



**Campagna di monitoraggio della qualità
dell'aria con laboratorio mobile**

Sito di monitoraggio:

Sannicandro di Bari (BA)

Periodo di osservazione:

07/03/2011 - 26/04/2011



Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con laboratorio mobile

Richiedente

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria è stata richiesta ad ARPA Puglia dal Comune di Sannicandro di Bari.

Sito di monitoraggio

- Il monitoraggio è stato svolto in via Alessandro Volta

Periodo di monitoraggio

07/03/2011 - 26/04/2011

Cronologia della campagna di monitoraggio

La campagna di monitoraggio è stata condotta utilizzando il laboratorio mobile ARPA installato su veicolo FIAT DUCATO con targa CK 711 RT. Il laboratorio è stato posizionato nel sito di monitoraggio il giorno 22/02/2011; l'alimentazione è stata fornita il giorno 03/03/2011. Dopo l'esecuzione delle operazioni di calibrazione degli strumenti da parte dei tecnici di Project Automation S.p.A., il primo giorno utile di monitoraggio è stato il 07/03/2011. I mezzi sono stati spenti il giorno 27/04/2011. L'ultimo giorno di monitoraggio è stato il 26/04/2011.

Gruppo di lavoro

I dati sono stati gestiti, validati ed elaborati secondo il protocollo interno di ARPA Puglia, dal dott. Lorenzo ANGIULI e dalla dott.ssa Simona LOGUERCIO POLOSA, con il coordinamento del dott. Roberto GIUA, dirigente U.O. Aria di ARPA Puglia.



Indice

1. Sintesi della relazione tecnica	Pag.4
2. PM ₁₀	Pag. 6
3. NO ₂	Pag. 7
4. Ozono	Pag. 8
5. Benzene	Pag. 9
6. CO ed SO ₂	Pag. 10
7. Giorno tipo	Pag. 11
8. Rosa dei venti e rosa PM ₁₀	Pag. 13
8. Analisi statistica	Pag. 14
9. Conclusioni	Pag. 14
Allegato I (efficienza di campionamento)	Pag. 15
Allegato II (strumentazione e metodologia di analisi)	Pag. 16

1. Sintesi della Relazione Tecnica

1.1 Scopo della campagna di monitoraggio

La campagna di monitoraggio è stata richiesta dal Comune di Sannicandro di Bari, al fine di verificare lo stato di qualità dell'aria cittadina. A Sannicandro, dove non sono presenti stazioni di monitoraggio fisse, non erano mai state effettuate rilevazioni sulla qualità dell'aria e non vi era quindi nessuna informazione sui livelli di inquinamento atmosferico.

1.2 Sito di monitoraggio

Il laboratorio mobile è stato posizionato in via Alessandro Volta. Il sito di monitoraggio, mostrato nella ortofoto che segue, presenta caratteristiche analoghe a quelle di una stazione di monitoraggio di tipo suburbano – traffico.



Figura 1. Sito di monitoraggio

La presente relazione riporta, tra l'altro, un confronto tra i dati rilevati dal laboratorio mobile e quelli registrati dalla stazione di monitoraggio fissa posizionata in Casamassima in via Lapenna, nella quale sono monitorati in continuo il PM_{10} e gli ossidi di azoto (NO_x). Tale stazione fissa presenta caratteristiche analoghe a quelle del sito di posizionamento del laboratorio mobile.



1.3 Inquinanti monitorati

Il laboratorio mobile impegnato nella campagna di monitoraggio è dotato di analizzatori automatici per il campionamento e la misura in continuo degli inquinanti chimici individuati dalla normativa vigente in materia, ovvero: particolato (PM₁₀), ossidi di azoto (NO_x), ozono (O₃), benzene (C₆H₆), monossido di carbonio (CO), biossido di zolfo (SO₂).

1.4 Parametri meteorologici rilevati

Il laboratorio mobile permette altresì la misurazione dei seguenti parametri meteorologici: temperatura (°C), Direzione Vento Prevalente (DVP), Velocità Vento prevalente (VV, m/s), Umidità relativa (%), Pressione atmosferica (mbar), Radiazione solare globale (W/m²), Pioggia (mm).

1.5 Riferimenti normativi

Si fa riferimento al D. Lgs. 155/2010 per SO₂, NO₂/NO_x, PM₁₀, benzene, CO, Ozono. Tale decreto stabilisce sia valori limite annuali per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, sia valori limite giornalieri o orari. Questi ultimi limiti, detti *short – term*, sono volti a contenere episodi acuti di inquinamento: a essi è infatti associato sia un numero massimo di superamenti da registrare nel corso dell'anno, sia un margine di tolleranza che decresce gradualmente fino al raggiungimento del valore fissato.

