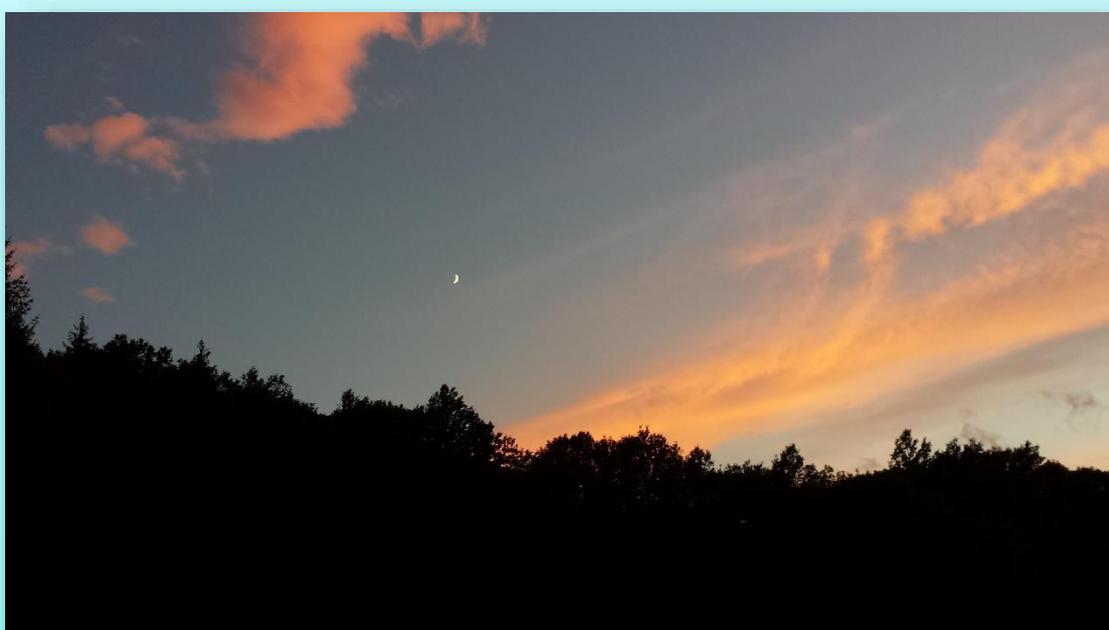


# LA QUALITÀ DELL'ARIA IN MOLISE



## ARPA MOLISE

### *DIREZIONE GENERALE*

*Q. Pallante*

### *DIREZIONE TECNICO SCIENTIFICA*

*R. Manoni*

### *U.O.C. delle Attività Tecniche ed Informatiche*

*R. Manoni*

### *Gestione Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria*

*G. Guglielmi, A. Mastromonaco, L. Pierno, M. Presutti*

### *DIPARTIMENTO di CAMPOBASSO*

#### *Unità Operativa Complessa dei Servizi Laboratoristici*

*R. Bisignani, R. Capati, M.G. Cerroni, M. Ciccone, V. Di Iulio, A. Lucci, E. Piacenti, B. Principi*

### *DIPARTIMENTO di ISERNIA*

#### *Unità Operativa Complessa dei Servizi Territoriali e Laboratoristici*

*M. Calabrese, L. De Tullio, M. Galante, A. Giannini, G. Rinaldi, C. Tarasco*

*Tenendo fede all'obiettivo che questa Agenzia si è posta, che è quello di aggiornare annualmente la relazione sullo stato di qualità dell'aria del Molise, in risposta al bisogno di informazioni, anche quest'anno, puntualmente, è stata predisposta la Relazione Annuale sulla Qualità dell'Aria che fornisce l'analisi dei risultati prodotti dalle stazioni che costituiscono la Rete di Rilevamento.*

*Nel contesto del triennio 2012-2014, particolarmente costruttivo ed innovativo, il 2014 si distingue per unicità, per quel che concerne la qualità dell'aria, poiché ha visto l'implementazione del monitoraggio dei metalli Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo e del Benzo(a)pyrene; sono state avviate, inoltre, le campagne di monitoraggio del PM<sub>2.5</sub> che sono proseguite, poi, nel 2015 ed, infine, è stato l'anno in cui è entrata in vigore la zonizzazione in termini di qualità dell'aria del territorio molisano. Sono state poste, poi, le basi per l'attivazione di un sistema previsionale di qualità dell'aria e dell'aggiornamento dell'inventario delle emissioni, che si sono conclusi positivamente nel 2015.*

*Ad oggi, quindi, il Molise è in grado di valutare la qualità dell'aria in maniera integrata con l'utilizzo di tutti gli strumenti previsti dalla norma: rete di rilevamento, inventario delle emissioni, modellistica diffusionale.*

*Questo porta ad un salto di qualità sia delle attività inerenti la qualità dell'aria, sia in termini di diffusione delle informazioni al fine di informare i cittadini e sia di supportare e orientare i processi decisionali a livello regionale.*

*Il processo di crescita non si è tuttavia concluso, infatti, nell'ottica del miglioramento continuo sono state avviate anche le operazioni per la certificazione di qualità secondo la norma ISO 9001 della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria, nonché le azioni per l'ottenimento dell'accreditamento, secondo la norma ISO 17025, delle misure del PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> con il metodo gravimetrico.*

*dr. Remo Manoni  
Direttore Tecnico-Scientifico ARPA Molise*

*dr. Quintino Pallante  
Commissario Straordinario ARPA Molise*

## Sommario

ARPA MOLISE .....	2
LA QUALITÀ DELL'ARIA IN SINTESI .....	5
L'INDICE DI QUALITÀ DELL'ARIA .....	6
VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	8
PARTICOLATO PM <sub>10</sub> .....	10
OZONO (O <sub>3</sub> ).....	16
BIOSSIDO DI AZOTO (NO <sub>2</sub> ) .....	19
METALLI PESANTI – ARSENICO (AS), CADMIO (CD), NICHEL (NI), PIOMBO (PB) .....	21
BENZO(A)PYRENE (B(A)P) .....	26
BENZENE (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ) .....	28
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO) .....	29
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO <sub>2</sub> ).....	30
ANDAMENTI TIPICI .....	32
BIBLIOGRAFIA.....	36
ALLEGATI .....	37

## La qualità dell'aria in sintesi

### Cos'è la qualità dell'aria?

Le sostanze che vengono immesse in atmosfera a seguito delle attività umane possono produrre effetti indesiderati. Tale considerazione è alla base della definizione di inquinante fornita dall'Agenzia Europea per l'Ambiente: sostanza che, "impressa direttamente (inquinanti primari) o indirettamente nell'aria (inquinanti secondari), può avere effetti nocivi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso". Una sostanza inquinante per l'aria, pertanto, può essere identificata secondo i suoi effetti temporanei o irreversibili, immediati o a lungo termine sull'uomo e sull'ambiente; sul fatto che sia in grado di produrre, reagendo con altri elementi naturali e non dell'atmosfera, sostanze a loro volta nocive. Le sostanze inquinanti vengono, poi, classificate in base alla loro pericolosità, valutata dal punto di vista tossicologico (uomo) e della loro aggressività nei confronti dell'ambiente naturale o dei beni materiali.

-  Superamento del valore limite giornaliero per PM<sub>10</sub>. La criticità è presente nella città di Venafro. Nella restante parte del territorio regionale non si sono verificati superamenti dei limiti giornalieri.
-  Superamento del valore limite annuale per NO<sub>2</sub>. Anche in questo caso la criticità è presente nella città di Venafro. Nella restante parte del territorio regionale non si sono verificati superamenti dei limiti giornalieri.
-  Non è stato superato in nessuna parte del territorio regionale il limite annuale del PM<sub>10</sub>.
-  Diminuzione del numero di giorni di superamenti della città di Venafro.
-  Non è stato superato in nessuna parte del territorio regionale il limite orario del NO<sub>2</sub>.
-  Superamento del valore obiettivo ed a lungo termine dell'ozono.
-  Anche per il 2014 gli inquinanti primari, quali monossido di carbonio e biossido di zolfo non presentano alcuna criticità. Anche alcuni degli inquinanti contenuti nel particolato atmosferico, quali metalli pesanti e benzo(a)pirene, sono al momento sotto controllo. La concentrazione in aria di benzene si è progressivamente ridotta e ora è stabilizzata su valori inferiori al limite.
-  Nel 2014 è stato avviato il monitoraggio dei metalli (As, Cd, Ni, Pb) e del benzo(a)pirene, raccolti sul particolato. I risultati del monitoraggio dimostrano come anche per questi inquinanti i valori sono inferiori al limite.

## L'Indice di Qualità dell'Aria

Per una valutazione ed un'informazione semplice ed immediata sullo stato della qualità dell'aria ci si avvale dell'Indice di Qualità dell'Aria, che tiene conto in maniera integrata dei diversi inquinanti, ed è quindi utilizzato per indicare sinteticamente lo stato dell'inquinamento atmosferico.

Ai diversi livelli di I.Q.A. si associano giudizi diversi in merito alla qualità dell'aria, diversi colori e diverse raccomandazioni utili alla popolazione: "Ottima", "Buona", "Discreta", "Mediocre", "Poco salubre", "Insalubre", "Molto insalubre", per maggiori dettagli si rimanda all'Allegato3.

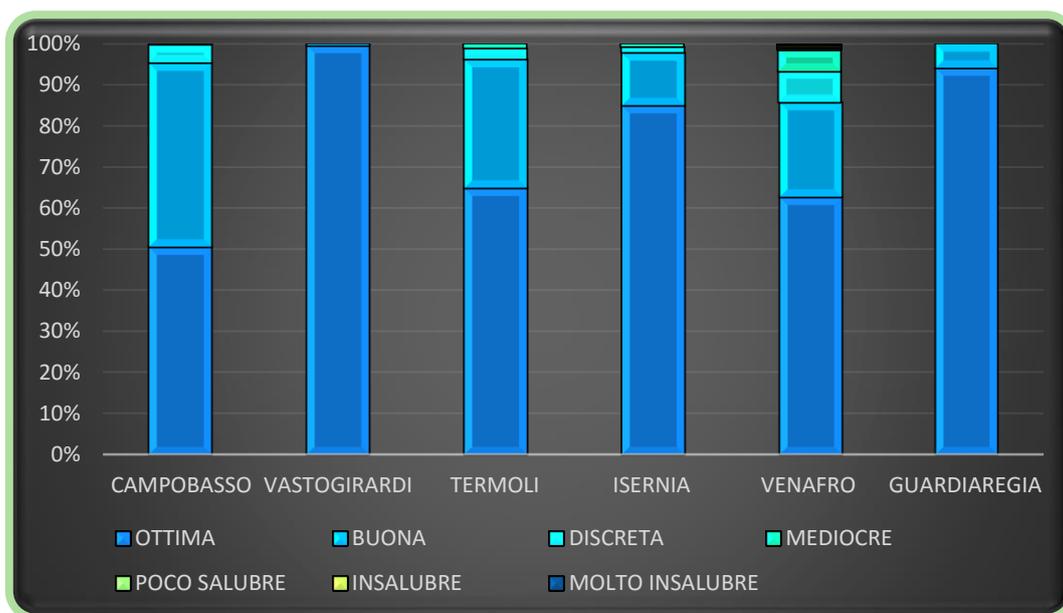


FIGURA 1 – GRAFICO DELLE FREQUENZE DELL'IQA AGGREGATO PER CITTÀ

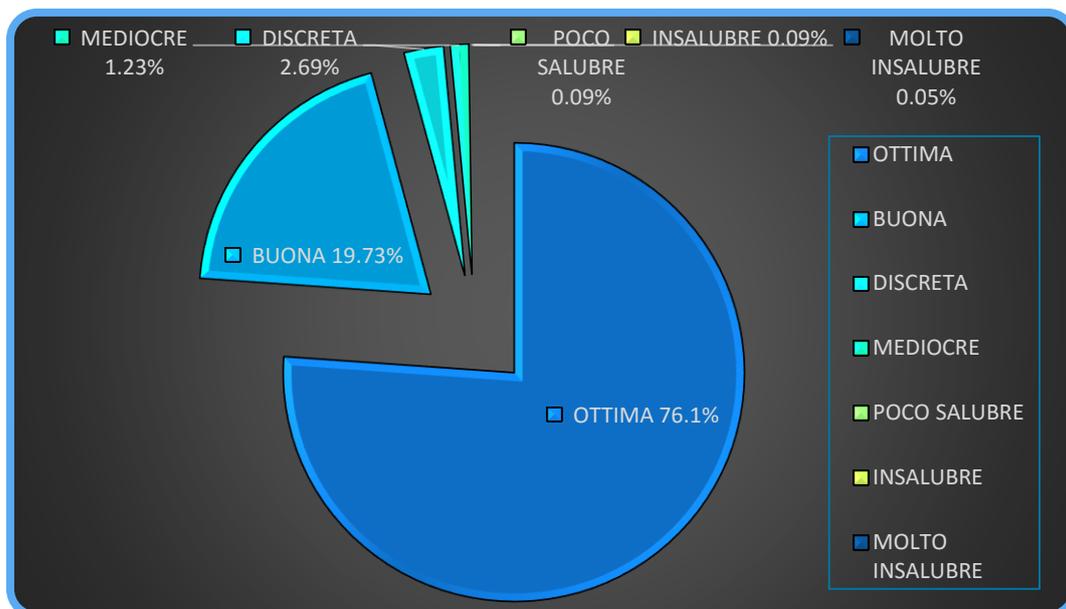


FIGURA 2 – GRAFICO DELLE FREQUENZE DELL'IQA AGGREGATO A LIVELLO REGIONALE

Da una analisi della figura emerge che per il 98.5% dei giorni , la qualità dell'aria è risultata tale da non prevedere nessun rischio per la popolazione.

Nella restante parte di giorni la qualità dell'aria è risultata meno soddisfacente ed ha riguardato quasi esclusivamente il comune di Venafro, dove l'IQA è oscillata per il 7% dei giorni tra il "Mediocre" e il "Molto insalubre".

Si riporta di seguito il calendario dei valori dell'IQA registrati a Venafro da dove si evince, come ormai noto che il periodo critico è rappresentato dai mesi invernali nei quali si registra un aumento delle emissioni ed il verificarsi di condizioni atmosferiche avverse alla dispersione degli inquinanti.

