



Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con laboratorio mobile

Sito di monitoraggio:
comune di ARNESANO (LE)

Periodo di osservazione:
dal 23/02/12 al 13/06/12

Sito di monitoraggio:
Zona Riesci – Via Manzoni



Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con laboratorio mobile

Richiedente

Il Dipartimento Provinciale di ARPA Puglia di Brindisi ha effettuato una campagna di monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di ARNESANO; tale attività rientrava nell'ambito della programmazione annuale di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico in provincia di Brindisi, orientato ad effettuare specifiche indagini volte a rilevare i livelli di inquinamento atmosferico nei piccoli comuni della provincia di Lecce nei quali è frequente l'uso della biomassa legnosa per il riscaldamento domestico, oltre che ad affiancare le misure del mezzo mobile a quelle già rilevate dalla centralina fissa posta a poche centinaia di metri.

Sito di monitoraggio

Comune di ARNESANO (LE) – Zona Riesci – V. Manzoni

Periodo di monitoraggio

dal 23/02/12 al 13/06/12

Cronologia della campagna di monitoraggio

Il laboratorio mobile (installato su veicolo FIAT DUCATO) per il monitoraggio della qualità dell'aria, in dotazione al DAP dell'Arpa di Brindisi, è stato posizionato nel sito di monitoraggio il giorno 22/02/2012. Nelle giornate successive sono stati attivati gli strumenti e calibrati dai tecnici della Project Automation S.p.A.

Il primo giorno di raccolta di dati validi è il 23/02/2012, al termine delle attività di calibrazione degli strumenti; l'ultimo giorno di campionamento è stato il 13/06/2012. In complesso, la campagna è durata 111 giorni. Il 13/06/2012 è stato disattivato il mezzo.

Gruppo di lavoro

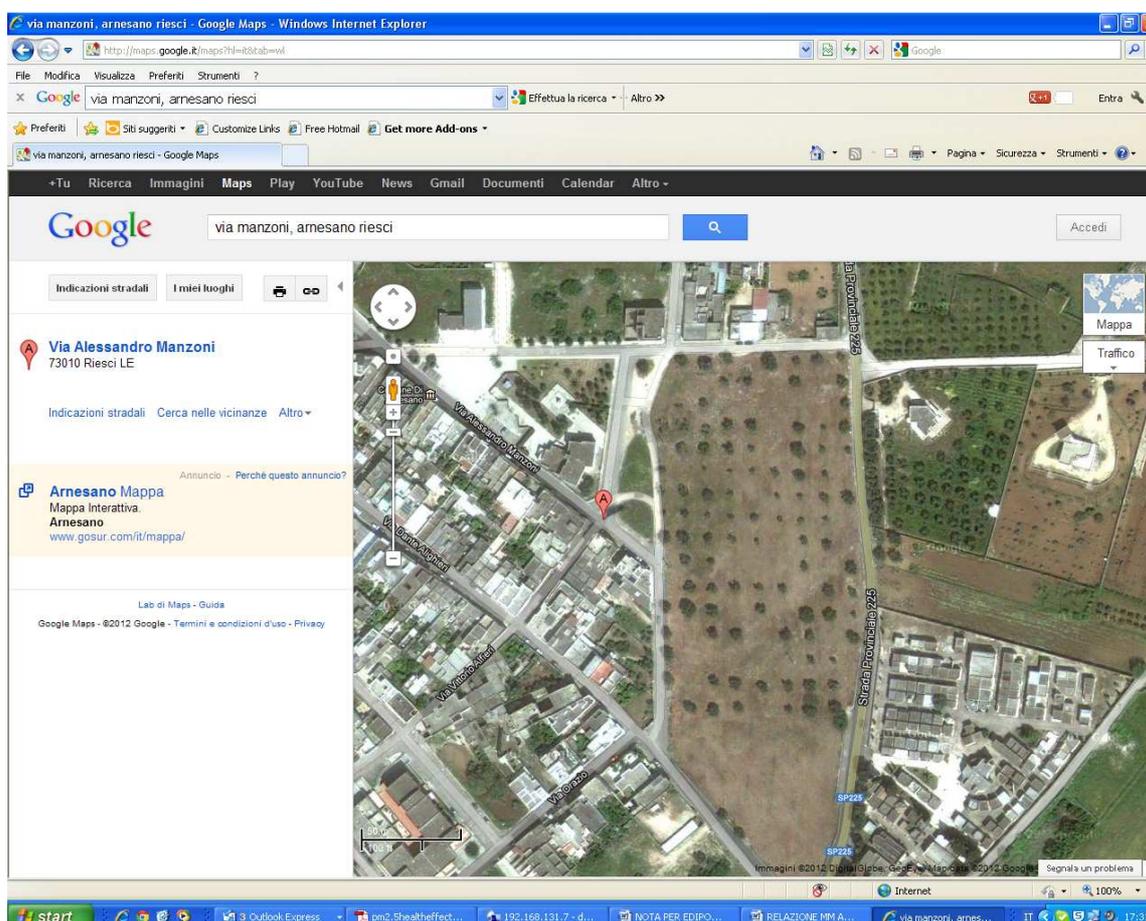
I dati del laboratorio mobile sono stati gestiti e validati, secondo il protocollo interno di ARPA Puglia, dalla dott.sa Alessandra NOCIONI, dal p.i. sig. Pietro CAPRIOLI e dal sig. Matteo MANCA, in servizio presso il settore Territorio del DAP di Brindisi, sotto il coordinamento del Direttore del Settore, dott. Roberto BARNABA. I dati, riportati nella presente relazione, sono stati elaborati dalla dott.sa Livia TRIZIO della U.O. Aria della Direzione Scientifica di Arpa Puglia di Bari.

1. Sintesi della Relazione Tecnica

1.1 Sito di monitoraggio

Il laboratorio mobile è stato posizionato il 22/02/2012 nei pressi della centralina della RRQA in Via Manzoni (Zona Riesci), nelle immediate vicinanze dell'ingresso principale della Scuola, nel territorio comunale di ARNESANO in Via Manzoni. Il sito presenta caratteristiche analoghe a quelle di una stazione di monitoraggio suburbana, essendo collocato nell'area periferica del comune, come evidenziato dall'ortofoto seguente (il sito è evidenziato in rosso).

Il primo giorno di raccolta di dati validi è il 23/02/2012, al termine delle attività di calibrazione degli strumenti; l'ultimo giorno di campionamento è stato il 13/06/2012. In complesso, la campagna è durata 111 giorni. Il 13/06/2012 è stato disattivato il mezzo.



Nel comune di ARNESANO non sono presenti insediamenti produttivi tali da generare pressioni rilevanti sulla componente atmosferica. Ai fini dell'interpretazione dei dati di questa campagna, sono da considerarsi fondamentalmente gli impatti sulla popolazione dovuti alle attività civili o al trasporto, commisurati ad un paese con un numero di abitanti pari a circa 4.000.



