



Campagna di monitoraggio della qualità
dell'aria con laboratorio mobile

Sito di monitoraggio:

Bitritto (BA)

Periodo di osservazione:

28/01/2011 - 20/02/2011



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 Bitritto.

Sito di monitoraggio

La postazione di monitoraggio individuata è rappresentata da:

- Piazza Umberto I - Bitritto (BA)

Periodo di monitoraggio

28/01/2011 - 20/02/2011

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 19/01/2011; l'alimentazione è stata fornita il giorno 25 gennaio 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 28/01/2011. I mezzi sono stati spenti il giorno 21/02/2011. L'ultimo giorno di monitoraggio è stato il 20/02/2011.

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. 12
8. Analisi statistica	Pag. 13
9. Conclusioni	Pag. 14
Allegato I (efficienza di campionamento)	Pag. 15
Allegato II (strumentazione e metodologia di analisi)	Pag. 16

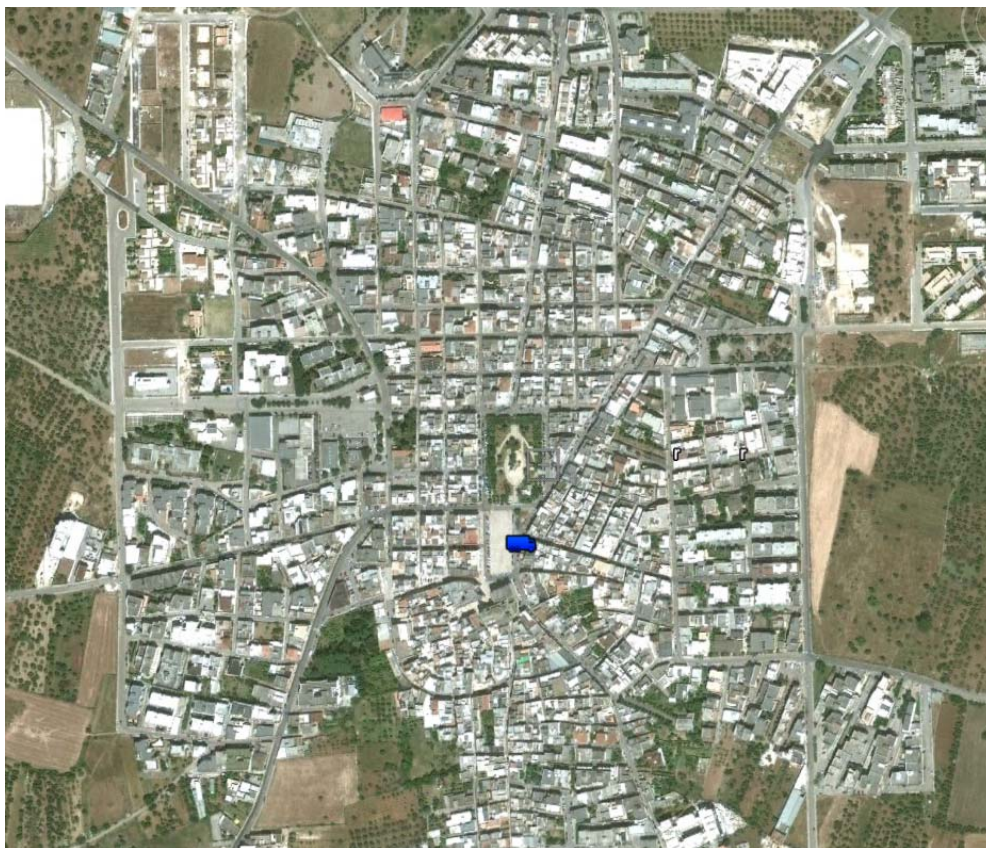
1. Sintesi della Relazione Tecnica

1.1 Scopo della campagna di monitoraggio

La campagna di monitoraggio è stata richiesta dal Comune di Bitritto, nell'ottica di verifica dello stato di qualità dell'aria cittadina e di tutela della salute dei cittadini.