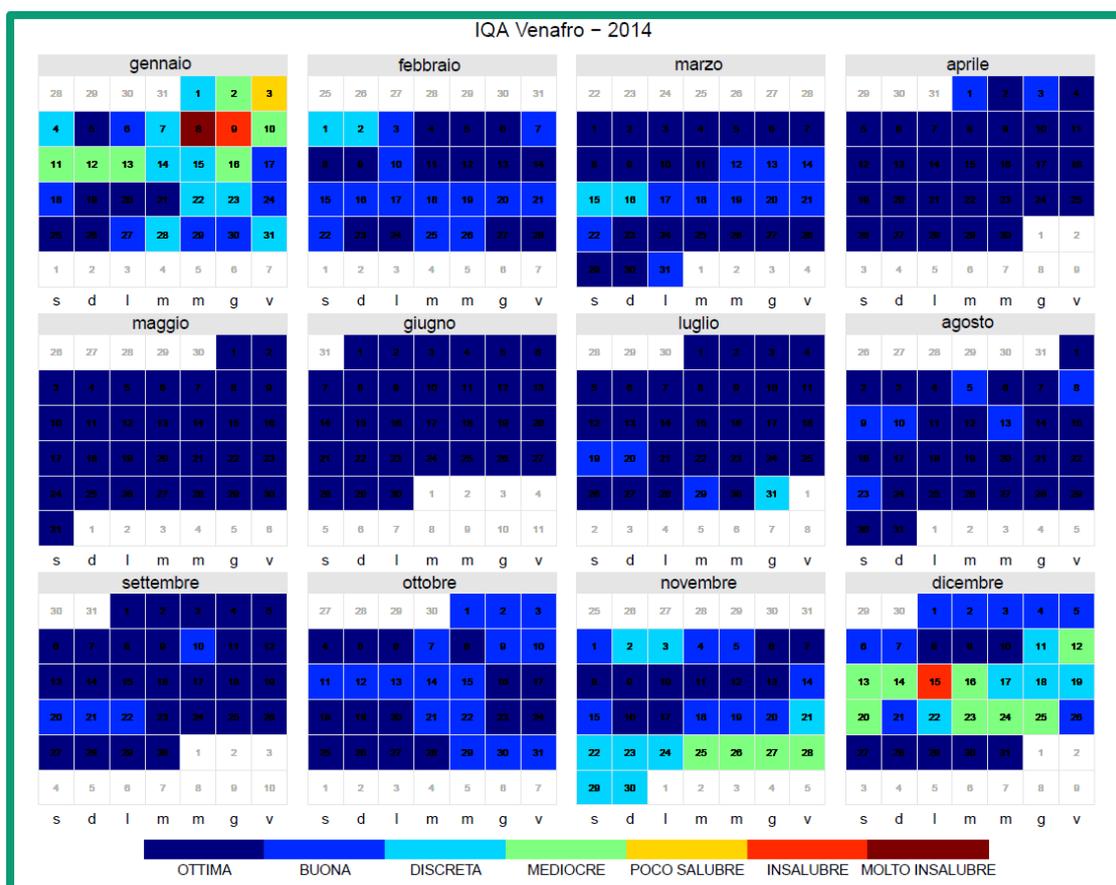


FIGURA 3 – CALENDARIO IQA VENAFRO

## Valutazione della qualità dell'aria

### Criteri per la verifica del valore limite

Per la verifica della validità dell'aggregazione dei dati e del calcolo dei parametri statistici sono stati utilizzati i criteri previsti dalla norma vigente che si riportano di seguito.

Parametro	Percentuale richiesta di dati validi (Data capture)
Valori su 1 h	75 % (ossia 45 minuti)
Valori su 8 h	75 % dei valori (ovvero 6 ore)
Valore medio massimo giornaliero su 8 h	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 h	75 % delle medie orarie (ossia almeno 18 valori orari)
Media annuale	90 % dei valori di 1 ora o (se non disponibile) dei valori di 24 ore nel corso dell'anno

TABELLA 1 – CRITERI CALCOLO PARAMETRI STATISTICI

La raccolta dati deve soddisfare il criterio del "periodo minimo di copertura" (*time coverage*) previsto nell'allegato 1, tabb. 1 e 2, del D. Lgs. 155/2010. In generale le misure in siti fissi, per gli adempimenti AQD (Air Quality Directives), hanno un *time coverage* pari ad un anno civile. Fanno eccezione il benzene, il B(a)P, As, Ni, e Cd che devono soddisfare un *time coverage* più basso (33% per il B(a)p e 50% per As, Ni, e Cd, 35% per le stazioni (sub)urbane di fondo e traffico e 90% per le stazioni industriali).

Va rispettata, inoltre, la "raccolta minima dei dati" (Data capture) prevista nell'allegato 1, tabb. 1 e 2, del D. Lgs. 155/2010. Il valore minimo è pari al 90% per tutti gli inquinanti AQD tranne per l'ozono che per il periodo invernale deve rispettare un data capture del 75%. Per le misure in continuo la verifica si esegue effettuando il rapporto tra i dati validi raccolti e i dati teoricamente misurabili (al netto delle perdite per manutenzione e calibrazione).

Nella "Ipr guidance 1" viene assunta accettabile una perdita del 5% per manutenzione/calibrazione. Ciò consente, in assenza di raccolta delle informazioni sulla manutenzione/calibrazione nel database regionale, di considerare accettabile un data capture obiettivo pari a 85% (per l'ozono, nel periodo invernale, 70%). Nel caso di misure giornaliere la perdita massima accettabile è pari a 18 giorni.

## Zonizzazione

Con D.G.R. n.375 del 01 agosto 2014 la Regione Molise ha disposto la zonizzazione del territorio molisano in termini di qualità dell'aria. L'attività di zonizzazione, in recepimento dei principi disposti dalla Direttiva Comunitaria 2008/50/CE e dal conseguente D. Lgs. 155/2010, si inserisce alla base di un più ampio ambito di pianificazione articolata al fine di garantire una strategia unitaria in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente per l'intero territorio nazionale. Le zone individuate sono le seguenti:

Zona "Area collinare" - codice zona IT1402

Zona "Pianura (Piana di Bojano – Piana di Venafro)" - codice zona IT1403

Zona "Fascia costiera" – codice zona IT1404

Zona "Ozono montano-collinare" – codice zona IT1405

Le zone individuate con i codici IT1402, IT1403 ed IT1404 sono relative alla zonizzazione degli inquinanti di cui al comma 2 dell'articolo 1 del Decreto Legislativo 155/2010. Per la zonizzazione relativa all'ozono, poi, sono state individuate due zone, una coincidente con la zona individuata dal codice IT1404 ed una individuata dal codice IT1405.

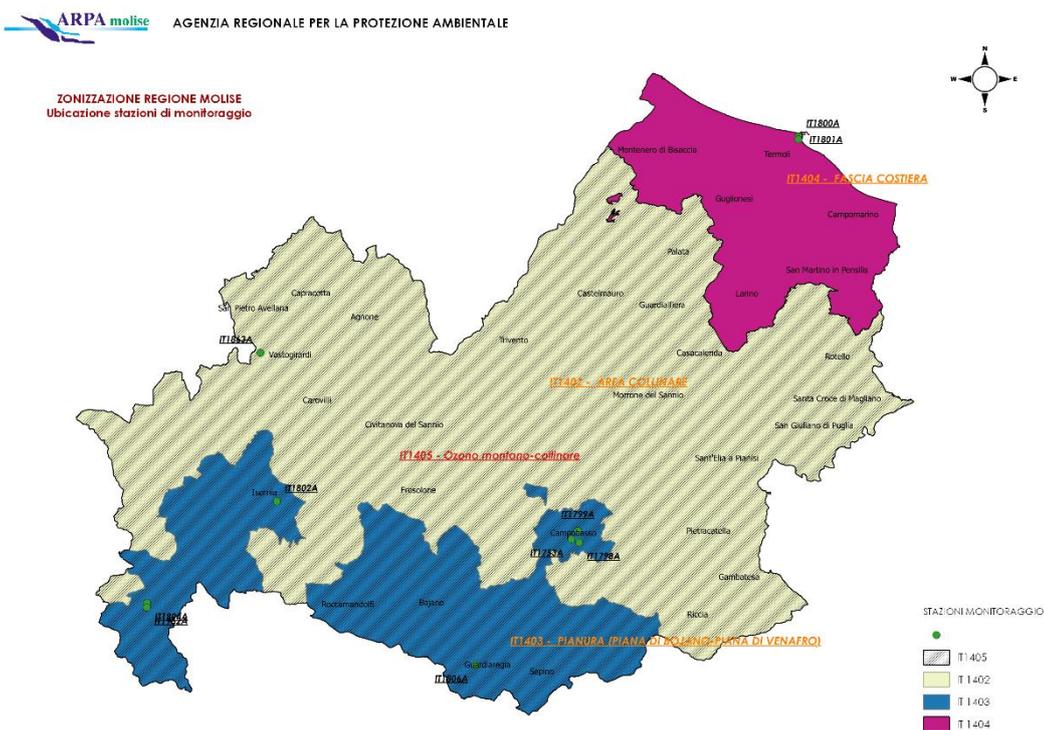


FIGURA 5 – ZONIZZAZIONE MOLISE

## Particolato PM10

Il particolato atmosferico è l'insieme di particelle atmosferiche solide e liquide con diametro aerodinamico compreso fra 0.1 e 100 µm. Le particelle più grandi generalmente raggiungono il suolo in tempi piuttosto brevi e causano fenomeni di inquinamento su scala molto ristretta. Sia quelle antropiche che quelle naturali possono dar luogo a particolato primario (emesso direttamente nell'atmosfera) o secondario (formatosi in atmosfera attraverso reazioni chimiche). Il particolato atmosferico può diffondere la luce del sole assorbendola e rimettendola in tutte le direzioni; il risultato è che una quantità minore di luce raggiunge la superficie della terra. Questo fenomeno può determinare effetti locali (temporanea diminuzione della visibilità) e globali (possibili influenze sul clima). Molto pericoloso per la salute dell'uomo è il PM<sub>10</sub>, contrazione delle parole inglesi ("Particulate Matter" materiale particolato); il 10 indica che il diametro aerodinamico delle particelle è minore di 10 micron. Le dimensioni delle particelle sono tali da penetrare fino al tratto toracico dell'apparato respiratorio (bronchi) mentre quelle più piccole possono arrivare fino agli alveoli polmonari, dove avviene lo scambio ossigeno-anidride carbonica del nostro organismo.

### Limiti normativi

Riferimento legislativo	D. Lgs. 155/10	
Limite giornaliero	Concentrazione media giornaliera da non superare più di 35 volte in un anno	50 µg/ m <sup>3</sup>
Limite annuale	Concentrazione media annuale	40 µg/ m <sup>3</sup>

TABELLA 2 – LIMITI PM<sub>10</sub>

### Sintesi del monitoraggio

Il valore limite annuale è stato rispettato in tutte le stazioni di misurazione. Per ciò che riguarda il numero di superamenti della media giornaliera, solo la stazione di Venafro2 ha registrato 9 superamenti in più di quelli consentiti. Complessivamente, però, nella città di Venafro si sono verificati 51 superamenti, quindi, 16 eccedenze rispetto ai 35 consentiti dalla legge.

	Anni	CB1	CB3	TE1	TE2	IS1	VE1	VE2	VA
Superamenti limiti giornalieri (#)	2012	15	2	17	33	6	47	53	0
	2013	6	2	9	11	7	58	53	0
	2014	5	2	3	4	10	33	44	0

TABELLA 3 – SUPERAMENTI LIMITI GIORNALIERI PM<sub>10</sub>

STAZIONI	2013		2014	
	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Copertura dati (%)	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Copertura dati (%)
CB1	22	93	18	96
CB3	12	70	17	93
TE1	22	52	18	79
TE2	20	49	20	54
IS1	24	38	27	58
VE1	43	56	24	90
VE2	34	89	28	67
VA	8	33	8	47

TABELLA 4 – MEDIA ANNUALE E COPERTURA DATI PM<sub>10</sub>

Nella Tabella 5 si riportano i dati delle medie annuali registrati nelle diverse stazioni di monitoraggio, in verde sono identificati i valori per i quali è stata raggiunta la copertura dati prevista dal D. Lgs. 155/10.

STAZIONI	ZONA	2013	2014
		Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
CB1	IT1403	22	18
CB3	IT1403	12	17
TE1	IT1404	22	18
TE2	IT1404	20	20
IS1	IT1403	24	27
VE1	IT1403	43	24
VE2	IT1403	34	28
VA	IT1402	8	8

TABELLA 5 – MEDIA ANNUALE PM<sub>10</sub>

Numero di superamenti della media giornaliera - Venafro		
2012	2013	2014
63	59	51

TABELLA 6 – NUMERO SUPERAMENTI MEDIE GIORNALIERE PM<sub>10</sub> CITTÀ DI VENAFRO

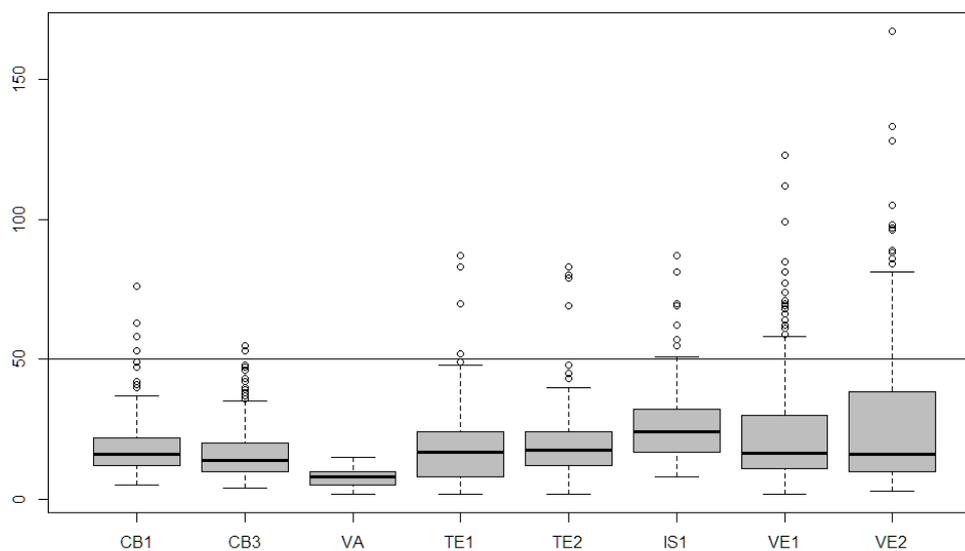


FIGURA 6 – BOXPLOT MEDIE GIORNALIERE PM<sub>10</sub>

Dall'analisi del box-plot di figura 6, si evince che Vastogirardi è la stazione che presenta la variabilità delle medie giornaliere più contenuta. Le stazioni di Venafro sono quelle che rappresentano una dispersione più alta rispetto alle altre e Venafro2 è quella che presenta la variabilità più alta in assoluto, le altre stazioni presentano una variabilità paragonabile. Inoltre, le due stazioni di Venafro presentano, rispetto alle altre, una distribuzione asimmetrica delle medie giornaliere (distanze diverse tra ciascun quartile e la mediana)

Nel 2014 è stato dato inizio al monitoraggio dei metalli (As, Cd, Ni, Pb) in aria ambiente raccolti sul particolato PM<sub>10</sub>. Sono state condotte, quindi, campagne di monitoraggio del PM<sub>10</sub> con metodo gravimetrico. Le stazioni interessate da questo tipo di controllo sono state CB3, TE1, VE2, VA, almeno una stazione per ogni Zona del territorio. Di seguito si riportano i grafici relativi alle medie giornaliere ottenute con metodo gravimetrico con quelle ottenute dal monitoraggio in continuo. Dal confronto si vede la buona sovrapposizione tra gli andamenti misurati con i due metodi. In alcuni casi, episodi comuni a tutte e quattro le stazioni, con il metodo gravimetrico si sono avuti dei superamenti non emersi con l'analizzatore in continuo.

