



## Provincia di Roma

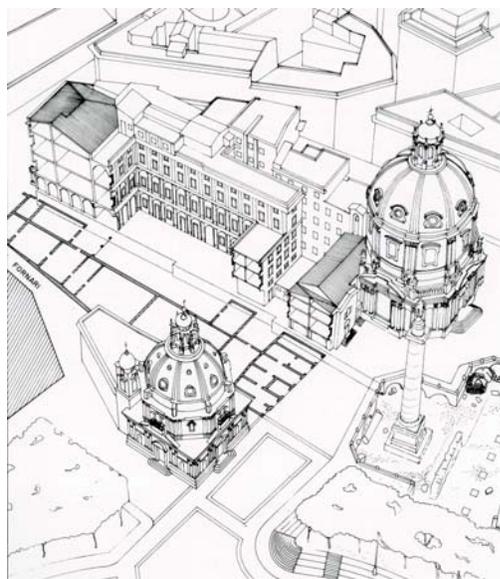
Direzione Generale  
*Ufficio Studi*



## Provincia di Roma

Servizi di Tutela Ambientale  
*Servizio Tutela Aria ed Energia*

### **La tutela della qualità dell'aria nella Provincia di Roma** *uno studio di valutazione nel Comune di Civitavecchia e nelle aree limitrofe*



*a cura di: Domenico Brocco, Patrizia Prignani, Vittorio  
Leonardi e Marco Maso*  
*Prefazione di Bruno Panico*  
**Ambiente e territorio**  
N°3, settembre 2004

Assessore alla Tutela Ambientale: Rosa Rinaldi

Direttore Dipartimento Servizi Tutela Ambientale: Bruno Panico

Dirigente Servizio Tutela Aria ed Energia: Salvatore Nicoletti

Coordinatore laboratori mobili: Patrizia Prignani

Tecnici di laboratorio: Vittorio Leopardi e Marco Maso

Collaboratore amministrativo: Francesca Cardia

Consulente scientifico: Domenico Brocco

Amministrazione Provinciale di Roma

Servizio Tutela Aria ed Energia

Via Tiburtina, 691 - 00159 Roma

tel. 06 67663126

fax. 06 67663391

email: [tutelaaria@provincia.roma.it](mailto:tutelaaria@provincia.roma.it)

[www.tutela-aria.it](http://www.tutela-aria.it)



## **Indice**

Prefazione	4
Introduzione	6
<b>1. Inventario delle emissioni</b>	<b>10</b>
<b>2. Caratterizzazione meteorologica dell'Area</b>	<b>11</b>
<b>3. Piano dell'indagine</b>	<b>14</b>
<b>4. Normativa sull'inquinamento atmosferico</b>	<b>15</b>
<b>5. Risultati e discussione</b>	<b>17</b>
<b>6. Conclusioni</b>	<b>25</b>

## PREFAZIONE

Il lavoro proposto nella presente pubblicazione è stato svolto dal **Servizio Tutela Aria ed Energia** nell'ambito delle attività rivolte alla tutela dell'ambiente e coordinate dal **Dipartimento Servizi di Tutela Ambientale** della **Provincia di Roma**.

Nel contesto nazionale il ruolo delle Province nelle politiche per l'ambiente, negli ultimi anni, è stato notevolmente accresciuto dall'aumento delle competenze in campo ambientale, derivante dal riordino istituzionale e dal nuovo rapporto tra il Governo centrale e le Regioni. Le competenze del Dipartimento Servizi di Tutela Ambientale sono articolate in quattro aree funzionali:

- gestione dei rifiuti, tutela del suolo e coordinamento della raccolta differenziata gestita dai Comuni,
- tutela delle acque e delle risorse idriche;
- sviluppo e sostegno delle attività finalizzate al risparmio energetico ed allo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili, vigilanza e controllo delle emissioni in atmosfera ed in materia di inquinamento acustico ed elettromagnetico;
- controlli e sanzioni in materia ambientale.

Si tratta, in generale, di funzioni impegnative di coordinamento e impulso orientate a far conseguire al territorio della Provincia di Roma gli obiettivi di sostenibilità ambientale richiesti dalle Direttive Europee e dalle leggi nazionali; funzioni che si sostanziano in programmi di azioni amministrative che richiedono tanto il pieno coinvolgimento motivazionale e valoriale nonché una elevata professionalità e capacità operativa di tutti i dipendenti che operano nel settore quanto l'instaurazione di un elevato livello di cooperazione interistituzionale tra tutte le autonomie locali provinciali.

Particolarmente complesso è l'impegno relativo alla promozione delle **fonti rinnovabili**; al fine di definire le azioni più opportune da intraprendere la Provincia di Roma ha avviato la redazione del **Piano Energetico Provinciale** e ha finanziato progetti per l'installazione di impianti di produzione di acqua calda sanitaria in strutture pubbliche. Tra gli obiettivi programmatici di breve periodo in questo campo di intervento si collocano: la promozione delle fonti rinnovabili di energia, della efficienza energetica e della cultura energetica. Per ognuna di queste aree sono state individuate le azioni per le quali si prevede di attivare interventi di tipo diretto od indiretto miranti alla riduzione dei consumi ed al miglioramento delle condizioni ambientali di processo. Sono già state avviate iniziative volte alle attività di informazione e formazione, quali il sostegno alla organizzazione di corsi di aggiornamento e/o alla formazione professionale per tecnici comunali, alle attività di sensibilizzazione nei confronti dei cittadini nonché alla definizione di accordi volontari con gli istituti scolastici.

Grande rilievo istituzionale è occupato dal **sistema delle autorizzazioni ambientali** che in base alle vigenti norme ogni tipo di attività produttiva deve ottenere in materia di **emissioni in atmosfera, scarichi idrici, gestione dei rifiuti, costruzione ed esercizio di linee elettriche**. Si tratta della intensa, quotidiana gestione tecnico-amministrativa di numerosissime procedure nelle quali la Provincia interviene quale Autorità competente.

La Provincia inoltre riveste i compiti di **Autorità di Controllo** in numerosissime **materie ambientali**, funzioni quanto mai importanti anche alla luce della progressiva semplificazione delle procedure autorizzative che rende infatti ancor più essenziale la presenza di un efficiente ed efficace sistema dei controlli.

L' intensa attività del Dipartimento per la tutela ambientale è stata notevolmente rilanciata, rafforzata e sostenuta dalla centralità programmatica che la nuova coalizione che guida l'esecutivo ha conferito alla questione dello **sviluppo sostenibile del territorio provinciale di Roma Capitale**.

Bruno Panico  
DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO  
*SERVIZI DI TUTELA AMBIENTALE*

## *Introduzione*

Il Decreto Legislativo 16 marzo 1999 n. 79 (conosciuto come Decreto Bersani) ha introdotto il regime della concorrenza nelle fasi di produzione e vendita dell'energia elettrica in Italia. Il Decreto stabilisce che "a partire dal 1 gennaio 2003 a nessun soggetto è consentito produrre o importare, direttamente o indirettamente, più del 50% del totale dell'energia elettrica prodotta e importata in Italia".

Al fine di adempiere a tale disposizione ENEL SpA ha predisposto un piano per la cessione di alcuni impianti di produzione (per un totale non inferiore a 15.000 MW) attraverso la costituzione di tre società per azioni da collocare sul mercato. Al termine di tale operazione sul mercato dell'energia andranno ad operare una serie di produttori di energia concorrenziali tra di loro. E' nell'ambito di tale contesto che ENEL SpA decide di rendere competitivo l'impianto di produzione di energia elettrica, situato a nord di Civitavecchia e denominato Torrevaldaliga Nord.

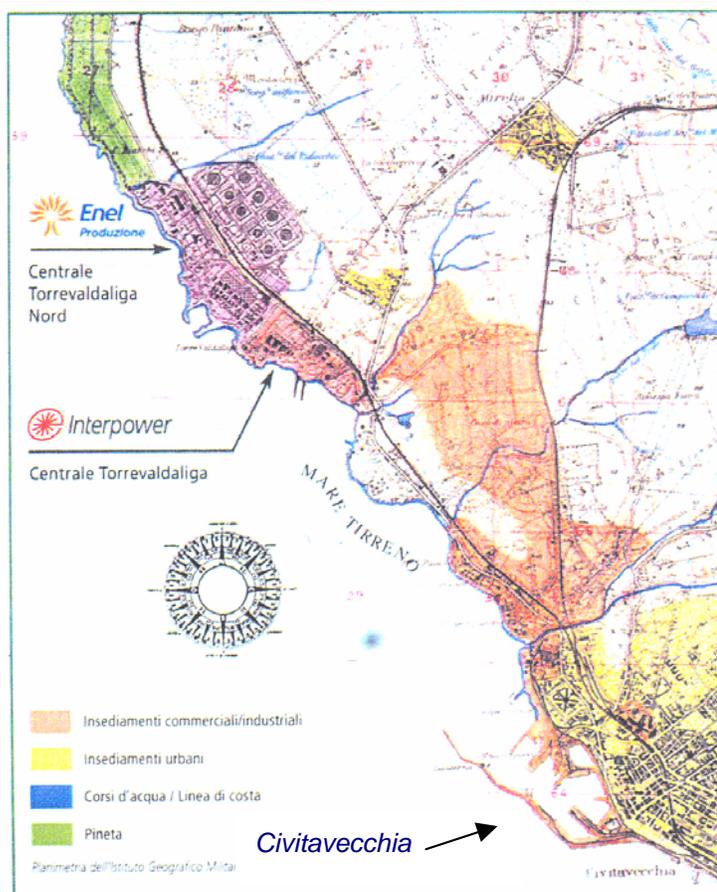
La scelta è di valersi di un combustibile meno costoso e più stabile nel prezzo (il carbone) a differenza del combustibile attualmente utilizzato, ovvero l'olio combustibile, meno competitivo e molto più instabile nel prezzo. Le zone di approvvigionamento del carbone sono: Sud Africa, Polonia, Venezuela, Colombia, Indonesia, Cina, Australia e Stati Uniti.

Secondo dati ENEL in Italia i contributi percentuali delle singole fonti energetiche sono i seguenti: Carbone 11% Olio 35% Gas 34% Rinnovabili 20%.

Sempre secondo ENEL la scelta del carbone si inserisce, quindi, anche in un programma di diversificazione delle fonti energetiche.

La centrale ENEL di Torrevaldaliga Nord attualmente è alimentata ad olio combustibile ed ha una potenza elettrica lorda di 2640 MW. E' composta da quattro gruppi da 660 MW alimentati con olio combustibile denso di tipo STZ (contenuto di zolfo inferiore a 0,24 %). I fumi sono convogliati attraverso un unico camino di altezza di 250 metri. E' situata a NW della città di Civitavecchia e ad E di Allumiere. Nella stessa area è situata la centrale di Torrevaldaliga Sud gestita da Interpower (autorizzata nel 2001 alla trasformazione a ciclo combinato – le centrali di tale tipo generano energia mediante una turbina a gas accoppiata ad un primo generatore elettrico; attraverso il riutilizzo dei gas di scarico di prima combustione si alimenta una caldaia a recupero che produce ulteriore vapore; il risultato è un maggiore rendimento termico - superiore al 55% - il termine dei lavori è previsto per il 2005)

Ad aprile del 2001 ENEL produzione S.p.A. ha dato avvio allo studio di impatto ambientale relativo al progetto di conversione a carbone della centrale ed ha chiesto l'attivazione della procedura di VIA da parte del Ministero Ambiente. La competenza autorizzativa unica spetta, ai sensi della legge 55/02, al Ministero delle Attività Produttive che, a conclusione di un lungo iter procedurale ha rilasciato a dicembre 2003 l'autorizzazione alla costruzione ed esercizio della esistente centrale nella configurazione alimentata a carbone, costituita da tre sezioni della potenza elettrica complessiva di circa 1980 MW.



Il Lazio risulta la seconda regione, dopo la Lombardia, per la quantità di energia elettrica destinata al consumo (11,82% del totale nazionale), con 31.125,5 GWh (di cui 1.88,7 idroelettrico, 30.037,3 termoelettrico e 2,3 geotermico) e come potenza efficiente netta degli impianti di generazione presenti sul territorio, con 8.354,4 MW (dati ENEL)

Alla luce di quanto esposto si può certamente affermare che la decisione di riconversione dell'impianto è stata una scelta aziendale strettamente legata alle esigenze del mercato, alla minimizzazione e competitività dei costi.

ENEL, ovviamente, ha assicurato l'utilizzo delle migliori tecnologie per l'abbattimento delle emissioni con ampie garanzie di rispetto delle normative ambientali.

Tali garanzie non sono state considerate valide e rassicuranti da molti dei Comuni limitrofi a Civitavecchia e da una grossa fetta di popolazione ivi residente.

All'indomani dell'annuncio da parte di ENEL si sono immediatamente costituiti comitati ed associazioni contro la scelta di riconversione. Alcuni comuni dell'area hanno presentato ricorsi al TAR e alla magistratura civile per contrastare una scelta ritenuta pericolosa a causa del potenziale maggiore impatto ambientale determinato dalla riconversione in quanto la combustione del carbone fa presupporre la presenza in atmosfera di un maggior numero di sostanze inquinanti rispetto all'olio combustibile così come il deposito, il trasporto, lo stoccaggio, il carico e scarico di tale materiale potrebbe determinare un maggiore impatto sull'ambiente rispetto al combustibile attualmente utilizzato.

La Provincia di Roma, quale ente sovracomunale dotato di competenze in materia di controllo della qualità dell'aria è stata sollecitata dalle forze politiche e sociali presenti nel territorio ad intervenire sull'argomento al fine di svolgere un ruolo di vigilanza e che rassicuri la cittadinanza e verifichi la congruità delle iniziative prese a livello governativo.

Al Servizio Tutela Aria ed Energia del Dipartimento Tutela Ambientale è stato affidato il compito di portare avanti un programma di interventi che attraverso il monitoraggio della qualità dell'aria renda visibile sul territorio interessato la presenza dell'ente locale e realizzi una costante attività di controllo e verifica della situazione ambientale in conformità alla normativa vigente.

E' stato, quindi, predisposto un programma di monitoraggio della qualità dell'aria che consentirà di tenere "sotto osservazione" la zona interessata alla conversione della centrale, consenta di valutare la situazione attuale e di prevedere possibili scenari futuri.

Lo studio inoltre consentirà di verificare la rispondenza dei dati forniti da ENEL Produzione sulle emissioni in atmosfera, studiare la ricaduta degli inquinanti e suggerire eventuali modifiche all'impianto, nel caso in cui il progetto di riconversione venga effettivamente realizzato.

Lo studio prevede tre fasi di monitoraggio:

- La prima, oggetto di questa relazione, con la centrale alimentata a olio combustibile;
- La seconda durante il periodo in cui la centrale sarà ferma per i lavori della riconversione;
- La terza con la centrale alimentata a carbone.

Per ogni fase dello studio si prevede un periodo di monitoraggio di un anno.

Gli obiettivi di quest'indagine possono essere riassunti nei seguenti punti essenziali:

- Verifica del rispetto dei limiti dei vari inquinanti previsti dalla normativa vigente;
- Individuazione dei contributi delle varie sorgenti di inquinanti presenti nel territorio ed in particolare di quello da attribuire alla centrale dopo la riconversione;
- Valutazione dei fenomeni di inquinamento di origine secondaria quali ad esempio episodi di smog fotochimico e/o di trasporto.

Le campagne di monitoraggio sono state effettuate con due Unità Mobili in dotazione al Servizio "Tutela Aria ed Energia " del Dipartimento Servizi di Tutela Ambientale della Provincia di Roma.

In questa relazione sono riportati e discussi i dati di Biossido di Zolfo, Ossidi di Azoto, Monossido di Carbonio, Ozono, Benzene, PM10 e PM2,5 raccolti nelle aree urbane di Civitavecchia e di Allumiere nel periodo 1 marzo 2003 - 29 febbraio 2004. I valori di concentrazione dei vari inquinanti sono stati elaborati al fine di verificare il rispetto dei limiti previsti dalla normativa vigente. Un'analisi dell'evoluzione spazio - temporale degli inquinanti in funzione dei parametri meteorologici è stata effettuata per individuare le diverse fonti di emissione e fenomeni di trasporto e di formazione di inquinanti secondari.

## 1. Inventario delle emissioni

Nella Tabella I sono riportati i dati delle emissioni relativi al 1998 per gli inquinanti  $SO_2$ ,  $NO_x$ , CO, PM e COV ottenuti mediante il metodo CORINAIR<sup>1</sup> per il Comune di Civitavecchia effettuato dalla Provincia di Roma.

Tabella I - Emissioni stimate per il Comune di Civitavecchia (tonn /anno)

SORGENTI	$SO_2$	$NO_x$	CO	PM	COV
Diffuse *	66,2	650,4	3834,3	93,3	1330,3
Lineari	449,3	905,5	2865,0	73,2	609,8
lineari per linea/nodo	7,3	273,5	442,2	84,2	53,7
area portuale	441,2	592,8	2194,9	23,4	512,5
centrale TVN	8491,0	4049,0	956,0	14,3	753,7

\* traffico cittadino + riscaldamento domestico.

<sup>1</sup> CoorDination-Information-AIR (project EC, DGXI, 5.8.1988)

Da un esame della tabella si evidenzia che le principali sorgenti sono:

- Traffico autoveicolare
- Traffico navale
- Attività industriale

La stima delle emissioni da traffico autoveicolare tiene conto dei flussi in ingresso ed in uscita dalle tre direttrici principali della Città (S.Severa-Civitavecchia Sud; Civ.Sud-Civ.Nord; Civ.Nord-S.S.1). Il riscaldamento domestico è una sorgente di emissione limitatamente alla stagione fredda ed il suo contributo deriva soprattutto dalla combustione di gas naturale. Il traffico navale è un'importante fonte di inquinamento in continua espansione sia come incremento del tonnellaggio delle merci che come intensità di transito da traffico croceristico. La principale sorgente industriale riguarda la centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord, poiché quella di Torrevaldaliga Sud ha una produzione ridotta ed il cementificio Italcementi non è in funzione già da qualche anno.

## *2. Caratterizzazione meteorologica dell'Area*

Poiché i livelli di concentrazione dell'inquinamento in un determinato territorio, oltre che dai flussi emissivi, sono influenzati dalla variabilità meteorologica si è ritenuto importante valutare due importanti fattori che forniscono informazioni circa il grado di diffusività atmosferica nel territorio di Civitavecchia.

