



**Regione Toscana**  
Diritti Valori Innovazione Sostenibilità



**ARPAT**

Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana

**DIPARTIMENTO  
DI AREZZO**

**CAMPAGNA MISURAZIONE  
QUALITA' DELL'ARIA**



**PERIODO DI OSSERVAZIONE:**  
**07 APRILE – 19 DICEMBRE**  
**CASTELLUCCIO –**  
**CAPOLONA**

## Sommario

<b>Introduzione.....</b>	<b>3</b>
<b>1- Postazione di misurazione .....</b>	<b>4</b>
Caratterizzazione del contesto territoriale .....	4
Localizzazione della stazione di misurazione .....	7
<b>2. Piano di utilizzo dell'autolaboratorio .....</b>	<b>8</b>
<b>3. Inquinanti monitorati .....</b>	<b>9</b>
<b>4. Riferimenti Normativi .....</b>	<b>10</b>
<b>5. Obiettivo di qualità dei dati .....</b>	<b>10</b>
Raccolta minima dei dati.....	10
Periodo di copertura .....	11
<b>6. Dati rilevati nella campagna di misurazione.....</b>	<b>11</b>
Standardizzazione.....	12
<b>6.1 Confronto con i valori limite definiti dalla normativa.....</b>	<b>12</b>
OZONO – NUMERO GIORNI DI SUPERAMENTO DEL VALORE OBIETTIVO - INDICATORE MEDIA MOBILE DI 8 ORE.....	13
INDICATORI DI PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE .....	13
VALORI DEI PERCENTILI DI BIOSSIDO DI AZOTO (NO <sub>2</sub> ) .....	14
<b>6.2 confronto con i livelli rilevati nell'area urbana di Arezzo.....</b>	<b>14</b>
<b>6.3 confronto con i livelli rilevati nella campagna di fondo .....</b>	<b>14</b>
<b>7- Valutazione dei risultati.....</b>	<b>16</b>
<b>8 - Considerazioni riassuntive e finali .....</b>	<b>21</b>
<b>Allegato 1. Elaborazioni integrative .....</b>	<b>23</b>
1.1 Andamenti orari dei livelli di concentrazione .....	23
1.2 distribuzione delle frequenze in classi di concentrazione .....	25
1.3 giorni tipo.....	27
1.4 andamenti stagionali .....	30
1.5 analisi dei dati puntuali giorno 6 aprile 2011 - 13 giugno 201.....	28
1.6 raffronto con precedenti campagne di misurazione.....	36
<b>Allegato 2. Caratteristiche tecniche analizzatori.....</b>	<b>34</b>
<b>Allegato 3 elaborazione dei dati meteorologici .....</b>	<b>39</b>
Velocità del vento .....	39
Rosa dei venti stagionale .....	41
<b>Allegato 4. Meccanismi di formazione degli inquinanti .....</b>	<b>43</b>
<b>Allegato 5. Limiti normativi .....</b>	<b>45</b>
<b>Allegato 6. Livello di Attendibilità dei dati forniti .....</b>	<b>48</b>

## Introduzione

La presente campagna di monitoraggio della qualità dell'aria, è stata effettuata su richiesta del Dipartimento della Prevenzione della Azienda USL 8 Arezzo (prot. 27137 del 25 novembre 2010) allo scopo di caratterizzare lo stato della qualità dell'aria dell'abitato di Castelluccio nel Comune di Capolona, in relazione alle segnalazioni di disturbo presentate dalla popolazione riguardanti emissioni in atmosfera dell'adiacente zona industriale. La postazione di misurazione, è stata individuata in accordo con l'Amministrazione comunale di Capolona al fine di identificare una zona popolata ed interessata dalle fonti di emissione locali.

La presente campagna di misurazione della qualità dell'aria, risulta essere la prima effettuata nel territorio comunale.

Si mette in evidenza tuttavia, che nelle vicinanze, in Località Buon Riposo nel Comune di Arezzo, è stata effettuata una campagna spot nel periodo di osservazione 24 settembre – 4 ottobre 2004 in relazione a segnalazioni di disturbo della popolazione per emissioni in atmosfera originate dalla zona industriale di Castelluccio.

Il processo di monitoraggio della qualità dell'aria è inserito nel sistema di gestione per la qualità di ARPAT mediante il documento di processo DP SGQ.099.016 "Monitoraggio della qualità dell'aria mediante reti di rilevamento".

Il sistema di gestione per la qualità di ARPAT è certificato dal CERMET (registrazione n° 3198-A) secondo le UNI EN ISO 9001:2008.

La valutazione dei dati raccolti nella presente campagna di rilevamento è stata effettuata adottando una diversificata chiave di lettura, ossia riferendosi:

- ai valori limite definiti dalla legislazione nazionale che disciplina la qualità dell'aria;
- ai valori degli indicatori elaboratori nella stessa postazione di misurazione, ma riferiti ad un periodo di osservazione nel quale il contributo delle fonti di emissione della zona industriale non sia significativo (10 – 31 agosto 2011), tali da considerarsi valori di "fondo";
- ai valori degli indicatori di qualità dell'aria elaborati nello stesso periodo di osservazione nelle stazioni di misurazione fisse ubicate nell'area urbana di Arezzo.

Questa metodologia di confronto permette di fornire informazioni con buona approssimazione sullo stato della qualità dell'aria della zona oggetto del rilevamento, giacché il contesto definito dal quadro di dati raccolti, viene messo a confronto sia in relazione ad un contesto non interessato in maniera rilevante dalle emissioni della zona industriale, sia a quello dell'area urbana di Arezzo, derivante da una serie di misure più solide perché continuative nell'arco dell'anno.



Il Sistema di gestione ARPAT  
è certificato secondo la norma  
UNI EN ISO 9001 : 2008  
Registrazione n. 3198 - A

## 1- Postazione di misurazione

L'autolaboratorio è stato posizionato lungo Via G. Mazzini (di fronte al giardino pubblico adibito ad area di gioco per bambini), strada ubicata in prossimità dell'area ovest della zona Industriale di Castelluccio nel Comune di Capolona.

*Tabella 1.1 informazioni generali postazione di misurazione*

Nome Postazione	Via G. Mazzini	
Coordinate Geografiche (Gauss Boaga)	LONG E	1728906
	LAT N	4822816
Quota (metri s.l.m.)	213	
Altezza punto di campionamento (mt)	2,5	
Tipologia della postazione di misura	industriale	
Periodo Osservazione	07 aprile – 19 dicembre 2011	

## Caratterizzazione del contesto territoriale

Le informazioni riportate nella tabella che segue forniscono una caratterizzazione del contesto territoriale e ne delineano le principali condizioni al contorno.

*Tabella 1.2 informazioni generali del contesto territoriale*

INFORMAZIONI GENERALI	
Popolazione residente	700
Estensione dell'area (Km <sup>2</sup> )	0,09

La strada di Via G. Mazzini collega l'abitato di Castelluccio, il quale si sviluppa sia nel piano di campagna impiantato sui depositi alluvionali del fiume Arno (quota 213 metri s.l.m) sia in quota più elevata (quota 237 metri s.l.m.); pertanto la base dei camini delle fonti di emissione della zona industriale, si trovano a quote inferiori rispetto alla porzione di terreno dove è edificata la parte in quota dell'abitato di Castelluccio.

L'abitato di Castelluccio è caratterizzato da civili abitazioni per la prevalenza a due piani che si estendono lungo Via Mazzini nel piano di campagna, ed in quota sulla porzione di terreno a ridosso della pianura alluvionale. La pianura alluvionale presenta un dislivello rispetto al terreno circostante di circa 25 metri; tale differenza di quota è mediamente distante (riferimento la zona industriale) circa 1000 metri in direzione sud (Campoluci) e 250 metri in direzione nord (Castelluccio in quota e Località Magalotto).

La zona industriale è ubicata nella pianura alluvionale nelle direzioni est, sud-sud-est (circa 200 metri) rispetto alla postazione di misurazione ed è caratterizzata da attività miste, commerciali (supermercati, fornitori di servizi) artigianali ed industriali.

Le attività industriali sono da ricondurre per la prevalenza ad attività del settore orafo (fusione, vuotatura acida), dove, in alcuni casi, è effettuata anche la termodistruzione di rifiuti speciali, sia pericolosi che non pericolosi, e di scarti delle lavorazioni orafe.

La mappa 1.1 mostrata nella pagina successiva sintetizza la caratterizzazione geografica della zona.

La zona è interessata da venti prevalenti provenienti dai settori Nord, Nord-Nord-Est e Nord-Est, (24 % dei casi, tipicamente nelle stagioni dell'inverno e della primavera) corrispondente alla direzione di Castelluccio in quota, dai settori Est, Est-Sud-Est, Sud-Est e Sud-Sud-Est (25 % dei casi, tipicamente nelle stagioni dell'estate e dell'autunno) corrispondente alla direzione della zona Industriale di Castelluccio e dai settori Sud-Sud-Ovest, Sud-Ovest ed Ovest-Sud-Ovest (20 % dei casi, in tutte le stagioni dell'anno) corrispondente a zona rurale.



Mappa 1.1 – caratterizzazione geografica della zona



Immagini 1.1 – ubicazione autolaboratorio





## **VISTE DEL TERRITORIO CIRCOSTANTE LA POSTAZIONE**

Immagini 1.2 viste nord, sud, est ed ovest del territorio circostante la postazione

VISTA NORD



VISTA EST

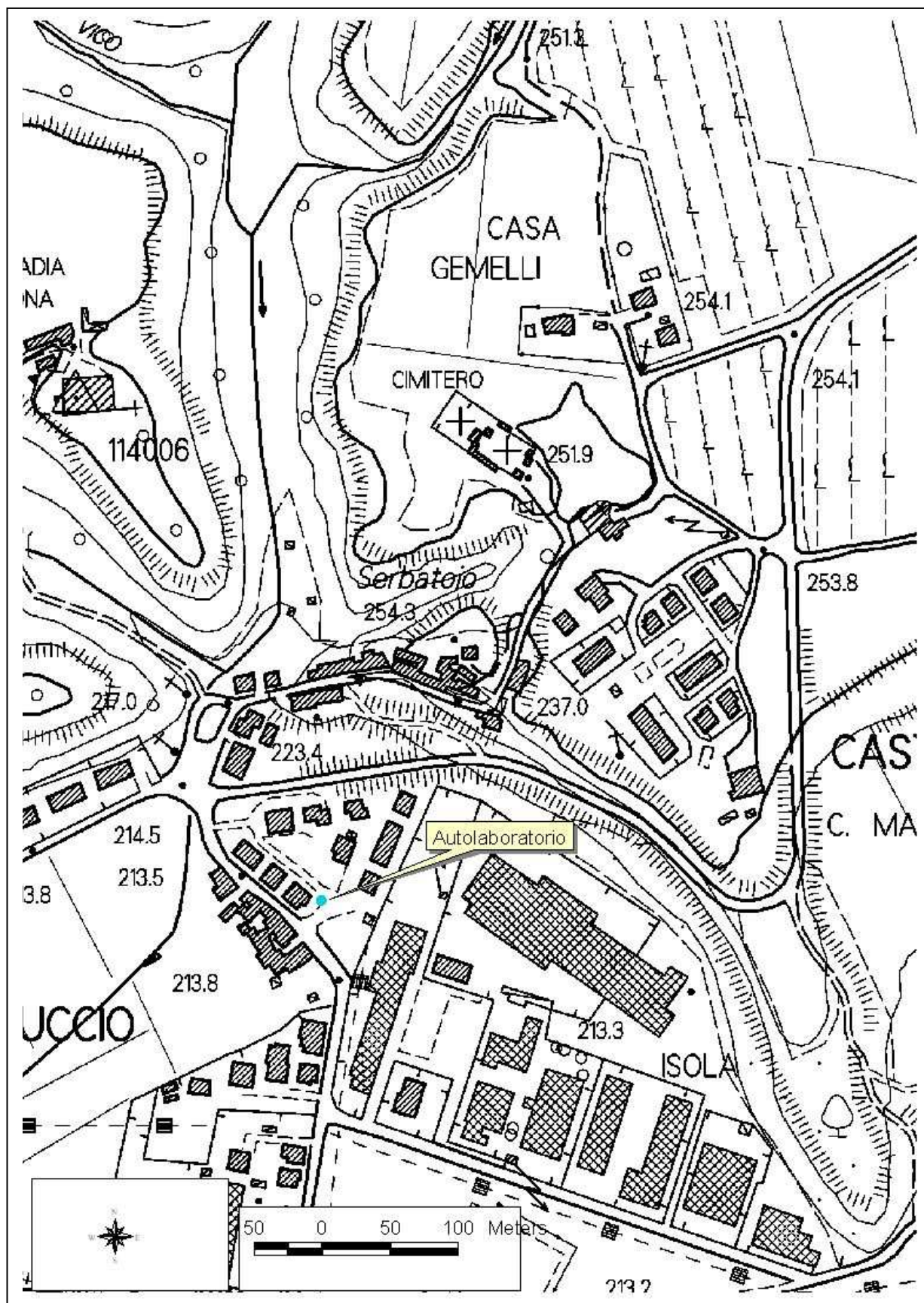


VISTA SUD

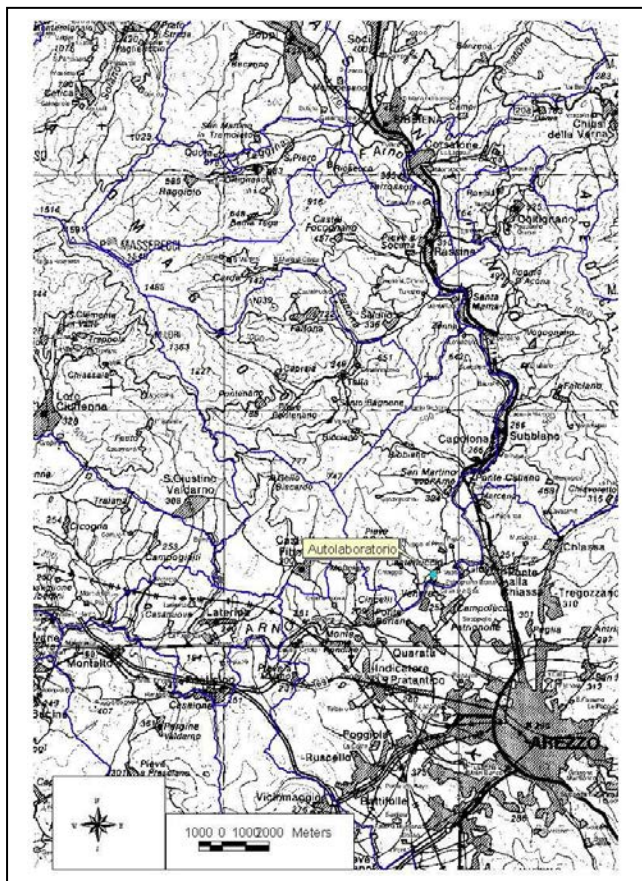
VISTA OVEST

## Localizzazione della postazione di misurazione INQUADRAMENTO TERRITORIALE

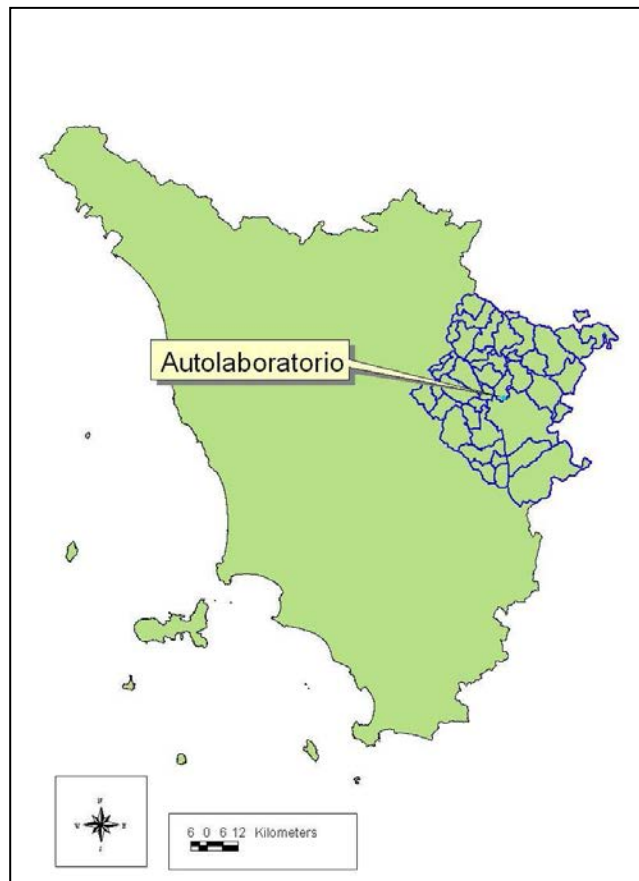
Mappa 1.2 localizzazione della postazione di misurazione







Mappa 1.3 Comune di Marciano della Chiana  
Scala 1:150000



Mappa 1.4 Regione Toscana Scala 1:5000000

## 2. Piano di utilizzo dell'autolaboratorio

Al fine di ottenere dati rappresentativi che considerino le variazioni temporali in funzione delle condizioni meteorologiche, responsabili dei fenomeni di dispersione e di diluizione degli inquinanti in aria ambiente, l'indagine è stata articolata in campagne stagionali dalla durata di circa 18 giorni distribuite nelle quattro stagioni meteorologiche dell'anno. Tale pianificazione permette di ottenere un insieme minimo di dati, ma rappresentativo per essere confrontato con i valori limite degli indicatori di qualità dell'aria definiti dalla normativa, i quali si riferiscono ad un periodo di osservazione annuale continuativo.

Il piano di utilizzo dell'autolaboratorio, predisposto in accordo al documento di processo di ARPAT DP SGQ.99.016 "monitoraggio della qualità dell'aria mediante reti di rilevamento" è stato organizzato in conformità agli obiettivi di qualità dei dati definiti per le misure indicative, i quali prevedono un periodo minimo di copertura pari almeno al 14 % (articolato su almeno 8 settimane di misurazioni distribuite equamente nell'arco dell'anno) ed una raccolta minima dei dati pari almeno al 90 %.

La legislazione che definisce le linee di indirizzo riguardanti le campagne di monitoraggio mediante mezzi mobili è la seguente:

- allegato I paragrafo 1, tabella 1 D.Lgs. n. 155/2010;
- punto 4 Deliberazione Giunta Regione Toscana N° 450/2009
- allegato I della Direttiva 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.



Relativamente alla postazione di Castelluccio sono stati effettuati complessivamente 74 giorni di misurazione distribuiti nell'arco di un anno; oltre ai giorni riguardante la campagna di misurazione è da considerare che è stata effettuata anche una campagna spot dal 10 al 31 agosto 2011 (22 giorni di misura) finalizzata a valutare i livelli di concentrazione in assenza di contributi significativi delle fonti di emissione ubicate nell'area industriale (fondo).

La tabella sottostante, mostra i periodi di osservazione della campagna di monitoraggio effettuata nella postazione di Castelluccio nell'intervallo temporale 7 aprile- 19 dicembre 2011:

*tabella 2.1 piano di utilizzo autolaboratorio postazione Castelluccio – Via G. Mazzini*

Stagione	Periodo	numero giorni
Primavera	7 – 25 aprile 2011	19
Estate	2 – 19 giugno 2011	18
FONDO	10 – 31 agosto 2011	22
Autunno	1 – 19 settembre 2011	19
Inverno	2 – 19 dicembre 2011	18
<b>TOTALE</b>		<b>74</b>

Per quanto attiene la campagna di misurazione della primavera e dell'estate, al fine di effettuare approfondimenti in merito ad una segnalazione riguardante emissioni in atmosfera moleste, sono stati valutati anche i dati puntuali dei giorni 6 aprile 2011 (giorno di posizionamento dell'autolaboratorio presso la postazione di Castelluccio - dalle ore 10 circa) e 13 giugno 2011.

### 3. Inquinanti monitorati

In relazione alle disposizioni della normativa che disciplina la qualità dell'aria ambiente (D.Lgs. 155/2010), sono stati monitorati i seguenti inquinanti:

ossidi di azoto (NO-NO<sub>x</sub>-NO<sub>2</sub>),  
ozono (O<sub>3</sub>),  
monossido di carbonio (CO),  
materiale particolato con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (PM<sub>10</sub>),  
anidride solforosa (SO<sub>2</sub>),  
benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)  
ed i parametri meteorologici di direzione e velocità del vento.

La campagna di misurazione non ha riguardato la rilevazione di odori, acidi (ad esempio acido cloridrico HCl) e sostanze quali ammoniaca perché non disciplinati dalla normativa che regola la qualità dell'aria. La normativa non ha infatti definito valori limite in aria ambiente per tali sostanze e nemmeno i relativi metodi di riferimento. In relazione a questa situazione non sono disponibili analizzatori che effettuano misurazione dei livelli di concentrazione di questi inquinanti in aria ambiente.

La legenda mostrata nell'allegato 3 alla presente relazione, riporta i meccanismi di formazione nonché il significato di ogni inquinante misurato.

Il monitoraggio del benzene è stato effettuato attraverso campagne discontinue manuali con campionatori passivi e successiva determinazione in laboratorio mediante metodo interno basato sulla tecnica analitica della gascromatografia FID (limite di rilevabilità = 1 µg/m<sup>3</sup>). Il piano di monitoraggio del benzene è stato equivalente a quello dell'autolaboratorio, in relazione al quale sono stati effettuati 4 campioni (uno per stagione meteorologica) dal tempo di esposizione medio di 18 giorni.

