

Rif. AMB-13/0975  
Documento di 50 pagine  
e di 1 allegato

**INDAGINE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA  
AGENTI CHIMICI**

**Progetto “Franciacorta Sostenibile”**

**Insedimenti:**           **Comuni di Ome, Paderno Franciacorta,  
Cazzago San Martino, Provaglio d’Iseo, Cellatica**

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

Castelmella (BS) 06/06/2013

<b>Redatta</b> Dott. Luigi Carbut	<b>Verificata</b> Dott.ssa chim. Livia Lelli	<b>Approvata</b> Dott. chim. Umberto Vergine
--------------------------------------	---	---





## INDICE

1.	PREMESSA	pag. 5
	1.1 Obiettivi dell'indagine	
	1.2 Descrizione dei punti e dei luoghi di rilevazione	
2.	AGENTI CHIMICI RICERCATI E MODALITÀ DI ESPRESSIONE DEI RISULTATI	pag. 10
3.	STANDARD NORMATIVI DI RIFERIMENTO	pag. 12
4.	STRUMENTAZIONE E METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO E DI ANALISI	pag. 15
5.	PARAMETRI METEOROLOGICI	pag. 17
6.	RISULTATI DELLE MISURAZIONI, OSSERVAZIONI E CONFRONTI	pag. 18
	6.1 Particolato Fine (PM10)	
	6.2 Particolato Respirabile (PM2.5)	
	6.3 Ozono (O <sub>3</sub> )	
	6.4 Biossido di Azoto (NO <sub>2</sub> )	
	6.5 Benzene	
7.	INDICE DI QUALITÀ DELL'ARIA (IQA)	pag. 43
	7.1 L'indice di qualità dell'aria dell'Emilia Romagna	
	7.2 Applicazione dell'indice IQA alle campagne della Franciacorta	



Castelmella (BS), rif. AMB-13/0975  
pag. 4 di 50

## **ALLEGATI**

**Allegato 1:**                    *Ortofotografie*



## **1. PREMESSA**

### **1.1 – Obiettivi dell'indagine**

L'indagine è stata commissionata dalla Fondazione Cogeme Onlus e si inserisce all'interno del progetto "FRANCIACORTA SOSTENIBILE", avviato nel 2010 dalla Fondazione con la collaborazione di alcuni comuni della Franciacorta, 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 cinque/sei comuni della Franciacorta, che variano di anno in anno, alcuni inquinanti importanti per determinare le attuali condizioni ambientali della regione e come esse evolvano nel tempo.

In ciascuno dei cinque comuni considerati nella presente indagine, i monitoraggi sono stati effettuati al momento nella stagione fredda; essi verranno ripetuti nel periodo estivo per valutare le differenze caratteristiche tra i due periodi e dare un quadro più completo della qualità dell'aria nella regione della Franciacorta.

I risultati ottenuti nella presente campagna sono stati confrontati (si veda il capitolo 6) con i dati rilevati, nello stesso periodo, dalle stazioni della rete di monitoraggio dell'ARPA Lombardia, resi disponibili sul sito <http://ita.arpalombardia.it/ITA/qaria/Home.asp>. Sono stati inoltre utilizzati per il calcolo dell'Indice di Qualità dell'Aria (IQA; si veda il capitolo 7), definito come "una grandezza adimensionale rappresentativa dello stato complessivo dell'inquinamento atmosferico".

Per lo studio in oggetto, la Fondazione Cogeme Onlus ha distinto i comuni della Franciacorta in tre tipologie di sito di monitoraggio, ciascuna riproposta in due/tre comuni differenti: sono così state effettuate tre campagne di monitoraggio in prossimità di arterie stradali di rilievo dal punto di vista del traffico veicolare (presso i comuni di Ome, Cazzago San Martino e Provaglio d'Iseo) e due campagne in aree di contesto di tipo suburbano (presso i comuni di Paderno Franciacorta e Cellatica). La terza tipologia di sito è quella di centro abitato; una campagna in corrispondenza di un punto di tale tipologia sarà effettuata nel periodo estivo, quando verrà monitorato un sesto comune.



Le campagne nei cinque comuni, della durata di 13 giorni ciascuna, sono state effettuate una di seguito all'altra, nel periodo che complessivamente va dal 04 Febbraio al 27 Marzo 2013. Nella parte finale del periodo complessivo si è riusciti ad effettuare in contemporanea il monitoraggio in due punti distinti, scelti in modo da essere di differente tipologia, al fine di poter valutare meglio eventuali differenze tra le tipologie stesse.

Nella tabella seguente viene riportato come si sono articolate le cinque campagne, indicando per ciascuna, oltre al sito ed al periodo di monitoraggio, anche la tipologia del punto di rilevamento ed il riferimento al rapporto di prova del nostro laboratorio in cui sono stati riportati in dettaglio i dati riscontrati.

<b>Punto</b>	<b>Sito</b>	<b>Periodo di monitoraggio</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Relazione</b>
<b>A</b>	Comune di Ome Depuratore, via Provinciale	01 Febbraio ÷ 13 Febbraio 2013	Traffico da arteria stradale	AMB-13/0804
<b>B</b>	Comune di Paderno Franciacorta Parcheggio, via Romanino	15 Febbraio ÷ 27 Febbraio 2013	Fondo in zona suburbana	AMB-13/0805
<b>C</b>	Comune di Cazzago San Martino Cimitero, via Bonfadina	01 Marzo ÷ 13 Marzo 2013	Traffico da arteria stradale	AMB-13/0806
<b>D</b>	Comune di Provaglio d'Iseo Parcheggio, via Sebina	15 Marzo ÷ 27 Marzo 2013	Traffico da arteria stradale	AMB-13/0807
<b>E</b>	Comune di Cellatica Campo 2, via Breda Vecchia	15 Marzo ÷ 27 Marzo 2013	Fondo in zona suburbana	AMB-13/0808

Per il monitoraggio degli inquinanti sono state utilizzate due centraline mobili di rilevamento fatte approntare appositamente dalla Fondazione (centraline ETL-BUS, allestite da Unitec s.r.l.), dotate di rilevatori/sensori che sfruttano tecnologie alternative a quelle tradizionali previste dalla normativa nazionale per il monitoraggio della qualità dell'aria, i quali risultano in una minore precisione, a vantaggio di una certa versatilità ed economia di gestione.

Tali centraline consentono il rilevamento dei seguenti parametri: Particolato Fine (PM10), Particolato Respirabile (PM2.5), Ozono, Biossido di Azoto, Benzene e parametri meteorologici.



## **1.2 – Descrizione dei punti e dei luoghi di rilevazione**

Vengono qui brevemente descritti i cinque punti di monitoraggio nei quali sono stati installati i laboratori mobili. Nell'Allegato 1 sono riportate le ortofotografie che rappresentano la collocazione dei cinque punti all'interno del territorio della Franciacorta.

### **Punto A – Ome – Depuratore, via Provinciale**

La centralina di rilevamento è stata collocata nel territorio del comune di Ome, lungo il corso di via Provinciale, in corrispondenza del depuratore di Ome. Il punto di rilevazione si trova a 200 m s.l.m. e le coordinate geografiche sono:

Latitudine        N 45° 36' 41''

Longitudine      E 10° 07' 06'' rispetto a Greenwich.

Il sito di monitoraggio si trova circa 1,5 km a Sud del centro abitato di Ome e circa 1,5 km a Nord-Est del centro abitato di Rodengo Saiano, lungo la strada provinciale che collega tra di loro i due comuni; esso si caratterizza, pertanto, come punto di traffico da arteria stradale.

Il punto di rilevazione è sito in una zona collinare, circondato da boschi e qualche edificio sparso.

### **Punto B – Paderno Franciacorta – Parcheggio, via Romanino**

La centralina di rilevamento è stata collocata nel territorio del comune di Paderno Franciacorta, nel parcheggio di via Romanino, davanti all'ingresso del Bocciodromo. Il punto di rilevazione si trova a 170 m s.l.m. e le coordinate geografiche sono:

Latitudine        N 45° 34' 56''

Longitudine      E 10° 04' 37'' rispetto a Greenwich.

Il sito di monitoraggio si trova nella zona dei campi sportivi, al limitare Sud del centro abitato di Paderno Franciacorta. A Nord del punto di rilevazione si estende l'area residenziale, mentre a Sud si estendono campi ad uso coltivo. Il sito si caratterizza, pertanto, come punto di fondo in zona suburbana.



### **Punto C – Cazzago San Martino – Cimitero, via Bonfadina**

La centralina di rilevamento è stata collocata nel territorio del comune di Cazzago San Martino, nel parcheggio del cimitero. Il punto di rilevazione si trova a 181 m s.l.m. e le coordinate geografiche sono:

Latitudine        N 45° 34' 29''

Longitudine      E 10° 01' 41'' rispetto a Greenwich.

Il sito di monitoraggio si trova in un'area di campagna, circondato da campi ad uso coltivo, a metà strada tra il centro abitato di Cazzago San Martino, che si estende circa 200 m a Nord del punto di rilevazione, e la zona industriale in località Bonfadina, che si estende a Sud, a circa 300 m di distanza dal punto.

Il parcheggio del cimitero è situato appena a lato di via Bonfadina, strada piuttosto trafficata che esce dal centro abitato di Cazzago san Martino, dirigendosi verso Sud, collegandolo alla Strada Statale SS11. Il sito si caratterizza, pertanto, come punto di traffico da arteria stradale.

Circa 200 m a Sud del punto di monitoraggio corre l'Autostrada A4 Brescia-Milano, che delimita a Nord la zona industriale, correndo lungo la direzione Est-Sud-Est/Ovest-Nord-Ovest.

### **Punto D – Provaglio d'Iseo – Parcheggio, via Sebina**

La centralina di rilevamento è stata collocata nel parcheggio a lato di via Sebina, di fronte al cimitero di Provaglio d'Iseo. Il punto di rilevazione si trova a 217 m s.l.m. e le coordinate geografiche sono:

Latitudine        N 45° 37' 57''

Longitudine      E 10° 02' 47'' rispetto a Greenwich.

Il sito di monitoraggio si trova all'interno del centro abitato di Provaglio d'Iseo. Via Sebina è una strada piuttosto trafficata che attraversa il centro abitato lungo la direzione Nord-Ovest/Sud-Est. Il sito si caratterizza, pertanto, come punto di traffico da arteria stradale.





Castelmella (BS), rif. AMB-13/0975  
pag. 9 di 50

**Punto E – Cellatica – Campo 2, via Breda Vecchia**

La centralina di rilevamento è stata collocata nella zona dei campi sportivi del comune di Cellatica, in via Breda Vecchia, nel prato antistante gli spogliatoi del Campo 2. Il punto di rilevazione si trova a 146 m s.l.m. e le coordinate geografiche sono:

Latitudine        N 45° 34' 50''

Longitudine      E 10° 10' 29'' rispetto a Greenwich.

Il sito di monitoraggio si trova in un'area di campagna, circondato da campi ad uso coltivo, situato a Sud-Ovest del centro abitato di Cellatica e ad Est della zona industriale. Esso si caratterizza, pertanto, come punto di fondo in zona suburbana.

Circa 160 m a Nord-Est del punto di monitoraggio corre la Strada Provinciale SP10, che delimita il centro abitato di Cellatica.



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

I parametri ricercati sono tra 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”, e nel Decreto Legislativo n. 250 del 24 Dicembre 2012, “Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 Agosto 2010, n. 155, recante 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);
- Ozono (O<sub>3</sub>);
- Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>);
- Benzene.

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

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



Castelmella (BS), rif. AMB-13/0975  
pag. 11 di 50

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 dalle 00.00 alle 24.00, 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 nei quali 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 misurati sull'intero periodo di osservazione (13 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, previsti dal D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010..

Unità di misura:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  = microgrammi 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>1</b>	<b>2013</b>	<b>26</b>
				1	2014	26
				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> $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{-h}$

(\*) 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.

Biossido 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 $100 \text{ km}^2$ , 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>



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>



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

Per il rilevamento degli inquinanti sono state utilizzate due centraline mobili (ETL-BUS), che la Fondazione Cogeme ha fatto approntare appositamente per i monitoraggi del Progetto “Franciacorta Sostenibile” dalla Unitec s.r.l., dotate di rilevatori/sensori che utilizzano tecnologie differenti da quelle dei metodi tradizionali previsti dalla normativa nazionale, consentendo però una certa versatilità e un abbassamento nei costi di gestione.

Tali strumenti non sono conformi al D.Lgs. n. 155 del 13 Agosto 2010; tuttavia, per poter fornire dei risultati attendibili, si è proceduto ad una validazione dei dati forniti dalla centralina della Fondazione mediante l’effettuazione di una campagna di confronto con gli strumenti/metodi di riferimento previsti dalla normativa.

Ciascuna delle due centraline ETL-BUS è dotata di un set di 3 sensori SENS3000, per il rilevamento degli inquinanti gassosi, e di un’unità per il rilevamento del materiale particellare. Qui di seguito vengono brevemente descritte le metodologie di campionamento ed i principi di misura utilizzati per il rilevamento dei vari inquinanti.

##### **Ozono (O<sub>3</sub>), Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>) e Benzene – Centraline ETL-BUS n. 1 e n. 2**

La determinazione della concentrazione dei tre inquinati gassosi è effettuata mediante centralina ETL3000 sviluppata dalla Unitec s.r.l., dotata di tre **sensori SENS3000 a film spesso**, per il monitoraggio in continuo rispettivamente di Ozono, Biossido di Azoto e Benzene. I sensori SENS3000 sono dispositivi in grado di trasformare la specifica interazione chimica della superficie attiva del sensore con un determinato analita (gas) in un segnale elettrico misurabile e direttamente correlabile alla concentrazione dell’analita stesso.

La parte informatica, relativa all’acquisizione ed al trattamento dei dati della centralina, è gestita per mezzo del software @Com3000, sviluppato dalla Unitec s.r.l.

Campi di misura:	- Ozono:	20 ÷ 500 µg/m <sup>3</sup> ;
	- Biossido di Azoto:	0 ÷ 500 µg/m <sup>3</sup> ;
	- Benzene:	0 ÷ 100 µg/m <sup>3</sup> ;



### **Particolato Fine (PM10) e Particolato Respirabile (PM2.5) – Centralina ETL-BUS n. 1**

La determinazione della concentrazione di PM10 e PM2.5 è effettuata mediante **contaparticelle OSIRIS** della Turnkey Instruments Ltd, che consente il rilevamento in continuo della concentrazione in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  di Particolato Totale (PTS), PM10, PM2.5 e PM1, mediante tecnologia a *light scattering*. L'aria campionata, aspirata ad un flusso costante di 600 cc/min, passa attraverso un raggio laser in un fotometro, dove viene rilevata la luce diffratta dalle particelle di polvere presenti nell'aria.

La parte informatica, relativa all'acquisizione ed al trattamento dei dati del contaparticelle, è gestita per mezzo del software AirQ32, sviluppato per sistema operativo Windows dalla Turnkey Instruments Ltd.

Campo di misura:  $0 \div 6000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### **Particolato Fine (PM10) e Particolato Respirabile (PM2.5) – Centralina ETL-BUS n. 2**

La determinazione della concentrazione di PM10 e PM2.5 è effettuata mediante **nefelometro pDR-1500** della Thermo Scientific, che consente il rilevamento in continuo della concentrazione in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  di PM10 e PM2.5, mediante tecnologia a *light scattering*. L'aria campionata, aspirata ad un flusso costante di 1,19 l/min nel caso del PM10 e di 1,52 l/min per il PM2.5, passa attraverso un raggio laser in un fotometro, dove viene rilevata la luce diffratta dalle particelle di polvere presenti nell'aria. Ogni cinque minuti, viene automaticamente variato il flusso di aspirazione, in modo da passare dal campionamento del PM10 a quello del PM2.5 e viceversa, alternando l'analisi dei due tagli del particolato. I valori misurati in un'ora vengono poi mediati dal software, per dare un valore medio orario di concentrazione.

La parte informatica, relativa all'acquisizione ed al trattamento dei dati del nefelometro, è gestita per mezzo del software @Com3000, sviluppato dalla Unitec s.r.l.

Campo di misura:  $0 \div 400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .





## **5. PARAMETRI METEOROLOGICI**

La rilevazione dei parametri meteorologici è stata effettuata mediante due stazioni meteorologiche DAVIS Vantage Pro, collegate ad un datalogger per l'acquisizione e la pre-elaborazione dei dati meteorologici.

Le due stazioni sono costituite dai seguenti sensori:

- sensore di velocità del vento DAVIS;
- sensore di direzione del vento DAVIS;
- sensore di temperatura atmosferica DAVIS;
- sensore di umidità relativa DAVIS;
- sensore di pressione atmosferica DAVIS;
- sensore di radiazione solare totale DAVIS (solamente la stazione n. 2);
- sensore di precipitazione DAVIS.

