

Rif. AMB-14/1325
Documento di 55 pagine
e di 1 allegato

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

Progetto “Franciacorta Sostenibile”

SINTESI DEI MONITORAGGI EFFETTUATI NELL'INVERNO 2014

Insedimenti: **Comuni di Corte Franca, Erbusco, Capriolo,
Monticelli Brusati, Passirano, Gussago**

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

Castelmella (BS) 01/07/2013

Redatta Dott. Luigi Carbut	Verificata Dott.ssa chim. Livia Lelli	Approvata 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. 11
3.	STANDARD NORMATIVI DI RIFERIMENTO	pag. 13
4.	STRUMENTAZIONE E METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO E DI ANALISI	pag. 16
5.	PARAMETRI METEOROLOGICI	pag. 18
6.	RISULTATI DELLE MISURAZIONI, OSSERVAZIONI E CONFRONTI	pag. 19
	6.1 Particolato Fine (PM10)	
	6.2 Particolato Respirabile (PM2.5)	
	6.3 Ozono (O ₃)	
	6.4 Biossido di Azoto (NO ₂)	
	6.5 Benzene	
7.	INDICE DI QUALITÀ DELL'ARIA (IQA)	pag. 47
	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-14/1325
pag. 4 di 55

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 sei 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.

Inoltre, in cinque dei sei comuni considerati, con l'esclusione di Monticelli Brusati, un monitoraggio era già stato effettuato, nello stesso punto o meno a seconda dei comuni, nel corso del 2010.

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 comuni differenti: sono così state effettuate due campagne di monitoraggio in prossimità di arterie stradali di rilievo dal punto di vista del traffico veicolare (presso i comuni di Corte Franca e Capriolo), due campagne in corrispondenza di centro abitato (presso i comuni di Erbusco e Passirano) e due campagne in aree di contesto di tipo suburbano (presso i comuni di Monticelli Brusati e Gussago).



Le campagne nei sei comuni, della durata di 13 giorni ciascuna, sono state effettuate in successione, nel periodo che complessivamente va dal 22 Gennaio al 17 Marzo 2014. Quando possibile, si è fatto in modo di effettuare il monitoraggio in contemporanea 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 sei 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.

Punto	Sito	Periodo di monitoraggio	Tipologia	Relazione
A	Comune di Corte Franca Via Roma (SPXI)	22 Gennaio ÷ 03 Febbraio 2014	Traffico da arteria stradale	AMB-14/1071
B	Comune di Erbusco Piazza Divisione Acqui	22 Gennaio ÷ 03 Febbraio 2014	Centro abitato	AMB-14/1072
C	Comune di Capriolo Via IV Novembre (SS469)	05 Febbraio ÷ 17 Febbraio 2014	Traffico da arteria stradale	AMB-14/1073
D	Comune di Monticelli Brusati Scuola media	19 Febbraio ÷ 03 Marzo 2014	Fondo in zona suburbana	AMB-14/1074
E	Comune di Passirano Municipio	05 Marzo ÷ 17 Marzo 2014	Centro abitato	AMB-14/1075
F	Comune di Gussago Isola Ecologica	05 Marzo ÷ 17 Marzo 2014	Fondo in zona suburbana	AMB-14/1076

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.

A causa di interruzioni nella fornitura di corrente e/o malfunzionamenti dei rilevatori/sensori, non sono stati rilevati i dati relativi ad alcune giornate e/o ad alcuni parametri nei vari monitoraggi. In particolare, per il



Castelmella (BS), rif. AMB-14/1325
pag. 7 di 55

monitoraggio presso il comune di Corte Franca sono disponibili dati di PM10 e PM2.5 solamente per le prime cinque giornate, mentre per il parametro Benzene sono completamente assenti dati relativi ai comuni di Capriolo, Monticelli Brusati e Passirano.

1.2 – Descrizione dei punti e dei luoghi di rilevazione

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

Punto A – Corte Franca – Via Roma (SPXI)

La centralina di rilevamento è stata collocata nel parcheggio situato lungo il lato Est di via Roma, di fianco alla scuola materna “Don Angelo Rovaglia” ed al campo da calcio dell'oratorio di Timoline, frazione del comune di Corte Franca. Il punto di rilevazione si trova a 212 m s.l.m. e le coordinate geografiche sono:

Latitudine N 45° 38' 08''

Longitudine E 10° 00' 37'' rispetto a Greenwich.

Via Roma è un'arteria stradale trafficata, che costituisce il tratto che taglia il centro abitato di Timoline della SPXI, Strada Provinciale che si estende da Sud a Nord, andando dal territorio del comune di Rovato verso il lago d'Iseo. Situata nel parcheggio, la centralina di rilevamento distava solo una ventina di metri dalla carreggiata della strada.

Il sito si caratterizza, pertanto, come punto di traffico da arteria stradale.



Punto B – Erbusco – Piazza Divisione Acqui

La centralina di rilevamento è stata collocata nel parcheggio più a Sud tra i due presenti in piazza Divisione Acqui, nel comune di Corte Franca. Il punto di rilevazione si trova a 242 m s.l.m. e le coordinate geografiche sono:

Latitudine N 45° 35' 56''

Longitudine E 9° 58' 14'' rispetto a Greenwich.

Piazza Divisione Acqui si trova nella parte Est del centro abitato di Erbusco. Il sito si caratterizza, pertanto, come punto di centro abitato.

Circa 200 m a Est della piazza si incrociano la Strada Provinciale SP70 e la via Provinciale, che delimitano il centro abitato di Erbusco a Sud-Ovest. Sempre a Sud-Ovest, a circa 670 m di distanza dal punto di monitoraggio, corre l'Autostrada A4.

Nella piazza in cui è stata posizionata la centralina, due volte a settimana, il martedì ed il venerdì, si svolgono i mercati locali.

Punto C – Capriolo – Via IV Novembre (SS469)

La centralina di monitoraggio è stata collocata nel parcheggio situato alle spalle del municipio di Capriolo, lungo il lato Est di via IV Novembre (SS469). Il punto di rilevazione si trova a 215 m s.l.m. e le coordinate geografiche sono:

Latitudine N 45° 38' 15''

Longitudine E 9° 56' 01'' rispetto a Greenwich.

Il sito di monitoraggio si trova all'incirca nel mezzo del centro abitato di Capriolo, in una zona piuttosto trafficata, a metà strada tra due rotonde in cui la SS469 si interseca con altre arterie stradali di rilievo: 230 m a Sud del punto di monitoraggio si trova la rotonda detta delle "Cinque Vie", di incrocio con la via per Adro; 160 m a Nord, la rotonda di intersezione con la via per Calepio (SP96).

Il sito si caratterizza, pertanto, come punto di traffico da arteria stradale.



Punto D – Monticelli Brusati – Scuola media

La centralina di monitoraggio è stata collocata nel cortile della scuola media di Monticelli Brusati, in via A. Manzoni, n. 1. Il punto di rilevazione si trova a 276 m s.l.m. e le coordinate geografiche sono:

Latitudine N 45° 37' 42''

Longitudine E 10° 06' 02'' rispetto a Greenwich.

Il sito di monitoraggio si trova nell'angolo Sud-Est del centro abitato di Monticelli Brusati, sul versante orientale di un piccolo rilievo collinare, circondato da campi a Sud e ad Ovest. Il paese di Monticelli Brusati sorge in un'area collinare, costituita dai primi rilievi che sorgono a Nord della Pianura Bresciana.

Il sito si caratterizza, pertanto, come punto di fondo in zona suburbana.

Punto E – Passirano – Municipio

La centralina di monitoraggio è stata collocata nel parcheggio situato a Sud-Est del Municipio di Passirano, alla fine di via Donatori di Sangue. Il punto di rilevazione si trova a 207 m s.l.m. e le coordinate geografiche sono:

Latitudine N 45° 35' 52''

Longitudine E 10° 03' 53'' rispetto a Greenwich.

Il sito di monitoraggio si trova all'incirca nel mezzo del centro abitato di Passirano, in una zona residenziale. Esso si caratterizza, pertanto, come punto di centro abitato.

Circa a 150 m in direzione Nord-Nord-Est rispetto alla posizione della centralina corre la Strada Provinciale SP49, che attraversa il paese. Altra arteria abbastanza trafficata è via Roma, che corre circa 200 m a Ovest-Nord-Ovest del punto di rilevazione, incrociandosi con la SP49.



Castelmella (BS), rif. AMB-14/1325
pag. 10 di 55

Punto F – Gussago – Isola Ecologica

La centralina di monitoraggio è stata collocata nel piazzale dell'Isola Ecologica di Gussago, situata in via Galvani, n. 50, in località Mandolossa. Il punto di rilevazione si trova a 128 m s.l.m. e le coordinate geografiche sono:

Latitudine N 45° 33' 17''

Longitudine E 10° 08' 52'' rispetto a Greenwich.

L'Isola Ecologica si trova sul margine della zona industriale di Gussago, collocata a Sud del centro abitato del comune. A Nord e ad Ovest risulta circondata da campi ad uso coltivato. Il sito si caratterizza, pertanto, come punto di fondo in zona suburbana.

Nelle vicinanze del punto di rilevamento passano alcune arterie stradali abbastanza trafficate: la Strada Statale SS510, che corre a circa 240 m di distanza in direzione Sud-Ovest; via Mandolossa, che corre a circa 450 m di distanza in direzione Est-Sud-Est; via Milano, che corre a circa 630 m di distanza in direzione Sud-Sud-Ovest.



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 (O₃);
- Biossido di Azoto (NO₂);
- 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-14/1325
pag. 12 di 55

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, secondo quanto previsto dal D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010 e dal D.Lgs. n. 250 del 24/12/2012.

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

Particolato Fine (PM10)

PM10 (condizioni ambientali)			
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>CONCENTRAZIONE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</i>
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010 D.Lgs. n. 250 24/12/2012	1 giorno	50 (da non superare più di 35 volte per anno civile)
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010 D.Lgs. n. 250 24/12/2012	Anno civile	40

Particolato Respirabile (PM2.5)

PM2.5 (condizioni ambientali)						
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>LIMITE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</i>	<i>MARGINE TOLLERANZA</i>		<i>LIMITE + MARGINE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</i>
				$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<i>anno</i>	
<i>Valore limite</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010 D.Lgs. n. 250 24/12/2012	Anno civile	25	1	2014	26
				0	2015	25



Ozono

O₃ (a 293 K, 101,3 kPa)			
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>CONCENTRAZIONE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</i>
<i>Soglia di allarme</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	1 ora	240 (da non superare per più di 3 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	120 (da non superare più di 25 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 ^(*) (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) da maggio a luglio	18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{-h}$ (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	120
<i>Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	AOT40 ^(*) (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) da maggio a luglio	6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{-h}$

^(*) 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

NO₂ (a 293 K, 101,3 kPa)			
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>CONCENTRAZIONE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</i>
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010 D.Lgs. n. 250 24/12/2012	1 ora	200 (da non superare più di 18 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 ² , oppure pari all'estensione dell'intera zona o dell'intero agglomerato, nel caso questi siano meno estesi	400
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010 D.Lgs. n. 250 24/12/2012	Anno civile	40



Benzene

Benzene (a 293 K, 101,3 kPa)			
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>CONCENTRAZIONE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</i>
<i>Valore limite</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010 D.Lgs. n. 250 24/12/2012	Anno civile	5,0



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 ed 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 (O₃), Biossido di Azoto (NO₂) 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 ³ ;
	- Biossido di Azoto:	0 ÷ 500 µg/m ³ ;
	- Benzene:	0 ÷ 100 µg/m ³ ;



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, sviluppato da Davis Instruments



6. RISULTATI DELLE MISURAZIONI, OSSERVAZIONI E CONFRONTI

Per i risultati in dettaglio delle sei campagne effettuate, si rimanda agli allegati dei rapporti di prova INDAM relativi a ciascuna campagna di monitoraggio (Nss. Riff. AMB-14/1071÷1076) 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 sei 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) 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, NO₂ e O₃; 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, PM2.5, NO ₂
Brescia – Villaggio Sereno	Fondo	Urbana	PM10, PM2.5, O ₃ , NO ₂
Brescia – via Ziziola	Fondo	Suburbana	Benzene, O ₃ , NO ₂
Sarezzo (BS) – via Minelli	Fondo	Urbana	PM10, O ₃ , NO ₂
Rezzato (BS)	Industriale	Suburbana	PM10, NO ₂
Milano – Verziere	Traffico	Urbana	PM10, O ₃ , NO ₂
Milano – Senato	Traffico	Urbana	Benzene
Monza – via Machiavelli	Fondo	Urbana	PM10, PM2.5, O ₃ , NO ₂
Osio Sotto (BG)	Fondo	Suburbana	PM10, O ₃ , NO ₂
Rivolta d’Adda (CR) – via Beccaria	Fondo	Suburbana	PM10, NO ₂
Cremona – via Fatebenefratelli	Fondo	Urbana	PM10, PM2.5, O ₃ , NO ₂
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/m³, imposto dal D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010 e dal D.Lgs. n. 250 del 24/12/2012 come limite giornaliero da non superare più di 35 volte per anno civile.

A causa di interruzioni nella fornitura di corrente e malfunzionamenti dei rilevatori del materiale particellare, non sono disponibili i dati relativi ad alcune giornate per i punti A – Corte Franca, D – Monticelli Brusati e F – Gussago.

In particolare per il punto di Corte Franca sono disponibili i dati solamente per 5 giorni sui 13 complessivi della campagna di monitoraggio.



Punto	Comune	Tipologia punto	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Superamenti del limite	Giorni effettivi di monitoraggio
			Max	Media		
A	Corte Franca	Traffico da arteria stradale	74	57	3	5
B	Erbusco	Centro abitato	56	34	2	13
C	Capriolo	Traffico da arteria stradale	42	29	0	13
D	Monticelli Brusati	Fondo in zona suburbana	48	30	0	10
E	Passirano	Centro abitato	139	80	10	13
F	Gussago	Fondo in zona suburbana	101	81	12	12

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, anche con ripetuti superamenti del valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nel caso della presente indagine, tuttavia, le prime sei settimane di rilevazione, nelle quali sono stati effettuati i monitoraggi dei primi quattro punti, sono state caratterizzate da precipitazioni piuttosto frequenti. Ciò ha determinato valori di concentrazione abbastanza contenuti, con rari superamenti del valore limite, riscontrati esclusivamente nella prima settimana di monitoraggio. In particolare, nel caso del punto di traffico C – Capriolo, nonostante l'immediata vicinanza della centralina alla carreggiata della SS469, non sono stati registrati superamenti del limite, a causa delle precipitazioni significative verificatesi.

Nelle ultime due settimane di monitoraggio, invece, le precipitazioni sono risultate completamente assenti, determinando un incremento rapido e costante delle concentrazioni di PM10 col procedere dei giorni e valori quasi sempre superiori al limite.

È possibile poi distinguere delle differenze legate alla tipologia di punto di monitoraggio, per i punti monitorati in contemporanea.

Nelle prime due settimane del periodo complessivo, il punto di traffico A – Corte Franca (anche se per esso si dispone solamente di 5 giorni di dati) ha effettivamente fatto registrare sempre valori superiori rispetto a quelli del punto di centro abitato B – Erbusco.

Nelle ultime due settimane, il punto di centro abitato E – Passirano e quello di fondo F – Gussago hanno fatto registrare concentrazioni simili, come media sull'intero periodo. Tuttavia, pur essendosi inizialmente riscontrati



Castelmella (BS), rif. AMB-14/1325
pag. 22 di 55

valori di concentrazione più elevati nel punto di fondo (situato al limitare della zona industriale di Gussago), nelle ultime giornate l'incremento delle concentrazioni rilevato nel punto di centro abitato è stato ben più marcato, tale da determinare valori massimi più alti rispetto a quelli del punto di fondo stesso.

La normativa nazionale fissa anche un valore limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media delle concentrazioni giornaliere nell'arco di un intero anno solare.