Le caratteristiche tecniche della strumentazione automatica di cui è dotato l'autolaboratorio sono indicate nell'allegato 1.

La presente campagna di misurazione, sarà integrata con la campagna di monitoraggio delle deposizioni umide e secche, la quale per il periodo di osservazione marzo 2011 – febbraio 2012, fornirà informazioni sulle deposizioni al suolo di ioni (nitrati, ammonio), metalli (complessivamente 23 metalli, quali, ad esempio, Ferro, Piombo, Cromo).

La postazione di raccolta delle deposizioni è stata ubicata presso il campo sportivo di Castelluccio; la relazione conclusiva sarà trasmessa successivamente al termine delle determinazioni analitiche attualmente in corso.

## **4. Riferimenti Normativi**

La valutazione dei valori degli indicatori elaborati a partire dai dati raccolti dalla presente campagna di misurazione, è stata effettuata riferendosi ai valori limite fissati dal D.Lgs. n° 155/2010. Tale norma recepisce la Direttiva della Comunità Europea 2008/50/CE del 21/05/2008.

Relativamente al PM10, come stabilito dall'allegato I paragrafo 1, tabella 1 D.Lgs. n. 155/2010, al fine di verificare la conformità dell'indicatore della media giornaliera, è stato valutato il 90,4 percentile anziché il numero di superamenti; questo perché i superamenti sono fortemente influenzati dalla copertura dei dati, che nelle misure indicative (ovvero con il mezzo mobile) non è effettuata in maniera continuativa per tutto l'anno civile.

Lo schema dei limiti previsti dalla normativa per ciascun inquinante è riportata nell'allegato 4.

## **5. Obiettivo di qualità dei dati**

### **Raccolta minima dei dati**

La tabella sottostante presenta la raccolta minima dei dati per singolo analizzatore relativa al periodo di osservazione dell'intera campagna di misurazione (74 giorni).

La normativa che disciplina la qualità dell'aria (allegato I del D.Lgs. 155/2010) ed il documento "criteri di validazione ed elaborazione degli indicatori relativi agli inquinanti in aria ambiente" previsto dal Documento di Processo di ARPAT riguardante il monitoraggio della qualità dell'aria, richiede, al fine della significatività del dato prodotto da reti di misurazione fisse, una raccolta minima dei dati (che rappresenta l'efficienza dell'analizzatore) su base annuale non inferiore al 90 %.

Questo indice è elaborato per singolo analizzatore al netto delle attività di manutenzione ordinaria e taratura periodica. Tale valore di riferimento è richiesto anche per le misure indicative a cui si riferiscono le misurazioni ottenute nella presente campagna di misurazione.

La raccolta minima dei dati è calcolata come percentuale di dati generati e validati rispetto al totale teorico (per es. 24 dati orari per ogni giorno di monitoraggio che nella presente campagna comportano 1.776 dati orari teorici). Una parte dei dati è inevitabilmente perduta per le attività di controllo automatico giornaliero, per le tarature periodiche e per le operazioni di manutenzione ordinaria; tali attività rappresentano circa il 5 % dei dati validi raccolti.



tabella 5.1 raccolta minima dei dati % al netto delle attività di manutenzione e taratura

Postazione	CO	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	PM10	SO <sub>2</sub>	VV	DV
Castelluccio	99	100	97	100	97	100	91

CO = monossido di carbonio

NO<sub>2</sub> = biossido di azoto

O<sub>3</sub> = ozono

PM10 = materiale particolato PM10

SO<sub>2</sub> = anidride solforosa

VV = velocità del vento

DV = direzione del vento

Considerato che il valore di riferimento della raccolta minima dei dati per singolo analizzatore ( $\geq 90\%$ ) si riferisce alle reti caratterizzate da stazioni di misurazione fisse, i singoli rendimenti forniti dalla strumentazione automatica della presente campagna di monitoraggio sono complessivamente da ritenersi ottimi (rendimento totale medio della campagna 98 %) tenuto presente che trattasi di un'indagine articolata in singole campagne stagionali nel quale lo spegnimento, lo spostamento ed il ravvio della strumentazione rappresentano elementi di criticità per la strumentazione stessa.

## Periodo di copertura

Il periodo di copertura (su base annuale) raggiunto in relazione al piano di utilizzo predisposto per la postazione di misura in oggetto (74 giorni distribuiti nell'anno) pari al 20 %, è conforme ai criteri degli obiettivi di qualità dei dati definiti per le misure indicative dall'allegato 1 del D.Lgs. 155/2010 e dall'allegato I della Direttiva 2008/50/CE del Parlamento e del Consiglio Europeo (periodo minimo di copertura di riferimento = 14 %).

Per misure indicative si intendono misurazioni che rispettano obiettivi di qualità meno stringenti rispetto a quelli richiesti per le misurazioni in siti fissi.

Per quanto attiene l'attendibilità dei dati forniti dagli analizzatori, gli strumenti sono verificati mediante controlli statistici e standard certificati secondo le procedure definite dall'istruzione tecnica IT SGQ.99.003 "Requisiti tecnici relativi al controllo della strumentazione automatica" definita dal Documento di Processo di ARPAT riguardante il monitoraggio della qualità dell'aria, le quali sono riassunte nell'allegato 5.

Le prove effettuate nell'anno 2011 sulla strumentazione installata nell'autolaboratorio hanno fornito risultati positivi.

## 6. Dati rilevati nella campagna di misurazione

Nella presente relazione sono riportati gli elaborati grafici relativi a:

- confronto dei risultati con i relativi limiti di legge;
- confronto con i valori della campagna di misurazione di fondo;
- confronto con i valori degli indicatori registrati nell'area urbana di Arezzo;
- andamenti temporali degli inquinanti monitorati;
- distribuzione delle frequenze in classi di concentrazione (compresa campagna di fondo);
- giorni tipo (compresa campagna di fondo);
- andamenti stagionali degli indicatori;
- elaborazione dati puntuali giorni 6 aprile e 13 giugno 2011 (oggetto di segnalazioni da parte della cittadinanza).

## Standardizzazione

Tutti i valori di concentrazione espressi in unità di massa ( $\mu\text{g}$  o  $\text{mg}$ ) per metro cubo di aria ( $\text{m}^3$ ) sono riferiti alla temperatura di  $293^\circ\text{K}$  e alla pressione atmosferica di  $101.3 \text{ kPa}$  ad esclusione del materiale particolato  $\text{PM}_{10}$  il cui volume di campionamento si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni.

La tabella sottostante, fornisce, quale premessa alla valutazione della qualità dell'aria, un'indicazione del livello medio registrato per ciascun inquinante nella postazione di misurazione.

*Tabella 6.1 valori medi della postazione Castelluccio nell'intera campagna 2011*

CO $\text{mg}/\text{m}^3$	NO <sub>2</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NOx $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SO <sub>2</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	O <sub>3</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$
0,3	20	29	20	< 1	5	58

## 6.1 Confronto con i valori limite definiti dalla normativa

**Periodo di osservazione: dal 7 aprile al 19 dicembre 2011.**

*Tabella 6.1.1 Indicatori di protezione della salute umana*

INDICATORE	Castelluccio 07/04 - 19/12/2011	LIMITE
NO <sub>2</sub> Max Orario ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	81	200
NO <sub>2</sub> Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	20	40
CO media mobile 8 Ore ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	1,1	10
O <sub>3</sub> media mobile 8 ore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	131	120
O <sub>3</sub> Max 1 Ora ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	142	180
PM10 Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	20	40
PM10 90,4° Percentile ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	27	50
SO <sub>2</sub> Max Media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	11	125
SO <sub>2</sub> Max Orario ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	50	350
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	< 1	5

CO = monossido di carbonio

NO<sub>2</sub> = biossido di azoto

NOx = ossidi di azoto totali

O<sub>3</sub> = ozono

PM10 = materiale particolato PM10

SO<sub>2</sub> = anidride solforosa

C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> = benzene

La tabella 6.1.1 riassume gli indicatori significativi per la salute umana, le concentrazioni misurate ed i valori limite.

I valori limite si riferiscono al D.Lgs. 155/2010 e sono confrontati visivamente nel Grafico 6.1.1



## OZONO – NUMERO GIORNI DI SUPERAMENTO DEL VALORE OBIETTIVO - INDICATORE MEDIA MOBILE DI 8 ORE

Tabella 6.1.2 numero di giorni di superamento dell'indicatore della media mobile di 8 ore

Postazione di misurazione	n° giorni superamento media mobile 8 ore
<b>Castelluccio</b>	6
<b>superamenti ammessi (media di 3 anni)</b>	<b>25</b>

## INDICATORI DI PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE

Tabella 6.1.3 media annuale ossido di azoto NOx espressi come NO<sub>2</sub>

Postazione di misurazione	Castelluccio	LIMITE
<b>NOx media (µg/m<sup>3</sup>)</b>	29	<b>30</b>

Il valore limite relativo agli ossidi di azoto NOx (espressi come NO<sub>2</sub>) si riferisce alla protezione per la vegetazione ed ha valenza per le stazioni rurali.

Grafico 6.1.1 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria ozono, biossido di azoto, ossidi di azoto, materiale particolato PM10, anidride solforosa e benzene

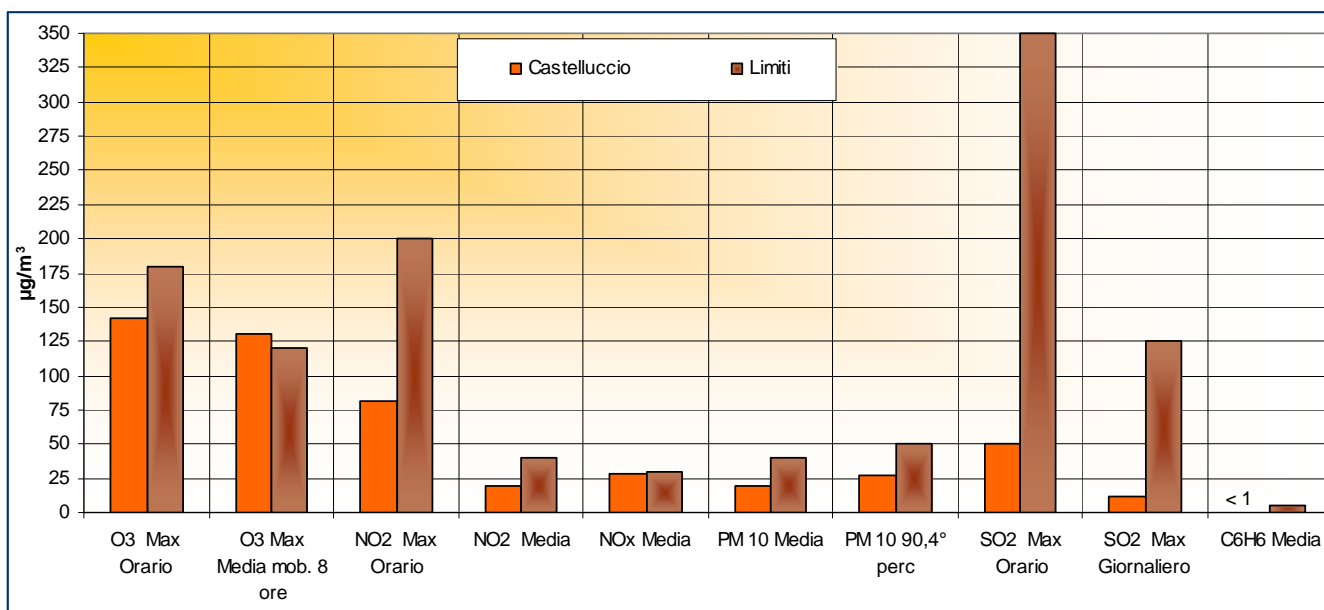
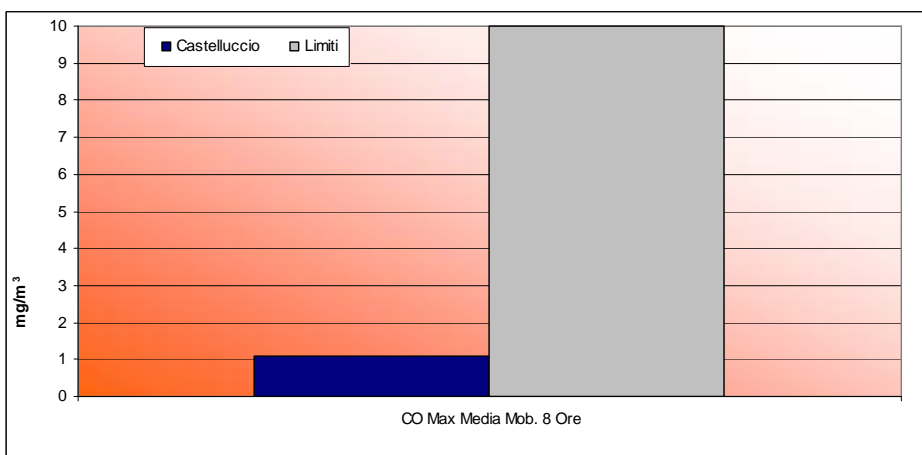


Grafico 6.1.2 istogramma valori degli indicatori di qualità dell'aria monossido di carbonio

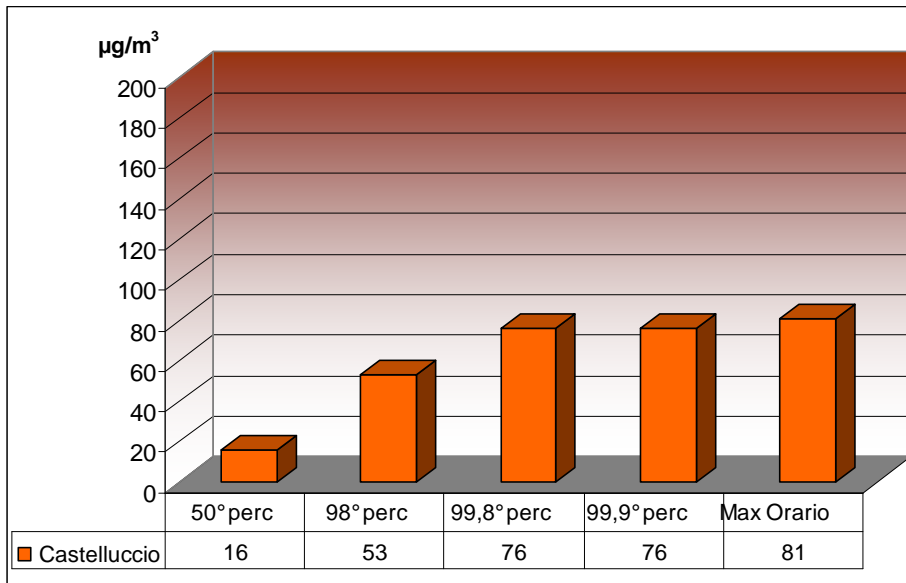


## VALORI DEI PERCENTILI DI BISSIDO DI AZOTO (NO<sub>2</sub>)

L'elaborazione mette in evidenza la distribuzione dei valori dei percentili di biossido di azoto riferiti alle concentrazioni orarie. Al fine di valutare l'entità dei valori mostrati, va tenuto presente che la precedente legislazione, oggi abrogata, prevedeva per il 98° percentile un valore limite pari a 200 µg/m<sup>3</sup> e per il 50° percentile, un valore guida di 50 µg/m<sup>3</sup>. La normativa vigente prevede per i dati mostrati nell'istogramma, il solo valore limite per l'indicatore del valore massimo orario (200 µg/m<sup>3</sup>).

I dati dei percentili elaborati per la presente campagna di misurazione, sono largamente inferiori ai corrispettivi valori di riferimento.

Grafico 6.1.3 istogramma valori degli indicatori dei percentili di biossido di azoto



## 6.2 confronto con i livelli rilevati nell'area urbana di Arezzo

grafico 6.2.1. istogramma valori degli indicatori di CO Castelluccio/Area Urbana Arezzo

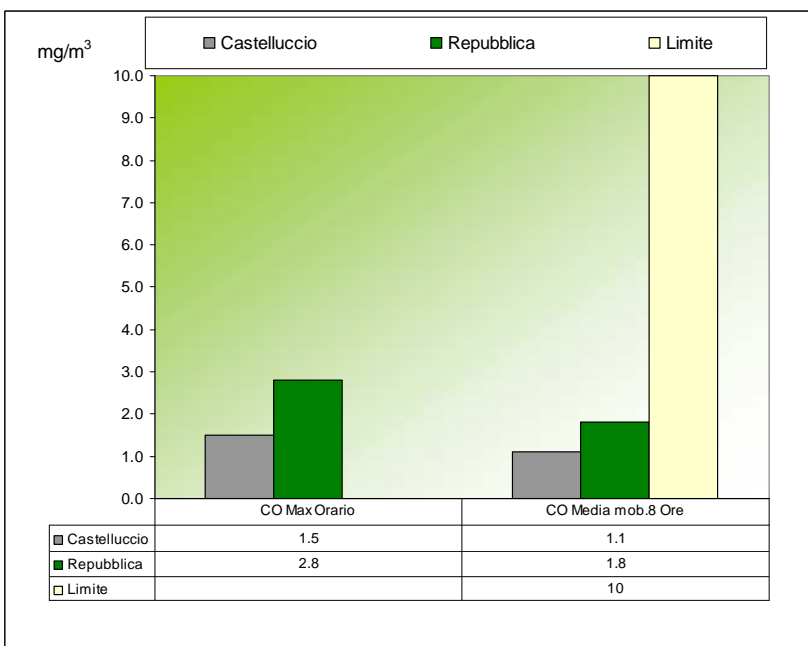
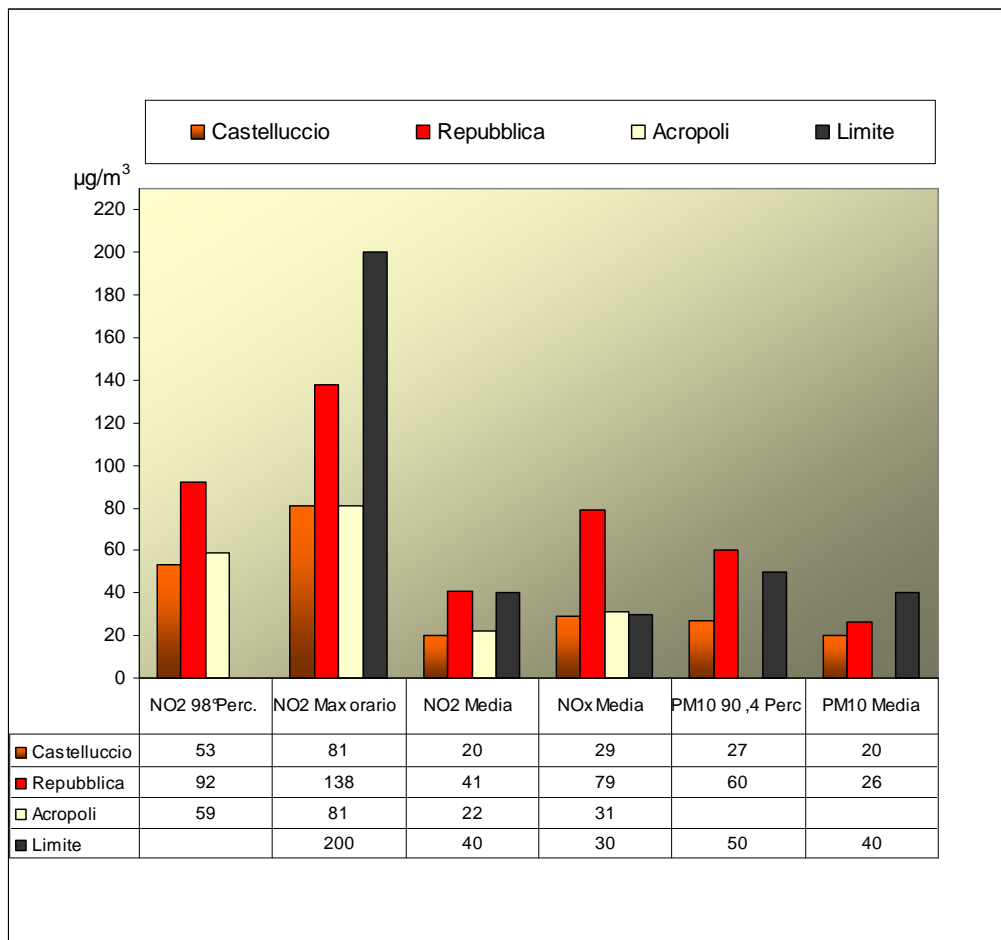




grafico 6.2.2 istogramma valori degli indicatori di NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM10 Castelluccio/Area Urbana Arezzo



### 6.3 confronto con i livelli di fondo

Tabella 6.3.1 raffronto valori degli indicatori di protezione della salute umana  
Campagna Misurazione/Fondo

INDICATORE	campagna misurazione	FONDO	LIMITE
NO <sub>2</sub> Max Orario (µg/m <sup>3</sup> )	81	69	200
NO <sub>2</sub> Media (µg/m <sup>3</sup> )	20	17	40
CO media mobile 8 Ore (mg/m <sup>3</sup> )	1,1	0,9	10
O <sub>3</sub> media mobile 8 ore (µg/m <sup>3</sup> )	131	132	120
O <sub>3</sub> Max 1 Ora (µg/m <sup>3</sup> )	142	146	180
PM10 Media (µg/m <sup>3</sup> )	20	19	40
PM10 90,4° Percentile (µg/m <sup>3</sup> )	27	23	50
SO <sub>2</sub> Max Media giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	11	7	125
SO <sub>2</sub> Max Orario (µg/m <sup>3</sup> )	50	15	350
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> Media (µg/m <sup>3</sup> )	< 1	< 1	5

CO = monossido di carbonio

NO<sub>2</sub> = biossido di azoto

NO<sub>x</sub> = ossidi di azoto totali

O<sub>3</sub> = ozono

PM10 = materiale particolato PM10

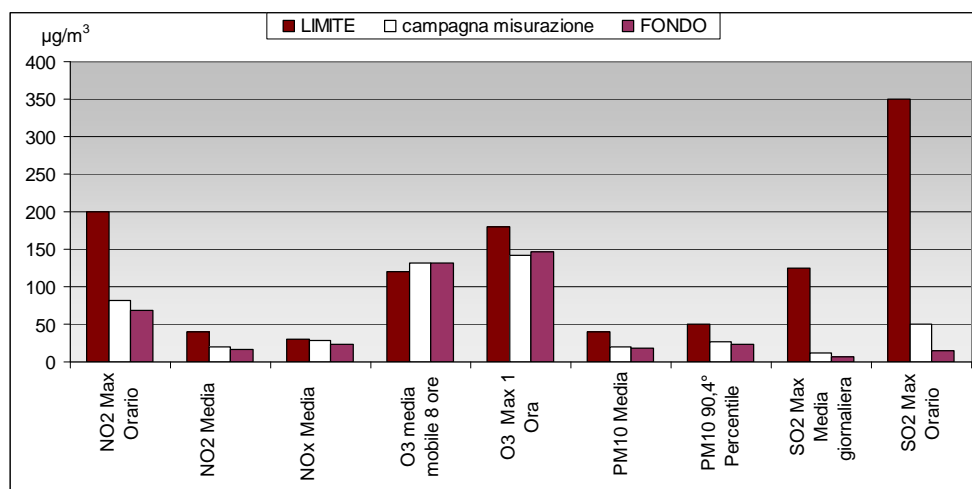
SO<sub>2</sub> = anidride solforosa

C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> = benzene

La tabella 6.3.1. confronta i valori rilevati nella campagna di misurazione con i valori di fondo in relazione ai valori limite.