La parte informatica, relativa all'acquisizione ed elaborazione dei dati, è gestita dal software WEATHER LINK 5.9.1, sviluppato dalla Davis Instruments.



## **6. RISULTATI DELLE MISURAZIONI, OSSERVAZIONI E CONFRONTI**

Per i risultati in dettaglio delle cinque campagne effettuate, si rimanda agli allegati dei rapporti di prova INDAM relativi a ciascuna campagna di monitoraggio (Nss. Riff. AMB-13/0804÷0808) dove, in tabelle e grafici, vengono riportati i valori medi orari e giornalieri degli inquinanti e dei parametri meteorologici monitorati.

In questo capitolo si riporteranno in sintesi i risultati osservati nei cinque punti di monitoraggio, cercando di dare un quadro generale della situazione “ARIA” della Franciacorta, tenendo conto ove possibile degli eventuali corrispondenti valori limite imposti dalla normativa nazionale e confrontando i dati con le condizioni di qualità dell’aria registrate, negli stessi periodi, in altri punti della provincia bresciana e della Lombardia.

Va ricordato, però, che la strumentazione utilizzata per le misurazioni non è conforme a quella prevista dalla normativa e, pertanto, eventuali confronti vanno considerati solo qualitativamente, riferendosi più agli andamenti riscontrati per le concentrazioni degli inquinanti ed alle medie rilevate su periodi relativamente lunghi, che non ai valori orari/giornalieri effettivi riscontrati, essendo questi ultimi affetti da un’imprecisione maggiore rispetto a quelli rilevati dalla strumentazione tradizionale.

Per disporre di informazioni sulla qualità dell’aria in provincia di Brescia e in Lombardia, si è fatto riferimento ai dati resi disponibili sul sito dell’ARPA Lombardia ([http://ita.arpalombardia.it/ITA/qaria/doc\\_RichiestaDati.asp](http://ita.arpalombardia.it/ITA/qaria/doc_RichiestaDati.asp)) e si sono selezionate alcune centraline della rete di monitoraggio dell’ARPA, sulla base delle loro caratteristiche (ARPA ha qualificato ogni stazione in base alla realtà territoriale rappresentata: di fondo, da traffico o industriale; zona rurale, urbana o suburbana), dei contesti geografici che rappresentano (città di Brescia, Cremona e Milano, valli bresciane, hinterland milanese, Pianura Padana) e dei parametri monitorati (ove possibile, si sono scelte stazioni che monitorassero PM10, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>; inoltre si sono cercate stazioni delle province di Brescia, Cremona e Milano che rilevassero le concentrazioni di PM2.5 o Benzene in aria).

In base a questi criteri, sono state scelte le stazioni riportate nella tabella seguente; per ciascuna di esse vengono specificati la tipologia e gli inquinanti di cui sono disponibili i dati.



Stazione	Tipo Stazione	Tipo Zona	Inquinanti disponibili
Brescia – Broletto	Traffico	Urbana	PM10, NO <sub>2</sub>
Brescia – Villaggio Sereno	Fondo	Urbana	PM10, PM2.5
Brescia – via Ziziola	Fondo	Suburbana	Benzene, O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub>
Sarezzo (BS) – via Minelli	Fondo	Urbana	PM10, O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub>
Rezzato (BS)	Industriale	Suburbana	PM10, NO <sub>2</sub>
Milano – Verziere	Traffico	Urbana	PM10, O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub>
Milano – Senato	Traffico	Urbana	Benzene
Monza – via Machiavelli	Fondo	Urbana	PM10, PM2.5, O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub>
Osio Sotto (BG)	Fondo	Suburbana	PM10, O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub>
Rivolta d’Adda (CR) – via Beccaria	Fondo	Suburbana	PM10, NO <sub>2</sub>
Cremona – via Fatebenefratelli	Fondo	Urbana	PM10, PM2.5, O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub>
Cremona – piazza Cadorna	Traffico	Urbana	Benzene

## 6.1 – Particolato Fine (PM10)

Nella tabella seguente vengono riportati in sintesi, per il PM10, i valori di concentrazione massimi (come media sulle 24 ore) e medi (sui giorni effettivi di monitoraggio) riscontrati in ciascuna campagna di monitoraggio, nonché il numero di superamenti del valore di 50 µg/m<sup>3</sup>, imposto dal D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010 come limite giornaliero da non superare più di 35 volte per anno civile.

A causa di un malfunzionamento del rilevatore del materiale particellare, per il primo punto di monitoraggio (A – Ome) sono disponibili i dati relativamente solo a 9 giorni dei 13 totali del periodo di campionamento.

Punto	Comune	Tipologia punto	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )		Superamenti del limite	Giorni effettivi di monitoraggio
			Max	Media		
A	Ome	Traffico da arteria stradale	55	37	2	9
B	Paderno Franciacorta	Fondo in zona suburbana	125	57	5	13
C	Cazzago San Martino	Traffico da arteria stradale	134	54	5	13
D	Provaglio d’Iseo	Traffico da arteria stradale	24	13	0	13
E	Cellatica	Fondo in zona suburbana	63	23	1	13



Castelmella (BS), rif. AMB-13/0975  
pag. 20 di 50

Durante la stagione fredda, data la maggiore stabilità atmosferica e l'abbassamento dello strato di rimescolamento, le concentrazioni di materiale particolato tendono in genere ad essere piuttosto significative, con superamenti anche frequenti del valore limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Nella presente indagine ciò ha trovato in parte riscontro, ma significativa è stata anche l'incidenza delle precipitazioni. Infatti, se durante la prima parte del periodo complessivo di monitoraggio sono state spesso riscontrate concentrazioni prossime o addirittura ben superiori al valore limite, in particolare in corrispondenza dei due punti B – Paderno Franciacorta e C – Cazzago San Martino, a partire dal 06 Marzo, quando le precipitazioni (verificatesi comunque già nella prima parte) sono diventate più frequenti e abbondanti, i valori di concentrazione sono scesi bruscamente, per non superare quasi mai più il valore limite.

Va tenuto presente che l'ultimo periodo di rilevazione, in cui sono stati monitorati i punti D – Provaglio d'Iseo e E – Cellatica, è risultato anche più ventilato dei precedenti, con minore frequenza dei periodi di calma di vento e picchi della velocità del vento più alti.

Poco influente sembra essere stata invece la tipologia di punto di monitoraggio: i punti B – Paderno Franciacorta e C – Cazzago San Martino, seppur di differente tipologia (il primo di fondo, il secondo di traffico), hanno mostrato valori di concentrazione massimi e medi simili, più alti di quelli del punto di traffico A – Ome; tra i due punti D – Provaglio d'Iseo (di traffico) e E – Cellatica (di fondo), monitorati in contemporanea, addirittura è stato il punto di fondo a mostrare valori di concentrazione più elevati.

Il comportamento generale osservato trova una conferma se confrontato con gli andamenti dei valori di concentrazione di PM10 rilevati nel periodo complessivo di monitoraggio dalle centraline ARPA (si vedano i grafici riportati di seguito, a fine paragrafo).

L'andamento del PM10 nelle zone della Franciacorta, infatti, tende a seguire, in linea generale, quello riscontrato nelle altre zone della provincia di Brescia e della pianura lombarda, molto influenzato dalle condizioni meteorologiche tipiche della regione padana. Ad ogni modo, è solo l'andamento dei valori di concentrazione di PM10 a presentarsi ovunque abbastanza simile, mentre le concentrazioni assolute riscontrate nei diversi punti tendono a mostrare differenze che risentono dell'influenza delle sorgenti di particolato caratteristiche del sito stesso.

Ovunque in Lombardia sono state registrate concentrazioni di PM10 più alte nel mese di Febbraio, con superamenti anche significativi del valore limite di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in corrispondenza dei monitoraggi dei punti



Castelmella (BS), rif. AMB-13/0975  
pag. 21 di 50

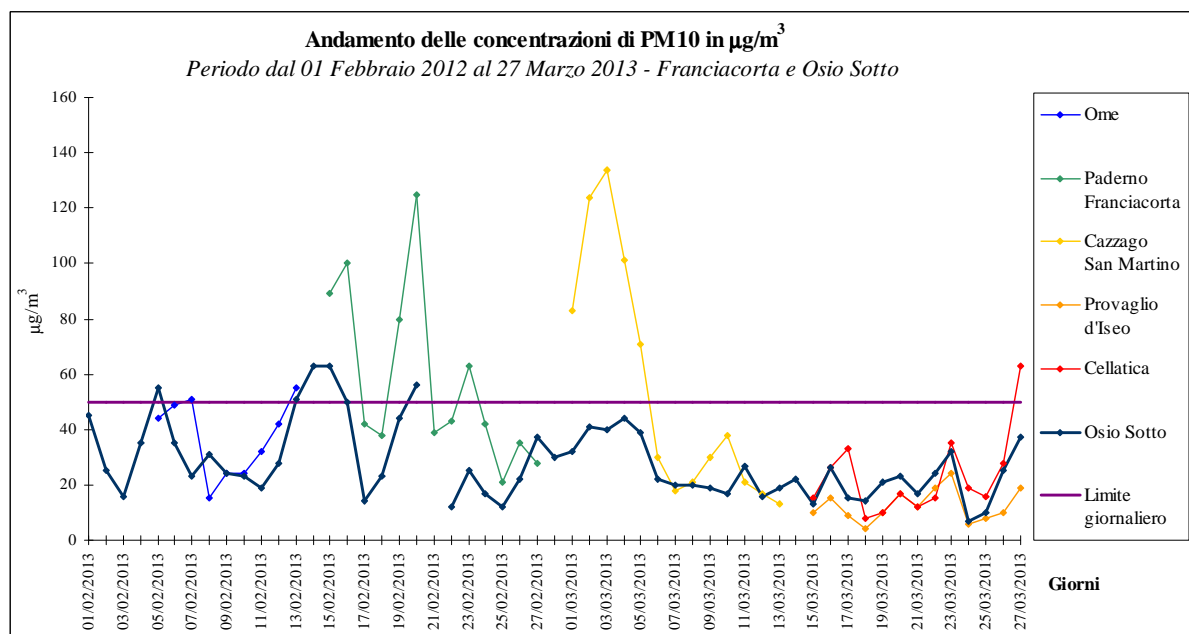
B – Paderno Franciacorta e C – Cazzago San Martino, per poi farsi rilevare invece, a partire dal 06 di Marzo, un brusco abbassamento dei valori.

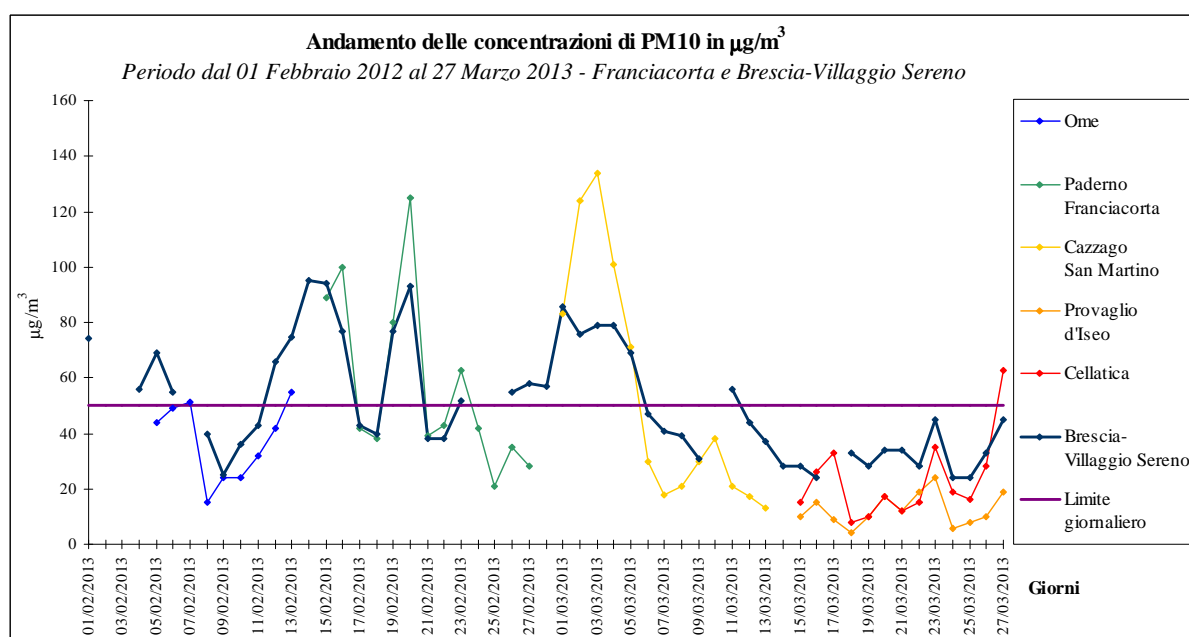
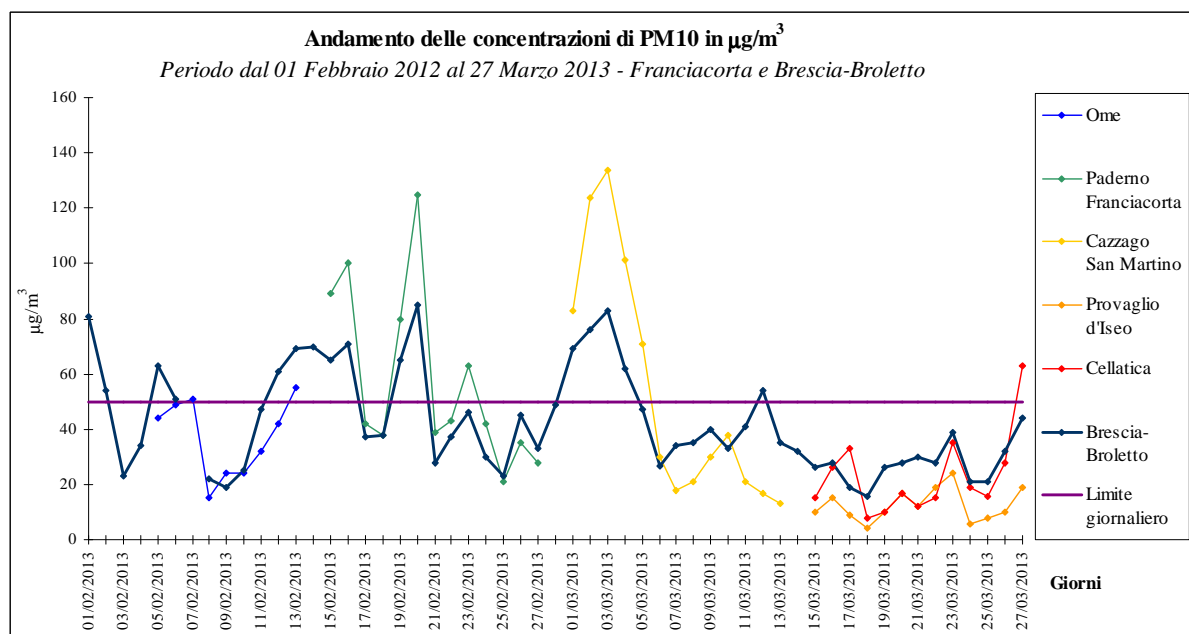
Tuttavia, se nel primo mese di monitoraggio i valori registrati nei comuni della Franciacorta sono risultati tendenzialmente in linea con quelli delle stazioni ARPA urbane (di traffico o di fondo), nella seconda parte del periodo di monitoraggio le concentrazioni in Franciacorta hanno fatto registrare un abbassamento maggiore rispetto a tali stazioni, andandosi ad allineare con quelle della stazione ARPA di fondo suburbana di Osio Sotto, ovvero quella che sempre ha fatto registrare le concentrazioni più basse.