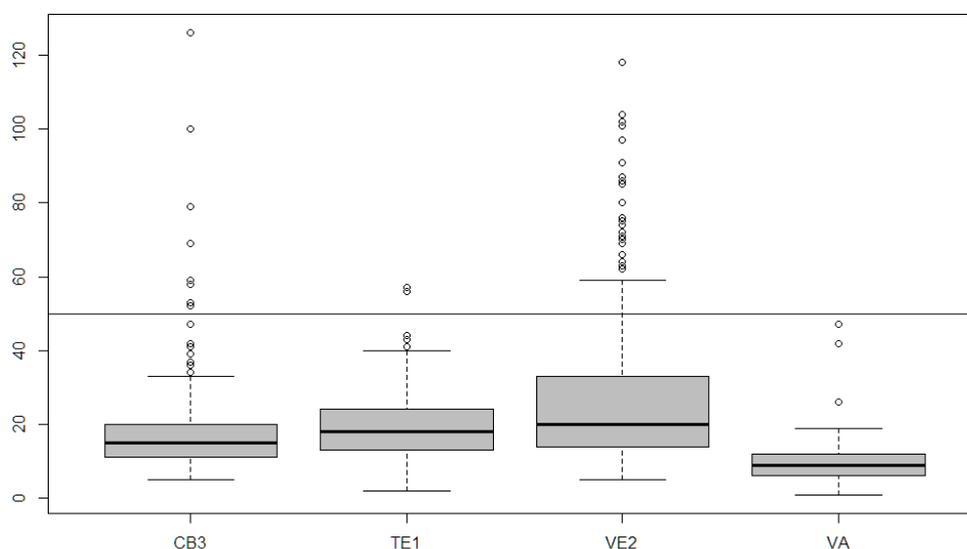
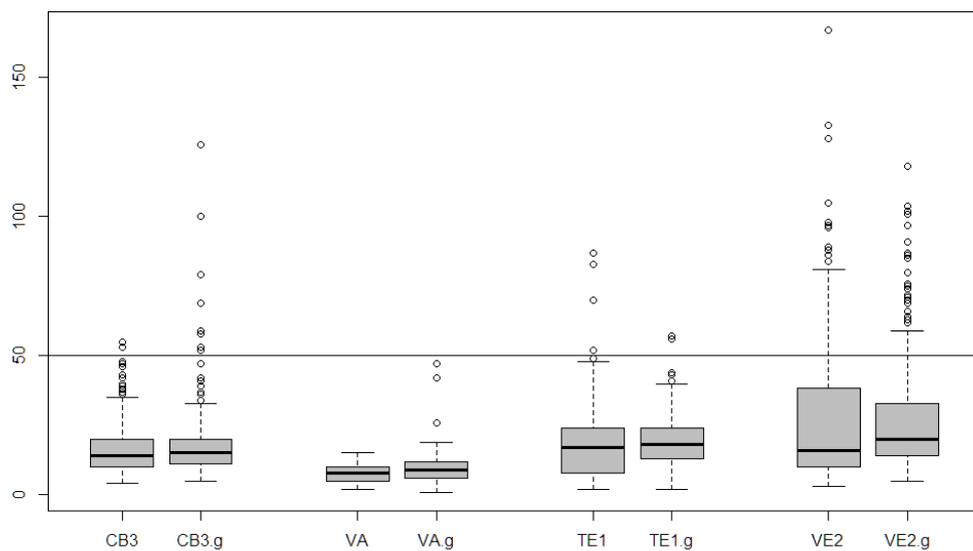


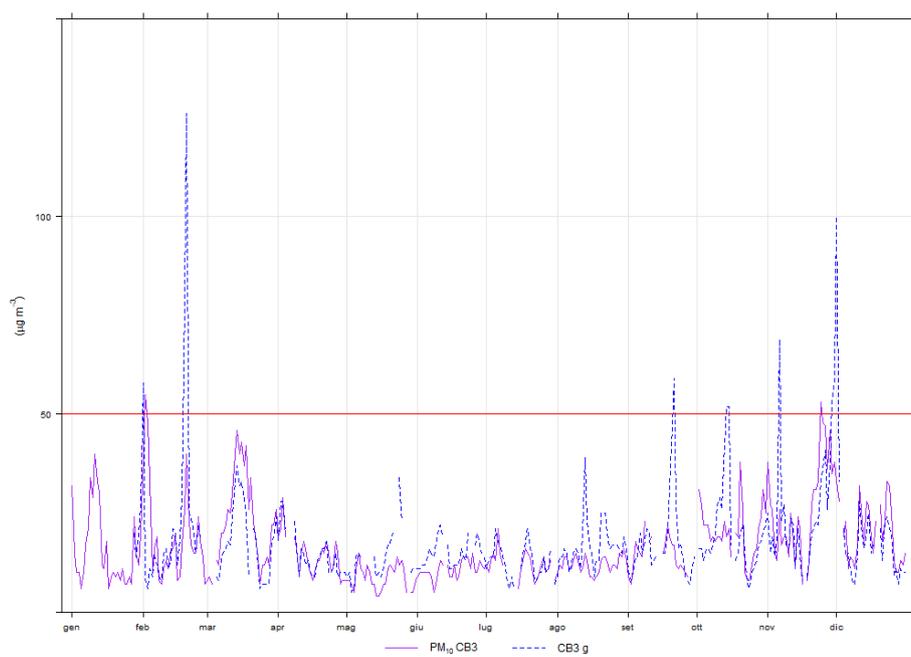
FIGURA 7 – BOXPLOT GRAVIMETRICHE PM<sub>10</sub>

Come è possibile notare dal box-plot sopra, le misure giornaliere gravimetriche sono caratterizzate da una bassa dispersione della distribuzione.

Dal box-plot di figura 8 è possibile notare una bassa dispersione per le stazioni di CB3 e VA, sia per quanto riguarda il monitoraggio in continuo che per quello gravimetrico, le medie giornaliere gravimetriche della stazione CB3 presentano più outliers rispetto al monitoraggio in continuo. Per ciò che riguarda le stazioni di Termoli e Venafro, queste presentano una minore dispersione delle medie calcolate con metodo gravimetrico rispetto a quelle rilevate con l'analizzatore in continuo. Per quanto riguarda Venafro si nota che anche col metodo gravimetrico la forma della distribuzione è asimmetrica e presenta più valori outliers rispetto a quelli rilevati dall'analizzatore in continuo.



**FIGURA 9 – BOXPLOT CONTINUO - GRAVIMETRICO**



**FIGURA 8 – CONFRONTO PM<sub>10</sub> CONTINUO – GRAVIMETRICO CAMPOBASSO**

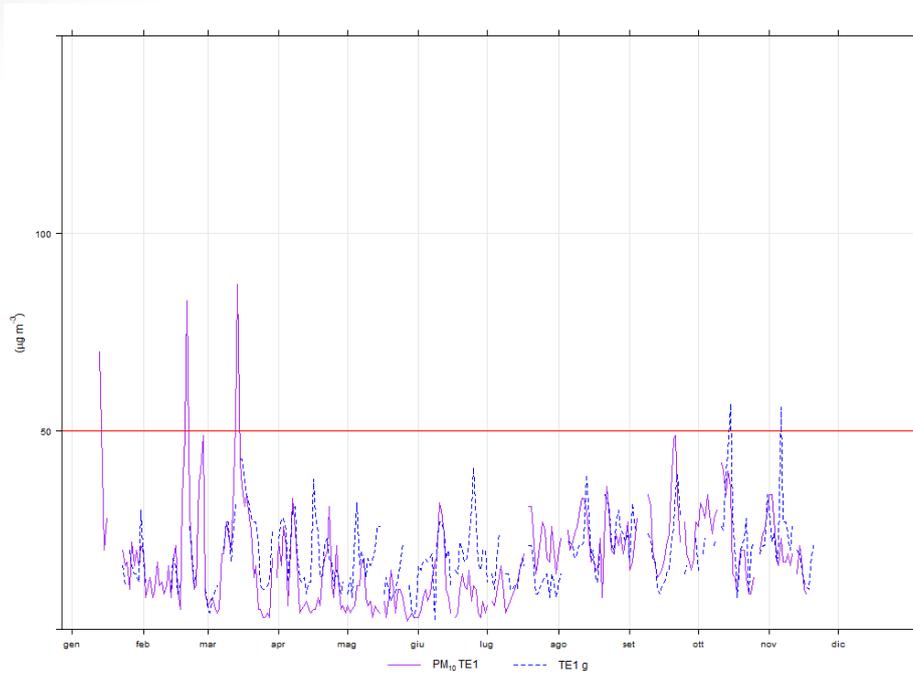


FIGURA 10 – CONFRONTO  $\text{PM}_{10}$  CONTINUO – GRAVIMETRICO TERMOLI

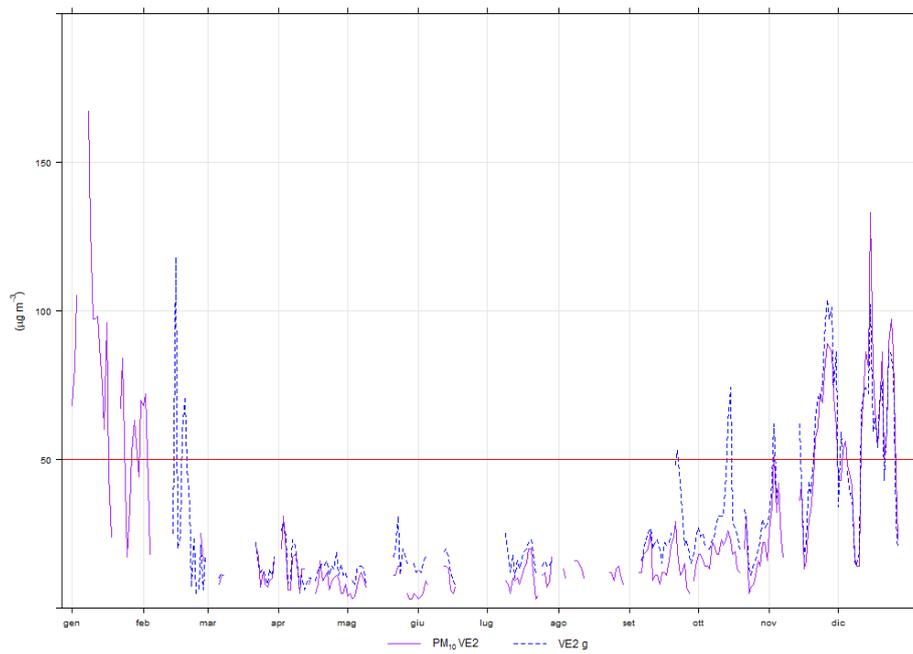
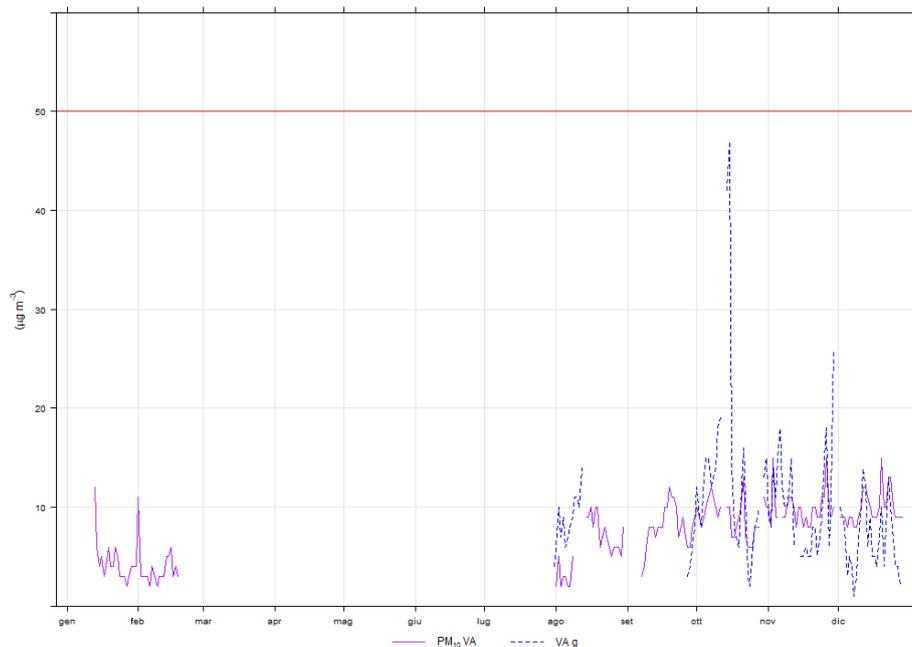


FIGURA 11 – CONFRONTO  $\text{PM}_{10}$  CONTINUO – GRAVIMETRICO VENAFRO



**FIGURA 12 – CONFRONTO PM<sub>10</sub> CONTINUO – GRAVIMETRICO VASTO GIRARDI**

Nella tabella seguente si riporta il confronto tra i superamenti delle medie giornaliere con i due metodi. Si nota una differenza per le stazioni di Venafro e Campobasso. Per la prima possiamo dire che il campionamento con metodo gravimetrico è partito da metà febbraio, quindi, non abbiamo dati per il mese di gennaio che ha fatto registrare diversi superamenti col metodo in continuo. Per quanto riguarda Campobasso sembra esserci un non perfetto allineamento dell’analizzatore in continuo, comunque è da sottolineare che anche con il metodo gravimetrico per la città di Campobasso siamo ben lontani dal limite del superamento dei 35 giorni previsti dalla normativa.

Campobasso3		Termoli1		Venafro2		Vastogirardi	
continuo	gravimetrico	continuo	gravimetrico	continuo	gravimetrico	continuo	gravimetrico
2	10	3	2	44	35	0	0

**TABELLA 7 – CONFRONTO SUPERAMENTI LIMITI GIORNALIERI METODO GRAVIMETRICO E CONTINUO**

## Ozono (O<sub>3</sub>)

L'ozono è un gas tossico di colore bluastro, costituito da molecole instabili formate da tre atomi di ossigeno (O<sub>3</sub>). L'ozono è presente per più del 90% nella stratosfera dove viene prodotto dall'ossigeno molecolare per azione dei raggi ultravioletti solari. In stratosfera costituisce uno schermo protettivo nei confronti delle radiazioni UV generate dal sole. Per effetto della circolazione atmosferica viene in piccola parte trasportato anche negli strati più bassi dell'atmosfera (troposfera), nei quali si forma anche per effetto di scariche elettriche durante i temporali. Generalmente nella troposfera è presente a basse concentrazioni e rappresenta un inquinante secondario particolarmente insidioso. Viene inoltre prodotto nel corso di varie reazioni chimiche in presenza della luce del sole a partire da inquinanti primari, in modo particolare dal biossido di azoto. Le più alte concentrazioni di ozono si rilevano nei mesi più caldi dell'anno e nelle ore di massimo irraggiamento solare mentre nelle ore serali l'ozono diminuisce.

### Limiti normativi

Soglia di informazione	Superamento del valore orario	180 µg/m <sup>3</sup>
Soglia di allarme	Superamento del valore orario	240 µg/ m <sup>3</sup>
Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno civile	120 µg/ m <sup>3</sup>
Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	120 µg/ m <sup>3</sup> da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni

TABELLA 8 – LIMITI OZONO

Nella tabella seguente si riepilogano le statistiche riscontrate per l'ozono nelle varie stazioni di misura.

Indicatori	CB3	CB4	TE2	VE2	GU	VA
Zona	IT1405	IT1405	IT1404	IT1405	IT1405	IT1405
Media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno civile	98	145	124	95	137	96
Superamenti soglia di informazione (#)	0	0	0	0	0	0
Superamenti soglia di allarme (#)	0	0	0	0	0	0
Superamenti Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	0	7	1	0	3	0
Superamenti valore obiettivo Come media su 3 anni (2014-2012)	8	3	3	7	22	40

TABELLA 9 – RISULTATI MONITORAGGIO 2014 OZONO

### Sintesi del monitoraggio

Per l'ozono non si sono verificati superamenti né della soglia di informazione né tanto meno superamenti della soglia di allarme. Si sono avuti, invece, superamenti della soglia obiettivo a lungo termine e del valore obiettivo.

