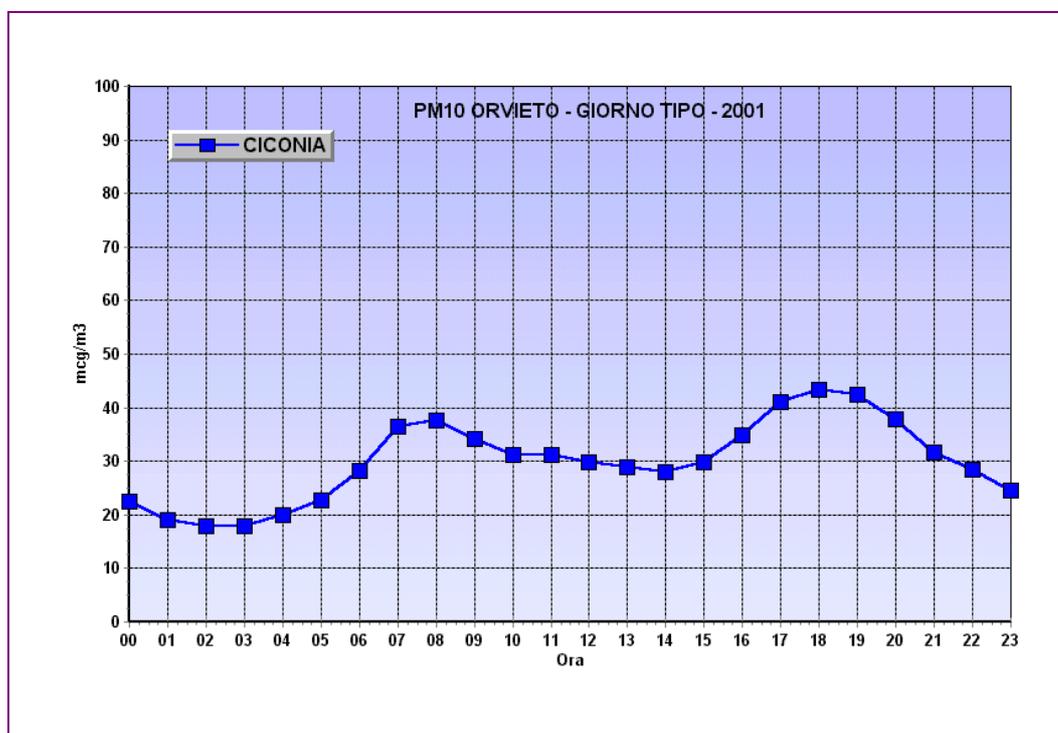


Figura VI-5: Andamento delle polveri PM10 misurate nella stazione di Orvieto Ciconia durante il giorno tipo, calcolato su base annuale (anno 2001)

Biossido di azoto

L'analisi degli ossidi di azoto (NO, NO_x, e NO₂) viene effettuata simultaneamente, con l'ausilio di un analizzatore automatico per l'analisi in continuo di tale inquinante. In questa relazione vengono tuttavia riportati i soli risultati delle elaborazioni relative al biossido di azoto (NO₂) in quanto è l'unico regolato dalla normativa (criteri valutativi e limiti di riferimento).

I dati del 2000 non sono risultati sufficienti per effettuare una elaborazione annuale; tuttavia si osservano per tale anno valori analoghi a quelli registrati nel 2001, con assenza di valori di concentrazione superiore ai limiti di legge (livello di attenzione).

Risultati ottenuti nel 2001

Nella TABELLA VI-3 vengono riportati i criteri di qualità calcolati su base annuale per l'inquinante NO₂ misurato presso la stazione di Ciconia nell'anno 2001. Alcuni di questi criteri vengono riportati anche in forma grafica (Figura VI-6). Nella Figura VI-7 viene invece mostrato l'andamento dell'inquinante durante il giorno tipo calcolato su base annuale (media dei valori raggruppati per ogni ora sui 365 giorni dell'anno).

TABELLA VI-3 - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITÀ - NO ₂ ORVIETO - ANNO 2001	
	CICONIA
Dati validi (%)	87
Valore medio (µg/m ³)	34
98° Percentile (µg/m ³)	76
Valore massimo (µg/m ³)	126
N. superamenti (> 200 µg/m ³)	0

Discussione dei risultati

I risultati per questo inquinante indicano ancora una volta una forte dipendenza dal traffico della zona; l'analisi dell'andamento durante il giorno tipo mostra infatti il tipico andamento già evidenziato per le polveri PM10. I massimi valori di concentrazione di questo inquinante vengono raggiunti nella fascia oraria serale di punta (17:00-20:00).

Per quanto riguarda i valori registrati e la comparazione con i criteri fissati dalla normativa, si nota che il livello di attenzione per questo inquinante non è mai stato registrato; il massimo valore, anzi, si è collocato molto al di sotto dei 200 µg/m³. La media annuale ottenuta (34 µg/m³) è lievemente superiore a quella ottenuta a Terni e a Narni; risulta invece analoga al valore rilevato a San Liberato.

