

CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA NEL COMUNE DI CASTEL FOCOGNANO

La caratterizzazione dell'aria ambiente nel Comune di Castel Focognano, è stata effettuata mediante una campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con l'autolaboratorio in dotazione al dipartimento ARPAT di Arezzo. Al fine della valutazione della qualità dell'aria ambiente, sono state monitorate zone significative e rappresentative del territorio comunale quali zone rurali ed urbane sia di fondo (nel quale l'inquinamento non è prevalentemente influenzato da una singola fonte o un'unica strada) sia da traffico (nel quale l'inquinamento è influenzato prevalentemente da emissioni provenienti da strade limitrofe). A tale scopo, sono state individuate, in accordo con l'Amministrazione Comunale, tre postazioni di misura nel Capoluogo di Rassina: Via Filippo Turati (presso stadio Comunale), Strada Regionale 71 e Casina Pineta (direzione nord oltre lo stabilimento Colacem). Al fine di ottenere dati rappresentativi che tengano conto delle variazioni delle condizioni meteorologiche in funzione della dispersione e della diluizione degli inquinanti, l'indagine è stata articolata, per ogni postazione di misura, in campagne dalla durata di 15 giorni, distribuite nelle quattro stagioni meteorologiche dell'anno.

La tabella sottostante, mostra i periodi di osservazione di ogni postazione di misura della campagna di monitoraggio effettuata nel Comune di Castel Focognano nell'intervallo temporale 10 giugno 2005 - 11 aprile 2006.

Stagione	Via Filippo Turati	Giorni Turati	SR 71	Giorni SR71	Casina Pineta	Giorni Casina P.
Primavera	02-14/03/2006	13	16-28/03/2006	13	29/03-11/04/2006	14
Estate	10-22/06/2005	13	24/06-06/07/2005	14	8-26/7/2005	19
Autunno	14-26/10/2005	13	28/10-09/11/2005	13	11-23/11/2005	13
Inverno	11-23/01/2006	13	25/01-06/02/2006	13	08-20/02/2006	13
TOTALE		52		53		59

Sono stati monitorati i seguenti inquinanti: ossidi di azoto (NO-NO_x-NO₂), ozono (O₃), monossido di carbonio (CO), idrocarburi non metanici (NMHC), materiale particolato con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (PM₁₀), anidride solforosa (SO₂) ed i parametri meteorologici di direzione e velocità del vento. La legenda mostrata nella parte finale del presente documento, riporta i meccanismi di formazione nonché il significato di ogni inquinante misurato.

La valutazione dei livelli di concentrazione raccolti dalla presente campagna di monitoraggio, è stata effettuata riferendosi ai valori limite fissati dalla presente legislazione nazionale:

- standard di qualità dell'aria fissati dal DPCM del 28/3/83 e dal DPR 203/88 i cui relativi parametri statistici, forniscono un'ottima base di valutazione sulla distribuzione dei dati per lunghi periodi di osservazione;
- limiti fissati dalla normativa che disciplina l'ozono (DLgs 183/2004);
- valori limite fissati dal Decreto Ministero Ambiente n. 60/2002 comprensivi del relativo margine di tolleranza fissato per l'anno 2005.



Gli indici di riferimento sono estratti da un'ampia normativa poiché il legislatore italiano ha disposto in via transitoria (art. 14 del D.Lgs. 351/1999 - art. 38 DM 60/2002) che, fino al termine entro il quale i nuovi limiti definiti dalle direttive emanate dalla Comunità Europea recepiti dal DM 60 del 2002 e dal DLgs 183/2004, dovranno essere raggiunti (anno 2005 - anno 2010 in funzione del tipo di inquinante), resteranno in vigore anche i valori limite e i valori obiettivo fissati dalla normativa precedente (DPCM del 28/3/83 e DPR 203/88).

Il rispetto dei valori limite fissati dal DM 60 del 2002, avverrà per passi successivi secondo scadenze temporali annuali, applicando dei margini di tolleranza che decrescono di anno in anno fino al raggiungimento del valore limite. I margini di tolleranza hanno la funzione di rendere efficaci le misure programmatiche a medio e lungo termine indicate nei piani di azione o di risanamento regionali (adottati in funzione dei livelli minorati nella zona) allo scopo di giungere al rispetto del valore limite senza il relativo margine di tolleranza, nell'anno previsto dalla normativa (2005 o 2010 in relazione al tipo di inquinante).

Per quanto riguarda il DLgs 183/04 che disciplina l'ozono, non è prevista l'applicazione di un margine di tolleranza bensì il conseguimento dei valori bersaglio (media mobile su 8 ore massima giornaliera ed AOT40 di 1 ora da maggio a luglio) nell'anno 2010. La presente relazione non riporta i valori dell'indicatore relativo all'AOT40 poiché è calcolato con i dati appartenenti ad una fascia oraria ristretta (dalle ore 8 alle ore 20) nei periodi di osservazione maggio-luglio ed aprile-settembre e pertanto sarebbe poco significativo effettuare l'elaborazione nell'intervallo temporale delle campagne stagionali di primavera e dell'estate caratterizzate complessivamente, da un periodo di osservazione medio di 26 giorni.

Il contesto relativo alla qualità dell'aria ambiente rilevato dalla presente campagna di monitoraggio, evidenzia per la prevalenza degli inquinanti misurati nelle tre postazioni di misura, livelli di concentrazione inferiori ai valori limite previsti dalla normativa vigente.

Relativamente ai livelli misurati degli inquinati CO, NO₂, ed SO₂, l'ordine di grandezza delle concentrazioni registrate si attesta attorno al 50 % dei rispettivi valori limite. Per quanto attiene il materiale particolato PM₁₀ l'indicatore della media giornaliera registra 3 casi di superamento del valore limite nella postazione SR 71 ed 1 caso di superamento nella postazione di Via F. Turati. La norma, consente tuttavia, 35 superamenti all'anno di questo indicatore. L'altro indice relativo al PM₁₀, inerente la media annuale, è rispettato ampiamente in tutte le postazioni; due postazione su tre presentano valori inferiori alla metà del valore limite definito dal DM 60/2002.

Il parametro dell'ozono, registra 5 giorni nel quale è superato il valore bersaglio per la protezione della salute umana (media mobile di otto ore) definito dal DLgs 183/04 presso la postazione di Casina Pineta e 1 giorno per la postazione di Via F. Turati. Si precisa che il DLgs 183/2004 prevede che questo indicatore non possa essere superato per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni. In relazione ai caratteristici meccanismi di formazione basati su reazioni fotochimiche catalizzate dalla radiazione solare e dalla temperatura, l'ozono registra correntemente superamenti dei relativi livelli di riferimento, tale contesto, non è peculiare delle zone di Casina Pineta e Via Turati, ma è diffuso in tutta la provincia di Arezzo e nel territorio italiano.

Per quanto attiene i NMHC (idrocarburi non metanici), è da rilevare che il valore numerico dell'indicatore relativo alla media di tre ore è superiore al relativo standard di qualità dell'aria, tuttavia la normativa intende superato questo valore limite solo quando è superato contemporaneamente anche quello dell'ozono (standard di qualità dell'aria definito dal DPCM del 28/3/83 corrispondente a 200 µg/m³ come media oraria), caso che non si è verificato in nessuna postazione nel periodo di osservazione relativo alla campagna di monitoraggio effettuata. Valori di NMHC superiori ai 200 µg/m³ sono normalmente presenti nelle zone antropizzate.

Il limite relativo agli ossidi di azoto (NO_x) espressi come NO₂, finalizzato alla protezione della vegetazione, è superato nelle postazioni di Via Turati e SR71 appartenenti alla tipologia urbana, tuttavia l'indicatore si riferisce alle misure effettuate sulle stazioni suburbane, rurali e rurali di fondo; nella postazione rurale di Casina Pineta, dove è applicabile il valore limite, l'indicatore è rispettato.



Nell'allegato, sono riportati gli elaborati grafici relativi a:

- confronto dei risultati con i relativi limiti di legge;
- classificazione della zona in relazione ai criteri definiti dal Dgls 351/99;
- distribuzione delle frequenze in classi di concentrazione;
- andamenti orari degli inquinanti monitorati;
- giorni tipo;
- confronto con i valori registrati nelle precedenti campagne di monitoraggio (periodo di osservazione 1997-2006);
- elaborazione dei parametri meteorologici;
- elaborazione degli indicatori in funzione della direzione del vento;
- legenda sull'origine ed il significato degli inquinanti.

Si riporta di seguito un breve commento ai dati ed alle eorazioni per singola postazione di misura:

POSTAZIONE Via Filippo Turati

Questa postazione ubicata in area urbana non interessata direttamente da fonti di emissione o traffico veicolare presenta 1 caso di superamento dell'indicatore relativo alla media giornaliera di materiale particolato PM_{10} ed 1 giorno nel quale è superata la media mobile di otto ore per l'ozono. L'indicatore relativo alla media annuale è rispettato ampiamente. Le elaborazioni grafiche relative gli andamenti stagionali degli indicatori del biossido di azoto e monossido di carbonio mettono in evidenza livelli di concentrazione maggiori nel periodo estivo, mentre per quanto attiene il materiale particolato PM_{10} i valori più elevati dell'indicatore (media giornaliera e media) sono riscontrati nel periodo di osservazione invernale. Le elaborazioni grafiche relative al giorno tipo mettono in evidenza per la prevalenza degli inquinanti primari (emessi direttamente dai veicoli a motore o da processi industriali), livelli più elevati nei periodi di osservazione dell'autunno e dell'inverno nel quale il livello di picco è registrato nel tardo pomeriggio (ore 19). Caratteristico risulta l'andamento del periodo estivo per biossido di azoto e materiale particolato PM_{10} nel quale il valore di picco è registrato nella fascia oraria della tarda mattinata e nel primo pomeriggio (ore 11-15).

Il raffronto degli indicatori monitorati nella postazione in precedenti campagne di monitoraggio (anno 1997 e 2001) mette in rilievo una tendenza all'incremento dei livelli per la prevalenza degli inquinanti; l'ozono presenta un trend opposto giacché dipende dalle condizioni meteorologiche (temperatura, irraggiamento solare) stagionali. Le condizioni meteorologiche caratteristiche della zona sono definite dall'orografia della zona con direzioni del vento provenienti da Nord-Nord-Est e Sud-Est ed una velocità oraria massima di 8,4 m/sec nel periodo di osservazione invernale. Le rose dei venti elaborate nelle singole campagne stagionali mettono in evidenza direzioni prevalenti caratteristiche del periodo esaminato. L'elaborazione del giorno tipo della velocità del vento, presentano l'andamento caratteristico contraddistinto dal livello massimo localizzato nel primo pomeriggio ad un'orario variabile in funzione della stagione. I periodi invernali e primaverili presentano i livelli medi orari più elevati sull'intero periodo di osservazione annuale.

POSTAZIONE SR 71

La postazione in esame rappresenta il contesto di aria ambiente del territorio del Comune di Castel Focognano maggiormente interessato dai fattori di pressione antropici quali il traffico autoveicolare, i relativi livelli di concentrazione degli indicatori esprimono la situazione peggiore delle postazioni esaminate, con valori degli indicatori leggermente superiori all'altra postazione misura urbana di Via F. Turati. La consistenza dei livelli di concentrazione è avvalorata dalla distribuzione dei valori medi orari nel quale, per la prevalenza degli inquinanti, i valori si distribuiscono su classi di concentrazione più elevate rispetto alle restanti postazioni. Dalla valutazione dei dati, il materiale particolato PM_{10} è l'inquinante più significativo poiché registra 3 superamenti del valore limite definito dal DM 60/2002.



L'andamento stagionale degli indicatori segue anche in questo frangente l'evoluzione registrata per il biossido di azoto, monossido di carbonio ed il materiale particolato PM₁₀ (NO₂ e CO massimi valori dell'indicatore nel periodo estivo e PM₁₀ nel periodo invernale).

Le elaborazioni grafiche inerenti il giorno tipo, mettono in evidenza la presenza dei livelli medi orari di massima concentrazione nel periodo invernale negli orari corrispondenti ai flussi di punta del traffico veicolare (ore 8-9 e 18-19 per la prevalenza degli inquinanti). Come peraltro già osservato per la postazione di Via Turati, il periodo estivo mostra un'andamento caratteristico per gli inquinanti NO₂ e PM₁₀ giacché il valore di picco della mattina (9-12) è nettamente superiore a quello del tardo pomeriggio. Tale andamento può essere ricondotto alla mancanza dei fenomeni di accumulo dovuti all'inversione termica, situazione tipica del periodo invernale. Dal raffronto degli indicatori con la precedente campagna di monitoraggio effettuata nel periodo di osservazione 25 marzo - 20 aprile 1997 traspare la tendenza generalizzata all'incremento dei livelli di concentrazione; non possono essere formulate valutazioni per l'ozono giacché i meccanismi di formazione di questo inquinante secondario dipendono dalle condizioni meteorologiche stagionali.

Le condizioni meteorologiche caratteristiche della zona sono definite dalle direzioni prevalenti del vento provenienti da Nord, Nord-Est e Sud-Est ed una velocità oraria massima di 4,9 m/sec nel periodo di osservazione primaverile. Le rose dei venti elaborate nelle singole campagne stagionali mettono in evidenza direzioni prevalenti caratteristiche del periodo esaminato. L'elaborazione del giorno tipo della velocità del vento, presentano l'andamento caratteristico contraddistinto dal livello massimo localizzato nel primo pomeriggio ad un'orario tra le 12 e le 14 in funzione della stagione. Il periodo invernale presenta i livelli medi orari più elevati sull'intero periodo di osservazione annuale.

POSTAZIONE DI Casina Pineta

La postazione rurale di Casina Pineta presenta il quadro generale degli indicatori della qualità dell'aria migliore rispetto alle altre due postazioni di misura. In relazione alla tipologia di stazione, sono registrati 5 giorni di superamento della media mobile di 8 ore per l'ozono, casistica non riscontrata nelle restanti postazioni urbane, ma tipica di quelle periferiche e rurali. L'indicatore relativo alla media degli ossidi di azoto espressi come biossido di azoto finalizzato alla tutela della vegetazione è conforme al relativo valore limite. Gli andamenti stagionali seguono le tendenze già commentate per biossido di azoto e monossido di carbonio (valore massimo dell'indicatore nel periodo estivo) e materiale particolato PM₁₀ (valore massimo dell'indicatore nel periodo invernale). Per quanto riguarda le elaborazioni relative al giorno tipo, oltre al ripetersi del picco massimo alla mattina del periodo estivo per il biossido di azoto, e nel tardo pomeriggio (ore 19) per il periodo invernale della prevalenza degli inquinanti. Sono da rilevare anche andamenti stagionali caratteristici come per il PM₁₀ che in generale presenta un'andamento con forti oscillazione soprattutto nel periodo invernale con la presenza di ben 4 livelli di picco attorno a 35 µg/m³ tra le ore 10 e le 21. L'ozono presenta il peculiare andamento contraddistinto dalla presenza dei livelli medi orari di picco nelle ore di massima insolazione delle stagioni primaverili ed estive. I dati meteorologici mettono in evidenza venti prevalenti provenienti da Nord, Nord-Est e Sud-Est, accompagnati da livelli massimi orari di velocità del vento pari a 4,6 m/sec nel periodo primaverile. L'esame delle elaborazioni grafiche stagionali relative alla rosa dei venti, mette in rilievo direzioni caratteristiche in funzione del periodo esaminato, nel quale le frequenze delle direzioni prevalenti non mostrano variazioni di rilievo. Le elaborazione inerenti il giorno tipo della velocità del vento mettono in evidenza valori medi orari più elevati nel periodo invernale nel quale il picco di massima intensità è collocato nelle prime ore pomeridiane (ore 13).



Conclusioni

I livelli degli inquinanti misurati nelle postazioni esaminate sono contraddistinti da concentrazioni inferiori ai relativi valori limite. L'inquinante che si distingue rispetto al contesto, è rappresentato dal materiale particolato PM₁₀, il quale registra in due postazioni su tre, alcuni casi di superamento del valore limite per l'indicatore della media giornaliera (3 casi per la postazione SR71, 1 caso per la postazione di Via Turati). La normativa che disciplina la materia, consente il superamento di 35 volte all'anno di questo indicatore. La proiezione nell'intero anno del numero di superamenti del valore limite della media giornaliera, fornisce un numero di casi comunque inferiori ai 35 consentiti dalla normativa (21 casi per la postazione SR71, 7 casi per la postazione di Via Turati). L'altro indicatore finalizzato alla tutela della salute umana, relativo alla media del materiale particolato PM₁₀ risulta tuttavia ampiamente inferiore al relativo valore limite. A prescindere della distribuzione spaziale dei livelli di ozono, che solitamente sono maggiori nelle zone rurali e di fondo, le concentrazioni dei restanti inquinanti riscontrate nell'area urbana, sono da considerarsi omogenee. La postazione SR71 mostra generalmente i valori più elevati nel quale il contributo del traffico autoveicolare (incrementato rispetto alle rilevazioni effettuate dall'ufficio traffico del Servizio viabilità della Provincia di Arezzo nell'anno 1997) è l'elemento principale; la postazione di Casina Pineta presenta invece valori mediamente nettamente più bassi delle altre due esaminate. Oltre al quadro delineato dal raffronto dei valori degli indicatori con i relativi valore limite definiti dalla normativa, risulta interessante il confronto relativo con i livelli registrati nelle precedenti campagne di monitoraggio della qualità dell'aria effettuate negli anni '97 e '01 nelle postazioni di Via Turati e SR71 dal quale emerge un leggero incremento dei livelli di concentrazione di circa il 30 % per il biossido di azoto e del doppio per gli idrocarburi non metanici. Non sono state riscontrati nel periodo di osservazione esaminato, contributi significativi da parte dello stabilimento Colacem per le postazioni oggetto della presente campagna di monitoraggio.

Il Tecnico della prevenzione nell'ambiente e nei luoghi di lavoro

dott. Guglielmo Tanganelli

Il Responsabile della U.O. Prevenzione Controlli Ambientali Integrati
dott. Claudio Bondi

GT/CB/gt



Nome Postazione	Via Filippo TURATI
Coordinate Geografiche (Gauss Boaga)	LONG E 1728592 LAT N 4836574
Altitudine (metri s.l.m.)	299
Altezza punto di campionamento (mt)	2,5
Periodo Osservazione	10 GIUGNO 2005 – 14 MARZO 2006



CARATTERIZZAZIONE DEL CONTESTO TERRITORIALE

La presente postazione di campionamento, è riconducibile alla tipologia urbana di fondo, nel quale è inserito un tessuto articolato caratterizzato da singole abitazioni civili, un plesso scolastico (Istituto Comprensivo Statale "Guido Monaco") contraddistinto da una scuola da una materna, una elementare ed una media, dallo stadio e dalla palestra Comunale. La fruizione articolata della zona (residenziale, ricreativa e didattica) rende la postazione di particolare rilievo al fine della valutazione della qualità dell'aria per la tutela della salute umana. Lo stabilimento Colacem è ubicato in direzione Nord-Nord-Est rispetto alla postazione ad una distanza di 1,3 km.

La zona è piuttosto aperta e pertanto influenzata favorevolmente all'azione dispersiva degli eventi meteorici.



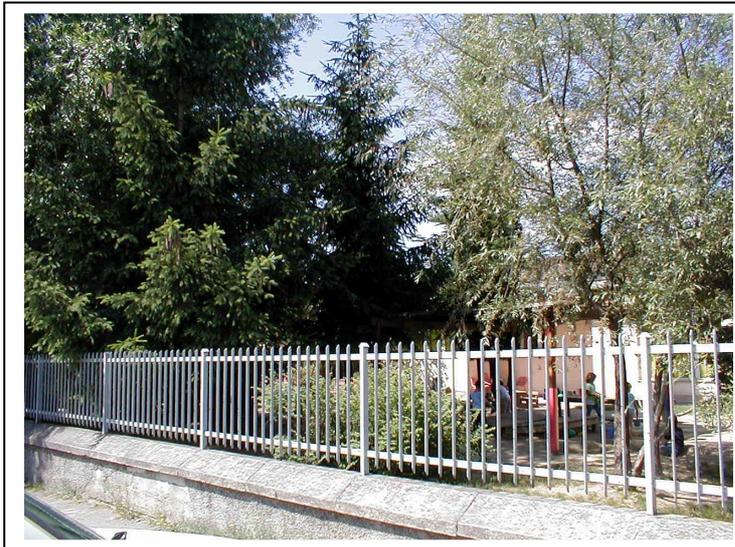
VISTE DEL TERRITORIO CIRCOSTANTE LA STAZIONE



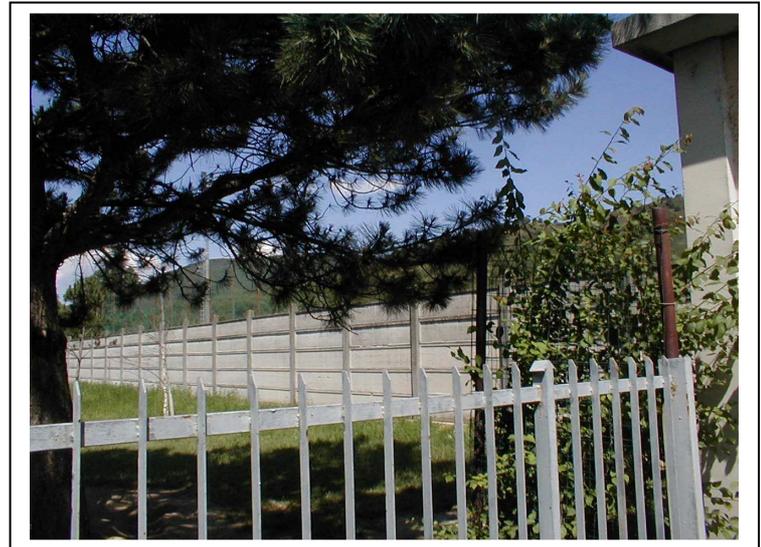
VISTA NORD



VISTA EST



VISTA SUD

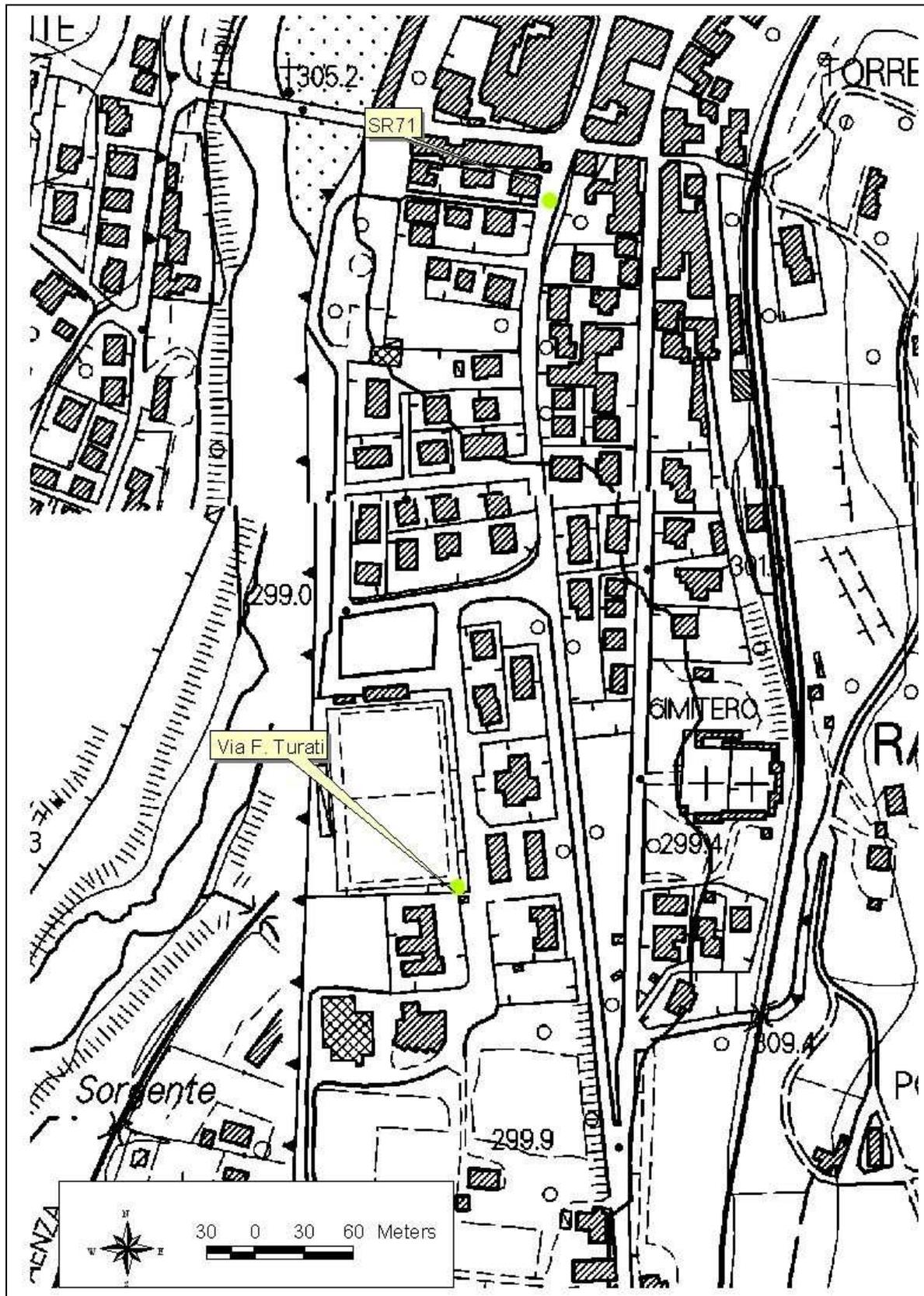


VISTA OVEST



LOCALIZZAZIONE DELLA STAZIONE DI MISURA

INQUADRAMENTO TERRITORIALE





Nome Postazione	STRADA REGIONALE 71
Coordinate Geografiche (Gauss Boaga)	LONG E 1728648 LAT N 4836993
Altitudine (metri s.l.m.)	302
Altezza punto di campionamento (mt)	2,5
Periodo Osservazione	24 GIUGNO 2005 – 28 MARZO 2006



CARATTERIZZAZIONE DEL CONTESTO TERRITORIALE

La presente postazione di campionamento è di tipo urbana da traffico, inserita in una zona residenziale densamente abitata ed attraversata dalla SR 71, via di comunicazione che collega il Casentino al Capoluogo di Provincia. Il traffico veicolare, fornisce un contributo significativo in riferimento al contesto territoriale all'intorno della postazione poiché sono registrati flussi veicolari consistenti pari a 13744 veicoli/giorno (traffico medio giornaliero registrato nell'anno 2004) di cui l'84 % è rappresentato da veicoli leggeri; rispetto alla rilevazione dei flussi effettuata in parallelo alla campagna di monitoraggio della qualità dell'aria nell'anno 1997 (8921 veicoli/giorno), si rileva un incremento del traffico medio giornaliero del 35 %. I dati relativi ai flussi veicolari sono forniti dall'Ufficio Traffico e Sicurezza Stradale - Servizio Viabilità della Provincia di Arezzo. Il cementificio Colacem è ubicato in direzione Nord-Nord-Est rispetto alla postazione ad una distanza di 0,9 km.



VISTE DEL TERRITORIO CIRCOSTANTE LA STAZIONE



VISTA NORD



VISTA EST



VISTA SUD

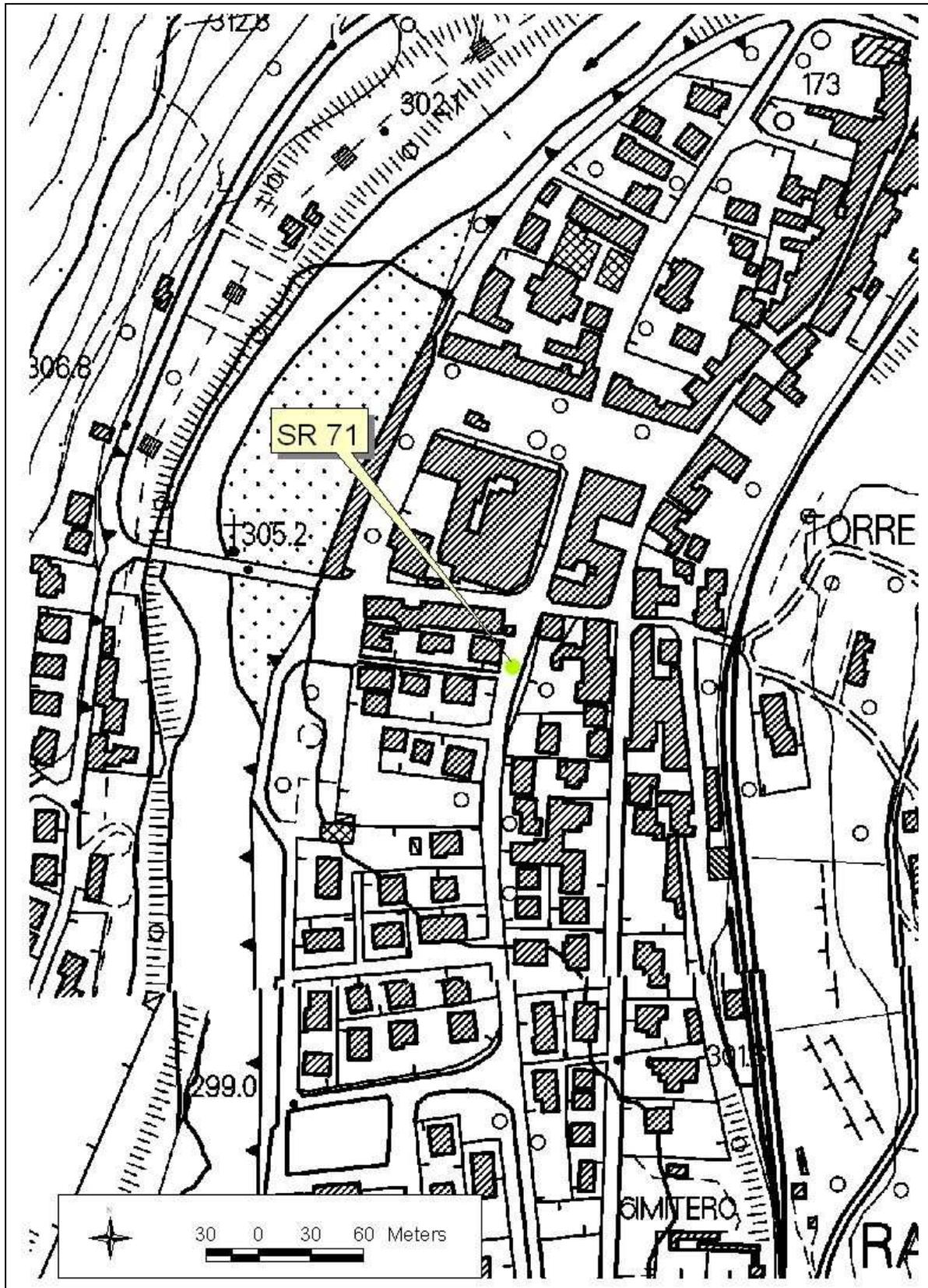


VISTA OVEST



LOCALIZZAZIONE DELLA STAZIONE DI MISURA

INQUADRAMENTO TERRITORIALE





Nome Postazione	CASINA PINETA
Coordinate Geografiche (Gauss Boaga)	LONG E 1728778 LAT N 4838361
Altitudine (metri s.l.m.)	310
Altezza punto di campionamento (mt)	2,5
Periodo Osservazione	8 LUGLIO 2005 – 11 APRILE 2006



CARATTERIZZAZIONE DEL CONTESTO TERRITORIALE

La presente postazione di campionamento di tipo rurale, è inserita in una zona agreste ubicata in direzione Nord rispetto all'area urbana di Rassina e contraddistinta dalla presenza di saltuarie abitazioni civili a piano singolo, campi agricoli di modeste dimensioni, e dell'impianto di produzione di clinker da cemento Colacem ubicato in direzione sud rispetto alla postazione ad una distanza di 0,4 km. Il traffico veicolare locale modesto non fornisce un contributo di rilievo in relazione al contesto dell'area attorno alla postazione di misura. La zona è ben esposta all'azione di diluizione e dispersione degli inquinanti da parte degli eventi meteorologici.