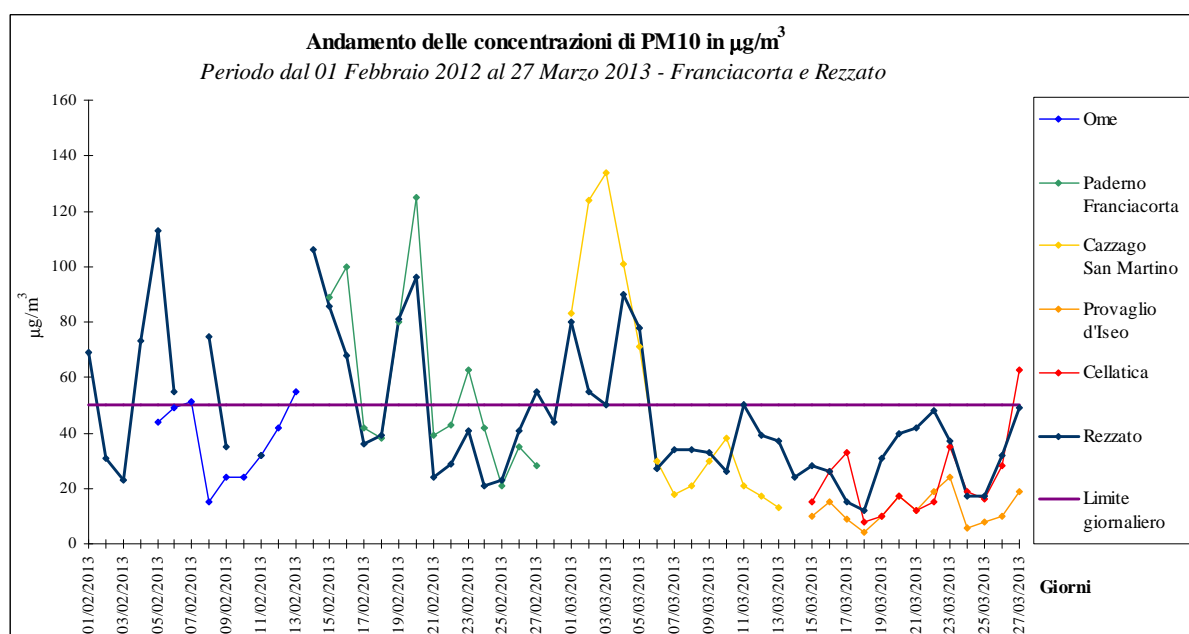
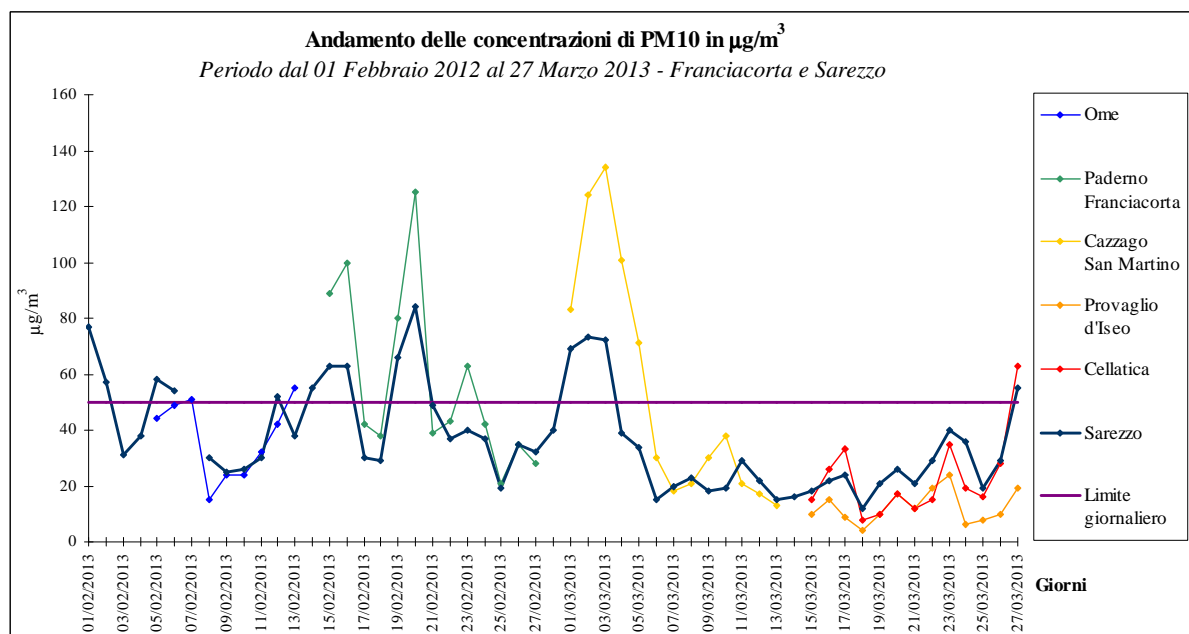
Si può anche notare che gli alti valori di concentrazione registrati nei primi giorni di Marzo nel punto C – Cazzago San Martino sono risultati superiori a quelli registrati in contemporanea da qualsiasi centralina ARPA, la qual cosa potrebbe essere dovuta alla natura di sito di traffico di tale punto.

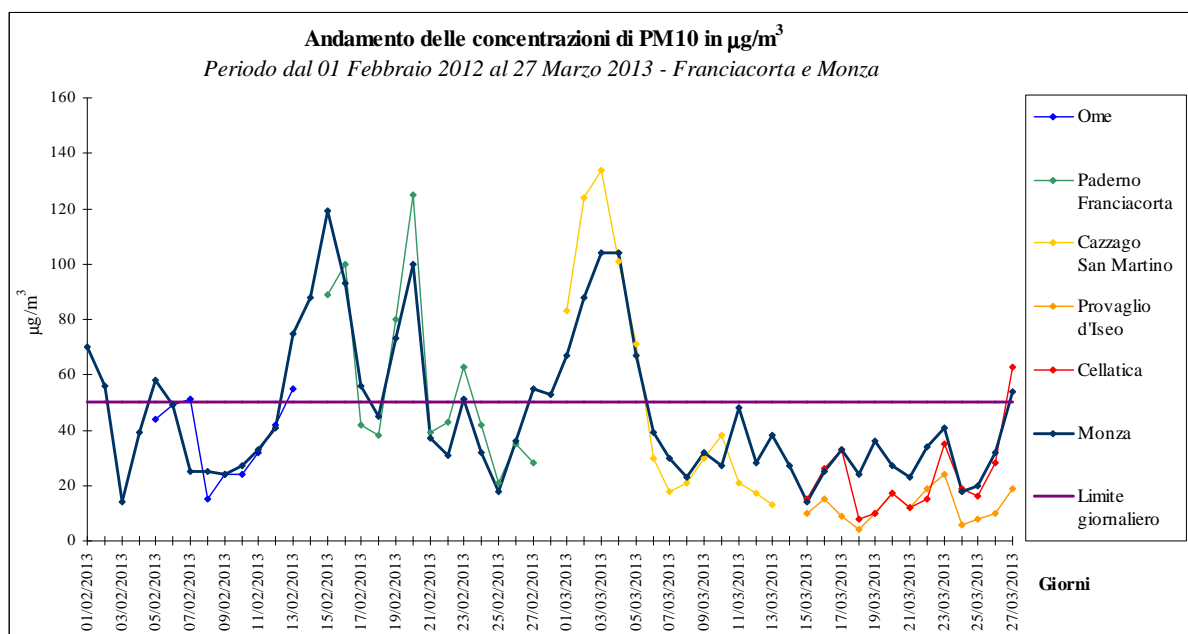
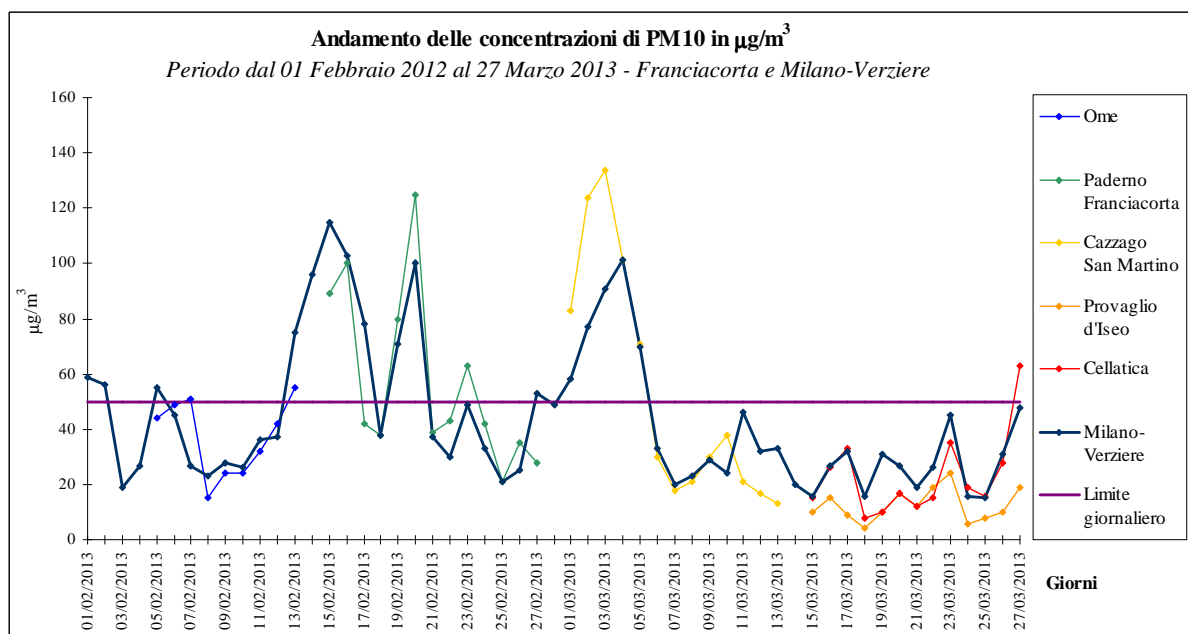
Un'ultima osservazione si può fare a riguardo dei valori medi di concentrazione rilevati nei diversi punti sul totale dei rispettivi giorni di monitoraggio.

Il D.Lgs. n. 155 fissa un valore limite di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media delle concentrazioni giornaliere nell'arco di un intero anno solare. Seppur vada tenuto conto che 9-13 giorni di monitoraggio non possono essere considerati rappresentativi di un intero anno, si può osservare che, se nei primi tre punti i valori medi di concentrazione sono risultati prossimi o superiori a tale limite, negli ultimi due punti sono risultati ben inferiori.

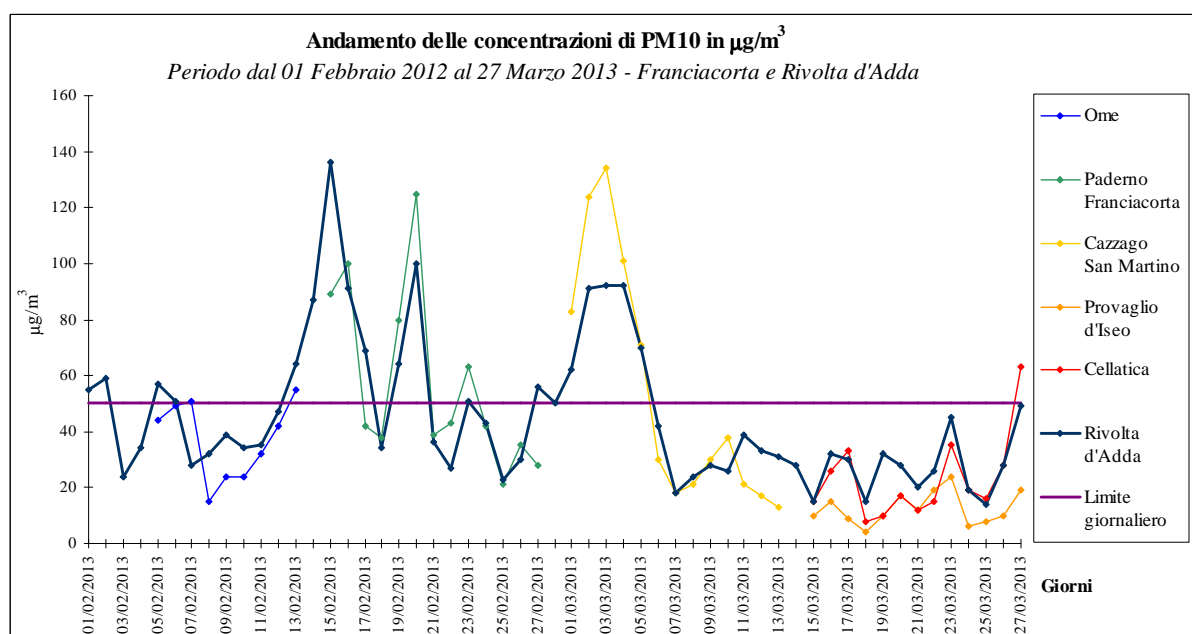
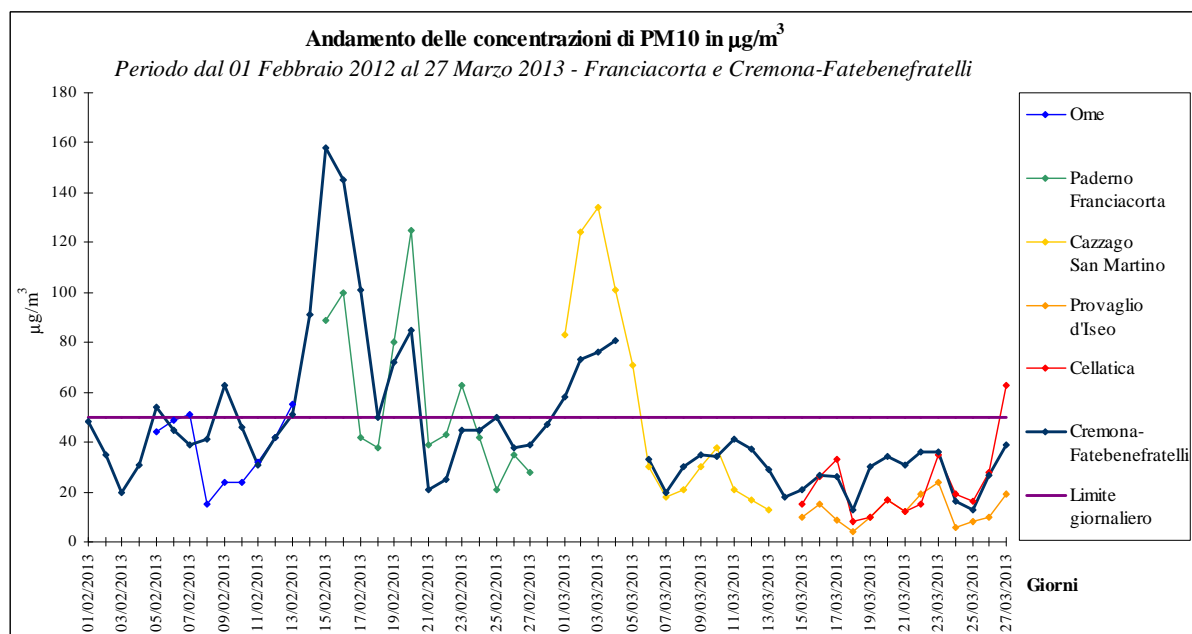














## 6.2 – Particolato Respirabile (PM2.5)

Nella tabella seguente vengono riportati in sintesi, per il PM2.5, i valori di concentrazione massimi (come media sulle 24 ore) e medi (sui giorni effettivi di monitoraggio) riscontrati in ciascuna campagna di monitoraggio.

Come per il PM10, a causa di un malfunzionamento del rilevatore del materiale particellare, per il primo punto di monitoraggio (A – Ome) sono disponibili i dati relativamente solo a 9 giorni dei 13 totali del periodo di campionamento.

Punto	Comune	Tipologia punto	PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Giorni effettivi di monitoraggio
			Max	Media	
A	Ome	Traffico da arteria stradale	47	31	9
B	Paderno Franciacorta	Fondo in zona suburbana	107	49	13
C	Cazzago San Martino	Traffico da arteria stradale	114	46	13
D	Provaglio d'Iseo	Traffico da arteria stradale	16	8	13
E	Cellatica	Fondo in zona suburbana	53	19	13

In generale, l'andamento dei valori di concentrazione di PM2.5 ha seguito abbastanza fedelmente quello del PM10, con un rapporto medio tra la concentrazione di PM2.5 e quella di PM10 compreso tra il 70% e l'85%, a seconda dei punti. Ne consegue che per il PM2.5 valgono considerazioni simili a quelle fatte per il PM10.

Più significativi nella prima metà del periodo complessivo di monitoraggio, in particolare in corrispondenza delle campagne effettuate presso i punti B – Paderno Franciacorta e C – Cazzago San Martino, i valori di concentrazione registrati hanno subito un brusco abbassamento a partire dal 06 Marzo, a seguito delle piogge più frequenti.

In particolare, se nei primi tre punti di monitoraggio il valore medio di concentrazione sui giorni totali di campionamento è risultato superiore al valore limite europeo di  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , indicato dal D.Lgs. n. 155 come limite per la concentrazione media sull'anno civile (tale valore limite sarà effettivamente valido a partire dal 2015; attualmente, comprensivo del margine di tolleranza per il 2013, esso risulta di  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), negli ultimi due punti di rilevazione, monitorati in contemporanea, la media è risultata inferiore a tale limite.