I valori limite si riferiscono al D.Lgs. 155/2010 e sono confrontati visivamente nel Grafico 6.3.1

grafico 6.3.1. istogramma raffronto valori degli indicatori di NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM10, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, Campagna Misurazione/ Fondo



## 7- Valutazione dei risultati

I valori degli indicatori di qualità dell'aria, elaborati per tutti gli inquinanti misurati nella presente campagna, sono inferiori ai valori limite previsti dalla normativa vigente.

In questo contesto per alcuni inquinanti, quali monossido di carbonio CO, anidride solforosa SO<sub>2</sub> e benzene, l'ordine di grandezza dei livelli di concentrazione si attesta largamente al di sotto del 50 % dei rispettivi valori limite. Tale valutazione mette in evidenza che per la postazione valutata questi inquinanti siano da ritenersi scarsamente rilevanti.

Per quanto attiene il materiale particolato PM<sub>10</sub> il valore medio dell'intera campagna di misurazione (media annuale = 20 µg/m<sup>3</sup>) è inferiore (-50 %) al valore limite (40 µg/m<sup>3</sup>). L'altro indicatore fissato per il PM<sub>10</sub> (allegato I paragrafo 1, tabella 1 D.Lgs. n. 155/2010) relativo al 90,4 percentile delle concentrazioni medie giornaliere (27 µg/m<sup>3</sup>), conferma e consolida la situazione di conformità poiché registra in valore inferiore al 46 % del rispettivo valore limite (50 µg/m<sup>3</sup>); non è stato considerato il numero di superamenti/anno del valore limite della media giornaliera perché questo indicatore è fortemente influenzato dalla copertura temporale delle misure e pertanto non è sufficientemente accurato per le misure indicative caratterizzate da un periodo di osservazione rappresentativo, ma limitato.

Gli indicatori di biossido di azoto finalizzati alla tutela della salute umana (valore massimo orario e media annuale), registrano livelli di concentrazione attorno alla metà del valore limite (-59 % indicatore valore massimo orario, -50 % indicatore media annuale). L'esame dei valori degli indicatori elaborati per questo agente inquinante, mette in evidenza un rapporto significativo (1,5) tra il valore massimo orario ed il relativo valore del 98° percentile, ad indicare che la zona è interessata da eventi di picco di biossido di azoto; inoltre in considerazione del marcato scarto tra il valore massimo orario ed il valore medio (75 %), si aggiunge che i valori più elevati registrati - di entità contenuta e poco frequenti (le elaborazioni sulla distribuzione dei valori medi orari mettono in evidenza che i valori massimi es.: 81 µg/m<sup>3</sup>, rappresentano solo lo 0,1 % dei dati nell'intera campagna di misurazione) - non hanno un peso significativo poiché non determinano effetti rilevanti sul valore medio di tutto il periodo; proprio questo ultimo indicatore (media annuale) rappresenta l'esposizione media della popolazione agli agenti inquinanti.

L'indicatore relativo alla media annuale degli ossidi di azoto - NO<sub>x</sub> (espressi come NO<sub>2</sub>) è poco inferiore al valore limite; questo indicatore è finalizzato alla protezione della vegetazione ed ha valenza per le stazioni di misurazione suburbane, rurali e rurali di fondo. La situazione rilevata a Castelluccio, pur se riferita ad una postazione di misurazione di tipo industriale, è comunque da ritenersi positiva poiché al di fuori delle zone rurali questo indicatore non è quasi mai rispettato.

Per quanto attiene l'ozono, sono stati registrati 19 casi di superamento del valore bersaglio di protezione della salute umana (indicatore della media mobile di 8 ore massima giornaliera) distribuiti in 6 giorni del periodo estivo; la norma consente il superamento di questo indice per 25 giorni all'anno (come media di 3 anni).

Poiché la presente campagna si riferisce a misure indicative basate su campagne stagionali discontinue, non è tecnicamente corretto effettuare la valutazione di conformità di questo indicatore; considerato però che la distribuzione spaziale dell'ozono a livello provinciale è sostanzialmente omogenea, si considera positivamente la situazione rilevata dalla stazione di misurazione fissa di Acropoli ubicata nell'area urbana di Arezzo, la quale ha registrato nel triennio 2009-2011, un numero di giorni medi di superamento dell'indicatore, conforme ai casi ammessi dalla normativa (9 giorni di superamento in relazione ai 25 ammessi).

I dati relativi alla campagna spot finalizzata a misurare i livelli di fondo, ovvero in sostanziale assenza dei contributi emissivi della zona industriale di Castelluccio, mettono in evidenza variazioni non significative dei valori medi per la prevalenza degli inquinanti misurati.



Sono riscontrate differenze poco significative (15 %) per i livelli massimi di biossido di azoto (valore massimo orario) e PM10 (90,4 percentile) e differenze di maggior rilievo per i valori massimi di anidride solforosa (indicatori del valore massimo orario e del valore massimo giornaliero).

Tale situazione mette in evidenza che per quanto riguarda la qualità dell'aria, i contributi emissivi da attribuire alla zona industriale riguardano solo una parte degli inquinanti misurati e si riferiscono solo ai livelli massimi, ad indicarne una natura episodica.

#### Raffronto con i livelli registrati nell'area urbana di Arezzo

Se mettiamo in relazione i valori degli indicatori di qualità dell'aria registrati dalla postazione di Castelluccio con quelli misurati nello stesso periodo di osservazione dalle stazioni di misurazione ubicate nell'area urbana di Arezzo di P.za della Repubblica (stazione classificata urbana-traffico) e di Acropoli (stazione classificata urbana-fondo, ovvero non interessata in maniera diretta da fonti di emissione), traspare una buona equivalenza tra le postazioni di Castelluccio e di Arezzo - Acropoli; la situazione cambia completamente se raffrontata alla stazione di misurazione di Arezzo - P.za Repubblica nel quale mediamente gli indicatori sono maggiori del 42 % rispetto alla postazione di Castelluccio (+ 45 % biossido di azoto, + 39 % PM10, + 42 % monossido di carbonio).

#### Andamenti temporali

E' rilevato un livello di picco orario caratteristico nel periodo primaverile per l'anidride solforosa (comunque largamente inferiore al valore limite) in presenza di vento contraddistinto dalla direzione di provenienza Sud-Sud-Est, coerente con la localizzazione della zona industriale rispetto alla postazione di misurazione. Casi sostanzialmente analoghi sono stati riscontrati per isolati livelli di picco di PM10 nei giorni 10 giugno e 3 settembre 2011.

Non si rilevano variazioni stagionali significative dei livelli medi di PM10 e biossido di azoto; per quanto riguarda l'anidride solforosa le variazioni stagionali più rilevanti (caratterizzate da un incremento dei livelli di concentrazione) sono registrati nella primavera e nell'estate. In merito agli inquinanti primari (inquinanti emessi direttamente dalle sorgenti di emissione), è confermata la consolidata variazione temporale caratterizzata dai livelli più elevati nella stagione invernale.

Per quanto attiene le variazioni temporali su lungo periodo, dal raffronto tra i valori degli indicatori di qualità dell'aria della campagna autunnale di Castelluccio - 2011 (1 - 19 settembre) e della campagna spot di Buon Riposo - 2004 (24 settembre - 4 ottobre) traspare una piena equivalenza per gli ossidi di azoto (NOx ed NO<sub>2</sub>) e per il valore massimo giornaliero di anidride solforosa, ed un decremento significativo, sia per il PM10 (mediamente -75 %), sia per il monossido di carbonio (mediamente -86 %).

#### Distribuzione in classi di concentrazione

La prevalenza degli inquinanti misurati nella campagna di rilevazione presenta la massima distribuzione dei livelli di concentrazione nelle categorie caratterizzate dai valori più bassi, significativamente distanti dal relativo valore limite.

Le distribuzioni dei valori relativi alla campagna di misurazione ed alla campagna di fondo sono sostanzialmente sovrapponibili poiché vi è corrispondenza tra i livelli di concentrazione a maggior frequenza.

#### Giorno tipo

Per l'ozono, dalle elaborazioni inerenti il giorno tipo si rileva il peculiare andamento contraddistinto da valori orari più elevati nelle ore di massima insolazione delle stagioni primaverili ed estive. Questo andamento si spiega in relazione ai particolari meccanismi di formazione stagionali dell'ozono, attivati dalla radiazione solare e dalla temperatura dell'aria.

Per i restanti inquinanti le evoluzioni possono essere così sintetizzate:

- monossido di carbonio – andamenti medi stagionali in linea con i consueti trend temporali di questo inquinante caratterizzati dalla presenza dei valori più elevati nelle fasce orarie 9-11 e 18-21; l'andamento della stagione invernale presenta nella prevalenza i livelli medi più elevati delle altre stagioni. Si riscontrano andamenti equivalenti della campagna di fondo con le stagioni della primavera e dell'autunno;
- biossido di azoto – ben evidenti e conformi agli andamenti tipici legati alle attività antropiche i trend medi stagionali esaminati, nel quale i livelli massimi sono registrati in prevalenza nelle fasce orarie 7-8 e 20-21; caratteristico il livello massimo della mattina che è più elevato del livello massimo della sera. L'andamento tipico dell'inverno, a differenza delle altre stagioni, presenta una traslazione in avanti del livello massimo della mattina alle ore 11 che lo fa avvicinare a quello della sera. Si riscontrano andamenti equivalenti della campagna di fondo con le stagioni della primavera, dell'estate e dell'autunno;
- materiale particolato PM10 – gli andamenti medi mettono in evidenza la presenza di due livelli massimi comuni a tutte le elaborazioni stagionali (compresa la campagna di fondo), registrati nelle fasce orarie 11-13 e 20-22. I trend delle stagioni della primavera e dell'inverno sono inoltre contraddistinti dalla presenza di livelli massimi su tre fasce orarie della giornata (ore 9, ore 12, ed ore 21 per la primavera – ore 2, ore 11 ed ore 21 per l'inverno). Si riscontrano andamenti equivalenti della campagna di fondo con le stagioni dell'estate e dell'autunno;
- biossido di zolfo – le evoluzioni sono caratterizzate da andamenti coerenti per tutte le stagioni meteorologiche (compresa campagna di fondo) caratterizzati dalla presenza di un solo livello massimo nella fascia oraria 10-16. Il trend della stagione della primavera è contraddistinto dalla presenza di un ulteriore livello massimo alle ore 14 da attribuire ad un singolo evento verificatosi il giorno 19 aprile, il quale, ha avuto un peso significativo rispetto ai valori medi orari registrati alla stessa ora.

#### Valutazione dati puntuali giorni 6 aprile – 13 giugno 2011

Nel giorno 6 aprile 2011 è stata inviata ad ARPAT una segnalazione riguardante la presenza di fumi biancastri di odore acre originati da un impianto ubicato nella zona industriale di Castelluccio; è stata segnalata come ora dell'evento le 15:55.

Un'ulteriore segnalazione è stata inviata in data 13 giugno riguardante la presenza di odore acre disturbante originato da fumi di colore giallo dalla durata di circa 15 minuti; alla segnalazione è seguito un intervento in emergenza del personale di ARPAT (verbale ispezione 407/2011). Nel corso dell'anno 2011 sono state effettuate altre segnalazioni riguardanti odori molesti (11/7/2011 e 1/10/2011), tuttavia saranno effettuate valutazioni puntuali sui dati di qualità dell'aria solo dei giorni 6 aprile e 13 giugno, poiché in questi due giorni era presente l'autolaboratorio per le attività di monitoraggio di qualità dell'aria programmate dal piano di utilizzo definito per la postazione di misurazione di Castelluccio.

La metodologia di valutazione ha riguardato in prima istanza, l'esame dei dati orari del giorno oggetto della segnalazione (il tempo di mediazione orario rappresenta l'unità di tempo minima di riferimento in cui sono espressi i valori limite di qualità dell'aria), per poi approfondire sui dati puntuali (medie minuto massime) che concorrono alla media oraria stessa. I dati orari e puntuali sono stati valutati effettuando un'integrazione sia con le elaborazioni meteorologiche (rosa dei venti e diagrammi polari) sia con i valori del monitoraggio alle emissioni in continuo dell'impianto TCA ubicato nella zona industriale.

I diagrammi polari sono caratterizzati da un'elaborazione grafica, che mette in relazione i livelli di concentrazione suddivisi in classi, con la direzione di provenienza del vento e da due tabelle. La tabella in posizione superiore, riporta nelle prime cinque colonne la distribuzione dei valori validi per classe di inquinamento e direzione del vento; la sesta colonna rappresenta la concentrazione media registrata dall'inquinante per ogni direzione di vento; l'ultima colonna rappresenta la percentuale di valori per ogni direzione di vento.

La tabella in posizione inferiore riporta le misure relative a 4 indicatori di sintesi sul campione analizzato per il diagramma (calma di vento, vento variabile, dati non calcolati, dati non validi) al fine di fornire informazioni sulla consistenza dei dati oggetto delle elaborazioni (dati non validi) e sulle casistiche riguardanti le calme di vento.

Per quanto attiene l'impianto TCA, la linea di termodistruzione di rifiuti speciali, sia pericolosi che non pericolosi, e di scarti delle lavorazioni orafe è dotata di un Sistema di Monitoraggio in Continuo alle Emissioni (SME); tale sistema effettua la misurazione in continuo nell'effluente gassoso degli inquinanti quali monossido di carbonio CO, ossidi di azoto NOx, ossidi di zolfo SO<sub>2</sub>, acido cloridrico HCl, Carbonio Organico Totale COT, e polveri totali. Sono misurati in continuo altri parametri funzionali e di processo quali ossigeno O<sub>2</sub>, temperatura, pressione, tenore di vapor acqueo, portata volumetrica tutti relativi all'effluente gassoso, nonché temperatura dei forni di incenerimento, tenore di ossigeno e temperatura dei post-combustori. In relazione alla normativa che disciplina i SME, non sono previsti monitoraggi alle emissioni in continuo di altri processi produttivi dell'impianto TCA.

Giorno 6 aprile 2011.

L'autolaboratorio è stato posizionato presso la postazione di misurazione di Castelluccio alle ore 10 circa del giorno 6 aprile 2011.

E' stato valutato in prima istanza il dato (orario) delle ore 16, il quale rappresenta il valore medio dei dati puntuali (medie minuto) misurati dagli analizzatori e registrati dal sistema di acquisizione dati dalle ore 15,01 alle ore 16,00 (orario segnalato ore 15:55).

Sia i valori orari, sia i valori puntuali massimi (medie minuto) non presentano valori difforni ai valori limite definiti dalla normativa; i livelli di concentrazione misurati si distribuiscono ben al di sotto del 50 % del relativo valore limite (biossido di azoto -93 % rispetto al limite, PM10 (-72 % per valore orario e -48 % per valore puntuale rispetto al limite). I valori puntuali massimi sono stati registrati tra le ore 15:50 e le 15:59, orario coincidente con quello oggetto della segnalazione, tuttavia non è stato rilevato un incremento di rilievo, nemmeno dei dati orari successivi (si rileva un incremento dei dati orari nella fascia oraria 19 - 20 non attribuibile all'evento segnalato, ma più coerente alle consuete variazioni temporali registrate nella zona come bene messo in evidenza dalle elaborazioni del giorno tipo).

Si conclude pertanto che relativamente alla zona ovest di Castelluccio rispetto alla zona industriale, l'evento non è stato registrato come un temporaneo peggioramento della qualità dell'aria; è da considerare tuttavia che la direzione del vento alle ore 16, riguardante la direzione Sud-Ovest metteva la postazione di misurazione sopravento rispetto alla zona industriale e le relative fonti di emissione.

Al contrario, sempre con la direzione di provenienza Sud-Ovest, la zona di Magalotto - alle ore 16 - si è trovata in sottovento rispetto alla zona industriale ed alle relative sorgenti di emissione.

I dati relativi agli inquinanti misurati dallo SME del giorno 6 aprile 2011, inviati da TCA ad ARPAT, hanno messo in evidenza per il processo produttivo relativo alla linea di emissione di termodistruzione di rifiuti speciali, sia pericolosi che non pericolosi, e di scarti delle lavorazioni orafe, una situazione di conformità ai valori limite, sia per i dati su 30 minuti sia per i valori medi giornalieri.

I valori SME di 30 minuti relativi alle ore 16 (riguardante le misurazioni dalle ore 15:31 alle ore 16:00) nonché i valori delle semiore successive (16:30 e 17:00) sono coerenti agli altri dati registrati nel giorno esaminato non evidenziando variazioni significative nell'intervallo orario oggetto della segnalazione (valore 30 minuti delle ore 16 relativo alle misurazioni dalle ore 15:31 alle ore 16:00)

Giorno 13 giugno 2011

Il dato registrato alle ore 10, che rappresenta il valore medio dei dati puntuali misurati dall'autolaboratorio dalle ore 9:01 alle ore 10:00 (evento segnalato alle ore 9:45) sono coerenti sia ai relativi valori limite (questo riferito agli indicatori il cui valore limite si riferisce ad un tempo di mediazione orario come ad esempio il biossido di azoto), sia ai dati registrati nell'intero giorno.

L'esame dei valori puntuali (medie minuto) che hanno contribuito alla determinazione del valore medio orario delle 10, mettono in evidenza la presenza di valori massimi di ossidi di azoto tra le 9:41 e le 9:59, in linea con l'orario oggetto della segnalazione; tuttavia i valori dei livelli di concentrazione non sono da ritenersi significativi poiché sostanzialmente equivalenti ai relativi dati orari. Anche per questo evento il settore di provenienza del vento registrato alle ore 10, relativo alla direzione Sud, determina una posizione di sopravento dell'autolaboratorio rispetto alla zona industriale. Dati puntuali di ossidi di azoto significativi rispetto al relativo valore orario, sono stati registrati nell'ora precedente.

Se si esaminano infatti i valori puntuali (medie minuto) delle ore 9, si rileva che tra le 8:41 e le 8:42, vi sono stati dei livelli di ossidi di azoto di rilievo superiori, mediamente di circa il 90 % dei relativi valori medi orari. A termini di paragone - pur se non tecnicamente corretto confrontare livelli di concentrazione e valori limite caratterizzati da tempi di mediazione diversi - il valore della media al minuto di biossido di azoto si è comunque mantenuto inferiore al valore limite di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Per quanto attiene i dati meteorologici, il dato di direzione del vento registrato alle ore 9 relativo alla direzione Sud-Est ha messo in sottovento l'autolaboratorio in relazione alla zona industriale, pertanto nella condizione di effettuare la misurazione di contributi emissivi originati dalla zona industriale stessa.

Informazioni della stessa natura sono fornite dai diagrammi polari di biossido di azoto  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$ , ed anidride solforosa  $\text{SO}_2$ , dove, per i settori di Sud-Sud-Est e Sud-Est la concentrazione media è stata tra le più significative.

