

COMMENTO RELATIVO ALL'ANALISI DEI DATI DI
BTEX IN LOCALITÀ PANZANO (MONFALCONE)

13 LUGLIO – 10 SETTEMBRE 2017

L'intento dell'indagine è stato quello di verificare l'andamento dei COV in aria ambiente andando a confrontare i dati raccolti nel sito indagato con altri due siti scelti, l'uno (via S. Daniele – Udine), in quanto collocato in una zona caratterizzata da intenso traffico veicolare, l'altro (Brugnera – PN), in quanto collocato in una zona caratterizzata da piccole realtà industriali legate alla produzione di mobili d'arredo.

Il monitoraggio è stato condotto mediante strumentazione del tipo GC-PID di cui ogni centralina è dotata (GC 855 di SINTECH SPECTRAS presso la cabina di Panzano, GC 2000 di ORION presso la cabina di via San Daniele, GC 855 di SINTECH SPECTRAS presso la cabina di Brugnera).

Risultati e discussione

Le statistiche di base dei dati raccolti sono riportate in Allegato 1 e da esse sono state estrapolate le osservazioni riportate di seguito.

La numerosità dei dati orari validi raccolti nel periodo sopraindicato è riportata in Tabella 1. Come si osserva, il maggior dettaglio speciativo sui COV è prestato proprio nella stazione di Panzano, segue la stazione di Brugnera, infine, per la stazione di Udine sita in via San Daniele, l'interesse è limitato alla valutazione di benzene e toluene a causa della espressa esposizione al solo traffico cittadino cui è soggetta la zona.

Tabella 1: copertura dei dati validi su un totale di 1440 ore di monitoraggio.

Sito	Benzene	Toluene	o-Xilene	m,p-Xilene	Etilbenzene
Panzano (GO)	1230	1229	1230	1230	1230
Brugnera (PN)	1347	1379	1379	-	-
Via S. Daniele (UD)	1413	1404	-	-	-

I dati registrati dalle tre stazioni sono stati elaborati ed è stata svolta una analisi statistica di base al fine di ottenere informazioni utili a riscontrare differenze significative fra i tre siti per gli analiti considerati.

In Figura 2, Figura 3 e Figura 4 sono riportati rispettivamente i box-plot di benzene, toluene ed o-xilene dove sono indicate le concentrazioni degli analiti espresse in microgrammi al metro cubo per le tre diverse postazioni di misura. I riquadri rosa sono delimitati, in basso, dal primo quartile e, in alto, dal terzo quartile; la mediana è rappresentata dalle barre orizzontali all'interno dei riquadri; le barre esterne al riquadro rappresentano i valori minimi (in basso) e massimi (in alto); nel riquadro grigio in alto a destra si può apprezzare meglio il dettaglio dei box-plot.

In Figura 2 si osservano concentrazioni di benzene statisticamente maggiori in via San Daniele (UD) rispetto alle altre due stazioni che sono notevolmente meno impattate dal traffico veicolare e presentano un terzo delle concentrazioni di via San Daniele. Si confrontino anche, in Tabella 2, i rapporti delle concentrazioni di benzene fra le tre stazioni (valori evidenziati in blu). Si tenga infine presente che la media nel bimestre considerato, anche nella stazione udinese, si attesta a $0.61 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ben al di sotto del valore limite di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

