

DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE NORD EST
ATTIVITÀ DI PRODUZIONE NORD EST

OGGETTO:

Campagna di monitoraggio Qualità dell'Aria con mezzo mobile

Comune di Veruno (NO) – Via Marconi n. 4

30/01/2018 - 14/03/2018



RELAZIONE DI CONTRIBUTO TECNICO-SCIENTIFICO

Redazione	Funzione: Collaboratore professionale sanitario esperto S.S. K13.02	Data: 28/06/2018	Firma: *
	Nome: Evelina Ballato		
Verifica e approvazione	Funzione: Dirigente Responsabile dell'Attività di Produzione Nord Est S.S. K13.02	Data: 29/06/2018	Firma: firmato digitalmente
	Nome: Dott.ssa Anna Maria Livraga		

* Firma autografa a mezzo stampa ai sensi dell'art.3, comma 2, D.Lgs. 39/1993 e s.m.i.

ARPA Piemonte – Ente di diritto pubblico

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento territoriale Piemonte Nord Est

Attività di Produzione Nord Est

Via Bruzza, 4 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269811 – fax 0161269830
 E-mail: dip.vercelli@arpa.piemonte.it - PEC: dip.vercelli@pec.arpa.piemonte.it

Redazione dei testi e delle elaborazioni a cura di:

Loretta Badan, Evelina Ballato, della Struttura S.S. K13.02

Per la gestione tecnica della rete di monitoraggio hanno collaborato:

Loretta Badan, Evelina Ballato, Veronica Lagostina, Roberta Nicolini, della Struttura S.S. K13.02

Le determinazioni analitiche sono state realizzate da:

Laboratorio del Dipartimento territoriale Arpa Piemonte Nord Ovest - Sede di Grugliasco

Le analisi meteorologiche relative alla Regione Piemonte, i dati della rete meteorologica regionale e il coordinamento della Rete Regionale della Qualità dell'Aria e del Sistema regionale di monitoraggio meteorologico sono a cura di:

Struttura complessa Sistemi previsionali

Alcune elaborazioni sono state realizzate mediante il software R, pacchetto Openair, strumento open-source, per l'elaborazione di dati di inquinanti in aria.

I dati rilevati dalle stazioni della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria sono consultabili ai seguenti indirizzi internet:

<http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/srqa/conoscidati.shtml> (sito ad accesso libero)

<http://www.regione.piemonte.it/ambiente/aria/rilev/ariaday/ariaweb-new/> (sito ad accesso libero dal 05/12/2017)

Al momento della redazione della presente relazione i dati delle stazioni della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria sono stati sottoposti solo a validazione interattiva di primo livello, pertanto potrebbero subire variazioni in seguito alla validazione interattiva di secondo livello (certificazione e archiviazione), che generalmente viene effettuata nel primo trimestre dell'anno successivo a quello a cui i dati si riferiscono.

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Regione Piemonte
ARPA PIEMONTE
Sede Centrale Via Pio VII, 9
10135 Torino

INDICE

PREMESSA	4
PRINCIPALI SORGENTI EMISSIVE SUL TERRITORIO	5
ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO.....	7
PRINCIPALI FATTORI METEOCLIMATICI.....	9
QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	9
INQUINANTI OGGETTO DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	11
IL LABORATORIO MOBILE.....	16
OBIETTIVO DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	17
SITO DI MISURA	18
RISULTATI.....	21
CARATTERIZZAZIONE METEREologica	45
CONSIDERAZIONI FINALI.....	48

PREMESSA

L'inquinamento atmosferico è il fenomeno di modificazione della normale composizione chimica dell'aria, dovuto alla presenza di sostanze in quantità e con caratteristiche tali da alterarne le normali condizioni di salubrità. Queste modificazioni pertanto, possono costituire pericolo per la salute dell'uomo, alterare le risorse biologiche e gli ecosistemi, compromettere le attività ricreative e gli altri usi dell'ambiente, nonché i beni materiali. L'aria si definisce inquinata quando la composizione supera limiti convenzionali stabiliti per legge.

L'Agenzia Regionale di Protezione Ambientale del Piemonte, nell'ambito del servizio di previsione e prevenzione del rischio di origine antropica e naturale, garantisce il monitoraggio della qualità dell'aria attraverso il Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria, secondo le disposizioni della Legge Regionale n°43 del 7 aprile 2000 ed effettua campagne di misura della qualità dell'aria mediante utilizzo di strumentazione mobile (laboratorio mobile, campionatori trasportabili, ecc.) con finalità di valutazione delle fonti e pressioni ambientali, anche a seguito di eventi occasionali o transitori.

La presente indagine è stata realizzata a seguito di specifica richiesta dell'Amministrazione Comunale di Veruno, al fine di conoscere lo stato di qualità dell'aria del territorio, con particolare riferimento ai livelli di polveri sottili PM10, per darne riscontro alla comunità cittadina.

Il monitoraggio della qualità dell'aria svolto da ARPA Piemonte con il Laboratorio Mobile, non permette il rilascio di particolari certificazioni, ma fornisce una valutazione generale dello stato di qualità, in riferimento agli inquinanti e ai limiti previsti dalla normativa vigente in materia (D.Lgs. 155/2010), effettuando confronti con le misurazioni rilevate nello stesso periodo presso le stazioni fisse della Rete di Rilevamento Regionale della Qualità dell'Aria (RRQA).

Il monitoraggio prevede la misurazione in aria ambiente dei seguenti inquinanti: monossido di carbonio, biossido di zolfo, biossido e monossido di azoto, benzene, ozono, particolato sospeso PM10 e la determinazione analitica di idrocarburi policiclici aromatici e metalli pesanti in esso contenuti.

I risultati ottenuti sono quindi confrontati con le misurazioni effettuate, nello stesso periodo, presso le stazioni fisse della Rete di Rilevamento Regionale della Qualità dell'Aria (RRQA) di Castelletto Ticino, Borgomanero, Oleggio, Novara-Roma, Novara-Verdi, Trecate e Cerano.

PRINCIPALI SORGENTI EMISSIVE SUL TERRITORIO

Attraverso le stime fornite dall'Inventario Regionale delle Emissioni in atmosfera (IREA) è possibile fare una prima valutazione della qualità dell'aria sul territorio comunale e individuare i settori più critici per emissioni inquinanti.

Le stime effettuate riguardano sorgenti emissive antropiche e naturali, classificate secondo la nomenclatura standard europea, denominata "Selected Nomenclature for sources of Air Pollution" (SNAP), suddivise in 11 macrosettori.

In tabella 1 si riportano le stime emissive per il Comune di Veruno, espresse in tonnellate/anno e suddivise per macrosettore di attività.

Nell'inventario regionale vengono stimate esclusivamente le emissioni primarie, pertanto l'ozono non è previsto data la sua natura di inquinante secondario.

Report sulle emissioni aggregate - Anno di riferimento 2013 - Comune di VERUNO										
MACROSETTORE	CH4	CO	CO2	N2O	NH3	NMVOC	NOx (come NO2)	SO2	PM10	PM2.5
02 - Combustione non industriale	8,43	98,87	2,73	0,41	0,25	9,28	4,49	0,50	9,71	9,60
03 - Combustione nell'industria	0,02	0,23	1,01	0,0057		0,05	1,14	0,09	0,021	0,020
04 - Processi produttivi						0,57				
05 - Estrazione e distribuzione combustibili	20,74					0,83				
06 - Uso di solventi						4,97			0,02	0,02
07 - Trasporto su strada	0,55	44,81	9,13	0,23	0,51	6,40	46,85	0,06	5,34	2,01
08 - Altre sorgenti mobili e macchinari	0,002	0,38	0,06	0,0025	0,00015	0,15	0,65	0,002	0,032	0,032
09 - Trattamento e smaltimento rifiuti					2,522					
10 - Agricoltura	0,11			0,35	1,34	7,44	0,07		0,000	0,000
11 - Altre sorgenti e assorbimenti	0,20	0,13	-2,45	0,0003		33,75	0,006	0,001	0,100	0,100
Totale Comune di Veruno	30,05	144,42	10,47	1,01	4,62	63,44	53,20	0,65	15,22	11,78
Totale Provincia di Novara	22714,7	14686,1	3219,6	953,3	1904,1	13315,6	8346,9	4186,4	1572,7	1250,4

Tabella 1: Totale emissioni per macrosettore di attività relative al Comune di Veruno (espresse in t/anno, CO2 in kt/anno) - Fonte IREA - Inventario Regionale Emissioni in Atmosfera 2013

Tra gli inquinanti più critici dell'aria si trovano in generale il PM10, il PM2.5, i composti organici volatili escluso il metano (NMVOC) e gli ossidi di azoto (NOx), espressi come biossido di azoto (NO2).

In Figura 1 si riportano in grafico i contributi percentuali alla formazione di tali inquinanti delle diverse fonti emissive, individuate e stimate per il Comune di Veruno.

Risulta evidente come concorrano principalmente alla formazione delle polveri PM gli impianti di combustione non industriale (64%-82%), ossia finalizzati alla produzione di calore per il riscaldamento domestico (impianti residenziali, commerciali, istituzionali, agricoli) e il trasporto su strada (35%-17%), dovuto alle emissioni del traffico veicolare e quelle legate all'usura freni, ruote e strada.

Per gli ossidi di azoto il contributo principale (88%) è imputabile alle emissioni del trasporto su strada, una percentuale bassa (9%) al riscaldamento domestico e un contributo marginale (2%) a processi di combustione riconducibili ad attività industriale (ad es. caldaie).

La misurazione dei composti organici volatili non metanici, insieme agli ossidi di azoto, riveste importanza per l'analisi delle tendenze dei precursori dell'ozono. Le principali fonti emissive individuate, che possono concorrere alla formazione di questi inquinanti, sono le

attività non antropiche identificate come “Altre sorgenti e assorbimenti” (53%), ad esempio dovute all’attività fitologica di piante, fulmini, emissioni dal suolo, piantumazioni, incendi di boschi (le stesse che contribuiscono in piccola percentuale al particolato atmosferico per circa 1%), il riscaldamento domestico (15%), le attività agricole (12%), il trasporto su strada (10%) e le attività che utilizzano solventi (8% ad es. verniciatura e sgrassaggio).

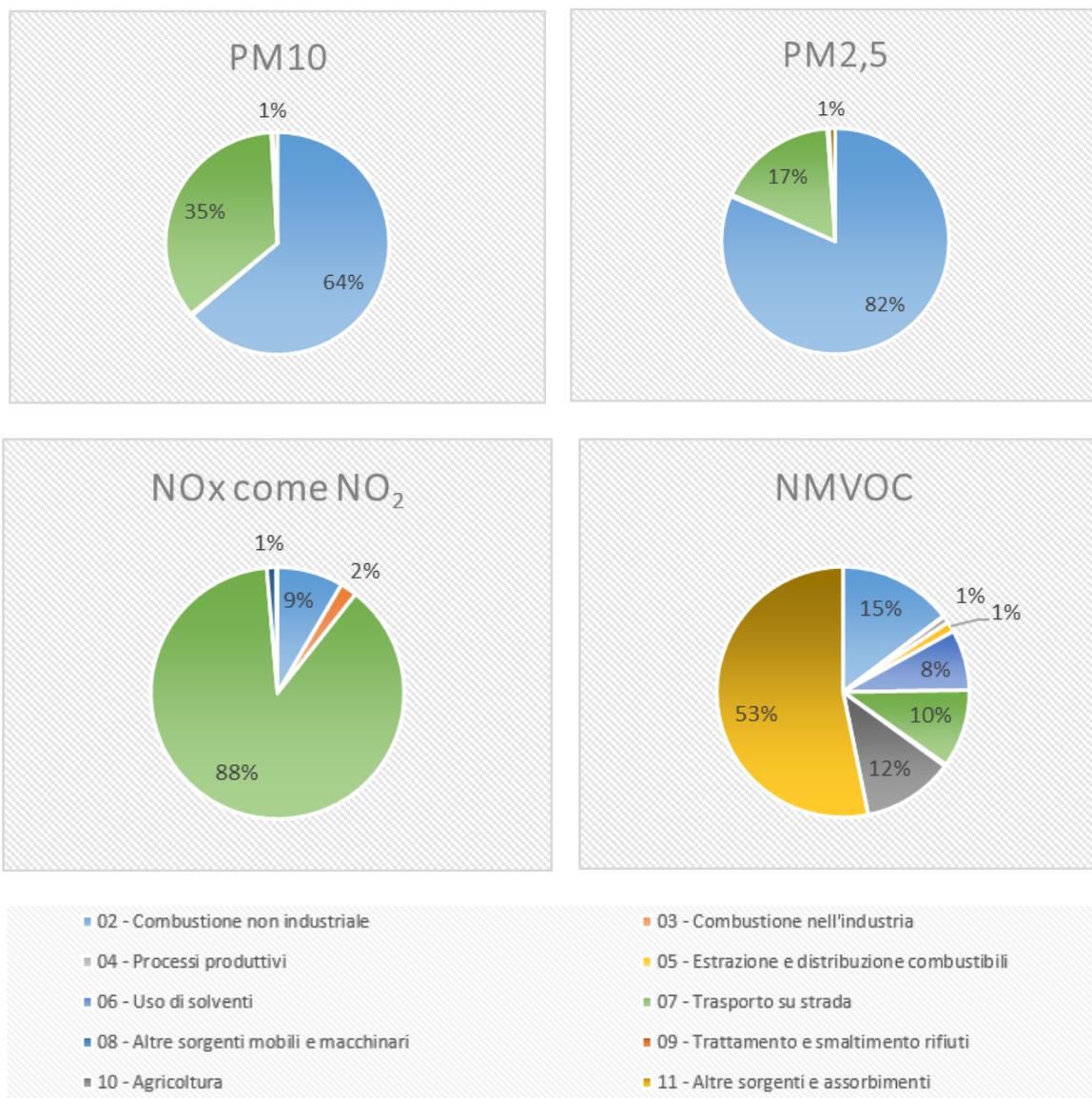


Figura 1: Fonti emissive per macrosettore in Comune di Veruno – 2013 (Fonte IREA)

ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO

La zonizzazione del territorio è il presupposto per l'attività di valutazione della qualità dell'aria ambiente, per l'individuazione delle aree di superamento dei valori limite, delle soglie e dei valori obiettivo previsti dalla normativa, sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale. Le aree contraddistinte dall'omogeneità degli aspetti predominanti, nel determinare i livelli degli inquinanti, sono accorpate in zone.

La Deliberazione della giunta Regionale del Piemonte n. 41-855 del 29 dicembre 2014, ha approvato il progetto relativo alla nuova zonizzazione e classificazione del territorio regionale ai fini della valutazione della qualità dell'aria, sulla base degli obiettivi di protezione per la salute umana per gli inquinanti biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, particolato PM10 e PM2,5, piombo, arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene, nonché degli obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione relativamente all'ozono, secondo quanto disposto dal D.Lgs.155/2010, in attuazione della Direttiva comunitaria 2008/50/CE. La normativa prevede che la zonizzazione del territorio sia revisionata almeno ogni cinque anni.

La classificazione delle zone viene valutata sulla base di dati relativi alle caratteristiche orografiche e meteo-climatiche, al grado di urbanizzazione e carico emissivo del territorio, sovrapposti ai risultati ottenuti dall'applicazione di una metodologia statistica di clusterizzazione funzionale (Functional Cluster Analysis) sulla base dati (campi di concentrazione al suolo) prodotti dal sistema modellistico di trasporto, dispersione e trasformazione chimica degli inquinanti in atmosfera di ARPA Piemonte.

Ai fini della classificazione, si valuta l'eventuale superamento delle soglie di valutazione superiore e inferiore, secondo i limiti stabiliti dal D.lgs.155/2010. Il superamento delle soglie viene determinato in base alle concentrazioni degli inquinanti nell'aria ambiente nei cinque anni civili precedenti e si realizza se il superamento interessa almeno tre dei cinque anni considerati.

Per l'Ozono si fa riferimento agli obiettivi a lungo termine (LTO), previsti dal medesimo decreto; a tale proposito la classificazione evidenzia il superamento degli obiettivi a lungo termine relativi alla protezione della salute umana e della vegetazione su tutto il territorio regionale.

In base all'attuale zonizzazione, il Comune di Veruno, ascritto alle zone altimetriche di collina in conformità alla classificazione ISTAT, è assegnato alla zona codice IT0120. La zona si caratterizza per livelli di concentrazione di PM10, PM2,5, NO₂ e benzo(a)pirene sopra la soglia di valutazione superiore, livelli di benzene tra la soglia di valutazione inferiore e superiore, mentre gli altri inquinanti risultano entro la soglia di valutazione inferiore (riferimento D.Lgs.155/2010 Allegato 2).

Durante il quinquennio 2009-2013, il Comune di Veruno è indicato in area di superamento per almeno tre anni su cinque e per almeno uno dei limiti imposti dalla normativa a protezione della salute umana relativi alle polveri PM10 (come media giornaliera ammessi 35 giorni di superamento del limite di 50 µg/m³ e come media annuale 40 µg/m³) e al biossido di azoto (media annuale 40 µg/m³).

In figura 2 si riporta la rappresentazione grafica della nuova zonizzazione del territorio regionale piemontese, relativa alla qualità dell'aria ambiente.