2. PM10

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso, solido, presente in sospensione nell'aria. La natura delle particelle di cui esso è composto è molto varia: ne fanno parte sia le polveri sospese, materiale di tipo organico disperso dai vegetali (pollini o frammenti di piante), materiale di tipo inorganico prodotto da agenti naturali come vento e pioggia, oppure prodotto dall'erosione del suolo o dei manufatti. Nelle aree di tipo urbano il materiale particolato può invece avere origine dall'usura dell'asfalto o dei pneumatici e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli. In particolare, un considerevole contributo all'inquinamento da polveri sospese è dovuto proprio al traffico autoveicolare: le particelle emesse in atmosfera costituiscono un veicolo di trasporto e di diffusione di altre sostanze nocive. Con il termine PM10 viene definita la frazione totale di particelle aventi diametro aerodinamico inferiore a 10 μm . La determinazione della concentrazione di PM10 durante la campagna di monitoraggio è stata realizzata mediante un analizzatore automatico cosiddetto "beta". Il principio su cui esso si basa è rappresentato dall'attenuazione delle radiazioni di tipo β generate da una sorgente radioattiva ^{14}C interna allo strumento.

Il seguente grafico riporta il confronto tra le concentrazioni medie giornaliere registrate nei due siti in esame durante la campagna di monitoraggio.

La concentrazione media nel corso della campagna è stata di 22.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

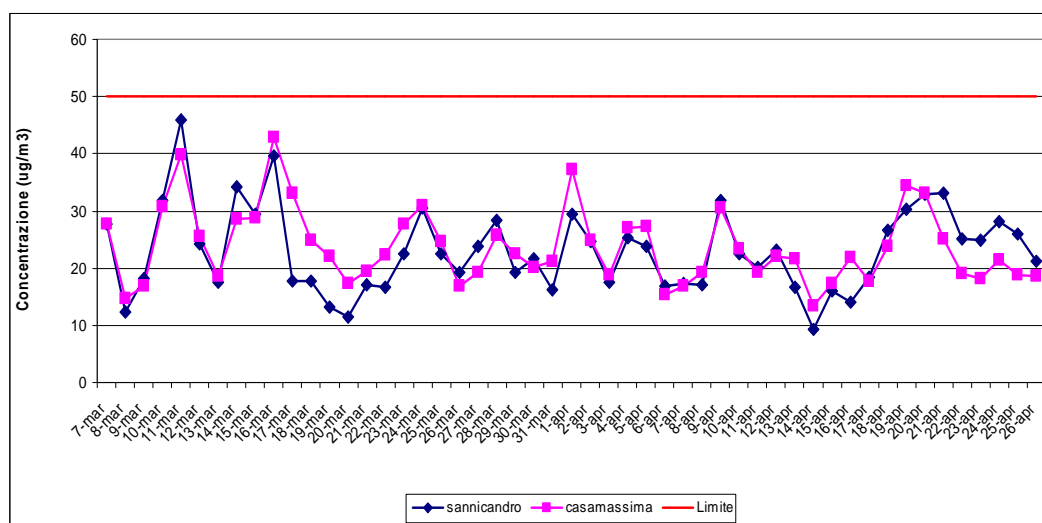


Figura 2. PM10: media giornaliera

Durante il periodo di monitoraggio non si sono verificati superamenti del limite giornaliero fissato a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3. NO₂

Tutti gli ossidi di azoto, NO, NO₂, N₂O, etc sono generati in tutti i processi di combustione. Tra tutti, il biossido di azoto (NO₂), è da ritenersi il maggiormente pericoloso perché costituisce il precursore di una serie di reazioni di tipo fotochimico che portano alla formazione del cosiddetto "smog fotochimico". In ambito urbano, un contributo rilevante all'inquinamento da NO₂ è dovuto alle emissioni dagli autoveicoli. L'entità di queste emissioni può variare in base sia alle caratteristiche ed allo stato del motore del veicolo, sia in base alla modalità di utilizzo dello stesso. In generale, l'emissione di ossidi di azoto è maggiore quando il motore funziona ad elevato numero di giri e cioè in arterie urbane a scorrimento veloce.

Nel grafico di seguito sono riportati i valori del massimo orario giornaliero registrati durante la campagna di monitoraggio nei due siti in esame. Come si osserva chiaramente, non si è verificato nessun superamento del valore limite di 200 µg/m³. La concentrazione media rilevata dal laboratorio mobile durante tutto il periodo temporale preso in esame è stata di 13.8 µg/m³.

