

COMUNE DI FORLÍ

Campagna di monitoraggio 2012 con campionatori passivi per la determinazione di benzene e biossido di azoto in ambito urbano

Responsabile di progetto: *Paolo Veronesi*

Gruppo di lavoro: *Cristina Mariotti, Maria Cristina Verna, Paolo Vittori.*

Marzo 2013

Indice

<i>1. Introduzione</i>	<i>1</i>
<i>2. Riferimenti normativi</i>	<i>1</i>
<i>3. Metodologia</i>	<i>2</i>
<i>4. Analisi dei dati</i>	<i>10</i>
<i>5. Commento alle mappe</i>	<i>21</i>
<i>6. Gli andamenti nel corso degli anni</i>	<i>21</i>
<i>7. Conclusioni</i>	<i>34</i>

1. Introduzione

La presente relazione si colloca nell'ambito di una serie di monitoraggi che, avviata nel 2006 sulla base di una specifica convenzione stilata tra la scrivente sezione Arpa e l'Amministrazione Comunale di Forlì, è proseguita negli anni andando a costituire un utile supporto per la determinazione delle criticità del territorio.

L'ubicazione ed il numero di campionatori passivi utilizzati fu inizialmente definito in base ad un protocollo tecnico, concordato con il Settore Tutela dell'Ambiente e del Territorio del Comune di Forlì; rispetto al protocollo iniziale, nel 2008 fu aggiunto il punto di monitoraggio di via Quarantola su richiesta del Comune, dato il particolare interesse dei residenti nella zona. In occasione dell'ultimo rinnovo della convenzione, la rete di monitoraggio è stata riorganizzata sia riducendo il numero di postazioni da 35 a 30, che modificando l'ubicazione di alcune di esse. Sulla base dei dati raccolti negli anni, nel definire l'attuale rete si sono infatti mantenuti i punti più significativi integrandoli con nuovi individuati al fine di verificare l'impatto del traffico in funzione delle modifiche intervenute sulla viabilità a seguito dell'apertura di un tratto della nuova tangenziale. Sempre in funzione di modifiche della viabilità, alcune postazioni sono state solo leggermente spostate.

2. Riferimenti normativi

D.Lgs. 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 successive modifiche ed integrazioni (**DLgs n°250 del 24.12.2012**).

Il Decreto, entrato in vigore il 30/09/2010, recepisce la direttiva 2008/50/CE e sostituisce le disposizioni di attuazione della direttiva 2004/107/CE; i precedenti riferimenti normativi risultano abrogati a partire dalla data di entrata in vigore del Decreto.

BENZENE

- **Valore limite per la protezione della salute umana (media annua): 5,0 µg/m³**
 - Soglia di valutazione superiore : 3,5 µg/m³ (70% del valore limite annuale)
 - Soglia di valutazione inferiore : 2 µg/m³ (40% del valore limite annuale)

BIOSSIDO D'AZOTO

- **Valore limite orario per la *protezione della salute umana* (media oraria da non superare più di 18 volte nel corso dell'anno): 200 µg/m³**
 - Soglia di valutazione superiore : 140 µg/m³ (70% del valore limite orario)
 - Soglia di valutazione inferiore : 100 µg/m³ (50% del valore limite orario)

- **Valore limite annuale per la *protezione della salute umana* (media annua): 40 µg/m³**
 - Soglia di valutazione superiore : 32 µg/m³ (80% del valore limite annuale)
 - Soglia di valutazione inferiore : 26 µg/m³ (65% del valore limite annuale)

- **Soglia di allarme (media oraria): 400 µg/m³**

- **Valore limite annuale per la *protezione della vegetazione* (media annua NOx) 30 µg/m³**
 - Soglia di valutazione superiore : 24 µg/m³ (80% del livello critico annuale)
 - Soglia di valutazione inferiore : 19.5 µg/m³ (65% del livello critico annuale)

3. Metodologia

I metodi di campionamento passivi sono basati sul campionamento diretto della specie inquinante in atmosfera su di un mezzo opportuno realizzato tramite la diffusione gassosa.

I metodi di campionamento passivo si differenziano dai metodi tradizionali "attivi" in quanto non fanno uso di pompe (campionatori). Nelle tecniche di campionamento attivo, (vedi ad esempio i tubi di diffusione anulari o i filterpack) l'analisi delle soluzioni contenenti la specie corrispondente all'inquinante campionato, ad un flusso tipicamente di alcuni litri al minuto, permette di risalire alla quantità della specie in osservazione, e quindi alla sua concentrazione in aria durante il periodo di campionamento, essendo conosciuto il volume di aria prelevato. Nel caso del campionamento passivo il flusso equivalente di campionamento corrisponde a pochi centimetri cubici di aria al minuto.

Il funzionamento di un campionatore passivo può, in generale, essere descritto facendo riferimento alla prima legge di Fick, che stabilisce che il flusso diffusionale (J) di una determinata specie è direttamente proporzionale al coefficiente di diffusione del gas in aria (D) e alla differenza di concentrazione attraverso la barriera di diffusione, mentre è inversamente proporzionale al cammino diffusionale.

$$J = -DA \frac{dc}{dl}$$

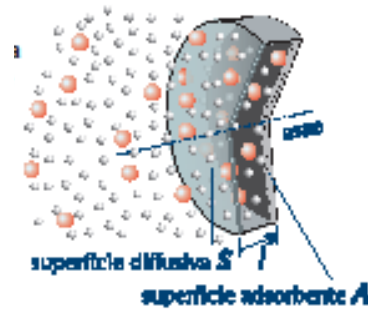
J : flusso diffusionale

D : coefficiente di diffusione del gas

A : superficie adsorbente

S : superficie diffusiva

dc/dl : gradiente di concentrazione



Assumendo che la concentrazione dell'inquinante sia zero sulla superficie delle reticelle impregnate e che la concentrazione all'ingresso del tubo sia la concentrazione in ambiente da determinare, si può parlare di un flusso di campionamento (direttamente proporzionale al coefficiente di diffusione e all'area della superficie esposta ed inversamente al cammino diffusionale) anche se non si ha a che fare con un movimento di masse d'aria vero e proprio.

I vantaggi offerti da tale tecnica sono immediatamente evidenti e comprendono il basso costo, l'assenza di manutenzione di strumentazione altrimenti costosa, lo scarso ingombro, la silenziosità, la possibilità di campionare senza bisogno di alimentazione elettrica e infine la possibilità di monitorare più punti contemporaneamente per ottenere una "mappatura" dell'inquinante in una determinata area.

L'uso dei campionatori passivi per lo studio dell'inquinamento in ambienti interni o in ambienti di lavoro è conosciuto da lungo tempo. Lo studio dei principi della diffusione gassosa nei solidi, nei liquidi e nei gas risale del resto agli anni '30. Solo successivamente, all'incirca agli inizi degli anni '70, cominciarono ad apparire in letteratura esempi di campionamenti effettuati utilizzando la metodica del campionamento passivo. Negli anni successivi, numerosi altri dispositivi per il campionamento passivo sono stati studiati in laboratorio e quindi applicati in indagini di campo, principalmente per l'analisi di inquinanti organici negli ambienti di lavoro.

In considerazione dei limiti di rilevabilità piuttosto alti che questo metodo possiede (occorre considerare infatti, come già detto, che il flusso di campionamento di un campionatore passivo corrisponde a pochi centimetri cubici di aria al minuto), i campionatori passivi hanno

inizialmente conosciuto una certa popolarità e applicazione soprattutto in ambito di igiene del lavoro, ovvero per il monitoraggio della esposizione del singolo lavoratore in ambienti industriali che possono essere caratterizzati da concentrazioni di inquinanti 2 o 3 ordini di grandezza più elevate rispetto a quelle caratteristiche dell'aria ambiente. L'attrattiva esercitata dall'avere a disposizione un sistema con caratteristiche così favorevoli ha dato impulso allo studio di sistemi passivi per il campionamento di numerosi inquinanti in aria ambiente. Gli inquinanti per i quali sono stati studiati sistemi di campionamento sono numerosi, tra questi ricordiamo NO₂, NO_x, O₃, benzene, formaldeide e acidi organici. Vari studi effettuati sia in laboratorio che durante campagne di misura, hanno dimostrato che l'applicabilità di un metodo passivo, oltre che dipendere dal limite di rilevabilità, è fortemente influenzata da un certo numero di fattori, che vanno dalla temperatura all'umidità relativa e soprattutto alla velocità del vento. Queste cause di errore, se non riconosciute, rendono il campionamento critico e soggetto ad errori inaccettabili.

Il D.Lgs. n°155 del 13 agosto 2010 stabilisce gli obiettivi di qualità del dato per le misure in continuo, per i modelli e per le misure indicative, categoria questa alla quale appartiene il campionamento diffusivo.

In merito a quest'ultimo tipo di misure, il decreto indica un valore massimo di incertezza, pari al 25% per il biossido di azoto e al 30% per il benzene; stabilisce inoltre il periodo minimo di copertura pari al 14%, ottenibile mediante una misura in un giorno fisso di ogni settimana per un anno oppure otto settimane distribuite uniformemente in un anno.

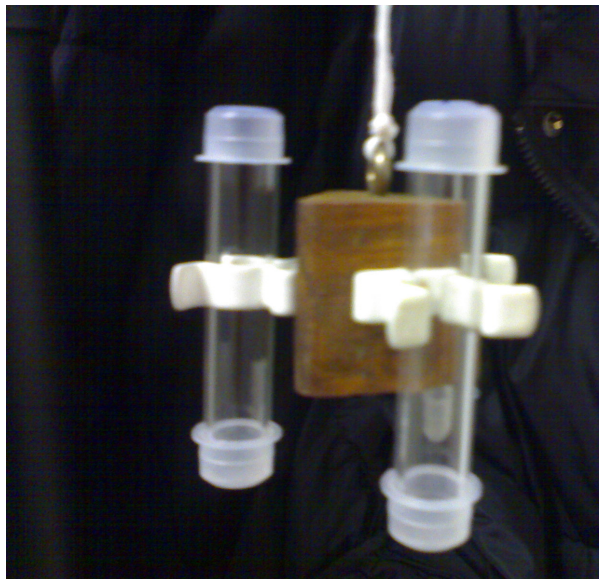
Nel definire operativamente le campagne di misura, sin dal 2006 si è scelto di optare per la riduzione del periodo di copertura in favore di un maggior numero di punti di monitoraggio. La copertura, infatti è inferiore al 14% uniformemente distribuito nel corso dell'anno previsto dalla normativa, ma raggiunge circa il 6% distribuito su tre campagne annuali, due delle quali in periodi critici per l'accumulo di inquinanti (autunno e inverno), ed una in periodo primaverile. Il privilegiare, a parità di investimento, l'utilizzo di un maggior numero di punti di misura ha lo scopo di poter disporre di sufficienti dati per poter giungere, mediante l'uso della modellistica, all'individuazione di aree nel territorio comunale con livelli di inquinamento omogenei.

Campionamento ed analisi di laboratorio

I campionatori passivi utilizzati per quanto riguarda la determinazione del biossido di azoto sono denominati "Tubi Palmes", e sono preparati ed analizzati presso la sezione provinciale Arpa di Parma; per la determinazione del Benzene si sono utilizzati i campionatori RADIELLO, la cui tecnica è stata sviluppata dalla Fondazione Salvatore Maugeri di Pavia.

Il campionatore tipo "Palmes" è composto da tre unità disposte in parallelo, ciascuna costituita da una retina assorbente collocata all'interno di una provetta aperta su entrambi i lati. Il tutto è

fissato su di un blocchetto di legno di supporto, protetto da un vasetto di plastica. I tappi inferiori sono aperti o chiusi rispettivamente all'atto del posizionamento o del ritiro a fine esposizione.



Il campionatore RADIELLO per Benzene nella sua formulazione base è costituito da:

- una cartuccia adsorbente lunga 60 mm con diametro di 4,8 mm.
- una piastra di supporto in policarbonato che serve sia da tappo che da sostegno del corpo diffusivo; è dotata di filetto per l'avvitamento;
- un corpo diffusivo



I siti di campionamento sono scelti in modo da assicurare intorno ai campionatori un ampio movimento d'aria, evitando superfici dove una possibile alta velocità di deposizione possa creare, vicino all'estremità aperta del tubo, un decremento locale della concentrazione di inquinante. Analogamente sono evitati i siti dove l'aria è stagnante, perché in questo modo si accresce il percorso diffusionale del gas.

Nel momento in cui i campionatori vengono aperti o inseriti viene annotata la data, l'ora e il sito. Alla fine del campionamento i tubi vengono richiusi con i tappi trasparenti e viene segnata la data e l'ora; vengono quindi inviati al Laboratorio integrato della sezione provinciale Arpa di Ravenna insieme alle specifiche relative al sito e alla durata del campionamento.

