

Rif. AMB-12/0544  
Documento di 25 pagine  
e di 6 allegati

<p style="text-align: center;"><b>INDAGINE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA</b> <b>AGENTI CHIMICI</b></p>
--

**Insedimento: Scuola primaria – Via Donatori di Sangue, 13**  
**Località: Torbole Casaglia (BS)**

Campagna dal 25 Gennaio al 05 Febbraio 2012

Committente: Fondazione Cogeme Onlus  
Via XXV Aprile, 18  
Rovato (BS)

**Tecnici prelevatori**

Dott. Luigi Carbut  
Dott. Matteo Mangiarini  
P.I. Andrea Ferretti

**Tecnici elaborazione dati**

Dott. Luigi Carbut

**Relatore responsabile**

Dott. chim. Umberto Vergine

Castelmella (BS) 29/02/2012

<p><b>Redatta</b> Dott. Luigi Carbut</p>	<p><b>Verificata</b> Dott. chim. Umberto Vergine</p>	<p><b>Approvata</b> Dott. chim. Umberto Vergine</p>
--	--	---





## INDICE

1.	PREMESSA	pag. 5
	1.1 Obiettivi della campagna di monitoraggio	
	1.2 Descrizione del punto e del luogo di rilevazione	
2.	AGENTI CHIMICI RICERCATI E MODALITÀ DI ESPRESSIONE DEI RISULTATI	pag. 7
3.	STANDARD NORMATIVI DI RIFERIMENTO	pag. 9
4.	STRUMENTAZIONE E METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO E DI ANALISI	pag. 12
5.	PARAMETRI METEOROLOGICI	pag. 15
6.	RISULTATI DELLE MISURAZIONI	pag. 16
7.	OSSERVAZIONI	pag. 18
	7.1 Parametri meteorologici	
	7.2 Particolato Fine (PM10) e Particolato Respirabile (PM2.5)	
	7.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	
	7.4 Inquinanti gassosi: Ozono, Ossidi di Azoto	
	7.5 Benzene	



## **ALLEGATI**

- Allegato 1:** *PM10 e PM2.5: tabella e grafici delle concentrazioni medie giornaliere*
- Allegato 2:** *Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA): tabella delle concentrazioni medie su 48 ore*
- Allegato 3/a:** *Inquinanti gassosi (O<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>): tabelle delle concentrazioni medie orarie e giornaliere*
- Allegato 3/b:** *Inquinanti gassosi (O<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>): andamento in grafico delle concentrazioni medie orarie*
- Allegato 4/a:** *Benzene: tabelle delle concentrazioni medie orarie e giornaliere*
- Allegato 4/b:** *Benzene: andamento in grafico delle concentrazioni medie orarie*
- Allegato 5/a:** *Parametri meteorologici: tabelle dei valori medi orari e giornalieri*
- Allegato 5/b:** *Parametri meteorologici: andamento in grafico dei valori medi orari*
- Allegato 6:** *Fotografie del punto di rilievo*



## **1. PREMESSA**

### **1.1 – Obiettivi della campagna di monitoraggio**

L'indagine è stata commissionata dalla Fondazione Cogeme Onlus e si inserisce all'interno del progetto "PIANURA SOSTENIBILE", avviato dalla Fondazione con la collaborazione di alcuni comuni della Bassa Bresciana, per il monitoraggio di diversi "indicatori ambientali", tra i quali la qualità dell'aria atmosferica.

A tal fine è stato deciso di monitorare sul territorio di sette comuni della Bassa Bresciana, che varieranno di anno in anno, alcuni inquinanti importanti per determinare le attuali condizioni ambientali della regione e come esse evolvano nel tempo.

Il presente monitoraggio è il rifacimento in periodo invernale del monitoraggio già effettuato nello stesso luogo in periodo estivo, dal 23 Agosto al 04 Settembre 2011 (Ns. Rif. AMB-11/2013).

È stato deciso dalla Fondazione Cogeme Onlus di distinguere tre tipologie di sito di monitoraggio, ciascuna delle quali viene riproposta in due/tre comuni differenti: sono così state effettuate due campagne di monitoraggio in prossimità di arterie stradali di rilievo dal punto di vista del traffico veicolare, tre campagne in corrispondenza di centri abitati e due campagne in aree di contesto di tipo suburbano.

La presente campagna, effettuata sul territorio del comune di Torbole Casaglia, rientra nella tipologia dei monitoraggi effettuati in zone di contesto di tipo suburbano. Il laboratorio mobile, su cui era installata la strumentazione per la misura della qualità dell'aria, è stato collocato in corrispondenza della Scuola primaria di Torbole Casaglia, in via Donatori di Sangue. Il punto di rilevazione è stato scelto in accordo con i responsabili della Fondazione Cogeme.