Per quanto attiene lo SME TCA della linea di emissione di termodistruzione di rifiuti speciali, sia pericolosi che non pericolosi, il giorno 13 giugno è stata segnalata, come da protocollo, un'anomalia all'analizzatore FTIR dello SME (guasto alimentatore lampada a seguito di lavori ENEL sulla cabina elettrica) che ha comportato l'indisponibilità dei dati.

## 8 - Considerazioni riassuntive e finali

Il contesto della qualità dell'aria messo in evidenza dalle misurazioni è caratterizzato da una piena conformità dei valori degli indicatori di qualità dell'aria ai relativi valori limite.

Per alcuni inquinanti, quali monossido di carbonio, biossido di zolfo e benzene, ancorché alcuni di questi sono da ritenersi meno rilevanti nell'attuale contesto della qualità dell'aria, vi è una significativa inferiorità rispetto al valore limite ( $< 50 \%$  del valore limite).

Anche i parametri biossido di azoto e materiale particolato  $\text{PM}_{10}$ , i quali rappresentano gli attuali agenti inquinanti più rilevanti per attenzione, registrano valori degli indicatori inferiori ai rispettivi valori limite (tra il  $-46 \%$  ed il  $-59 \%$ ).

Le misurazioni di qualità dell'aria hanno pertanto fornito informazioni positive per la zona Ovest di Castelluccio adiacente alla zona industriale ubicata nella pianura alluvionale dell'Arno.

Questa valutazione, in prima istanza, potrebbe sembrare in disaccordo con le segnalazioni di disturbo odorigeno rivolte dalla popolazione, tuttavia occorre considerare che spesso gli eventi disturbanti sono di breve durata (15 minuti indicati nel verbale di ispezione 407/2011 del giorno 13 giugno 2011) e che concorrono le azioni di dispersione, trasporto e diffusione dell'atmosfera che determinano un effetto di diluizione dei livelli in aria ambiente degli inquinanti. In questo contesto, brevi eventi emissivi, non determinano effetti significativi sui dati di qualità dell'aria, i cui valore limite, si riferiscono al tempo di mediazione minimo della media oraria.

Inoltre in entrambi i casi segnalati, l'autolaboratorio si è trovato sopravento rispetto alla zona industriale.

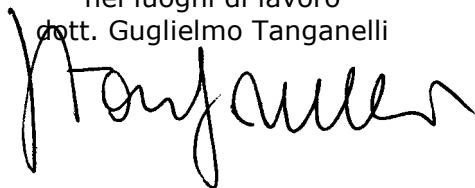
Si mette in evidenza poi, che i disturbi di natura odorigena, non possono essere rilevati dalla strumentazione automatica dell'autolaboratorio, perché non disciplinati dalla normativa che riguarda la qualità dell'aria e devono essere valutati con altri tipi di misurazione di tipo qualitativo (panel-test).



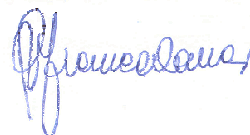
In considerazione della rosa dei venti registrata nella campagna di misurazione, dal quale si rileva che sono significative le direzioni di provenienza dei venti relative ai settori Sud-Sud-Ovest, Sud-Ovest ed Ovest-Sud-Ovest (20 % dei casi - che mettono sottovento l'abitato di Castelluccio ubicato in quota rispetto alla zona Industriale), si fa rilevare, che eventuali episodi di fumigazione non possono essere bene messi in evidenza con la presente campagna poiché per venti prevalenti provenienti da Sud-Sud-Ovest, Sud-Ovest ed Ovest-Sud-Ovest l'autolaboratorio si trova sopravento rispetto, sia alla zona industriale, sia a Castelluccio in quota e pertanto, in caso di persistenza degli eventi di disturbo, la situazione della qualità dell'aria, pur con le precisazioni indicate sopra (durata limitata degli eventi di disturbo rispetto ai tempi di mediazione dei valori limite di qualità dell'aria e proprietà diffusive-dispersive dell'atmosfera) dovrebbe essere approfondita con ulteriori misurazioni in altra postazione di misurazione (Castelluccio in quota).

La rilevazione dello stato della qualità dell'aria si riferisce alla misurazione degli inquinanti in aria ambiente registrandone le relative variazioni temporali. Sono pertanto rilevati con queste misure gli effetti di tutte le sorgenti emissive che generano contributi nella zona; ne consegue che queste misurazioni non riguardano in maniera esclusiva i singoli impianti, i quali devono essere verificati con altri tipi di controlli puntuali (verifica delle emissioni in atmosfera, verifica dello stato di efficienza degli impianti di depurazione, controllo della gestione dei processi produttivi).

Per la redazione  
Il Tecnico della prevenzione nell'ambiente e  
nei luoghi di lavoro  
dott. Guglielmo Tanganelli



Per approvazione  
Il Responsabile della U.O. "Supporto Tecnico"  
dott.ssa Rossella Francalanci



GT/gt

Allegati

## Allegato 1. Elaborazioni integrative

### 1.1 Andamenti orari dei livelli di concentrazione

Le presenti elaborazioni grafiche sono state predisposte impostando, per la prevalenza degli inquinanti, i valori di fondo scala dei livelli di concentrazione (asse delle ordinate) pari al valore limite dell'indicatore dell'inquinante considerato. Sono esclusi il monossido di carbonio, il materiale particolato PM10 il cui tempo di mediazione dei valori elaborati (media oraria), è differente dal tempo di mediazione che esprime il valore limite (media mobile 8 ore massima giornaliera per monossido di carbonio e media giornaliera per PM10).

grafico 1.1.1 andamenti orari monossido di carbonio

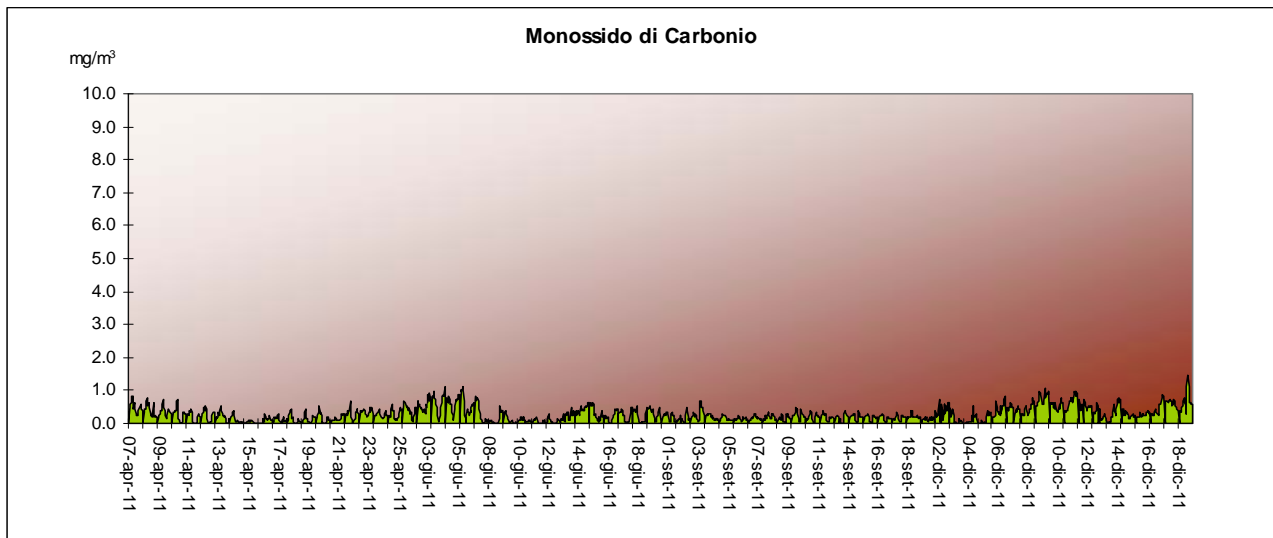


grafico 1.1.2 andamenti orari biossido di azoto

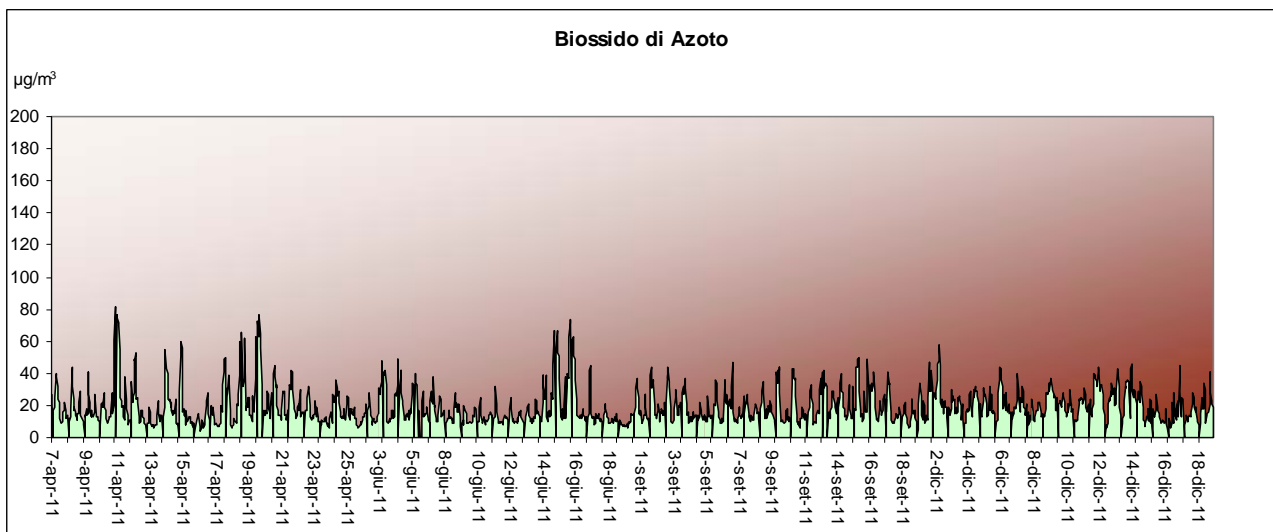


grafico 1.1.3 andamenti orari ozono

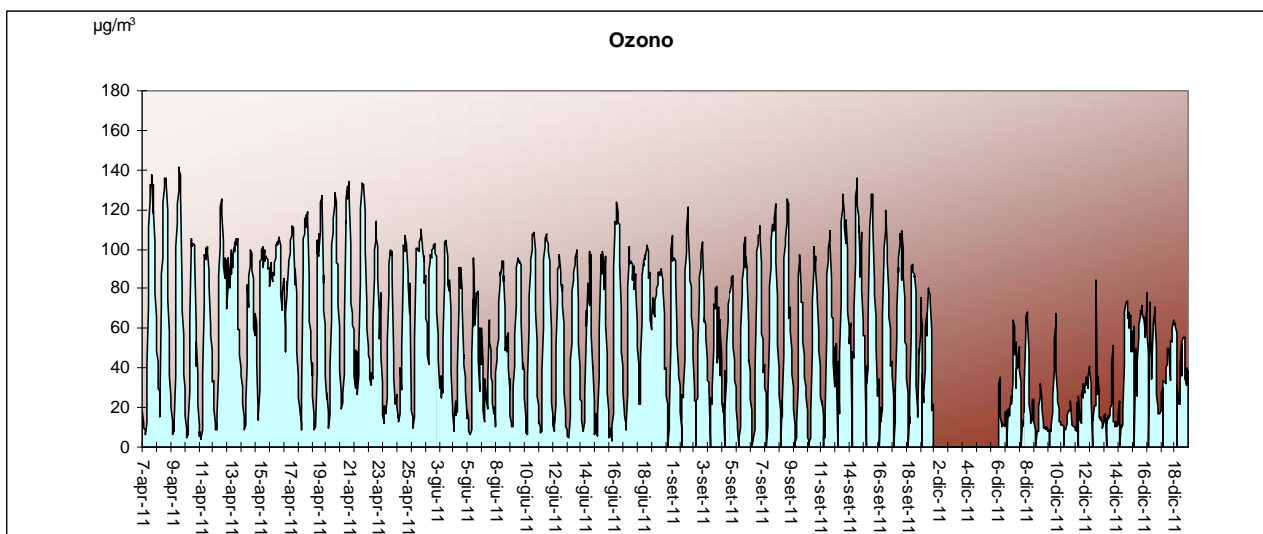


grafico 1.1.4 andamenti orari materiale particolato PM10

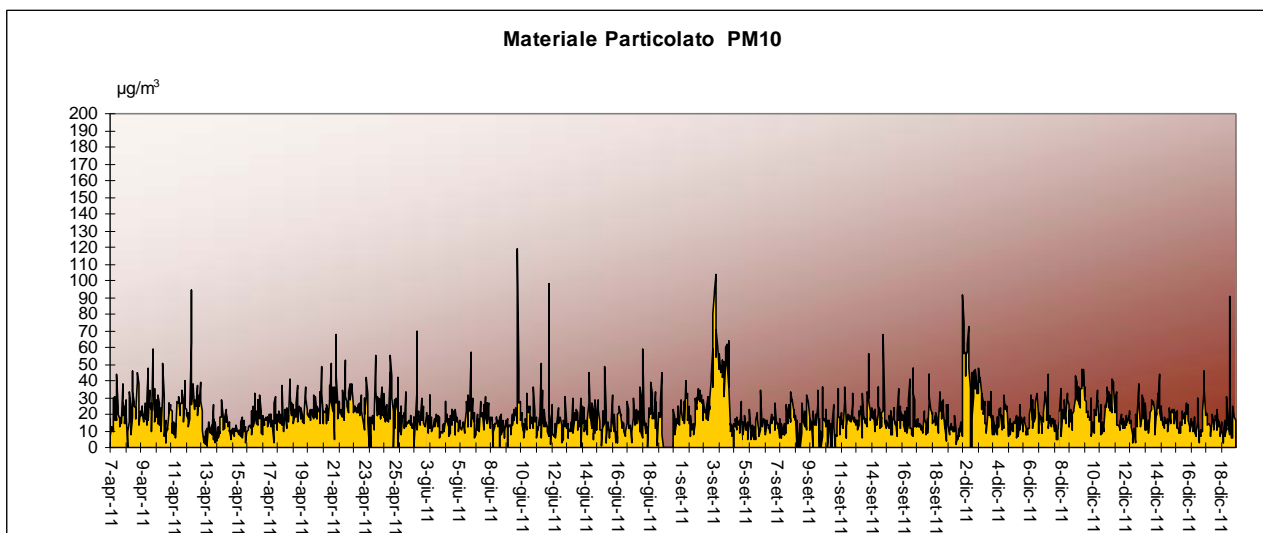
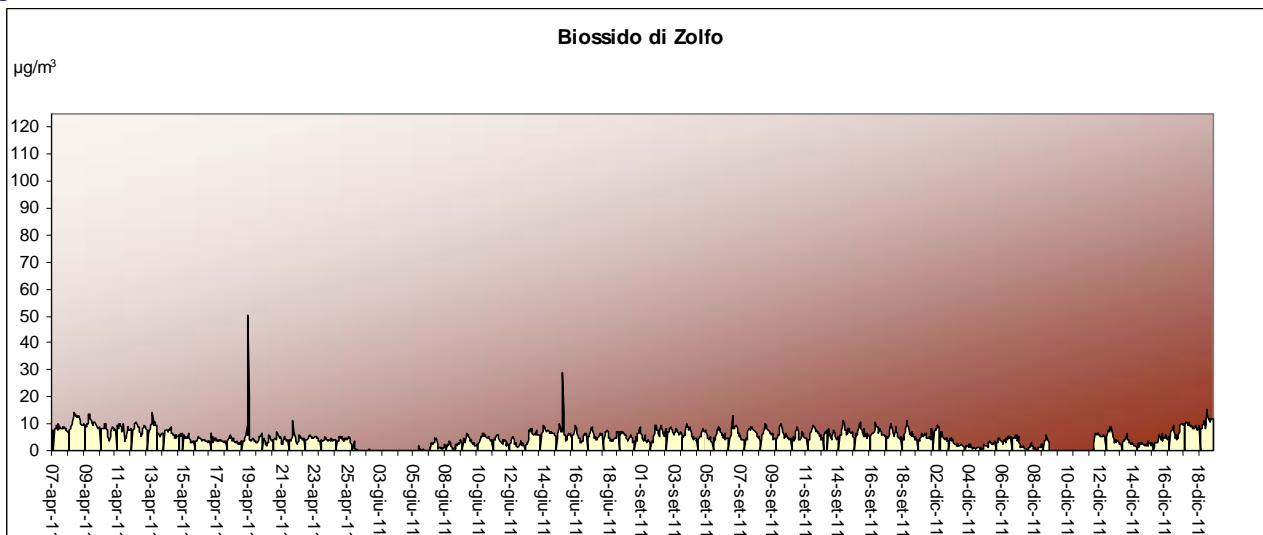