1.2 Sito di monitoraggio

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



Nella presente relazione è stato inoltre effettuato un confronto tra i dati rilevati dal laboratorio mobile e quelli registrati dalla stazione di monitoraggio fissa posizionata in Casamassima in via Lapenn, nella quale sono monitorati in continuo il PM_{10} e gli ossidi di azoto (NO_x).



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

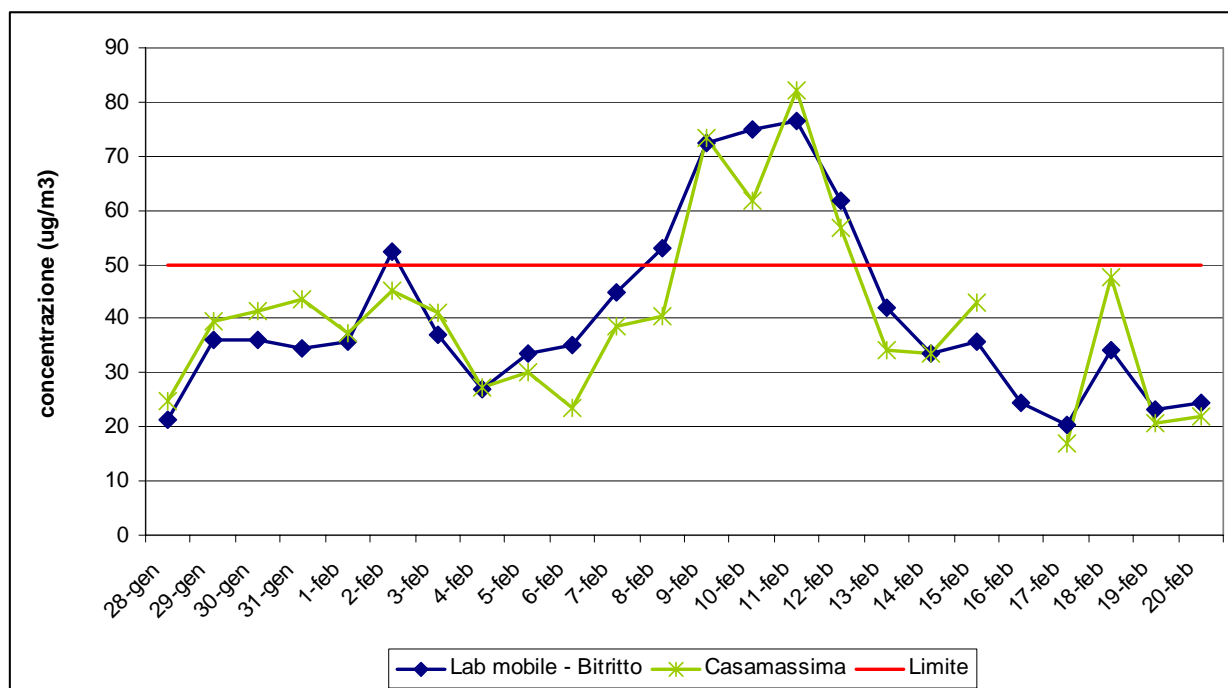
Si fa riferimento al D. Lgs. 155/2010 per SO₂, NO₂/NO_x, PM₁₀, benzene, CO, Ozono. Tale decreto stabilisce sia valori limite annuali per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, sia valori limite giornalieri o orari. Questi ultimi limiti, detti *short-term*, sono volti a contenere episodi acuti di inquinamento: ad 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 40,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Durante il periodo di monitoraggio si sono verificati superamenti del limite giornaliero fissato a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fissato dalla normativa vigente. Tali superamenti sono imputabili alla permanenza di condizioni meteorologiche favorevoli all'accumulo di inquinanti in atmosfera. Questo fenomeno, come si nota dal portale ARPA Puglia nella sezione "monitoraggio della qualità dell'aria" <https://www.arpa.puglia.it/web/guest/garia> ha provocato diffusi superamenti del limite di legge per il PM₁₀ in tutta la regione nel periodo temporale compreso tra l'8 e il 12 febbraio 2011.