La durata dei campionamenti, scelta anch'essa in accordo con i responsabili della Fondazione, è stata di 12 giorni.



## **1.2 – Descrizione del punto e del luogo di rilevazione**

La centralina di monitoraggio è stata collocata nel cortile della Scuola primaria di Torbole Casaglia, sita in via Donatori di Sangue 13. Il punto di rilevazione si trova a 110 m s.l.m. e le coordinate geografiche sono:

Latitudine        N 45° 30' 28''

Longitudine      E 10° 06' 41'' rispetto a Greenwich.

Il sito di monitoraggio si trovava nella parte centrale del centro abitato di Torbole Casaglia, al limitare, sul lato Sud-Est del centro abitato stesso, tra la zona residenziale e la campagna confinante, quest'ultima coperta da campi ad uso coltivo. Il laboratorio mobile è stato posizionato all'interno del cortile della scuola, lungo la recinzione del lato Sud-Est, che dà direttamente sui campi della campagna circostante.

Circa 200 m a Nord-Ovest del punto di monitoraggio corre la Strada Provinciale SP235 (via Mazzini), strada piuttosto trafficata che attraversa per lungo il centro abitato di Torbole Casaglia.

Durante la campagna estiva, per motivazioni logistiche, il laboratorio mobile era stato posizionato all'interno del cortile della scuola media "L. da Vinci", circa 140 m a Nord della posizione scelta per questa campagna invernale.

Lo spostamento del punto di monitoraggio è stato effettuato col fine di allontanare un poco il laboratorio mobile dalla SP235, in quanto strada trafficata e quindi sorgente diretta di inquinanti, ed avvicinarlo invece ai campi della campagna che si estende a Sud-Est del centro abitato di Torbole Casaglia, in modo di caratterizzare meglio il punto come fondo in area suburbana.

Nell'Allegato 6 sono riportate le orto-fotografie che mostrano la dislocazione del punto di monitoraggio all'interno del territorio comunale di Torbole Casaglia ed una rappresentazione fotografica del sito.

Il laboratorio mobile di analisi è rimasto installato nel luogo indicato per tutta la durata della campagna, da Mercoledì 25 Gennaio a Domenica 05 Febbraio 2012.



## **2. AGENTI CHIMICI RICERCATI E MODALITÀ DI ESPRESSIONE DEI RISULTATI**

I parametri ricercati sono quelli contemplati nel Decreto Legislativo n. 155 del 13 Agosto 2010, “Attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”.

In dettaglio, si sono ricercati:

- Particolato Fine (PM10);
- Particolato Respirabile (PM2.5);
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);
- Ozono (O<sub>3</sub>);
- Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>);
- Benzene.

I campionamenti degli inquinanti chimici sono stati effettuati contemporaneamente ai rilievi dei parametri meteorologici:

- velocità del vento;
- direzione del vento;
- temperatura;
- pressione;
- precipitazione;
- umidità relativa;
- irraggiamento solare globale.



Castelmella (BS), rif. AMB-12/0544  
pag. 8 di 25

Le concentrazioni degli inquinanti ricercati sono espresse come medie su diversi periodi, a seconda dei criteri fissati nella normativa di riferimento:

- **media oraria**: media dei valori registrati nell'arco di un'ora;
- **media giornaliera**: media dei valori orari, per i gas; concentrazione media dalle 00.00 alle 24.00, per PM10 e PM2.5;
- **media massima giornaliera su 8 ore**: è il massimo delle medie mobili calcolate su 8 ore; ogni media di 8 ore è assegnata al giorno e all'ora nel quale finisce; così il primo periodo di 8 ore per ogni singolo giorno sarà quello compreso tra le ore 17.00 del giorno precedente e le ore 01.00 del giorno stesso;
- **media annua**: nel caso in esame si fa riferimento alla media dei valori orari sull'intero periodo di osservazione (12 giorni).



### 3. STANDARD NORMATIVI DI RIFERIMENTO

Di seguito, per ciascun inquinante di interesse e a seconda dei casi, vengono riassunti i limiti, i valori obiettivo, i livelli di attenzione o di allarme che sono in vigore in Italia.

