

14th CIRIAF National Congress
Energy, Environment and Sustainable Development

Caratterizzazione della qualità dell'aria in un comune di medie dimensioni con concentrazioni di benzene localmente elevate.

Cristina Otta ^{1,*}, Elena Scagliotti ², Laura Erbetta ²

¹ ARPA Piemonte, Via Pio VII n.9 – 10135 Torino, Italy

* E.mail: c.otta@arpa.piemonte.it

Abstract: Al fine di caratterizzare le emissioni da traffico e gli eventuali contributi ulteriori da attività produttive è stato pianificato un monitoraggio della durata di circa 30 giorni con utilizzo di un laboratorio mobile, campionatori passivi e conta traffico.

Lo studio ha preso in considerazione gli inquinanti per i quali il trasporto su strada rappresenta la principale fonte di emissione in ambito urbano: PM10, NO2, CO e Benzene per i quali sono fissati limiti normativi (D.lgs. 155/2010). L'utilizzo, in concomitanza con i rilevamenti del laboratorio mobile, di campionatori passivi in tre punti localizzati presso il Comune di Vinchio, sulla SP58A al Km 18 e in Piazza IV Novembre nel Comune di San Damiano d'Asti ha avuto lo scopo di mappare le concentrazioni a livello locale di BTX per i quali si stimava una somma di contributi a livello locale sia del fattore traffico che di alcune emissioni industriali (azienda produttrice di bitume, pastificio industriale e alcune aziende di verniciatura e stampaggio materie plastiche).

Keywords: Benzene, NO2, PM10

1. Introduzione

La Pianura Padana, delimitata a nord e a ovest dalle Alpi, e a sud dagli Appennini, costituisce per la qualità dell'aria, un bacino chiuso, in cui gli inquinanti emessi nell'area tendono a ristagnare. La velocità del vento media risulta tra le più basse d'Europa e le condizioni meteorologiche sono spesso sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti.

L'inquinamento dell'aria comporta problemi per la salute pubblica, specialmente nella stagione invernale, da novembre a febbraio, dove agli episodi di inquinamento giornaliero sono spesso associati fenomeni di inversione termica.

Il benzene è un idrocarburo aromatico monociclico costituito da sei atomi di carbonio disposti ad anello. A temperatura ambiente e alla pressione atmosferica è allo stato liquido, tuttavia, essendo

caratterizzato da un'elevata pressione di vapore, evapora velocemente e lo si trova in aria allo stato di vapore. Il tempo di residenza in aria varia da alcune ore ad alcuni giorni, a seconda dell'ambiente, del clima e delle concentrazioni delle sostanze con cui reagisce.

Il Benzene è una sostanza cancerogena per l'uomo. E' stata classificata:

- dalla UE come cancerogena di categoria 1 (R45);
- dalla I.A.R.C. (International Agency for Research on Cancer) nel gruppo 1 (cancerogene accertate per l'uomo);
- dalla A.C.G.I.H (American Conference of Governmental Industrial Hygienist) in classe A1 (cancerogeno accertato per l'uomo).

Dall'esposizione ad elevate concentrazioni si riscontrano danni acuti al midollo osseo, mentre un'esposizione cronica può causare la leucemia. Studi di mutagenesi evidenziano inoltre che il benzene agisce sul bagaglio genetico delle cellule.

Il traffico autoveicolare è la principale sorgente di inquinamento da Benzene. Nei paesi industrializzati, esso è responsabile di una percentuale compresa tra il 71% e l'87% delle emissioni totali su scala nazionale (in Italia, la percentuale varia, a seconda delle stime, tra il 75% e l'85%). In ambito urbano questa proporzione risulta ancora maggiore, fino a valori di circa il 98%. Dai dati complessivi il contributo maggiore viene dalle autovetture a benzina non catalizzate, seguite dai ciclomotori e dalle vetture catalizzate. Da una valutazione dei fattori di emissione invece, la predominanza è dei ciclomotori, seguiti dai veicoli commerciali leggeri a benzina non catalizzati, dalle autovetture non catalizzate e infine dai motocicli. (Fonte ANPA).

Nelle aree urbane si riscontrano livelli di benzene spesso superiori al limite annuale di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ imposto dalla normativa; essendo emesso quasi esclusivamente dal traffico l'inquinante tende infatti a ristagnare in prossimità degli archi stradali, soprattutto in condizioni di stabilità atmosferica.

In Piemonte il rilevamento della qualità dell'aria è attualmente costituito da 66 stazioni, di cui 6 private, gestite da ARPA. Le stazioni sono dislocate sul territorio in modo da rappresentare in maniera significativa le diverse situazioni di fondo, traffico e industriali.

La Provincia di Asti dispone di tre stazioni fisse per il rilevamento in continuo degli inquinanti: stazione di Salvo d'Acquisto, rappresentativa dell'esposizione della popolazione poiché situata in area urbana in zona ad elevata densità abitativa; stazione Baussano, rappresentativa dell'inquinamento da traffico poiché posizionata in area urbana ad intenso traffico veicolare; stazione di Vinchio, collocata in area rurale al fine di determinare l'inquinamento di fondo presente in assenza di sorgenti emissive.

