

DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE NORD EST
ATTIVITÀ DI PRODUZIONE NORD EST

OGGETTO:

Campagna di monitoraggio Qualità dell'Aria con Laboratorio Mobile
Comune di Belgirate (VB) – Via Mazzini – ss 33 del Sempione
31/05/2018 - 31/07/2018



RELAZIONE DI CONTRIBUTO TECNICO-SCIENTIFICO

Redazione	Funzione: Collaboratore professionale sanitario senior - tecnico della prevenzione S.S. K13.02	Data: 22/10/2018	Firma: *
	Nome: Evelina Ballato		
Verifica e approvazione	Funzione: Dirigente Responsabile dell'Attività di Produzione Nord Est S.S. K13.02	Data: 24/10/2018	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

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: produzione.nordest@arpa.piemonte.it - PEC: dip.vercelli@pec.arpa.piemonte.it – www.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 METEO CLIMATICI.....	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 METEOROLOGICA.....	51
CONSIDERAZIONI FINALI.....	54

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 per la 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 Belgirate, al fine di conoscere lo stato di qualità dell'aria del territorio, in relazione a quanto definito dalla D.G.R. della Regione Piemonte n. 42-5805 del 20 ottobre 2017, relativa all'attuazione del "Nuovo accordo di programma per l'adozione coordinata e congiunta di misure per il miglioramento della qualità dell'aria nel Bacino Padano", finalizzato all'adozione di specifiche strategie di intervento volte al contenimento e risanamento dell'inquinamento atmosferico.

In Piemonte, analogamente a quanto si riscontra in tutto il Bacino Padano (con Emilia Romagna, Lombardia, Veneto), la specificità delle condizioni orografiche e meteo climatiche (scarsità di venti, alta pressione, frequenti situazioni di inversione termica, ecc.) favoriscono l'accumulo in aria di inquinanti, in particolare di PM10, ossidi di azoto e ozono, che rendono difficile il rispetto dei valori limite.

Il monitoraggio della qualità dell'aria svolto da Arpa Piemonte con il Laboratorio Mobile, fornisce una valutazione generale dello stato di qualità, in riferimento agli inquinanti e ai limiti previsti dalla normativa vigente in materia (Decreto Legislativo 13 agosto 2010 n. 155) e permette quindi di effettuare 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 Borgomanero, Castelletto Ticino, Omegna, Pieve Vergonte e Verbania.

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 Belgirate, espresse in tonnellate/anno e kt/anno per il parametro CO₂, 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 BELGIRATE										
MACROSETTORE	SO ₂	NH ₃	CO ₂	NMVOG	CH ₄	CO	NOx (come NO ₂)	PM10	PM2.5	N ₂ O
02 - Combustione non industriale	0,0856	0,0138	0,4897	0,5495	0,4970	5,9908	0,4785	0,5723	0,5662	0,0307
04 - Processi produttivi				0,1696						
05 - Estrazione e distribuzione combustibili				0,0833	2,6096					
06 - Uso di solventi				1,1204						
07 - Trasporto su strada	0,0092	0,0999	1,5335	1,5577	0,1101	7,0642	5,8575	1,3352	0,3282	0,0422
08 - Altre sorgenti mobili e macchinari			0,0001	0,0268	0,0003	0,0518	0,0001	0,0001	0,0001	
10 - Agricoltura		0,0012		0,1080	0,0080		0,0001			0,0008
11 - Altre sorgenti e assorbimenti	0,0004		-0,0291	7,4312	43,4809	0,0383	0,0018	0,0295	0,0295	0,0001
Totale Comune di Belgirate	0,10	0,11	1,99	11,05	46,71	13,15	6,34	1,94	0,92	0,07
Totale Provincia di Verbania	248,0	270,0	-60,7	14084,4	4296,5	7802,4	2412,0	780,6	655,5	126,7

Tabella 1: Totale emissioni per macrosettore di attività relative al Comune di Belgirate (espresse in t/anno e 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 (NO_x), espressi come biossido di azoto (NO₂). La determinazione dei composti organici volatili non metanici, insieme agli ossidi di azoto, riveste importanza per l'analisi delle tendenze dei precursori dell'ozono troposferico.

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 Belgirate.

Le principali sorgenti emissive individuate sono dovute al trasporto su strada (traffico veicolare, usura freni, ruote e strada) e alla combustione non industriale, ossia finalizzata alla produzione di calore per il riscaldamento domestico (impianti residenziali, commerciali, istituzionali, agricoli).

Al trasporto su strada si attribuiscono i seguenti contributi percentuali: 92% NO_x, 54% NMVOC, 36% PM10 e 57% PM2,5.

Alla combustione non industriale si attribuiscono i seguenti contributi percentuali: 8% NO_x, 46% NMVOC, 61% PM10 e 42% PM2,5).