VISTE DEL TERRITORIO CIRCOSTANTE LA STAZIONE



VISTA NORD



VISTA EST



VISTA SUD

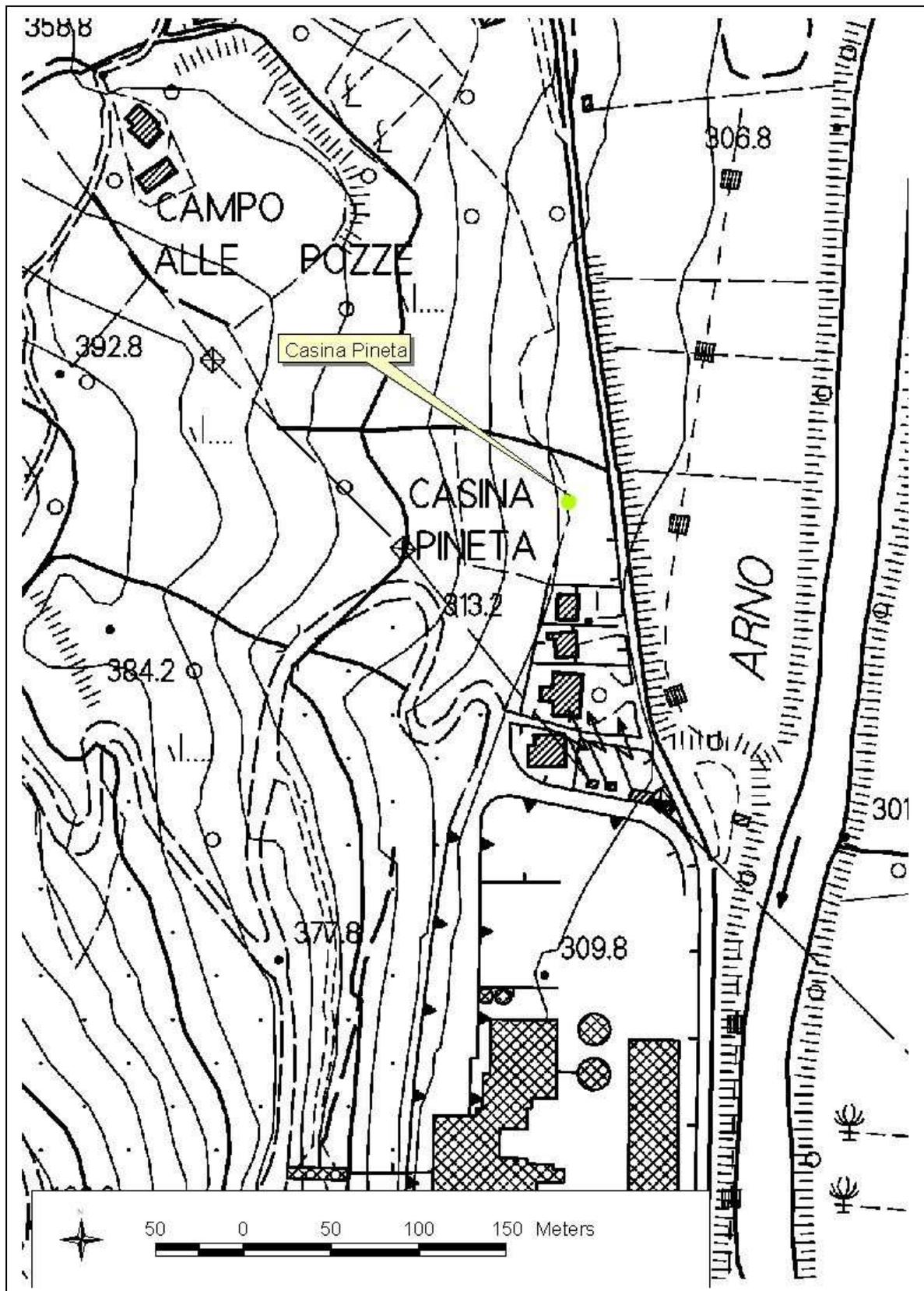


VISTA OVEST



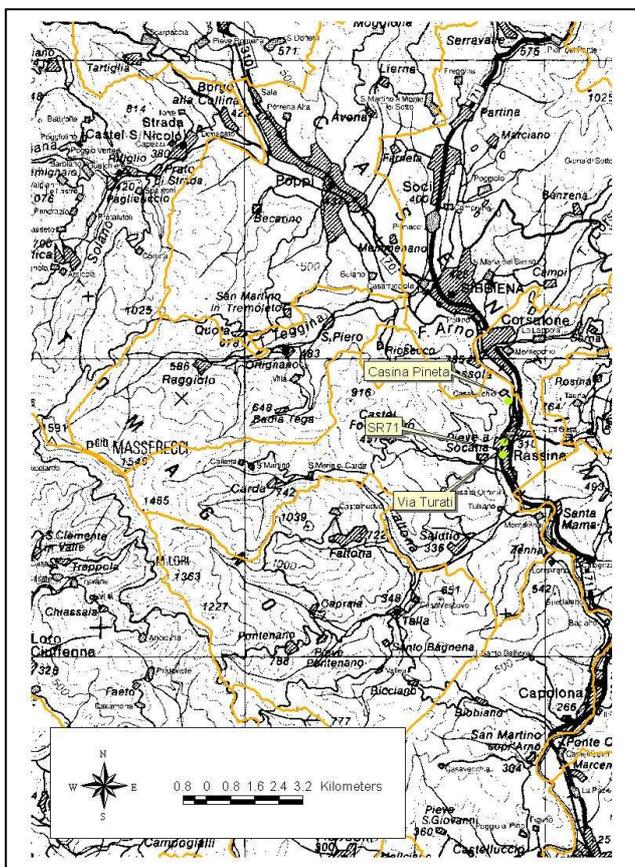
LOCALIZZAZIONE DELLA STAZIONE DI MISURA

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

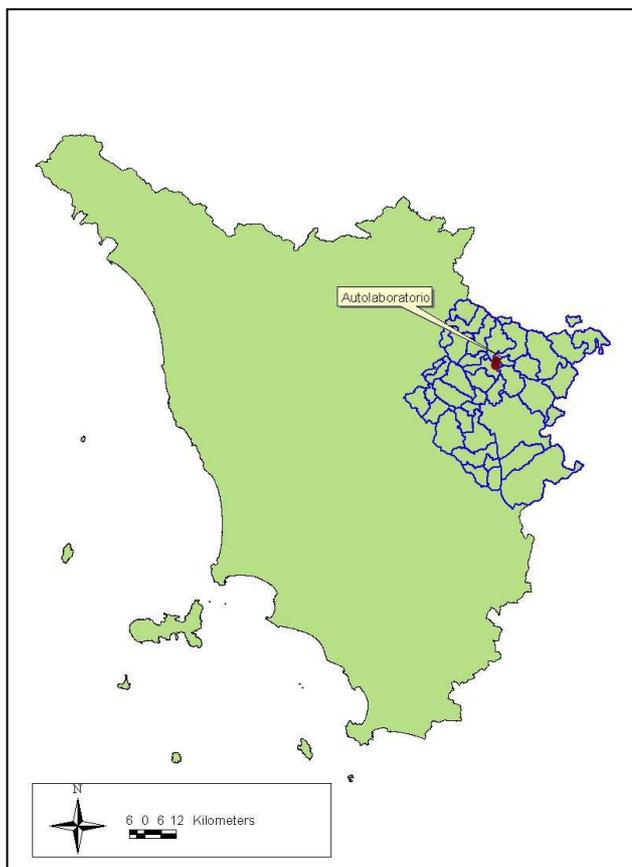




Comune di Castel Focognano Scala 1:150000



Regione Toscana Scala 1:500000



INFORMAZIONI GENERALI

Popolazione residente nell'area urbana	1650
Estensione Centro Abitato (Km ²)	0,36



Strumentazione utilizzata

La tabella sottostante mostra la dotazione strumentale dell'autolaboratorio utilizzata nella presente campagna di monitoraggio.

Inquinante	Marca Modello	Inventario	Principio Misura	Limite Rilevabilità	Precisione
O ₃	Monitor Labs ML 8810	AP-08-0177	Assorbimento UV-354	4 µg/mc	dal 20 al 80 % del campo di misura +/- 4 µg/mc
NO _x	Monitor Labs ML 8841	AP-08-0169	Chemiluminescenza	0,5 ppb	1,0 ppb
SO ₂	Monitor Labs ML 8850S	AP-08-0176	Fluorescenza UV	1,0 ppb	1,0 ppb
CO	Monitor Labs ML 8830	AP-08-0172	Correlazione Infrarosso	0,2 mg/mc	dal 20 al 80 % del campo di misura +/- 0,2 mg/mc
NMHC	Rancon R526	AP-08-0179	Rivelazione a ionizzazione di Fiamma	< 0,02 ppm	dal 20 al 80 % del campo di misura < +/- 0,02 ppm
PM10	FAG Kugelfischer FH 62 I-N	AP-08-0168	Assorbimento raggi β	3 µg/mc	2 µg/mc (relativa a 2 misure dalla durata di 24 ore)
DV	Micros SVDV	AP-08-0183	Sistema a banderuola ad uscita potenziometrica	0,3 m/sec	1%
VV	Micros SVDV	AP-08-0183	rotazione a sistema magneti toroidale, sonda ad effetto Hall	0,25 m/sec	+/- 0,25 nel campo 0-20 m/sec +/- 0,7 oltre i 20 m/sec

Rendimenti Strumentali %

	VIA TURATI	SR 71	CASINA PINETA
NO ₂	99	97	98
O ₃	99	99	98
SO ₂	96	94	81
NMHC	70	61	77
CO	99	99	98
PM10	94	92	91

La tabella sovrastante, mostra i rendimenti percentuali per singolo analizzatore relativi ai periodi di osservazione complessivi di ogni singola postazione di misura (52 giorni per le postazione di Via Turati, 53 giorni per la postazione di SR71, 59 giorni per la postazione di Casina Pineta). Il rendimento strumentale, è calcolato come percentuale di dati generati e validati rispetto al totale teorico (per es. 24 dati orari per ogni giorno di monitoraggio); una parte dei dati è inevitabilmente perduta per le attività di check automatico giornaliero, per le tarature e per le operazioni di manutenzione preventiva e straordinaria. Considerato che l'allegato X del DM 60/2002 ed il documento "criteri di validazione ed elaborazione degli indicatori relativi agli inquinanti in aria ambiente" redatto dalla commissione ARIA dell'ARPAT, richiedono, al fine della significatività del dato, una disponibilità annuale dei dati non inferiore al 90 %, i rendimenti forniti dalla strumentazione automatica della presente campagna di monitoraggio sono complessivamente da ritenersi buoni (rendimento totale medio della campagna 92 %) in considerazione che la strumentazione installata nell'autolaboratorio risulta più esposta ad eventuali malfunzionamenti rispetto a quella delle stazioni fisse a causa delle



sollecitazioni meccaniche subite negli spostamenti e che sono richiesti pertanto adeguati tempi di avviamento strumentale all'inizio di ogni campagna di monitoraggio, da ritenersi non trascurabili rispetto alla durata limitata delle singole campagne stagionali (in media 13 giorni). L'esame dettagliato dei rendimenti per singolo analizzatore, mette in evidenza bassi valori di rendimento per lo strumento degli idrocarburi non metanici NMHC in tutte le postazioni a causa di un guasto meccanico alla valvola rotativa; tale risultato, considerata la complessità di funzionamento dello strumento, il periodo di osservazione limitato (mediamente 54 giorni anziché i 365 considerati dalla normativa) nonché l'importanza dell'inquinante al fine della salute umana, è da considerarsi tuttavia accettabile (l'allegato X del DM 60/2002 non disciplina i criteri di accettabilità del dato per questo inquinante). Altri casi di singola efficienza inferiore al 90 %, riguarda in maniera sporadica l'analizzatore di biossido di zolfo. Le prestazioni strumentali, pur nei limiti espressi per gli analizzatori di NMHC ed SO₂, hanno permesso complessivamente, di conseguire buone efficienze percentuali per singola postazione (Via Turati = 93 %, SR71 = 90 %, Casina Pineta = 90 %).

Livello di Attendibilità dei dati forniti

I controlli di attendibilità dei dati forniti dagli analizzatori installati nell'autolaboratorio, come del resto quelli appartenenti alla rete di Arezzo, è effettuato mediante test statistici i quali permettono di calcolare il grado di dispersione relativo ai valori stimati per la pendenza e l'intercetta della retta di calibrazione ottenuta nel corso di verifiche di zero e span strumentale (campione a concentrazione nota). Il test confronta i valori dei coefficienti della curva di calibrazione ottenuti nella prova con i relativi limiti di accettabilità prefissati, esprimendo un giudizio di valore. Qualora il test non sia superato, sono attivati i controlli previsti da appropriate procedure finalizzate al ripristino dell'ottimale funzionalità strumentale. Queste verifiche sono effettuate per i parametri del monossido di carbonio e di azoto mediante standard secondari controllati con standard primari certificati dall'ente nazionale di certificazione francese COFRAC.

La pendenza della curva di taratura rappresenta l'inclinazione della retta stessa (relazione tra segnale e concentrazione) mentre l'intercetta esprime il valore letto dallo strumento in assenza di inquinante (concentrazione nulla).

Inquinante	Pendenza	Intercetta
CO	1+/- 0,1	0 +/- 0,1
NO	1+/- 0,1	0 +/- 5
NO ₂	Verifica dell'efficienza del convertitore* (GPT) > 96 %.	

(*) L'efficienza del convertitore (GPT) è stata considerata sufficiente per valori > 96 %.



Campagna di monitoraggio della Qualità dell'aria Comune di Castel Focognano

Periodo di osservazione: dal 10 giugno 2005 al 11 aprile 2006.

INDICATORE	Via F. Turati 10/06/05-14/03/06	SR71 24/06/05-28/03/06	Casina Pineta 08/07/05-11/04/06	LIMITE
NO ₂ Max Orario - µg/m ³	99	110	64	250 ^{DM60}
NO ₂ 98° Percentile - µg/m ³	55	77	45	200*
NO ₂ Media - µg/m ³	22	33	15	50 ^{DM60}
NOx Media - µg/m ³	39	78	23	30 ^{DM60}
CO Max 1 Ora - mg/m ³	2	3,5	2,4	40**
CO media mobile 8 Ore - mg/m ³	1,4	2,5	1,5	10 ^{DM60}
Polveri PM10 Media - µg/m ³	24	33	20	40 ^{DM60}
Polveri PM10 Max 24 Ore - µg/m ³	52	53	49	50 ^{DM60}
NMHC media 3 Ore - µg/m ³	485	483	292	200**
O ₃ media mobile 8 Ore - µg/m ³	129	107	132	120***
O ₃ max 1 Ora - µg/m ³	147	124	146	180***
SO ₂ Max 24 Ore - µg/m ³	12	6	9	125 ^{DM60}
SO ₂ Max Orario - µg/m ³	21	15	15	350 ^{DM60}

*** Valori Limite fissati dal DLgs 183/2004

** Valori relativi agli Standard di Qualità dell'aria fissati dal DPCM del 28/03/83

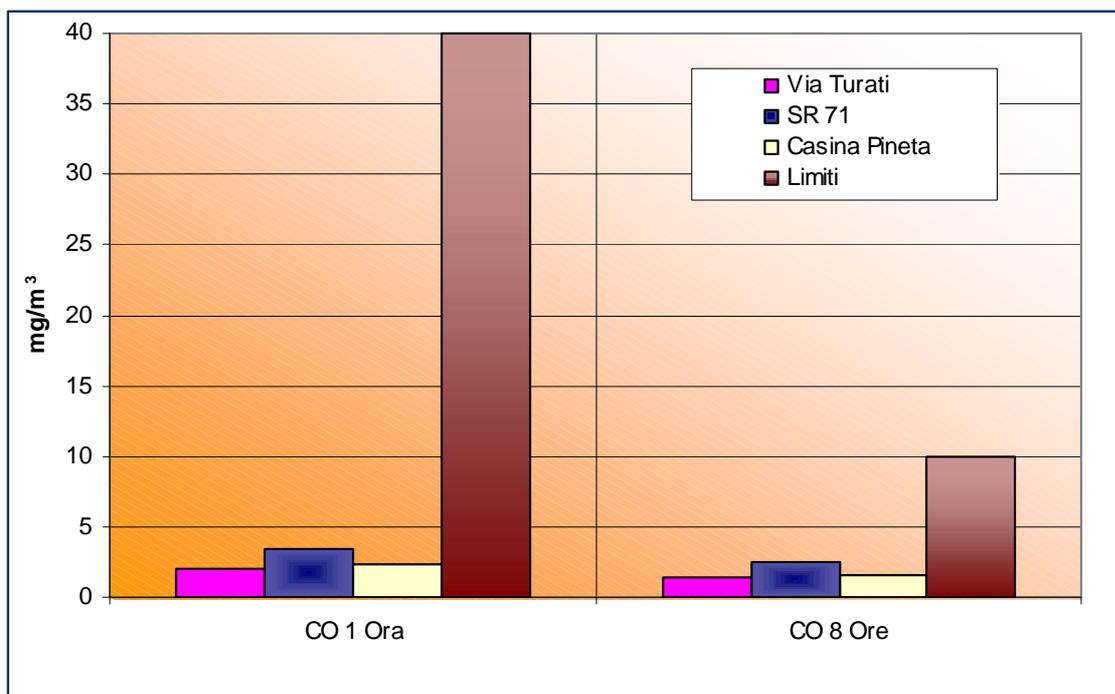
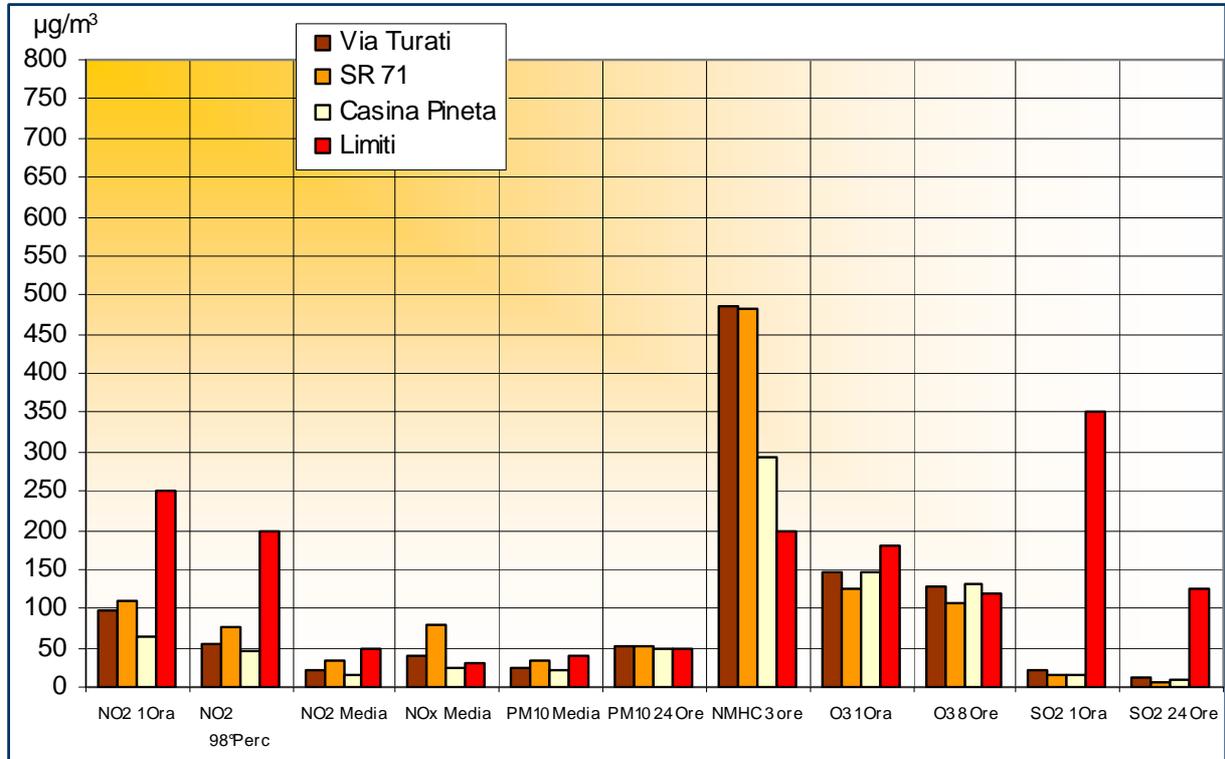
* Valori relativi agli Standard di Qualità dell'aria fissati dal DPR 203/88

Il Valore limite relativi ai NMHC scatta solo se è superato contemporaneamente lo standard di qualità dell'aria relativo all'ozono di 200 µg/m³ previsto dal DPCM del 28/03/83.

DM60: Valori Limite fissati dal Decreto Ministero Ambiente n. 60/2002 comprensivi del relativo margine di tolleranza calcolato per l'anno 2005 (ad esclusione dal valore medio giornaliero per l'anidride solforosa per il quale non è previsto alcun margine di tolleranza).



CONFRONTO CON I LIMITI DI LEGGE





CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE DI MISURA

In relazione a quanto disposto dal decreto legislativo 351/99 (artt. 5-8-9) nonché dal decreto del Ministero dell'Ambiente n. 261/02 (art. 1), le competenze relative alla classificazione delle zone in merito ai livelli di concentrazione degli inquinanti in aria ambiente rilevati in un anno, spettano alla Regione. Le valutazioni riportate in questo capitolo, riferendosi pertanto ad un periodo di osservazione limitato, offrono un'istantanea del contesto dell'aria ambiente delle zone e sono presentate a scopo esemplificativo, al fine di completare il quadro analitico dei dati registrati.

Il D.M. 163/1999, il D.Lgs. 351/1999, il DM 60 del 2002 ed il DLgs 183/2004 introducono il concetto di "zona" entro la quale si rendono necessari interventi di pianificazione e monitoraggio. La classificazione delle zone oggetto della presente campagna di monitoraggio, è stata effettuata confrontando i dati registrati nel corso della campagna effettuata nelle tre postazioni di misura del Comune di Castel Focognano con i relativi valori limite fissati dal DM 60/2002 e dal DLgs 183/04 mediante l'applicazione dei criteri riportati nella legenda sottostante. Per quanto attiene l'ozono, sono stati applicati i criteri di classificazione delle zone definiti dall'art. 3 commi 2 e 3 e dall'art. 4 commi 2, 3, 5 e 6 del DLgs 183/2004.

I valori limite di riferimento adottati al fine della presente classificazione sono quelli definiti dal DM 60/02 e dal DLgs 183/2004 (solo media mobile di 8 ore massima giornaliera).

Legenda

Zone A: i livelli esistenti sono di sotto ai valori limite e non comportano il rischio di superamenti. Dovranno essere proseguite la valutazione e la misura al fine di controllare la situazione per non peggiorare la qualità dell'aria.

Zone B: i livelli esistenti rischiano di superare il valore limite e/o le soglie di allarme. Saranno adottati piani di azione con misure di breve periodo per ridurre il rischio di superamento dei valori limite.

Zone C: i livelli esistenti superano il valore limite e sono di sotto al margine di superamento/tolleranza. Dovranno essere adottati piani di azione e interventi per il risanamento, inoltre occorrerà proseguire la misurazione per verificare l'evoluzione della situazione.

Zone D: i livelli esistenti superano anche il margine di superamento/tolleranza. Dovranno essere adottati di piani ed azioni per il risanamento proseguendo la misurazione al fine di verificare l'evoluzione della situazione.

Art 3. Commi 2- 3 DLgs 183/04: i livelli di ozono nell'aria ambiente superano i valori bersaglio definiti dall'allegato I, parte II. Dovrà essere adottato un piano o un programma coerente con il piano nazionale delle emissioni predisposto in attuazione della direttiva 2001/81/CE, al fine di raggiungere i valori bersaglio previsti al comma 1, sempreché il raggiungimento di detti valori bersaglio sia realizzabile attraverso misure proporzionate.

Art 4. Commi 2 - 3 DLgs 183/04: i livelli di ozono nell'aria ambiente superano gli obiettivi a lungo termine definiti dall'allegato 1, parte III ma sono inferiori ai valori bersaglio definiti dall'allegato I, parte II. Al fine di conseguire gli obiettivi a lungo termine dovranno essere attuate misure efficaci dal punto di vista dei costi, purché proporzionate. Tali misure dovranno essere almeno coerenti con i piani o i programmi di cui all'articolo 3, commi 3 e 5, con le misure previste dal programma nazionale delle emissioni predisposto in attuazione della direttiva 2001/81/CE e con le misure stabilite dalle altre disposizioni vigenti in materia.

Art 4. Commi 5 - 6 DLgs 183/04: i livelli di ozono nell'aria ambiente sono conformi agli obiettivi a lungo termine definiti dall'allegato 1, parte III. Dovranno essere adottate misure proporzionate, al fine di preservare la migliore qualità dell'aria compatibile con lo sviluppo sostenibile e con un elevato livello di protezione dell'ambiente e della salute umana.



POSTAZIONE DI MISURA VIA FILIPPO TURATI - zona C

Monossido di carbonio:	zona A
Biossido di azoto:	zona A
Materiale particolato (PM ₁₀)	zona C
Ozono:	art. 4 commi 2 - 3 DLgs 183/04
Biossido di Zolfo	zona A

POSTAZIONE DI MISURA SR 71 - zona C

Monossido di carbonio:	zona A
Biossido di azoto:	zona A
Materiale particolato (PM ₁₀)	zona C
Ozono:	art. 4 commi 5 - 6 DLgs 183/04
Biossido di Zolfo	zona A

POSTAZIONE DI MISURA CASINA PINETA - zona B

Monossido di carbonio:	zona A
Biossido di azoto:	zona A
Materiale particolato (PM ₁₀)	zona B
Ozono:	art. 4 commi 2 - 3 DLgs 183/04
Biossido di Zolfo	zona A

Riepilogo classificazione per inquinante

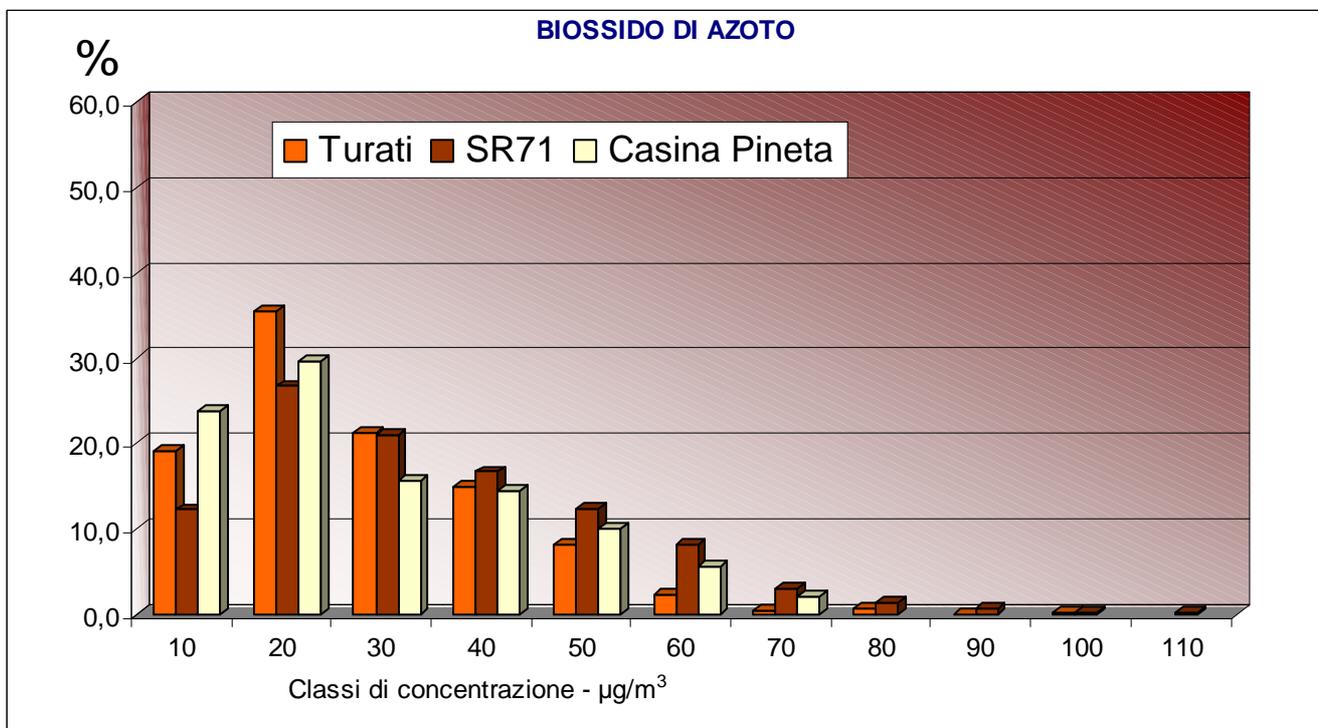
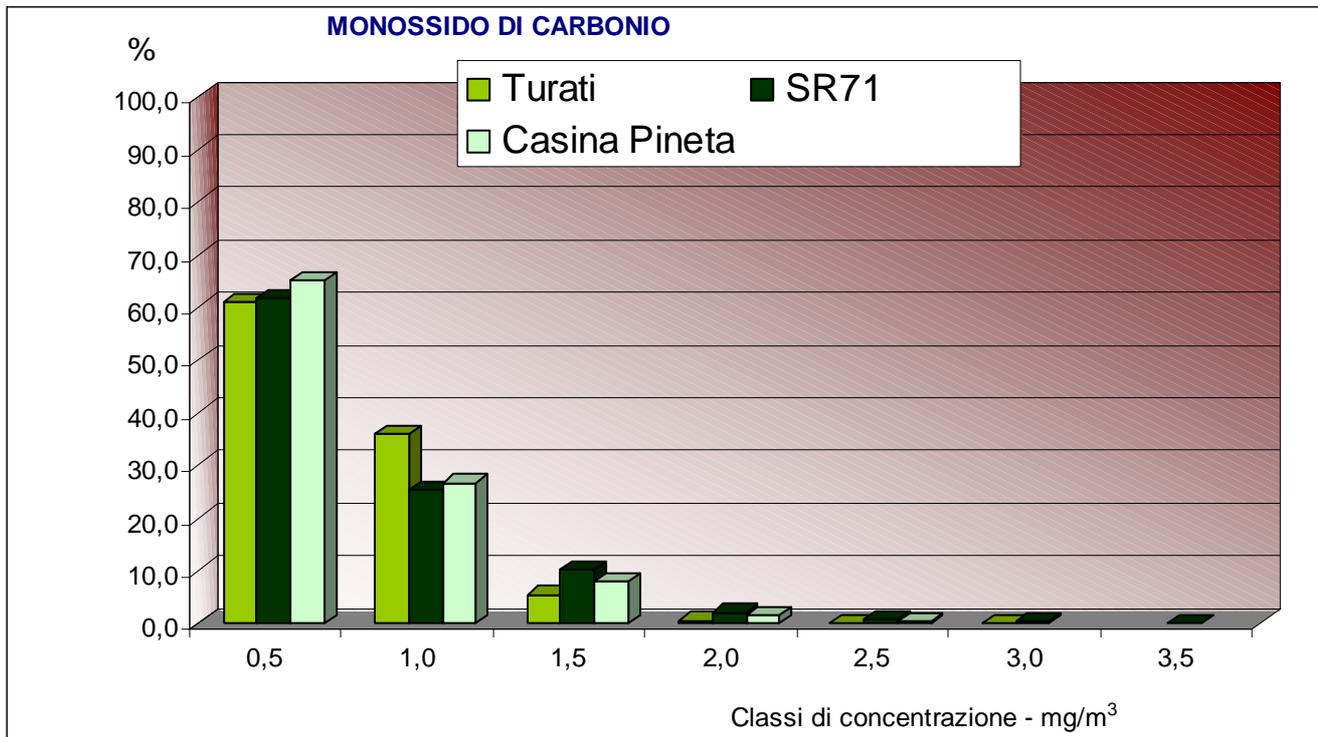
Inquinante	Via F. Turati	SR 71	Casina Pineta	Riepilogativo Comune di Castel Focognano
CO	A	A	A	A
NO₂	A	A	A	A
SO₂	A	A	A	A
PM₁₀	C	C	B	C/B
O₃	Art. 4 commi 2, 3	Art. 4 Commi 5, 6	Art. 4 commi 2, 3	Art. 4 commi 2, 3/commi 5, 6