Unità di misura:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  = microgrammi di inquinante per  $\text{m}^3$  di aria

$\text{ng}/\text{m}^3$  = nanogrammi di inquinante per  $\text{m}^3$  di aria

#### Particolato Fine (PM10)

<b>PM10</b> (condizioni ambientali)			
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>CONCENTRAZIONE (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</i>
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	1 giorno	<b>50</b> (da non superare più di <b>35</b> volte per anno civile)
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Anno civile	<b>40</b>

#### Particolato Respirabile (PM2.5)

<b>PM2.5</b> (condizioni ambientali)						
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>LIMITE (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</i>	<i>MARGINE TOLLERANZA</i>		<i>LIMITE + MARGINE (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</i>
				<i><math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></i>	<i>anno</i>	
<i>Valore limite</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Anno civile	<b>25</b>	<b>2,2</b>	<b>2012</b>	<b>27,2</b>
				1,5	2013	26,5
				0,8	2014	25,8
				0	2015	25



Ozono

<b>O<sub>3</sub></b> (a 293 K, 101,3 kPa)			
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>CONCENTRAZIONE (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</i>
<i>Soglia di allarme</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	1 ora	<b>240</b> (da non superare per più di <b>3</b> ore consecutive)
<i>Valore obiettivo per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	<b>120</b> (da non superare più di <b>25</b> volte per anno civile come media su 3 anni)
<i>Valore obiettivo per la protezione della vegetazione</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	AOT40 <sup>(*)</sup> (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) da maggio a luglio	<b>18000</b> $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{-h}$ (come media su 5 anni)
<i>Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno civile	<b>120</b>
<i>Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	AOT40 <sup>(*)</sup> (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) da maggio a luglio	<b>6000</b> $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{-h}$

<sup>(\*)</sup> AOT40 = somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , rilevate in un dato periodo di tempo, e 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 08.00 e le 20.00, ora dell'Europa centrale.

Ossidi di Azoto

<b>NO<sub>2</sub></b> (a 293 K, 101,3 kPa)			
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>CONCENTRAZIONE (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</i>
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	1 ora	<b>200</b> (da non superare più di <b>18</b> volte per anno civile)
<i>Soglia di allarme</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Misura su 3 ore consecutive, presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 km <sup>2</sup> , oppure pari all'estensione dell'intera zona o dell'intero agglomerato, nel caso questi siano meno estesi	<b>400</b>
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Anno civile	<b>40</b>
<b>NO<sub>x</sub> [come <math>\mu\text{g}</math> di NO<sub>2</sub>]</b> (a 293 K, 101,3 kPa)			
<i>Livello critico per la protezione della vegetazione</i>	D.lgs. n. 155 13/08/2010	Anno civile	<b>30</b>



Benzene

<b>Benzene</b> (a 293 K, 101,3 kPa)			
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>CONCENTRAZIONE (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</i>
<i>Valore limite</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Anno civile	<b>5</b>

Benzo(a)pirene

<b>Benzo(a)pirene</b> (condizioni ambientali)			
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>CONCENTRAZIONE (<math>\text{ng}/\text{m}^3</math>)</i>
<i>Valore obiettivo</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Anno civile	<b>1,0</b>



#### **4. STRUMENTAZIONE E METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO E DI ANALISI**

Gli analizzatori ed i campionatori sono montati all'interno di un mezzo mobile appositamente predisposto (Renault Master). La strumentazione è conforme al D.Lgs. n. 155 del 13 Agosto 2010 ed alla classificazione U.S. EPA.

La parte informatica, relativa alla trattazione ed all'elaborazione dei dati, è gestita dal software ADAS 3.1, sulla base della vigente legislazione.

Qui di seguito vengono descritte le metodologie di campionamento ed i principi di misura utilizzati per il rilevamento dei vari inquinanti.

##### **Particolato Fine (PM10)**

###### **Metodo Accreditato ACCREDIA**

Determinazione della concentrazione di PM10 effettuata mediante gravimetria, secondo l'allegato VI, punto 4, del Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010, conformemente alla normativa europea UNI EN 12341:2001. Il volume d'aria, campionato a 2,3 m<sup>3</sup>/h e filtrato, viene riferito alle condizioni ambientali (c.a.).

Campionamento con campionatore sequenziale SKYPOST PM – TCR TECORA.

##### **Particolato Respirabile (PM2.5)**

###### **Metodo Accreditato ACCREDIA**

Determinazione della concentrazione di PM2.5 effettuata mediante gravimetria, secondo l'allegato VI, punto 5, del Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010, conformemente alla normativa europea UNI EN 14907:2005. Il volume d'aria, campionato a 2,3 m<sup>3</sup>/h e filtrato, viene riferito alle condizioni ambientali (c.a.).

Campionamento con campionatore sequenziale SKYPOST PM – TCR TECORA.