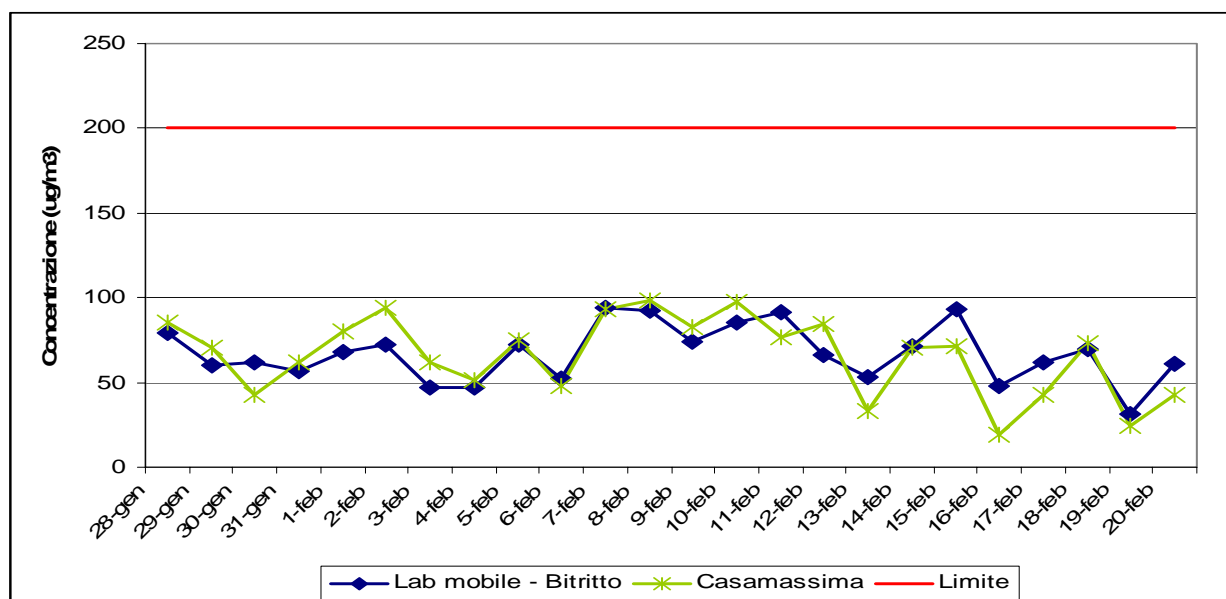
Nella tabella seguente sono riassunti i giorni di superamento del suddetto limite ed il corrispondente valore di concentrazione.

	Concentrazione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Lab mobile - Bitritto	Casamassima
02-feb-11	52,3	/
08-feb-11	53,1	/
09-feb-11	72,4	73,4
10-feb-11	74,8	61,6
11-feb-11	76,5	82,3
12-feb-11	61,8	56,8

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.