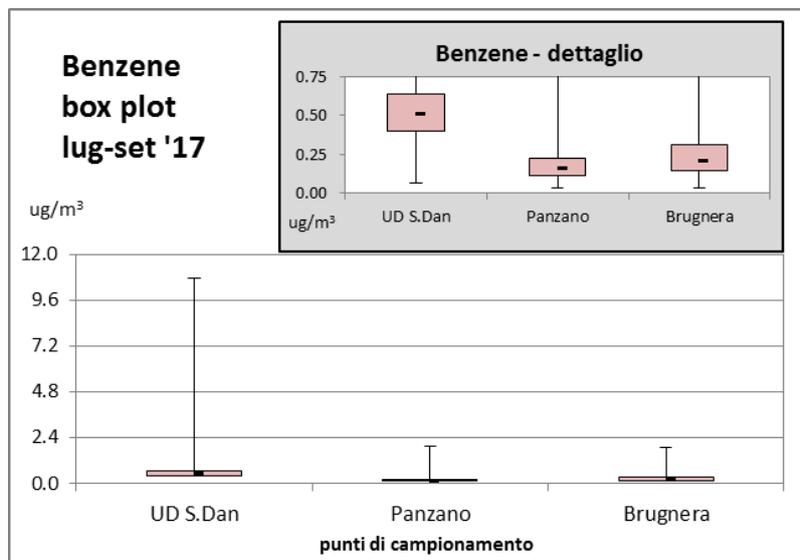


Figura 2: Esiti del monitoraggio per il benzene.

In Figura 3 si osserva che, invece, le concentrazioni di toluene non sono statisticamente diverse fra le tre stazioni (cfr. Tabella 2, valori evidenziati in rosso), indicando, presso Panzano e Brugnera, un contributo di toluene supplementare rispetto a quello del traffico. Risulta infatti che, se il rapporto medio T/B presso via San Daniele (UD) è effettivamente 3:1, diagnostico del traffico veicolare, presso i siti peri-industriali tale rapporto passa a 6:1 (cfr. Tabella 2, valori evidenziati in viola). In generale si osservano valori massimi ben al di sotto del valore obiettivo indicato dall'OMS per tale inquinante (260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media settimanale).

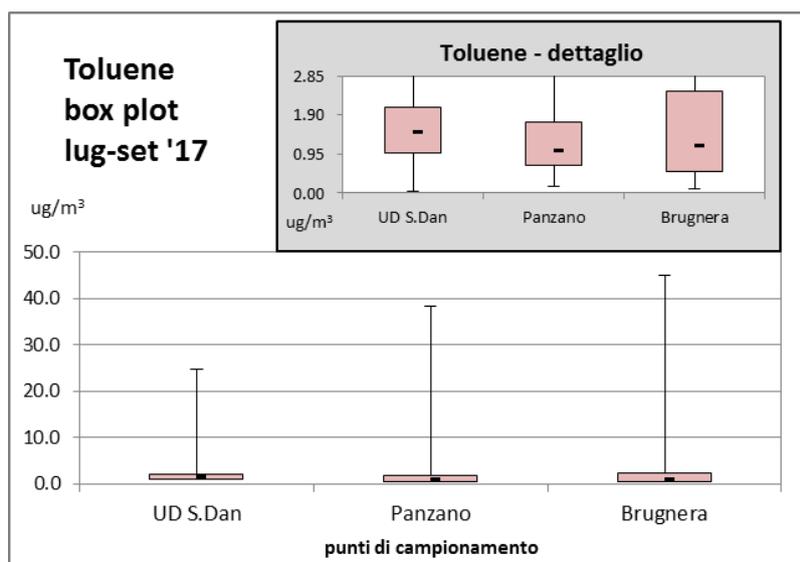


Figura 3: Esiti del monitoraggio per il toluene.

Tabella 2: rapporti fra le mediane delle concentrazioni di benzene (B), in blu, e toluene (T), in rosso, nelle tre stazioni (UD = via San Daniele, Pan = Panzano, Bru = Brugnera). In viola i rapporti fra toluene e benzene per ogni stazione.

rapporti	numer. →	B UD	B Pan	B Bru	T UD	T Pan	T Bru
denom. ↓	mediana (µg/m ³)	0.51	0.16	0.21	1.47	1.03	1.15
B UD	0.51	1	0.32	0.42	2.91	2.04	2.27
B Pan	0.16	3.12	1	1.30	9.08	6.36	7.07
B Bru	0.21	2.40	0.77	1	6.98	4.90	5.44
T UD	1.47	0.34	0.11	0.14	1	0.70	0.78
T Pan	1.03	0.49	0.16	0.20	1.43	1	1.11
T Bru	1.15	0.44	0.14	0.18	1.28	0.90	1

Nella Figura 4 sono riportati i box-plot relativi alle concentrazioni di *o*-xilene nelle due stazioni che lo monitorano; anche qui, come nel caso del toluene, non si osservano differenze statisticamente significative fra i due siti peri-industriali che denotano valori massimi ben al di sotto del valore obiettivo indicato dall'OMS (870 µg/m³ media annuale per la somma dei tre isomeri).