Castelmella (BS), rif. AMB-12/0544  
pag. 13 di 25

### **Benzo(a)pirene – Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)**

#### **Metodo accreditato ACCREDIA**

Secondo l'allegato VI, punto 10, del Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010, conformemente alla normativa europea UNI EN 15549:2008, determinazione gas-cromatografica degli Idrocarburi Policiclici Aromatici sulla frazione toracica del materiale particolato (PM10), campionata a 2,3 m<sup>3</sup>/h e filtrata.

Rivelazione: spettrometria di massa (HRGC/MS – SIM); limite di sensibilità: 0,1 ng/m<sup>3</sup>.

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

#### **Metodo accreditato ACCREDIA**

Determinazione della concentrazione dell'Ozono mediante fotometria ultravioletta, secondo l'allegato VI, punto 8, del Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010, conformemente alla normativa europea UNI EN 14625:2005. Tale determinazione è basata sull'irraggiamento del campione d'aria con radiazione monocromatica ultravioletta di lunghezza d'onda centrata sui 253,7 nm; l'assorbimento di tale radiazione fornisce una misura della concentrazione di Ozono nel campione.

Campionamento e dosaggio con analizzatore ad assorbimento UV HORIBA APOA-360.

### **Ossidi di Azoto (NO e NO<sub>2</sub>)**

#### **Metodo accreditato ACCREDIA**

Determinazione della concentrazione degli Ossidi di Azoto mediante chemiluminescenza, secondo l'allegato VI, punto 2, del Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010, conformemente alla normativa europea UNI EN 14211:2005. Tale determinazione è basata sull'emissione da parte del Biossido di Azoto eccitato (NO<sub>2</sub>\*), formatosi in seguito alla reazione del Monossido di Azoto con Ozono in eccesso in una camera di reazione, di radiazione con lunghezza d'onda attorno ai 1200 nm (NIR); l'intensità della radiazione è proporzionale alla concentrazione del Monossido di Azoto. Il Biossido di Azoto viene ridotto a Monossido di Azoto in un convertitore e, quindi, analizzato.

Campionamento e dosaggio con analizzatore a chemiluminescenza HORIBA APNA-360.



Castelmella (BS), rif. AMB-12/0544  
pag. 14 di 25

## **Benzene**

### **Metodo accreditato ACCREDIA**

Determinazione della concentrazione di Benzene mediante analizzatore automatico gascromatografo, con rivelatore a fotoionizzazione PID, secondo l'allegato VI, punto 6, del Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010, conformemente alla normativa europea UNI EN 14662:2005, parte 3.

Campionamento e dosaggio con analizzatore automatico SYNSPEC GC 955.



## **5. PARAMETRI METEOROLOGICI**

La rilevazione dei parametri meteorologici è stata effettuata mediante sonde specifiche collegate ad un acquisitore–elaboratore appositamente progettato per misure esterne.

La stazione meteorologica è costituita da:

- sensore combinato di velocità e direzione del vento NESA;
- sensore combinato di temperatura atmosferica e umidità relativa NESA;
- sensore di pressione atmosferica NESA;
- sensore di radiazione solare totale NESA;
- sensore di precipitazione NESA.

La parte informatica, relativa alla trattazione ed alla elaborazione dei dati, è gestita dal software ADAS 3.1, sulla base della vigente legislazione.



## 6. RISULTATI DELLE MISURAZIONI

I risultati delle misure effettuate durante la campagna sono illustrati negli allegati alla presente relazione. I dati in forma tabellare precedono quelli in forma grafica.

**Allegato 1 – PM10 e PM2.5:** vengono riportate in **tabella** ed in **grafici** le concentrazioni medie giornaliere, in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , relative al periodo 25 Gennaio ÷ 05 Febbraio 2012. I valori sono riferiti alle condizioni ambientali (c.a.). Vengono riportate anche le medie sull'intero periodo di campionamento e le precipitazioni meteoriche. In grafico sono riportati infine i confronti con i limiti normativi vigenti.

**Allegato 2 – Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA):** vengono riportate in **tabella e grafico** le concentrazioni medie su 48 ore, in  $\text{ng}/\text{m}^3$ , dei singoli inquinanti, relative al periodo 25 Gennaio ÷ 05 Febbraio 2012. I valori sono riferiti alle condizioni ambientali (c.a.).

**Allegato 3/a – Inquinanti gassosi ( $\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_x$ ):** sono riportate in **tabelle** giornaliere le concentrazioni medie orarie e giornaliere, in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dei singoli inquinanti, relative al periodo 25 Gennaio ÷ 05 Febbraio 2012. I dati sono riferiti alle condizioni standard (S.c.: 20°C e 1013 mbar). Per l'Ozono è riportata anche la media mobile calcolata su 8 ore, in cui ad ogni ora è attribuita la media delle 8 ore precedenti.