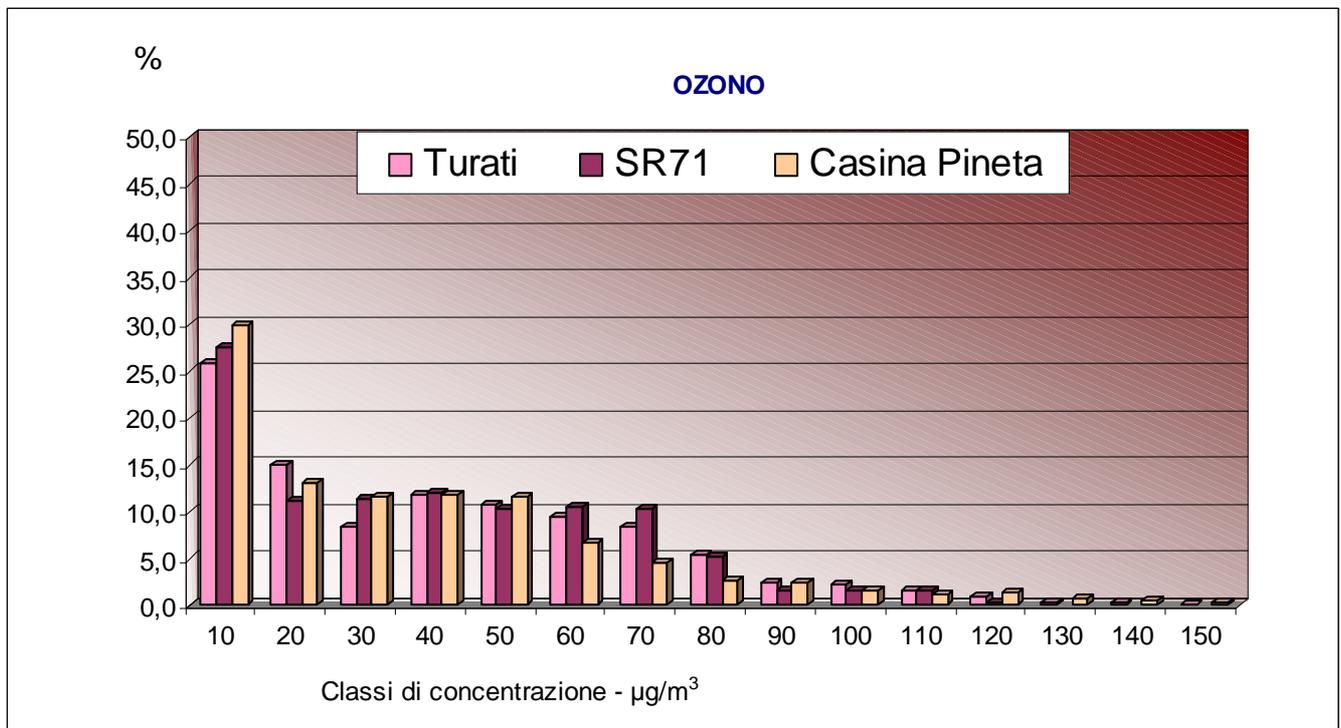
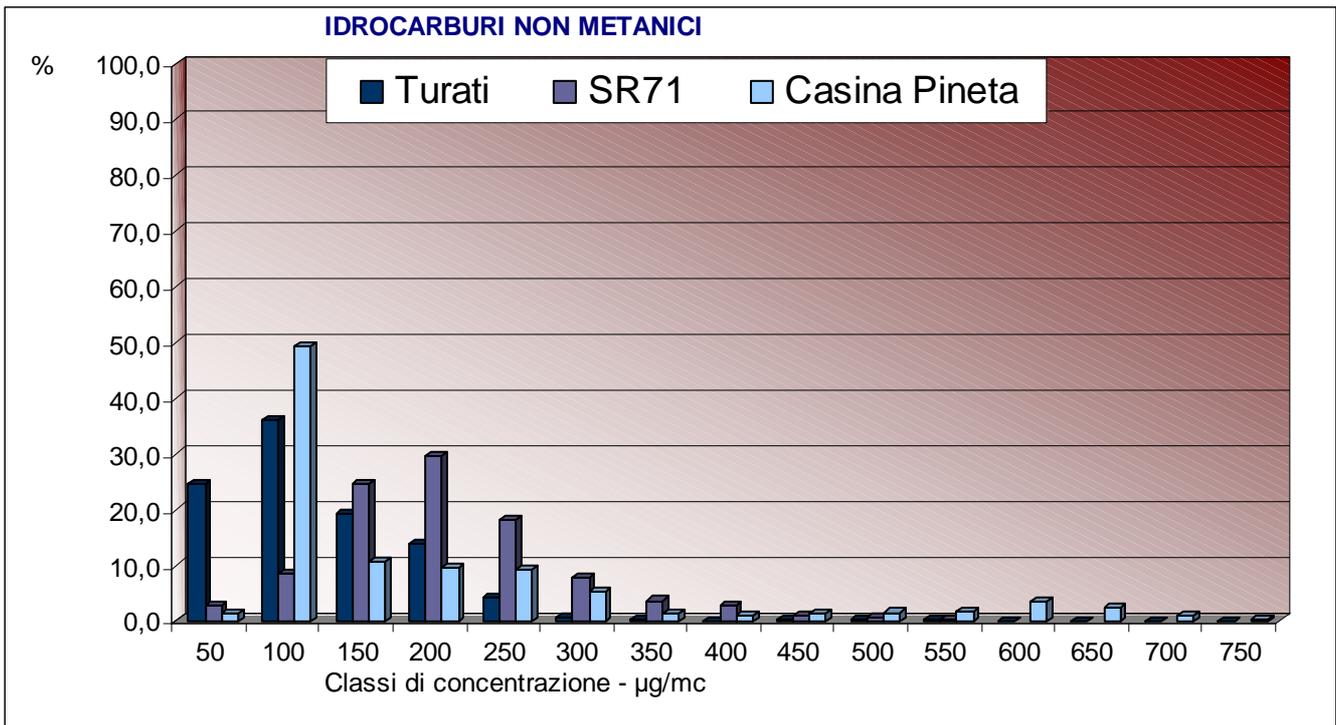
In merito a quanto riportato sulla tabella riassuntiva, possiamo affermare che:

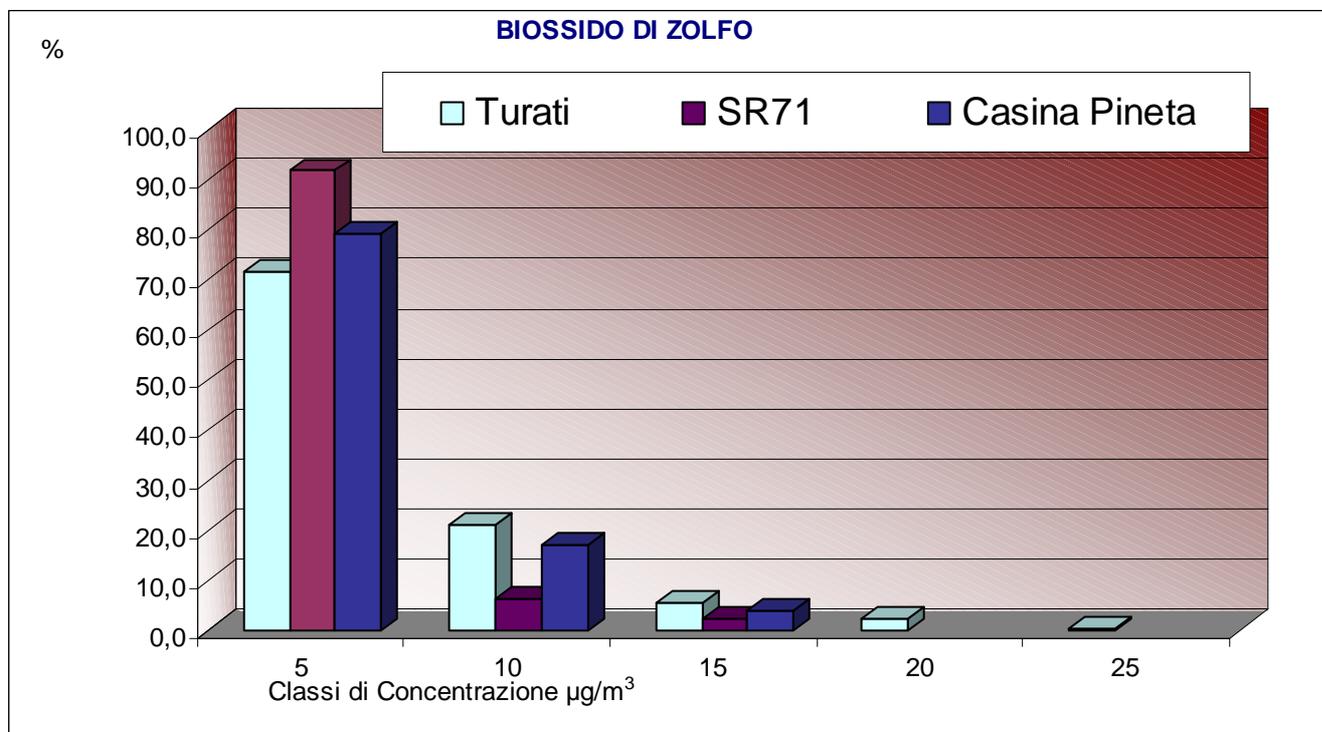
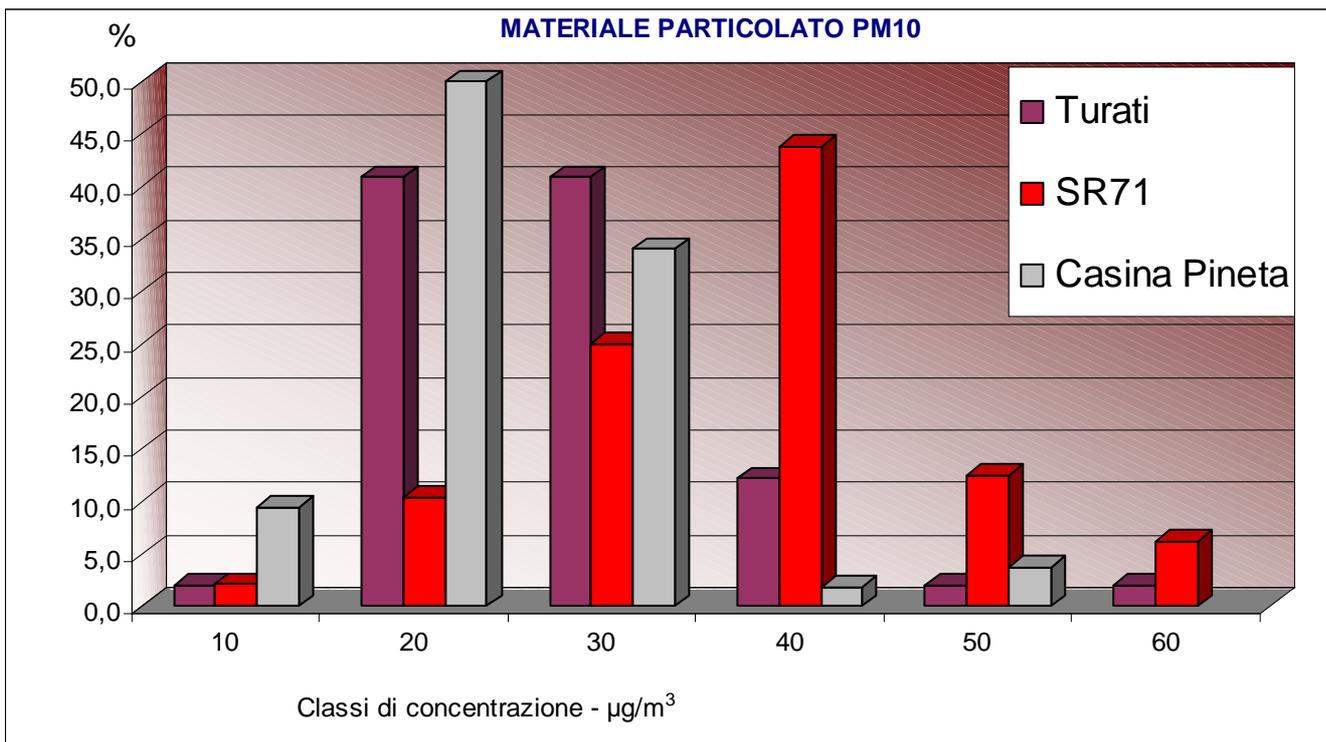
- i livelli di monossido di carbonio, biossido di azoto, biossido di zolfo sono sotto ai valori limite. In relazione al contesto riscontrato, l'obiettivo principale è quello di controllare la situazione per non peggiorare la qualità dell'aria esistente mediante campagne discontinue di ampio respiro;
- in merito all'ozono, in due postazioni su tre, sufficientemente lontane dall'influsso di emissioni locali come il traffico autoveicolare, i livelli esistenti superano gli obiettivi a lungo termine (media mobile di 8 ore massima giornaliera), ma sono inferiori ai valori bersaglio. Questo quadro, non è peculiare dell'area monitorata, ma si estende su scala provinciale e nazionale in quanto trattasi di inquinante secondario i cui meccanismi di formazione sono dovuti ad inquinanti precursori (ossidi di azoto ed idrocarburi), la presenza di radiazione solare come elemento catalizzante, nonché a fenomeni di trasporto;
- i livelli di materiale particolato PM₁₀ superano in due postazioni su tre, e rischiano di superare nella restante, il valore limite relativo alla media giornaliera. In tale contesto sono preferibili piani ed azioni di risanamento nel primo caso e piani di azione con misure a breve periodo nel secondo caso.



DISTRIBUZIONE DEI VALORI MEDI ORARI



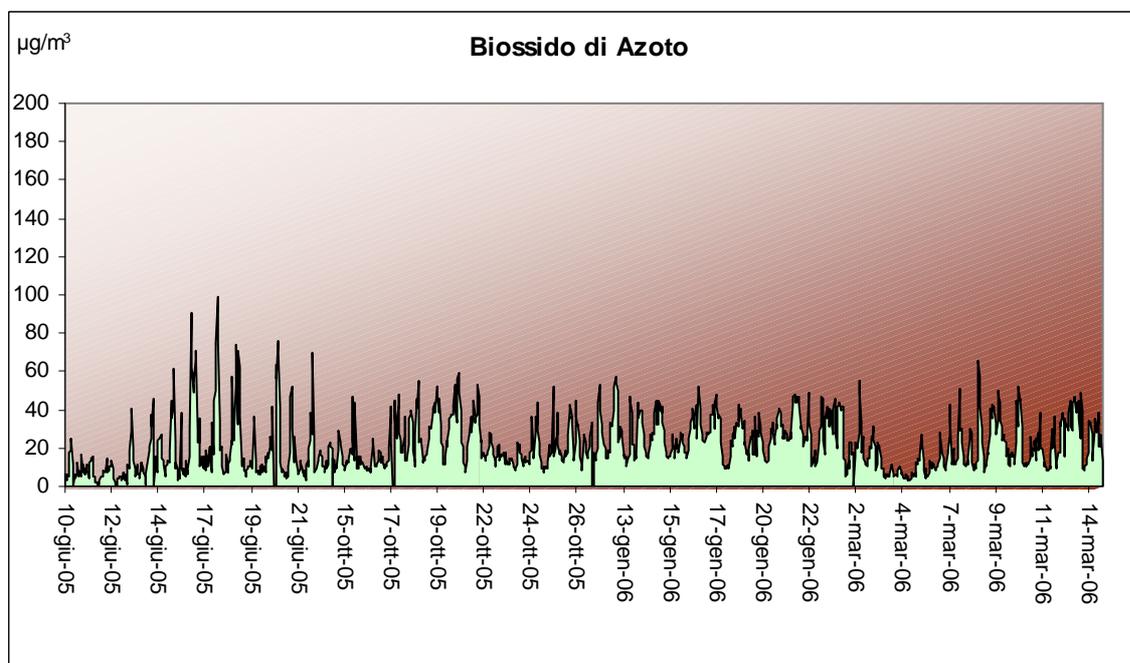
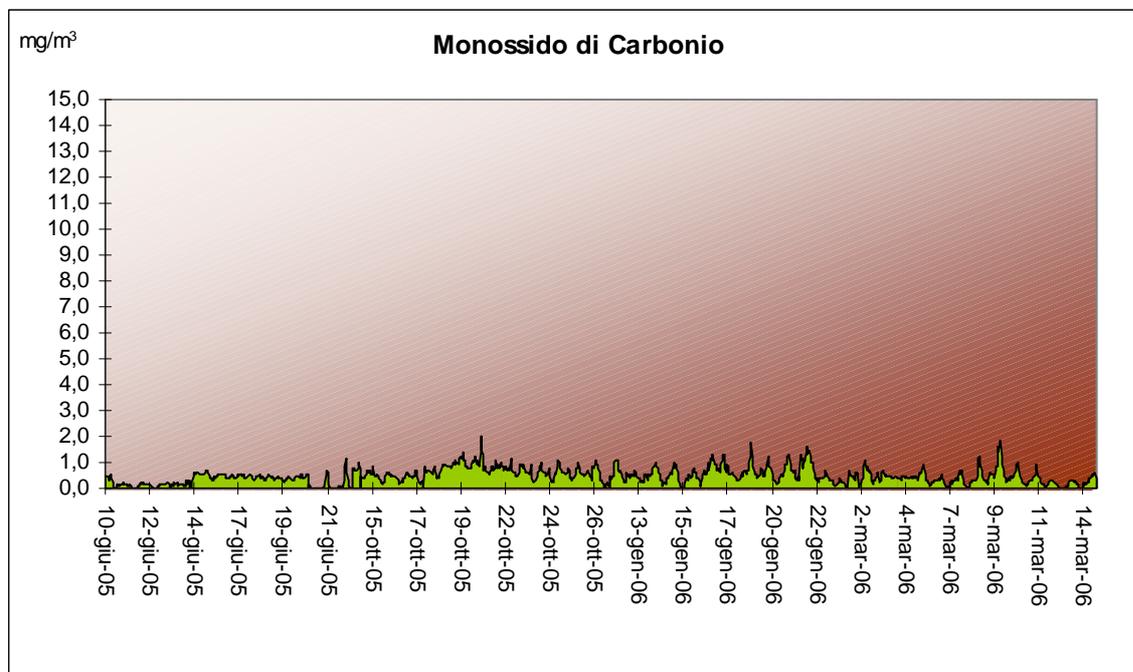


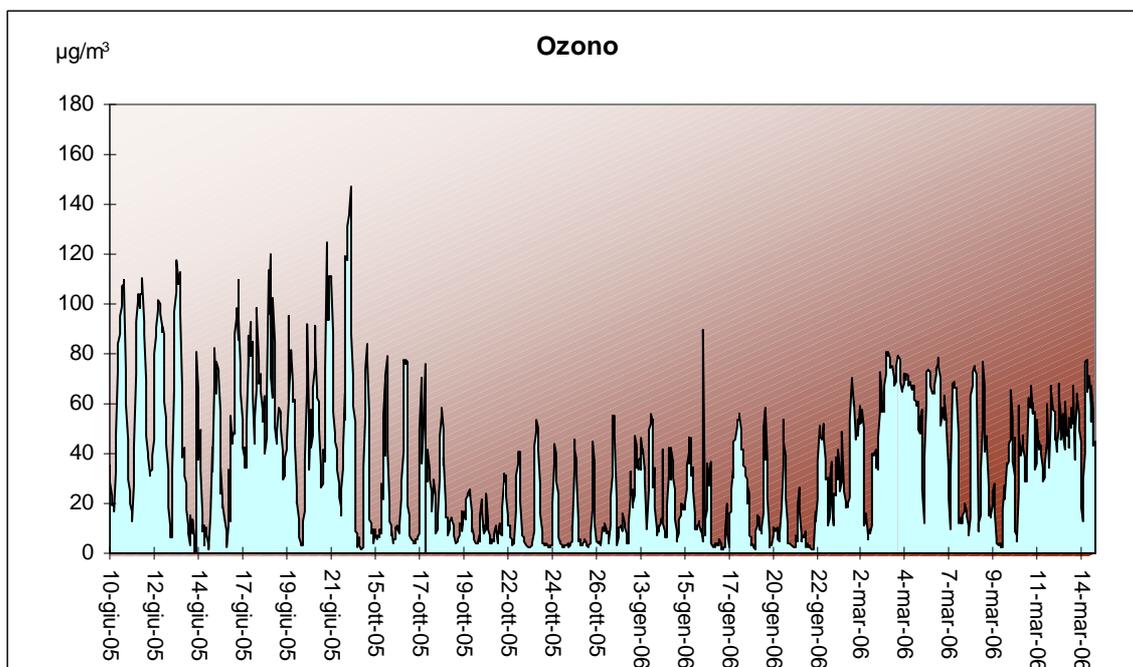
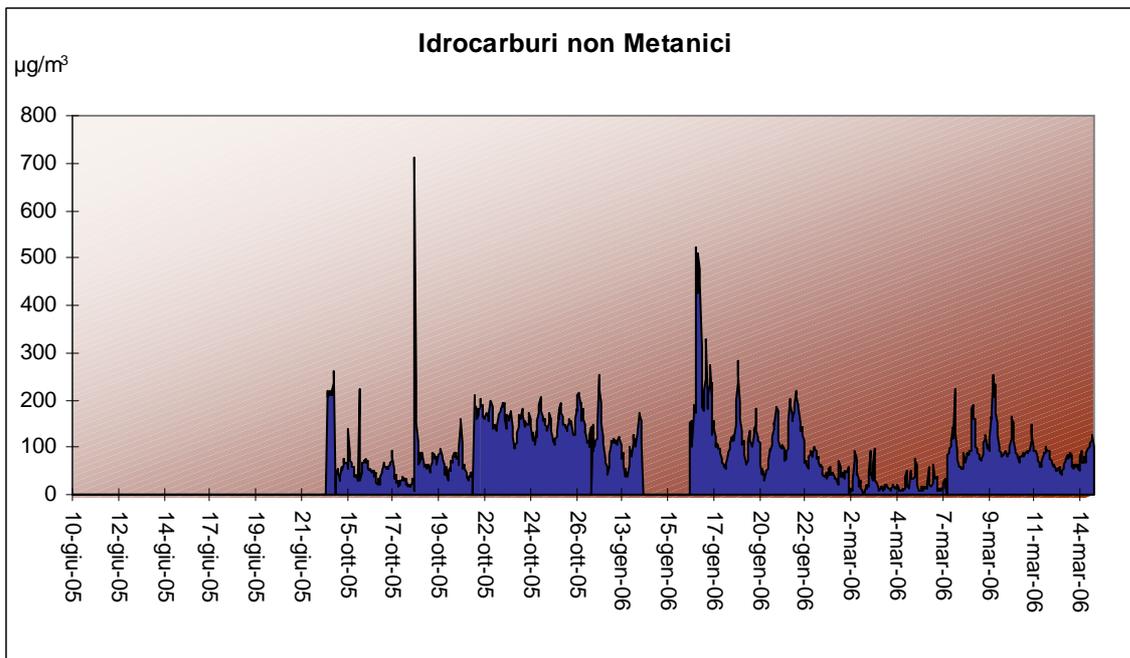


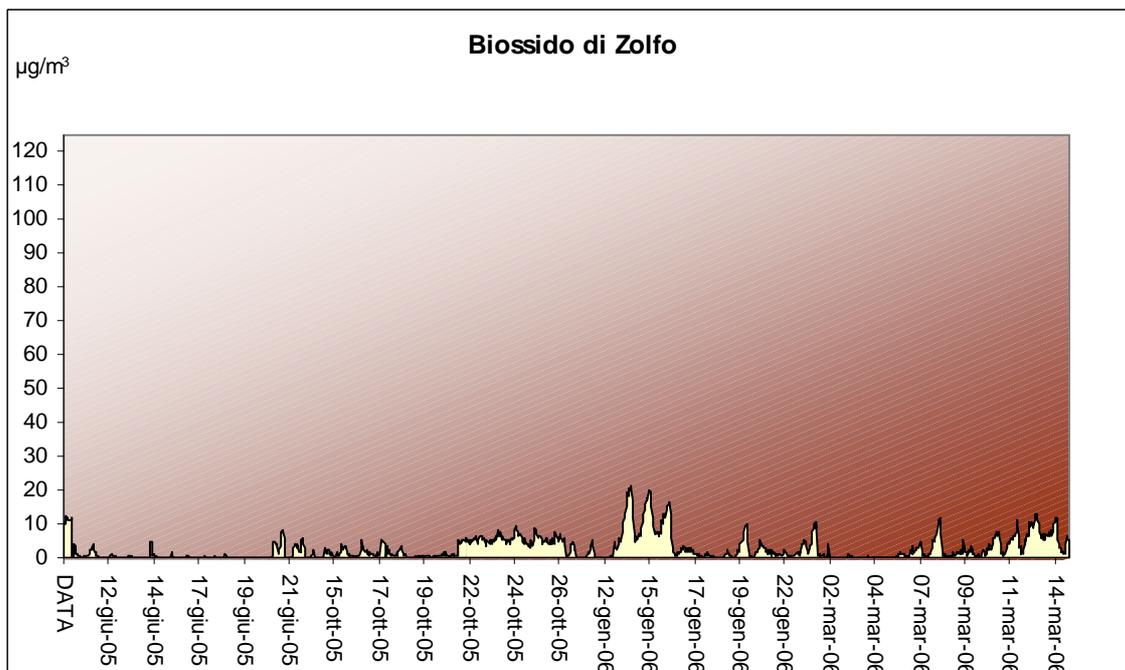
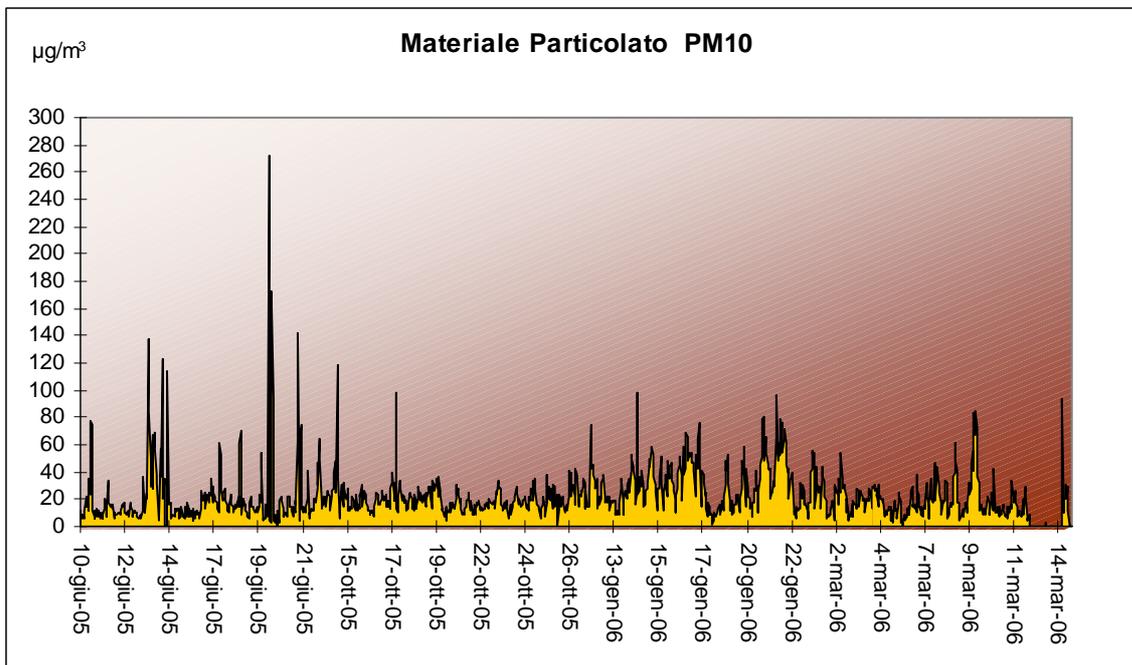


Postazione di Via F. Turati

ANDAMENTO DEI VALORI MEDI ORARI

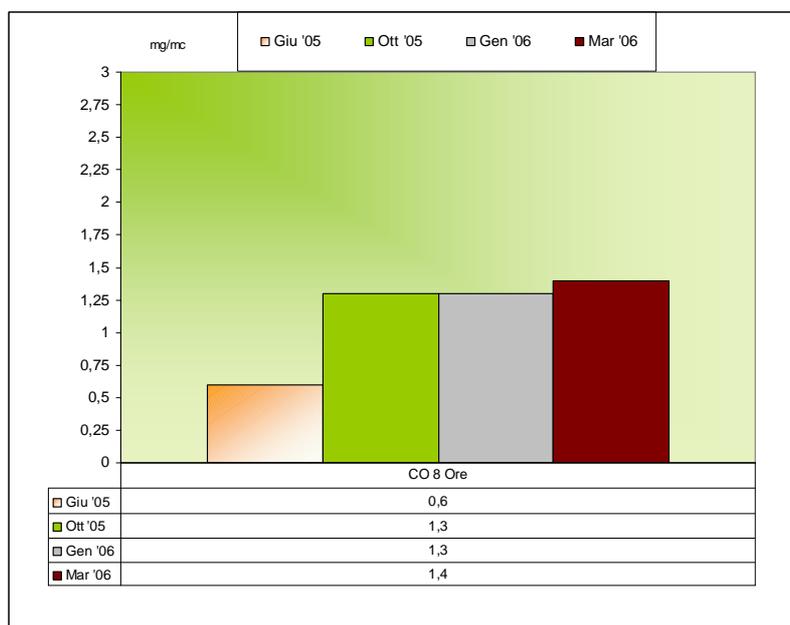
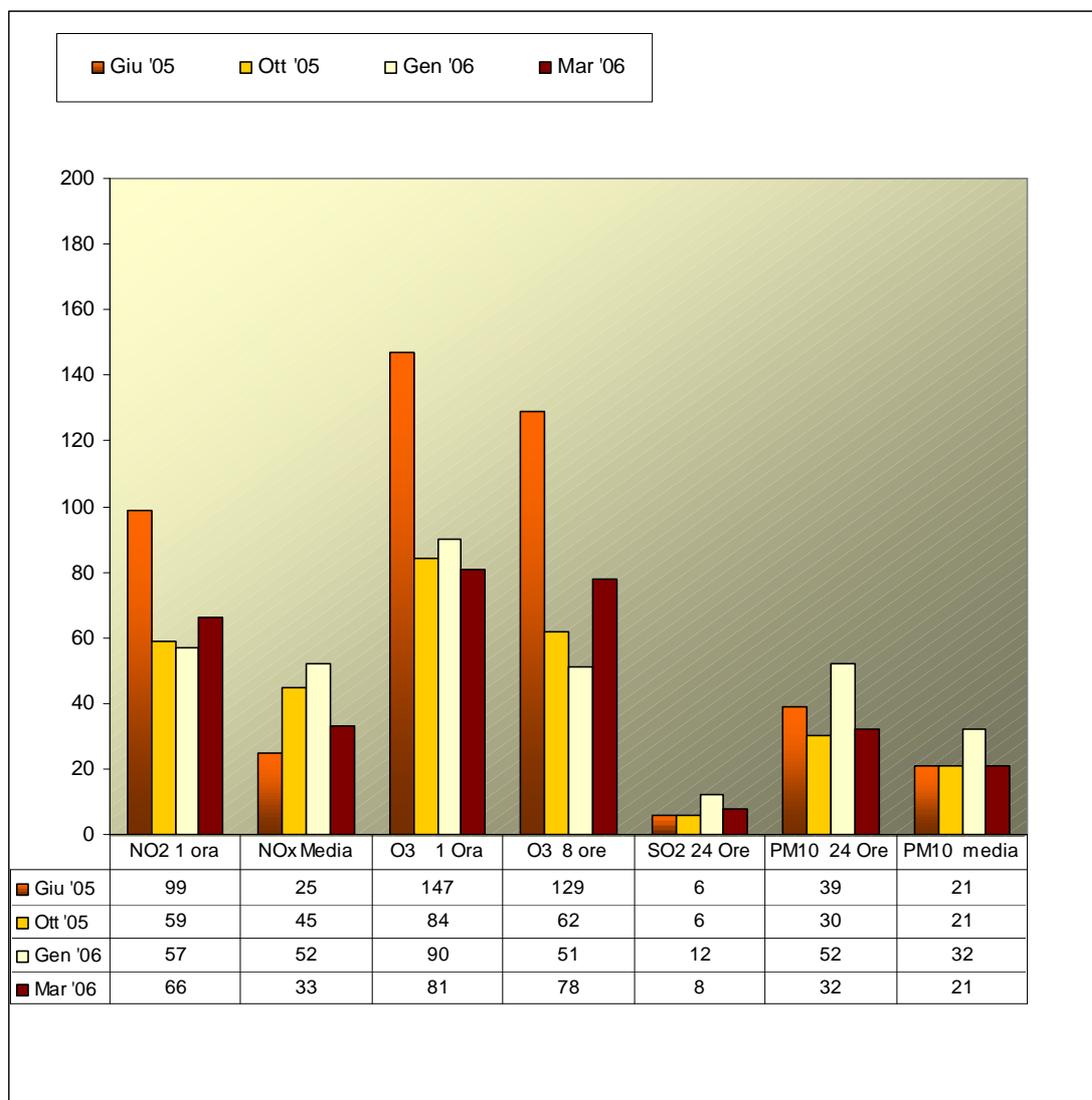