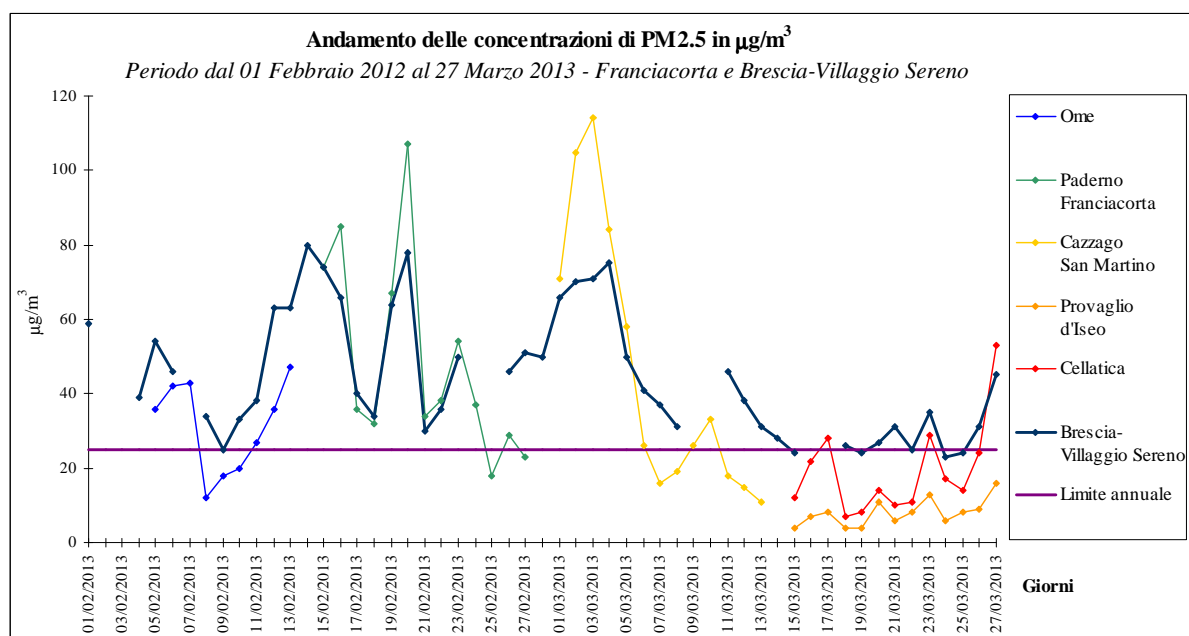


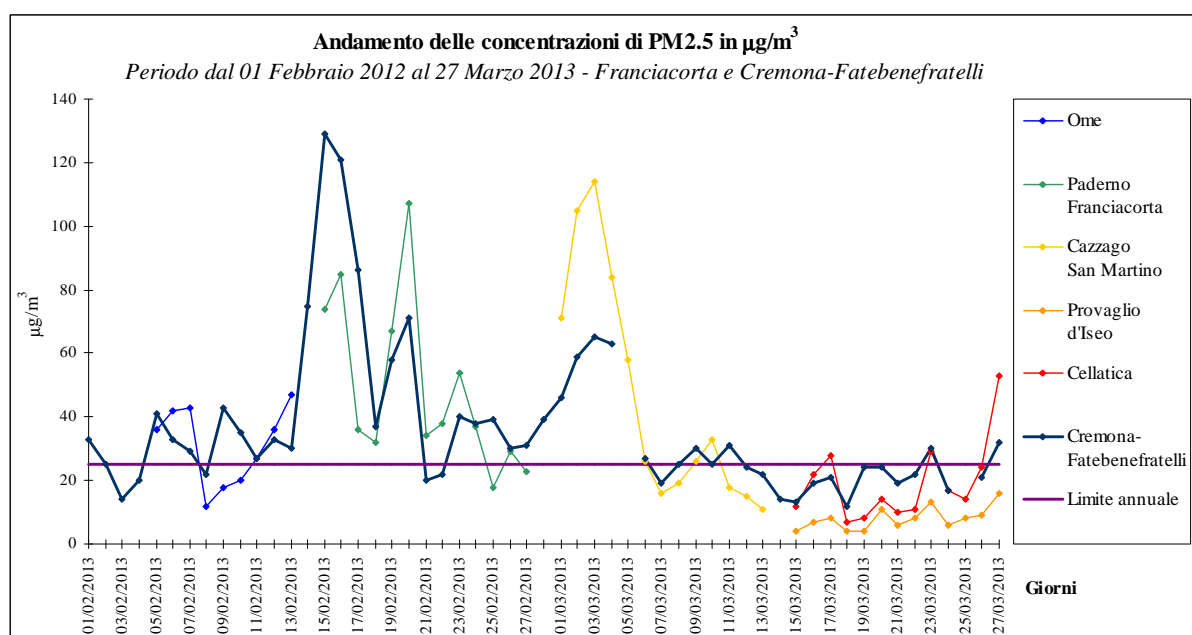
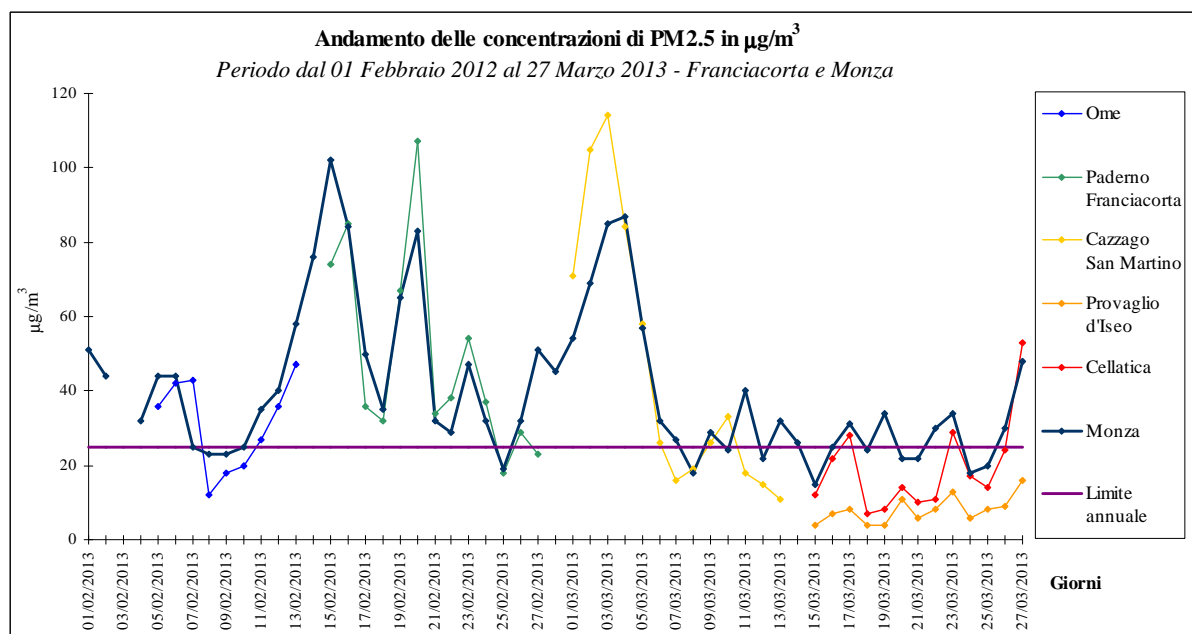
In ogni caso va ricordato che campagne di monitoraggio della durata di quelle effettuate non possono essere considerate rappresentative di un intero anno.

Come per il PM10, non ben evidente è risultata la differenza tra le tipologie di sito di monitoraggio, tenendo comunque conto che solo nell'ultimo periodo sono stati monitorati due punti in contemporanea, osservando tra l'altro concentrazioni più alte nel punto di fondo (E – Cellatica) che in quello di traffico (D – Provaglio d'Iseo).

Inoltre, sempre analogamente a quanto riscontrato per il PM10, si nota che il comportamento generale delle concentrazioni di PM2.5 in Franciacorta ha ripreso quello rilevato, in contemporanea, dalle centraline ARPA di Brescia-Villaggio Sereno, Monza e Cremona-Fatebenefratelli (si vedano i grafici riportati di seguito, a fine paragrafo), le uniche centraline, tra quelle prese in considerazione, a monitorare il PM2.5.

In generale in Lombardia sono state riscontrate concentrazioni di PM2.5 più alte, con picchi significativi, nel mese di Febbraio, per registrarsi poi un forte calo a partire dai primi giorni di Marzo. I valori assoluti di concentrazione rilevati in Franciacorta sono risultati abbastanza in linea con quelli delle stazioni ARPA (tutte e tre stazioni di fondo urbane) nella prima metà del periodo complessivo di monitoraggio (anche se con qualche picco più elevato, in particolare in corrispondenza del punto di traffico C – Cazzago San Martino); sono stati un poco più bassi, invece, nel periodo finale, più piovoso.







### 6.3 – Ozono (O<sub>3</sub>)

Nella tabella seguente vengono riportati in sintesi, per l'Ozono, i valori di concentrazione massimi (come media oraria e come media mobile sulle 8 ore) e medi (sui 13 giorni di monitoraggio) riscontrati.

Punto	Comune	Tipologia punto	O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		
			Max orario	Max 8 ore	Media
A	Ome	Traffico da arteria stradale	89	67	24
B	Paderno Franciacorta	Fondo in zona suburbana	85	70	27
C	Cazzago San Martino	Traffico da arteria stradale	114	76	32
D	Provaglio d'Iseo	Traffico da arteria stradale	85	81	53
E	Cellatica	Fondo in zona suburbana	93	88	55

Come atteso per la stagione invernale, quando l'irraggiamento solare è minore, i valori di concentrazione di Ozono riscontrati in questa indagine sono risultati contenuti, con una tendenza ad un graduale aumento passando dal primo all'ultimo periodo di monitoraggio, proprio in relazione al progressivo allungarsi delle giornate. Tale aumento delle concentrazioni è causato anche dalle reazioni implicate nel fenomeno dello "smog fotochimico" tra l'Ozono e gli Ossidi di Azoto, le cui concentrazioni vanno diminuendo nel susseguirsi delle campagne di monitoraggio (si veda il paragrafo seguente).

Nonostante vada ricordato che i valori di concentrazione rilevati dalla strumentazione utilizzata non sono direttamente confrontabili con quanto previsto dalla normativa, si può notare che in nessuno dei punti di monitoraggio sono stati registrati superamenti della soglia oraria di allarme per l'Ozono, pari a 240 µg/m<sup>3</sup>, né superamenti del valore obiettivo per la media massima giornaliera sulle 8 ore, pari a 120 µg/m<sup>3</sup>, fissato dal D.Lgs. 155 come valore da non superare per più di 25 giorni per anno civile, come media su tre anni: le concentrazioni osservate sono state sempre ampiamente al di sotto di tali valori.

Vista la forte dipendenza delle concentrazioni di Ozono dall'irraggiamento solare, sia l'andamento dei valori di concentrazione sia i valori assoluti stessi di tali concentrazioni tendono ad essere simili su scala regionale. E

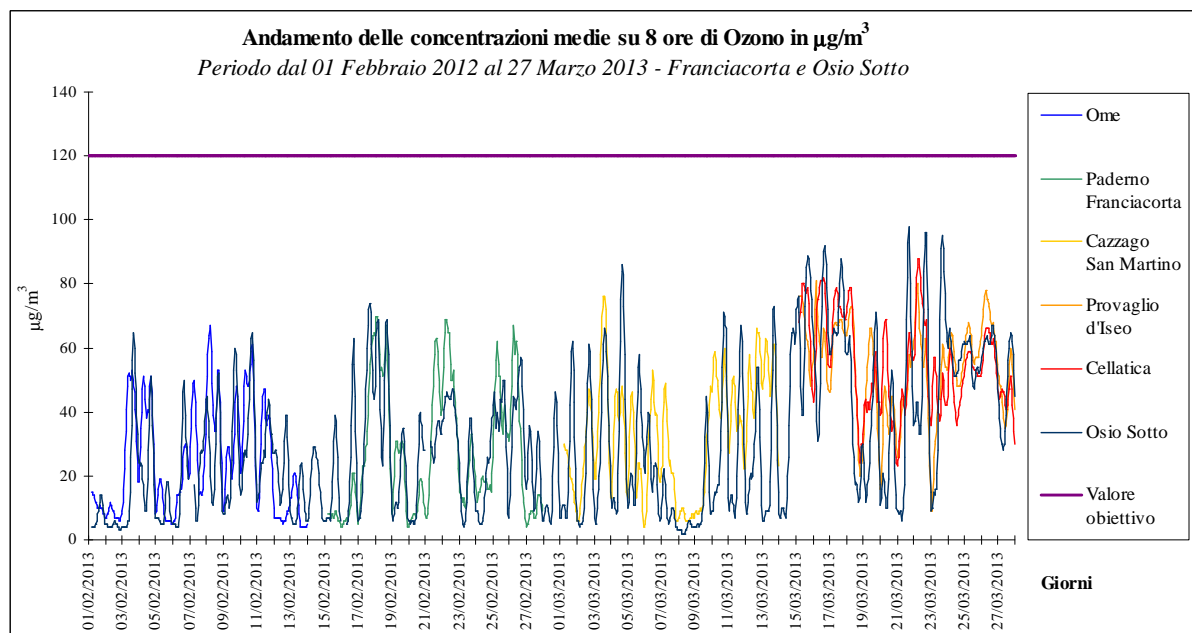


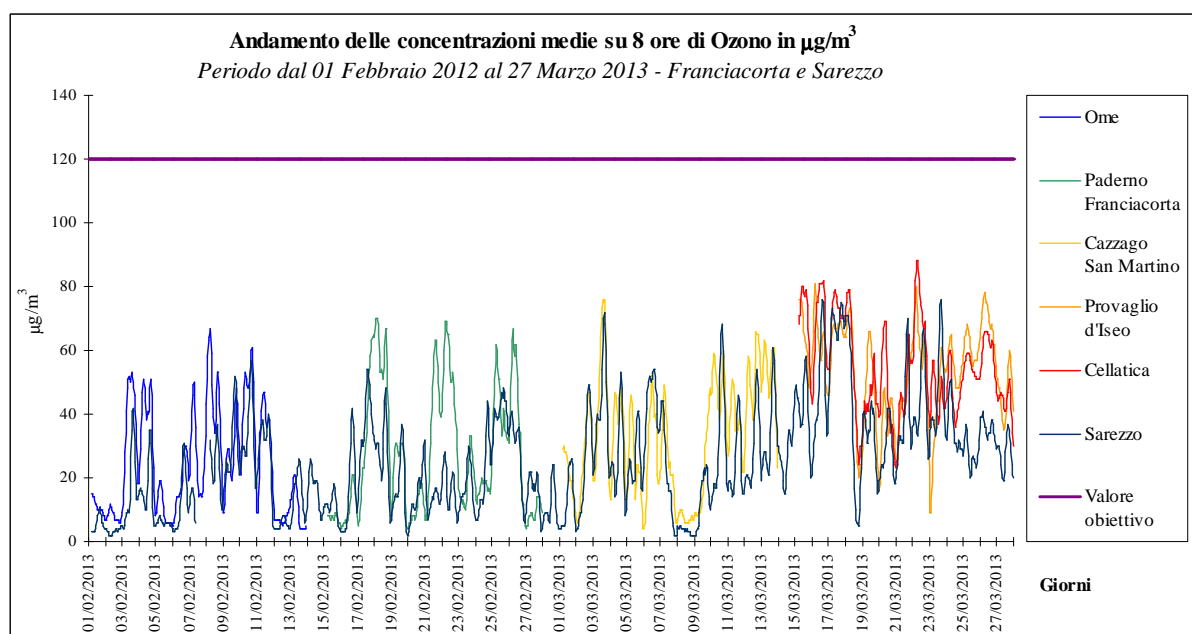
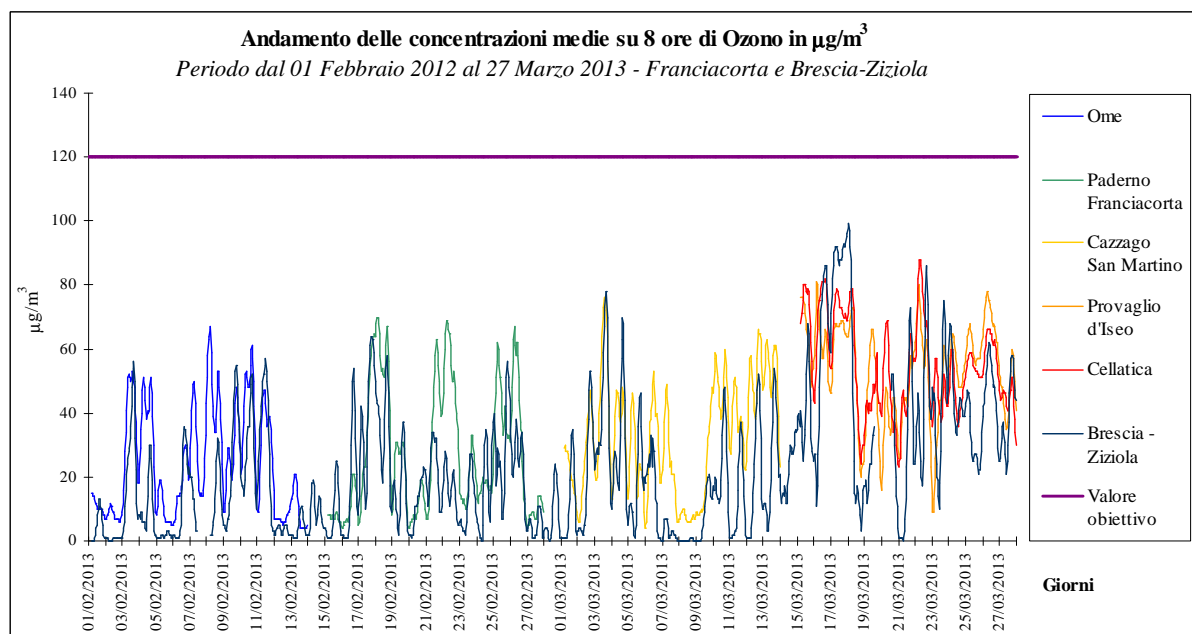
difatti l'andamento e i valori registrati nei comuni della Franciacorta hanno trovato conferma in quanto osservato in tutta la regione Lombardia dalle stazioni ARPA.