Il periodo dell'anno maggiormente interessato da episodi di inquinamento da biossido di azoto si è dimostrato essere il periodo invernale, quando le condizioni meteo-climatiche non sono favorevoli alla dispersione degli inquinanti e gli impianti di riscaldamento vengono accesi. Durante tale periodo, inoltre, si ha un maggiore utilizzo dei mezzi di trasporto privato da parte della popolazione; il controllo di tali elementi (traffico auto-veicolare e impianti di riscaldamento), soprattutto durante il periodo invernale, sono di fondamentale importanza per contenere le emissioni di NO₂.

Anche se i livelli di concentrazione risultano entro i limiti, si rileva un valore medio annuo di NO₂ non trascurabile, anche in considerazione del fatto che la zona di Orvieto Scalo non è caratterizzata da fonti industriali rilevanti (grandi impianti di combustione).

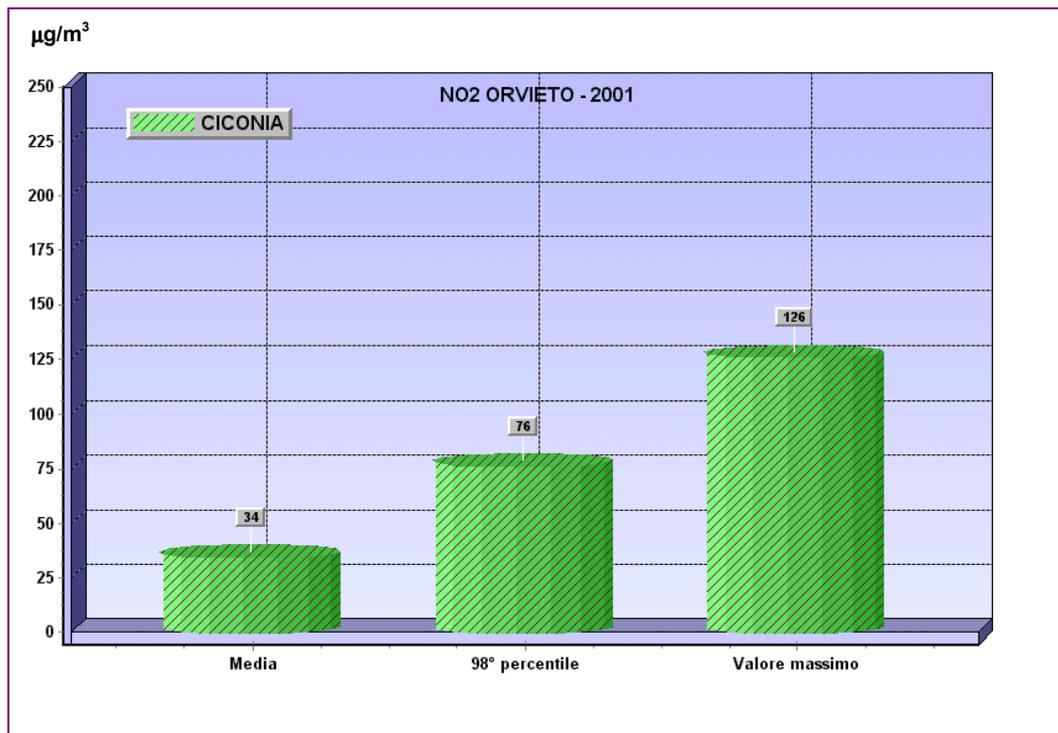


Figura VI-6 - Media annuale, 98° percentile dei valori medi orari e valore massimo della media oraria delle concentrazioni di NO₂ misurate nel 2001 presso la stazione di monitoraggio di Ciconia



Figura VI-7: Andamento dell'NO₂, misurato presso la stazione Ciconia, durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2001)

Monossido di carbonio

Il monossido di carbonio, prodotto prevalentemente, in ambiente urbano, dagli autoveicoli e, in misura minore, dagli impianti di riscaldamento viene misurato in continuo e automaticamente da un analizzatore collocato presso la stazione Ciconia di Orvieto.

Risultati ottenuti nell'anno 2001

I criteri di qualità annuali per il CO (valore medio annuale, valore massimo raggiunto per le medie orarie, numero di medie orarie superiori a 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) misurato presso la stazione Ciconia nell'anno 2001 vengono riportati nella TABELLA VI-4. La Figura VI-8 mostra, in forma grafica, tali risultati

Nella Figura VI-9 viene invece rappresentato l'andamento del CO durante il giorno tipo, calcolato mediano i valori medi orari, raggruppati per ogni ora, sui 365 giorni dell'anno 2001.