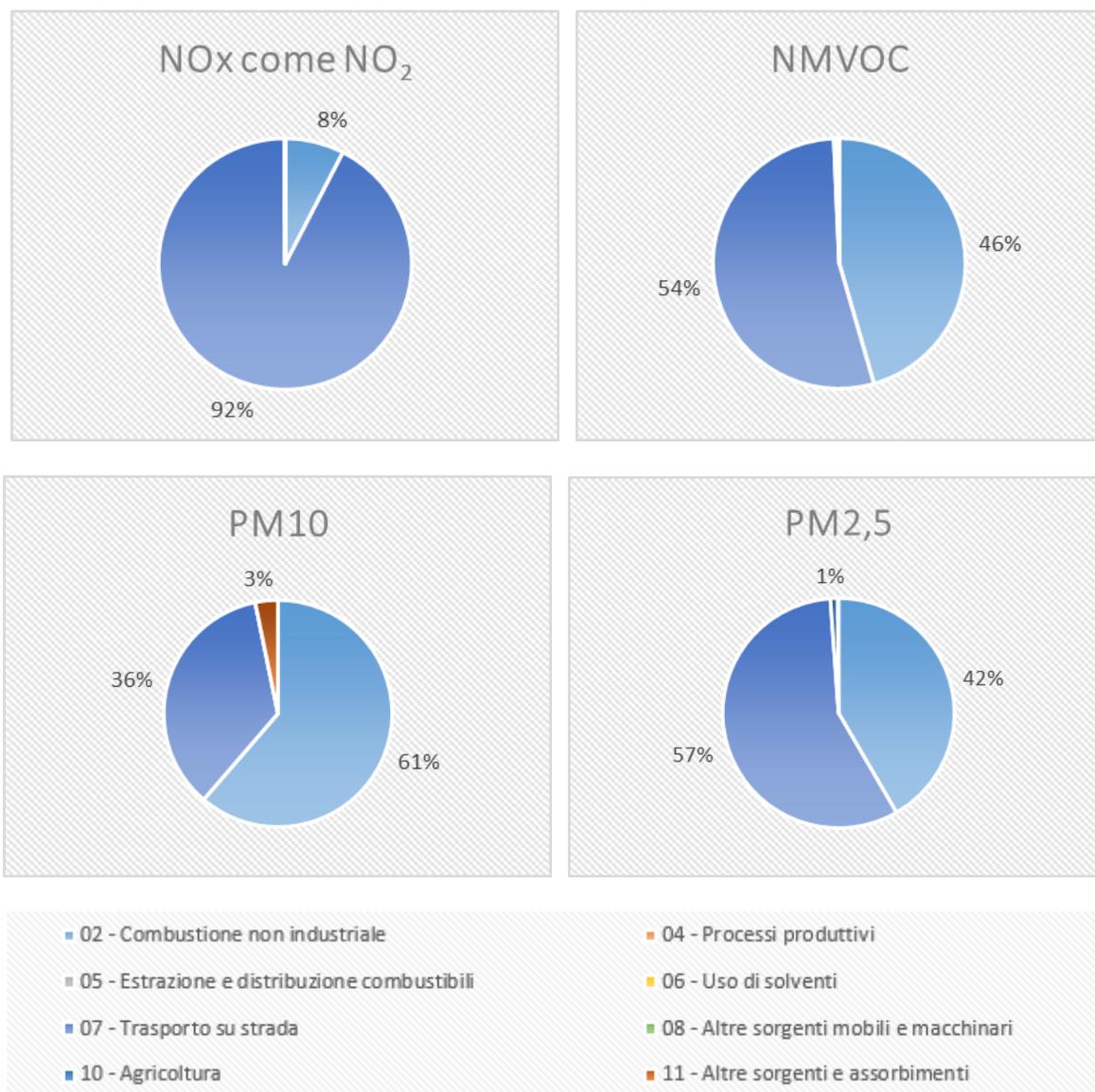


Figura 1: Fonti emissive per macrosettores in Comune di Belgirate – 2013 (Fonte IREA)

Per approfondimenti, l'inventario regionale delle emissioni in atmosfera è consultabile al seguente indirizzo internet:

<http://www.sistemapiemonte.it/cms/privati/ambiente-e-energia/servizi/474-irea-inventario-regionale-delle-emissioni-in-atmosfera>

ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO

La zonizzazione del territorio è il presupposto per l'attività di valutazione della qualità dell'aria ambiente e 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 Belgirate, ascritto alle zone altimetriche di collina in conformità alla classificazione ISTAT, è assegnato al codice di zonizzazione della qualità dell'aria 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).

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

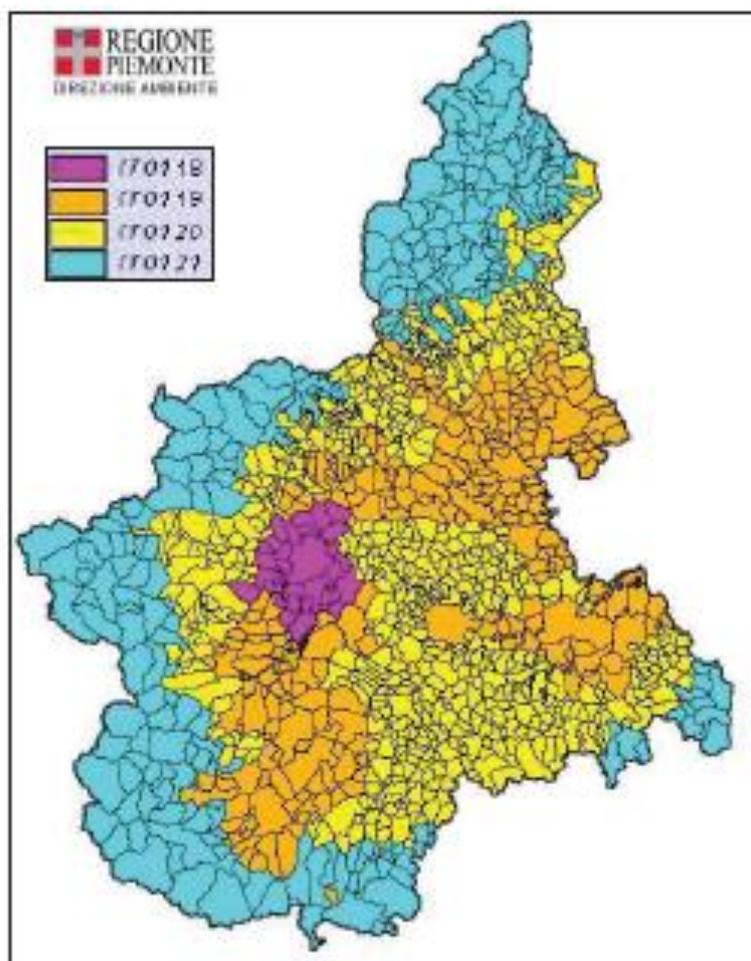


Figura 2: Rappresentazione grafica della nuova zonizzazione regionale (Fonte: DGR41-855 del 29/12/2014)

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	836	6.595	8.811	9.144	25.389
Densità abitativa	ab/km ²	1.858	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. NH3	t/km ²	2,76	4,02	1,03	0,19	1,56

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

PRINCIPALI FATTORI METEO CLIMATICI

Le situazioni meteo climatiche 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 carbossiemoglobina (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.