**Allegato 3/b – Inquinanti gassosi ( $\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_x$ ):** in **grafici** sono riportate le concentrazioni medie orarie, in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dei singoli inquinanti, relative al periodo 25 Gennaio ÷ 05 Febbraio 2012, e, dove previsti, sono riportati i confronti con i corrispondenti valori limite. Per l'Ozono è riportata anche la media mobile calcolata su 8 ore, in cui ad ogni ora è attribuita la media delle 8 ore precedenti. Tutti i dati sono riferiti alle condizioni standard (S.c.: 20°C e 1013 mbar).



Castelmella (BS), rif. AMB-12/0544  
pag. 17 di 25

**Allegato 4/a** – Benzene: sono riportate in **tabelle** giornaliere le concentrazioni medie orarie e giornaliere di Benzene, in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , relative al periodo 25 Gennaio ÷ 05 Febbraio 2012. I dati sono riferiti alle condizioni standard (S.c.: 20°C e 1013 mbar).

**Allegato 4/b** – Benzene: in **grafico** sono riportati le concentrazioni medie orarie di Benzene, relative al periodo 25 Gennaio ÷ 05 Febbraio 2012, ed il confronto con il corrispondente valore limite. Tutti i dati sono riferiti alle condizioni standard (S.c.: 20°C e 1013 mbar).

**Allegato 5/a** – Parametri meteorologici: sono riportati in **tabelle** giornaliere i valori medi orari e giornalieri dei parametri meteorologici misurati, relativi al periodo 25 Gennaio ÷ 05 Febbraio 2012. Sono riportate anche le rose dei venti giornaliere.

**Allegato 5/b** – Parametri meteorologici: sono riportati in **grafici** gli andamenti dei valori medi orari dei parametri meteorologici misurati, relativi al periodo 25 Gennaio ÷ 05 Febbraio 2012.

**Allegato 6** – Fotografie del punto di rilievo.



## **7. OSSERVAZIONI (non oggetto di accreditamento ACCREDIA)**

Il numero di misure disponibili non consente un confronto diretto e significativo con alcuni dei limiti statistici previsti dalla normativa sugli standards di qualità dell'aria, poiché questi fanno riferimento a periodi molto più prolungati (anche un intero anno di misure). Di seguito si farà dunque riferimento solo ai limiti su base oraria o giornaliera.

### **7.1 – Parametri meteorologici**

I valori rilevati sono riportati in dettaglio negli allegati 5/a e 5/b, dove appaiono in tabelle e grafici le medie orarie e le medie giornaliere.

I giorni monitorati sono risultati in generale moderatamente ventilati, con un valore medio della velocità del vento sull'intero periodo di 1,28 m/s ed un valore massimo di 4,30 m/s, registrato tra le 12.00 e le 13.00 di Domenica 29 Gennaio. I periodi di calma di vento (velocità del vento inferiore a 0,3 m/s) sono stati praticamente assenti.

Come si evince dall'Allegato 5/b, pag. 4 di 4, i venti hanno soffiato un po' da tutte le direzioni, salvo che da Nord, con prevalenza da quattro settori principali: Ovest-Sud-Ovest (15% del tempo complessivo), Ovest (14% del tempo complessivo), Sud-Ovest (10% del tempo complessivo) e Ovest-Nord-Ovest (10% del tempo complessivo).

Il punto di monitoraggio è risultato sottovento rispetto alla Strada Provinciale SP235, che corre circa 200 m a Nord-Ovest del punto stesso, per circa un terzo del periodo complessivo della campagna, in particolare nelle prime due giornate di monitoraggio e nelle ultime giornate, a partire dal 01 Febbraio, come si evince dalle rose dei venti giornaliere, riportate nell'Allegato 5/a.

La campagna di monitoraggio è stata caratterizzata da una pressione atmosferica media di 1004,9 hPa, abbastanza in linea con la pressione teorica all'altitudine in cui si trova il sito di misura (1000 hPa teorici), con un minimo di 998,7 hPa ed un massimo di 1009,5 hPa.



Castelmella (BS), rif. AMB-12/0544  
pag. 19 di 25

Durante la campagna di monitoraggio si sono avute precipitazioni di carattere nevoso nelle giornate di Mercoledì 01 e Giovedì 02 Febbraio; queste non sono tuttavia correttamente quantificabili tramite il pluviometro utilizzato.