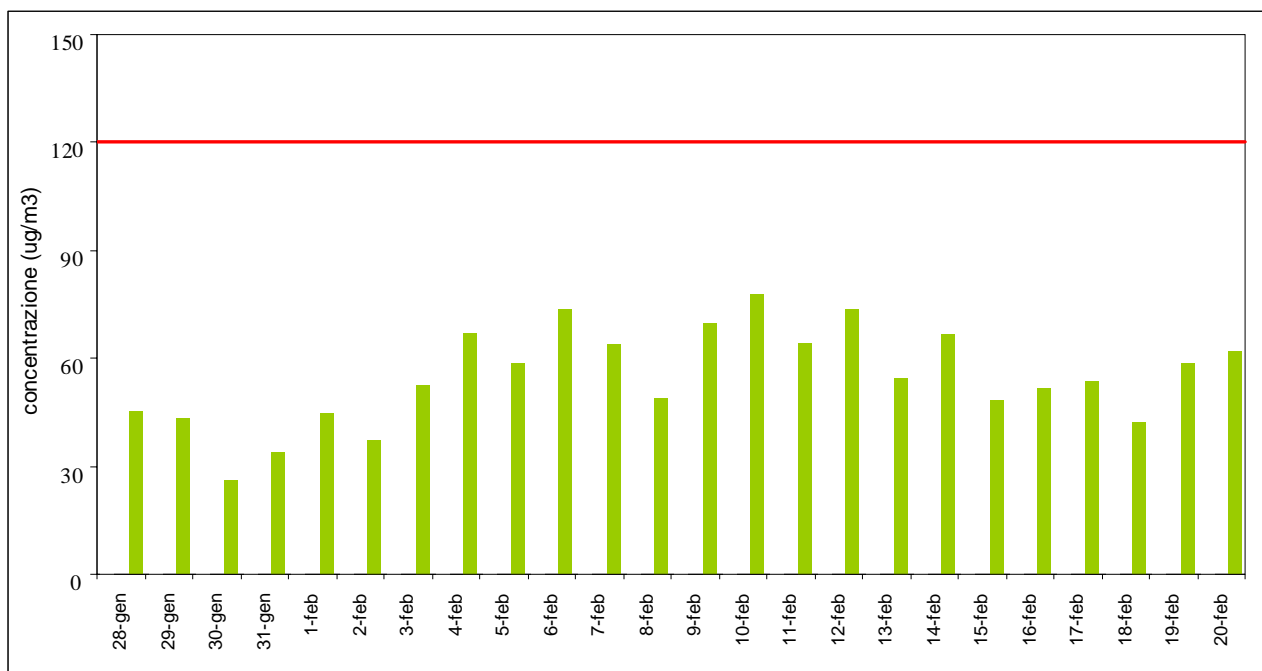
Nel grafico di seguito sono riportati i valori del massimo orario giornaliero registrati durante la campagna di monitoraggio nei due siti in esame. Come si osserva chiaramente, non si è verificato nessun superamento del valore limite di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentrazione media rilevata dal laboratorio mobile durante tutto il periodo temporale preso in esame è stata di 35,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



4. Ozono

L'ozono rappresenta assieme all' NO_2 ed al PM_{10} uno tra 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.