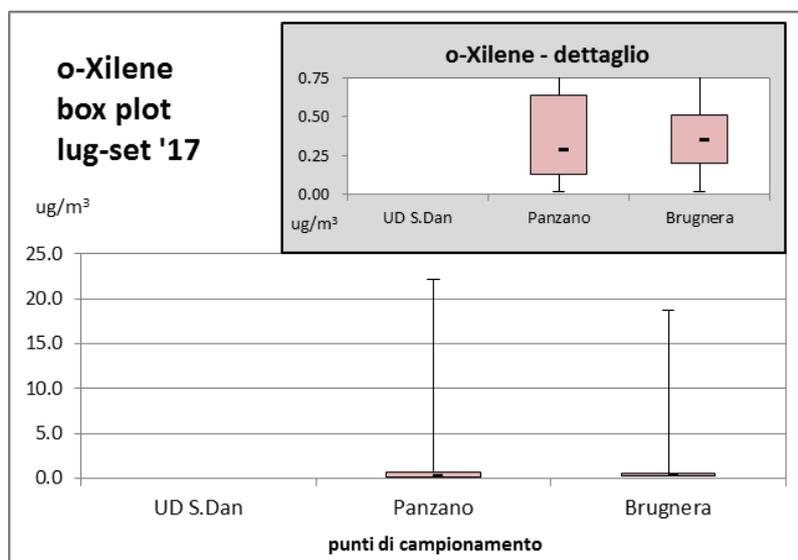


Figura 4: Esiti del monitoraggio per l'*o*-xilene.

In Figura 5 il box-plot rappresenta le concentrazioni di tutti i COV monitorati nella stazione di Panzano (benzene, toluene, etilbenzene, xileni) dove si osserva una maggior dispersione dei dati di toluene, etilbenzene e xileni, a differenza del benzene, a suggerire condizioni di vicinanza ad una sorgente circoscritta di tali composti; dal grafico a torta (Figura 6) si apprezza come la maggior parte dei COV aerodispersi sia ascrivibile alla classe degli xileni (60%) i quali, come detto, sono largamente utilizzati nelle vernici; scarso è invece il contributo di benzene (3%) che è prodotto dal traffico veicolare.

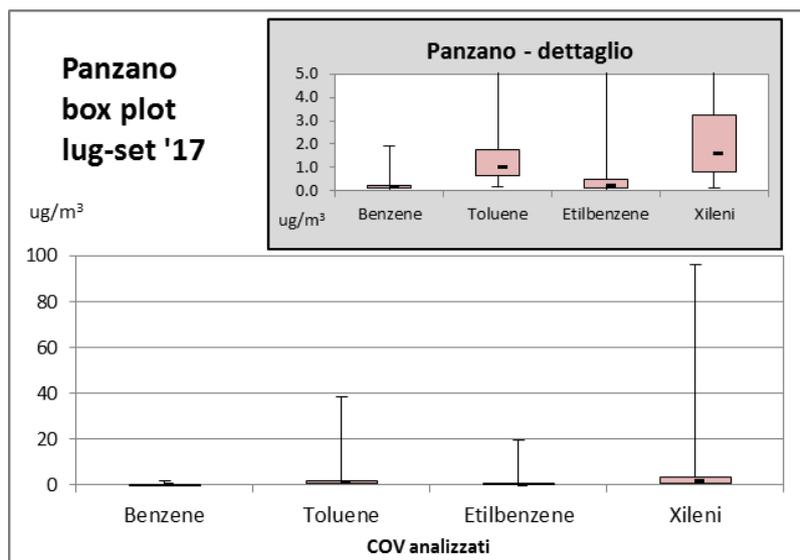


Figura 5: box-plot delle concentrazioni dei COV a Panzano con relativo dettaglio nel riquadro grigio in alto.