TABELLA VI-4 - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - CO ORVIETO - ANNO 2001	
	CICONIA
Dati validi (%)	82
Media annuale (mg/m^3)	1,0
Valore massimo orario (mg/m^3)	5,1
N. superamenti (media oraria $>15 \text{ mg}/\text{m}^3$)	0

Discussione dei risultati

Il valore della media annuale di questo inquinante è piuttosto bassa; il valore massimo raggiunto (5,1 mg/m^3) è circa un terzo del livello di attenzione (15 mg/m^3). Si può affermare che l'inquinamento da CO risulta del tutto sotto controllo.

Osservando l'andamento del giorno tipo (Figura VI-9) si nota come tale inquinante dipenda fortemente dal traffico autoveicolare, raggiungendo i valori massimi durante le ore di punta, soprattutto serali. E' anche visibile il lieve incremento che si registra attorno alle ore 12:00 – 13:00: tale orario coincide con l'orario di uscita degli studenti dalle scuole (gli intervalli sono riferiti all'ora solare).

La situazione dell'inquinamento da monossido di carbonio può definirsi buona; non si notano particolari fenomeni di inquinamento acuto, neppure durante le giornate invernali. Gli effetti del traffico, anche se evidenti, non causano situazioni di criticità; presumibilmente non si verificano nella zona particolari congestioni del traffico autoveicolare. Tali deduzioni andrebbero comunque confermate da una analisi di dettaglio sui flussi di traffico della zona.

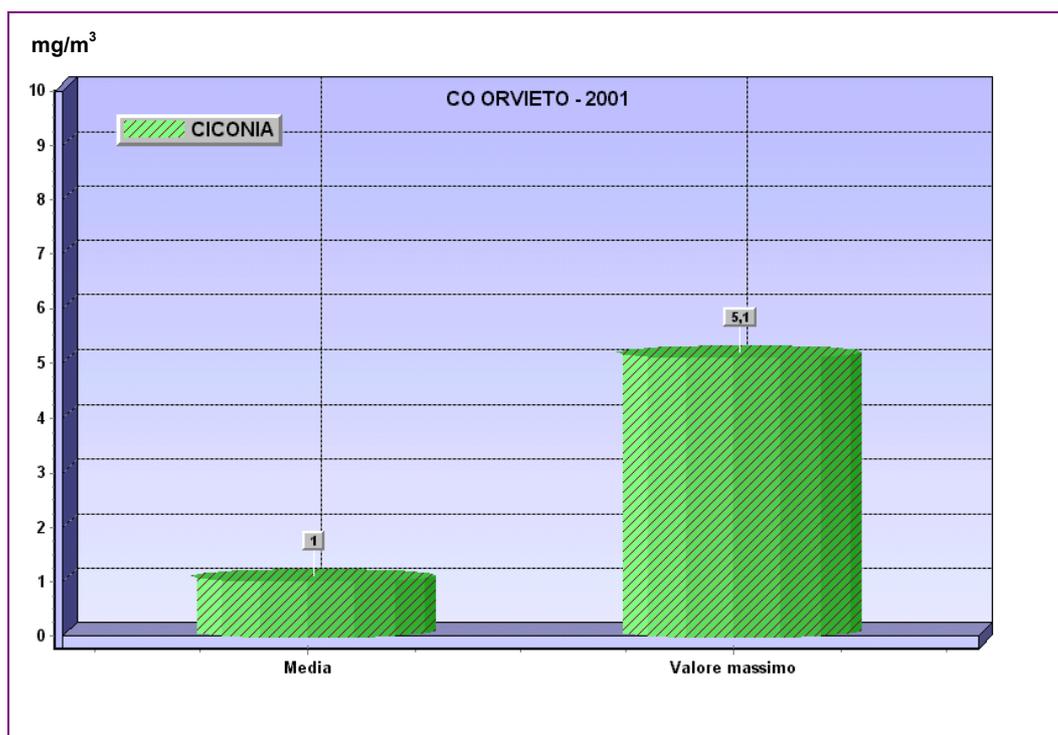


Figura VI-8: Media annuale e valore massimo orario del monossido di carbonio misurato presso la stazione di monitoraggio Ciconia nell'anno 2001