grafico 1.1.5 andamenti orari biossido di zolfo



## 1.2 distribuzione delle frequenze in classi di concentrazione

grafico 1.2.1 distribuzione valori orari monossido di carbonio

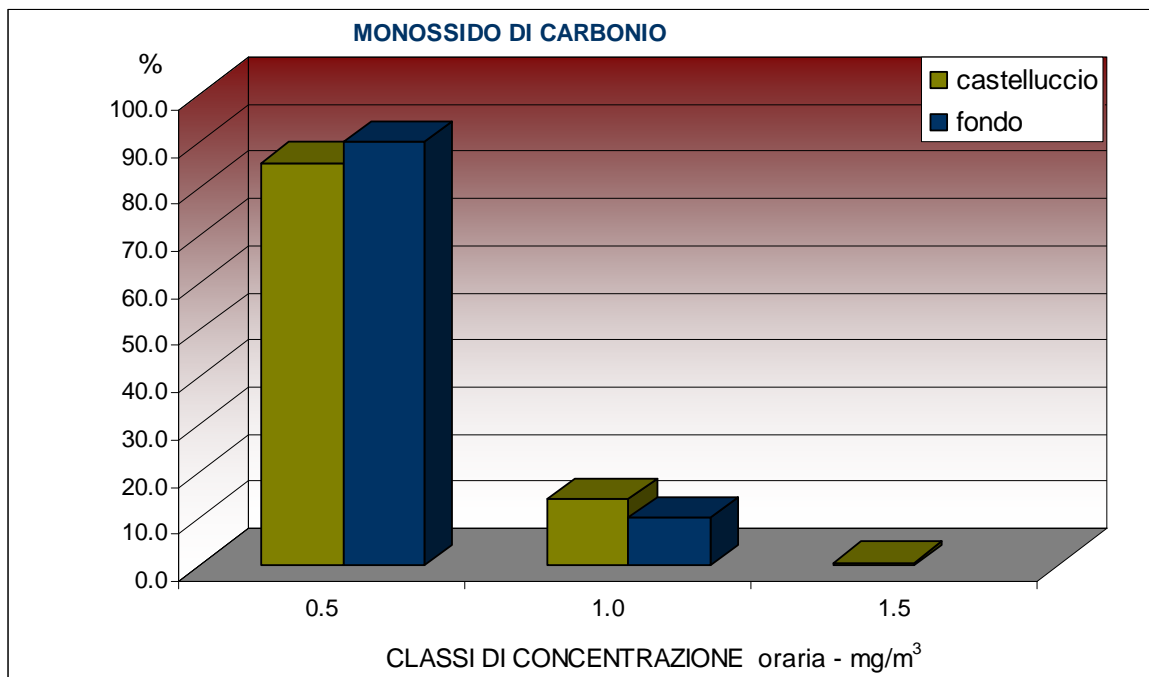


grafico 1.2.2 distribuzione valori orari biossido di azoto

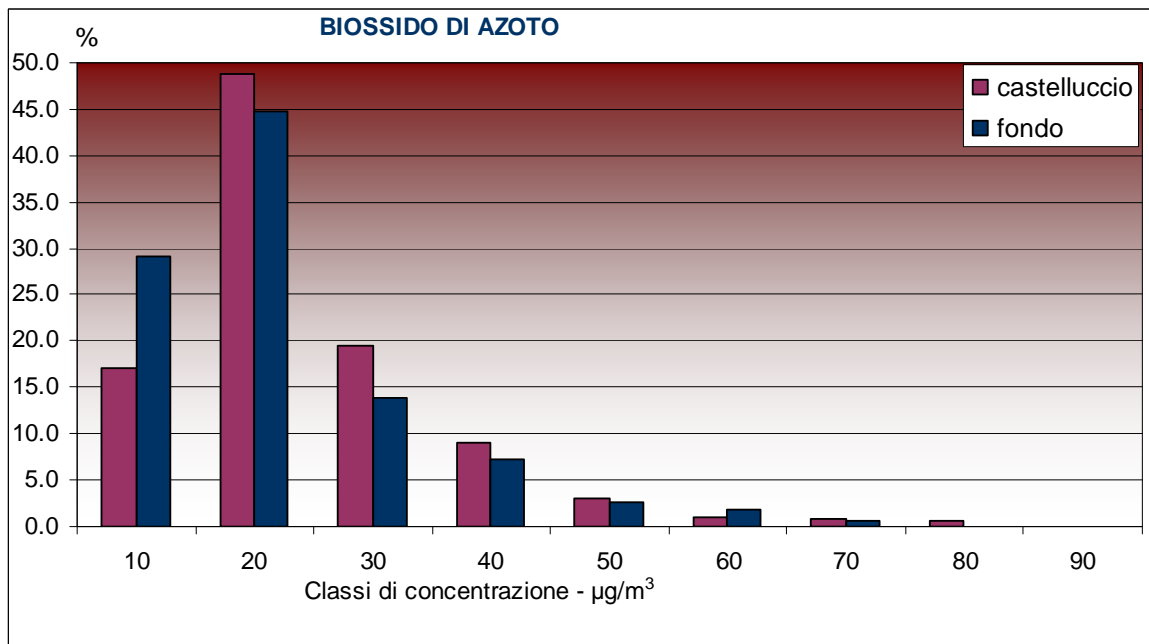




grafico 1.2.3 distribuzione valori orari ozono

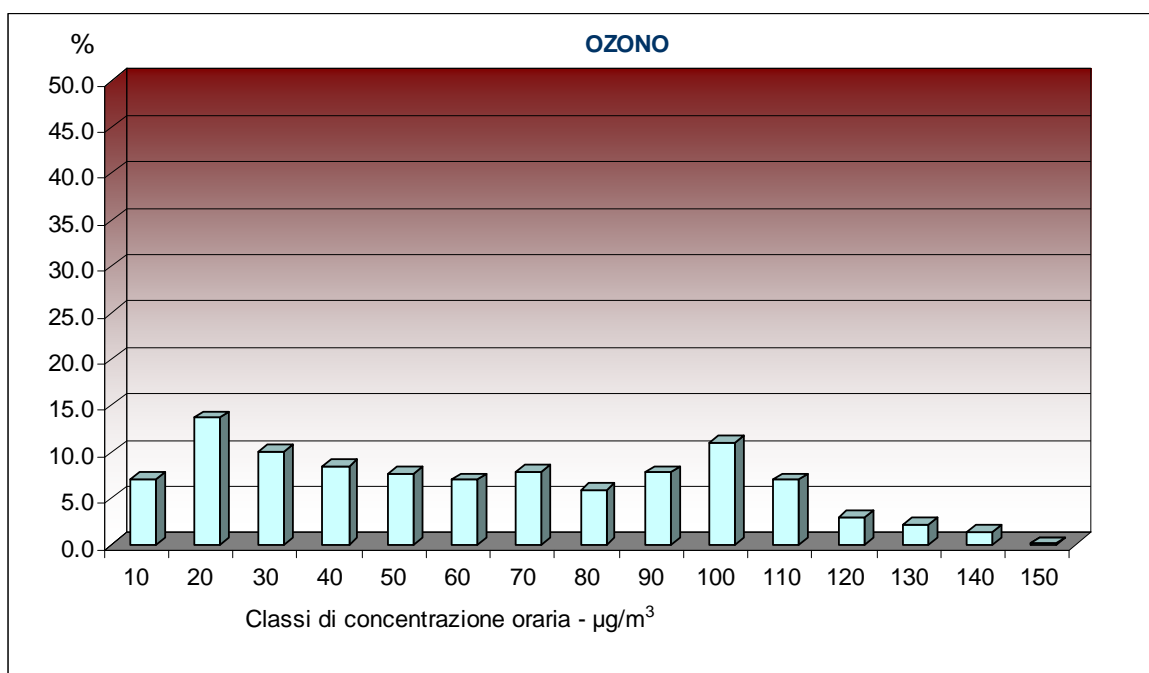


grafico 1.2.5 distribuzione valori giornalieri materiale particolato PM10

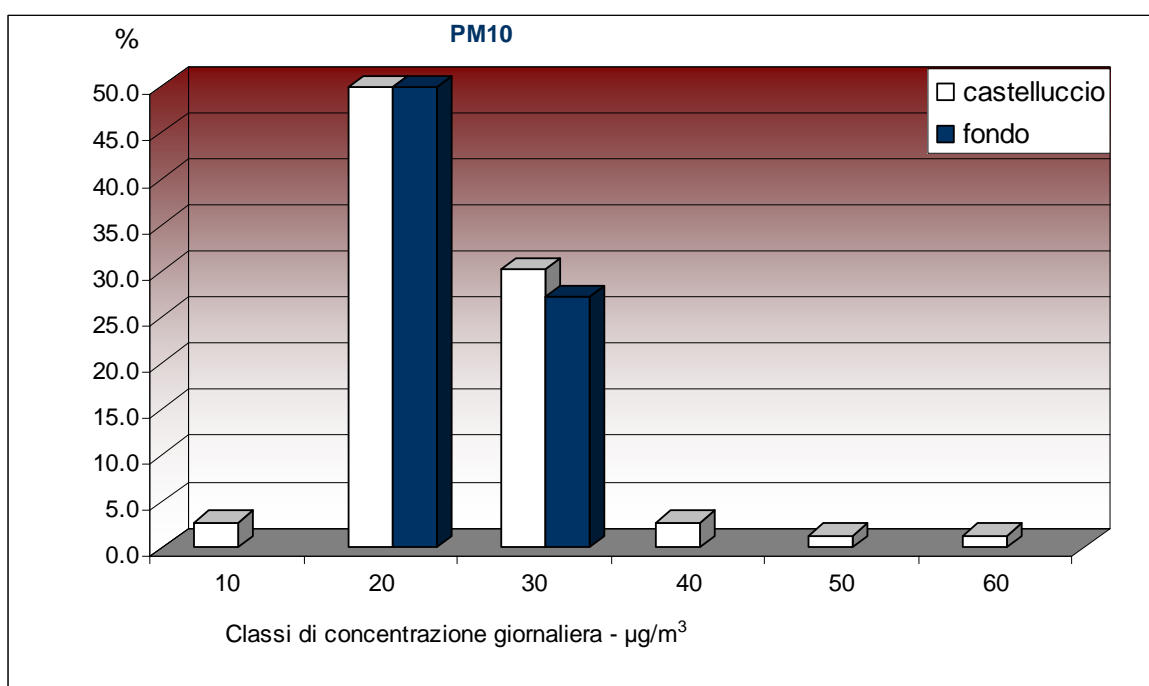
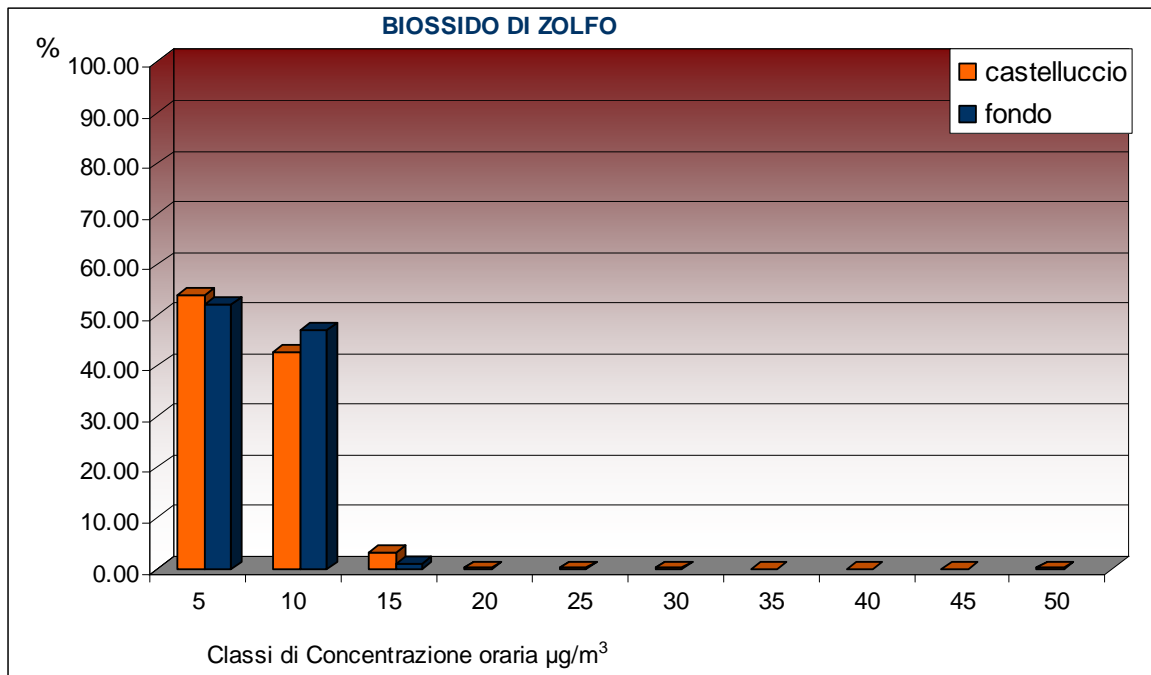


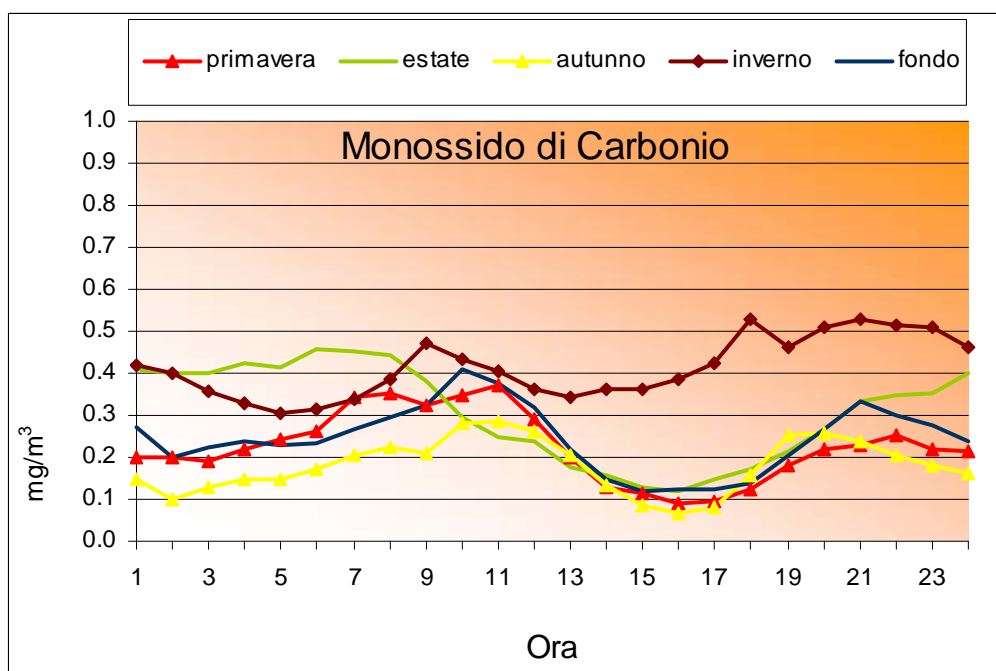
grafico 1.2.6 distribuzione valori orari biossido di zolfo



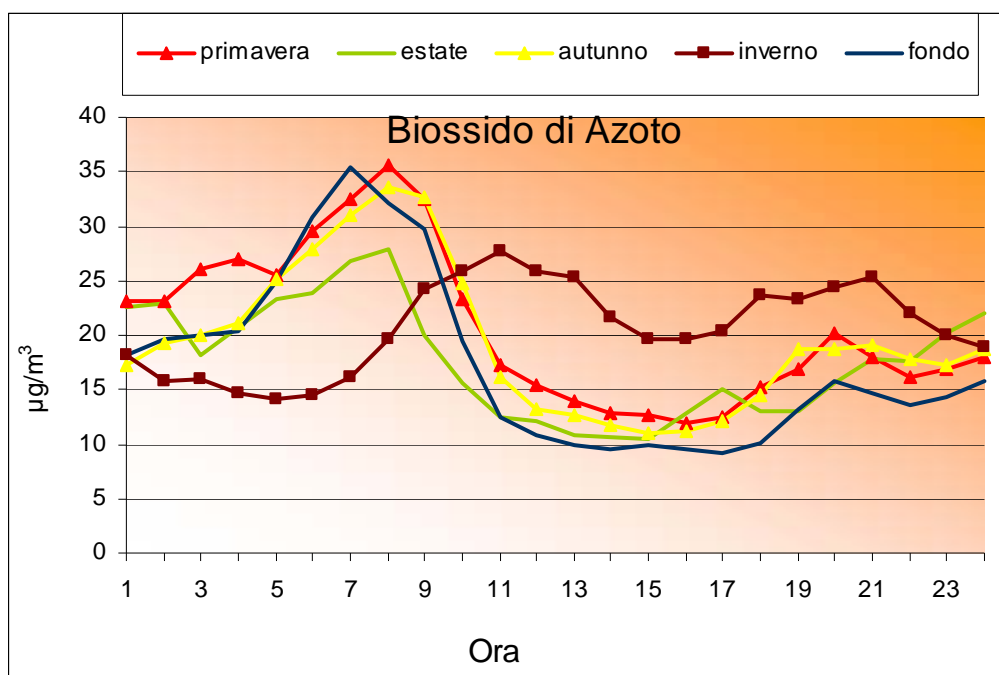
### 1.3 giorni tipo

Le elaborazioni relative al giorno tipo, descrivono l'andamento temporale dell'inquinante in una giornata "media" che è l'espressione di tutto il periodo di osservazione esaminato, evidenziando la presenza di situazioni caratteristiche del contesto dell'aria ambiente della zona. In questa elaborazione, i valori relativi alle singole ore della giornata, rappresentano il valore medio del livello di concentrazione registrato alla stessa ora in tutta la campagna di misurazione (ad esempio il dato delle ore 1 è dato dalla media di tutti i valori rilevati all'ora 1 del periodo esaminato).

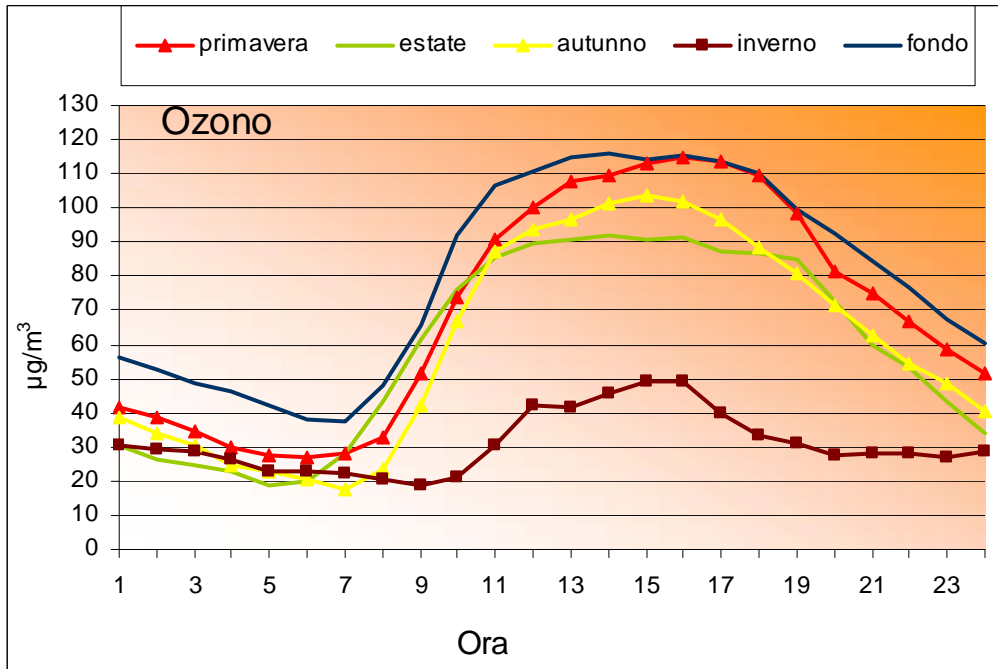
1.3.1 grafico giorno tipo monossido di carbonio



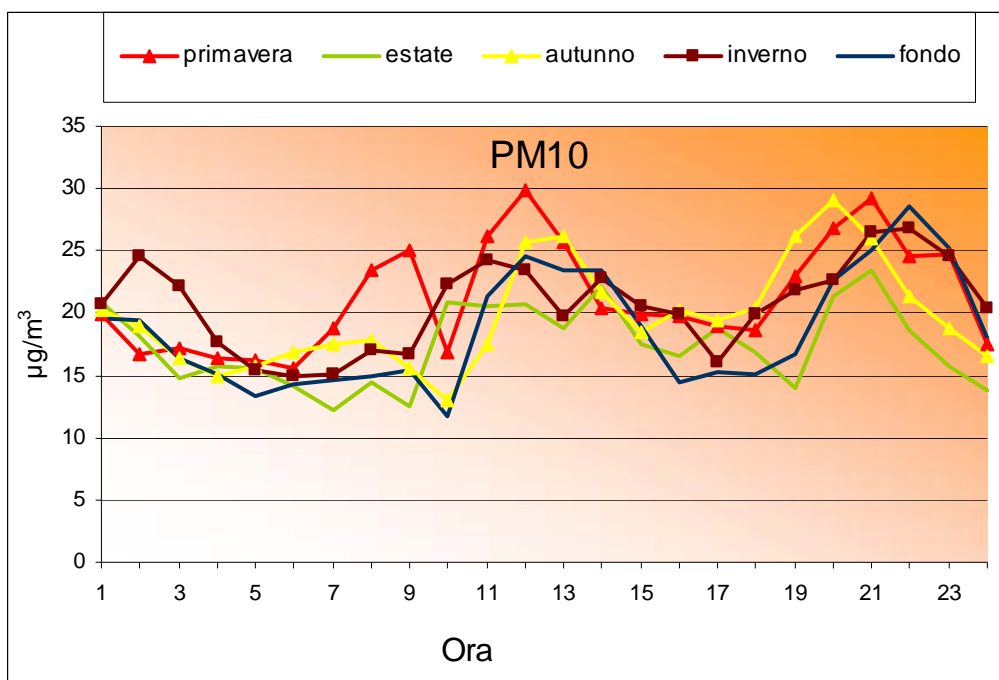
### 1.3.2 grafico giorno tipo biossido di azoto



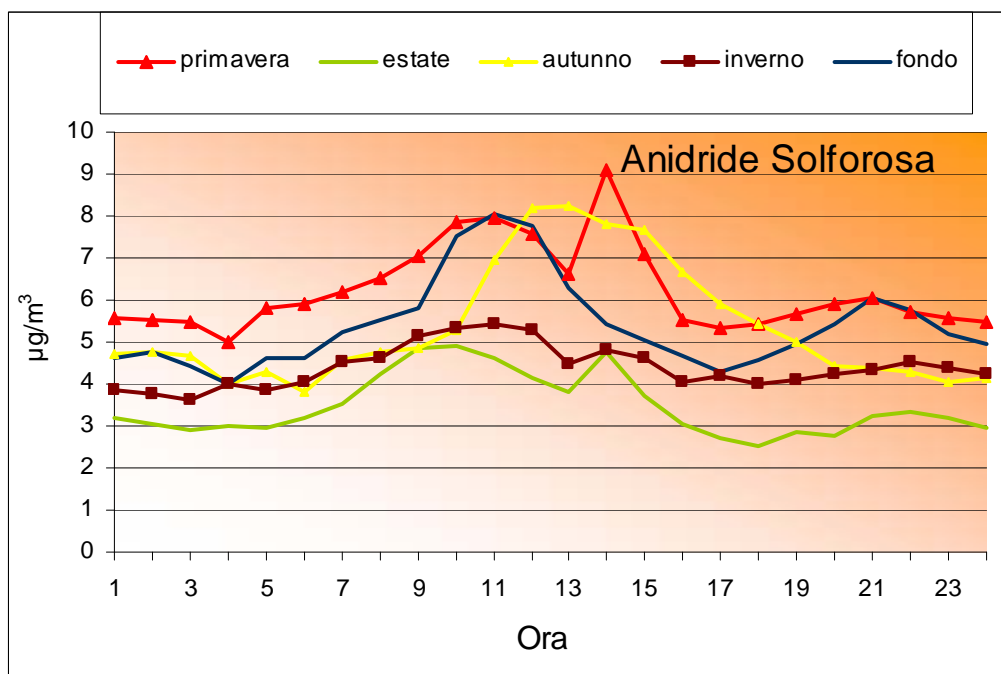
### 1.3.3 grafico giorno tipo ozono



#### 1.3.4 grafico giorno tipo materiale particolato PM10



#### 1.3.5 grafico giorno tipo anidride solforosa





## 1.4 andamenti stagionali

grafico 1.4.1. istogramma andamenti stagionali indicatori di NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, PM10