In questo studio è stato utilizzato un laboratorio mobile per misurare le concentrazioni dei principali inquinanti atmosferici per i quali il trasporto su strada rappresenta la principale fonte di emissione in ambito urbano. I risultati sono stati confrontati con quelli ottenuti nel medesimo periodo nella stazione da traffico di AT_Baussano.

Parallelamente sono stati utilizzati a scopo di confronto campionatori passivi specifici per la determinazione dei VOC (tipo Radiello®). E' stato altresì utilizzato un contatraffico per determinare il numero di passaggi veicolari lungo una strada comunale.

Il monitoraggio è stato effettuato nel mese di dicembre 2013 in condizioni quindi non favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

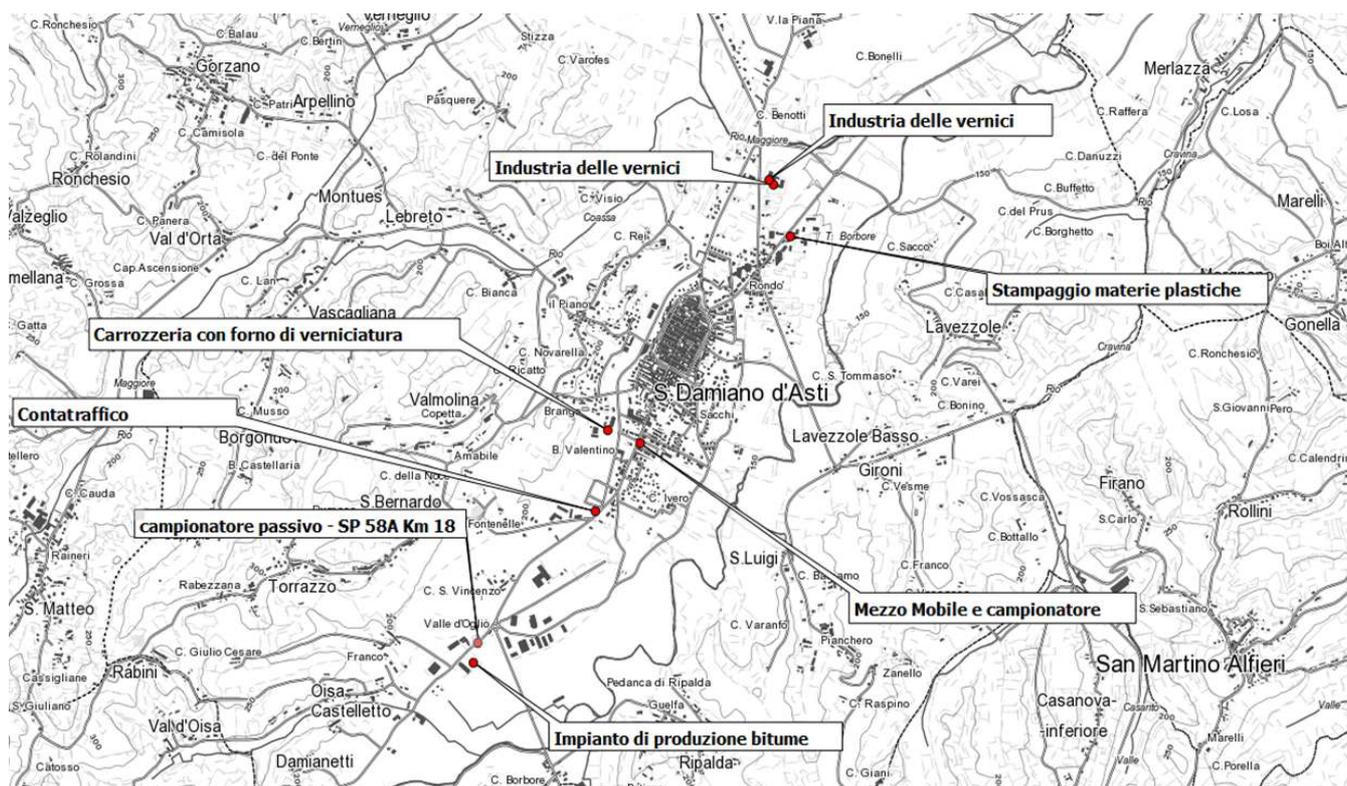
2. San Damiano d'Asti

Il Comune di San Damiano d'Asti è situato a 15 Km dal capoluogo provinciale. E' un paese dell'alto Monferrato, un territorio costituito dai lembi estremi delle Langhe, del Monferrato appunto e del Roero; conta circa 9.000 abitanti. E' stato inserito dalla legislazione regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria in zona 3P (zona di piano). Per le zone 3P la valutazione della qualità dell'aria Anno 2001 stima il rispetto dei limiti stabiliti dal D.lgs 155/2010 ma con valori tali da poter comportare il rischio di superamento dei limiti medesimi poiché, essendo stimato il superamento della soglia di valutazione superiore per due inquinanti, ci si mantiene appena al di sotto dei limiti previsti. [1]

Non è attraversato ad archi stradali importanti, tuttavia i rilievi effettuati dalla Provincia di Asti con contatraffico per la durata di una settimana nel dicembre 2013 hanno evidenziato un elevato numero di veicoli circolanti.

