

**STUDIO DELLA QUALITA'
DELL'ARIA NEL TERRITORIO
DEL COMUNE DI LANCIANO
S.QU.I.L.LA.**

**Rapporto sulla
caratterizzazione chimica
della qualità dell'aria**

(Determina n. 134/RG del 20.01.2012, punto 1)

23 marzo 2012

Progetto

Studio della qualità dell'aria nel territorio del Comune di Lanciano (CH)

Pianificazione e fasi di campo

Marcello Desiderio, Nicola Celli, Roberto Calabrese, Tommaso Pagliani

Analisi

Luana Dragani, Nicola Celli, Barbara Mariani

Report

Marcello Desiderio, Luana Dragani, Nicola Celli, Daniela Sciarra, Tommaso Pagliani

Segreteria

Daniela Sciarra

Informazioni

pagliani@negrisud.it

Sommario

1. INTRODUZIONE	1
2. MATERIALI E METODI	2
2.1 Campionamento.....	4
2.2 Analisi	6
2.2.1 Calcoli per NO ₂ e SO ₂	7
2.2.2 Calcoli per i COV	7
3. RISULTATI	8
3.1 Ossidi di azoto (NO ₂) e di zolfo (SO ₂).....	8
3.1.1 Area vasta	8
3.1.2. Area urbana	11
3.2 Composti Organici Volatili (COV).....	13
3.2.1 Area vasta	13
3.2.2 Area urbana	19
4. CONFRONTO CON DATI PREGRESSI	25
4.1 Villa Elce.....	27
4.2 Contrada Nasuti	28
4.3 Sant'Amato	29
4.4 Contrada Santa Giusta	30
4.5 Piazza Plebiscito.....	31
4.6 Corso Trento e Trieste	32
4.7 Via L. De Crecchio angolo via F. Filzi.....	33
4.8 Via Ferro di Cavallo.....	34
4.9 Rotonda Santa Chiara	35
4.10 Piazza della Vittoria.....	36
4.11 Piazza Senatore D'amico.....	37
4.12 Corso Roma	38
4.13 Piazza Garibaldi.....	39
4.14 Viale Cappuccini - Incrocio Via Fagiani	40
4.15 Via Dell'Asilo	41
5. CONCLUSIONI	42

1. INTRODUZIONE

In data 20 gennaio 2012, il Comune di Lanciano ha conferito al Consorzio Mario Negri Sud (CMNS) un incarico per lo studio della qualità dell'aria nel territorio comunale.

L'incarico è scaturito dalla necessità di approfondire uno studio effettuato dallo stesso CMNS nel periodo 2009 - 2010 su incarico della Provincia di Chieti, nel cui ambito è stata determinata la qualità biologica dell'aria in applicazione dell'Indice di Biodiversità Lichenica (IBL) su tutto il territorio provinciale. Dai risultati era emerso, fra l'altro, che in corrispondenza del punto di campionamento ricadente nel territorio di Lanciano lo stato della qualità biologica si presentava ad un livello di elevata alterazione.

L'approfondimento ritenuto necessario dall'Amministrazione comunale, anche sulla scorta di indicazioni e contributi tecnici da parte del CMNS, era diretto alla ricerca delle cause, soprattutto di tipo fisico e chimico, alla base di una qualità biologica così scadente, sebbene su un solo punto del territorio, allo scopo di programmare eventuali contromisure dirette alla mitigazione del fenomeno, a tutela della salute pubblica e dell'ambiente.

Una volta formalizzato l'incarico, il CMNS ha provveduto ad effettuare una prima campagna di misurazioni nel periodo 24 gennaio - 8 febbraio. In queste due settimane si è tuttavia verificato un evento atmosferico anomalo protrattosi per diversi giorni, consistente in abbondanti precipitazioni nevose. Tale evento ha causato un pressoché totale e prolungato blocco della circolazione stradale nell'intero territorio comunale, nonché un verosimile incremento delle emissioni atmosferiche da impianti di riscaldamento degli edifici. Poiché lo studio aveva per oggetto la caratterizzazione chimica dell'aria rilevando la concentrazione di vari inquinanti, fra cui quelli tipici da traffico veicolare, il CMNS ha ritenuto necessario dover annullare il campionamento, i cui risultati sarebbero risultati falsati, e riprogrammare nell'immediato una nuova campagna di monitoraggio, svoltasi regolarmente nel periodo 27 febbraio - 12 marzo.

La presente relazione si riferisce pertanto ai risultati di questa seconda campagna di monitoraggio.

2. MATERIALI E METODI

L'esigenza di monitorare e definire lo stato di qualità dell'aria su tutto il territorio comunale ha imposto, come primo step del lavoro, di individuare una griglia di campionamento che fosse sufficientemente rappresentativa. Nella definizione di questa si sono presi in considerazione diversi parametri, tra i quali si possono citare:

- ✓ grado di antropizzazione delle diverse aree del territorio;
- ✓ uso del territorio;
- ✓ contenimento dell'errore campionario.

Oltre a ciò, vi era l'esigenza di considerare il risultato emerso nello studio citato per conto della Provincia. Tale studio si era svolto seguendo la griglia di campionamento standard definita secondo la metodica ANPA (2002), che prevede una maglia quadra di 18 Km di lato, ai nodi della quale posizionare una stazione di campionamento. Per porzioni di territorio più piccole si possono prevedere reticoli con maglie di lunghezza pari a sottomultipli di 18 Km.

Il comune di Lanciano si estende su una superficie di circa 66 Km². Questo, insieme alle considerazioni sopra riportate, ha indotto il CMNS ad individuare una griglia di campionamento con maglia quadra di lato pari a 3 Km. Nella definizione di questo reticolo, si è partiti dal punto presente nel citato studio per conto della Provincia di Chieti, che ricade nell'area della rotonda tra la S.S. Variante Frentana e Via Tinari.

Definita la griglia si è individuata una stazione di campionamento su ciascun nodo della stessa, così pervenendo ad un set di 9 stazioni di campionamento, distribuite in maniera regolare sul territorio, secondo quanto illustrato in Fig. 1.



Figura 1. Ubicazione dei punti di campionamento sull'intero territorio comunale

Tale griglia, tuttavia, seppur sufficiente a coprire l'intero territorio comunale, risultava inadeguata a caratterizzare la parte più antropizzata della città. Si è scelto, pertanto, di aggiungere altre 15 stazioni di campionamento nell'area urbana, dislocate come in Fig. 2, corrispondenti a zone sensibili e/o rilevanti ai fini della corretta descrizione dello stato di qualità dell'aria nelle zone più frequentate.

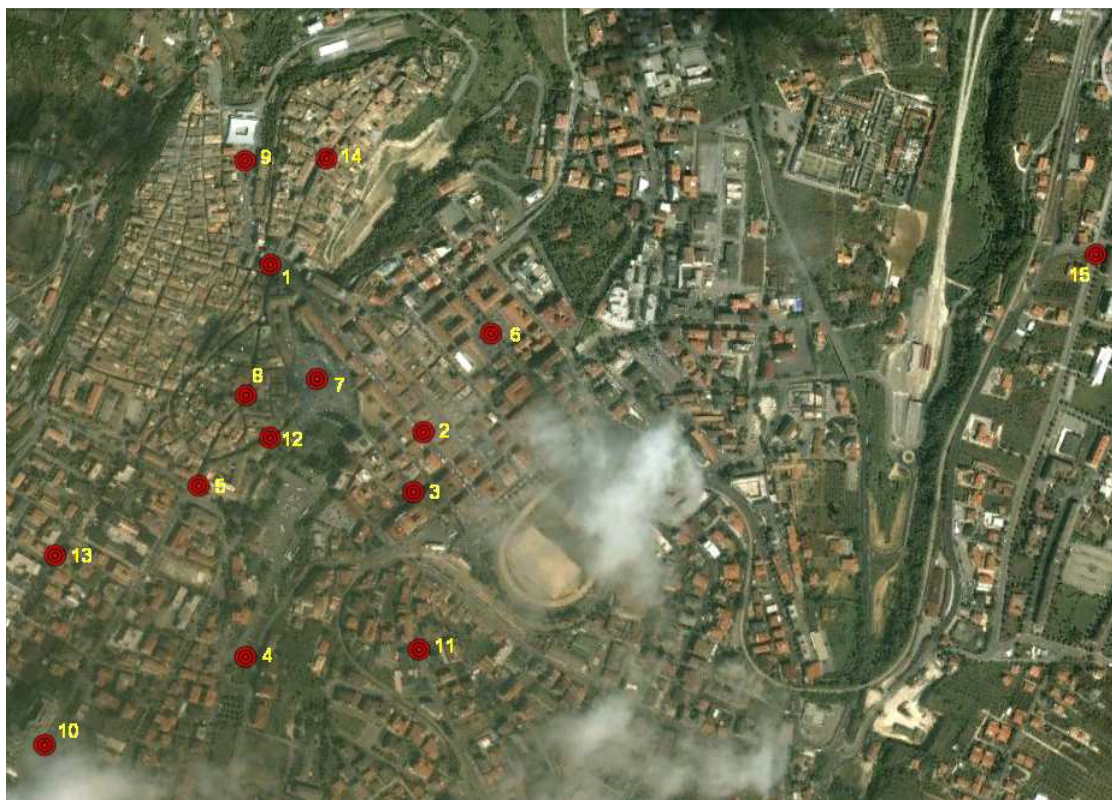


Figura 2. Ubicazione dei punti di campionamento nel centro urbano

In sede di programmazione era stata prevista una stazione di campionamento nella zona di Via Santa Maria Maggiore, a rappresentare la parte più antica della città, ma in fase di ricognizione si è constatata l'impossibilità logistica di posizionare i campionatori in quell'area. In punto è stato pertanto sostituito con quello indicato col numero 14.

La Tabella 1 riporta nel dettaglio la denominazione delle 24 stazioni di campionamento del progetto, con le relative coordinate geografiche (UTM33).

2.1 Campionamento

Per il campionamento sono stati utilizzati dei campionatori passivi di tipo Radiello[®]. Si tratta di strumenti molto versatili, leggeri, di piccole dimensioni, che non necessitano di alimentazione elettrica. Il loro funzionamento si basa sulla legge della diffusione: in presenza di un gradiente di concentrazione, le molecole della sostanza d'interesse permeano una membrana cilindrica esterna (corpo diffusivo) e si fissano su una cartuccia interna al corpo diffusivo e a questo coassiale (cartuccia adsorbente) di materiale metallico impregnato di carbone attivo.

I pregi di questo strumento sono essenzialmente i seguenti:

- ✓ consente di coprire vaste aree di territorio;
- ✓ consente di campionare più molecole contemporaneamente;
- ✓ non richiede manutenzione;
- ✓ è economico.

Tabella 1. Coordinate e denominazione delle 24 stazioni di campionamento

Codice	Coordinata X	Coordinata Y	Località
A	447054	4676867	Contrada Sant'Amato
B	450130	4677590	Frazione Santa Giusta
C	451964	4676377	Villa Martelli
D	446630	4674298	Contrada Nasuti
E	450166	4674057	Rotonda Variante Frentana-via Tinari
F	449972	4670973	Contrada Villa Elce
G	452610	4671116	Contrada Serre
H	449869	4668005	Contrada Colle Campitelli
I	452714	4667844	Contrada Sant'Onofrio
1	449742	4675545	Piazza Plebiscito
2	449880	4675351	Corso Trento e Trieste
3	450199	4674796	Incrocio via L. de Crecchio – Via F. Filzi
4	449625	4674928	Rotonda Ferro di Cavallo
5	449536	4675241	Rotonda Santa Chiara
6	450046	4675469	Piazza della Vittoria
7	449765	4675428	Piazza Sen. D'Amico
8	449642	4675418	Corso Roma
9	449635	4675754	Piazza Garibaldi
10	449280	4674821	Incrocio Viale Cappuccini - Via Fagiani
11	449900	4674958	Via Santo Spirito
12	449662	4675331	Via dell'Asilo
13	449349	4675182	Viale Marconi
14	449728	4675729	Via dei Frentani
15	451040	4675618	Incrocio Via Masciangelo - Via Sigismondi

Il limite principale risiede nel fatto che restituisce, per ciascuna sostanza campionata, un solo valore di media relativo al periodo di esposizione. Questo non consente di individuare eventuali oscillazioni dei valori di concentrazione nell'arco dello stesso periodo o di una giornata. Una tale elaborazione è consentita solo dalla strumentazione attiva automatica, in dotazione tipicamente alle stazioni di monitoraggio.

Nel caso del presente studio, il periodo di esposizione è stato di 15 giorni consecutivi (dal 27 febbraio al 12 marzo). Ciascuna stazione di campionamento è stata dotata di due diversi tipi di Radiello[®], uno per il campionamento degli ossidi di azoto (NO₂) e di zolfo (SO₂), l'altro per i Composti Organici Volatili (COV). Questi includono gruppi diversi, con diversi comportamenti fisici e chimici. Si classificano come COV sia gli idrocarburi contenenti carbonio ed idrogeno come unici elementi (alifatici ed aromatici) sia composti contenenti ossigeno, cloro o altri elementi tra il carbonio e l'idrogeno, come aldeidi, eteri, alcoli, esteri, clorofluorocarburi (CFC) ed idroclorofluorocarburi (HCFC). Per alcune di queste sostanze è stata formulata da IARC (International Agency of Research on Cancer) una classificazione¹ in termini di cancerogenicità. Ad esempio il benzene, idrocarburo aromatico presente nella 'benzina verde', è considerato cancerogeno di gruppo 1.

¹ La classificazione IARC è la seguente:

GRUPPO 1: cancerogeno per l'uomo;
GRUPPO 2: probabile cancerogeno per l'uomo;
GRUPPO 2B: possibile cancerogeno per l'uomo;
GRUPPO 3: non classificabile come cancerogeno per l'uomo.

Il Radiello® è in grado di determinare diverse decine di tali molecole; per le esigenze dello studio S.Q.U.I.L.L.A., considerando anche la tipologia di inquinamento urbano, ne sono state selezionate 28, riportate nella Tabella 2.

Tabella 2. Composti Organici Volatili monitorati, con indicata classificazione IARC (dove presente)

Idrocarburi aromatici	Idrocarburi alifatici
Benzene (gruppo 1, monografia in prep.)	n-esano
Toluene (gruppo 3, 1999)	Cloroformio (gruppo 2B, 1999)
Etilbenzene (gruppo 2B, 2000)	1,2-Dicloroetano (gruppo 2B, 1999)
Propilbenzene	1,1,1-Tricloroetano (gruppo 3, 1999)
Isopropilbenzene (gruppo 2B, monografia in prep.)	1,2-Dicloropropano (gruppo 3, 1999)
<i>meta</i> -, <i>para</i> -, <i>orto</i> -Xilene (gruppo 3, 1999)	Tricloroetilene (gruppo 2A, 1995)
1,2,4-Trimetilbenzene	Tetracloroetilene (gruppo 2A, 1995)
Naftalene (gruppo 2B, 2002)	
Clorobenzene	
1,4-Diclorobenzene (gruppo 2B, 1999)	
Composti ossigenati	Terpeni
sec-Butanolo	(+)-Limonene (gruppo 3, 1999)
Propil acetato	alfa-Pinene
Butil acetato	
Isobutil acetato	
Amile acetato	
Metiliterbutil etero (MTBE) (gruppo 3, 1999)	
Metiltilchetone (MEK)	

I campionatori sono stati alloggiati all'interno di box in polipropilene a loro volta fissati tramite fascette di plastica a pali della pubblica illuminazione o della segnaletica stradale, ad un'altezza di circa 2 - 2,5 metri dal piano campagna. La temperatura media, necessaria per il calcolo delle concentrazioni, è stata registrata tramite due termometri a bottone dotati di datalogger, uno posto alla zona centrale e settentrionale del territorio, l'altro all'area meridionale.

Durante il periodo di esposizione non si sono verificati particolari fenomeni meteorologici, per cui l'attività di campionamento è andata a buon fine. Il giorno 12 marzo i campionatori sono stati ritirati per procedere alle analisi di laboratorio. Sono stati ritrovati tutti nelle loro sedi, ad eccezione del Radiello® posizionato nella stazione di Villa Martelli per i COV che, pertanto, non sono stati rilevati in quel punto.