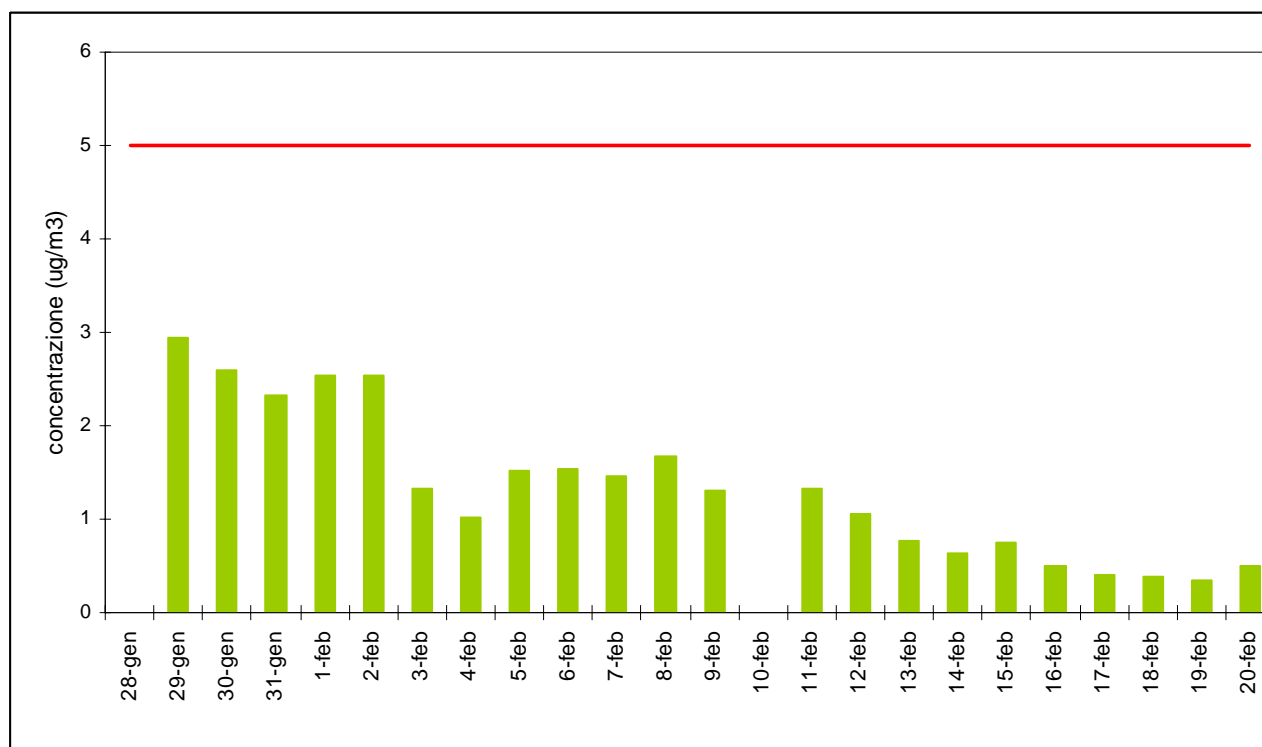
Nel seguente grafico sono riportati i valori della massima concentrazione della media mobile sulle 8 ore di ozono. Tale parametro è determinato sulla base dell'analisi dei dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore così calcolata sarà assegnata al giorno nel quale finisce; in pratica, la 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 chiaramente che non sono stati registrati superamenti dei limiti di legge.



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 $1,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