Criteri per la scelta dei siti e della durata del campionamento

Un primo aspetto critico per l'utilizzo dei campionatori passivi è la scelta del sito di monitoraggio. Il criterio generale deve essere l'identificazione dei siti tra quelli in cui l'esposizione all'inquinante è significativa per la salute ovvero in quelli in cui:

- la concentrazione è più elevata
- il tempo di esposizione è più elevato
- il numero dei soggetti esposti è più elevato

Le tre caratteristiche sono tipiche in ambiente urbano delle zone residenziali ad elevato traffico veicolare, ed è appunto in questo contesto che l'utilizzo dei campionatori passivi ha avuto grande applicazione. Al fine di ottenere risultati affidabili è opportuno seguire alcune precauzioni riguardo la scelta dei siti dove effettuare l'esposizione dei campionatori passivi. In particolare occorre:

1. Suddividere l'area da monitorare in un grigliato. Sebbene non sia possibile dare indicazioni assolute, si può indicare in generale che la larghezza della griglia debba essere variabile da 0.5 a 3 km. Nel caso di studio la scelta è stata, come detto, di considerare maglie di 1000 m di lato.
2. Selezionare per ciascuna cella uno o più siti rappresentativi della qualità dell'aria nella cella. E' importante che la concentrazione nella postazione scelta sia rappresentativa della concentrazione di fondo in quella determinata cella.
3. Selezionare alcuni hot spot in prossimità di fonti emmissive. La densità dei punti di campionamento nella griglia può variare in funzione delle fonti emmissive.
4. Installare alcuni duplicati per la QA/QC.

Un altro aspetto importante nell'uso dei campionatori passivi risiede nella determinazione della durata e del periodo di campionamento. In particolare regole del tutto generali indicano che la durata e il periodo di campionamento sono determinati dai seguenti fattori:

- Il limite di rilevabilità del metodo determina la durata del campionamento. Un parametro che risulta importante è la capacità massima operativa di campionamento. Alcuni campionatori ottimizzano i parametri relativi al rapporto tra velocità di captazione e capacità

di carico e sono in grado di lavorare entro un intervallo di concentrazioni elevate e per lunghi periodi, mentre altri privilegiano bassi limiti di rilevabilità.

- Periodi più brevi aumentano la risoluzione temporale, ma fanno aumentare il numero delle misure e quindi il supporto logistico per la esposizione e per la raccolta dei tubi di diffusione deve essere attentamente valutato. Un campionamento effettuato per un periodo troppo breve comporta il rischio di avere dati difficilmente interpretabili in quanto non rappresentativi.
- Ogni inquinante ha sue caratteristiche temporali. Ad esempio per il biossido d'azoto si consiglia un campionamento invernale durante il quale si ha l'influenza del traffico e del riscaldamento in regimi meteo di inversione e un campionamento in estate durante il quale si ha preminente l'effetto del traffico e della attività fotochimica.

I campionatori Radiello ed i tubi Palmes, vengono lasciati a campionare per un periodo di una settimana ed hanno pertanto una equivalente copertura temporale.

Criteri per l'interpretazione dei risultati

L'uso dei campionatori passivi effettuato seguendo le raccomandazioni di cui ai precedenti punti permette di rilevare i livelli di fondo dell'inquinamento ai quali la popolazione viene esposta. Alla fine di una campagna di monitoraggio potranno verificarsi situazioni più o meno chiare in termini di superamento dei valori limite o dei valori obiettivo che richiedono specifici interventi correttivi e che guideranno il successivo regime di monitoraggio.

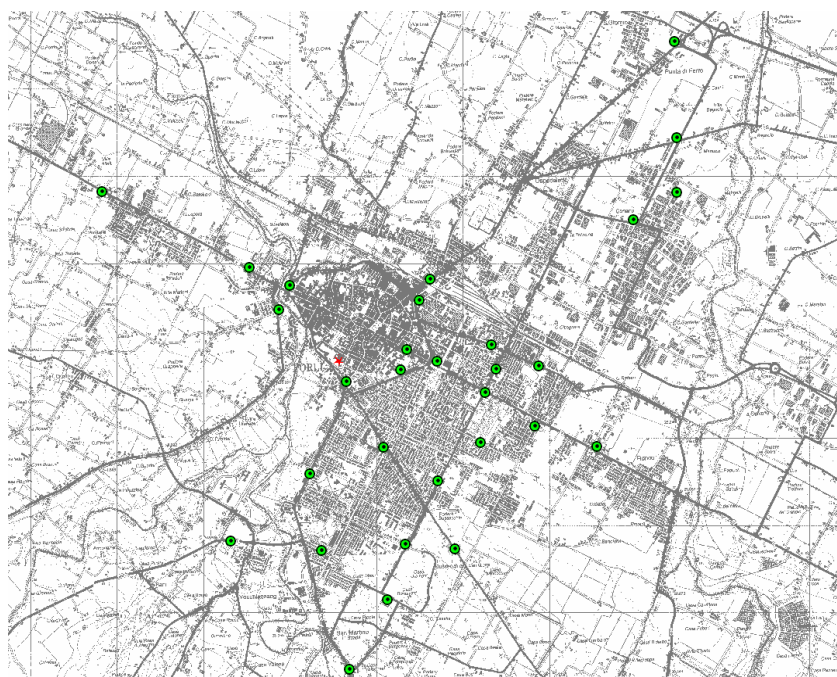
L'esperienza su differenti località ha mostrato che esiste per il biossido di azoto una relazione tra il limite orario previsto dalla normativa attuale e la media annuale.

Se il campionamento è stato effettuato per un tempo sufficientemente lungo si può assumere che la media annuale sia ben rappresentata dalla media riscontrata durante il periodo di campionamento.

Come regola approssimativa si può assumere che livelli di NO₂ pari a circa 80 µg/m³ su medie bisettimanali siano a rischio di superare il limite orario di 200 µg/m³ per circa un numero di volte pari ai 18 superamenti consentiti.

Non ci sono in letteratura studi analoghi per altri inquinanti tipo benzene. Nella tabelle successive sono riportati i valori di concentrazione ottenuti.

Ubicazione dei siti di monitoraggio con campionatori passivi



La rete di monitoraggio del 2012 è la stessa dell'anno 2011 e ha previsto il monitoraggio nei punti più significativi delle campagne precedenti con l'integrazione di nuovi punti per verificare l'impatto degli svincoli della secante. A causa della forte neve del mese di febbraio, la prima campagna è stata eseguita a marzo. Di seguito si riporta l'elenco dei siti di monitoraggio per la campagna 2012:

Campagne di monitoraggio 2012

Parametro	Tipo di campionatore	Periodo misura	n° siti
BTX	Radiello	marzo, maggio, dicembre 2012	30
NO ₂	Tubi di Palmes	marzo, maggio, dicembre 2012	30

ID	Localizzazione	Esistente	Rilocato	Nuovo
1	V.le Roma	X		
2	Viale Italia	X		
3	P.le Ravaldino	X		
4	Via Campo di Marte	X		
5	P.le della Vittoria	X		
6	Via Ravennana	X		
7	V.le Bologna	X		
8	Via Dragoni	X		
9	Via Andrea Costa	X		
10	Via Placucci	X		
11	Via Risorgimento	X		
12	Via dell'Appennino	X		
13	Via Roma	X		
14	Via Quarantola	X		
15	Via C. degli Svizzeri	X		
16	Viale Italia 2	X		
17	Via Ravennana 2	X		
18	Via Correcchio	X		
19	Viale Bologna	X		
20	Via Campo di Marte 2	X		
21	Via Decio Raggi	X		
22	Via Medaglie d'Oro	X		
23	Via Cerchia	X		
24	Via Balzella	X		
25	Via Gramsci	X		

26	C.so Repubblica	X		
27	Via Corridoni	X		
28	Via Firenze	X		
29	Via del Partigiano	X		
30	Via Costanzo II	X		

I valori ottenuti dalle analisi effettuate con i campionatori passivi non sono riconducibili ai valori di legge, ma permettono di avere, abbastanza facilmente, una rappresentazione spaziale dei punti critici delle zone urbane al fine di poter mettere in atto misure di miglioramento.

4. Analisi dei dati

L'andamento dei valori minimo, medio e massimo nel corso dell'anno viene evidenziato nelle tabelle e nei grafici seguenti.

Tab.n°1 – Valori statistici di base del benzene (C₆H₆)

Benzene (µg/m³)	Marzo	Maggio	Dicembre
Valore minimo	1.4	0.3	2.1
Valore medio	2.0	0.5	2.8
Valore massimo	3.1	1.3	4.2

Tab.n°2 – Valori statistici di base del biossido di azoto (NO₂)

Biossido di azoto (µg/m³)	Marzo	Maggio	Dicembre
Valore minimo	33	26	45
Valore medio	46	42	56
Valore massimo	76	65	79

Grafico n°1 - Benzene

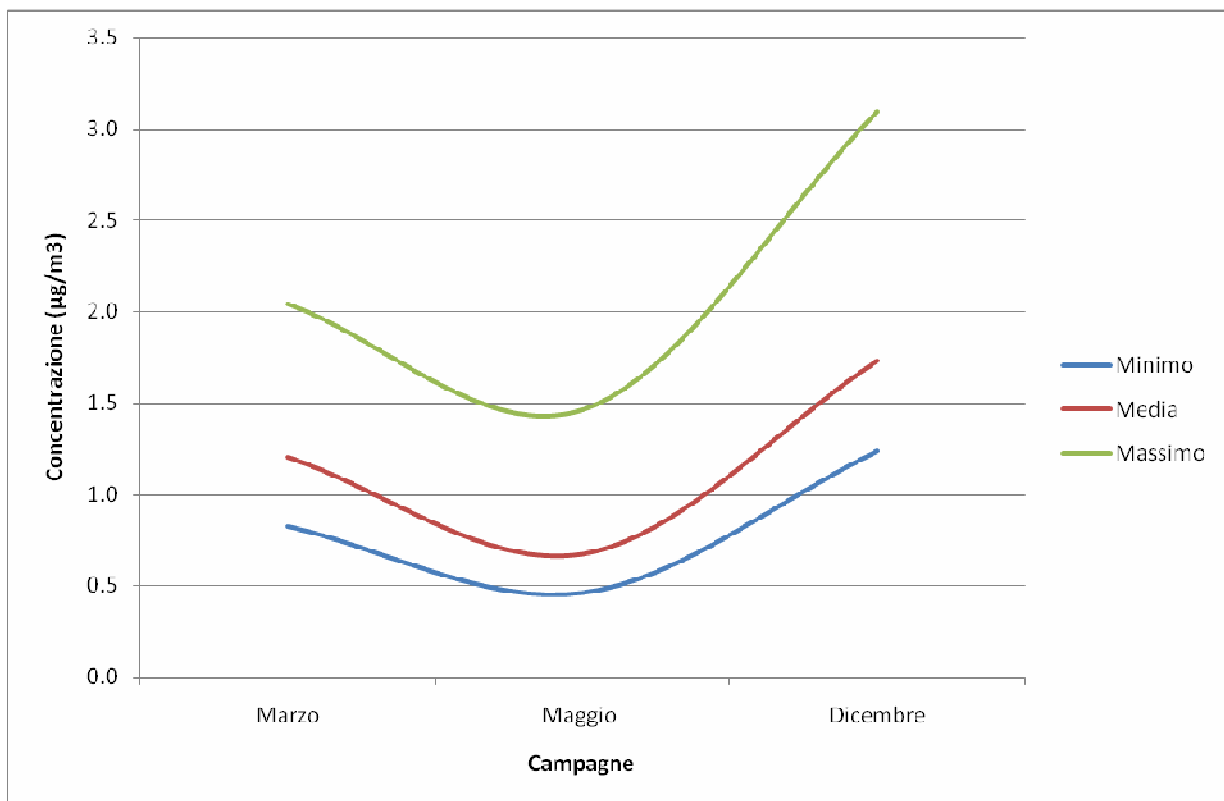
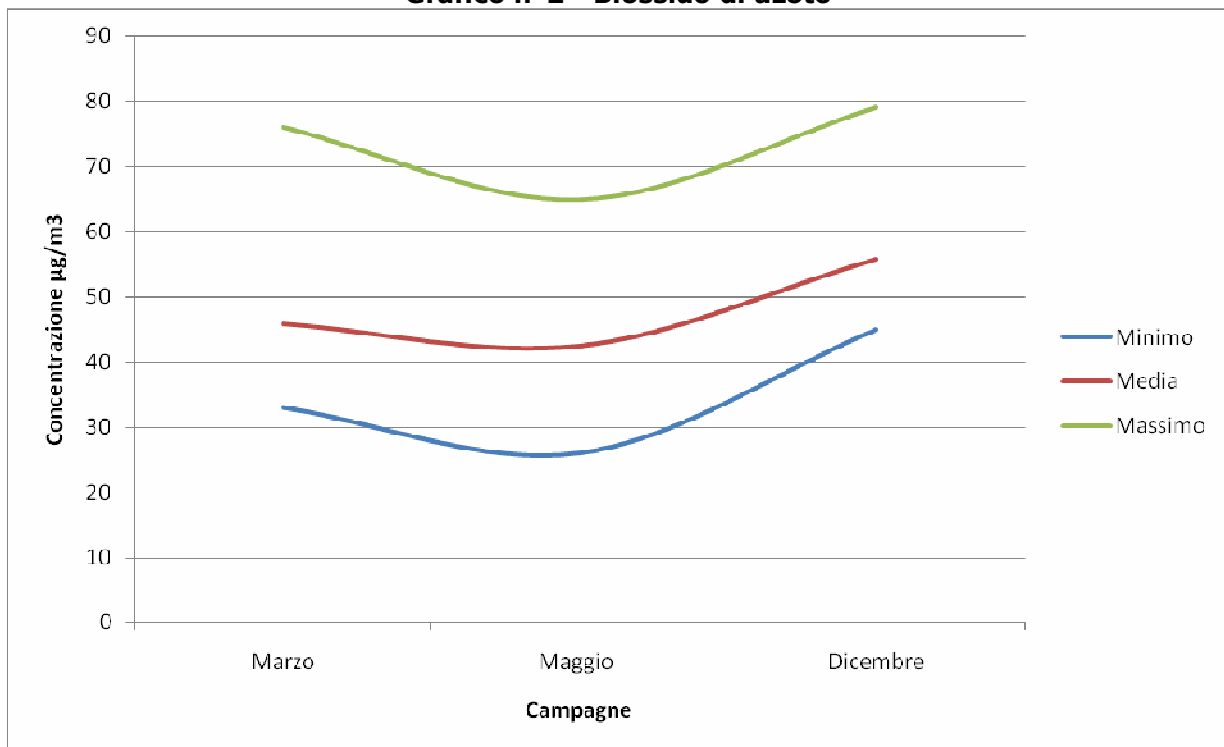