2.2 Analisi

Le fasi di estrazione ed analisi dei composti monitorati sono state condotte con metodologie differenti secondo le procedure riportate dal manuale d'uso dei campionatori Radiello®. Quelli dedicati agli ossidi di azoto e di zolfo sono stati sottoposti ad estrazione con acqua deionizzata e le soluzioni ottenute analizzate mediante cromatografia ionica, mentre i campionatori per i Composti Organici Volatili sono stati sottoposti a desorbimento chimico con solvente (solfo di carbonio) e le soluzioni ottenute analizzate mediante gascromatografia accoppiata alla spettrometria di massa.

2.2.1 Calcoli per NO₂ e SO₂

Le portate di campionamento del Radiello[®] sono note e tabulate per una temperatura di 298 K (24,8 °C); tramite l'equazione (1) la portata è stata ricondotta a quella relativa alla temperatura media del periodo di esposizione dei campionatori:

$$Q_K = Q_{298} \left(\frac{K}{298} \right)^7 \quad (1)$$

Calcolata la corretta portata di campionamento, si è proceduto, una volta ottenute dalle analisi strumentali le masse adsorbite dalla cartuccia, ad applicare le equazioni (2) e (3) per la determinazione delle concentrazioni in µg/m³;

$$C_{NO_2} = \frac{m_{NO_2}}{Q_K \cdot t} \cdot 1.000.000 \quad (2)$$

dove m_{NO₂} è la massa di NO₂- in ng rilevata strumentalmente, t è il tempo di esposizione in minuti; Per l'SO₂ si ha, analogamente:

$$C_{SO_2} = \frac{m_{SO_4}}{Q_K \cdot t} \cdot 1.000.000 \quad (3)$$

dove m_{SO₄} è l'intera massa di solfato (SO₄²⁻) in µg rilevata nella cartuccia (solfato originale più il solfito convertito a solfato) e t è il tempo di esposizione in minuti.

2.2.2 Calcoli per i COV

L'effetto della temperatura sulla portata di campionamento dei campionatori per COV è stato calcolato tramite l'equazione (4):

$$Q_K = Q_{298} \left(\frac{K}{298} \right)^{1,5} \quad (4)$$

La portata di campionamento è invariante con l'umidità nell'intervallo 15-90% e con la velocità del vento compresa fra 0,1 e 10 m/s.

La concentrazione in µg/m³ si determina dalla massa reperita in cartuccia (in µg) tenendo conto del tempo di esposizione, secondo l'equazione (5):

$$C = \frac{m}{Q \cdot t} \cdot 1.000.000 \quad (5)$$

dove il valore di Q varia per ciascuna delle molecole prese in considerazione (si veda Tab. 2).

3. RISULTATI

Il progetto è stato concepito, in accordo con il Comune, come una caratterizzazione dell'area vasta del territorio comunale, con un approfondimento di dettaglio sull'area urbana. I risultati, pertanto, verranno presentati distinguendoli secondo questa suddivisione, anche in ragione delle differenti concentrazioni osservate.

3.1 Ossidi di azoto (NO₂) e di zolfo (SO₂)

Il riferimento normativo per le concentrazioni in aria ambiente di questi due inquinanti è il D.M. 2/4/2002 n. 60, che fissa i limiti riportati in Tabella 3.

Tabella 3. Limiti di attenzione e di allarme per gli ossidi di cui al D.M. 2/4/2002 n. 60

	Limite di attenzione($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Limite di allarme ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO₂	200	400
SO₂	350	500 (su tre ore consecutive)

Questi valori si riferiscono alle medie orarie². Lo stesso decreto impone, per l'NO₂, una concentrazione di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di media annuale, da non superarsi per più di 18 volte in un anno, come concentrazione limite per la protezione della salute umana, ed un valore limite finalizzato alla protezione della vegetazione di 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sempre come media annuale.

Lo stesso decreto fissa inoltre in 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ il valore limite per la protezione degli ecosistemi (nel periodo 1 ottobre - 31 marzo), e in 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come valore limite nelle 24 ore, da non superare per più di tre volte in un anno, per la protezione della salute umana, per quanto riguarda l'SO₂.

3.1.1 Area vasta

Per quanto riguarda gli ossidi di zolfo, otto stazioni su nove hanno presentato concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità strumentale, fissato in 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. È emerso un dato che appare anomalo nel sito di C.da Sant'Onofrio, nel quale si è osservata una concentrazione media di 15,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tale valore è dovuto in massima parte alla componente 'solfati'. Gli ossidi di zolfo, a livello antropico, sono prodotti essenzialmente dalla combustione di materiali in cui sia presente zolfo quale contaminante, ad esempio gasolio, nafta, carbone, legna. Una ipotesi che potrebbe spiegare il dato riscontrato, legata anche alla destinazione d'uso rurale del sito, è la combustione, avvenuta durante il periodo di esposizione del campionario, di residui e sfalci di potature, probabilmente di olivi trattati con particolari prodotti antiparassitari. Questo fatto potrebbe avere prodotto dei dati di picco che possono avere determinato quel valore medio nei 15 giorni.

² L'art. 2 del D.M. 15/4/1994, definisce lo stato di attenzione come "una situazione di inquinamento atmosferico che, se persistente, determina il rischio che si raggiunga lo stato di allarme, mentre lo stato di allarme è una situazione di inquinamento atmosferico suscettibile di determinare un condizione di rischio ambientale e sanitario.

Il dato, comunque, risulta in valore assoluto piuttosto basso se confrontato con i limiti di legge (si veda tabella 3) ma mediamente più alto dei valori di concentrazione che normalmente si riscontrano in aria ambiente, soprattutto negli ultimi anni.

Gli ossidi di azoto hanno presentato valori medi di concentrazione che vanno da un minimo di 4,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ad un massimo di 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La tabella 4 riporta nel dettaglio i risultati ottenuti:

Tabella 4. Concentrazioni medie di NO₂ nei siti della griglia esterna 3x3 Km (manca il n.)

Codice stazione	SITO	CONCENTRAZIONE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
A	Contrada Sant'Amato	4,7
B	Frazione Santa Giusta	9,3
C	Villa Martelli	11,4
D	Contrada Nasuti	7,2
E	Rotonda Variante Frentana-via Tinari	31,0
F	Contrada Villa Elce	8,9
G	Contrada Serre	4,4
H	Contrada Colle Campitelli	5,2
I	Contrada Sant'Onofrio	10,6

Questi valori si traducono graficamente nell'istogramma di Figura 3.

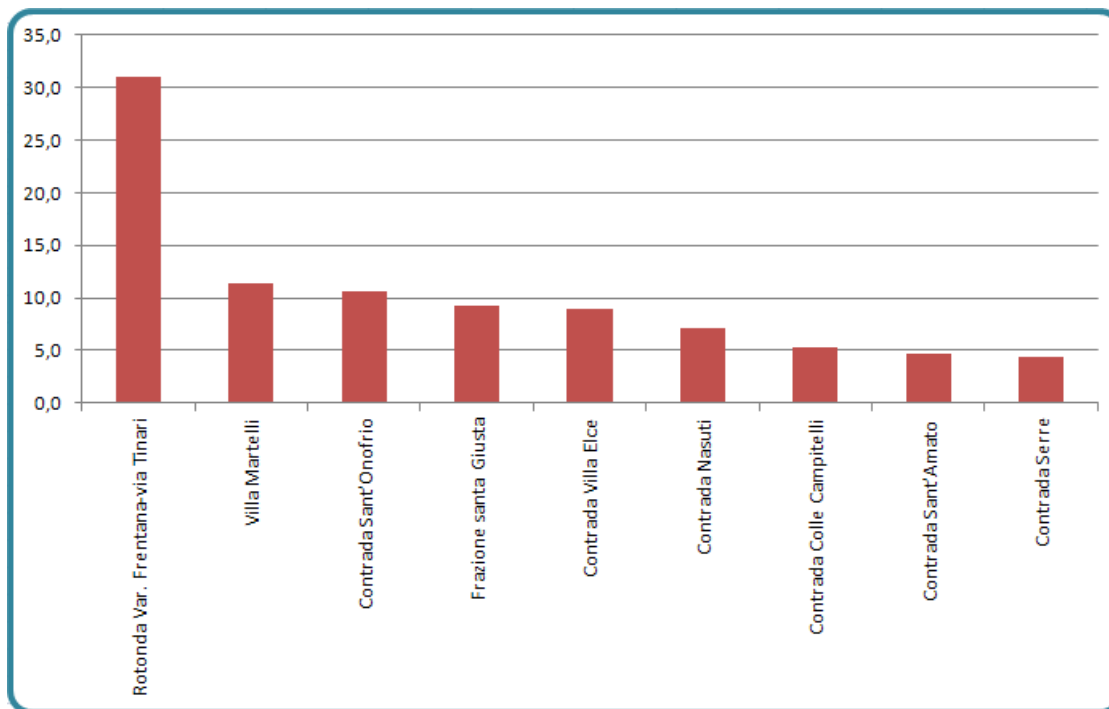


Figura 3. Concentrazioni medie di NO₂ nei siti della griglia esterna 3x3 Km ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

La Figura 4 riporta le stesse concentrazioni, confrontandole con i valori limite fissati dalla normativa, in particolare il limite per la protezione della salute umana, quello per la protezione della vegetazione ed il limite di attenzione.

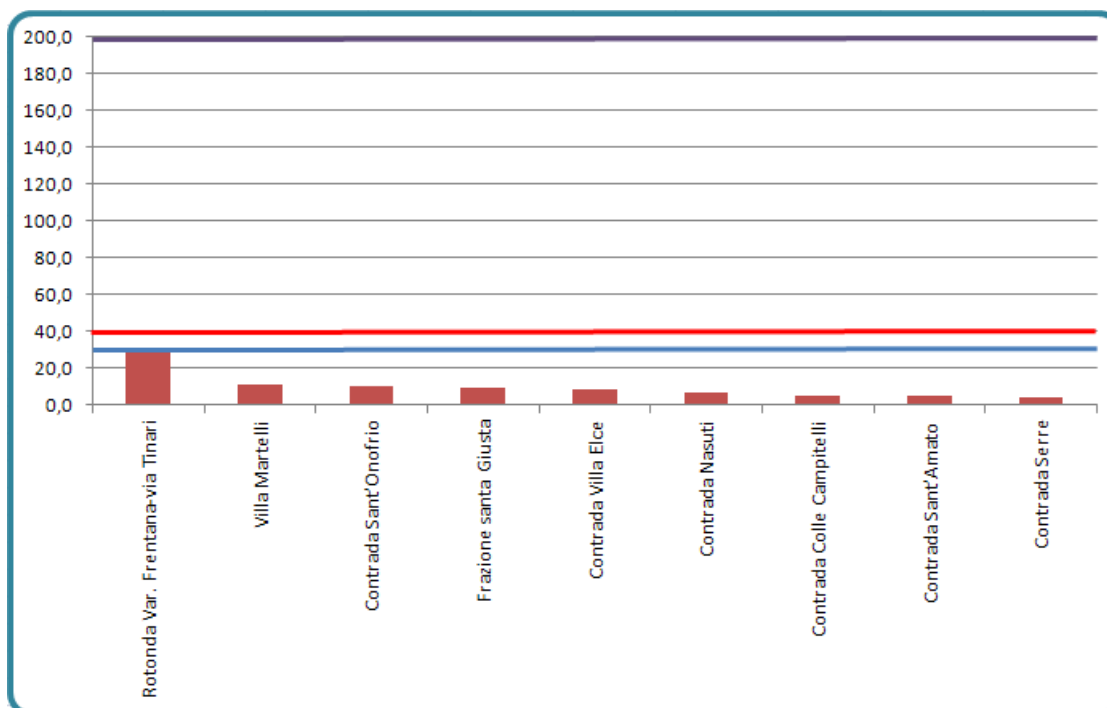


Figura 4. Concentrazioni medie di NO₂ nei siti della griglia esterna 3x3 Km in confronto ai limiti di legge (µg/m³)

Tramite il software di elaborazione cartografica - statistica Surfer 8.01 (Golden Inc.) è stato possibile stabilire la distribuzione spaziale sul territorio comunale della concentrazione di ossidi di azoto in base alle concentrazioni determinate nelle nove stazioni di campionamento. La Figura 5 illustra tale distribuzione.

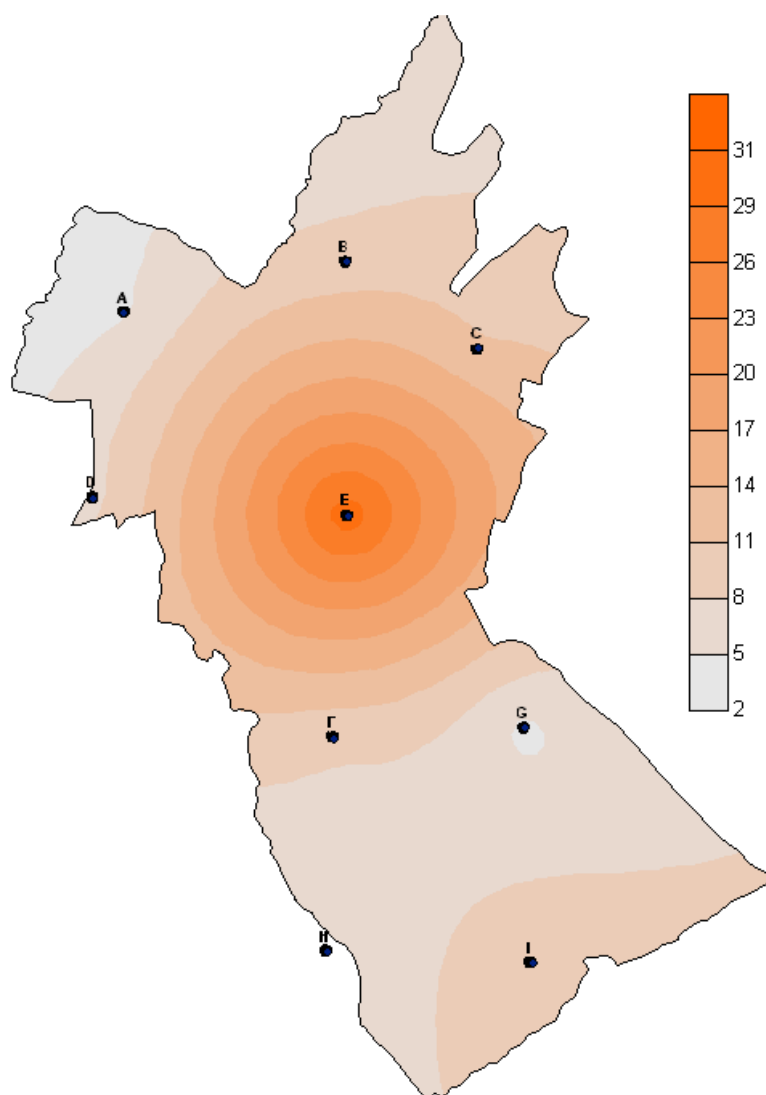


Figura 5. Mappa di isoconcentrazione della distribuzione spaziale di NO₂ (µg/m³)

Si può osservare come il sito posto in corrispondenza della rotonda tra la Variante Frentana e via Tinari sia quello maggiormente interessato dalla presenza di questo inquinante. La parte meridionale del territorio comunale è quella che presenta le concentrazioni minori. Il valore più alto rilevato (31 µg/m³) è in linea con le concentrazioni che normalmente si riscontrano in area urbana, ma oltrepassa di poco il limite per la protezione della vegetazione, che però si riferisce alla media annuale.

3.1.2. Area urbana

Nel centro città i valori di SO₂ sono risultati inferiori al limite di rilevabilità strumentale eccetto che in due punti, quello di Piazza della Vittoria e quello di Viale Marconi, dove sono stati registrati valori piuttosto bassi pari a 2.7 µg/m³ e 2.4 µg/m³, rispettivamente.

Per quanto concerne l'NO₂, i valori osservati sono risultati mediamente superiori, come atteso, a quelli dell'area vasta. Il range delle concentrazioni va da 27,5 µg/m³ a 65,6 µg/m³. La Tabella 5 riporta nel dettaglio le concentrazioni medie rilevate.