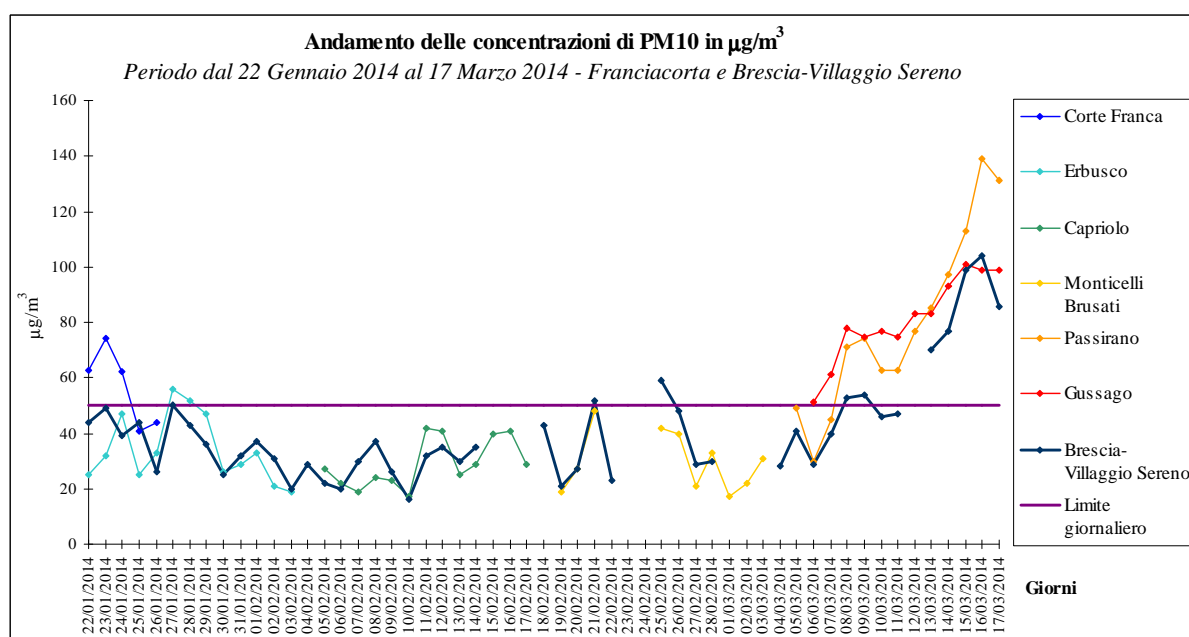
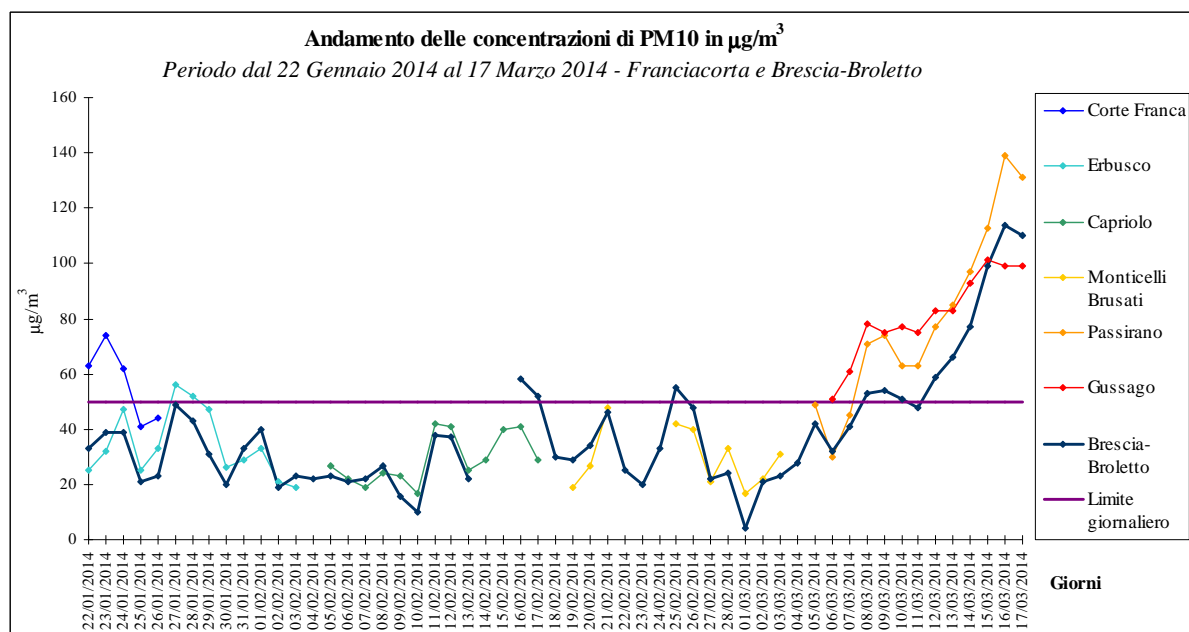
Seppur vada tenuto conto del fatto che campagne di monitoraggio della durata di quelle effettuate non possono essere considerate rappresentative di un intero anno, si può notare che le concentrazioni medie sui giorni effettivi di monitoraggio rilevate nelle prime sei settimane, più piovose, sono risultate inferiori al valore limite, mentre quelle rilevate negli ultimi due punti sono risultate pari al doppio di tale limite.

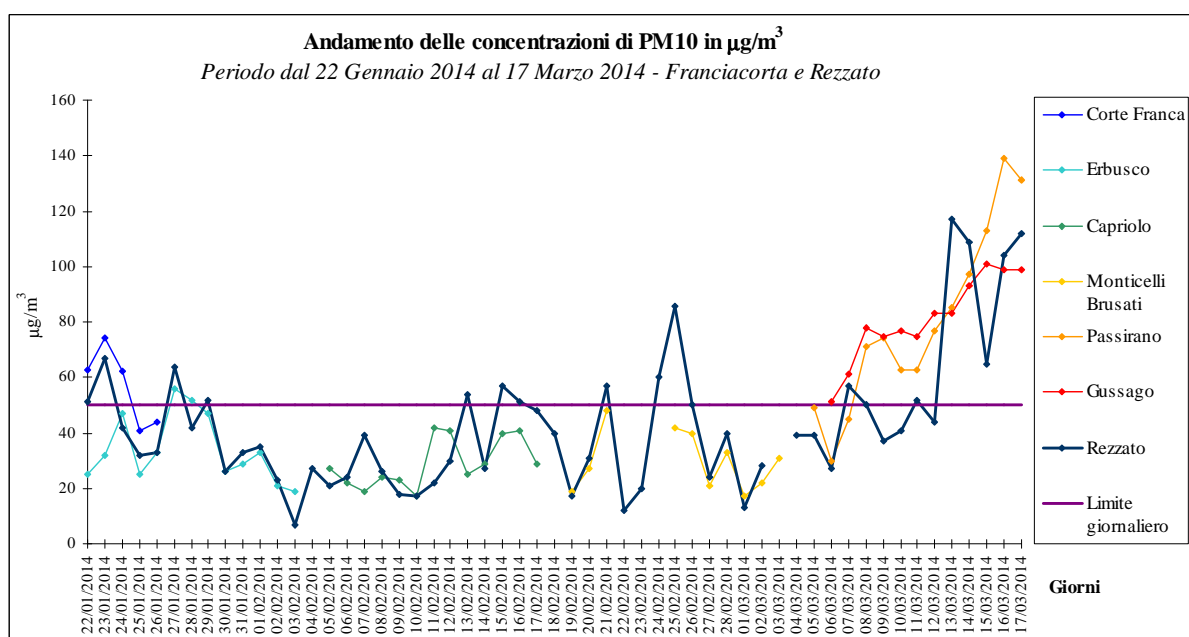
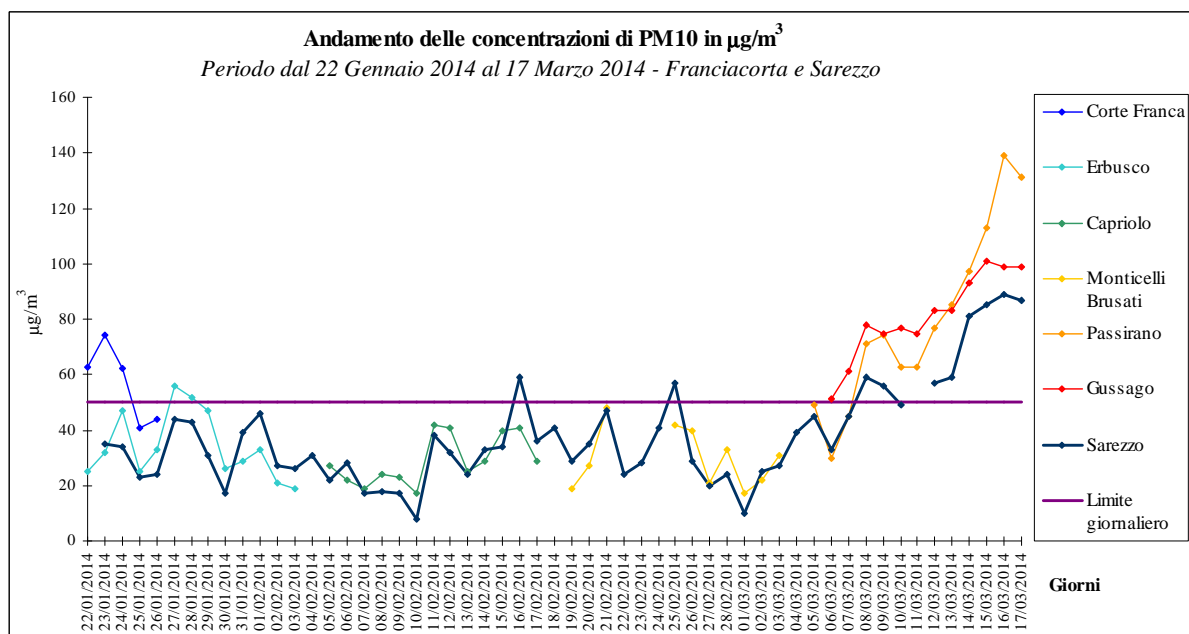
Il comportamento generale osservato per il PM10 trova una conferma anche dal confronto con gli andamenti dei valori di concentrazione rilevati nel periodo complessivo di monitoraggio dalle centraline ARPA (si vedano i grafici riportati di seguito, a fine paragrafo).

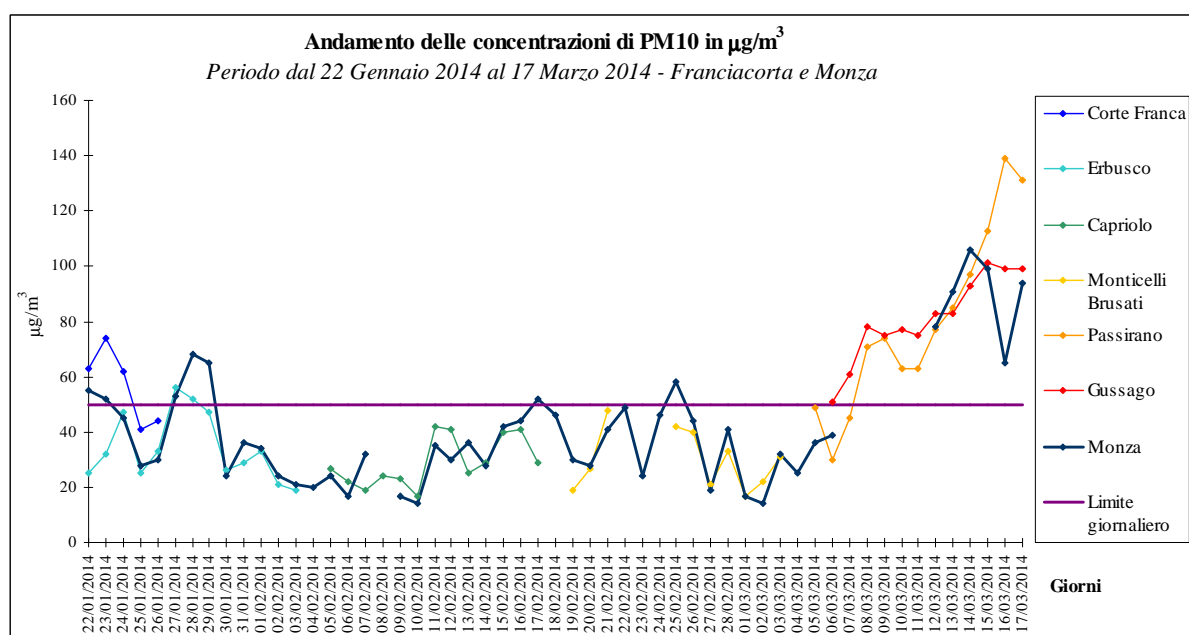
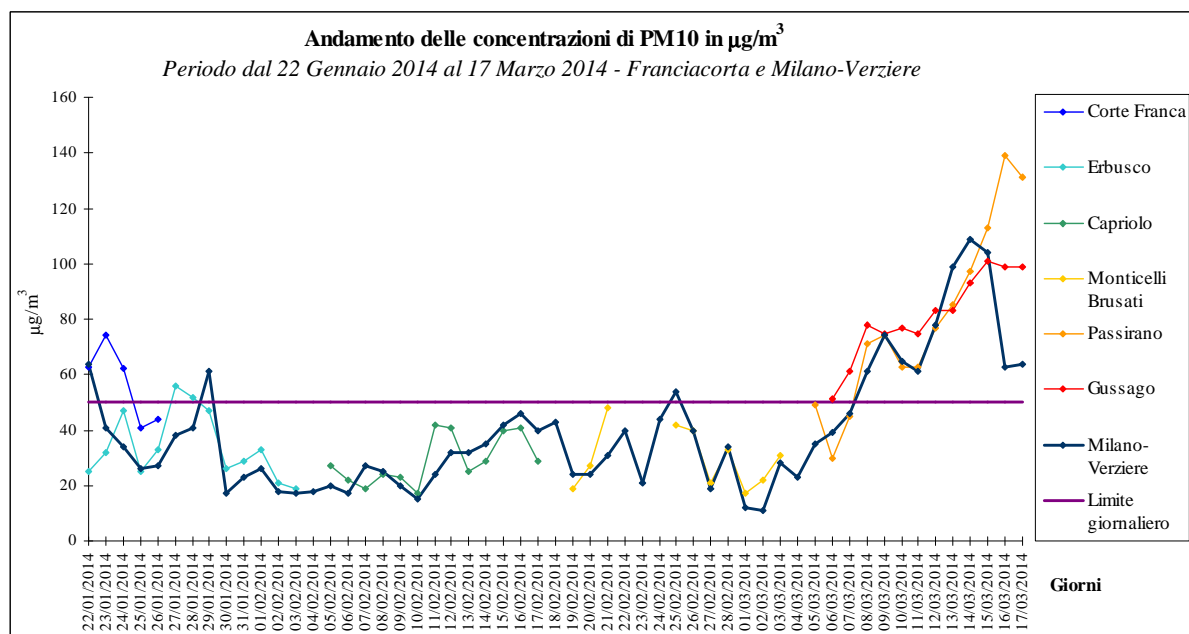
L'andamento del PM10 nelle zone della Franciacorta, infatti, tende a seguire, in linea generale, quello riscontrato nelle altre zone della provincia di Brescia e della pianura lombarda, molto influenzato dalle condizioni meteorologiche tipiche della regione padana. Ad ogni modo, è solo l'andamento dei 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.