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).

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.

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

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).

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.

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.

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.

Periodicità critiche

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

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, SO_2). 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.

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.

Periodicità critiche

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

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.

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.

Periodicità critiche

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

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.

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.

Periodicità critiche

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

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.

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.

Periodicità critiche

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

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 di 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 Piemonte 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. Le misurazioni indicative permettono di stimare i livelli degli inquinanti in aree non coperte dalle stazioni della rete fissa. Il limitato periodo di misurazione della campagna non soddisfa appieno l'obiettivo di qualità dei dati relativo al periodo minimo di copertura del 14%, ossia pari ad almeno 52 giorni, un giorno variabile di ogni settimana dell'anno, oppure otto settimane equamente distribuite nell'arco dell'anno, come previsto dalla normativa al fine di evitare risultati non rappresentativi (D.Lgs. 155/2010 Allegato 1), 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 Borgomanero, Castelletto Ticino, Omegna, Pieve Vergonte e Verbania. In Figura 4 sono visualizzate le stazioni fisse della Rete Regionale di Rilevamento in provincia di Novara e Verbania, prese a riferimento.

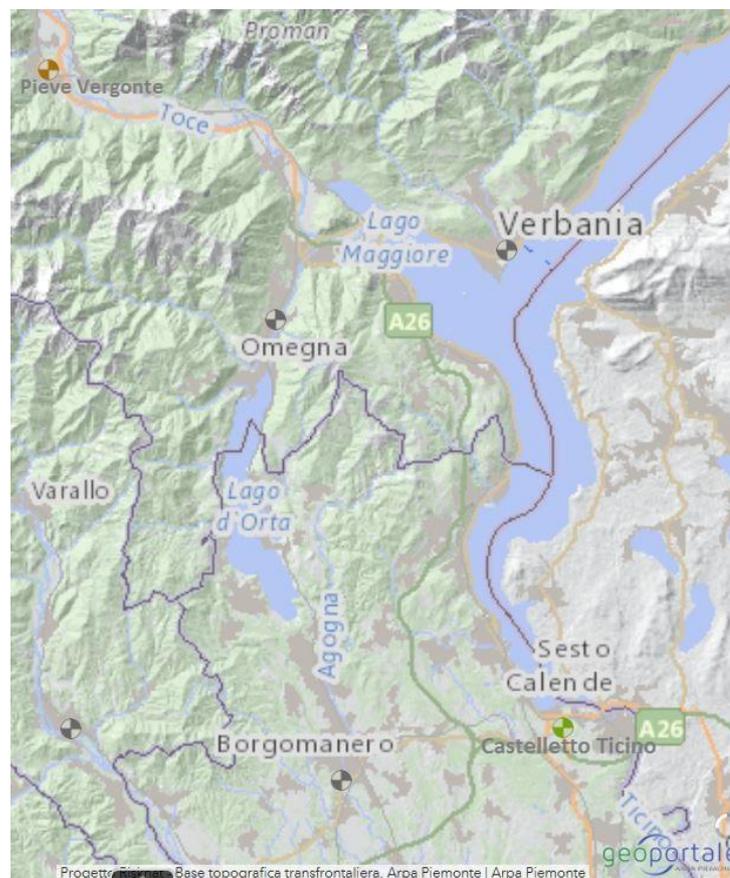


Figura 4: mappa con alcune stazioni fisse della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria in provincia di Novara e Verbania (fonte: Base topografica transfrontaliera Geoportale ARPA Piemonte)

● stazione suburbana
 ● stazione urbana
 ● stazione rurale

SITO DI MISURA

Il sito di campionamento è localizzato in Comune di Belgirate, Via Mazzini, lungo la ss 33 del Sempione, all'altezza del civico n.109 e l'attività di monitoraggio è stata effettuata dal 31/05/2018 al 31/07/2018.

Il territorio comunale, situato sulla riva occidentale del Lago Maggiore, si estende per circa 8,4 Km² per un'altitudine media di 334 m s.l.m.; presenta una densità abitativa di circa 60 ab/Km² e una popolazione di poco superiore ai 500 abitanti (Istat 2018).



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 traffico di tipo urbana a carattere prevalentemente residenziale.

In tabella 5 si riporta sinteticamente la classificazione delle stazioni della Rete Regionale di Rilevamento della qualità dell'aria prese a riferimento e del sito di misura.

Sito	Tipo di stazione	Tipo di zona	Caratterizzazione della zona	Coordinate UTM WGS84	Distanza in linea d'aria sito
Belgirate-MM	Traffico	Urbana	Residenziale	X= 466875 Y= 5076375	
Borgomanero-Molli	Traffico	Urbana	Residenziale	X: 457832 Y: 5059686	ca. 19 Km
Castelletto Ticino-Fontane	Fondo	Rurale	Agricola	X: 469048 Y: 5062296	ca. 14 Km
Omegna-Crusinallo	Traffico	Urbana	Residenziale/Commerciale	X: 454677 Y: 5082975	ca. 14 Km
Pieve Vergonte-Industria	Fondo	Suburbana	Agricola	X: 443409 Y: 5095610	ca. 30 Km
Verbania-Gabardi	Fondo	Urbana	Residenziale/Commerciale	X: 466312 Y: 5086400	ca. 10 Km