Tabella 5. Concentrazioni di NO₂ rilevate nell'area urbana

Codice stazione	SITO	CONCENTRAZIONE (µg/m ³)
1	Piazza Plebiscito	48,8
2	Corso Trento e Trieste	27,5
3	Incrocio Via L. de Crecchio - Via F. Filzi	65,6
4	Rotonda Ferro di Cavallo	44,0
5	Rotonda Santa Chiara	56,1
6	Piazza della Vittoria	27,6
7	Piazza Sen. D'Amico	42,1
8	Corso Roma	39,5
9	Piazza Garibaldi	35,9
10	Incrocio Viale Cappuccini - Via Fagiani	38,8
11	Via Santo Spirito	46,2
12	Via dell'Asilo	59,4
13	Viale Marconi	27,6
14	Via dei Frentani	38,5
15	Incrocio Via Masciangelo - Via Sigismondi	30,5

Graficamente la restituzione è quella dell'istogramma di Figura 6.

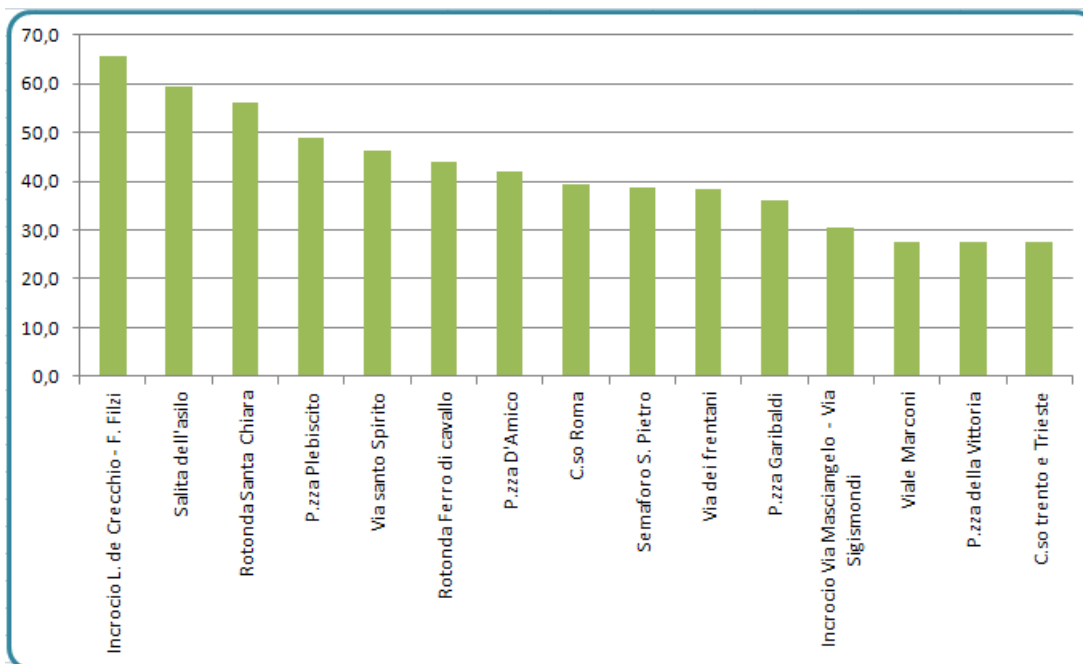


Figura 6. Concentrazioni di NO₂ rilevate nell'area urbana (µg/m³)

Lo stesso grafico con l'indicazione dei vari limiti di legge per opportuno confronto, è riportato in Figura 7.

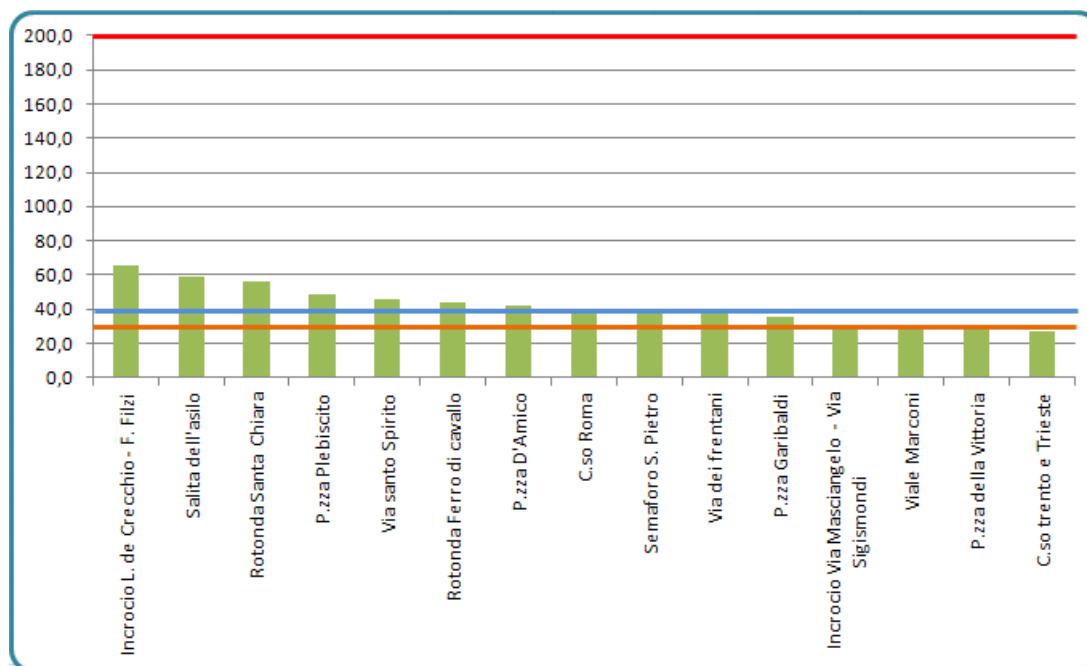


Figura 7. Concentrazioni di NO₂ rilevate nell'area urbana in confronto con i limiti di legge (µg/m³)

Si può osservare come le concentrazioni rimangano sempre abbondantemente su valori inferiori al limite di attenzione. Tuttavia in sette stazioni si sono registrate concentrazioni superiori al limite dei 40 µg/m³ di protezione della salute umana, limite che, si ribadisce, è da intendersi come media annuale. In ambito urbano, la fonte principale di emissione di biossido di azoto è costituita dai motori a combustione interna delle autovetture. I dati ottenuti a Lanciano confermano questa evidenza: il sito di Corso Trento e Trieste, chiuso al traffico, è quello che ha presentato la concentrazione minore, mentre nelle aree più trafficate si sono osservati i valori di concentrazione più alti. Questo dato, come si vedrà, è confermato anche dalle concentrazioni rilevate per i composti organici volatili, alcuni dei quali sono dei tipici marker di inquinamento da traffico auto veicolare.

3.2 Composti Organici Volatili (COV)

Il citato D.M. 2/4/2002 n. 60 è l'unico riferimento normativo per questa famiglia di inquinanti. Il decreto, tuttavia, fissa un limite solamente per il benzene, il cui valore è stabilito in 5 µg/m³, in vigore dal primo gennaio 2010. Tale valore è da intendersi come media annuale.

3.2.1 Area vasta

Le concentrazioni di COV osservate sono risultate molto basse (Tab. 6). La maggior parte dei parametri considerati ha presentato valori inferiori ai limiti di quantificazione del metodo. Per quanto riguarda il benzene la concentrazione più alta è stata di 1,65 µg/m³, osservata nel sito della rotonda fra la Variante Frentana e Via Tinari, mentre il sito di Villa Elce ha presentato il valore minore (0,34 µg/m³). Generalmente, fra i siti che componevano la griglia dell'area vasta, quello della rotonda ha presentato i valori più alti di COV. Da ricordare che, in questo caso, nel sito di Villa Martelli non è stato recuperato il campionatore, probabilmente caduto a causa delle intemperie ed asportato insieme alla neve del piazzale.

Tabella 6. Concentrazioni rilevate di COV nei siti dell'area vasta ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Località	C.da Sant'amato	C.da Santa Giusta	C.da Nasuti	Rotonda centro commerciale	C.da Villa Elce	C.da Serre	C.da Colle Campitelli	C.da Sant'Onofrio
Idrocarburi aromatici								
Benzene	1,27	1,36	1,23	1,65	0,34	1,29	0,56	1,85
Toluene	0,60	1,53	0,75	2,24	0,14	0,64	0,21	0,88
Etilbenzene	0,10	0,26	0,13	0,45	< 0,06	0,12	< 0,06	0,20
Meta+para-xilene	0,48	1,65	0,73	3,14	0,18	0,61	0,22	0,96
Orto-xilene	0,09	0,24	0,12	0,55	< 0,06	0,09	< 0,06	0,14
1,2,4-trimetilbenzene	0,09	0,27	0,14	0,77	< 0,07	0,11	< 0,07	0,13
Propilbenzene	< 0,06	0,06	< 0,06	0,10	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06
Isopropilbenzene	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06
Naftalene	0,18	0,18	0,23	0,27	< 0,14	0,18	< 0,14	0,22
Clorobenzene	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07
1,4-diclorobenzene	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07
Idrocarburi alifatici								
n-esano	0,19	0,20	0,12	0,38	< 0,05	0,10	< 0,05	0,14
Cloroformio	< 4,99	< 4,94	< 4,98	< 4,97	< 4,96	< 4,96	< 4,96	< 4,96
1,2-dicloroetano	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07
1,1,1-tricloroetano	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
1,2-dicloropropano	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08
Tricloroetilene	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Tetracloroetilene	< 0,50	< 0,49	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Composti ossigenati								
Sec-Butanolo	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Propilacetato	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06
Butil acetato	< 0,06	1,05	0,06	0,19	< 0,06	0,13	0,06	0,28
Isobutil acetato	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06
Amile acetato	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07
Metilterbutiletere (MTBE)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,31	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Metiletichetone (MEK)	0,49	0,50	0,40	0,43	0,11	0,37	0,14	0,51
Terpeni								
Alfa-pinene	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14
+(-)limonene	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08

Ad eccezione dell'esano gli idrocarburi alifatici sono risultati inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale in tutti i siti di campionamento. Fra i composti ossigenati, solo il metiletilchetone (MEK) è risultato quantificabile in tutte le postazioni, mentre si è osservata una sostanziale assenza di terpeni.

La Figura 8 riporta l'istogramma illustrante le concentrazioni dei principali COV quantificati negli otto siti.

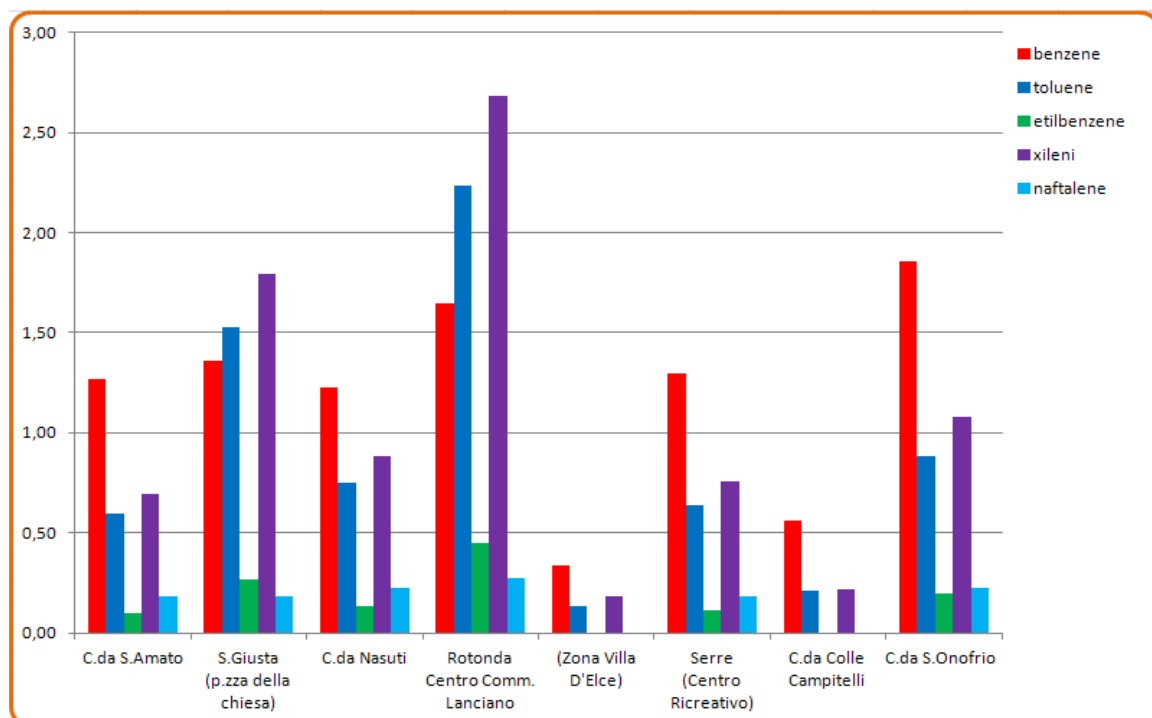


Figura 8. Concentrazioni rilevate dei principali idrocarburi aromatici negli otto siti dell'area vasta ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Una elaborazione utile è quella che riguarda le concentrazioni di BTEX. Si indica con questa sigla la somma di benzene, toluene, etilbenzene e xileni, significativi marker di produzione, trasformazione e consumo di carburanti. La Figura 9 ne riporta le concentrazioni nei diversi siti.

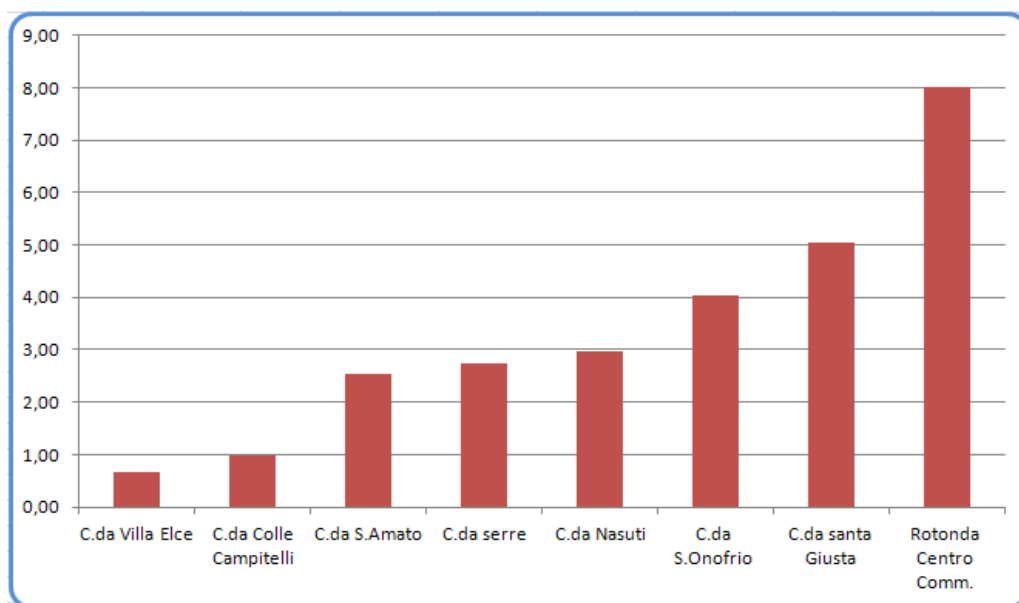


Figura 9. Concentrazioni rilevate di BTEX negli otto siti dell'area vasta ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Applicando il software di elaborazione spaziale sono state realizzate delle mappe di isoconcentrazione relative alla distribuzione dei vari inquinanti su tutto il territorio comunale. Le figure da 10 - 14 illustrano tali distribuzioni.