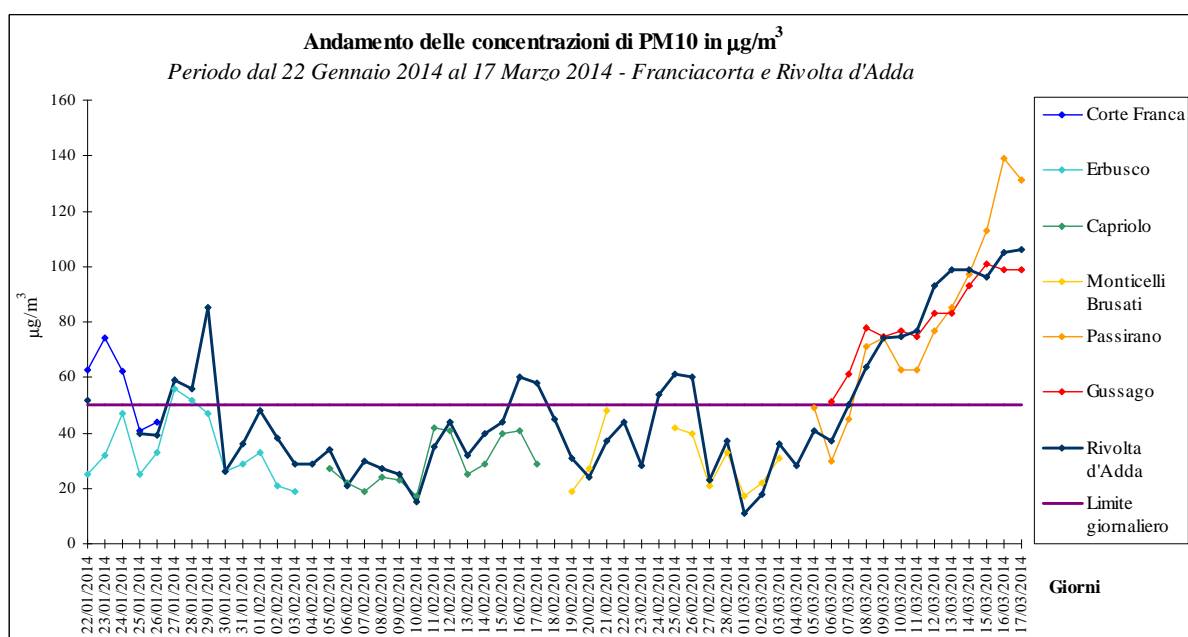
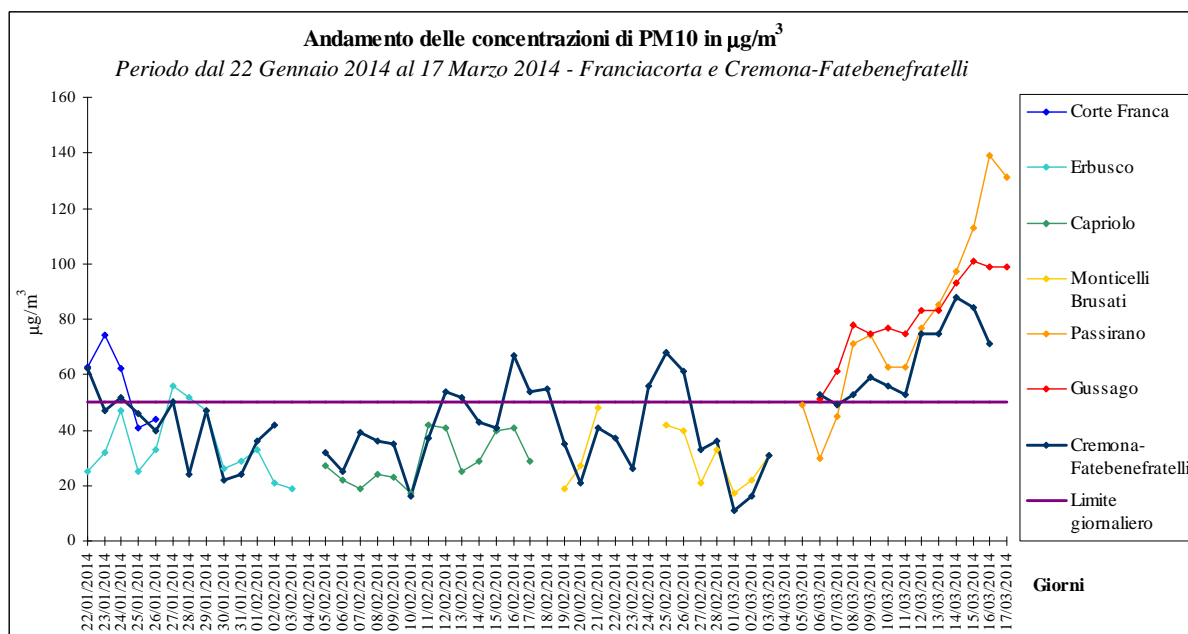
In particolare, ovunque le centraline ARPA hanno fatto registrare concentrazioni di PM10 più basse nelle prime sei settimane, più piovose, per poi far rilevare un incremento piuttosto marcato nelle ultime due settimane, con superamenti significativi del valore limite di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, precedentemente superato solo occasionalmente.

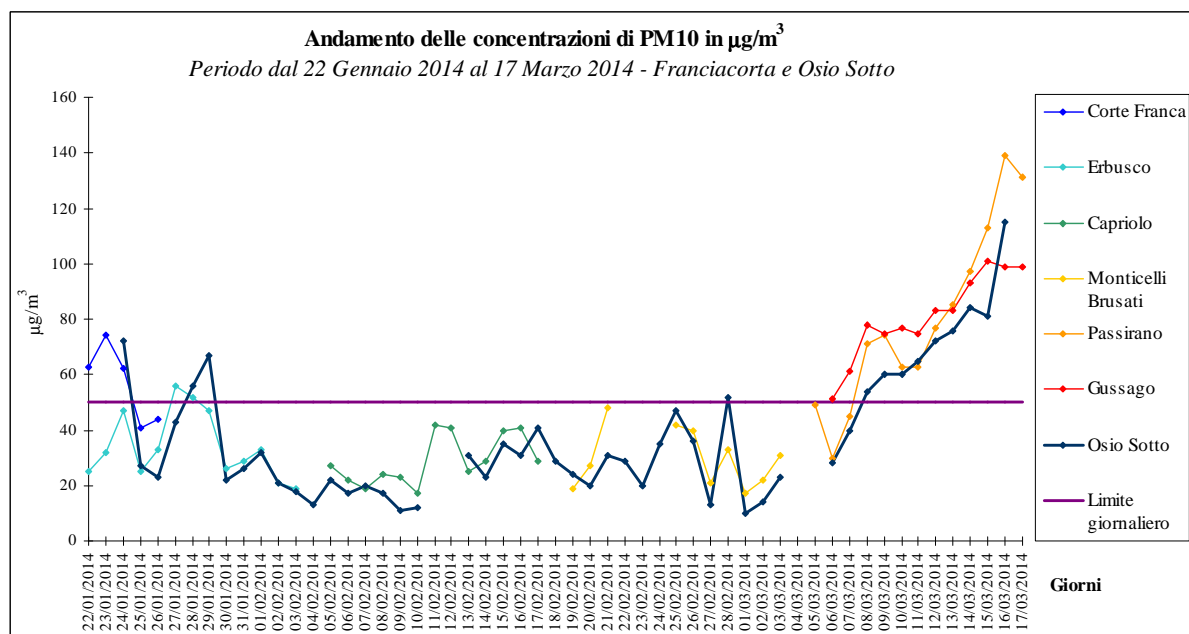
Nelle settimane più piovose, anche i valori assoluti rilevati sono risultati in generale più simili a quelli registrati in Franciacorta (i valori rilevati nei primi cinque giorni nel punto di traffico A – Corte Franca sono comunque risultati in generale superiori a quelli di qualsiasi stazione), mentre nelle ultime due settimane le differenze sono state più marcate, con concentrazioni in genere più alte nei punti E e F della Franciacorta rispetto alle stazioni ARPA.











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 interruzioni nella fornitura di corrente e malfunzionamenti dei rilevatori del materiale particolato, non sono disponibili i dati relativi ad alcune giornate per i punti A – Corte Franca, D – Monticelli Brusati e F – Gussago. In particolare per il punto di Corte Franca sono disponibili i dati solamente per 5 giorni sui 13 complessivi della campagna di monitoraggio.



Punto	Comune	Tipologia punto	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Giorni effettivi di monitoraggio
			Max	Media	
A	Corte Franca	Traffico da arteria stradale	32	25	5
B	Erbusco	Centro abitato	46	28	13
C	Capriolo	Traffico da arteria stradale	35	23	13
D	Monticelli Brusati	Fondo in zona suburbana	40	24	10
E	Passirano	Centro abitato	119	65	13
F	Gussago	Fondo in zona suburbana	85	57	12

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 variabile tra il 70% e l'80%, a seconda dei punti; solamente nel caso del punto A – Corte Franca, per il quale si dispone però di pochi dati, tale rapporto medio è risultato più basso, attorno al 45%.

Ne consegue che per il PM2.5 valgono considerazioni simili a quelle fatte per il PM10.

Più contenuti nelle prime sei settimane, caratterizzate da piogge frequenti, i valori di concentrazione di PM2.5 sono andati incrementando in maniera rapida e costante nelle ultime due settimane, prive di precipitazioni, fino a raggiungere valori piuttosto alti.

In ogni caso, già nei primi quattro punti di monitoraggio il valore medio di concentrazione sui giorni totali di campionamento è risultato prossimo, se non appena superiore, al valore limite europeo di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, indicato dal D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010 e dal D.Lgs. n. 250 del 24/12/2012 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 2014, esso risulta di $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Negli ultimi due punti di rilevazione, tale media è risultata addirittura pari a più del doppio di tale limite.

Va comunque ricordato che campagne di monitoraggio della durata di quelle effettuate non possono essere considerate rappresentative di un intero anno.

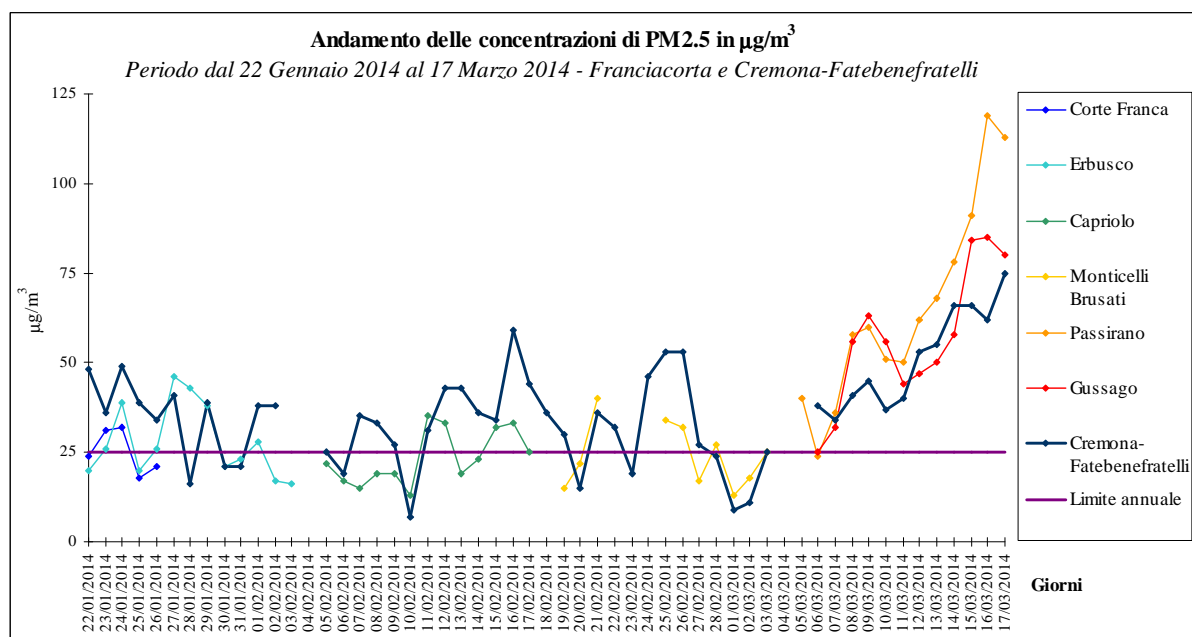
Diversamente da quanto osservato per il PM10, non è risultata evidente la differenza di tipologia di sito tra il punto di traffico A – Corte Franca e quello di centro abitato B – Erbusco, monitorati in contemporanea nelle

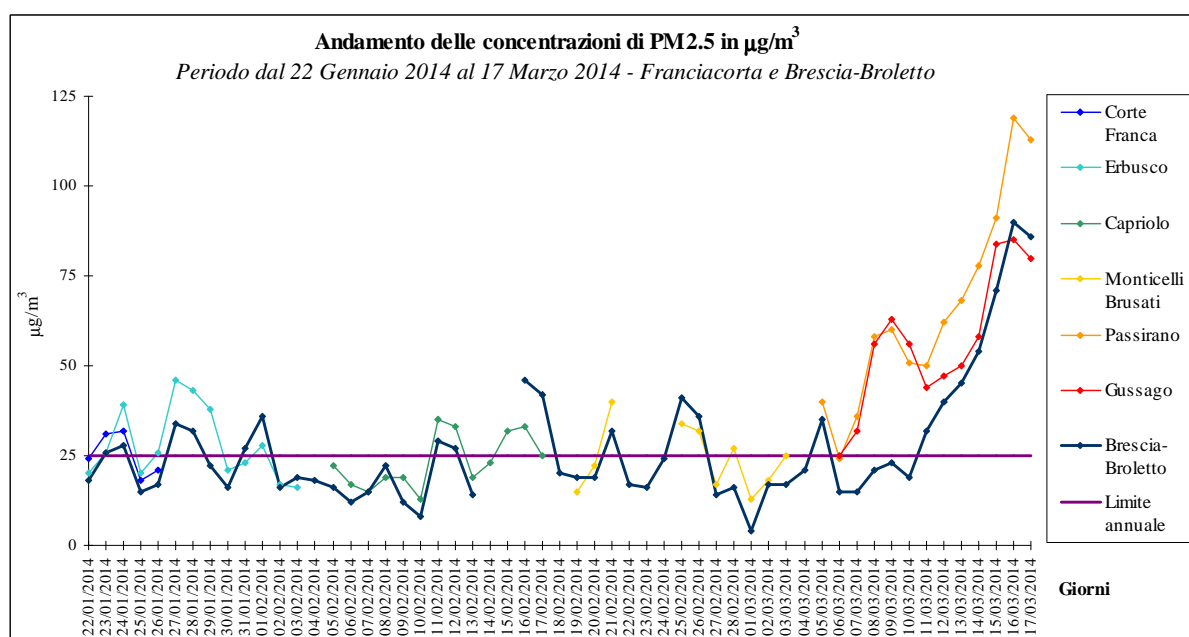
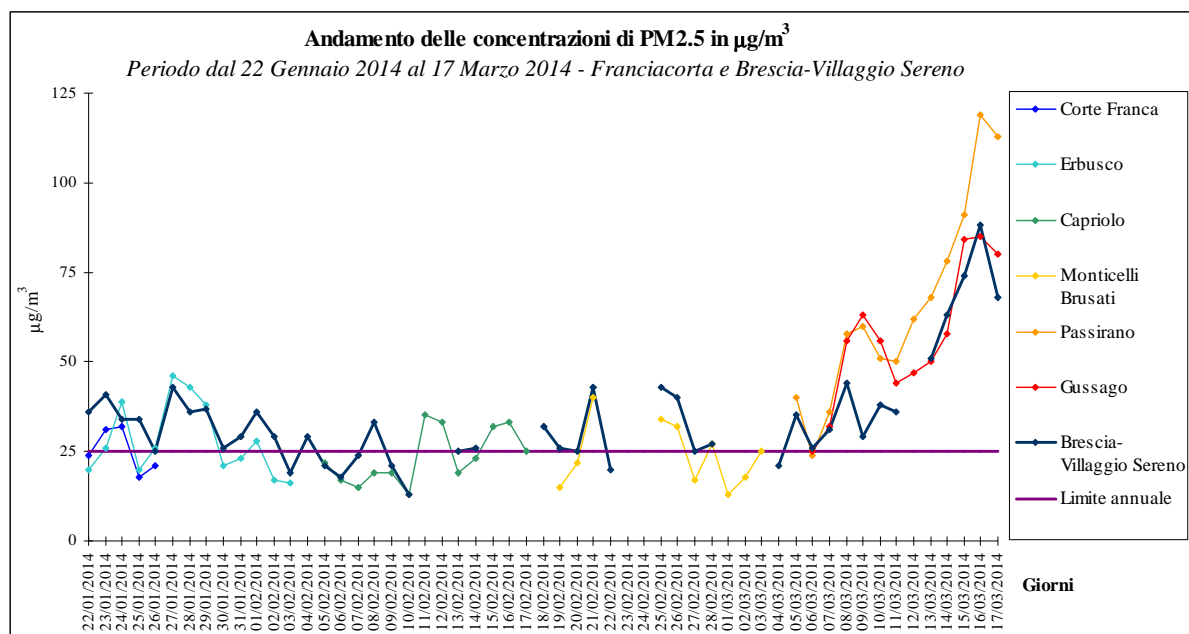