I due fattori meteorologici presi in esame sono:

- il vento orizzontale (velocità e direzione), generato in seguito all'instaurarsi di differenze di pressione e modificato dal contributo delle forze d'attrito del terreno e da effetti meteorologici locali come nel nostro caso da brezza marina;

- la stabilità atmosferica, che è un indicatore della turbolenza atmosferica alla quale si deve il rimescolamento dell'aria e quindi il processo di diluizione degli inquinanti.

Nella tabella I sono riassunti le frequenze delle velocità del vento in funzione delle direzioni e gli intervalli della velocità forniti dall'Enel.

Tabella I - Frequenze % delle direzioni del vento e intervallo della velocità in m/s

DIREZIONE	FREQUENZA IN PERCENTUALE	VELOCITA' MEDIA	VELOCITA' MASSIMA
N	5	3,3	9,51
NE	21	0,55	13,07
E	5	2,37	11,37
SE	17	4,0	12,16
S	32	3,32	14,27
SO	3	2,72	1,06
O	8	2,7	8,82
NO	9	2,77	9,9

Tali dati sono stati rilevati ad un'altezza di 100 m cioè al di sopra di qualsiasi ostacolo, e sono significativi per valutare la presenza di fenomeni di trasporto. Essi evidenziano che i venti prevalenti che spirano su Civitavecchia provengono dal settore S-SE, mentre i venti provenienti dal settore N-NW sono poco frequenti. Sono stati inoltre rilevati i dati dalle centraline delle due Unità Mobili, ad una altezza di circa 4 mt dal suolo, ed utilizzati ai fini della interpretazione degli andamenti giornalieri dei vari inquinanti.

Nel presente lavoro la stabilità atmosferica è stata suddivisa secondo i criteri di Pasquill in sei classi, più la nebbia che è stata considerata una categoria a parte, indicate con le lettere A, B, C, D, E, F+G ed elaborato attraverso opportuni algoritmi di

calcolo sulla base dell'intensità del vento, della radiazione solare e della copertura nuvolosa. Da una elaborazione statistica, effettuata dall'Enel e dall'Aeronautica Militare, su dati meteorologici rilevati nel periodo 1951-1991 in 185 stazioni dislocate nelle diverse Regioni italiane, si è ricavata la distribuzione annuale delle frequenze relative delle classi di stabilità del territorio di Civitavecchia riportate nella tabella II. L'estensione temporale del periodo in cui sono stati presi i dati è significativo dal punto di vista statistico anche se risale a più di 10 anni fa.

Tabella II- Distribuzione annuale delle frequenze relative delle classi di stabilità

CLASSE DI STABILITA'	%	CONDIZIONI ATMOSFERICHE
A	3,86	Situazione estremamente instabile
B	11,32	Situazione moderatamente instabile
C	7,85	Situazione debolmente instabile
D	46,90	Situazione neutra adiabatica
E	9,94	Situazione debolmente stabile
F+G	19,96	Situazione molto stabile
Nebbia	0,16	

Da questi dati è stato calcolato un indice di stabilità atmosferica secondo la seguente equazione:

$$I_s = \frac{\%D + \%E + \%(F+G)}{\%A + \%B + \%C + \%D + \%E + \%(F+G)} = 56,86\%$$

Il valore dell'indice ottenuto indica che il territorio di Civitavecchia ha una classe di stabilità media per cui sono abbastanza frequenti le condizioni che favoriscono la

diluizione degli inquinanti. E' altresì da tener presente che Civitavecchia è influenzata dal fenomeno della brezza marina che a partire dalla tarda mattinata crea un rimescolamento dell'aria e di conseguenza una dispersione degli inquinanti che è particolarmente significativa anche in condizioni di alta pressione e calma di vento su scala sinottica.

### *3. Piano dell'indagine*

I punti di rilevamento sono stati scelti tenendo conto delle principali sorgenti di emissione, delle indicazioni della modellistica matematica delle ricadute già esistente, della densità della popolazione e degli aspetti logistici. Un'unità mobile è stata installata nel centro della Città (Via Roma), in modo fisso, mentre la seconda è stata dislocata nelle aree periferiche di San Gordiano e di Fiumaretta e nel Comune di Allumiere.

La postazione di Via Roma è caratterizzata da alta densità abitativa e traffico autoveicolare intenso. La zona di San Gordiano è prevalentemente residenziale, posta a sud della città. La località di Fiumaretta, nei pressi di una centrale dimessa è situata in prossimità dell'area portuale e a SE della centrale TVN. Nei pressi dell'area sono presenti alcuni depositi di prodotti petroliferi. La strada più vicina è una tangenziale sopraelevata caratterizzata da uno scorrimento veloce di veicoli. Tale postazione risulterà quindi influenzata dalle emissioni provenienti dall'area portuale e da quelle della centrale. Il Comune di Allumiere è stato scelto in quanto si trova ad E della centrale sui monti della Tolfa a circa 500 m sul livello del mare. Tale postazione è di interesse per la valutazione di eventuali fenomeni di trasporto degli inquinanti. Con la prima Unità Mobile vengono monitorati i seguenti inquinanti:

- Biossido di zolfo
- Monossido di azoto
- Biossido di azoto
- Monossido di carbonio
- Ozono
- Benzene
- Toluene
- PM10

Con la seconda Unità Mobile sono rilevati i seguenti parametri:

- Biossido di zolfo
- Monossido di azoto
- Biossido di azoto
- Monossido di carbonio
- Benzene
- Ozono
- PM2,5

ed inoltre vengono misurati i seguenti parametri meteorologici: temperatura, pressione, umidità relativa, direzione e velocità del vento e pioggia.

Per la postazione di Via Roma è stato effettuato un periodo di campionamento di un anno, mentre nelle altre tre postazioni i tempi di campionamento sono stati di circa un mese e mezzo sia nella stagione invernale sia in quell'estiva.

#### *4. Normativa sull'inquinamento atmosferico*

Il Decreto Legislativo del 2 aprile 2002 n° 60, di recepimento della Direttiva 96/62/CE del Consiglio in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente, stabilisce per il biossido di zolfo, biossido di azoto, materiale particolato, benzene e monossido di carbonio, i valori limite, le soglie di allarme, il margine di

tolleranza, le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo ed il termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto.

Nelle Tabelle III e IV sono stati sintetizzati i periodi di mediazione, i valori limite per i vari inquinanti e il numero dei superamenti consentiti in un anno.

Tabella III - Valori limite previsti per l'anno 2003 e per il 2005 o 2010

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORI LIMITE ANNI 2005 o 2010	MARGINE DI TOLLERANZA	VALORI LIMITE ANNO 2003	NUMERO MASSIMO DI SUPERAMENTI PREVISTI PER ANNO CIVILE
SO <sub>2</sub>	1 ora	350 µg/m <sup>3</sup>	150 µg/m <sup>3</sup> . Tale valore è ridotto il 1 gennaio 2001 e, successivamente, ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1 gennaio 2005.	410 µg/m <sup>3</sup>	24
	24 ore	125 µg/m <sup>3</sup>	nessuno	125 µg/m <sup>3</sup>	3
NO <sub>2</sub>	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup> . Tale valore è ridotto il 1 gennaio 2001 e, successivamente, ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1 gennaio 2010.	270 µg/m <sup>3</sup>	18
	1 anno	40 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup> . Tale valore è ridotto il 1 gennaio 2001 e, successivamente, ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1 gennaio 2010.	54 µg/m <sup>3</sup>	
PM10	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup>	25 µg/m <sup>3</sup> . Tale valore è ridotto il 1 gennaio 2001 e, successivamente, ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1 gennaio 2005.	60 µg/m <sup>3</sup>	35
	1 anno	40 µg/m <sup>3</sup>	8 µg/m <sup>3</sup> . Tale valore è ridotto il 1 gennaio 2001 e, successivamente, ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1 gennaio 2005.	43,2 µg/m <sup>3</sup>	
Benzene	1 anno	5 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup> . Tale valore è ridotto il 1 gennaio 2006 e, successivamente, ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1 gennaio 2010	10 µg/m <sup>3</sup>	
CO	media mobile massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	6 mg/m <sup>3</sup> . Tale valore è ridotto il 1 gennaio 2003 e, successivamente, ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1 gennaio 2005	14 mg/m <sup>3</sup>	

Tabella IV - valori limite per O<sub>3</sub> secondo il D.M. 16 maggio 1996

DESCRIZIONE DEL LIMITE	VALORE LIMITE	NOTE
Valore limite sulle 8 ore per la protezione della salute	110 µg/m <sup>3</sup>	La media "mobile trascinata" è calcolata ogni ora sulla base degli 8 valori orari.
Valore limite orario	180 µg/m <sup>3</sup>	Livello di attenzione o di informazione alla popolazione
Valore limite orario	360 µg/m <sup>3</sup>	Livello di allarme

## 5. Risultati e discussione

### Area urbana di Civitavecchia

Nelle tabelle V-X vengono riportati i dati di un anno di misura di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, Benzene, PM10 e O<sub>3</sub> dell'area urbana di Civitavecchia e le verifiche del rispetto dei limiti previsti dalla normativa per il 2003 riportati in tabella III. Tali limiti sono stati calcolati tenendo conto del margine di tolleranza consentito, riguardano la protezione della salute umana e prevedono tempi di mediazione di 1 ora, di 24 ore e 1 anno civile.

**SO<sub>2</sub>** - I dati annuali riportati in tabella V mostrano che il limite orario e quello giornaliero previsti dalla normativa per il 2003 non sono mai stati superati e che il 78% dei valori varia tra 5 e 30 µg/m<sup>3</sup> e solo l'1,2% supera 30 µg/m<sup>3</sup> con un massimo di 180,6 µg/m<sup>3</sup>. La rappresentazione di tutte le concentrazioni medie orarie dell' SO<sub>2</sub> misurate nel centro della città, riportata nella figura 1, non evidenzia un' andamento stagionale, ma presenta sporadici valori molto più elevati rispetto a quelli normalmente rilevati che fanno supporre l'influenza di una fonte di emissione diversa da quella abituale. Allo scopo di individuare questa fonte di emissione nella figura 2 viene riportato un esempio di questi episodi acuti e

confrontato con gli andamenti del CO, considerato indice specifico del traffico autoveicolare, e della velocità del vento, parametro fondamentale per avere informazioni sul rimescolamento dell'aria. Nei primi due giorni gli andamenti temporali di SO<sub>2</sub> e CO sono abbastanza in accordo, ma con valori di concentrazione dell' SO<sub>2</sub> molto più bassi rispetto a quelli del CO, mentre nel terzo giorno i due andamenti si discostano nettamente; l' SO<sub>2</sub> subisce un rapido aumento con un massimo di 42 µg/m<sup>3</sup> ed il CO diminuisce in seguito ad un aumento della velocità del vento. Questo comportamento dei due inquinanti sta ad indicare che nei primi due giorni essi vengono emessi dalla stessa sorgente e cioè dal traffico autoveicolare, mentre nel terzo giorno per l'SO<sub>2</sub> prevale l'influenza di una sorgente diversa con differenti caratteristiche. Dall'esame della direzione del vento nei tre giorni si è visto che il terzo giorno nelle due-tre ore precedenti l'evento descritto la direzione del vento era di provenienza NW e la velocità compresa tra 0,5 e 1,5 m/s. Poiché la centrale di Torrevaldaliga Nord è situata in direzione NW rispetto alla città ed ad una distanza di circa 5 Km l'episodio può essere attribuito a questa fonte di emissione in seguito ad un lento fenomeno di trasporto.

Nella figura 3 vengono confrontati gli andamenti delle concentrazioni di SO<sub>2</sub> misurati nel centro e nell'area periferica di Fiumaretta relativi ad un periodo di 15 giorni in cui si sono verificati un certo numero di episodi acuti come quello già descritto. I livelli di SO<sub>2</sub> nell'area periferica sono normalmente più bassi di quelli del centro per il minore flusso autoveicolare, mentre gli episodi acuti sono comparabili e, in molti casi, più consistenti per la minore distanza dell'area periferica rispetto alla centrale.

E' infine da rilevare che gli episodi definiti acuti in un anno di misure non hanno mai superato il limite orario, ma sono stati uno strumento di indagine importante per lo studio dell'inquinamento atmosferico dell'area urbana di

Civitavecchia, molto complessa per la presenza di un'elevata intensità di traffico e di grossi impianti industriali.

**NO<sub>2</sub>** - I dati annuali di NO<sub>2</sub> riportati nella tabella VI mostrano che il limite orario e quello annuale previsti dalla normativa per il 2003 non sono mai stati superati e che l'86% dei valori è compreso tra 10 e 100 µg/m<sup>3</sup> e solo il 5,3% supera 100 µg/m<sup>3</sup> con un massimo di 188,5 µg/m<sup>3</sup>. E' da rilevare, comunque con preoccupazione che la media annuale di 46,5 µg/m<sup>3</sup> è superiore al limite di 40 µg/m<sup>3</sup> che entrerà in vigore nel 2010.

Tutti i valori delle concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> misurate nel centro sono riportate in figura 4 e mostrano una notevole fluttuazione tra valori minimi e massimi per la presenza contemporanea di processi di formazione e di rimozione dell'inquinante.

Nella figura 5 sono riportati gli andamenti delle concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> e della velocità del vento relativi ad un periodo di 15 giorni: nei giorni 3,4 e 5 in condizioni fortemente avverse i livelli di NO<sub>2</sub> sono molto bassi in quanto l'atmosfera risulta ben rimescolata e negli altri giorni in corrispondenza di bassa velocità del vento si verifica un aumento delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> avente il seguente profilo: un picco massimo intorno alle 10 a.m., un minimo relativo nel pomeriggio ed un massimo nel tardo pomeriggio.

Nelle figure 6 e 7 sono confrontati gli andamenti delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> del centro con quelle delle due aree periferiche di S.Gordiano e Fiumaretta dalle quali si rileva il loro buon accordo temporale e le notevoli differenze quantitative a causa delle diverse intensità di traffico tra l'area del centro e quelle periferiche.

Per poter ancor meglio interpretare il comportamento del Biossido di Azoto è di fondamentale importanza un'analisi congiunta con l'Ozono essendo entrambi principali prodotti e precursori dello smog fotochimico.

**CO** - I dati annuali riportati nella tabella VII mostrano che il valore massimo della media giornaliera su 8 ore non ha superato il limite per il 2003 e che il 52,5% dei valori delle concentrazioni medie orarie è compreso tra 1 e 3 mg/m<sup>3</sup> e solo il 6,1% è superiore a 3 mg/m<sup>3</sup> con un massimo di 12,3 mg/m<sup>3</sup>. Nella figura 8 sono indicati tutti i valori delle concentrazioni medie orarie di CO misurate nell'anno nel centro che presentano un andamento stagionale ben evidente: valori di concentrazione più elevati nei mesi invernali rispetto a quelli estivi. Questo comportamento dipende dal fatto che il CO, essendo un inquinante primario poco reattivo, viene a dipendere esclusivamente dalla quantità di inquinanti emessa direttamente dalla sorgente e dalla capacità dispersiva dell'atmosfera. Nel periodo invernale gli eventi di inquinamento primario raggiungono in genere l'intensità massima; in questo periodo infatti la durata dell'irraggiamento solare è minima ed il rimescolamento atmosferico diurno dovuto ai moti convettivi si instaura nella tarda mattinata per diminuire sensibilmente nelle prime ore del pomeriggio. Nei mesi estivi invece la durata dell'irraggiamento solare è massima e il rimescolamento convettivo diurno si instaura nelle prime ore del mattino e perdura fino a pomeriggio inoltrato.

Nella figura 9 è riportato l'andamento giornaliero delle concentrazioni medie orarie di CO di 15 giorni unitamente a quello della velocità del vento in cui si evidenzia che il CO è soprattutto dipendente dalla velocità del vento e la presenza del doppio picco giornaliero è strettamente connesso alla modulazione dello strato di rimescolamento.

Nelle figure 10 e 11 vengono infine comparati gli andamenti di CO misurati nel centro con quelli rilevati nelle due aree periferiche di S. Gordiano e Fiumaretta: gli andamenti temporali sono simili, ma notevoli sono le differenze di concentrazione tra il centro e le periferie da attribuire ovviamente alle diverse intensità della stessa sorgente di emissione.

**Benzene** - I dati annuali del benzene riportati nella tabella X mostrano che il valore medio annuale non ha superato il limite previsto per il 2003 mentre il 43,3% dei valori delle concentrazioni medie giornaliere è superiore a  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  con un massimo di  $49,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . E' senz'altro motivo di preoccupazione il fatto che il 43,3 % dei valori delle concentrazioni orarie è superiore al limite di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  previsto per il 2010 e tale preoccupazione diventa ancora maggiore se si pensa alle proprietà carcinogeniche del composto accertate sull'uomo.

La figura 12 riporta tutti i valori delle concentrazioni medie orarie del benzene del centro città relative all'intero anno; anche in questo caso, come per il CO i valori più elevati si riscontrano nei mesi invernali. Essendo anch'esso un inquinante primario poco reattivo le cause di questo diverso comportamento tra i mesi estivi e quelli invernali sono le stesse di quelle analizzate per il CO. L'andamento temporale delle concentrazioni del benzene e quello della velocità del vento riportati in figura 13, confermano con chiarezza quanto sia condizionante il parametro meteorologico sulla modulazione giornaliera dell'inquinante.

Nelle figure 14 e 15 vengono confrontati gli andamenti del benzene con quelli del toluene e del CO: in entrambi i casi si può parlare di una sovrapposizione temporale e questa costanza dei rapporti benzene/toluene e benzene/CO dimostra con chiarezza che il traffico autoveicolare è l'unica sorgente emissiva per i tre inquinanti. Nella figura 16 viene confrontato direttamente l'andamento temporale del benzene con l'intensità del traffico che dimostrano il buon accordo e confermano quanto sopra detto. Nelle figure 17 e 18 vengono infine mostrati gli andamenti delle concentrazioni orarie di benzene misurate nel centro con quelli rilevati nelle due aree periferiche di S.Gordiano e Fiumaretta. Gli andamenti temporali anche in questi casi sono simili con livelli di concentrazione notevolmente differenti per la diversa intensità del traffico.