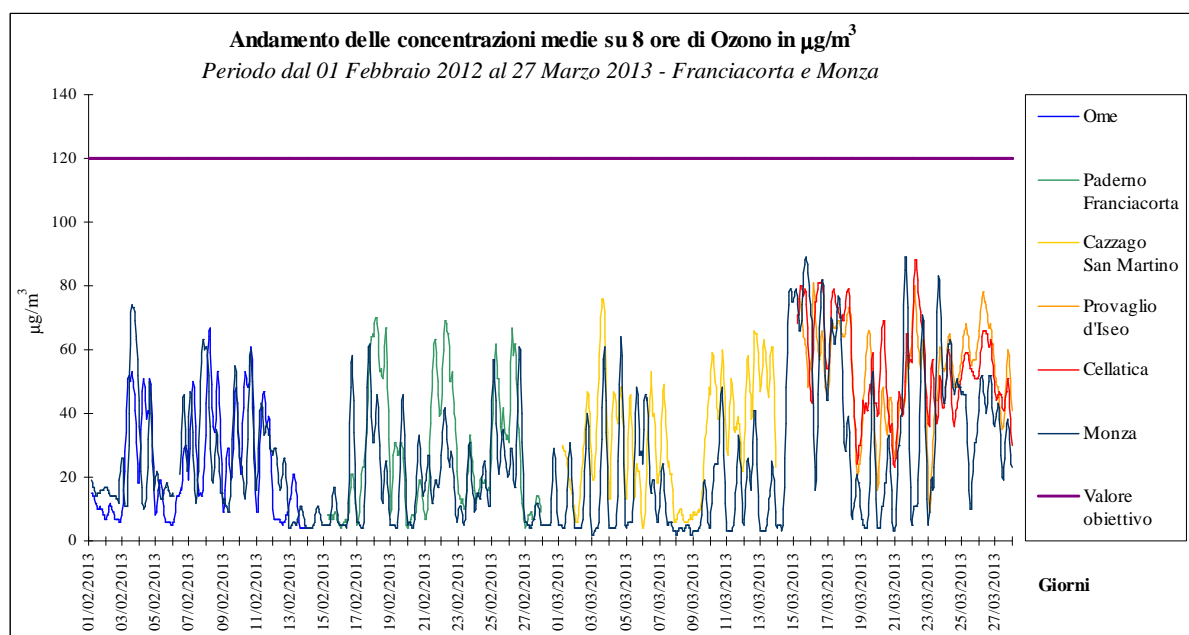
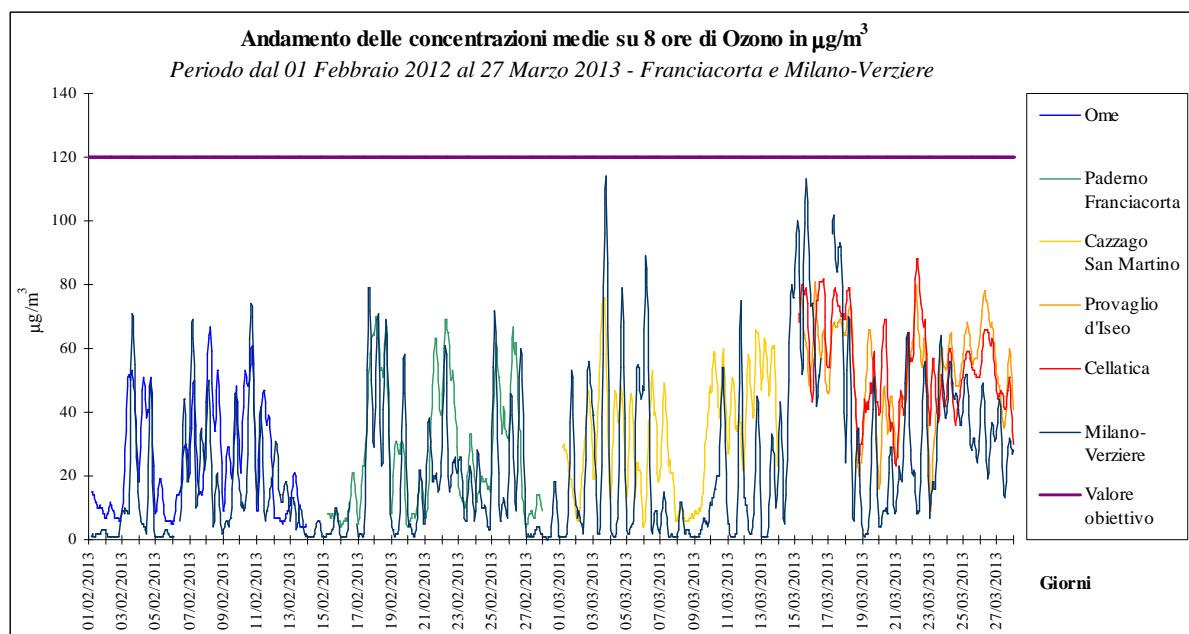
A fine paragrafo vengono riportati in grafico (per le medie su 8 ore) i confronti tra gli andamenti riscontrati per la concentrazione di Ozono nei punti monitorati e quelli registrati in contemporanea dalle centraline ARPA disponibili per questo parametro (Sarezzo, Monza, Milano-Verziere, Brescia-Ziziola, Osio Sotto, Cremona-Fatebenefratelli).

Ovunque è stato evidente il graduale aumento delle concentrazioni, in particolare in corrispondenza dell'ultimo periodo di monitoraggio. I valori di picco sono stati ovunque abbastanza simili; quelli dei punti della Franciacorta hanno teso comunque ad essere maggiormente allineati a quelli della stazione di fondo suburbana di Osio Sotto, poco più alti di quelli delle altre stazioni ARPA (stazioni urbane).

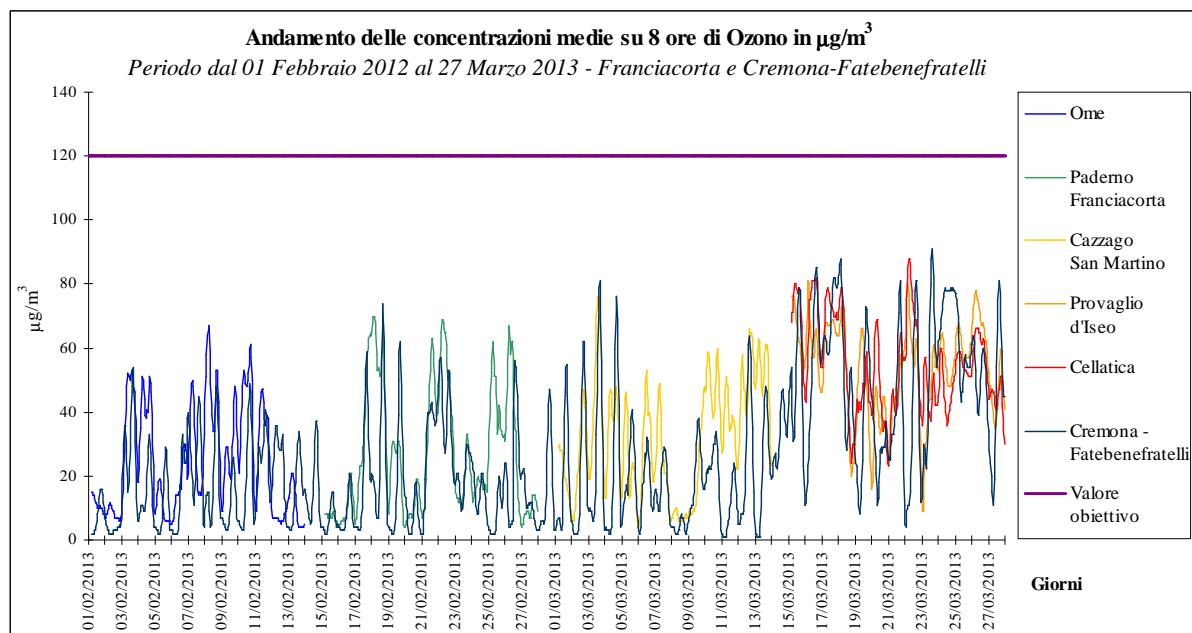
Col passare del tempo, è diventato man mano più evidente un andamento ciclico giornaliero abbastanza regolare dell'Ozono, con due picchi principali, uno nelle prime ore della giornata ed uno appena dopo mezzogiorno.











#### 6.4 – Biossido di Azoto ( $\text{NO}_2$ )

Nelle tabelle seguenti vengono riportati, in sintesi, per il Biossido di Azoto, i valori di concentrazione massimi (come media oraria) e medi (sui 13 giorni di monitoraggio) riscontrati in ciascuna campagna di monitoraggio.

A causa di problemi di funzionamento del sensore, per il punto D – Provaglio d'Iseo sono disponibili i dati di 12 giorni anziché 13.

Punto	Comune	Tipologia punto	$\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
			Max	Media
A	Ome	Traffico da arteria stradale	71	35
B	Paderno Franciacorta	Fondo in zona suburbana	79	37
C	Cazzago San Martino	Traffico da arteria stradale	74	41
D	Provaglio d'Iseo	Traffico da arteria stradale	53	15
E	Cellatica	Fondo in zona suburbana	53	19



Castelmella (BS), rif. AMB-13/0975  
pag. 34 di 50

Seppur nella stagione fredda, dati la maggiore stabilità atmosferica, l'abbassamento dello strato di rimescolamento e l'accensione degli impianti termici di riscaldamento, ci si attenda valori di concentrazione degli Ossidi di Azoto più significativi, i valori di concentrazione di Biossido di Azoto riscontrati nella presente indagine sono risultati in generale abbastanza contenuti, sia come valori massimi, sia come valori medi.

Analogamente a quanto riscontrato per il materiale particolare, anche per il Biossido di Azoto si osserva un abbassamento dei valori di concentrazione rilevati nell'ultimo periodo di monitoraggio, legato alle precipitazioni più frequenti, ma anche in relazione, come detto nel paragrafo precedente, al graduale incrementare delle concentrazioni di Ozono.

Sempre similmente a quanto osservato per PM10 e PM2.5, anche in questo caso non è stata evidente una particolare differenza tra le tipologie di siti di monitoraggio; nell'ultimo periodo, le concentrazioni rilevate in contemporanea nei punti D – Provaglio d'Iseo (di traffico) e E – Cellatica (di fondo) sono risultate molto simili.

Le concentrazioni orarie registrate sono risultate sempre meno della metà del valore limite orario di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , fissato dal D.Lgs. n. 155 come valore da non superare più di 18 volte per anno civile.

Per il Biossido di Azoto la normativa nazionale fissa anche un valore limite per la protezione della salute umana, pari a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , come media sull'anno civile. I valori medi sui periodi di monitoraggio di 13 giorni sono risultati prossimi a tale valore nella prime tre campagne, meno della metà negli ultimi due punti di monitoraggio.

Va in ogni caso ricordato che campagne di monitoraggio della durata di quelle effettuate non possono essere considerate rappresentative di un intero anno e che i valori di concentrazione rilevati dalla strumentazione utilizzata non sono direttamente confrontabili con quanto previsto dalla normativa.

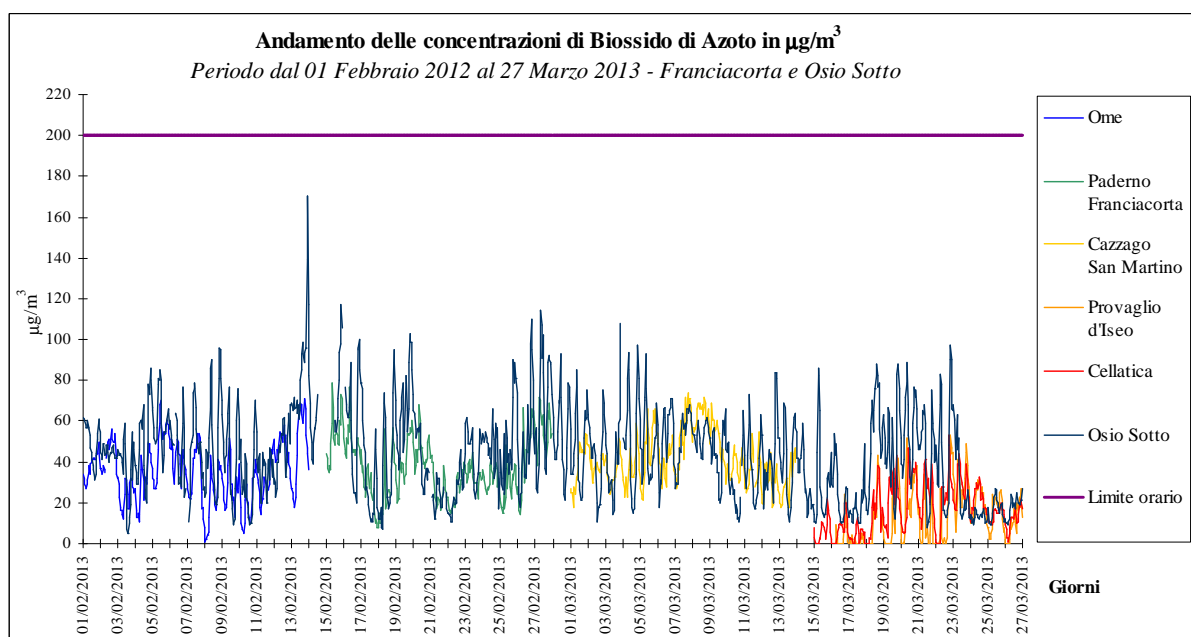
In tutti i punti è risultato sempre ben evidente l'andamento generale del Biossido di Azoto opposto a quello dell'Ozono, con picchi in corrispondenza degli avvallamenti nell'andamento nelle concentrazioni di Ozono e viceversa. In particolare, è risultato abbastanza distinguibile il tipico andamento ciclico giornaliero degli Ossidi di Azoto, con due picchi principali, legati al traffico veicolare e alle reazioni con l'Ozono, uno attorno alle 08.00-09.00 la mattina, l'altro attorno alle 20.00 la sera.