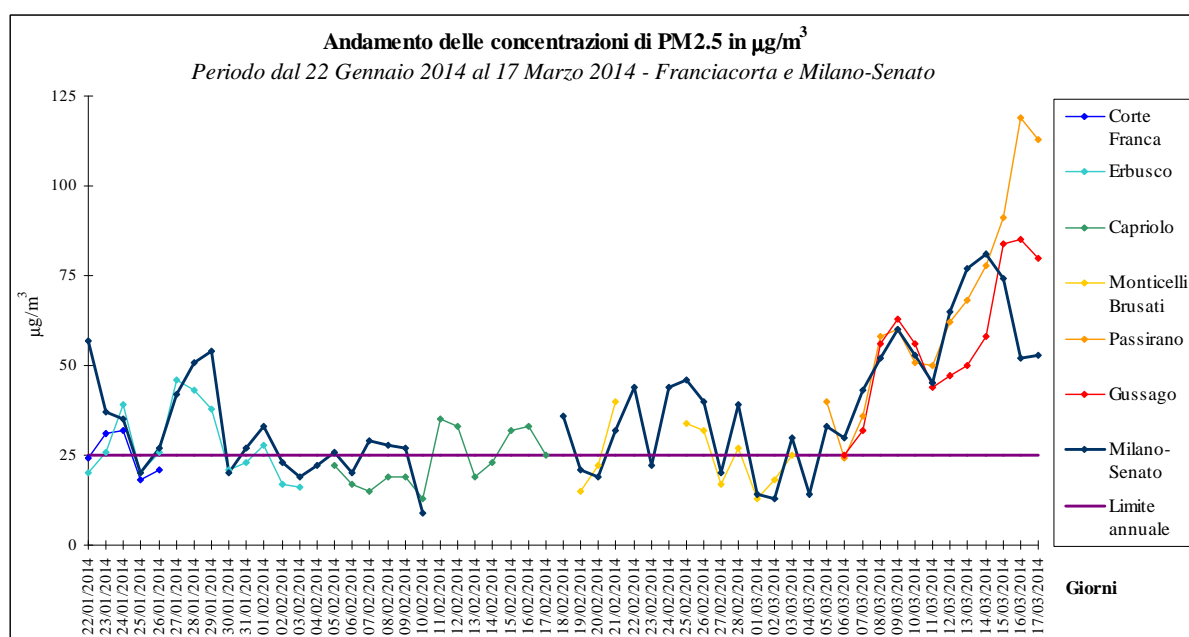
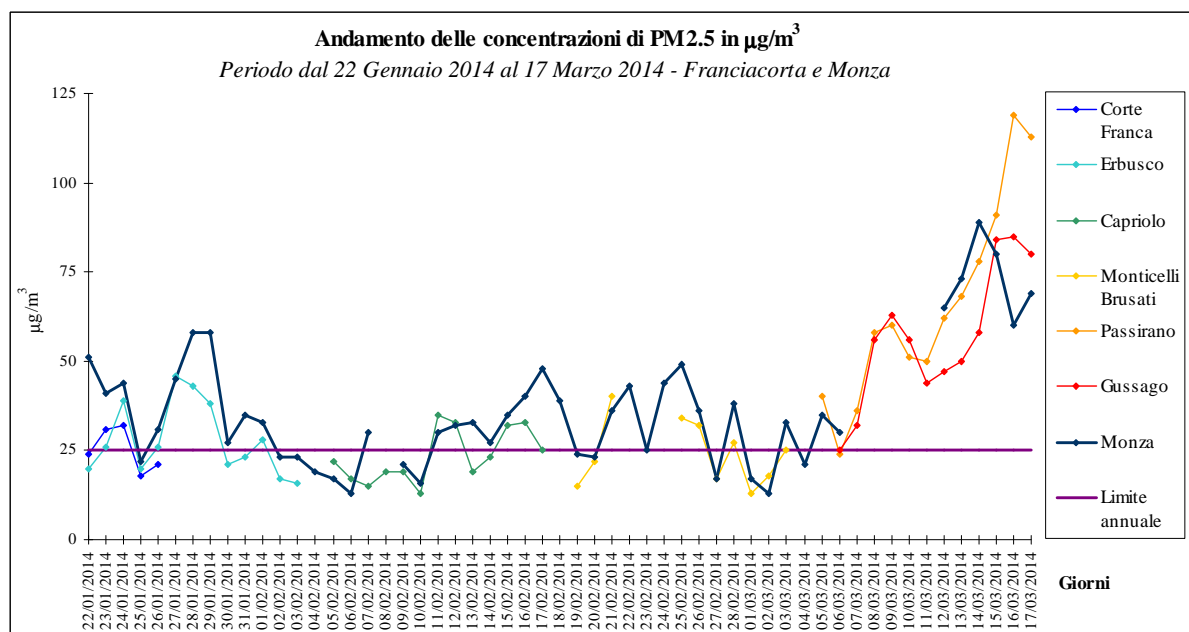
prime due settimane (per il punto A si dispone però solamente di cinque valori giornalieri). Tale differenza è tuttavia risultata ben evidente nelle ultime due settimane, tra il punto di centro abitato E – Passirano e quello di fondo F – Gussago.

Come per il PM10, si possono confrontare i dati di concentrazione ottenuti per il PM2.5 con quelli rilevati, in contemporanea, dalle centraline ARPA che, tra quelle prese in considerazione, rilevano tale parametro, tutte stazioni urbane, di fondo o di traffico (si vedano i grafici riportati di seguito, a fine paragrafo).

L'andamento generale delle concentrazioni di PM2.5 in Lombardia è stato analogo a quello rilevato in Franciacorta, con valori più contenuti, ma relativamente significativi, nelle prime sei settimane più piovose ed un incremento rapido nelle ultime due settimane del periodo di monitoraggio, quando le piogge sono cessate. Inoltre, se, nel primo periodo piovoso, i valori rilevati dalle centraline ARPA sono risultati tendenzialmente in linea o di poco superiori a quelli registrati nei punti della Franciacorta, nelle ultime due settimane le concentrazioni rilevate nei punti E – Passirano e F – Gussago sono invece risultati in generale più alti di quelli delle stazioni ARPA.









6.3 – Ozono (O₃)

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 ₃ (µg/m ³)		
			Max orario	Max 8 ore	Media
A	Corte Franca	Traffico da arteria stradale	100	95	29
B	Erbusco	Centro abitato	107	95	40
C	Capriolo	Traffico da arteria stradale	107	105	36
D	Monticelli Brusati	Fondo in zona suburbana	109	108	83
E	Passirano	Centro abitato	107	103	61
F	Gussago	Fondo in zona suburbana	100	97	42

Come atteso per la stagione invernale, quando l'irraggiamento solare è minore, le concentrazioni di Ozono riscontrate in questa indagine sono risultate relativamente contenute.

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/m³, né superamenti del valore obiettivo per la media massima giornaliera sulle 8 ore, pari a 120 µg/m³, 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 al di sotto di tali valori.

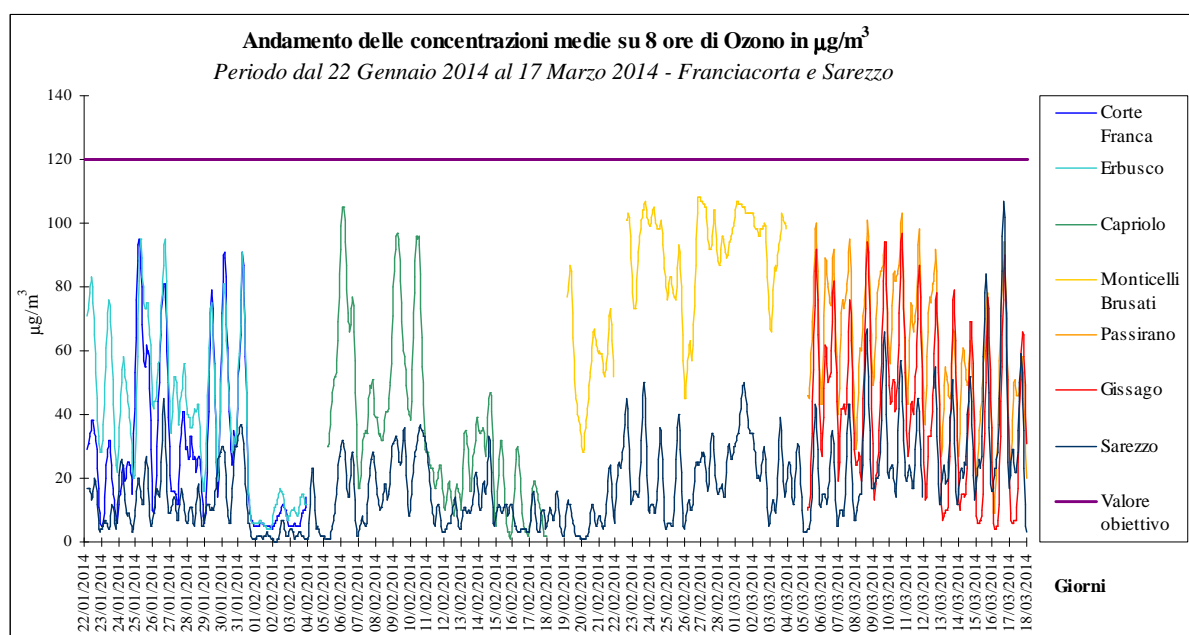
Le concentrazioni in media più elevate sono state riscontrate nel punto D – Monticelli Brusati; tale comportamento trova motivazione tra l'altro nelle reazioni implicate nel fenomeno dello "smog fotochimico" tra l'Ozono e gli Ossidi di Azoto, le cui concentrazioni in tale punto sono risultate, al contrario, un poco più basse (si veda il paragrafo seguente), vista la sua natura di punto di fondo, caratterizzato per di più da una ventilazione maggiore di quella degli altri punti.

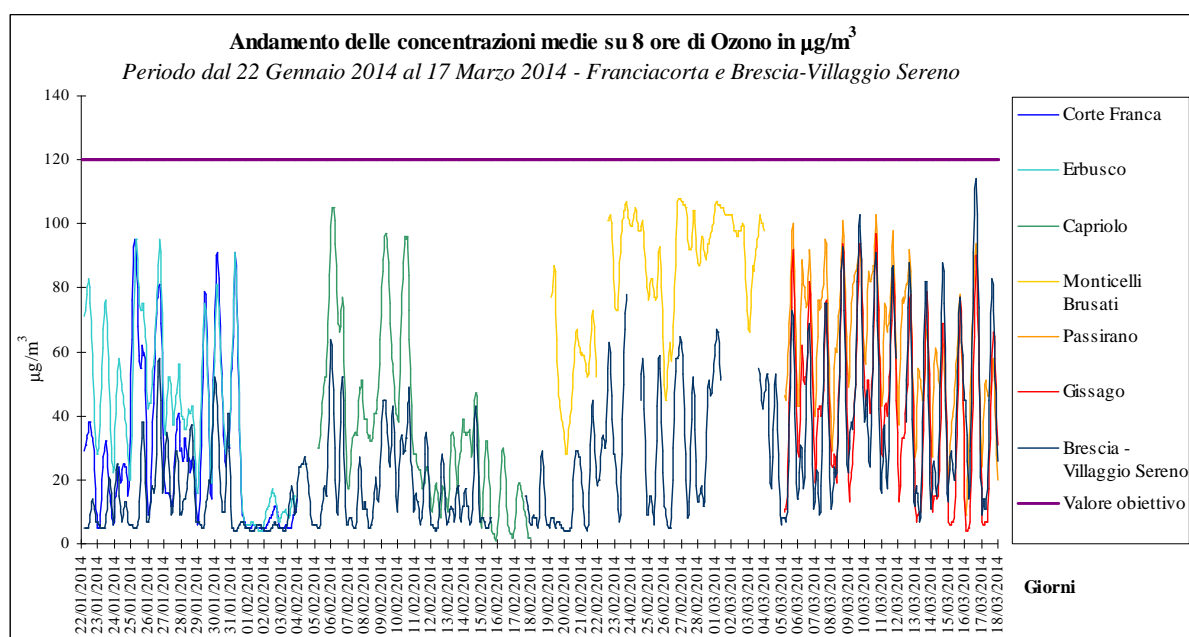
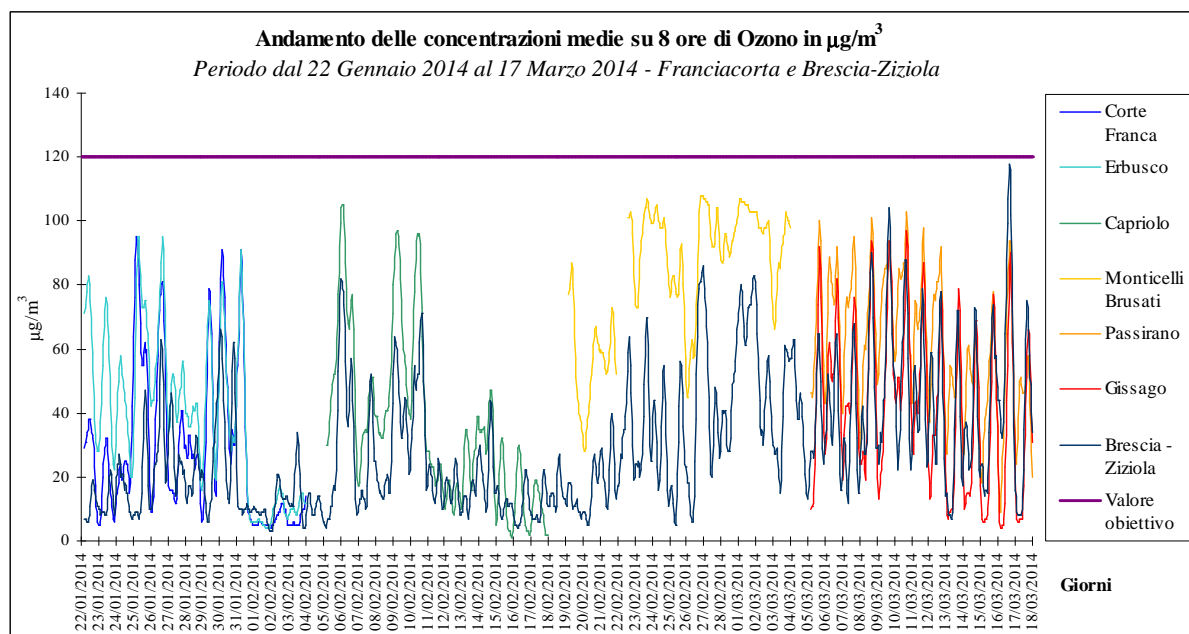