## **7.2 – Particolato Fine (PM10) e Particolato Respirabile (PM2.5)**

Le concentrazioni rilevate sono espresse in forma tabellare e grafica nell'Allegato 1.

Per il PM10, la normativa nazionale (D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010) indica un valore limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , da non superare più di 35 volte per anno civile. I valori di concentrazione registrati durante i 12 giorni di monitoraggio sono risultati quasi tutti superiori a tale limite, ad eccezione di quello registrato la prima giornata, comunque prossimo al limite stesso. Il valore massimo riscontrato è stato di  $79,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , registrato nella giornata di Domenica 05 Febbraio.

La media delle concentrazioni osservate durante l'intero periodo di monitoraggio è stata di  $61,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , pari a circa una volta e mezza il valore limite di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , indicato dal D.Lgs. n. 155 come media delle concentrazioni giornaliere nell'arco di un intero anno solare. Va comunque ricordato che una campagna di monitoraggio di 12 giorni non può essere considerata rappresentativa di un intero anno.

L'andamento dei valori di concentrazione di PM2.5 segue fedelmente quello del PM10.

Il valore massimo di concentrazione riscontrato per il PM2.5 è stato di  $72,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , registrato anch'esso Domenica 05 Febbraio, mentre la concentrazione media sull'intero periodo di monitoraggio è stata di  $52,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Quest'ultima è risultata pertanto pari a circa il doppio del valore limite europeo di  $27,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (comprensivo del margine di tolleranza per il 2011; tale valore limite si ridurrà a  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il 2015), indicato dal D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010, come limite per la concentrazione media sull'anno civile. Anche in questo caso va sottolineato che una campagna di 12 giorni non può essere comunque considerata rappresentativa di un intero anno.



Castelmella (BS), rif. AMB-12/0544  
pag. 20 di 25

In generale, come atteso per la stagione invernale, i valori di concentrazione riscontrati sia per il PM10 sia per il PM2.5 sono risultati un poco più alti di quelli rilevati nella campagna estiva (concentrazione media rilevata per il PM10: 43,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; concentrazione media rilevata per il PM2.5: 30,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ).

Nel seguito, per una più immediata valutazione, sono ripresi gli standard di riferimento (vedi paragrafo 3) e sono confrontati con i valori medi e massimi rilevati.

<b>PM10</b> (condizioni ambientali)					
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO</i>	<i>LIMITE</i> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<i>VALORE MAX RILEVATO</i> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<i>VALORE MEDIO RILEVATO</i> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
				<i>Scuola primaria</i>	<i>Scuola primaria</i>
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	1 giorno	<b>50</b> (da non superare più di <b>35</b> volte per anno civile)	<b>79,4</b>	<b>61,9</b>
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Anno civile	<b>40</b>	/	<b>61,9</b>

<b>PM2.5</b> (condizioni ambientali)					
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO</i>	<i>LIMITE +MARGINE</i> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<i>VALORE MAX RILEVATO</i> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<i>VALORE MEDIO RILEVATO</i> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
				<i>Scuola primaria</i>	<i>Scuola primaria</i>
<i>Valore limite</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Anno civile	<b>25 + 2,2 = 27,2</b>	<b>72,3</b>	<b>52,5</b>

### **7.3 – Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)**

Le concentrazioni rilevate sono espresse in forma tabellare e grafica nell'Allegato 2.

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici che sono stati considerati sono il Benzo(a)pirene, unico IPA per il quale la normativa nazionale (D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010) preveda un valore obiettivo di 1,0  $\text{ng}/\text{m}^3$ , espresso come



Castelmella (BS), rif. AMB-12/0544  
pag. 21 di 25

media sull'anno civile, e altri sei IPA, Benzo(a)antracene, Benzo(b+j+k)fluorantene, Dibenzo(a,h)antracene e Indeno(1,2,3-c,d)pirene, i quali erano indicati dalla precedente normativa nazionale (D.Lgs. n. 152 del 03/08/2007) come sostanze da tenere sotto misurazione, pur non essendo per esse specificato alcun valore limite. I valori di concentrazione di tali inquinanti sono stati rilevati come medie sulle 48 ore, per un totale di 6 rilevamenti.

I valori di concentrazione medi sulle 48 ore riscontrati per il Benzo(a)pirene sono risultati abbastanza significativi, con un valore medio sull'intero periodo di monitoraggio di 1,43 ng/m<sup>3</sup>, un poco superiore al valore obiettivo annuale di 1,0 ng/m<sup>3</sup>, fissato dalla normativa nazionale. Anche in questo caso va comunque osservato che una campagna di breve durata quale quella effettuata non può essere considerata rappresentativa di un intero anno.