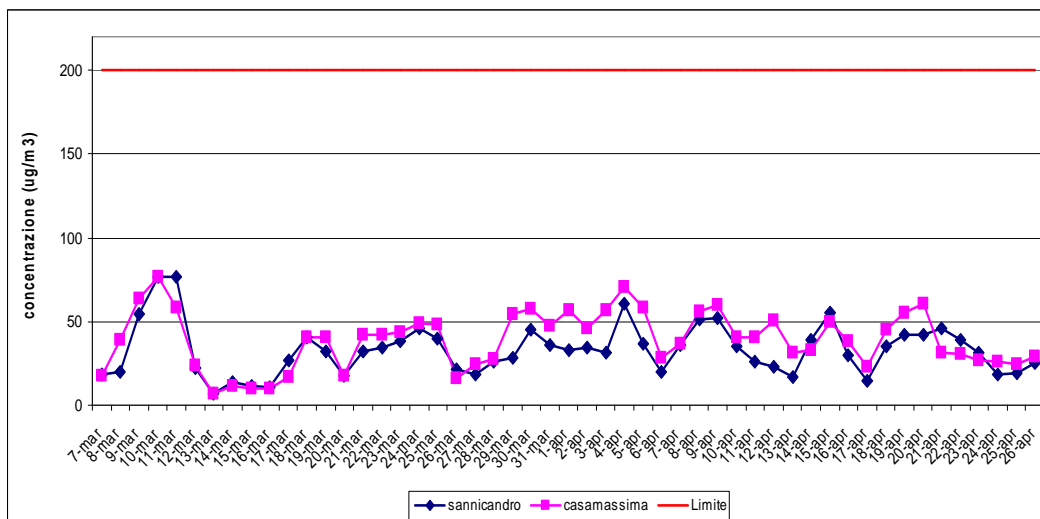


Figura 3. NO₂: massimo giornaliero della media oraria

4. Ozono

A causa di possibili impatti sulla salute umana, l'ozono, assieme all' NO_2 ed al PM_{10} , è uno gli inquinanti di maggiore rilevanza. Esso non ha sorgenti dirette ma si forma all'interno di un ciclo di reazioni di tipo fotochimico che coinvolgono in particolare gli ossidi di azoto ed i composti organici volatili. La concentrazione in atmosfera dell'ozono, inoltre, risente dell'influenza di vari fattori quali, ad esempio, la persistenza di periodi di elevata insolazione, di alta temperatura, elevata pressione atmosferica.

Nel seguente grafico sono riportati i valori della massima concentrazione della media mobile sulle 8 ore di ozono. Tale parametro è determinato sulla base dell'analisi dei dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore così calcolata sarà assegnata al giorno nel quale finisce; in pratica, la prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno è compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno in esame; l'ultima fascia temporale di calcolo, invece, è compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso. Il valore bersaglio per la protezione della salute umana è pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nel seguente grafico sono riportati i valori della media massima giornaliera su 8 ore rilevati durante tutto il periodo della campagna di monitoraggio. Si nota che non sono stati registrati superamenti dei limiti di legge.