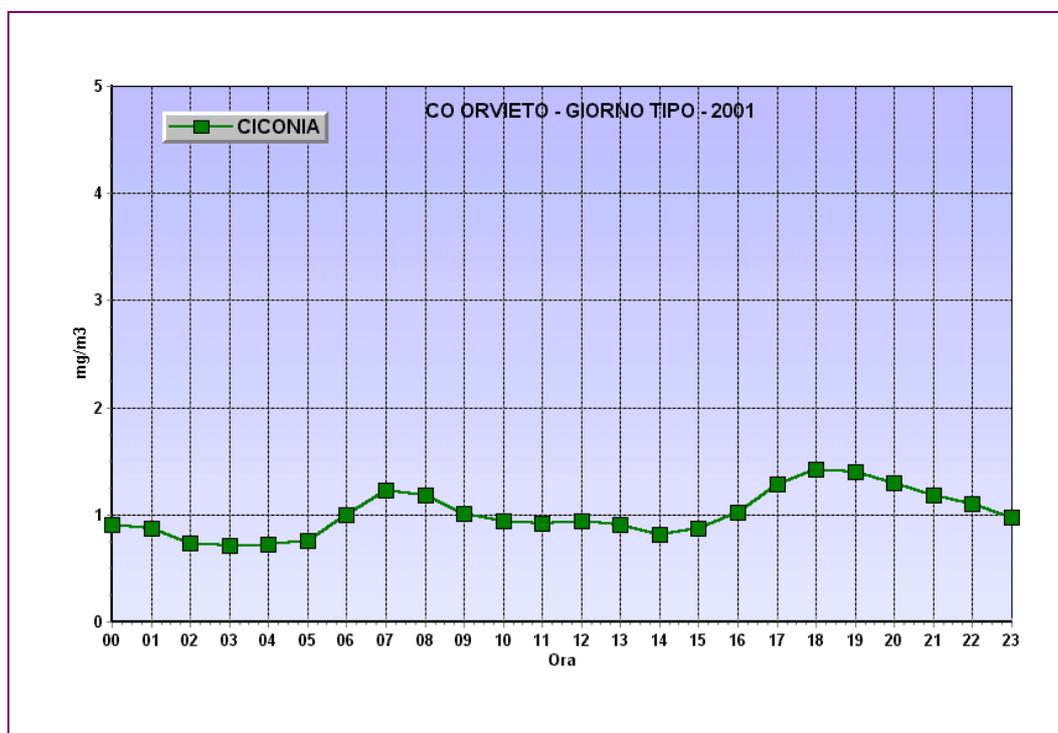


Figura VI-9: Andamento del monossido di carbonio durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2001 e rilevato presso la stazione di monitoraggio Ciconia

Valutazione complessiva sullo stato di qualità dell'aria nel Comune di Orvieto

Una valutazione della situazione complessiva sullo stato della qualità dell'aria nel Comune di Orvieto può essere effettuata con alcune premesse:

1. I dati del rilevamento, iniziato nel corso dell'anno 2000, non sono ancora sufficienti per valutare il trend, negli anni, delle concentrazioni di inquinanti dell'aria.
2. La mancanza di una analisi delle condizioni meteorologiche (possibile solo a partire dal prossimo anno, con un numero sufficiente di rilevamenti) non consente di valutare a fondo gli effetti delle condizioni fisiche dell'atmosfera sui flussi e sulla persistenza degli inquinanti;
3. Il punto di monitoraggio (Orvieto Scalo – Ciconia) può non risultare sufficientemente rappresentativo per una valutazione della qualità dell'aria dell'intero territorio comunale; in particolare, la diversa altitudine del centro di Orvieto e la diversa concezione viaria e urbanistica possono determinare situazioni diverse per la formazione e la diffusione degli inquinanti;
4. Non si hanno a disposizione dati sull'inquinamento da benzene, che consentirebbero di valutare più a fondo la situazione dell'inquinamento atmosferico di origine autoveicolare. Tale inquinante dovrà essere inserito nei protocolli analitici, anche attraverso monitoraggi con campionatori passivi, che consentono di avere una mappatura più completa dell'inquinamento.

Risulta tuttavia possibile la formulazione di alcune considerazioni relative alle condizioni atmosferiche della zona soggetta all'indagine di monitoraggio (Orvieto Scalo).

La situazione generale che emerge dalla analisi dei dati rilevati si può considerare accettabile, anche se gli effetti del traffico autoveicolare sulle condizioni di inquinamento atmosferico assumono una certa rilevanza, soprattutto per quanto riguarda le polveri PM₁₀ e gli ossidi di azoto. In alcuni casi le concentrazioni di questi due inquinanti, pur rimanendo al di sotto dei limiti previsti dalla normativa (limite di attenzione, criteri annuali) assumono valori caratteristici di zone urbane interessate da elevato traffico o da zone suburbane soggette a ricadute al suolo degli inquinanti emessi anche a lunga distanza (comparabilmente a quanto si evidenzia ad esempio nel quartiere Borgo Rivo di Terni). Tali deduzioni sono supportate dall'analisi degli andamenti degli inquinanti durante il giorno tipo, che seguono l'andamento dei flussi di traffico.

Le fasce orarie più critiche per tali inquinanti risultano le seguenti:

- 7:00-9:00 (massimo relativo)
- 17:00-19:00 (massimo assoluto).

I mesi più critici risultano: Novembre, Dicembre e Gennaio.