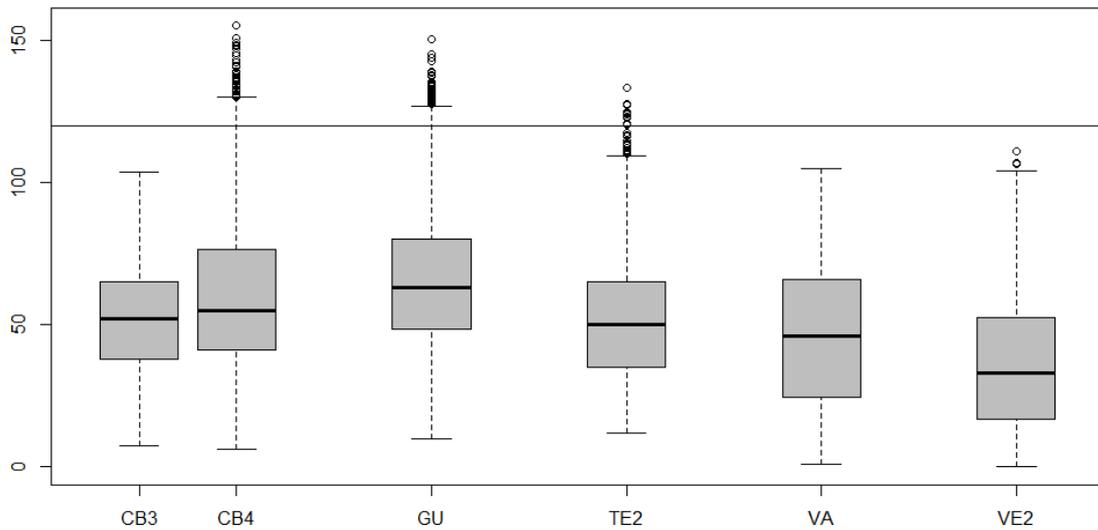


FIGURA 13– BOXPLOT OZONO

Dall'analisi del box-plot di figura 13, si evince che le stazioni presentano una variabilità paragonabile ed una distribuzione simmetrica ad eccezione della stazione Campobasso4 che presenta una leggera asimmetria.

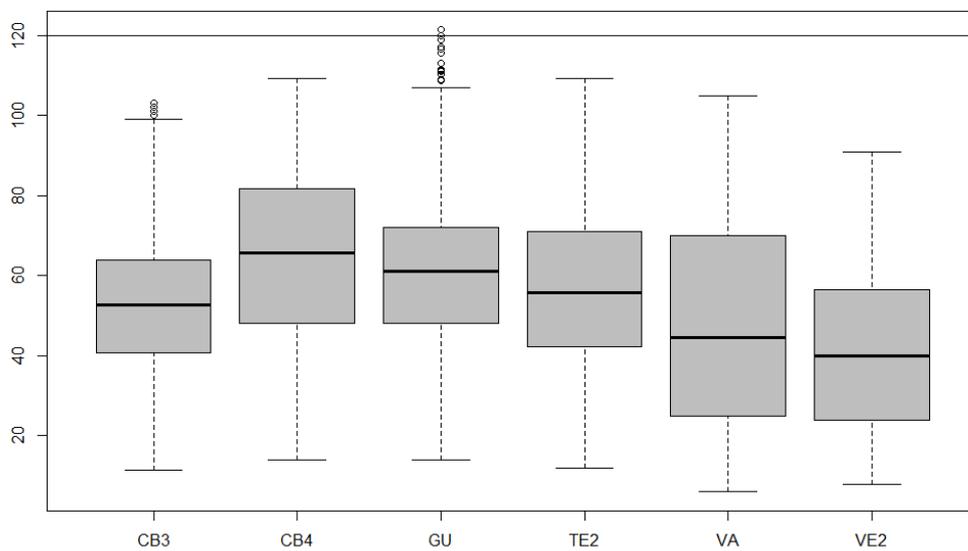


FIGURA 14 – BOXPLOT OZONO APRILE- SETTEMBRE

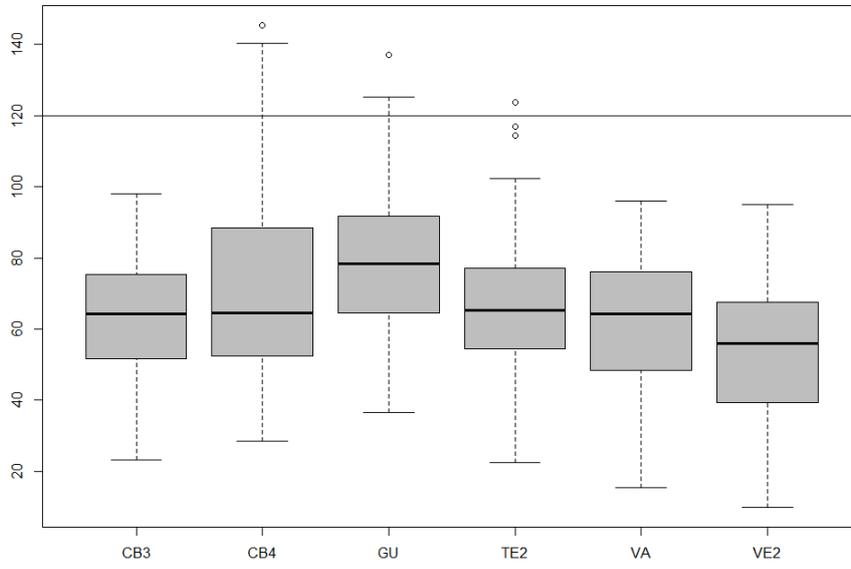


FIGURA 15 - BOXPLOT MASSIMO GIORNALIERO 8h OZONO

## Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

In atmosfera sono presenti diverse specie di ossidi di azoto ma per quanto riguarda l'inquinamento dell'aria si fa quasi esclusivamente riferimento al termine NO<sub>x</sub> che sta ad indicare la somma del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO<sub>2</sub>). L'ossido di azoto (NO) è un gas incolore, insapore ed inodore; è anche chiamato ossido nitrico. È prodotto soprattutto nel corso dei processi di combustione ad alta temperatura assieme al biossido di azoto (che costituisce meno del 5% degli NO<sub>x</sub> totali emessi). Viene poi ossidato in atmosfera dall'ossigeno e più rapidamente dall'ozono producendo biossido di azoto. La tossicità del monossido di azoto è limitata, al contrario di quella del biossido di azoto che risulta invece notevole. Il biossido di azoto è un gas tossico di colore giallo-rosso, dall'odore forte e pungente e con grande potere irritante; è un energico ossidante, molto reattivo e quindi altamente corrosivo. Il colore rossastro dei fumi è dato dalla presenza della forma NO<sub>2</sub> (che è quella prevalente). Il ben noto colore giallognolo delle foschie che ricoprono le città ad elevato traffico è dovuto per l'appunto al biossido di azoto.

### Limiti normativi

Tipologia	Indicatore statistico	Valore
Soglia di allarme	Superamento per 3h consecutive del valore soglia	400 µg/ m <sup>3</sup>
Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	200 µg/ m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile
Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/ m <sup>3</sup>

TABELLA 10 – LIMITI NO<sub>2</sub>

### Sintesi del monitoraggio

Indicatori	CB1	CB3	CB4	TE1	TE2	IS1	VE1	VE2	GU	VA
Zona	IT1403	IT1403	IT1403	IT1402	IT1402	IT1403	IT1403	IT1403	IT1403	IT1402
Superamenti soglia allarme (#)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Superamenti media oraria (#)	4	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Media annuale (µg/ m <sup>3</sup> )	39	20	24	18	26	39	<u>44</u>	36	12	24
Copertura dati (%)	96	94	83	74	93	83	93	81	92	52

TABELLA 11 – RISULTATI MONITORAGGIO 2014 - NO<sub>2</sub>

Nessuna stazione ha registrato il superamento né della soglia d'allarme, né del valore limite orario. Per quel che riguarda la soglia annuale, la verifica può essere effettuata solo per le stazioni di Campobasso1, Campobasso3, Termoli2, Venafro1 e Guardiaregia, che rappresentano le stazioni dove si è raggiunta la soglia stabilita dalla normativa per quel che concerne la copertura dei dati, che deve essere non inferiore al 90%. Solo la stazione Venafro1 ha fatto registrare il superamento della soglia annuale fissata a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  facendo registrare un valore di  $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La stazione Campobasso1 ha fatto registrare un valore vicino al limite, così come la stazione di Isernia1, evidenziando così la criticità del biossido di azoto nei siti da traffico.

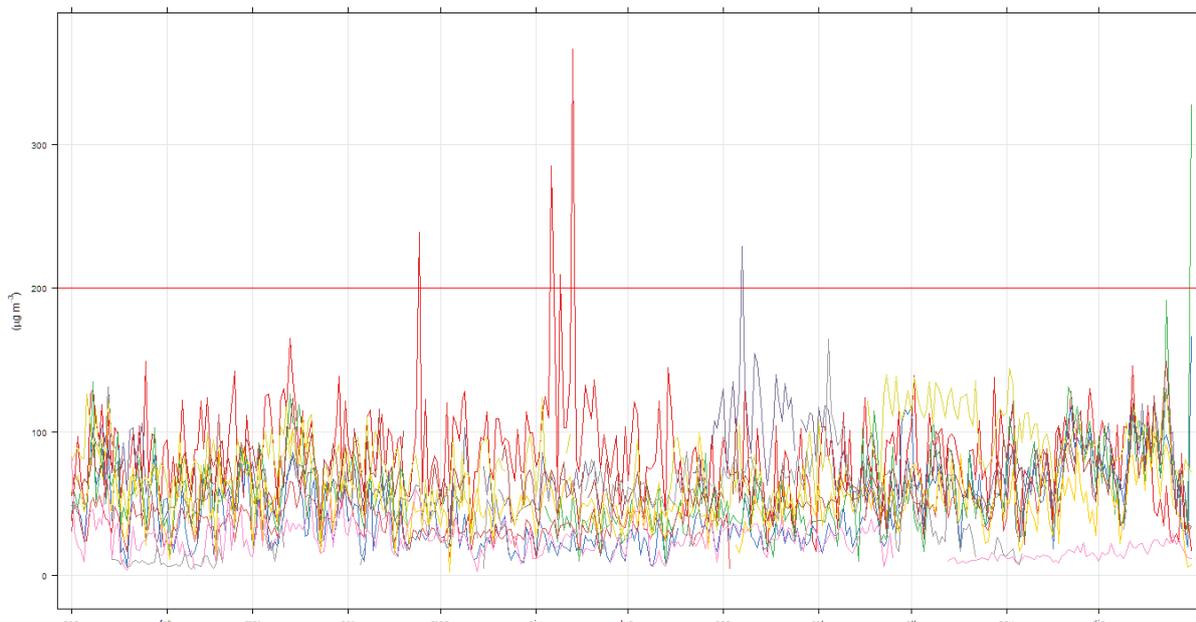


FIGURA 16 – MASSIMO GIORNALIERO NO<sub>2</sub>

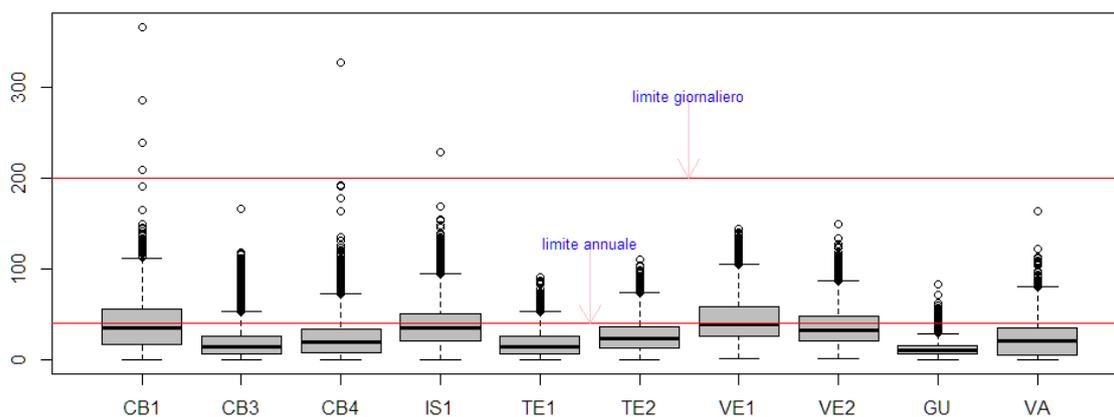


FIGURA 17 – BOXPLOT MEDIE ORARIE NO<sub>2</sub>

## Metalli pesanti – Arsenico (As), Cadmio (Cd), Nichel (Ni), Piombo (Pb)

Il piombo è un metallo presente in natura sia in forma organica che inorganica. Le concentrazioni di piombo negli ultimi decenni sono significativamente diminuite grazie all'utilizzo della benzina verde.

L'arsenico è un metallo che ha come contributo antropico rappresentato da prodotti per il trattamento del legno, dalla combustione di carbone, dai processi di fusione dei metalli.

Il cadmio in natura è molto raro e presente insieme allo zinco.

Il nichel è un metallo molto utilizzato nell'industria dell'acciaio e nella preparazione delle leghe. Come il cadmio è utilizzato nella produzione di batterie ricaricabili

### Limiti normativi

Tipologia	Arsenico As	Cadmio Cd	Nichel Ni	Piombo Pb
Valore obiettivo <sup>1</sup>	6.0 ng/ m <sup>3</sup>	5.0 ng/ m <sup>3</sup>	20.0 ng/ m <sup>3</sup>	-
Valore limite (anno civile)	-	-	-	0.5 µg/ m <sup>3</sup>

TABELLA 12 – LIMITI METALLI

### Sintesi del monitoraggio

Nel 2014 è stato dato inizio al monitoraggio dei metalli. Le stazioni di monitoraggio sono state individuate tenendo presente che il monitoraggio deve riguardare tutte le Zone. Si è deciso, poi, di monitorare all'interno della Zona IT1403 due aree, quella di Venafro e quella di Campobasso. Di seguito si riportano gli andamenti registrati nel corso dell'anno. La linea rossa riportata nei grafici indica il valore obiettivo, limite per il piombo, che va calcolato come media sull'anno civile. Come si evince dalle figure i valori registrati sono molto lontani dal limite annuale, come è desumibile dalla tabella seguente. Per il calcolo della media, per il trattamento dei dati inferiori al limite di rilevabilità (LR) è stato seguito quanto disposto dal Rapporto ISTISAN 04/15 sostituendo ai dati inferiori al limite di rilevabilità il valore corrispondente al LR/2.