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

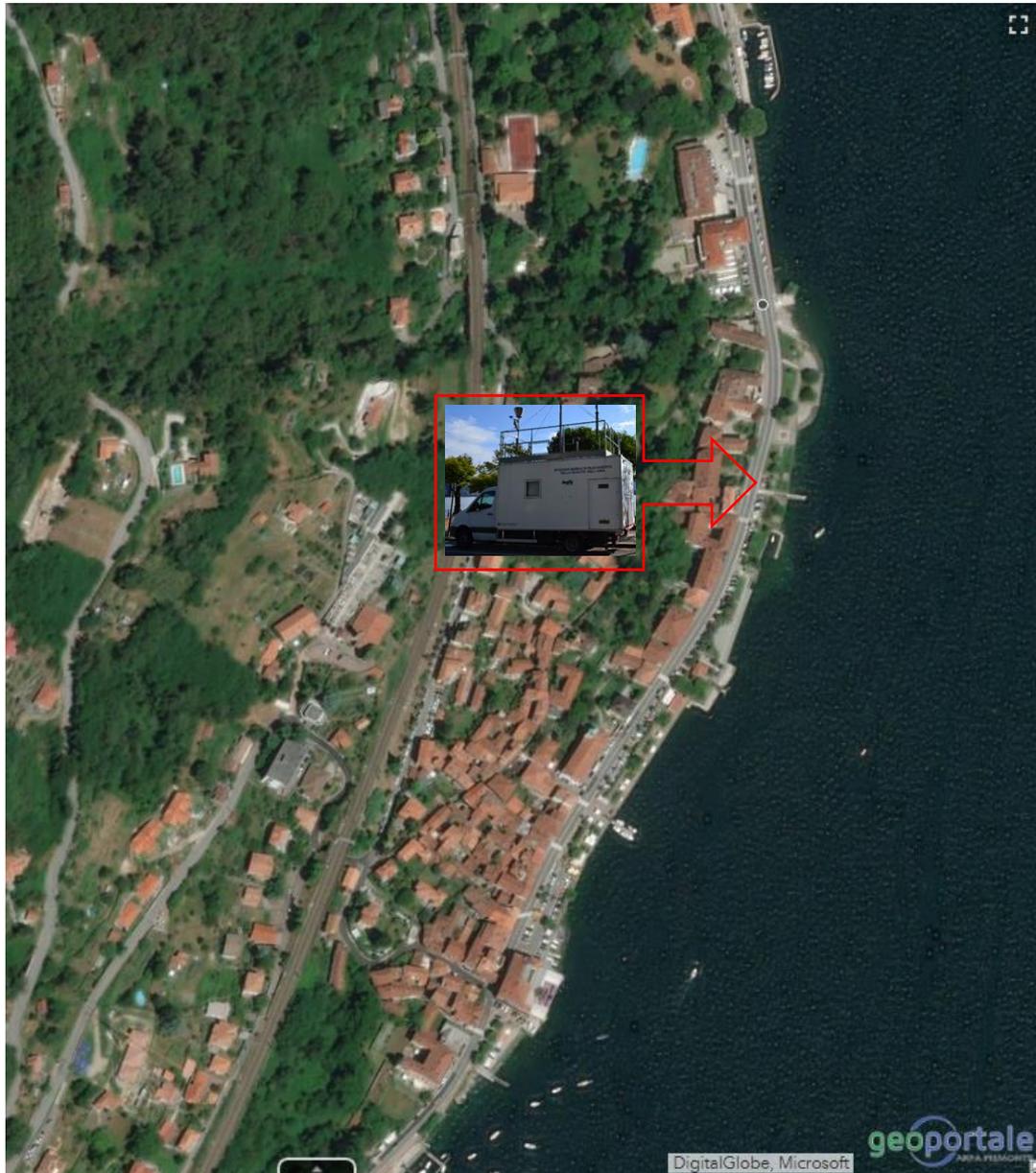


Figura 6: sito di monitoraggio Belgirate – Via Mazzini (fonte: ARPA Piemonte – Sistema Informativo Geografico)

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 01/06/2018 – 30/07/2018, ossia sono considerate solo le giornate di campionamento complete. A causa di un problema tecnico risultano mancanti i dati di tutti gli analizzatori dalle ore 22:00 del 20/07 alle ore 15:00 del 23/07. Il confronto con limiti normativi annuali, dove riportato, viene fatto 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)

I valori di biossido di zolfo (SO₂), misurati con il laboratorio mobile, presentano una concentrazione media giornaliera di 5 µg/m³ (Tabella 6), con una massima media oraria di 11 µg/m³ registrata il 30/07/2018 alle ore 16:00. L'inquinante non presenta particolari variazioni negli andamenti settimanali e giornalieri (figure 8, 9 e 10); presenta un lieve calo nei giorni di sabato e domenica e un incremento, comunque limitato, nelle ore centrali della giornata.

Le concentrazioni misurate sono confrontabili con quelle rilevate presso la stazione di Pieve Vergonte e più in generale con quanto viene generalmente riscontrato a livello regionale. L'inquinante non evidenzia criticità attestandosi molto al di sotto dei limiti previsti dalla normativa, con valori prossimi ai limiti di rilevabilità strumentale.

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Belgirate MM	Pieve Vergonte
Minima media giornaliera	2	6
Massima media giornaliera	8	7
Media delle medie giornaliere:	5	6
Giorni validi	53	60
Percentuale giorni validi	88%	100%
Media dei valori orari	5	6
Massima media oraria	11	9
Ore valide	1304	1434
Percentuale ore valide	91%	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>	0	0

Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)	0	0
---	---	---

Tabella 6: reportistica Biossido di Zolfo

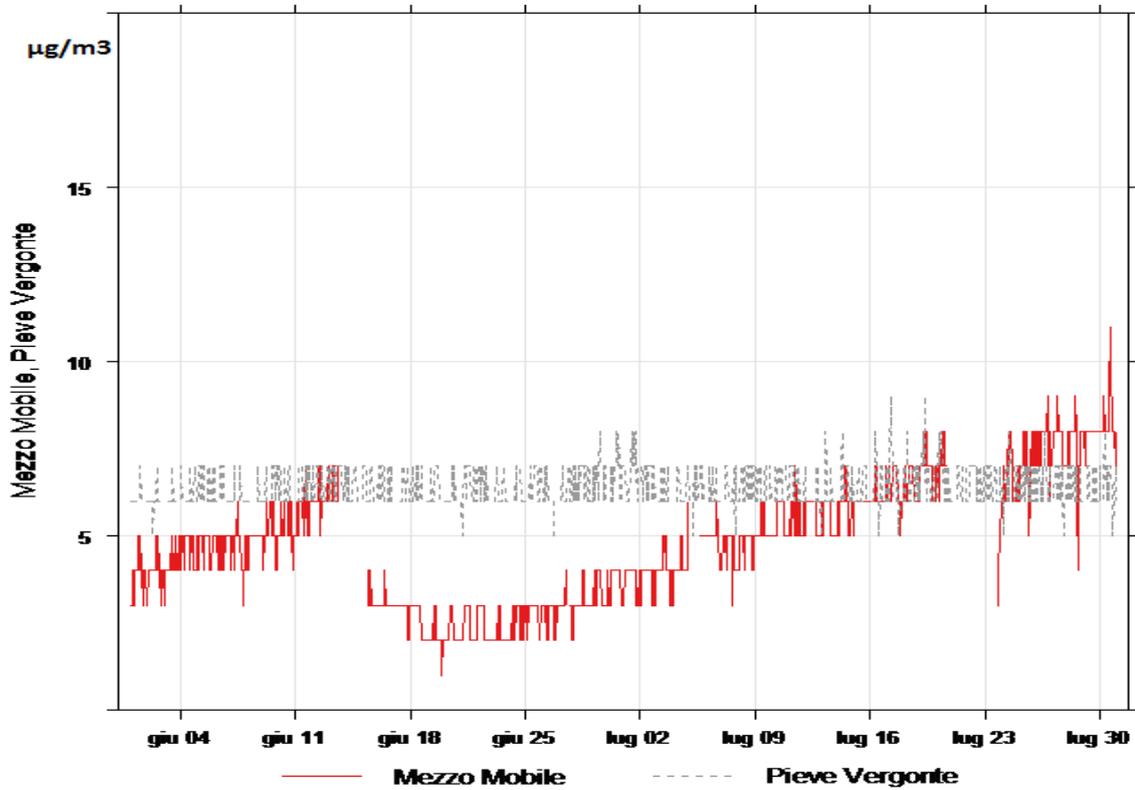


Figura 7: confronto delle medie orarie di Biossido di Zolfo

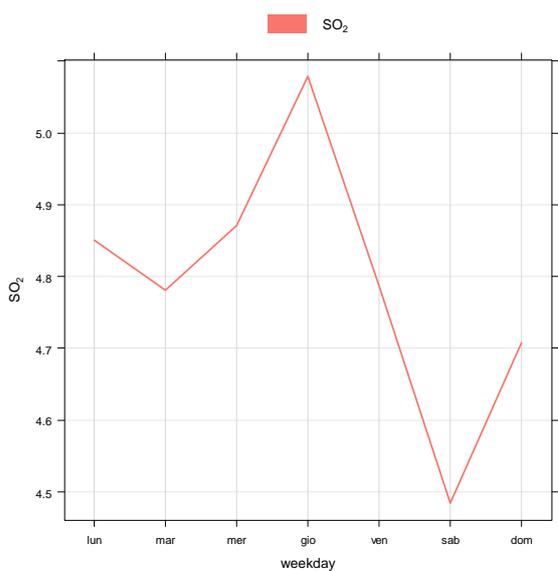


Figura 8: settimana tipo - Biossido di Zolfo

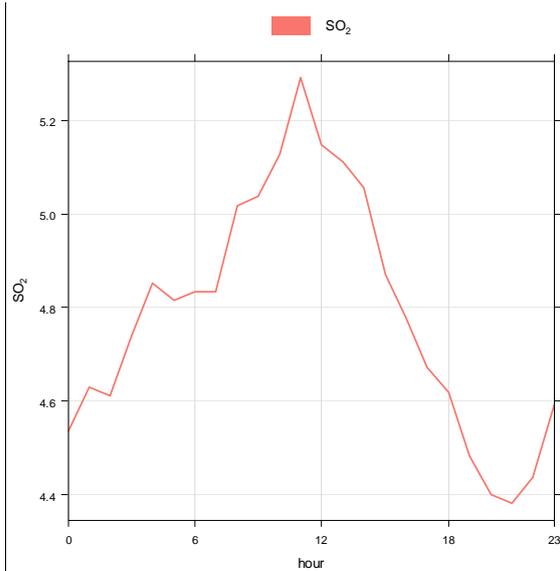


Figura 9: giorno tipo - Biossido di Zolfo

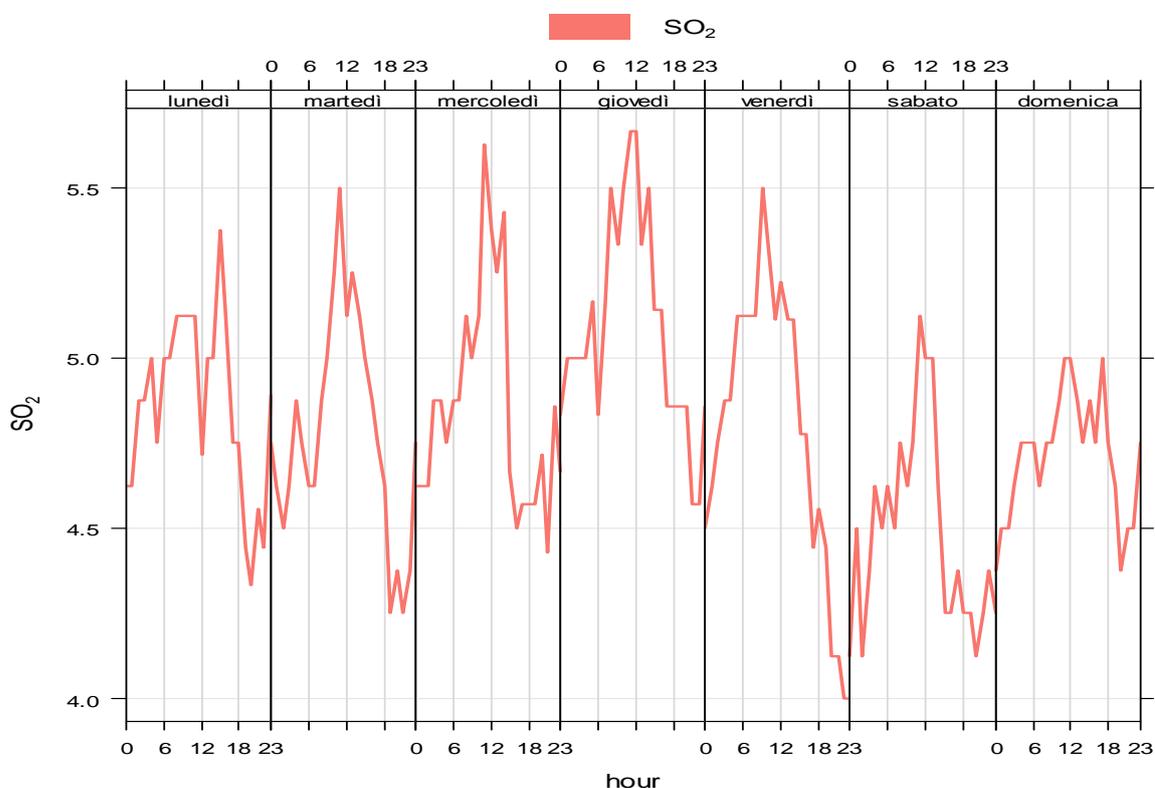


Figura 10: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana - Biossido di Zolfo

Monossido di Carbonio (CO)

Le concentrazioni di monossido di carbonio (CO) rilevate con il laboratorio mobile, presentano valori medi giornalieri di $0,3 \text{ mg/m}^3$ (Tabella 7), con una massima media oraria di $2,0 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ registrata il 01/07/2018 alle ore 16:00. Il valore massimo delle medie di 8 ore è risultato pari a $1,1 \text{ mg/m}^3$, risultando il più alto tra le stazioni messe a confronto, come si evidenzia nei grafici di figura 11 e 12.

L'inquinante risulta decisamente inferiore rispetto al limite previsto dalla normativa a protezione della salute umana, fissato a 10 mg/m^3 , ed espresso come media massima giornaliera calcolata su 8 ore (media mobile 8 ore – figura 13).