1.2 Inquinanti monitorati

Il laboratorio mobile è dotato di analizzatori automatici per il campionamento e la misura in continuo degli inquinanti chimici individuati dalla normativa vigente in materia, ovvero: monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NOx), biossido di zolfo (SO₂), ozono (O₃), benzene, toluene, o-xilene (BTX), PM₁₀.

1.3 Parametri meteorologici rilevati

Il laboratorio mobile permette inoltre 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).

1.4 Riferimenti normativi

Si fa riferimento al D. Lgs. 155/2010 per PM₁₀, CO, SO₂, NO₂, Benzene e Ozono.

2. PM₁₀

2.1 Andamento del PM₁₀

In figura 1 è riportato l'andamento delle concentrazioni medie giornaliere registrate durante la campagna di monitoraggio. Nel periodo di campionamento si sono registrati 5 superamenti del valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ indicato dalla normativa vigente per il PM₁₀ (Dlgs 155/2010). Il DLgs 155/2010 prevede che si possa superare il VL medio giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per un massimo di 35 volte in un anno solare. La concentrazione media giornaliera più elevata è stata registrata il giorno 5 marzo 2012 ($63 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La normativa di riferimento prescrive come limite annuale per il PM₁₀ il valore di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Anche se il periodo di campionamento nel sito non ha coperto l'intero anno ma solo circa tre mesi, è possibile effettuare un confronto, seppur relativo, con tale media annuale; la media delle concentrazioni giornaliere di PM₁₀ nel periodo di monitoraggio è risultata pari a $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, molto al di sotto del valore annuale suddetto.

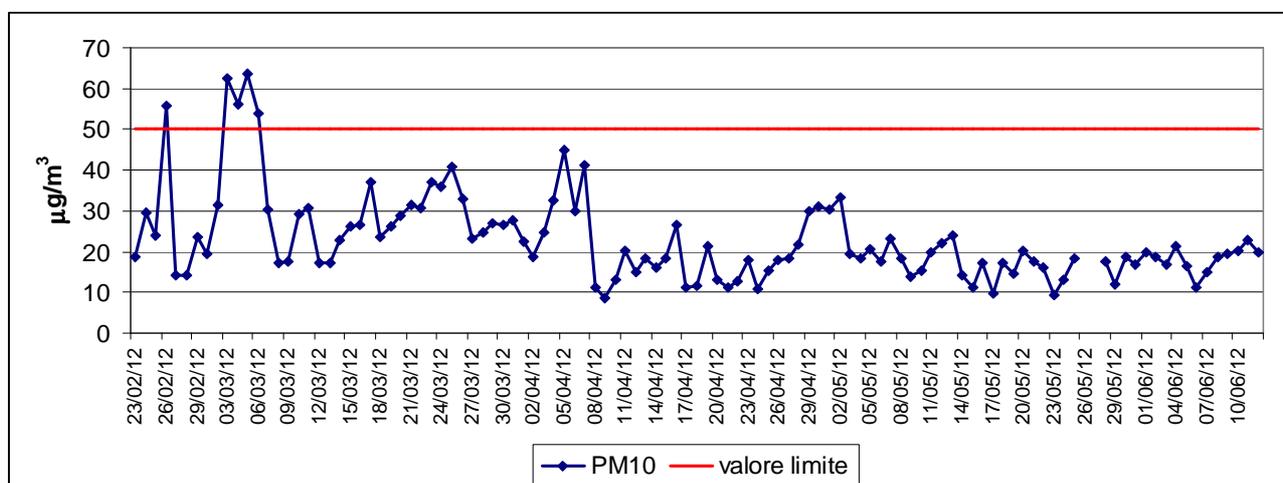


Fig. 1 - Andamento giornaliero del PM₁₀

Per un'analisi più approfondita delle sorgenti di particolato e per la verifica del corretto funzionamento degli analizzatori, si sono confrontati i dati di PM₁₀ registrati dal laboratorio mobile con quelli rilevati dalla stazione di monitoraggio della rete regionale, sempre ad Arnesano in Via Manzoni a poche centinaia di metri.

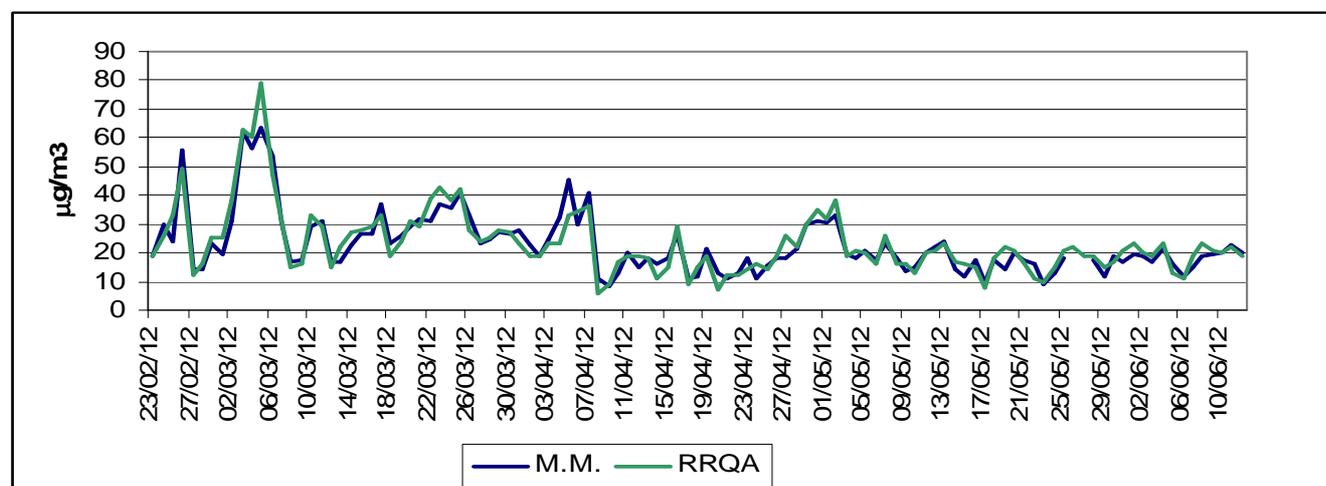


Fig. 2 - Confronto PM₁₀ tra laboratorio mobile e stazione RRQA

Come si nota dal grafico, l'andamento delle concentrazioni nelle due stazioni risulta essere il medesimo, il che porta ad ipotizzare la presenza di un'unica sorgente emissiva che è rilevata allo stesso modo dalla stazione fissa e da quella mobile; tale ipotesi è confermata anche dal coefficiente di correlazione tra i dati delle due stazioni, pari a 0,94.