Grafico n°2 - Biossido di azoto



Nelle tabelle 3 e 4 sono riportati i valori, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, delle concentrazioni ottenute per ogni sito monitorato:

Tab. n°3 - Concentrazione benzene in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

ID	Localizzazione	Febbraio	Maggio	Dicembre
1	V.le Roma	1.0	0.6	1.8
2	Viale Italia	2.0	1.5	3.1
3	P.le Ravalдино	1.0	0.5	1.5
4	Via Campo di Marte	1.5	0.8	2.0
5	P.le della Vittoria	1.4	0.7	1.6
6	Via Ravennana	1.4	0.7	2.0
7	V.le Bologna	1.0	0.5	1.4
8	Via Dragoni	1.0	0.5	1.5
9	Via Andrea Costa	1.3	0.8	1.9
10	Via Placucci	1.0	0.6	1.8
11	Via Risorgimento	1.2	0.8	1.5
12	Via dell'Appennino	1.2	0.8	1.8
13	Via Roma	1.2	0.8	1.8
14	Via Quarantola	1.1	0.7	2.0
15	Via C. degli Svizzeri	0.9	0.5	1.4
16	Viale Italia	1.5	0.9	2.4
17	Via Ravennana	1.2	0.5	1.2
18	Via Correcchio	1.3	0.7	1.5
19	Viale Bologna	1.4	0.7	2.0
20	Via Campo di Marte	1.2	0.8	1.9
21	Via Decio Raggi	0.8	0.5	1.3
22	Via Medaglie d'Oro	1.2	0.6	1.6
23	Via Cerchia	1.2	0.5	1.6
24	Via Balzella	0.9	0.5	1.7
25	Via Gramsci	1.1	0.6	1.7
26	C.so Repubblica	1.0	0.6	1.5
27	Via Corridoni	1.5	0.8	1.9
28	Via Firenze	1.1	0.5	1.6
29	Via del Partigiano	1.1	0.7	1.5
30	Via Costanzo II (alla fine)	1.1	0.5	1.5

Tab. n° 4 - Concentrazioni di Biossido d'azoto in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

ID	Localizzazione	Marzo	Maggio	Dicembre
1	V.le Roma	40	37	55
2	Viale Italia	76	65	79
3	P.le Ravalдино	37	30	52
4	Via Campo di Marte	43	36	53
5	P.le della Vittoria	66	63	67
6	Via Ravegnana	50	54	61
7	V.le Bologna	34	29	53
8	Via Dragoni	39	28	48
9	Via Andrea Costa	47	43	60
10	Via Placucci	37	35	48
11	Via Risorgimento	49	45	50
12	Via dell'Appennino	38	42	53
13	Via Roma	48	40	58
14	Via Quarantola	42	44	64
15	Via C. degli Svizzeri	35	53	49
16	Viale Italia	57	40	72
17	Via Ravegnana	66	62	65
18	Via Correcchio	61	54	57
19	Viale Bologna	50	43	58
20	Via Campo di Marte	38	55	55
21	Via Decio Raggi	33	26	46
22	Via Medaglie d'Oro	37	34	52
23	Via Cerchia	34	30	45
24	Via Balzella	42	40	51
25	Via Gramsci	39	31	48
26	C.so Repubblica	52	41	56
27	Via Corridoni	44	36	61
28	Via Firenze	35	27	47
29	Via del Partigiano	47	56	54
30	Via Costanzo II (alla fine)	58	53	54

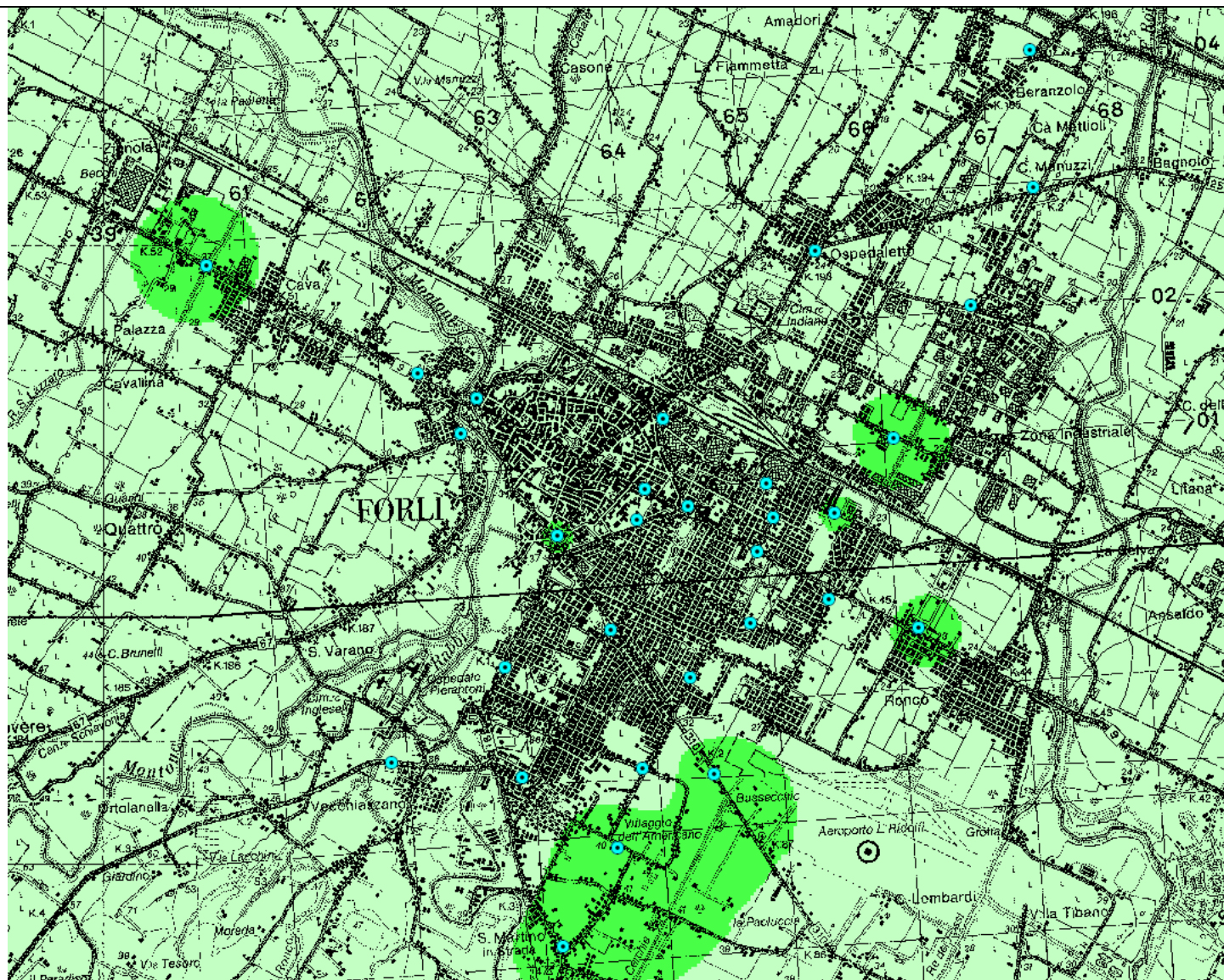
Relativamente al **benzene** si sottolinea che:

- il valore più alto di concentrazione si ha nel mese di dicembre (viale Italia – 3,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$);
- il sito con i valori medi più alti risulta viale Italia (2,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - nel 2010 era 2,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$);
- nessun sito supera il limite fissato per la concentrazione media annuale (5,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) né la soglia di valutazione superiore (3,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Per quanto riguarda il **biossido d'azoto** si evidenzia che:

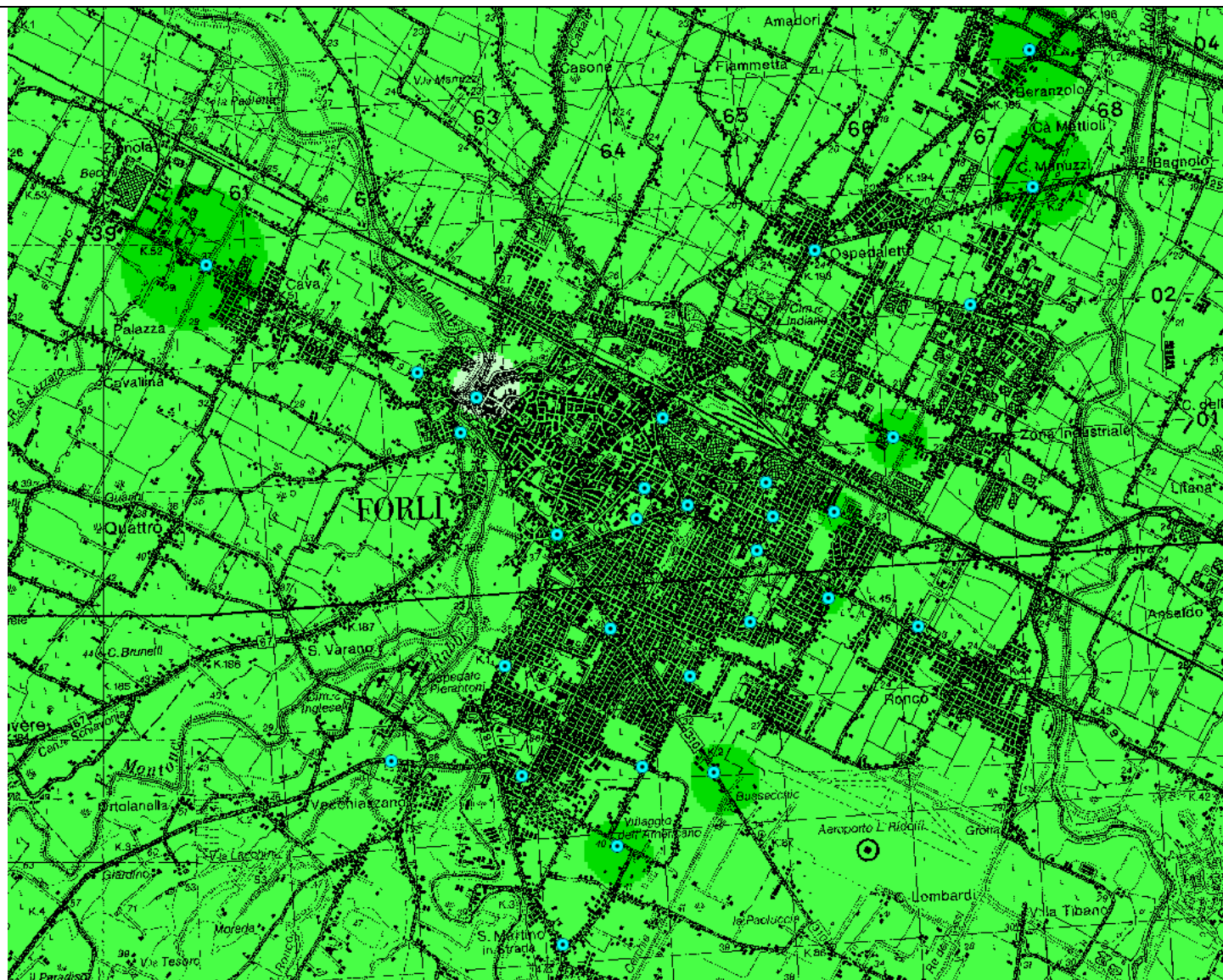
- il valore più alto si ha nel mese di dicembre nel sito di viale Italia (79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, nel 2011 era 83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Tale valore è comunque confrontabile al valore registrato a febbraio (76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) a testimonianza dell'ormai **consolidata certezza che il sito sia quello più critico**.
- sempre viale Italia è l'ubicazione con il valore medio più elevato (73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, nel 2011 era 71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$);
- solo cinque siti non superano il limite fissato per la concentrazione media annuale (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$); tutti i valori medi sono maggiori della soglia di valutazione superiore riferita al limite annuale (32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Secondo quanto scritto al punto "Criteri per l'interpretazione dei risultati" (pag. 8) Viale Italia risulta un sito in cui probabilmente si potrebbe superare il limite ammesso, in quanto si riscontra un valore medio prossimo a 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Di seguito si riportano le mappe di distribuzione dei due inquinanti realizzate utilizzando l'algoritmo di interpolazione IDW (inverso della distanza). I valori di concentrazione degli inquinanti nelle legende sono espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