Nell'area sono presenti numerose attività industriali di piccole dimensione (figura 1), principalmente appartenenti al settore delle verniciature, stampaggio materie plastiche e produzione del bitume.

Figura 1: Particolare dell'area



I principali contributi emissivi stimati per il Comune di San Damiano d'Asti espressi in tonnellate/anno e suddivisi per fonti di emissione sono forniti da IREA (Inventario regionale delle emissioni in atmosfera), che consiste in una raccolta sistematica dei dati relativi ai principali inquinanti, emessi in un anno, in una determinata area geografica, da attività e processi di origine sia antropica che naturale (Tabella 1). Nell'inventario sono stimate esclusivamente le emissioni primarie

(inquinanti emessi tal quale e direttamente in atmosfera dalle sorgenti considerate); non sono considerati i fenomeni diffusivi, di trasporto e di trasformazione degli inquinanti.

Tabella 1. Emissioni di microinquinanti per macrosettore (tonnellate/anno) a San Damiano d'Asti

MACROSETTORE	CH4 (t)	CO (t)	CO2 (kt)	N2O (t)	NH3 (t)	NMV OC (t)	NOx (come NO2) (t)	SO2 (t)	PTS (t)	PM10 (t)	PM2.5 (t)
Combustione non industriale	21.18	325.77	17.47	3.44	0.5948	56.01	18.18	12.44	35.84	34.43	33.36
Combustione nell'industria	0.13	1.04	3.03	0.19		0.13	3.63	2.67	0.15	0.12	0.10
Processi produttivi						2.36			0.00	0.00	0.00
Estrazione e distribuzione combustibili	38.98					4.30					
Uso di solventi						37.62					
Trasporto su strada	1.70	122.21	12.50	0.39	1.1421	20.00	52.26	0.39	6.89	13.02	5.03
Altre sorgenti mobili e macchinari	0.05	9.65	2.54	0.11	0.0064	3.13	28.20	0.08	1.40	1.40	1.40
Trattamento e smaltimento rifiuti	1.23			0.06	1.5655						
Agricoltura	356.97			17.76	154.88	67.87	0.54		1.96	0.82	0.26
Altre sorgenti e assorbimenti		0.67	-15.98			128.36			0.43	0.43	0.43

3. Modalità operative e strumentazione utilizzata

Laboratorio mobile

Il laboratorio mobile è dotato di analizzatori automatici in grado di monitorare in continuo e di fornire dati in tempo reale. La dotazione strumentale e il principio di funzionamento sono riassunti nella tabella 2.

Tabella 2. Dotazione strumentale laboratorio mobile

dotazione strumentale	principio di funzionamento
ozono (O3)	assorbimento UV
ossidi di azoto (NOx)	chemiluminescenza
monossido di carbonio	infrarosso IR
benzene, toluene e xilene (BTX)	gascromatografo
pm10	Gravimetrico

Sia nella stazione fissa che sul mezzo mobile l'aria da campionare è prelevata attraverso una "testa di prelievo" che pompa una quantità d'aria sufficiente da poter essere inviata ai vari analizzatori e direttamente analizzata.

Il laboratorio mobile è stato posizionato dal 06 al 29 dicembre 2013 in Piazza IV Novembre al fine di valutare l'effettiva esposizione della popolazione agli inquinanti stabiliti dalla normativa. Il luogo è stato scelto come rappresentativo di una situazione di fondo urbano, non direttamente adiacente a grosse arterie stradali, in modo da simulare l'esposizione media dei cittadini. (coordinate UTM X: 435835 Y: 4964409).

I principali parametri meteorologici del periodo sono stati determinati utilizzando i sensori presenti sul laboratorio mobile. I parametri analizzati sono: direzione e velocità del vento, temperature dell'aria e precipitazioni.

Campionatori passivi

Il radiello® è un campionatore passivo di geometria cilindrica che consente il campionamento di gas o vapori di sostanze disperse in aria, in grado di operare senza l'ausilio di sorgenti di energia esterna, quindi senza dover ricorrere all'utilizzo di aspirazione forzata. Il principio su cui si basano i campionatori passivi è la diffusione.

Gli analiti ricercati, attraverso la diffusione, penetrano all'interno del campionatore passivo e si accumulano su di un materiale di supporto in grado di adsorbirli reversibilmente.

Le specie chimiche, "trattenute" dal materiale adsorbente, sono quindi desorbite, una volta arrivate in laboratorio, con solfuro di carbonio e caratterizzate mediante tecniche cromatografiche.

La portata del campionamento di un campionatore passivo dipende dal coefficiente di diffusione della singola specie chimica e dalla geometria del corpo diffusivo. Il coefficiente di diffusione è funzione della pressione atmosferica e della temperatura, di conseguenza anche la portata di campionamento dipende da questi parametri.