Si sono inoltre confrontati i dati di PM10 rilevati dal laboratorio mobile con quelli rilevati in altri siti di monitoraggio gestiti da Arpa e presenti in provincia di Brindisi e Lecce, al fine di evidenziare possibili situazioni di inquinamento locale. In tabella I è mostrata la matrice di correlazione tra i dati di PM10 nel periodo di campionamento:

PM10	Arnesano MM	Arnesano RRQA	Guagnano-Baldassarre	Giorgilorio - Surbo	S.M. Cerrate	Campi S.na	Torchiarolo	LE-Via Vecchia s.p. Lama	LE- P.zza Libertini
Arnesano MM	1,00	0,94	0,86	0,91	0,83	0,85	0,92	0,93	0,90
Arnesano RRQA	0,94	1,00	0,81	0,93	0,76	0,89	0,92	0,88	0,83
Baldassarre	0,86	0,81	1,00	0,78	0,83	0,81	0,87	0,85	0,84
Giorgilorio	0,91	0,93	0,78	1,00	0,76	0,87	0,88	0,88	0,85
S.M. Cerrate	0,83	0,76	0,83	0,76	1,00	0,78	0,79	0,87	0,90
Campi S.na	0,85	0,89	0,81	0,87	0,78	1,00	0,83	0,85	0,81
Torchiarolo	0,92	0,92	0,87	0,88	0,79	0,83	1,00	0,83	0,79
LE-Via Vecchia s.p. Lama	0,93	0,88	0,85	0,88	0,87	0,85	0,83	1,00	0,95
LE-P.zza Libertini	0,90	0,83	0,84	0,85	0,90	0,81	0,79	0,95	1,00

Tab. I - Matrice di correlazione dati PM10

Si evidenzia una situazione omogenea di PM10 in provincia di Brindisi e Lecce, con coefficienti di correlazione che non scendono mai al di sotto di 0,75. Tale condizione è stata rilevata ovviamente nel periodo di campionamento, stagione primaverile, che esclude quindi sorgenti locali come l'uso della biomassa legnosa per il riscaldamento domestico, usuali nel periodo invernale nei piccoli comuni della Provincia.

Tale condizione è visibile anche dall'andamento delle concentrazioni medie di PM10 rilevate nelle diverse stazioni di monitoraggio (fig.3), da cui si evince che i superamenti di PM10 verificatisi ad Arnesano i primi giorni di marzo sono comuni anche alle altre stazioni di monitoraggio; tale evidenza porta, quindi, ad ipotizzare una sorgente di inquinamento trans frontiera e non locale.

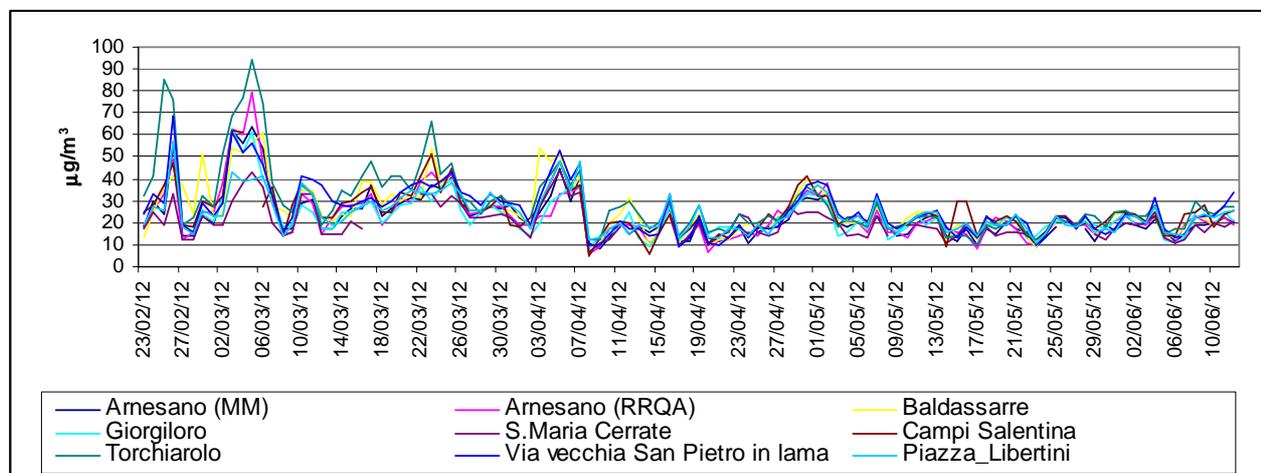


Fig. 3 - Confronto PM10

PM10	Arnesano MM	Arnesano RRQA	Guagnano-Baldassarre	Giorgitorio - Surbo	S.M. Cerrate	Campi S.na	Torchiarolo	LE-Via Vecchia s.p. Lama	LE- P.zza Libertini
MEDIA PERIODO	23	23	26	23	20	25	29	26	24
NUM. SUP VL GIORNALIERO	5	3	8	3	0	3	8	5	1

Tab. II – Media periodo e numero superamenti VL medio giornaliero

Di seguito si riportano le rose dei venti e dell'inquinamento da PM10 nel sito di monitoraggio, ottenute incrociando i dati orari di direzione e velocità del vento prevalente con le concentrazioni biorarie di PM10.

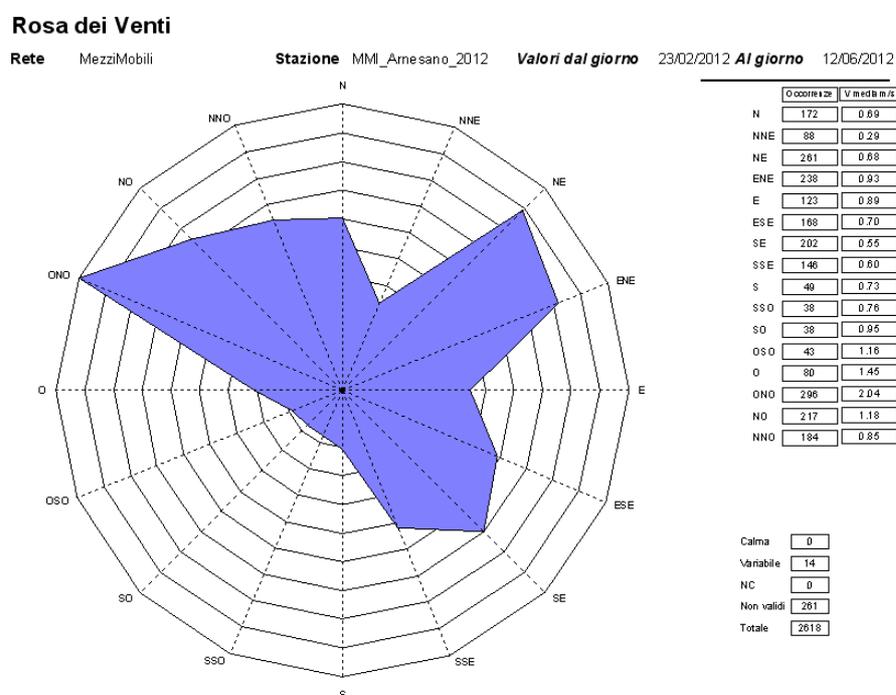


Fig. 4- Rosa dei venti nel periodo di campionamento

Dalla figura 4 si evince la prevalenza di tre direzioni: N-ONO caratterizzata da un'intensità media del vento pari a 2.04 m/sec, SE caratterizzata da un'intensità media del vento pari a 0.55 m/sec e NE-ENE caratterizzata da un'intensità media del vento pari a 0.7 m/sec.