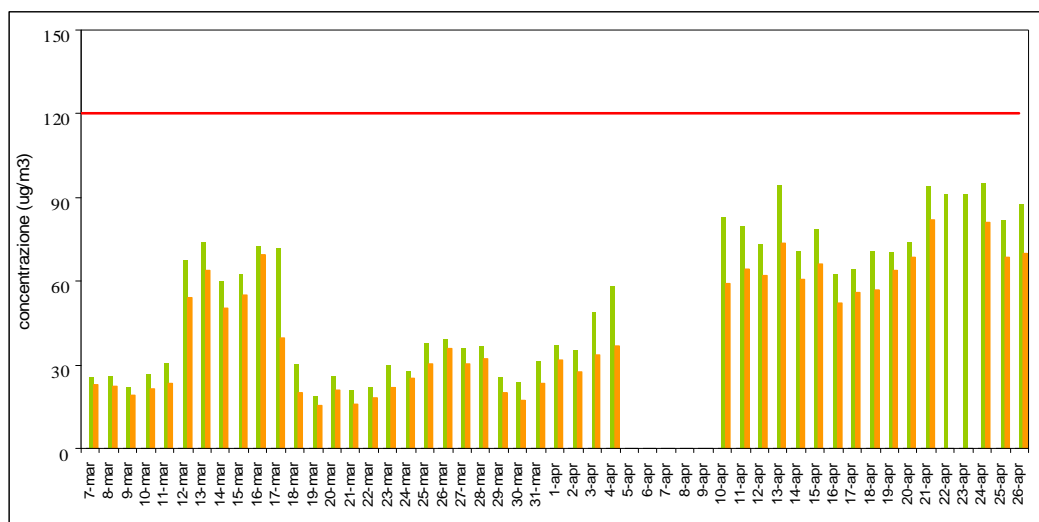


Figura 4. O3: valore massimo della media sulle 8 ore

5. Benzene

Il benzene presente in atmosfera è originato dall'attività umana ed in particolare dall'uso di petrolio, olii minerali e loro derivati. In area urbana, la principale sorgente di benzene è rappresentata dalle emissioni dovute a traffico autoveicolare. Esso, infatti, è presente nelle benzine e, come tale, viene prodotto durante la combustione. La normativa italiana in vigore attualmente prevede che il tenore massimo sia pari all' 1%. Negli ultimi anni, con l'avvenuta formulazione di benzine aventi basso contenuto in benzene, si è osservato un graduale decremento del contributo della concentrazione di tale inquinante in atmosfera. Secondo la normativa vigente, il valore limite per la protezione della salute umana è fissato a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ su un periodo di mediazione di un anno civile.

Nel seguente grafico è riportato il valore della concentrazione media giornaliera registrata durante il periodo di monitoraggio. Non si verificano superamenti del suddetto valore limite. Il valore medio di concentrazione relativo a tutto il periodo della campagna di monitoraggio è stato pari a $0.76 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

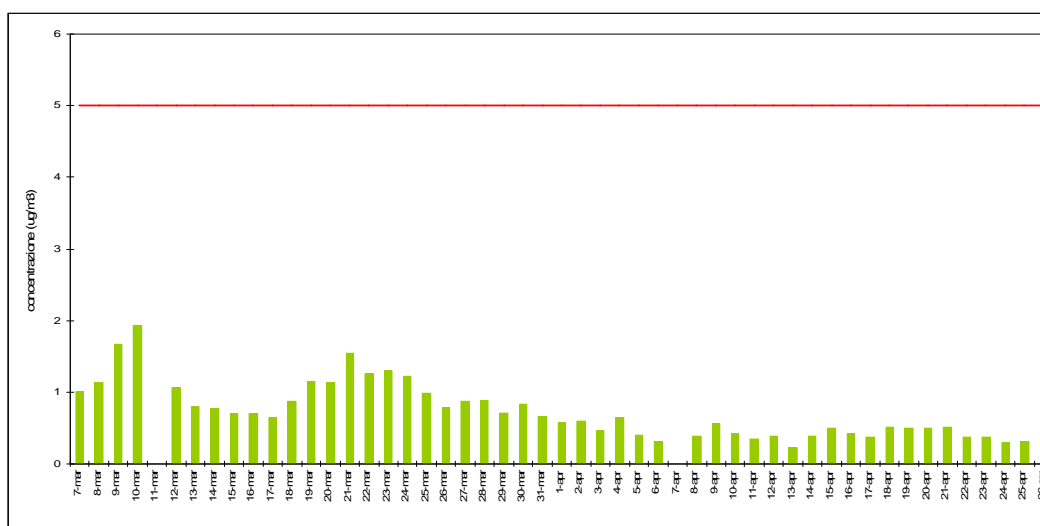


Figura 6. Benzene: media giornaliera

6. CO ed SO2

In area urbana il monossido di carbonio e il biossido di zolfo sono originati soprattutto da traffico auto veicolare. Da un lato l'utilizzo di marmitte catalitiche, dall'altro il progressivo miglioramento della qualità dei combustibili con un minor tenore di zolfo, hanno ridotto i livelli di tali sostanze in atmosfera tanto da non renderli elemento di preoccupazione sia per la salute umana sia per gli ecosistemi.

La principale sorgente di CO è rappresentata dal traffico veicolare. ed in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina. In particolare, la quantità emessa dagli scarichi dei veicoli a benzina è strettamente legata alle condizioni di funzionamento del motore. Si registrano, infatti, concentrazioni più elevate con motore al minimo ed in fase di decelerazione: condizioni tipiche di traffico urbano.

Nel seguente grafico sono riportati i valori della massima concentrazione della media mobile sulle 8 ore di CO. Come si nota chiaramente, durante tutto il periodo di monitoraggio non è stato mai superato il valore limite definito in base alla normativa vigente di 10 mg/m^3 .