Il valore massimo riscontrato è stato di 2,23 ng/m<sup>3</sup>, registrato nei giorni Mercoledì 25 – Giovedì 26 Gennaio.

Gli altri IPA considerati mostrano valori di concentrazione dell'ordine di quelli del Benzo(a)pirene (valori medi sull'intero periodo di campionamento: Benzo(a)antracene 1,29 ng/m<sup>3</sup>, Benzo(b+j+k)fluorantene 3,69 ng/m<sup>3</sup>, Indeno(1,2,3-c,d)pirene 0,87 ng/m<sup>3</sup>), con l'eccezione del Dibenzo(a,h)antracene, che presenta valori un ordine di grandezza più piccoli (media sull'intero periodo di campionamento: 0,08 ng/m<sup>3</sup>).

Nel seguito, per una più immediata valutazione, sono ripresi gli standard di riferimento (vedi paragrafo 3) e sono confrontati con i valori medi e massimi di concentrazione rilevati.

<b>Benzo(a)pirene</b> (condizioni ambientali)					
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO</i>	<i>LIMITE</i> (ng/m <sup>3</sup> )	<i>VALORE MAX</i> <i>RILEVATO</i> (ng/m <sup>3</sup> )	<i>VALORE MEDIO</i> <i>RILEVATO</i> (ng/m <sup>3</sup> )
				<i>Scuola primaria</i>	<i>Scuola primaria</i>
<i>Valore obiettivo</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Anno civile	<b>1,0</b>	<b>2,23</b>	<b>1,43</b>



#### **7.4 – Inquinanti gassosi: Ozono, Ossidi di Azoto**

##### **Ozono**

Le medie orarie, su 8 ore e giornaliere sono presentate in forma tabellare e grafica negli Allegati 3/a e 3/b.

Come atteso durante la stagione fredda, a causa dello scarso irraggiamento solare, i valori di concentrazione osservati per l'Ozono sono risultati abbastanza bassi. Seppur non così regolare nelle giornate centrali del periodo di monitoraggio, più nuvolose e con episodi di precipitazioni nevose, abbastanza evidente è il tipico andamento ciclico giornaliero, con un picco principale attorno alle ore 14.00.

La normativa nazionale (D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010) fissa per l'Ozono una soglia di allarme di  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , come media oraria, da non superare per più di 3 ore consecutive. Le concentrazioni orarie rilevate sono risultate sempre ben inferiori a tale valore, con un massimo di  $67,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , registrato tra le 14.00 e le 15.00 di Domenica 29 Gennaio, pari al 28% della soglia oraria di allarme.

Il D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010 fissa per l'Ozono anche un valore obiettivo come concentrazione media sulle 8 ore massima giornaliera, pari a  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , inteso come valore da non superare per più di 25 volte per anno civile, come media su 3 anni. Tale valore bersaglio non risulta essere mai stato superato; il valore massimo raggiunto è stato di  $60,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , registrato nella giornata di Domenica 29 Gennaio, come concentrazione media sulle 8 ore tra le 10.00 e le 18.00, pari a metà del valore bersaglio.

Nel seguito, per una più immediata valutazione, sono ripresi gli standard di riferimento (vedi paragrafo 3) e sono confrontati con i valori medi e massimi di concentrazione rilevati.



<b>O<sub>3</sub></b> (a 293 K, 101,3 kPa)					
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO</i>	<i>LIMITE</i> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<i>VALORE MAX RILEVATO</i> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<i>VALORE MEDIO RILEVATO</i> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
				<i>Scuola primaria</i>	<i>Scuola primaria</i>
<i>Soglia di allarme</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	1 ora	<b>240</b> (da non superare per più di <b>3</b> ore consecutive)	<b>67,4</b>	<b>19,0</b>
<i>Valore obiettivo per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Media su 8 ore massima giornaliera	<b>120</b> (da non superare più di <b>25</b> volte per anno civile come media su 3 anni)	<b>60,3</b>	<b>36,2</b>

### Ossidi di Azoto

Le medie orarie e giornaliere sono presentate in forma tabellare e grafica negli Allegati 3/a e 3/b.

Come atteso, le concentrazioni degli Ossidi di Azoto, per le reazioni implicate nel fenomeno dello “smog fotochimico”, seguono in generale un andamento giornaliero opposto a quello dell’Ozono, con minimi in corrispondenza dei picchi di concentrazione di Ozono e viceversa. Tale andamento è abbastanza regolare, soprattutto nelle prime giornate, con evidenti i due picchi tipici, legati al traffico veicolare, uno attorno alle 08.00 di mattina e l’altro attorno alle 18.00-20.00 la sera. Ben marcati nei primi giorni, tali picchi tendono a smorzarsi nei finesettimana e nelle giornate in cui ha nevicato.