**PM10** - I dati annuali delle concentrazioni medie giornaliere riportate in tabella IX mostrano che il limite giornaliero è stato superato 28 giorni su 35 consentiti e che il valore medio annuale è poco al di sotto del limite e va considerato che il numero dei giorni monitorati corrisponde all'80% delle misure di un anno. Il 76,15 % dei valori è compreso tra 10 e 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ed il 22,1% è superiore a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con un massimo di 96,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nella figura 19 vengono riportati i valori delle concentrazioni giornaliere di PM10 misurate nell'anno nel centro che mostrano una leggera variabilità stagionale con i valori più elevati nel periodo invernale.

La figura 20 riporta le concentrazioni medie giornaliere relative a 15 giorni che non evidenziano un'accentuata variabilità temporale. Nelle figure 21 e 22 vengono riportati gli andamenti delle concentrazioni biorarie di particolato ultrafine PM2,5 misurate nelle aree periferiche di S. Gordiano e Fiumaretta. I valori di concentrazione variano da 10 a 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con massimi di 50- 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ed i profili giornalieri presentano una modulazione che non può essere ricondotta solo ad un'emissione primaria. Ciò fa supporre che una porzione importante di PM2,5 presente nelle aree periferiche sia di origine secondaria.

**Ozono** - I dati annuali di O<sub>3</sub> riportati in tabella X mostrano che il limite orario di attenzione è stato superato una sola volta e che l'82,2% dei valori è compreso tra 10 e 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e solo il 5,5% supera 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Da un esame globale dei dati di O<sub>3</sub> riportati in figura 23 si evince che i valori più elevati si riscontrano, come previsto, nel periodo estivo e, per la variabilità delle condizioni meteorologiche normalmente presenti, non sono stati verificati episodi intensi e prolungati di smog fotochimica.

L'andamento giornaliero delle concentrazioni orarie di O<sub>3</sub> riportato in figura 24 misurate in un periodo caratterizzato da avvezione non mostra valori di O<sub>3</sub>

elevati e ciò è da attribuire alla prevalenza della reazione di titolazione dell' NO con O<sub>3</sub> ( $\text{NO} + \text{O}_3 = \text{NO}_2 + \text{O}$ ) ed all'assenza o alla poca rilevanza dei processi radicalici.

L'andamento giornaliero di O<sub>3</sub> riportato in figura 25 durante un periodo caratterizzato da alta pressione su scala sinottica, stabilità notturna e rimescolamento convettivo diurno mostra concentrazioni più elevate di O<sub>3</sub> fino ad un valore di 165 µg/m<sup>3</sup>. La figura 26 confronta gli andamenti giornalieri delle concentrazioni orarie di O<sub>3</sub> misurate nel centro e nell'area periferica di Fiumaretta: i profili temporali sono in buon accordo mentre i valori di O<sub>3</sub> del centro città sono inferiori rispetto a quelli della periferia per la emissione continua di NO che tende a reagire con l'ozono.

### Allumiere

Nell'ambito del programma della Provincia di Roma sulla valutazione dell'impatto ambientale della prevista riconversione della centrale di Torrevaldaliga Nord è stata effettuata una campagna di monitoraggio nel Comune di Allumiere che è situato in direzione N-E rispetto a Civitavecchia ed all'impianto.

L'indagine è stata condotta con la seconda unità mobile nel periodo 1.10/15.12 2003.

Nella figura 27 è mostrato l'andamento giornaliero di SO<sub>2</sub> relativo ad un periodo di 15 giorni in cui si evidenziano picchi di SO<sub>2</sub> che si differenziano dai livelli normalmente misurati e che possono essere attribuiti a fenomeni di trasporto. Nelle figure 28, 29 e 30 sono confrontati gli andamenti giornalieri di NO<sub>2</sub>, CO e Benzene misurati ad Allumiere con quelli del centro di Civitavecchia: gli andamenti temporali sono in buon accordo, ma i livelli di concentrazione sono notevolmente più bassi, in particolar modo per i picchi delle prime ore del mattino. Questo confronto, oltre alla notevole differenza di flussi emissivi nelle

due località, evidenzia che gli NO<sub>x</sub>, il CO ed il Benzene provengono normalmente dal ridotto traffico locale.

Nella figura 31 è riportato l'andamento giornaliero dell'ozono relativo ad un periodo di 15 giorni: i valori diurni e notturni costanti per l'intero periodo possono essere considerati il fondo naturale di Ozono e testimoniano l'assenza di processi ossidativi ed il persistente rimescolamento dell'atmosfera.

Nelle figure 32 e 33 sono riportati gli andamenti giornalieri delle concentrazioni biorarie di PM<sub>2,5</sub> relative ad un periodo autunnale ed ad uno invernale. Nel periodo autunnale i valori sono compresi mediamente tra 5 e 20 µg/m<sup>3</sup> mentre nel periodo invernale tra 20 e 60 µg/m<sup>3</sup> con massimi intorno ai 100 µg/m<sup>3</sup>.

I valori di concentrazione di PM<sub>2,5</sub> misurati ad Allumiere nel periodo invernale sono comparabili con quelli che vengono rilevati nei grossi centri urbani.

Nel nostro caso è da supporre che il PM<sub>2,5</sub> non sia di origine primaria per la ridotta intensità del traffico, ma di origine secondaria. Gli inquinanti primari maggiormente responsabili della formazione di particolato secondario sono gli ossidi di azoto e il biossido di zolfo che danno luogo alla formazione di nitrati e solfati. La formazione di questi composti è piuttosto lenta ed è più consistente in zone relativamente distanti dalle sorgenti di inquinanti precursori. Il meccanismo di formazione varia dall'inverno all'estate: nella stagione fredda prevale la trasformazione dei precursori in fase acquosa, mentre in quella calda il processo è prevalentemente in fase gassosa. Questi differenti meccanismi giustificano i valori più elevati nel periodo invernale che potrebbero essere attribuiti alla centrale di Torrevaldaliga Nord sia per la distanza rispetto ad Allumiere sia per la presenza della brezza marina che a partire dalla tarda mattinata crea un rimescolamento dell'aria ed una diffusione degli inquinanti verso terra. La figura 34 riporta gli andamenti del PM<sub>2,5</sub> e della velocità del vento relativi all'intero periodo: non esiste una stretta dipendenza tra i due andamenti e le

concentrazioni di polveri nel periodo invernale si mantengono sempre su valori elevati pur in condizioni meteorologiche sfavorevoli.

## *6. Conclusioni*

I risultati di questo studio hanno evidenziato che l'inquinamento atmosferico di Civitavecchia è dovuto soprattutto all'intenso traffico autoveicolare, mentre ad Allumiere l'inquinamento particolato ultrafine riscontrato è attribuibile alle emissioni provenienti dalla centrale di Torrevaldaliga Nord.

I livelli di inquinamento di  $\text{NO}_2$  e benzene, misurati nel centro città, sono risultati inferiori ai limiti attuali, ma superiori a quelli previsti per il 2010, mentre per il particolato fine ( $\text{PM}_{10}$ ) il numero dei superamenti del valore limite è stato superiore a quello consentito.

La presenza della brezza di mare che, a partire dalla tarda mattinata, determina il rimescolamento dell'aria, non favorisce la formazione di episodi acuti di ozono. Un confronto tra i dati di inquinamento misurati contemporaneamente nel centro città e nelle aree periferiche di S. Gordiano e Fiumaretta ha evidenziato valori di inquinamento primario ( $\text{CO}$  e benzene) molto più elevati nel centro rispetto alle periferie ed una omogeneità di inquinamento fotochimico di origine secondaria ( $\text{NO}_2 + \text{O}_3$ ) per tutta l'area urbana.

I livelli di  $\text{SO}_2$  sono notevolmente più bassi rispetto ai limiti della normativa per il ridotto contenuto di zolfo nel gasolio per diesel e per il sempre crescente impiego del metano nel riscaldamento delle abitazioni. Questo basso fondo ha consentito di rilevare frequenti picchi di  $\text{SO}_2$  provenienti dalla centrale di Torrevaldaliga Nord al verificarsi di determinate condizioni meteorologiche. Il Biossido di Zolfo può quindi fungere da indicatore per individuare fenomeni di

trasporto e per valutare l'impatto ambientale della centrale in vista della sua riconversione a carbone.

Da un esame globale dei dati si può affermare che Civitavecchia ha un livello di inquinamento da traffico autoveicolare e portuale piuttosto critico e che è costantemente sottoposta ad una minaccia di inquinamento potenziale proveniente dalla centrale che, al verificarsi di persistenti condizioni meteorologiche come quelle descritte, potrebbe tradursi in un reale rischio ambientale.

Il fenomeno di trasporto di particolato ultrafine di origine secondaria riscontrato ad Allumiere merita un approfondimento sia mediante l'analisi della composizione chimica del particolato stesso sia in funzione della meteorologia e valutato in altre aree circostanti anche a maggiore distanza dalla sorgente.

## Ringraziamenti

Si ringrazia per la collaborazione:

- la Soc. Bi-Lab di Civitavecchia diretta da Battaglini ed in particolare i sig. Tidei, Ranalli e Crispu per la gestione e l'assistenza tecnica alle due unità mobili;
- la dott.sa Cava del Servizio Tutela Aria ed Energia della Provincia di Roma per la raccolta ed analisi dei dati.

Tabella V

Dati riassuntivi dei SO<sub>2</sub> relativi al periodo marzo 03 febbraio 04

Dati totali validi (n°):	7860	90,1 %
Valore massimo (µg/m <sup>3</sup> ):	180,6	-
Valore minimo (µg/m <sup>3</sup> ):	1,1	-
Valore medio (µg/m <sup>3</sup> ):	7,1	-
Valori compresi tra 5 e 30 µg/m <sup>3</sup> (n°):	4377	55,7 %
Valori superiori a 30 µg/m <sup>3</sup> (n°):	96	1,2 %
<i>Superamenti limite orario di 410 µg/m<sup>3</sup> (n°):</i>	-	-
<i>Superamenti limite giornaliero di 125 µg/m<sup>3</sup> (n°):</i>	-	-

**Tabella VI**

**Dati riassuntivi dell' NO<sub>2</sub> relativi al periodo marzo 03 febbraio 04**

Dati totali validi (n°):	8458	97,0 %
Valore massimo (µg/m <sup>3</sup> ):	188,5	-
Valore minimo (µg/m <sup>3</sup> ):	1,1	-
Valore medio (µg/m <sup>3</sup> ):	46,5	-
Valori compresi tra 10 e 100 µg/m <sup>3</sup> (n°):	7266	85,9 %
Valori superiori a 100 µg/m <sup>3</sup> (n°):	447	5,3 %
<b>Superamenti limite orario di 270 µg/m<sup>3</sup> (n°):</b>	-	-
<b>Superamento limite annuale di 54 µg/m<sup>3</sup> (n°):</b>	-	-

**Tabella VII**

**Dati riassuntivi del CO relativi al periodo marzo 03 febbraio 04**

Dati totali validi (n°):	8500	97,5 %
Valore massimo (mg/m <sup>3</sup> ):	12,3	-
Valore minimo (mg/m <sup>3</sup> ):	0,1	-
Valore medio (mg/m <sup>3</sup> ):	1,43	-
Valore massimo media giornaliera su 8 ore (mg/m <sup>3</sup> ):	3,5	-
Valori compresi tra 1 e 3 mg/m <sup>3</sup> (n°):	4460	52,5 %
Valori superiori a 3 mg/m <sup>3</sup> (n°):	518	6,1 %
<b>Superamento limite della media massima giornaliera su 8 ore, 14 mg/m<sup>3</sup>:</b>	-	-

**Tabella VIII**

**Dati riassuntivi del BENZENE relativi al periodo marzo 03 febbraio 04**

Dati totali validi (n°):	7872	90,2 %
Valore massimo (µg/m <sup>3</sup> ):	49,5	-
Valore minimo (µg/m <sup>3</sup> ):	0,3	-
Valore medio (µg/m <sup>3</sup> ):	5,5	-
Valori compresi tra 3 e 5 µg/m <sup>3</sup> (n°):	2003	25,4 %
Valori superiori a 5 µg/m <sup>3</sup> (n°):	3405	43,3 %
<b>Superamento limite annuale di 10 µg/m<sup>3</sup> (n°):</b>	-	-

**Tabella IX**

**Dati riassuntivi del PM 10 relativi al periodo marzo 03 febbraio 04**

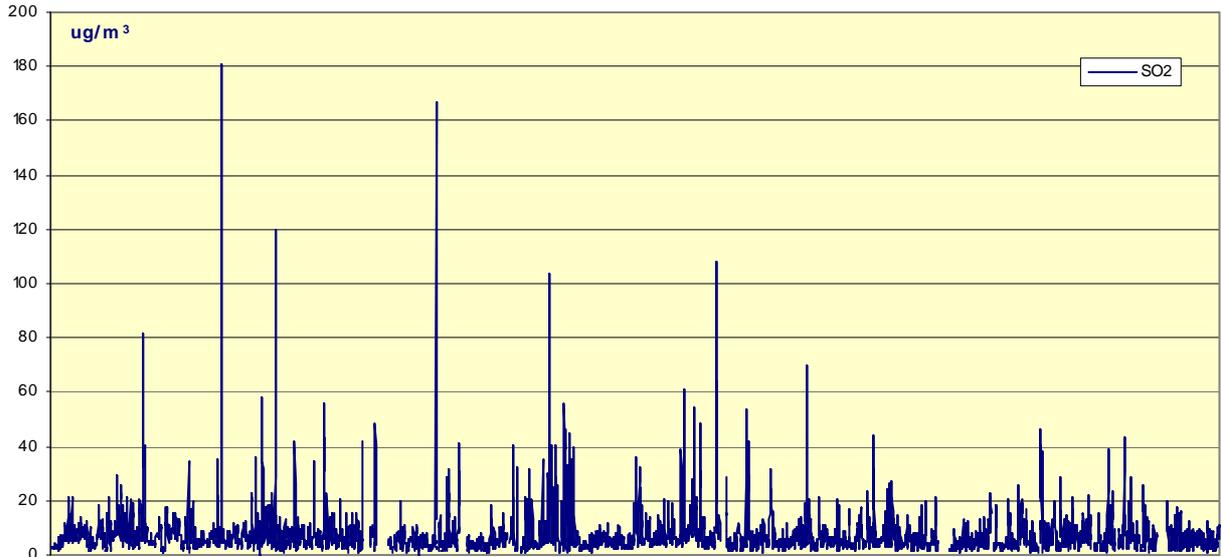
Dati totali validi (n°):	289	79,4%
Valore massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ):	96,7	-
Valore minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ):	5,0	-
Valore medio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ):	38,9	-
Valori compresi tra 10 e 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (n°):	220	76,1 %
Valori superiori a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (n°):	64	22,1 %
<b>Superamenti limite giornaliero di 60 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math> (n°):</b>	<b>28/35 consentiti</b>	<b>-</b>
<b>Superamento limite annuale di 43 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>:</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

**Tabella X**

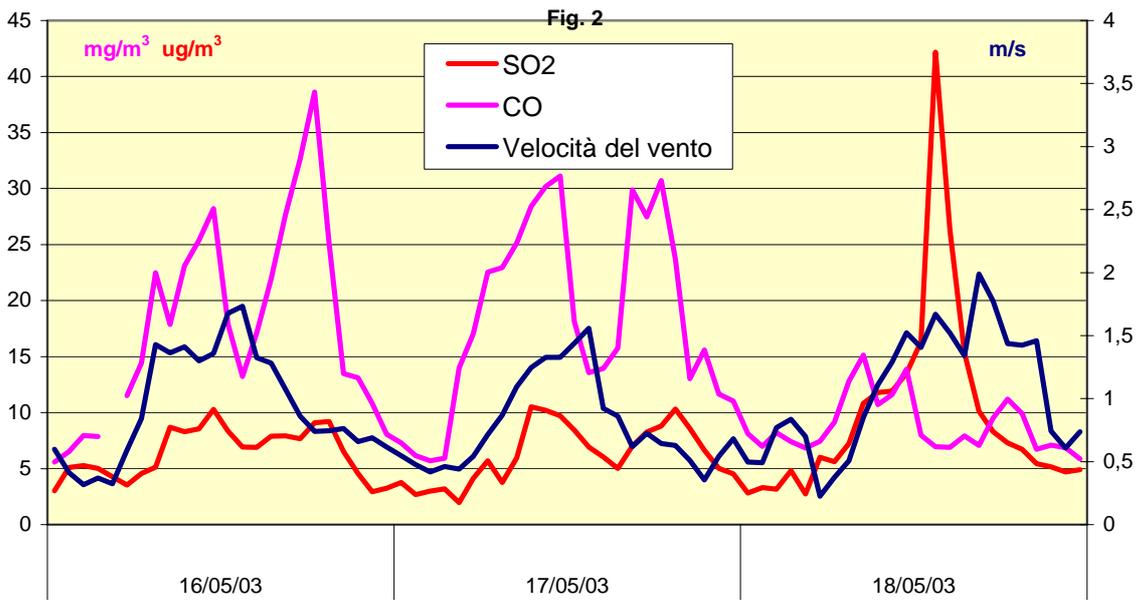
**Dati riassuntivi di O<sub>3</sub> relativi al periodo marzo 03 febbraio 04**

Dati totali validi (n°):	8142	93,3 %
Valore massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ):	189,5	-
Valore minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ):	1,7	-
Valore medio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ):	51,9	-
Valori da 10 a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (n°):	7266	82,2 %
Valori superiori a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (n°):	449	5,5 %
<b>Superamenti limite di 180 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math> (n°):</b>	<b>1</b>	<b>-</b>