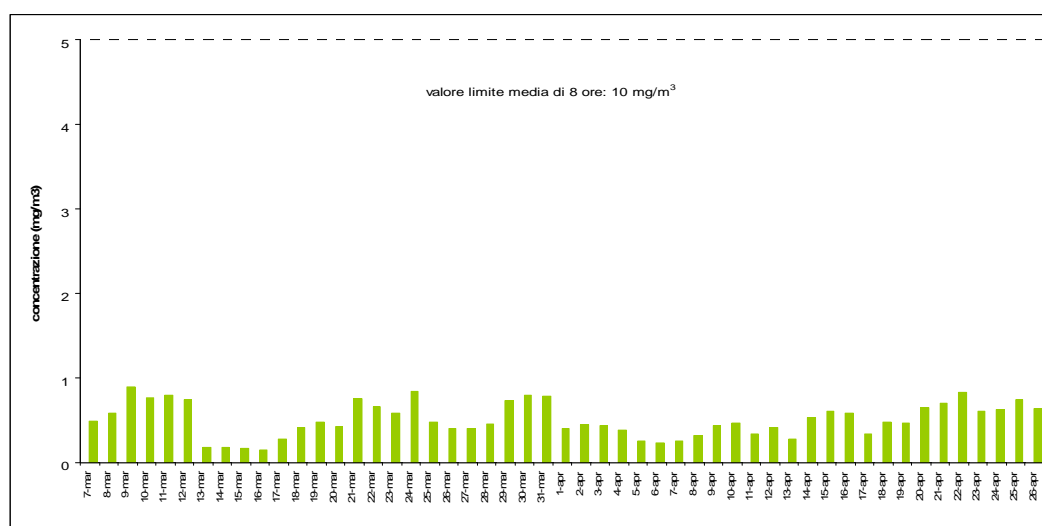


Figura 7. CO: valore massimo della media sulle 8 ore

N.B. Il calcolo della media mobile su 8 ore viene effettuato con la modalità descritta nel paragrafo 4.

Nel grafico di seguito è riportato il valore del massimo orario giornaliero della concentrazione di SO₂ rilevato nel periodo di osservazione. Le concentrazioni appaiono largamente al di sotto dei valori limite imposti dalla normativa vigente (D.Lgs 155/2010). La media giornaliera massima rilevata nel periodo di osservazione è di 13,3 µg/m³ (riferita al giorno 17 febbraio 2011). Si ricorda che il valore limite orario per la protezione della salute umana è pari a 350 µg/m³ mentre il valore limite calcolato come media delle 24 ore è pari a 125 µg/m³.

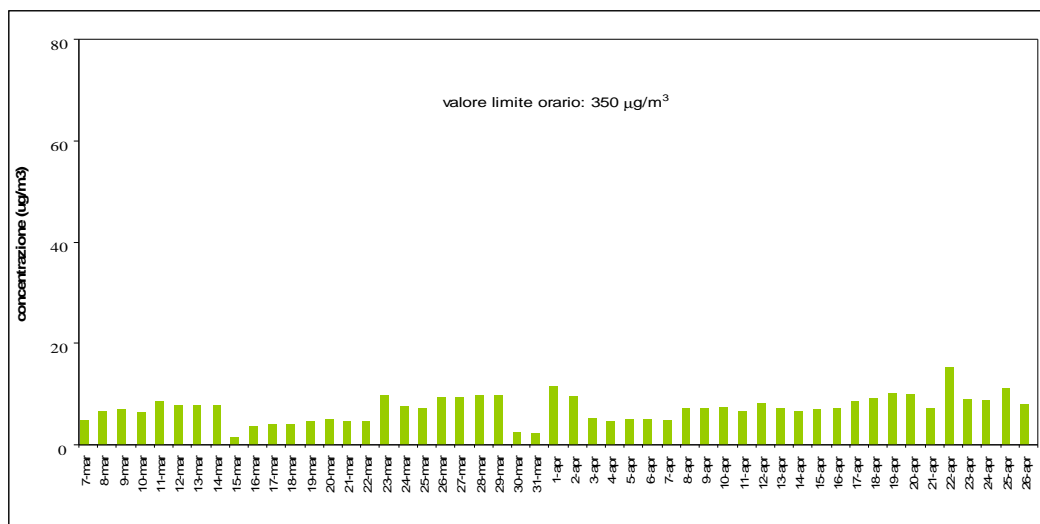
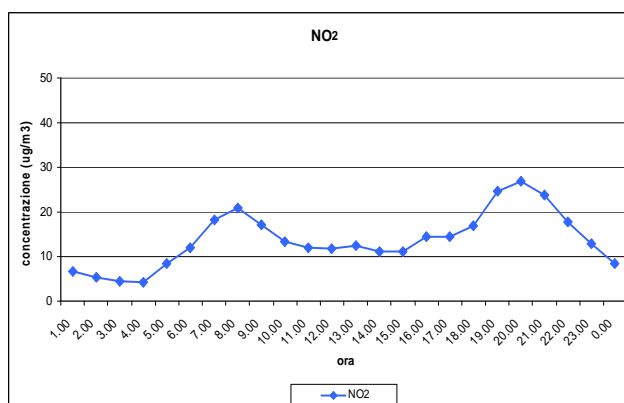
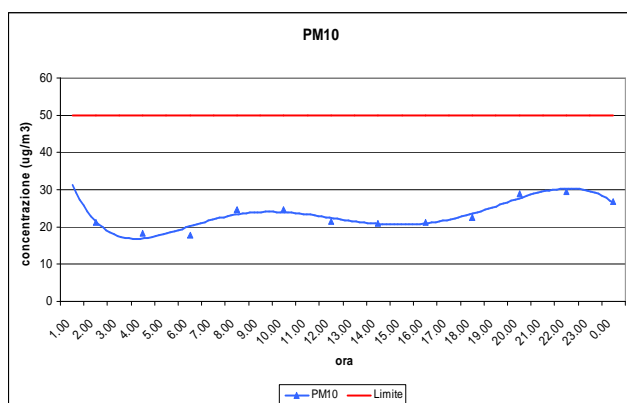