Il D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010 fissa per il Biossido di Azoto un limite orario di concentrazione per la protezione della salute umana pari a  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , come valore da non superare più di 18 volte per anno civile. Tale limite non risulta essere mai stato superato, essendo stato rilevato un valore massimo di concentrazione di  $132,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , registrato tra le 20.00 e le 21.00 di Giovedì 26 Gennaio, pari al 66% del valore limite nazionale.

Per il Biossido di Azoto viene fissato anche un valore limite per la protezione della salute umana pari a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , come media sull’anno civile. Pur ricordando ancora che una campagna di monitoraggio di 12 giorni



Castelmella (BS), rif. AMB-12/0544  
pag. 24 di 25

non può essere considerata rappresentativa di un intero anno, si osserva che il valore medio di concentrazione rilevato sull'intero periodo di monitoraggio, pari a  $50,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , è risultato un poco superiore a tale limite annuale.

I valori di concentrazione del Monossido di Azoto sono risultati in generale relativamente significativi, con alcuni picchi marcati. Il valore massimo di concentrazione riscontrato è stato di  $268,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , registrato tra le 08.00 e le 09.00 di Giovedì 26 Gennaio, in concomitanza con quello per gli Ossidi Totali di Azoto, pari a  $520,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Per questi inquinanti non esistono valori limite orari. Per gli Ossidi Totali è tuttavia disponibile un livello critico per la protezione della vegetazione, come concentrazione media annua, pari a  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , fissato sempre dal D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010. La concentrazione media rilevata sull'intero periodo di monitoraggio, pari a  $92,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , è risultata pari a circa tre volte tale livello critico, ma va ancora ricordato che la media su 12 giorni non può essere considerata rappresentativa di un intero anno solare.

Nel seguito, per una più immediata valutazione, sono ripresi gli standard di riferimento (vedi paragrafo 3) e sono confrontati con i valori medi e massimi rilevati.

<b>NO<sub>2</sub></b> (a 293 K, 101,3 kPa)					
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO</i>	<i>LIMITE</i> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<i>VALORE MAX RILEVATO</i> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<i>VALORE MEDIO RILEVATO</i> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
				<i>Scuola primaria</i>	<i>Scuola primaria</i>
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	1 ora	<b>200</b> (da non superare più di <b>18</b> volte per anno civile)	<b>132,1</b>	<b>50,6</b>
<i>50,6 Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Anno civile	<b>40</b>	/	<b>50,6</b>
<b>NO<sub>x</sub></b> [come $\mu\text{g}$ di NO <sub>2</sub> ] (a 293 K, 101,3 kPa)					
<i>Livello critico per la protezione della vegetazione</i>	D.lgs. n. 155 13/08/2010	Anno civile	<b>30</b>	<b>520,2</b>	<b>92,3</b>



## 7.5 – Benzene

Le medie orarie e giornaliere sono presentate in forma tabellare e grafica negli Allegati 4/a e 4/b.

L'andamento dei valori di concentrazione di Benzene segue fedelmente quello degli Ossidi di Azoto, con picchi negli stessi orari, legati al traffico veicolare.

Il D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010 fissa per il Benzene un valore limite di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , espresso come concentrazione media sull'anno civile. I valori di concentrazione orari rilevati sono risultati sempre inferiori a tale limite annuo, essendo stato rilevato un valore massimo di  $4,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , registrato tra le 20.00 e le 21.00 di Giovedì 26 Gennaio.

La concentrazione media sull'intero periodo di campionamento, di  $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , è risultata quindi pari a circa un quarto del valore limite annuale. Va comunque nuovamente ricordato che la media su 12 giorni di monitoraggio non può essere considerata rappresentativa di un intero anno.

Nel seguito, per una più immediata valutazione, sono ripresi gli standard di riferimento (vedi paragrafo 3) e sono confrontati con i valori medi e massimi di concentrazione rilevati.

<b>Benzene</b> (a 293 K, 101,3 kPa)					
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO</i>	<i>LIMITE</i> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<i>VALORE MAX RILEVATO</i> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<i>VALORE MEDIO RILEVATO</i> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
				<i>Scuola primaria</i>	<i>Scuola primaria</i>
<i>Valore limite</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Anno civile	<b>5</b>	<b>4,6</b>	<b>1,3</b>