L'andamento giornaliero delle concentrazioni di monossido di carbonio, considerato un tracciante del traffico veicolare, evidenzia una variazione nelle ore centrali della giornata caratterizzate da maggior traffico, con un deciso incremento nei giorni di sabato e in particolare di domenica (figure 13, 14 e 15).

L'inquinante comunque non evidenzia criticità, in analogia a quanto viene riscontrato a livello regionale.

Unità di misura: milligrammi / metro cubo

	Belgirate MM	Borgo- manero	Omegna	Verbania
Minima media giornaliera	0.1	0.1	0.2	0.2
Massima media giornaliera	0.6	0.3	0.5	0.3
Media delle medie giornaliere:	0.3	0.2	0.3	0.2
Giorni validi	53	60	60	60
Percentuale giorni validi	88%	100%	100%	100%
Media dei valori orari	0.3	0.2	0.3	0.2
Massima media oraria	2.0	0.5	0.7	0.8
Ore valide	1295	1433	1433	1434
Percentuale ore valide	90%	100%	100%	100%
Minimo medie 8 ore	0.1	0.1	0.1	0.1
Media delle medie 8 ore	0.3	0.2	0.3	0.2
Massimo medie 8 ore	1.1	0.4	0.7	0.4
Percentuale medie 8 ore valide	89%	99%	99%	99%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0	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	0