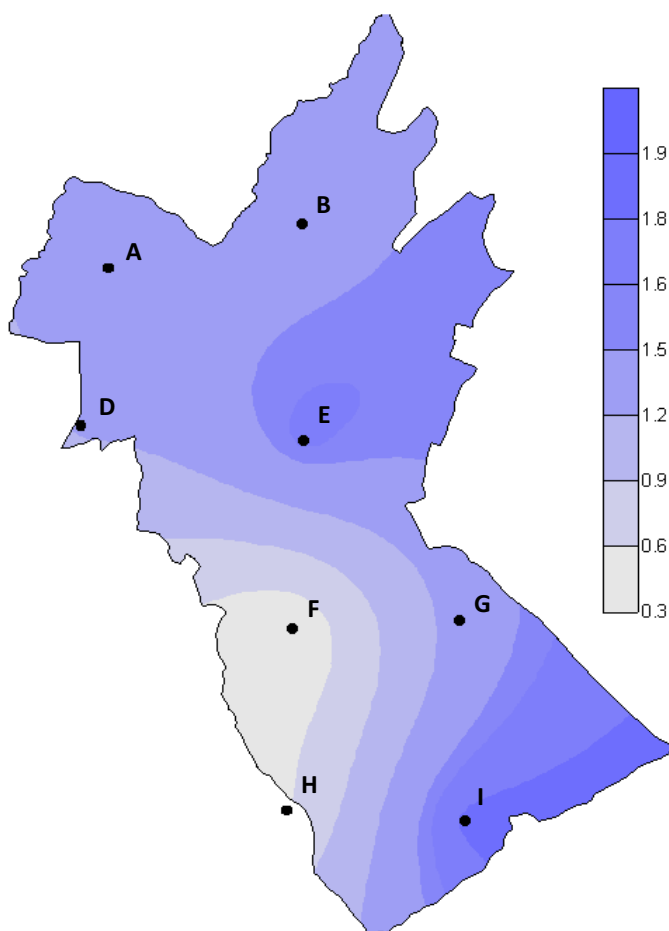


Figura 10. Distribuzione spaziale del benzene nell'intero territorio comunale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

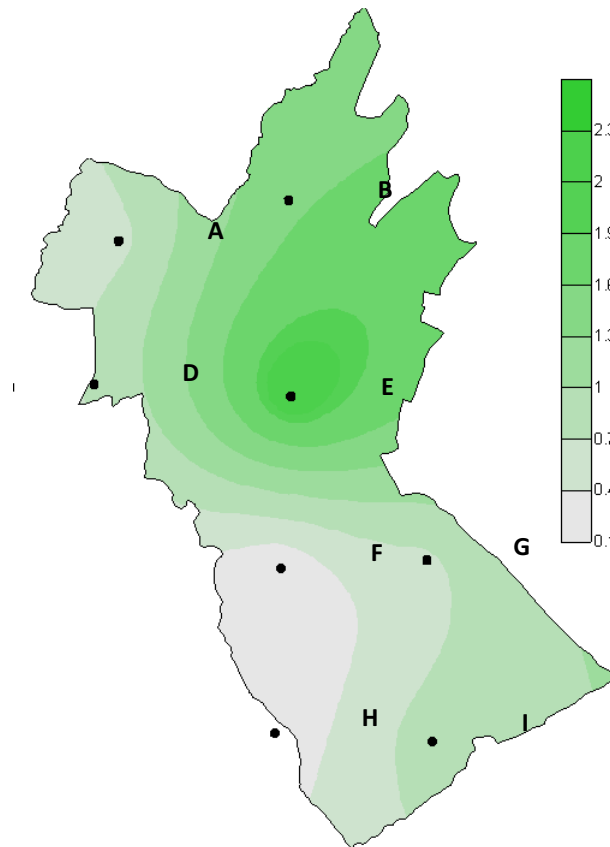


Figura 11. Distribuzione spaziale del toluene nell'intero territorio comunale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

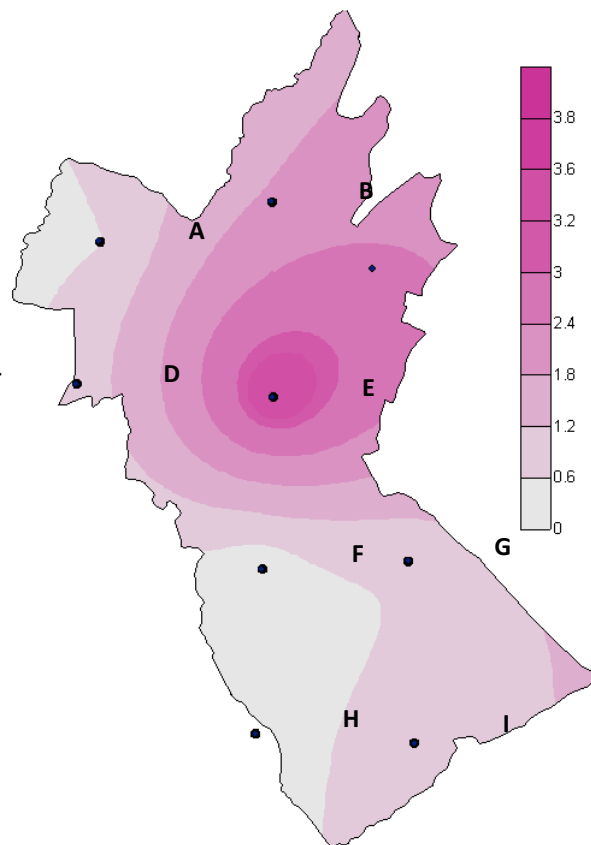


Figura 12. Distribuzione spaziale degli xileni (m+p+o) nell'intero territorio comunale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

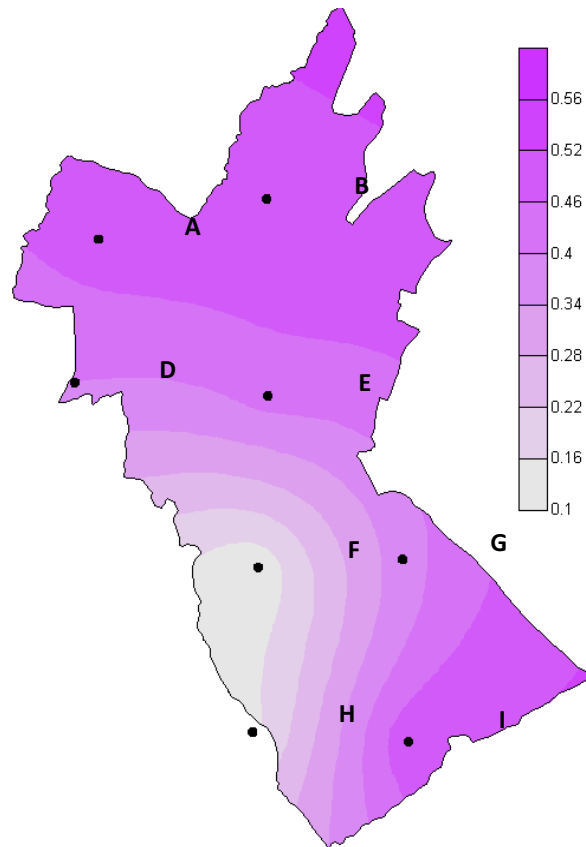


Figura 13. Distribuzione spaziale del MEK nell'intero territorio comunale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

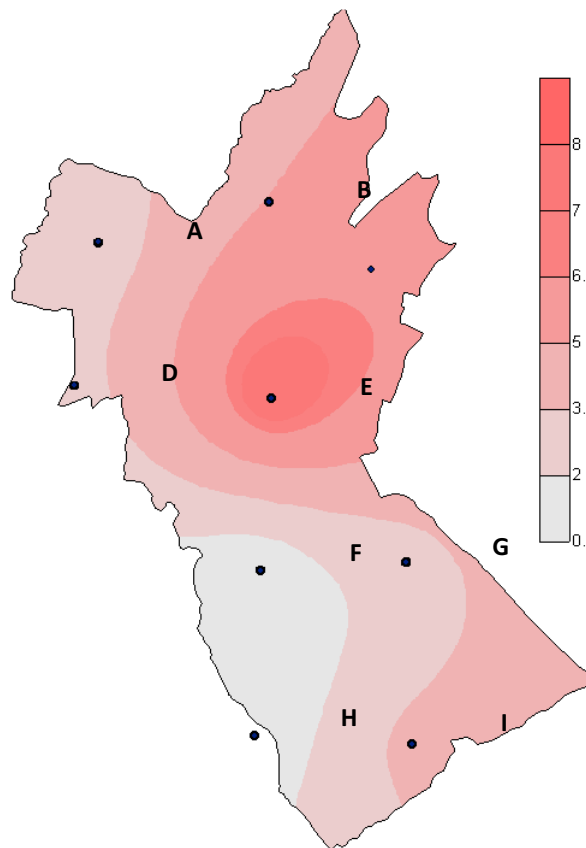


Figura 14. Distribuzione spaziale del BTEX nell'intero territorio comunale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Si può osservare come gli andamenti siano quasi sovrapponibili fra loro. La parte orientale del territorio comunale, la meno antropizzata, è quella soggetta ai valori di concentrazione più bassi. Nella parte meridionale, coincidente con una vasta area industriale, le concentrazioni appaiono paragonabili a quelle che si osservano nella zona vicina a quella urbana. In ogni caso le concentrazioni sono molto basse per tutti i COV presi in considerazione.

3.2.2 Area urbana

Nel centro cittadino le concentrazioni di composti organici volatili sono risultate mediamente superiori rispetto a quelle riscontrate nell'area vasta. Anche questo risultato era ampiamente atteso, visto che molte di queste sostanze sono indicatori di inquinamento da traffico veicolare.

Fra i quindici siti, quello che ha presentato le concentrazioni maggiori per molti dei parametri è risultato il sito di Via dell'Asilo. Questo dato si può spiegare con la tipologia di traffico che interessa quella strada e con il fatto che la stessa è stretta su ambo i lati da alti edifici, caratteristica che contribuisce a creare un principio di "effetto canyon".

La Tabella 7 riporta nel dettaglio le concentrazioni osservate nelle 15 postazioni individuate.

Tabella 7. Concentrazioni di COV nelle stazioni di campionamento dell'area urbana ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Località \ Parametro	P.zza Plebiscito	C.so Trento e Trieste	Via L. De Crecchio inc. Via F. Filzi	Rotonda Ferro di Cavallo	Santa Chiara	Piazza Vittoria	Piazza Sen. D'Amico	C.so Roma	Piazza Garibaldi	S. Pietro	Via S.Spirito	Via dell'Asilo	Viale Marconi	Via dei Frentani	Via Masciangelo inc. via Sigismondi
Idrocarburi aromatici															
Benzene	2,63	1,52	3,05	2,35	2,29	1,86	0,62	2,74	0,89	1,98	0,70	3,55	1,89	2,31	1,80
Toluene	5,28	2,33	6,77	5,60	5,48	3,15	1,23	4,97	1,64	3,80	1,33	9,85	3,65	5,14	2,43
Etilbenzene	0,96	0,42	1,34	1,07	1,04	0,58	0,23	0,83	0,28	0,71	0,27	2,02	0,70	0,94	0,46
Meta+para-xilene	7,06	2,95	10,5	8,15	8,24	4,28	1,75	6,17	2,03	5,23	1,98	15,9	5,24	7,00	3,23
Orto-xilene	1,28	0,52	1,96	1,46	1,51	0,78	0,31	1,07	0,35	0,94	0,35	2,89	0,95	1,25	0,57
1,2,4-trimetilbenzene	1,42	0,61	2,50	1,88	1,96	0,88	0,36	1,19	0,41	1,06	0,41	3,96	1,15	1,37	0,70
Propilbenzene	0,18	0,08	0,30	0,24	0,24	0,12	< 0,06	0,16	0,06	0,14	< 0,06	0,46	0,16	0,20	0,10
Isopropilbenzene	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	0,08	< 0,06	< 0,06	< 0,06
Naftalene	0,27	0,23	0,50	0,32	0,36	0,23	0,18	0,23	0,14	0,23	0,18	0,59	0,27	0,36	0,27
Clorobenzene	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07
1,4-diclorobenzene	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07
Idrocarburi alifatici															
n-esano	0,90	0,46	1,08	0,82	0,77	0,63	0,09	1,04	0,14	0,60	0,05	1,19	0,58	0,72	0,41
Cloroformio	< 4,97	< 5,01	< 5,01	< 5,00	< 4,97	< 4,97	< 5,01	< 4,97	< 4,97	< 4,97	< 5,01	< 5,02	< 4,97	< 4,97	< 4,97
1,2-dicloroetano	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07
1,1,1-tricloroetano	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
1,2-dicloropropano	0,10	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08
Tricloroetilene	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Tetracloroetilene	0,52	1,02	1,08	0,59	1,15	0,50	< 0,50	< 0,50	0,69	< 0,50	0,60	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Composti ossigenati															
Sec-Butanolo	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Propilacetato	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06
Butil acetato	0,19	0,13	0,13	0,70	0,11	0,11	< 0,06	0,15	< 0,06	0,13	0,08	0,13	0,11	0,11	0,15

Isobutil acetato	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06
Amile acetato	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07
Metilterbutiletere (MTBE)	1,80	0,51	2,29	1,64	1,84	0,73	0,16	2,23	0,29	1,07	< 0,05	2,61	1,13	1,51	0,28
Metiletilchetone (MEK)	0,58	0,52	0,53	0,50	0,33	0,66	0,09	0,83	0,20	0,46	0,11	0,59	0,47	0,50	0,47
Terpeni															
Alfa-pinene	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14
+(-)limonene	0,10	< 0,08	< 0,08	0,11	0,08	0,08	< 0,08	0,10	< 0,08	< 0,08	< 0,08	0,24	< 0,08	< 0,08	0,16

Oltre agli idrocarburi aromatici, si osservano concentrazioni apprezzabili di metilterbutiletere (MTBE), altro marker tipico dell'inquinamento da traffico auto veicolare.

La Figura 15 riporta l'istogramma illustrante le concentrazioni di benzene nei 15 siti, con l'indicazione del limite di legge.

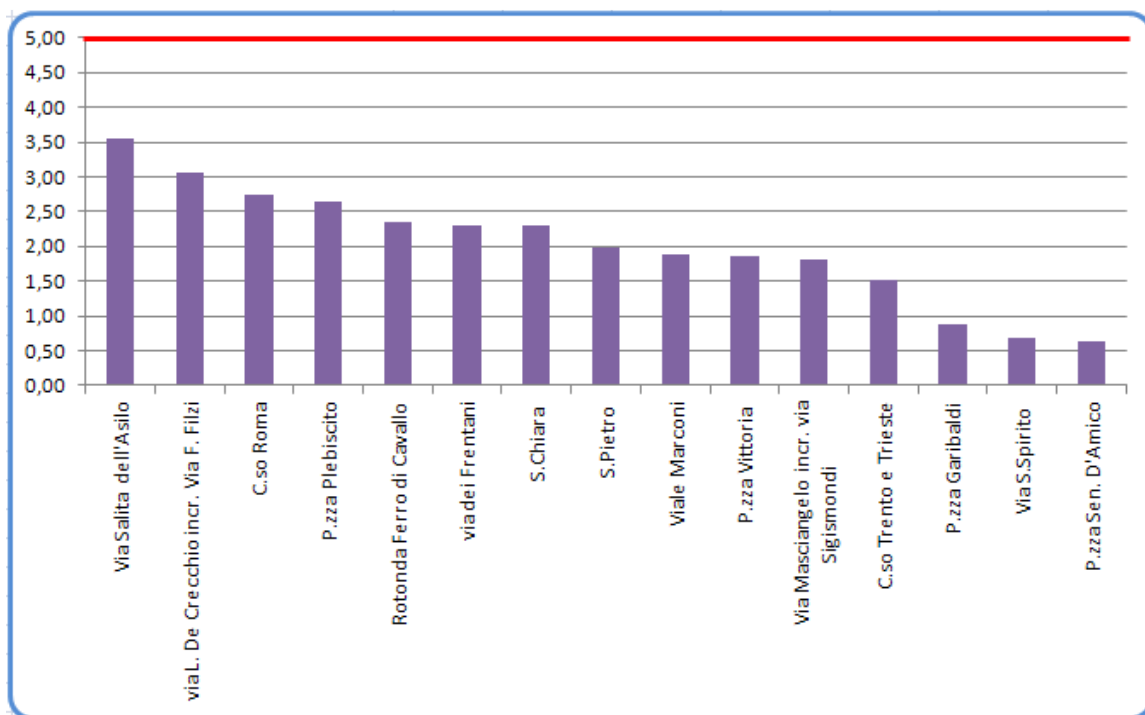


Figura 15. Concentrazioni di benzene nei 15 siti dell'area urbana (µg/m³)

Le figg. 16, 17 e 18 riportano le concentrazioni dei principali idrocarburi aromatici, che confermano nel sito di Via dell'Asilo quello che presenta i valori di inquinamento maggiori.