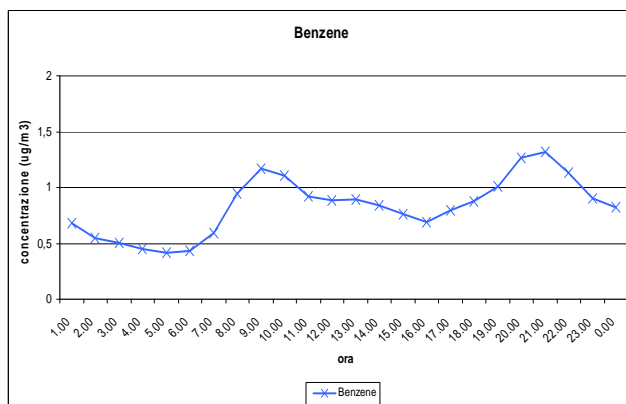
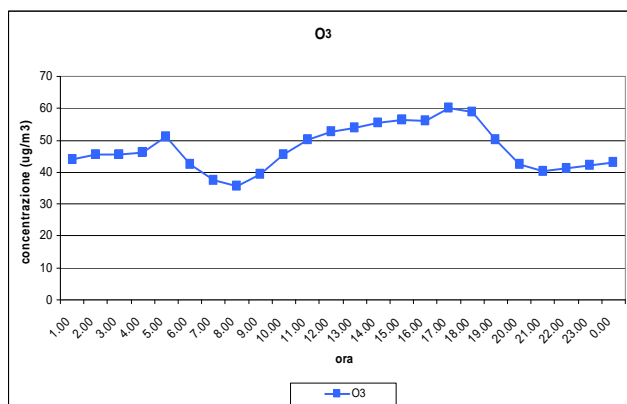
Figura 8. SO₂: massimo giornaliero della media oraria

7. Giorno tipo

I grafici seguenti mostrano il giorno tipo di PM₁₀, NO₂, Benzene, Ozono monitorati dal laboratorio mobile nel sito in esame.