Tabella 7: reportistica Monossido di Carbonio

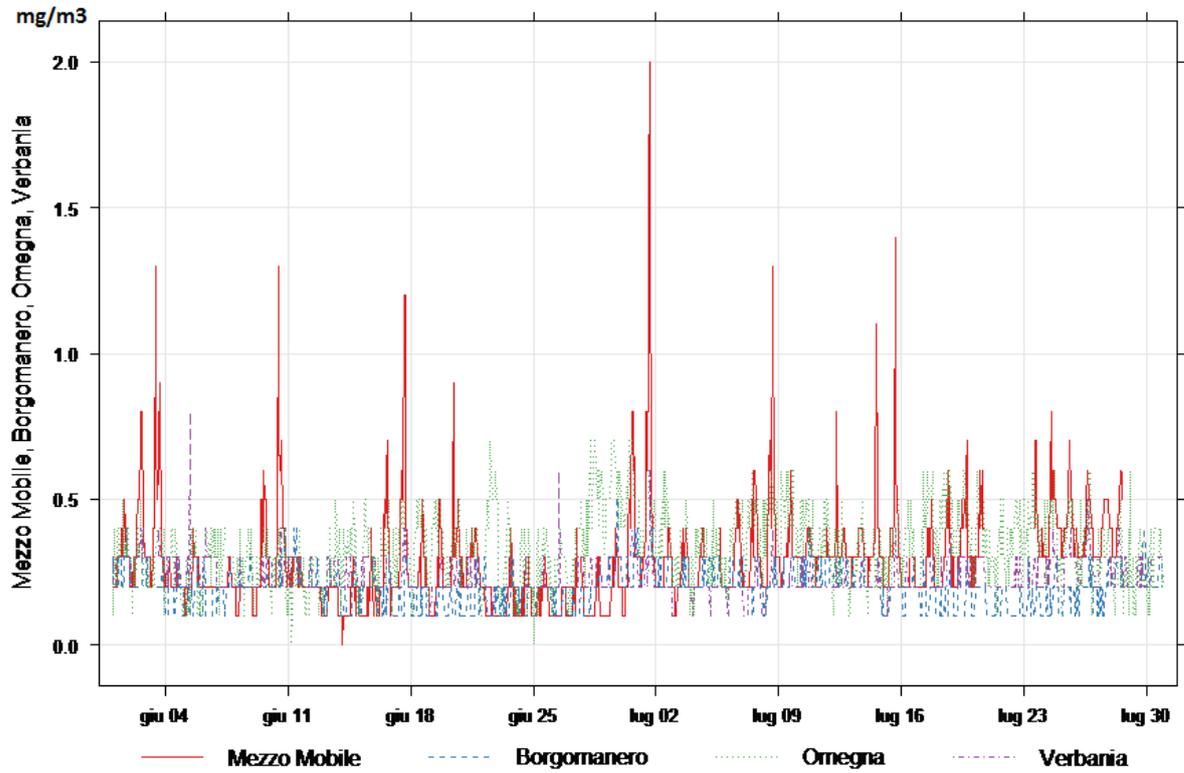


Figura 11: confronto delle medie orarie di Monossido di Carbonio

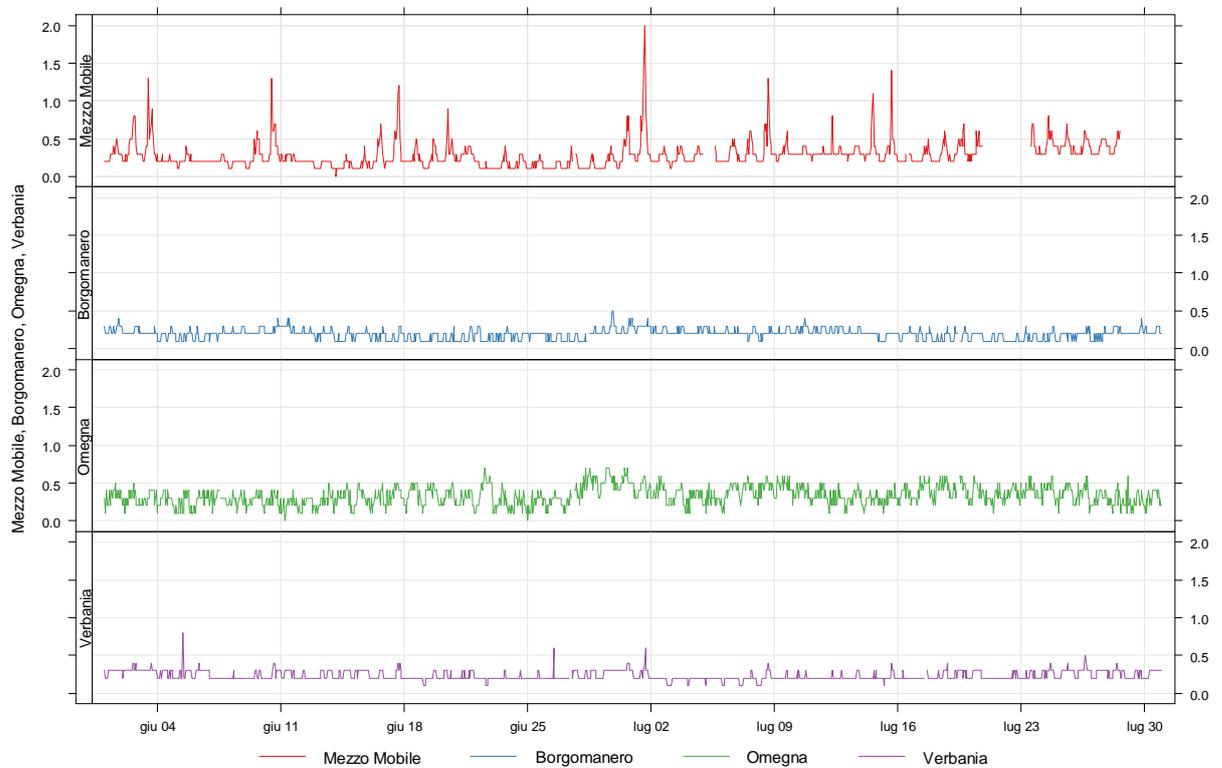


Figura 12: confronto delle medie orarie di Monossido di Carbonio

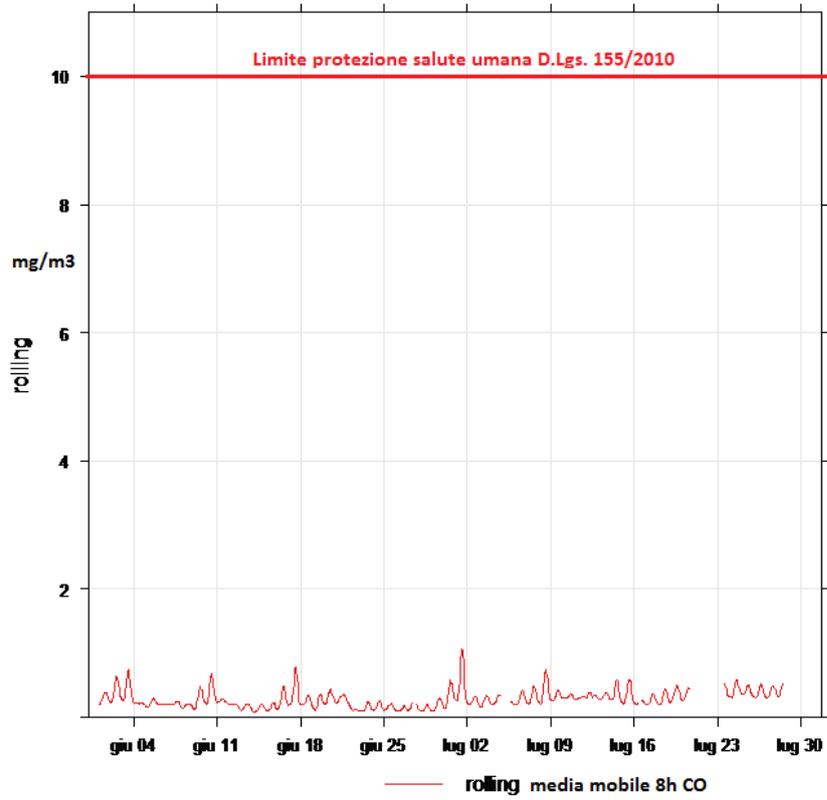


Figura 13: media mobile otto ore Monossido di Carbonio

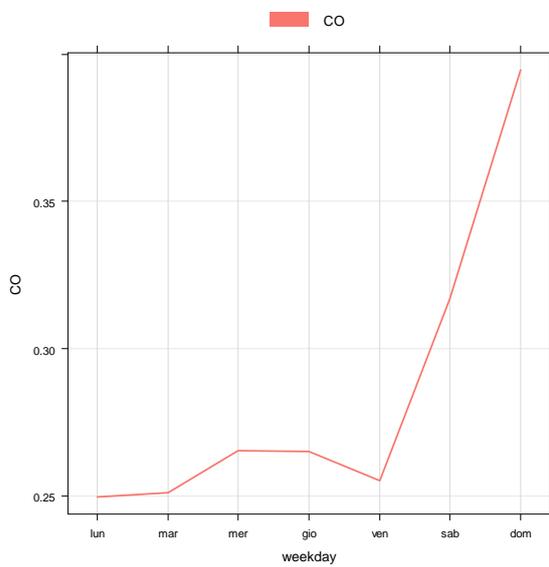