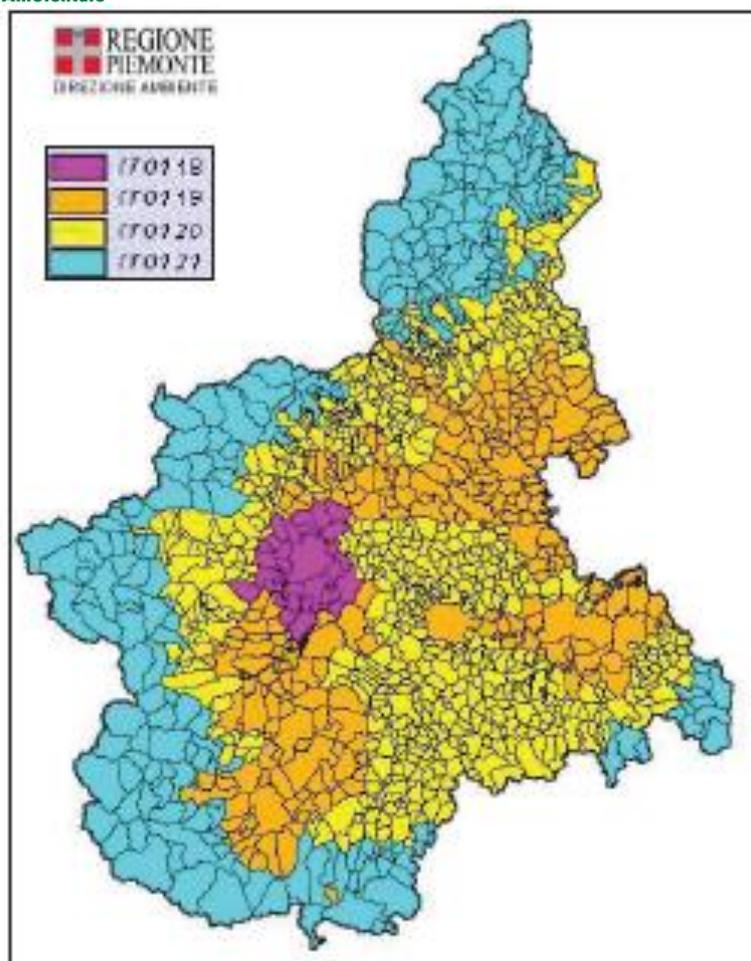


Figura 2: Rappresentazione grafica della nuova zonizzazione regionale (Fonte: DGR41-855 del 29/12/2014)

Le principali caratteristiche dell'agglomerato di Torino (IT0118) e delle tre zone individuate a livello regionale (IT0119 zona di pianura, IT0120 zona di collina e IT0121 zona di montagna) sono riportate in tabella 2.

	u.m.	Agglomerato Torino IT0118	Zona pianura IT0119	Zona collina IT0120	Zona montagna IT0121	Totale
N° Comuni		32	269	660	245	1.206
Popolazione		1.555.778	1.326.067	1.368.853	195.532	4.446.230
Superficie Comuni	km ²	838	6.595	8.811	9.144	25.389
Densità abitativa	ab/km ²	1.856	201	155	21	175
Densità em. PM10	t/km ²	3,57	0,78	0,55	0,13	0,58
Densità em. NO _x	t/km ²	16,68	3,70	2,36	0,34	2,45
Densità em. COV	t/km ²	19,44	3,11	4,18	2,05	3,64
Densità em. NH ₃	t/km ²	2,76	4,02	1,03	0,19	1,58

Tabella 2: Principali caratteristiche dell'agglomerato e delle tre zone individuate (Fonte: DGR Regione Piemonte 41-855 del 29/12/2014)

PRINCIPALI FATTORI METEOCLIMATICI

Le situazioni meteorologiche influenzano notevolmente i livelli di inquinamento essendo determinanti all'instaurarsi di condizioni di trasporto e dispersione, di accumulo o dilavamento, nonché di trasformazione degli inquinanti. I principali fattori che influenzano il comportamento degli inquinanti in atmosfera, a livello di strato limite planetario, sono la direzione e velocità del vento, le precipitazioni (intensità e durata degli episodi di pioggia o neve), l'umidità relativa, l'irraggiamento solare e fenomeni di inversione termica. Condizioni di stabilità atmosferica, l'assenza di vento, la mancanza di precipitazioni e l'inversione termica a bassa quota facilitano la formazione di inquinanti secondari, favoriscono l'accumulo degli inquinanti in generale e ne ostacolano la rimozione. Pertanto nelle attività di monitoraggio della qualità dell'aria vengono considerati i seguenti parametri meteo climatici:

- Temperatura
- Pressione atmosferica
- Livello di Pioggia caduta
- Direzione e velocità vento

QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

La norma di riferimento in materia di qualità dell'aria è costituita dal Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto del 2010 e s.m.i. "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", che istituisce un quadro normativo unitario in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente. Il decreto prevede valori di riferimento per gli inquinanti più rilevanti, sia in relazione al rischio sanitario che ambientale e possono essere:

Valori limite annuale per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, finalizzati alla prevenzione dell'inquinamento su lungo periodo.

Valori limite giornalieri o orari volti al contenimento di episodi acuti d'inquinamento.

Valori soglie di allarme superate le quali può insorgere rischio per la salute umana, per cui le autorità competenti sono tenute ad adottare immediatamente misure atte a ridurre le concentrazioni degli inquinanti al di sotto della soglia d'allarme o comunque assumere tutti i provvedimenti del caso che devono comprendere sempre l'informazione ai cittadini.

Valori soglie di informazione superate le quali si devono adottare forme di informazione della popolazione.

Valori obiettivo per la protezione della salute umana e della vegetazione calcolati sulla base di più anni di monitoraggio.

In tabella 3 sono elencati i valori di riferimento previsti dalla normativa e i relativi tempi di mediazione.

PARAMETRO	TIPO DI LIMITE	LIMITE		TEMPO MEDIAZIONE DATI
NO ₂	Valore limite per la protezione della salute umana	200 [µg/m ³]	da non superare più di 18 volte l'anno	Media oraria
	Valore limite per la protezione della salute umana	40 [µg/m ³]		Media anno
	Soglia di allarme	400[µg/m ³]		3 ore consecutive
SO ₂	Valore limite per la protezione della salute umana	350 [µg/m ³]	da non superare più di 24 volte l'anno	Media oraria
	Valore limite per la protezione della salute umana	125 [µg/m ³]	da non superare più di 3 volte l'anno	Media nelle 24 ore
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	20 [µg/m ³]		Media anno e inverno (1ott - 31 mar)
	Soglia di allarme	500 [µg/m ³]		3 ore consecutive
CO	Valore limite per la protezione della salute umana	10 [mg/m ³]		Massimo valore medio di concentrazione su 8 ore
PM 10	Valore limite per la protezione della salute umana	50 [µg/m ³]	da non superare più di 35 volte l'anno	Media nelle 24 ore
	Valore limite per la protezione della salute umana	40 [µg/m ³]		Media anno
Benzene	Valore limite per la protezione della salute umana	5,0 [µg/m ³]		Media anno
Piombo	Valore limite per la protezione della salute umana	0,5 [µg/m ³]		Media anno
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	1,0 [ng/m ³]		Media anno
Arsenico	Valore obiettivo	6,0 [ng/m ³]		Media anno
Cadmio	Valore obiettivo	5,0 [ng/m ³]		Media anno
Nichel	Valore obiettivo	20 ,0 [ng/m ³]		Media anno
Ozono	Soglia di informazione	180 [µg/m ³]		Media oraria
	Soglia di allarme	240 [µg/m ³]		Media oraria
	Valore limite per la protezione della salute umana	120 [µg/m ³]	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno civile	Media su 8 ore massima giornaliera
	Protezione della vegetazione	AOT40 6000 [µg/m ³ *h]	1 h cumulativa da maggio a luglio	Media annua

Tabella 3: valori di riferimento Decreto Legislativo 155/2010 e s.m.i.

INQUINANTI OGGETTO DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

Si descrivono schematicamente le principali caratteristiche degli inquinanti monitorati.

Biossido di zolfo (SO₂)

Il biossido di zolfo (SO₂) è un gas dal caratteristico odore pungente.

Zone di più probabile accumulo

Gli insediamenti industriali ed i centri urbani sono i punti di massima presenza ed accumulo soprattutto in condizioni meteorologiche particolari.

Periodicità critiche

In passato le situazioni più critiche si sono verificate nei periodi invernali dove, alle normali fonti di combustione, si aggiungeva il contributo del riscaldamento domestico a gasolio. Attualmente, a seguito della diffusa metanizzazione degli impianti di riscaldamento e all'uso di combustibili a basso tenore di zolfo, il contributo inquinante degli ossidi di zolfo è notevolmente diminuito sino quasi a scomparire.

Fonti di emissione

Impianti riscaldamento, centrali di potenza, combustione di prodotti organici di origine fossile contenenti zolfo (gasolio, carbone, oli combustibili).

Effetti sulla salute

L'esposizione ad alti livelli di SO₂ può comportare un inturgidimento delle mucose delle vie aeree con conseguente aumento della resistenza al passaggio dell'aria ed un aumento delle secrezioni mucose, bronchite, tracheite, spasmi bronchiali e/o difficoltà respiratoria negli asmatici. Inoltre è stato accertato un effetto irritativo sinergico in seguito all'esposizione combinata con il particolato, probabilmente dovuto alla capacità di quest'ultimo di veicolare l'SO₂ nelle zone respiratorie profonde del polmone.

Monossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio è un gas incolore e inodore prodotto dalla combustione incompleta delle sostanze contenenti carbonio.

Zone di più probabile accumulo

Zone ad alta densità di traffico o a forte carattere industriale.

Periodicità critiche

Il periodo più critico è l'inverno che presenta condizioni di stabilità atmosferica e/o ristagno più frequentemente.

Fonti di emissione (attività antropiche)

Le fonti principale sono costituite dagli scarichi delle automobili, soprattutto a benzina, dal trattamento e smaltimento dei rifiuti, dalle industrie e raffinerie di petrolio, dalle fonderie.

Effetti sulla salute

Essendo altamente affine al gruppo EME del sangue, compete con l'ossigeno formando la carbosiemoglobina (250 volte più stabile) e riducendo l'ossigenazione dei tessuti causando ipossia a carico del sistema nervoso, cardiovascolare e muscolare.

Ossidi di azoto (NO_x)

L'ossido di azoto (NO) è un gas inodore e incolore che costituisce il componente principale delle emissioni di ossidi di azoto nell'aria e viene gradualmente ossidato a NO₂, dal caratteristico colore rosso-bruno e dall'odore pungente e soffocante.

Zone di più probabile accumulo

Rappresentano i tipici inquinanti delle aree urbane e industriali, dove l'elevata densità degli insediamenti ne favorisce l'accumulo soprattutto in condizioni meteorologiche di debole ricambio delle masse d'aria.

Periodicità critiche

La pericolosità degli ossidi di azoto e in particolare del biossido, è legata anche al ruolo che essi svolgono nella formazione dello smog fotochimico. In condizioni meteorologiche di stabilità e di forte insolazione (primavera-estate), le radiazioni ultraviolette possono determinare la dissociazione del biossido di azoto e la formazione di ozono, che può ricombinarsi con il monossido di azoto e ristabilire una situazione di equilibrio.

Fonti di emissione (attività antropiche)

Impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare (in particolare quello pesante), centrali di potenza, attività industriali (processi di combustione per la sintesi dell'ossigeno e dell'azoto atmosferici).

Effetti sulla salute

L'NO₂ è circa 4 volte più tossico dell'NO. E' ormai accertato che l'NO₂ può provocare gravi danni alle membrane cellulari a seguito dell'ossidazione di proteine e lipidi. Gli effetti acuti comprendono: infiammazione delle mucose, decremento della funzionalità polmonare, edema polmonare. Gli effetti a lungo termine includono: aumento dell'incidenza delle malattie respiratorie, alterazioni polmonari a livello cellulare e tissutale, aumento della suscettibilità alle infezioni polmonari batteriche e virali.

Ozono (O₃)

E' un gas che non viene emesso direttamente dalle attività antropiche, ma si forma in determinate condizioni, presenta un odore pungente ed un colore bluastrò.

Zone di più probabile accumulo

Essendo gli NO_x dei distruttori di O₃, le zone rurali dove vi è meno presenza di questi e maggiore insolazione, sono le zone più soggette ad accumulo

Periodicità critiche

Presenta un andamento direttamente correlato con la presenza di radiazione solare diretta, pertanto la stagione più sfavorevole è l'estate ed in particolare le ore centrali della giornata.

Fonti di emissione (attività antropiche)

Si forma nell'atmosfera in seguito a reazioni fotochimiche a carico di inquinanti precursori prodotti dai processi di combustione (NO_x, idrocarburi, aldeidi).

Effetti sulla salute

Trattandosi di un forte ossidante, l'O₃ agisce ossidando i gruppi sulfidrilici presenti in enzimi, coenzimi, proteine e acidi grassi insaturi ed interferendo così, con alcuni processi metabolici fondamentali. L'apparato respiratorio risulta il più colpito soprattutto le piccole arterie polmonari. Gli effetti acuti comprendono secchezza della gola e del naso, aumento della produzione di muco, tosse, faringiti, bronchiti, diminuzione della funzionalità respiratoria, dolori toracici, diminuzione della capacità battericida polmonare, irritazione degli occhi, mal di testa.

Particolato atmosferico (PM)

Il particolato atmosferico (Particulate Matter PM) può essere definito come una miscela complessa di particelle solide o liquide in sospensione nell'aria. A differenza degli altri inquinanti non è caratterizzato da una specifica composizione chimica, che può variare in funzione delle sorgenti di emissione e delle condizioni meteo climatiche, così come le dimensioni. L'origine può essere naturale e antropogenica, di formazione primaria, ossia direttamente emesso dalle sorgenti, o secondaria, ossia generata per effetto di reazioni chimico-fisiche di composti in fase gassosa presenti in atmosfera. La dimensione delle particelle viene convenzionalmente espressa in termini di diametro aerodinamico, definito come il diametro di una particella sferica, a densità standard, che ha lo stesso comportamento aerodinamico (velocità di sedimentazione) della particella in esame. La distribuzione dimensionale determina la classificazione del particolato in:

- PM10, insieme di particelle aerodisperse aventi diametro aerodinamico inferiori o uguali a 10 µm;
- PM2,5, insieme di particelle aerodisperse aventi diametro aerodinamico inferiori o uguali a 2,5 µm.

Zone di più probabile accumulo

Si tratta di un inquinante di tipo diffuso, poiché permanendo in atmosfera per giorni o settimane, può essere trasportato su lunghe distanze dal luogo di formazione.

Periodicità critiche

Mediamente si raggiungono i massimi valori nel periodo invernale caratterizzato da frequenti condizioni di stabilità/ristagno

Fonti di emissione (attività antropiche)

Le fonti antropiche di particolato sono essenzialmente le attività industriali ed il traffico veicolare, gli impianti di riscaldamento, le industrie (inclusa la produzione di energia elettrica). Inoltre una frazione variabile è di origine secondaria, ovvero è il risultato di reazioni chimiche che, partendo da inquinanti gassosi generano un enorme numero di composti in fase solida o liquida come solfati, nitrati e particelle organiche.

Effetti sulla salute

La pericolosità di questi composti è data dalla possibilità di oltrepassare le barriere del sistema respiratorio e penetrare nell'organismo. Infatti le dimensioni determinano il grado di penetrazione all'interno del tratto respiratorio, mentre le caratteristiche chimiche, determinano la capacità di reagire con altre sostanze inquinanti (IPA, metalli pesanti, SO₂). Le particelle che si depositano nel tratto superiore, o extratoracico (cavità nasali, faringe e laringe), possono causare effetti irritativi locali; quelle che si depositano nel tratto tracheobronchiale, possono causare costrizione e riduzione della capacità epurativa dell'apparato respiratorio, aggravamento delle malattie respiratorie croniche (asma, bronchite ed enfisema) ed eventualmente neoplasie.

Arsenico, Cadmio, Nichel

Sono sostanze inquinanti in tracce presenti nell'aria a seguito di emissioni provenienti da diversi tipi di attività industriali.

Zone di più probabile accumulo

Le concentrazioni in aria di alcuni metalli nelle aree urbane e industriali può raggiungere valori 10-100 volte superiori a quelli delle aree rurali.

Periodicità critiche

Nel periodo invernale, quando sono più frequenti le condizioni di ristagno degli inquinanti atmosferici.

Fonti di emissione (attività antropiche)

Le fonti antropiche responsabili sono principalmente le fonderie, le raffinerie, la produzione energetica, l'incenerimento dei rifiuti e l'attività agricola. Sono presenti in atmosfera sotto forma di particolato aerotrasportato; le dimensioni delle particelle a cui sono associati e la loro composizione chimica dipende fortemente dalla tipologia della sorgente di emissione.

Effetti sulla salute

L'esposizione agli elementi in tracce è associata a molteplici effetti sulla salute: tra i metalli pesanti quelli maggiormente rilevanti sotto il profilo tossicologico sono il Nichel e il Cadmio. Questi ultimi sono classificati dall'Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro come cancerogeni per l'uomo.

Piombo

Il piombo è un elemento in traccia altamente tossico.

Zone di più probabile accumulo

Nei siti di traffico o industriali.

Periodicità critiche

Nel periodo invernale, quando sono più frequenti le condizioni di ristagno degli inquinanti atmosferici.

Fonti di emissione (attività antropiche)

La principale fonte di inquinamento atmosferico era costituita dagli scarichi dei veicoli alimentati con benzina super (il piombo tetraetile veniva usato come additivo antidetonante). Con il definitivo abbandono della benzina "rossa" i livelli di piombo nell'aria urbana sono quindi diminuiti in modo significativo. Le altre fonti antropiche derivano dalla combustione del carbone e dell'olio combustibile, dai processi di estrazione e lavorazione dei minerali che contengono Pb, dalle fonderie, dalle industrie ceramiche e dagli inceneritori di rifiuti.

Effetti sulla salute

Il Pb assorbito attraverso l'epitelio polmonare entra nel circolo sanguigno e si distribuisce in quantità decrescenti nelle ossa, nel fegato, nei reni, nei muscoli e nel cervello.

Il Pb legandosi ai gruppi sulfidrilici delle proteine o sostituendo ioni metallici essenziali, interferisce con diversi sistemi enzimatici. Tutti gli organi costituiscono potenziali bersagli e gli effetti sono estremamente vari (anemia, danni al sistema nervoso centrale e periferico, ai reni, al sistema riproduttivo, cardiovascolare, epatico, endocrino, gastro-intestinale e immunitario).

Benzene (C₆H₆)

Il benzene è un idrocarburo aromatico, tipico costituente delle benzine e dall'odore caratteristico.

Zone di più probabile accumulo

Nei siti di traffico.

Periodicità critiche

Nel periodo invernale, quando sono più frequenti le condizioni di ristagno degli inquinanti atmosferici.

Fonti di emissione (attività antropiche)

Gli autoveicoli rappresentano la principale fonte di emissione: in particolare, circa l'85% viene immesso nell'aria con i gas di scarico e il 15% rimanente per evaporazione del combustibile e durante le operazioni di rifornimento.

Effetti sulla salute

L'intossicazione di tipo acuto è dovuta all'azione sul sistema nervoso centrale. Il benzene è stato inserito da International Agency for Research on Cancer (IARC) nel gruppo 1 cioè tra le sostanze che hanno un accertato potere cancerogeno sull'uomo.

A concentrazioni moderate i sintomi sono stordimento, eccitazione e pallore seguiti da debolezza, mal di testa, respiro affannoso, senso di costrizione al torace.

A livelli più elevati si registrano eccitamento, euforia e ilarità, seguiti da fatica e sonnolenza e, nei casi più gravi, arresto respiratorio, spesso associato a convulsioni muscolari e infine a morte.

Fra gli effetti a lungo termine vanno menzionati interferenze sul processo emopoietico (con riduzione progressiva di eritrociti, leucociti e piastrine) e l'induzione della leucemia nei lavoratori maggiormente esposti.

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Sono costituiti da due o più anelli aromatici condensati e derivano dalla combustione incompleta di numerose sostanze organiche.

Zone di più probabile accumulo

Sono prodotti dalla combustione incompleta di materiale organico e derivano dall'uso di olio combustibile, gas, carbone e legno nella produzione di energia, pertanto risultano presenti un po' ovunque.

Periodicità critiche

Nel periodo invernale, quando sono più frequenti le condizioni di ristagno degli inquinanti atmosferici.

Fonti di emissione (attività antropiche)

Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta, in particolare di combustibili derivati dal petrolio), evaporazione dei carburanti, alcuni processi industriali, riscaldamento domestico, combustione della legna.

Effetti sulla salute

Gli idrocarburi policiclici aromatici sono molto spesso associati alle polveri sospese. In questo caso la dimensione delle particelle del particolato aerodisperso rappresenta il parametro principale che condiziona l'ingresso e la deposizione nell'apparato respiratorio e quindi la relativa tossicità. Presenti nell'aerosol urbano sono generalmente associati alle particelle con diametro aerodinamico minore di 2 micron e quindi in grado di raggiungere facilmente la regione alveolare del polmone e da qui il sangue e quindi i tessuti. Oltre ad essere degli irritanti di naso, gola ed occhi sono riconosciuti per le proprietà mutagene e cancerogene. E' accertato il potere cancerogeno di tutti gli IPA a carico delle cellule del polmone, e tra questi anche del benzo(a)pirene (BaP) (gli IPA sono stati inseriti nel gruppo 1 della classificazione IARC). Poiché è stato evidenziato che la relazione tra BaP e gli altri IPA, detto profilo IPA, è relativamente stabile nell'aria delle diverse città, la concentrazione di BaP viene spesso utilizzata come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali.