Durante il periodo estivo la zona di Orvieto Scalo è interessata da fenomeni di smog fotochimico che tuttavia si mantengono al di sotto dei livelli di attenzione. Per tale inquinante non si può escludere, nel futuro, qualche evento di superamento delle soglie di attenzione, legato in ogni caso a situazioni meteorologiche, favorevoli all'insorgenza dello smog fotochimico (ristagno di inquinanti primari durante il periodo estivo e radiazione solare particolarmente intensa). Le ore più critiche per tale inquinante risultano essere le prime ore pomeridiane delle giornate più calde e soleggiate dell'estate, soprattutto se caratterizzate da assenza di vento.

Interventi di contenimento degli inquinanti monitorati (in particolare PM₁₀ e NO₂) andrebbero studiati soprattutto in relazione al traffico autoveicolare della zona, che ha mostrato di avere una prevalenza praticamente assoluta nell'instaurarsi di fenomeni inquinanti durante il periodo invernale.

VII. Monitoraggio nel Comune di Amelia

La campagna di monitoraggio condotta

Nella città di Amelia è stata condotta, a cura dell'ARPA - Dipartimento Provinciale di Terni, una campagna di monitoraggio per la misurazione del benzene.

Il monitoraggio, che è iniziato nel mese di Agosto 2000 e si è protratto per tutto l'anno 2001, è stato effettuato esponendo all'aria, ma al riparo dagli agenti atmosferici, i campionatori passivi per un periodo, di norma, pari a quindici giorni.

Con l'ausilio dei Vigili Urbani, sono state individuate le zone in cui eseguire i rilevamenti. I punti della Città ritenuti significativi per l'inquinamento da benzene sono i seguenti:

1. **Via della Repubblica**
(campionatore posizionato nel lato interno della Porta Romana)
2. **Piazza XXI Settembre**
(campionatore posizionato di fronte al bar "Leonardi")
3. **Piazza Matteotti**
(campionatore posizionato all'altezza del Comune).

Allo scadere del primo anno di misurazioni, è stata effettuata una prima elaborazione dei risultati ottenuti, per conoscere l'entità dell'inquinamento da benzene nelle tre zone di Amelia prescelte.

I risultati ottenuti

I risultati relativi al periodo Agosto 2000 - Luglio 2001 sono riportati nella TABELLA VII-1 e nella TABELLA VII-2.

TABELLA VII-1 – RISULTATI DEL MONITORAGGIO DA BENZENE NELLA CITTA' DI AMELIA			
Periodo prelievo	Via Repubblica	P.zza XXI Settembre	Piazza Matteotti
Agosto 1 - (2000)	6.5	3.3	2.2
Agosto 2 - (2000)	4.8	3.5	2.4
Settembre 1 - (2000)	5.5	3.3	2.2
Settembre 2 - (2000)	7.3	3.6	2.6
Ottobre 1 - (2000)	8.8	5.0	3.5
Ottobre 2 - (2000)	8.1	5.7	4.1
Novembre 1 - (2000)	5.1	4.2	4.4
Novembre 2 - (2000)	*	6.2	5.7
Dicembre 1 - (2000)	*	7.3	6.7
Dicembre 2 - (2000)	*	5.8	5.5
Gennaio 1 - (2001)	n.v.	3.4	3.5
Gennaio 2 - (2001)	6.7	7.6	4.8
Febbraio 1 - (2001)	6.4	4.6	4.4
Febbraio 2 - (2001)	7.8	5.0	5.2
Marzo 1 - (2001)	9.3	6.8	7.7
Marzo 2 - (2001)	6.8	4.0	3.7
Aprile 1 - (2001)	8.9	3.3	3.2
Aprile 2 - (2001)	8.5	4.2	4.0
Maggio 1 - (2001)	10.6	3.7	2.8
Maggio 2 - (2001)	3.7	8.9	2.6
Giugno ** - (2001)	2.0	3.2	5.7
Luglio 1	1.2	3.2	3.4
Luglio 2	1.1	3.4	3.5

Le concentrazioni sono espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

n.v.: Dato non valido;

* Dato non disponibile: campionario rimosso dai Vigili Urbani per lavori stradali;

** Durata del campionamento pari ad un mese

TABELLA VII-2 – CONCENTRAZIONI MEDIE MENSILI ED ANNUALI DI BENZENE			
Periodo prelievo	Via Repubblica	P.zza XXI Settembre	P.zza Matteotti
Agosto 2000	6.0	3.4	2.3
Settembre 2000	6.3	3.4	2.4
Ottobre 2000	8.4	5.4	3.8
Novembre 2000	5.1	5.0	4.9
Dicembre 2000	*	6.5	6.0
Gennaio 2001	6.7	5.5	4.2
Febbraio 2001	7.1	4.8	4.8
Marzo 2001	8.1	5.4	5.7
Aprile 2001	8.7	3.8	3.6
Maggio 2001	7.2	6.3	2.8
Giugno 2001	2.0	3.2	5.7
Luglio 2001	1.2	3.3	3.5
Media annuale	6.1	4.7	4.1

Le concentrazioni sono espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

* Dato non disponibile: campionatore rimosso dai Vigili Urbani per lavori stradali.