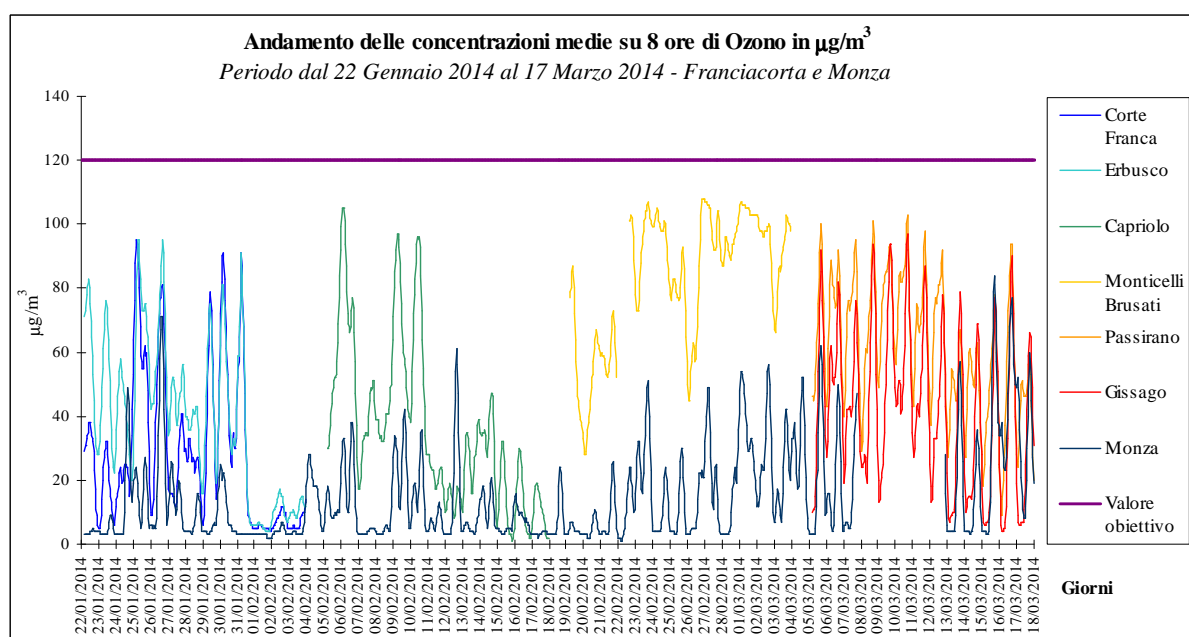
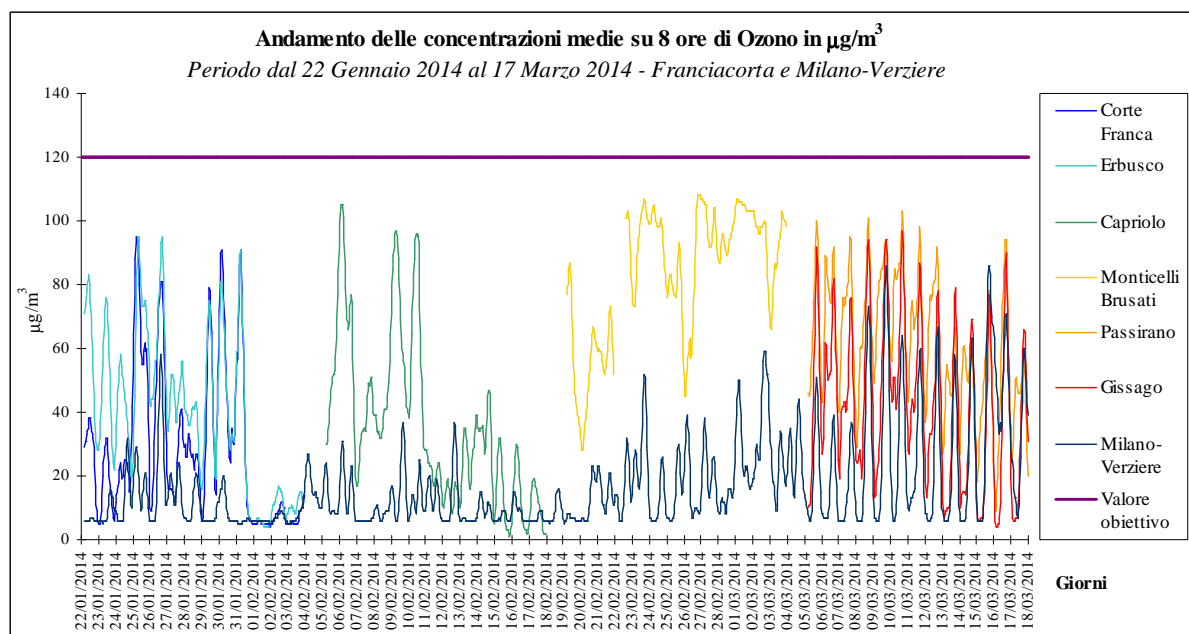
Vista la forte dipendenza delle concentrazioni di Ozono dall'irraggiamento solare, sia l'andamento dei valori di concentrazione, sia i valori assoluti stessi di tali concentrazioni tendono generalmente ad essere simili su scala regionale. Tuttavia, nelle presente indagine ciò non si è sempre verificato, come si osserva mettendo a raffronto i valori registrati nei comuni della Franciacorta con quelli osservati in contemporanea dalle stazioni ARPA in tutta la regione Lombardia. 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.

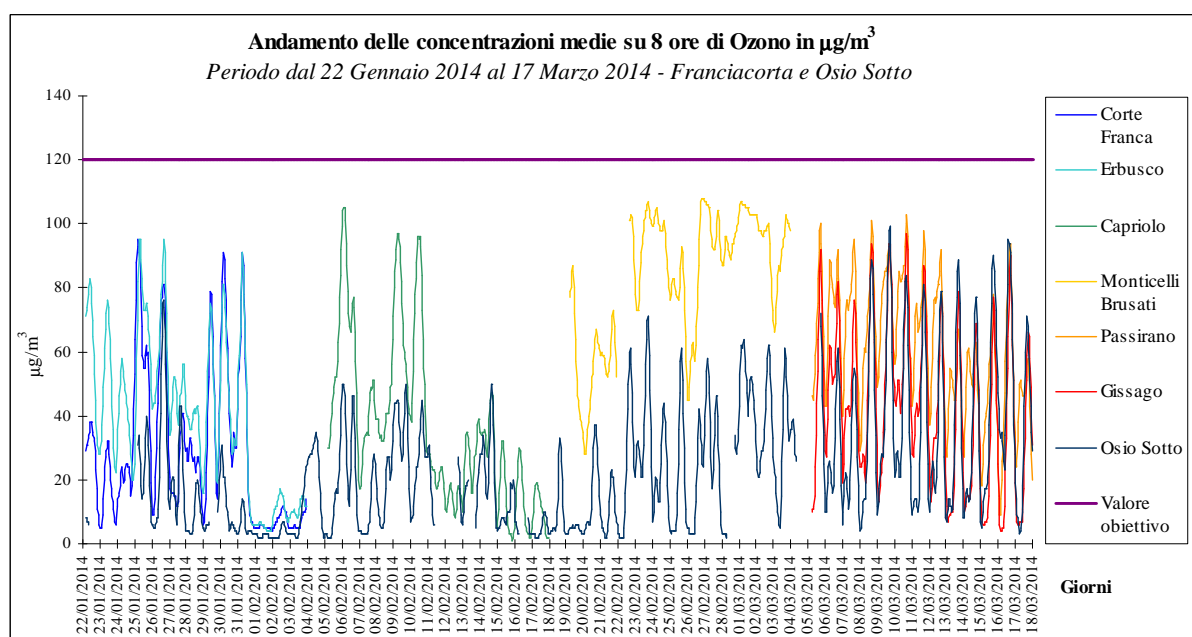
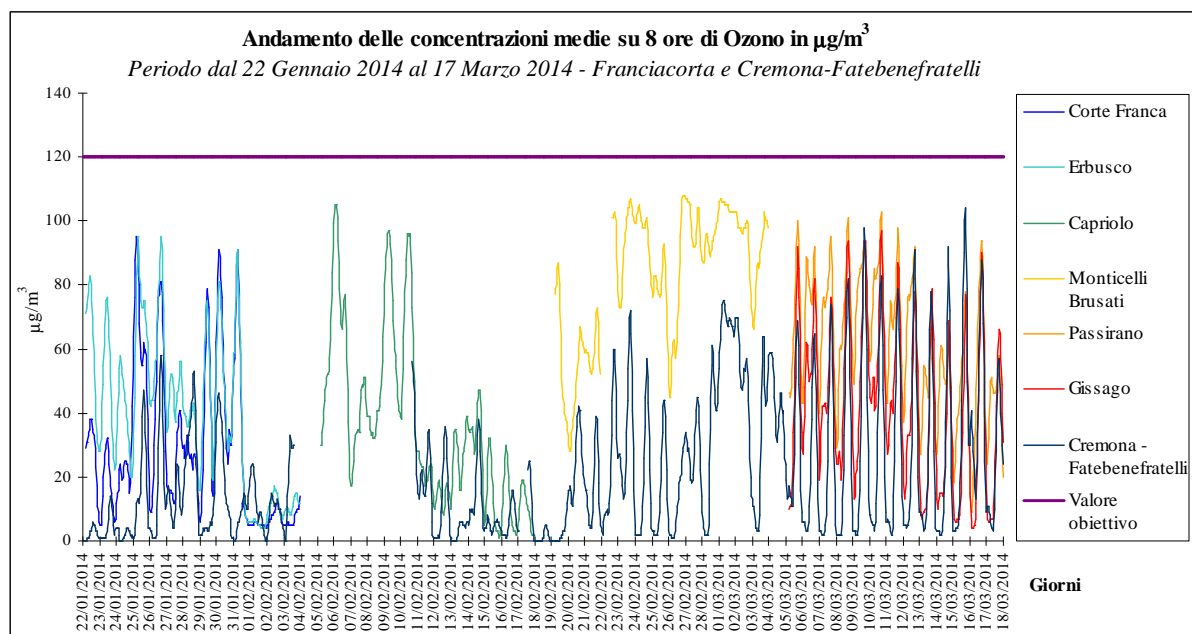
Come si può osservare dai grafici, tale somiglianza generale di andamento e, soprattutto, di valori è risultata più evidente nelle ultime due settimane, caratterizzate dall'assenza di piogge, mentre è stata poco manifesta nelle prime settimane piovose, nelle quali i valori rilevati nei punti della Franciacorta sono generalmente risultati più significativi e con picchi più marcati di quelli registrati dalle centraline ARPA. In particolare, il punto di fondo D – Monticelli Brusati è quello che ha mostrato uno scostamento maggiore dalle stazioni sparse nella regione.

Nelle ultime due settimane del periodo di monitoraggio, vista l'assenza di piogge, è risultato anche maggiormente evidente l'andamento ciclico giornaliero tipico dell'inquinata Ozono, legato all'irraggiamento solare, con un picco principale nelle ore pomeridiane, non osservabile invece nelle settimane precedenti.











6.4 – Biossido di Azoto (NO₂)

Nella tabella seguente 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.

Punto	Comune	Tipologia punto	NO ₂ (µg/m ³)	
			Max	Media
A	Corte Franca	Traffico da arteria stradale	71	32
B	Erbusco	Centro abitato	80	38
C	Capriolo	Traffico da arteria stradale	92	46
D	Monticelli Brusati	Fondo in zona suburbana	70	24
E	Passirano	Centro abitato	92	49
F	Gussago	Fondo in zona suburbana	105	49

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 PM10 e PM2.5, anche per il Biossido di Azoto si è osservato un incremento dei valori di concentrazione nelle ultime due settimane di monitoraggio (punti E – Passirano e F – Gussago), vista l'assenza di piogge, frequenti invece nelle settimane precedenti. Tuttavia l'incremento non è risultato così marcato come nel caso del materiale particellare, mentre più evidente in questo caso è risultata l'influenza della tipologia di punto di monitoraggio: le concentrazioni rilevate nel secondo periodo di monitoraggio di due settimane, nel punto di traffico C – Capriolo, sono risultate, diversamente da quanto riscontrato per le polveri, in linea con quelle più alte riscontrate nelle ultime due settimane nei punti E e F; i valori rilevati nel terzo periodo nel punto di fondo (e molto ventilato) D – Monticelli Brusati sono risultate in generale più basse che negli altri punti, a differenza di quanto avvenuto per PM10 e PM2.5, determinando, come detto nel paragrafo precedente, concentrazioni di Ozono più alte, per le reazioni implicate nel fenomeno dello "smog fotochimico".



Castelmella (BS), rif. AMB-14/1325
pag. 38 di 55

È risultata tuttavia meno evidente la differenza di tipologia di punto tra i punti monitorati in contemporanea: il punto di centro abitato E – Passirano e quello di fondo F – Gussago, monitorati nelle ultime due settimane, hanno fatto registrare valori molto simili; simili sono stati anche i valori rilevati nei punti monitorati nelle prime due settimane, ma in questo caso è stato addirittura il punto di centro abitato B – Erbusco a mostrare valori un poco più alti rispetto al punto di traffico A – Corte Franca.

Le concentrazioni orarie registrate sono risultate quasi sempre meno della metà del valore limite orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, fissato dalla normativa nazionale (D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010 e D.Lgs. n. 250 del 24/12/2012) come valore da non superare più di 18 volte per anno civile.

Per il Biossido di Azoto la normativa 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 superiori a tale limite nell'ultimo periodo di monitoraggio (punti E – Passirano e F – Gussago) e nel caso del punto di traffico C – Capriolo, più bassi del limite per gli altri punti monitorati nelle prime settimane piovose.

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, come per l'Ozono, solamente nelle ultime due settimane è risultato abbastanza distinguibile un andamento ciclico giornaliero abbastanza regolare, con due picchi principali, uno attorno alle 08.00-09.00, l'altro attorno alle 19.00-20.00.

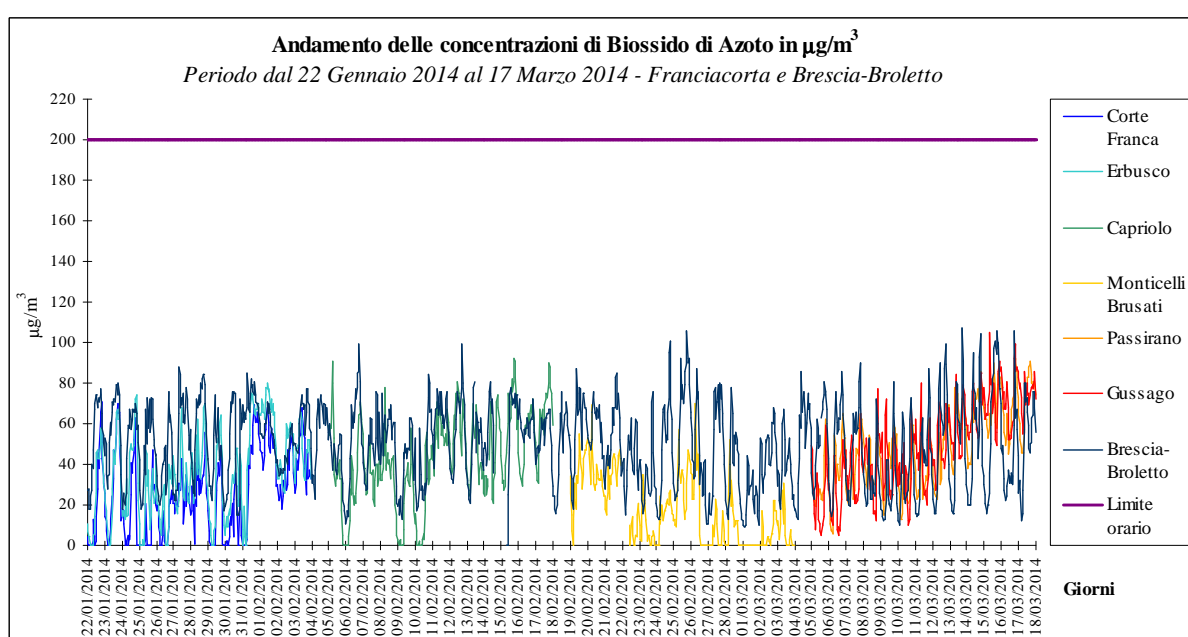
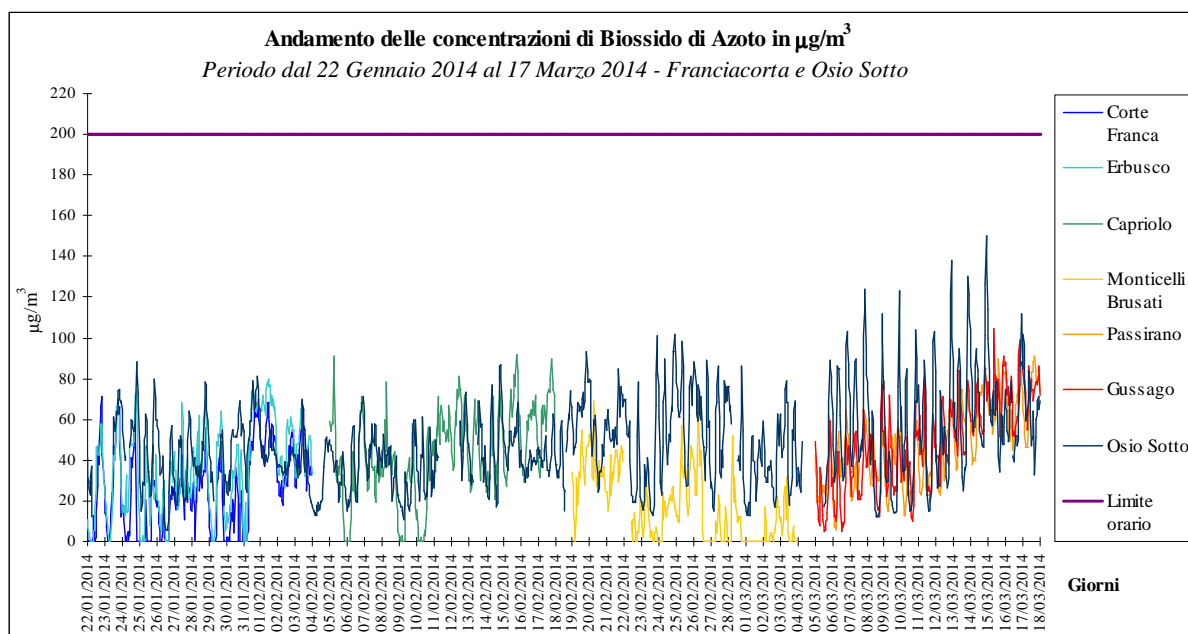
I dati rilevati possono essere confrontati con quanto registrato in contemporanea dalle stazioni ARPA (si vedano i grafici riportati di seguito, a fine paragrafo).