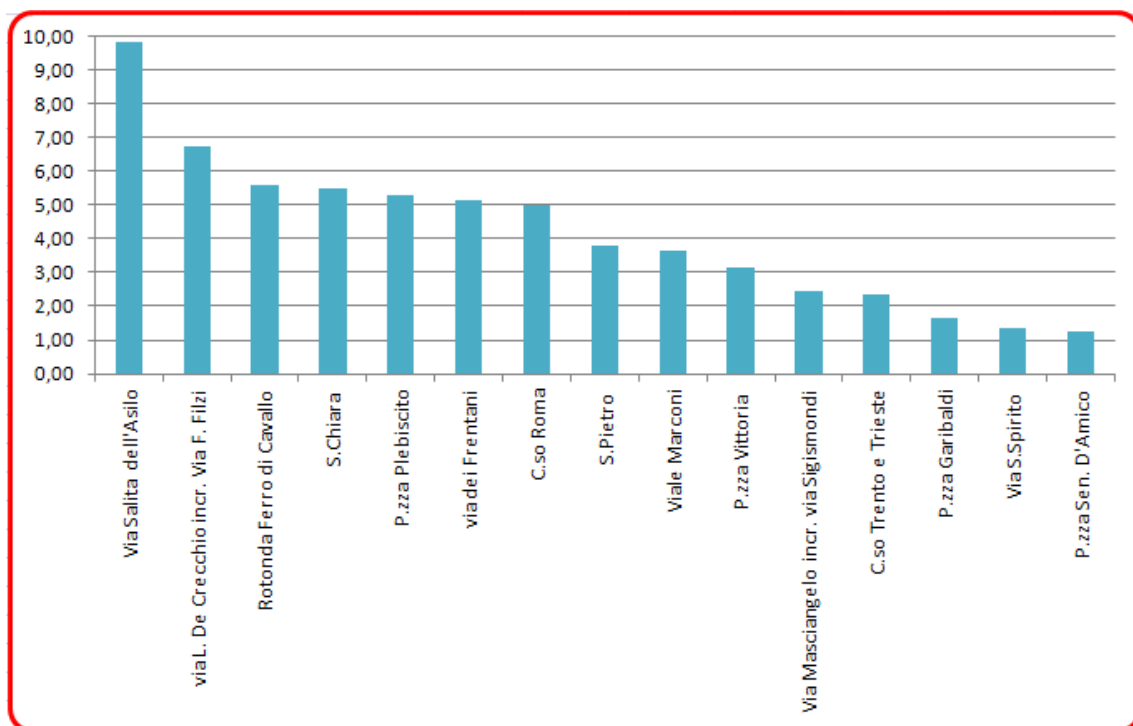


Figura 16. Concentrazioni di toluene nei 15 siti dell'area urbana (µg/m³)

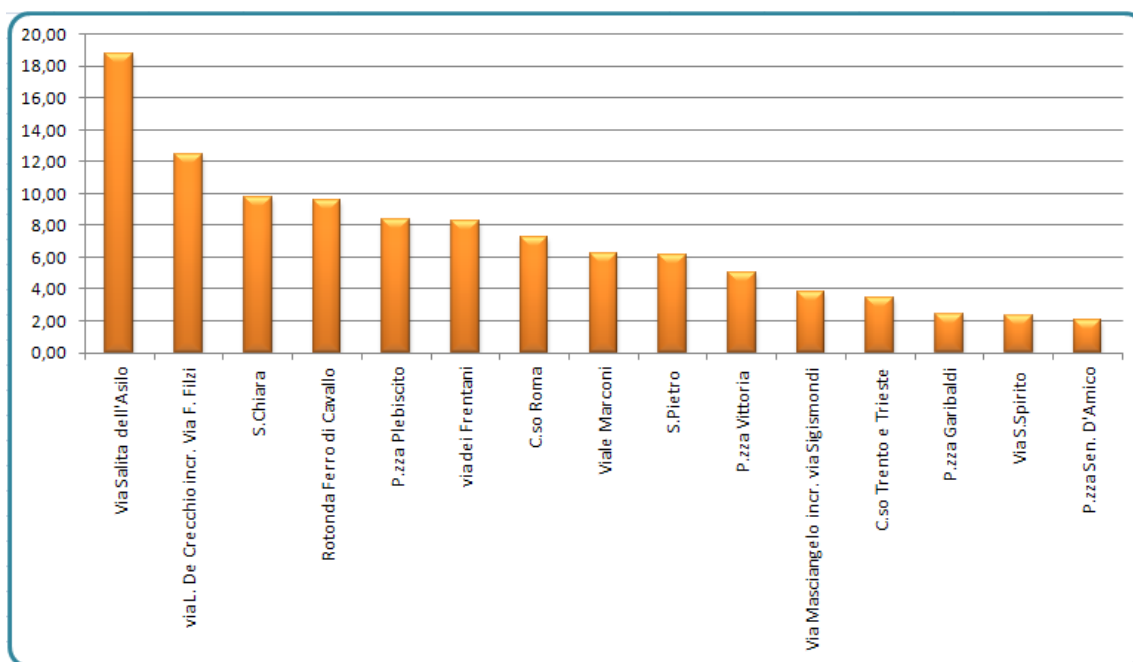


Figura 17. Concentrazioni di xilene (m+p+o) nei 15 siti dell'area urbana (µg/m³)

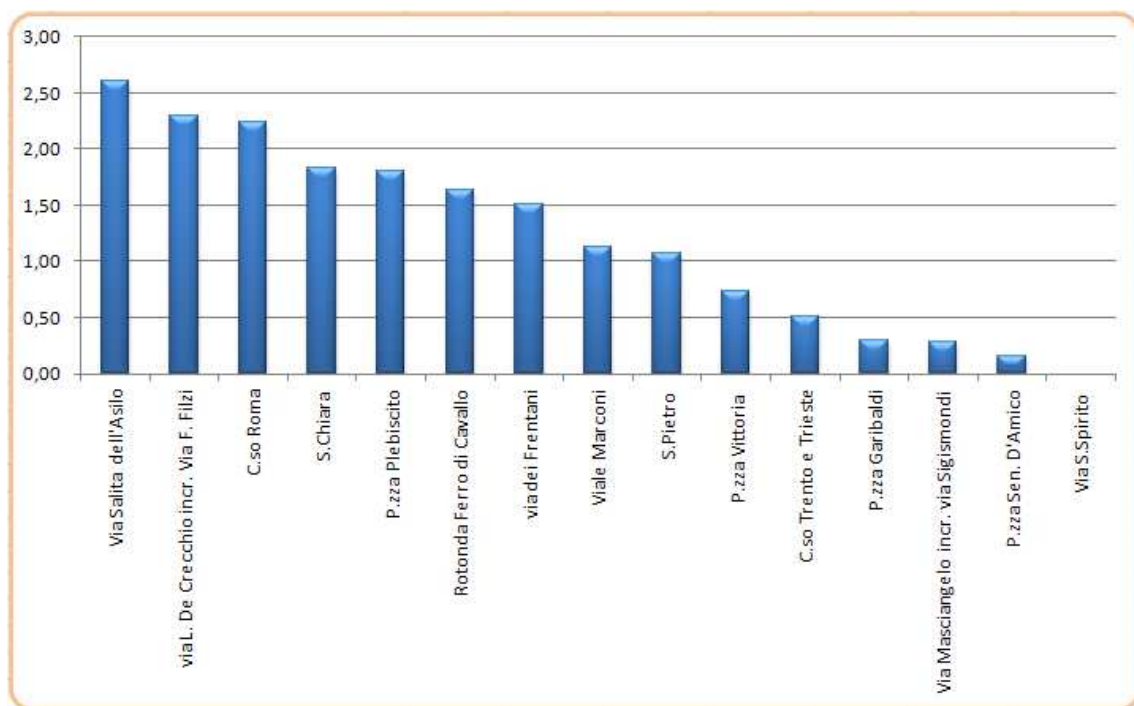


Figura 18. Concentrazioni di metilterbutilene nei 15 siti dell'area urbana (µg/m³)

Potrebbero apparire poco congruenti i dati rilevati in Piazza D'Amico, ma vi è da tenere conto del fatto che pur essendo il sito trafficato, si tratta comunque di un parcheggio, nel quale le automobili circolano per tempi relativamente brevi. Inoltre il sito è molto aperto, soggetto pertanto ad importanti flussi d'aria. Analoghe considerazioni valgono per Piazza Garibaldi. Il sito di Corso Trento e Trieste, non essendo caratterizzato dai livelli di concentrazione minori, come ci si sarebbe potuto attendere in considerazione del fatto che si tratta di un'isola pedonale, risente evidentemente dei flussi di traffico delle vicine Via Augusto Romagnoli e Via Cesare Battisti, confinanti con il sito di posizionamento del campionatore (si vedano le coordinate). Si ribadisce comunque che le concentrazioni rilevate sono molto contenute.

In generale si può affermare che le aree più trafficate sono quelle che presentano i valori di concentrazione più elevati per quanto concerne i composti organici volatili. Questi dati concordano in buona parte con quelli osservati per il biossido d'azoto, le cui concentrazioni sono più alte in Via dell'Asilo e nell'incrocio tra via Luigi De Crecchio e via Fabio Filzi.

4. CONFRONTO CON DATI PREGRESSI

Nell'ambito della prima fase del processo di Agenda21Locale "Lanciano21", nel corso del 2005 il CMNS ha effettuato uno studio della qualità chimica dell'aria, sia nell'area urbana della città sia nell'area vasta, con le stesse metodologie di campionamento ed analisi adottate nel progetto S.Q.U.I.L.LA., ad eccezione degli ossidi di azoto e di zolfo, all'epoca non rilevati.

Alcuni dei siti di campionamento individuati nel 2005 sono stati reinseriti nel presente studio (Tab. 8), allo scopo di evidenziare eventuali variazioni significative fra i due periodi.



















Tabella 8. Siti di campionamento comuni agli studi del 2005 e del 2012

Codice	Coordinata X	Coordinata Y	Località
A	447054	4676867	Contrada Sant'Amato
B	450130	4677590	Frazione Santa Giusta
C	451964	4676377	Villa Martelli
D	446630	4674298	Contrada Nasuti
F	449972	4670973	Contrada Villa Elce
1	449742	4675545	Piazza Plebiscito
2	449880	4675351	Corso Trento e Trieste
3	450199	4674796	Incrocio via L. de Crecchio - Via F. Filzi
4	449625	4674928	Rotonda Ferro di Cavallo
5	449536	4675241	Rotonda Santa Chiara
6	450046	4675469	Piazza della Vittoria
7	449765	4675428	Piazza Sen. D'Amico
8	449642	4675418	Corso Roma
9	449635	4675754	Piazza Garibaldi
10	449280	4674821	Incrocio Viale Cappuccini - Via Fagiani
12	449662	4675331	Via dell'Asilo
14	449728	4675729	Via dei Frentani

Appare quindi opportuno, a distanza di quasi sette anni, confrontare i questi siti le concentrazioni rilevate, allo scopo di individuare eventuali trend temporali nell'evoluzione degli inquinanti presenti sul territorio.

La Tabella 9 riporta nel dettaglio i valori medi di concentrazione per i vari composti organici volatili rilevati nelle due campagne, considerando tutti i siti di campionamento; viene evidenziato anche il trend temporale (positivo se la concentrazione diminuisce, indicato col segno +, o negativo se la concentrazione aumenta, indicato col segno -) e la variazione percentuale.

Tabella 9. Confronto fra le concentrazioni medie di alcuni inquinanti nei siti comuni alle campagne 2005 e 2012

Parametro	2005 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2012 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Trend	%
benzene	2,02	1,73		14,4
toluene	5,20	3,03		41,7
etilbenzene	1,01	0,62		38,6
meta+para-xilene	3,27	4,25		30,0
orto-xilene	1,27	0,83		34,6
1,2,4-trimetilbenzene	1,49	1,02		31,5
propilbenzene	0,27	0,17		37,0
isopropilbenzene	0,09	0,08		11,1
naftalene	0,60	0,27		55,0
1,4-diclorobenzene	0,07	n.r.		-
n-esano	0,63	0,51		19,0
1,2-dicloropropano	0,20	0,10		50,0
tetracloroetilene	1,19	0,77		35,3
butil acetato	0,29	0,21		27,6
metiliterbutiletere (MTBE)	1,89	1,23		34,9
metiletilchetone (MEK)	0,03	0,43		1333,3
alfa-pinene	0,10	n.r.		-
(+)-limonene	0,18	0,12		33,3

Ad eccezione di m+p-xilene e metiletilchetone, si osserva una generale e significativa diminuzione delle concentrazioni medie per tutti i composti organici volatili considerati.

Nel 2005 il sito mediamente più "inquinato" (considerando tutti i COV quantificati) era risultato quello posto all'incrocio fra Via Luigi de Crecchio e via Fabio Filzi, seguito da quello posto in corrispondenza della rotonda di Santa Chiara. In una ipotetica classifica, il sito di via dell'Asilo si piazzava al quarto posto, preceduto anche dal sito di Corso Roma.

Operando un'analisi di dettaglio sito per sito, si può affermare quanto segue. Si riportano solo le sostanze quantificate in entrambe le campagne.

4.1 Villa Elce

La tabella 10 riporta il confronto fra i valori di tutte le sostanze per questo sito. Nel 2012 sono state quantificate solo 3 sostanze.

Tabella 10. Confronto fra le concentrazioni medie nelle due campagne nel sito di Villa Elce ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parametro	2005	2012	Trend	%
benzene	1,09	0,34	😊	68
toluene	1,27	0,14	😊	88
meta+para-xilene	0,61	0,18	😊	60

Graficamente la situazione è illustrata nell'istogramma in Figura 19.

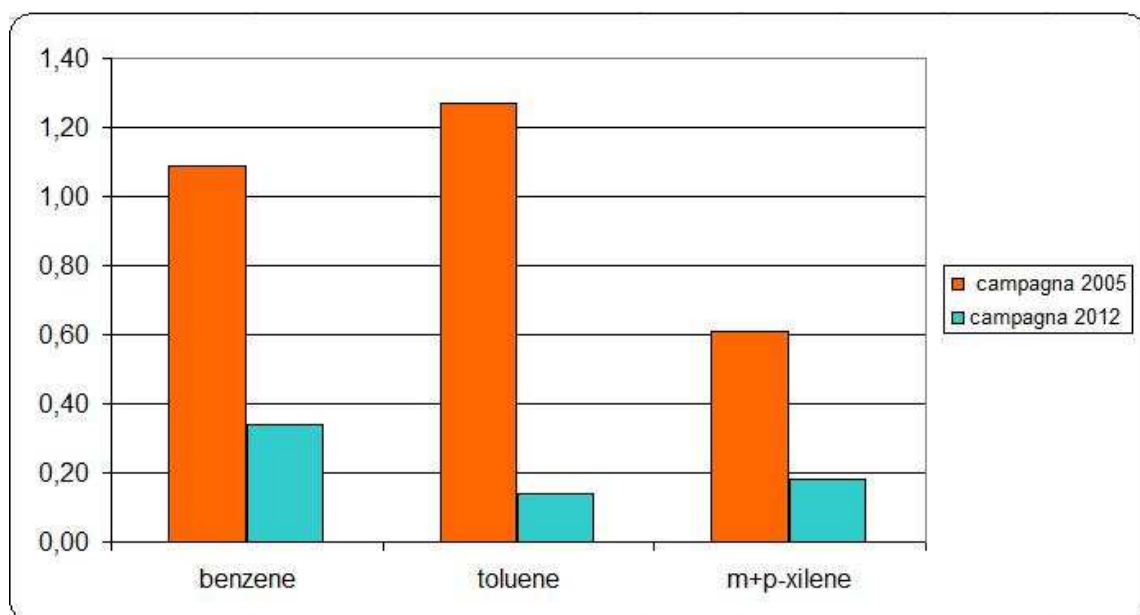


Figura 19. Iistogramma di confronto delle concentrazioni a Villa Elce ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Le concentrazioni di tutti i parametri quantificati in entrambe le campagne, presentano un trend in diminuzione negli ultimi sette anni.

4.2 Contrada Nasuti

Tabella 11. Confronto fra le concentrazioni medie nelle due campagne a C.da Nasuti ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parametro	2005	2012	Trend	%
Benzene	0,88	1,23	😊	39
Toluene	0,94	0,75	😊	20
Etilbenzene	0,17	0,13	😊	23
M+p-Xilene	0,40	0,73	😞	82
O-Xilene	0,15	0,12	😊	20
1,2,4-Trimetilbenzene	0,17	0,14	😊	17
Naftalene	0,13	0,23	😞	77
n-esano	0,12	0,12	😐	0
Butil acetato	0,18	0,06	😊	66

Graficamente si ottiene l'istogramma di Figura 20.