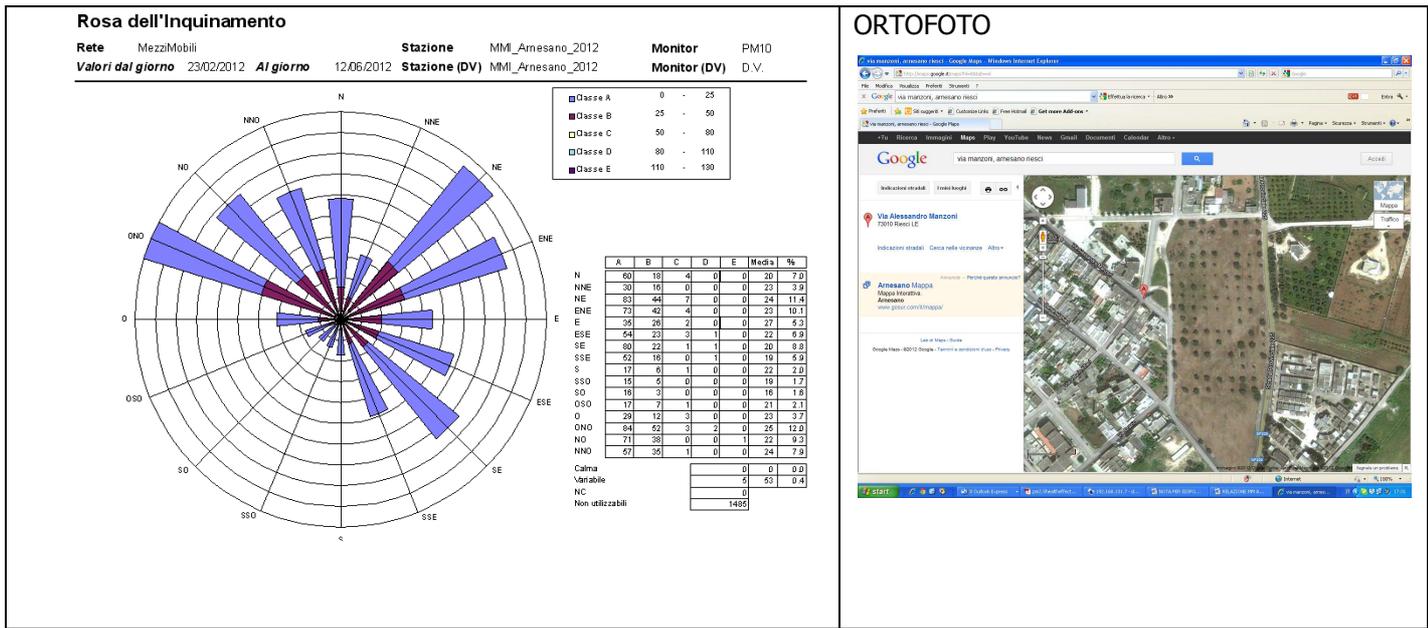


Fig. 5 - Rosa dell'inquinante PM10 nel periodo di campionamento

Dalla figura 5 si può osservare invece l'assenza di direzionalità per l'inquinante in esame.

3. Andamento degli altri inquinanti

Di seguito sono mostrati gli andamenti degli altri inquinanti monitorati dal laboratorio mobile e il loro confronto rispetto ai valori limite e/o bersaglio previsti dalla normativa vigente.

La percentuale di dati validi è stata per la maggior parte degli inquinanti di superiore al 75%, percentuale di dati minima richiesta dalla normativa di riferimento, tranne che per il biossido di zolfo.

3.1 – Concentrazione massima della media mobile sulle 8 ore di O₃

A causa di possibili impatti sulla salute umana, l'ozono, assieme all'NO₂ ed al PM₁₀, 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.

In figura 6 è mostrato l'andamento della concentrazione massima della media mobile sulle 8 ore rilevata durante il periodo di campionamento.

Sono stati registrati 16 superamenti del valore bersaglio per la protezione della salute umana pari a 120 µg/m³; è da sottolineare, comunque, che valori di ozono elevati sono frequenti nei mesi estivi nei territori caratterizzati da forte irraggiamento solare, quale è la nostra regione.

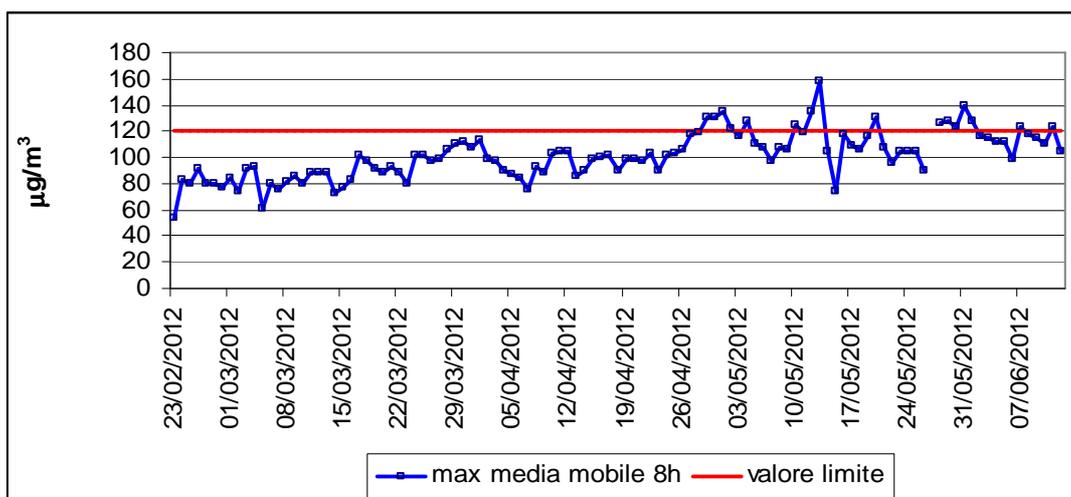


Fig - 6 - Ozono: massimo della media mobile sulle 8 ore ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

NOTA: la media mobile di 8 ore è la media di ogni periodo di 8 ore consecutive. In pratica, il primo periodo di 8 ore di ogni singolo giorno è quello compreso tra le ore 17:00 del giorno prima e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultimo periodo di 8 ore per ogni giorno sarà quello compreso tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.