IL LABORATORIO MOBILE

Il laboratorio mobile di ARPA Piemonte è un veicolo opportunamente attrezzato con una stazione meteorologica e con analizzatori dedicati alla misura in continuo di inquinanti chimici del tutto simili a quelli presenti nelle stazioni fisse della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria (RRQA). Tale aspetto permette di effettuare un confronto diretto tra il sito di misura e le centraline fisse.



Figura 3: Mezzo mobile dell'ARPA Piemonte e strumentazione allestita

Gli analizzatori vengono costantemente controllati nei loro valori di ZERO e SPAN, con calibrazioni dinamiche multi punto e rispondono alle caratteristiche previste dalla normativa vigente, così come le modalità con le quali si effettuano i rilevamenti, in particolare:

PARAMETRO	PRINCIPIO DI MISURA	METODO DI RIFERIMENTO	STRUMENTO
PM10	Gravimetria	UNI EN 12341	PM10, CHARLIE HV TCR Tecora
Benzo(a)pirene	Analisi su particolato PM10 mediante GC-MS	ARPA U.RP.MA001 EN 15549 marzo 2008	-
As-Cd-Ni-Pb	Analisi su particolato PM10 mediante ICP- MS	ARPA U.RP.M429 UNI EN 14902/2005	-
NO2	Chemiluminescenza	UNI EN 14211:2005	Teledyne API 200E
O3	Assorbimento Ultravioletto	UNI EN 14625:2005	Teledyne API 400E
CO	Spettrometria IR non dispersiva	UNI EN 14626:2005	Teledyne API 300
SO2	Fluorescenza UV	UNI EN 141212:2005	Teledyne API 100E
Benzene	Gasromatografia (GC- PID)	UNI EN 14662:2005	GC 866 AIRTOXIC

Tabella 4: elenco strumentazione e principio di misura

OBIETTIVO DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

Il monitoraggio della qualità dell'aria è stato svolto da ARPA Piemonte, Dipartimento Territoriale del Nord Est, su richiesta dell'Amministrazione Comunale, con lo scopo di valutare la situazione dell'inquinamento atmosferico nel territorio comunale.

Si precisa che il monitoraggio svolto fornisce delle misurazioni indicative della qualità dell'aria ambiente in relazione ai riferimenti normativi previsti dal D.Lgs.155/2010.

Il limitato periodo di misurazione non soddisfa l'obiettivo di qualità dei dati relativo al periodo minimo di copertura del 14% (pari ad almeno 52 giorni, un giorno variabile di ogni settimana dell'anno, o otto settimane, equamente distribuite nell'arco dell'anno), come previsto dalla normativa al fine di evitare risultati non rappresentativi, ma permette di effettuare considerazioni di tipo comparativo con le misurazioni effettuate nello stesso periodo, dalle stazioni fisse della Rete di Rilevamento Regionale della Qualità dell'Aria (RRQA), nel caso specifico ubicate a Castelletto Ticino, Borgomanero, Oleggio, Novara-Roma, Novara-Verdi, Trecate e Cerano.

In Figura 4 sono visualizzate le stazioni fisse della Rete Regionale di Rilevamento in provincia di Novara.

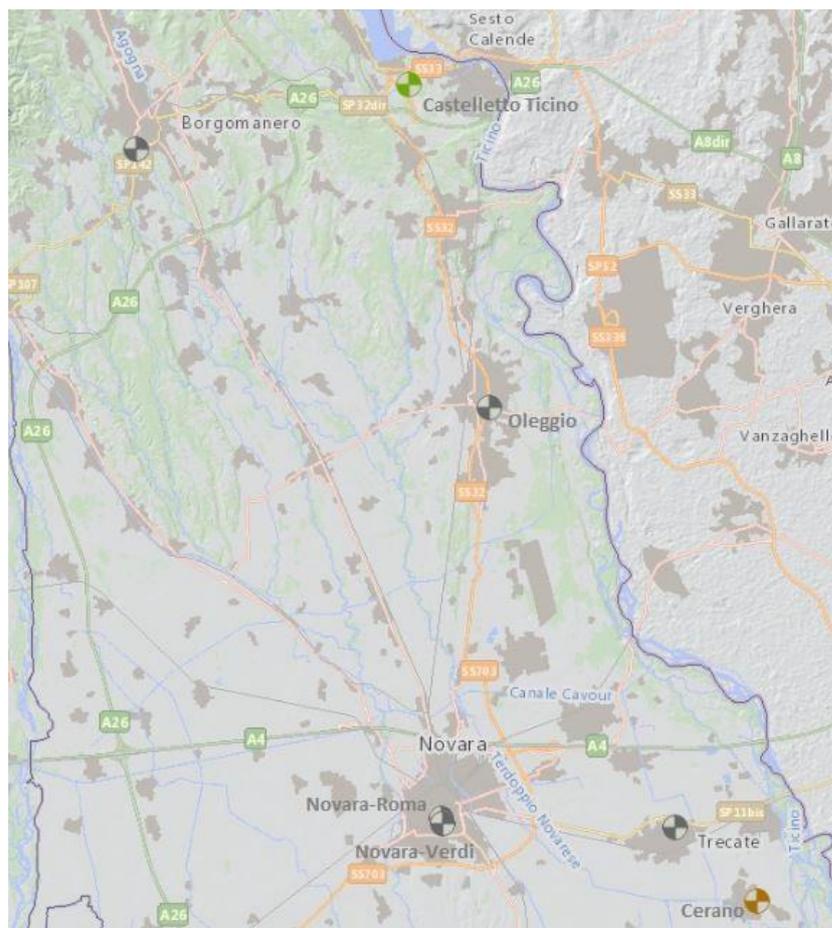


Figura 4: mappa con alcune stazioni fisse della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria in provincia di Novara (fonte: Base topografica transfrontaliera Geoportale ARPA Piemonte)

 stazione suburbana  stazione urbana  stazione rurale

SITO DI MISURA

Il sito di campionamento è localizzato in Comune di Veruno, in Via Marconi n. 4 e l'attività di monitoraggio è stata effettuata dal 30/01/2018 al 14/03/2018. Il territorio comunale si estende per circa 10 Km² per un'altitudine media di 357 m s.l.m.; presenta una densità abitativa di circa 185 ab/Km² e una popolazione di poco inferiore ai 1850 abitanti (ISTAT 2017).

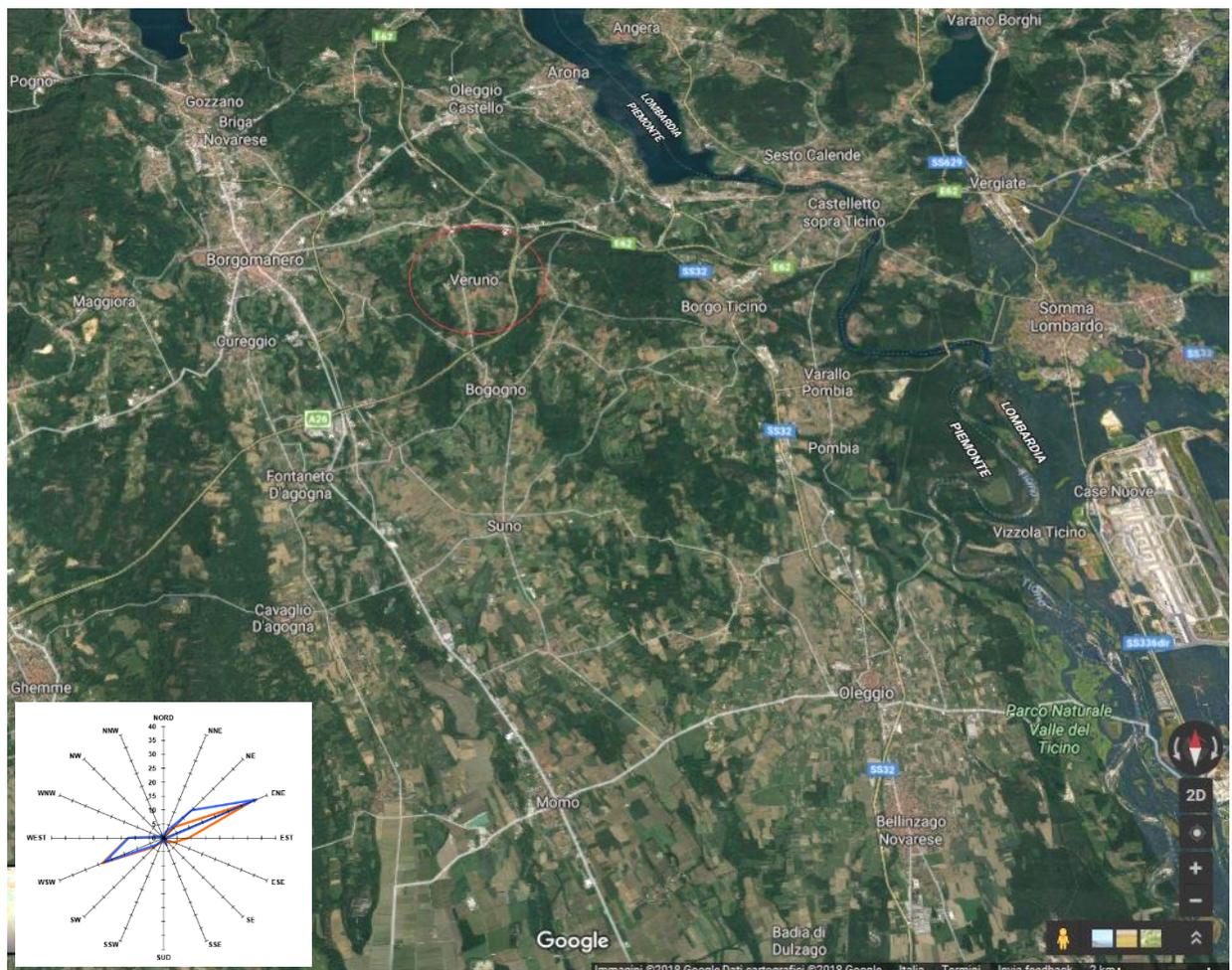


Figura 5: Contesto territoriale (fonte Google Maps – dati cartografici 2018).

Le stazioni di misura della qualità dell'aria sono classificate a seconda della tipologia e delle caratteristiche della zona dove sono ubicate; il sito di monitoraggio può essere assimilato a una stazione di misurazione di fondo in area di tipo suburbana a carattere prevalentemente residenziale.

In tabella 5 si riporta sinteticamente la classificazione delle stazioni della Rete Regionale di Rilevamento della qualità dell'aria presenti in provincia di Novara e del sito di misura.

<i>Sito</i>	<i>Tipo di stazione</i>	<i>Tipo di zona</i>	<i>Caratterizzazione della zona</i>	<i>Coordinate UTM WGS84</i>	<i>Distanza in linea d'aria sito</i>
Veruno-MM	Fondo	Suburbana	Residenziale	X= 463451 Y= 5059766	
Castelletto Ticino-Fontane	Fondo	Rurale	Agricola	X: 469048 Y: 5062296	ca. 6,3 Km
Borgomanero-Molli	Traffico	Urbana	Residenziale	X: 457832 Y: 5059686	ca. 7,5 Km
Oleggio-Gallarate	Traffico	Urbana	Residenziale/Commerciale	X: 472317 Y: 5048945	ca. 15 Km
Novara-Roma	Traffico	Urbana	Residenziale/Commerciale	X: 470256 Y: 5031939	ca. 28,5 Km
Novara-Verdi	Fondo	Urbana	Residenziale	X: 470327 Y: 5031713	ca. 29 Km
Trecate-Verra	Fondo	Urbana	Residenziale	X: 470327 Y: 5031713	ca. 33 Km
Cerano-Bagno	Fondo	Suburbana	Residenziale	X: 483279 Y: 5028490	ca. 37 Km

Tabella 5: classificazione delle stazioni secondo Criteria for EUROAIRNET e la Decisione 2001/752/CE



Figura 6: sito di monitoraggio Veruno – Piazza Marconi (fonte: ARPA Piemonte – Sistema Informativo Geografico)

RISULTATI

I valori rilevati nel sito oggetto di monitoraggio sono riferiti e organizzati in grafici e tabelle, suddivisi per parametro. I dati elaborati sono messi a confronto con i dati dalle stazioni fisse della Rete Regionale, selezionate in funzione del parametro considerato, in base agli analizzatori presenti e alla tipologia di stazione (classificazione). I dati elaborati sono riferiti al periodo 31/01/2018 – 13/03/2018, ossia sono considerate solo le giornate di campionamento complete.

Il confronto con limiti normativi annuali viene riportato a solo scopo indicativo, in quanto non è corretto riferire valori ottenuti su un periodo di tempo limitato con limiti prescrittivi annuali.

Biossido di Zolfo (SO₂)

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Veruno MM	NO- Roma	Trecate	Cerano
Minima media giornaliera	6	5	3	3
Massima media giornaliera	8	15	11	16
Media delle medie giornaliere:	7	9	8	10
Giorni validi	42	42	42	42
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%	100%
Media dei valori orari	7	8	8	10
Massima media oraria	11	23	23	32
Ore valide	1005	997	1003	1003
Percentuale ore valide	100%	99%	100%	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0	0	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0	0	0	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0	0	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>	0	0	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)</u>	0	0	0	0

Tabella 6: reportistica Biossido di Zolfo

Confronto
Biossido di zolfo (SO₂) (medie orarie)

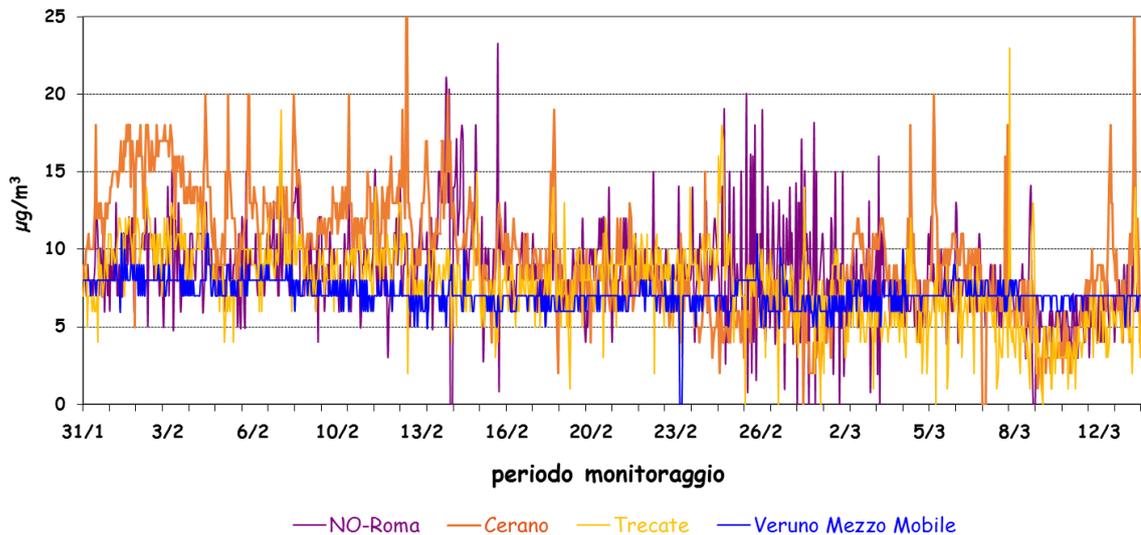


Figura 7: medie orarie Biossido di Zolfo

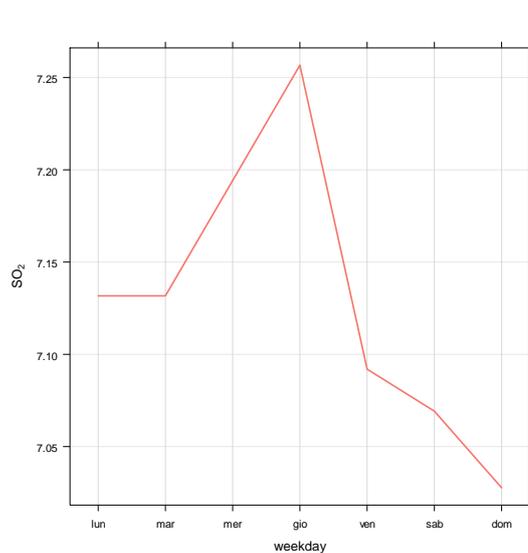


Figura 8: settimana tipo - Biossido di Zolfo

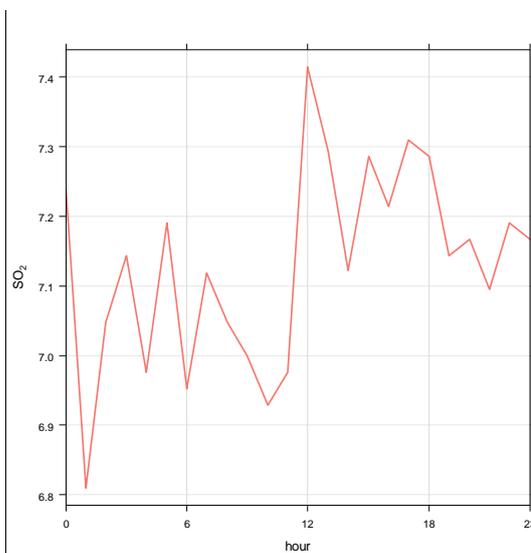


Figura 9: giorno tipo - Biossido di Zolfo

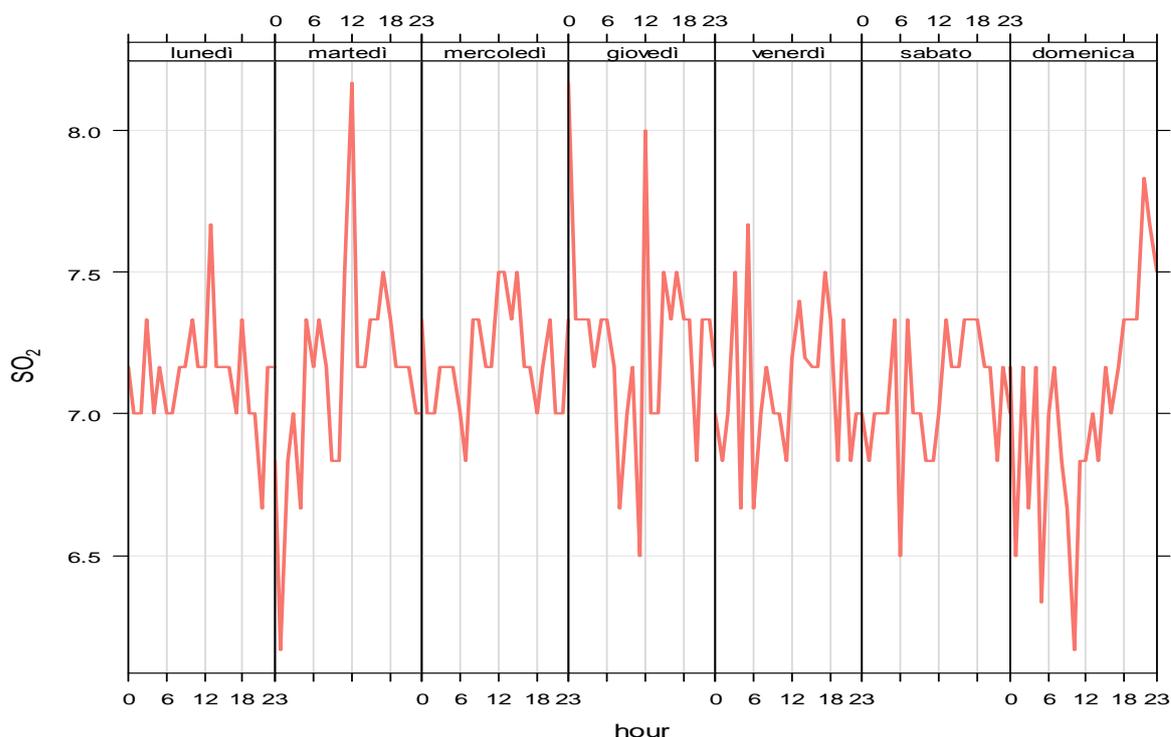


Figura 10: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana - Biossido di Zolfo