I campionatori passivi sono stati utilizzati in 3 postazioni: due presso il comune di San Damiano (una adiacente al laboratorio mobile e una lungo la SP 58A al Km 18), una presso la stazione di monitoraggio della qualità dell'aria di Vinchio in qualità di bianco ambientale.

La prima postazione è stata scelta a scopo di confronto dei dati ottenuti dal gascromatografo presente sul laboratorio mobile. La seconda perché in prossimità dell'azienda produttrice di bitume ritenuta significativa.

Il campionamento è durato una settimana, dal 23 al 30 dicembre 2013.

Contatraffico

Il contatraffico utilizzato è il modello Traffic 3000 a 10 classi di velocità, 5 classi di veicoli e margine di rilevamento 1-255 km/h. E' stato posizionato in corso Roma al numero civico 58 per una settimana, da lunedì 16 dicembre a domenica 22 dicembre.

4. Risultati

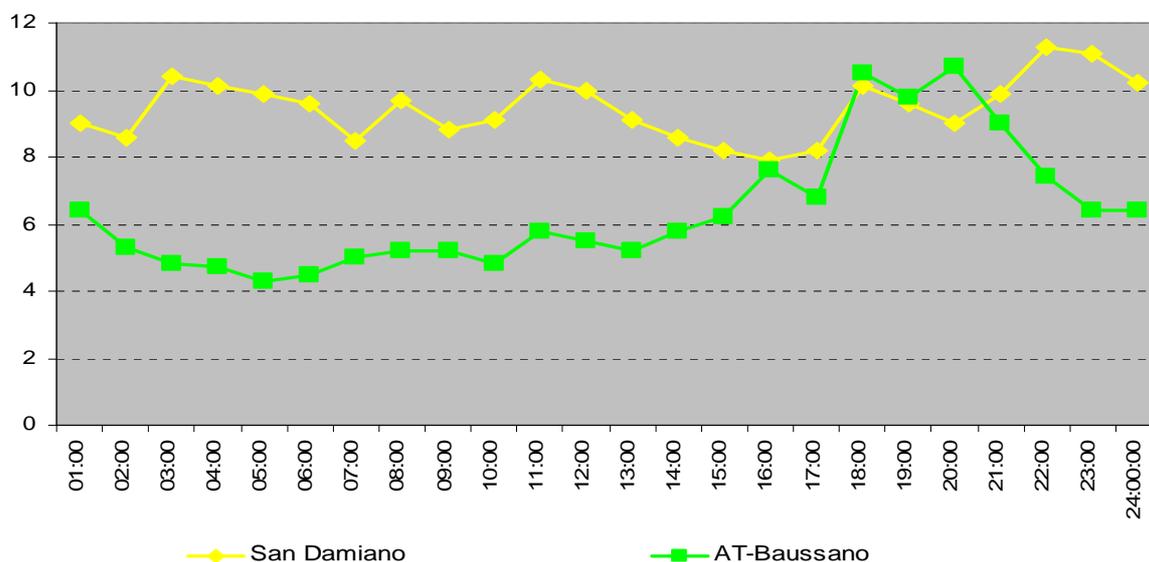
4.1 Benzene

Le concentrazioni registrate dal laboratorio mobile a San Damiano confrontate con quelle della stazione da traffico di Asti-Baussano vengono riassunte nella tabella 3:

Tabella 3. Risultati Benzene

Benzene	San Damiano	Asti-Baussano
Media valori orari	6.2 µg/m ³	3.0 µg/m ³
Massima media oraria	11.3 µg/m ³	10.7 µg/m ³

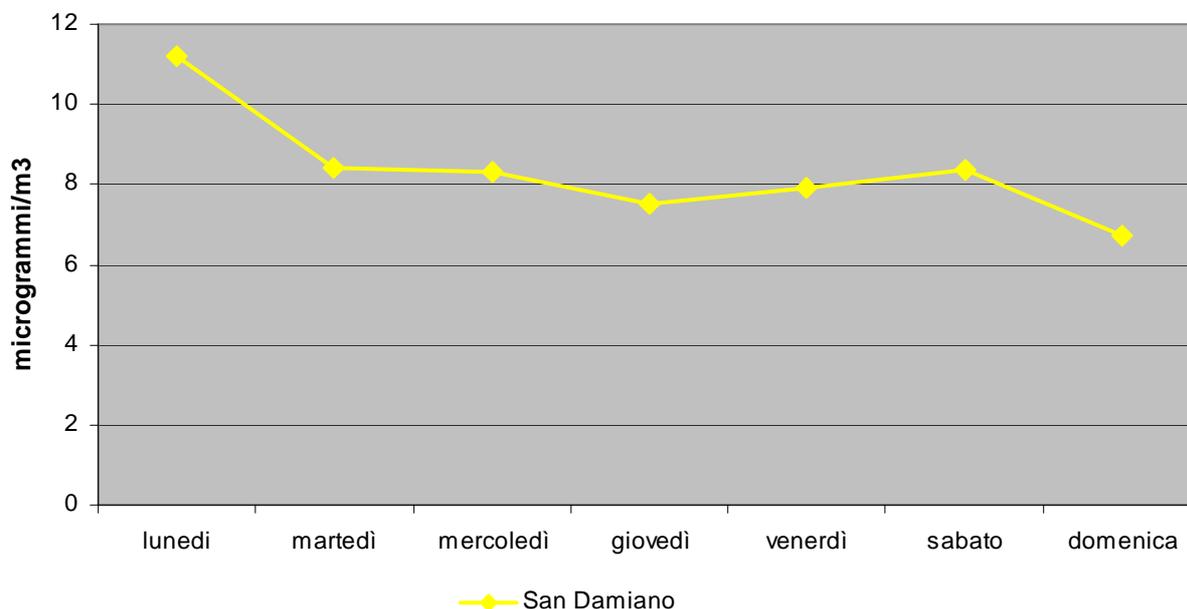
Sono stati calcolati gli andamenti del giorno tipico in entrambe le stazioni (figura 2).