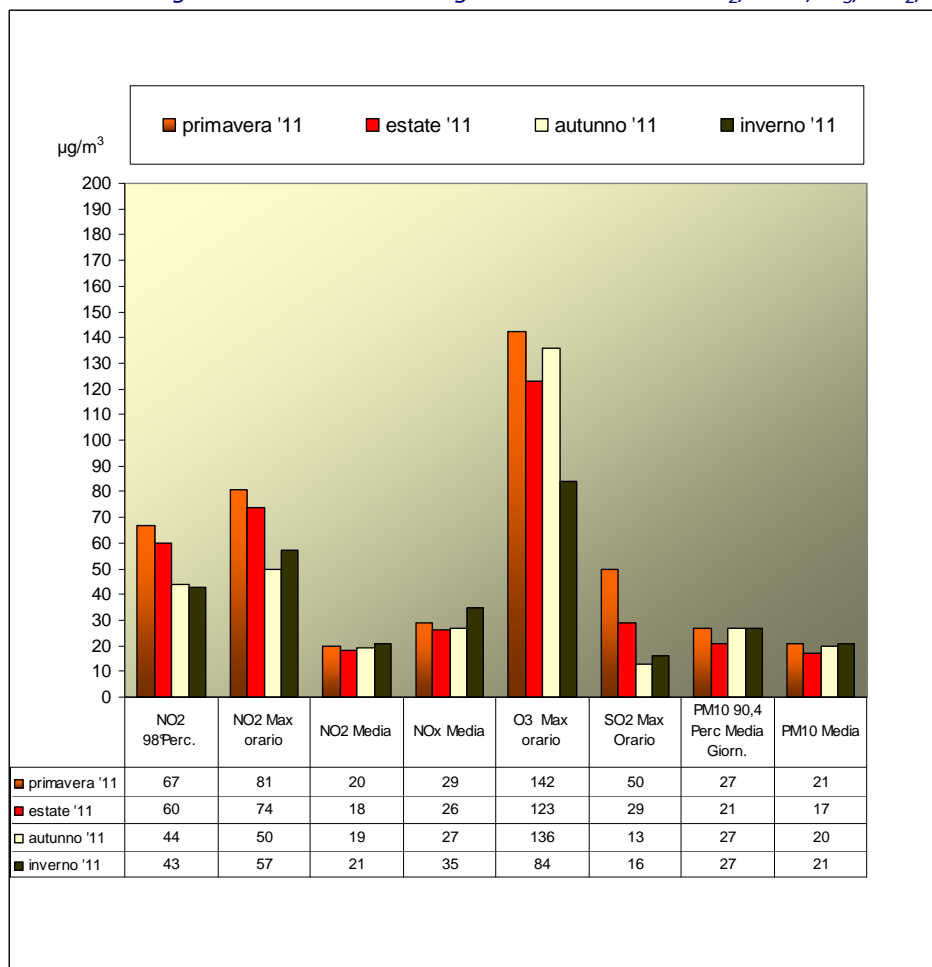


grafico 1.4.2. istogramma andamenti stagionali indicatori di CO

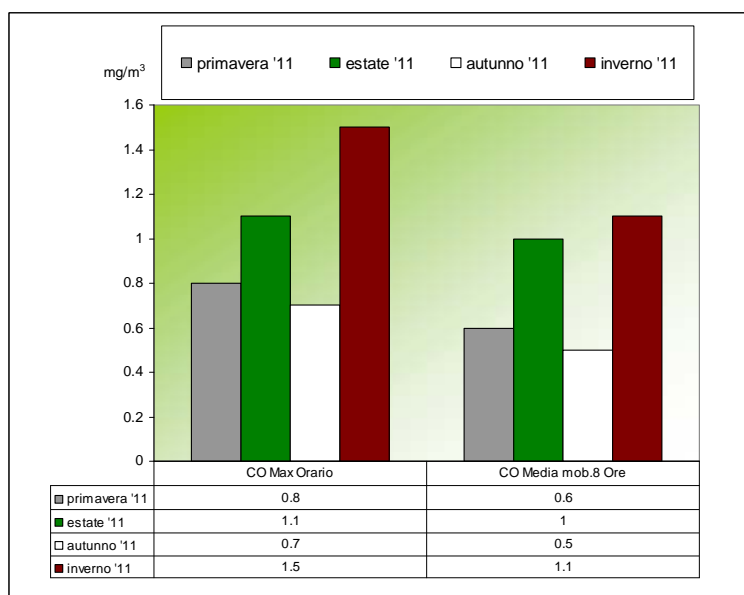
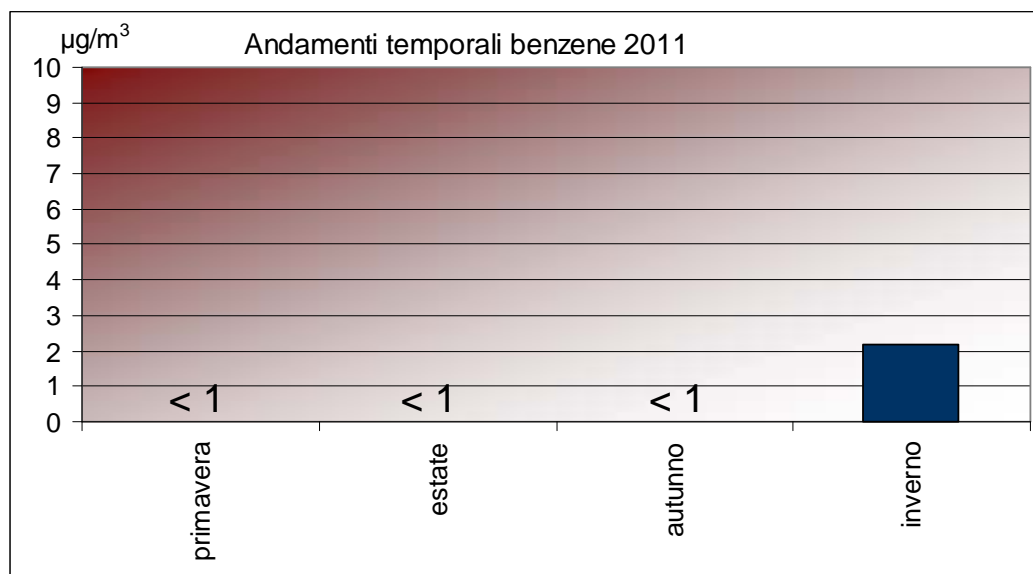


grafico 1.4.3. istogramma andamenti stagionali indicatore di  $C_6H_6$



## 1.5 analisi dati puntuali

giorno 6 aprile 2011

tabella 1.5.1. valori orari  $NO_x$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$ ,  $O_3$ ,  $PM_{10}$ ,  $DV$ ,  $VV$  giorno 6 aprile 2011

DATA	ORA	CO (mg/m³)	NOX (µg/m³)	NO (µg/m³)	NO <sub>2</sub> (µg/m³)	SO <sub>2</sub> (µg/m³)	PM10 (µg/m³)	DV sette	VV m/sec
06/04/11	12	non valido	32	6	22	non valido	non valido	Sud-Est	2.1
06/04/11	13	non valido	35	7	25	20	18	Sud-Sud-Est	2.6
06/04/11	14	non valido	34	7	24	7	18	Sud-Est	2.1
06/04/11	15	non valido	12	1	10	7	7	Nord-Nord- Ovest	2.0
06/04/11	16	non valido	15	3	11	6	14	Sud-Ovest	1.2
06/04/11	17	Calibrazione	Calibrazione	Calibrazione	Calibrazione	Calibrazione	14	Nord-Ovest	1.0
06/04/11	18	0,2	19	2	16	Calibrazione	15	Nord-Nord- Ovest	1.0
06/04/11	19	0,2	28	2	25	9	30	Nord-nord-Est	1.0
06/04/11	20	0,3	20	1	18	8	41	Nord	0.7
06/04/11	21	0,2	17	1	15	8	14	Nord-Nord- Ovest	0.7
06/04/11	22	0,3	17	2	14	9	20	Nord-Nord- Ovest	0.7
06/04/11	23	0,4	26	3	21	8	18	Nord-Nord- Ovest	0.7
06/04/11	24	0,3	27	3	23	8	13	Nord-Nord- Ovest	0.7

CO = monossido di carbonio  
NO = monossido di azoto  
 $O_3$  = ozono  
 $SO_2$  = anidride solforosa  
DV = direzione del vento

$NO_2$  = biossido di azoto  
 $NO_x$  = ossidi di azoto totali  
PM10 = materiale particolato PM10  
VV = velocità del vento

Tabella 1.5.2. dati puntuali NOx, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, PM10 ore 16 giorno 6 aprile 2011

Inquinante	valore orario (µg/m <sup>3</sup> )	Minimo (µg/m <sup>3</sup> )	Ora minimo	Massimo (µg/m <sup>3</sup> )	Ora massimo
NOx (µg/m <sup>3</sup> )	15	9	15:56	19	15:59
NO (µg/m <sup>3</sup> )	3	0	15:56	6	15:59
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	11	5	15:56	14	15:59
PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	14	0	15:01	26	15:50
SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	6	3	15:59	10	15:57

grafico 1.5.1. grafico a dispersione giorno 6 aprile 2011 NO<sub>2</sub>/Direzione Vento

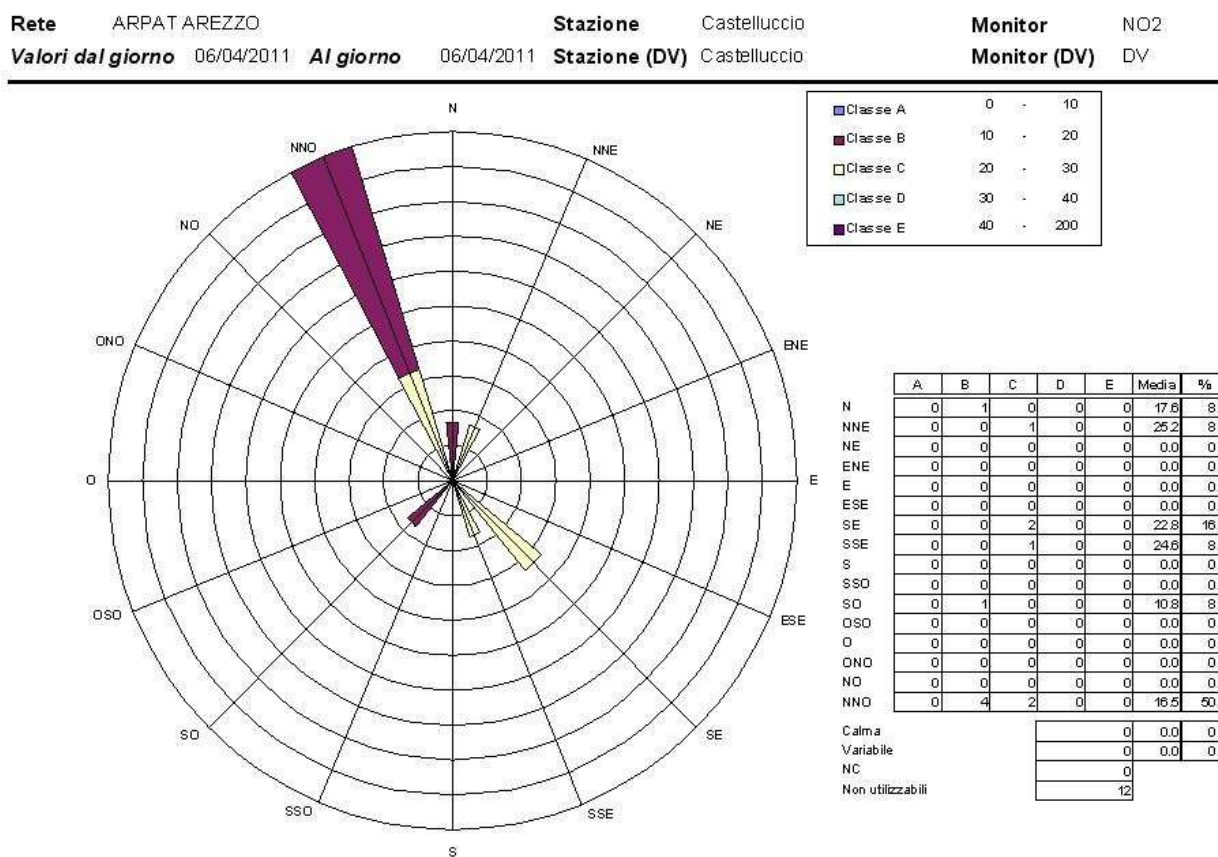


grafico 1.5.2. grafico a dispersione giorno 6 aprile 2011 PM10/Direzione Vento

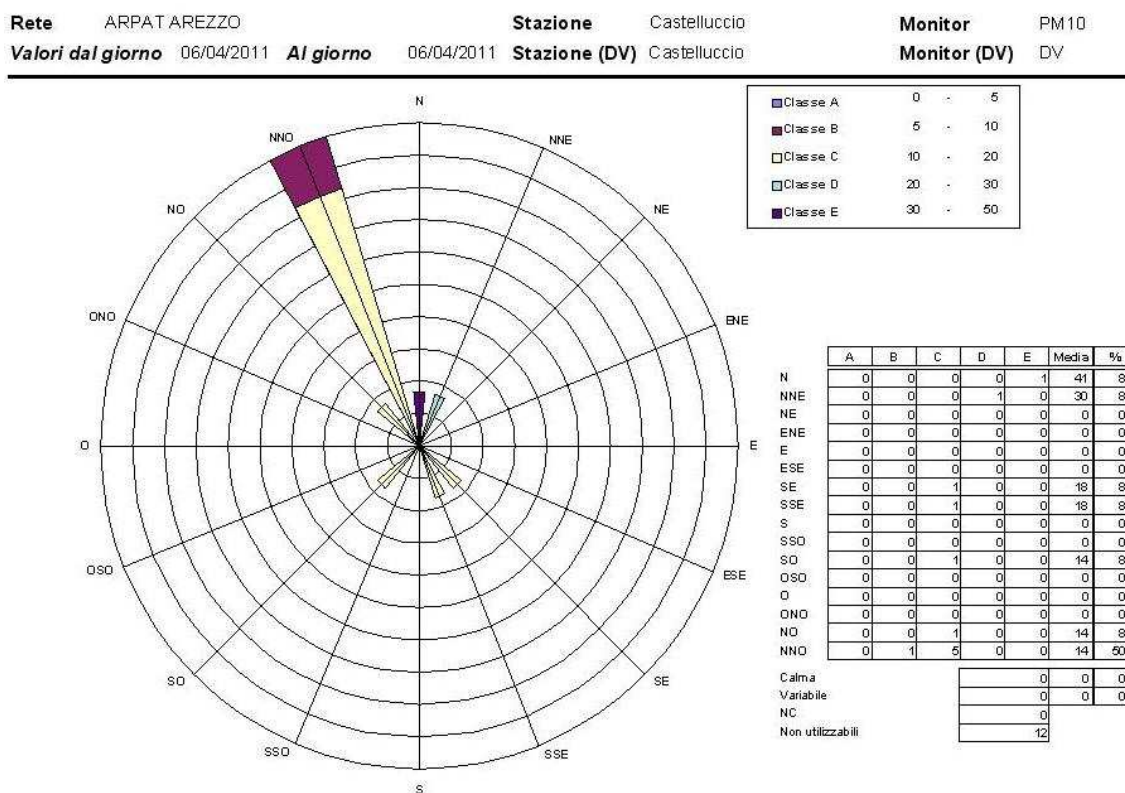


grafico 1.5.3. grafico a dispersione giorno 6 aprile 2011 SO<sub>2</sub>/Direzione Vento

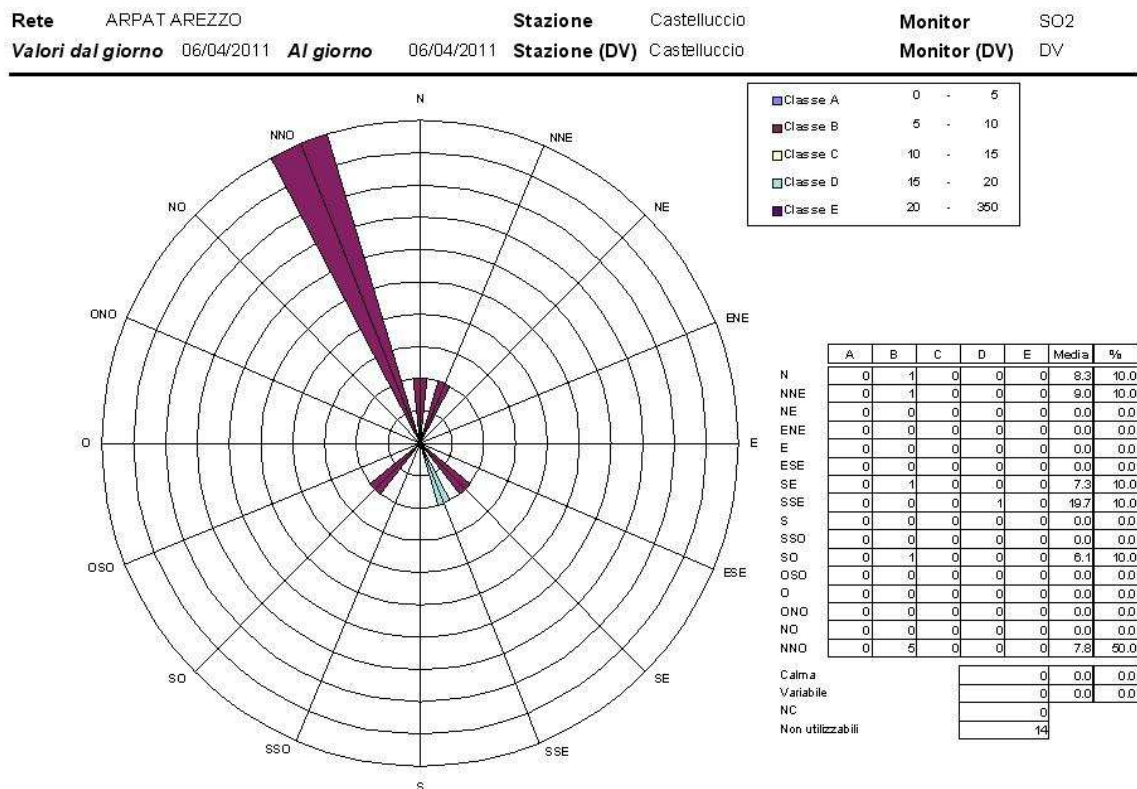
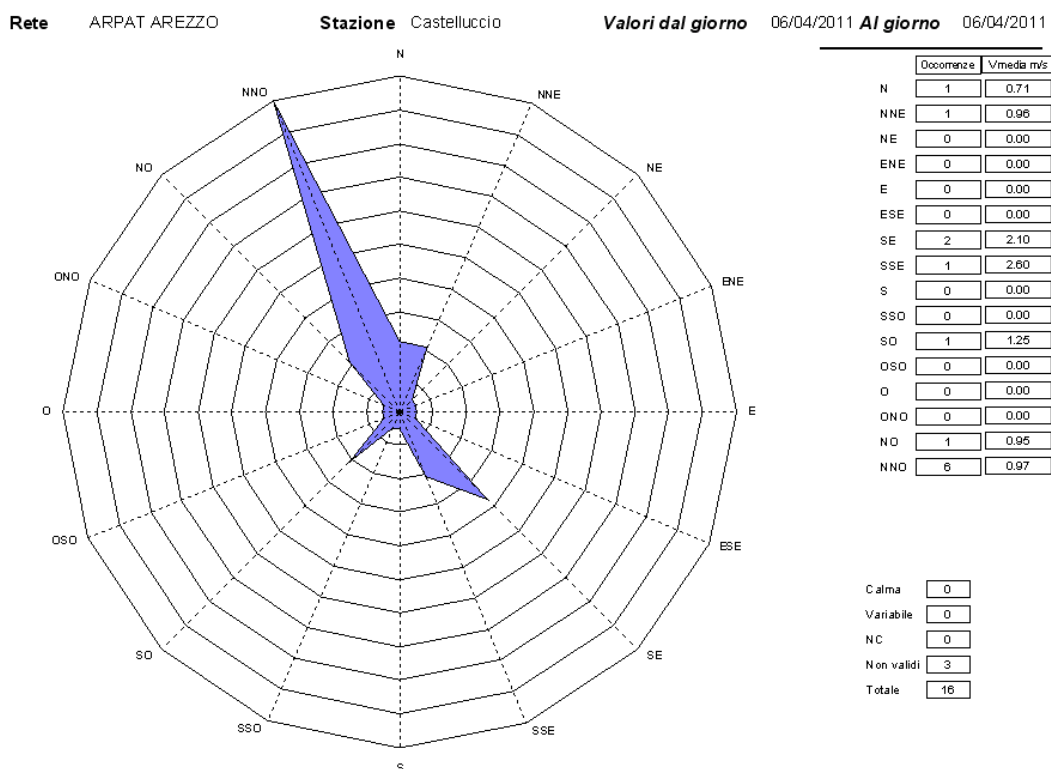




grafico 1.5.4. rosa dei venti giorno 6 aprile 2011



giorno 13 giugno 2011

tabella 1.5.3. valori orari NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM10, DV, VV giorno 13 giugno 2011