Zona	As - Cd - Ni - Pb	Copertura dati (%)
IT1403	CB3	98
IT1403	VE2	85
IT1404	TE1	85
IT1402	VA	36

TABELLA 13 – COPERTURA DATI METALLI

<sup>1</sup> Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

## Arsenico

ARSENICO	Media annuale (ng/ m <sup>3</sup> )
CB3	0.91
VE2	1.41
TE1	1.76
VA	0.08

TABELLA 14 – VALORI ANNUALI ARSENICO

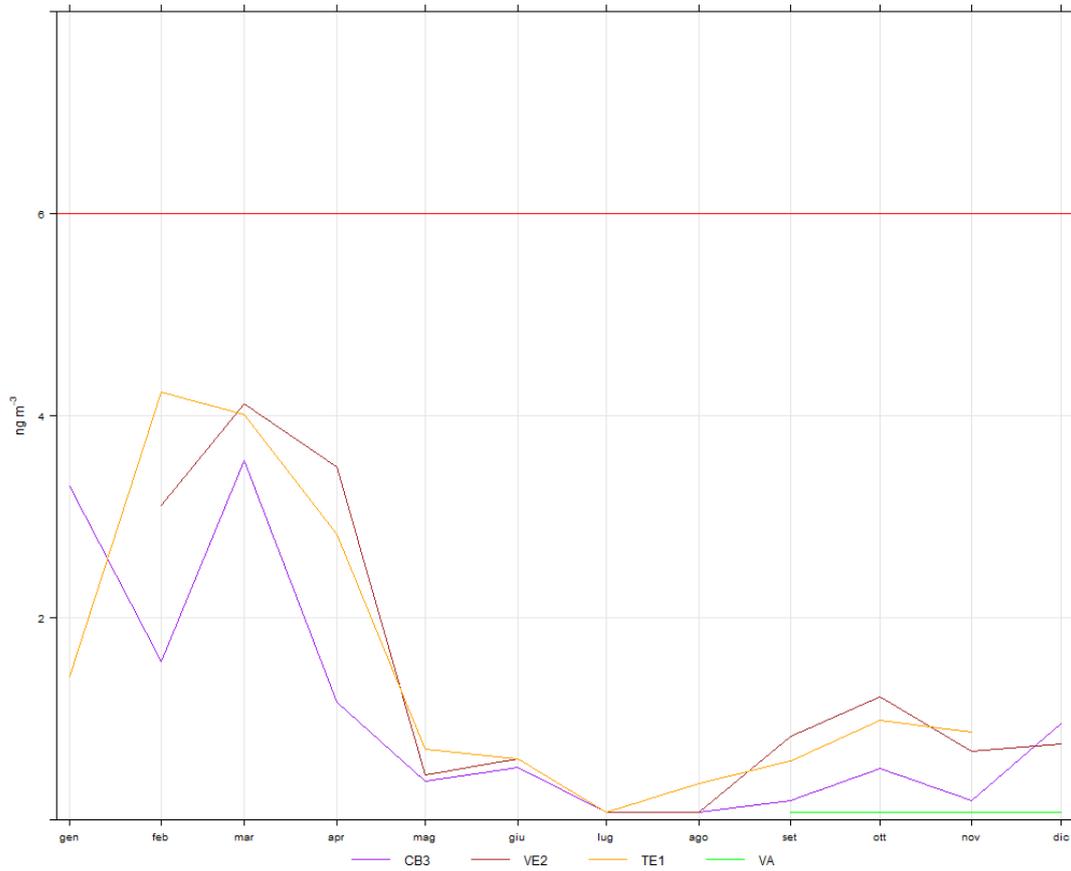


FIGURA 18 - ARSENICO

# Cadmio

CADMIO	Media annuale (ng/ m <sup>3</sup> )
CB3	0.056
VE2	0.130
TE1	0.035
VA	0.005

TABELLA 15 – VALORI ANNUALI CADMIO

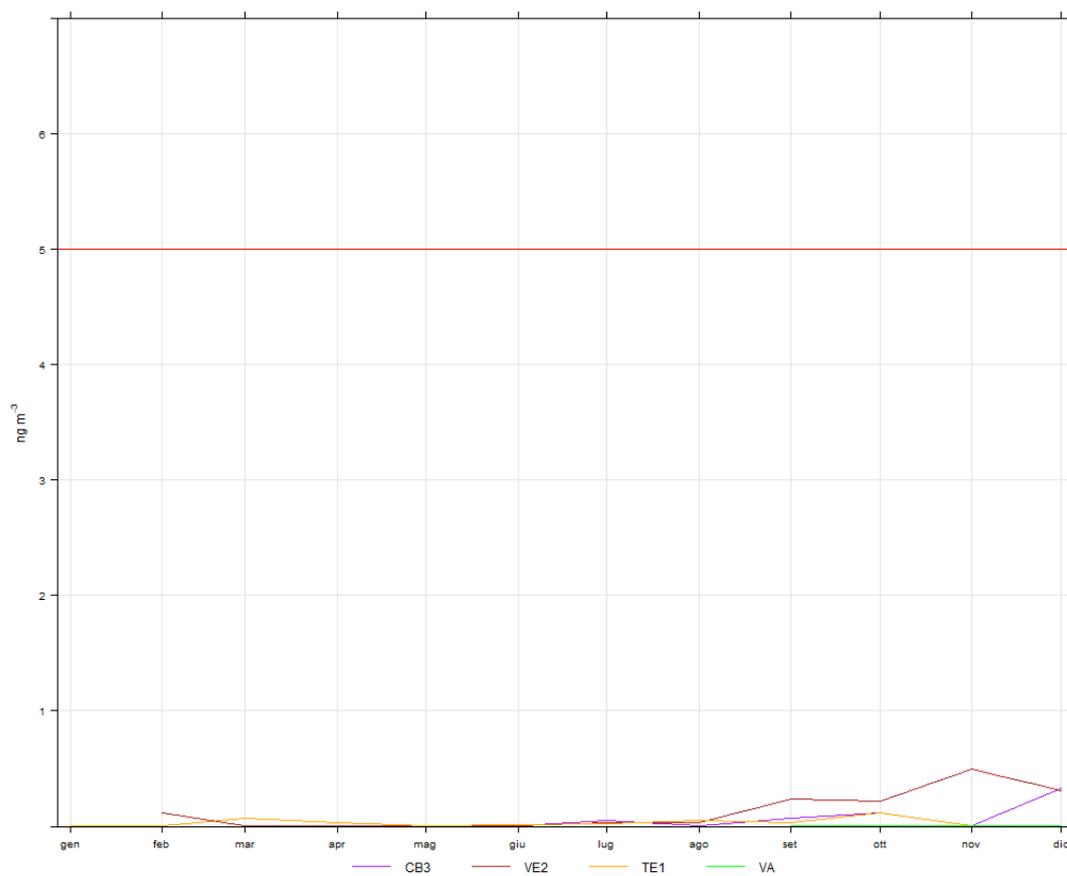


FIGURA 19 - CADMIO

# Nichel

NICHEL	Media annuale (ng/ m <sup>3</sup> )
CB3	5.27
VE2	5.32
TE1	5.73
VA	0.25

TABELLA 16 – VALORI ANNUALI NICHEL

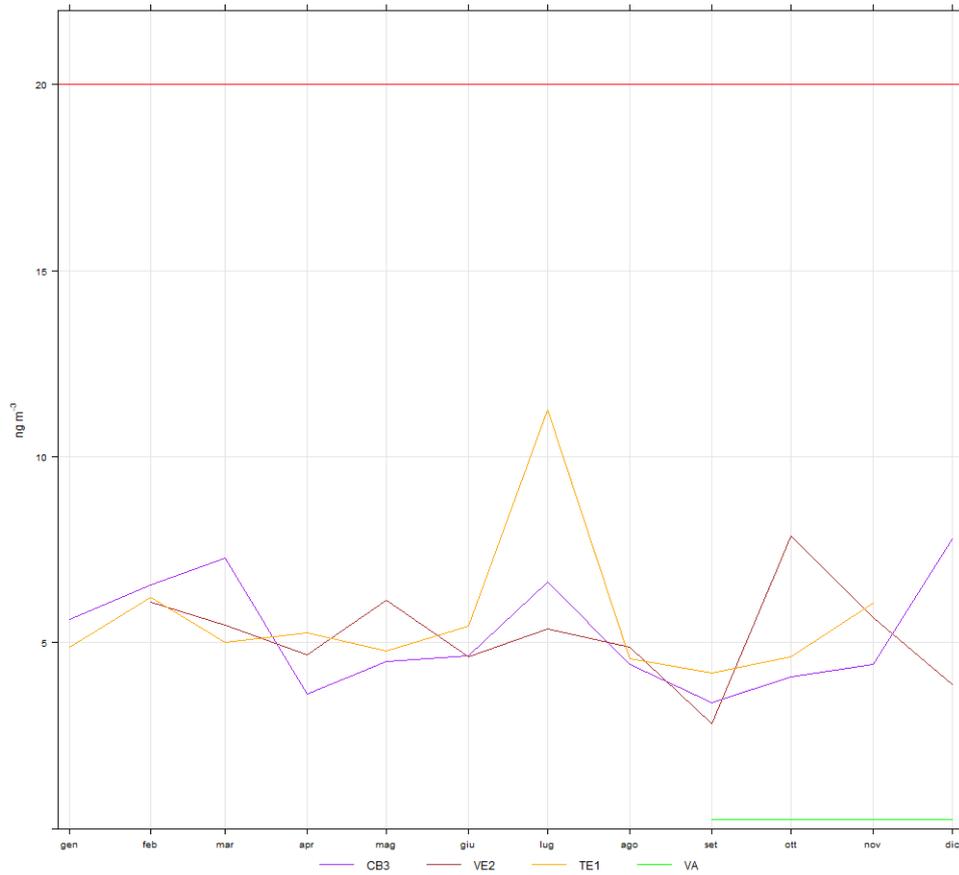


FIGURA 20 - NICHEL

# Piombo

PIOMBO	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
CB3	0.0059
VE2	0.0096
TE1	0.0055
VA	0.0002

TABELLA 17 – VALORI ANNUALI PIOMBO

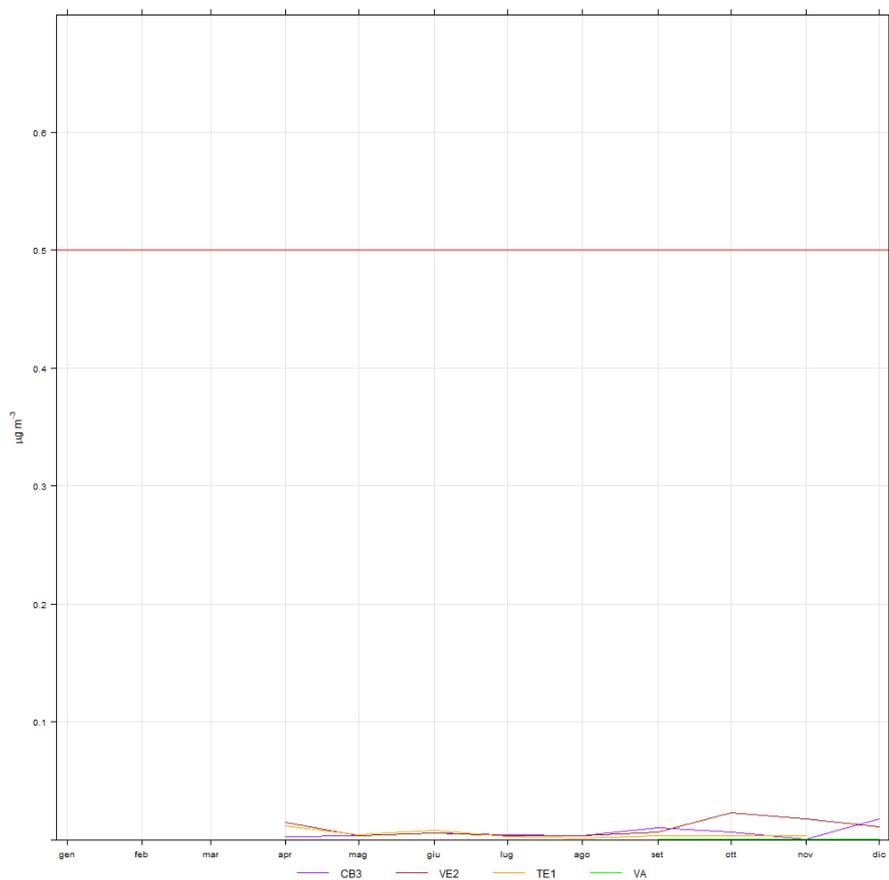


FIGURA 21 - PIOMBO

## Benzo(a)Pyrene (B(a)P)

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) sono un complesso di composti chimici di cui il benzo(a)pirene è uno dei più conosciuti. Gli IPA sono composti che si originano principalmente dalla combustione incompleta in impianti industriali, di riscaldamento e nei veicoli a motore.

### Limiti normativi

Tipologia	Benzo(a)pyrene As
Valore obiettivo <sup>2</sup>	1.0 ng/m <sup>3</sup>

TABELLA 18 – LIMITE BENZO(A)PYRENE

### Sintesi del monitoraggio

Nel 2014, così come è stato per i metalli, è stato dato inizio al monitoraggio del benzo(a)pirene. Le stazioni di monitoraggio sono state individuate anche in questo caso tenendo presente che il monitoraggio deve riguardare tutte le Zone. Si è deciso, poi di monitorare all'interno della Zona IT1403 due aree, quella di Venafro e quella di Campobasso.

Indicatore	CB3	VE2	TE1	VA
Media annuale (ng/ m <sup>3</sup> ) <sup>3</sup>	0.170	0.275	0.196	0.403
Copertura dati (%)	101	48	69	31

TABELLA 19 – MEDIE ANNUALI BENZO(A)PYRENE

Media annuale (ng/ m <sup>3</sup> )	CB3	VE2	TE1	VA
Zona	IT1403	IT1403	IT1404	IT1402
Gennaio	-	-	-	-
Febbraio	-	-	-	-
Marzo	0.003	-	0.005	-
Aprile	0.03	0.007	0.011	-
Maggio	0.022	0.007	0.020	-
Giugno	0.085	-	0.023	-
Luglio	0.095	-	0.234	-
Agosto	0.277	0.2	0.1	-
Settembre	0.120	0.1	1.1	2.6
Ottobre	0.202	0.4	0.3	0.1
Novembre	0.241	0.9	0.4	0.4
Dicembre	0.485	0.1	-	0.2

TABELLA 20 – MEDIE MENSILI B(A)P

<sup>2</sup> Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

<sup>3</sup> La media annuale è stata calcolata secondo le indicazioni riportate nel documento "Aggregation rules for e-reporting" e la Ipr Guidance 1.

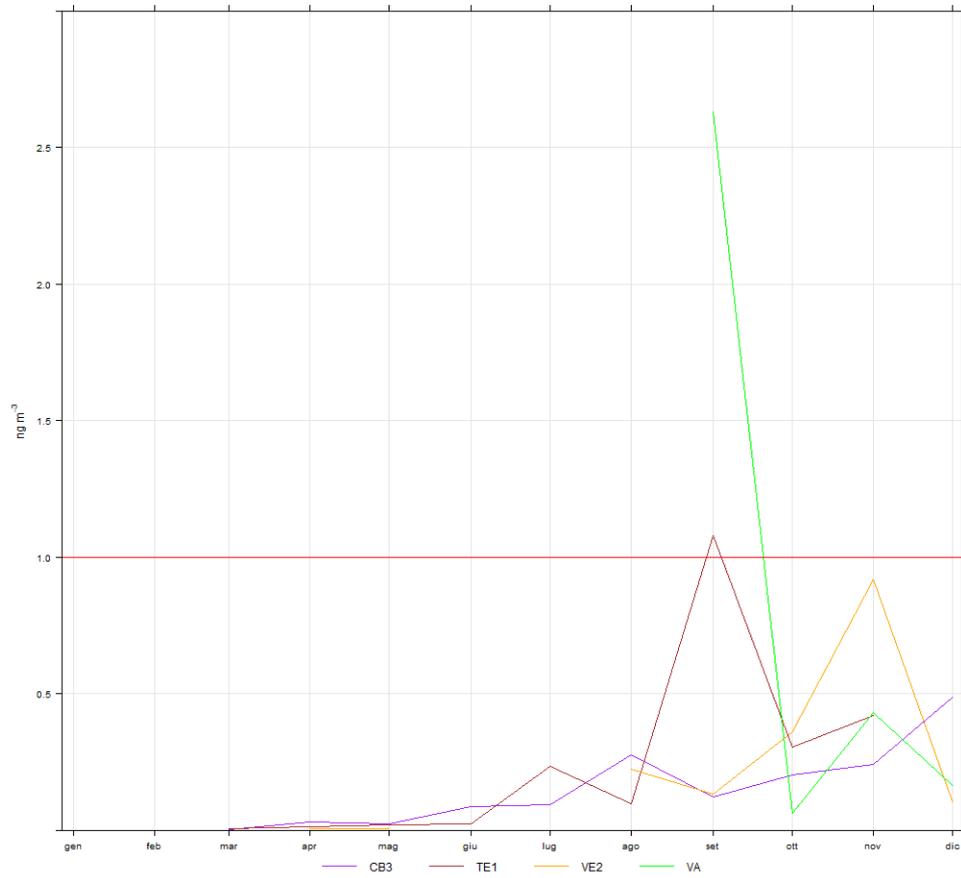


FIGURA 22 – BENZO(A)PYRENE

## Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Il benzene è un idrocarburo aromatico strutturato ad anello esagonale ed è costituito da 6 atomi di carbonio e 6 atomi di idrogeno (formula C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>). Rappresenta la sostanza aromatica con la struttura molecolare più semplice e per questo lo si può definire il composto-base della classe degli idrocarburi aromatici. Il benzene presente nell'ambiente deriva sia da processi naturali che da attività umane. Le fonti naturali forniscono un contributo relativamente esiguo rispetto a quelle antropiche e sono dovute essenzialmente alle emissioni vulcaniche ed agli incendi boschivi. La maggior parte del benzene presente nell'aria è invece un sottoprodotto delle attività umane. Le principali cause di esposizione al benzene sono le combustioni incomplete del carbone e del petrolio (dei quali è un costituente naturale), i gas esausti dei veicoli a motore, le emissioni industriali. Il benzene viene utilizzato nelle industrie per la produzione di plastiche e resine sintetiche, colle, vernici, cere per mobili e detersivi.