Figura 2. Giorno tipo Benzene

Contrariamente ai profili di Asti-Baussano, le concentrazioni si mantengono pressochè stabili e con valori elevati sino alle 21:00 circa, dove subiscono un ulteriore incremento. Il profilo risultante non è quello tipico di un inquinante da traffico, con picchi di concentrazione nelle ore di punta del traffico, ma presuppone l'esistenza di emissioni diffuse nell'area monitorata o di condizioni meteo stabili e non favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

Gli andamenti settimanali confermano la stretta dipendenza tra traffico ed inquinamento (la scala settimanale è tra l'altro l'unica scala temporale dove il fattore meteorologia non ha influenza sugli andamenti): è infatti evidente un sensibile decremento dell'inquinamento medio nel fine settimana dove i flussi di traffico sono inferiori (figura 3).

Figura 3. Settimana tipo Benzene



Per quanto riguarda i campionatori passivi, la tabella 4 mostra le concentrazioni medie ottenute nella settimana in cui è stato eseguito il monitoraggio nei 3 punti considerati .

Tabella 4. Benzene risultati campionatori passivi

Punti	Località	UMTX	UTMY	benzene (µg/m ³)
1	Mezzo Mobile-piazza IV novembre	435835	4964409	3.5
2	SP 58A Km 18	424809	4963214	2.1
3	Vinchio - Bianco	445461	4961855	1.7

La concentrazione media di benzene registrata dal laboratorio mobile nella stessa settimana risulta essere pari a **5.5 µg/m³**. La diversità dei dati è da attribuire ad una diversa incertezza della metodica associata ai risultati; uno studio di correlazione tra le due metodiche sarà effettuato con un numero statisticamente rappresentativo di dati.

4.2 Biossido di azoto

Le concentrazioni medie e le concentrazioni massime orarie di NO₂ registrate a San Damiano, confrontate con quelle rilevate negli stessi giorni dalle stazioni della rete fissa della provincia di Asti, sono riassunte nella tabella seguente (5).

Tabella 5. Risultati Biossido di azoto

NO ₂	San Damiano	Asti-Baussano	Asti-D'Acquisto	Vinchio-San Michele
Media periodo µg/m ³	40	40	34	28
Massimo orario µg/m ³	95	113	109	65

Il valore massimo orario di San Damiano è inferiore al limite imposto dalla normativa vigente. La concentrazione media risulta identica a quella della stazione da traffico di Asti-Baussano.

4.3 PM10

La tabella sottostante (6) evidenzia le concentrazioni medie e il numero di superamenti del limite giornaliero imposto dalla normativa a San Damiano nel periodo di monitoraggio in confronto con i dati registrati nelle stazioni fisse presenti nella provincia di Asti.

Tabella 6. Risultati PM10

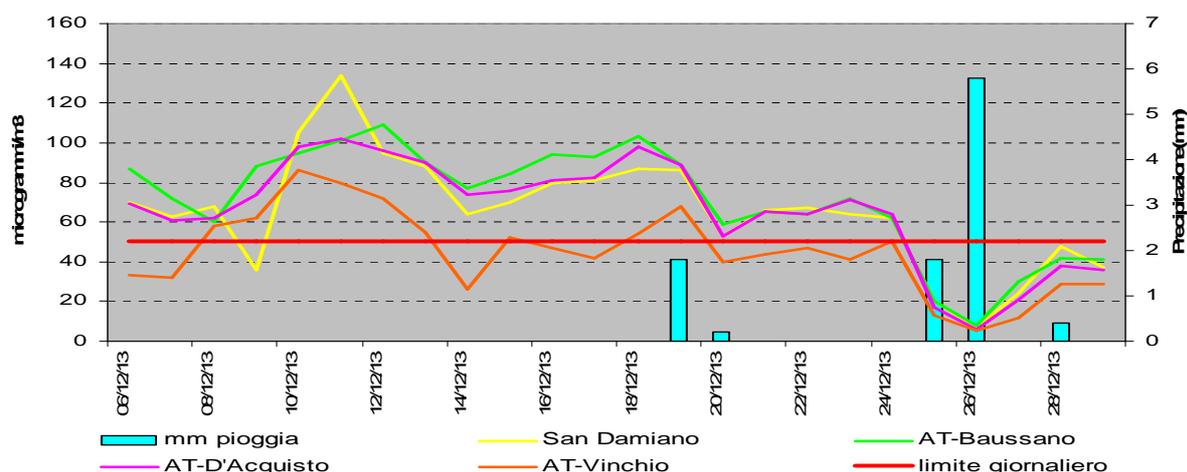
PM10	San Damiano	Asti-Baussano	Asti-D'Acquisto	Vinchio-San Michele
Media periodo	66 µg/m ³	71 µg/m ³	66 µg/m ³	45 µg/m ³
N° superamenti limite giornaliero (50 µg/m ³) periodo	18	19	19	9