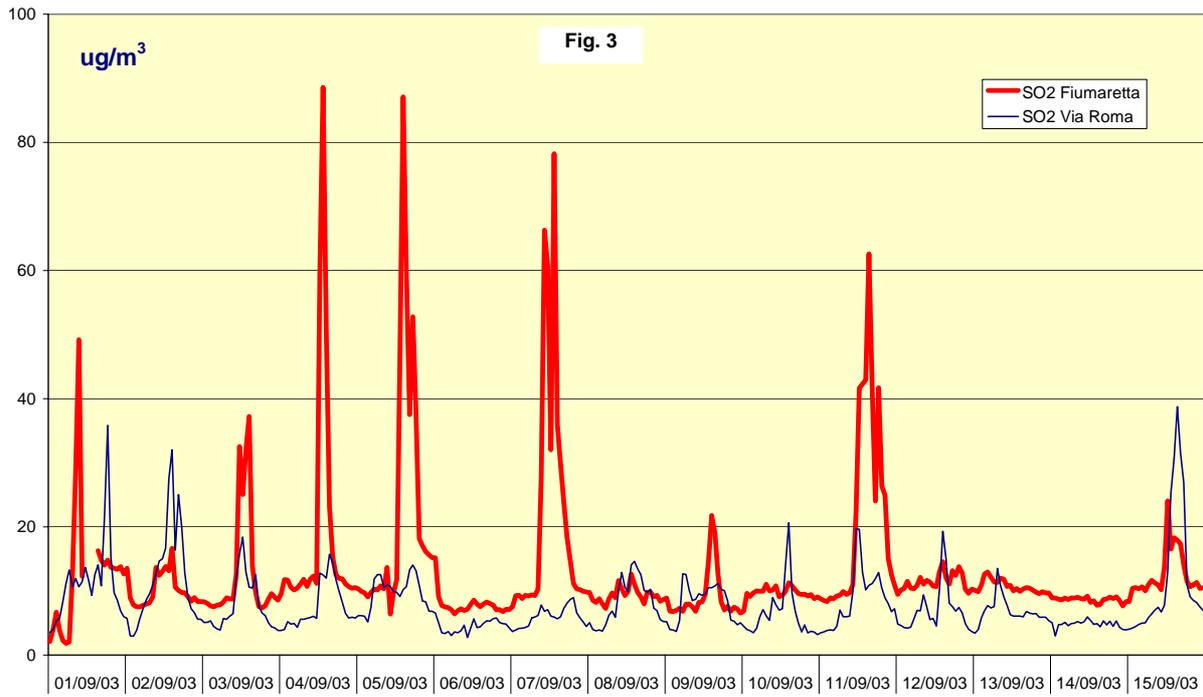
Fig. 1



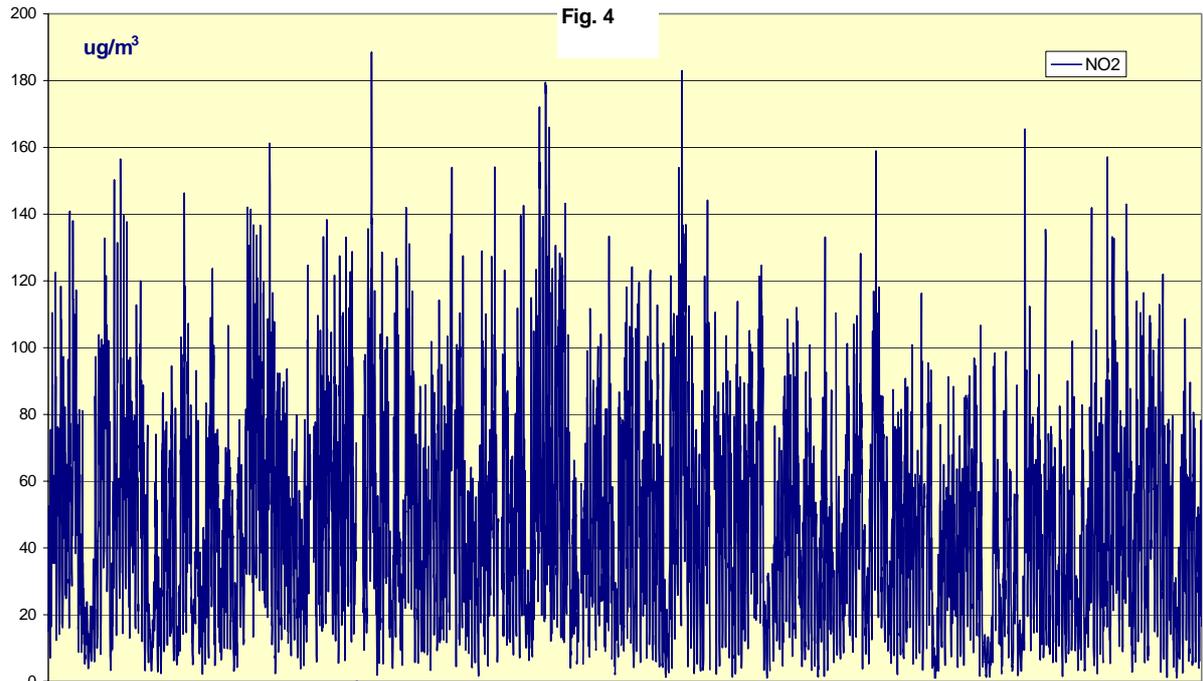
Concentrazioni medie orarie di SO<sub>2</sub>, misurate nel centro di Civitavecchia nel periodo Marzo 2003-Febbraio 2004 che mettono in evidenza alcuni episodi di acuti di SO<sub>2</sub> da attribuire alla centrale di Torrevaldaliga Nord.



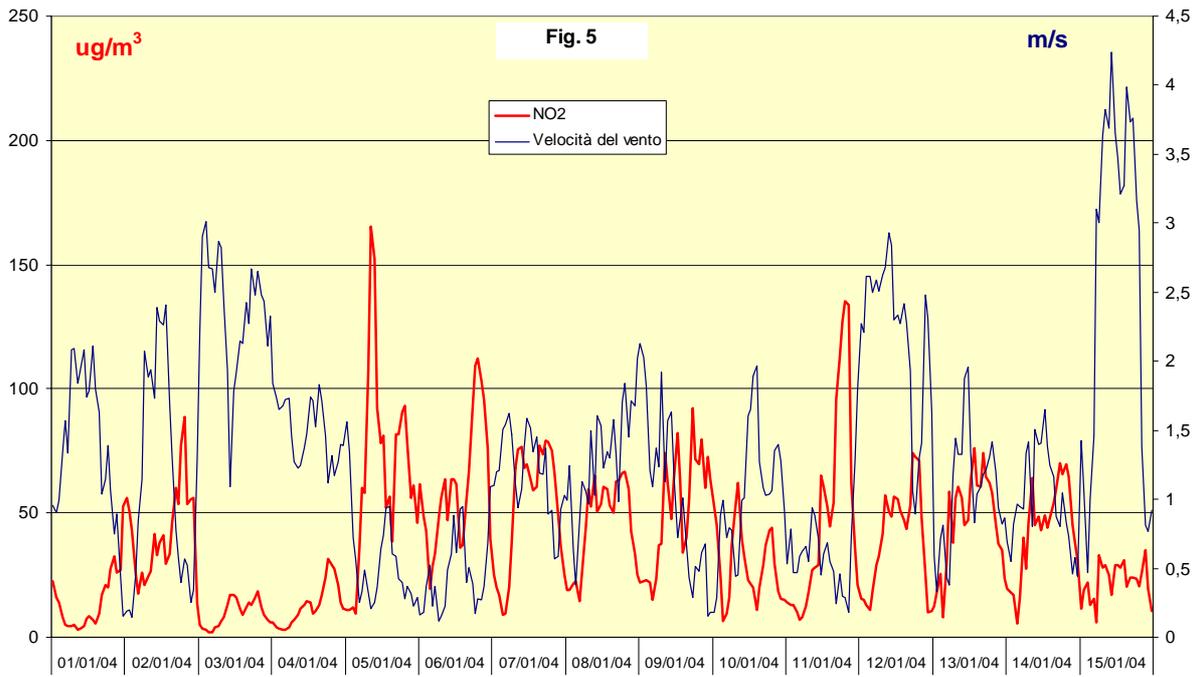
Confronto delle concentrazioni medie orarie di SO<sub>2</sub>, CO e Velocità del vento relative al periodo 16-18/05/2003 che evidenzia per il giorno 18 una emissione di SO<sub>2</sub> diversa da quella del traffico diesel



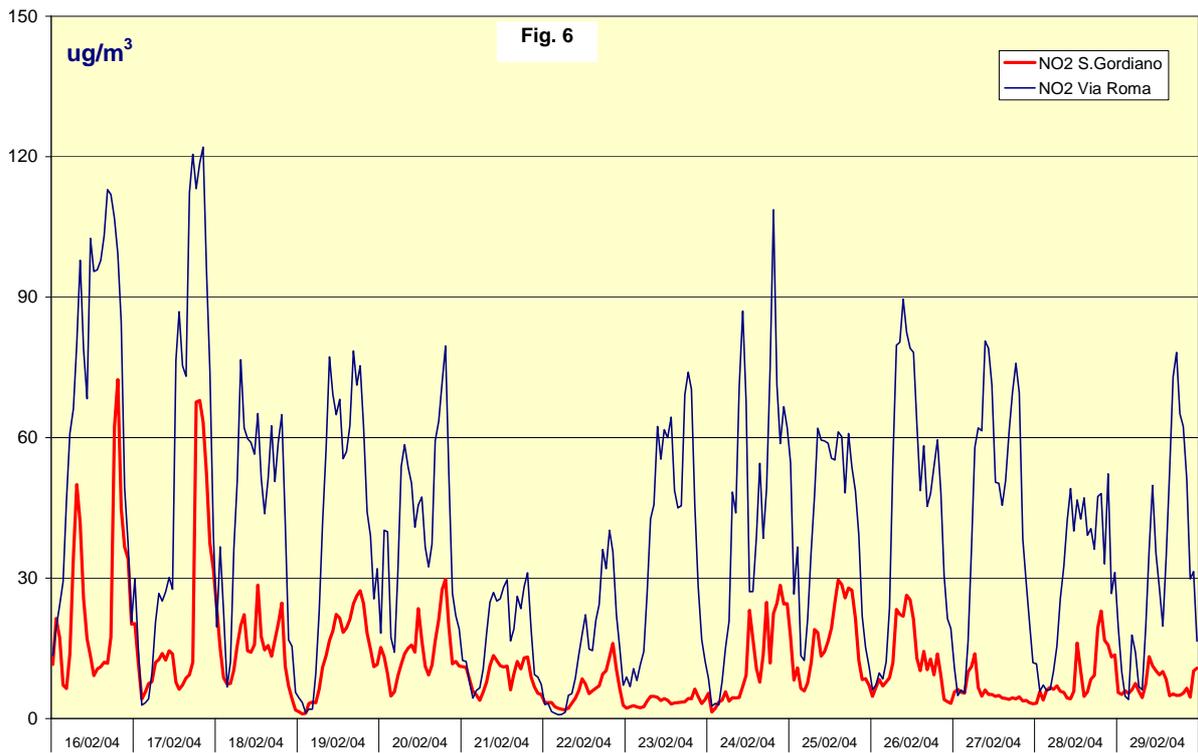
**Confronto delle concentrazioni medie orarie di SO<sub>2</sub> tra il centro di Civitavecchia e l'area periferica di Fiumaretta che mette in evidenza i differenti livelli di SO<sub>2</sub> dovuti al traffico ed alcuni picchi da attribuire alla centrale.**



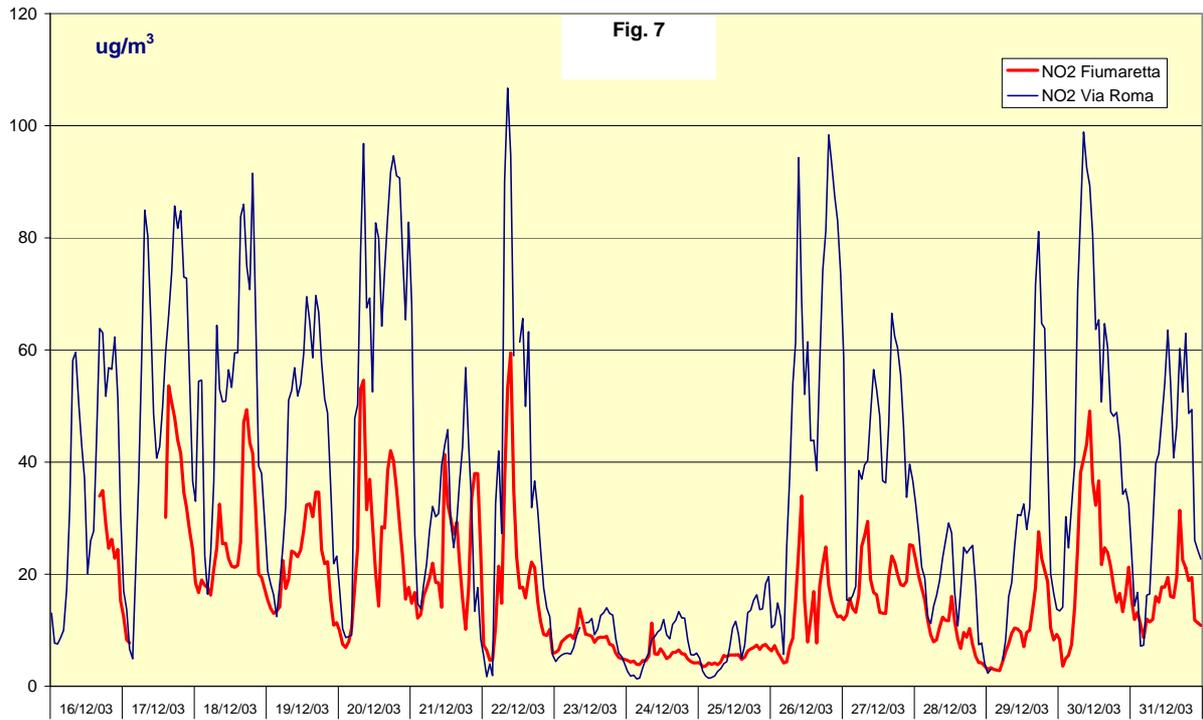
**Concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub>, relative al periodo Marzo 2003-Febbraio 2004 che dimostrano una elevata variabilità dovuta alla reattività dell'inquinante.**



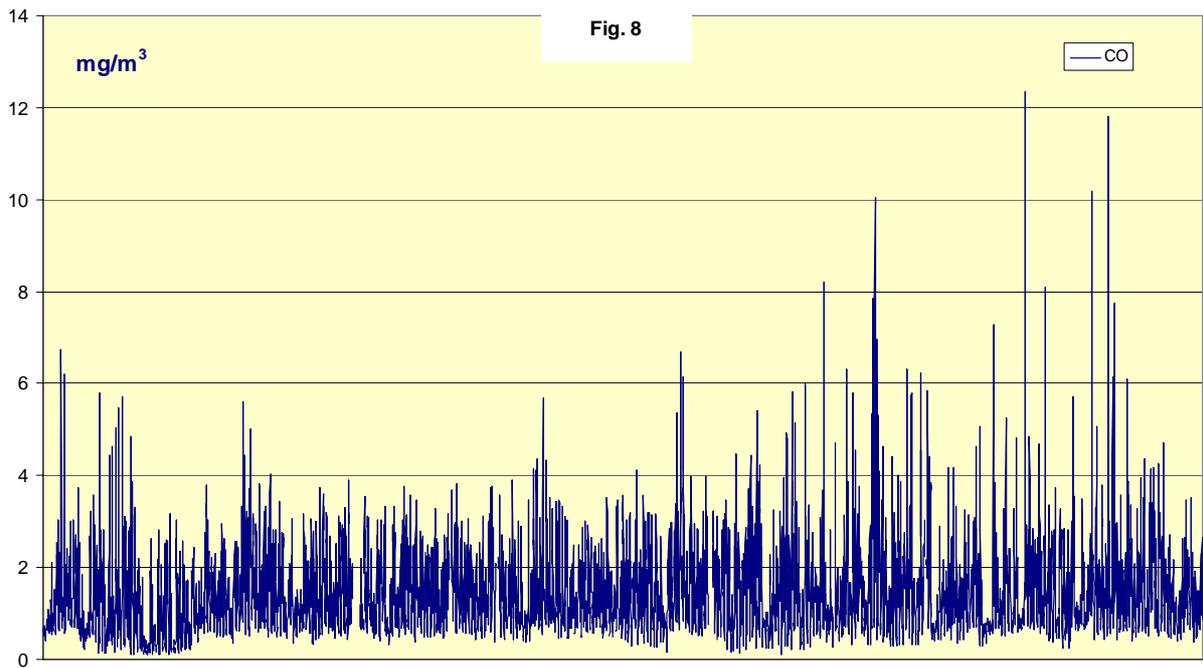
**Confronto tra le medie orarie di NO<sub>2</sub> e velocità del vento che mette in risalto la significativa influenza della meteorologia sui profili di concentrazione dell'inquinante.**



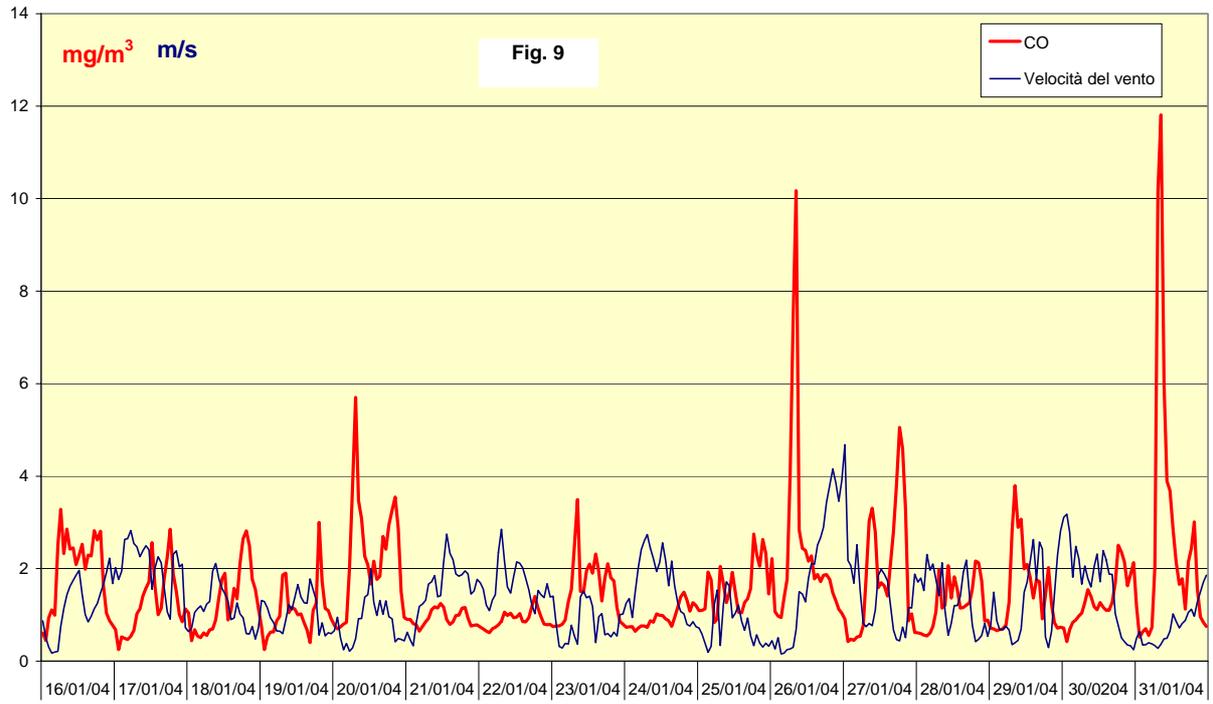
**Confronto delle concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> tra centro città e S.Gordiano, relative al periodo 16-29/02/2004 in cui sono evidenti le differenze quantitative dei due inquinanti dovuti ai diversi flussi emissivi da traffico nelle due**