### Limiti normativi

Tipologia	Benzene
Valore limite(anno civile)	5 µg/ m <sup>3</sup>

TABELLA 21 – LIMITI BENZENE

Indicatori	CB1	CB3	TE1	TE2	IS1	VE1	VE2
Zona	IT1403	IT1403	IT1402	IT1402	IT1403	IT1403	IT1403
Media annuale (µg/ m <sup>3</sup> )	0.5	0.9	-	0.7	-	1.9	1.0
Copertura dati (%)	78	81	0	19	0	63	69

TABELLA 22 – MONITORAGGIO BENZENE 2014

### Sintesi del monitoraggio

Il limite fissato dalla normativa è un indicatore statistico annuale pari a 5 µg/m<sup>3</sup> con una raccolta di dati pari al 90%. Nel 2014 tale copertura non è stata realizzata pertanto non si può procedere alla verifica del rispetto del valore limite. Comunque i valori registrati sono stati molto lontani dal limite.

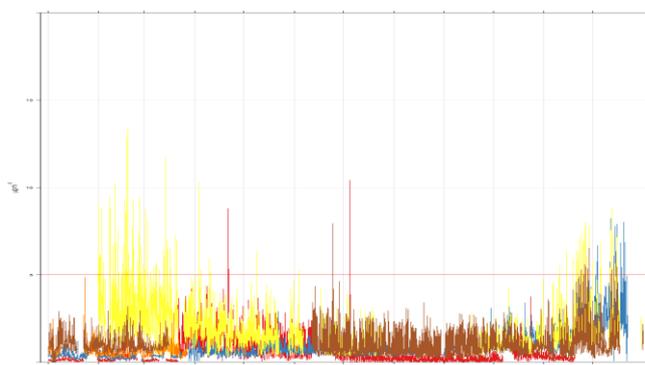


FIGURA 23 – MEDIE ORARIE BENZENE

## Monossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio o ossido di carbonio (CO) è un gas incolore, inodore, infiammabile, e molto tossico. La sua formazione si ha durante le combustioni delle sostanze organiche, quando sono incomplete per difetto di aria (cioè per mancanza di ossigeno). Le emissioni naturali e quelle antropiche sono oramai dello stesso ordine di grandezza, ciò permette di comprendere quale sia il trend inquinante che si è instaurato nel corso dell'ultimo secolo. Il monossido di carbonio è estremamente diffuso specialmente nelle aree urbane a causa dell'inquinamento prodotto dagli scarichi degli autoveicoli. Gli effetti sull'ambiente sono da considerarsi trascurabili mentre quelli sull'uomo sono molto pericolosi.

### Limiti normativi

Tipologia	CO
Valore limite (media massima giornaliera calcolata su 8 ore)	10 mg/ m <sup>3</sup>

TABELLA 23 – LIMITI CO

### Sintesi del monitoraggio

Indicatori	CB1	CB4	TE1	IS1	VE1
Zona	IT1403	IT1403	IT1402	IT1403	IT1403
Superamenti media massima giornaliera calcolata su 8 ore (#)	0	0	0	0	0
Copertura dati (%)	99	72	75	66	94

TABELLA 24 – MONITORAGGIO CO 2014

Non si sono registrati episodi di superamento del limite ed i valori misurati sono ben lontani dal suo raggiungimento.

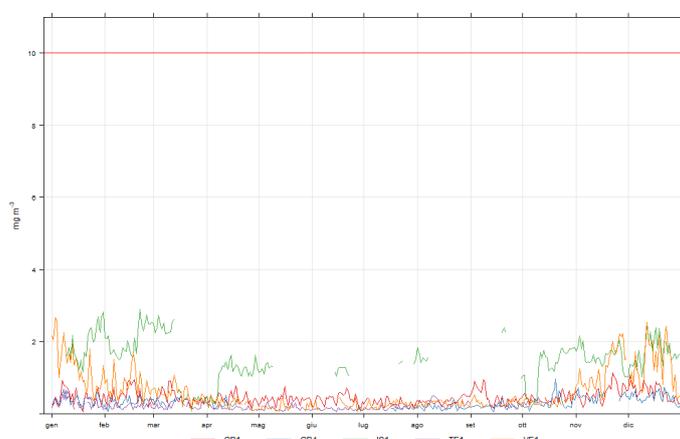


FIGURA 24 – MEDIA MASSIMA GIORNALIERA 8 ORE CO

## Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Normalmente gli ossidi di zolfo presenti in atmosfera sono l'anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) e l'anidride solforica (SO<sub>3</sub>); questi composti vengono anche indicati con il termine comune SO<sub>x</sub>. In particolare, elevate concentrazioni di SO<sub>2</sub> in aria possono determinare le cosiddette "piogge acide". L'anidride solforosa o biossido di zolfo è un gas incolore, irritante, non infiammabile, molto solubile in acqua e dall'odore pungente. Dato che è più pesante dell'aria tende a stratificarsi nelle zone più basse. L'origine naturale deriva principalmente dalle eruzioni vulcaniche mentre quella antropica deriva dalla combustione domestica degli impianti non metanizzati e dall'uso di combustibili liquidi e solidi nelle centrali termoelettriche.

### Limiti normativi

Tipologia	Indicatore statistico	Valore
Soglia di allarme	Superamento per 3h consecutive del valore soglia	500 µg/ m <sup>3</sup>
Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	350 µg/ m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte per anno civile
Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media giornaliera	125 µg/ m <sup>3</sup> da non superare più di tre volte per anno civile

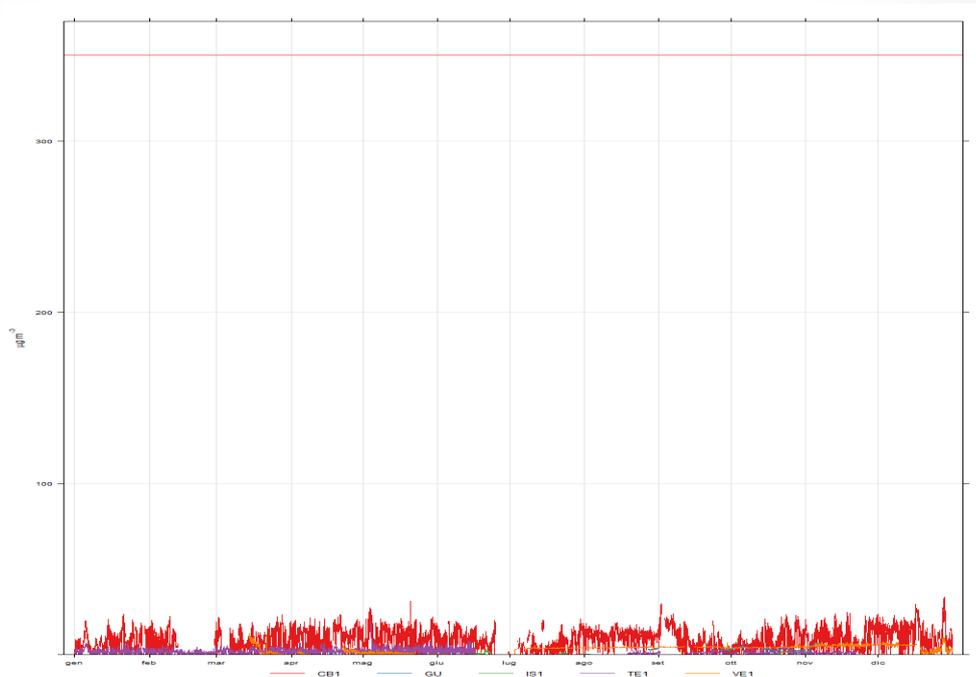
TABELLA 25 – LIMITI SO<sub>2</sub>

### Sintesi del monitoraggio

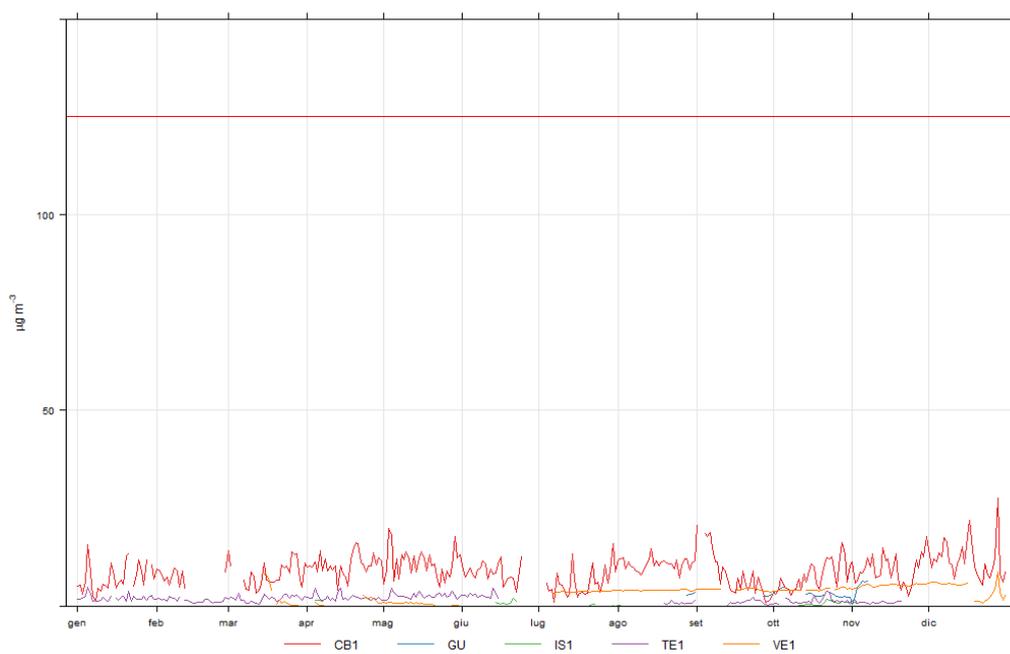
Indicatori	CB1	TE1	IS1	VE1	GU
Zona	IT1403	IT1402	IT1403	IT1403	IT1403
Superamenti soglia allarme (#)	0	0	0	0	0
Superamenti media oraria (#)	0	0	0	0	0
Superamenti media giornaliera (#)	0	0	0	0	0
Copertura dati (%)	92	68	13	64	11

TABELLA 26 – MONITORAGGIO SO<sub>2</sub> 2014

Non si sono registrati episodi di superamento del limite ed i valori misurati sono ben lontani dal suo raggiungimento.



**FIGURA 25 - MEDIE ORARIE SO<sub>2</sub>**



**FIGURA 26 – MEDIE GIORNALIERE SO<sub>2</sub>**

## Andamenti tipici

Nei grafici che seguono si riportano gli andamenti temporali medi ricavati per la stazione di Venafro2. I grafici presentano delle evoluzioni qualitative tipiche delle stazioni di monitoraggio urbane.

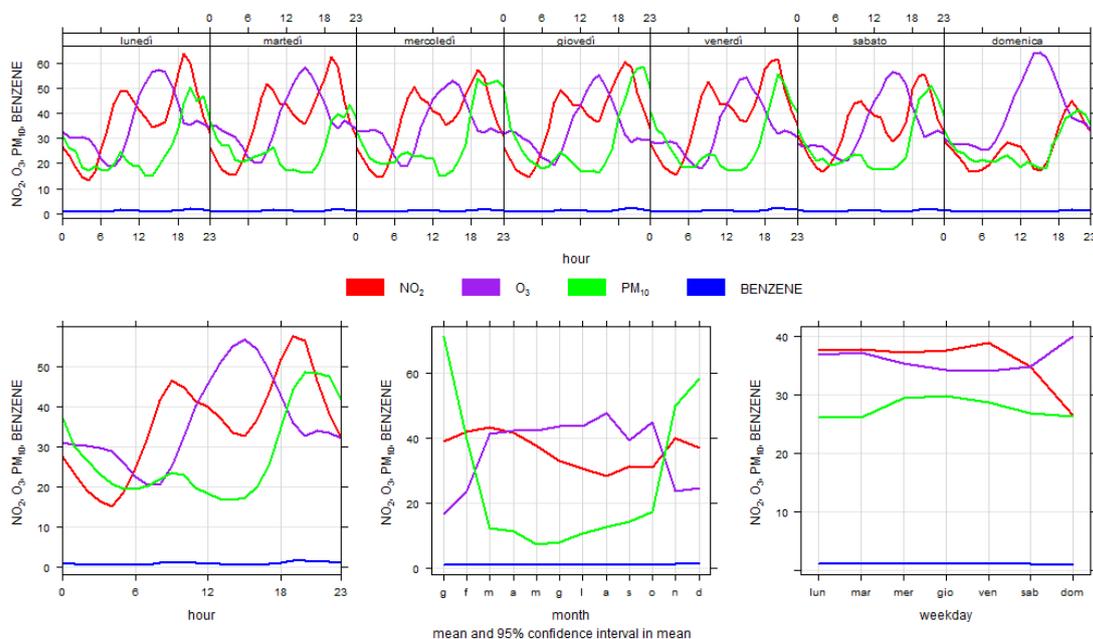


FIGURA 27 – ANDAMENTO TIPICO TUTTI GLI INQUINANTI

## Andamenti giornalieri

Dalle figure di sopra si nota un minimo degli inquinanti primari nelle ore centrali della giornata, ciò è dovuto principalmente alle migliori capacità dispersive dell'atmosfera nelle ore centrali del giorno. Dall'analisi della figura 28, relativa agli andamenti giornalieri nelle diverse stagioni, emerge il ruolo della meteorologia nella dispersione degli inquinanti al verificarsi delle variazioni meteorologiche e nelle diverse ore della giornata. Nei mesi autunnali e invernali, quando il sole tramonta presto, il picco serale risulta più alto del picco mattutino. Il contrario si verifica nei mesi estivi e primaverili quando le giornate sono più lunghe ed il PBL (Planetary Boundary Layer) conserva le proprietà dispersive della componente convettiva fino alla sera. Si notano, inoltre, due picchi di inquinamento al mattino ed alla sera. La differenza tra i due picchi è imputabile all'accumulo degli inquinanti primari nelle aree di emissione. Andamento diverso presenta l'ozono in virtù della sua natura fotochimica e pertanto si ha un picco nelle prime ore del pomeriggio.