Monossido di Carbonio (CO)

Unità di misura: milligrammi / metro cubo

	Veruno MM	Borgo- manero	NO- Roma
Minima media giornaliera	0.4	0.5	0.4
Massima media giornaliera	0.9	1.2	1.0
Media delle medie giornaliere (b):	0.6	0.8	0.7
Giorni validi	42	42	42
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%
Media dei valori orari	0.6	0.8	0.7
Massima media oraria	1.9	2.0	2.4
Ore valide	1005	1004	1002
Percentuale ore valide	100%	100%	99%
Minimo medie 8 ore	0.2	0.4	0.4
Media delle medie 8 ore	0.6	0.8	0.7
Massimo medie 8 ore	1.4	1.4	1.2
Percentuale medie 8 ore valide	99%	100%	99%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0	0	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 10)</u>	0	0	0

Tabella 7: reportistica Monossido di Carbonio

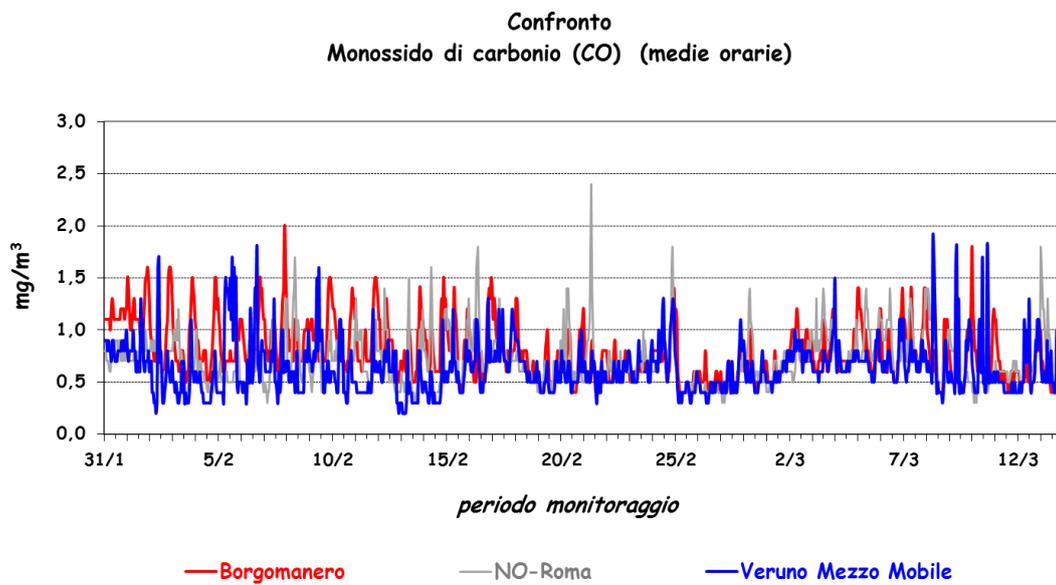


Figura 11: medie orarie - Monossido di Carbonio

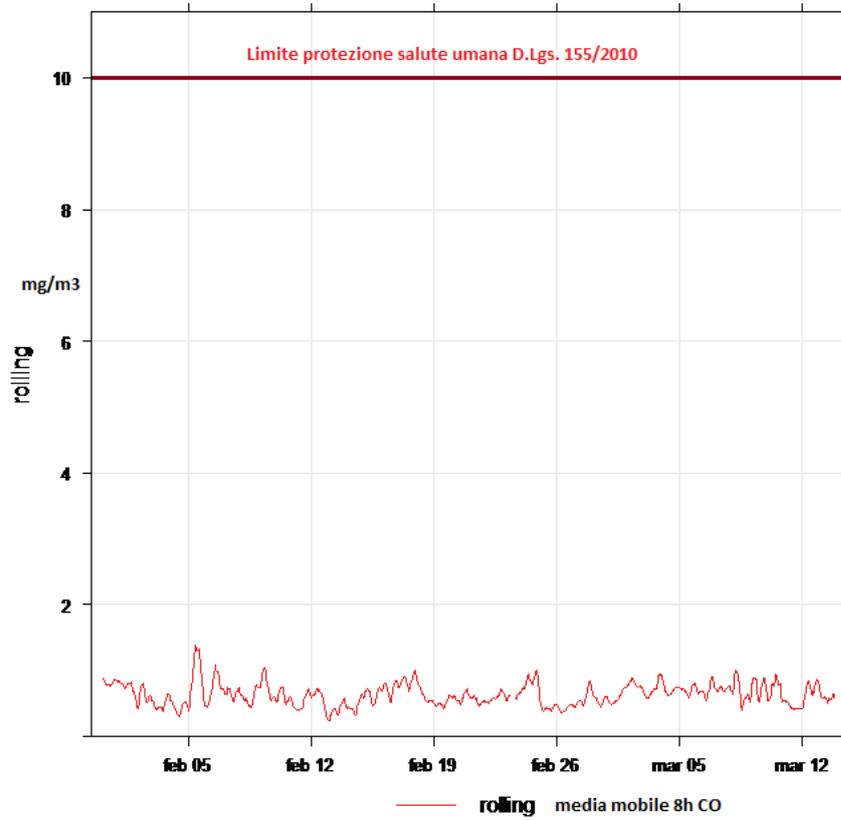


Figura 12: media mobile otto ore - Monossido di Carbonio

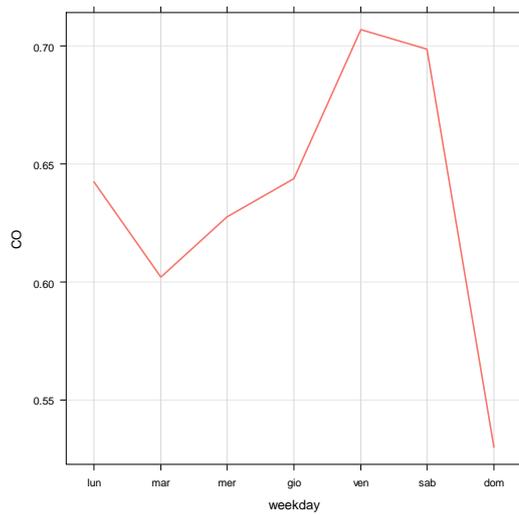


Figura 13: settimana tipo - Monossido di Carbonio

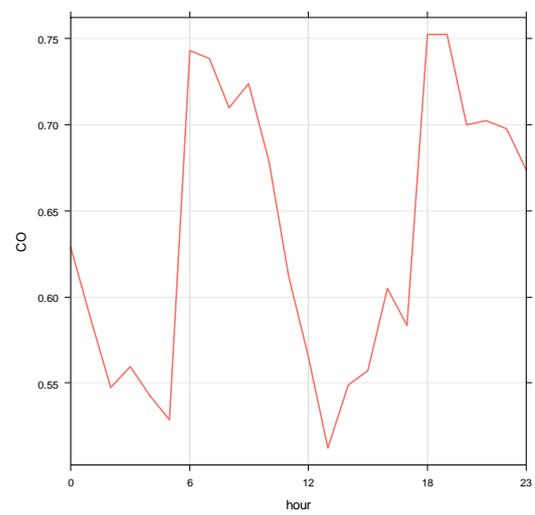


Figura 14: giorno tipo - Monossido di Carbonio

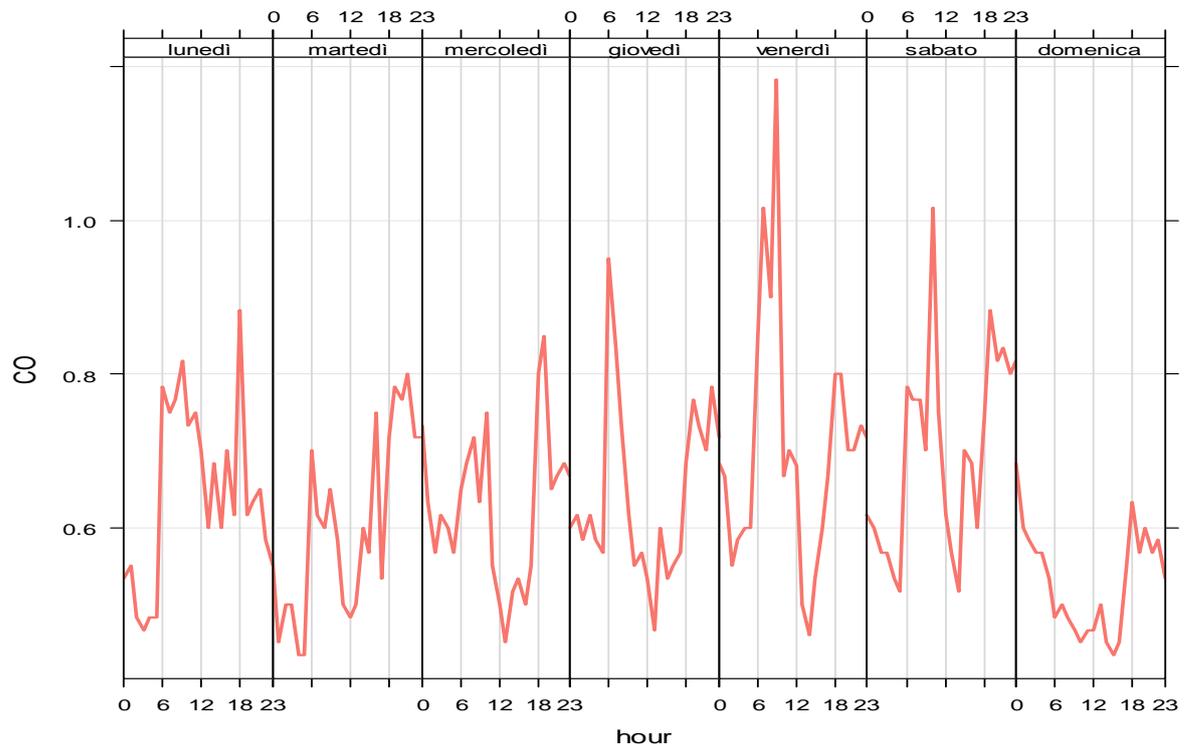


Figura 15: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana - Monossido di Carbonio

Biossido di Azoto (NO₂)

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Veruno MM	Castelletto Ticino	Borgomanero	Oleggio	NO-Roma	NO-Verdi	Treocate	Cerano
Minima media giornaliera	17	14	17	12	41	19	18	17
Massima media giornaliera	54	42	49	41	84	49	59	57
Media delle medie giornaliere (b):	31	30	34	30	66	34	39	37
Giorni validi	42	42	42	42	42	42	42	42
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Media dei valori orari	31	30	34	30	66	34	39	37
Massima media oraria	74	85	102	107	123	68	83	121
Ore valide	1005	1006	1003	1008	1002	1005	1007	1005
Percentuale ore valide	100%	100%	100%	100%	99%	100%	100%	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 8: reportistica Biossido di Azoto

Confronto
Veruno Mezzo Mobile - Stazioni Castelletto T. - Borgomanero - Oleggio - NO-Verdi
Biossido di azoto (NO₂)
(medie orarie)

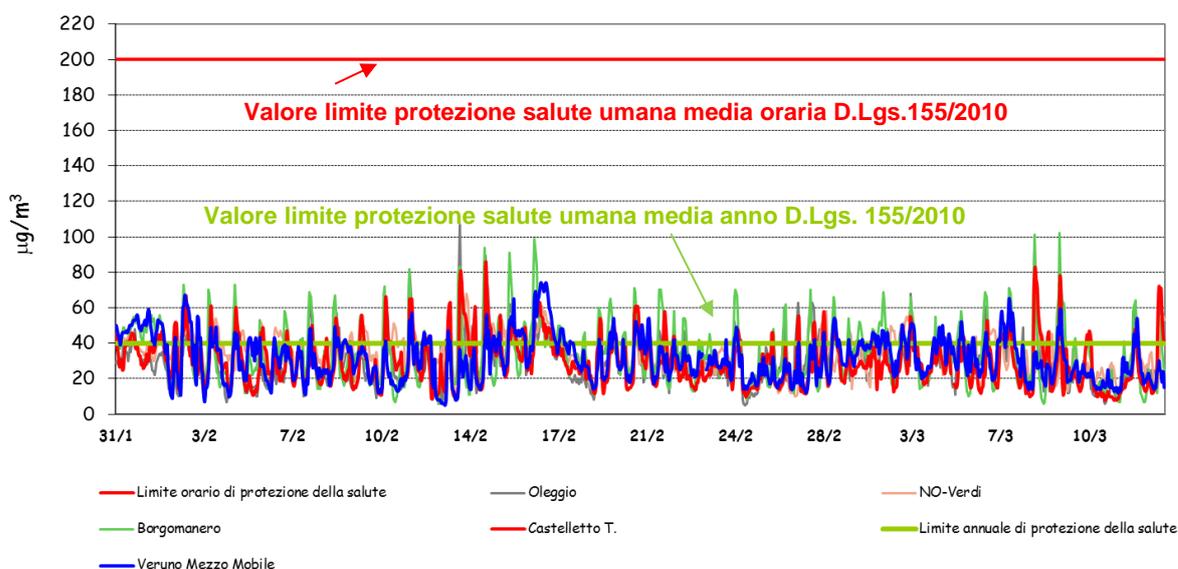


Figura 16: confronto delle medie orarie di Biossido di Azoto

Confronto
Veruno mezzo Mobile - Stazioni NO-Roma - Treocate - Cerano
Biossido di azoto (NO₂)
(medie orarie)

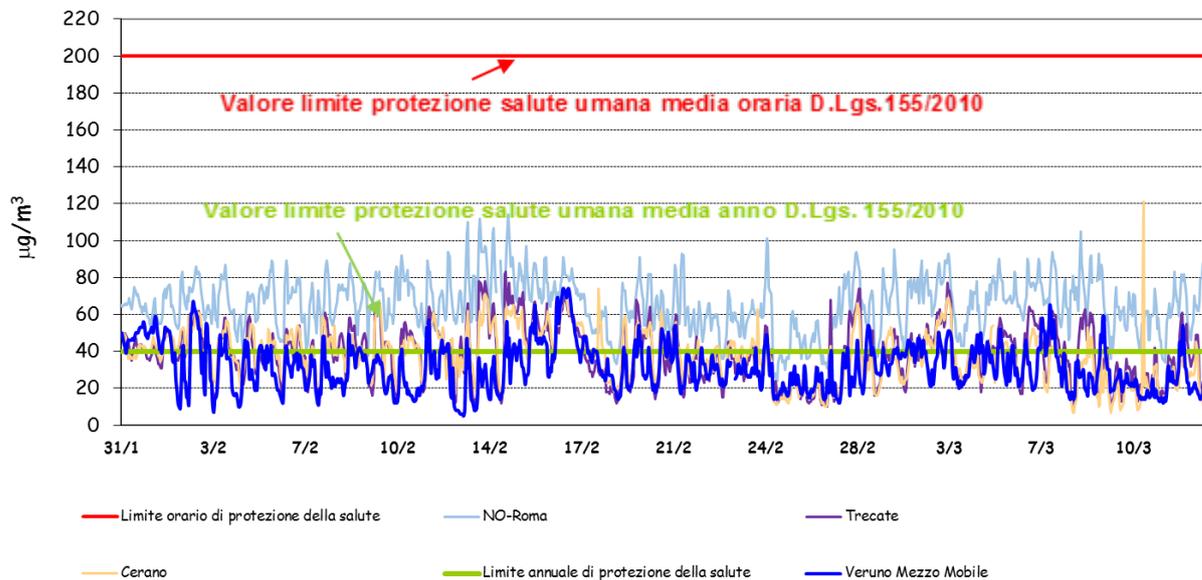


Figura 17: confronto delle medie orarie di Biossido di Azoto

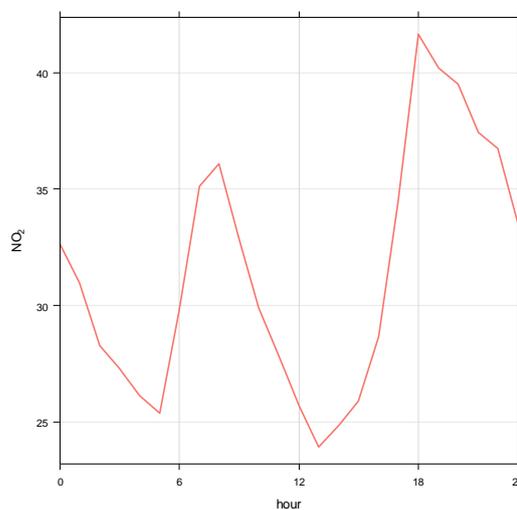
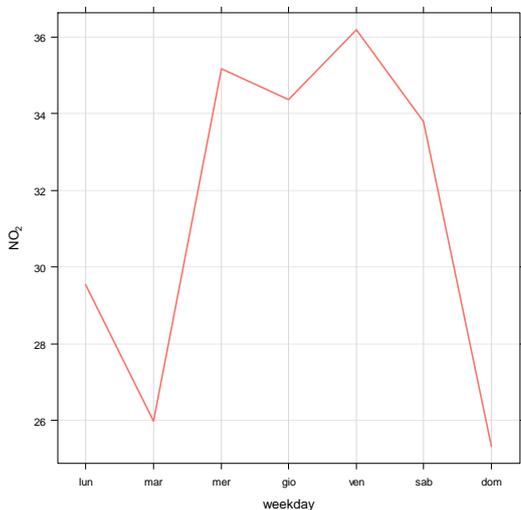


Figura 18: settimana tipo – Biossido di Azoto Figura 19: giorno tipo – Biossido di Azoto