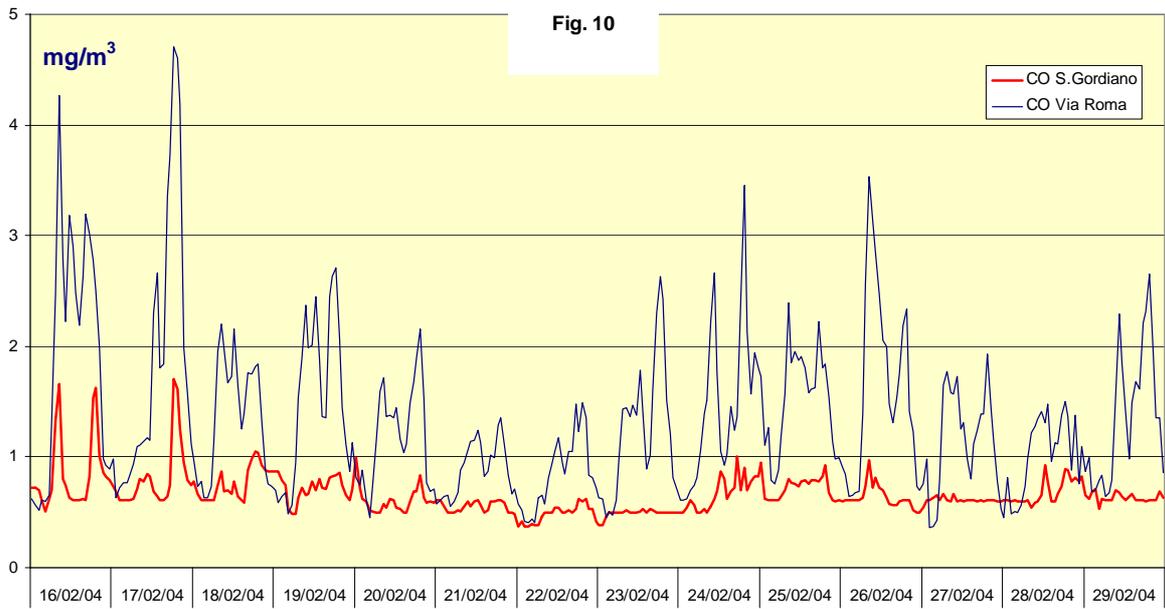
**Confronto delle concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> tra centro città e Fiumaretta in cui si evidenziano i differenti valori di concentrazione dei due inquinanti per i diversi flussi emissivi da traffico.**



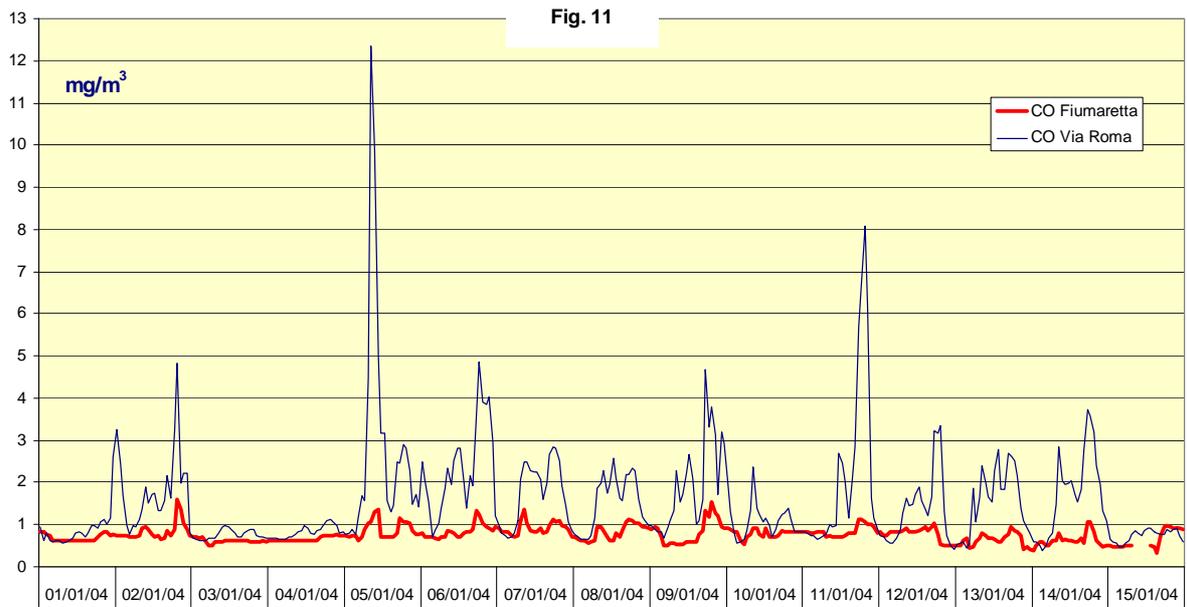
**Concentrazioni medie orarie di Co che mostrano valori più elevati nel periodo invernale per la presenza di maggiori periodi di stabilità atmosferica**



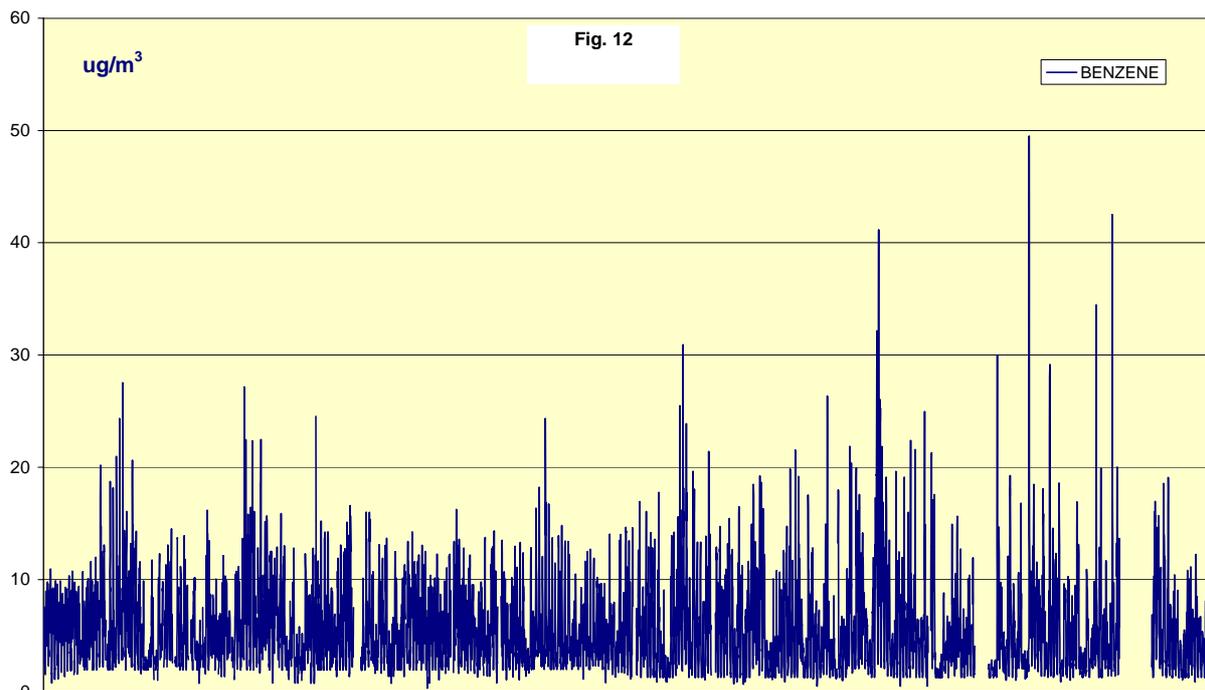
**Confronto tra le concentrazioni medie orarie del CO e la velocità del vento che mostrano come un inquinante poco reattivo sia regolato soprattutto dalle proprietà dinamiche dell'atmosfera.**



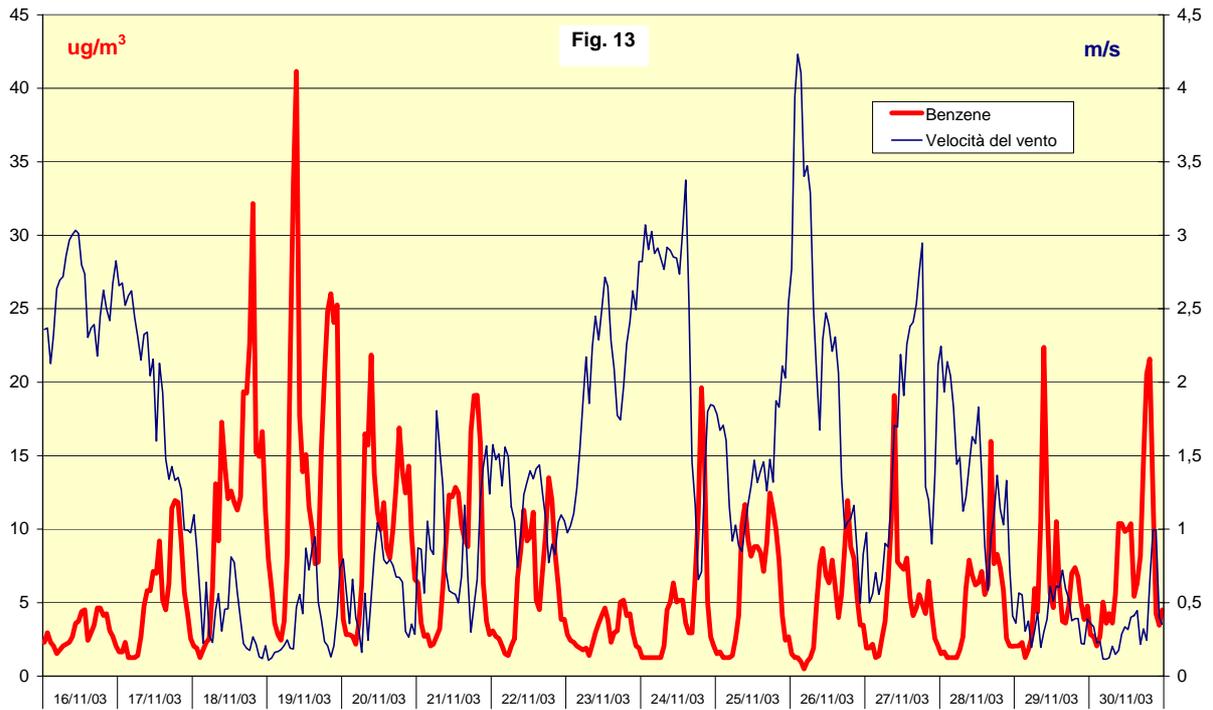
**Confronto delle concentrazioni medie orarie di CO tra centro città e S. Gordiano che indica con chiarezza le differenti intensità di traffico nei due siti.**



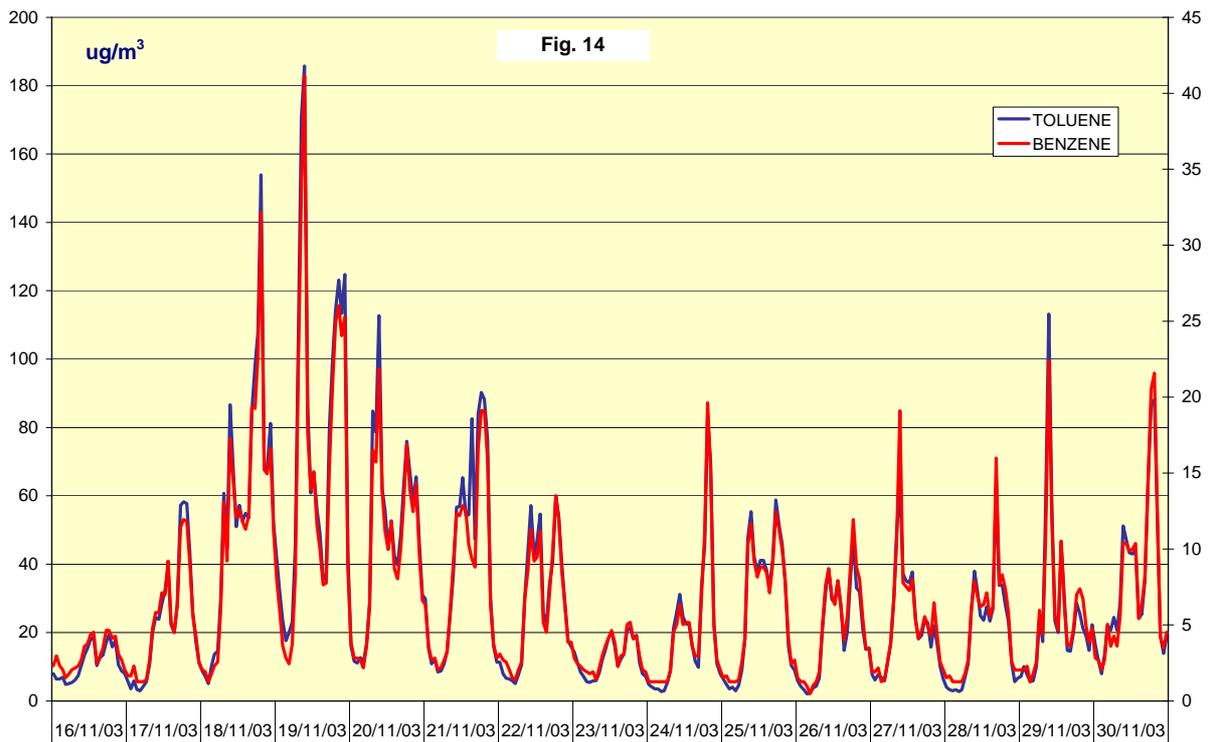
**Confronto delle concentrazioni medie orarie di CO tra centro città e Fiumaretta che mostra anch'esso le differenti intensità di traffico nelle due aree**



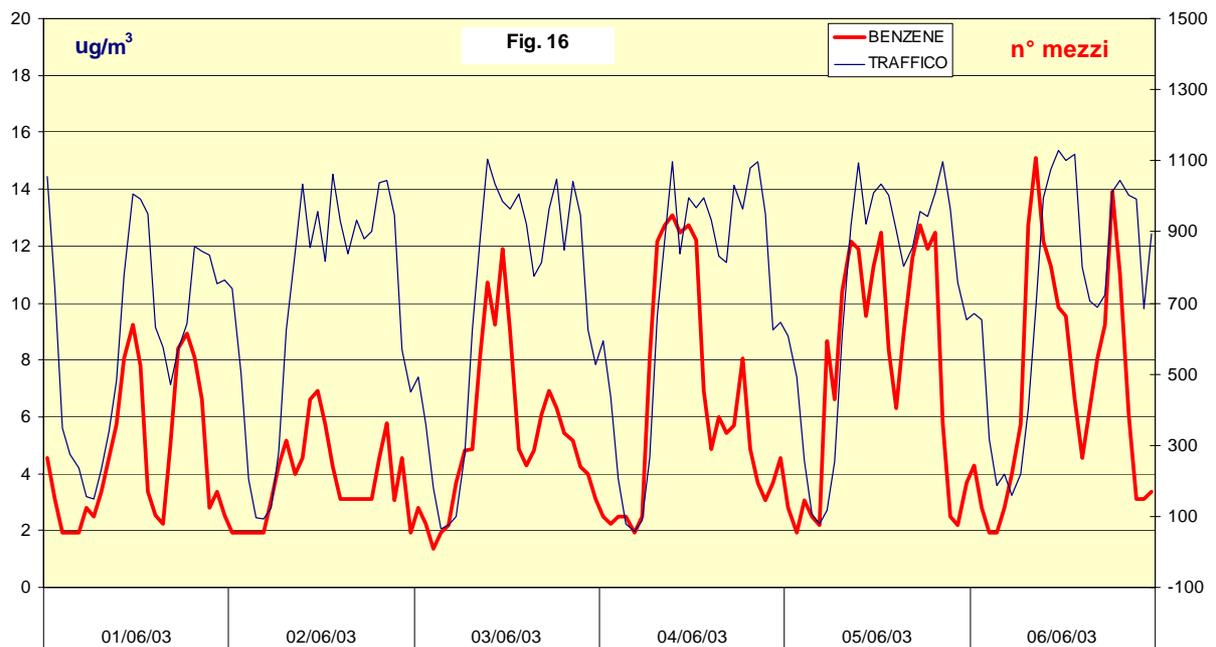
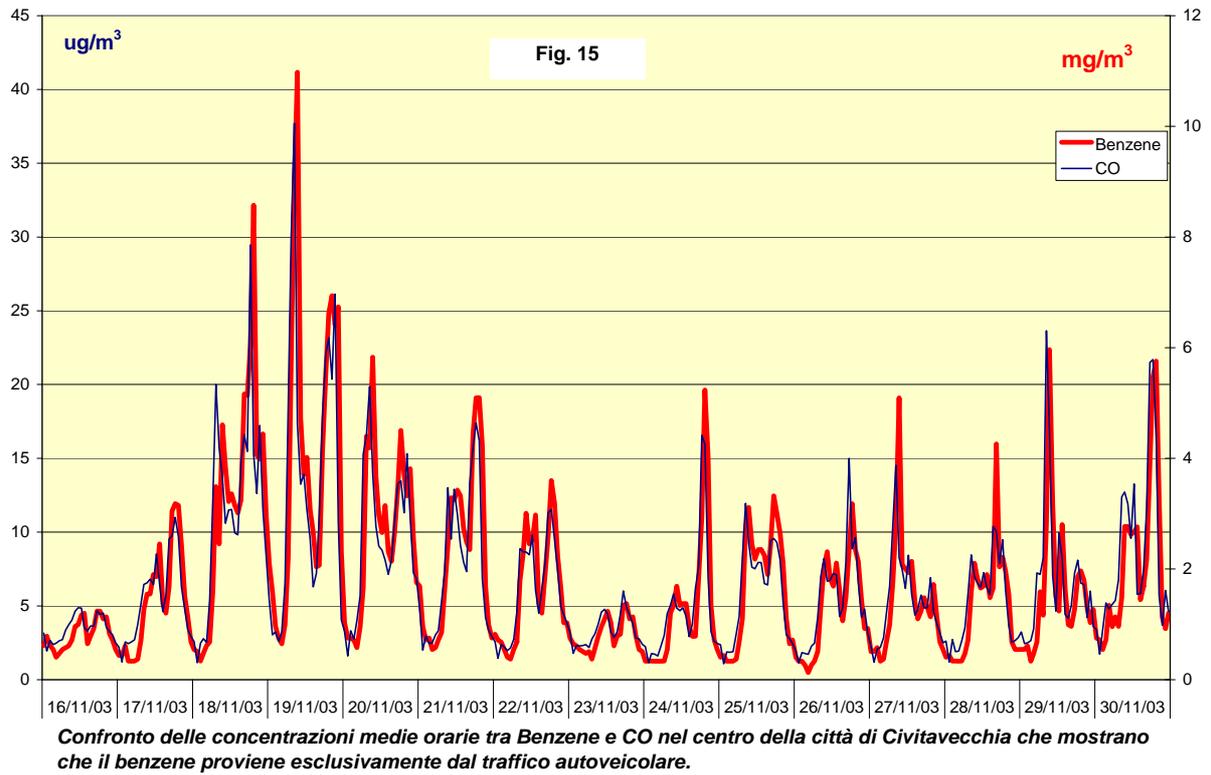
**Concentrazioni medie orarie annuali di Benzene con valori massimi più elevati nel periodo invernale causati da maggiore stabilità atmosferica.**