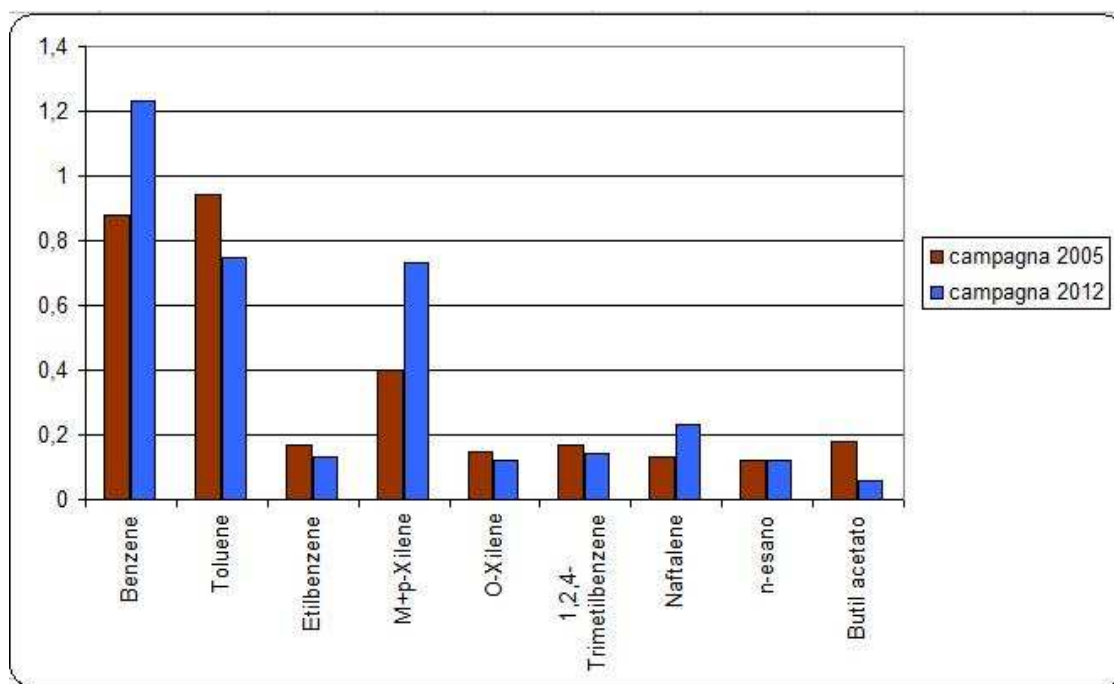


Figura 20. Iistogramma di confronto delle concentrazioni a C.da Nasuti ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Nel sito di Contrada Nasuti la situazione è rimasta sostanzialmente stabile, con leggeri aumenti delle concentrazioni per il benzene e il m+p-xilene. Si tratta tuttavia di oscillazioni di minima entità.

4.3 Sant'Amato

Tabella 12 Confronto fra le concentrazioni medie nelle due campagne in C.da Sant'Amato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parametro	2005	2012	Trend	%
Benzene	1,73	1,27	😊	26
Toluene	2,33	0,60	😊	74
Etilbenzene	0,35	0,10	😊	71
M+p-Xilene	0,95	0,48	😊	49
O-Xilene	0,37	0,09	😊	75
1,2,4-Trimetilbenzene	0,44	0,09	😊	79
Naftalene	0,47	0,18	😊	61
n-esano	0,20	0,19	😊	5

Graficamente si ha la restituzione di Figura 22.

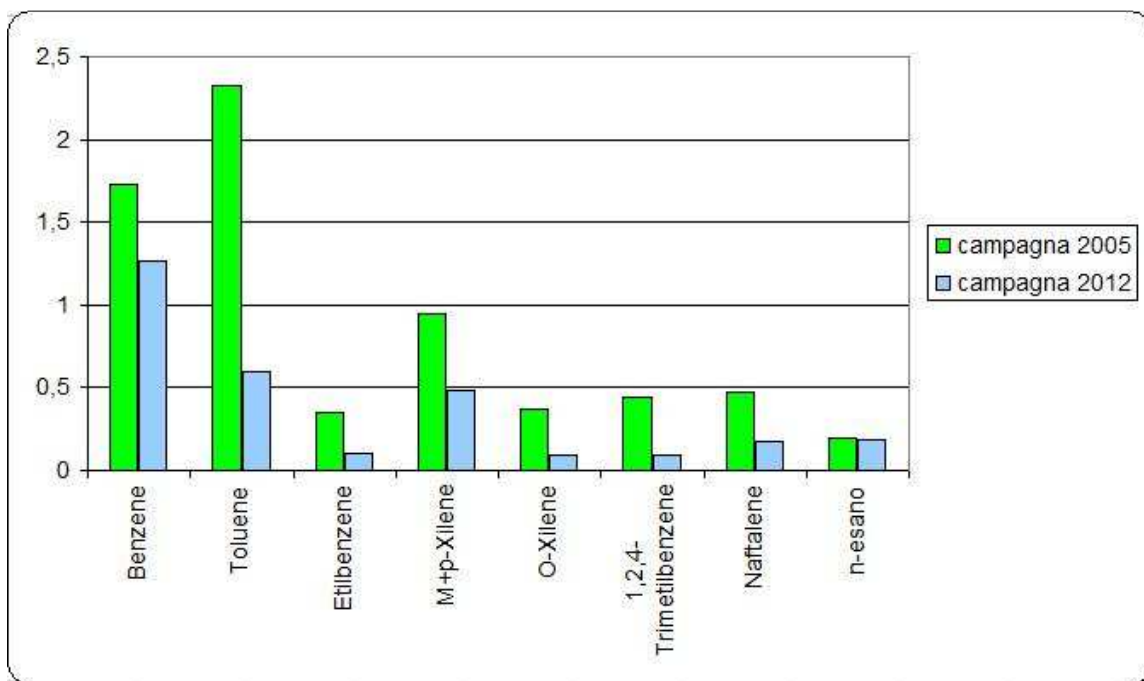


Figura 21. Istogramma di confronto delle concentrazioni a C.da Sant'Amato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

In questo caso è evidente il trend a calare delle concentrazioni, in particolare per quanto riguarda il toluene.

4.4 Contrada Santa Giusta

Tabella 13. Confronto fra le concentrazioni nelle due campagne nel sito di C.da Santa Giusta ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parametro	2005	2012	Trend	%
Benzene	0,40	1,36	☹️	240
Toluene	0,47	1,53	☹️	225
Etilbenzene	0,09	0,26	☹️	188
M+p-Xilene	0,21	1,65	☹️	685
O-Xilene	0,08	0,24	☹️	200
1,2,4-Trimetilbenzene	0,09	0,27	☹️	200
Butil acetato	0,12	1,05	☹️	775

L'istogramma relativo alla tabella è illustrato in Figura 22.

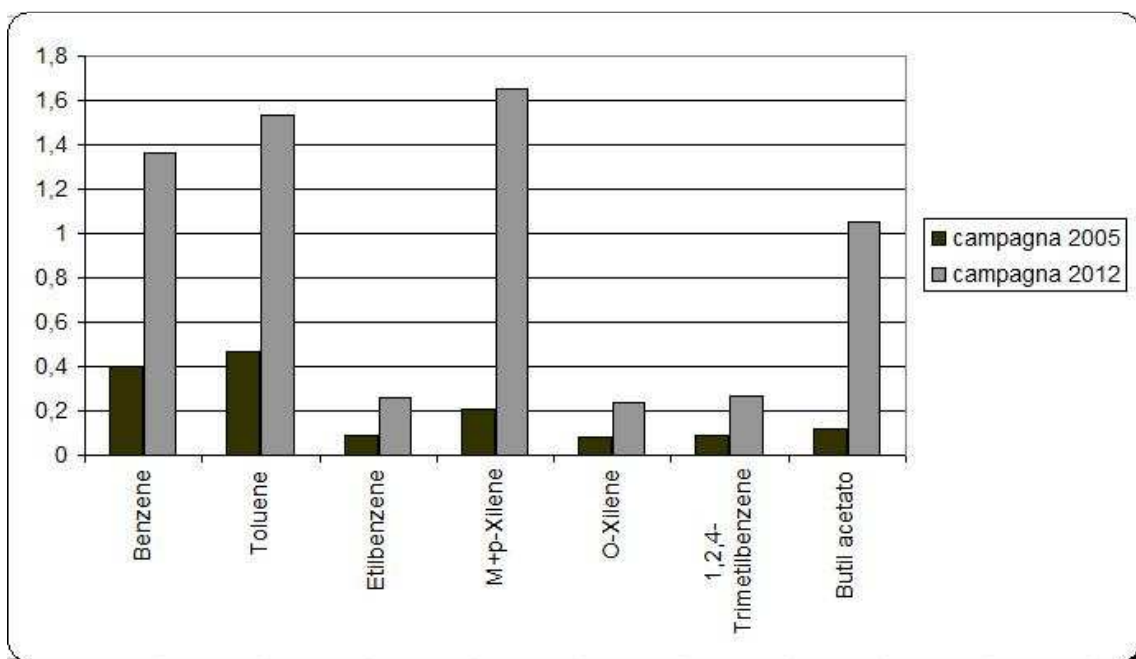


Figura 22. Iistogramma di confronto delle concentrazioni a C.da Santa Giusta ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

In questo caso è evidente un trend negativo delle concentrazioni per tutti gli inquinanti quantificati nelle due campagne.

4.5 Piazza Plebiscito

Tabella 14. Confronto fra le concentrazioni nelle due campagne nel sito di P.zza Plebiscito ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parametro	2005	2012	Trend	%
Benzene	1,94	2,63	☹️	35
Toluene	5,44	5,28	😊	3
Etilbenzene	1,12	0,96	😊	14
M+p-Xilene	3,61	7,06	☹️	95
O-Xilene	1,42	1,28	😊	10
1,2,4-Trimetilbenzene	1,70	1,42	😊	16
Propilbenzene	0,28	0,18	😊	35
Naftalene	0,59	0,27	😊	54
n-esano	0,57	0,90	☹️	57
1,2-dicloropropano	0,19	0,10	😊	47
Tetracloroetilene	0,88	0,52	😊	40
Butil acetato	0,29	0,19	😊	34
MTBE	1,95	1,80	😊	7
(+)- Limonene	0,18	0,10	😊	44

Si può osservare come per questo sito, più antropizzato dei precedenti, sia stato quantificato un numero maggiore di sostanze nelle due campagne. I valori riportati in tabella si traducono graficamente secondo la Figura 23. A parte il caso del m+p-xilene, la situazione è rimasta sostanzialmente stabile nei sette anni.

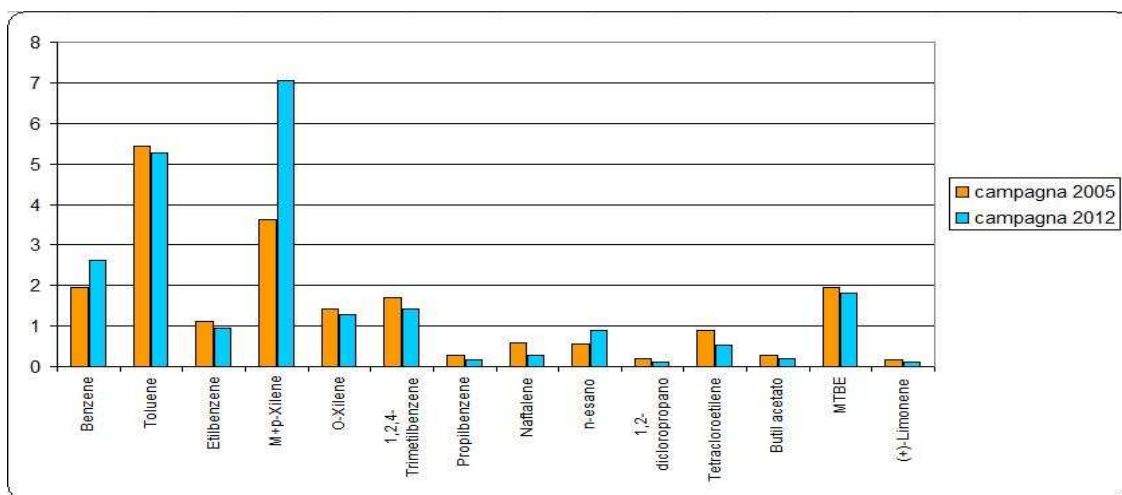


Figura 23. Istogramma di confronto delle concentrazioni in P.zza Plebiscito ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.6 Corso Trento e Trieste

Tabella 15. Confronto fra le concentrazioni medie nelle due campagne in C.so Trento e Trieste ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parametro	2005	2012	Trend	%
Benzene	1,83	1,52	😊	17
Toluene	4,32	2,33	😊	46
Etilbenzene	0,83	0,42	😊	49
M+p-Xilene	2,57	2,95	😞	14
O-Xilene	0,98	0,52	😊	47
1,2,4-Trimetilbenzene	1,15	0,61	😊	47
Propilbenzene	0,21	0,08	😊	62
Naftalene	0,48	0,23	😊	52
n-esano	0,64	0,46	😊	28
Tetracloroetilene	2,20	1,02	😊	53
Butil acetato	0,42	0,13	😊	69
MTBE	1,54	0,51	😊	66

Da ricordare che Il corso principale della città era isola pedonale anche nel 2005, per cui è lecito il confronto fra i dati. L'istogramma relativo alla tabella è riportato in Figura 24.

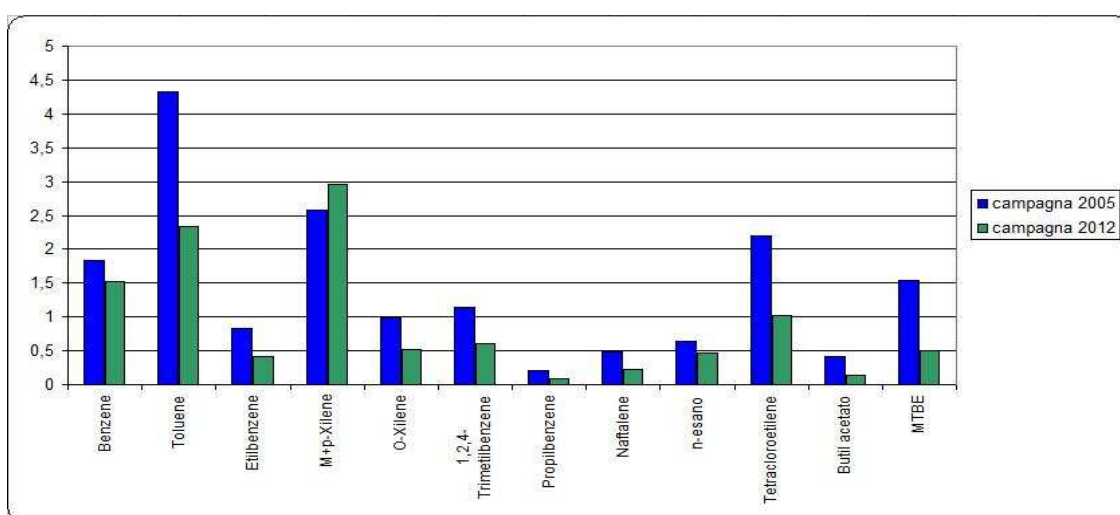


Figura 24. Iistogramma di confronto delle concentrazioni in C.so Trento e Trieste ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Si osserva un trend generalmente verso una diminuzione delle concentrazioni medie, se si esclude, anche in questo caso, quella del m+p-xilene, che ha registrato un leggero aumento.

4.7 Via L. De Crecchio angolo via F. Filzi

Tabella 16. Confronto fra le concentrazioni medie nelle due campagne in Via De Crecchio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parametro	2005	2012	Trend	%
Benzene	4,33	3,05	😊	29
Toluene	13,03	6,77	😊	48
Etilbenzene	2,76	1,34	😊	51
M+p-Xilene	9,35	10,5	😞	12
O-Xilene	3,75	1,96	😊	47
1,2,4-Trimetilbenzene	4,63	2,50	😊	46
Propilbenzene	0,70	0,30	😊	57
Naftalene	1,40	0,50	😊	64
n-esano	1,50	1,08	😊	28
Tetracloroetilene	1,84	1,08	😊	41
Butil acetato	0,30	0,13	😊	56
MTBE	4,85	2,29	😊	52

Dal punto di vista grafico si perviene alla figura 25.