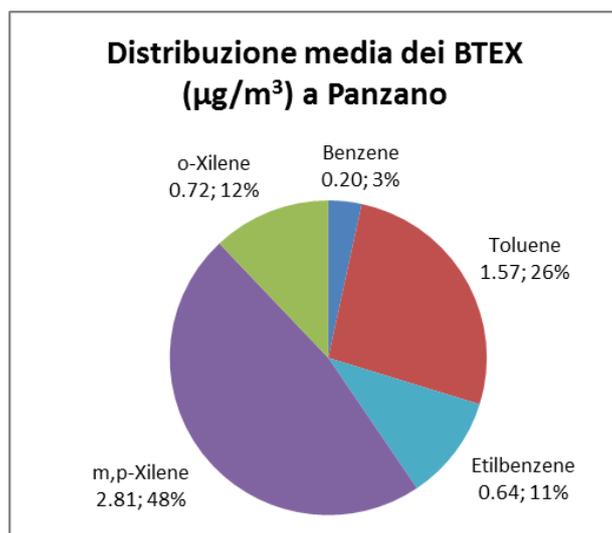


Figura 6: grafico a torta relativo alla composizione media dei COV nella medesima area.

In Tabella 3 si possono verificare le matrici di correlazione fra i diversi analiti nelle diverse stazioni indagate: si osserva che solo nella stazione di traffico i parametri benzene e toluene sono ben correlati ad indicare la medesima fonte emissiva (il traffico) mentre ciò non accade nelle aree dove le fonti di toluene sono plurime ed indipendenti. È molto interessante osservare come xileni ed etilbenzene siano strettamente correlati fra loro ad indicare la medesima ed univoca fonte emissiva che è diversa dal traffico in quanto non sussiste correlazione con benzene e toluene.

Tabella 3: matrici di correlazione fra gli analiti monitorati rispettivamente nelle stazioni di San Daniele (Udine), Panzano e Brugnera; le correlazioni elevate (> 0.75) sono evidenziate in verde. In azzurro sono riportati i rispettivi *p-uncorr.*

UD	B	T
B	1	0
T	0.91	1

Pan	B	T	EB	mp-X	o-X
B	1	9E-33	1E-17	1E-21	4E-19
T	0.33	1	3E-23	5E-30	3E-27
EB	0.24	0.28	1	0	0
mp-X	0.27	0.32	0.97	1	0
o-X	0.25	0.30	0.92	0.96	1

Bru	B	T	o-X
B	1	9E-112	2E-05
T	0.56	1	7E-80
o-X	0.12	0.48	1

Un'ulteriore elaborazione dei dati è stata svolta per verificare eventuali differenze nelle concentrazioni atmosferiche di COV fra i diversi giorni della settimana. In Figura 7 si evidenzia che, presso Panzano, le mediane delle concentrazioni dei tre analiti si equivalgono nei giorni feriali e nei sabati mentre, nelle domeniche, le concentrazioni si attestano a valori inferiori. Per quanto riguarda la stazione di traffico di via San Daniele, relativamente ai parametri benzene e toluene, si osserva un *trend* che rispecchia i flussi di traffico nell'arco della settimana registrando il valore minimo in corrispondenza delle domeniche. Relativamente alla stazione di Brugnera, infine, si osserva una situazione intermedia alle due stazioni precedentemente descritte.