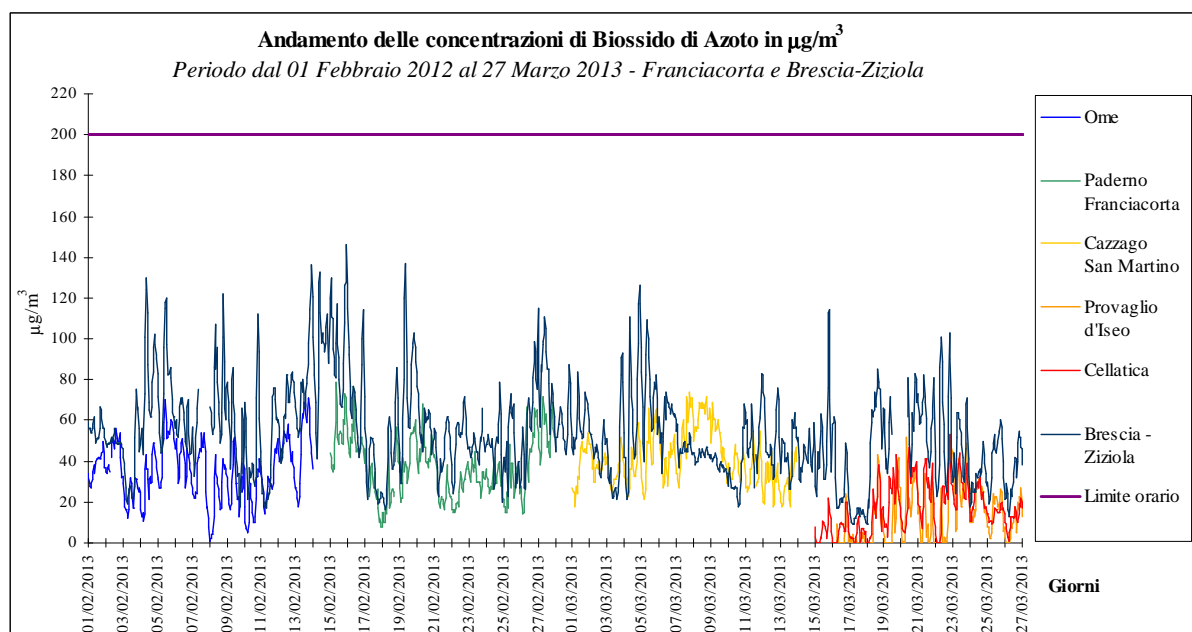
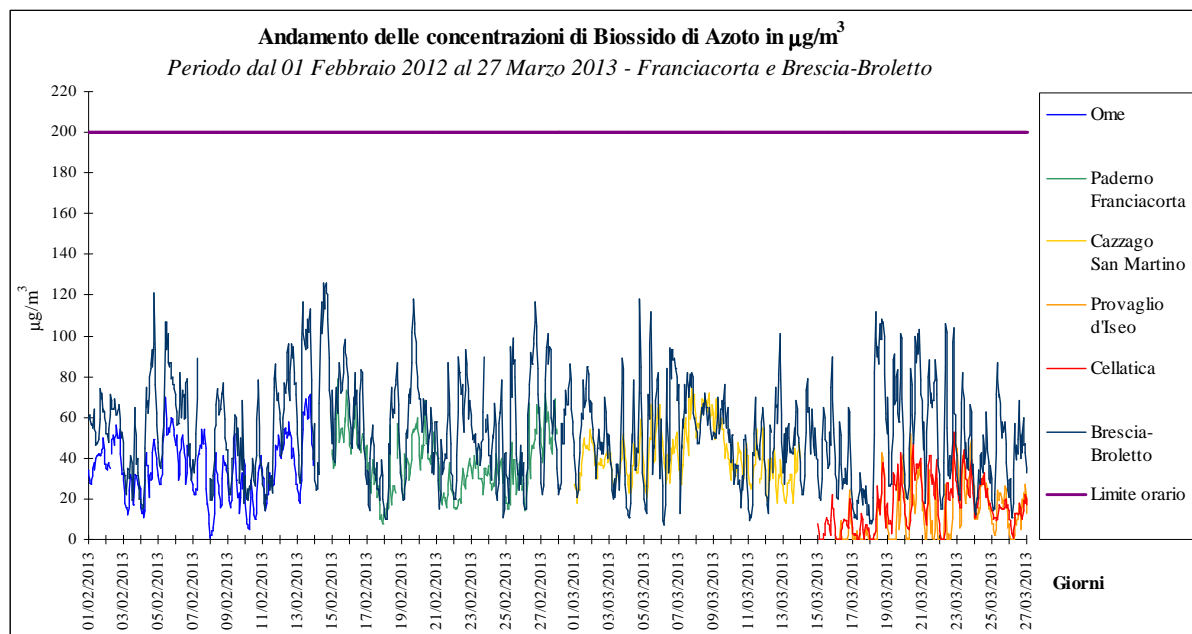


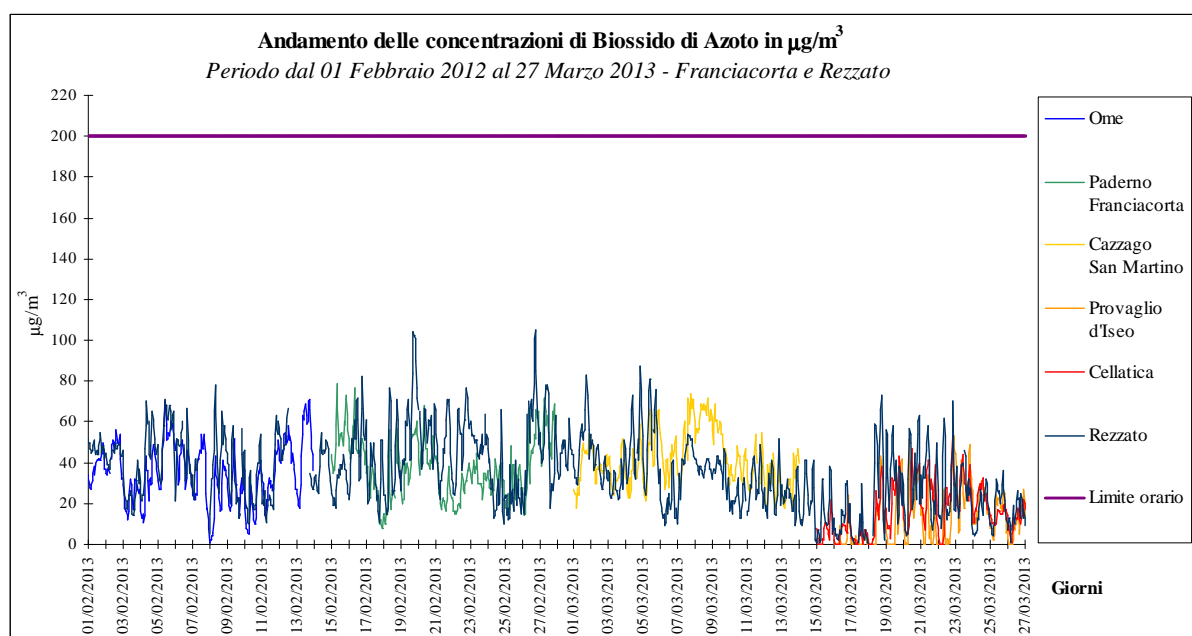
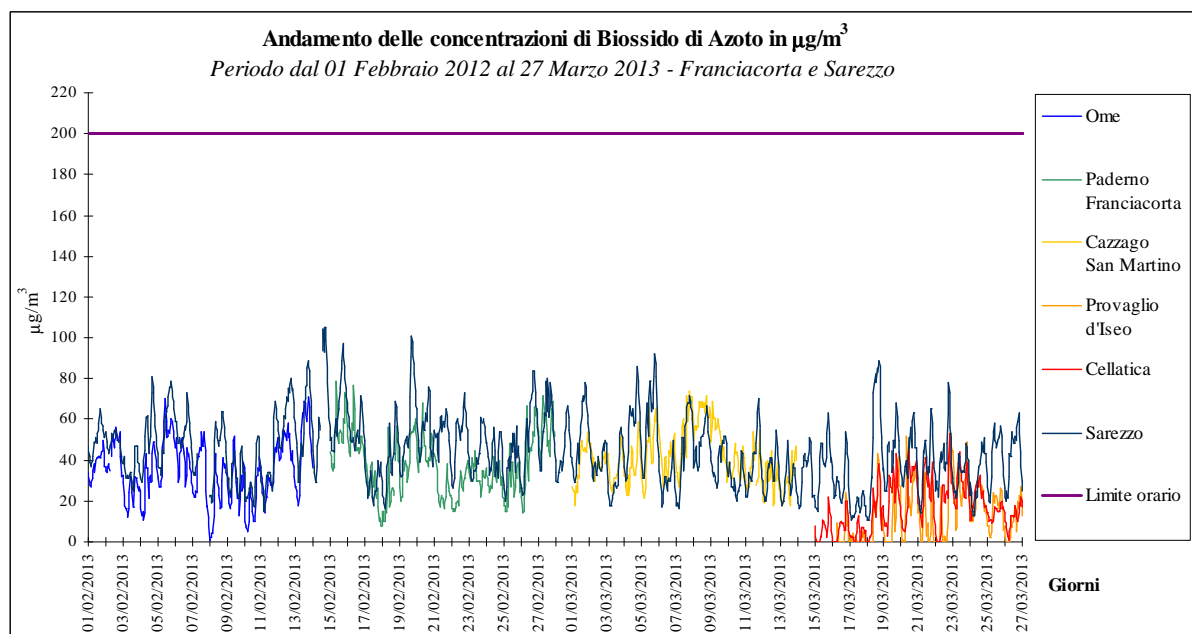
I dati rilevati possono essere confrontati con quanto registrato in contemporanea dalle stazioni ARPA (si vedano i grafici riportati di seguito, a fine paragrafo).

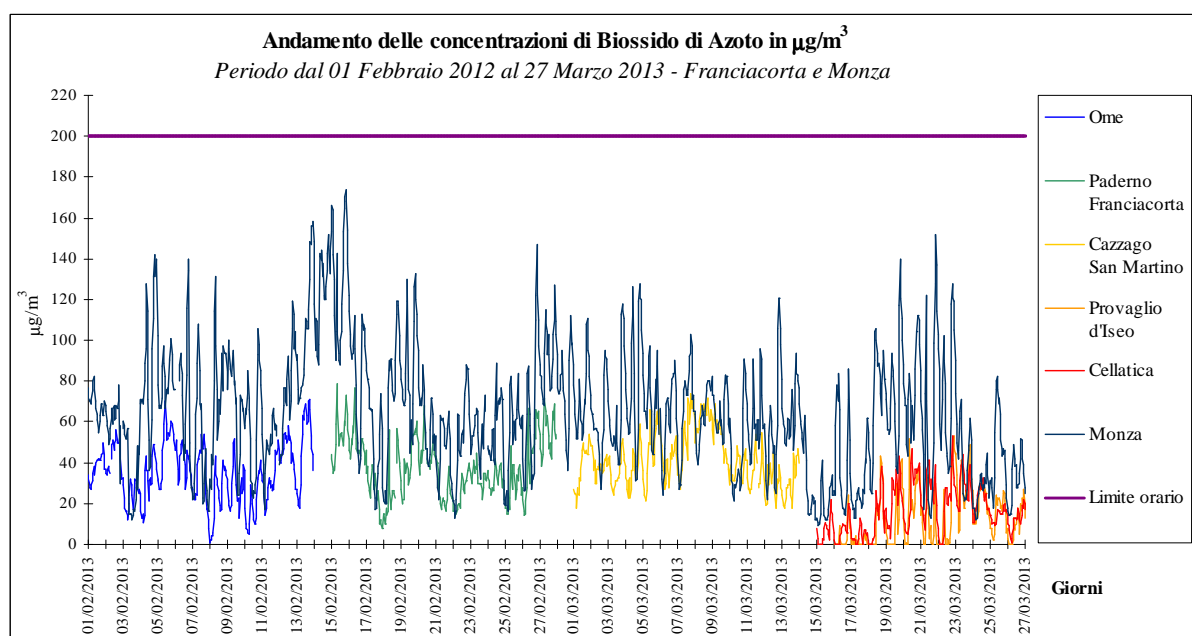
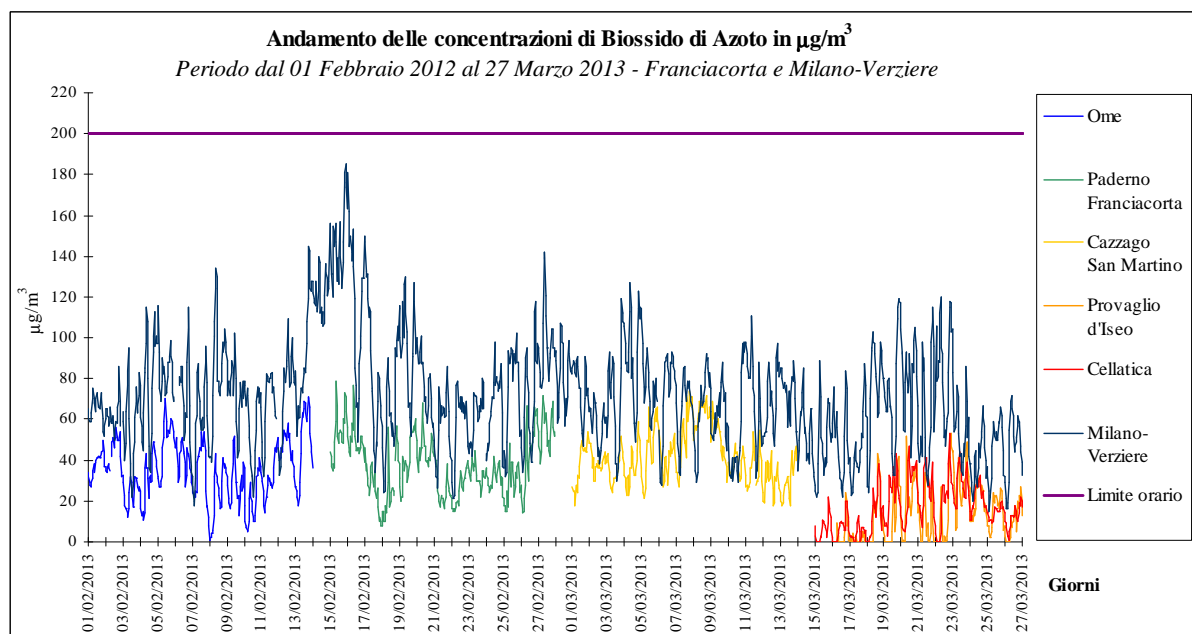
L'andamento generale delle concentrazioni di Biossido di Azoto è confermato, anche se dai dati rilevati dalle stazioni ARPA non risulta così evidente l'abbassamento di valori riscontrato in Franciacorta nell'ultimo periodo di monitoraggio.

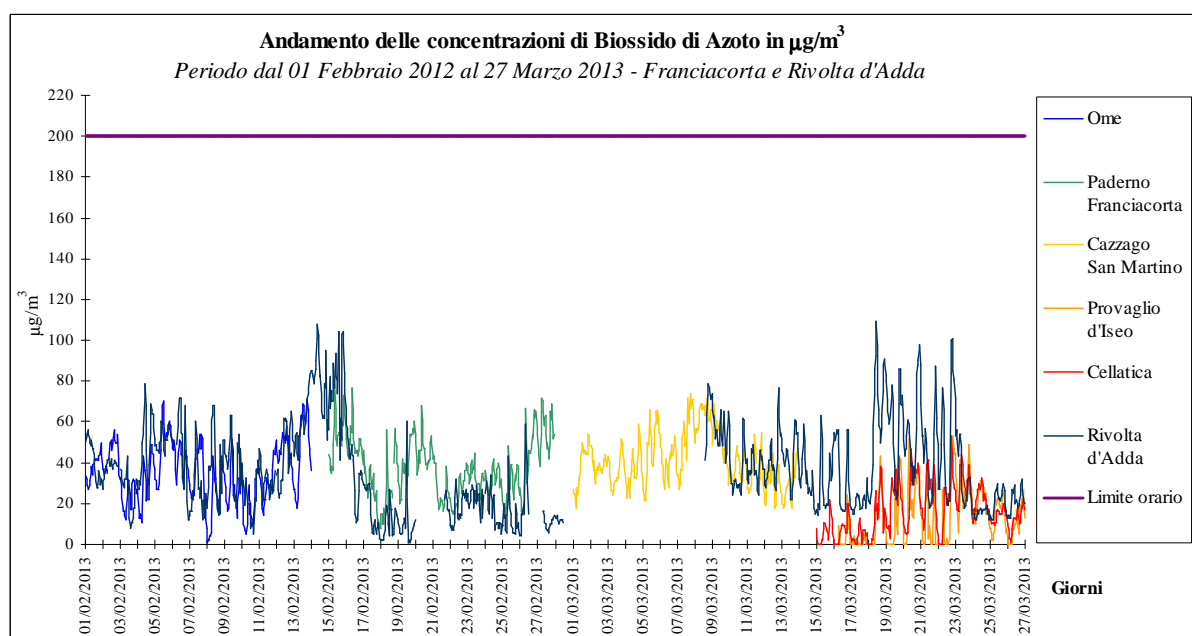
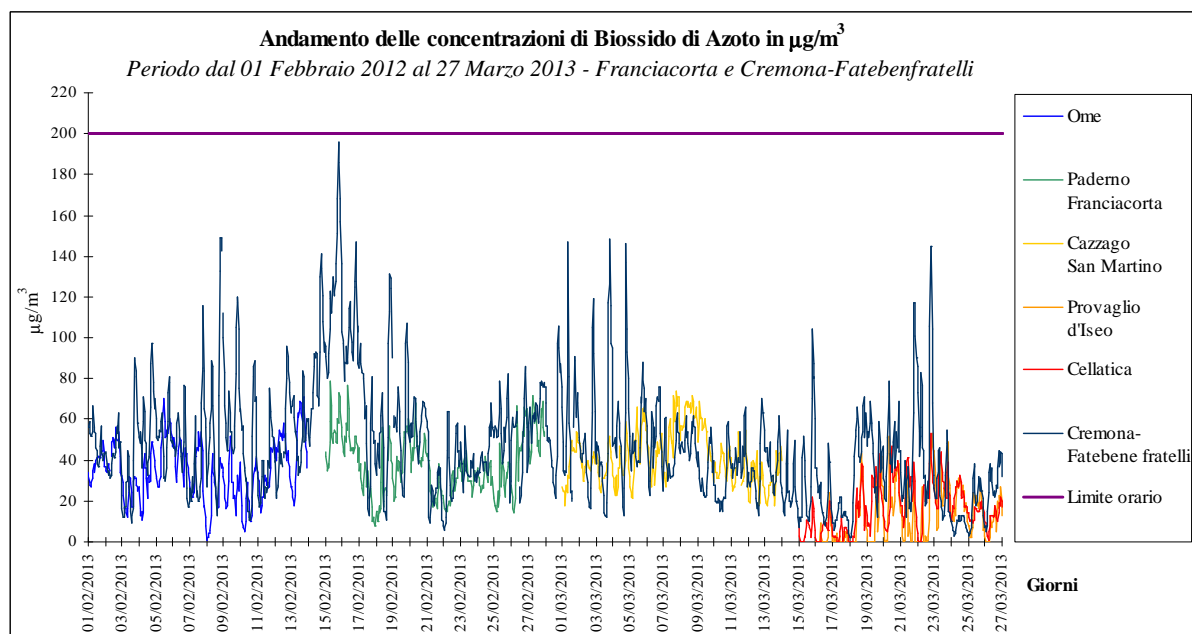
I valori rilevati nei punti della Franciacorta sono risultati abbastanza in linea con quelli delle stazioni ARPA di fondo suburbane di Osio Sotto e Rivolta d'Adda, ma soprattutto con le due stazioni della provincia di Brescia di Sarezzo (stazione di fondo urbana) e Rezzato (stazione industriale suburbana). Sono risultati invece più bassi di quelli rilevati dalle stazioni urbane di fondo o traffico delle città (Brescia, Milano, Monza, Cremona).