La TABELLA VII-1 riporta le concentrazioni medie quindicinali del benzene misurate presso le tre postazioni.

In Via della Repubblica, tali valori variano da un minimo di $1.1 \mu\text{g}/\text{mc}$ (seconda quindicina di Luglio 2001) ad un massimo di $10.6 \mu\text{g}/\text{mc}$ (prima quindicina di Maggio 2001). Quest'ultima concentrazione è la più alta fra quelle misurate nella Città ed anche l'unica superiore a $10 \mu\text{g}/\text{mc}$.

In Piazza XXI Settembre, i valori medi quindicinali variano da un minimo di $3.2 \mu\text{g}/\text{mc}$ (Giugno 2001 e prima quindicina di Luglio 2001) ad un massimo di $8.9 \mu\text{g}/\text{mc}$ (seconda quindicina di Maggio 2001). In Piazza Matteotti, infine, le concentrazioni di benzene variano da $2.2 \mu\text{g}/\text{mc}$ (prima quindicina di Agosto 2000 e prima quindicina di Settembre 2000), ad un massimo di $7.7 \mu\text{g}/\text{mc}$ (prima quindicina di Marzo 2001).

Nella TABELLA VII-2 sono riportati i valori mensili e annuali del benzene. Sebbene in tutte e tre le postazioni di misura le concentrazioni siano risultate sempre inferiori all'obiettivo di qualità annuale fissato a $10 \mu\text{g}/\text{mc}$, si nota una certa differenza fra le stesse. La zona maggiormente interessata a questo tipo di inquinamento è quella di Via della Repubblica in cui si è raggiunta una media annuale pari al 61 % del valore limite, seguita da Piazza XXI Settembre e da Piazza Matteotti con un valore medio annuale rispettivamente pari al 47 % e al 41 % dello stesso limite.

Come ben evidenziato nella Figura VII-1, Via della Repubblica è stata soggetta, più delle altre, all'inquinamento da benzene per tutto il periodo del monitoraggio ad eccezione dei mesi di Giugno e Luglio 2001. In quest'ultimo periodo, infatti, i valori medi di benzene non solo risultano molto contenuti ma anche inferiori a quelli misurati nelle altre postazioni. Inoltre, mentre le medie mensili di Giugno e Luglio 2001 registrate in Piazza XXI Settembre sono in linea con quelle di Agosto e Settembre 2000, quelle registrate in Piazza Matteotti risultano un poco più elevate di quanto ci si sarebbe aspettati in base all'andamento tipico stagionale di questo inquinante. Tali risultati potrebbero essere spiegati se in questi due mesi ci fosse stata una significativa variazione nella viabilità delle zone controllate.

Nella TABELLA VII-3 e nella Figura VII-2 è riportato il confronto fra le concentrazioni medie annuali di benzene raggiunte ad Amelia e a Terni. I valori medi annuali riscontrati nella Città di Amelia non si discostano molto da quelli riscontrati nella città di Terni nelle zone ad elevato traffico di Ponte Carrara, Piazza Dalmazia e Piazza Tacito.

TABELLA VII-3– MEDIE ANNUALI DI BENZENE MISURATE A TERNI E AD AMELIA		
	POSTAZIONE	VALORE MEDIA MENSILE
TERNI	PMP –LCA	1.9
	PONTE CARRARA	4.1
	VIA VERGA	2.5
	VILLAGGIO POLYMER	2.2
	VOCABOLO PRISCIANO	1.6
	PIAZZA DALMAZIA	4.9
	PIAZZA TACITO	5.0
	VIA TURATI	10.9
	VIA BORZACCHINI	8.6
	AMELIA	VIA DELL REPUBBLICA
PIAZZA XXI SETTEMBRE		4.7
PIAZZA MATTEOTTI		4.1

I risultati di questo primo anno di monitoraggio, seppure da ritenersi, nel complesso soddisfacenti se confrontati con il vigente limite, mettono in evidenza che anche in centri abitati di dimensioni contenute possono esistere delle situazioni di inquinamento del tutto confrontabili con quelle riscontrabili in alcune zone di città più grandi. In considerazione di ciò e del fatto che sono previsti da direttive europee obiettivi di miglioramento della qualità dell'aria da raggiungere a medio e lungo termine (per il benzene è previsto un valore limite annuale per la protezione della salute di 5 µg/mc, cioè pari alla metà dell'attuale), si è ritenuto utile continuare l'indagine, negli stessi punti di osservazione, ancora per un anno. Infatti, pur se è prevedibile una generale riduzione delle concentrazioni in aria del benzene dovuta ai miglioramenti del parco auto in circolazione e connessa anche alla eliminazione dalla distribuzione della benzina super, si ritiene opportuno verificare sperimentalmente l'effettivo raggiungimento del nuovo limite.