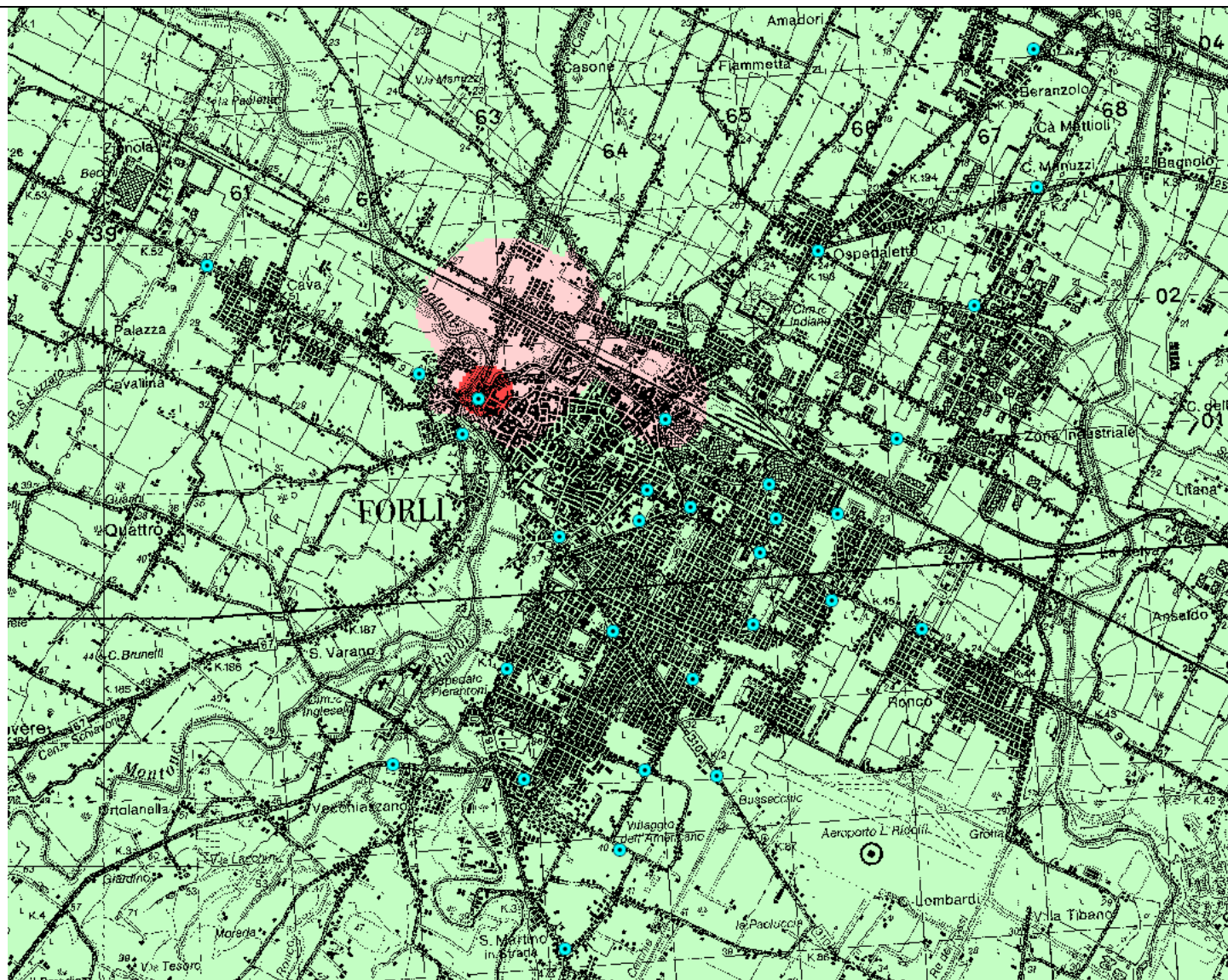


Benzene – Distribuzione del mese di marzo - Mappa n°1

Sede legale: Via Po, 5 - 40139 Bologna, Tel. 051/6223811 - Fax 051/543255 - P.IVA e C.F. 04290860370 - E-mail: dir@arpa.emr.it
 Sezione Provinciale di Forlì-Cesena, Viale Livio Salinatore, 20 - 41121 Forlì, Tel. 0543/451411 - Fax 0543/451451 - E-mail: sezfo@arpa.emr.it

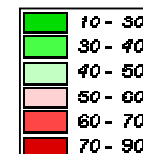
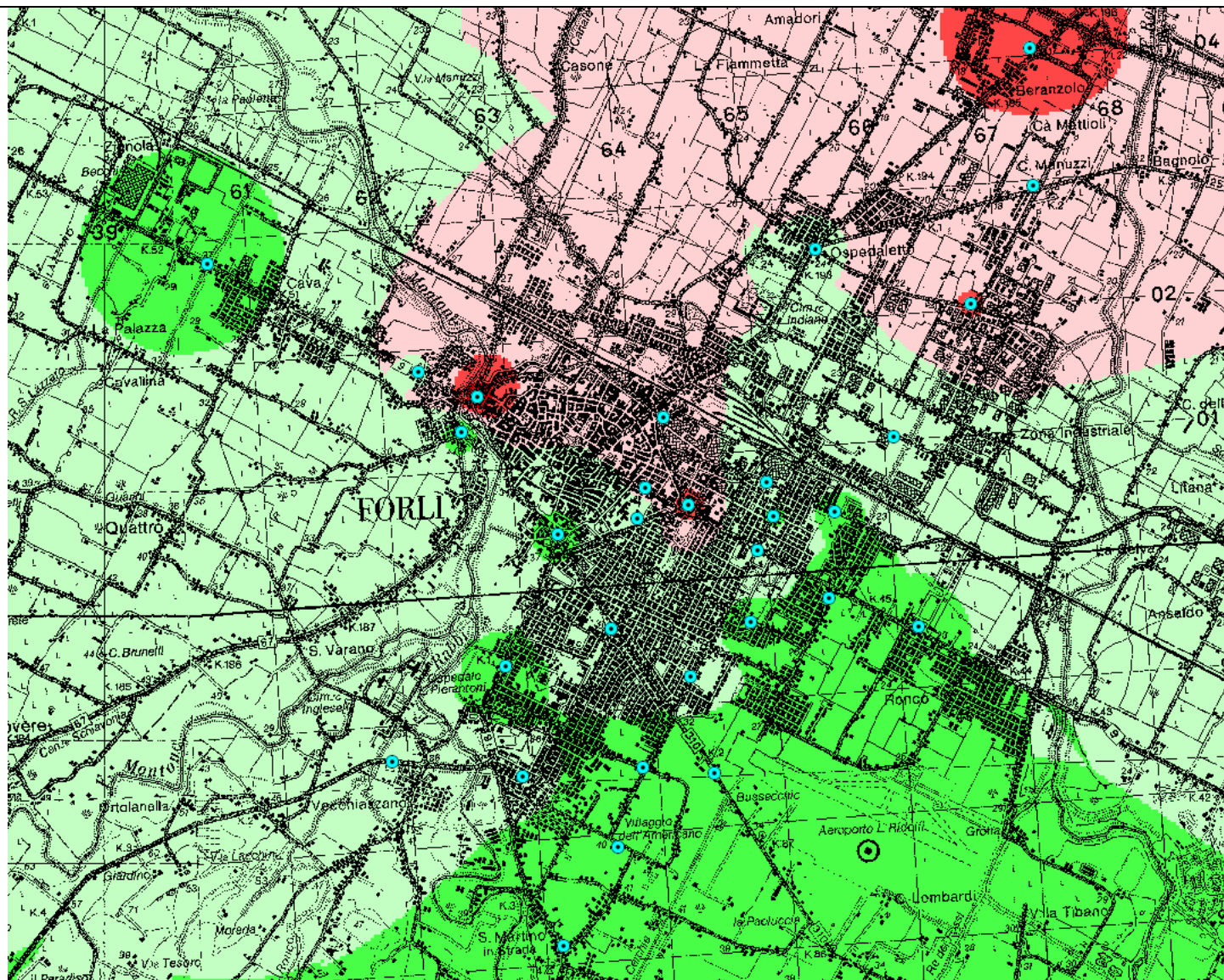


Benzene – Distribuzione del mese di maggio - Mappa n°2



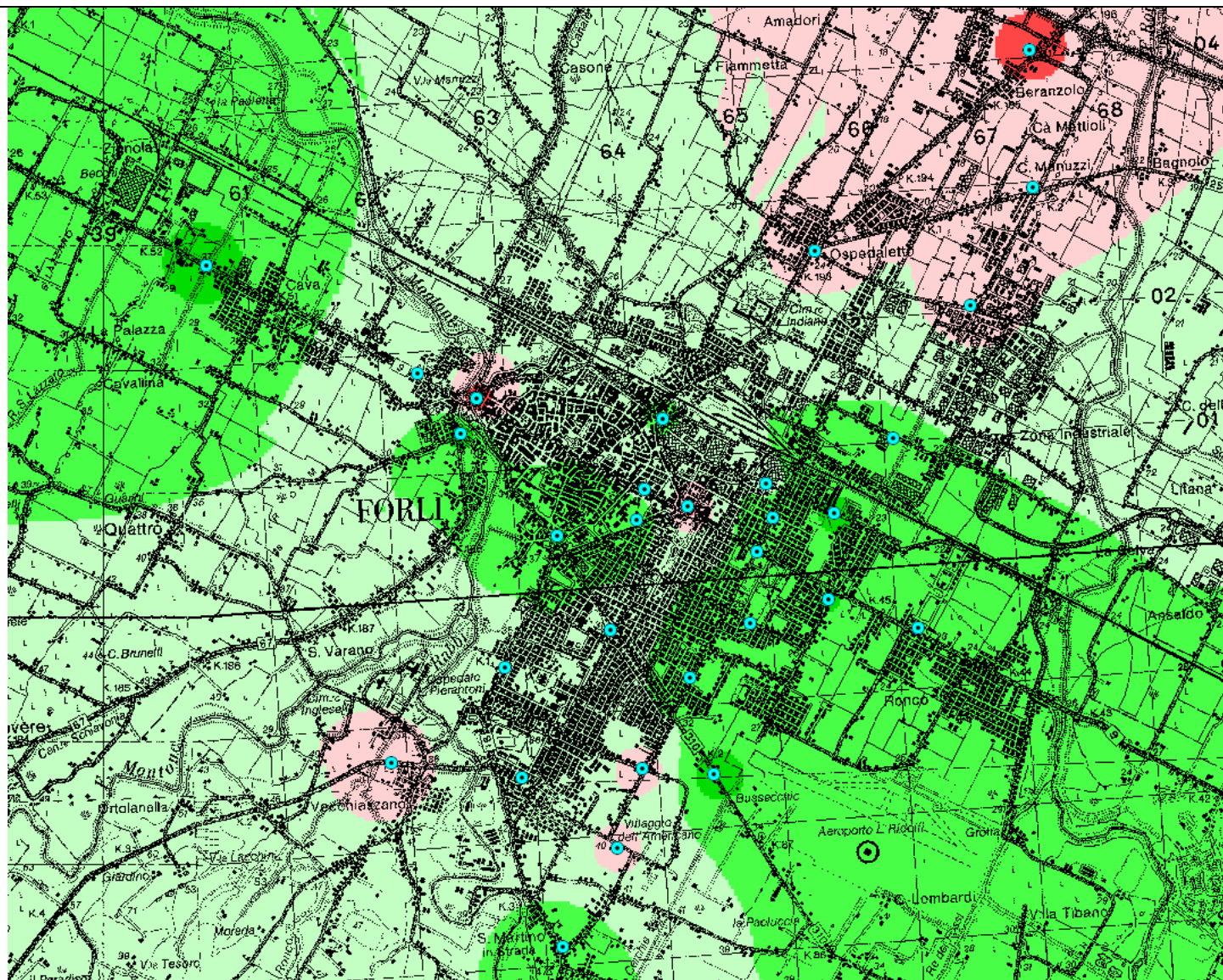
Benzene – Distribuzione del mese di dicembre - Mappa n°3

Sede legale: Via Po, 5 - 40139 Bologna, Tel. 051/6223811 - Fax 051/543255 - P.IVA e C.F. 04290860370 - E-mail: dir@arpa.emr.it
 Sezione Provinciale di Forlì-Cesena, Viale Livio Salinatore, 20 - 41121 Forlì, Tel. 0543/451411 - Fax 0543/451451 - E-mail: sezfo@arpa.emr.it