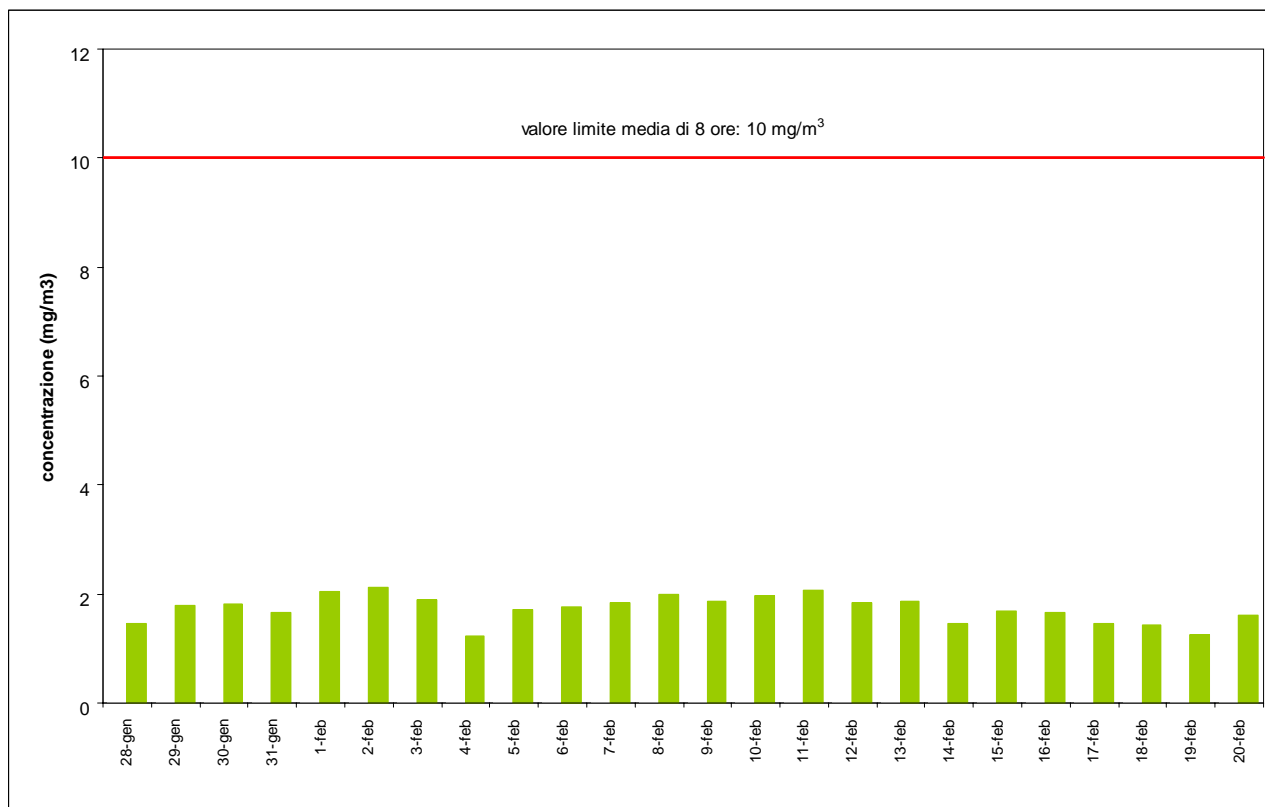


6. CO ed SO₂

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.

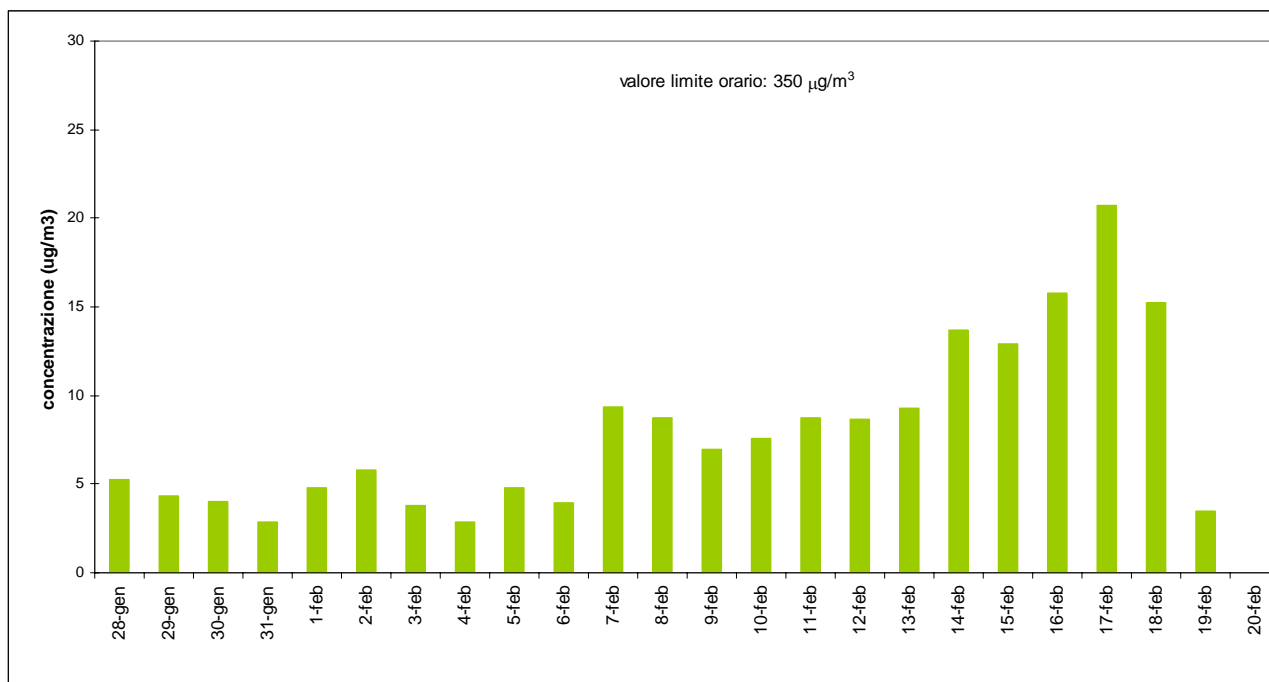
La principale sorgente di CO è rappresentata dal traffico veicolare. ed in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina. In particolare, la quantità emessa dagli scarichi dei veicoli a benzina è strettamente legata alle condizioni di funzionamento del motore. Si registrano, infatti, concentrazioni 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/m³.