3.2 - Grafico della Concentrazione massima giornaliera della Media Oraria di NO_2

Nel grafico di seguito sono riportati i valori del massimo orario giornaliero registrati durante la campagna di monitoraggio. 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 $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

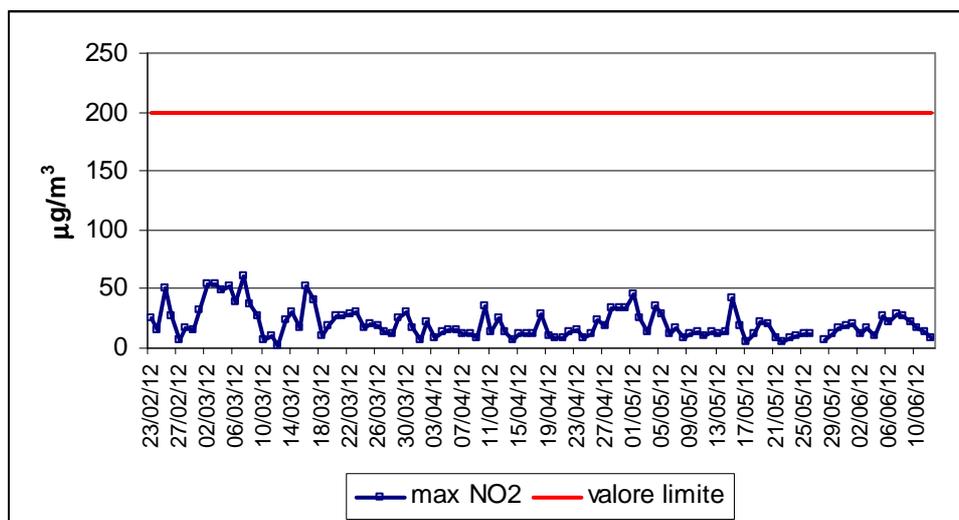


Fig7. NO_2 : concentrazione massima oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

3.3 - Grafico della concentrazione di CO - media mobile sulle 8 ore

I dati orari validi rilevati per il CO mostrano valori decisamente bassi, molto inferiori al valore limite normativo previsto dal DLgs 155/2010 (10 mg/m³), come mostrato nel grafico seguente.

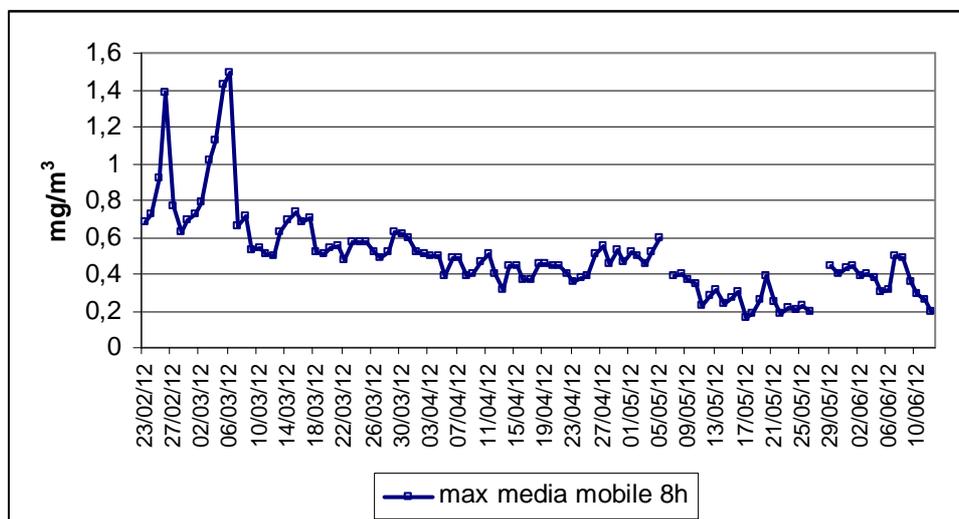


Fig.8. CO:massimo della media mobile sulle 8 ore (mg/m³)

3.4 - Grafico della concentrazione di SO₂ – Massimo orario

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). 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.

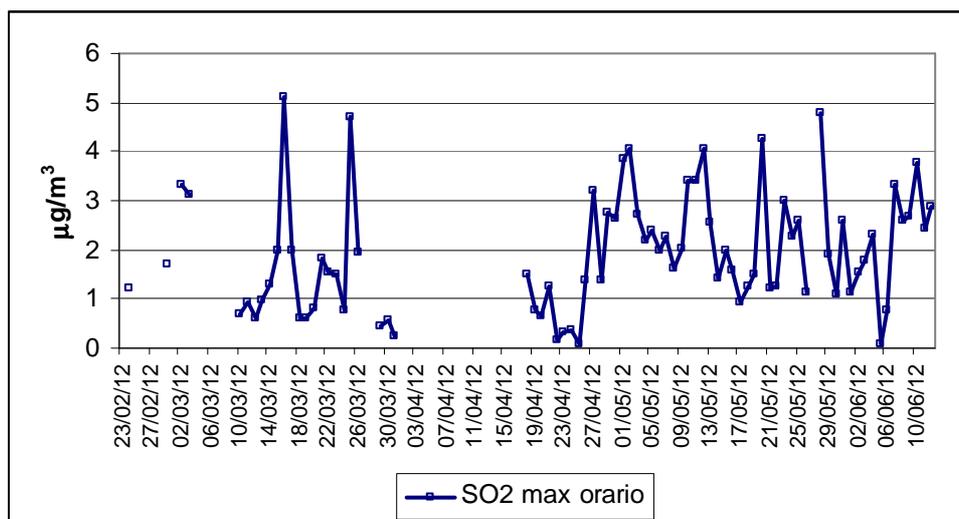


Fig.9. SO₂:massimo orario (µg/m³)

3.5 – Grafico della concentrazione di Benzene – Media Giornaliera

Nel seguente grafico è riportato il valore della concentrazione media giornaliera registrata durante il periodo di monitoraggio. 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. 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 $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