DATA	ORA	CO (mg/m <sup>3</sup> )	NOX (µg/m <sup>3</sup> )	NO (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	DV settore	VV m/sec
13/06/11	1.00	0.0	15	3	10	3	12	Nord-Ovest	0.6
13/06/11	2.00	calibrazione	15	4	9	2	15	Nord-Ovest	0.7
13/06/11	3.00	0.1	calibrazione	calibrazione	calibrazione	2	6	invalido	0.6
13/06/11	4.00	0.2	17	3	12	calibrazione	12	invalido	0.6
13/06/11	5.00	0.1	16	3	12	2	10	Nord-Nord-Ovest	0.6
13/06/11	6.00	0.3	28	10	13	2	10	Nord	0.6
13/06/11	7.00	0.1	29	8	17	3	10	Sud-Sud-Est	0.7
13/06/11	8.00	0.1	29	6	19	2	15	Sud	0.7
13/06/11	9.00	0.1	35	9	21	4	9	Sud-Est	1.3
13/06/11	10.00	0.1	24	3	19	7	30	Sud	1.2
13/06/11	11.00	0.3	20	4	14	8	8	Sud-Sud-Ovest	1.3
13/06/11	12.00	0.3	17	4	12	7	16	Sud-Sud-Ovest	1.6
13/06/11	13.00	0.3	17	4	10	8	18	Sud-Sud-Ovest	1.8
13/06/11	14.00	0.3	19	5	12	8	21	Sud-Ovest	1.9
13/06/11	15.00	0.2	15	4	9	8	16	Sud-Sud-Ovest	2.1
13/06/11	16.00	0.1	16	4	10	7	23	Sud-Sud-Ovest	1.8
13/06/11	17.00	0.1	16	4	10	6	21	Sud-Ovest	1.8
13/06/11	18.00	0.1	18	4	12	6	10	Sud-Ovest	1.7
13/06/11	19.00	0.2	17	4	12	6	13	Sud-Ovest	1.4
13/06/11	20.00	0.5	30	4	23	6	16	Nord	0.9
13/06/11	21.00	0.3	25	1	23	8	13	Nord-Nord-Ovest	0.8
13/06/11	22.00	0.2	18	2	15	6	30	Nord	0.7
13/06/11	23.00	0.3	23	4	17	6	25	Nord-Ovest	0.7
13/06/11	0.00	0.4	22	4	16	6	invalido	Nord-Nord-Ovest	0.6

Tabella 1.5.4. dati puntuali NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, PM10 ore 10 giorno 13 giugno 2011

Inquinante	valore orario (µg/m <sup>3</sup> )	Minimo (µg/m <sup>3</sup> )	Ora minimo	Massimo (µg/m <sup>3</sup> )	Ora massimo
NO <sub>x</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	24	19	9.59	28	9.41
NO (µg/m <sup>3</sup> )	3	0	9.47	6	9.59
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	19	14	9.59	23	9.41
PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	30	0	9.02	46	9.35
SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	7	0	9.07	13	9.14

Tabella 1.5.4. dati puntuali NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, PM10 ore 09 giorno 13 giugno 2011

Inquinante	valore orario (µg/m <sup>3</sup> )	Minimo (µg/m <sup>3</sup> )	Ora minimo	Massimo (µg/m <sup>3</sup> )	Ora massimo
NO <sub>x</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	35	23	8.59	322	8.42
NO (µg/m <sup>3</sup> )	9	3	9.00	122	8.42
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	21	5	8.42	182	8.41
PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	9	0	8.59	19	8.41
SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	4	0	8.36	10	8.34

grafico 1.5.5. grafico a dispersione giorno 13 giugno 2011 NO<sub>2</sub>/Direzione Vento

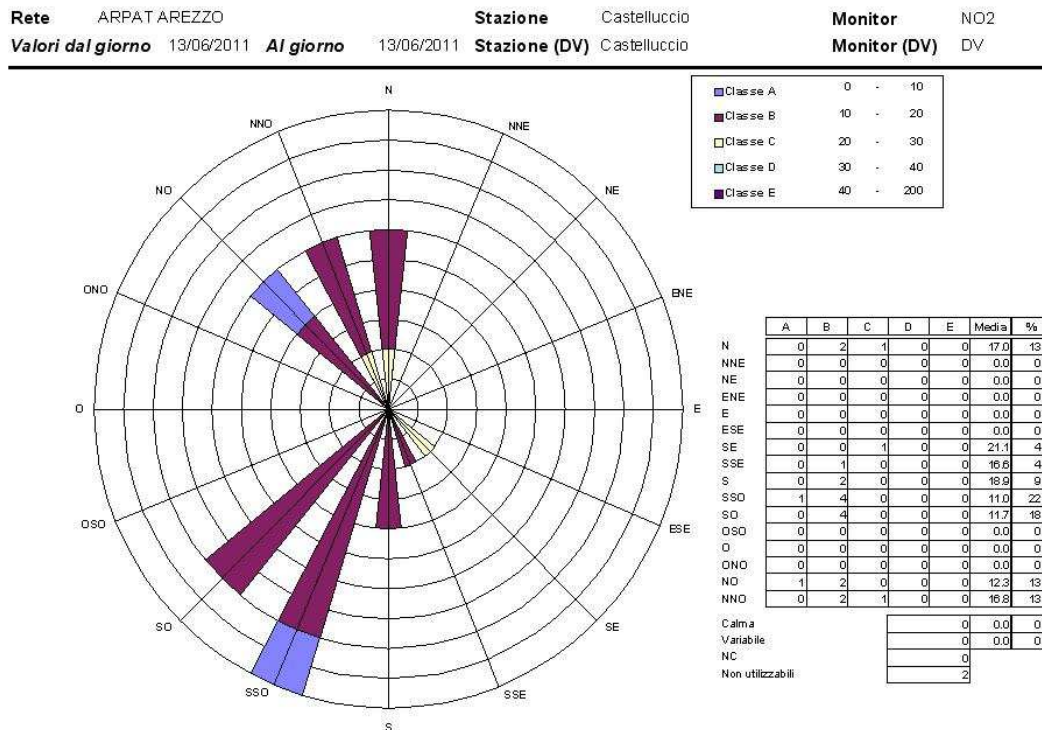


grafico 1.5.6. grafico a dispersione giorno 13 giugno 2011 PM10/Direzione Vento

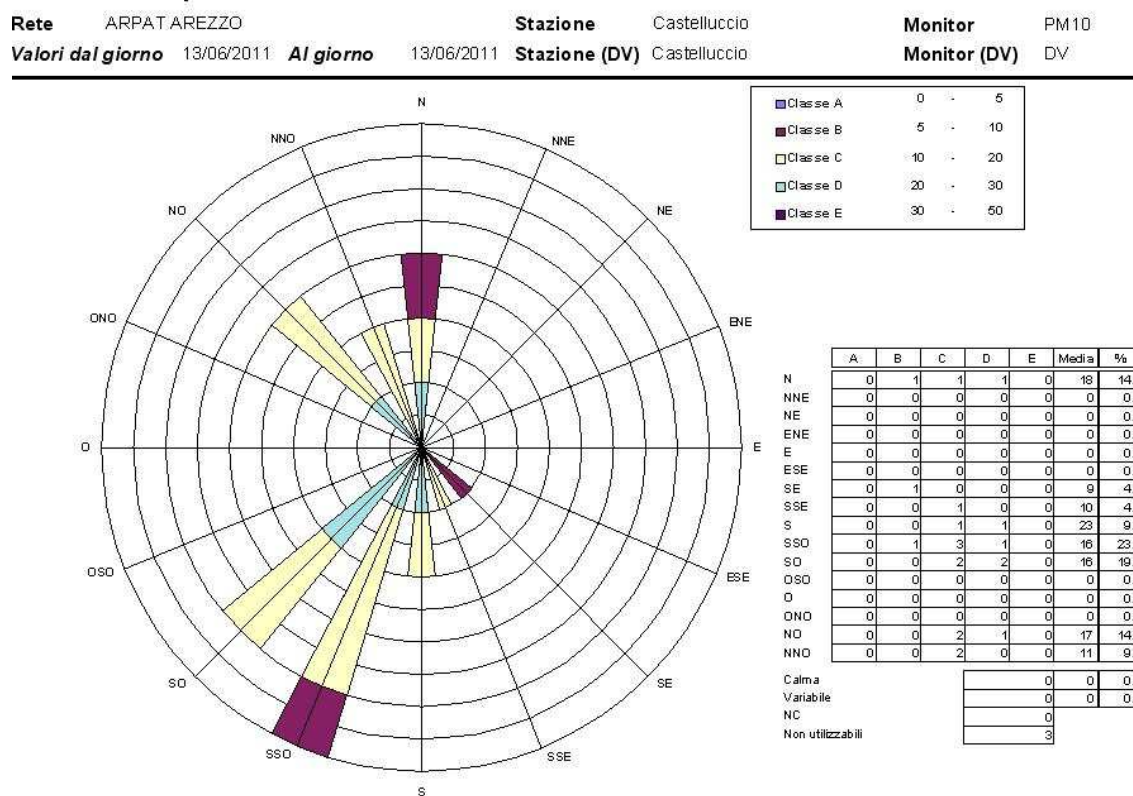


grafico 1.5.7. grafico a dispersione giorno 13 giugno 2011 SO<sub>2</sub>/Direzione Vento

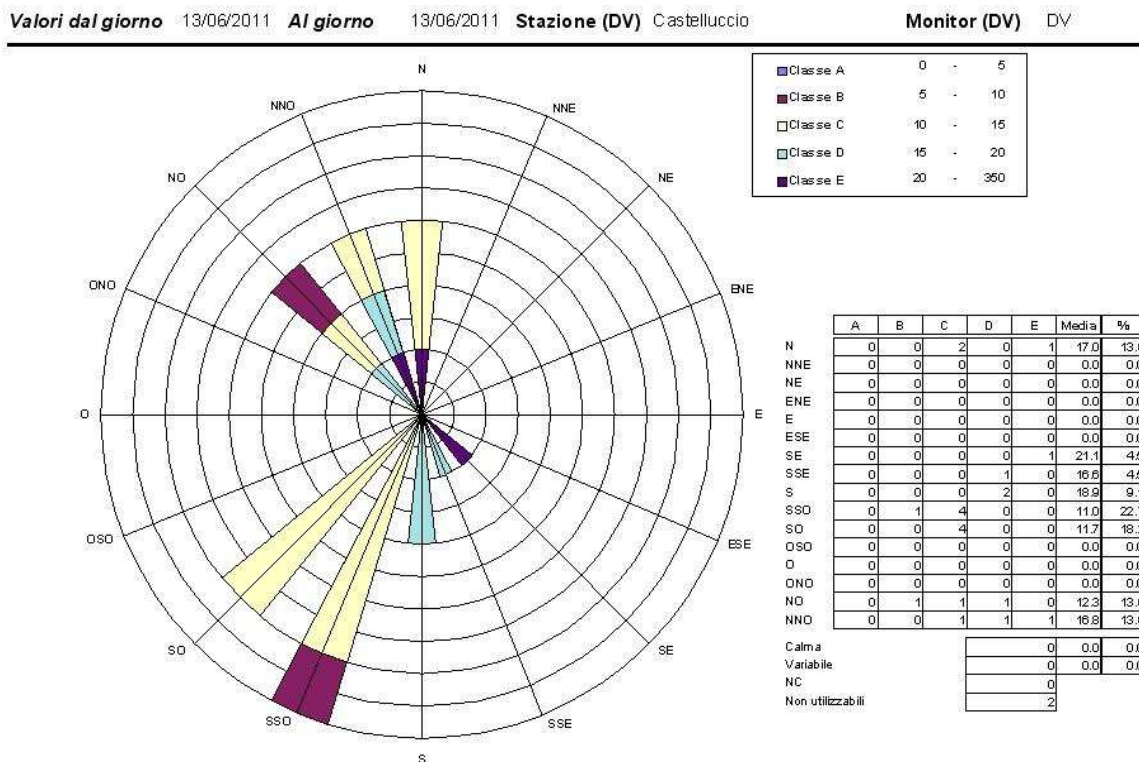


grafico 1.5.8. rosa dei venti giorno 13 giugno 2011



## 1.6 confronto con precedenti campagne di misurazione

Il presente capitolo mette a confronto i dati rilevati nella campagna di misurazione effettuata nel periodo autunnale a Castelluccio, con i valori misurati nella campagna spot effettuata in località Buon Riposo nel periodo di osservazione 24 settembre – 4 ottobre 2004. Sono stati utilizzati i soli dati della campagna autunnale di Castelluccio, per rendere omogeneo il set di dati di qualità dell'aria messi a confronto, poiché la campagna spot effettuata nell'anno 2004 si riferiva al solo periodo autunnale. A prescindere dal ridotto set di dati di qualità messo a confronto, la valutazione comparativa permette di acquisire informazioni sulle variazioni temporali di lungo periodo della zona.

grafico 1.61. istogramma andamenti temporali indicatori di CO

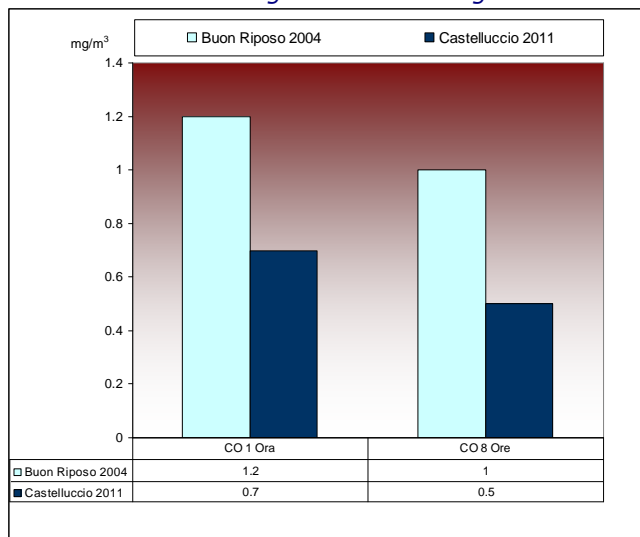
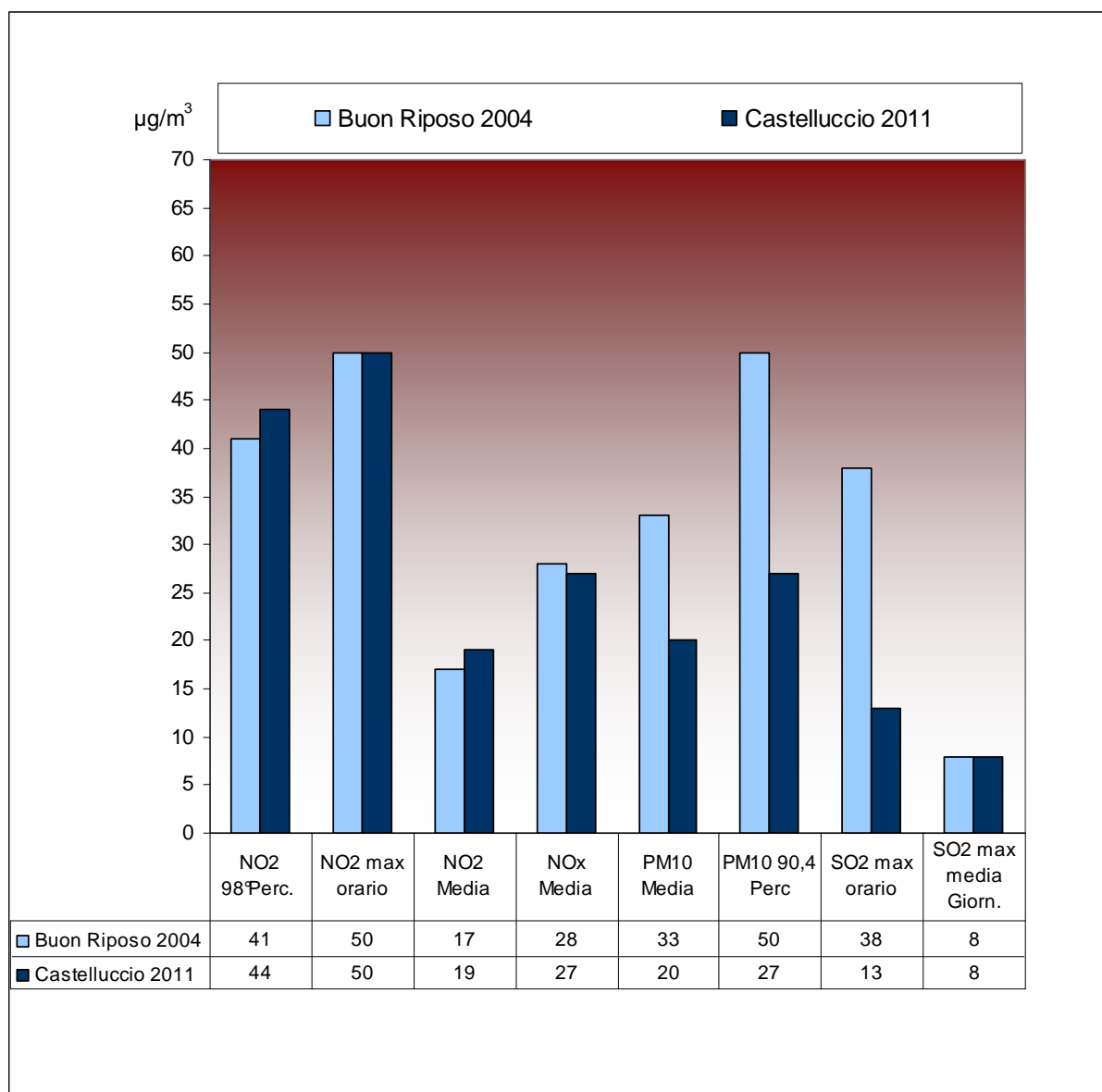


grafico 1.6.2. istogramma andamenti stagionali indicatori di NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, PM10





## Allegato 2. Caratteristiche tecniche analizzatori

tabella 2.1 caratteristiche tecniche analizzatori

Inquinante	Marca Modello	Inventario	Principio Misura	Limite Rilevabilità	Precisione
<b>O<sub>3</sub></b>	Monitor Labs ML 8810	4691	Assorbimento UV-354	4 µg/m <sup>3</sup>	dal 20 al 80 % del campo di misura +/- 4 µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	Monitor Labs ML 8841	4686	Chemiluminescenza	0,5 ppb	1,0 ppb
<b>SO<sub>2</sub></b>	Monitor Labs ML 8850S	4685	Fluorescenza UV	1,0 ppb	1,0 ppb
<b>CO</b>	Monitor Labs ML 8830	4689	Correlazione Infrarosso	0,2 mg/m <sup>3</sup>	dal 20 al 80 % del campo di misura +/- 0,2 mg/m <sup>3</sup>
<b>PM<sub>10</sub></b>	FAG Kugelfischer FH 62 I-N	4688	Assorbimento raggi β	3 µg/m <sup>3</sup>	2 µg/m <sup>3</sup> (relativa a 2 misure dalla durata di 24 ore)
<b>DV</b>	Micros SVDV	4699	Sistema a banderuola ad uscita potenziometrica	0,3 m/sec	1%
<b>VV</b>	Micros SVDV	4699	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