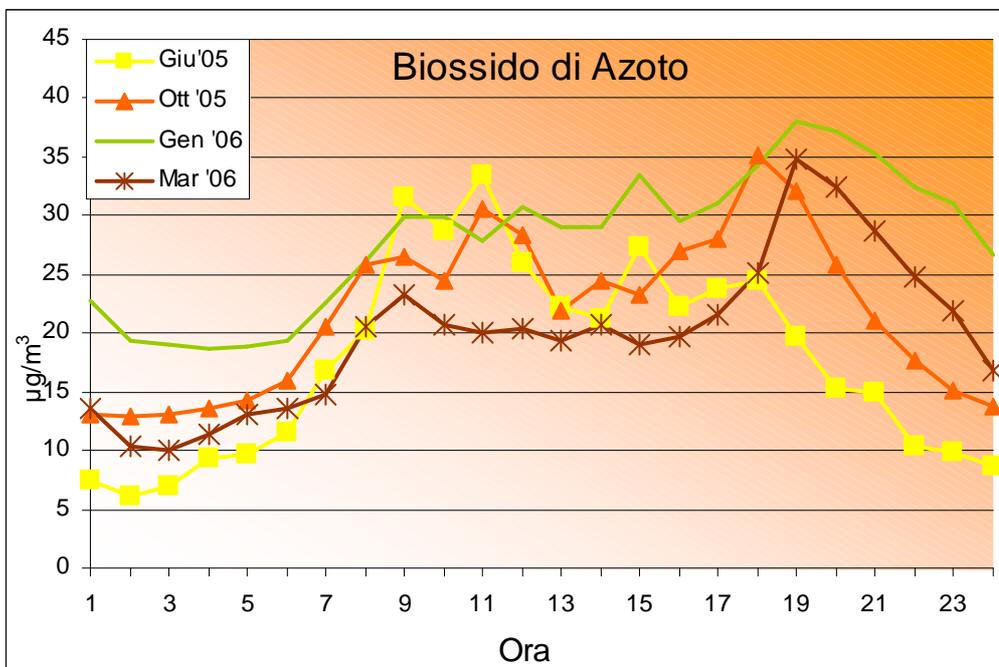
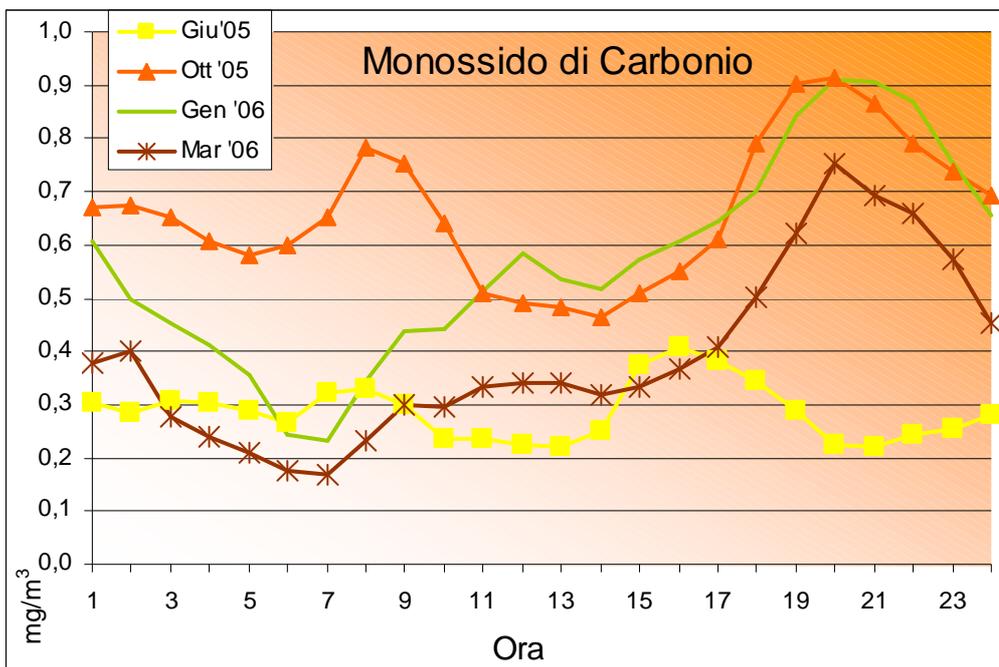


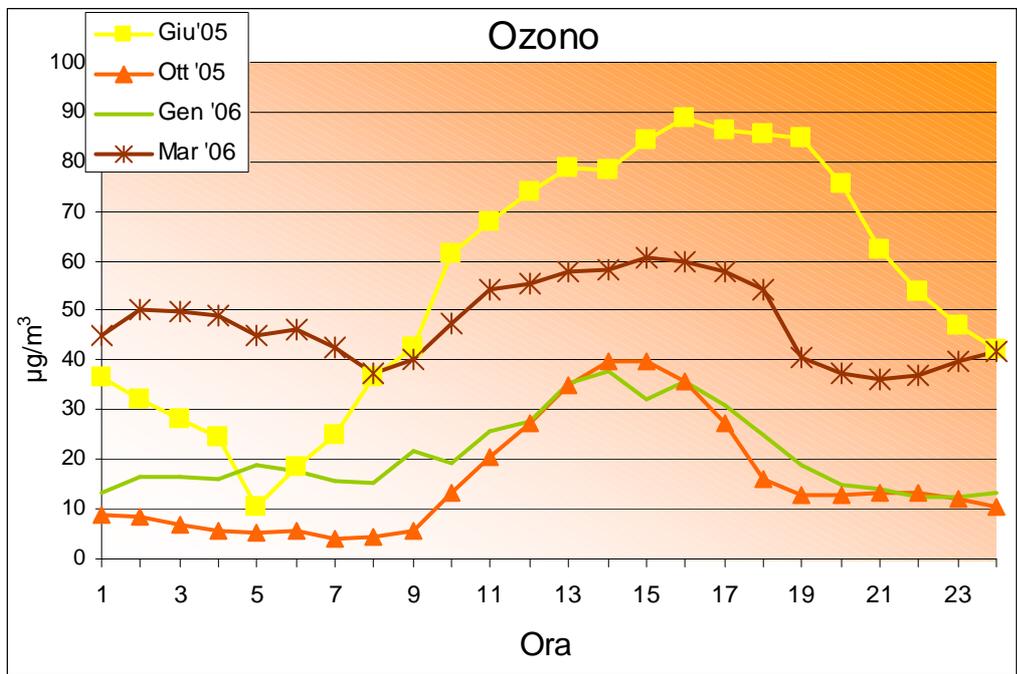
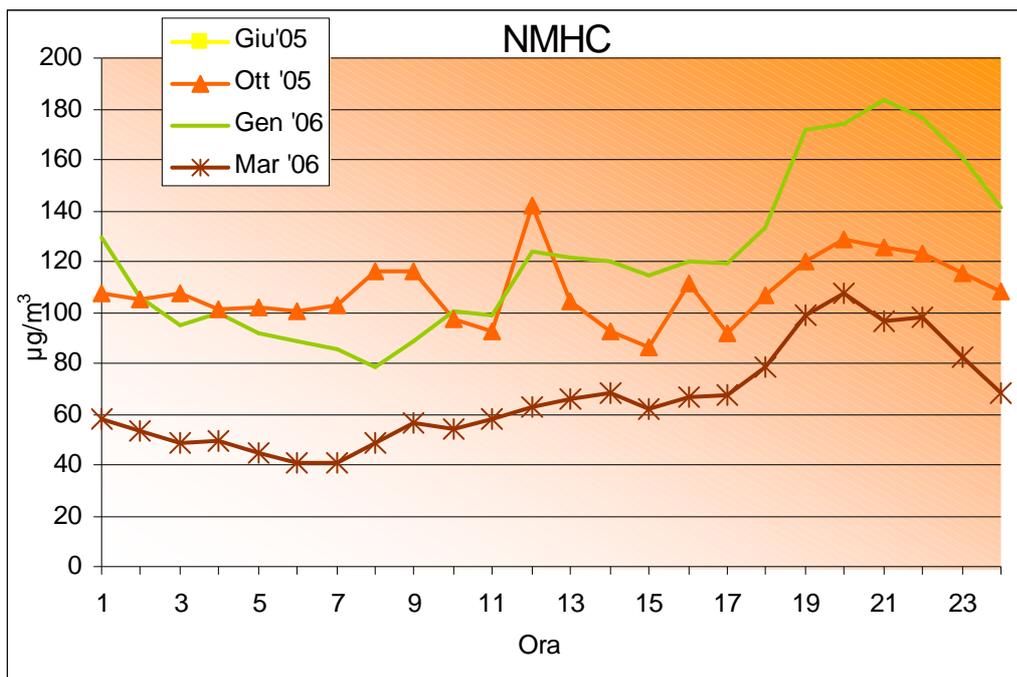
Andamento stagionale degli indicatori

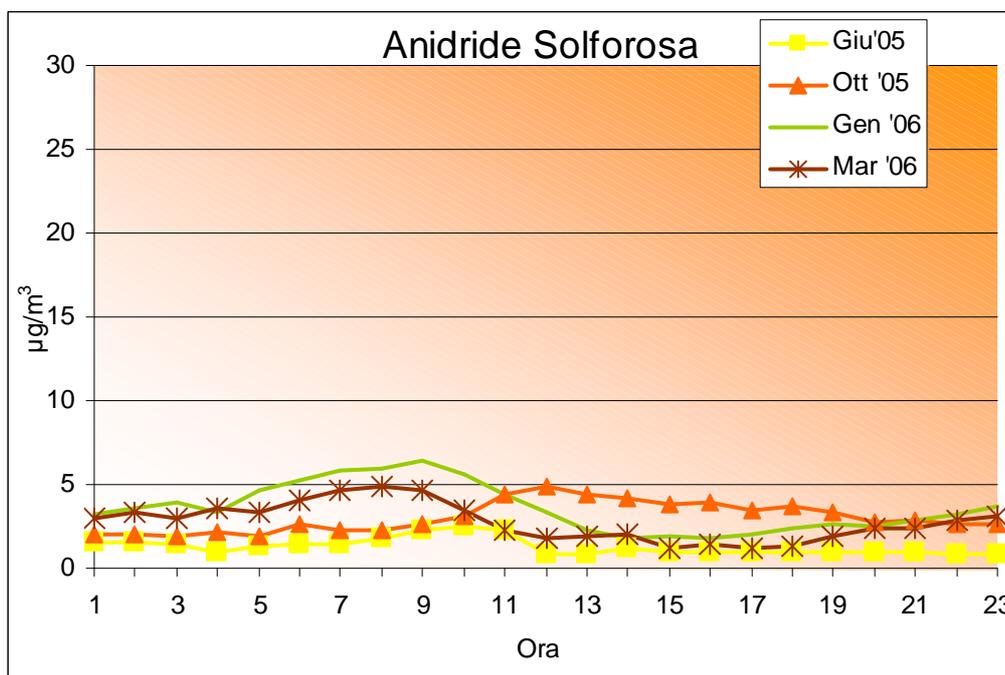
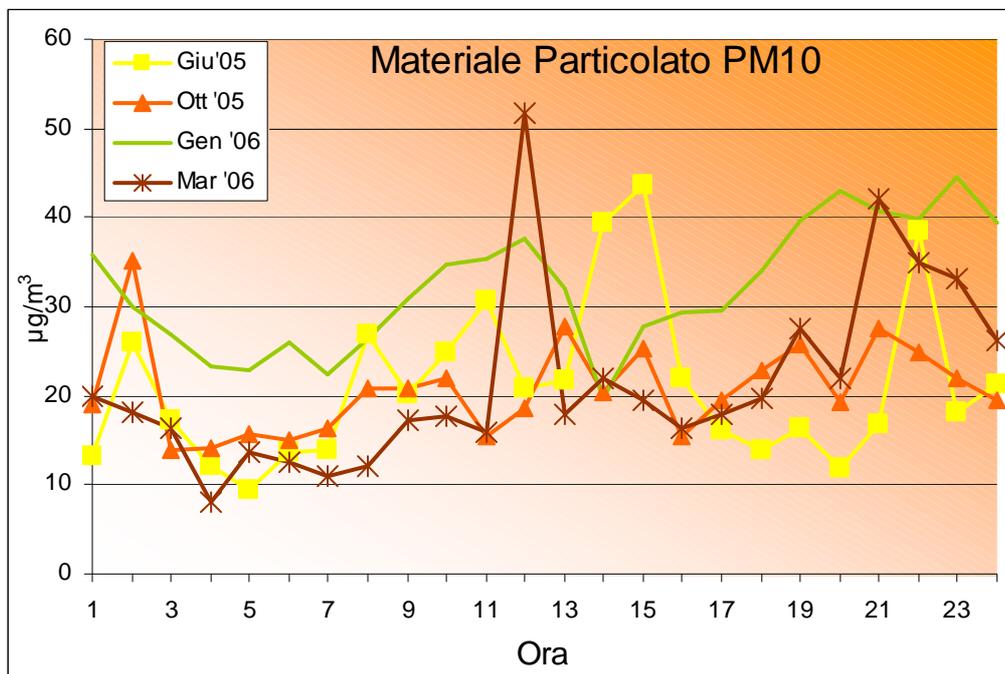




GIORNI TIPO

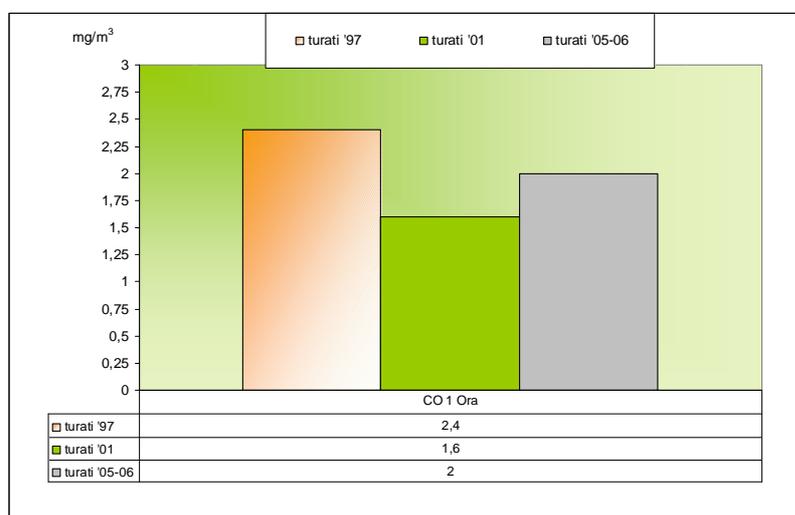
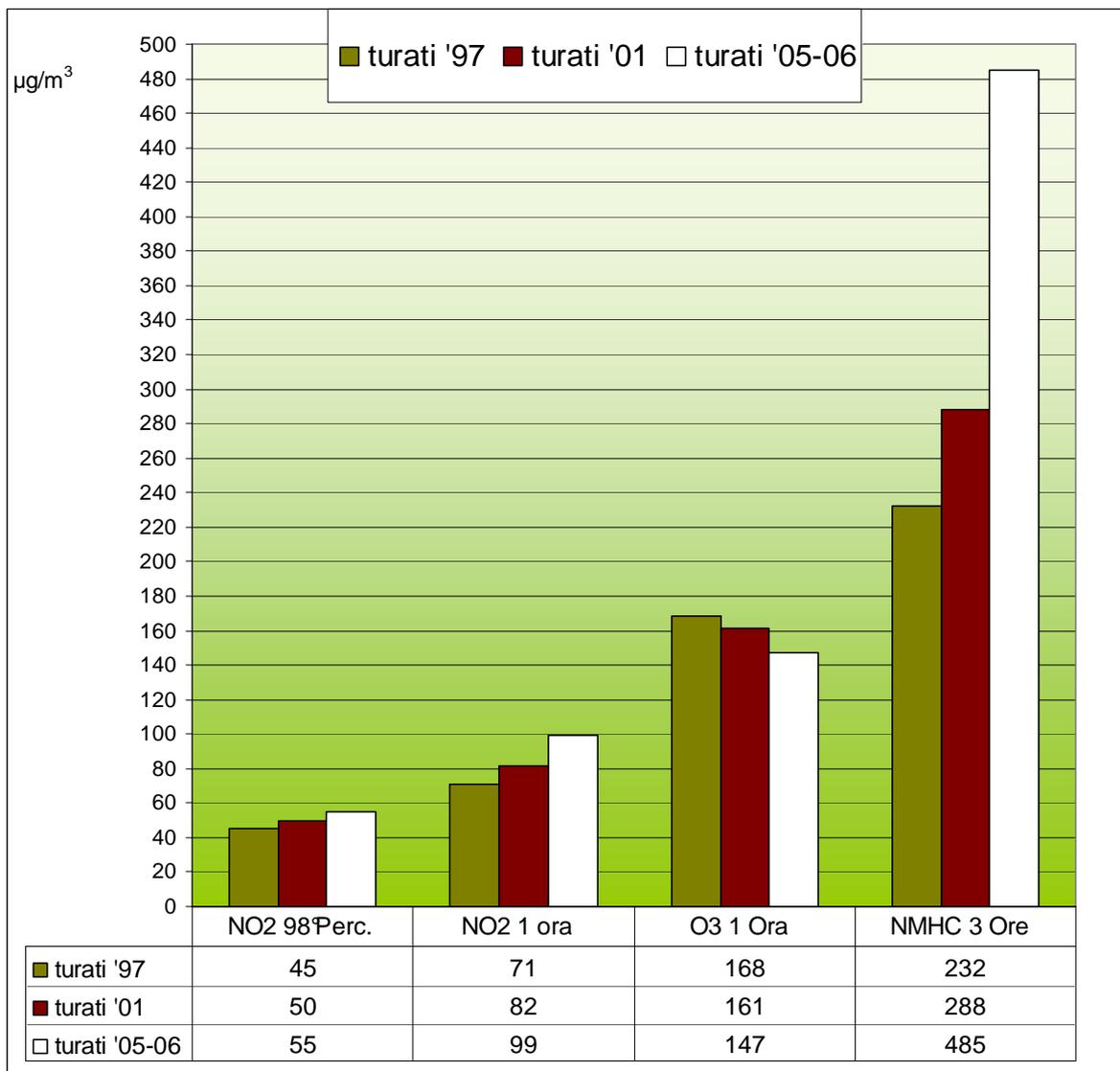








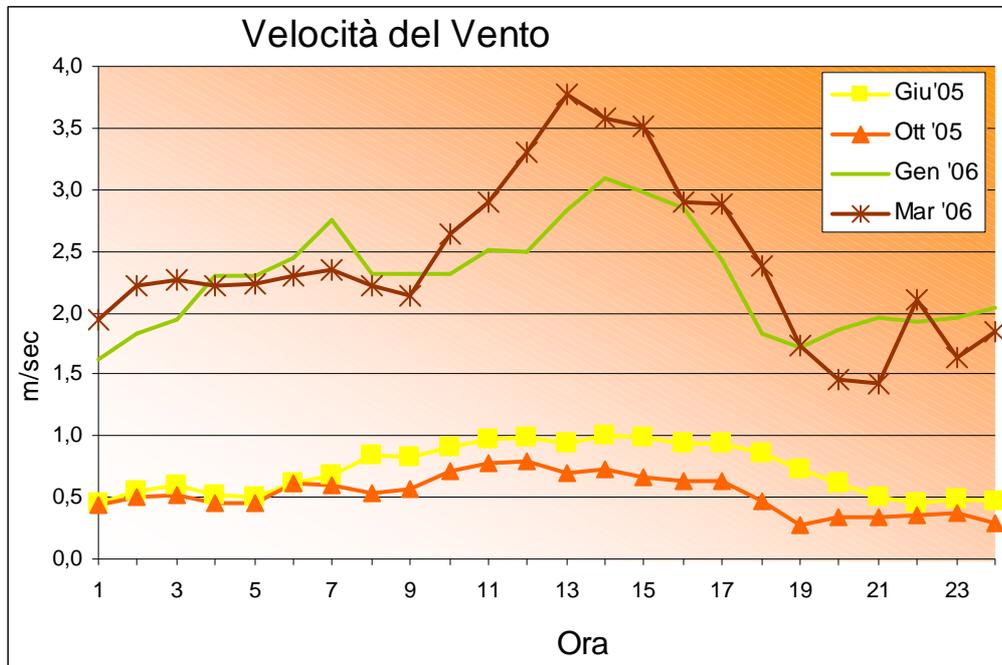
Andamento degli indicatori nel periodo 1997-2006