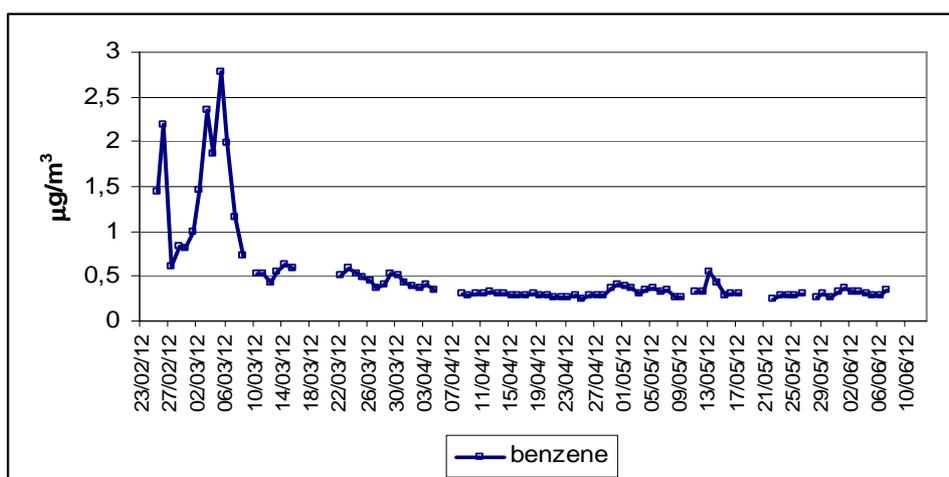


Fig10. Benzene: media giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

2.2 Correlazione tra inquinanti

Di sotto sono riportati i coefficienti di correlazione tra i valori orari degli inquinanti PM₁₀, NO₂, CO e benzene.

Correlazioni	NO ₂	PM ₁₀	benzene	CO
NO ₂	1	0,42	0,63	0,64
PM ₁₀	0,42	1	0,62	0,56
benzene	0,63	0,62	1	0,81
CO	0,64	0,56	0,81	1

Tab. III Matrice di correlazione tra i diversi inquinanti

Si rileva come le correlazioni più alte si osservano tra gli inquinanti derivanti dal traffico veicolare, come CO e benzene.

2.3 - Giorno tipo di PM₁₀, NO₂, O₃

I grafici seguenti mostrano il giorno tipo di O₃, PM₁₀, CO, NO₂.

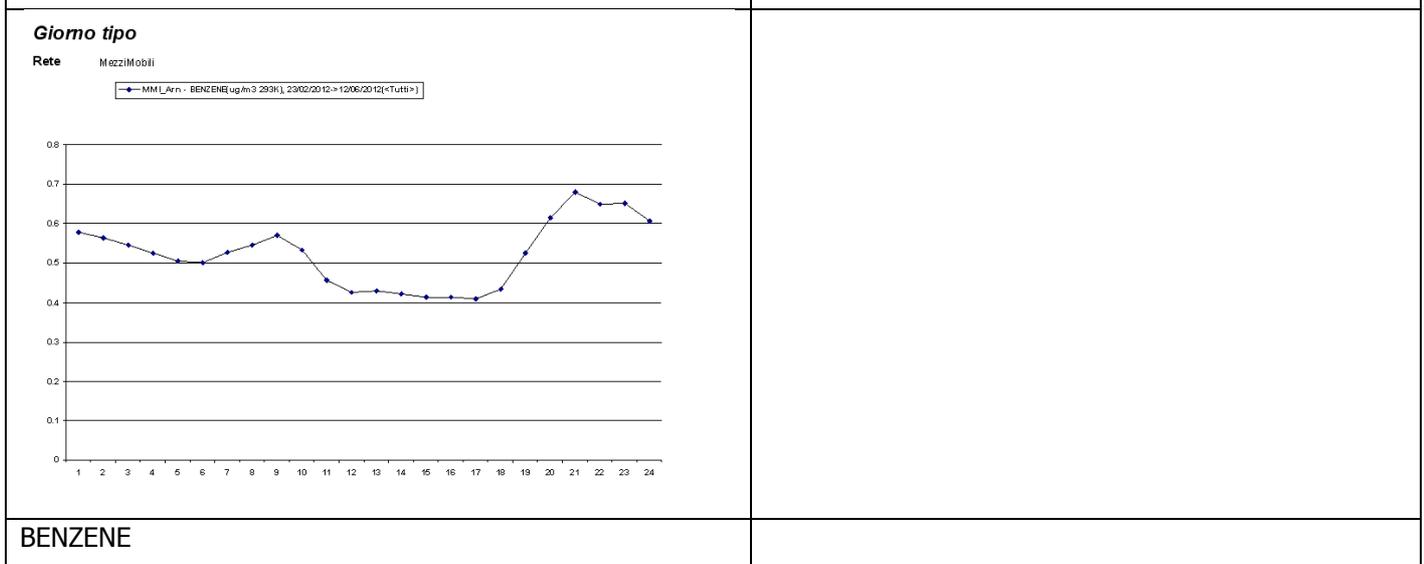
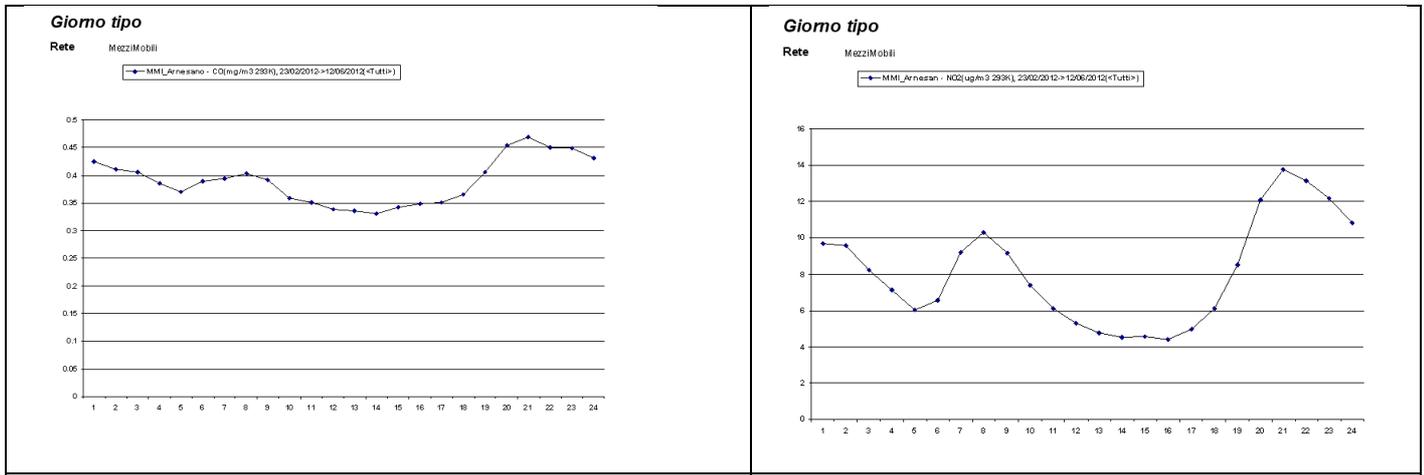
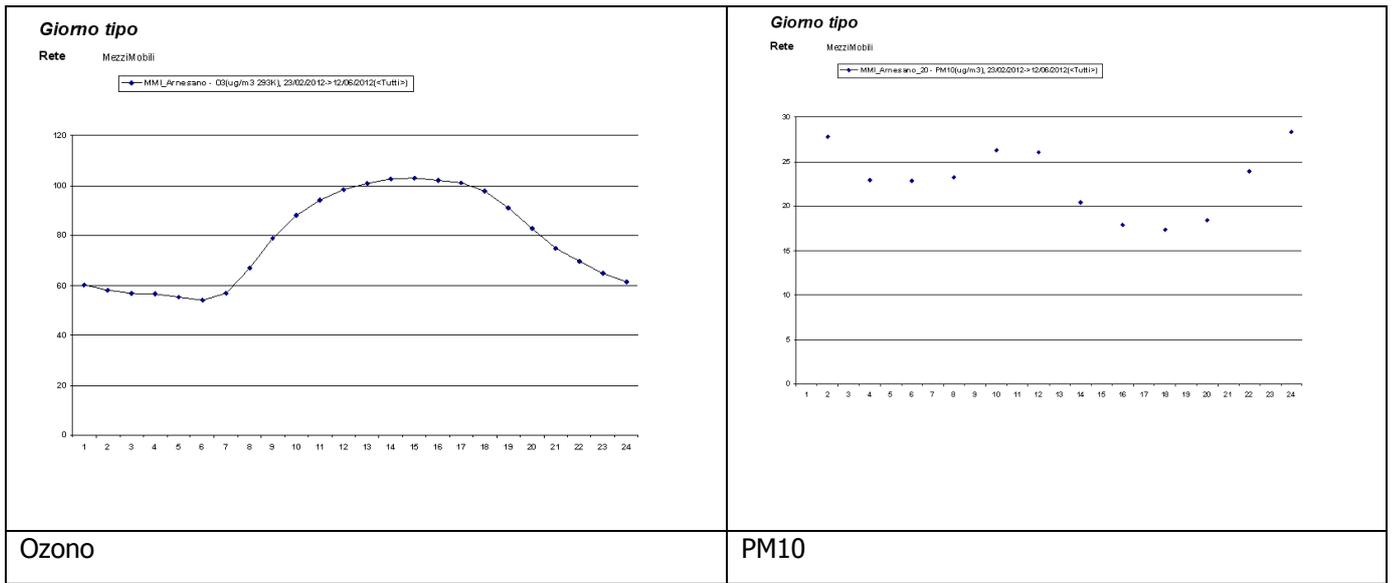