Nella figura 4 le concentrazioni giornaliere di PM10 misurate a San Damiano, sono confrontate sia con l'intervallo di concentrazione definito dai dati rilevati dalle stazioni della rete provinciale, sia con i millimetri di pioggia cumulata giornaliera.

I dati registrati nel sito oggetto di indagine sono contenuti nel range definito dalle stazioni e ne seguono l'andamento. Ciò è legato alla caratteristica dell'inquinante di rimanere a lungo nell'aria (da giorni a settimane), permettendone il trasporto su grandi distanze. Le variazioni nel tempo delle concentrazioni sono quindi principalmente condizionate da fattori meteo-climatici.

Analizzando il grafico si può infatti notare come nei giorni di pioggia corrisponda una diminuzione della concentrazione di PM10 in tutti gli episodi registrati nel periodo di monitoraggio.

Figura 4:PM10 confrontato con le precipitazioni



4.4 Dati traffico

Il numero di veicoli suddiviso per tipologia transitati lungo corso Roma n°58, nella settimana dal 16 al 22 dicembre 2013 viene riassunto in tabella 7 e nell'istogramma di figura 5. Dopo una prima analisi, i dati di traffico sono stati confrontati con le concentrazioni registrate nella stessa settimana di monitoraggio di biossido di azoto, benzene e PM10. Il risultato è riportato in Figura 6, dove i mezzi in transito non subiscono particolari variazioni durante tutto l'arco della settimana se non per la giornata

di domenica, mentre le concentrazioni degli inquinanti seguono l'andamento del traffico sino alla giornata di giovedì per poi stabilizzarsi, forse a causa delle condizioni meteorologiche in atto in quei giorni.

Tabella 7. Risultati conta traffico

Tipologia veicolo	Totale settimana
Automobili	19391
Transporter	5092
Autocarri	8709
Autotreni	17570
Totale	50762