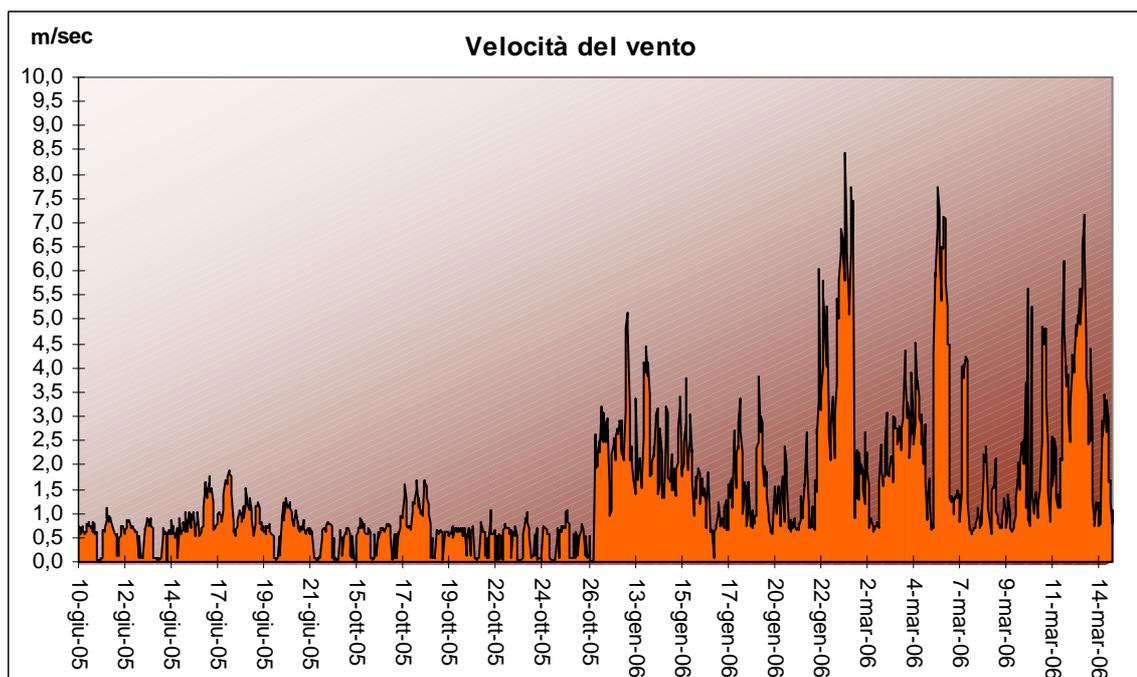


DATI METEOROLOGICI

Giorno tipo

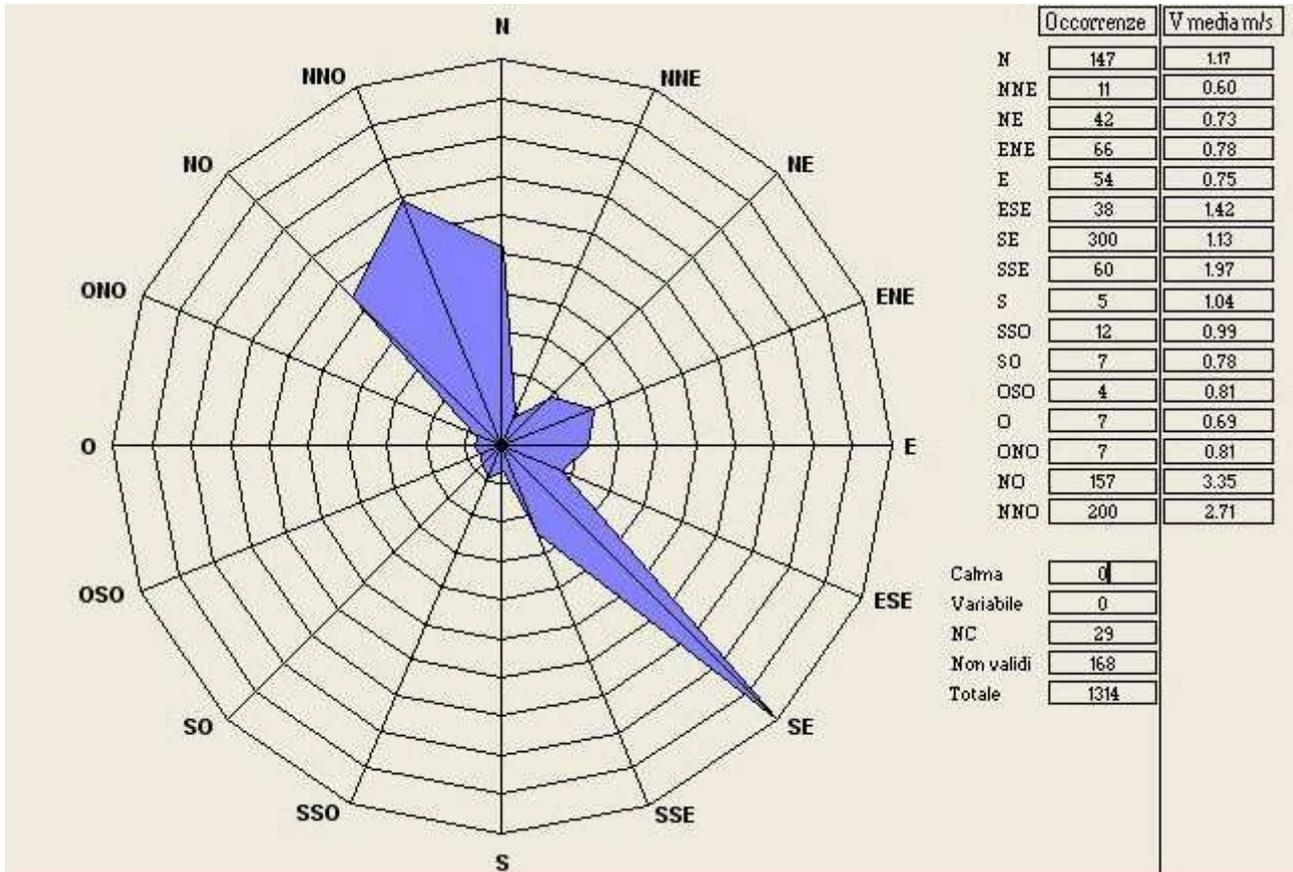


Valori medi orari



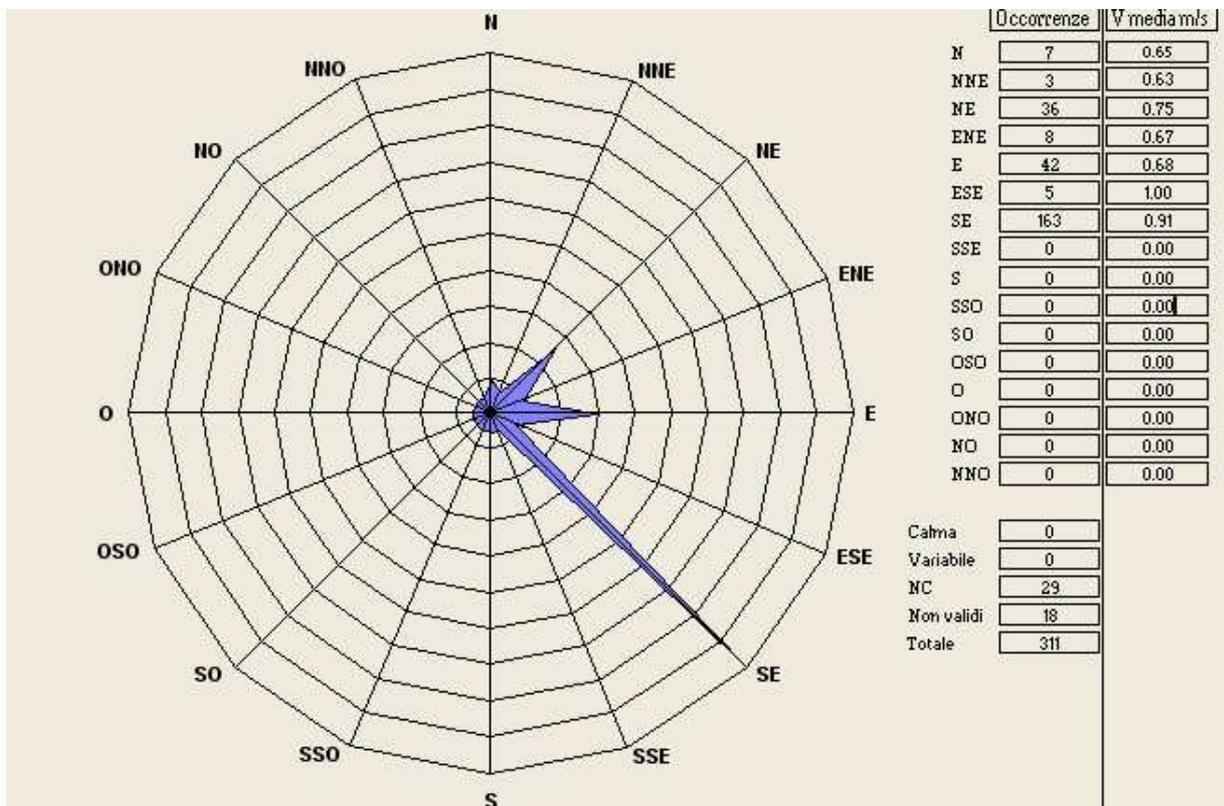


Rosa dei Venti

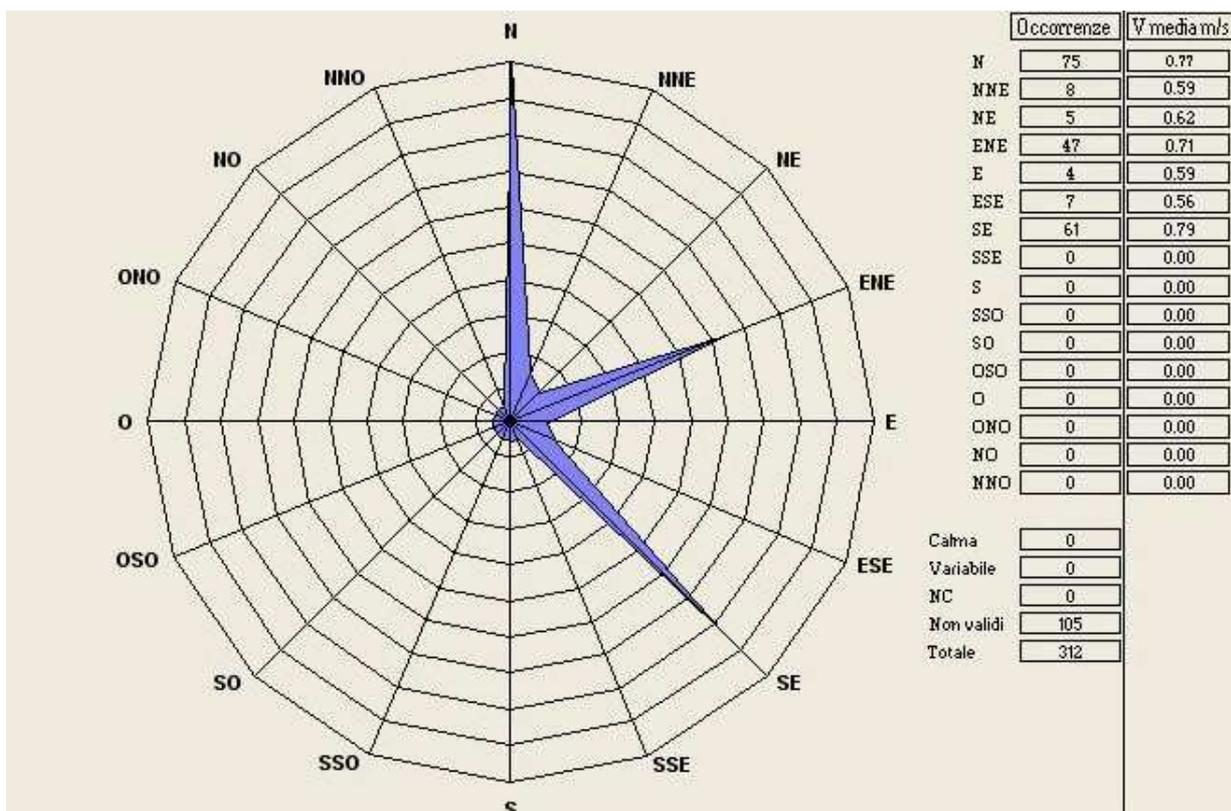




Rosa dei Venti stagionale - Giugno 2005

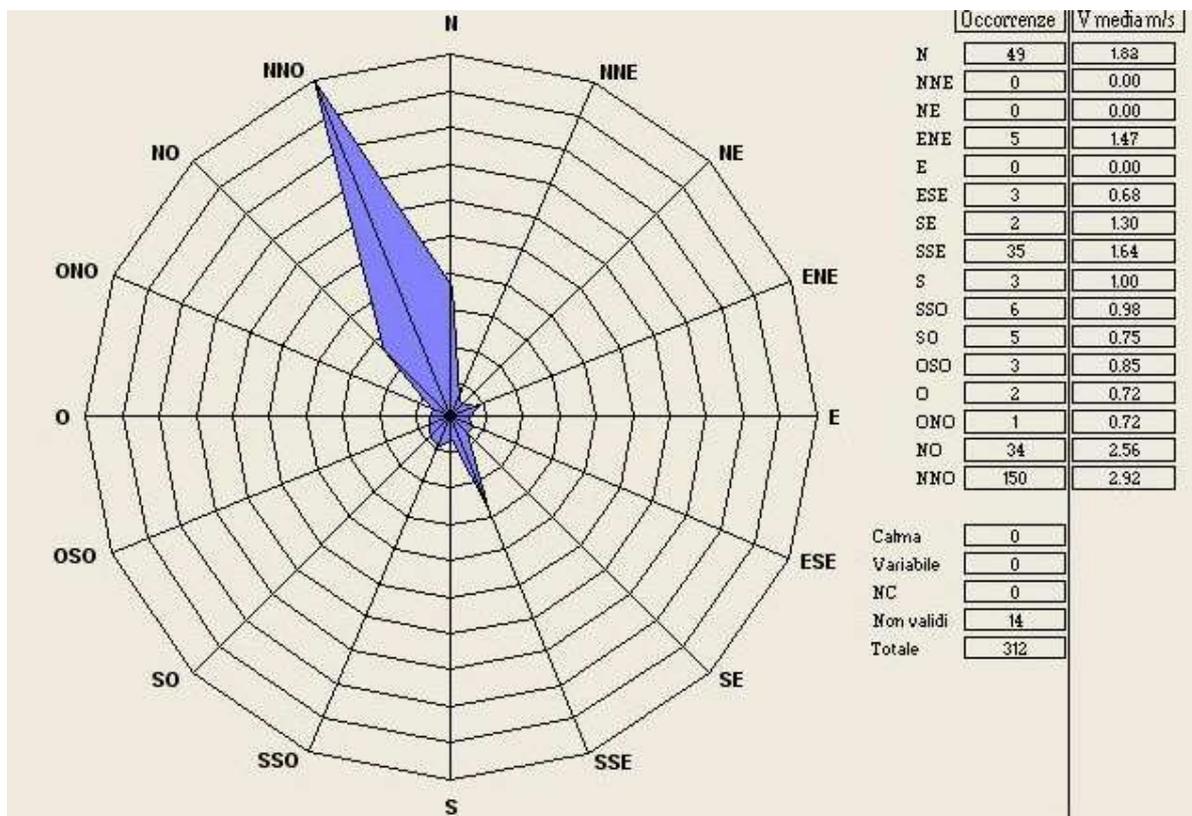


Rosa dei Venti stagionale - Ottobre 2005

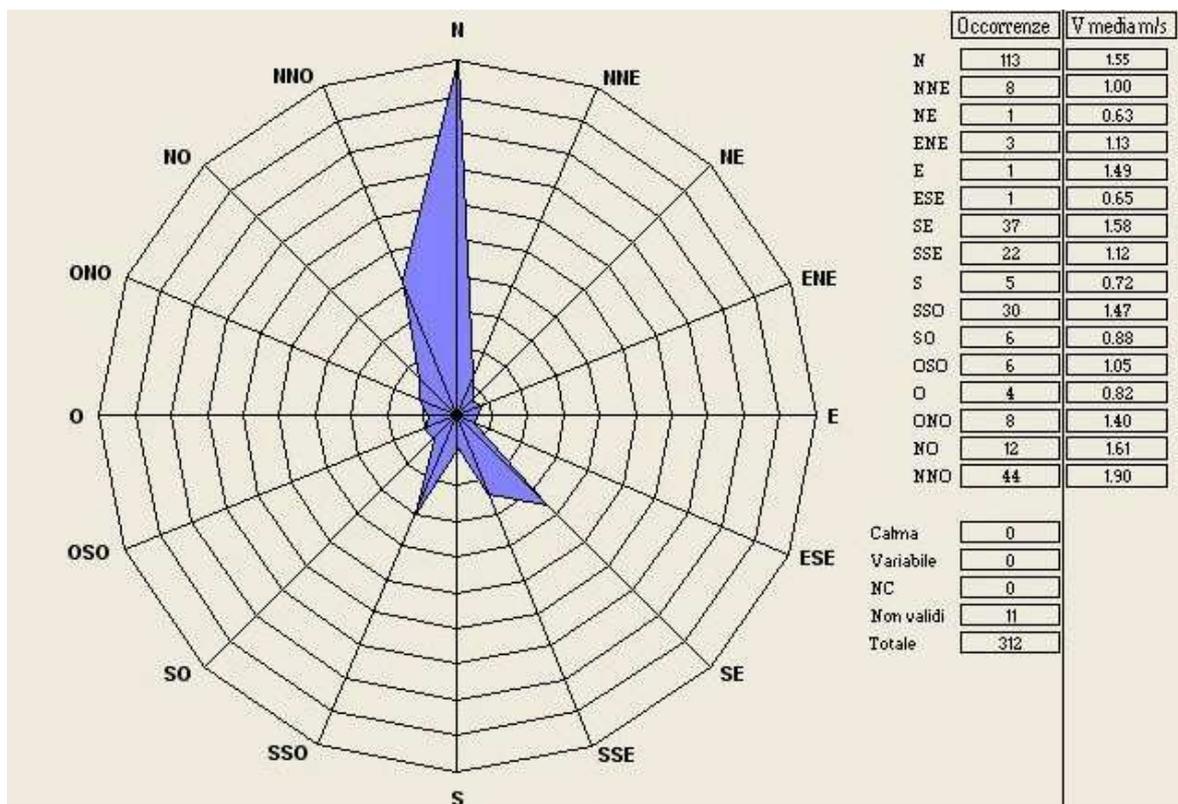




Rosa dei Venti stagionale - Gennaio 2006



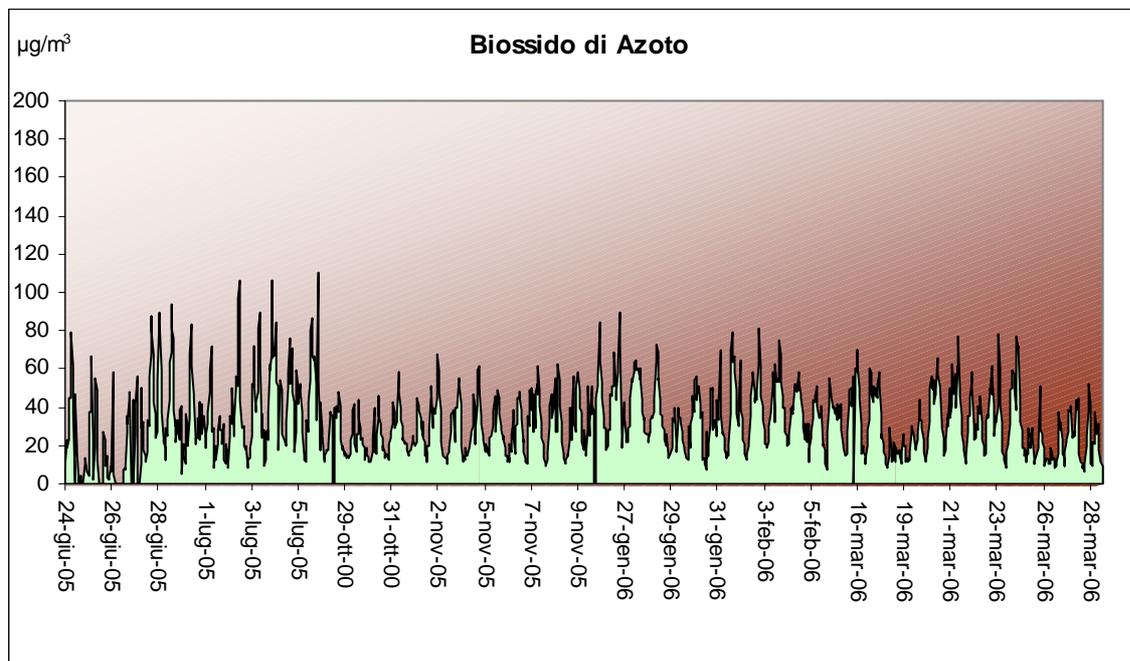
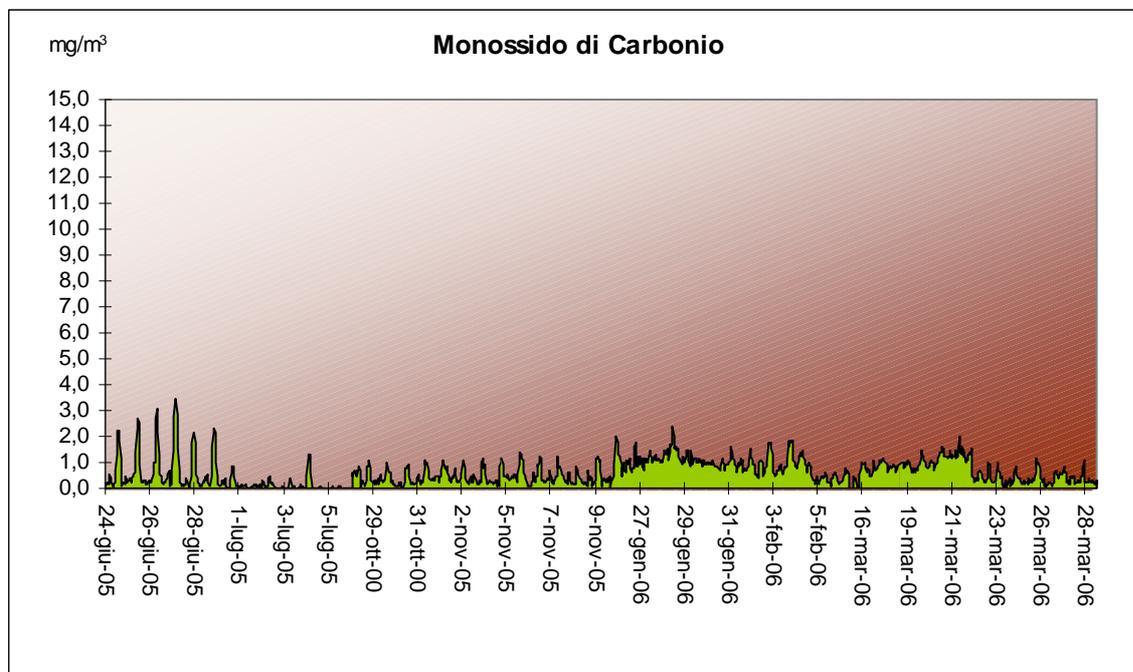
Rosa dei Venti stagionale - Marzo 2006

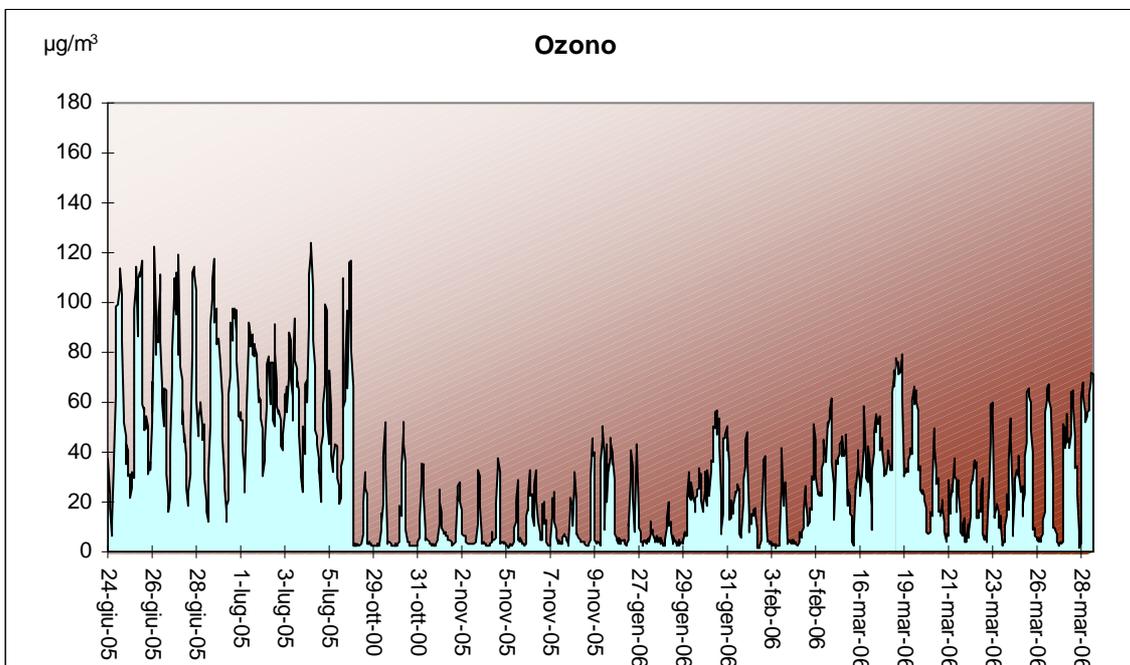
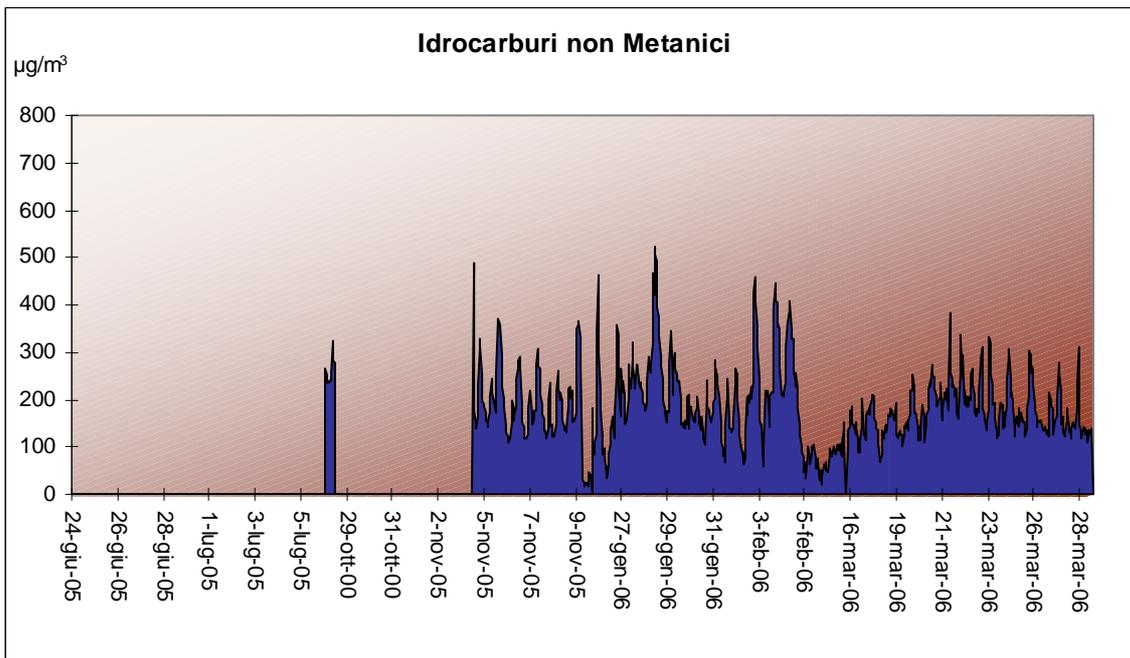


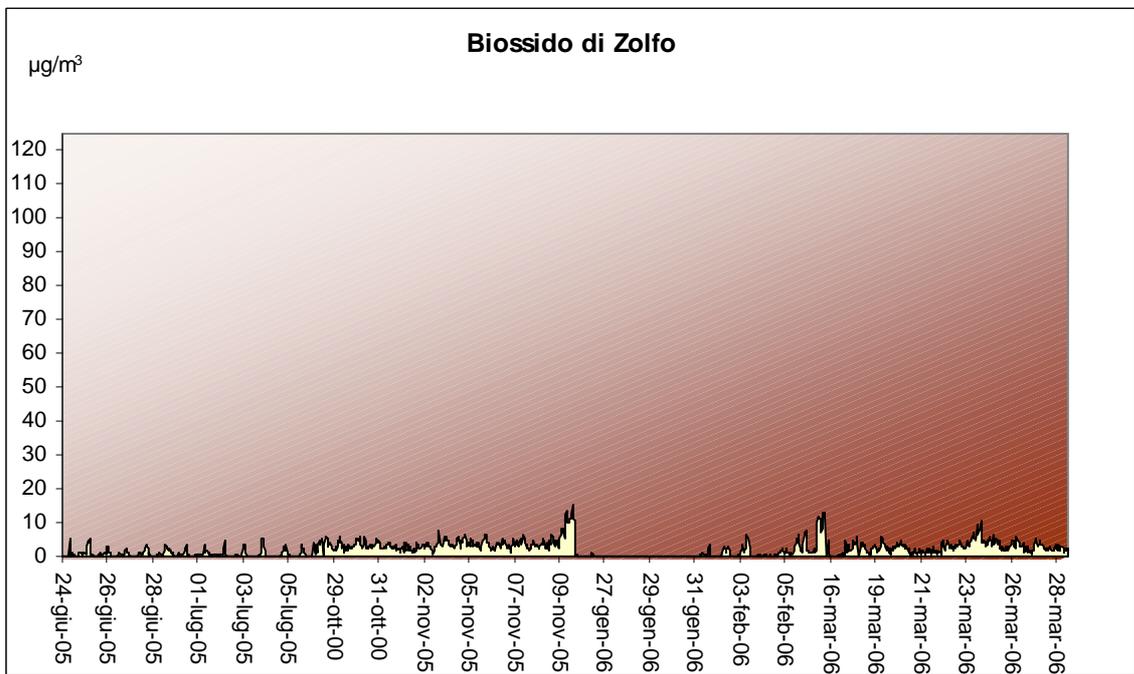
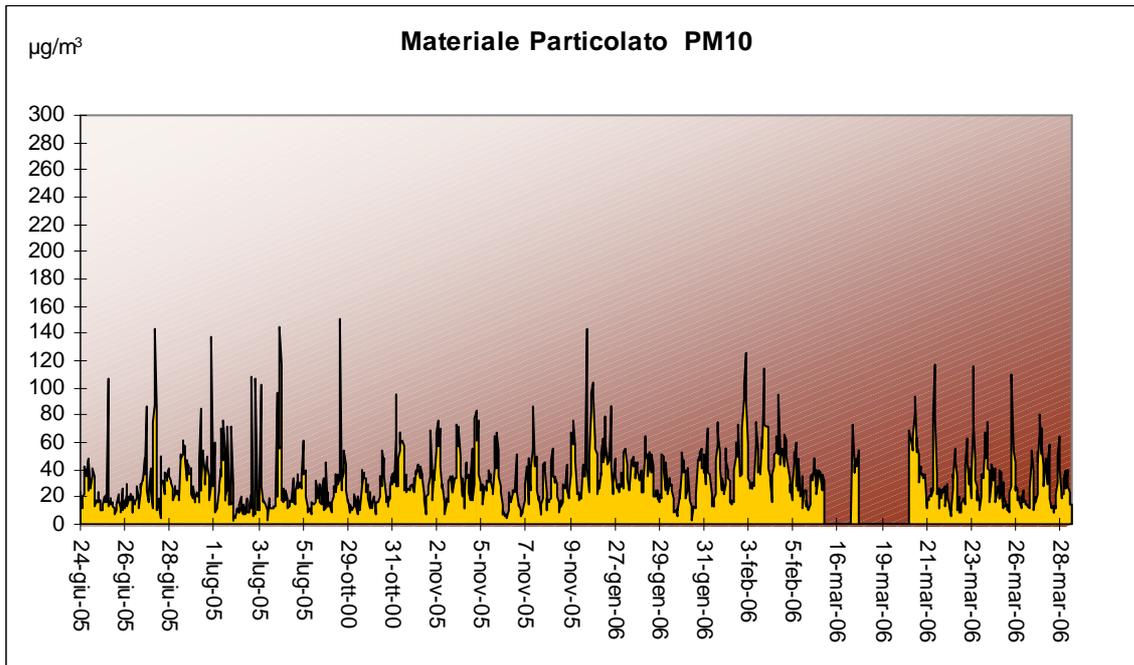


Postazione SR 71

ANDAMENTO DEI VALORI MEDI ORARI

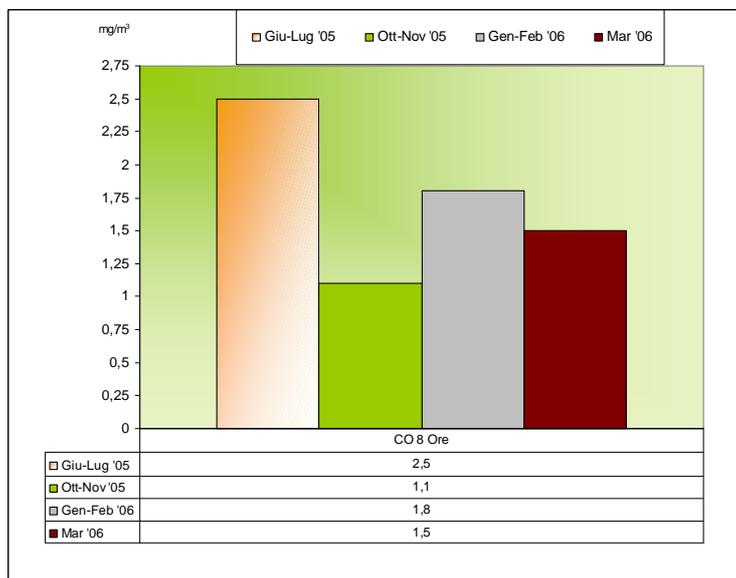
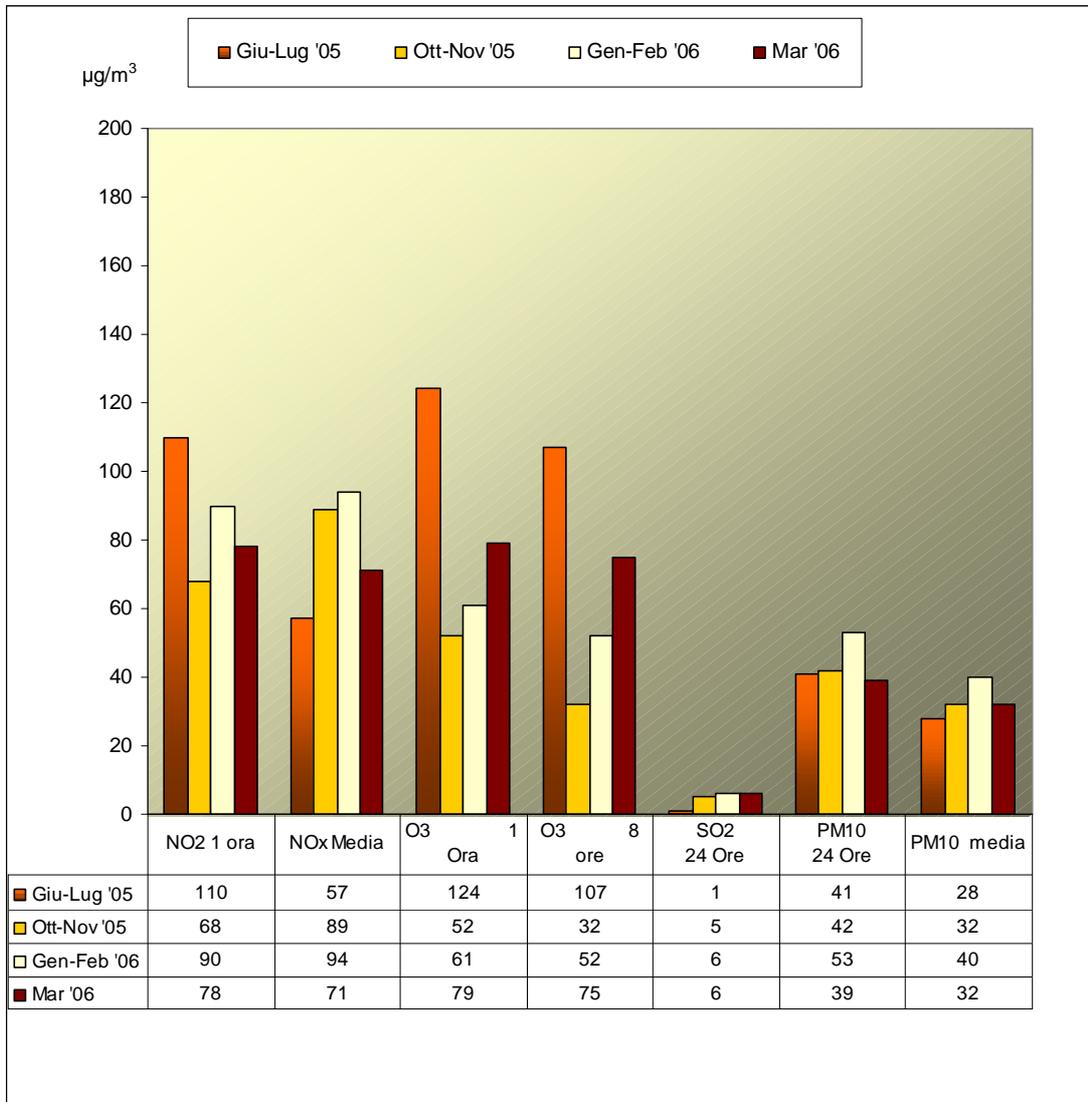






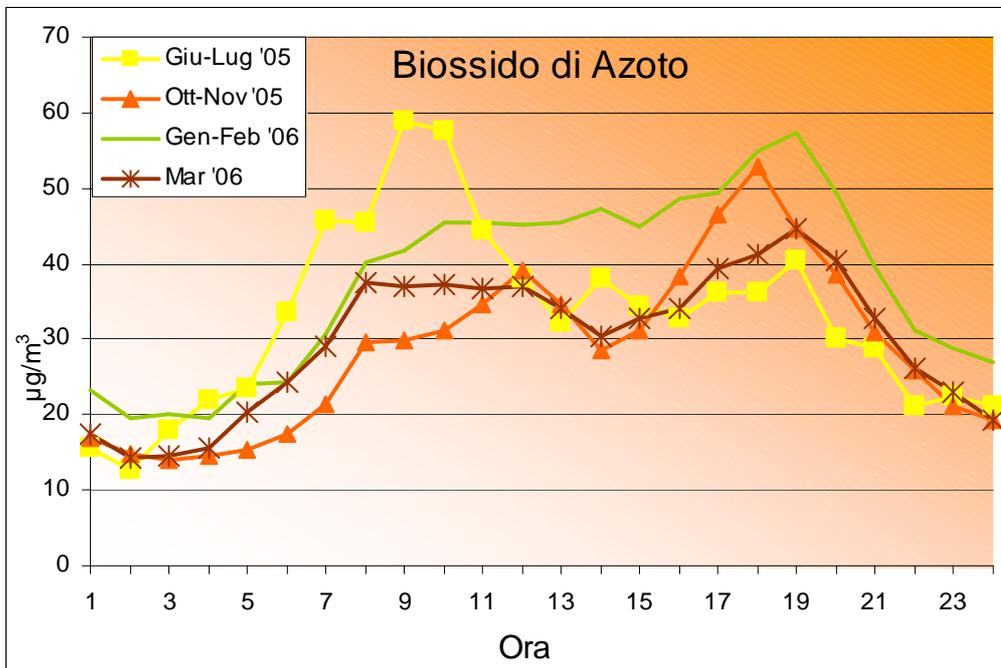
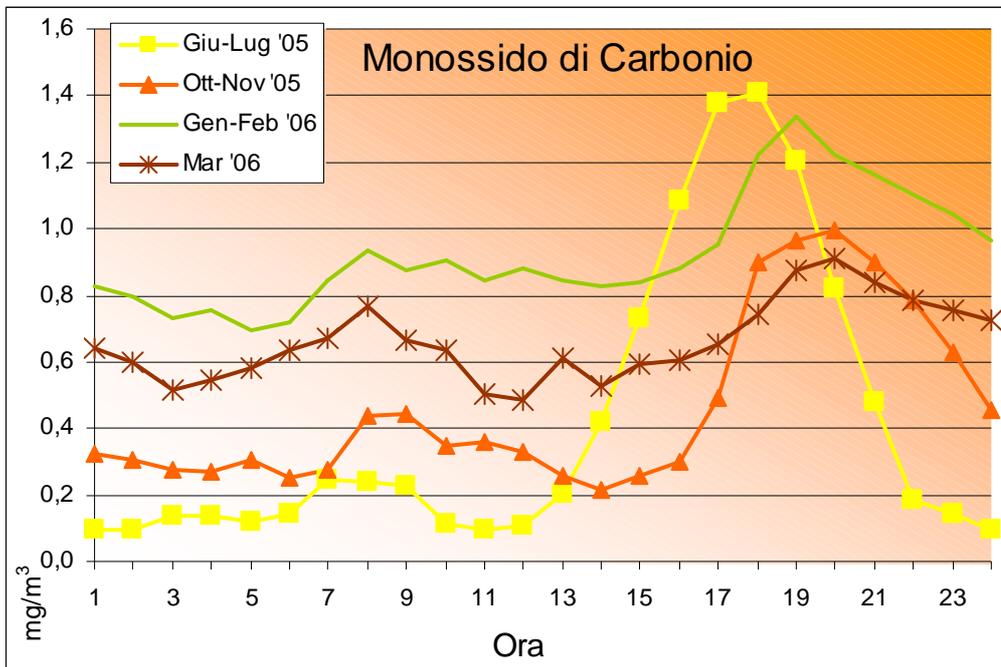


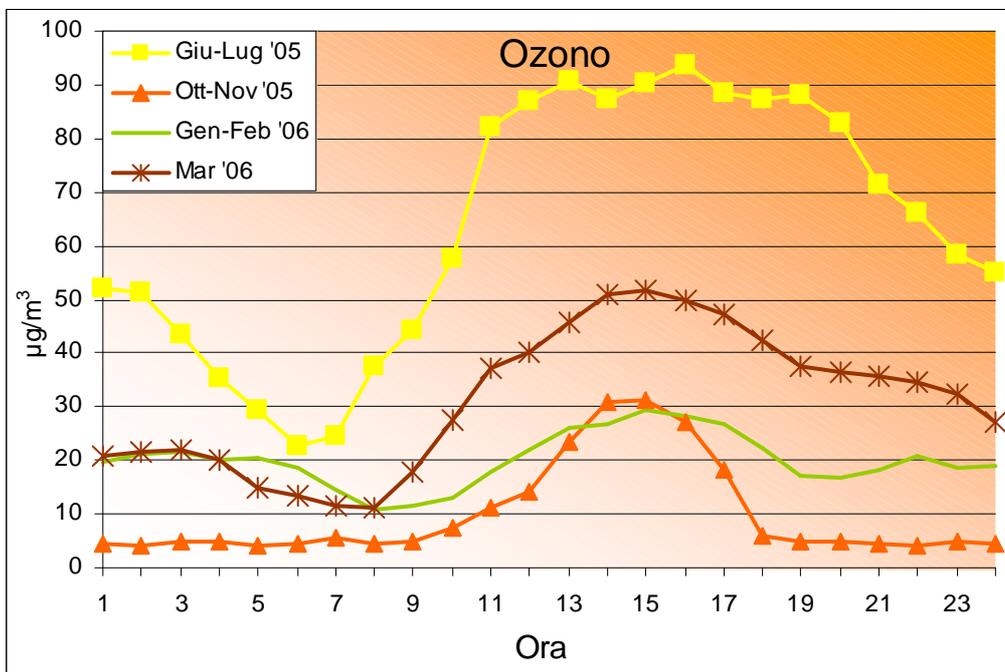
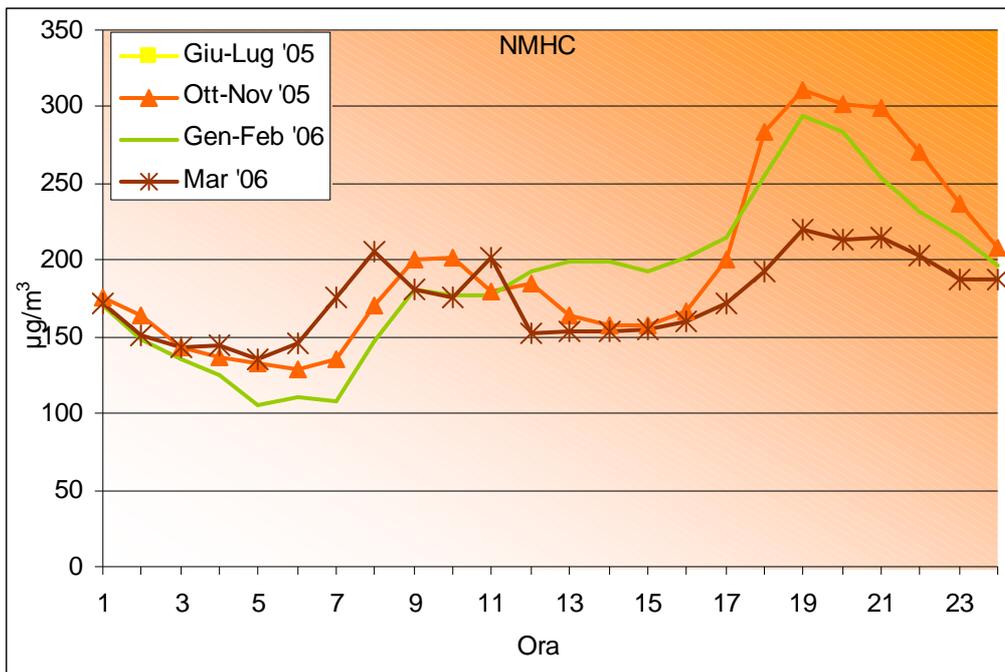
Andamento stagionale degli indicatori