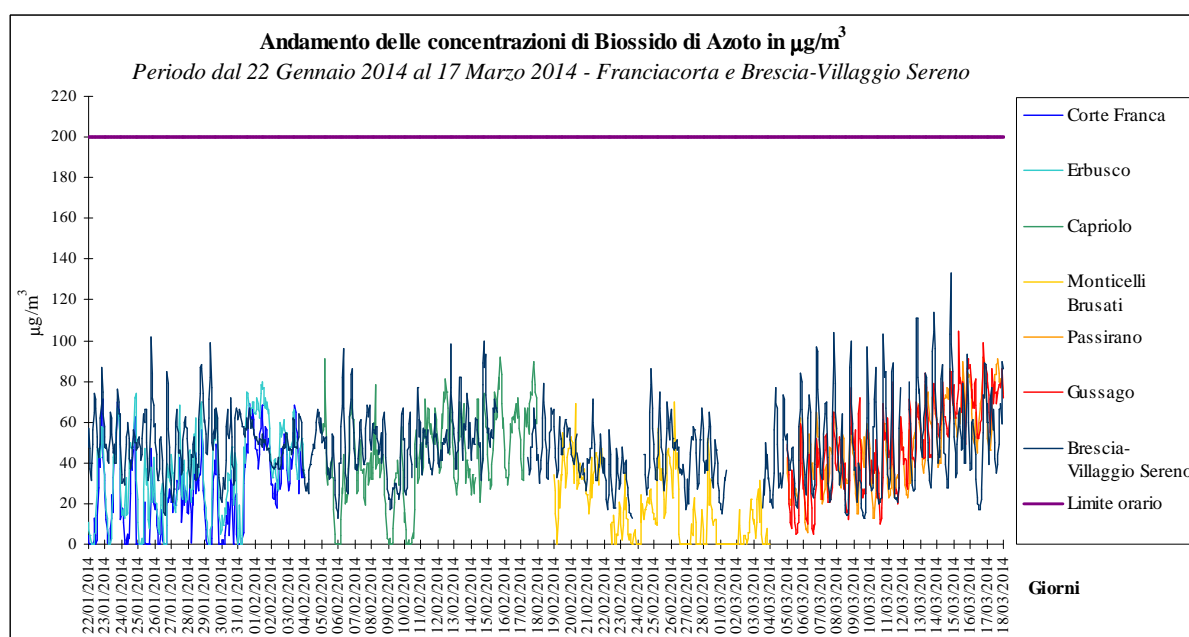
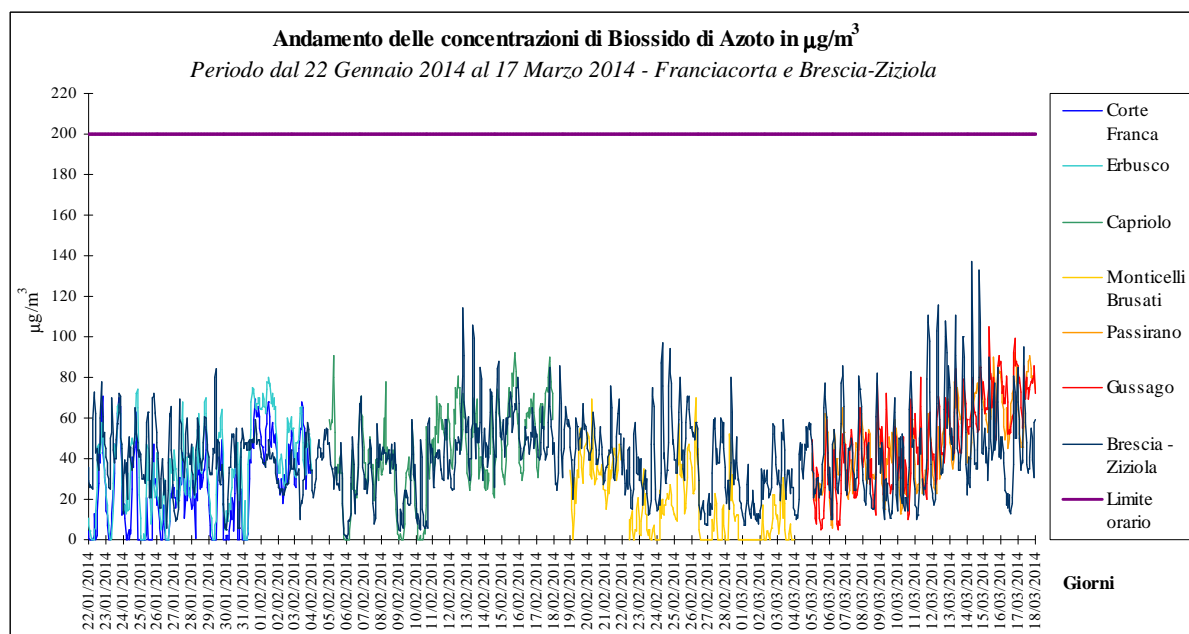
L'andamento generale delle concentrazioni di Biossido di Azoto in Franciacorta trova corrispondenza in quello osservato in Lombardia, con un lieve incremento dei valori nelle ultime due settimane di monitoraggio, prive di precipitazioni. I valori rilevati nei punti della Franciacorta sono risultati in generale abbastanza in linea con

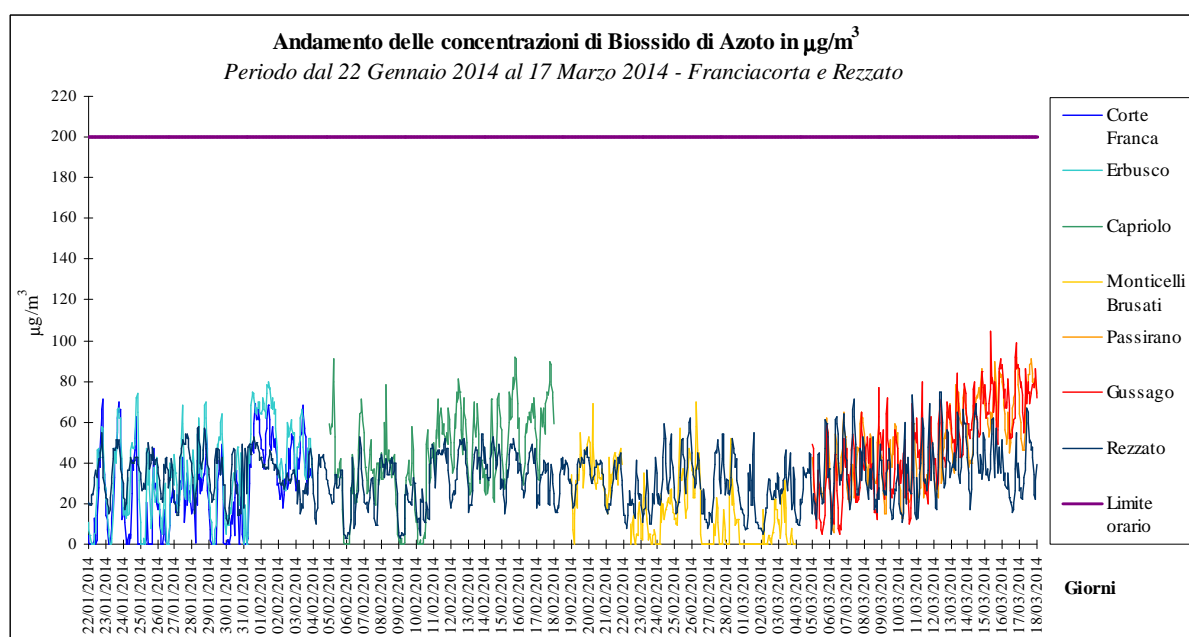
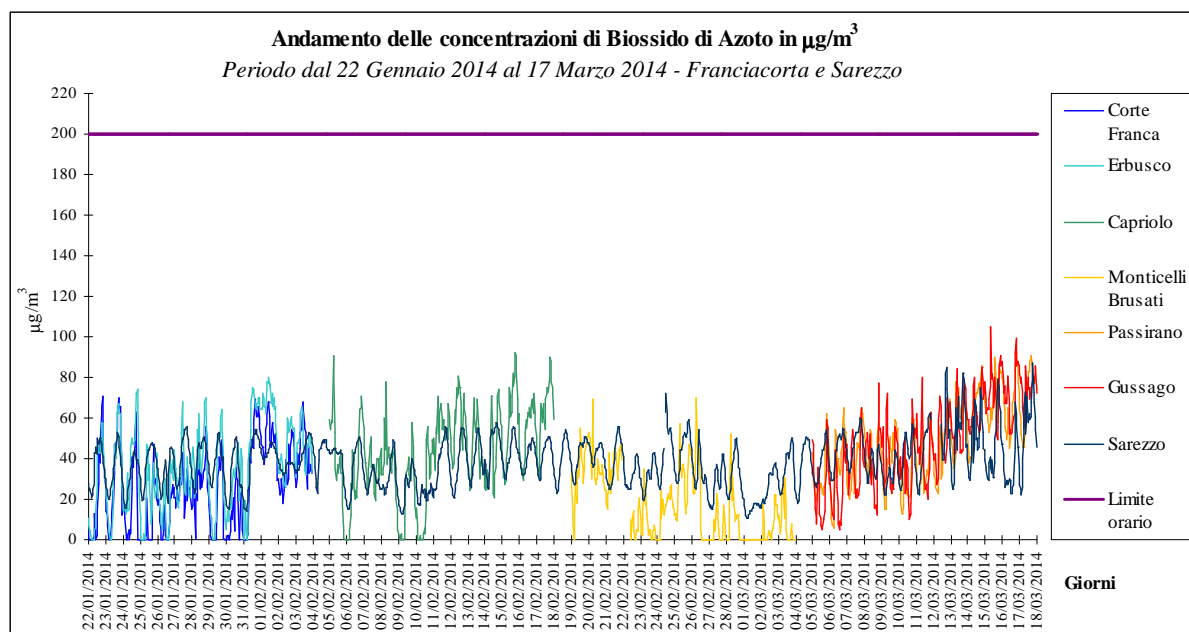


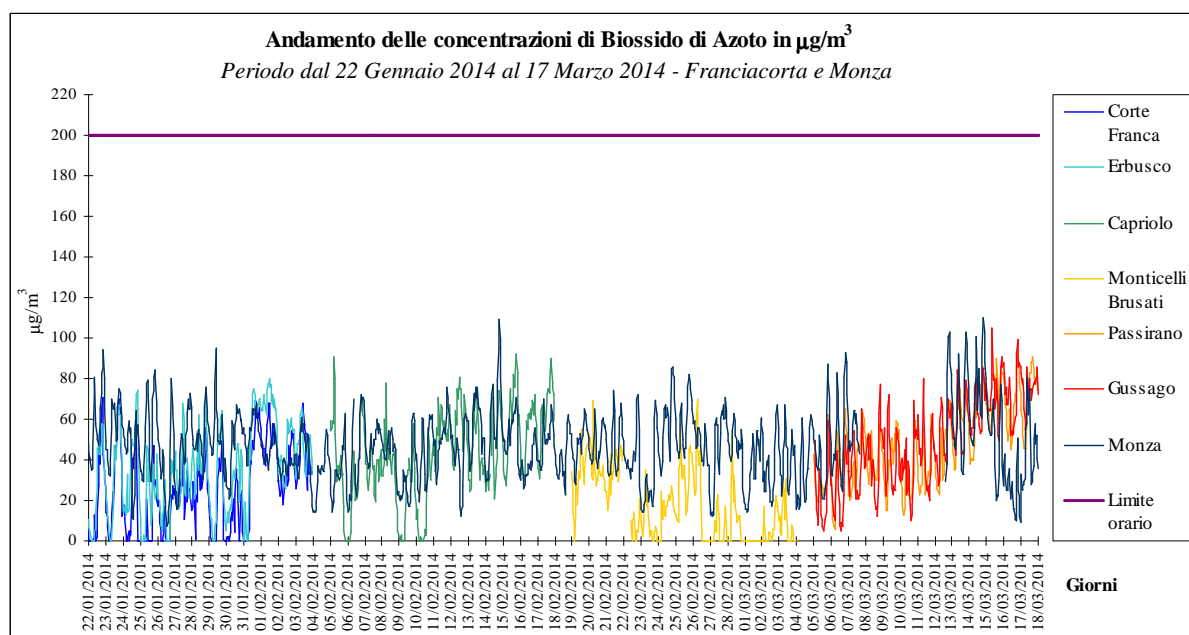
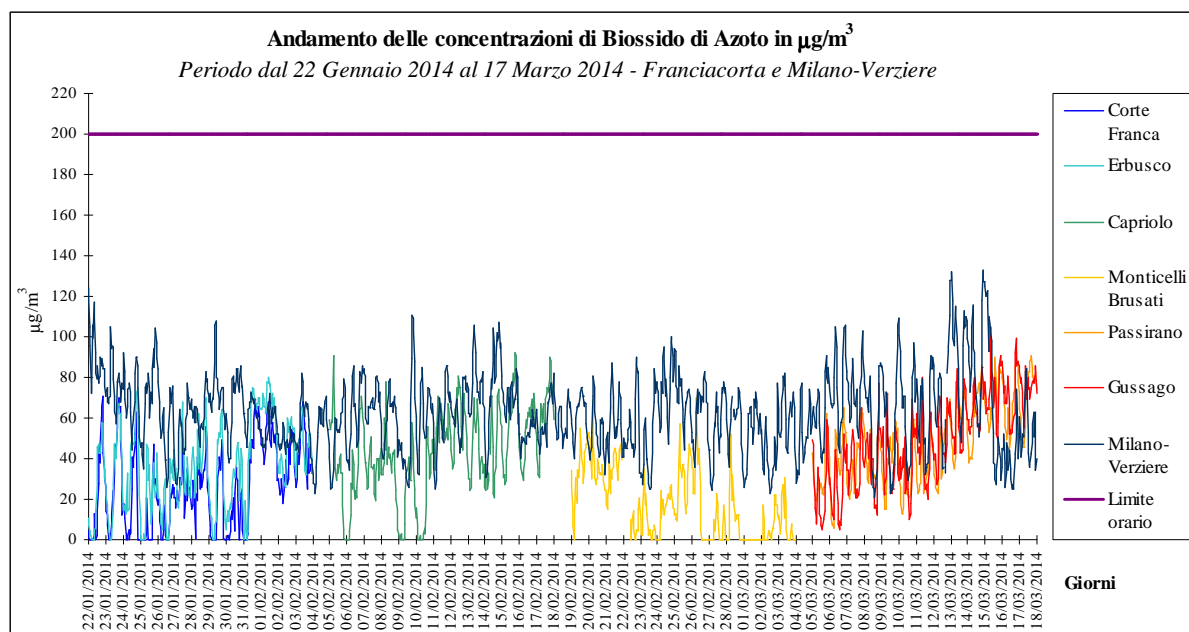
quelli delle stazioni ARPA di Rivolta d'Adda (stazione di fondo suburbana), Sarezzo (stazione di fondo urbana) e Rezzato (stazione industriale suburbana), un poco più bassi e con picchi meno marcati rispetto a quelli rilevati dalle stazioni urbane di fondo o traffico delle città (Brescia, Milano, Monza, Cremona).