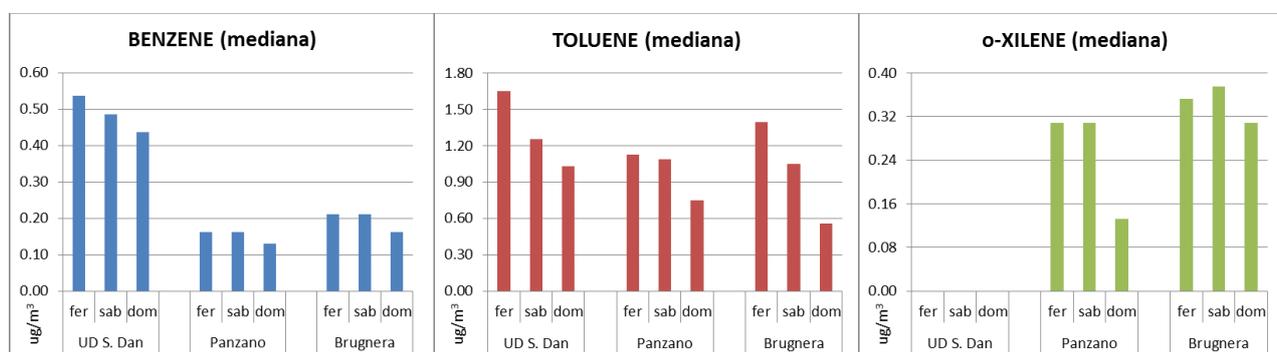


Figura 7: mediane delle concentrazioni di benzene (blu), toluene (rosso) e o-xilene (verde) nelle tre stazioni di riferimento (UD S. Dan, Panzano, Brugnera), nei giorni feriali (fer), di sabato (sab) e domenica (dom).

Una più dettagliata indagine, mirata espressamente alle rilevazioni effettuate presso Panzano, ha condotto al confronto del giorno tipo¹ feriale (giovedì) e festivo (domenica); in questo modo è stato possibile confrontare l'evoluzione circadiana delle concentrazioni medie degli analiti; per completezza, a questo tipo di grafico è stato abbinato anche il medesimo andamento relativo alla direzione prevalente del vento.

In Figura 8 si osserva come le evoluzioni circadiane per benzene e toluene siano fra loro confrontabili ancorché il toluene manifesti maggiori concentrazioni notturne soprattutto nel giorno feriale. Andamento diverso si osserva, invece, per gli altri analiti (xileni ed etilbenzene) che presentano picchi massimi diurni alle ore 11 e 18 (ora solare) nel giorno feriale. Anche per questi inquinanti si riscontra una maggior concentrazione nel periodo notturno, similmente a quanto visto per il toluene. Di domenica si osserva una drastica riduzione delle loro concentrazioni in aria ambiente ad indicare l'interruzione della fonte emissiva.

In Figura 9 si osserva come le fluttuazioni circadiane delle concentrazioni dei COV (in particolare xileni, etilbenzene e, in parte, toluene) siano compatibili con il regime anemologico che caratterizza l'area in questione, ovvero brezza di mare da sud (180° N) durante il giorno e brezza di terra da ENE durante la notte.

¹ Si definisce giorno tipo il giorno i cui valori medi orari sono dati dalla media dei valori misurati alla stessa ora per tutti i giorni considerati.