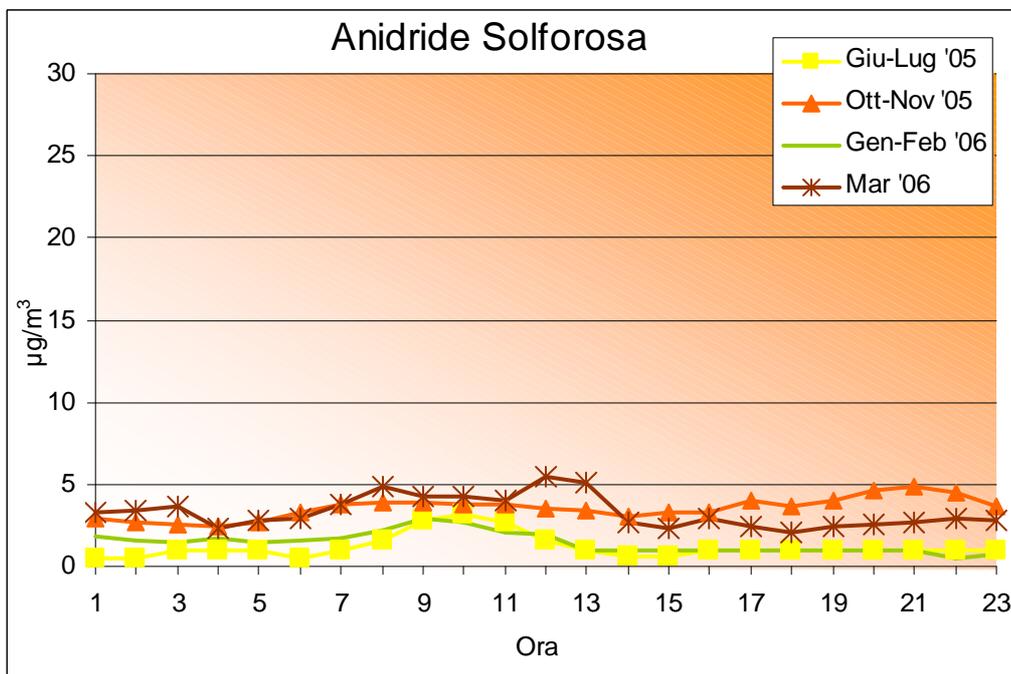
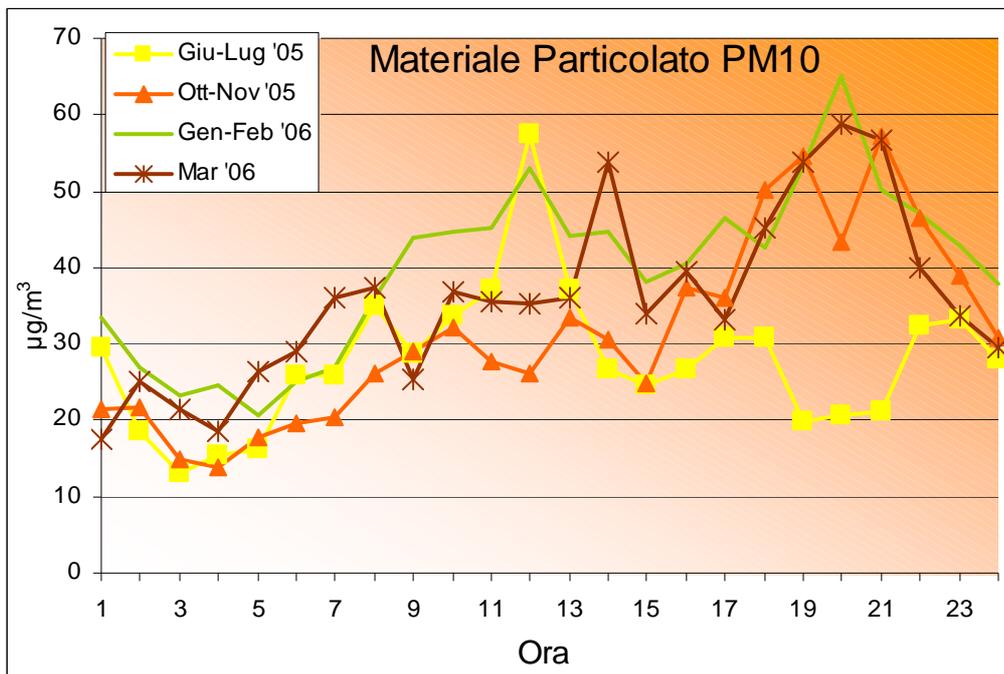




GIORNI TIPO

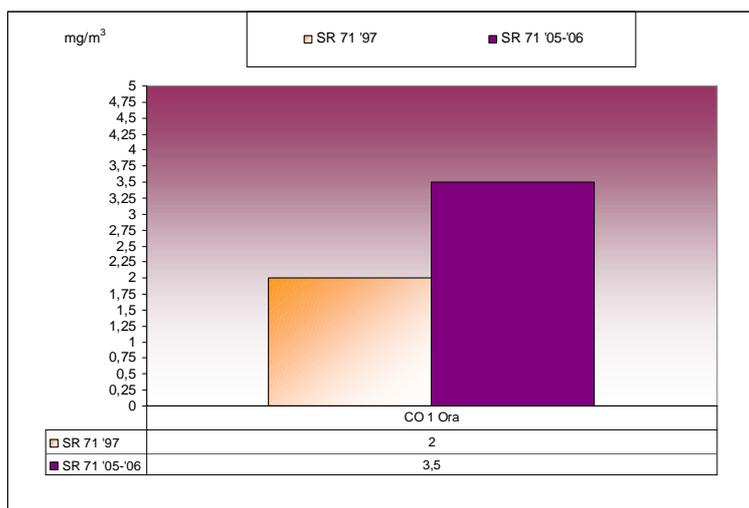
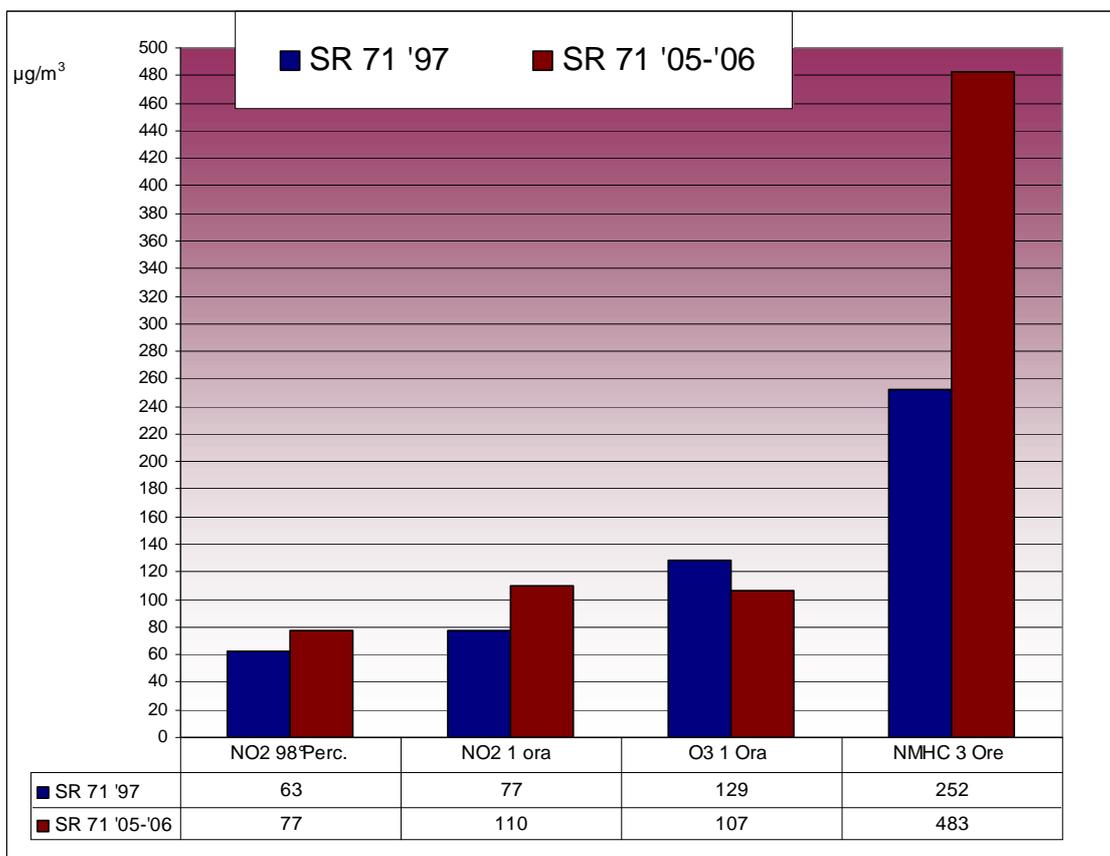








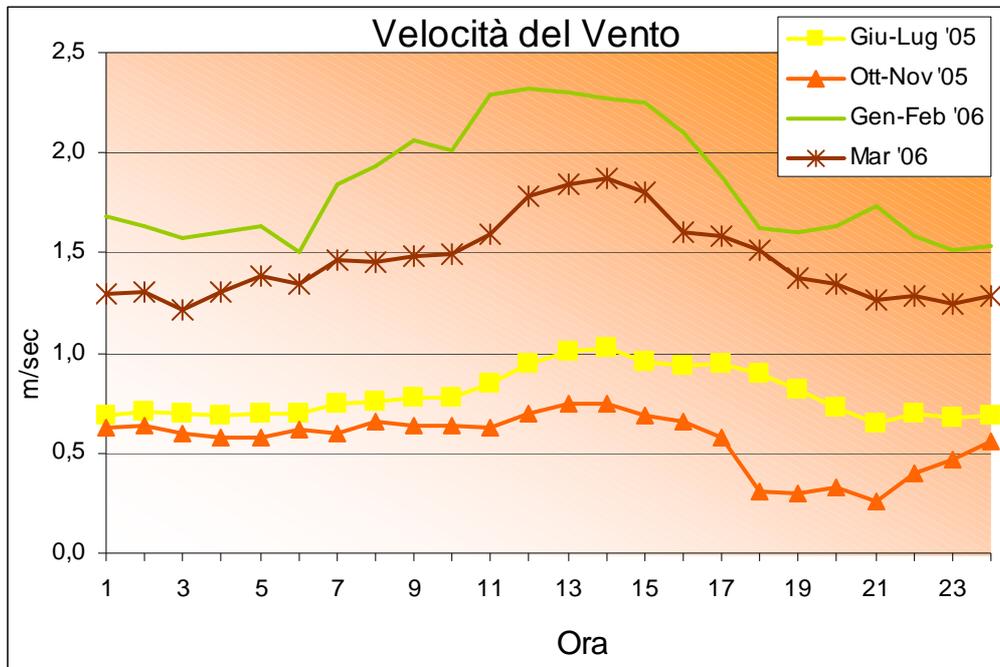
Andamento degli indicatori nel periodo 1997-2006



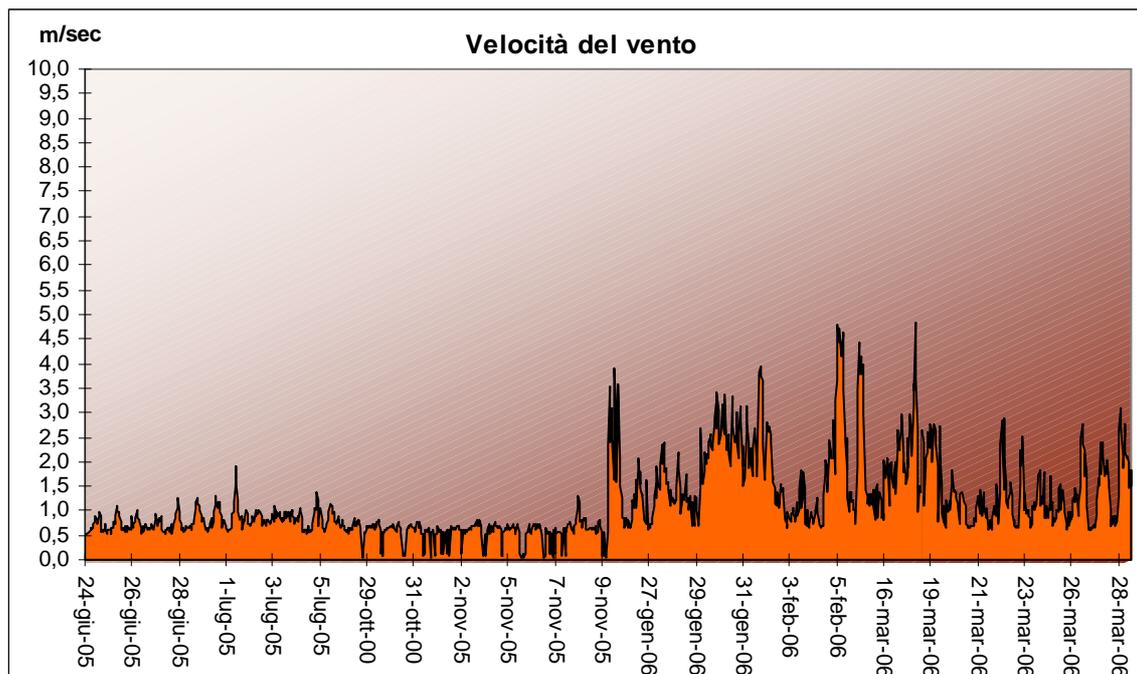


DATI METEOROLOGICI

Giorno tipo

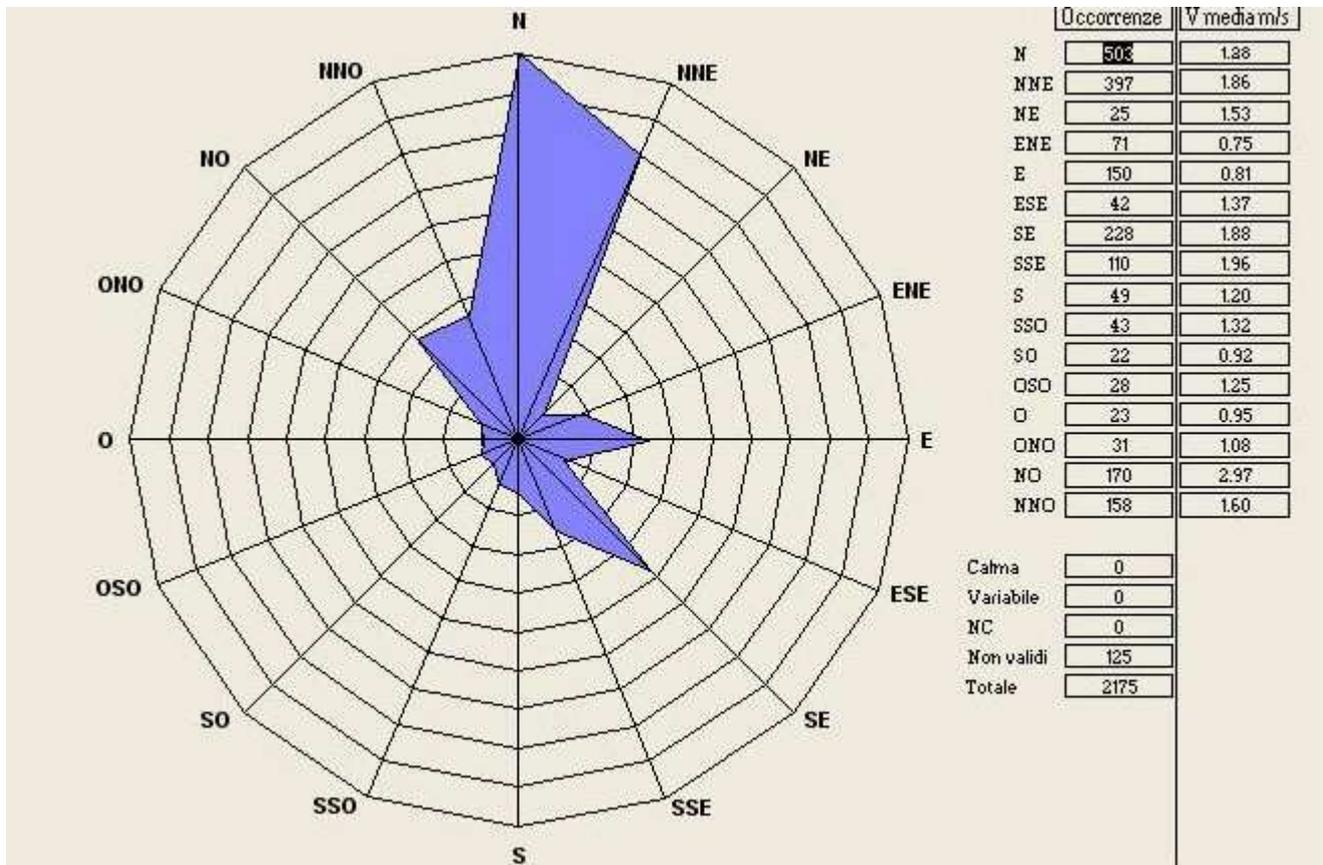


Valori medi orari



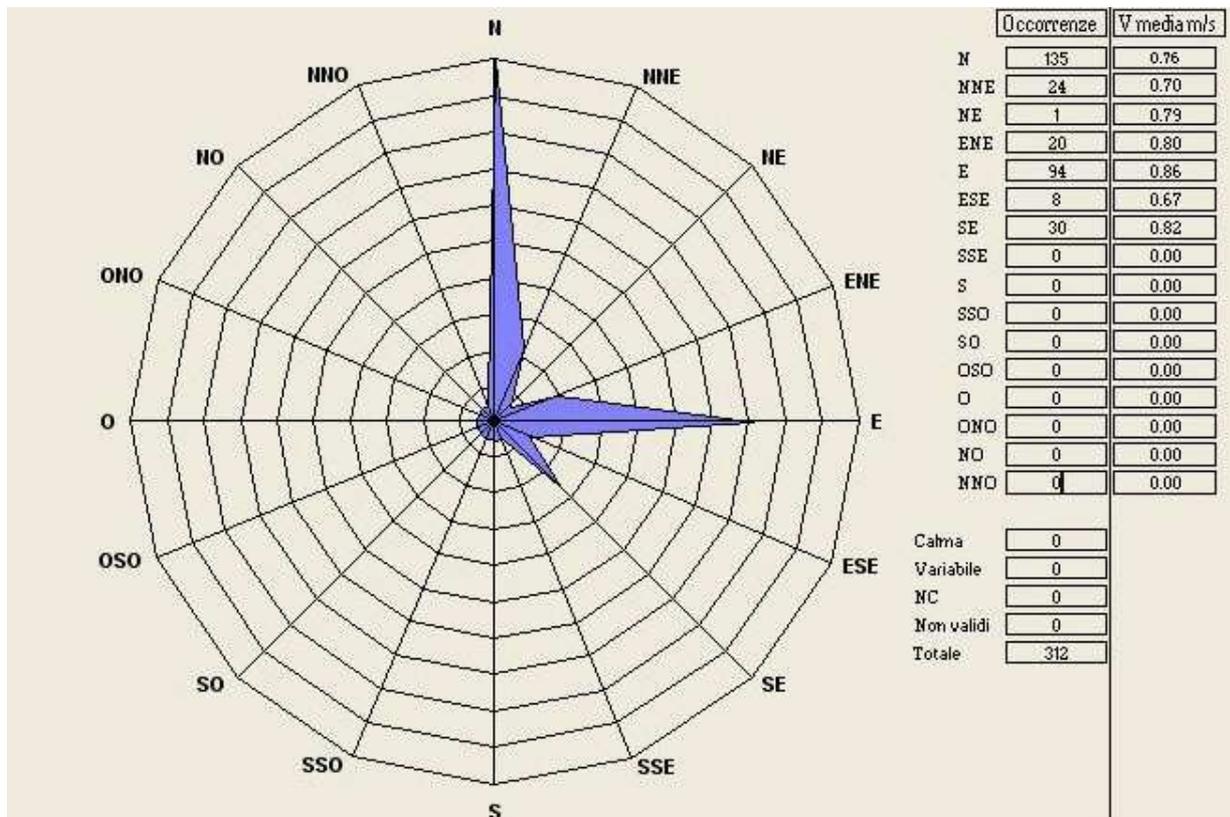


Rosa dei venti

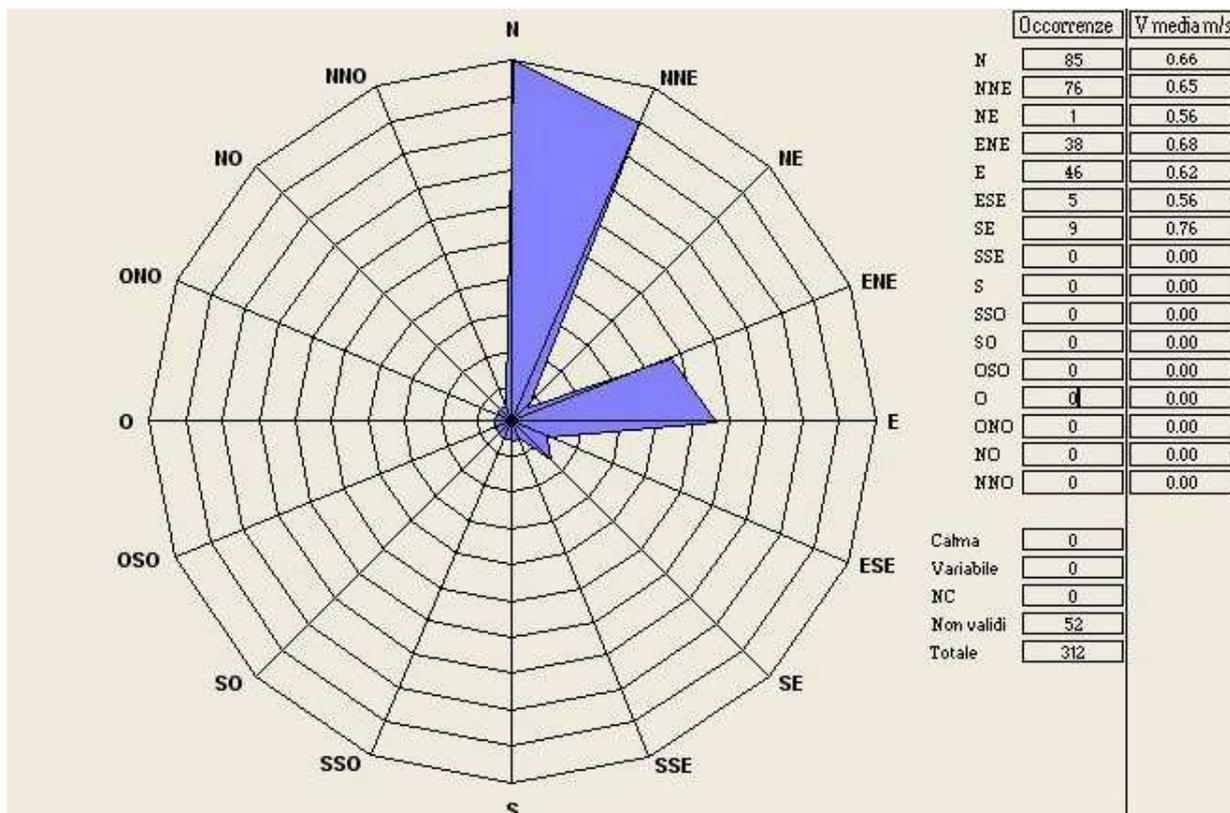




Rosa dei Venti stagionale – Giugno-Luglio 2005

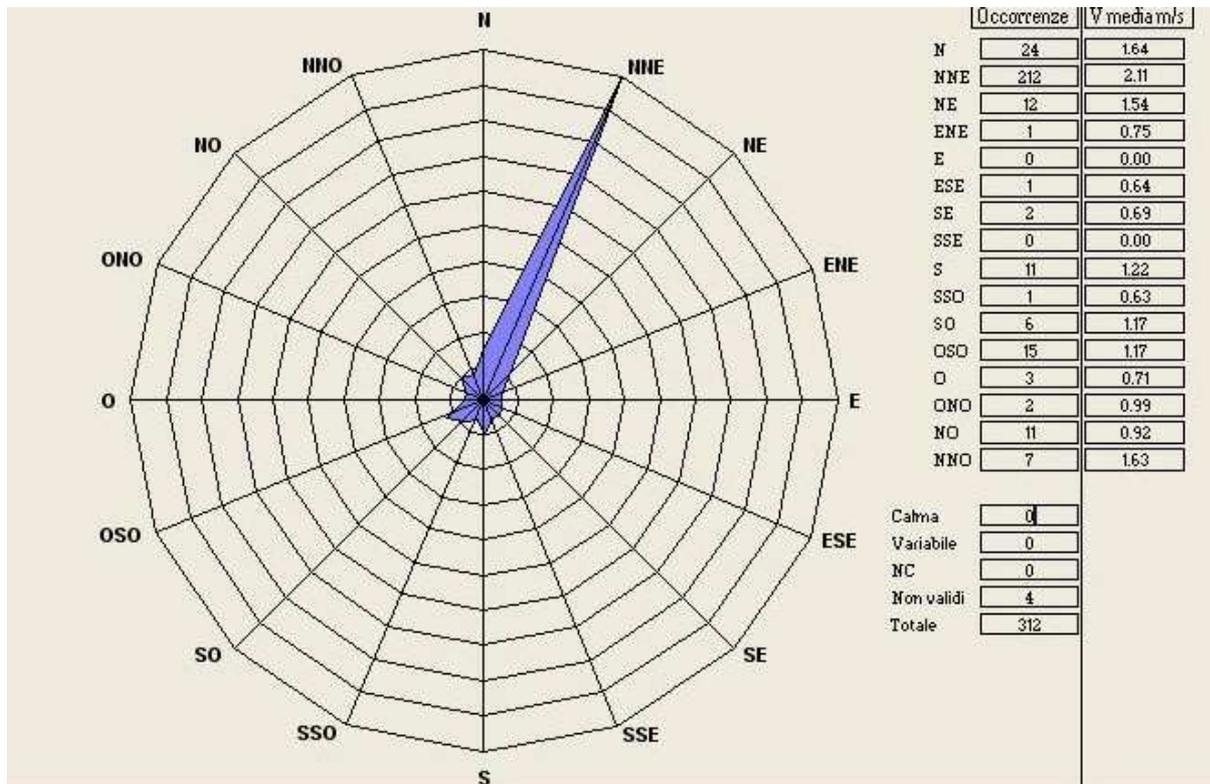


Rosa dei Venti stagionale – Ottobre -Novembre 2005

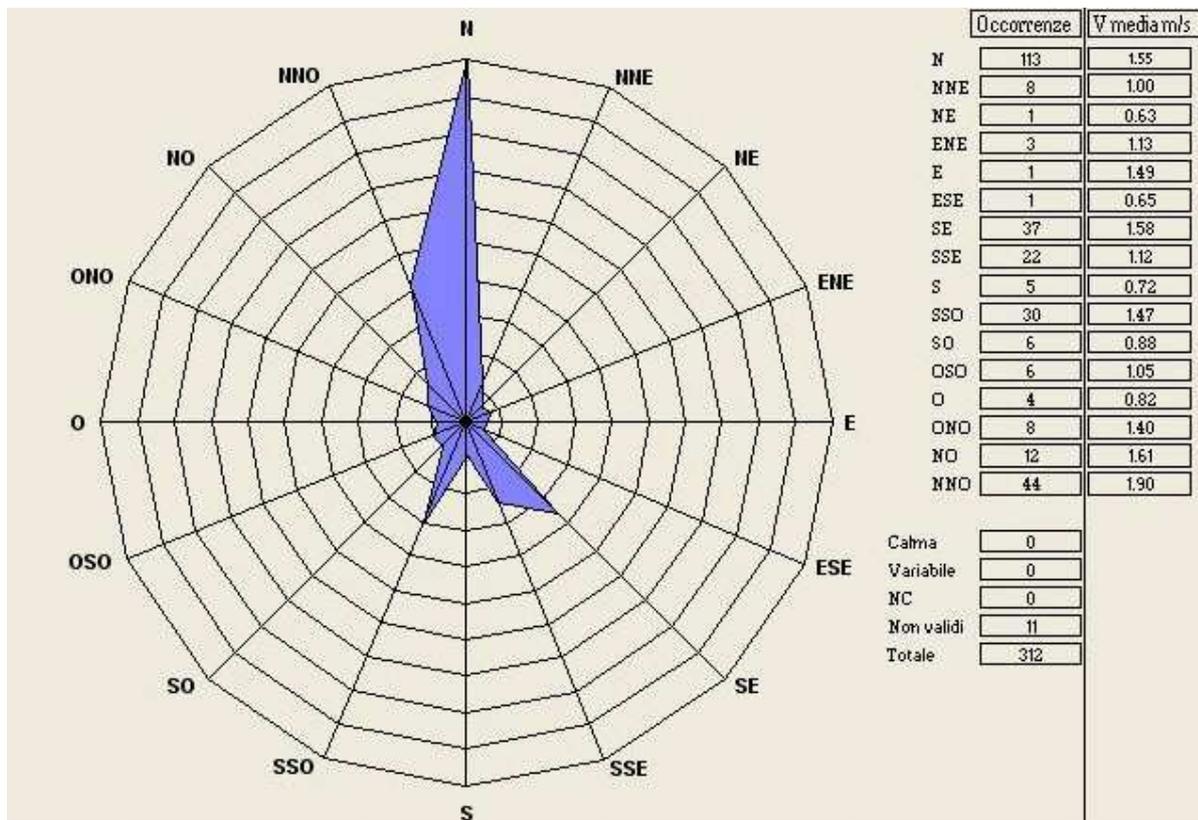




Rosa dei Venti stagionale Gennaio - Febbraio 2006



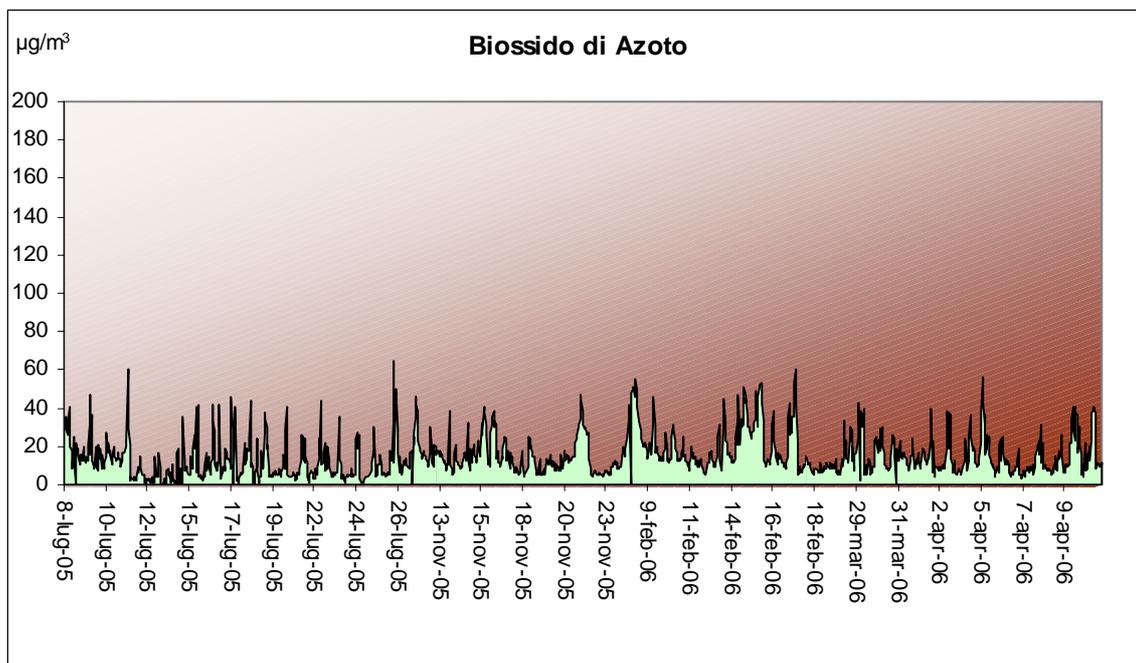
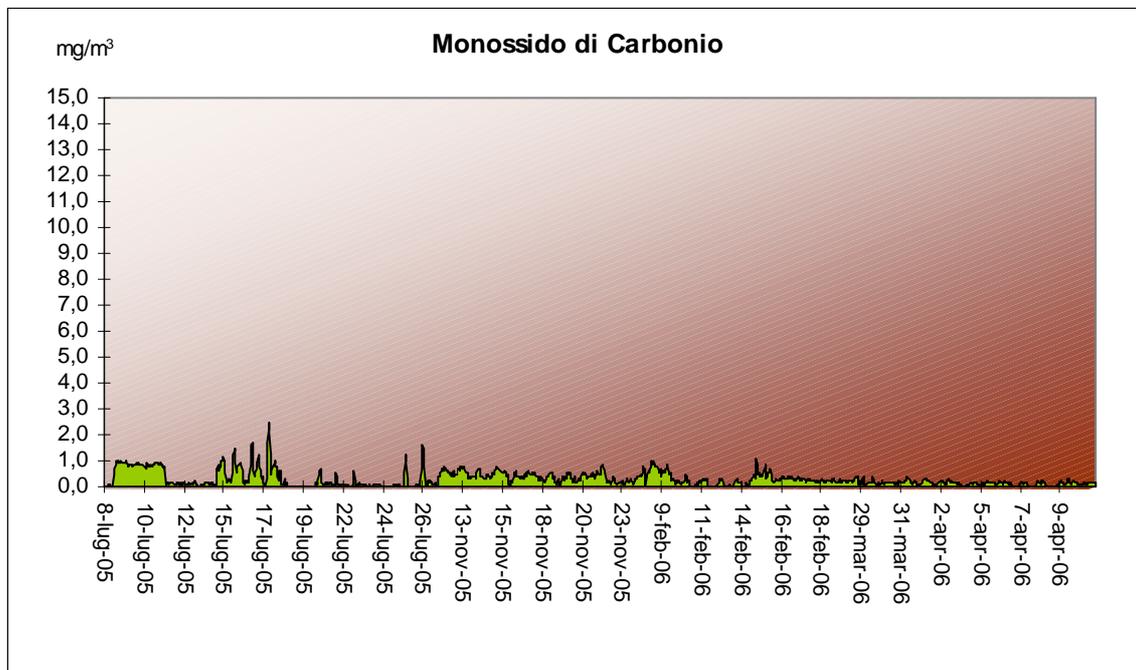
Rosa dei Venti stagionale Marzo 2006