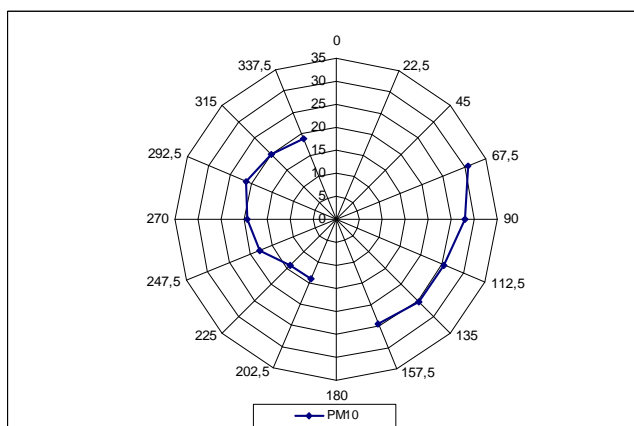
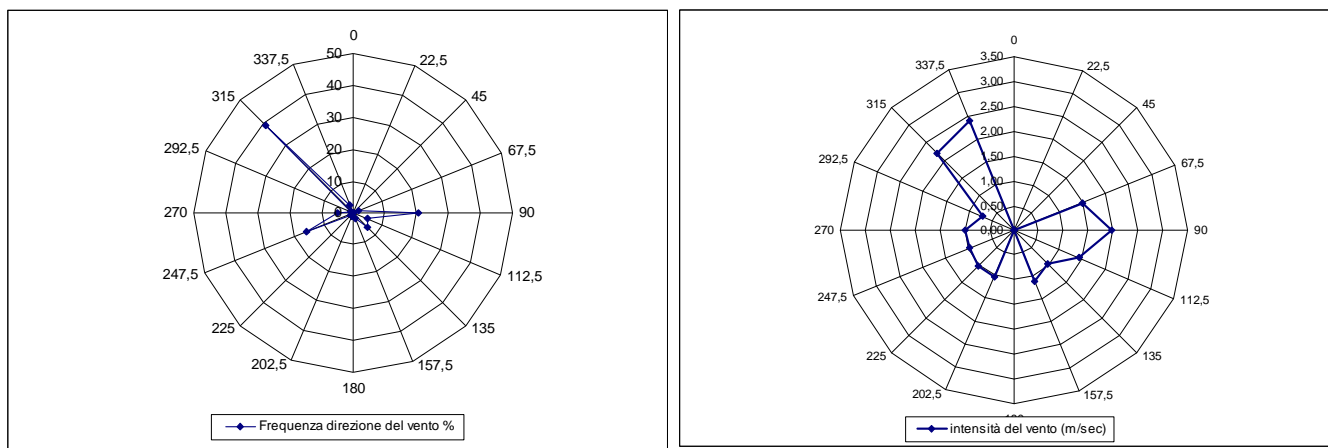
Per il PM₁₀ si osserva chiaramente un trend pressoché omogeneo; non viene superato il limite di 50 µg/m³. L'NO₂ presenta un andamento tipico, caratterizzato da due massimi: il primo tra le ore 07 e le ore 10 e il secondo nelle ore serali tra le ore 20 e le ore 22.



Anche il benzene e l'ozono presentano trend noti in letteratura. Per l'ozono si osservano valori più alti nelle ore centrali della giornata; per il benzene, invece, si osservano due massimi corrispondenti alle situazioni di maggior contributo di traffico autoveicolare.

8. Rosa dei venti e rosa del PM₁₀

Di seguito è riportata la rosa dei venti relativa al periodo di monitoraggio. Nei primi due grafici è descritta la frequenza della direzione del vento, l'intensità, suddivisa per settori. Nel terzo grafico, invece, è descritta la rosa dell'inquinante PM₁₀. Tenuto conto che il laboratorio mobile su di un lato risultava schermato dalla presenza dell'edificio scolastico, emerge l'assenza di direzionalità per l'inquinante in esame.



9. Analisi statistica

Si riporta un'analisi di grandezze statistiche descrittive per gli inquinanti monitorati dal laboratorio mobile.

	Media (ug/m3)	Mediana (ug/m3)	Minimo (ug/m3)	Massimo (ug/m3)	Percentili (ug/m3)				Varianza (ug/m3)	Deviazione standard (ug/m3)*2
					10^mo	25^mo	75^mo	90^mo		
SO2	5,37	5,25	0,84	15,24	5,25	3,75	6,89	9,07	4,82	2,19
NO2	13,83	11,19	0,24	77,00	11,19	6,19	17,99	34,97	114,98	10,72
O3	45,20	39,38	5,98	118,82	39,38	24,32	64,12	88,90	601,82	24,53
PM10	22,83	21,49	1,22	77,17	21,49	13,92	28,57	43,47	117,25	10,83
Benzene	0,76	0,60	0,04	7,64	0,60	0,35	0,99	1,74	0,40	0,64
CO (*)	0,38	0,32	0,03	2,09	0,32	0,23	0,46	0,82	0,06	0,24

(*) per il CO l'unità di misura è rappresentata da mg/m3.

Si è inoltre calcolato il coefficiente di correlazione di Pearson per gli inquinanti NO₂ e PM₁₀ monitorati dalla stazione fissa di Casamassima e dal laboratorio mobile.