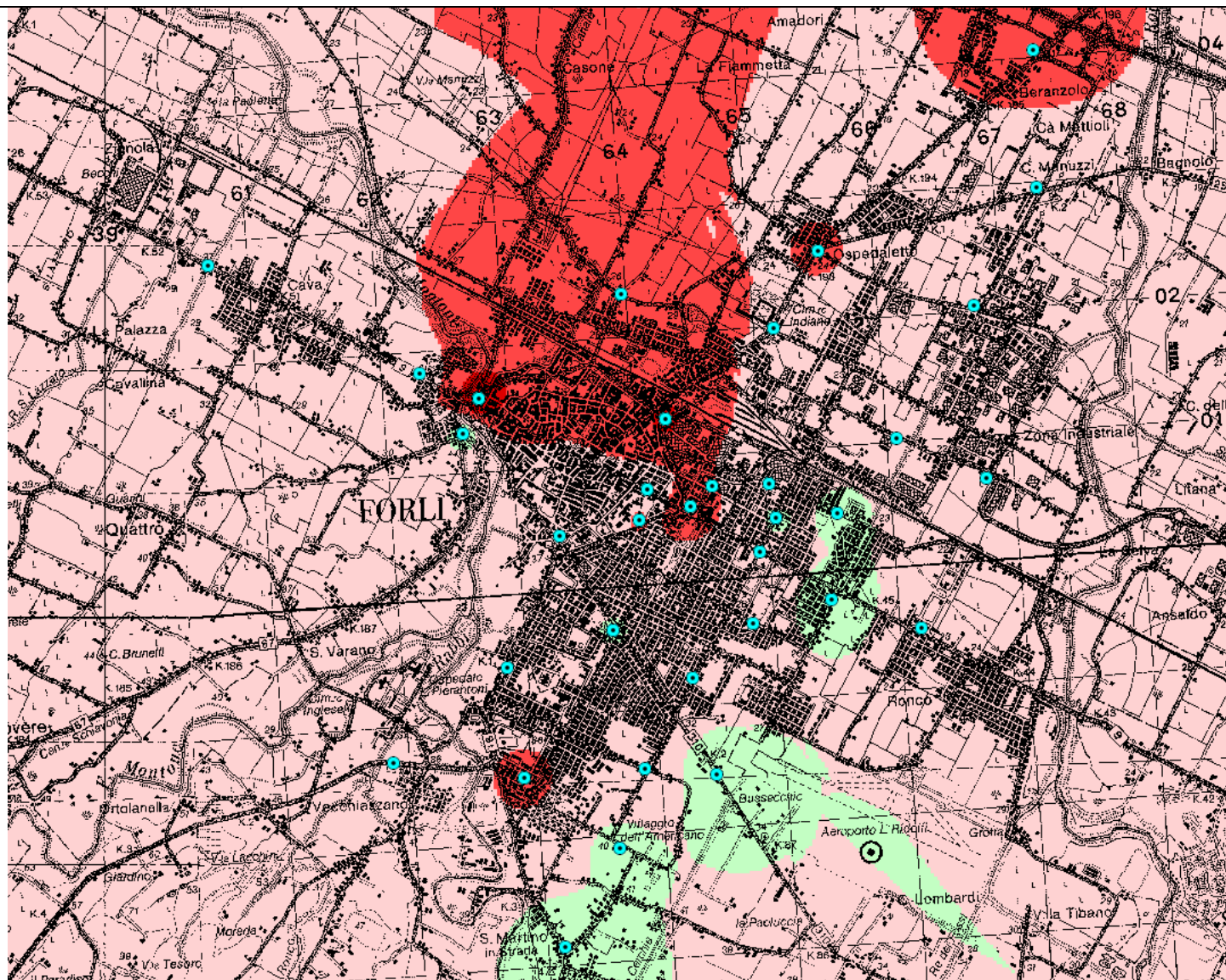
Biossido d'azoto – Distribuzione del mese di marzo - Mappa n°4

Sede legale: Via Po, 5 - 40139 Bologna, Tel. 051/6223811 - Fax 051/543255 - P.IVA e C.F. 04290860370 - E-mail: dir@arpa.emr.it
 Sezione Provinciale di Forlì-Cesena, Viale Livio Salinatore, 20 - 41121 Forlì, Tel. 0543/451411 - Fax 0543/451451 - E-mail: sezfo@arpa.emr.it



Biossido d'azoto – Distribuzione del mese di maggio - Mappa n°5

Sede legale: Via Po, 5 - 40139 Bologna, Tel. 051/6223811 - Fax 051/543255 - P.IVA e C.F. 04290860370 - E-mail: dir@arpa.emr.it
 Sezione Provinciale di Forlì-Cesena, Viale Livio Salinatore,20 - 41121 Forlì, Tel. 0543/451411 - Fax 0543/451451 - E-mail: sezfo@arpa.emr.it



Biossido d'azoto – Distribuzione del mese di dicembre - Mappa n°6

Sede legale: Via Po, 5 - 40139 Bologna, Tel. 051/6223811 - Fax 051/543255 - P.IVA e C.F. 04290860370 - E-mail: dir@arpa.emr.it
 Sezione Provinciale di Forlì-Cesena, Viale Livio Salinatore, 20 - 41121 Forlì, Tel. 0543/451411 - Fax 0543/451451 - E-mail: sezfo@arpa.emr.it

5. Commento alle mappe

Benzene

In generale le concentrazioni del benzene sono risultate lievemente più basse rispetto agli anni scorsi. Ciò è evidenziato dall'assenza di colore rosso in tutte le mappe tranne che nel mese di dicembre. Si confermano i valori più bassi nel periodo più caldo. Il solo sito di viale Italia presenta valori disallineati rispetto alla media, sempre alti nel corso degli anni. I nuovi siti, aggiunti nel 2011 in relazione agli accessi alla secante, non appaiono disallineati rispetto alla zona in cui si trovano.

Biossido di azoto

Solo nel mese di dicembre la maggior parte dei siti presentano valori superiori a 50 µg/m³. I siti peggiori sono localizzati a nord del centro storico con i due siti di viale Italia e sulla via Ravegnana, sia in prossimità dell'autostrada, sia all'Ospedaletto. I siti migliori sono localizzati in direzione sud, lontano dal centro storico.

6. Gli andamenti nel corso degli anni

Nei grafici 3 ÷ 8 è riportata l'evoluzione delle concentrazioni di biossido di azoto e di benzene nei diversi siti per ogni tipologia di campagna (invernale, primaverile ed autunnale). Si sono riportati unicamente i siti che sono stati esaminati per 7 anni di seguito. In 3 siti i campionatori sono stati riposizionati a poca distanza e pertanto si sono comunque prese in considerazione le serie storiche (il sito di Via Sapinia è stato rilocato in via Firenze, il sito di Via Castel Latino è stato rilocato in Via Del Partigiano, il sito di Via Costanzo II è stato spostato di pochi metri sempre in via Costanzo II).

Grazie ad una serie di dati abbastanza consistente è stato possibile costruire anche un grafico (grafici 9 e 10) della media dei valori riscontrati nei diversi siti nel corso delle tre diverse tipologie di campagne nei sei anni. I valori medi e i relativi grafici sono stati ricalcolati sulla base di un numero più ridotto di siti rispetto agli anni precedenti. In tale contesto vanno letti alcuni valori particolarmente diversi rispetto agli anni precedenti.

Successivamente, dopo avere calcolato per ogni campagna il valore medio derivato dalla media di tutti i valori per i sei anni, si sono analizzati gli scostamenti percentuali da tale media, grafici n°11 e 12 rispettivamente per il biossido di azoto e per il benzene. In questi grafici, in cui i siti sono stati ordinati in base allo scostamento medio dal valore medio dei 7 anni, emergono considerazioni significative:

- **Biossido di azoto** il sito che maggiormente si discosta dalle medie rimane Viale Italia. E' il sito peggiore sia per il biossido d'azoto che per il benzene. Via Costanzo II si conferma uno

- dei siti peggiori per quanto riguarda l'NO₂ e uno dei migliori per quanto riguarda il Benzene. Per l'analisi comparata dei nuovi siti di campionamento occorreranno almeno un paio di anni di dati. Via Ravegnana è l'unico sito che presenta dei peggioramenti, seppur limitati, costantemente nel corso degli anni sia per NO₂ che per benzene
- **Benzene** analogamente al biossido di azoto il sito che si scosta maggiormente dalle medie è ovviamente Viale Italia, che presenta sempre valori elevatissimi di inquinanti. Anche via Sapia (poi rilocato in via Firenze) presenta uno scostamento significativo dalla media. Piazzale della Vittoria è in peggioramento, se pur in modo limitato. Fra i siti meno problematici per questo inquinante risultano via Dragoni e via Costanzo II.

Si è effettuata una ulteriore elaborazione assegnando un punto per ogni 5 punti percentuali di scostamento dalla media dei 7 anni e si è sommato per ogni sito il punteggio di NO₂ e BTX (benzene).

Nel grafico 13, per riuscire a calcolare un indice globale per entrambi gli inquinanti nel corso degli anni, si è sottratto un punto a tutte le stazioni che in un confronto di periodi analoghi avessero registrato un miglioramento di più del 10% del valore precedente, si è aggiunto un punto a tutte le stazioni che avessero registrato un peggioramento maggiore del 10% rispetto all'analogo periodo dell'anno precedente. In tale modo, per ogni sito e per ogni inquinante si può ottenere un punteggio che spazia nel range -18 +18 (-1 o +1 per ogni differenza in ogni stagione per 6 intervalli di differenza - 2006/2007 - 2007/2008 - 2008/2009 - 2009/2010 - 2010/2011 - 2011/2012).

In generale si è assistito a un miglioramento più contenuto nelle concentrazioni di NO₂ rispetto a quelle di Benzene nel corso degli anni.

Grafico n°3

Evoluzione della concentrazione di Biossido di azoto nei diversi siti nelle campagne invernali