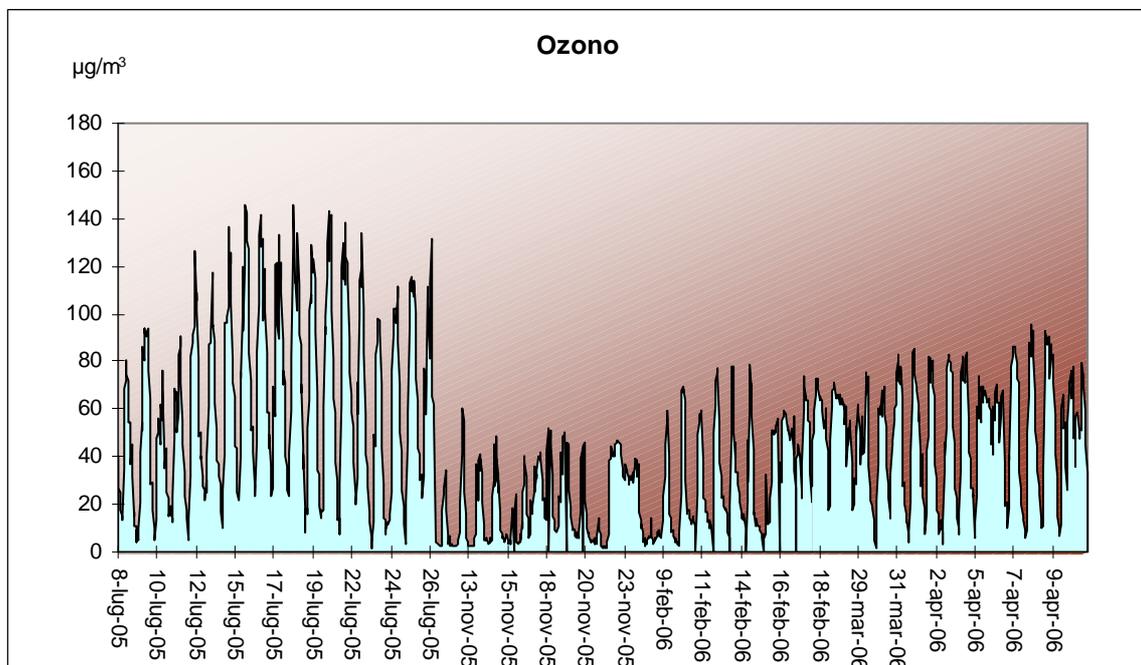
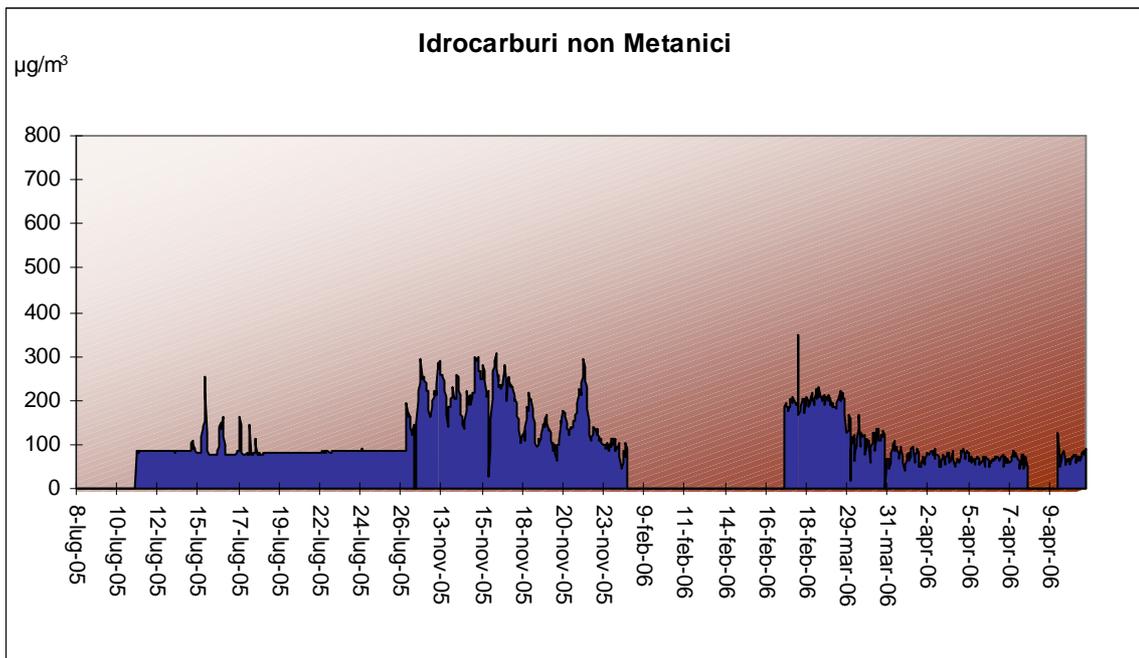


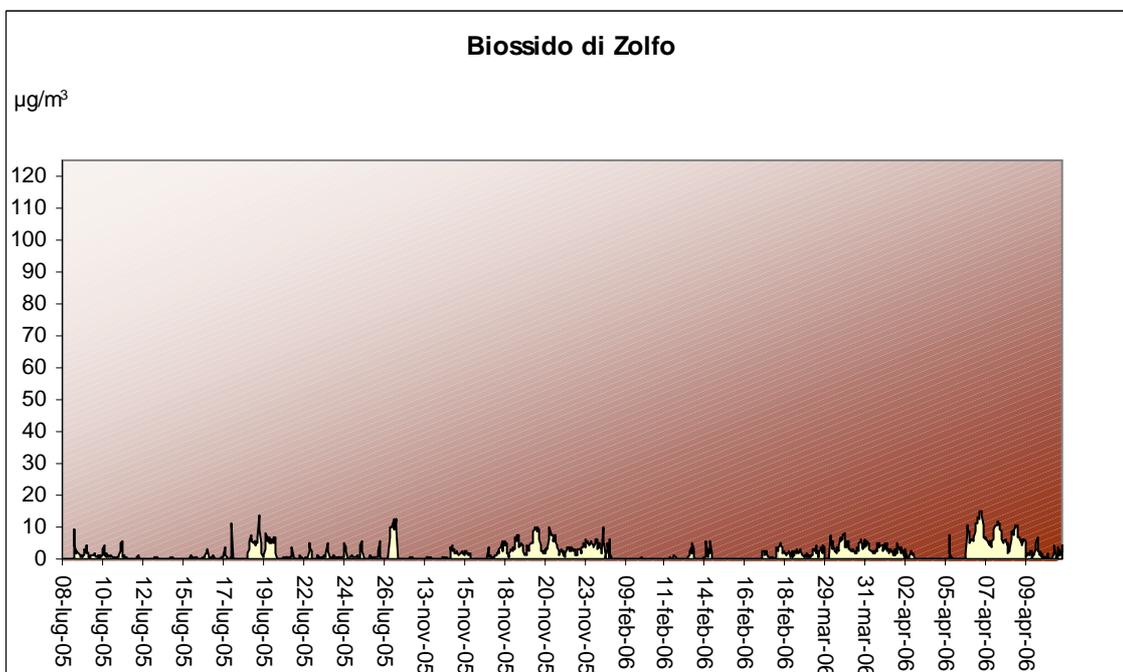
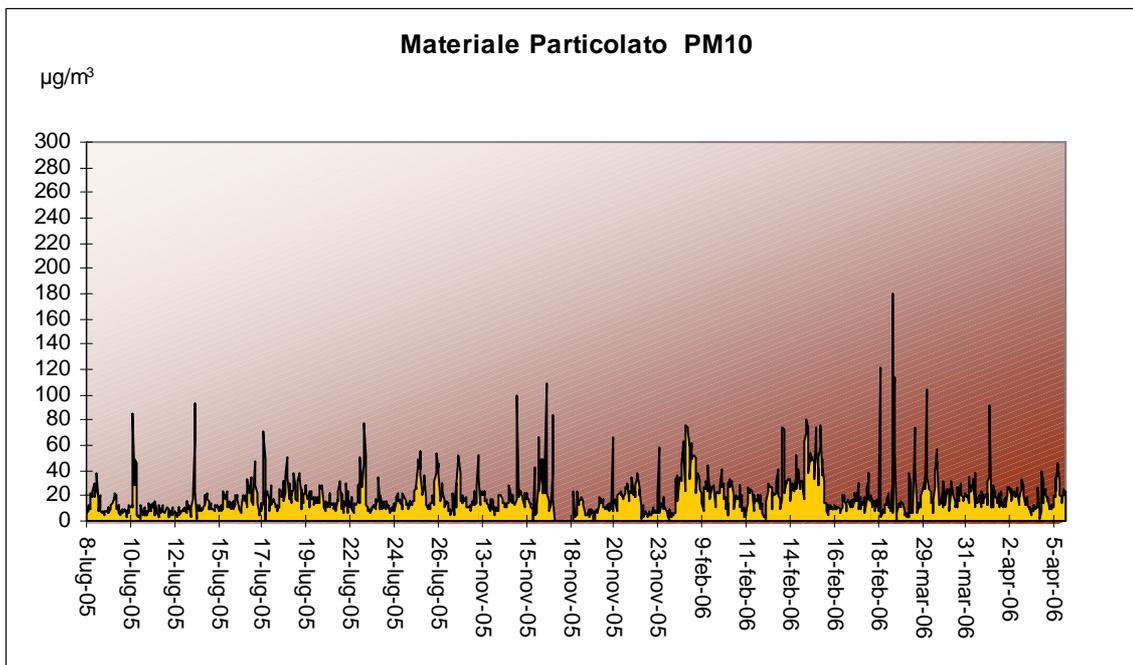


Postazione di Casina Pineta

ANDAMENTO DEI VALORI MEDI ORARI

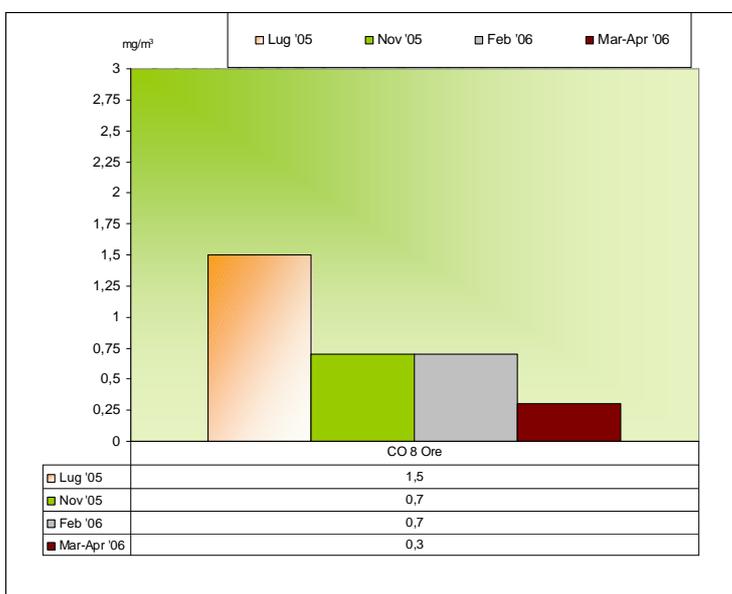
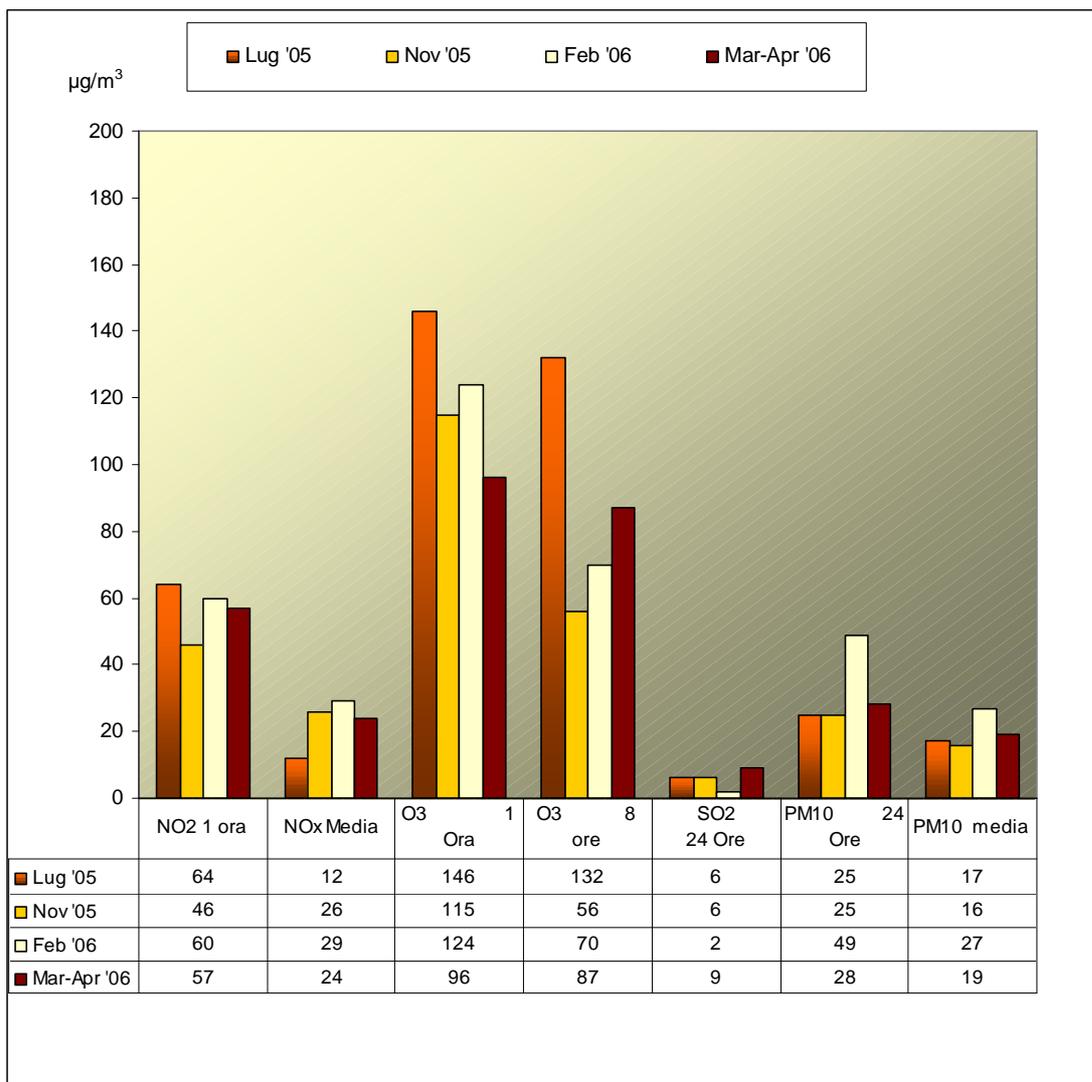






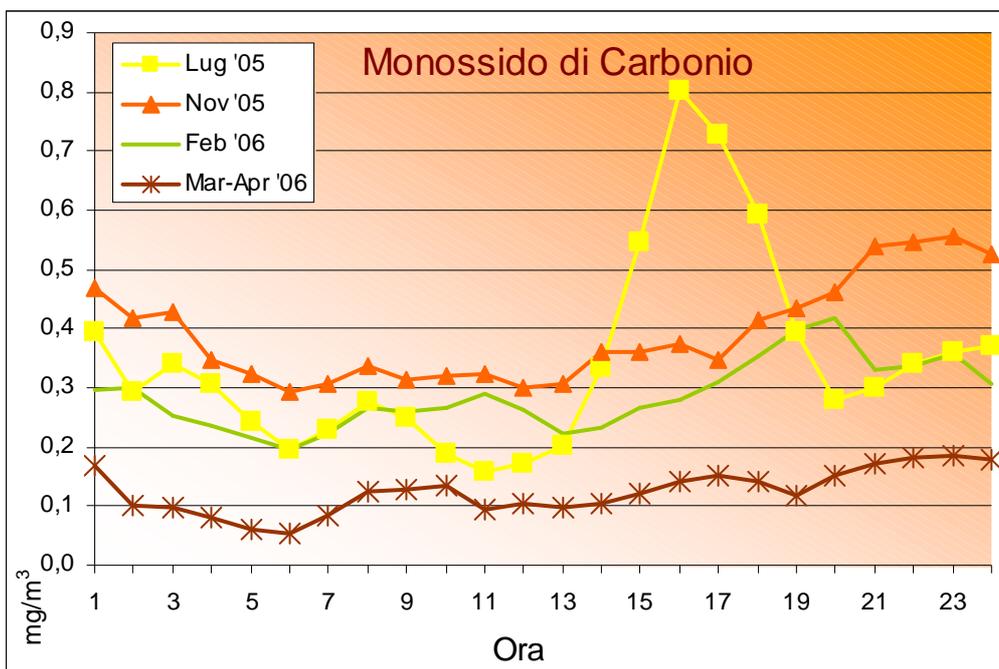
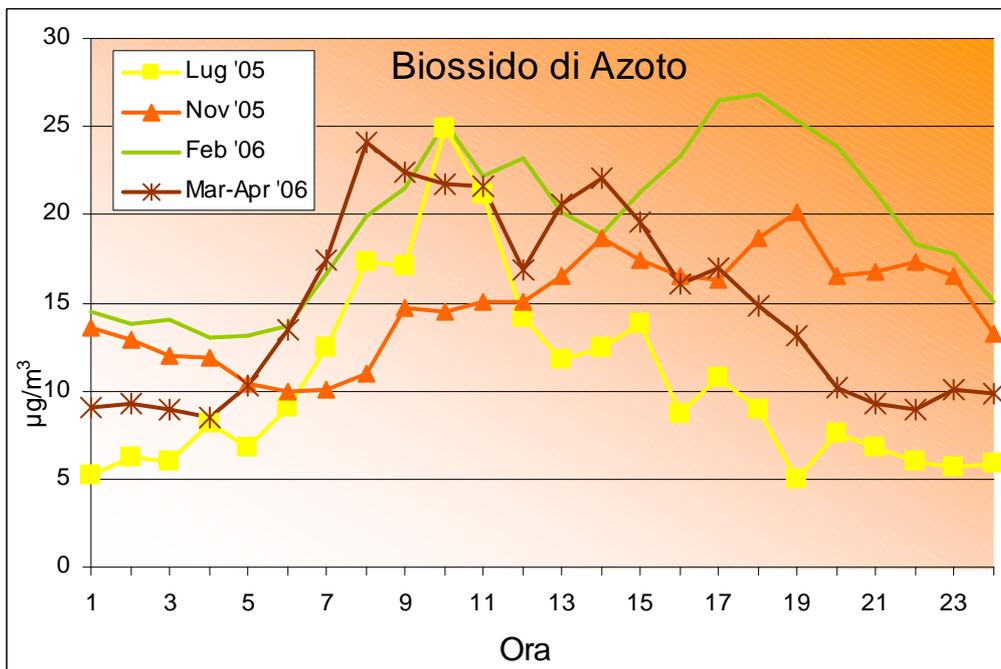


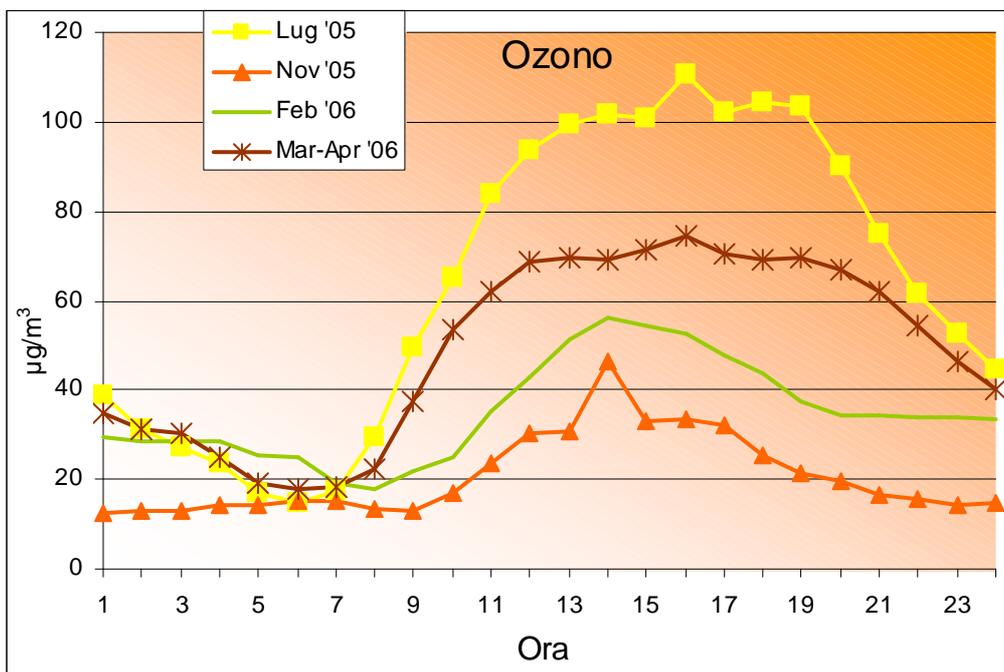
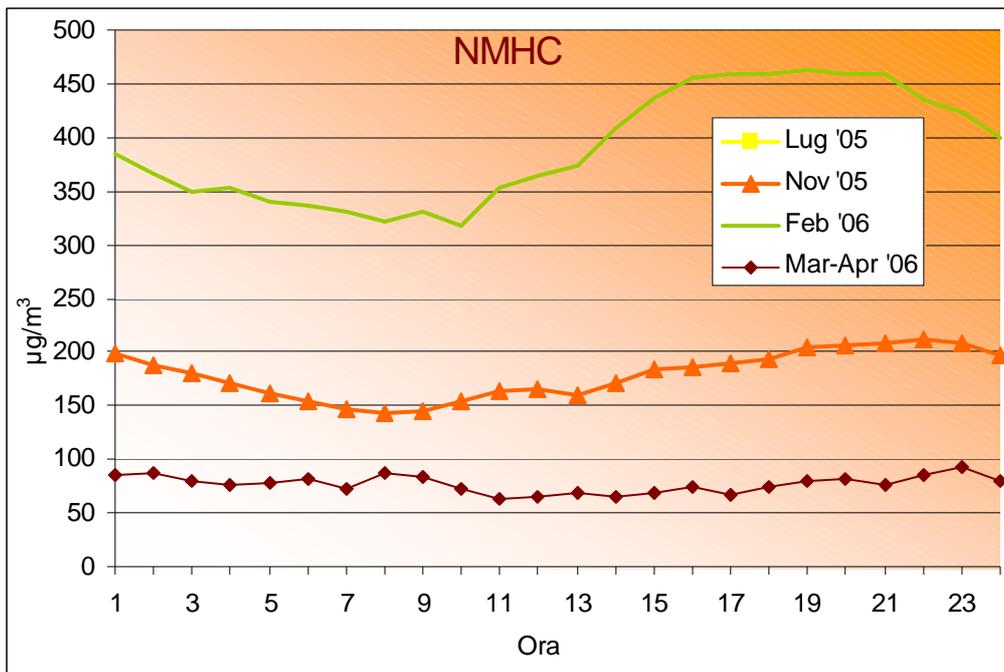
Andamenti stagionali degli indicatori

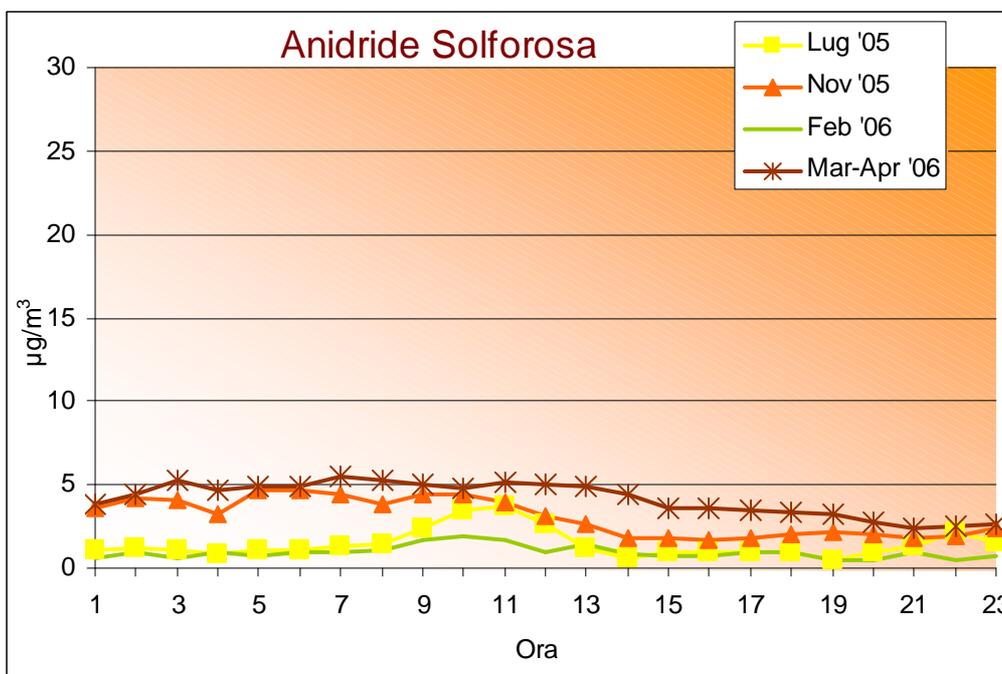
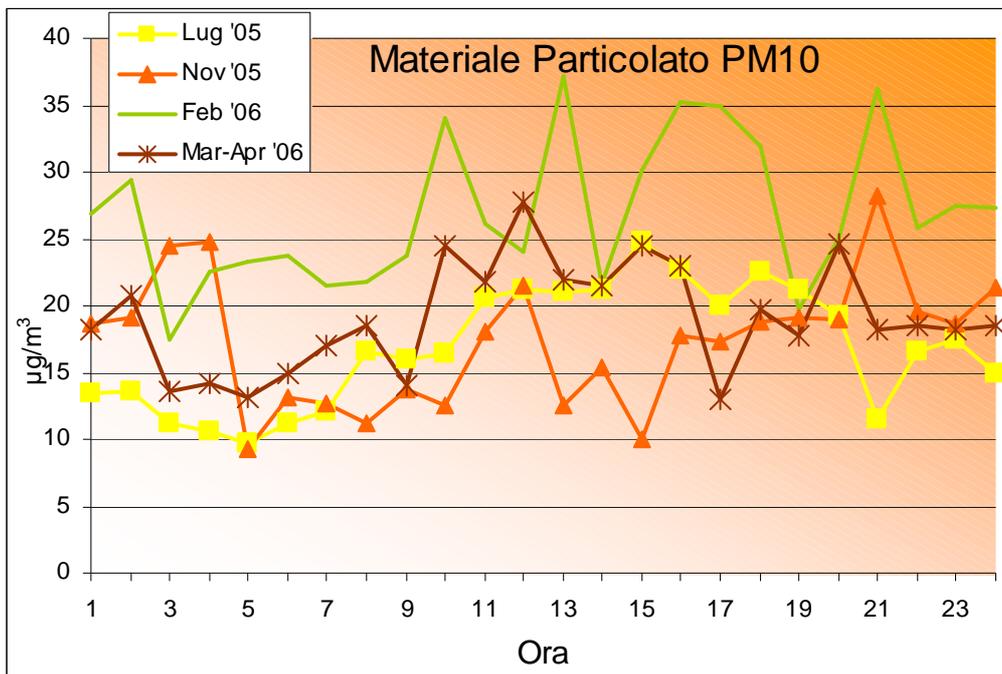