Le concentrazioni di benzene relative agli ultimi cinque mesi del 2001, ci consentono non solo di calcolare le medie annuali raggiunte nel 2001 nelle tre postazioni di misura, ma anche di verificare l'andamento di questo inquinante durante i diversi periodi dell'anno.

La TABELLA VII-4 riporta le concentrazioni medie quindicinali del benzene relative al periodo di osservazione Gennaio 2001 - Dicembre 2001 e la TABELLA VII-5 le concentrazioni medie mensili e annuali.

Esaminando i dati riportati nelle due Tabelle precedenti si possono trarre le seguenti considerazioni.

Dai dati riportati nella TABELLA VII-4, si evince che concentrazioni medie quindicinali superiori a 10 µg/mc (valore limite della media annuale) si sono registrate soltanto presso la postazione di misura di Via della Repubblica, per quattro volte, nei seguenti periodi: prima quindicina di Maggio, prima e seconda quindicina di Novembre e prima quindicina di Dicembre. In Piazza XX Settembre, la concentrazione media quindicinale massima, pari a 8,9 µg/mc, è stata raggiunta nella seconda quindicina di Maggio. In Piazza Matteotti, la concentrazione media quindicinale massima, pari a 7,7 µg/mc, è stata raggiunta nella prima quindicina di Marzo.

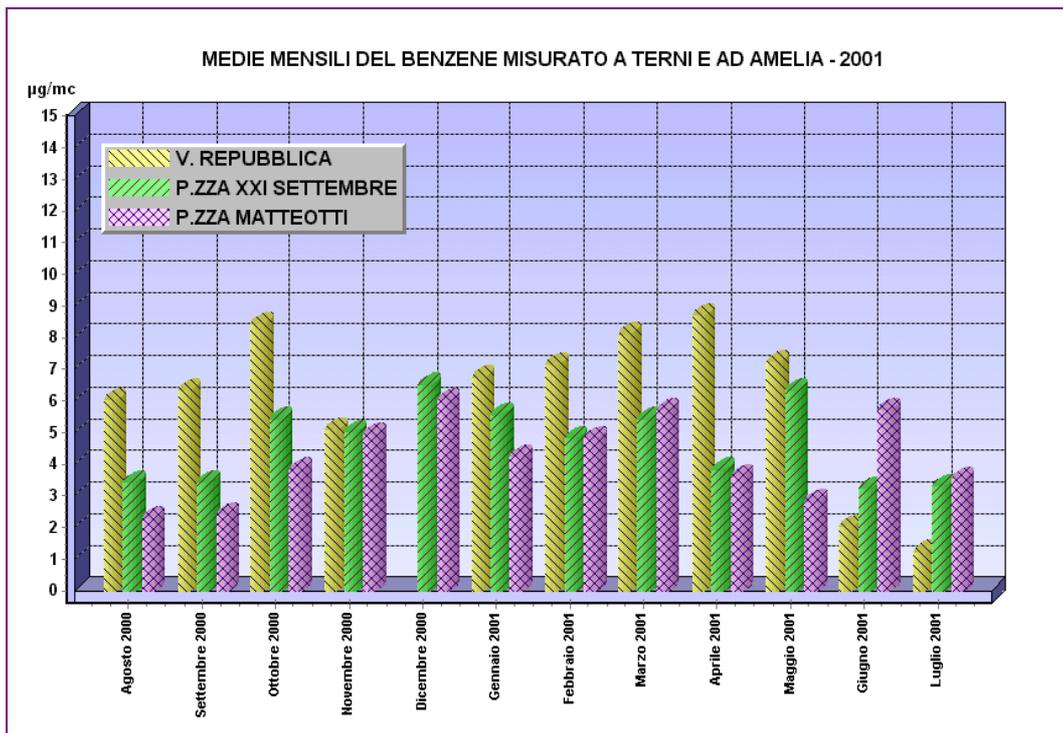


Figura VII-1: Medie mensili del benzene misurate nella città di Amelia nel periodo Agosto 2000 – Luglio 2001