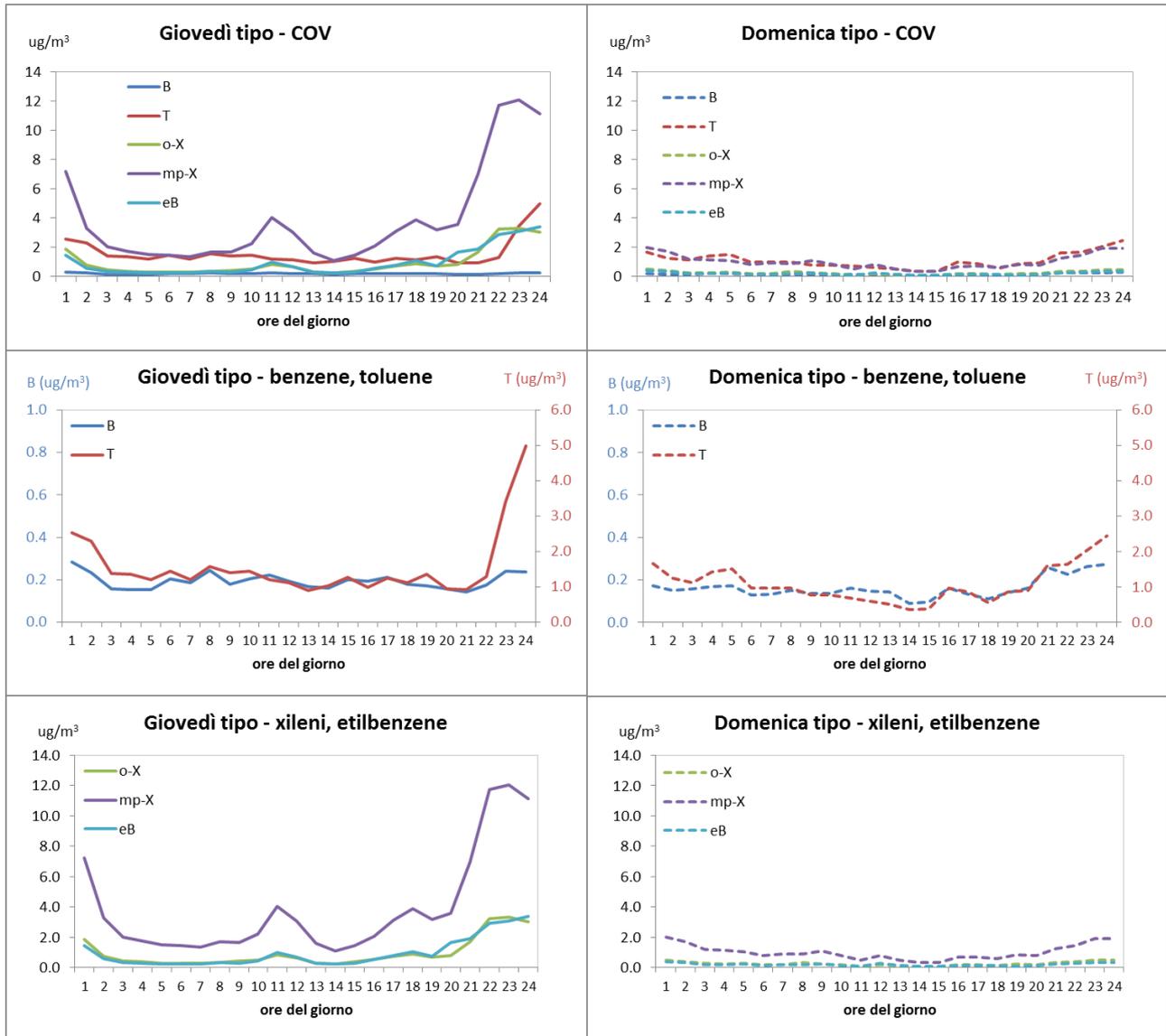


Figura 8: giorno tipo per i COV indagati presso Panzano; a sinistra grafici del giovedì tipo, a destra della domenica tipo; gli andamenti di tutti gli analiti sono riportati nei due grafici in alto, al centro i due grafici per benzene e toluene, in basso per xileni ed etilbenzene.

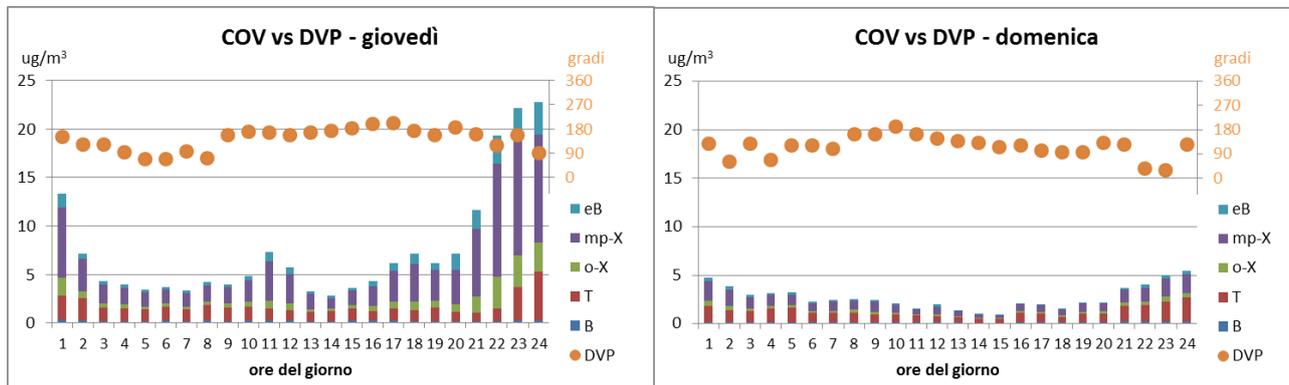


Figura 9: giorno tipo dei COV indagati presso Panzano (a sinistra grafici del giovedì tipo, a destra della domenica tipo) con l'aggiunta dei dati medi della direzione del vento prevalente (DVP) misurata in gradi (0°, 360° = N, 90° = E, 180° = S, 270° = O).