GIORNI TIPO



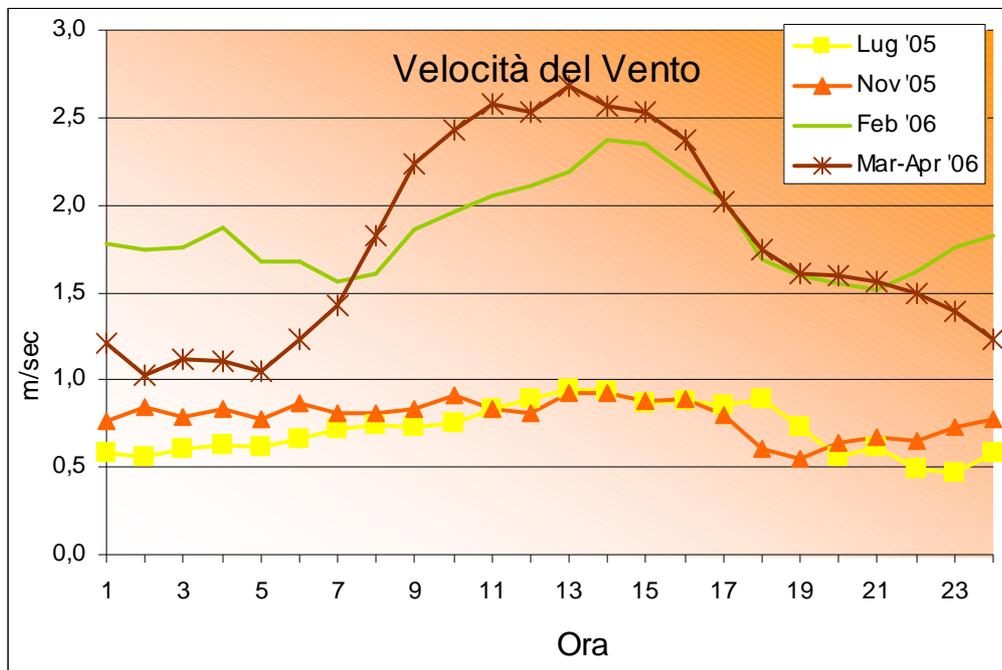




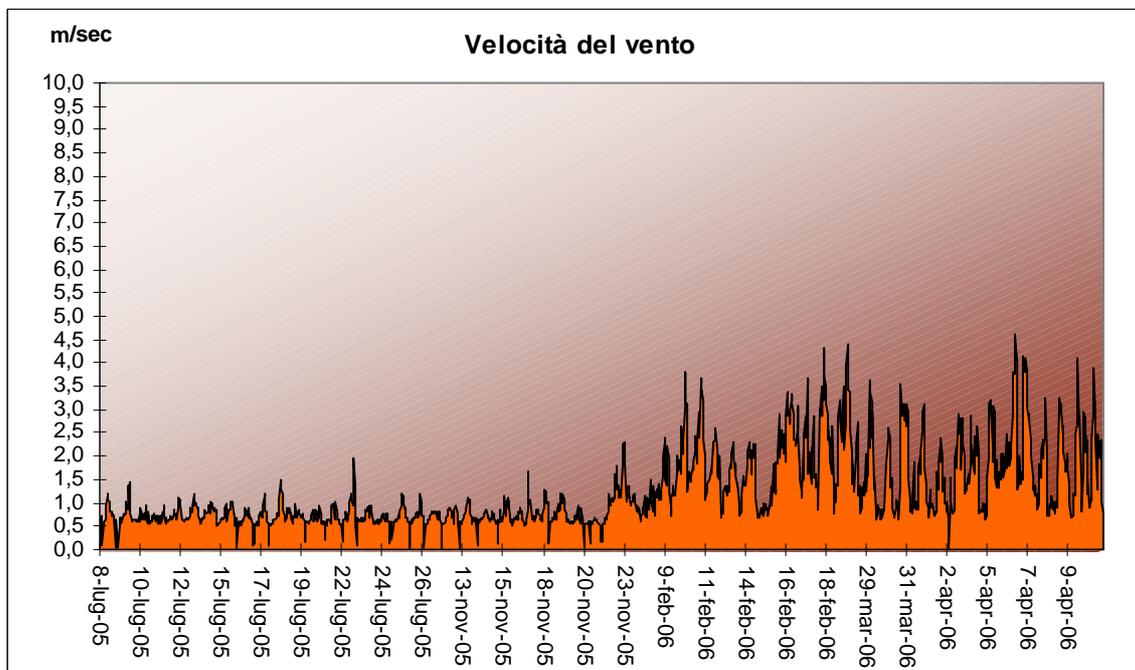


DATI METEOROLOGICI

Giorno tipo

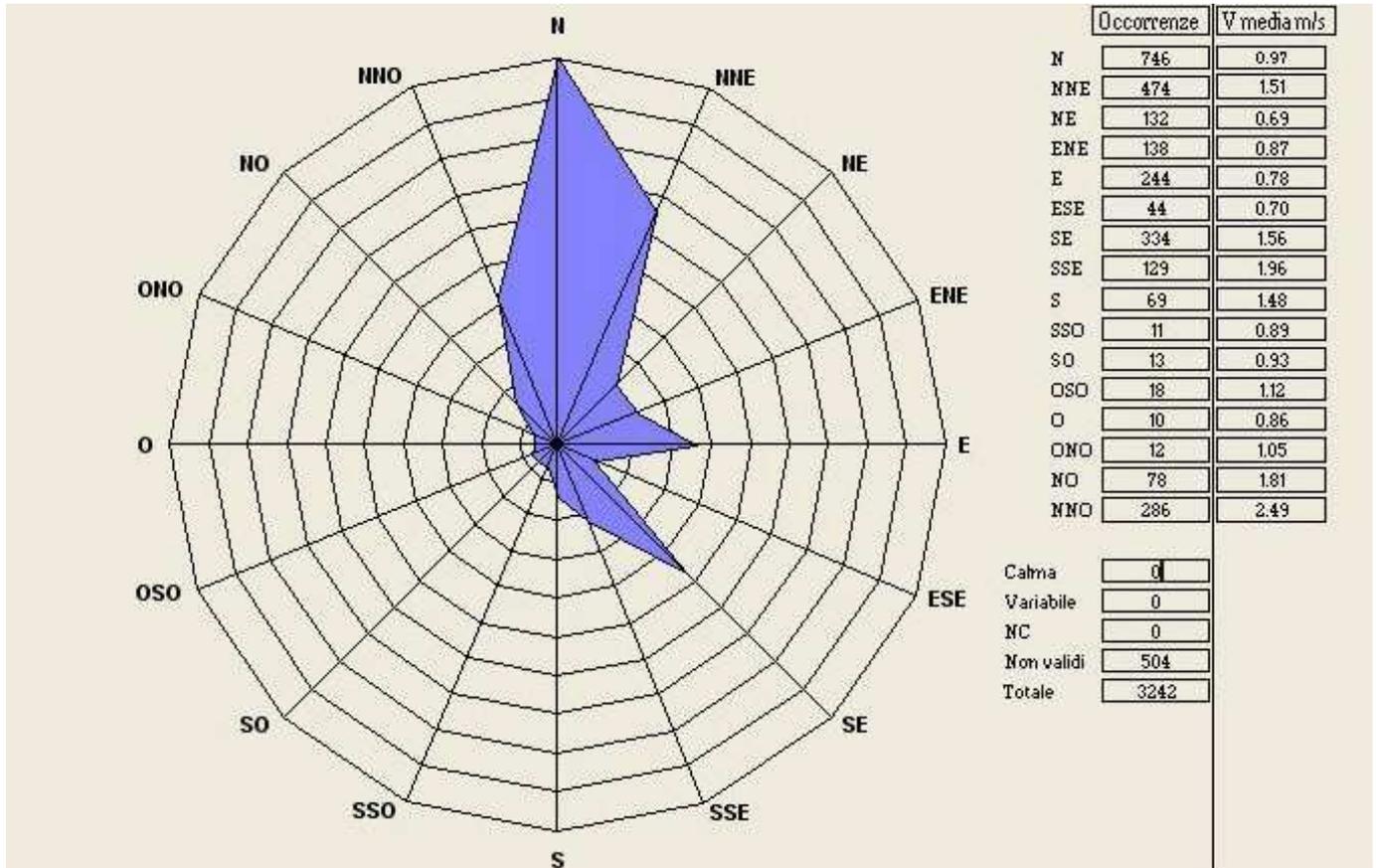


valori medi orari



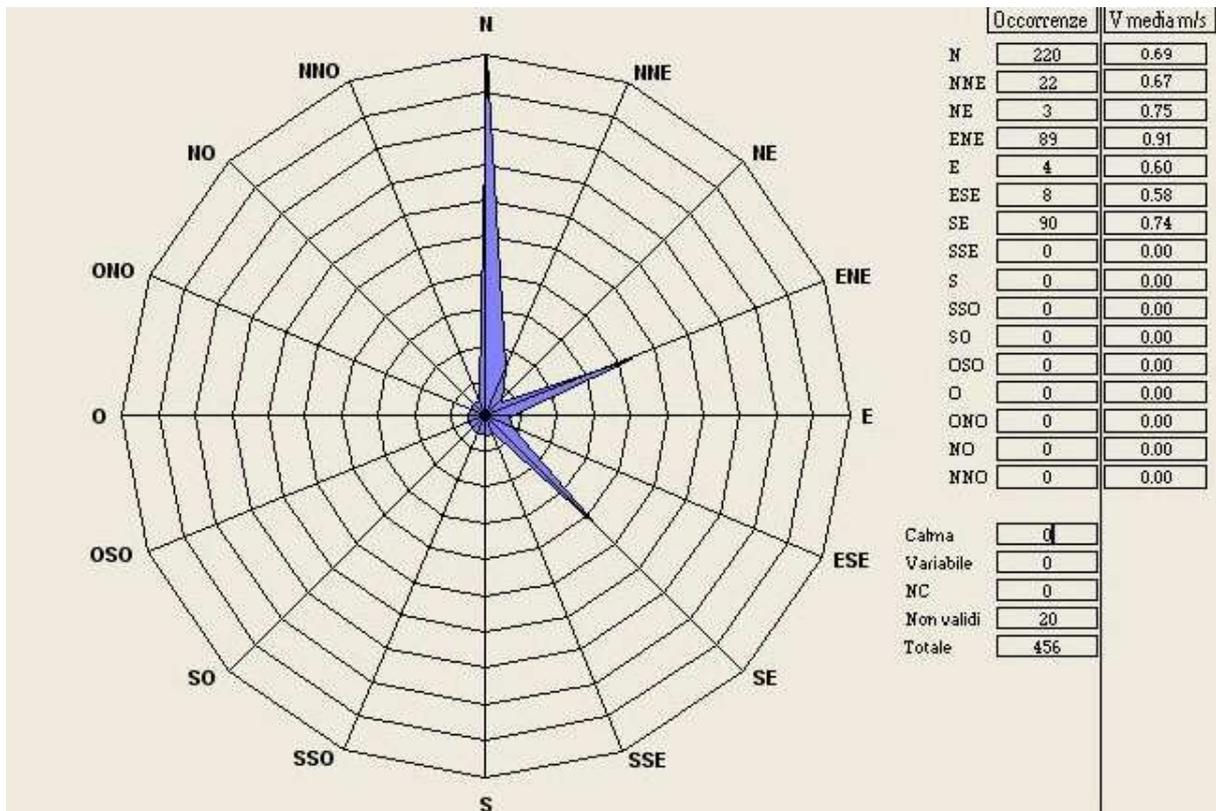


Rosa dei venti

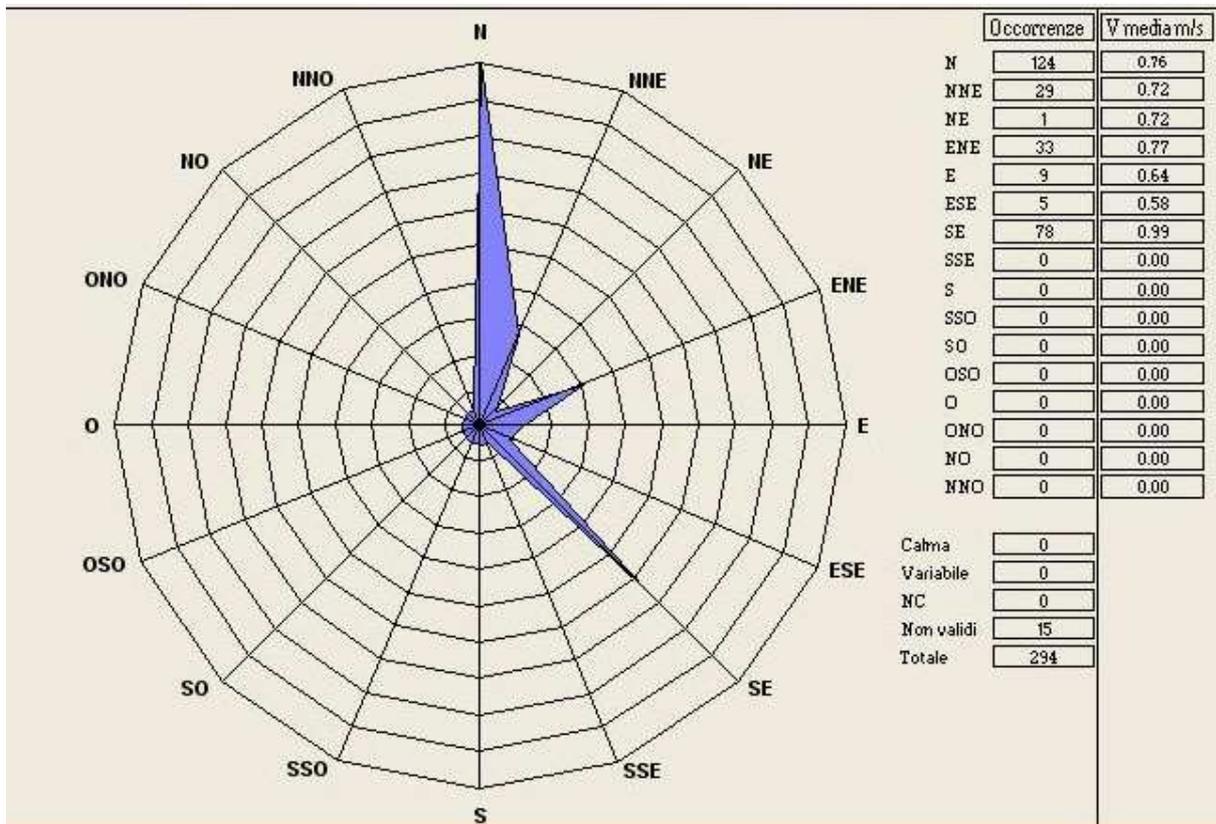




Rosa dei venti stagionale - Luglio 2005

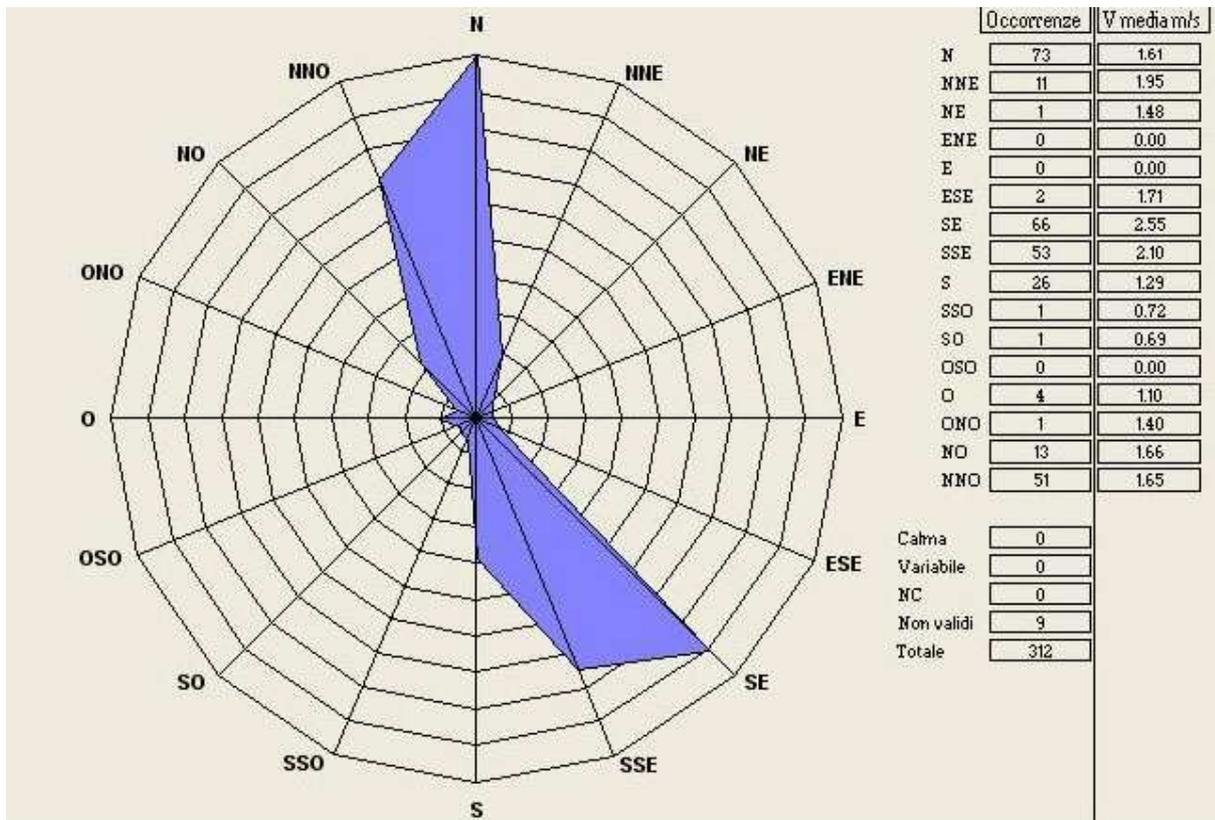


Rosa dei venti stagionale - Novembre 2005

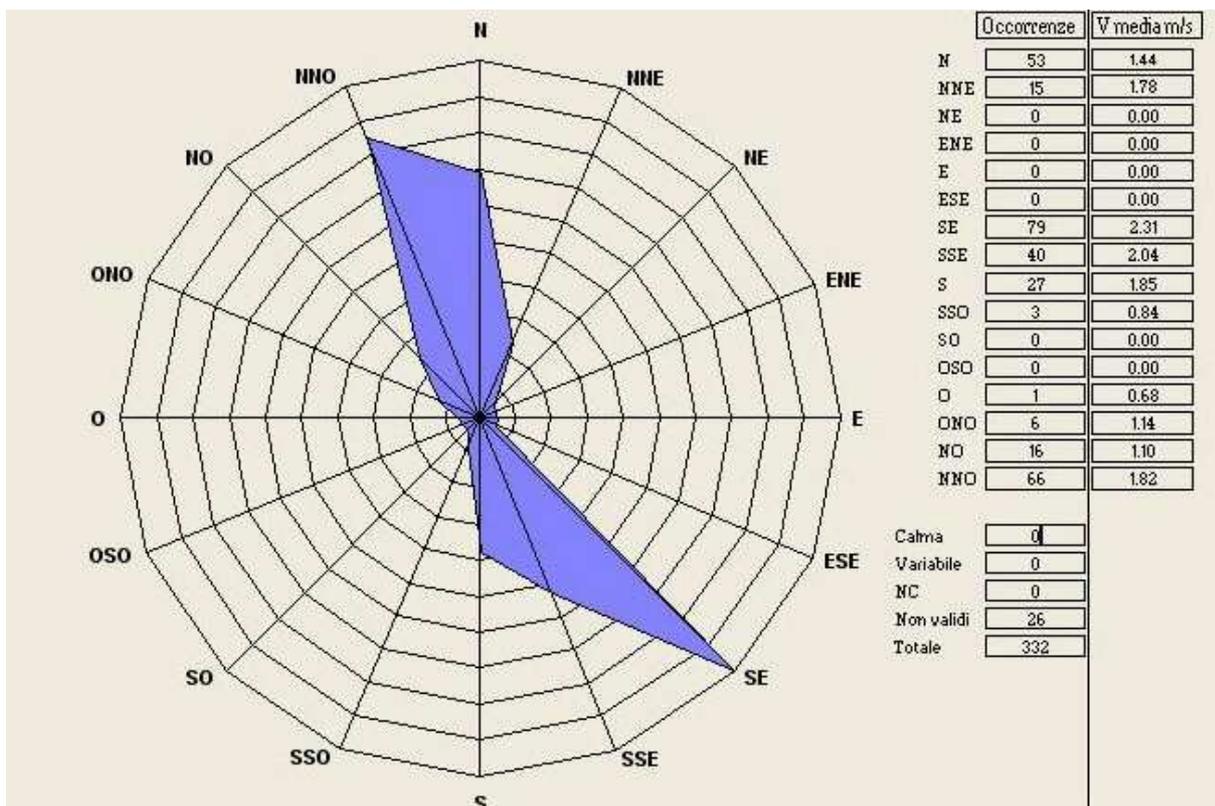




Rosa dei venti stagionale – Febbraio 2006



Rosa dei venti stagionale – Marzo – Aprile 2006



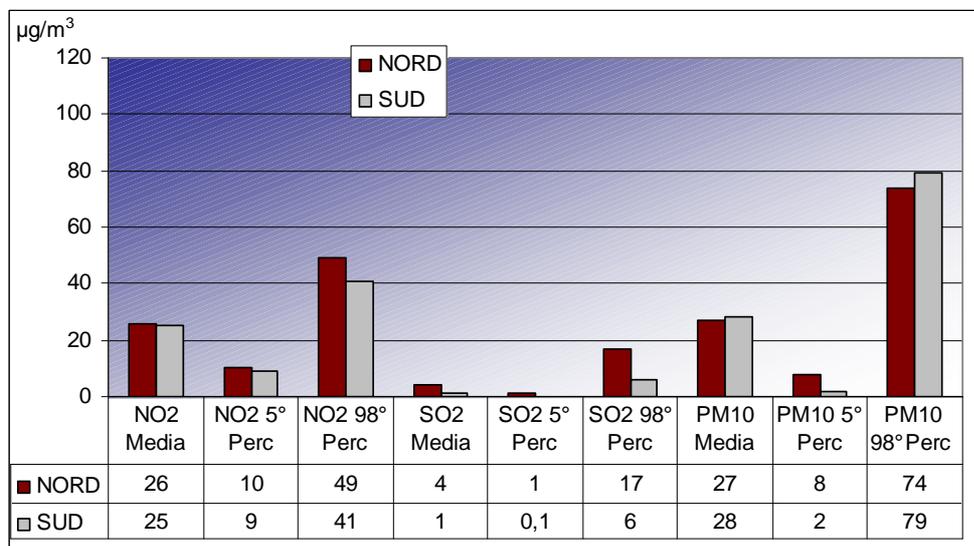
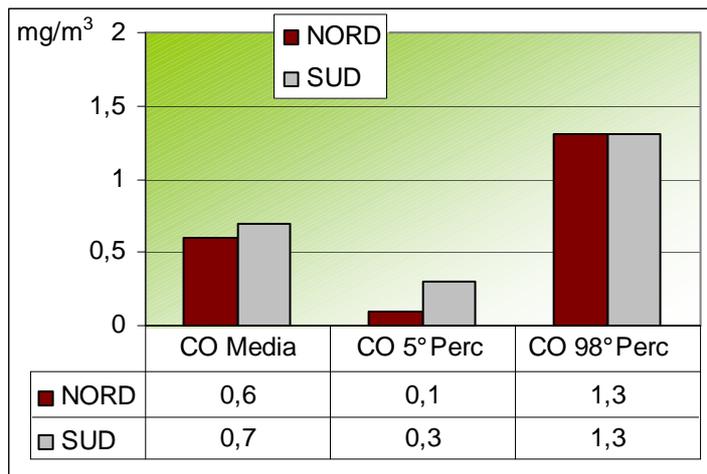


ELABORAZIONE IN FUNZIONE DELLA DIREZIONE DEL VENTO

La presente sezione mostra le elaborazioni grafiche effettuate in relazione della direzione del vento prevalente registrata nel periodo di osservazione caratteristico di ogni postazione di misura. Sono state esaminate unicamente le direzioni di Nord e Sud nell'ambito di una rosa dei venti suddivisa in 8 settori allo scopo di rilevare differenze sostanziali sulla distribuzione dei livelli di concentrazione degli inquinanti dell'aria ambiente associati a tali direzioni di provenienza. La suddivisione dei livelli di concentrazione in due gruppi è stata stabilita in base alla localizzazione delle postazioni di misura in relazione all'ubicazione dell'impianto Colacem dedito alla produzione di clinker da cemento, distante dall'abitato di Rassina circa 1 km.

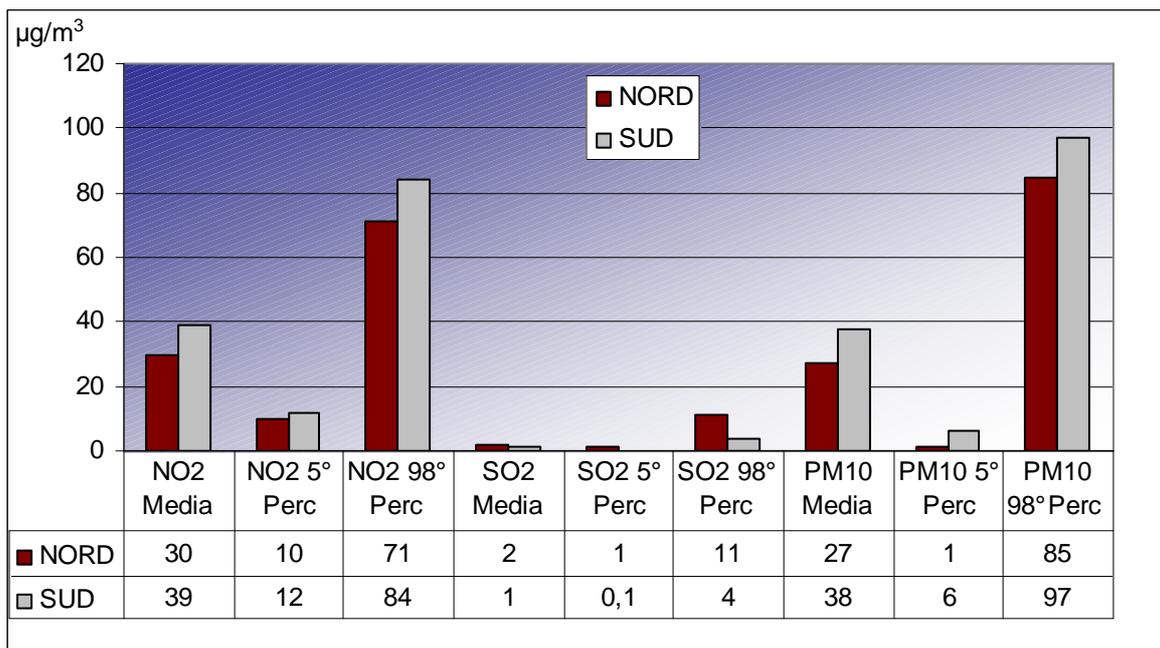
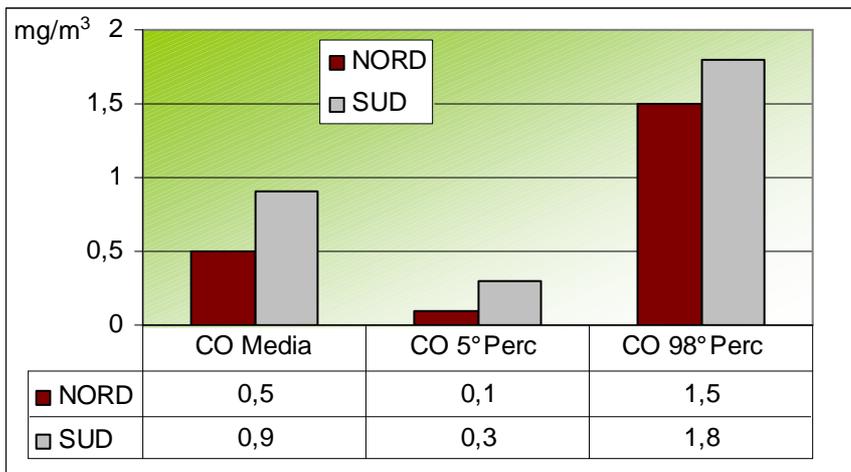
Le postazioni di Via Turati e SR71 sono ubicati in direzione sud rispetto a Colacem mentre la postazione di Casina Pineta è ubicata in direzione nord rispetto al sopracitato stabilimento. Pertanto eventuali contributi dell'impianto industriale per le postazioni di Via Turati e SR71 sono associati alla direzione nord mentre per la postazione di Casina Pineta alla direzione sud. Le elaborazioni grafiche sono state valutate per gli inquinanti relativi al biossido di azoto e di zolfo, del monossido di carbonio e del materiale particolato PM10, mediante gli indicatori relativi alla media, al 5° Percentile ed al 98° Percentile; tali parametri forniscono indicazioni esaustive sulla distribuzione dei livelli di concentrazione.

Via Turati



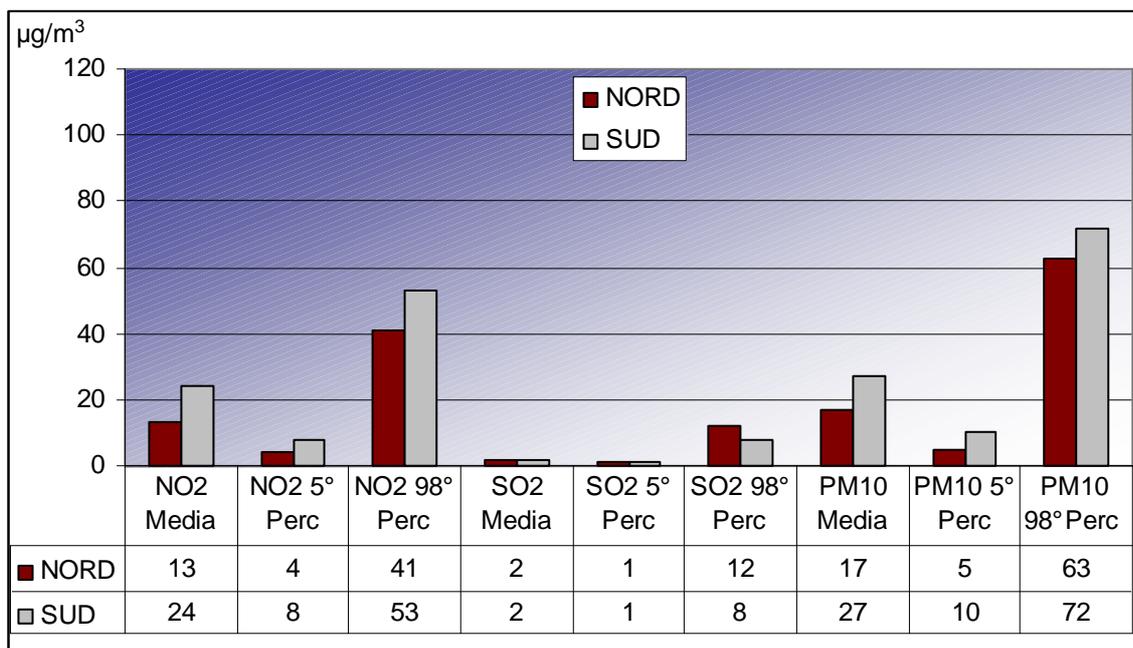
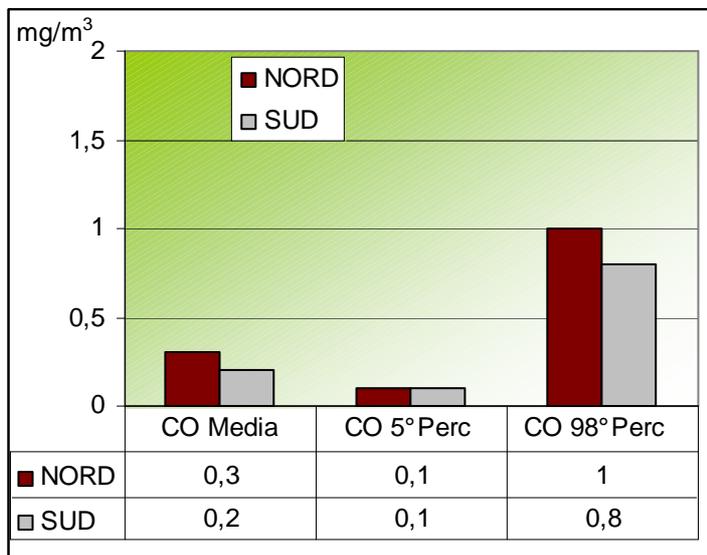


SR71





CASINA PINETA



Dall'esame dei grafici traspaiono scarti poco rilevanti tra gli indicatori elaborati per i livelli di concentrazione associati alle direzioni del vento nord e sud con prevalenza di concentrazioni maggiori in relazione ai venti provenienti da sud per tutte le postazioni.



LEGENDA INQUINANTI

OSSIDI DI AZOTO (NO/NO₂)

SORGENTI

Il biossido di azoto (NO₂), è un gas di colore rosso bruno, di odore pungente ed altamente tossico, si forma in massima parte in atmosfera per ossidazione del monossido di azoto (NO), inquinante principale che si forma nei processi di combustione derivanti da autoveicoli, impianti di riscaldamento e impianti industriali; più elevata è la temperatura nella camera di combustione, più elevata è la produzione di NO. La concentrazione negli scarichi degli autoveicoli è maggiore in accelerazione e in marcia di crociera. Un'altra fonte di origine del biossido di azoto (NO₂), deriva, come peraltro già accennata per il monossido di azoto (NO), da processi di combustione ad alta temperatura per ossidazione dell'azoto presente nell'aria per il 78%. Il maggior contributo è dato dal traffico autoveicolare e, in ordine decrescente, da diesel pesanti, autovetture a benzina, diesel leggeri e autovetture catalizzate.

MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)

SORGENTI

È un gas incolore ed inodore che si forma dai processi di combustione in carenza di ossigeno, situazione che si verifica in vario grado nei motori degli autoveicoli soprattutto a bassi regimi ed in decelerazione, negli impianti di riscaldamento e negli impianti industriali. Un'altra fonte estremamente significativa è rappresentata dal fumo di sigaretta.

POLVERI con diametro aerodinamico < 10 µm (PM10)

SORGENTI

Il materiale particolato presente nell'aria è costituito da una miscela di particelle solide e liquide, che possono rimanere sospese in aria anche per lunghi periodi. Hanno dimensioni comprese tra 0,005 µm e 50-150 µm (lo spessore di un capello umano è circa 100 µm), e una composizione costituita da una miscela di elementi quali: carbonio, piombo, nichel, nitrati, solfati, composti organici, frammenti di suolo, ecc. L'insieme delle particelle sospese in atmosfera è definito come PTS (polveri totali sospese) o PM (materiale particolato). Le polveri totali sono generalmente distinte in due classi dimensionali corrispondenti alla capacità di penetrazione nelle vie respiratorie da cui dipende l'intensità degli effetti nocivi. Le polveri che penetrano nel tratto superiore delle vie aeree o tratto extratoracico (cavità nasali, faringe e laringe), polveri dette inalabili o toraciche, hanno un diametro inferiore a 10 µm (PM₁₀). Quelle invece che possono giungere fino alle parti inferiori dell'apparato respiratorio o tratto tracheobronchiale (trachea, bronchi, bronchioli e alveoli polmonari), le cosiddette polveri respirabili, hanno un diametro inferiore a 2,5 µm (PM_{2,5}). Le particelle solide sono originate sia per emissione diretta (particelle primarie) che per reazione nell'atmosfera di composti chimici, quali ossidi di azoto e zolfo, ammoniaca e composti organici (particelle secondarie). Le sorgenti del particolato possono essere antropiche e naturali. Le fonti antropiche sono riconducibili principalmente ai processi di combustione quali: emissioni da traffico veicolare, utilizzo di combustibili (carbone, oli, legno, rifiuti, rifiuti agricoli), emissioni industriali (cementifici, fonderie, miniere). Le fonti naturali invece sono sostanzialmente: aerosol marino, suolo risollevato e trasportato dal vento, aerosol biogenico, incendi boschivi, emissioni vulcaniche, ecc.



Le cause principali delle alte concentrazioni di polveri in ambito cittadino sono dovute in gran parte alla crescente intensità di traffico veicolare, e in particolare alle emissioni dei motori diesel e dei ciclomotori. Una percentuale minore è legata all'usura degli pneumatici e dei corpi frenanti delle auto. Un ulteriore elemento che contribuisce alle alte concentrazioni di polveri è connesso anche al risollevarimento delle frazioni depositate, per cause naturali o legate allo stesso traffico.

OZONO (O₃)

SORGENTI

E' un gas fortemente ossidante che si forma nella bassa atmosfera per reazioni fotochimiche attivate dalla luce solare, che danno origine allo smog fotochimico. La formazione di elevate concentrazioni di ozono è un fenomeno prettamente estivo, legato alla potenzialità della radiazione solare, alle alte temperature e alla presenza di sostanze chimiche (idrocarburi e biossido di azoto) dette precursori, che attivano e alimentano le reazioni fotochimiche producendo ozono, radicali liberi, perossidi ed altre sostanze organiche fortemente ossidanti. Il problema dell'ozono ha la sua origine nell'ambiente urbano.

NMHC (Idrocarburi non metanici)

SORGENTI

Sono in parte rappresentati dai costituenti dei carburanti che non sono bruciati completamente nelle reazioni di combustione nonché per la loro evaporazione diretta. Generalmente, la formazione di queste sostanze avviene vicino alle pareti della camera di combustione dove la temperatura, per effetto dello scambio di calore con l'esterno non raggiunge i valori tali da permettere l'ossidazione totale delle molecole dei combustibili. Inoltre, la quantità di queste sostanze emesse in atmosfera dipende dalle condizioni di funzionamento, di manutenzione e di usura del motore. La quantità totale di idrocarburi emessi, cresce di norma con l'aumentare del peso molecolare medio degli idrocarburi costituenti i combustibili. I gasoli da trazione, costituiti da idrocarburi a peso molecolare più elevato di quelli delle benzine e del GPL determinano generalmente le emissioni atmosferiche a più elevata concentrazione di idrocarburi. Sono particolarmente pericolosi in presenza di ossidanti (O₃) e radiazione solare perché originano lo "smog fotochimico".

BIOSSIDO DI ZOLFO (SO₂)

SORGENTI

Uso di combustibili fossili (carbone e derivati del petrolio). Negli ultimi 10 anni si è osservata una netta tendenza alla diminuzione delle emissioni di SO₂, attribuibile alle modifiche nel tipo e nella qualità dei combustibili usati a minor contenuto di zolfo. Un contributo determinante per la diminuzione di emissioni di SO₂ è stato fornito dalla larga diffusione della metanizzazione.