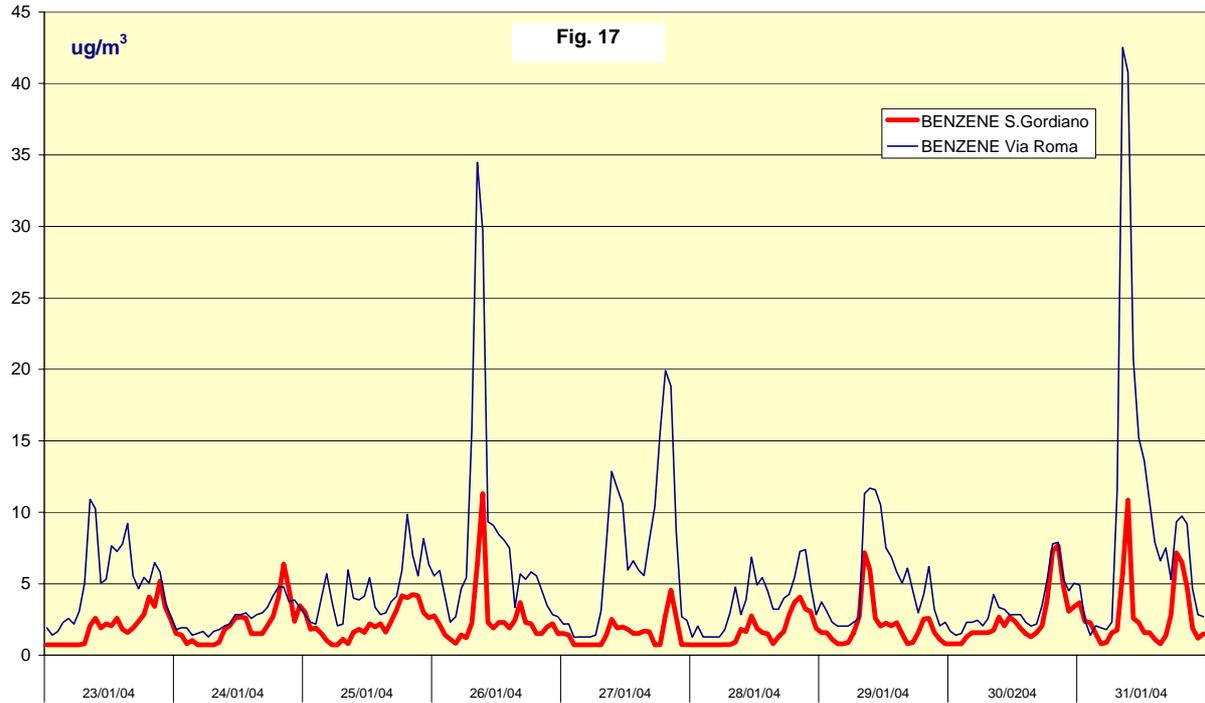


**Confronto delle concentrazioni medie orarie del Benzene e della velocità del vento nel centro della città di Civitavecchia che mette in evidenza l'importanza delle proprietà dispersive dell'atmosfera sui livelli di**

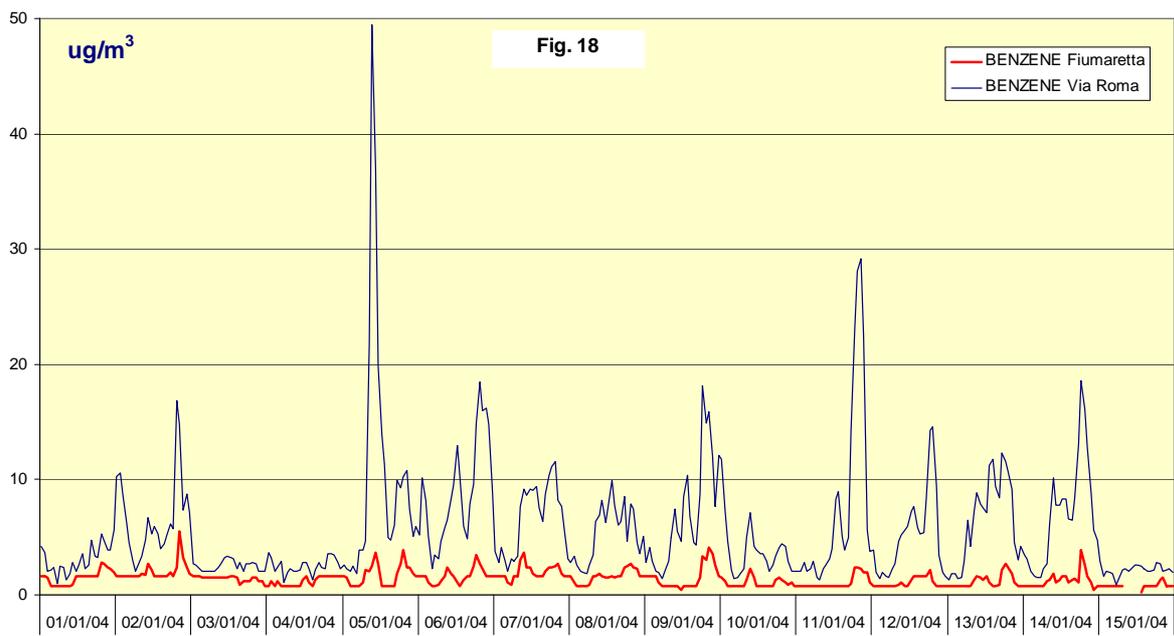


**Confronto delle concentrazioni di Benzene e Toluene nel centro della città di Civitavecchia che indica la**

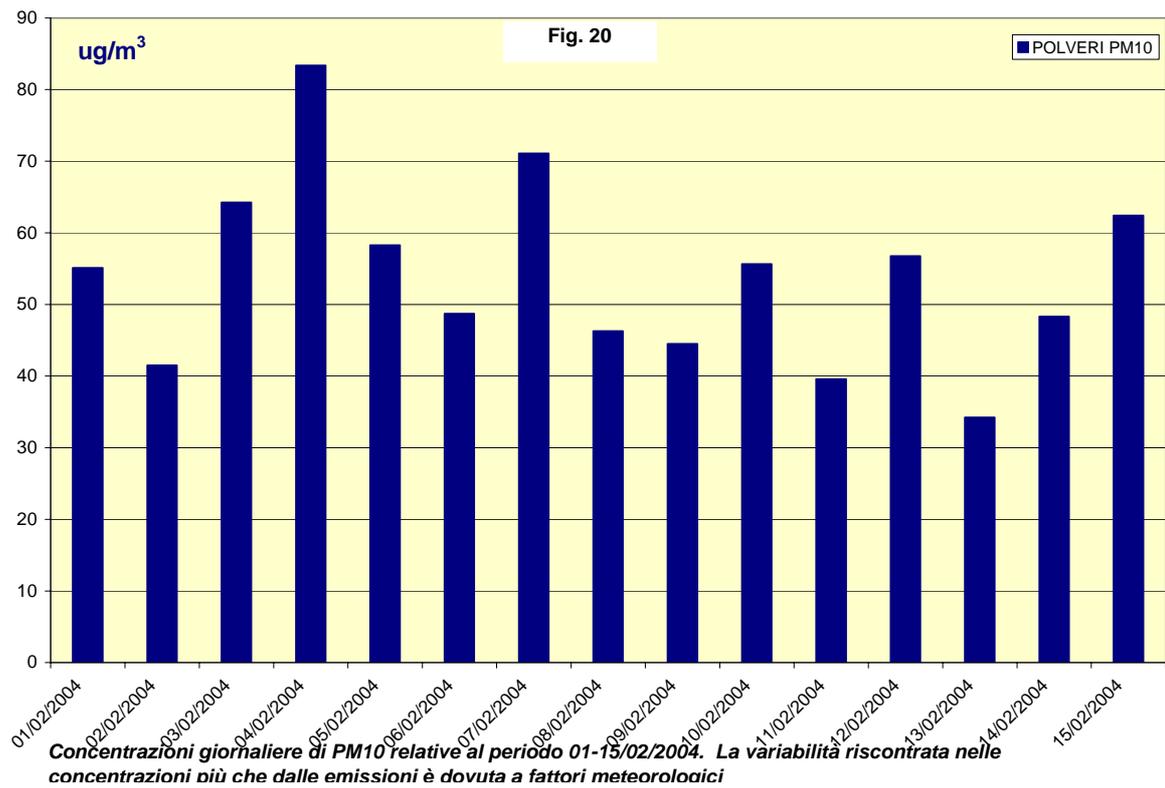
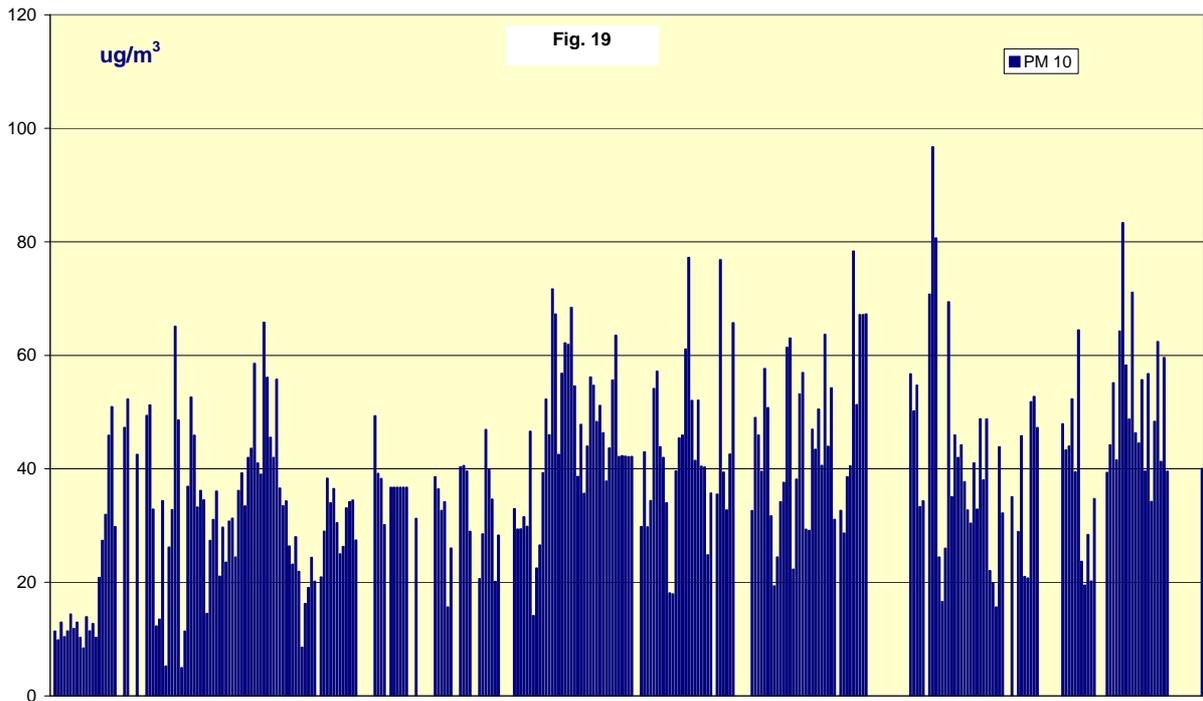


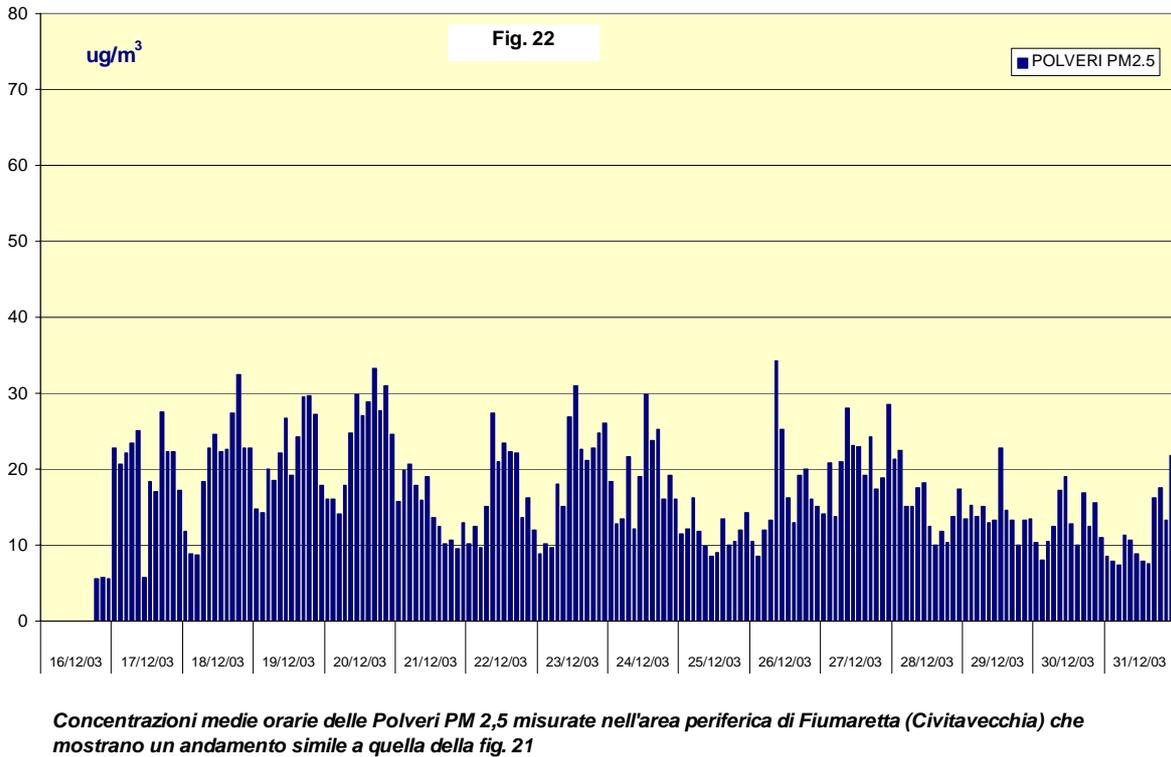
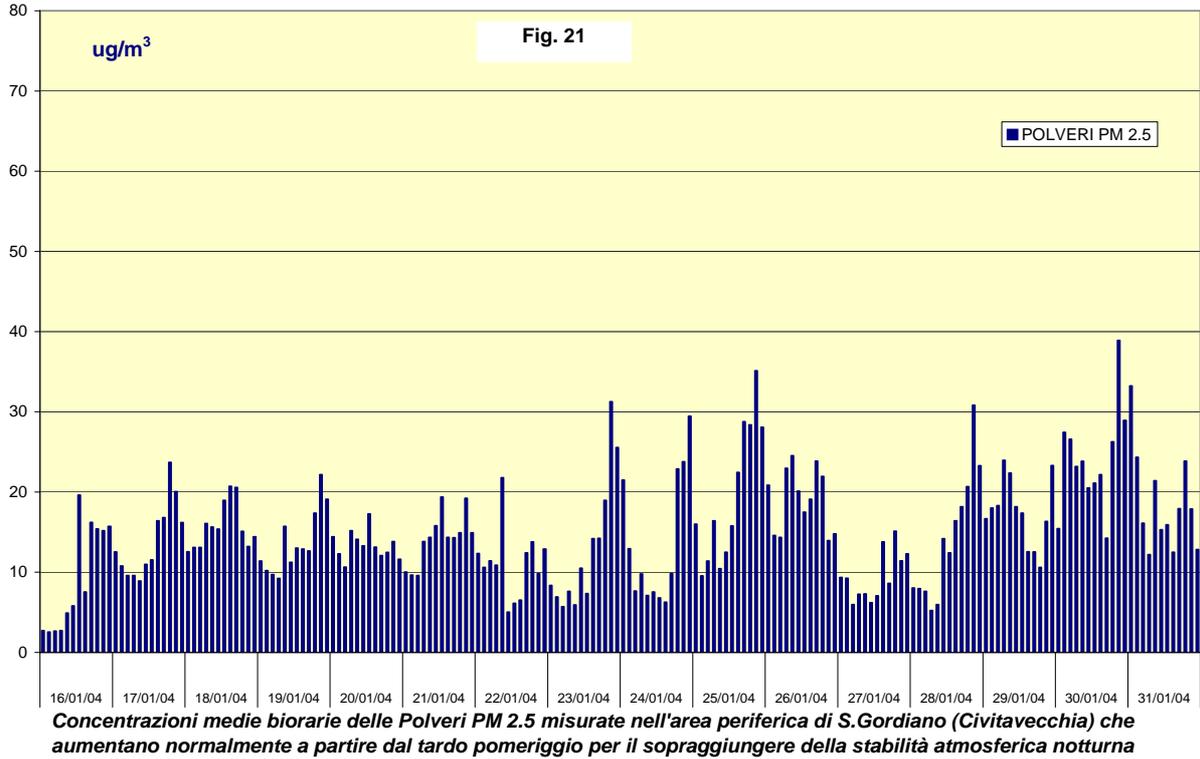