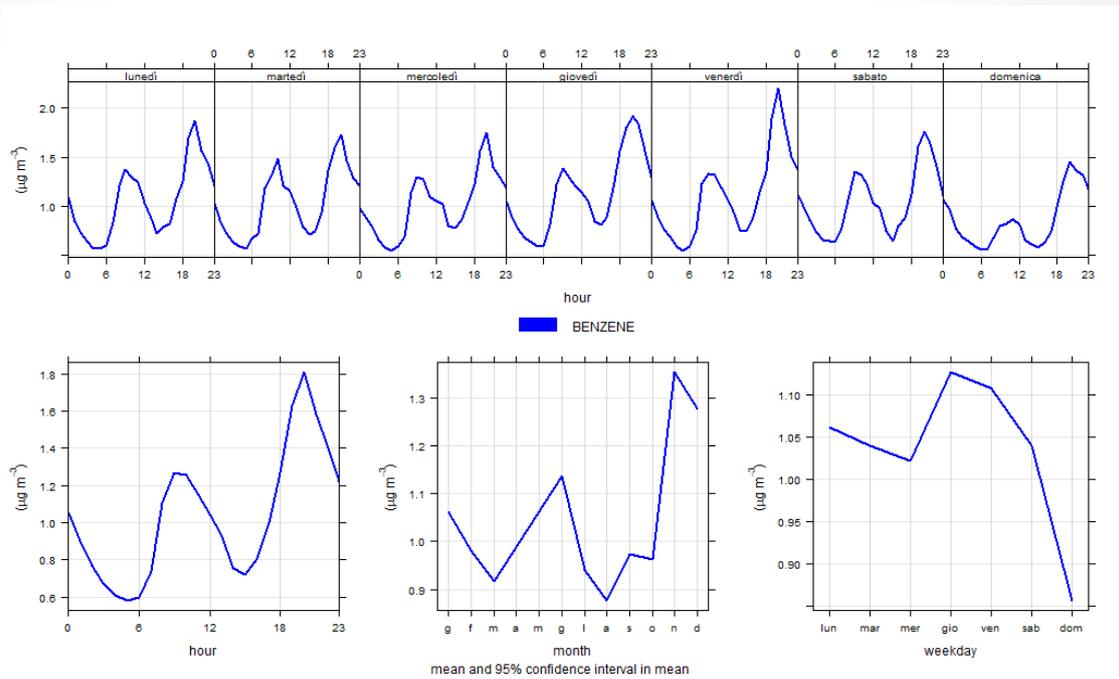


FIGURA 28 – ANDAMENTO BENZENE

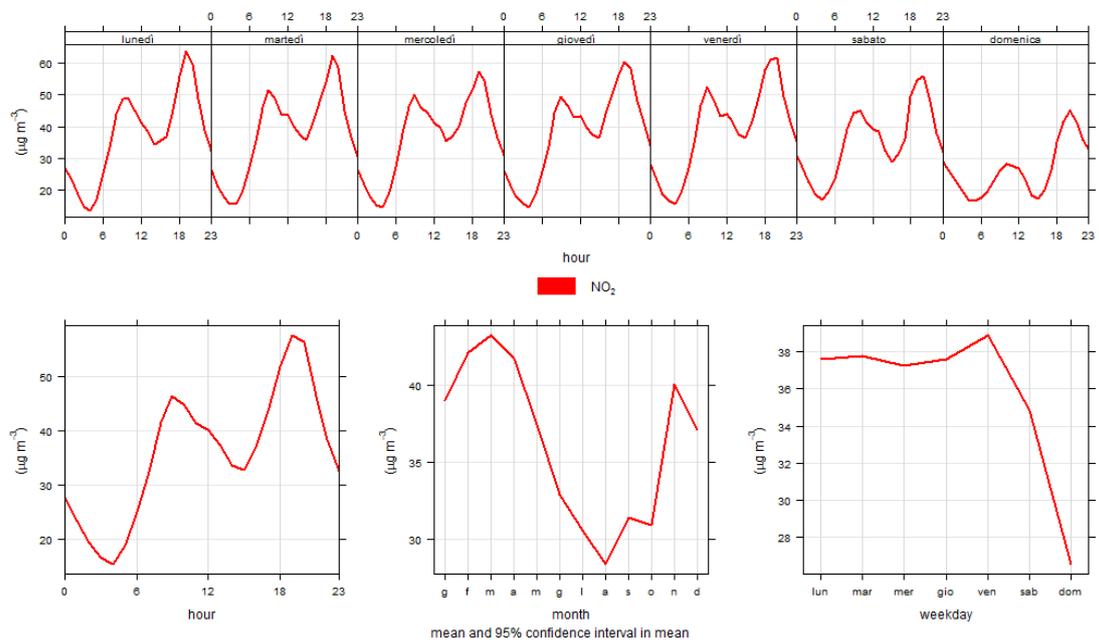


FIGURA 29 – ANDAMENTO NO<sub>2</sub>

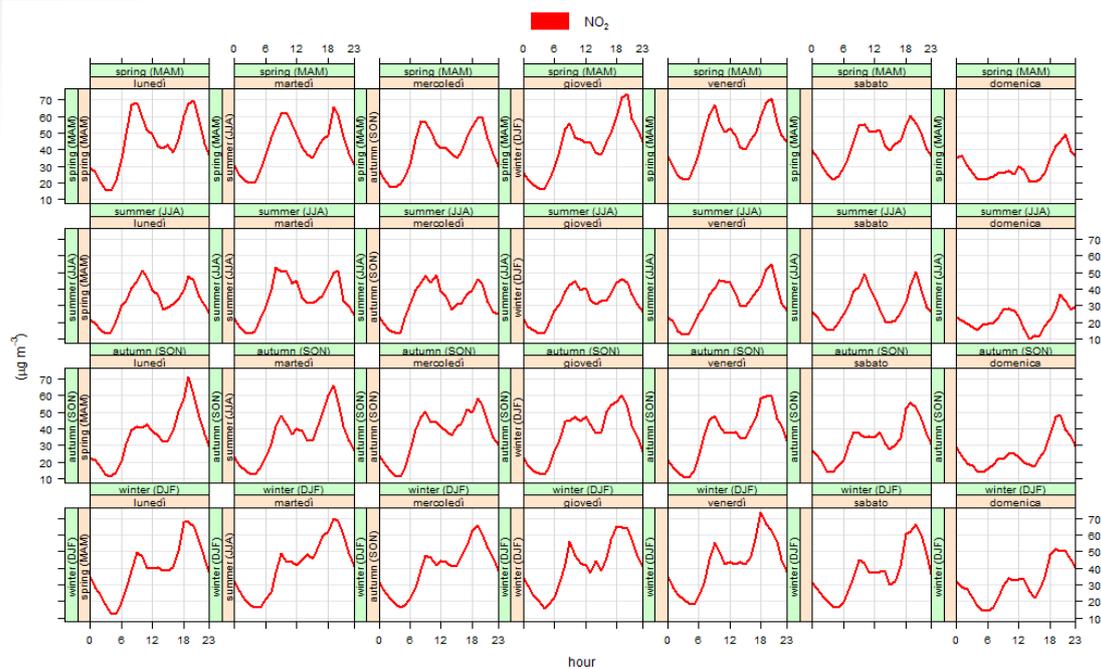


FIGURA 30 – ANDAMENTO STAGIONALE NO<sub>2</sub>

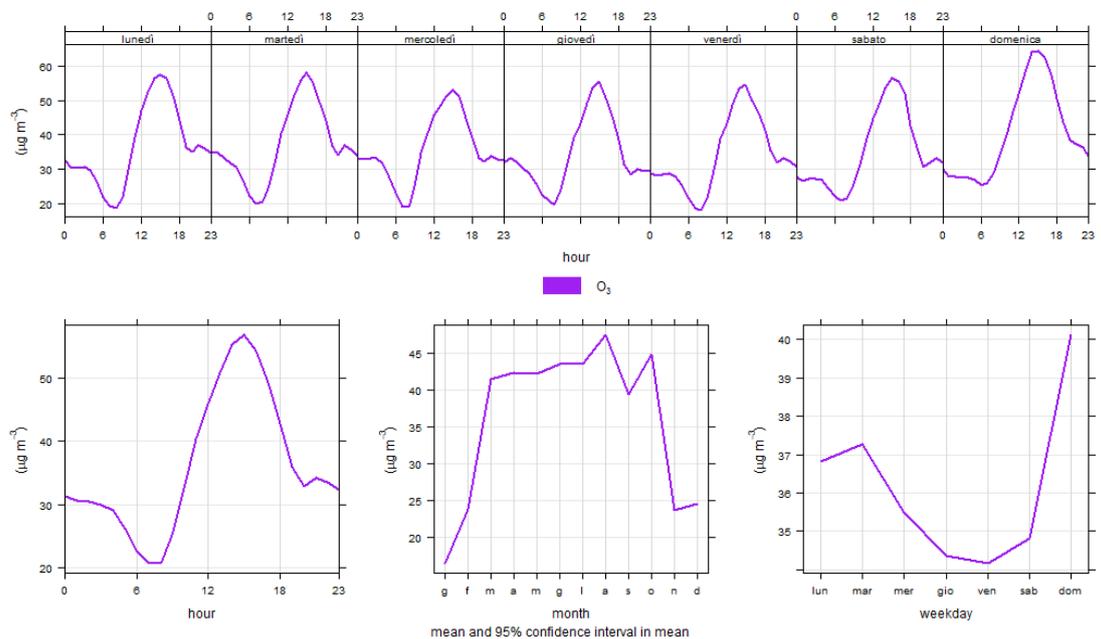


FIGURA 31 – ANDAMENTO OZONO

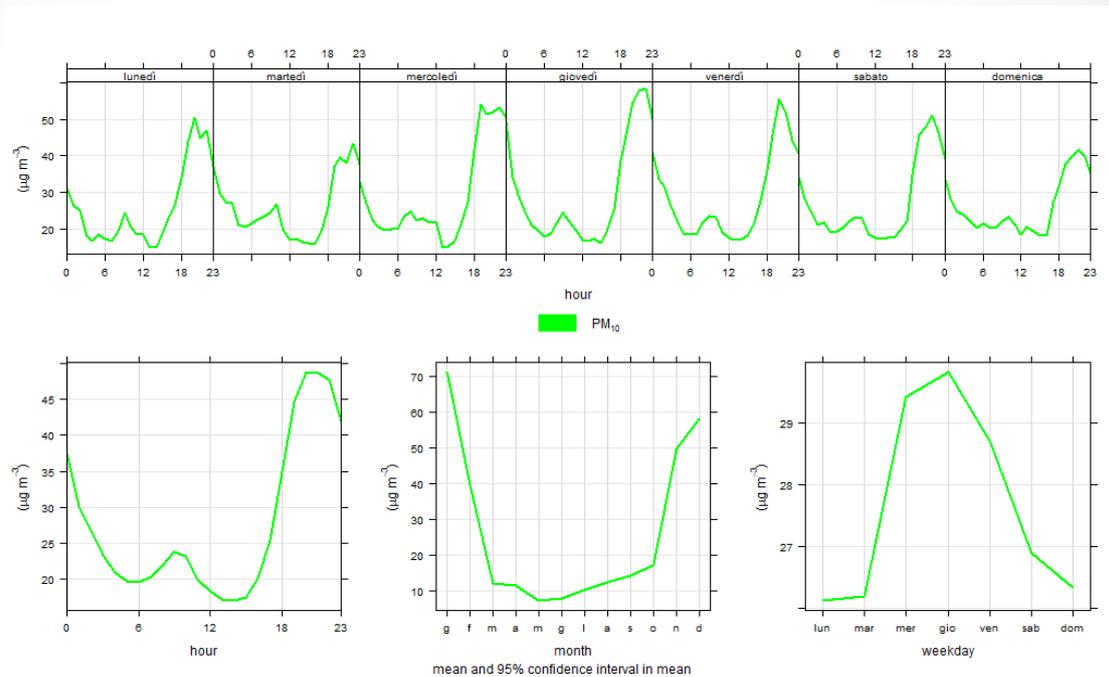


FIGURA 32 – ANDAMENTO PM<sub>10</sub>

### Andamenti settimanali

Negli andamenti settimanali, le concentrazioni sono poco influenzate dalla meteorologia mentre, evidenziano una stretta correlazione con il traffico. È, infatti, evidente una sensibile diminuzione delle concentrazioni nel fine settimana, quando i flussi di traffico sono nettamente inferiori. Il minimo di concentrazione si verifica la domenica e il massimo il venerdì, si nota un aumento, seppur piccolo, delle concentrazioni dal lunedì al venerdì che porta a pensare ad un accumulo degli inquinanti in atmosfera.

### Andamenti annuali

Gli andamenti annuali evidenziano, per tutti gli inquinanti ad eccezione dell’ozono, concentrazioni più elevate nei periodi autunnali ed invernali. L’ozono, invece, mostra un picco nei mesi estivi.

## BIBLIOGRAFIA

Openair open-source tools for analysing air pollution data

Relazione sulla qualità dell'aria anno 2013 – ARPA Molise

Rapporto ISTISAN 04/15 – Trattamento dei dati inferiori al limite di rilevabilità nel calcolo dei risultati analitici

La qualità dell'aria in Emilia Romagna Edizione 2014

Monitoraggio della qualità dell'aria anno 2013 ARPA Piemonte Dipartimento Provinciale di Cuneo

Analisi statistiche a supporto del monitoraggio della qualità dell'aria in Emilia Romagna – ARPA Emilia Romagna

Piano regionale degli interventi per la qualità dell'aria – Regione Lombardia

Sito web ARPA Veneto

## ALLEGATI

### ALLEGATO 1 – Trattamento dati inferiori al limite di rilevabilità

I dati inferiori al limite di rilevabilità ( $< LR$ ) sono riferibili come dati NR (non rilevabile) o ND (not detectable e not detected). Il limite di rilevabilità è quello del metodo nelle condizioni sperimentali applicate. È funzione del volume di campionamento (tempo e portata), pulizia del bianco e “LR strumentale”. “LR strumentale” è definito come la concentrazione che dà un segnale strumentale significativamente differente dal segnale del rumore di fondo. La definizione classica è: “la concentrazione che dà un segnale pari al segnale medio di  $n$  misure replicate del bianco più tre volte la deviazione standard dei tali misure”. Per molti scopi viene espresso, secondo una definizione classica, come “la concentrazione che dà un segnale pari a tre volte quello del rumore”. In aggiunta o in luogo all’LR viene calcolato il “Limite di Quantificazione”, a questo si applicano le stesse considerazioni fatte per l’LR, salvo che invece di “tre volte” viene comunemente adottato un numero compreso tra sei e dieci.

Il problema dei dati NR si pone quando:

1. Occorre calcolare, per una sostanza, la concentrazione media a partire da più misure di cui alcune risultano NR
2. Occorre calcolare la concentrazione cumulativa (o sommatoria) di più sostanze, di cui alcune risultano NR

I criteri più comunemente impiegati consistono nell’assegnare a tali dati di concentrazione il valore di “0” oppure quello corrispondente all’LR. Un terzo criterio consiste nell’assegnare il valore corrispondente all’LR/2.

- A.  $NR=0$  -> stima LOWER-BOUND, dunque sottostima il valore vero della concentrazione media o della sommatoria delle concentrazioni
- B.  $NR=LR$  -> stima UPPER-BOUND, dunque sovrastima il valore vero. È dunque una soluzione cautelativa dal punto di vista della protezione dell’ambiente e della salute
- C.  $NR=LR/2$  -> stima MEDIUM-BOUND e si basa sul fatto che mediamente i dati NR siano  $\approx LR/2$ . È la soluzione maggiormente raccomandata in letteratura, anche quando i risultati non servono a valutare la conformità ad un valore limite. L’errore che questa soluzione comporta nella stima della media dipende dall’LR (tende ad aumentare con l’aumento di questo).