## 6.5 – Benzene

Nella tabella seguente vengono riportati, in sintesi, per il Benzene i valori di concentrazione massimi (come media oraria) e medi (sui 13 giorni di monitoraggio) riscontrati nelle campagne di monitoraggio.

Punto	Comune	Tipologia punto	Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
			Max	Media
A	Ome	Traffico da arteria stradale	2,3	0,7
B	Paderno Franciacorta	Fondo in zona suburbana	2,6	1,0
C	Cazzago San Martino	Traffico da arteria stradale	1,6	0,6
D	Provaglio d'Iseo	Traffico da arteria stradale	1,0	0,3
E	Cellatica	Fondo in zona suburbana	1,0	0,4

I valori di concentrazione di Benzene riscontrati in questa campagna sono risultati in generale abbastanza contenuti, nonostante fosse la stagione invernale.

I valori orari sono sempre risultati almeno la metà del valore limite valore limite di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , fissato dal D.Lgs. n. 155 come concentrazione media sull'anno civile, mentre le concentrazioni medie su 13 giorni di monitoraggio sono risultate in genere circa un ordine di grandezza più piccole di tale limite. Va sempre comunque ricordato che campagne di monitoraggio della durata di quelle effettuate non possono essere considerate rappresentative di un intero anno e che i valori di concentrazione rilevati dalla strumentazione utilizzata non sono direttamente confrontabili con quanto previsto dalla normativa.

Anche per questo inquinante si sono osservati dei valori più bassi nell'ultimo periodo di monitoraggio, indipendentemente dalla tipologia di punto monitorato. Tuttavia, a differenza del particolato e del Biossido di Azoto, meno simili tra di loro sono risultate le concentrazioni rilevate, come valori massimi e medi, nei punti B – Paderno Franciacorta e C – Cazzago San Martino, con il punto di fondo B che è risultato quello con le concentrazioni maggiori.

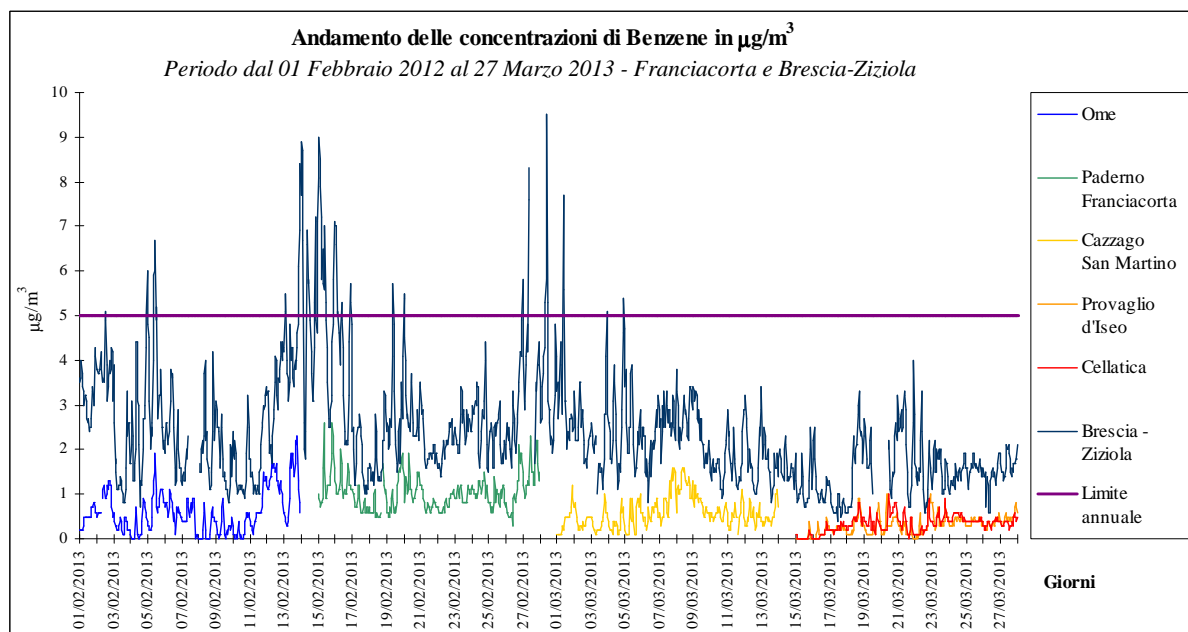


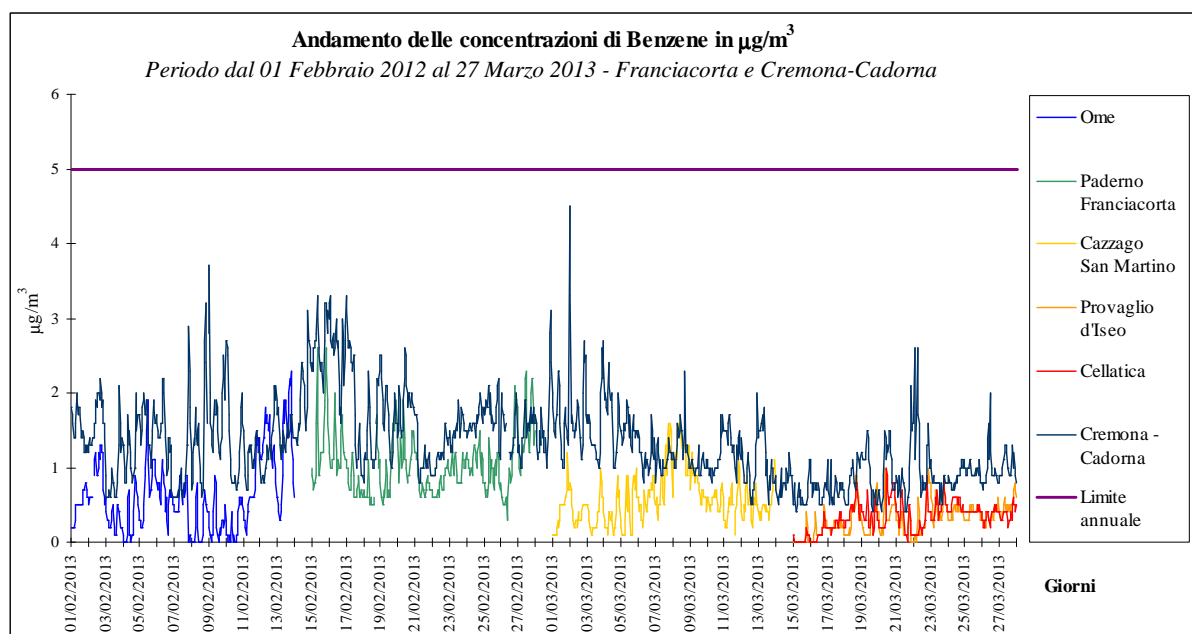
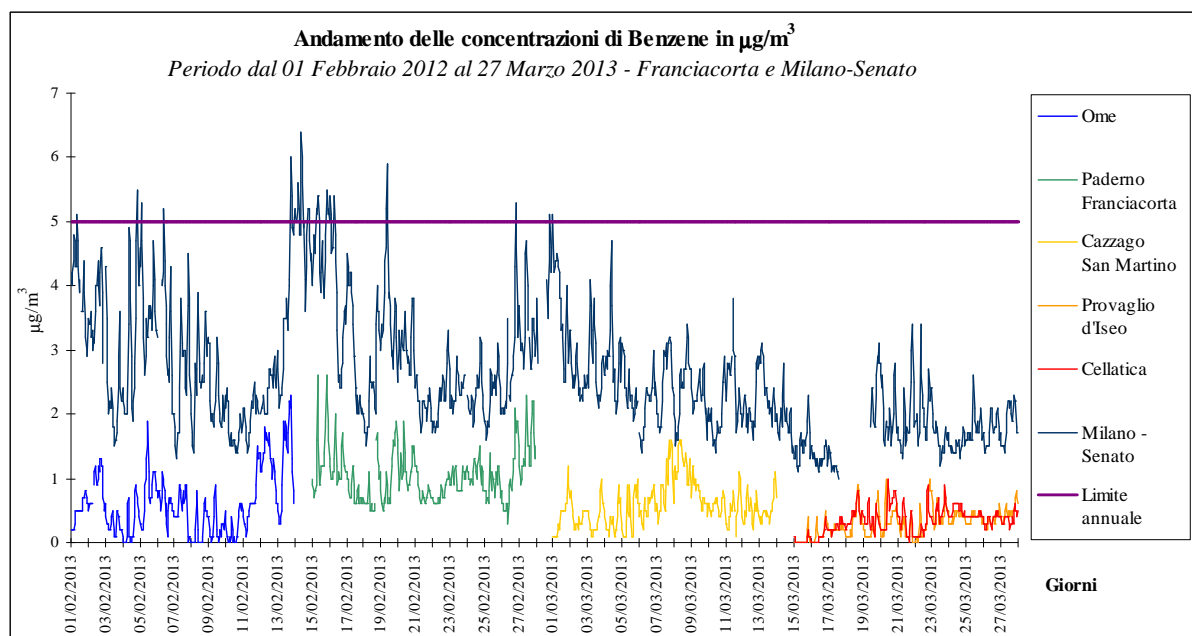


Anche per questo parametro si possono confrontare i dati rilevati nei punti di monitoraggio con quelli registrati in contemporanea dalle centraline ARPA di Brescia-Ziziola (stazione di fondo suburbana), Milano-Senato e Cremona-Cadorna (stazioni di traffico urbane), uniche tra quelle considerate a monitorare il parametro Benzene (si vedano i grafici riportati di seguito, a fine paragrafo).

Si può osservare che, se nell'ultimo periodo di monitoraggio, similmente a quanto verificatosi per il particolato ed il Biossido di Azoto, vi è stato un generale abbassamento dei valori di concentrazione, tuttavia nei punti della Franciacorta esso è risultato un poco più marcato che nelle altre zone della regione.

In particolare, a differenza di quanto osservato per gli altri inquinanti, i valori di Benzene rilevati nel punto C – Cazzago San Martino hanno mostrato subito un abbassamento netto rispetto a quanto rilevato nel punto precedente (B – Paderno Franciacorta), ma tale diminuzione non trova riscontro in quanto osservato dalle stazioni ARPA. Pertanto i valori un poco più alti del punto B (di fondo) e quelli un poco più bassi del punto C (di traffico) vanno visti come caratteristici dei siti specifici, anche se tale differenza risulta opposta a quanto atteso dalle tipologie dei punti stessi.







## **7. INDICE DI QUALITÀ DELL'ARIA (IQA)**

L'indice della qualità dell'aria è una grandezza adimensionale definita per rappresentare, in maniera sintetica, lo stato complessivo dell'inquinamento atmosferico e consentirne, quindi, una comunicazione semplice, immediata ed accessibile ad un vasto pubblico.

In questo capitolo viene introdotto l'indice di qualità dell'aria (IQA) adottato dall'ARPA dell'Emilia-Romagna e viene applicato ai risultati delle campagne effettuate.

### **7.1 – L'indice di qualità dell'aria dell'Emilia-Romagna**

In generale sono possibili diverse definizioni di indici di qualità dell'aria, per costruire i quali occorre:

- scegliere quali siano gli inquinanti da considerare (in genere tra quelli che presentano effetti di tipo acuto sulla salute, quali PM10, PM2.5, CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>);
- definire una scala adimensionale (sotto-indice) per ogni inquinante considerato, il che implica anche la scelta di un'opportuna modalità di aggregazione temporale dei dati rilevati (media giornaliera, massimo orario giornaliero,...), in genere considerando per ogni inquinante l'indicatore temporale rispetto al quale è definito il corrispondente limite di legge;
- costruire un indice sintetico unico, a partire dai sotto-indici definiti per ogni inquinante.

In questo caso si è deciso di ricorrere all'indice definito dall'ARPA Emilia-Romagna (si veda il documento "Definizione di un indice di qualità dell'aria per l'Emilia-Romagna" – ARPA Emilia-Romagna).

Nel suo calcolo sono inclusi, tra gli inquinanti con effetti a breve termine, solo il PM10, il Biossido di Azoto e l'Ozono, ovvero quelli che presentano le maggiori criticità, mentre il Monossido di Carbonio e l'Anidride Solforosa sono esclusi, dato che negli ultimi decenni hanno conosciuto una drastica diminuzione delle loro concentrazioni in aria, tanto da essere stabilmente e ampiamente sotto i limiti di legge: tale è il criterio che si è seguito anche per la scelta dei parametri da monitorare nelle campagne effettuate nella Franciacorta.



Castelmella (BS), rif. AMB-13/0975  
pag. 44 di 50






Si è quindi proceduto alla definizione dei sotto-indici relativi ai 3 parametri PM10, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, utilizzando l'approccio basato sulla standardizzazione rispetto ai limiti di legge, ovvero:

- la modalità di aggregazione temporale dei dati grezzi è quella prevista dalla legislazione (media giornaliera per il PM10; valore massimo giornaliero delle medie mobili sulle 8 ore per l'Ozono; valore massimo giornaliero delle medie orarie per il Biossido di Azoto);
- per definire un sotto-indice adimensionale ( $I_p$ ), si divide il dato di concentrazione dell'inquinante ( $C_p$ ), espresso nell'unità di misura originaria, per un valore di riferimento ( $L_p$ ), che è dato dal limite di legge (PM10: 50 µg/m<sup>3</sup>; O<sub>3</sub>: 120 µg/m<sup>3</sup>; NO<sub>2</sub>: 200 µg/m<sup>3</sup>), e si moltiplica il risultato per 100:

$$I_p = \frac{C_p}{L_p} \times 100$$

Calcolati i sotto-indici, come indice sintetico si utilizza il valore più elevato tra tutti i sotto-indici calcolati. Questo è l'approccio più utilizzato in ambito internazionale: il calcolo viene effettuato in modo tale che è sufficiente che un solo inquinante sia sopra il limite di legge perché l'indice complessivo assuma un valore superiore a 100.

Una volta definito l'indice sintetico, si scelgono un range di variazione ed un numero di classi per tale indice, in questo caso una scala di valori con una gradazione a step uniformi pari a 50 unità dell'indice, alla quale è associata una scala cromatica di 5 colori (verde, giallo, arancione, rosso e viola, secondo quella di più largo uso in ambito internazionale). A sua volta, a ciascuno di questi colori è associato un giudizio di valore della qualità dell'aria, come mostrato nella tabella seguente.

<b>IQA</b>	<b>Cromatismo</b>	<b>Qualità dell'aria</b>
< 50		Buona
50 – 99		Accettabile
100 – 149		Mediocre
150 – 199		Scadente
> 200		Pessima



## **7.2 – Applicazione dell'indice IQA alle campagne della Franciacorta**

Vengono qui di seguito riportati in tabella gli indici di qualità dell'aria ed i corrispondenti giudizi sulla qualità dell'aria relativi alle campagne effettuate nei comuni della Franciacorta.