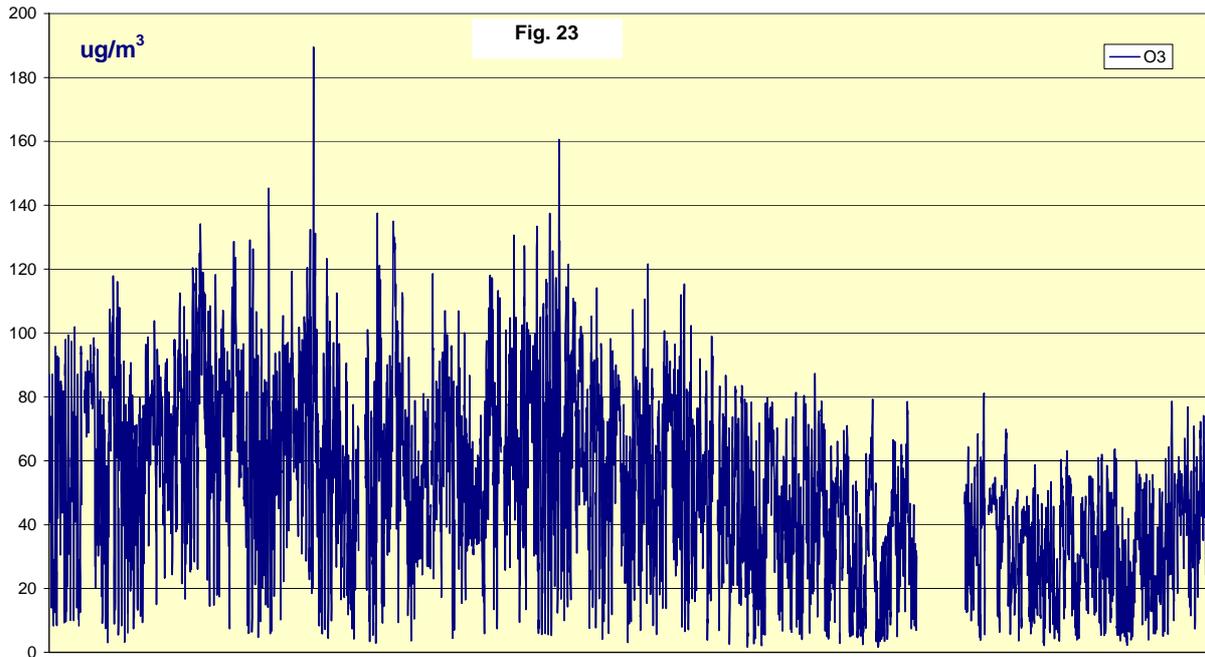
**Confronto delle concentrazioni medie orarie di Benzene tra centro città e S.Gordiano, dove i differenti flussi da traffico nei due siti sono evidenti**



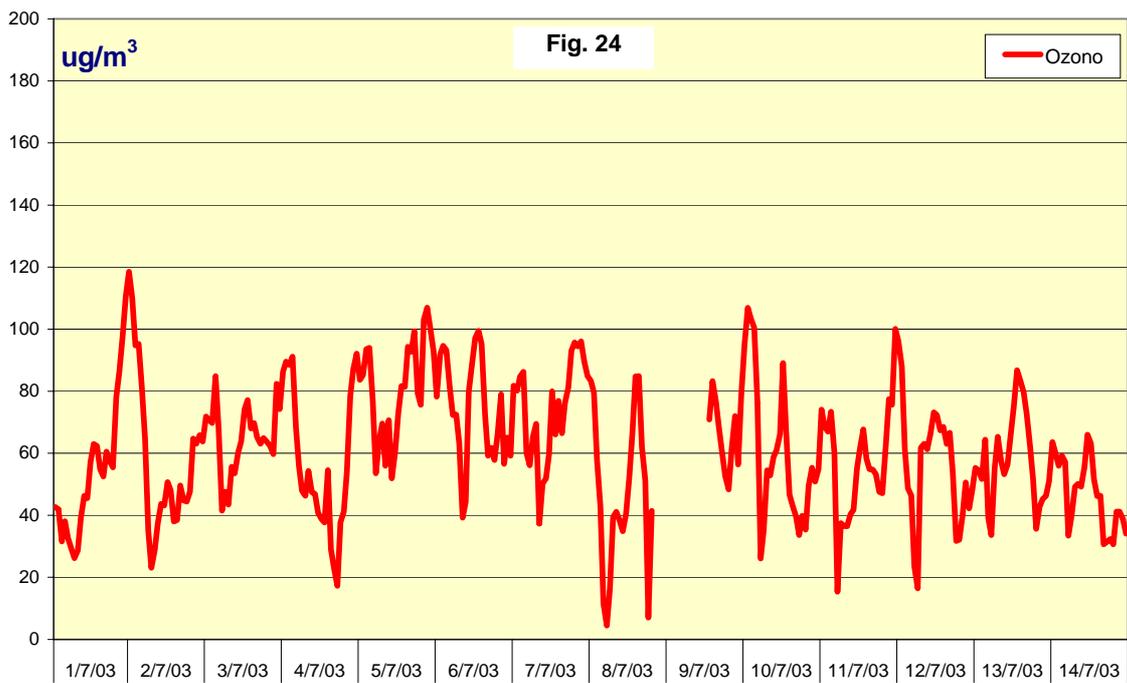
**Confronto delle concentrazioni medie orarie di Benzene tra centro città e Fiumaretta, dove è evidente la differenza dei flussi emissivi da traffico.**



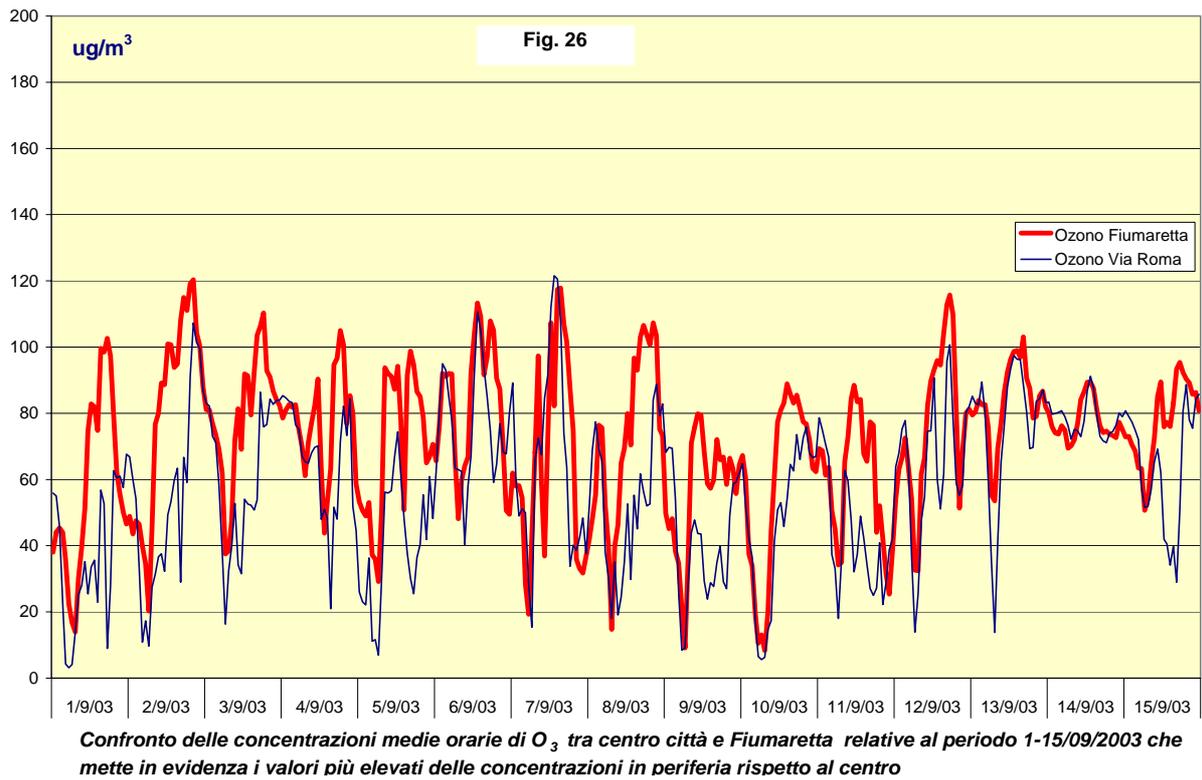
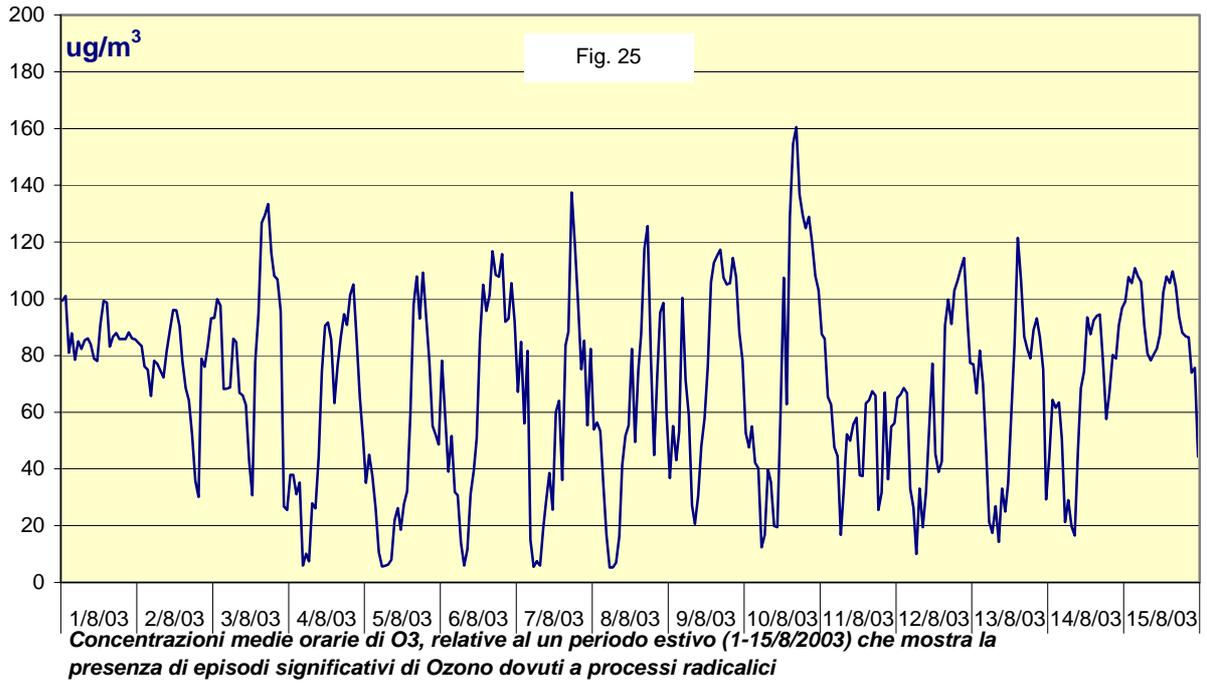


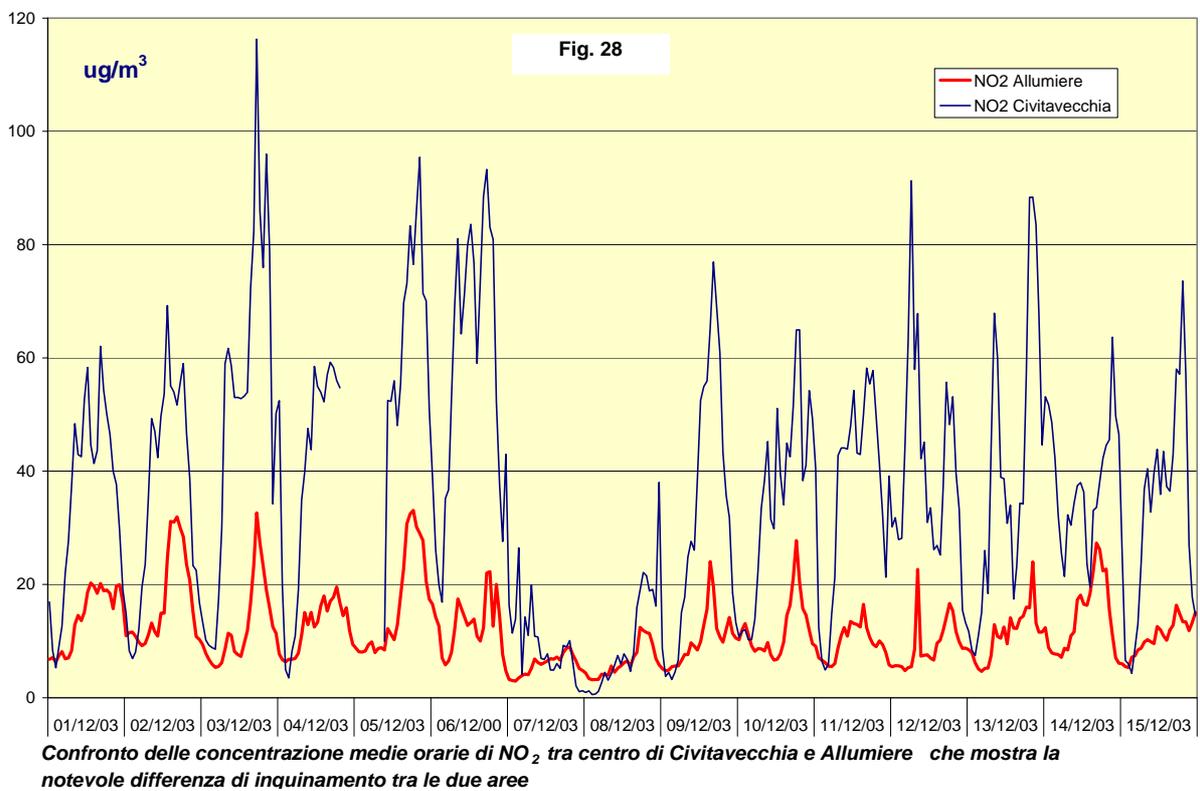
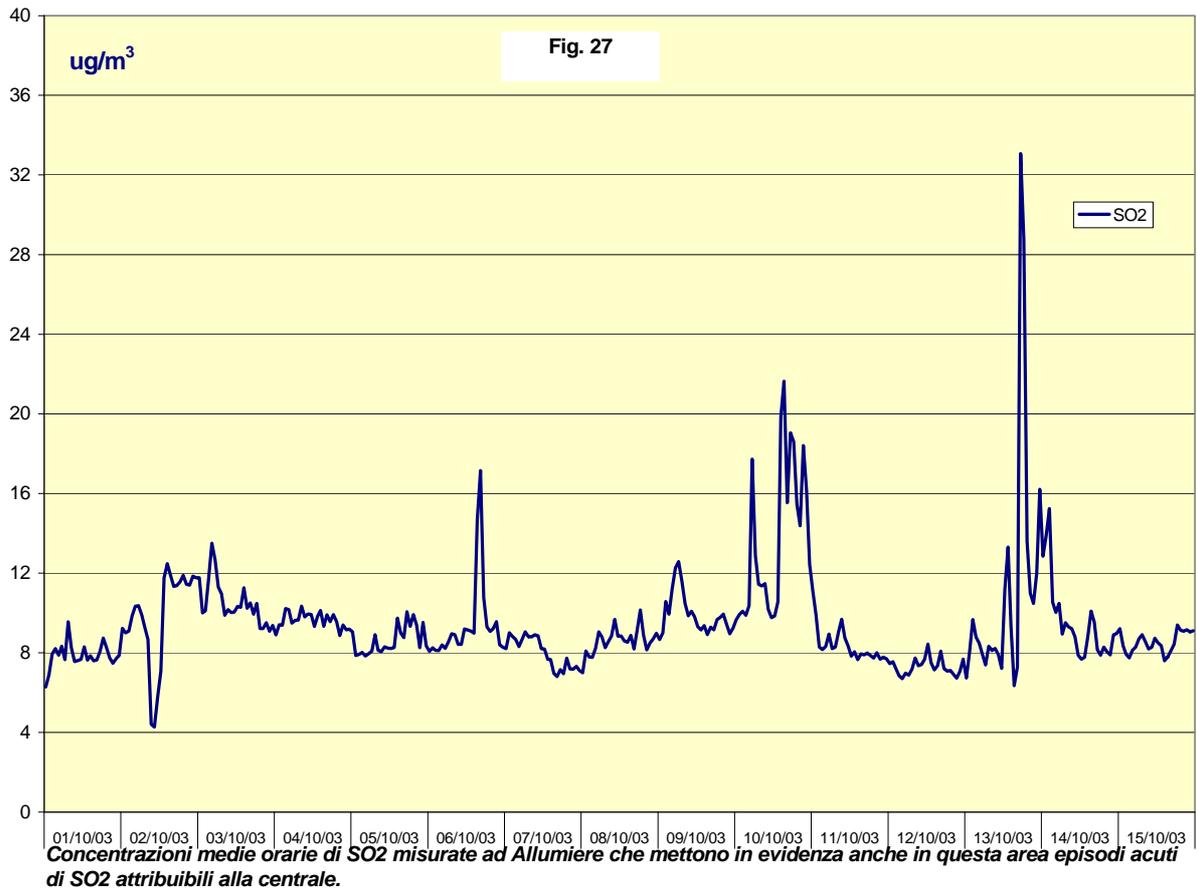