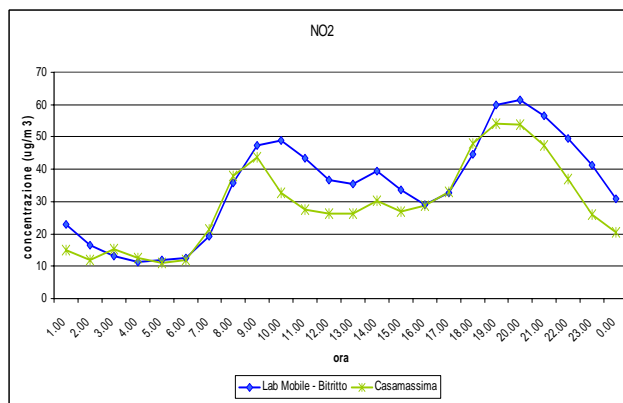
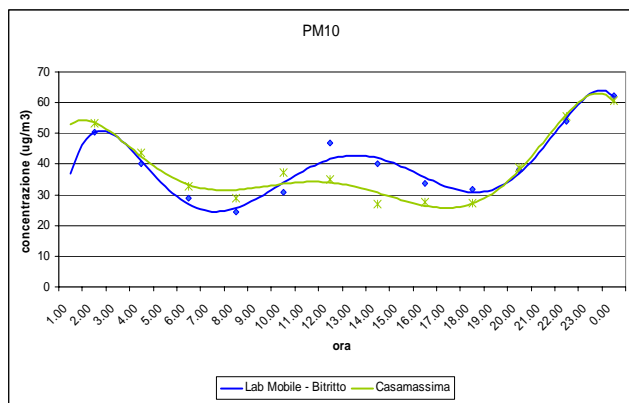
N.B. Il calcolo della media mobile su 8 ore viene effettuato con la modalità descritta nel paragrafo 4.

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.

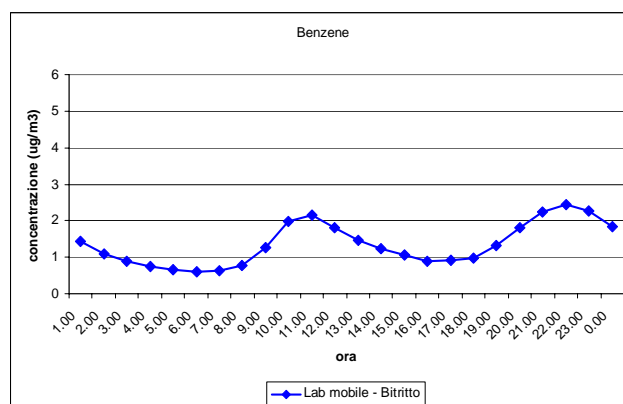
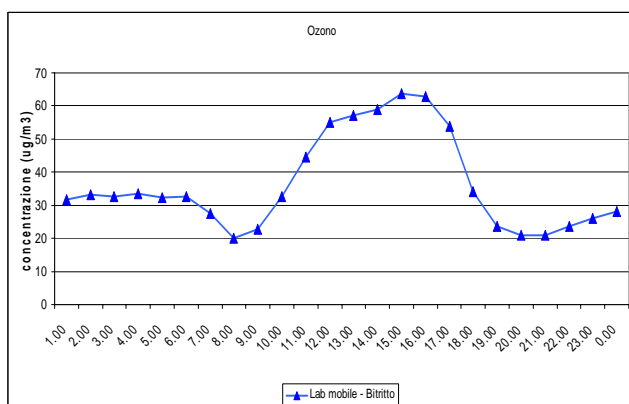