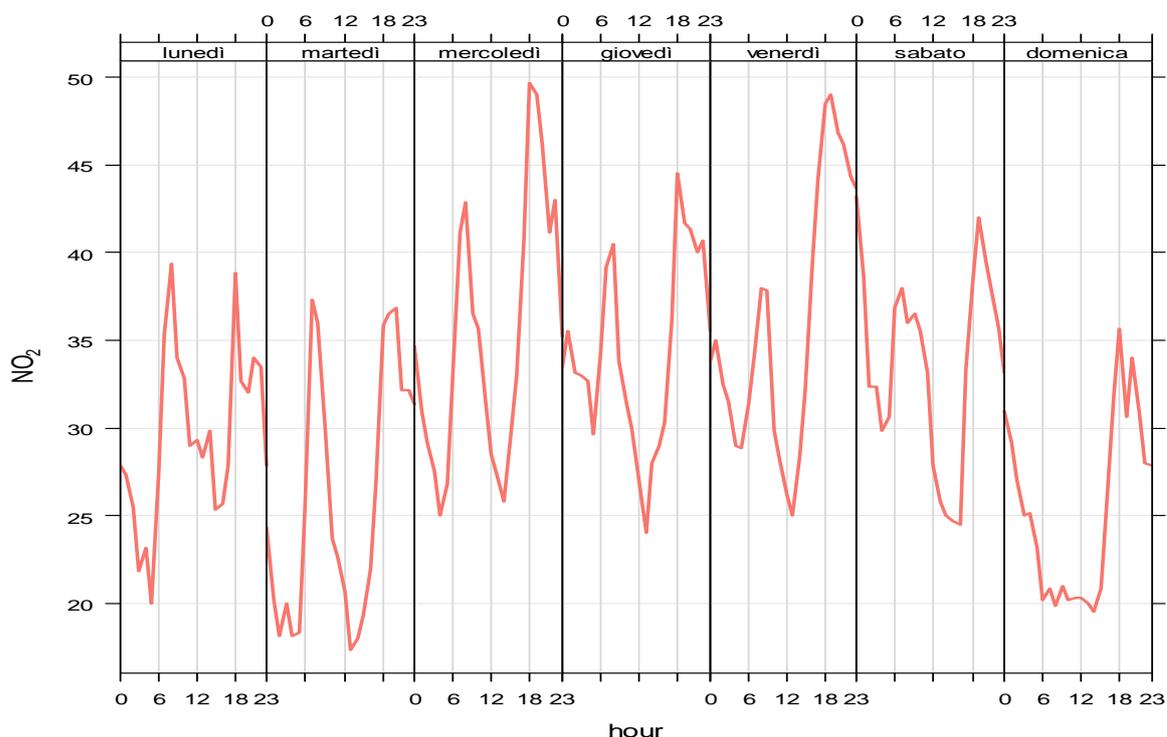


Figura 20: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana – Biossido di Azoto

Monossido di Azoto (NO)

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Veruno MM	Castelletto Ticino	Borgoma- nero	Oleggio	NO- Roma	NO- Verdi	Trecate	Cerano
Minima media giornaliera	3	5	2	3	6	1	3	2
Massima media giornaliera	46	50	53	58	63	43	44	34
Media delle medie giornaliere (b):	10	17	19	27	30	12	18	13
Giorni validi	42	42	42	42	42	42	42	42
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Media dei valori orari	10	17	19	27	30	11	18	13
Massima media oraria	92	149	146	276	187	157	129	161
Ore valide	1005	1003	1003	1008	1002	1005	1007	1005
Percentuale ore valide	100%	100%	100%	100%	99%	100%	100%	100%

Tabella 9: reportistica Monossido di Azoto

Confronto
Veruno Mezzo Mobile - Stazioni Castelletto - Borgomanero - Oleggio - NO-Verdi
Monossido di azoto (NO)
(medie orarie)

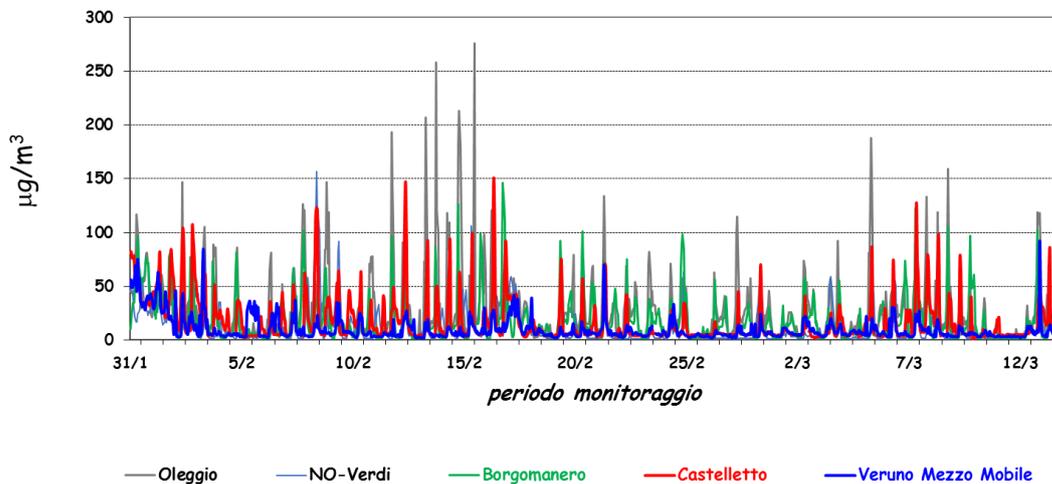


Figura 21: medie orarie Monossido di Azoto

Confronto
Veruno mezzo Mobile - Stazioni NO-Roma - Treocate - Cerano
Monossido di azoto (NO)
(medie orarie)

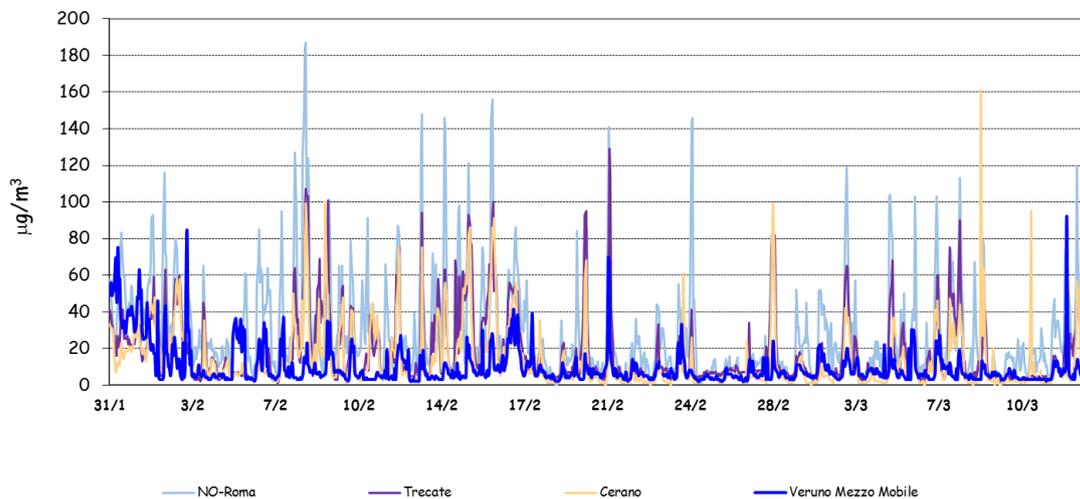


Figura 22: medie orarie Monossido di Azoto

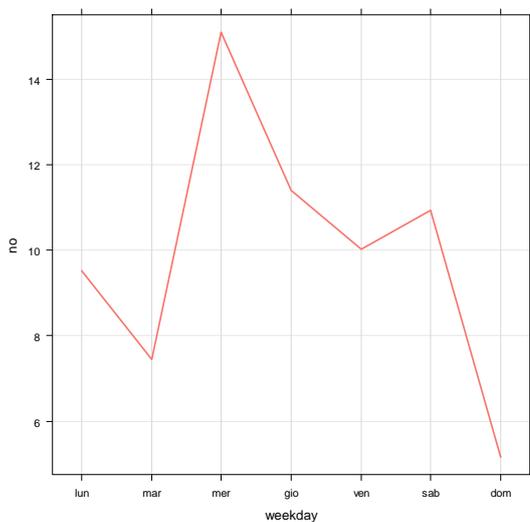


Figura 23: settimana tipo – Monossido di Azoto

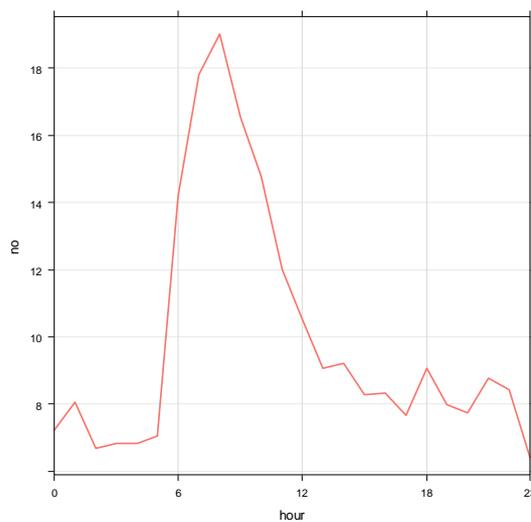


Figura 24: giorno tipo – Monossido di Azoto

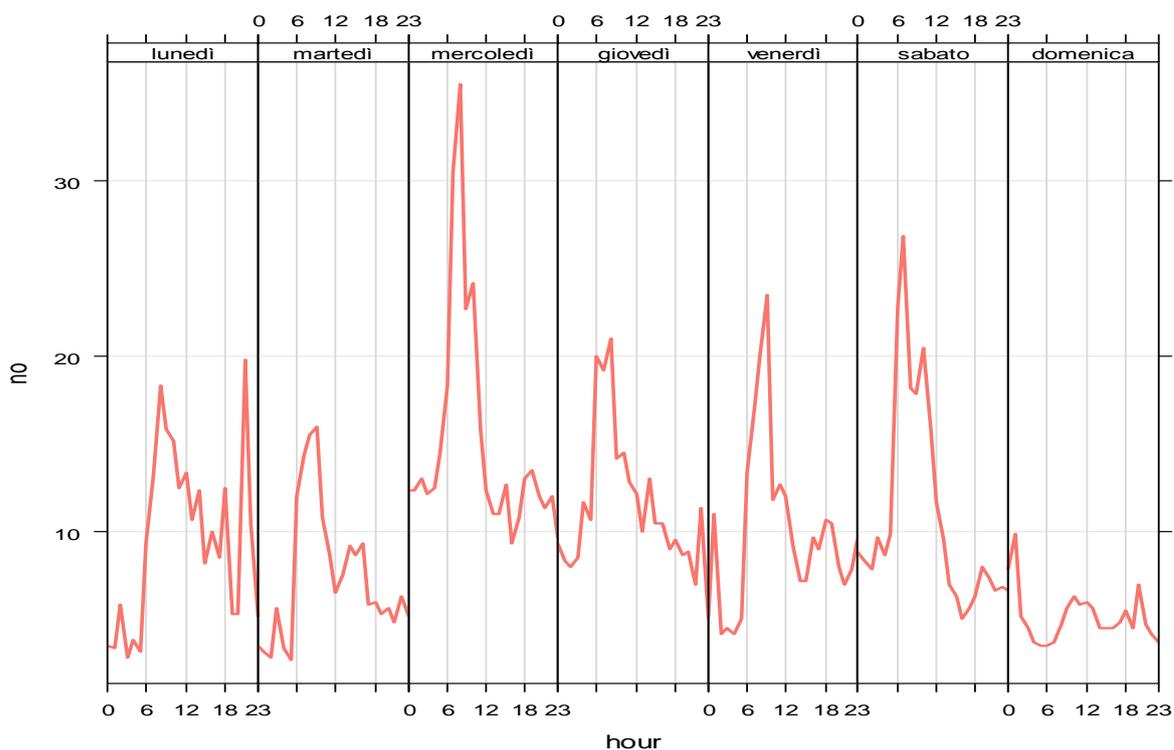


Figura 25: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana - Monossido di Azoto

Ozono (O₃)

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Veruno MM	Castelletto Ticino	NO-Verdi
Minima media giornaliera	4	3	3
Massima media giornaliera	66	56	34
Media delle medie giornaliere (b):	37	26	15
Giorni validi	42	42	42
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%
Media dei valori orari	37	26	15
Massima media oraria	91	99	59
Ore valide	1007	1004	1005
Percentuale ore valide	100%	100%	100%
Minimo medie 8 ore	2	2	2
Media delle medie 8 ore	37	26	15
Massimo medie 8 ore	82	76	49
Percentuale medie 8 ore valide	100%	100%	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	0	0	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	0	0	0
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0	0	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0	0	0

Tabella 10: reportistica Ozono

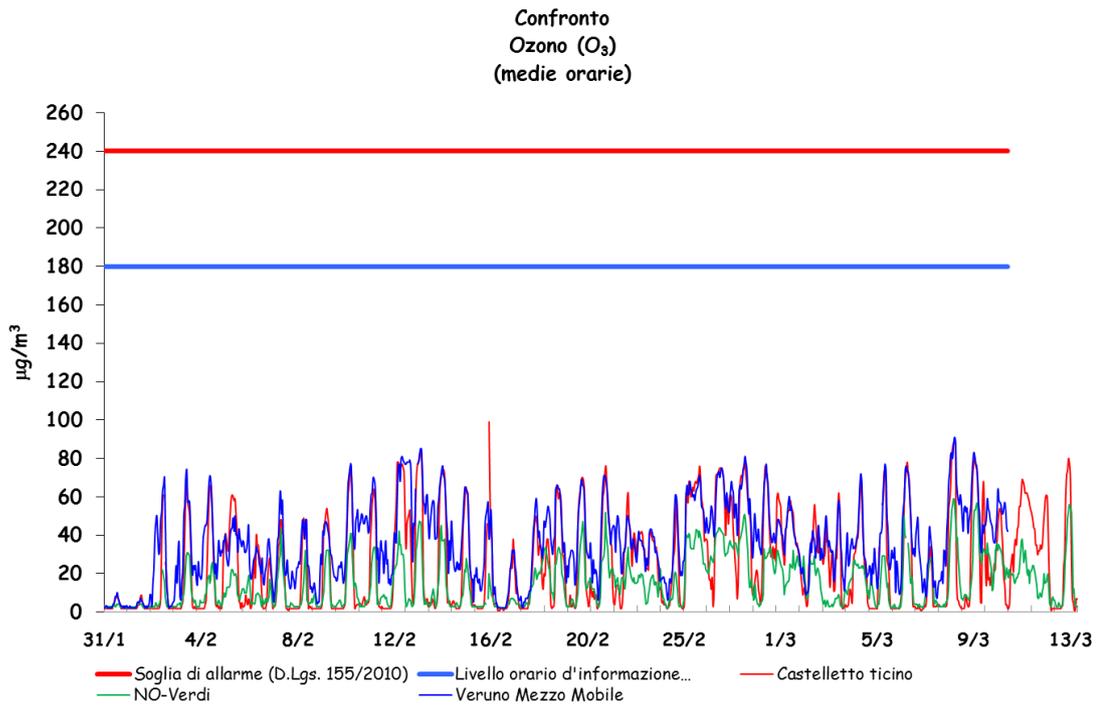


Figura 26: medie orarie Ozono

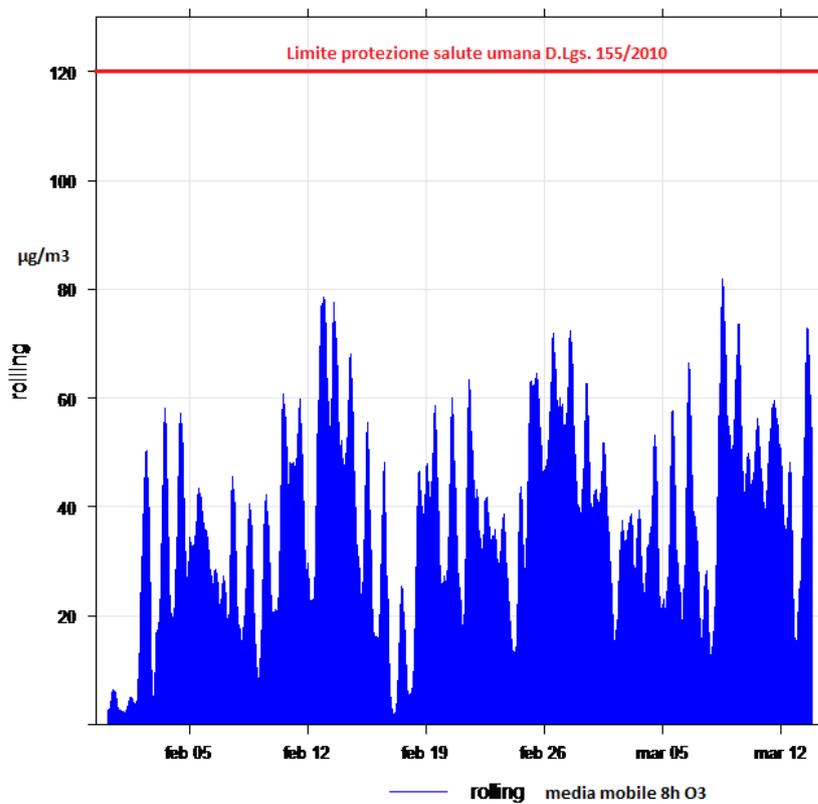


Figura 27: medie mobili otto ore Ozono

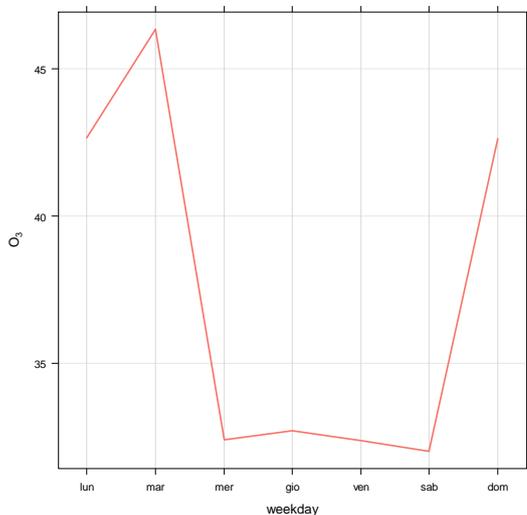


Figura 28: settimana tipo – Ozono

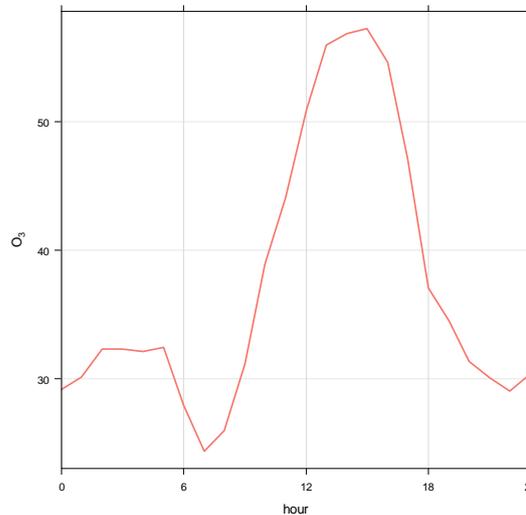


Figura 29: giorno tipo – Ozono

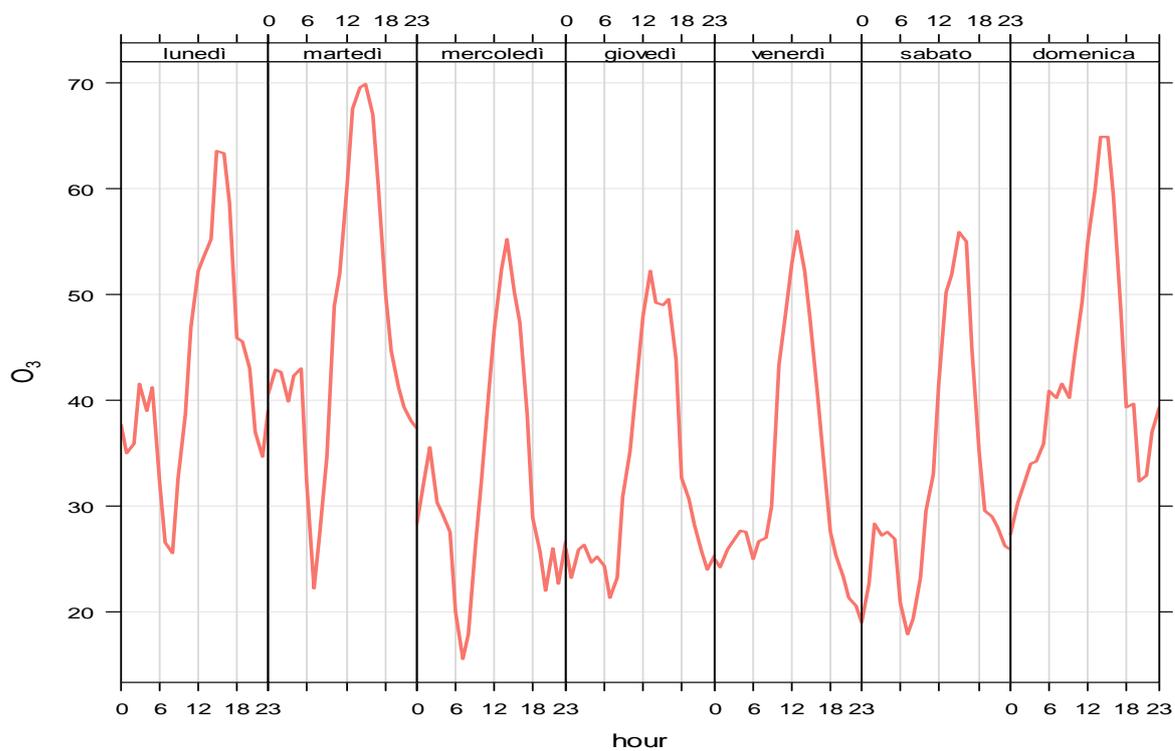


Figura 30: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana - Ozono

Benzene (C₆H₆)

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Veruno MM	Borgoma- nero	NO-Roma	Treocate	Cerano
Minima media giornaliera	2.6	1.3	0.9	0.7	0.9
Massima media giornaliera	5.9	3.3	2.8	2.7	3.3
Media delle medie giornaliere (b):	4.2	2.2	1.9	1.9	2.1
Giorni validi	42	42	42	42	42
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%	100%	100%
Media dei valori orari	4.2	2.2	1.9	1.9	2.1
Massima media oraria	7.6	5.7	5.8	5.5	6.6
Ore valide	1005	990	987	993	993
Percentuale ore valide	100%	98%	98%	99%	99%

Tabella 11: reportistica Benzene.