Conclusioni

Il presente caso di studio ha analizzato l'andamento delle concentrazioni in aria ambiente dei composti organici volatili (COV) nell'area di Panzano; i COV analizzati sono stati il benzene, il toluene, l'etilbenzene e gli xileni (BTEX) solo per il primo dei quali, legato espressamente al traffico veicolare, sussiste un valore limite imposto per legge vista la sua accertata cancerogenicità.

L'analisi dei dati inerenti alle concentrazioni dei BTEX rilevate con continuità fra luglio e settembre 2017 a Panzano è stata effettuata utilizzando, a titolo di raffronto, misure analoghe effettuate nello stesso periodo presso altri siti facenti parte della Rete Regionale di Monitoraggio della Qualità dell'aria soggetti a traffico veicolare (via S. Daniele, Udine) e alle emissioni di piccole realtà industriali diffuse (Brugnera - PN). Questo raffronto ha permesso di evidenziare che in località Panzano sussiste uno scarso impatto dovuto agli scarichi degli automezzi e le concentrazioni medie di benzene si attestano a valori ben inferiori al limite di legge (valore mediato su due mesi pari a $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ contro i $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ imposti per legge come media annua).

Si riscontrano evidenze rispetto ad una fonte emissiva di toluene additiva rispetto a quella del traffico che potrebbe essere associata all'impiego di vernici poiché, a fronte di un rapporto T/B da traffico pari a 3:1, a Panzano il rapporto T/B risulta essere pari a 6:1. Si osserva inoltre una riduzione drastica delle concentrazioni in aria ambiente di xileni ed etilbenzene nei giorni festivi rispetto a quelli feriali potenzialmente ascrivibile anche ad una ridotta attività emissiva delle realtà produttive che insistono sull'area.

L'analisi anemologica preliminare, ancorché condotta con un numero limitato di dati, suggerisce che l'origine dei COV indagati (escluso il benzene derivante dalla sorgente diffusa di traffico) sia associabile a sorgenti posizionate a est o nord est rispetto al punto di misura. Sarà comunque necessario aumentare la base dati al fine di poter contare su una base statistica maggiore per confermare o smentire questa evidenza preliminare.

Il Responsabile

Fulvio Stel

*(documento informatico sottoscritto con
firma digitale ai sensi del d.lgs. 82/2005)*

Allegato 1

Statistiche di base delle concentrazioni (esprese in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) dei BTEX monitorati presso Panzano, Brugnera (PN) e Udine (via S. Daniele) nel periodo 13 luglio – 10 settembre 2017.

	Panzano						Brugnera			UD san Daniele	
	benzene	toluene	etilbenzene	<i>m,p</i> -xilene	<i>o</i> -xilene	Σ xileni	benzene	toluene	<i>o</i> -xilene	benzene	toluene
min	0.03	0.15	0.04	0.10	0.02	0.12	0	0.11	0.02	0.06	0.03
1q	0.11	0.67	0.13	0.65	0.13	0.80	0.15	0.52	0.20	0.40	0.98
mediana	0.16	1.03	0.24	1.27	0.29	1.58	0.21	1.15	0.35	0.51	1.47
3q	0.23	1.74	0.51	2.59	0.64	3.23	0.29	2.47	0.51	0.64	2.09
max	1.93	38.32	19.53	74.01	22.22	96.23	1.88	45.05	18.73	10.76	24.71
media	0.20	1.57	0.64	2.81	0.72	3.53	0.25	1.86	0.45	0.61	1.75
dev.st.	0.16	2.31	1.47	5.49	1.58	7.02	0.17	2.35	0.78	0.63	1.57
DS%	81%	147%	230%	195%	221%	199%	67%	126%	172%	104%	90%
conta	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440
non vuote	1230	1229	1230	1230	1230	1230	1379	1379	1379	1413	1404
% dati	85%	85%	85%	85%	85%	85%	96%	96%	96%	98%	98%