7. Giorno tipo

I grafici seguenti mostrano il confronto tra il giorno tipo di PM₁₀ e di NO₂ monitorati nei siti in esame.



Per il PM₁₀ si osserva chiaramente un trend pressoché omogeneo nei due siti. In alcune ore della giornata-tipo, si verifica un superamento del valore limite di 50 µg/m³. L'NO₂ presenta un andamento tipico, caratterizzato da due massimi: il primo tra le ore 08 e le ore 11 e il secondo nelle ore serali tra le ore 19 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 auto veicolare.

8. Analisi statistica

Qui di seguito viene riportata un'analisi di grandezze statistiche descrittive per gli inquinanti monitorati dal laboratorio mobile.

	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mediana ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Percentili ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				Varianza ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Deviazione Standard ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ²
			10 ^{mo}	25 ^{mo}	75 ^{mo}	95 ^{mo}		
PM10	40,08228	33,45543	33,45543	24,42001	50,79365	87,42369	513,9475	22,67041
SO2	5,86458	4,35443	4,35443	2,74703	7,82028	13,54550	13,7285	3,70520
NO2	35,15940	33,07804	33,07804	19,10963	47,90635	70,02884	377,4192	19,42728
O3	36,35071	34,80762	34,80762	20,84857	48,63808	73,44906	382,3392	19,55350
Benzene	1,38499	0,95962	0,95962	0,56059	1,89201	3,66385	1,5979	1,26410
CO (*)	1,38376	1,26252	1,26252	1,11380	1,57083	2,12377	0,1514	0,38905

(*) per il CO l'unità di misura è rappresentata da mg/m^3 .

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 Bitritto	Casamassima
Lab Mobile Bitritto	1	0,77
Casamassima		1

NO2	Lab Mobile Bitritto	Casamassima
Lab Mobile Bitritto	1	0,71
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.



9. Conclusioni

Durante la campagna di monitoraggio si sono verificati superamenti dei limiti di legge per il solo PM_{10} . Si deve rilevare che, a causa di una situazione meteorologica favorevole al ristagno di inquinanti in atmosfera, elevate concentrazioni di questo inquinante sono state registrate su larga parte del territorio regionale (come dimostrato dai contemporanei superamenti del limite di legge registrati a Casamassima). Per contro, nei giorni in cui non si sono manifestate le suddette condizioni atmosferiche, i livelli di concentrazione di PM_{10} si sono mantenuti al di sotto del limite di legge. Pertanto, in considerazione di queste considerazioni, nel sito di monitoraggio si può escludere la presenza di una criticità legata al PM_{10} .

Allo stesso modo, anche per gli altri inquinanti monitorati durante la campagna di monitoraggio i dati rilevati mostrano l'assenza di situazioni di criticità.

Si rimarca infine che le suddette considerazioni hanno validità esclusiva per il periodo di monitoraggio e per la natura della collocazione del laboratorio mobile.

Bari, Marzo 2011

Il Coordinatore Unità Operativa **ARIA**

Dott. Roberto **GIUA**



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	96
Benzene	96
Ozono	98
CO	98
SO₂	92



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