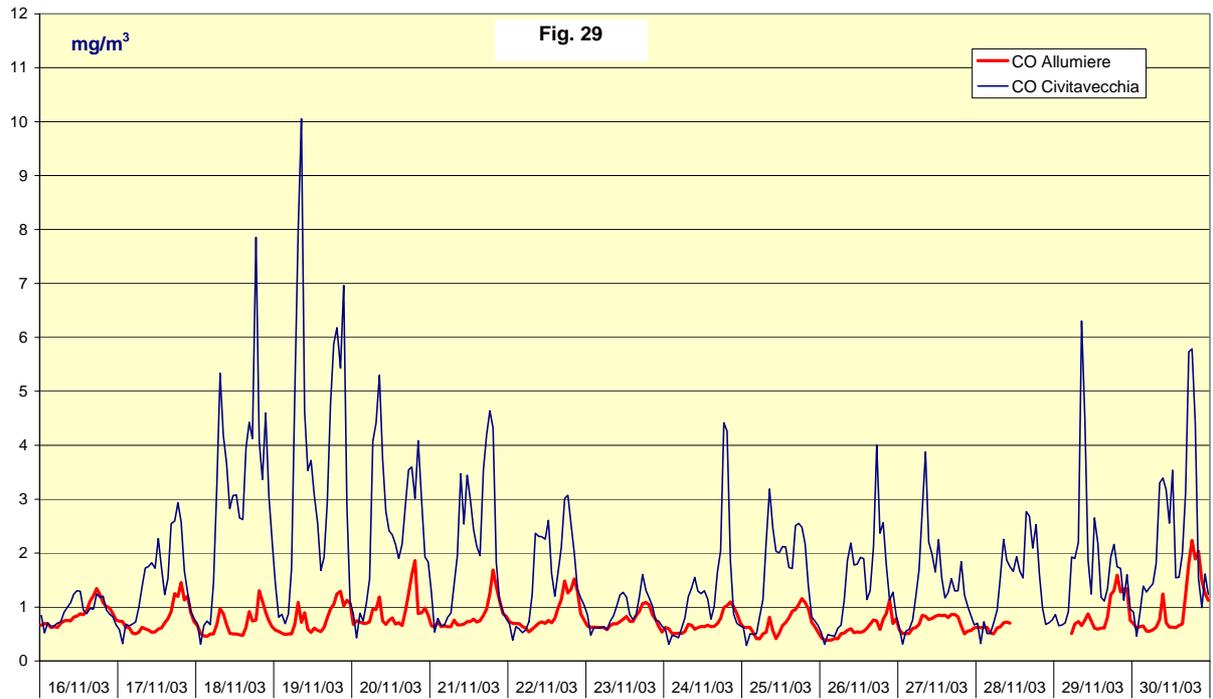
*Concentrazioni medie orarie annuali di O<sub>3</sub>, rilevate nel centro della città di Civitavecchia che evidenziano una elevata variabilità dovuta alla reattività dell'ozono ed una maggiore formazione nel periodo estivo*



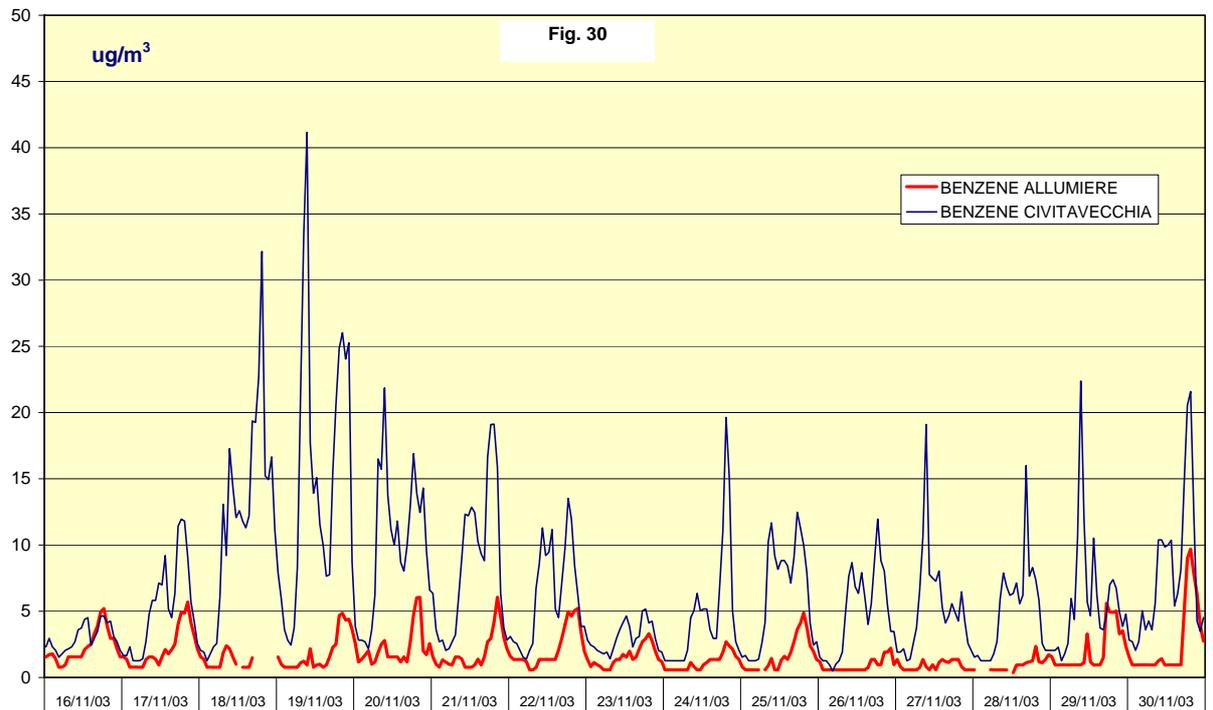
*Concentrazione media oraria di O<sub>3</sub>, nel centro della città di Civitavecchia in un periodo invernale in cui non sono stati riscontrati episodi di Ozono attribuibili a processi radicalici*



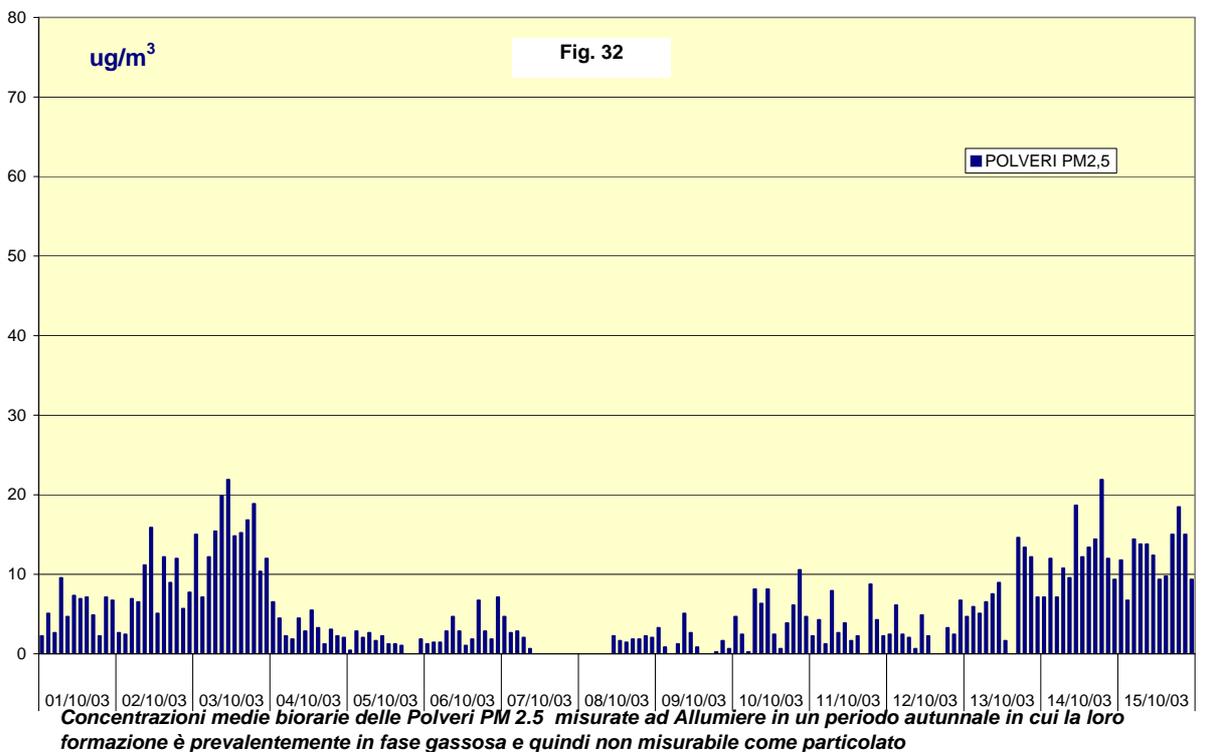
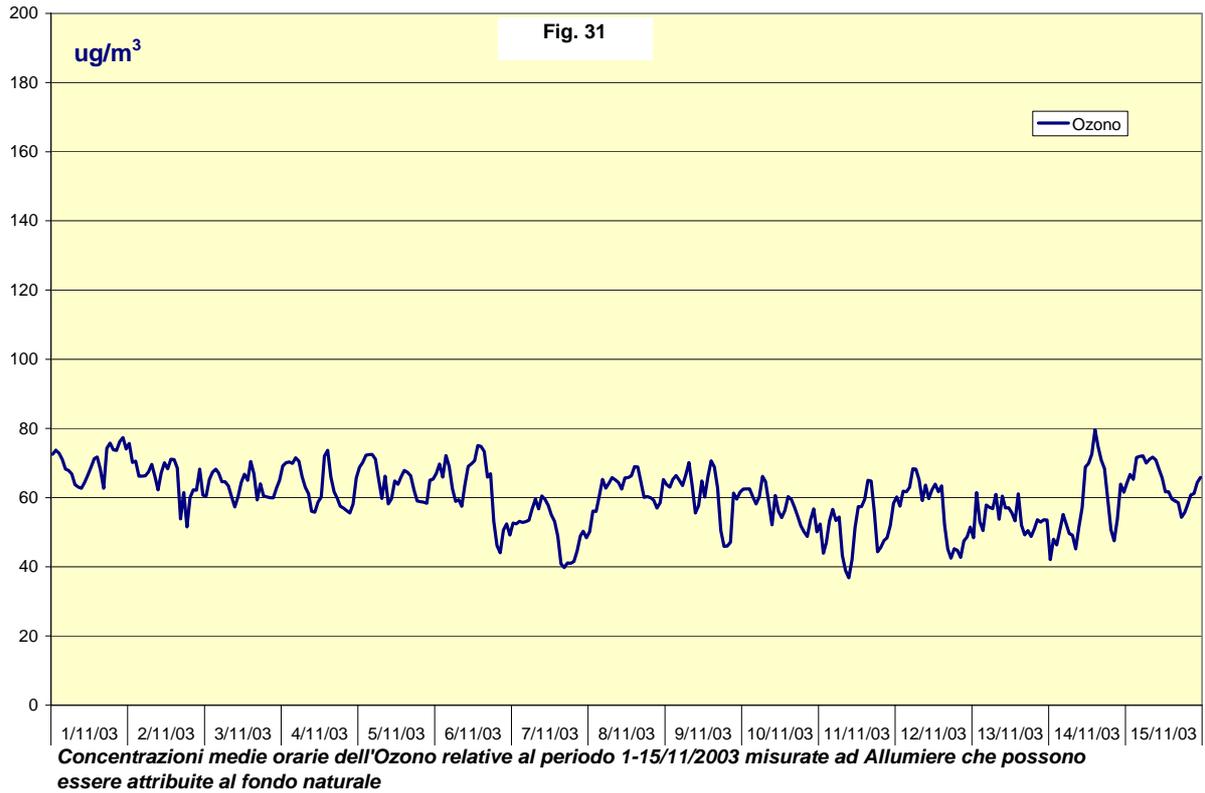


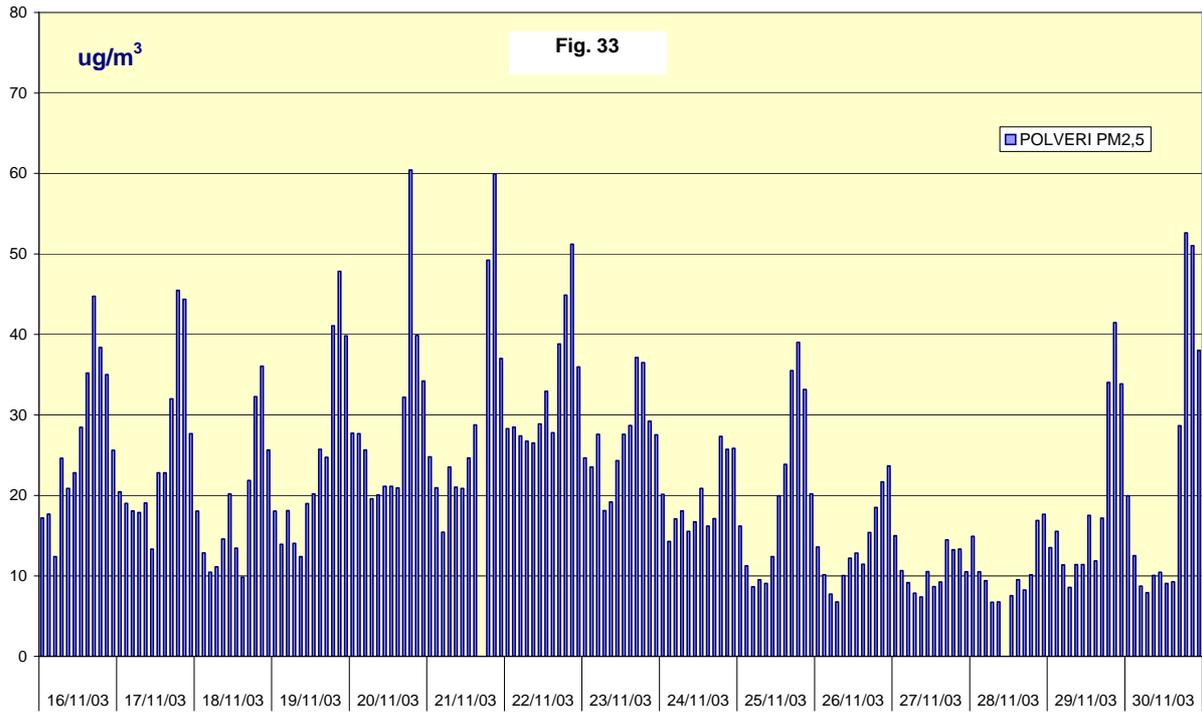


**Confronto tra le concentrazioni medie orarie del CO tra centro di Civitavecchia ed Allumiere che indica la notevole differenza di intensità di traffico fra le due aree essendo il CO un indice specifico da traffico**

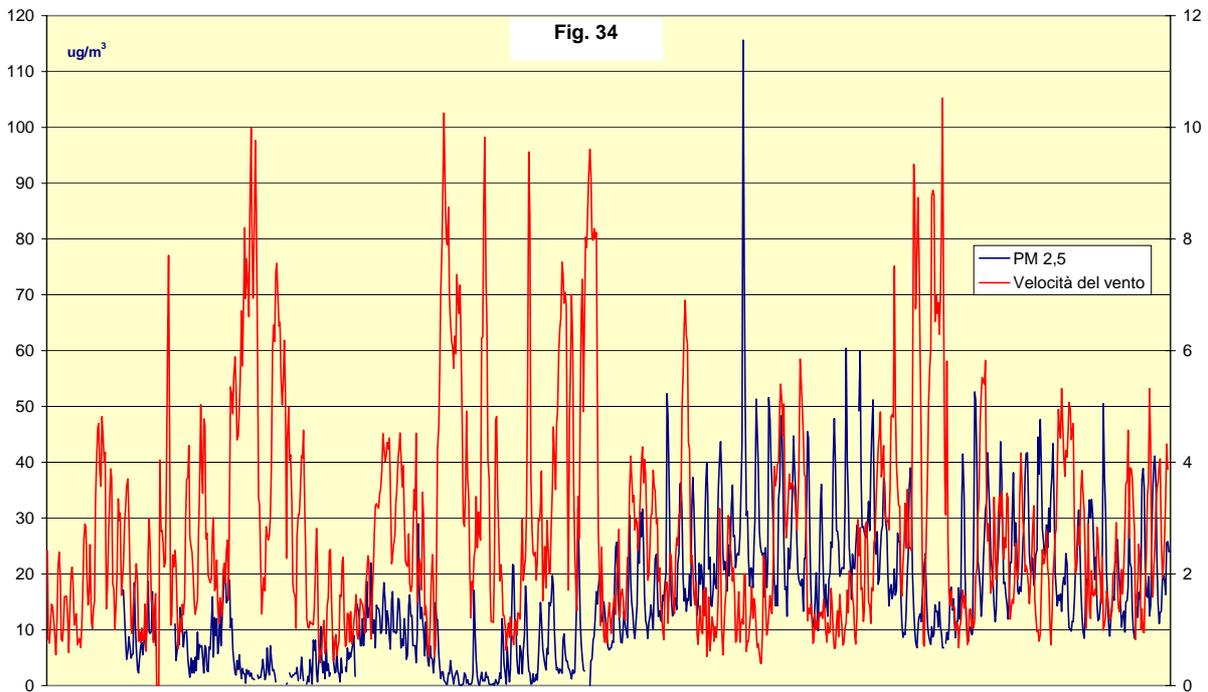


**Confronto delle concentrazioni medie orarie del Benzene tra centro di Civitavecchia e Allumiere. Valgono le stesse considerazioni della figura 29 in quanto il benzene ha lo stesso comportamento del CO**





**Concentrazioni medie biorarie delle polveri ultrafini PM<sub>2,5</sub> in un periodo invernale in cui i precursori (NO<sub>x</sub> ed SO<sub>2</sub>) si trasformano prevalentemente in fase acquosa e sono quindi misurabili come particolato**



**Confronto tra le concentrazioni medie biorarie delle Polveri PM 2.5 e la Velocità del Vento che mostra che le concentrazioni più elevate di polveri ultrafini (PM<sub>2,5</sub>) si riscontrano in condizioni di bassa velocità del vento- A più alte velocità l'inquinante è probabilmente trasportato a più lunghe distanze**