Confronto Benzene (C₆H₆) (medie orarie)

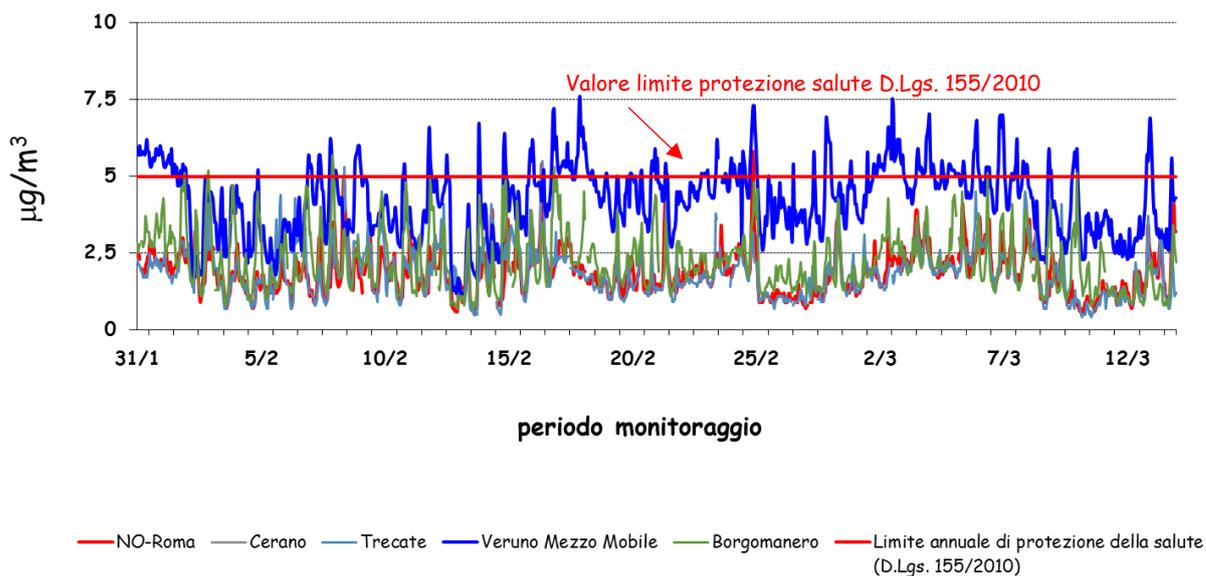


Figura 31: valori orari Benzene

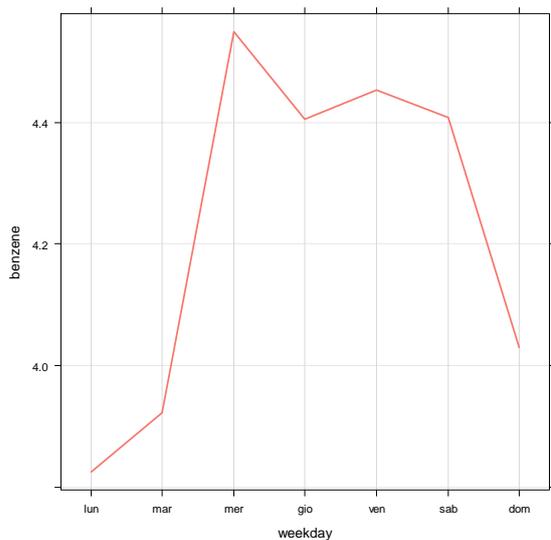


Figura 32: settimana tipo – Benzene

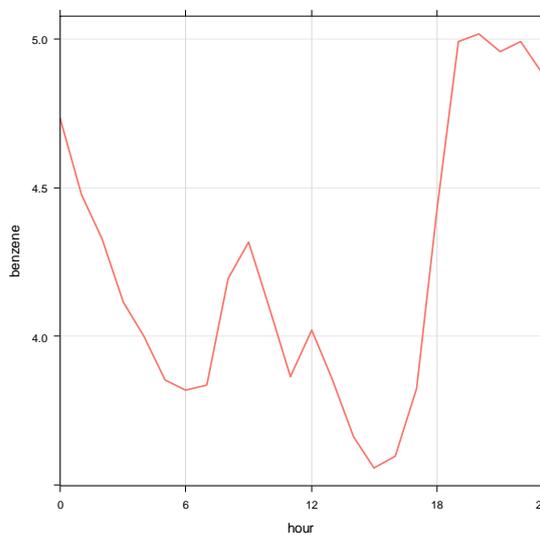


Figura 33: giorno tipo – Benzene

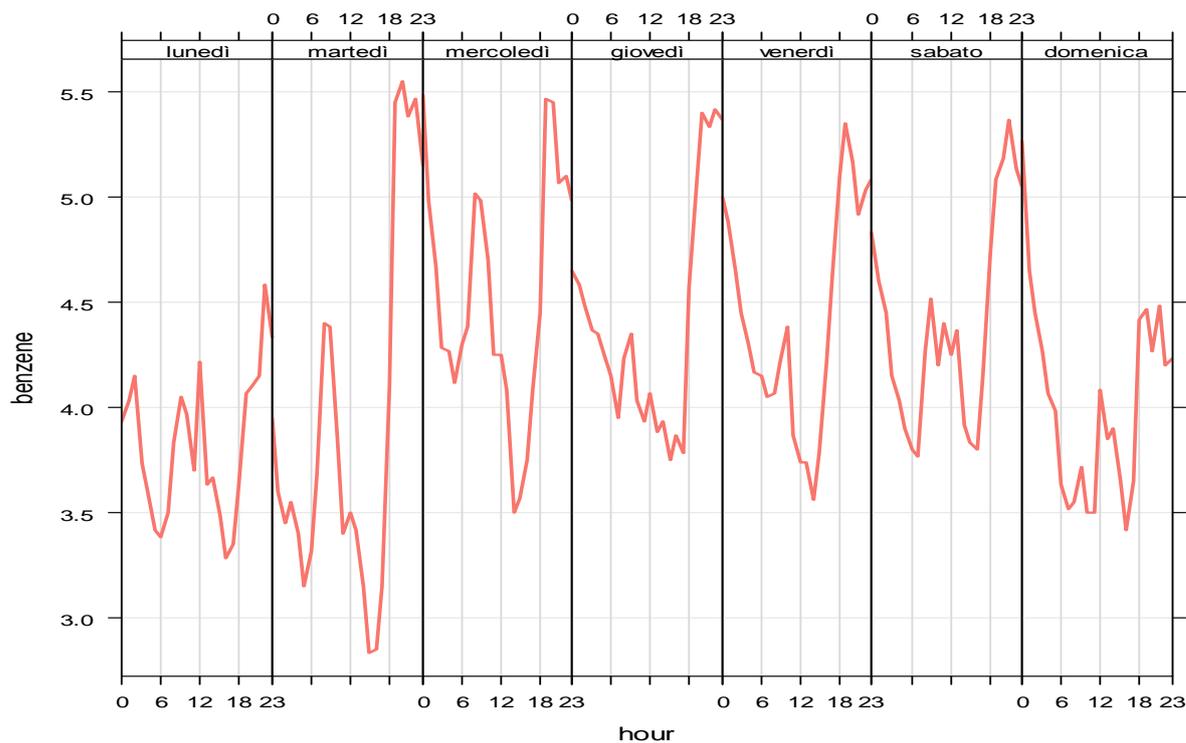


Figura 34: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana - Benzene

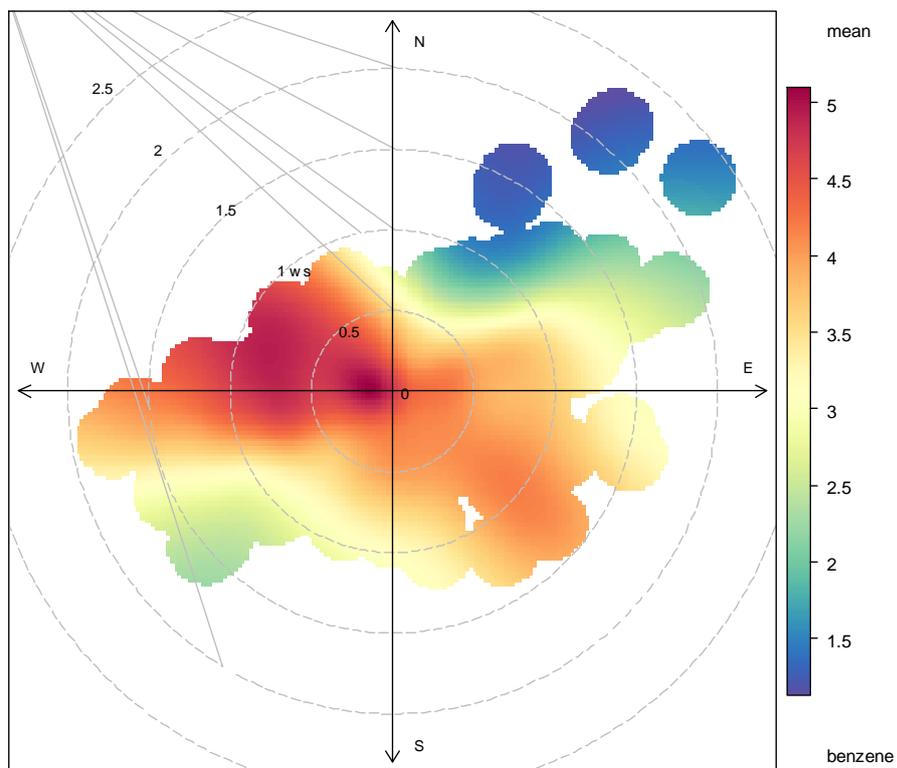


Figura 35: concentrazioni medie benzene in funzione della direzione di provenienza del vento e della velocità

POLVERI PM10 – Basso Volume

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Veruno MM*	Borgomanero**	Castelletto**	Oleggio**	NO-Verdi*	NO-Roma*	Cerano*
Minima media giornaliera	7	11	8	5	9	5	7
Massima media giornaliera	56	65	63	73	75	80	86
Media delle medie giornaliere (b):	26	30	30	38	32	34	36
Giorni validi	41	41	38	42	42	42	42
Percentuale giorni validi	98%	98%	90%	100%	100%	100%	100%
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	2	2	2	10	5	8	11

*campionatore gravimetrico

**campionatore automatico Beta

Tabella 12: reportistica polveri sottili PM10

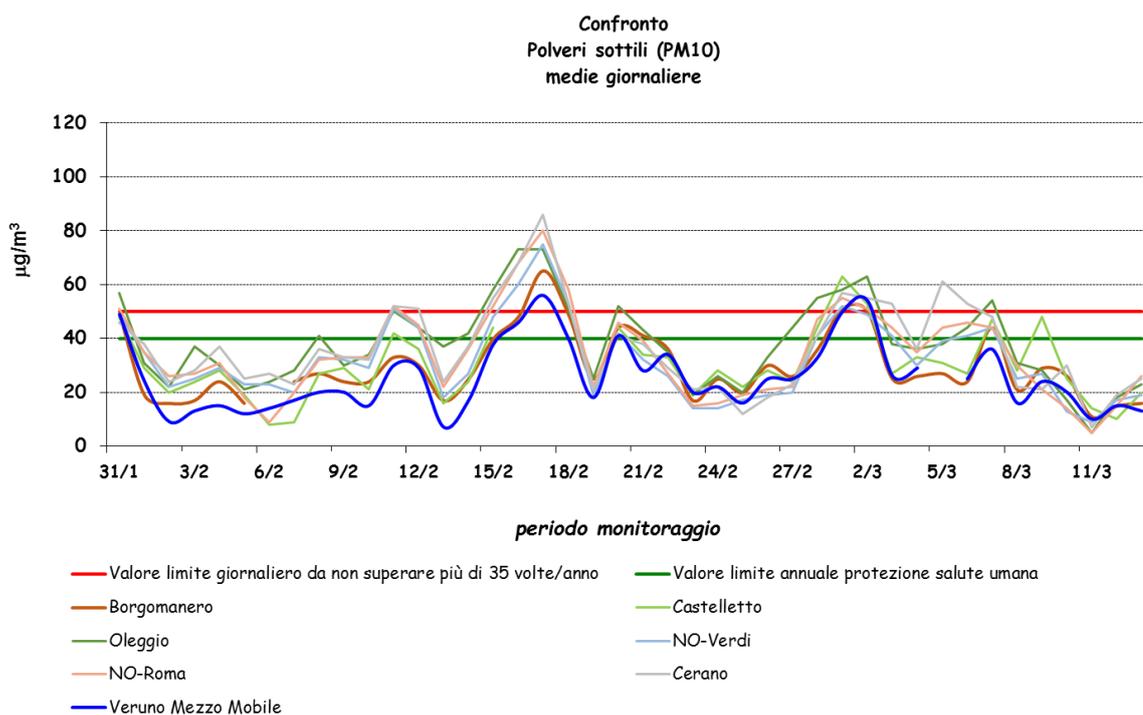


Figura 36: valori giornalieri di PM10

Pioggia cumulata giornaliera e concentrazione di PM10 rilevata

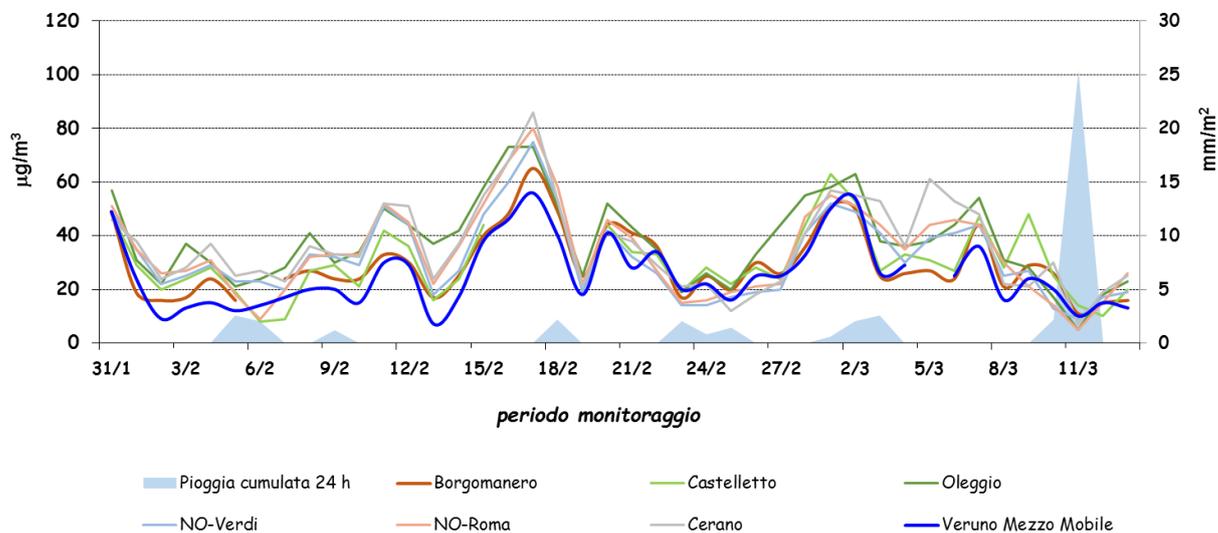


Figura 37: pioggia cumulata giornaliera e concentrazione di PM10 rilevata nelle stazioni di interesse

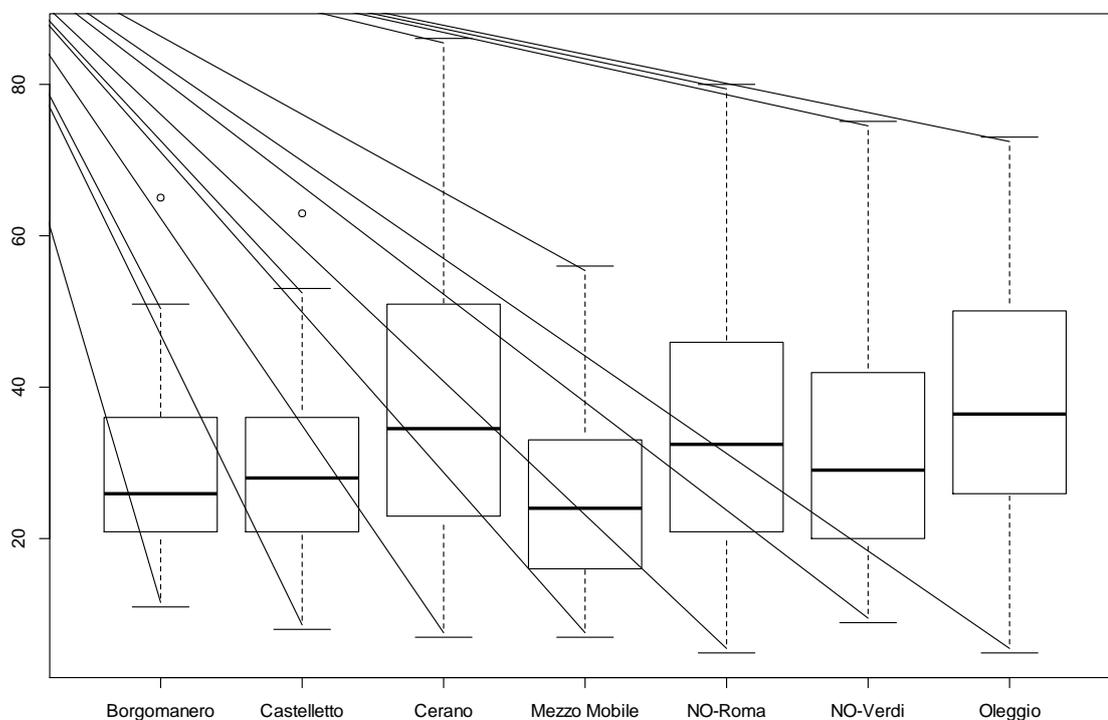


Figura 38: box plot polveri PM10

Arsenico (As)