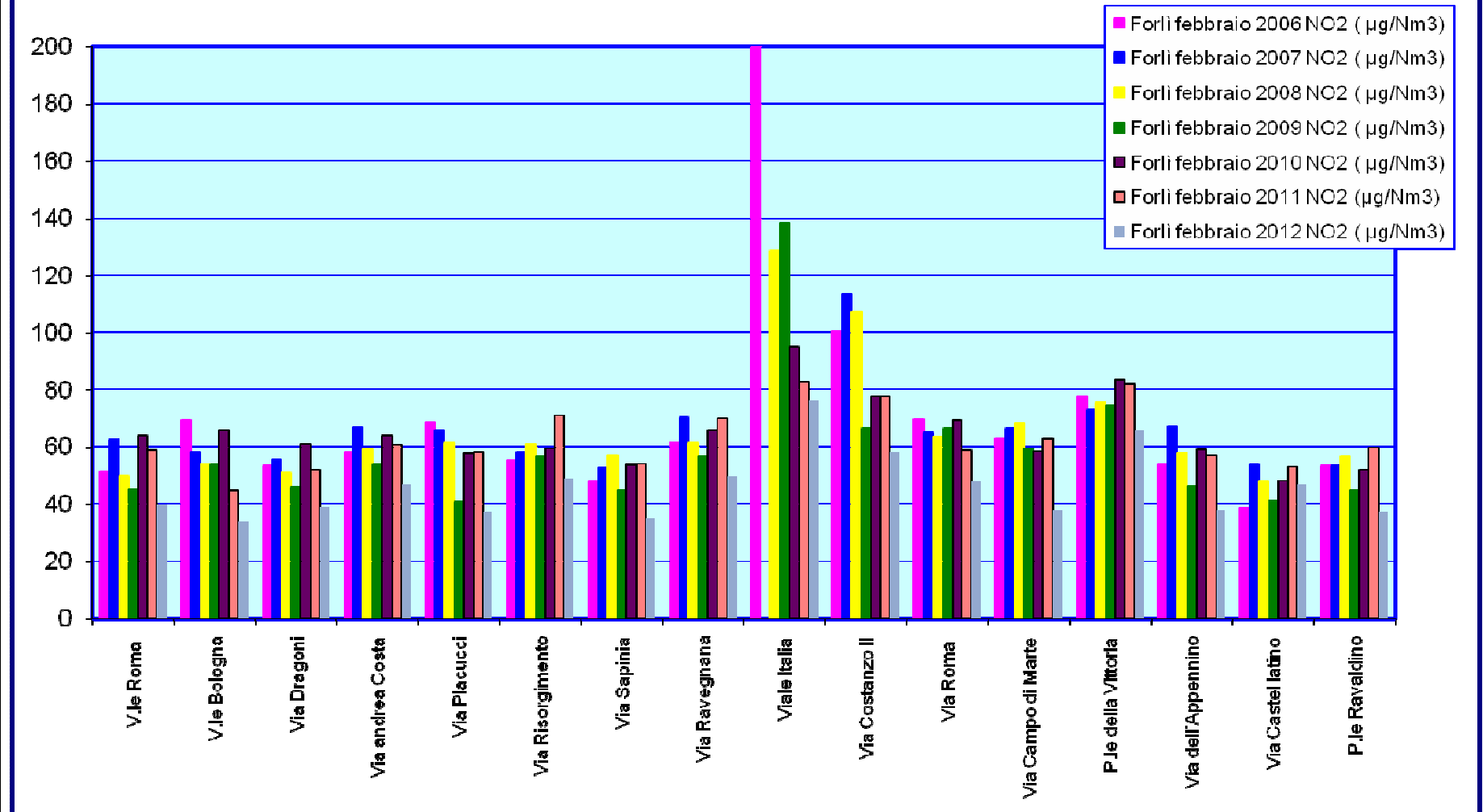


Grafico n°4

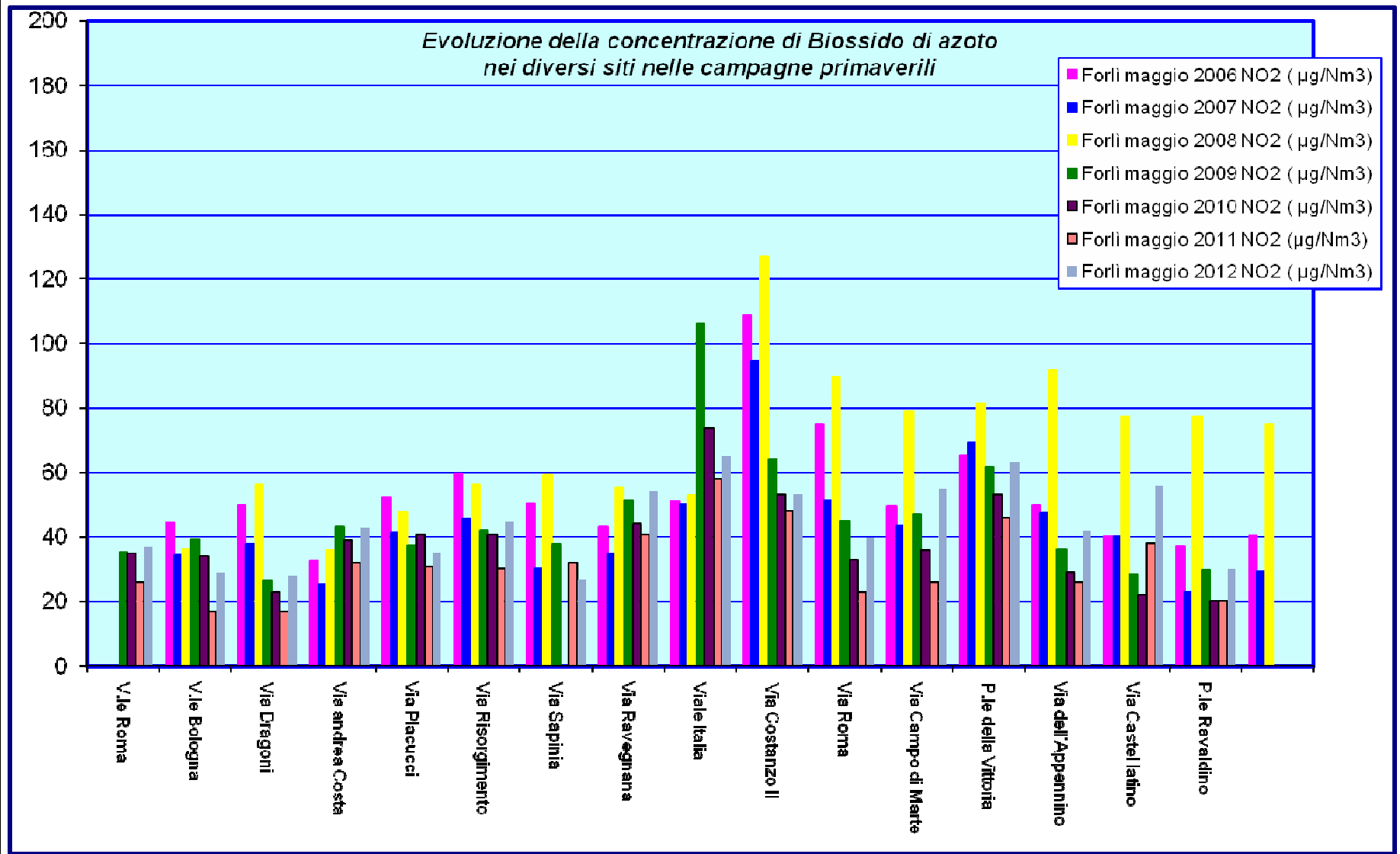


Grafico n°5

*Evoluzione della concentrazione di Biossido di azoto
nei diversi siti nelle campagne autunnali*

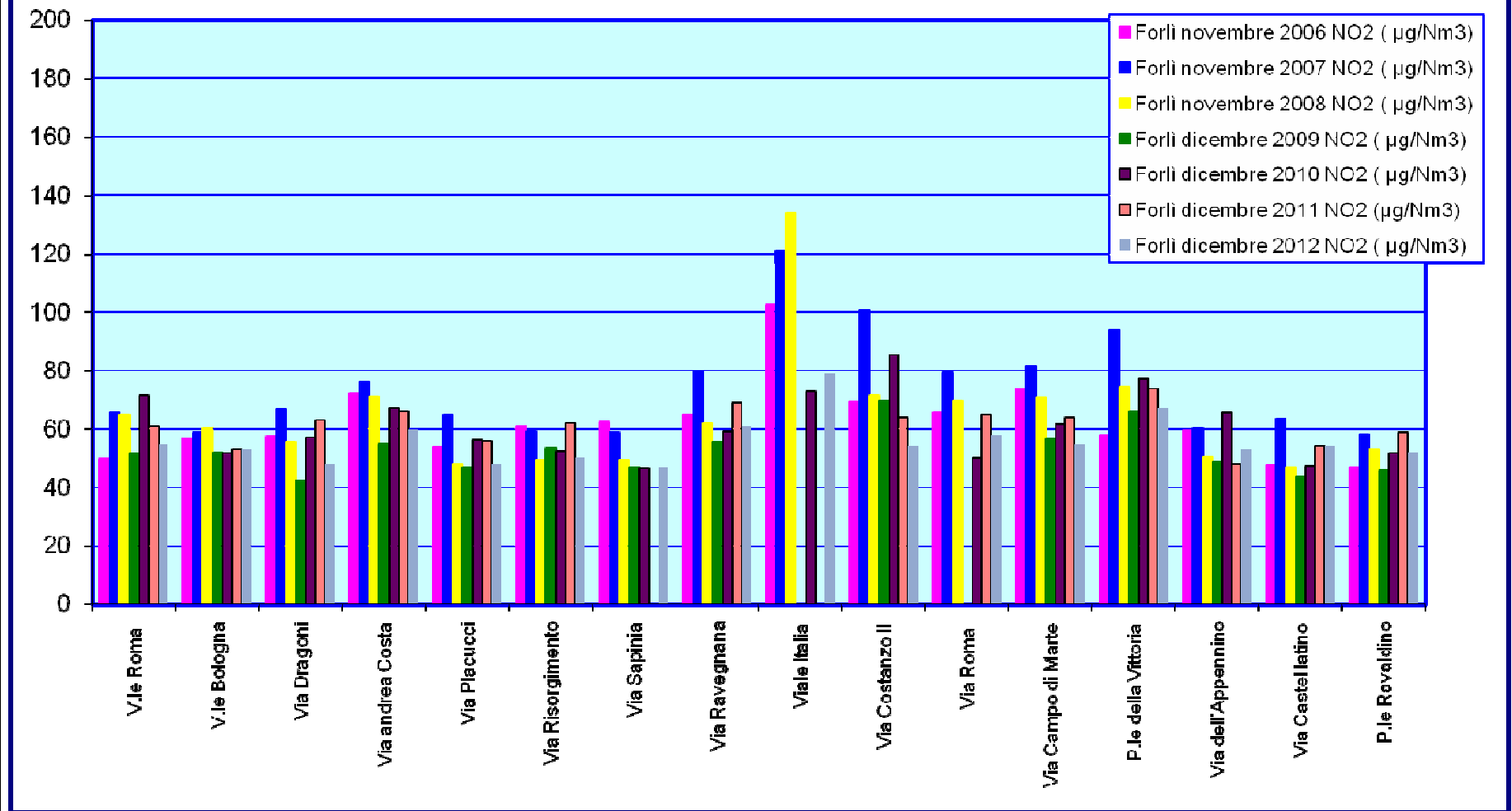


Grafico n°6

Evoluzione della concentrazione di Benzene nei diversi siti nelle campagne invernali

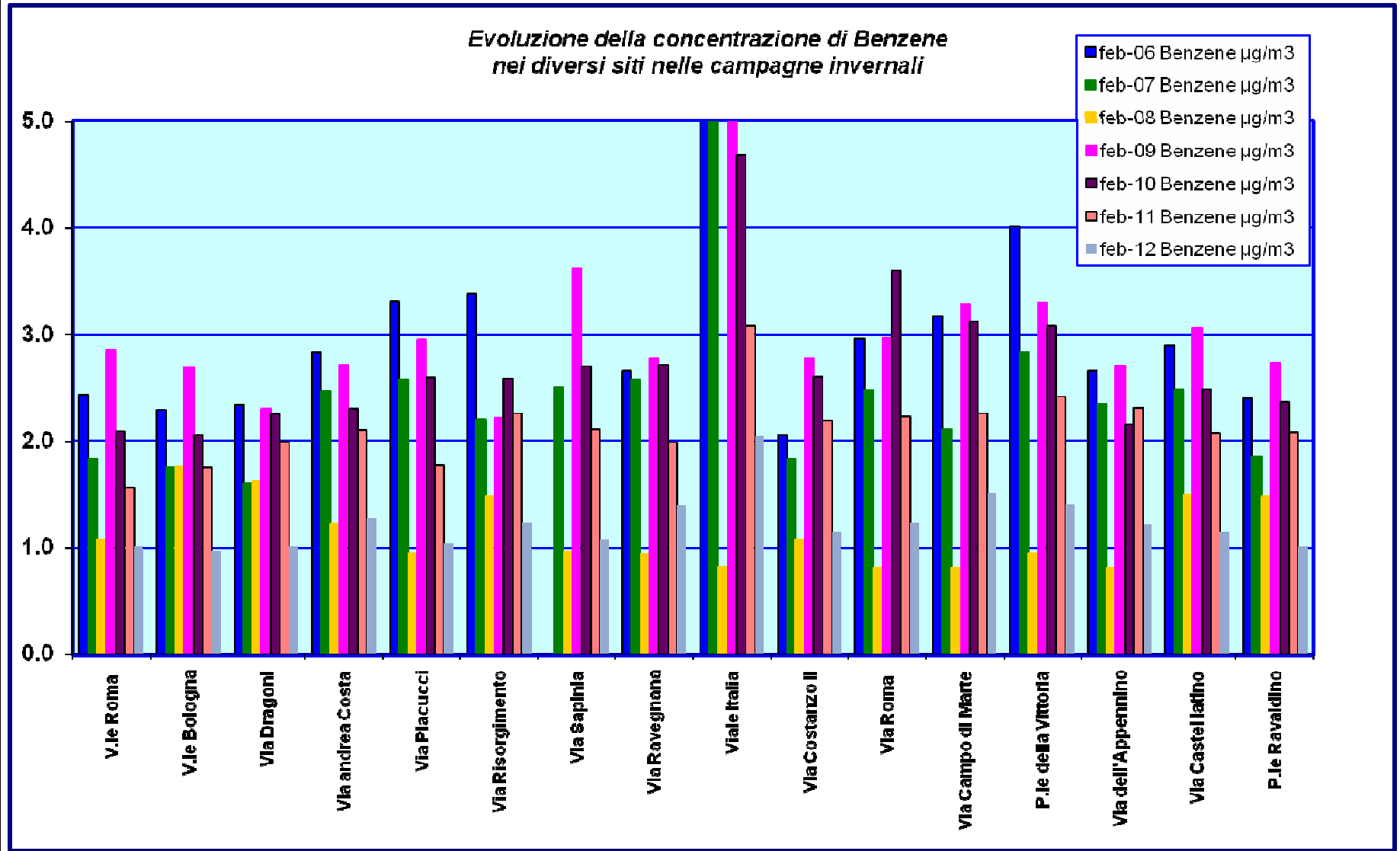


Grafico n°7

Evoluzione della concentrazione di Benzene nei diversi siti nelle campagne primaverili