Per il punto A – Ome, non essendo disponibili per i primi quattro giorni i dati concernenti le concentrazioni di PM10 ed essendo questo in genere l'inquinante più critico nella stagione estiva, si è valutato l'indice IQA solo a partire dal quinto giorno di monitoraggio.

<b>Punto A – Depuratore, via Provinciale – Ome</b>					
<b>Giorno</b>	<b>Sotto-indici</b>			<b>IQA</b>	<b>Qualità dell'aria</b>
	<b>PM10</b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>NO<sub>2</sub></b>		
01/02/2013	/	13	25	/	/
02/02/2013	/	10	28	/	/
03/02/2013	/	44	17	/	/
04/02/2013	/	43	25	/	/
05/02/2013	88	16	35	88	Accettabile
06/02/2013	98	25	26	98	Accettabile
07/02/2013	102	42	27	102	Mediocre
08/02/2013	30	56	22	56	Accettabile
09/02/2013	48	40	26	48	Buona
10/02/2013	48	51	21	51	Accettabile
11/02/2013	64	39	26	64	Accettabile
12/02/2013	84	9	29	84	Accettabile
13/02/2013	110	18	36	110	Mediocre



<b>Punto B – Parcheggio, via Romanino – Paderno Franciacorta</b>					
<b>Giorno</b>	<b>Sotto-indici</b>			<b>IQA</b>	<b>Qualità dell'aria</b>
	<b>PM10</b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>NO<sub>2</sub></b>		
15/02/2013	178	8	40	178	Scadente
16/02/2013	200	18	39	200	Pessima
17/02/2013	84	54	23	84	Accettabile
18/02/2013	76	58	29	76	Accettabile
19/02/2013	160	26	30	160	Scadente
20/02/2013	250	16	34	250	Pessima
21/02/2013	78	53	22	78	Accettabile
22/02/2013	86	58	20	86	Accettabile
23/02/2013	126	28	23	126	Mediocre
24/02/2013	84	18	21	84	Accettabile
25/02/2013	42	52	24	52	Accettabile
26/02/2013	70	56	34	70	Accettabile
27/02/2013	56	12	36	56	Accettabile

<b>Punto C – Cimitero, via Bonfadina – Cazzago San Martino</b>					
<b>Giorno</b>	<b>Sotto-indici</b>			<b>IQA</b>	<b>Qualità dell'aria</b>
	<b>PM10</b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>NO<sub>2</sub></b>		
01/03/2013	166	25	27	166	Scadente
02/03/2013	248	39	24	248	Pessima
03/03/2013	268	63	26	268	Pessima
04/03/2013	202	40	30	202	Pessima
05/03/2013	142	38	33	142	Mediocre
06/03/2013	60	44	27	60	Accettabile
07/03/2013	36	41	37	41	Buona
08/03/2013	42	8	36	42	Buona
09/03/2013	60	40	35	60	Accettabile
10/03/2013	76	50	24	76	Accettabile
11/03/2013	42	43	28	43	Buona
12/03/2013	34	55	23	55	Accettabile
13/03/2013	26	53	24	53	Accettabile



<b>Punto D – Parcheggio, via Sebina – Provaglio d’Iseo</b>					
<b>Giorno</b>	<b>Sotto-indici</b>			<b>IQA</b>	<b>Qualità dell’aria</b>
	<b>PM10</b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>NO<sub>2</sub></b>		
15/03/2013	20	63	/	63	Accettabile
16/03/2013	30	68	12	68	Accettabile
17/03/2013	18	58	3	58	Accettabile
18/03/2013	8	61	22	61	Accettabile
19/03/2013	20	55	21	55	Accettabile
20/03/2013	34	40	26	40	Buona
21/03/2013	24	50	17	50	Accettabile
22/03/2013	38	67	27	67	Accettabile
23/03/2013	48	51	25	51	Accettabile
24/03/2013	12	54	16	54	Accettabile
25/03/2013	16	57	13	57	Accettabile
26/03/2013	20	65	14	65	Accettabile
27/03/2013	38	50	22	50	Accettabile

<b>Punto E – Campo 2, via Breda Vecchia – Cellatica</b>					
<b>Giorno</b>	<b>Sotto-indici</b>			<b>IQA</b>	<b>Qualità dell’aria</b>
	<b>PM10</b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>NO<sub>2</sub></b>		
15/03/2013	30	67	11	67	Accettabile
16/03/2013	52	68	10	68	Accettabile
17/03/2013	66	66	7	66	Accettabile
18/03/2013	16	66	19	66	Accettabile
19/03/2013	20	49	22	49	Buona
20/03/2013	34	58	24	58	Accettabile
21/03/2013	24	54	21	54	Accettabile
22/03/2013	30	73	27	73	Accettabile
23/03/2013	70	48	22	70	Accettabile
24/03/2013	38	50	17	50	Accettabile
25/03/2013	32	49	10	49	Buona
26/03/2013	56	55	11	56	Accettabile
27/03/2013	126	43	20	126	Mediocre



Castelmella (BS), rif. AMB-13/0975  
pag. 48 di 50

Come si è detto, in genere l'inquinante più critico nella stagione invernale è costituito dal PM10, mentre l'Ozono, a causa del ridotto irraggiamento solare, tende a far rilevare concentrazioni basse. Tuttavia, come si è visto nel capitolo precedente, i valori di concentrazione di PM10, inizialmente alti, hanno mostrato un brusco abbassamento a partire dal 06 Marzo, a causa delle precipitazioni più frequenti, mentre le concentrazioni di Ozono sono andate aumentando lentamente e gradualmente col procedere dei monitoraggi, in relazione al progressivo allungarsi delle giornate.

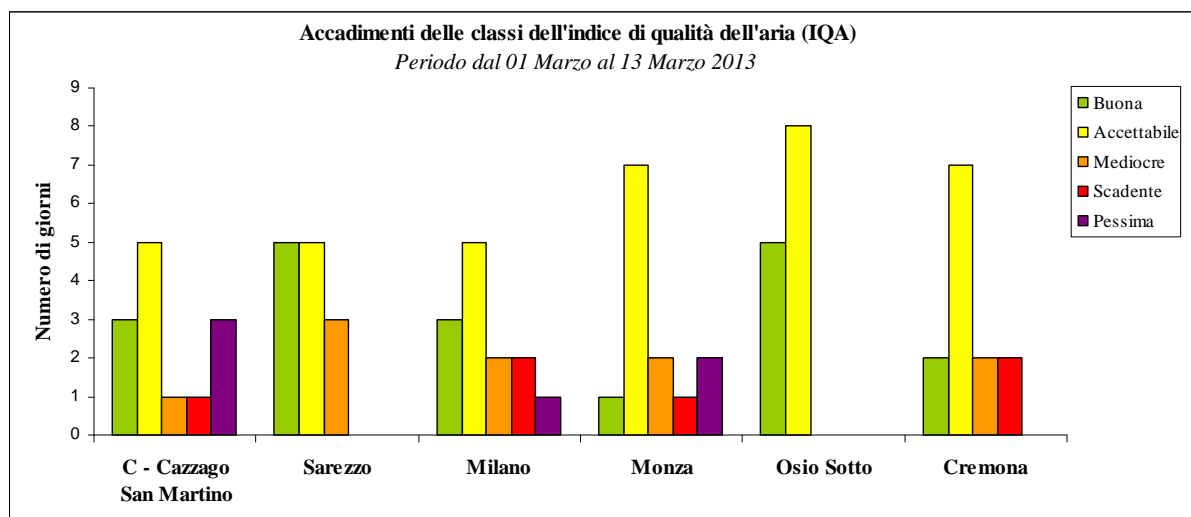
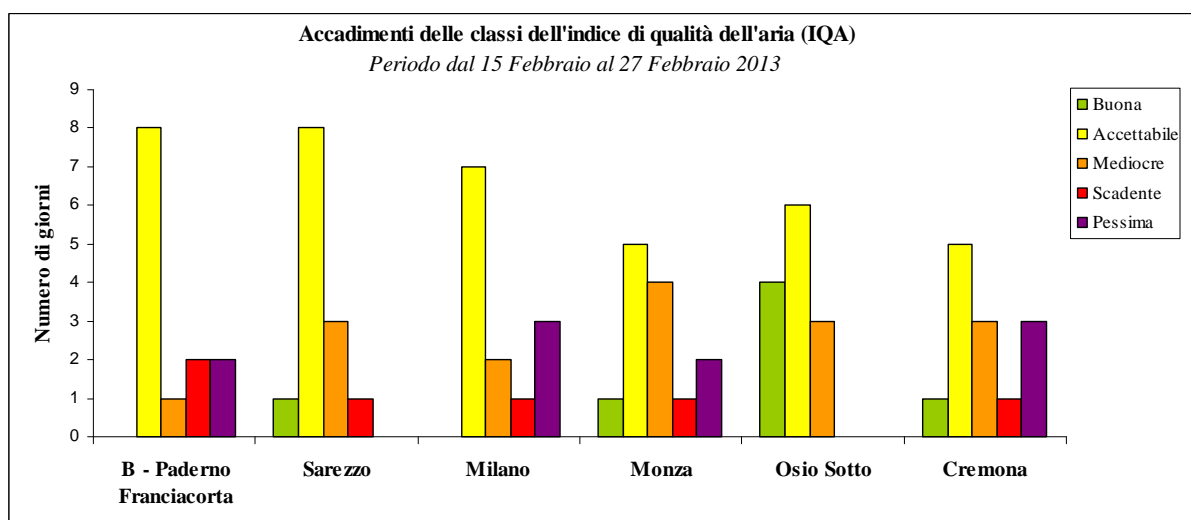
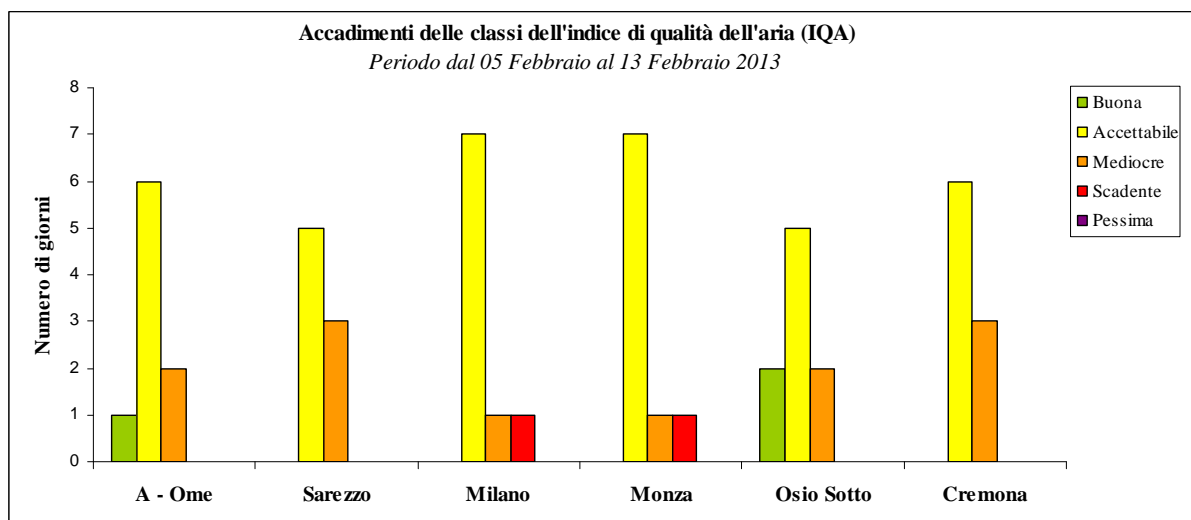
Ne è conseguito che, se inizialmente (monitoraggi dei punti A – Ome, B – Paderno Franciacorta e primi gironi del monitoraggio del punto C – Cazzago San Martino) l'indice IQA è venuto quasi sempre a coincidere con il sotto-indice relativo al PM10, risultando a volte anche superiore a 100 (in occasione dei superamenti del valore limite per il PM10), nell'ultima parte del periodo complessivo di monitoraggio esso è venuto a coincidere quasi sempre con il sotto-indice relativo all'Ozono; in tal caso, tuttavia, visti i valori comunque contenuti di Ozono, esso è risultato sempre inferiore a 100 (solamente nell'ultimo giorno di monitoraggio nel punto E – Cellatica l'IQA ha superato di nuovo il valore 100, ma a causa di un superamento del limite di concentrazione del PM10). Mai l'IQA è venuto a coincidere con il sotto-indice relativo al Biossido di Azoto.

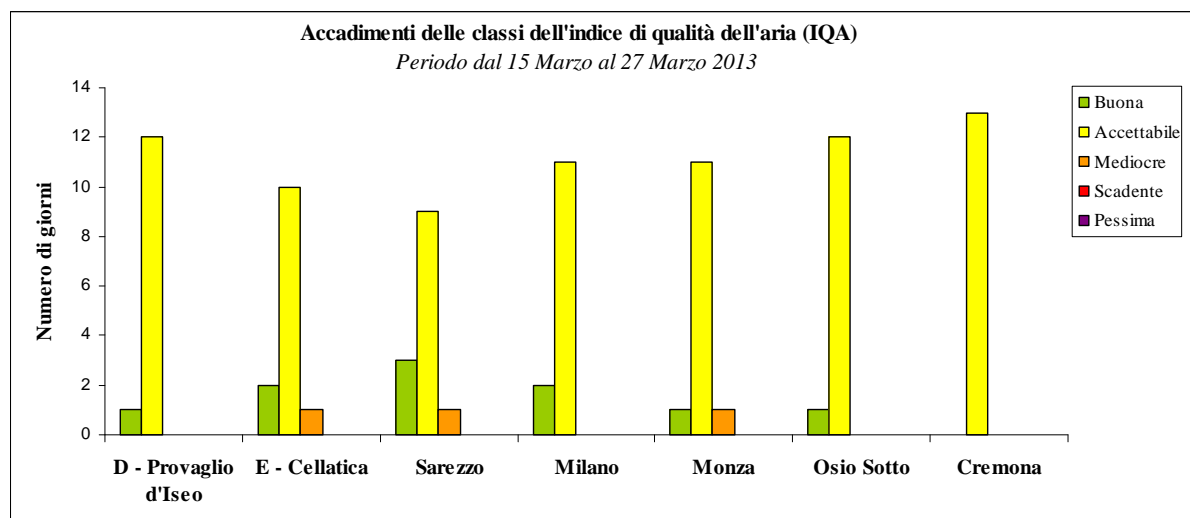
Pertanto, se a Febbraio e fino ai primi giorni di Marzo, accanto all'occorrere della classe di qualità dell'aria "accettabile" sono comparsi accadimenti di quelle "mediocre", "scadente" o addirittura "pessima", in particolare nei casi dei punti B – Paderno Franciacorta e C – Cazzago San Martino, successivamente queste ultime classi sono scomparse, per lasciare una netta prevalenza alla classe "accettabile", accompagnata da accadimenti della classe "buona".

Questi risultati vengono riproposti negli istogrammi riportati di seguito, dove viene rappresentato in grafico il numero di giorni di accadimento relativo a ciascuna classe dell'indice IQA.

L'indice calcolato per ogni punto di monitoraggio viene messo a confronto con quello determinato nelle stesse giornate per le stazioni ARPA per le quali sono disponibili i valori di tutti e tre gli inquinanti di interesse, ovvero le cinque stazioni di Sarezzo, Milano-Verziere, Monza, Osio Sotto e Cremona-Fatebenefratelli.







Analogamente a quanto riscontrato per i comuni della Franciacorta, anche per le stazioni ARPA è risultato che, se fino ai primi giorni di Marzo l'indice IQA è venuto a coincidere quasi esclusivamente con il sotto-indice relativo al parametro PM10, nelle ultime due o tre settimane (a seconda della stazione) più significativi sono stati i casi in cui l'IQA complessivo è venuto a coincidere con il sotto-indice relativo all'Ozono o, talvolta, al Biossido di Azoto, invece che con il sotto-indice relativo al PM10.

Ne consegue che lo stato della qualità dell'aria sia risultato ovunque abbastanza simile.

Nella prima parte del periodo di monitoraggio, per le stazioni ARPA come per i punti della Franciacorta, è prevalsa la classe di qualità dell'aria "accettabile", accompagnata da accadimenti di quelle "mediocre", "scadente" o "pessima"; nell'ultimo periodo, invece, la classe "accettabile" è diventata nettamente preponderante, accompagnata da accadimenti di quella "buona".

Si può pertanto dire che in generale la qualità dell'aria nei punti considerati della Franciacorta sia risultata in linea con quella rilevata dalle stazioni ARPA nel resto della regione, seppur con le opportune differenze locali. In particolare, le stazioni ARPA di Sarezzo (stazione di fondo urbana) e Osio Sotto (stazione di fondo in zona suburbana) hanno mostrato uno spostamento verso le classi di qualità dell'aria migliori, rispetto tanto alle altre stazioni ARPA quanto ai punti di monitoraggio della Franciacorta.