Fig11. Giorno tipo di O₃, PM10, CO, NO₂, Benzene

L'NO₂ ha mostrato, nel corso delle giornate di monitoraggio, un andamento con due massimi orari, caratterizzato da un picco nelle prime ore del mattino (intorno alle 8), un decremento nella parte centrale della giornata, un ulteriore picco in serata (dalle 20 alle 22) e infine un decremento notturno.

Per il PM₁₀ l'andamento è differente per l'assenza del picco mattutino; i picchi non sono così accentuati come per l'NO₂. Esso si caratterizza per i massimi serali (dalle ore 21 in poi), con un decremento tra le 15 e le 20.

Il grafico dell'andamento del Monossido di Carbonio (CO) è simile a quello dell'NO₂ e mostra due picchi, con un aumento nelle prime ore del mattino (intorno alle 8-9), un decremento nella parte centrale della giornata, un ulteriore picco molto più netto in serata (dalle 20 alle 21).

Il grafico dell'Ozono rappresenta il giorno tipo caratteristico di questo inquinante e mostra il classico andamento a campana, con i valori massimi nelle ore di maggior irraggiamento della giornata.

3. Dati meteo

Di seguito sono riportati gli andamenti di piovosità e temperatura nel periodo di campionamento.

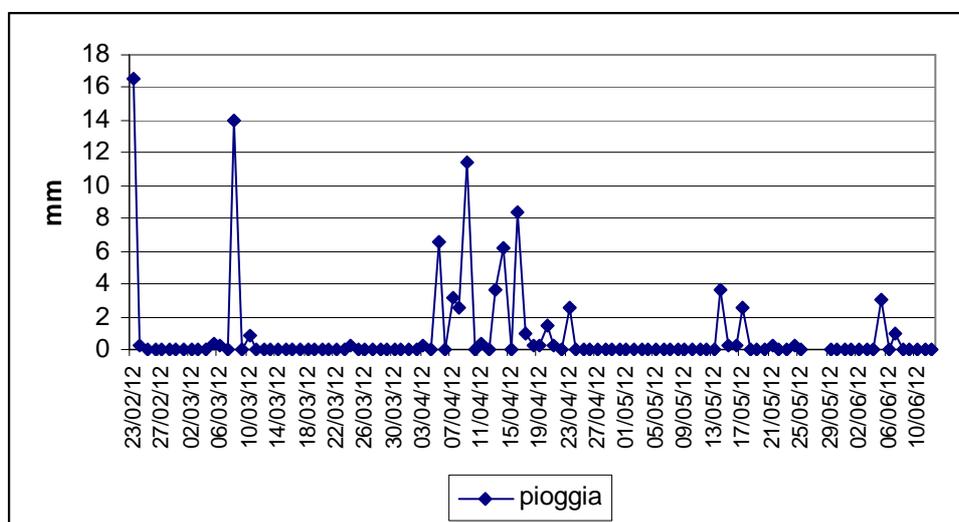


Fig 12. Piovosità

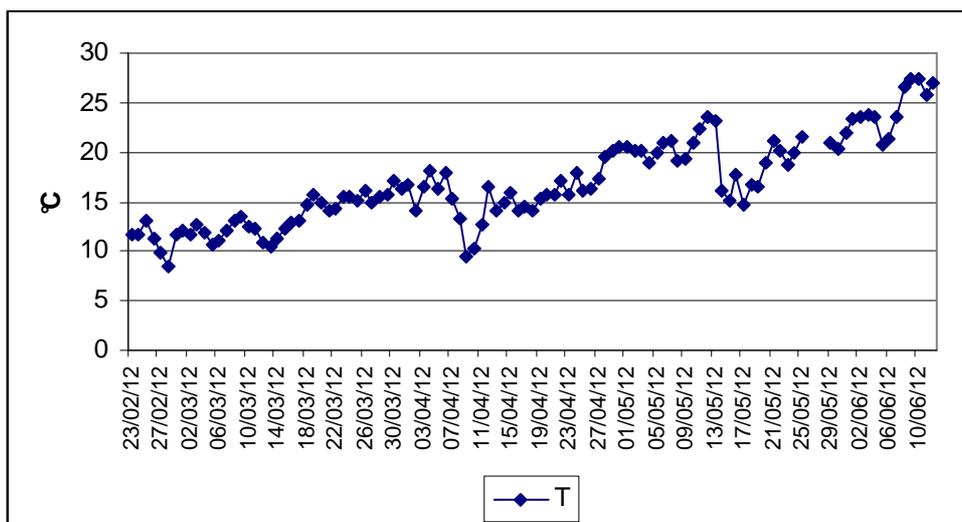


Fig 13. Temperatura

Durante il periodo di campionamento ci sono stati parecchi giorni di pioggia soprattutto nei primi giorni del mese di aprile; ciò avrebbe dovuto portare ad un abbassamento delle concentrazioni di PM10, che invece dal 4 al 7 aprile non si è verificato; questo a causa di fenomeni di avvezioni sahariane che hanno colpito tutta la Regione nei giorni suddetti.