Unità di misura: nanogrammi / metro cubo

	Veruno MM	Borgo- manero	NO-Verdi	NO- Roma	Cerano
Media delle medie giornaliere (b):	0.5	0.8	0.8	0.8	0.8
Giorni validi	41	42	42	42	42
Percentuale giorni validi	98%	100%	100%	100%	100%

Tabella 13: reportistica Arsenico

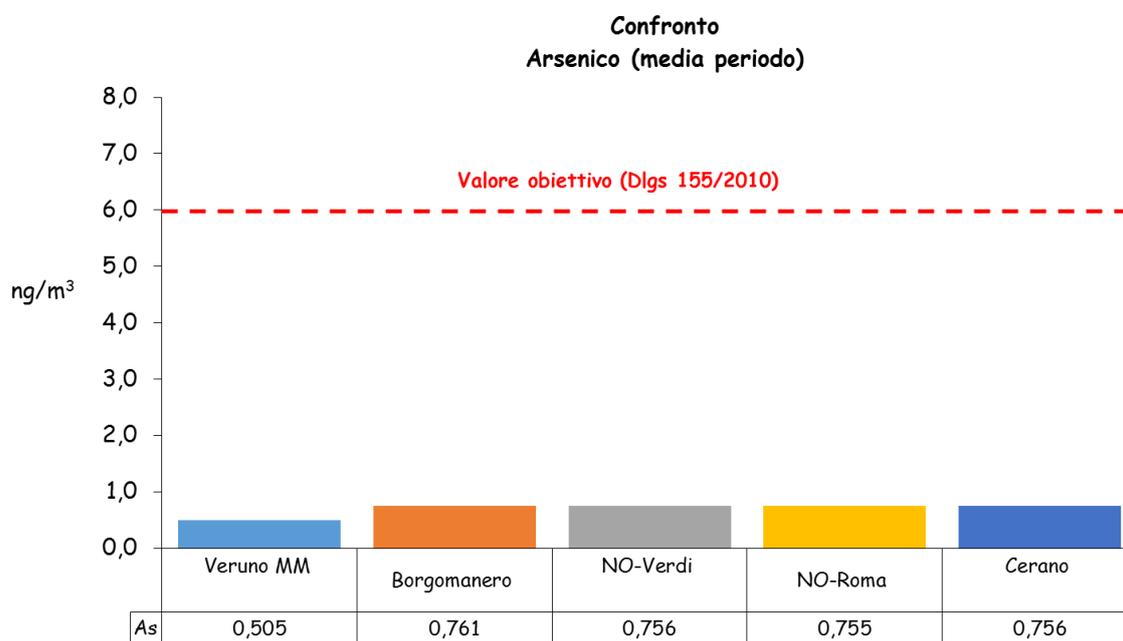


Figura 39: confronto Arsenico - media di periodo

Cadmio (Cd)

Unità di misura: nanogrammi / metro cubo

	Veruno MM	Borgo- manero	NO-Verdi	NO- Roma	Cerano
Media delle medie giornaliere (b):	0.05	0.08	0.08	0.08	0.08
Giorni validi	41	42	42	42	42
Percentuale giorni validi	98%	100%	100%	100%	100%

Tabella 14: reportistica Cadmio

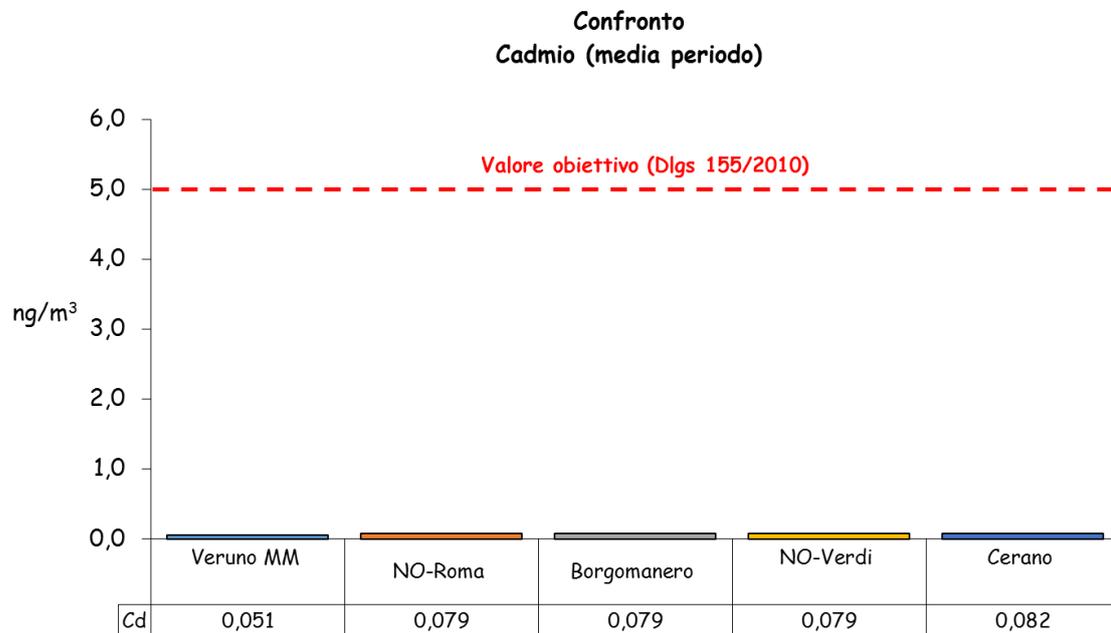


Figura 40: confronto Cadmio – media di periodo

Nichel (Ni)

Unità di misura: nanogrammi / metro cubo

	Veruno MM	Borgo- manero	NO-Verdi	NO- Roma	Cerano
Media delle medie giornaliere (b):	0.5	1.2	0.9	1.3	1.3
Giorni validi	41	42	42	42	42
Percentuale giorni validi	98%	100%	100%	100%	100%

Tabella 15: reportistica Nichel

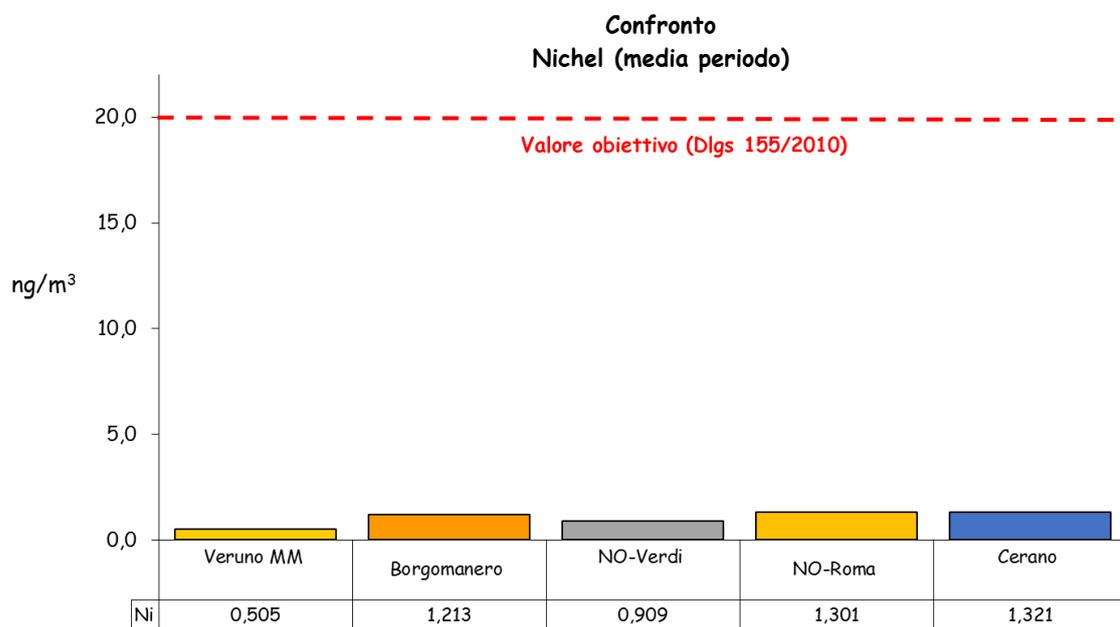


Figura 41: confronto Nichel – media di periodo

Piombo (Pb)

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Veruno MM	Borgo- manero	NO-Verdi	NO- Roma	Cerano
Media delle medie giornaliere (b):	0.005	0.008	0.008	0.009	0.010
Giorni validi	41	42	42	42	42
Percentuale giorni validi	98%	100%	100%	100%	100%

Tabella 16: reportistica Piombo

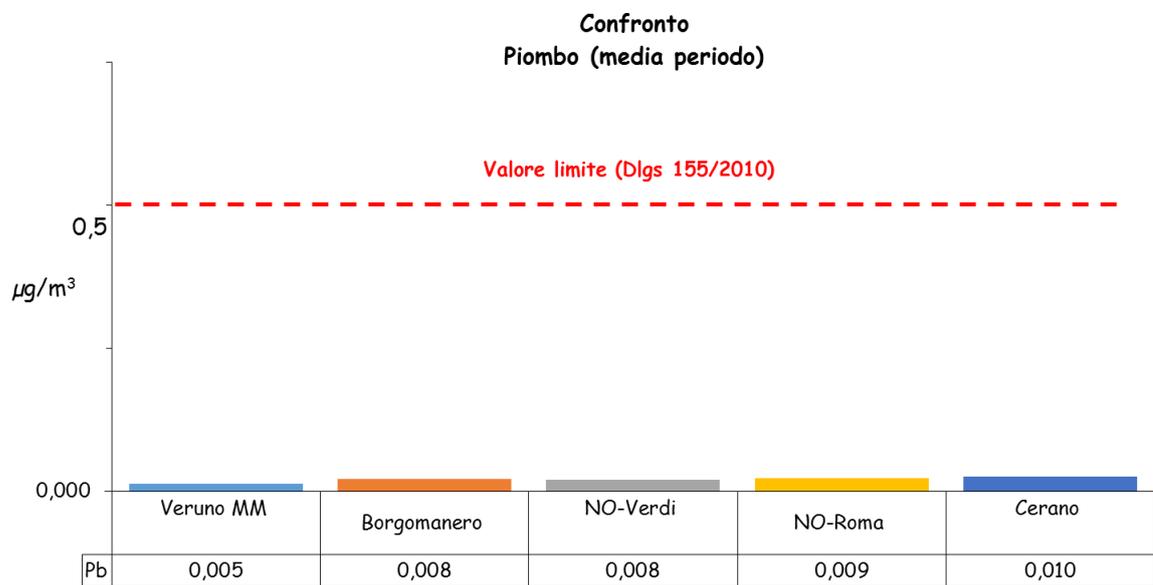


Figura 42: confronto piombo – media di periodo

Benzo(a)Pirene

Unità di misura: nanogrammi / metro cubo

	Veruno MM	Borgo- manero	NO-Verdi	NO- Roma	Cerano
Media delle medie giornaliere (b):	0.8	1.1	0.4	0.5	0.7
Giorni validi	41	42	42	42	42
Percentuale giorni validi	98%	100%	100%	100%	100%

Tabella 17: reportistica Benzo(a)pirene

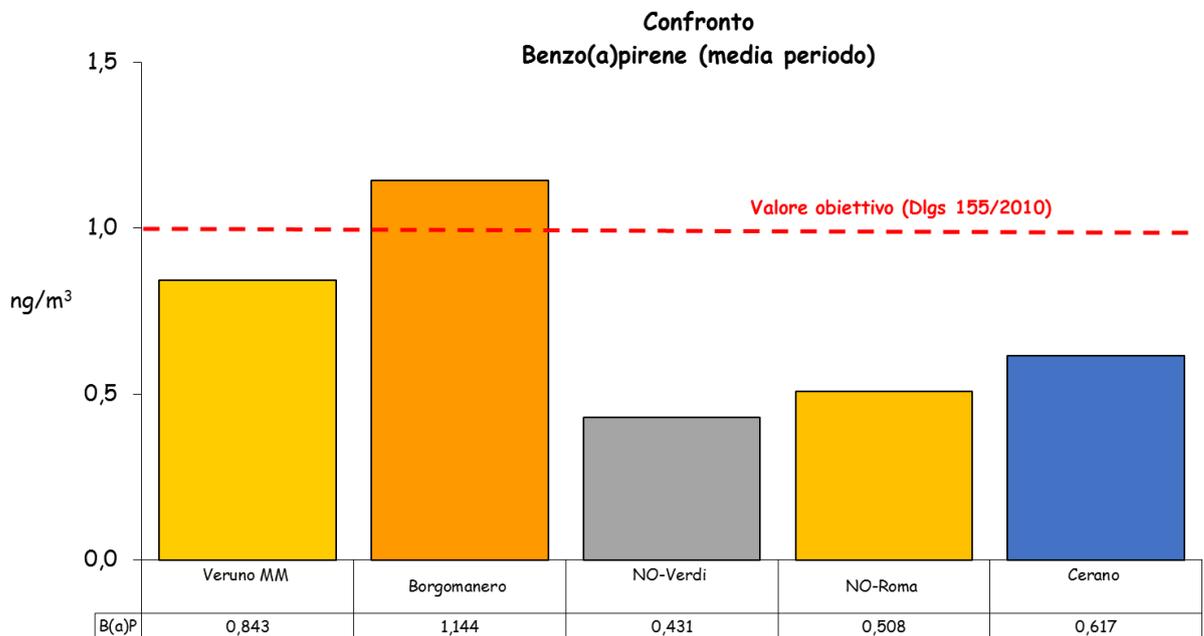


Figura 43: confronto Benzo(a)pirene – media di periodo

CARATTERIZZAZIONE METEOROLOGICA

Durante il periodo della campagna di monitoraggio si è verificato, a livello regionale, un episodio di freddo intenso negli ultimi tre giorni del mese di febbraio, facendo registrare, presso il sito di indagine, temperature minime assolute fino a circa $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$. I mesi di febbraio e marzo 2018 hanno presentato, sempre a livello regionale, un'anomalia termica negativa rispettivamente di 2°C e 1.2°C , in relazione alla media climatologica del periodo 1971-2000. Nel mese di febbraio le precipitazioni sono state inferiori alla media, con un deficit di 12.9 mm, mentre nel mese di marzo si è registrato un surplus precipitativo di 34 mm rispetto alla norma. Nella giornata del 13 marzo, l'allontanamento della circolazione depressionaria verso est ha instaurato una ventilazione da nord-ovest sul territorio piemontese, con un episodio di foehn esteso alle zone pianeggianti, facendo registrare le temperature massime più elevate del mese.

In particolare il periodo della campagna di monitoraggio è stato caratterizzato da:

Temperatura:

Si sono registrati i seguenti valori: $T_{\text{media}} = 2.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{max}} = 15.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{min}} = -7.8\text{ }^{\circ}\text{C}$

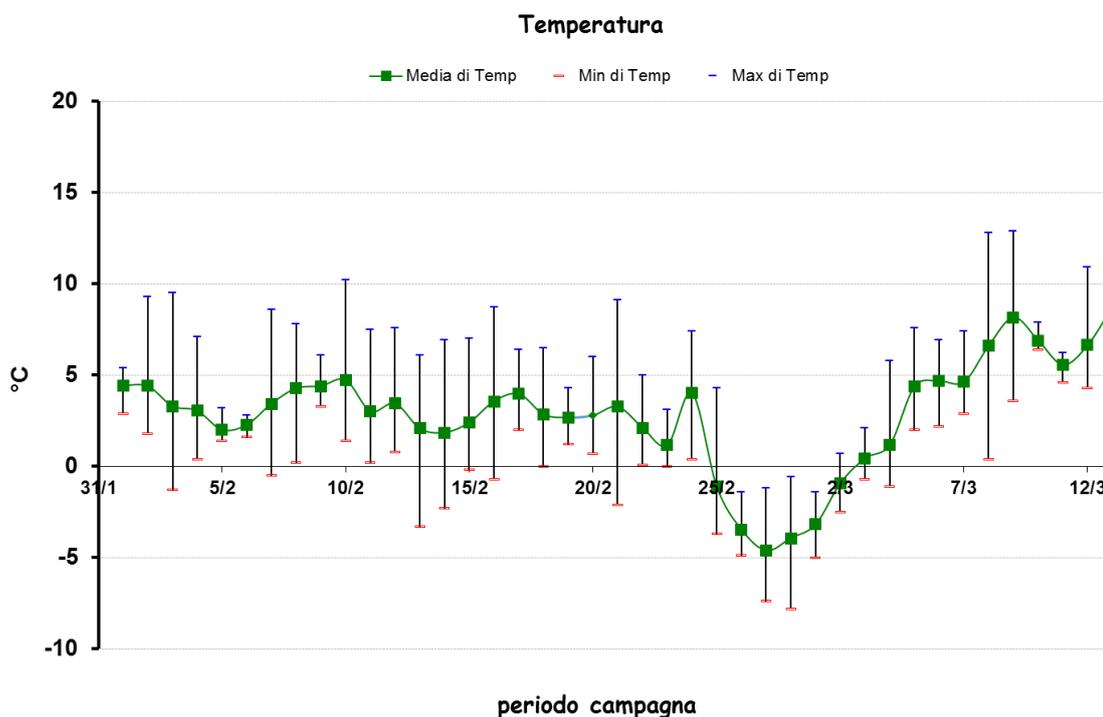


Figura 44: valori giornalieri di temperatura.

Pressione atmosferica:

Variabile tra i 955 e i 984 hPa, con media del periodo di 971 hPa.

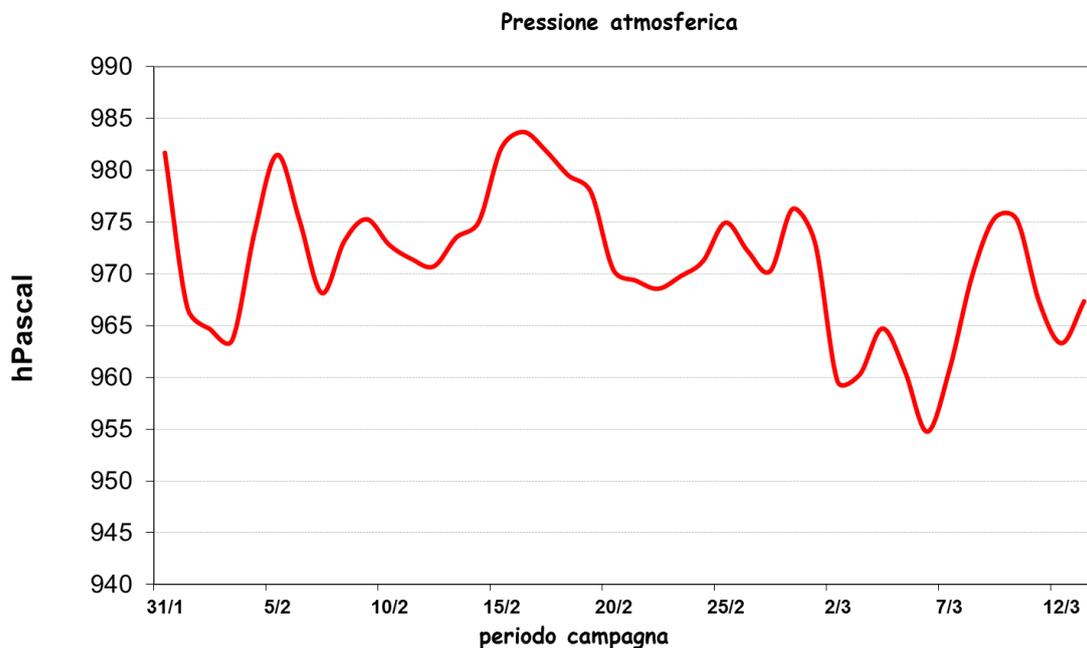


Figura 45: Pressione atmosferica media nel periodo

Piovosità:

La somma totale di pioggia per il periodo di monitoraggio è stata di 45 mm in altezza per ogni metro quadrato di superficie, con un valore di massimo il 11/03 pari a 25,4 mm/m².