## Allegato 3 elaborazione dei dati meteorologici

### Velocità del vento

Grafico 3.1 giorno tipo

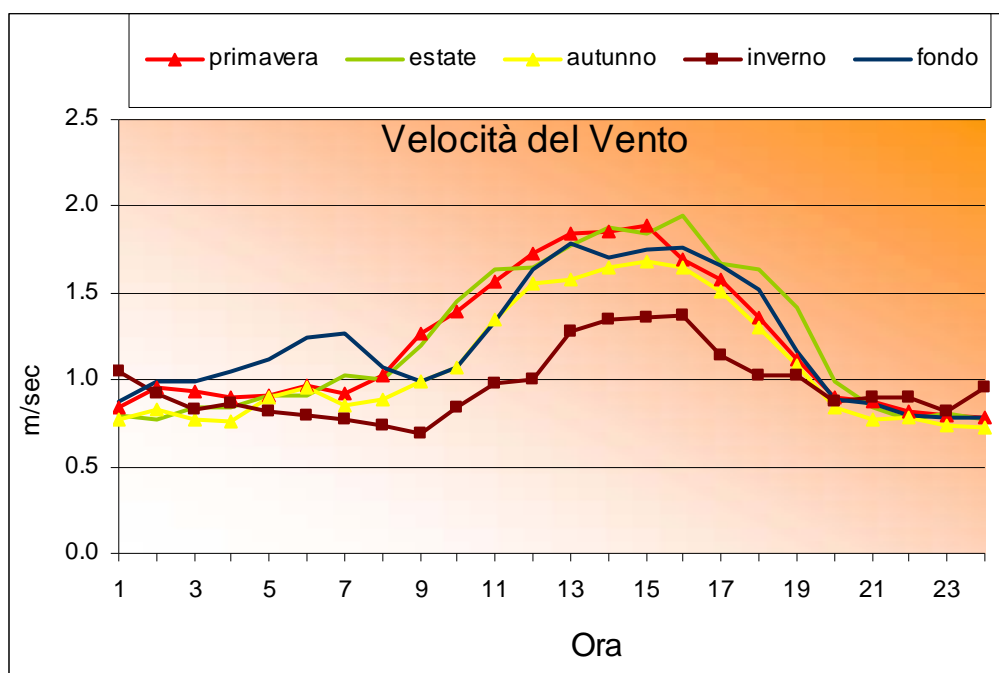
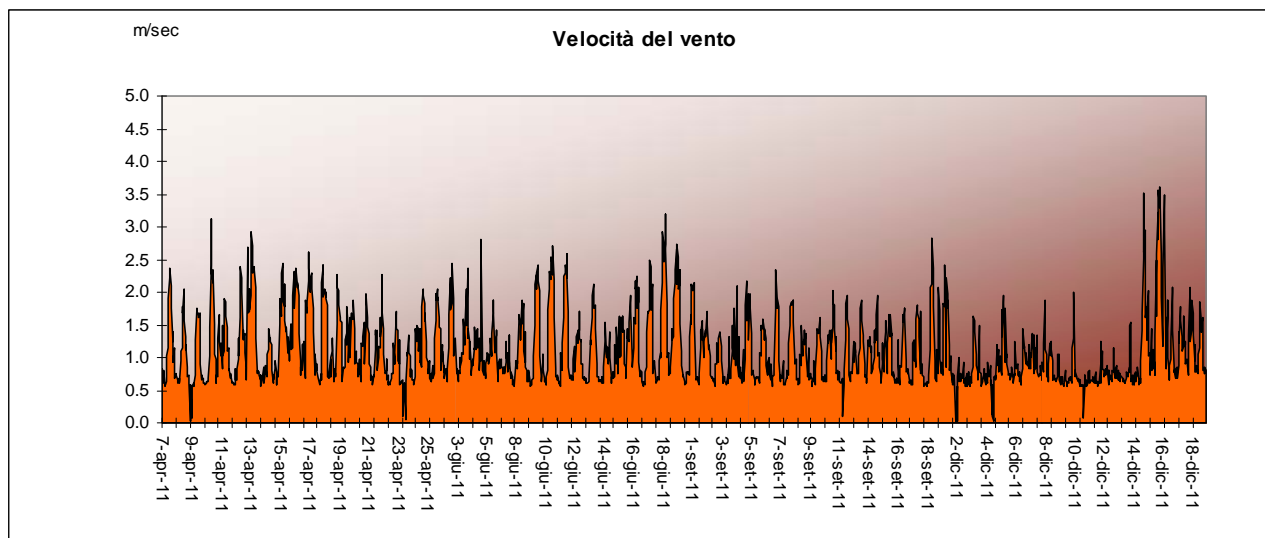
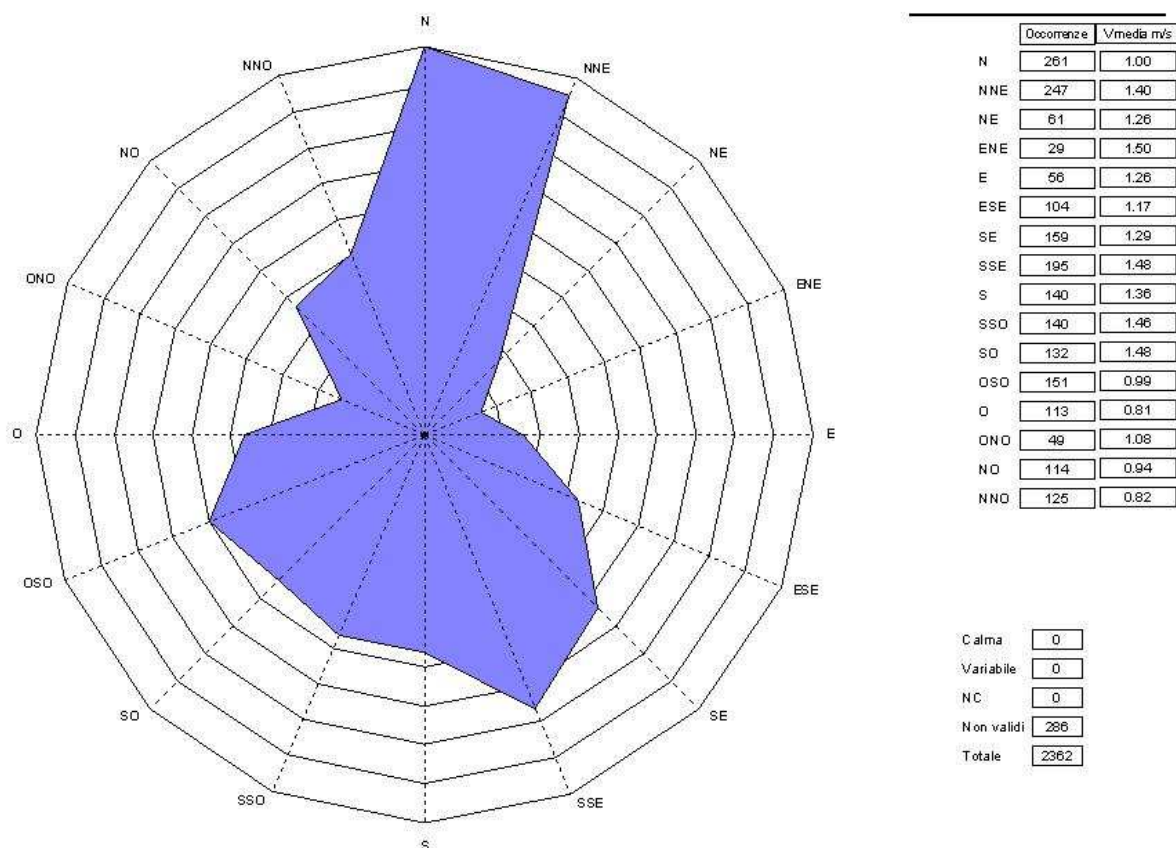


grafico 3.2 andamenti valori medi orari



Il valore massimo della velocità del vento è stato raggiunto il giorno 16 dicembre 2011 alle ore 18 con 3,6 m/sec.

grafico 3.3 rosa dei venti campagna di misurazione 2011



Le elaborazioni relative alla rosa dei venti dell'anno esaminato mettono in evidenza, venti prevalenti provenienti dalle direzioni Nord, Nord-Nord-Est, Sud-Sud-Est, Sud-Est, Sud, Sud-Sud-Ovest, Sud-Ovest, Ovest-Sud-Ovest.

## Rosa dei venti stagionale

grafico 3.4 rosa dei venti primavera 2011



grafico 3.6 rosa dei venti estate 2011

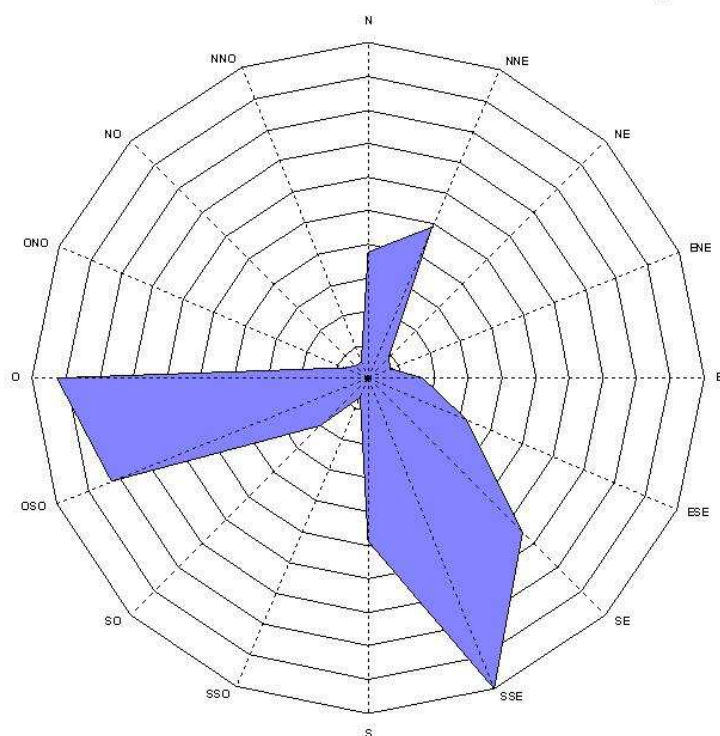


grafico 3.6 rosa dei venti autunno 2011

Rete ARPAT AREZZO

Stazione Castelluccio

Valori dal giorno 01/09/2011 Al giorno 19/09/2011



	Occorrenze	Vmedia m/s
N	26	1.04
NNE	35	1.18
NE	3	0.89
ENE	2	0.72
E	9	0.82
ESE	21	1.12
SE	48	1.26
SSE	76	1.50
S	35	1.46
SSO	1	0.78
SO	12	1.44
OSO	62	0.97
O	70	0.73
ONO	2	0.63
NO	0	0.00
NNO	0	0.00

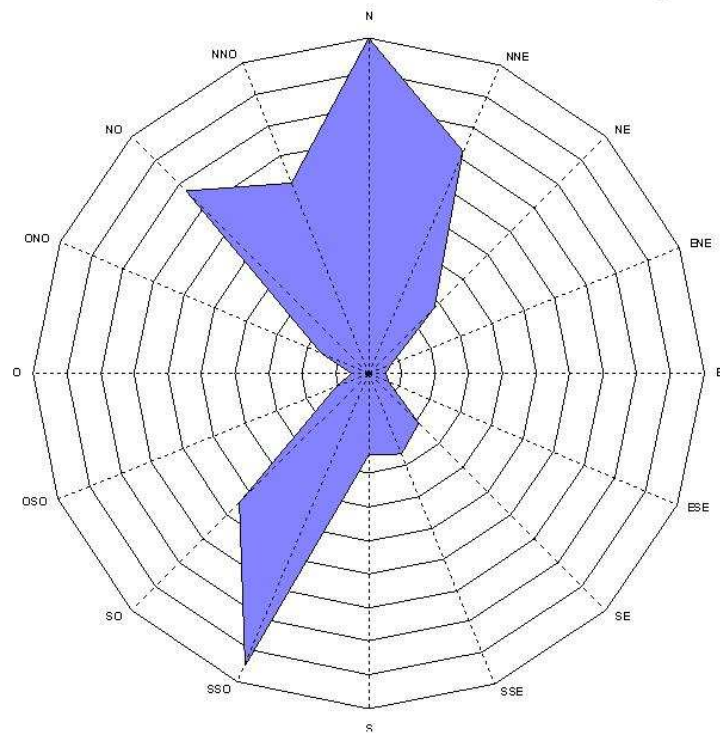
Calma	0
Variable	0
NC	0
Non validi	54
Totale	466

grafico 3.7 rosa dei venti inverno 2011

Rete ARPAT AREZZO

Stazione Castelluccio

Valori dal giorno 02/12/2011 Al giorno 19/12/2011



	Occorrenze	Vmedia m/s
N	54	0.79
NNE	38	1.28
NE	13	0.94
ENE	1	0.67
E	0	0.00
ESE	1	0.88
SE	9	0.93
SSE	12	0.93
S	11	1.07
SSO	51	1.58
SO	28	1.61
OSO	3	1.83
O	0	0.00
ONO	6	1.41
NO	41	0.86
NNO	32	0.77

Calma	0
Variable	0
NC	0
Non validi	132
Totale	432



## **Allegato 4. Meccanismi di formazione degli inquinanti**

### **OSSIDI DI AZOTO (NO/NO<sub>2</sub>)**

Il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), 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 (NO<sub>2</sub>), 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)**

E' 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)**

Il particolato fine (PM) è un agente inquinante composto da un insieme di particelle che possono essere solide, liquide oppure solide e liquide insieme e che, sospese nell'aria, rappresentano una miscela complessa di sostanze organiche ed inorganiche. Queste particelle variano per dimensione, composizione ed origine. Le loro proprietà sono riassunte nel loro diametro aerodinamico, definito come dimensione della particella:

- la frazione con un diametro aerodinamico inferiore a 10 µm è chiamata PM10 e può raggiungere le alte vie respiratorie ed i polmoni;
- le particelle più piccole o fini sono chiamate PM2,5 (con un diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm); queste sono più pericolose perché penetrano più a fondo nei polmoni e possono raggiungere la regione alveolare.

La dimensione delle particelle determina anche la durata della loro permanenza nell'atmosfera. Mentre la sedimentazione e le precipitazioni rimuovono la frazione compresa tra 2,5 e 10 µm (PM10-2,5 detto anche frazione grossolana del PM10) dall'atmosfera nel giro di poche ore dall'emissione, il PM2,5 può rimanere nell'aria per giorni o perfino per settimane. Di conseguenza queste particelle possono percorrere distanze molto lunghe. I maggiori componenti del PM sono il solfato, il nitrato, l'ammoniaca, il cloruro di sodio, il carbonio, le polveri minerali e l'acqua. In base al meccanismo di formazione, le particelle si distinguono in primarie e secondarie.

Le particelle primarie sono direttamente immesse nell'atmosfera mediante processi naturali e prodotti dall'uomo (antropogenici). I processi antropogenici includono la combustione dei motori delle auto (sia diesel che a benzina); la combustione dei combustibili solidi (carbone, lignite, biomassa) di uso domestico; le attività industriali (attività edili e minerarie, lavorazione del cemento, ceramica, mattoni e fonderie); le erosioni del manto stradale causate dal traffico e le polveri provenienti dall'abrasione di freni e pneumatici; e le attività nelle cave e nelle miniere.

Le particelle secondarie si formano nell'aria a seguito di reazioni chimiche di inquinanti gassosi e sono il prodotto della trasformazione atmosferica del biossido di azoto, principalmente emesso dal traffico e da alcuni processi industriali, e del biossido di zolfo, che risulta dalla combustione di carburanti contenenti zolfo. Le particelle secondarie si trovano principalmente nella frazione del PM fine.

Il PM<sub>2,5</sub> è la frazione più fine del PM<sub>10</sub>, costituita dalle particelle con diametro uguale o inferiore a 2,5 µm. Il PM<sub>2,5</sub> è il particolato più pericoloso per la salute e l'ambiente: questo particolato può rimanere sospeso nell'atmosfera per giorni o settimane. Le particelle maggiori (da 2,5 a 10 µm) rimangono in atmosfera da poche ore a pochi giorni, contribuiscono poco al numero di particelle in sospensione, ma molto al peso totale delle particelle in sospensione. Sono significativamente meno dannose per la salute e l'ambiente.

Il PM<sub>2,5</sub> è una miscela complessa di migliaia di composti chimici e, alcuni di questi sono di estremo interesse a causa della loro tossicità. L'attenzione è rivolta agli idrocarburi aromatici policiclici (PHA) che svolgono un ruolo nello sviluppo del cancro. Alcuni nomi: Fluoranthene, Pyrene, Chrysene, Benz[a]anthracene, Benzo[b]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, Benzo[a]pyrene, Dibenz[a,h]anthracene.

La valutazione sistematica dei dati completata nel 2004 dall'OMS Europa, indica che:

- il PM aumenta il rischio dei decessi respiratori nei neonati al di sotto di 1 anno, influisce sullo sviluppo delle funzioni polmonari, aggrava l'asma e causa altri sintomi respiratori come la tosse e la bronchite nei bambini;
- il PM<sub>2,5</sub> danneggia seriamente la salute aumentando i decessi per malattie cardio-respiratorie e cancro del polmone. La crescita delle concentrazioni di PM<sub>2,5</sub> aumenta il rischio di ricoveri ospedalieri d'emergenza per malattie cardiovascolari e respiratorie;
- il PM<sub>10</sub> ha un impatto sulle malattie respiratorie, come indicato dai ricoveri ospedalieri per questa causa.

Nell'ultimo decennio in molte città europee sono stati condotti alcuni studi sugli effetti del PM nel breve periodo, basati sull'associazione tra i cambiamenti giornalieri delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> e i vari effetti sulla salute. In generale, i risultati indicano che i cambiamenti di PM<sub>10</sub> nel breve periodo ad ogni livello implicano cambiamenti nel breve periodo degli effetti acuti in termini di salute.

Gli effetti relativi all'esposizione nel breve periodo comprendono: infiammazioni polmonari, sintomi respiratori, effetti avversi nel sistema cardiovascolare, aumento della richiesta di cure mediche, dei ricoveri ospedalieri e della mortalità.

Poiché l'esposizione al PM causa nel lungo periodo una sostanziale riduzione dell'attesa di vita, gli effetti nel lungo periodo sono chiaramente più significativi per la salute pubblica di quelli nel breve periodo. Il PM<sub>2,5</sub> si associa maggiormente alla mortalità, indicando un aumento del 6% del rischio di morte per tutte le cause per ogni aumento di 10 µg/m<sup>3</sup> nelle concentrazioni di PM<sub>2,5</sub> sul lungo periodo.

Gli effetti relativi all'esposizione nel lungo periodo comprendono: aumento dei sintomi dell'apparato respiratorio inferiore e delle malattie polmonari ostruttive croniche, riduzione delle funzioni polmonari nei bambini e negli adulti, e riduzione dell'attesa di vita causata principalmente da mortalità cardiopolmonare e dal cancro al polmone.

Studi su larga scala mostrano gli effetti significativi del PM<sub>2,5</sub> in termini di mortalità, ma non sono in grado di identificare una soglia al di sotto della quale il PM non ha effetti sulla salute: cosiddetto livello senza effetti. Dopo un'analisi completa dei nuovi dati scientifici, un gruppo di lavoro dell'OMS ha recentemente concluso che, se esiste un limite per il PM, questo è individuabile nella fascia più bassa delle concentrazioni di PM attualmente riscontrate nella Regione Europea.

### **OZONO (O<sub>3</sub>)**

È 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.



## **BIOSSIDO DI ZOLFO (SO<sub>2</sub>)**

Uso di combustibili fossili (carbone e derivati del petrolio). Negli ultimi 10 anni si è osservata una netta tendenza alla diminuzione delle emissioni di SO<sub>2</sub>, 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 SO<sub>2</sub> è stato fornito dalla larga diffusione della metanizzazione.

### **Allegato 5. Limiti normativi**

La legenda sottostante fornisce alcune spiegazioni in merito ai termini indicati dal D.Lgs. 155/2010.

**DATA DI CONSEGUIMENTO:** data effettiva in cui il valore limite deve essere rispettato senza l'applicazione del relativo margine di tolleranza

**VALORE BERSAGLIO:** livello di ozono fissato al fine di evitare a lungo termine (anno 2010) effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso, da conseguirsi per quanto possibile entro un dato periodo di tempo.

**OBIETTIVO A LUNGO TERMINE:** concentrazione di ozono nell'aria al di sotto della quale si ritengono improbabili, in base alle conoscenze scientifiche attuali, effetti nocivi diretti sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso. Tale obiettivo è conseguito nel lungo periodo, sempreché sia realizzabile mediante misure proporzionate, al fine di fornire un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.

**SOGLIA DI ALLARME:** livello di ozono oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste dall'articolo 10 del D.Lgs. 155/2010.

**SOGLIA DI INFORMAZIONE:** livello di ozono oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste dall'articolo 10 del D.Lgs. 155/2010.

**MEDIA MOBILE SU 8 ORE MASSIMA GIORNALIERA:** è determinata esaminando le medie consecutive su 8 ore di ozono, calcolato in base a dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è assegnata al giorno nel quale la stessa termina; conseguentemente, la prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.

Tabella 1 all4. OSSIDI DI AZOTO – normativa e limiti (D.Lgs. 155/2010)

<b>NO<sub>2</sub>.NO<sub>x</sub></b>	<b>Periodo di Mediazione</b>	<b>Valore limite</b>	<b>Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto</b>
<b>Valore limite orario per la protezione della salute umana.</b>	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> da non superare più di 18 volte per l'anno civile.	1.01.2010
<b>Valore limite annuale per la protezione della salute umana</b>	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	1.01.2010
<b>Valore limite annuale per la protezione della vegetazione</b>	Anno civile	30 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>x</sub>	1.01.2010
<b>Soglia di allarme</b>	Anno civile Superamento di 3 ore consecutive	400 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	1.01.2010

Tabella 2 all4. MONOSSIDO DI CARBONIO – normativa e limiti (D.Lgs. 155/2010)

<b>CO</b>	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Valore limite</b>	<b>Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto</b>
<b>Valore limite orario per la protezione della salute umana.</b>	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	1.01.2005

Tabella 3 all. 4 OZONO – normativa e limiti (D.Lgs. 155/2010)

<b>O<sub>3</sub></b>	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Valori di riferimento</b>
<b>Soglia di informazione.</b>	Media massima oraria	180 µg/m <sup>3</sup>
<b>Soglia di allarme.</b>	Media massima oraria.	240 µg/m <sup>3</sup>
<b>Valore bersaglio per la protezione della salute umana.</b>	Media su 8 ore massima giornaliera.	120 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 25 giorni per anno civile come media su tre anni
<b>Valore bersaglio per la protezione della vegetazione</b>	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18.000 µg/m <sup>3</sup> come media su 5 anni
<b>Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana.</b>	Media su 8 ore massima giornaliera.	120 µg/m <sup>3</sup>
<b>Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione.</b>	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6.000 µg/m <sup>3</sup>
<b>Beni materiali</b>	Media Annuale	40 µg/m <sup>3</sup>

Tabella 4.4 Materiale particolato PM10 – normativa e limiti (D.Lgs. 155/2010)

	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Valori limite</b>	<b>Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto</b>
<b>Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana</b>	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup> PM10 da non superare più di 35 volte per anno civile	già in vigore dal 1.01.2005
<b>Valore limite annuale per la protezione della salute umana</b>	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup> PM10	già in vigore dal 1.01.2005

## Allegato 6. 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, sono effettuati 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 verificati dal Centro Regionale Tutela Qualità dell'Aria di ARPAT.

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).

La tabella sottostante, riporta i valori di riferimento per l'intercetta e la pendenza nell'ambito del controllo di attendibilità del dato per gli analizzatori di monossido di carbonio e di azoto.

*Tabella 1 All. 3 valori di riferimento per l'intercetta e la pendenza nell'ambito del controllo di attendibilità del dato per gli analizzatori di monossido di carbonio e di azoto.*

del dato per gli analizzatori di monossido di carbonio e di azoto:

Inquinante	Pendenza	Intercetta
CO	1+/- 0,1	0 +/- 0,1
NO	1+/- 0,1	0 +/- 5
NO <sub>2</sub>	Verifica dell'efficienza del convertitore* (GPT) > 96 %.	
(*) L'efficienza del convertitore (GPT) è stata considerata sufficiente per valori > 96 %.		