L'aumento della temperatura spiega la presenza dei superamenti di ozono nella seconda metà del periodo di campionamento.

4 – STATISTICHE DESCRITTIVE

In tabella IV sono mostrate le principali statistiche descrittive degli inquinanti in esame nel periodo di campionamento.

	Dati validi	Media	Minimo	Massimo	Dev. standard
SO2	1678	0,78	0,01	5,11	0,75
NO2	2471	8,15	0,99	60,21	7,64
PM10	1305	22,94	0,97	129,42	13,75
Benzene	2124	0,52	0,20	7,17	0,60
CO	2495	0,39	0,02	1,94	0,19
O3	2615	78,11	1,28	175,60	29,96

Tab. IV Statistiche descrittive dei diversi inquinanti

In figura 14 è mostrato un box plot degli inquinanti monitorati da cui si evince la grande variabilità delle concentrazioni soprattutto per alcuni inquinanti, come l'NO₂, l'O₃ e il PM10.

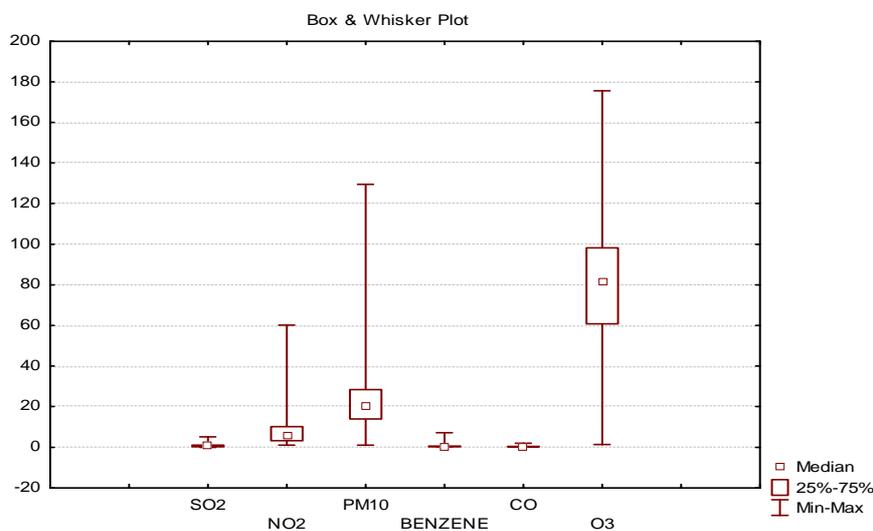


Fig.14. Box plot degli inquinanti monitorati

5 - CONCLUSIONI

Il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico effettuato rientrava nella programmazione delle attività del DAP di Brindisi sul territorio provinciale ed era orientato a svolgere specifiche indagini volte a rilevare i livelli di inquinamento atmosferico nei piccoli comuni della provincia nei quali è frequente l'uso della biomassa legnosa per il riscaldamento domestico, oltre che ad affiancare le misure del mezzo mobile a quelle già rilevate dalla centralina fissa posta a poche centinaia di metri.

Durante la campagna di monitoraggio si sono registrati 5 superamenti del valore limite giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ indicato dalla normativa vigente per il PM10 (DLgs 155/2010), su un totale di 111 giorni di rilevamento.

La concentrazione media di PM10 nel periodo è stata di 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il numero di superamenti del VL di PM10 valutati a ARNESANO e la concentrazione media del periodo di monitoraggio sono state confrontate con quelle rilevate nello stesso periodo dalle centraline fisse site nel territorio provinciale e nel comune di Brindisi, gestiti da Arpa Puglia. Si è evidenziata una situazione omogenea dei livelli di PM10 nel periodo monitorato, escludendo quindi sorgenti locali di inquinamento, che possono invece essere preponderanti nel periodo invernale a causa dell'uso di biomassa legnosa per riscaldamento domestico. I valori rilevati sono fondamentalmente dovuti alle attività civili o al trasporto, commisurati ad un paese con un numero di abitanti pari a circa 4.000.

Per l'ozono si sono registrati 16 superamenti del valore bersaglio per la protezione della salute umana.

Per tutti gli altri inquinanti monitorati non sono state rilevate criticità, anzi i livelli di concentrazione sono sempre ampiamente al di sotto del valore limite.

Brindisi, 10/10/2012

Per la U.O. Aria della Direzione Scientifica:

Dott.ssa Livia **TRIZIO**

Per la U.O. Aria dei Servizi Territoriali del DAP di Brindisi:

Dott.ssa Alessandra **NOCIONI**

I dati contenuti nella presente relazione sono messi a disposizione del Comune di Arnesano da parte di ARPA Puglia che ne detiene la proprietà. I due Enti potranno utilizzarli per i rispettivi fini istituzionali.

Allegato I - Efficienza di campionamento

Il D.Lgs. 155/10 (allegato VII e allegato XI) stabilisce che 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, debbano essere utilizzati i criteri indicati nella tabella di seguito riportata.

Tabella: dall' allegato XI del D. Lgs. 155/2011 – 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.

La tabella che segue riporta la percentuale di dati orari validi registrati dagli analizzatori del laboratorio mobile sottolineando che si tratta di un'informazione indicativa del livello di efficienza della strumentazione, non essendo questo dato, calcolato su base mensile, raffrontabile con alcun parametro normativo. Infatti, l'efficienza di funzionamento di un analizzatore, in termini di percentuale relativa alla raccolta minima di dati, è un parametro che deve essere calcolato nell'arco di un anno.

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 S.p.A., società responsabile della manutenzione.

ANALIZZATORE	PERCENTUALE DI DATI VALIDI (%)
SO ₂	63
NO ₂	93
CO	94
O ₃	98
PM ₁₀	98
Benzene	80



Allegato II - Informazioni sulla strumentazione e sulle metodologie di analisi

Gli analizzatori presenti sul laboratorio 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.M. 60/02.

I principi di funzionamento degli analizzatori di cui lo stesso è equipaggiato:

- SO₂ : fluorescenza (Modello 100 A, Teledyne API);
- NO_x: chemiluminescenza con generatore di ozono (Teledyne API 200A);
- 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 400A);
- 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 MP101M);
- BTX: Gascromatografia con colonna impaccata e Rilevatore FID (ENVIRONMENT VOC 71M).

Allegato III – Immagini del sito di monitoraggio