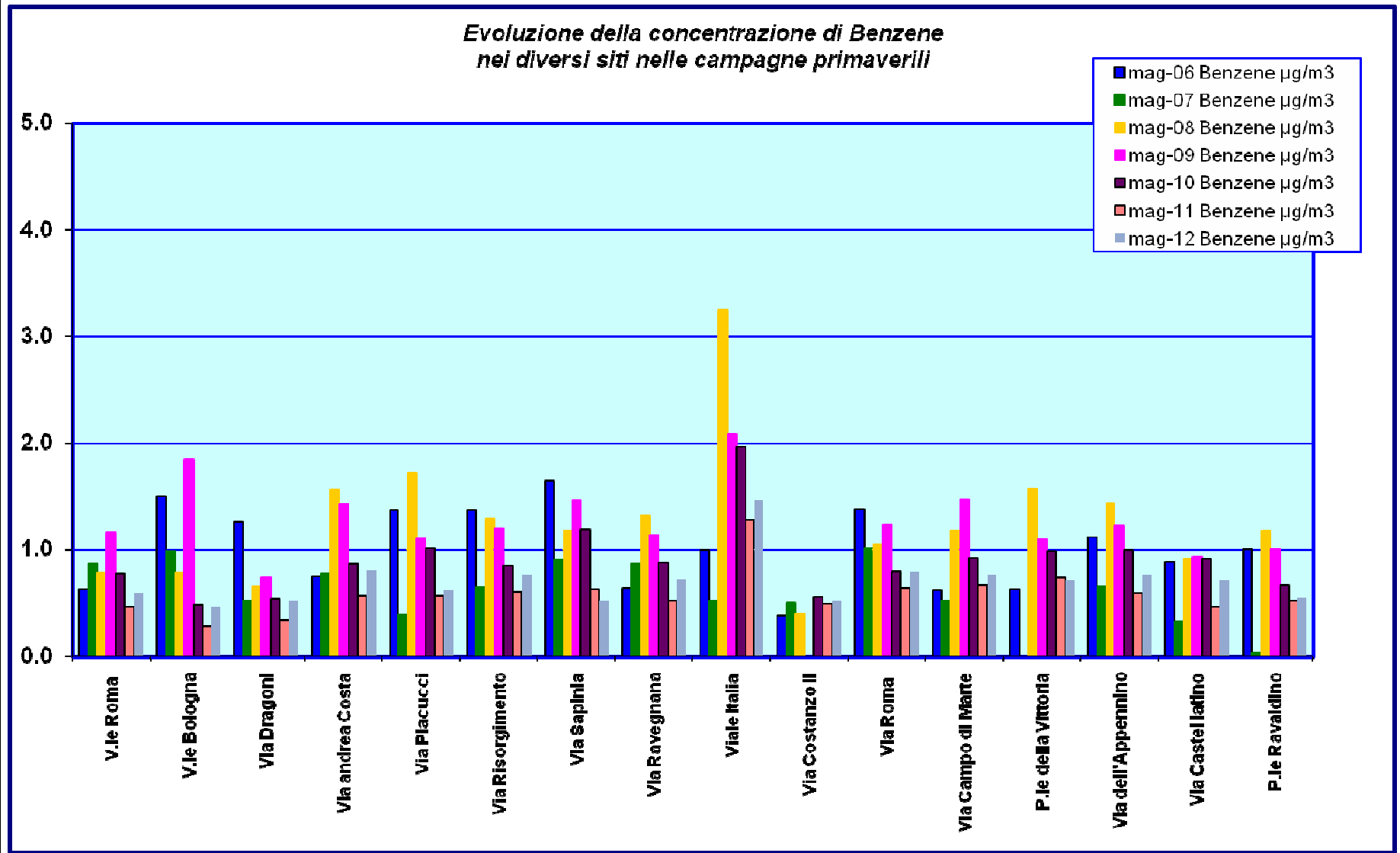


Grafico n°8

Evoluzione della concentrazione di Benzene nei diversi siti nelle campagne autunnali