Figura 5. Numero e tipologia veicoli

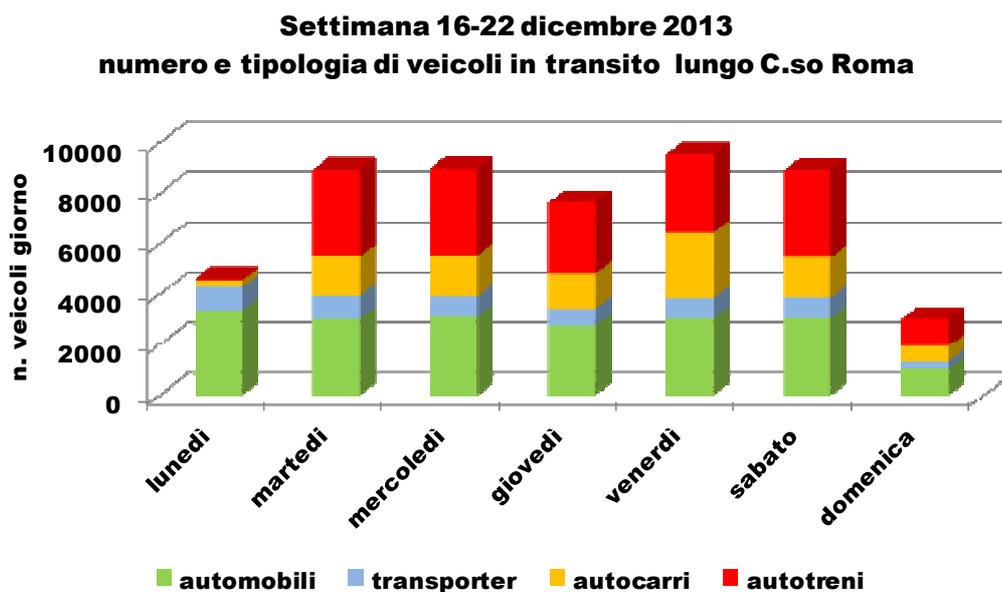
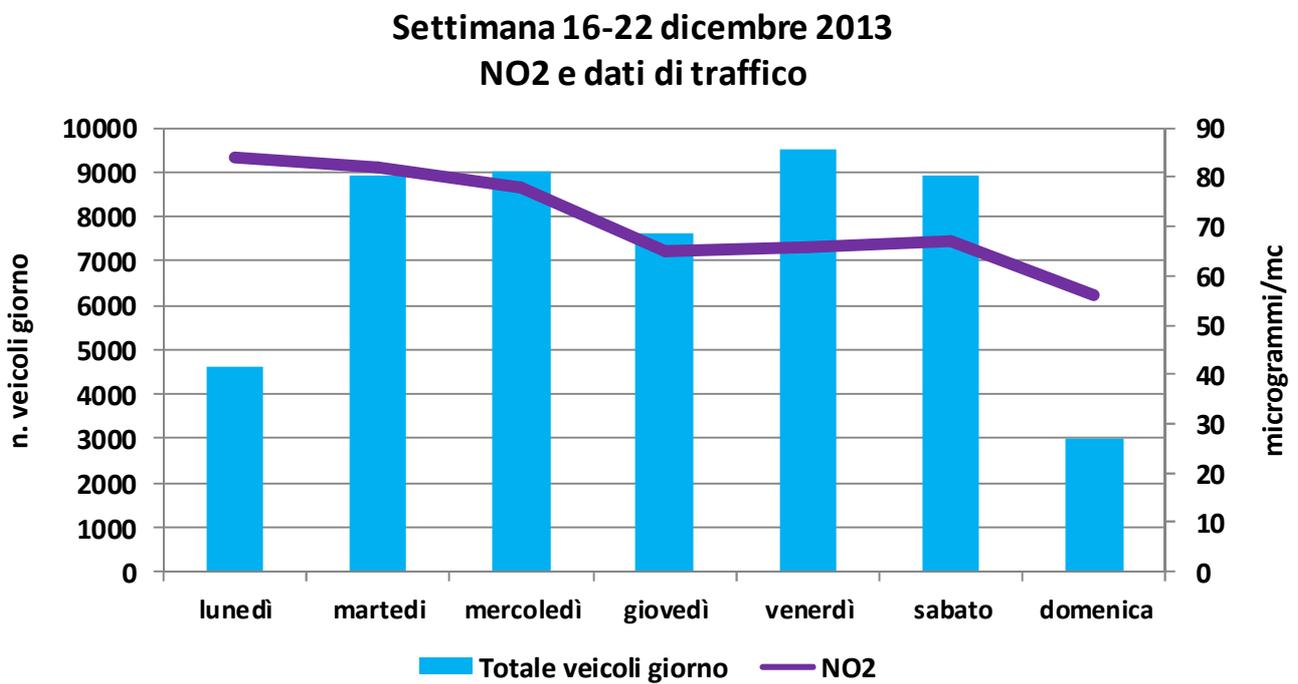
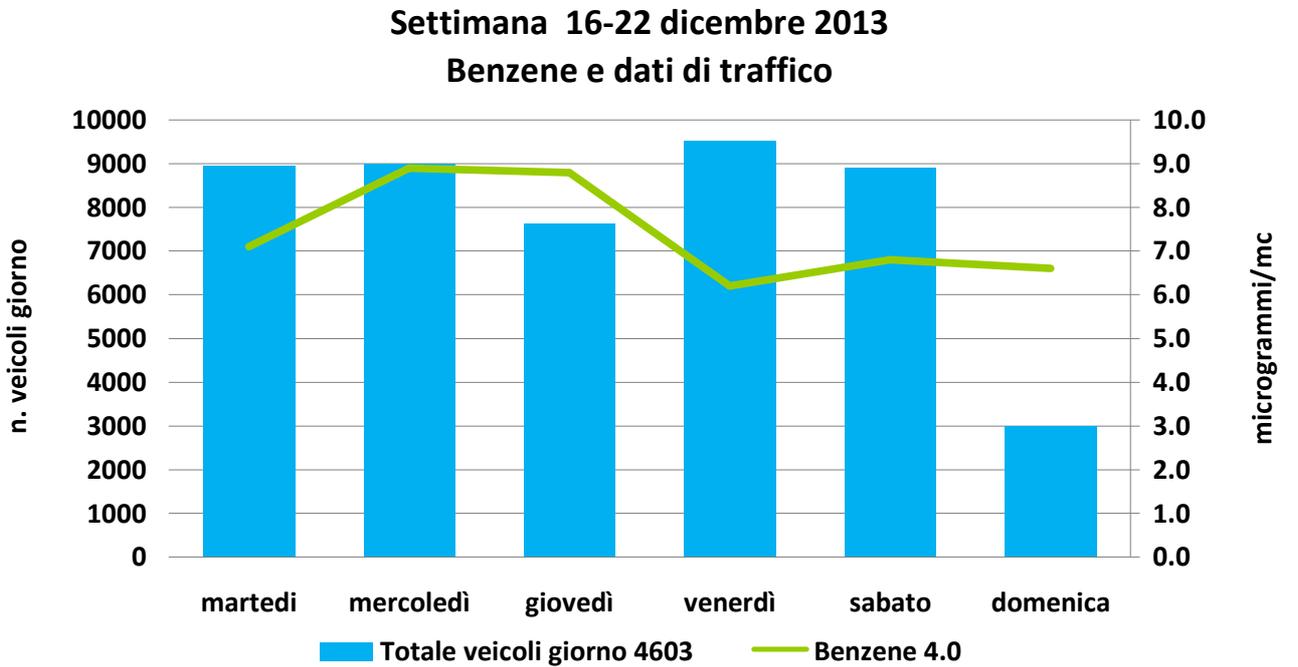
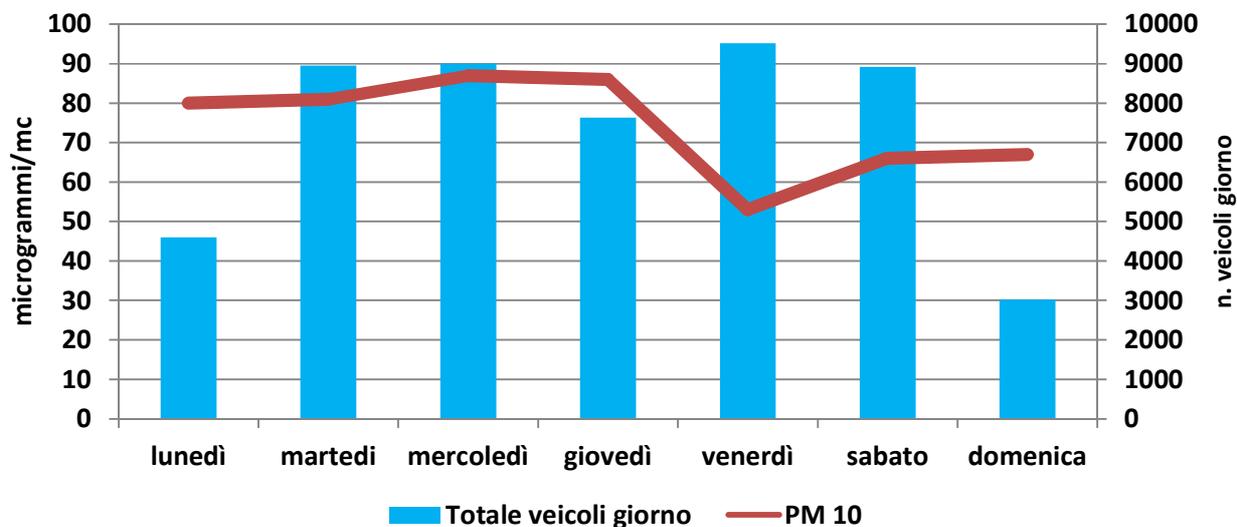