Un’ulteriore soluzione, tra quelle che prevedono la sostituzione con un valore fisso, consiste nel sostituire NR con  $LR/\sqrt{2}$ . È stata proposta come soluzione che approssima meglio media e deviazione standard nel caso di distribuzione non fortemente asimmetrica. Occorre, tuttavia, conoscere preventivamente la forma della distribuzione.

## ALLEGATO 2 – Le stazioni di monitoraggio.

La rete di rilevamento della qualità dell'aria in Molise

La qualità dell'aria in Molise è valutata attraverso l'utilizzo di una rete di rilevamento composta da 11 stazioni di monitoraggio fisse, ed un centro mobile. Le stazioni sono dislocate: nove nei principali centri regionali (Campobasso, Isernia, Termoli e Venafro) secondo un criterio di urbanizzazione, due stazioni di fondo (Guardiaregia e Vastogirardi), per monitorare l'inquinamento di fondo

Denominazione stazione	Localizzazione	Tipologia	Inquinanti misurati
Campobasso1 - CB1	Piazza Cuoco (CB)	Traffico	NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , BTX.
Campobasso3 - CB3	Via Lombardia	Background	NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> , O <sub>3</sub> , BTX.
Campobasso4 - CB4	Via XXIV Maggio	Background	NO <sub>x</sub> , CO, O <sub>3</sub> .
Termoli1 - TE1	Piazza Garibaldi	Traffico	NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , BTX.
Termoli2 - TE2	Via Martiri della Resistenza	Traffico	NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> , O <sub>3</sub> , BTX.
Isernia1 - IS1	Piazza Puccini	Traffico	NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , BTX.
Isernia2 <sup>4</sup> - IS2	Via Aldo Moro	Background	NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , BTX.
Venafro1 - VE1	Via Colonia Giulia	Traffico	NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , BTX.
Venafro2 - VE2	Via Campania	Background	NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> , O <sub>3</sub> , BTX.
Guardiaregia <sup>5</sup> - GU	Arcichiaro	Background	NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> .
Vastogirardi - VA	Monte di Mezzo	Background	NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> , O <sub>3</sub> .

<sup>4</sup> La stazione ISERNIA2 è attualmente ferma in attesa di ricollocazione.

<sup>5</sup> La stazione Guardiaregia è stata individuata (con Decreto del Ministero dell'Ambiente del 29 novembre 2012) quale stazione di fondo in siti rurali per la misurazione dell'ozono in ottemperanza a quanto previsto all'articolo 8, comma 6 del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155.

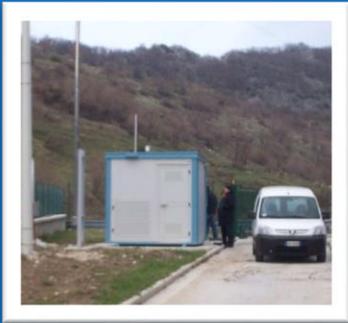
NOME STAZIONE		CAMPOBASSO_1					
<b>CODICE NAZIONALE</b>	14070	<b>CODICE UE</b>	IT1753A				
<b>INDIRIZZO</b>	Piazza Cuoco	Campobasso					
<b>COORDINATE GEOGRAFICHE</b>	<i>Longitudine</i>	14°39'48"	<i>Latitudine</i>	41°33'28"	Altitudine (m s.l.m.)	686	
<b>DATA INSTALLAZIONE</b>	2006						
		<b>CLASSIFICAZIONE DELLA STAZIONE</b>					
		<b>Tipo stazione</b>	Traffico				
		<b>Zona</b>	Urbana				
		<b>Caratteristiche zona</b>	Commerciale residenziale				
		<b>PARAMETRI MISURATI</b>					
		NOx	Ossidi di azoto				
		CO	Monossido di carbonio				
		SO2	Biossido di zolfo				
		BTX	Benzene Toluene Xilene				
		PM10	Polveri sottili				

NOME STAZIONE		CAMPOBASSO_3					
<b>CODICE NAZIONALE</b>	1407071	<b>CODICE UE</b>	IT1798A				
<b>INDIRIZZO</b>	Via Lombardia	Campobasso					
<b>COORDINATE GEOGRAFICHE</b>	<i>Longitudine</i>	14°40'29"	<i>Latitudine</i>	41°33'15"	Altitudine (m s.l.m.)	650	
<b>DATA INSTALLAZIONE</b>	2006						
		<b>CLASSIFICAZIONE DELLA STAZIONE</b>					
		<b>Tipo stazione</b>	Background				
		<b>Zona</b>	Urbana				
		<b>Caratteristiche zona</b>	Residenziale				
		<b>PARAMETRI MISURATI</b>					
		NOx	Ossidi di azoto				
		O3	Ozono				
		BTX	Benzene Toluene Xilene				
		PM10	Polveri sottili				

NOME STAZIONE		CAMPOBASSO_4					
<b>CODICE NAZIONALE</b>	1407072	<b>CODICE UE</b>	IT1799A				
<b>INDIRIZZO</b>	Via XXIV Maggio	Campobasso					
<b>COORDINATE GEOGRAFICHE</b>	<i>Longitudine</i>	14°40'22"	<i>Latitudine</i>	41°34'01"	Altitudine (m s.l.m.)	726	
<b>DATA INSTALLAZIONE</b>	2006						
		<b>CLASSIFICAZIONE DELLA STAZIONE</b>					
		<b>Tipo stazione</b>	Background				
		<b>Zona</b>	Urbana				
		<b>Caratteristiche zona</b>	Commerciale residenziale				
		<b>PARAMETRI MISURATI</b>					
		NOx	Ossidi di azoto				
		CO	Monossido di carbonio				
O3	Ozono						

NOME STAZIONE		TERMOLI_1					
<b>CODICE NAZIONALE</b>	1407073	<b>CODICE UE</b>	IT1800A				
<b>INDIRIZZO</b>	Piazza Giardini Termoli	Campobasso					
<b>COORDINATE GEOGRAFICHE</b>	<i>Longitudine</i>	14°59'37"	<i>Latitudine</i>	42°00'04"	Altitudine (m s.l.m.)	24	
<b>DATA INSTALLAZIONE</b>	2006						
		<b>CLASSIFICAZIONE DELLA STAZIONE</b>					
		<b>Tipo stazione</b>	Traffico				
		<b>Zona</b>	Urbana				
		<b>Caratteristiche zona</b>	Commerciale residenziale				
		<b>PARAMETRI MISURATI</b>					
		NOx	Ossidi di azoto				
		CO	Monossido di carbonio				
SO2	Biossido di zolfo						
BTX	Benzene Toluene Xilene						
PM10	Polveri sottili						

NOME STAZIONE		TERMOLI_2					
<b>CODICE NAZIONALE</b>	1407074	<b>CODICE UE</b>	IT1800A				
<b>INDIRIZZO</b>	Piazza Giardini Termoli	Campobasso					
<b>COORDINATE GEOGRAFICHE</b>	<i>Longitudine</i>	14°59'36"	<i>Latitudine</i>	41°59'53"	Altitudine (m s.l.m.)	31	
<b>DATA INSTALLAZIONE</b>	2006						
		<b>CLASSIFICAZIONE DELLA STAZIONE</b>					
		<b>Tipo stazione</b>	Traffico				
		<b>Zona</b>	Urbana				
		<b>Caratteristiche zona</b>	Commerciale residenziale				
		<b>PARAMETRI MISURATI</b>					
		NOx	Ossidi di azoto				
		O3	Ozono				
SO2	Biossido di zolfo						
BTX	Benzene Toluene Xilene						
PM10	Polveri sottili						

NOME STAZIONE		GUARDIAREGGIA_1					
<b>CODICE NAZIONALE</b>	1407075	<b>CODICE UE</b>	IT1806A				
<b>INDIRIZZO</b>	Loc. Arcichiaro Guardiareggia	Campobasso					
<b>COORDINATE GEOGRAFICHE</b>	<i>Longitudine</i>	14°59'36"	<i>Latitudine</i>	41°25'08"	Altitudine (m s.l.m.)	884	
<b>DATA INSTALLAZIONE</b>	2006						
		<b>CLASSIFICAZIONE DELLA STAZIONE</b>					
		<b>Tipo stazione</b>	Background				
		<b>Zona</b>	Rurale				
		<b>Caratteristiche zona</b>	Naturale				
		<b>PARAMETRI MISURATI</b>					
		NOx	Ossidi di azoto				
		O3	Ozono				
SO2	Biossido di zolfo						

NOME STAZIONE		ISERNIA_1					
<b>CODICE NAZIONALE</b>	14094	<b>CODICE UE</b>	IT1802A				
<b>INDIRIZZO</b>	Piazza Puccini	Isernia					
<b>COORDINATE GEOGRAFICHE</b>	<i>Longitudine</i>	14°14'01"	<i>Latitudine</i>	41°35'50"	Altitudine (m s.l.m.)	472	
<b>DATA INSTALLAZIONE</b>	2006						
		<b>CLASSIFICAZIONE DELLA STAZIONE</b>					
		<i>Tipo stazione</i>	Traffico				
		<i>Zona</i>	Urbana				
		<i>Caratteristiche zona</i>	Residenziale				
		<b>PARAMETRI MISURATI</b>					
		NOx	Ossidi di azoto				
		CO	Monossido di carbonio				
SO2	Biossido di zolfo						
BTX	Benzene Toluene Xilene						
PM10	Polveri sottili						

NOME STAZIONE		VENAFRO_1					
<b>CODICE NAZIONALE</b>	1409496	<b>CODICE UE</b>	IT1804A				
<b>INDIRIZZO</b>	Via Colonia Giulia Venafro	Isernia					
<b>COORDINATE GEOGRAFICHE</b>	<i>Longitudine</i>	14°02'50"	<i>Latitudine</i>	41°29'03"	Altitudine (m s.l.m.)	182	
<b>DATA INSTALLAZIONE</b>	2006						
		<b>CLASSIFICAZIONE DELLA STAZIONE</b>					
		<i>Tipo stazione</i>	Traffico				
		<i>Zona</i>	Urbana				
		<i>Caratteristiche zona</i>	Commerciale residenziale				
		<b>PARAMETRI MISURATI</b>					
		NOx	Ossidi di azoto				
		CO	Monossido di carbonio				
SO2	Biossido di zolfo						
BTX	Benzene Toluene Xilene						

NOME STAZIONE		VENAFRO_2					
<b>CODICE NAZIONALE</b>	1409499	<b>CODICE UE</b>	IT1962A				
<b>INDIRIZZO</b>	Via Campania Venafro	Isernia					
<b>COORDINATE GEOGRAFICHE</b>	<i>Longitudine</i>	14°02'00"	<i>Latitudine</i>	41°28'44"	Altitudine (m s.l.m.)	170	
<b>DATA INSTALLAZIONE</b>	2006						
		<b>CLASSIFICAZIONE DELLA STAZIONE</b>					
		<b>Tipo stazione</b>	Background				
		<b>Zona</b>	Urbana				
		<b>Caratteristiche zona</b>	Commerciale residenziale				
		<b>PARAMETRI MISURATI</b>					
		NOx	Ossidi di azoto				
		O3	Ozono				
BTX	Benzene Toluene Xilene						
PM10	Polveri sottili						

NOME STAZIONE		VASTOGIRARDI					
<b>CODICE NAZIONALE</b>	1409498	<b>CODICE UE</b>	IT1963A				
<b>INDIRIZZO</b>	Loc. Montedimezzo	Vastogirardi	Isernia				
<b>COORDINATE GEOGRAFICHE</b>	<i>Longitudine</i>	14°12'32"	<i>Latitudine</i>	41°45'34"	Altitudine (m s.l.m.)	170	
<b>DATA INSTALLAZIONE</b>	2006						
		<b>CLASSIFICAZIONE DELLA STAZIONE</b>					
		<b>Tipo stazione</b>	Background				
		<b>Zona</b>	Urbana				
		<b>Caratteristiche zona</b>	Commerciale residenziale				
		<b>PARAMETRI MISURATI</b>					
		NOx	Ossidi di azoto				
		O3	Ozono				
PM10	Polveri sottili						

## ALLEGATO 3 L'indice della qualità dell'aria

L'indice della qualità dell'aria (I.Q.A.) viene calcolato nel modo seguente:

$$I_{QA} = \frac{I_1 + I_2}{2}$$

I1 e I2 sono due sottoindici, calcolati per gli inquinanti monitorati utilizzando i seguenti criteri:

- si utilizza sempre nel calcolo, il sottoindice relativo al parametro PM10, mediato con il più alto tra i sottoindici calcolati per gli altri inquinanti.
- se manca il sottoindice relativo al PM10 si utilizza il più alto tra O3 ed NO2.
- se mancano i sottoindici dell'O3 e dell'NO2 si utilizza solo il sottoindice relativo al PM10.
- se mancano tutti i tre parametri l'I.Q.A. non viene calcolato (n. d.).

I due sottoindici suddetti si calcolano con la formula di seguito riportata:

$$I_{QA_i} = \frac{V_{med\_periodo\_i}}{V_{rif\_i}} \times 100$$

Dove:

$I_{QA_i}$  = indice qualità dell'aria relativo all'inquinante i-esimo

$V_{med\_periodo\_i}$  = concentrazione media oraria e/o giornaliera misurata

$V_{rif\_i}$  = valore limite previsto dalla normativa vigente.

Ai diversi livelli di I.Q.A. si associano giudizi diversi in merito alla qualità dell'aria, diversi colori e diverse raccomandazioni utili alla popolazione:

I.Q.A.	QUALITA' DELL'ARIA	COLORE	INFORMAZIONI ALLA POPOLAZIONE
0-50	OTTIMA		La qualità dell'aria è considerata eccellente
51-75	BUONA		La qualità dell'aria è considerata molto soddisfacente con nessun rischio per la popolazione.
76-100	DISCRETA		La qualità dell'aria è soddisfacente con nessun rischio per la popolazione.
101-125	MEDIOCRE		La popolazione non è a rischio. Le persone asmatiche, bronchitiche croniche o cardiopatiche potrebbero avvertire lievi sintomi respiratori solo durante un'attività fisica intensa; si consiglia pertanto a questa categoria di limitare l'esercizio fisico all'aperto, specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi.
126-150	POCO SALUBRE		Le persone con complicazioni cardiache, gli anziani e i bambini potrebbero essere a rischio, si consiglia pertanto a queste categorie di persone di limitare l'attività fisica e la permanenza prolungata all'aria aperta specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi.
151-175	INSALUBRE		Molti cittadini potrebbero avvertire lievi sintomi negativi sulla salute, comunque reversibili, pertanto si consiglia di limitare la permanenza all'aria aperta, specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi. I membri dei gruppi sensibili potrebbero invece avvertire sintomi più seri, è quindi conveniente esporsi il meno possibile all'aria aperta.
>175	MOLTO INSALUBRE		Tutti i cittadini potrebbero avvertire lievi effetti negativi sulla salute. Gli anziani e le persone con complicazioni respiratorie dovrebbero evitare di uscire, mentre gli altri, specialmente i bambini, dovrebbero evitare l'attività fisica e limitare la permanenza all'aria aperta, specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi.



*ARPA MOLISE*  
*DIREZIONE TECNICO SCIENTIFICA*  
*U.O.C. ATTIVITÀ TECNICHE ED INFORMATICHE*