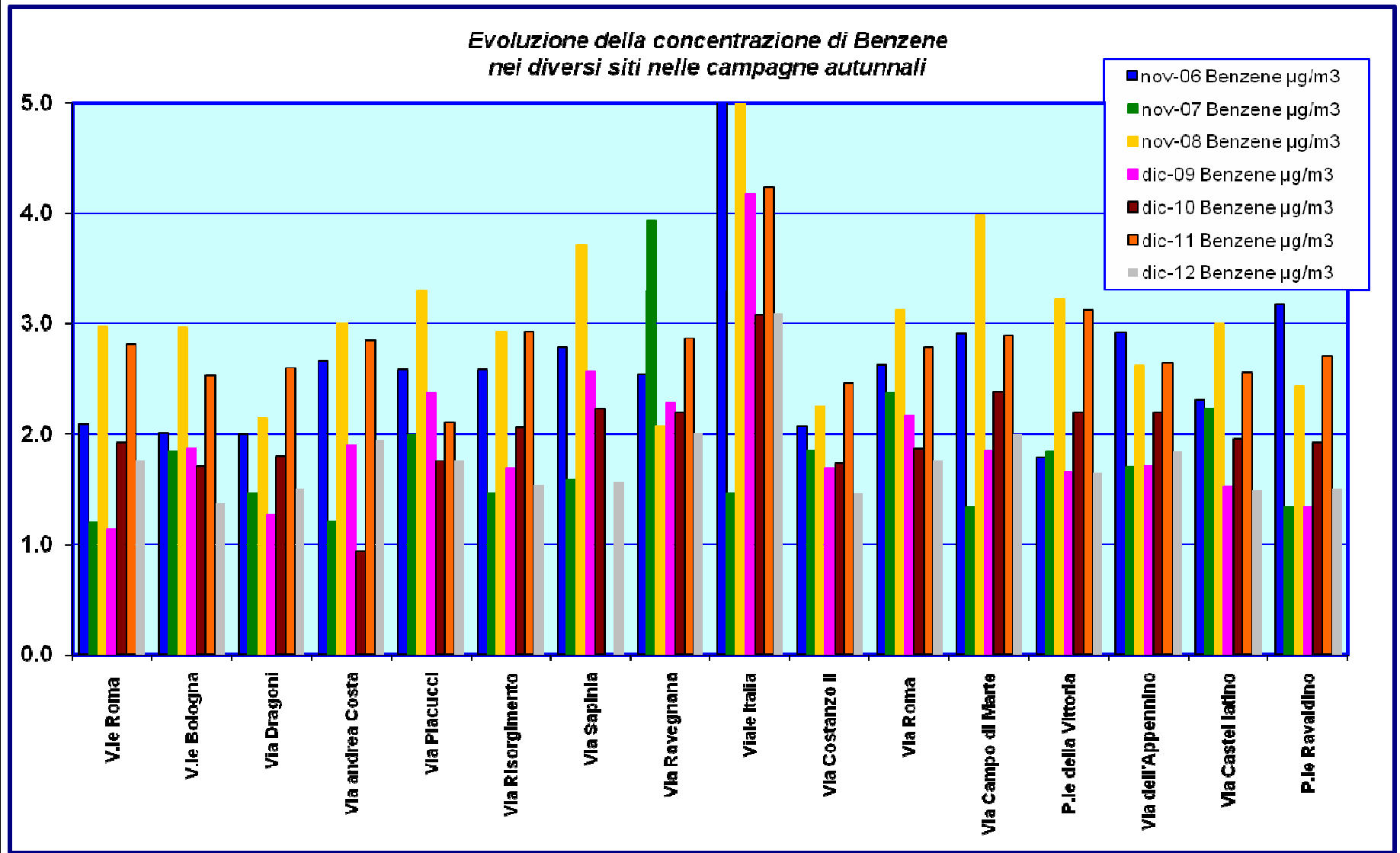


Grafico n° 9

Medie dei valori di NO₂ nel corso degli anni 2006-2012
nei diversi siti

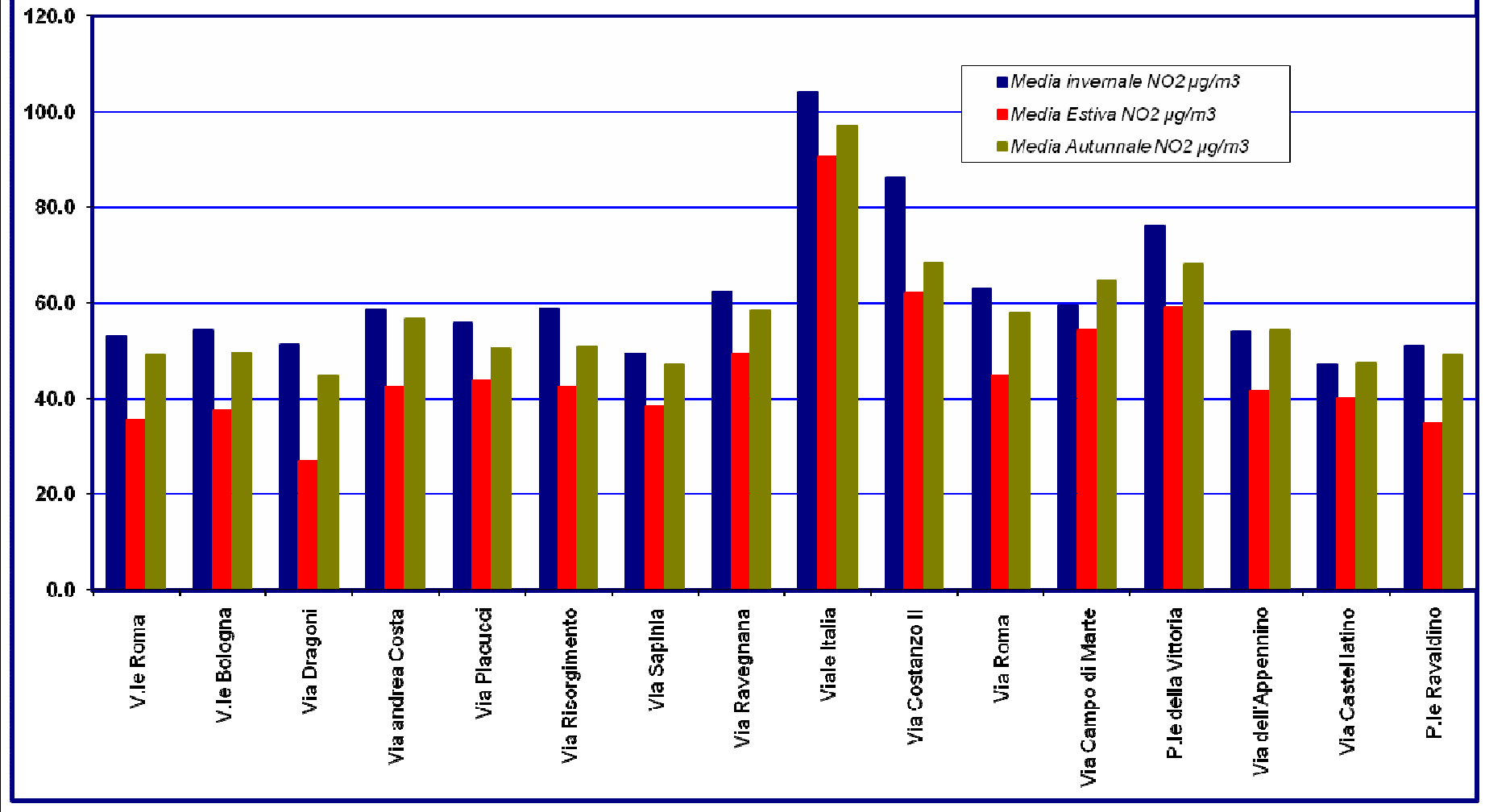


Grafico n° 10

Medie dei valori di Benzene nel corso degli anni 2006-2012 nei diversi siti

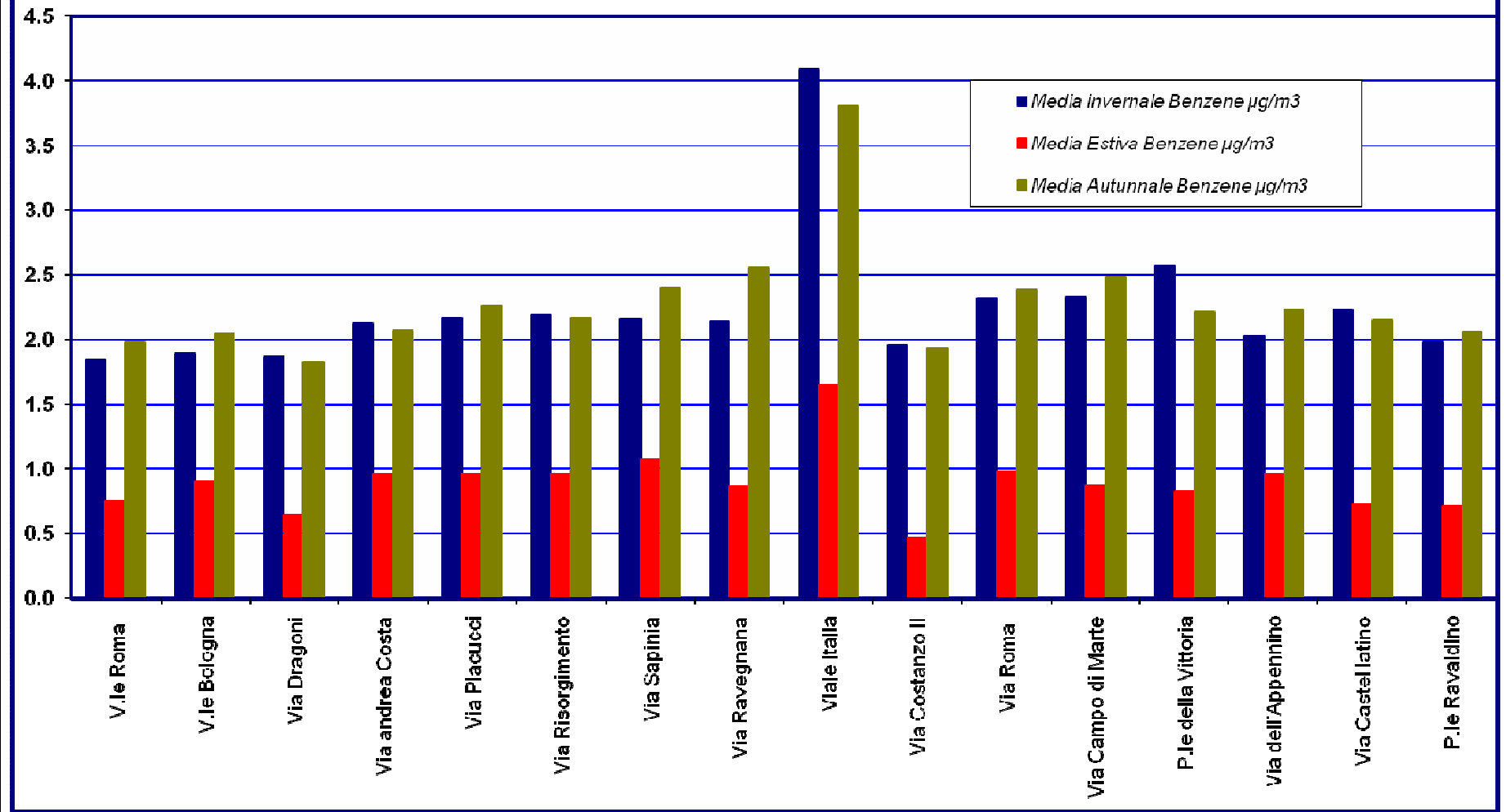


Grafico n° 11

Scostamento dalla media dei 7 anni (2006-2012) - NO2

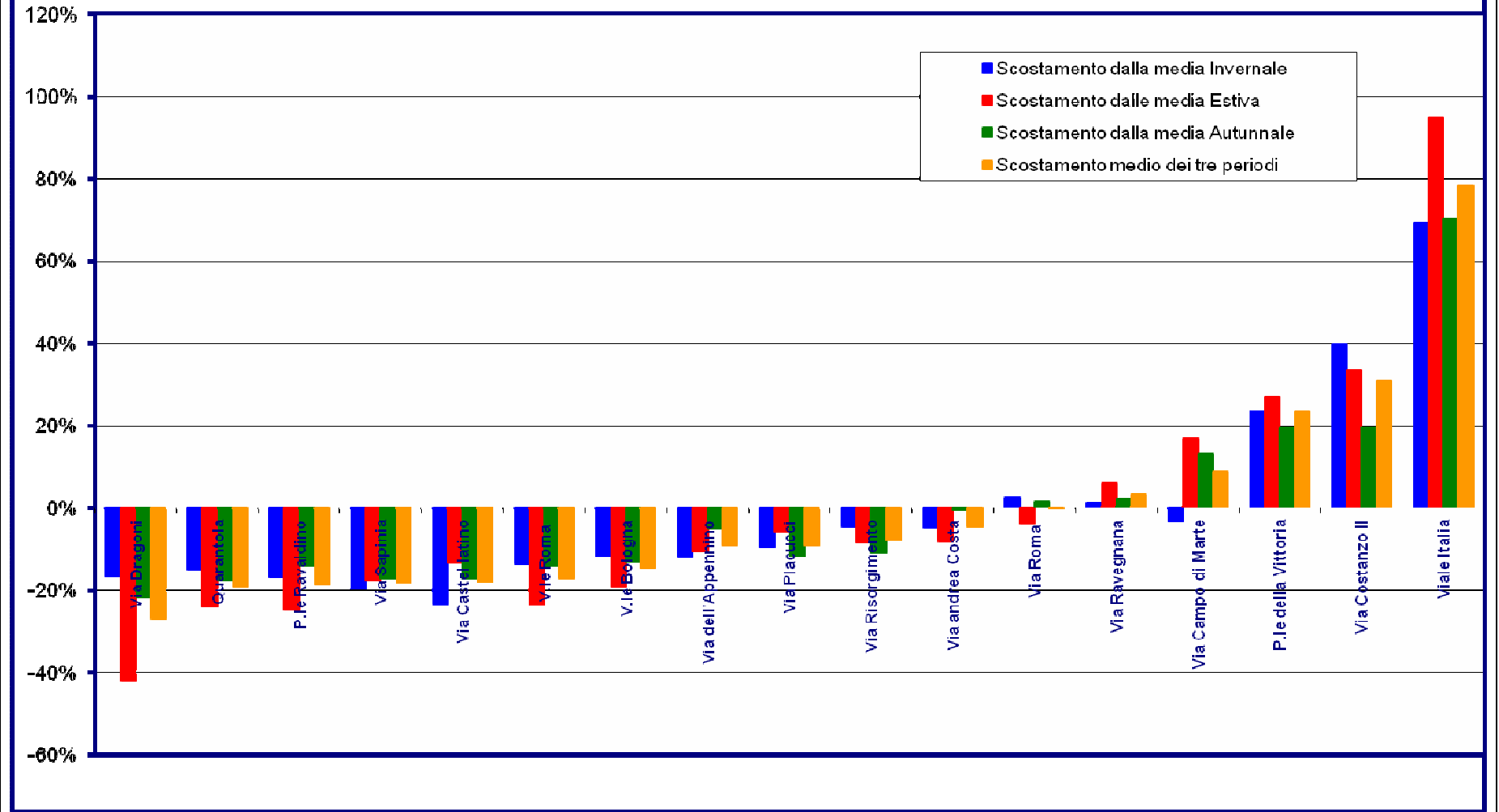


Grafico n° 12

Scostamento dalla media dei 7 anni (2006-2012) - Benzene

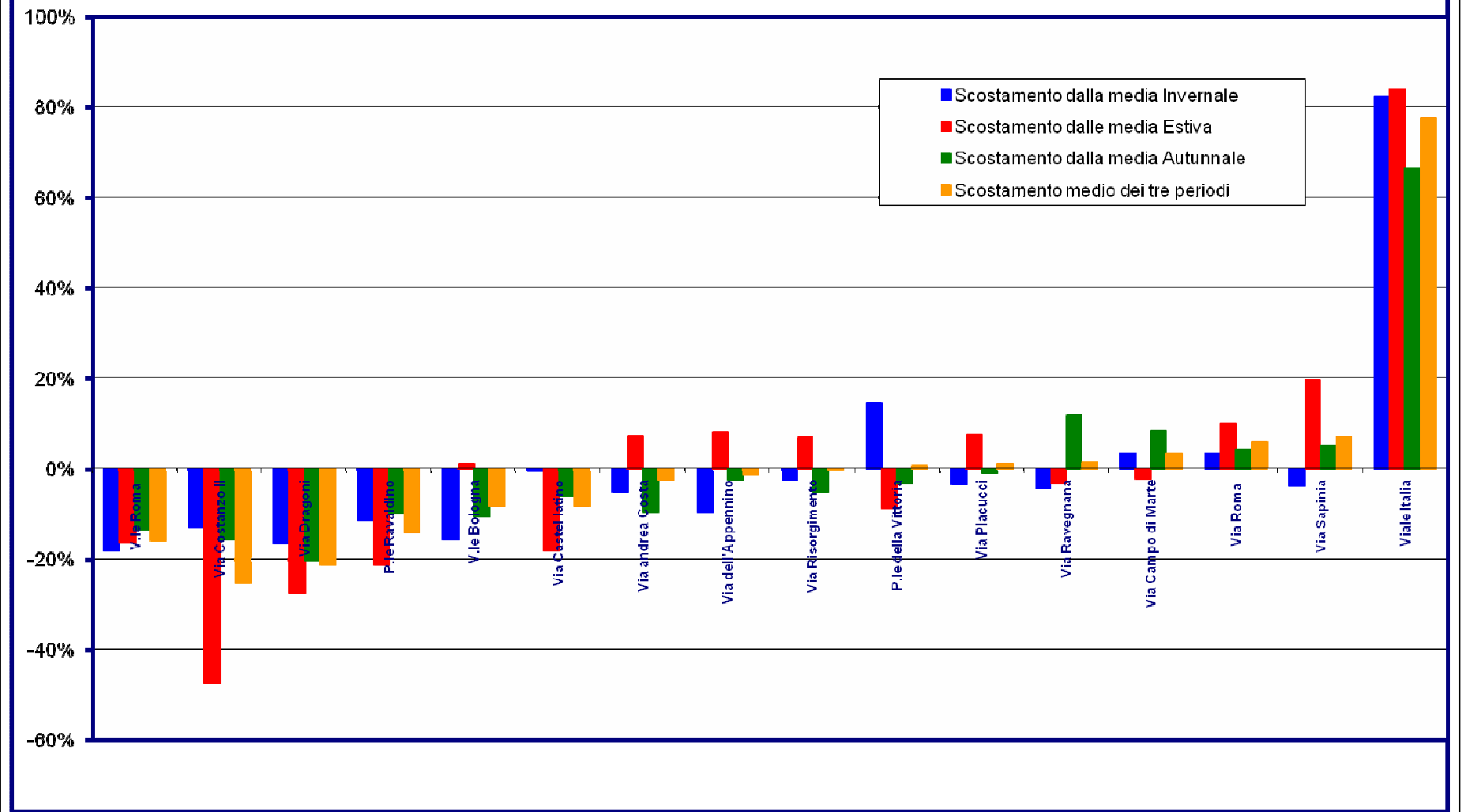
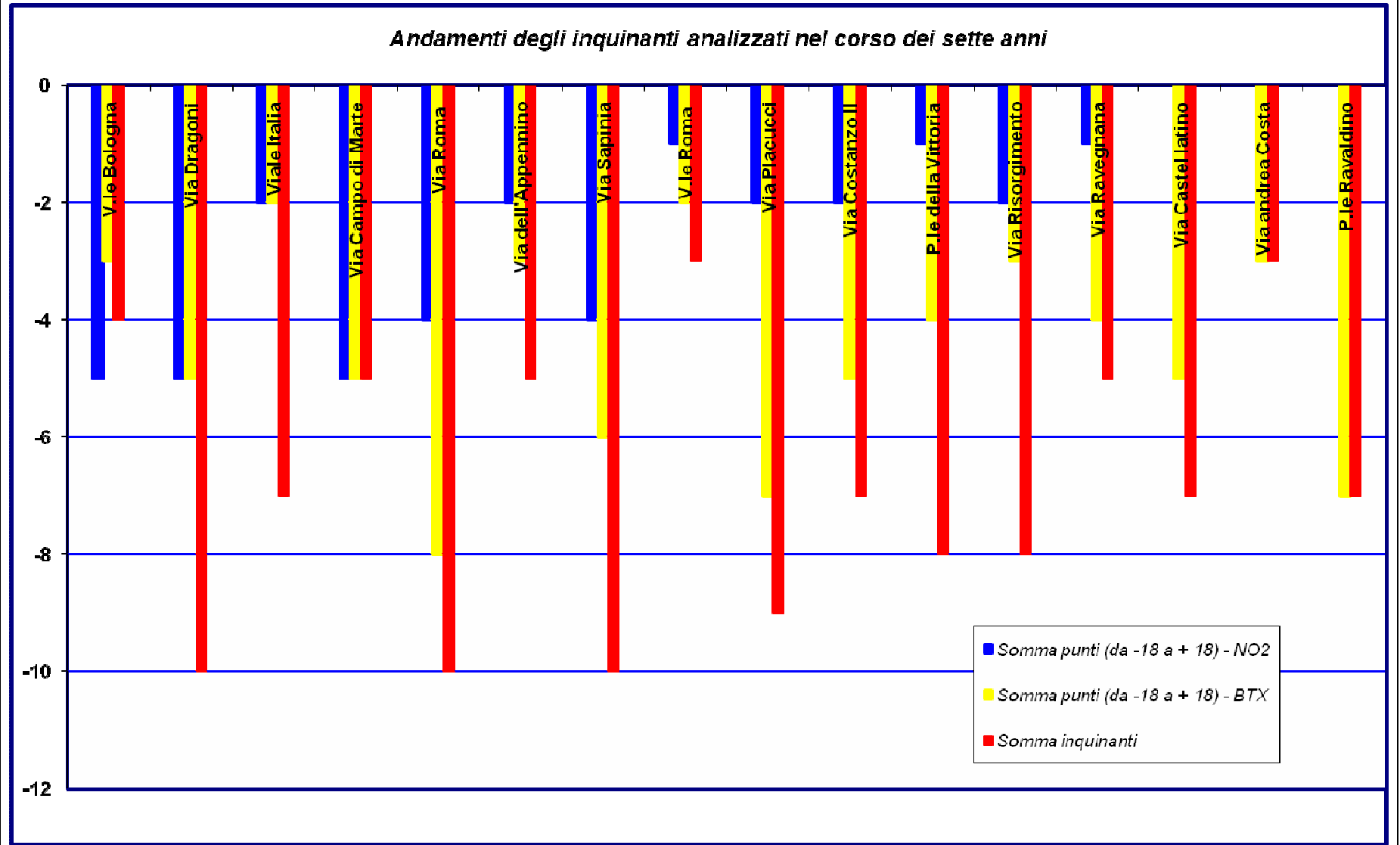


Grafico n°13

Andamenti degli inquinanti analizzati nel corso dei sette anni



7. Conclusioni

I punti critici della città si confermano di anno in anno, sebbene la maggior parte dei siti nel corso degli anni presenti modesti ma comunque quantificabili miglioramenti. Alcuni siti risultano critici solo per uno o per l'altro inquinante, mentre pochi sono i siti che non presentano alcun problema.

Nel 2013 dovrebbero terminare i lavori del nuovo asse di arroccamento e quindi si prevede di monitorare i nuovi punti di accesso e di uscita che potrebbero creare problematiche legate al traffico in siti precedentemente non critici. Inoltre si prevede di monitorare il viale della Libertà.

Nell'ottica di mantenere costante il numero dei siti di monitoraggio, si procederà, in concerto con i tecnici del Comune di Forlì, a eliminare i siti che nel corso dell'anno non hanno evidenziato particolari criticità.