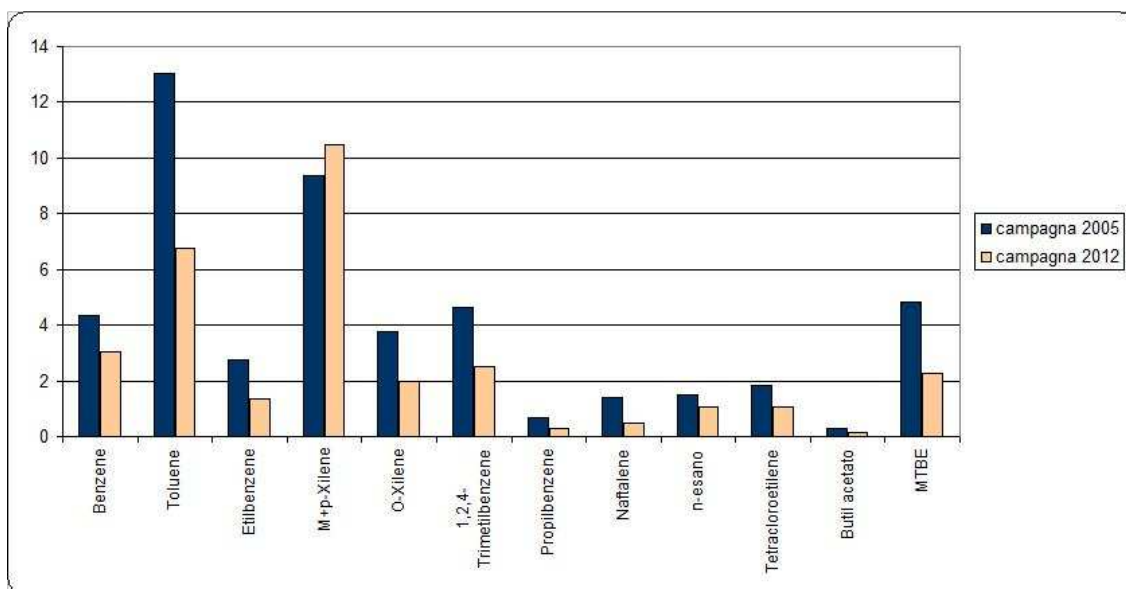


Figura 25. Istogramma di confronto delle concentrazioni in via L. De Crecchio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Appare evidente come in questo sito la tendenza negli ultimi sette anni sia stata quella di una diminuzione delle concentrazioni medie dei COV.

4.8 Via Ferro di Cavallo

In entrambi i casi la stazione di campionamento è stata posizionata in corrispondenza della rotonda. La tabella riassuntiva delle concentrazioni medie è la seguente.

Tabella 17. Confronto fra le concentrazioni medie nelle due campagne al Ferro di Cavallo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parametro	2005	2012	Trend	%
Benzene	1,71	2,35	☹️	37
Toluene	4,87	5,60	☹️	14
Etilbenzene	0,95	1,07	☹️	12
M+p-Xilene	3,11	8,15	☹️	162
O-Xilene	1,21	1,46	☹️	20
1,2,4-Trimetilbenzene	1,39	1,88	☹️	35
Propilbenzene	0,23	0,24	☹️	4
Naftalene	0,53	0,32	😊	39
n-esano	0,54	0,82	☹️	51
Tetracloroetilene	0,59	0,59	☹️	0
Butil acetato	0,43	0,70	☹️	62
MTBE	1,92	1,64	😊	14
(+)-Limonene	0,14	0,11	😊	21

L'istogramma rappresentativo è illustrato in Figura 26. Generalmente si osserva un peggioramento della qualità dell'aria intervenuto in questo sito, che tuttavia, a parte il caso del m+p-xilene, si mantiene contenuto.

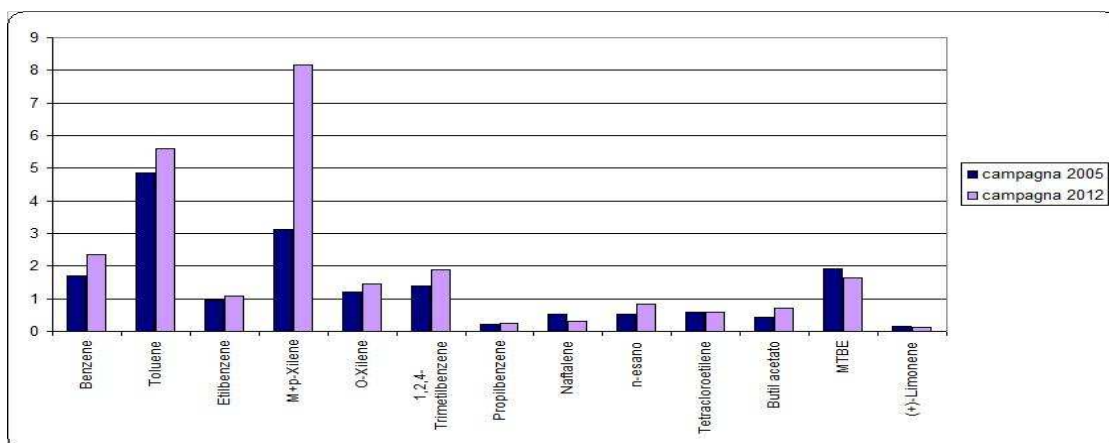


Figura 26. Iistogramma di confronto delle concentrazioni in via Ferro di Cavallo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.9 Rotonda Santa Chiara

Tabella 18. Confronto fra le concentrazioni medie nelle due campagne a Santa Chiara ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parametro	2005	2012	Trend	%
Benzene	4,13	2,29	😊	44
Toluene	12,41	5,48	😊	55
Etilbenzene	2,62	1,04	😊	60
M+p-Xilene	9,02	8,24	😊	8
O-Xilene	3,44	1,51	😊	56
1,2,4-Trimetilbenzene	4,32	1,96	😊	54
Propilbenzene	0,65	0,24	😊	63
Naftalene	1,27	0,36	😊	71
n-esano	1,44	0,77	😊	46
Tetracloroetilene	1,41	1,15	😊	18
Butil acetato	0,34	0,11	😊	67
MTBE	4,94	1,84	😊	62
(+)-Limonene	0,21	0,08	😊	62

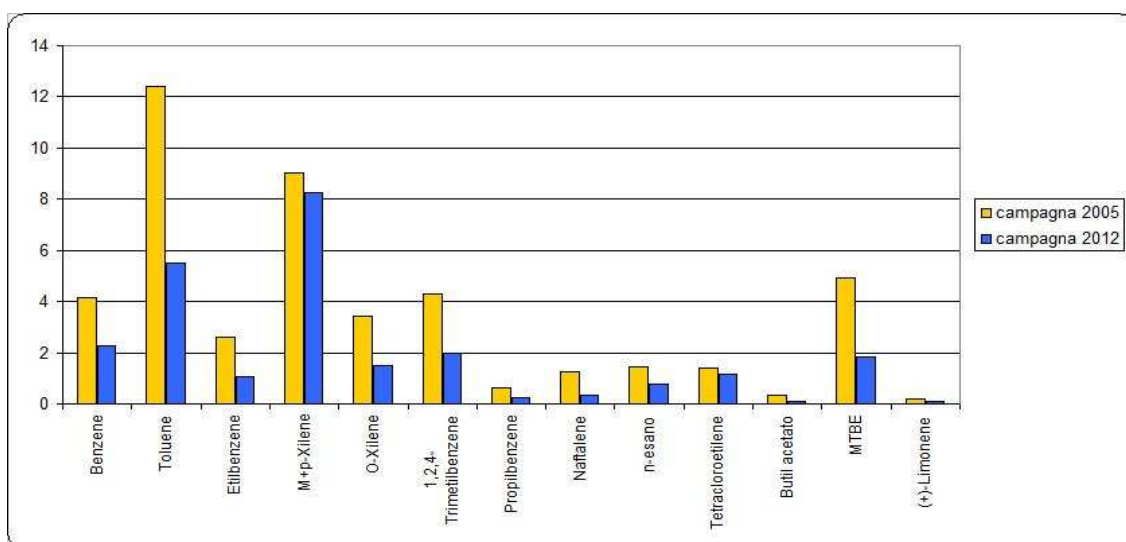


Figura 27. Istogramma di confronto delle concentrazioni alla rotonda di Santa Chiara ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

La tendenza delle concentrazioni appare nettamente in discesa su questo sito, dove nel 2012 i valori sono stati tutti inferiori rispetto a quelli del 2005, ad eccezione del m+p-xilene che ha registrato una sostanziale stabilità.

4.10 Piazza della Vittoria

Tabella 19. Confronto fra le concentrazioni medie nelle due campagne in P.zza della Vittoria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parametro	2005	2012	Trend	%
Benzene	0,77	1,86	☹️	141
Toluene	2,30	3,15	☹️	37
Etilbenzene	0,38	0,58	☹️	52
M+p-Xilene	1,17	4,28	☹️	265
O-Xilene	0,46	0,78	☹️	69
1,2,4-Trimetilbenzene	0,49	0,88	☹️	79
Propilbenzene	0,10	0,12	☹️	20
Naftalene	0,18	0,23	☹️	27
n-esano	0,17	0,63	☹️	270
Tetracloroetilene	0,42	0,50	☹️	19
Butil acetato	0,14	0,11	😊	21
MTBE	0,65	0,73	☹️	12
(+)-Limonene	0,13	0,08	😊	38

Il grafico relativo evidenzia come in questo sito il trend temporale delle concentrazioni di COV sia indubbiamente peggiorato negli ultimi sette anni:

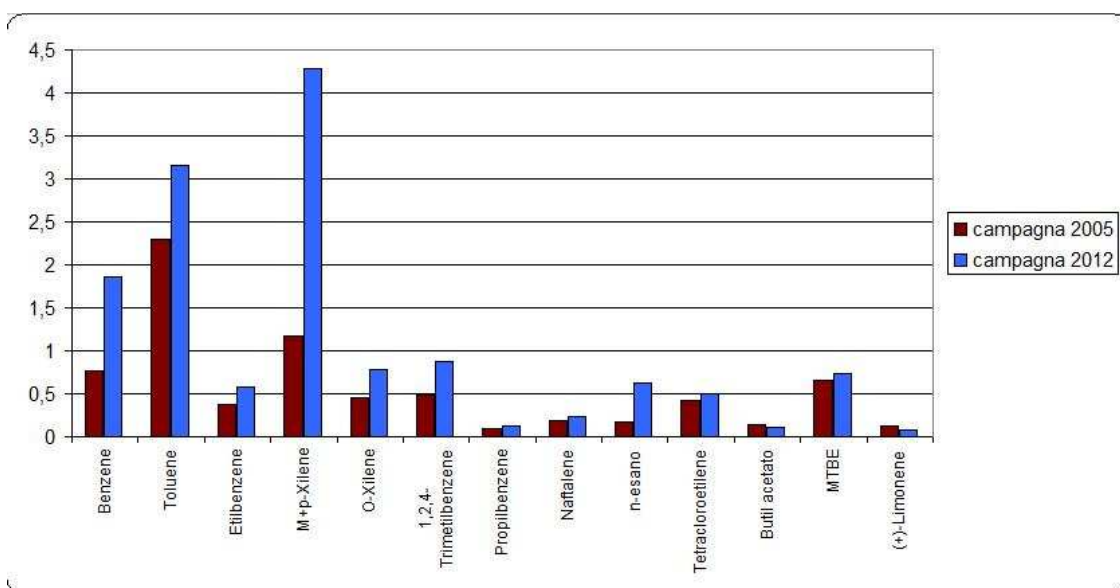


Figura 28. Istogramma di confronto delle concentrazioni a P.zza della Vittoria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.11 Piazza Senatore D'amico

Tabella 20. Confronto fra le concentrazioni medie nelle due campagne in P.zza D'Amico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parametro	2005	2012	Trend	%
Benzene	1,41	0,62	😊	56
Toluene	3,49	1,23	😊	64
Etilbenzene	0,67	0,23	😊	65
M+p-Xilene	2,15	1,75	😊	18
O-Xilene	0,84	0,31	😊	63
1,2,4-Trimetilbenzene	0,89	0,36	😊	59
Naftalene	0,36	0,18	😊	50
n-esano	0,43	0,09	😊	79
MTBE	1,42	0,16	😊	88

In questo sito si è registrato un netto miglioramento della qualità dell'aria, anche in considerazione del fatto che alcuni parametri quantificati nella campagna del 2005, nel 2012 hanno presentato valori di concentrazione inferiori al limite di rilevabilità.

Il grafico relativo alla tabella è riportato in figura 29:

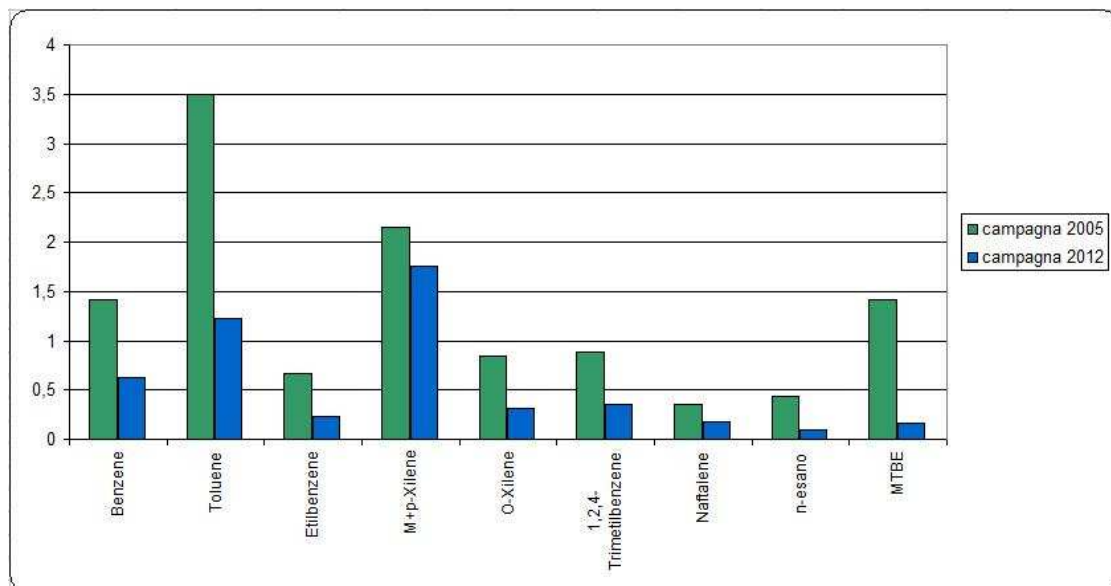


Figura 29. Istogramma di confronto delle concentrazioni a P.zza D'Amico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.12 Corso Roma

Tabella 21. Confronto fra le concentrazioni medie nelle due campagne in C.so Roma ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parametro	2005	2012	Trend	%
Benzene	3,34	2,74	😊	18
Toluene	11,47	4,97	😊	56
Etilbenzene	1,91	0,83	😊	56
M+p-Xilene	6,32	6,17	😊	2
O-Xilene	2,40	1,07	😊	55
1,2,4-Trimetilbenzene	2,73	1,19	😊	56
Propilbenzene	0,44	0,16	😊	63
Naftalene	0,99	0,23	😊	76
n-esano	1,08	1,04	😊	3
Butil acetato	0,41	0,15	😊	63
MTBE	3,53	2,23	😊	36
Limonene	0,33	0,10	😊	69

Il grafico corrispondente mette in evidenza come anche nel sito di Corso Roma si sia registrata una generale diminuzione delle concentrazioni di composti organici volatili:

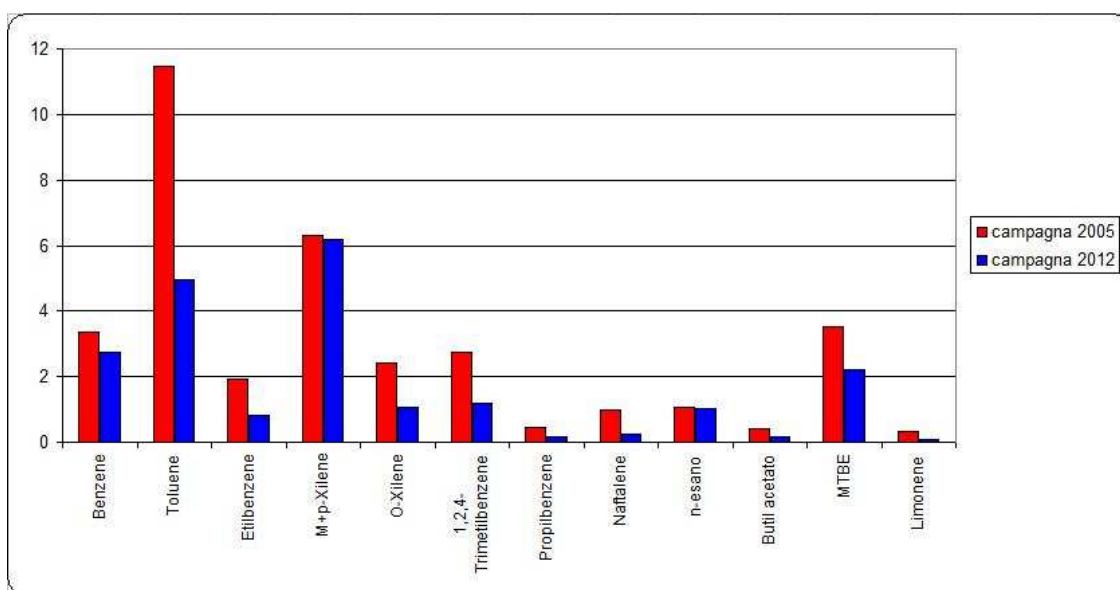


Figura 30. Istogramma di confronto delle concentrazioni a C.so Roma ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.13 Piazza Garibaldi

Tabella 22. Confronto fra le concentrazioni medie nelle due campagne in P.zza Garibaldi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parametro	2005	2012	Trend	%
Benzene	2,05	0,89	😊	56
Toluene	5,79	1,64	😊	71
Etilbenzene	1,19	0,28	😊	76
M+p-Xilene	3,91	2,03	😊	48
O-Xilene	1,50	0,35	😊	76
1,2,4-Trimetilbenzene	1,78	0,41	😊	77
Propilbenzene	0,30	0,06	😊	80
Naftalene	0,59	0,14	😊	76
n-esano	0,71	0,14	😊	80
Tetracloroetilene	1,39	0,69	😊	50
MTBE	2,71	0,29	😊	89

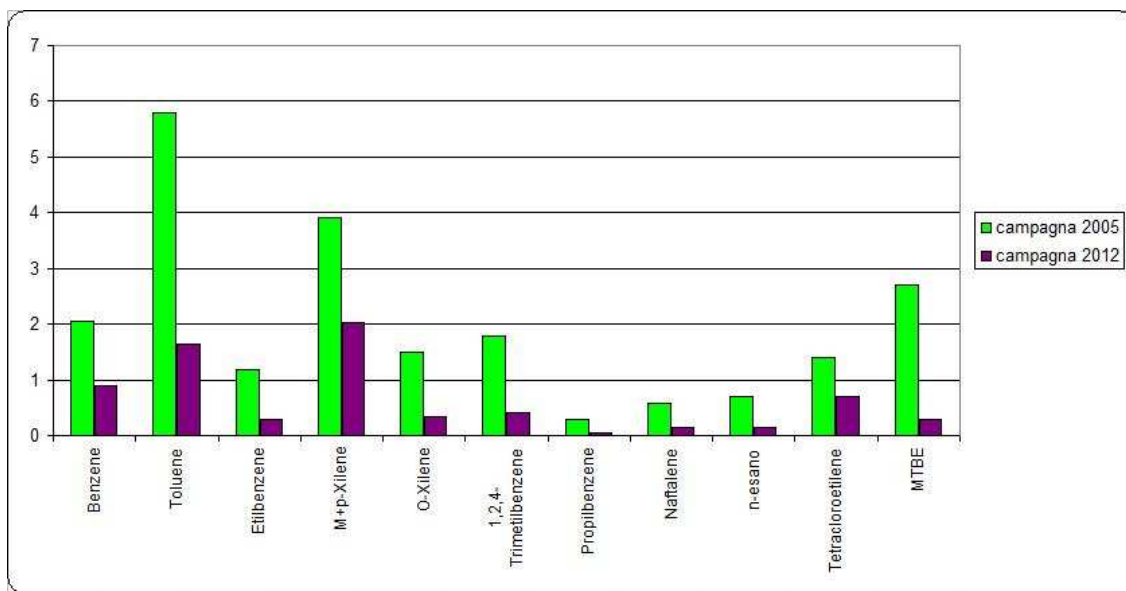


Figura 31. Istogramma di confronto delle concentrazioni a P.zza Garibaldi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Appare chiaro un netto trend verso un miglioramento della qualità dell'aria in questo sito negli ultimi sette anni, in particolare per quegli inquinanti che sono più marcatamente da considerare come indicatori di traffico auto veicolare.

4.14 Viale Cappuccini - Incrocio Via Fagiani

Tabella 23. Confronto fra le concentrazioni medie nelle due campagne in Viale Cappuccini ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parametro	2005	2012	Trend	%
Benzene	2,72	1,98	😊	27
Toluene	6,37	3,80	😊	40
Etilbenzene	1,28	0,71	😊	44
M+p-Xilene	4,14	5,23	😞	26
O-Xilene	1,56	0,94	😊	39
1,2,4-Trimetilbenzene	1,81	1,06	😊	41
Propilbenzene	0,31	0,14	😊	54
Naftalene	0,50	0,23	😊	54
n-esano	0,89	0,60	😊	32
Butil acetato	0,39	0,13	😊	66
MTBE	2,46	1,07	😊	56

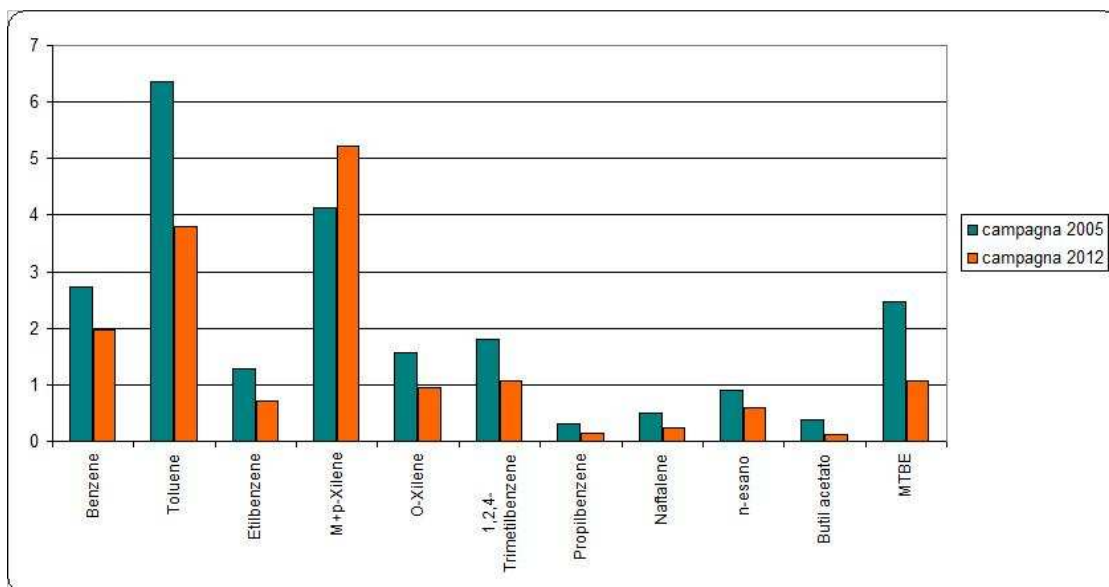


Figura 32. Istogramma di confronto delle concentrazioni a Viale Cappuccini ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

A parte il dato del meta+para-xilene, in questo sito si riscontra una tendenza netta al miglioramento della qualità dell'aria, limitatamente alla presenza di composti organici volatili.

4.15 Via Dell'Asilo

Tabella 24. Confronto fra le concentrazioni medie nelle due campagne in Via dell'Asilo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parametro	2005	2012	Trend	%
Benzene	3,71	3,55	😊	4
Toluene	9,43	9,85	😞	4
Etilbenzene	1,83	2,02	😞	10
M+p-Xilene	6,05	15,9	😞	163
O-Xilene	2,38	2,89	😞	21
1,2,4-Trimetilbenzene	2,79	3,96	😞	42
Propilbenzene	0,44	0,46	😞	4
Isopropilbenzene	0,11	0,08	😊	27
Naftalene	1,32	0,59	😊	55
n-esano	1,17	1,19	😞	2
Butil acetato	0,28	0,13	😊	53
MTBE	3,96	2,61	😊	34
Limonene	0,26	0,24	😊	7

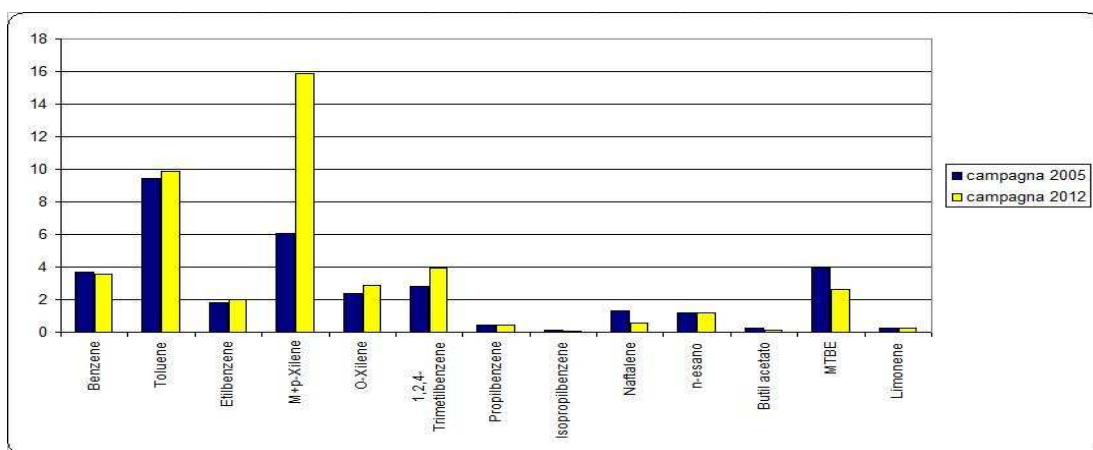


Figura 33. Istogramma di confronto delle concentrazioni in Via dell'Asilo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

In questo sito si osserva un significativo peggioramento della qualità dell'aria per ciò che concerne gli xileni e in parte il trimetilbenzene, mentre vi è una sostanziale stabilità per gli altri parametri, con il metilbutilene che fa registrare una diminuzione della sua concentrazione.

5. CONCLUSIONI

Le attività del progetto S.Q.U.I.L.L.A. finora condotte hanno avuto lo scopo di delineare un quadro descrittivo il più possibile completo, compatibilmente con le risorse e i tempi a disposizione, dello stato di qualità chimica dell'aria nel territorio del Comune di Lanciano.

Nel fare ciò si è proceduto con due distinte strategie campionarie: da un lato è stata definita una griglia regolare con maglie di 3 Km di lato, in ciascun nodo della quale si è ubicata una stazione di campionamento; dall'altro sono state individuate stazioni di campionamento nel centro urbano in aree ritenute particolarmente significative. Nel primo caso lo scopo era quello di coprire l'intero territorio comunale caratterizzandone la qualità dell'aria su area vasta, nel secondo caso l'obiettivo era quello di approfondire nel dettaglio le conoscenze sullo stato di qualità atmosferica nelle aree della città a maggiore densità abitativa e a maggiore frequentazione.

Lo strumento utilizzato per il campionamento è stato quello del campionatore passivo (in particolare quello a geometria radiale Radiello®), e le sostanze considerate sono state gli ossidi di zolfo e di azoto e i composti organici volatili.

I risultati ottenuti hanno evidenziato una evidente differenza fra i siti dell'area vasta (quasi tutti a carattere rurale e comunque poco antropizzati) e quelli dell'area urbana, a vantaggio dei primi in termini di presenza e di concentrazione degli inquinanti atmosferici.

In termini complessivi si può affermare che la qualità dell'aria nel territorio di Lanciano può essere definita discreta, buona e/o ottima in alcuni siti; tuttavia appare necessario fare alcune considerazioni.

Per quanto riguarda l'area vasta, i risultati hanno evidenziato una qualità dell'aria che si può definire buona per tutti gli inquinanti considerati. Della griglia relativa a questa stratificazione campionaria faceva parte anche il sito ricadente nella rotonda fra la Variante Frentana e via Tinari, che ha invece denotato valori di concentrazione più elevati, in particolare per l'NO₂. Tale circostanza era attesa, in quanto il sito è da intendersi come urbano, ed è pienamente coerente con quanto emerso nel precedente biomonitoraggio lichenico condotto dal CMNS per conto della Provincia di Chieti, che aveva evidenziato nello stesso sito uno stato di forte alterazione della qualità biologica dell'aria.

Negli altri siti della griglia relativa all'area vasta non si sono registrati particolari problemi e/o criticità, se si esclude la anomala concentrazione di SO₂ nel sito di Contrada Sant'Onofrio, difficilmente spiegabile in considerazione della tipologia del sito e che richiederà specifici approfondimenti. Nell'area urbana la qualità dell'aria è apparsa meno buona, anche se nel complesso la si può ritenere più che soddisfacente. Anche in questo caso, comunque, appare quanto mai opportuno persistere nel monitoraggio, soprattutto per quanto riguarda la presenza di biossido di azoto, le cui concentrazioni, in alcuni siti, hanno oltrepassato il limite di legge per ciò che concerne la protezione della salute umana e la protezione della vegetazione (tenendo presente, come già accennato, che tali limiti sono da intendersi come media annuale, mentre i risultati qui prodotti rappresentano medie sui 15 giorni).

Da questo punto di vista, deve essere posta attenzione alla zona di via Luigi De Crecchio, a quella dell'incrocio tra via Spaventa e viale Cappuccini, a quella di via dell'Asilo.

Per ciò che concerne i COV, nessun sito ha presentato valori superiori al limite dei $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il benzene (unico COV che prevede un limite di legge fra quelli qui considerati). In considerazione delle concentrazioni medie osservate si può affermare che, per quanto riguarda la presenza di COV, la qualità dell'aria nel centro urbano è discreta, buona in alcuni siti. Anche in questo caso, comunque, è opportuno monitorare lo stato di qualità in alcuni siti, fra i quali quelli di via dell'Asilo, via De Crecchio, Corso Roma, Piazza Plebiscito e zona di Santa Chiara. Il confronto fra i dati prodotti dal progetto S.QU.I.L.LA. e quelli derivanti da un precedente studio condotto dallo stesso CMNS nel 2005, con le stesse metodologie di campionamento ed analisi, denota una generale tendenza alla riduzione della concentrazione degli inquinanti studiati e, di conseguenza, un miglioramento della qualità dell'aria nella maggior parte dei siti, anche se in alcuni si è registrato un peggioramento.

Considerando il traffico veicolare come principale sorgente degli inquinanti valutati nei due studi, i miglioramenti possono essere ragionevolmente attribuiti al ringiovanimento del parco auto circolante, poiché negli ultimi sette anni non sono state attuate significative politiche di pianificazione e di controllo/limitazione dei flussi di traffico veicolare che possano avere inciso in maniera significativa sulla quantità e distribuzione spaziale delle emissioni e, quindi, sulle concentrazioni in aria ambiente di determinati inquinanti. I benefici apportati dallo svecchiamento del parco auto sono stati in alcuni casi "compensati" dagli aumentati flussi, elemento che può spiegare i peggioramenti osservati in alcuni siti di campionamento.

Il confronto con i dati ottenuti dai rilievi dei flussi di traffico effettuati dal Comune di Lanciano in un periodo praticamente coincidente con la prima parte dello studio S.QU.I.L.LA. potrà risultare di grande interesse ed utilità per la verifica ed eventuale conferma delle considerazioni sopra espresse.