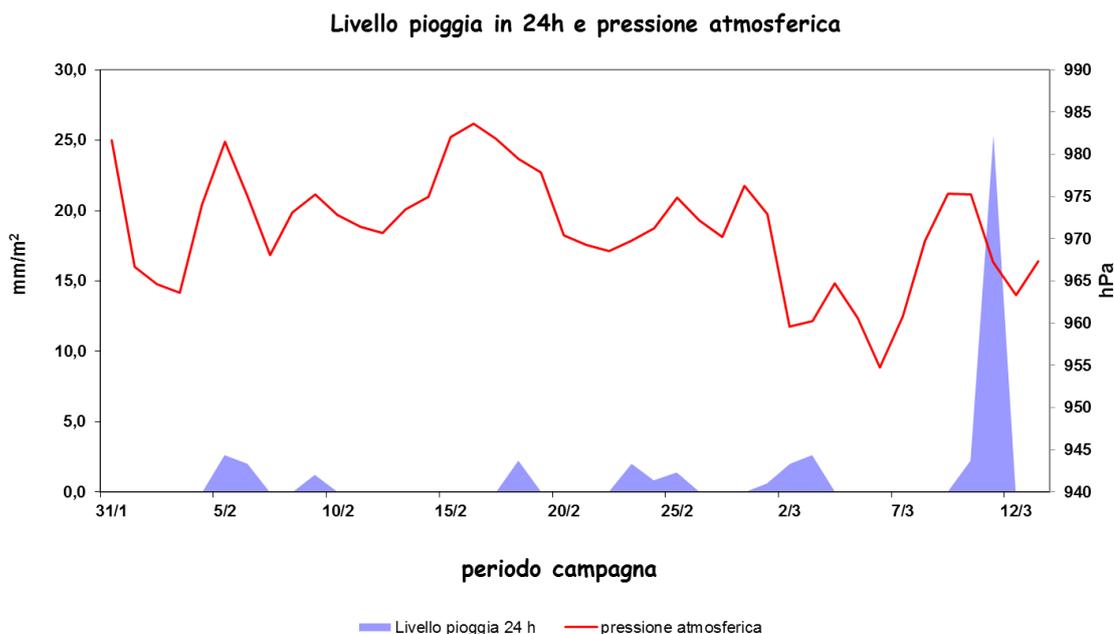


Figura 46: valori giornalieri di pioggia caduta

Vento:

La zona oggetto del monitoraggio è caratterizzata dalla presenza di venti con direzione prevalente da Est-Nord-Est e Ovest-Sud-Ovest, sia nelle ore diurne che notturne. Nel periodo di monitoraggio i venti non hanno mai raggiunto velocità superiori a 3 m/s e le percentuali di calme (ossia i dati con intensità inferiore a 0,5 m/s) sono risultate pari al 59,1 %, con maggior prevalenza nelle ore notturne. Direzione, velocità e prevalenza sono illustrati nei grafici sottostanti.

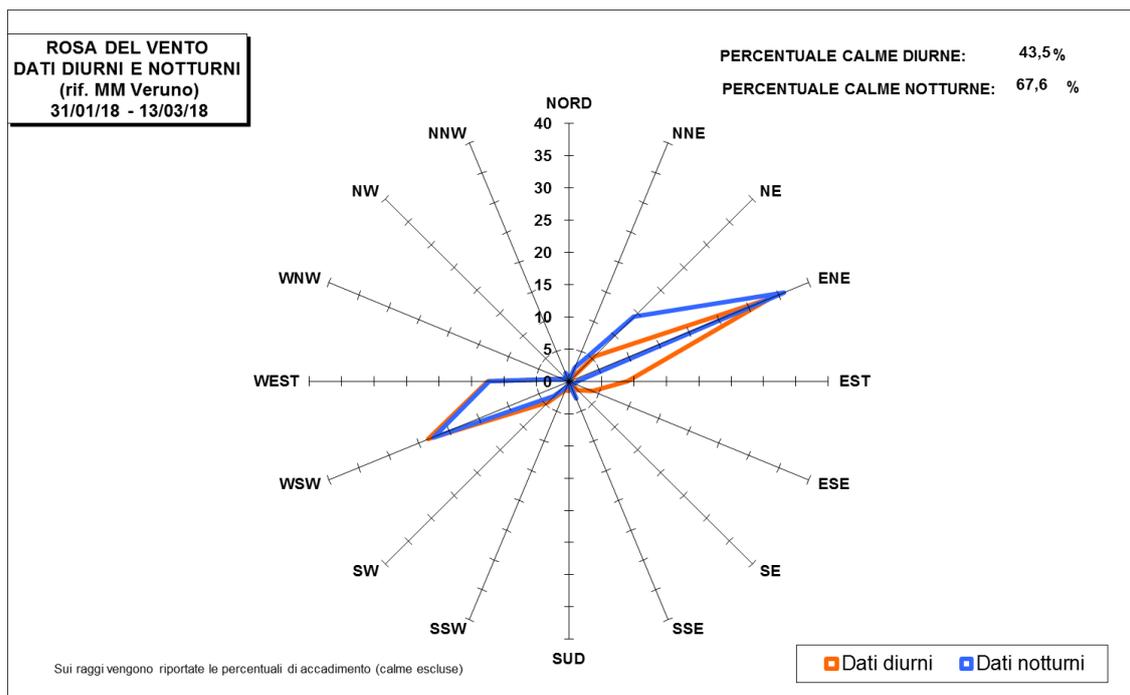


Figura 47: direzione dei venti e dati diurni e notturni nel periodo.

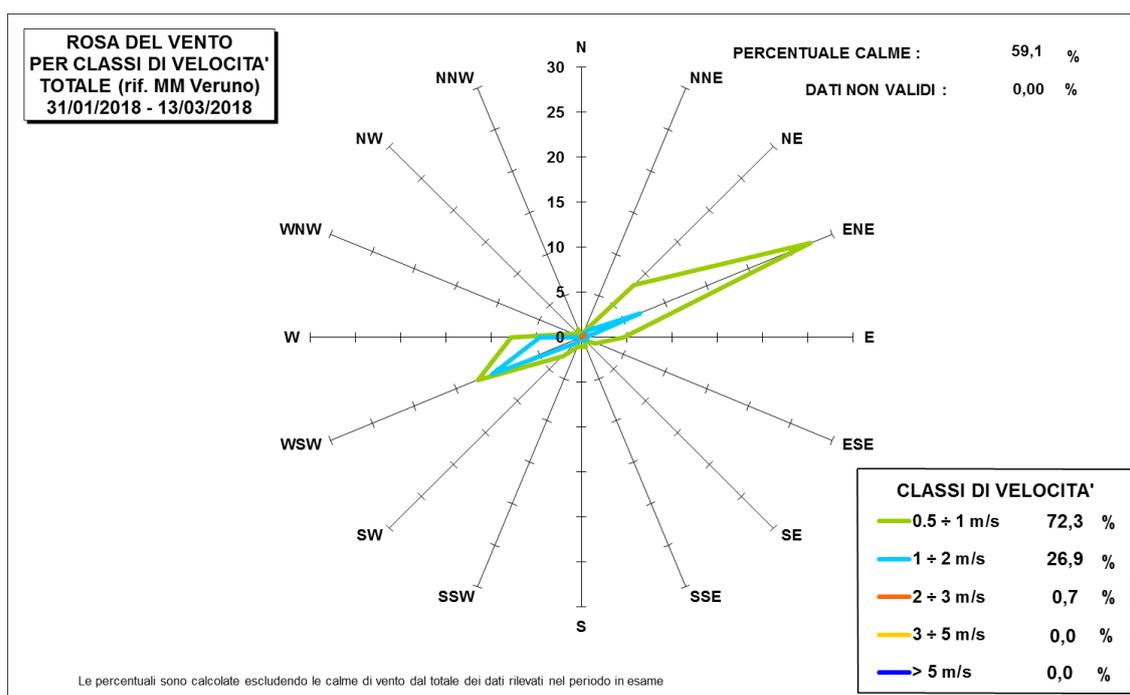


Figura 48: direzione dei venti e classi di velocità nel periodo.

CONSIDERAZIONI FINALI

I dati delle concentrazioni degli inquinanti rilevati nel sito di monitoraggio, Comune di Veruno, Via Marconi n.4, sono stati confrontati con i dati rilevati dalle stazioni fisse della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria della provincia di Novara, ossia dalla stazione di Castelletto Ticino (tipologia stazione fondo rurale), di Borgomanero (tipologia stazione traffico urbana), di Oleggio (tipologia stazione traffico urbana), di Novara-Roma (tipologia stazione traffico urbana), di Novara-Verdi (tipologia stazione fondo urbana), di Trecate (tipologia stazione fondo urbana) e di Cerano (tipologia stazione fondo suburbana).

Dall'analisi dei valori rilevati durante la campagna di monitoraggio si può osservare:

Il **biossido di zolfo** (SO₂) (Tabella 6) e il **monossido di carbonio** (CO) (Tabella 7), non hanno evidenziato criticità, in analogia a quanto viene generalmente riscontrato a livello regionale, presentando comunque concentrazioni medie e valori massimi inferiori alle stazioni di confronto.

Il biossido di zolfo non presenta particolari variazioni negli andamenti settimanali e giornalieri (figure 8, 9 e 10).

L'andamento giornaliero delle concentrazioni di monossido di carbonio, considerato un tracciante del traffico veicolare, evidenzia una variazione, delle pur minime concentrazioni, nelle ore tipiche di maggior traffico, con un decremento la domenica (figure 13, 14 e 15). La concentrazione media giornaliera su otto ore (media mobile) presenta valori di molto inferiori al valore limite di 10 mg/ m³, stabilito dalla normativa a protezione della salute umana (figura 12).

Il **biossido di azoto** (NO₂) (Tabella 8), non ha presentato episodi di superamento orario; il massimo valore orario raggiunto è stato di 74 µg/m³ a fronte di un limite di 200 µg/m³ (da non superare più di 18 volte per anno civile) e la media del periodo è stata di 31 µg/m³.

A livello regionale il parametro evidenzia alcune criticità in contesti caratterizzati da intenso traffico veicolare e/o da un'intensa antropizzazione del territorio: nel 2017 il valore limite annuale per la protezione della salute umana di 40 µg/m³ è stato superato nella stazione da traffico di Novara-Roma e in alcune stazioni dell'agglomerato di Torino.

L'andamento dell'inquinante presso il sito di monitoraggio mostra analogie con le stazioni di fondo, in particolare con quelle di Castelletto Ticino e di Novara-Verdi, mentre appare evidente lo scostamento con la stazione da traffico di Novara-Roma, come visualizzato in figura 17. Le stazioni da traffico di confronto presentano in generale concentrazioni massime di media oraria più elevate, senza evidenziare comunque superamenti del valore limite orario.

In figura 18 è visualizzato l'andamento delle concentrazioni come settimana tipo, in cui si osserva un calo delle concentrazioni dalla domenica, in particolare, al martedì; in figura 19 è visualizzato l'andamento delle concentrazioni come giorno tipo, caratterizzato da picchi di concentrazione nelle ore centrali del mattino e della sera, trovando corrispondenza con l'andamento del traffico veicolare, che risulta quasi assente la domenica mattina, come evidenziato anche dall'andamento del monossido di carbonio (figure 13 e 15).

Un andamento settimanale analogo (figure 23 e 25) si riscontra nelle concentrazioni di **monossido di azoto** (NO), con un calo nei giorni di domenica, in particolare, e di lunedì e martedì. L'andamento del giorno tipo evidenzia le maggiori concentrazioni nelle ore del mattino. L'inquinante presenta concentrazioni medie orarie e giornaliere mediamente più basse delle stazioni della Rete Regionale prese a riferimento.

Il monossido di azoto non è soggetto a limiti normativi in quanto, alle concentrazioni tipiche dell'aria ambiente, non provoca effetti dannosi alla salute e all'ambiente; viene monitorato in quanto per ossidazione si trasforma in biossido di azoto con il quale costituisce un precursore dell'ozono e del particolato di origine secondaria.

L'**ozono** (O₃) (Tabella 9) non ha presentato superamenti dei limiti previsti dalla normativa, registrando un andamento tipico della stagione invernale, caratterizzata da debole irraggiamento solare. Le concentrazioni medie giornaliere su otto ore (media mobile) presentano valori decisamente inferiori al valore obiettivo di 120 µg/m³, da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni, stabilito dalla normativa a protezione della salute umana (figura 27).

La media dei valori orari è stata di 37 µg/m³ e il massimo delle medie di 8 ore è risultato di 82 µg/m³; la stazione di confronto di Castelletto Ticino ha presentato una media di 26 µg/m³ e un massimo di 76 µg/m³, mentre la stazione di Novara-Verdi una media di 15 µg/m³ e un massimo di 49 µg/m³. I valori mediamente più alti, registrati presso il sito di monitoraggio e la stazione di Castelletto Ticino, rispetto alla stazione di Novara-Verdi, sono spiegabili dalle complesse dinamiche di trasformazione, peculiari di questo inquinante, che tipicamente nelle aree urbane presenta processi di formazione e trasformazione molto rapidi, nei quali hanno un ruolo determinante i precursori, in particolare gli ossidi di azoto, che in condizioni di scarso irraggiamento solare e temperature basse, tipiche della stagione invernale, favoriscono la rimozione dell'ozono dall'atmosfera urbana.

Generalmente le maggiori concentrazioni di ozono si rilevano proprio nelle aree suburbane e rurali, dove risultano determinanti i fenomeni di trasporto sulle lunghe distanze e la minor presenza di monossido di azoto limita i fenomeni di rimozione. L'andamento dell'inquinante, visualizzato come settimana tipo (figure 28 e 30), mostra le minori concentrazioni dal mercoledì al sabato, giorni in cui si registrano le maggiori concentrazioni di biossido e monossido di azoto (figure 18, 20, 23 e 25).

Il **benzene** (C₆H₆) (Tabella 11) presenta una media di periodo di 4,2 µg/m³ e una massima media oraria di 7,6 µg/m³. Come si può vedere dal confronto dei dati orari (figura 31), il sito di monitoraggio presenta le concentrazioni medie orarie e massime giornaliere superiori a tutte le stazioni di confronto.

Generalmente per questo inquinante si osserva, un profilo risultante tipico di un inquinante da traffico, ossia con picchi di concentrazione nelle ore di punta, andamento che invece non appare così evidente presso il sito di monitoraggio (figure 33 e 34), in cui si evidenziano concentrazioni maggiori nelle ore serali, pur confermando gli incrementi maggiori nei giorni centrali della settimana (figure 32 e 33).

Al fine di avere maggiori informazioni sul fenomeno, precisando che la quantità di dati utilizzata per l'elaborazione non è ottimale, essendo riferita a un periodo piuttosto limitato di tempo, si sono analizzate le concentrazioni orarie in relazione ai corrispondenti dati di velocità e direzione del vento, ottenendo il grafico di figura 35. Dal grafico emerge che le maggiori concentrazioni di benzene si verificano in

corrispondenza di vento con velocità inferiori a 1 m/s e provenienza da Ovest, ossia in direzione del centro abitato di Borgomanero, anche se i valori di benzene rilevati dalla stazione di Via Molli non ne danno riscontro.

Il parametro **PM10** (Tabella 12), nel periodo osservato, ha fatto registrare 2 superamenti del limite giornaliero di protezione della salute umana di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; il valore massimo rilevato è stato di 56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ il giorno 17/02/2018 e la media del periodo è risultata pari a 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (percentuale giorni validi campionati 98%, 41 su 42).

Il confronto con le misurazioni di PM10 registrate presso le stazioni fisse della Rete Regionale (figura 36) evidenzia come il sito di monitoraggio presenti concentrazioni mediamente inferiori; risulta marcata la differenza rispetto alle stazioni collocate nella zona più a sud della provincia, sia rispetto al numero di superamenti che alla media giornaliera e alla distribuzione delle concentrazioni giornaliere (figura 38 grafico a box plot). L'andamento delle concentrazioni di particolato nel periodo risulta comunque analogo per tutte le centraline della provincia, a riprova che le variazioni nel tempo sono prevalentemente condizionate da fattori meteorologici, in particolare in relazione al fenomeno di rimozione legato alle precipitazioni atmosferiche (figura 37).

Per quanto concerne il valore di **benzo(a)pirene** (Tabella 17), utilizzato come marker dell'esposizione agli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) nell'aria ambiente e determinato nella frazione PM10 del materiale particolato, ha evidenziato una concentrazione media del periodo pari a 0,8 ng/m^3 . I livelli di concentrazione riscontrati, nello stesso periodo, nella stazione di Borgomanero sono risultati pari a 1,1 ng/m^3 , mentre le stazioni della città di Novara e di Cerano hanno mostrato valori più contenuti. Il parametro monitorato presso la stazione di Borgomanero, negli ultimi cinque anni, non ha presentato superamenti del valore obiettivo annuale di 1,0 ng/m^3 , fissato dalla normativa, facendo registrare mediamente valori di 0,8 ng/m^3 , ad eccezione del 2015 in cui si è rilevata una concentrazione media annua pari al valore obiettivo. Tali concentrazioni annuali confermano, per il parametro, il superamento della soglia di valutazione superiore (0,6 ng/m^3).

Le maggiori concentrazioni di benzo(a)pirene nel particolato si rilevano nei mesi invernali, seguendo lo stesso profilo delle polveri; l'origine emissiva è ragionevolmente identificabile nella combustione delle biomasse utilizzate per il riscaldamento domestico, che ha fatto registrare negli ultimi anni un'ampia e rapida diffusione anche in aree di pianura.

Per quanto riguarda **Arsenico** (As) (Tabella 13), **Cadmio** (Cd) (Tabella 14), **Nichel** (Ni) (Tabella 15) e **Piombo** (Pb) (Tabella 16), seppure il periodo osservato è di molto inferiore all'anno solare richiesto dalla normativa, non si rileva alcuna criticità, risultando le concentrazioni più basse rispetto alle stazioni di confronto e uguali o prossime ai limiti di quantificazione dei metodi analitici applicati. I valori rilevati denotano livelli di fondo.

I livelli di polveri sottili PM10 rilevati presso il sito di indagine, relativamente al periodo del monitoraggio, sono risultati mediamente più bassi rispetto alle stazioni fisse della rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria prese a riferimento. Rispetto a questo parametro, le stazioni di Borgomanero e Castelletto Ticino, sono risultate le più rappresentative della qualità dell'aria della zona.

In riferimento alle concentrazioni di benzene rilevate durante la campagna, sarebbe opportuno indagare ulteriormente il fenomeno al fine di verificare l'andamento

riscontrato, mediante lo svolgimento di un'altra campagna di monitoraggio, da effettuare in un periodo dell'anno caratterizzato dalla stessa meteorologia, in quanto l'inquinante presenta generalmente una variazione stagionale, con i valori massimi nel periodo invernale.