PM10	Lab Mobile Sannicandro	Casamassima
Lab Mobile Sannicandro	1	0,79
Casamassima		1

NO2	Lab Mobile Sannicandro	Casamassima
Lab Mobile Sannicandro	1	0,77
Casamassima		1

Il calcolo del grado di correlazione tra le diverse centraline permette di evidenziare l'esistenza di un eventuale legame tra andamenti temporali (in questo caso di PM10 ed NO₂) rilevati dalle stazioni di monitoraggio in esame. Lo strumento statistico adoperato è proprio il coefficiente di correlazione di Pearson il quale permette di valutare il grado di associazione lineare tra due variabili. Nella nostra analisi esso è il mezzo per descrivere se 2 stazioni di monitoraggio sono "in fase" oppure no. In particolare, come nel nostro caso, un alto coefficiente indica che all'aumentare dei valori misurati dalla prima corrisponde un aumento sistematico dei valori della seconda.

10. Conclusioni

Durante la campagna di monitoraggio non si sono verificati superamenti dei limiti di legge per nessuno degli inquinanti monitorati. In considerazione di ciò, nel sito di monitoraggio, si può escludere la presenza di situazioni di criticità.

Si evidenzia che le suddette considerazioni hanno validità limitatamente al periodo di monitoraggio.

Bari, Maggio 2011

Il funzionario istruttore
Dott. Lorenzo ANGIULI

Il Dirigente della Unità Operativa ARIA
Dott. Roberto GIUA

L'istruttore
Dott.ssa Simona Loguercio Polosa

Allegato I - Efficienza di campionamento

Il D. Lgs. 155/10 (*allegato VII e allegato XI*) stabilisce i criteri utilizzati per la raccolta minima di dati di SO₂, NO_x, PM₁₀, Ozono, Benzene e CO necessaria per raggiungere gli obiettivi per la valutazione della qualità dell'aria, per misurazioni in continuo. La tabella che segue riporta la percentuale di dati orari validi registrati dagli analizzatori presenti nel laboratorio mobile. Si evidenzia che si tratta di un'informazione indicativa del livello di efficienza della strumentazione, non essendo questo dato raffrontabile con alcun parametro normativo.

Tabella: dall' allegato XI del D. Lgs. 155/2010 – paragrafo 2: *Criteri per la verifica dei valori limite*

Parametro	Percentuale richiesta di dati validi
Valori su 1 ora	75 % (ossia 45 minuti)
Valori su 8 ore	75 % dei valori (ovvero 6 ore)
Valore medio massimo giornaliero su 8 ore	75 % delle concentrazioni medie consecutive su 8 ore calcolate in base a dati orari (ossia 18 medie su 8 ore al giorno)
Valori su 24 ore	75 % delle medie orarie (ossia almeno 18 valori orari)
MEDIA annuale	90 % ⁽¹⁾ dei valori di 1 ora o (se non disponibile) dei valori di 24 ore nel corso dell'anno

⁽¹⁾ La prescrizione per il calcolo della media annuale non comprende le perdite di dati dovute alla calibrazione periodica o alla manutenzione ordinaria della strumentazione.

In grassetto sono evidenziati gli analizzatori per i quali si sono avute percentuali di dati validi inferiori a quanto indicato dalla normativa in vigore. Per i malfunzionamenti strumentali la perdita di un numero più o meno elevato di dati dipende dal tempo che intercorre tra la segnalazione del malfunzionamento e l'intervento di riparazione da parte di Project Automation, società responsabile della manutenzione.

	Laboratorio mobile ARPA
PM₁₀	100
NO_x	93
Benzene	99
Ozono	88
CO	96
SO₂	97



Allegato II - Informazioni sulla strumentazione e sulle metodologie di analisi

Gli analizzatori presenti sul laboratorio mobile realizzano l'acquisizione, la misura e la registrazione dei risultati in modo automatico (gli orari indicati si riferiscono all'ora solare). Le concentrazioni rilevate sono normalizzate ad una temperatura di 20 °C ed una pressione di 101,3 kPa ai sensi del D.Lgs 155/2010.

Qui di seguito sono riportati sia i principi di funzionamento, sia il modello di ciascun analizzatore.

- **SO₂** : fluorescenza (**Modello 101 A, Teledyne API**);
- **NO_x/NO**: chemiluminescenza con generatore di ozono (**Teledyne API**);
- **CO**: assorbimento raggi IR con detector al Silicio (**modello 300 E, Teledyne API**);
- **O₃**: assorbimento raggi UV con lampada UV come sorgente luminosa (**Teledyne API**);
- **PM₁₀**: assorbimento di raggi β con sorgente emettitrice radioattiva al ¹⁴C e rivelatore Geiger con cicli di prelievo di 12 ore su filtri in fibra di vetro (**Environment**);
- **Benzene**: gascromatografia