Figura 6. Confronti Andamento del traffico e inquinanti



**Settimana 16-22 dicembre 2013
PM10 e dati di traffico**



4.5 Dati meteorologici

Sulla base di quanto presentato in questo documento risulta che le condizioni meteorologiche (vento, precipitazioni, temperatura) influiscono notevolmente sulla qualità dell'aria che respiriamo. I valori rilevati dai sensori meteorologici presenti sul laboratorio mobile sono riassunti nella tabella 8.

Tabella 8 . Direzione , Velocità del vento e temperatura

Sito	Direzione prevalente	Velocità Vento media	Velocità Vento max raffica	Temperatura (°C)		
				minima	media	max
San Damiano d'Asti	WSW/NE	1.8 m/sec	6.0 m/sec	-4.9	2	12.3

5. Conclusioni

Le alte concentrazioni di benzene, superiori al limite annuale imposto dalla normativa attualmente in vigore, riscontrate in un Comune di piccole dimensioni come San Damiano d'Asti sono state correlate all'elevata intensità del traffico riscontrata lungo una strada comunale.

Non è stato possibile discriminare il contributo delle attività industriali presenti a causa dell'esiguo numero di postazioni di monitoraggio utilizzate.

La concentrazione degli inquinanti da traffico, in particolar modo del benzene, è infatti estremamente variabile sia in senso temporale che spaziale soprattutto in un ambito urbano, dove la presenza di edifici non favorisce il rimescolamento e la dispersione degli inquinanti. Le alte concentrazioni rilevate saranno quindi integrate da nuovi monitoraggi, sia con l'utilizzo del laboratorio mobile che di campionatori passivi, in modo tale da mappare in modo più dettagliato l'area comunale interessata. Il nuovo monitoraggio sarà condotto nel periodo primaverile-estivo in modo tale da investigare una stagione differente e dove ci si attendono livelli di concentrazione degli inquinanti

minori. Sarà ripetuto anche il monitoraggio relativo al traffico veicolare e determinato il contributo da parte delle aziende presenti sul territorio.

Ringraziamenti

Si ringrazia per la collaborazione:

- la Provincia di Asti , Settore Viabilità Ing. Davide Mussa
- Arpa Piemonte Struttura di Igiene Industriale

References

- DGR n.14-7623 del 11/11/2002