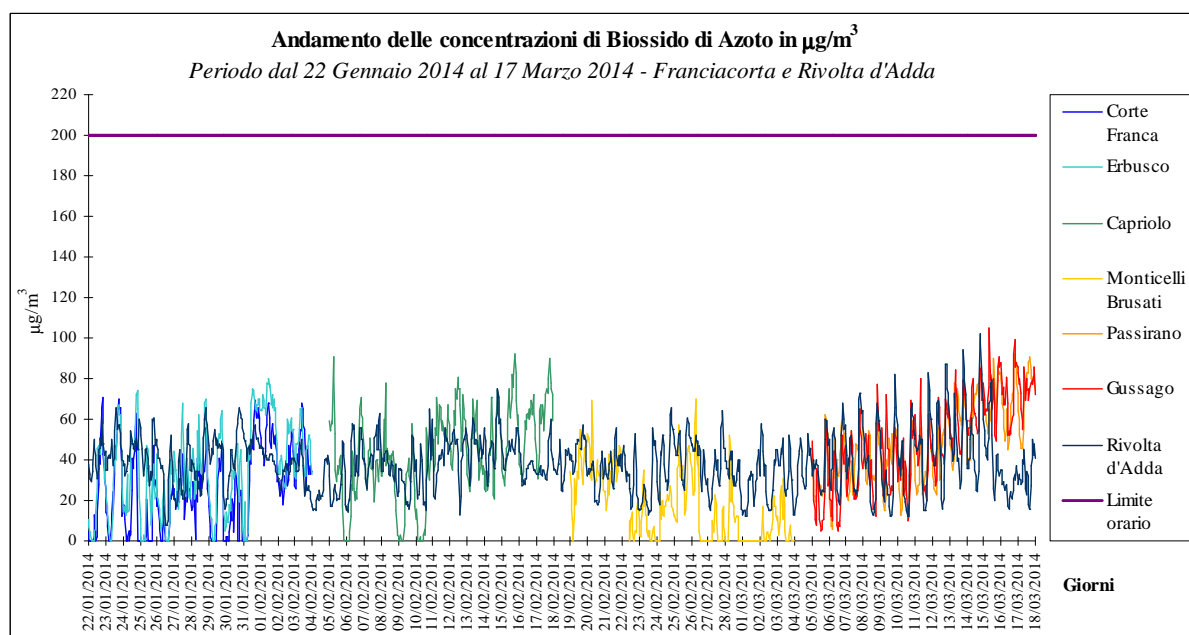
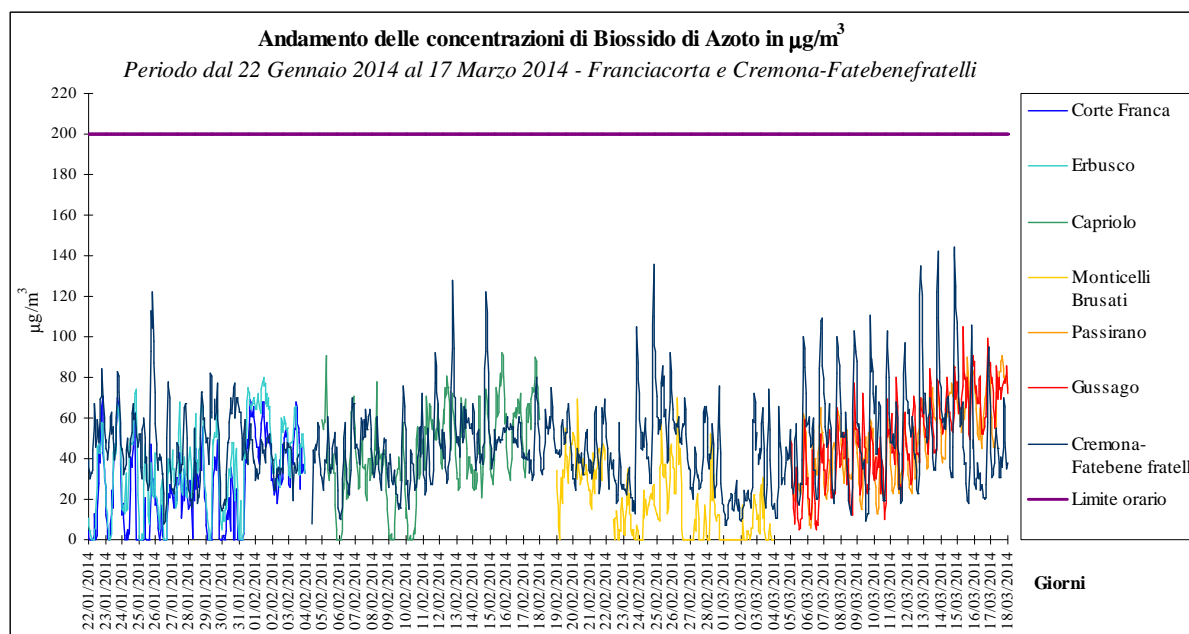
In particolare, le concentrazioni rilevate nel punto di fondo D – Monticelli Brusati, molto ventilato, sono risultate più basse di quelle rilevate da qualunque stazione ARPA.













6.5 – Benzene

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

A causa di malfunzionamenti dei sensori, tale parametro è stato monitorato solamente in tre dei sei punti di rilevazione considerati.

Punto	Comune	Tipologia punto	Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Giorni effettivi di monitoraggio
			Max	Media	
A	Corte Franca	Traffico da arteria stradale	2,2	0,7	13
B	Erbusco	Centro abitato	3,6	1,0	12
C	Capriolo	Traffico da arteria stradale	/	/	0
D	Monticelli Brusati	Fondo in zona suburbana	/	/	0
E	Passirano	Centro abitato	/	/	0
F	Gussago	Fondo in zona suburbana	5,8	1,4	13

I dati disponibili si riferiscono solamente alle prime due settimane ed alle ultime due settimane del periodo complessivo di monitoraggio. Si può osservare che anche in questo caso nelle ultime due settimane, in cui le piogge sono state assenti, i valori di concentrazione di Benzene rilevati sono risultati un poco più alti di quelli delle prime due settimane, nonostante il punto di monitoraggio (F – Gussago) fosse un punto di fondo (anche se al margine di una zona industriale). In particolare, analogamente quanto osservato per il materiale particolato ed il Biossido di Azoto, le concentrazioni sono andate gradualmente aumentando con l'avanzare dei giorni.

In ogni caso, i valori di Benzene riscontrati in questa campagna sono risultati in generale abbastanza contenuti, considerando che si trattava della stagione invernale.

Le concentrazioni medie su 12-13 giorni di monitoraggio sono risultate 4÷7 volte più piccole del valore limite di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, fissato dalla normativa nazionale (D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010 e D.Lgs. n. 250 del 24/12/2012), come concentrazione media sull'anno civile. Va 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



Castelmella (BS), rif. AMB-14/1325
pag. 45 di 55

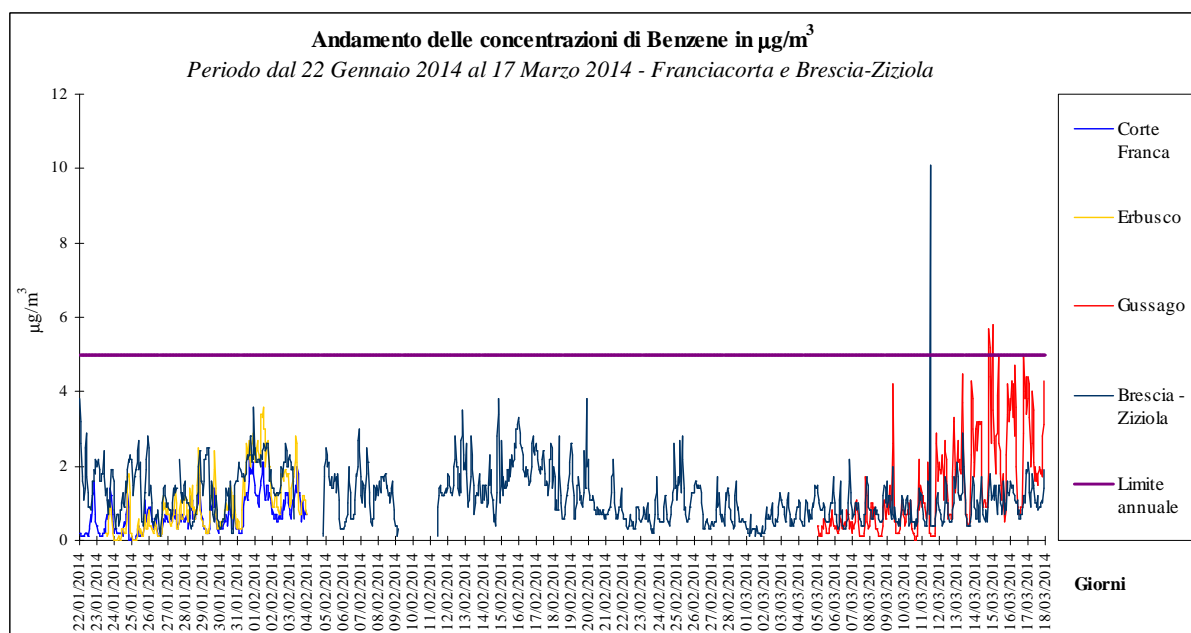
concentrazione rilevati dalla strumentazione utilizzata non sono direttamente confrontabili con quanto previsto dalla normativa.

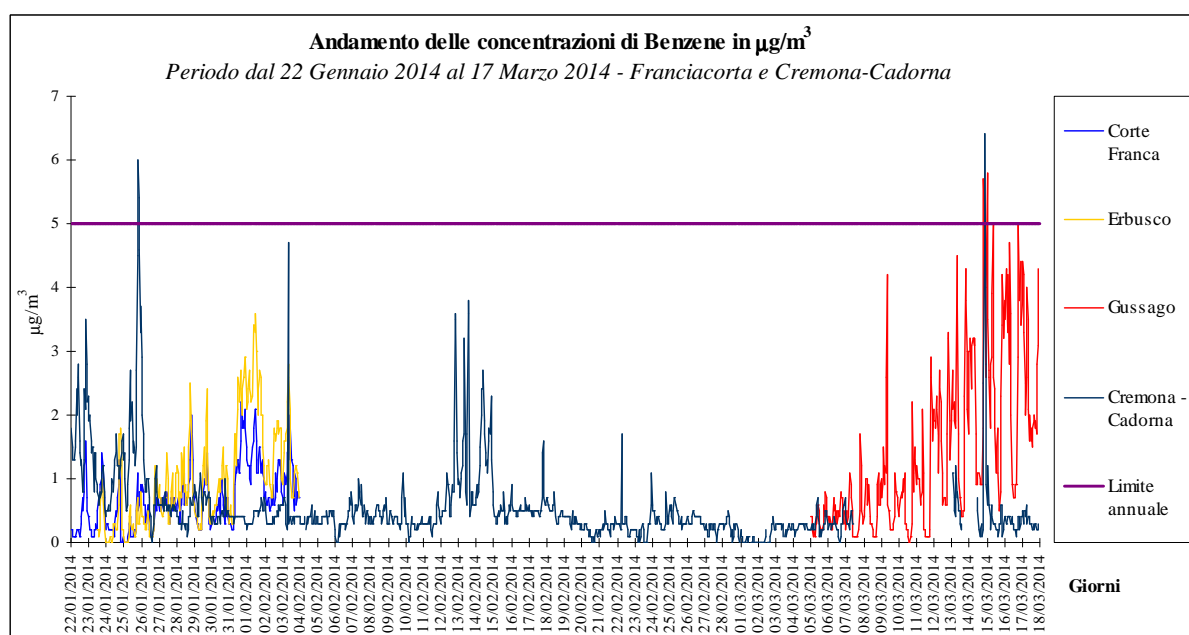
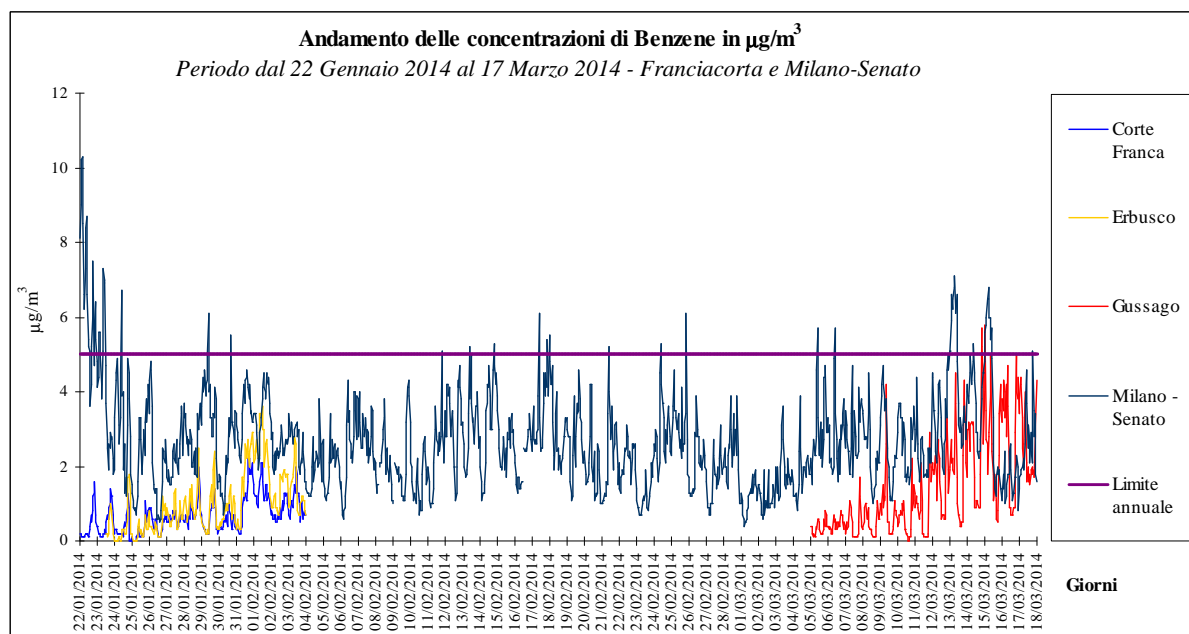
Nel primo periodo di rilevazione non si sono osservate grandi differenze tra i due punti monitorati in contemporanea, anche se sono risultati appena più alti in generale i valori di concentrazione registrati nel punto B – Erbusco, di centro abitato, rispetto a quelli del punto A – Corte Franca, di traffico.

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).

In questo caso, le centraline ARPA non hanno fatto registrare, come i punti della Franciacorta, un incremento delle concentrazioni nelle ultime due settimane di monitoraggio, mostrando piuttosto un andamento medio più uniforme durante l'intero periodo di monitoraggio (con eventuali picchi ben marcati), più alto o più basso rispetto a quello della Franciacorta, a seconda dei casi.

Si può comunque osservare una buona somiglianza, con l'eccezione delle ultime giornate, tra i valori rilevati nei punti della Franciacorta e quelli della centralina di Brescia-Ziziola.







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, NO₂, O₃, SO₂);
- 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-14/1325
pag. 48 di 55






Si è quindi proceduto alla definizione dei sotto-indici relativi ai 3 parametri PM10, NO₂, O₃, 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/m³; O₃: 120 µg/m³; NO₂: 200 µg/m³), 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.

IQA	Cromatismo	Qualità dell'aria
< 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 i punti A – Corte Franca, D – Monticelli Brusati e F – Gussago, essendo in genere il PM10 l'inquinante più critico nella stagione invernale, l'indice IQA non è stato valutato in quelle giornate per cui non si disponeva di dati concernenti le concentrazioni di materiale particolato.