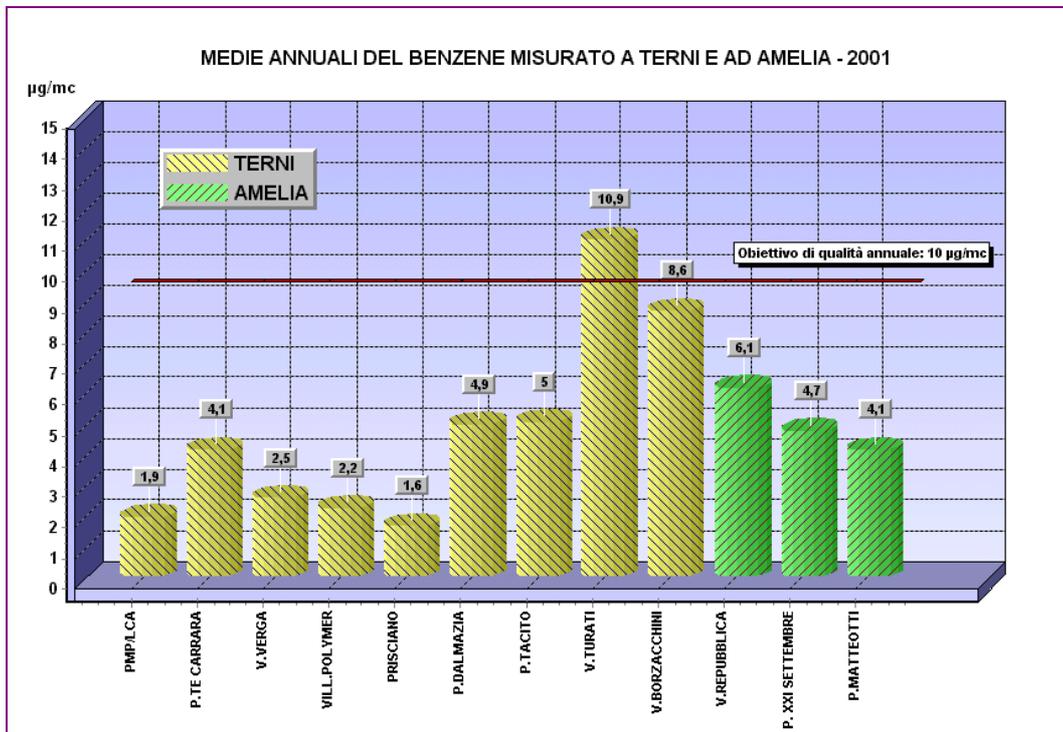


Figura VII-2: Medie annuali di benzene misurate nelle città di Terni e di Amelia nel periodo: Agosto 2000 – Luglio 2001.

I valori di concentrazione sperimentali riportati nella TABELLA VII-5 ci indicano che ancora una volta la zona maggiormente soggetta ad inquinamento da benzene è quella di Via della Repubblica, con una media annuale pari a 6,4 µg/mc, seguita da Piazza XX Settembre con un valore pari a 4,7 µg/mc e da Piazza Matteotti con un valore pari a 4,0 µg/mc. I valori medi annuali sono da ritenere, nella sostanza, uguali a quelli calcolati per il periodo Agosto 2000 - Luglio 2001.

TABELLA VII-4 - CONCENTRAZIONI MEDIE QUINDICINALI DI BENZENE

Periodo prelievo	Via Repubblica	P.zza XXI Settembre	Piazza Matteotti
Gennaio 1	n.v.	3.4	3.5
Gennaio 2	6.7	7.6	4.8
Febbraio 1	6.4	4.6	4.4
Febbraio 2	7.8	5.0	5.2
Marzo 1	9.3	6.8	7.7
Marzo 2	6.8	4.0	3.7
Aprile 1	8.9	3.3	3.2
Aprile 2	8.5	4.2	4.0
Maggio 1	10.6	3.7	2.8
Maggio 2	3.7	8.9	2.6
Giugno **	2.0	3.2	5.7
Luglio 1	1.2	3.2	3.4
Luglio 2	1.1	3.4	3.5
Agosto 1	4.8	3.2	1.5
Agosto 2	5.7	3.8	2.3
Settembre 1	4.7	3.8	2.4
Settembre 2	3.9	4.7	2.9
Ottobre 1	4.2	5.5	3.4
Ottobre 2	4.3	5.5	3.0
Novembre 1	10.2	5.0	4.1
Novembre 2	11.0	6.4	6.0
Dicembre 1	11.2	5.5	4.2
Dicembre 2	d.m.	d.m.	d.m.

Le concentrazioni sono espresse in µg/m³;

La sigla n.v. indica dato non valido;

La sigla d.m. indica dato mancante;

** : durata del campionamento pari ad un mese.

TABELLA VII-5 - CONCENTRAZIONI MEDIE MENSILI ED ANNUALI DI BENZENE

Periodo prelievo	Via Repubblica	P.zza XXI Settembre	P.zza Matteotti
Gennaio	6.7	5.5	4.2
Febbraio	7.1	4.8	4.8
Marzo	8.1	5.4	5.7
Aprile	8.7	3.8	3.6
Maggio	7.2	6.3	2.8
Giugno	2.0	3.2	5.7
Luglio	1.2	3.3	3.5
Agosto	5.3	3.5	1.9
Settembre	4.3	4.3	2.7
Ottobre	4.3	5.5	3.2
Novembre	10.6	5.7	5.1
Dicembre *	11.2	5.5	4.2
Media annuale	6.4	4.7	4.0

Le concentrazioni sono espresse in µg/m³;

*: valori medi della prima quindicina.

Per quel che riguarda l'andamento delle concentrazioni mensili si nota che nei mesi più freddi i valori sono, di norma, più elevati rispetto a quelli dei mesi estivi come atteso.