Punto A – Via Roma (SPXI) – Corte Franca					
Giorno	Sotto-indici			IQA	Qualità dell'aria
	PM10	O₃	NO₂		
22/01/2014	126	32	36	126	Mediocre
23/01/2014	148	27	35	148	Mediocre
24/01/2014	124	35	32	124	Mediocre
25/01/2014	82	79	24	82	Accettabile
26/01/2014	88	68	14	88	Accettabile
27/01/2014	/	34	22	/	/
28/01/2014	/	28	28	/	/
29/01/2014	/	66	25	/	/
30/01/2014	/	76	18	/	/
31/01/2014	/	76	35	/	/
01/02/2014	/	5	34	/	/
02/02/2014	/	10	27	/	/
03/02/2014	/	12	34	/	/



Punto B – Piazza Divisione Acqui – Erbusco					
Giorno	Sotto-indici			IQA	Qualità dell'aria
	PM10	O₃	NO₂		
22/01/2014	50	69	29	69	Accettabile
23/01/2014	64	63	34	64	Accettabile
24/01/2014	94	48	37	94	Accettabile
25/01/2014	50	79	24	79	Accettabile
26/01/2014	66	79	20	79	Accettabile
27/01/2014	112	47	34	112	Mediocre
28/01/2014	104	36	35	104	Mediocre
29/01/2014	94	63	32	94	Accettabile
30/01/2014	52	68	24	68	Accettabile
31/01/2014	58	76	38	76	Accettabile
01/02/2014	66	6	40	66	Accettabile
02/02/2014	42	14	31	42	Buona
03/02/2014	38	13	33	38	Buona

Punto C – Via IV Novembre (SS469) – Capriolo					
Giorno	Sotto-indici			IQA	Qualità dell'aria
	PM10	O₃	NO₂		
05/02/2014	54	77	46	77	Accettabile
06/02/2014	44	88	36	88	Accettabile
07/02/2014	38	43	26	43	Buona
08/02/2014	48	53	39	53	Accettabile
09/02/2014	46	81	29	81	Accettabile
10/02/2014	34	80	28	80	Accettabile
11/02/2014	84	23	36	84	Accettabile
12/02/2014	82	16	41	82	Accettabile
13/02/2014	50	33	35	50	Accettabile
14/02/2014	58	39	37	58	Accettabile
15/02/2014	80	27	46	80	Accettabile
16/02/2014	82	25	36	82	Accettabile
17/02/2014	58	16	45	58	Accettabile



Punto D – Scuola media – Monticelli Brusati					
Giorno	Sotto-indici			IQA	Qualità dell'aria
	PM10	O₃	NO₂		
19/02/2014	38	73	28	73	Accettabile
20/02/2014	54	56	35	56	Accettabile
21/02/2014	96	61	24	96	Accettabile
22/02/2014	/	86	11	/	/
23/02/2014	/	89	18	/	/
24/02/2014	/	88	14	/	/
25/02/2014	84	78	29	84	Accettabile
26/02/2014	80	90	35	90	Accettabile
27/02/2014	42	89	12	89	Accettabile
28/02/2014	66	85	26	85	Accettabile
01/03/2014	34	89		89	Accettabile
02/03/2014	44	86	11	86	Accettabile
03/03/2014	62	86	16	86	Accettabile

Punto E – Municipio – Passirano					
Giorno	Sotto-indici			IQA	Qualità dell'aria
	PM10	O₃	NO₂		
05/03/2014	98	83	31	98	Accettabile
06/03/2014	60	77	33	77	Accettabile
07/03/2014	90	79	33	90	Accettabile
08/03/2014	142	84	29	142	Mediocre
09/03/2014	148	78	30	148	Mediocre
10/03/2014	126	86	30	126	Mediocre
11/03/2014	126	82	31	126	Mediocre
12/03/2014	154	77	35	154	Scadente
13/03/2014	170	56	39	170	Scadente
14/03/2014	194	53	43	194	Scadente
15/03/2014	226	65	45	226	Pessima
16/03/2014	278	78	46	278	Pessima
17/03/2014	262	48	46	262	Pessima



Punto F – Isola Ecologica – Gussago					
Giorno	Sotto-indici			IQA	Qualità dell'aria
	PM10	O₃	NO₂		
05/03/2014	/	77	30	/	/
06/03/2014	102	68	26	102	Mediocre
07/03/2014	122	63	33	122	Mediocre
08/03/2014	156	78	39	156	Scadente
09/03/2014	150	78	36	150	Scadente
10/03/2014	154	81	35	154	Scadente
11/03/2014	150	73	40	150	Scadente
12/03/2014	166	65	36	166	Scadente
13/03/2014	166	66	42	166	Scadente
14/03/2014	186	58	43	186	Scadente
15/03/2014	202	64	53	202	Pessima
16/03/2014	198	75	50	198	Scadente
17/03/2014	198	55	43	198	Scadente

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, le piogge frequenti caratteristiche delle prime sei settimane hanno fatto sì che nei primi quattro punti di monitoraggio i valori di concentrazione di PM10 non fossero particolarmente alti e solo raramente risultassero addirittura superiori al limite giornaliero di 50 µg/m³.

Ne è conseguito che in tali punti non sempre l'indice IQA è venuto a coincidere con il sotto-indice relativo al PM10, ma spesso anche con quello dell'Ozono. Mai comunque l'IQA è venuto a coincidere con il sotto-indice relativo al Biossido di Azoto.

In ogni caso, essendo stati i superamenti del limite del PM10 solo occasionali e non essendo invece mai stato superato il valore obiettivo per l'Ozono, solo raramente l'indice IQA è risultato superiore a 100, determinando degli accadimenti della classe "mediocre" di qualità dell'aria. Di gran lunga predominante è stata la classe "accettabile", con alcuni accadimenti anche di quella "buona".

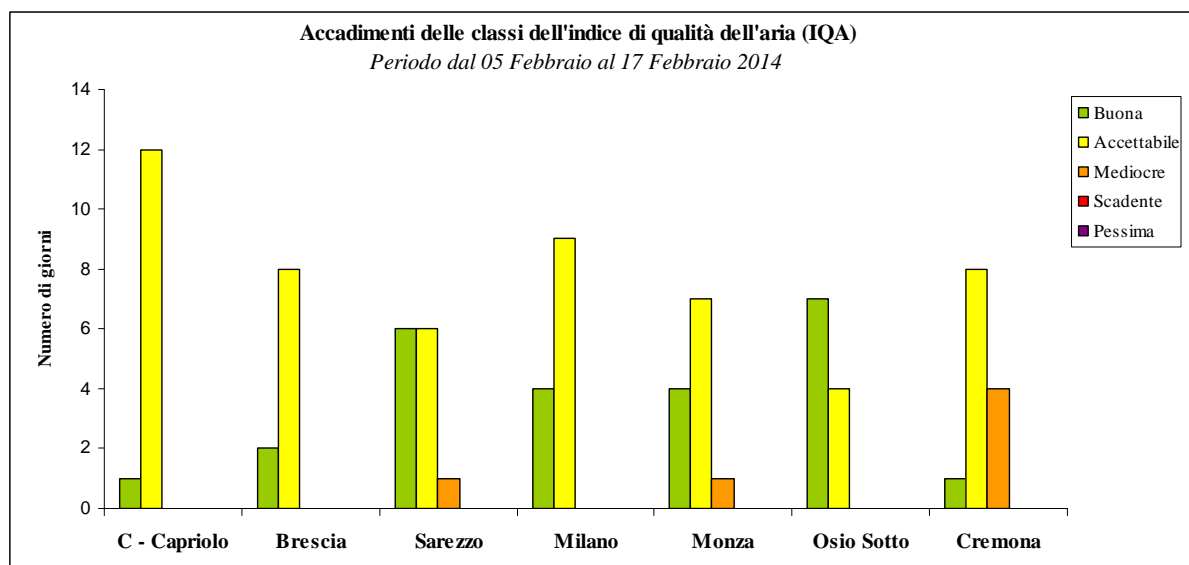
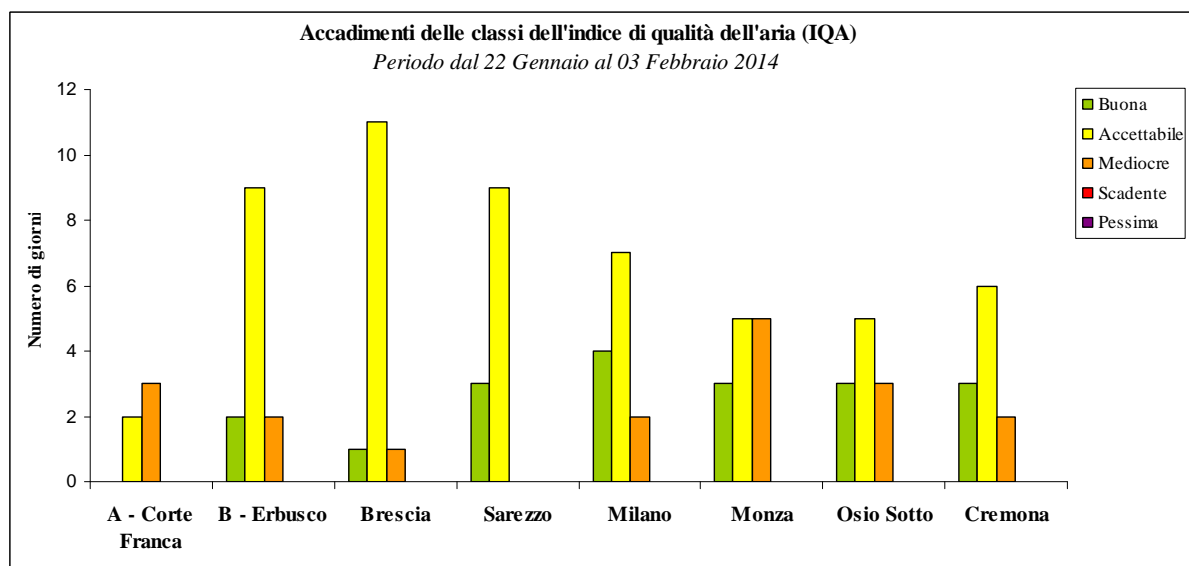
Nelle ultime due settimane di monitoraggio, invece, a seguito dell'assenza di precipitazioni, l'incremento netto e costante delle concentrazioni di PM10, risultate quasi sempre prossime o superiori al limite giornaliero, ha fatto sì che l'indice IQA sia venuto a coincidere sempre, salvo un caso, con il sotto-indice del PM10 e sia risultato quasi sempre superiore a 100. Di conseguenza, quasi scomparsa la classe di qualità dell'aria "accettabile", essa è

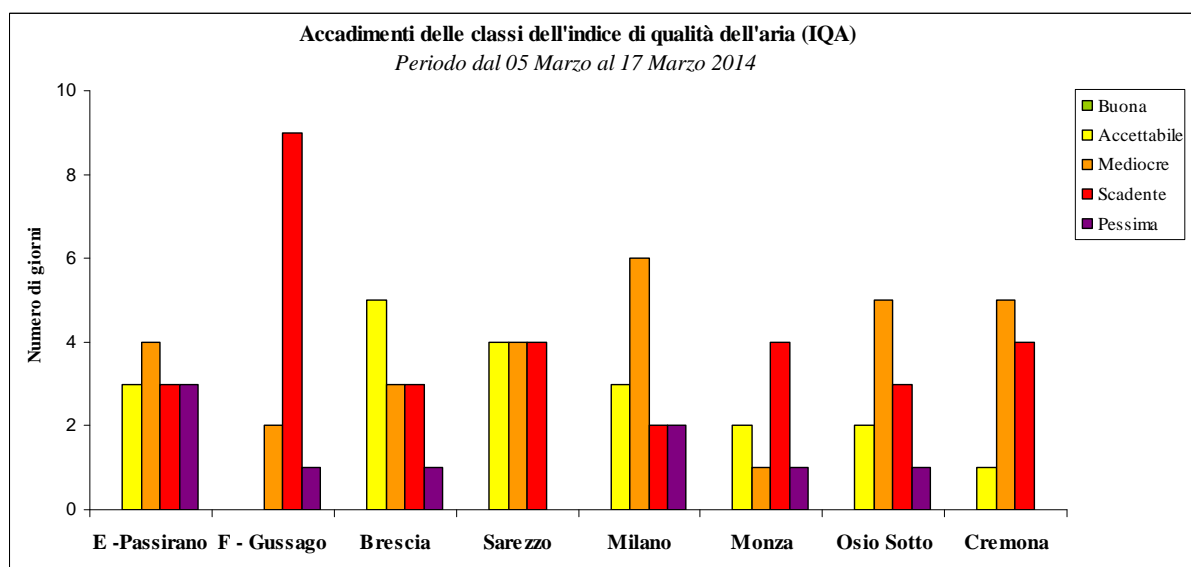
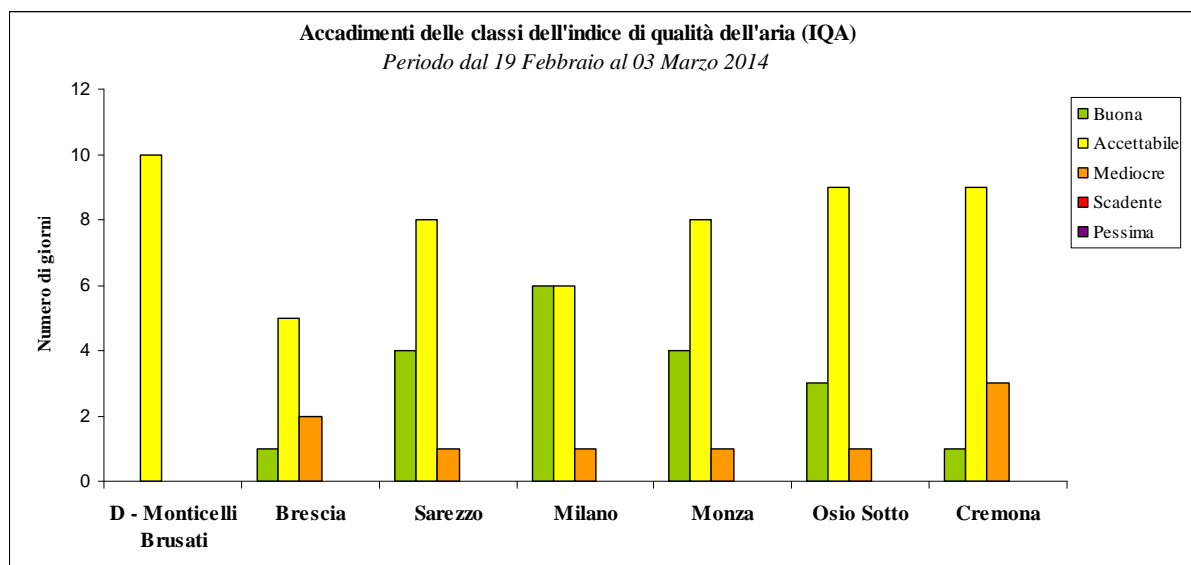


stata sostituita dalle classi “mediocre”, “scadente” e “pessima”, verificatesi con frequenze simili nel caso del punto E – Passirano, mentre nel punto F – Gussago ha prevalso nettamente la classe “scadente”.

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 (limitatamente ai giorni in cui è stato determinato) 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 sei stazioni di Brescia-Villaggio Sereno, Sarezzo, Milano-Verziere, Monza, Osio Sotto e Cremona-Fatebenefratelli.





Visti i valori di Ozono un poco più bassi rispetto a quelli rilevati nei punti della Franciacorta, per le stazioni ARPA l'indice IQA è venuto quasi sempre a coincidere con il sotto-indice del PM10, e solo occasionalmente con quello dell'Ozono o anche con quello del Biossido di Azoto.

In ogni caso, vista la generale somiglianza di comportamento del PM10, lo stato della qualità dell'aria è risultato ovunque abbastanza simile.

Nelle prime sei settimane di monitoraggio, piovose, la classe di qualità dell'aria prevalente è stata in generale quella "accettabile", accompagnata, a seconda dei casi, da accadimenti di quella "buona" o di quella "mediocre".



Castelmella (BS), rif. AMB-14/1325
pag. 55 di 55

Nelle ultime due settimane, prive di precipitazioni, invece, gli accadimenti della classe “accettabile” sono andati diminuendo, sostituiti da quelli delle classi “mediocre”, “scadente” e/o “pessima”, a seconda dei casi.

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.