Figura 14: settimana tipo - Monossido di Carbonio

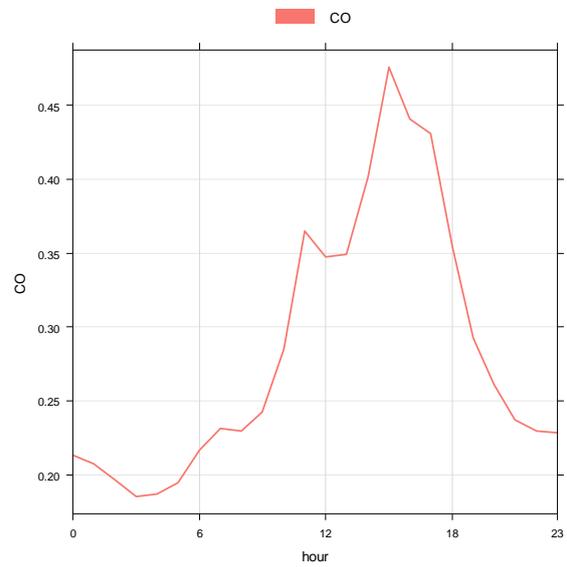


Figura 15: giorno tipo - Monossido di Carbonio

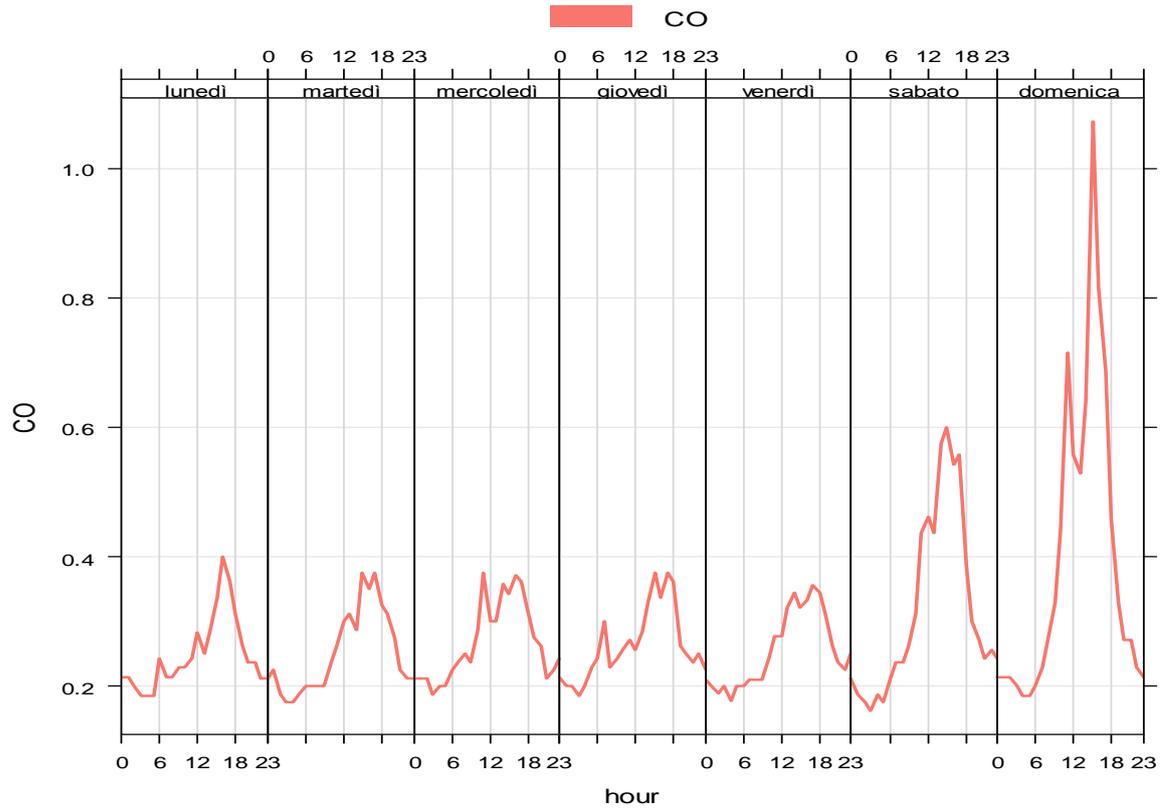


Figura 16: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana - Monossido di Carbonio

Biossido di Azoto (NO₂)

Le concentrazioni di biossido di azoto (NO₂) rilevate presso il sito di monitoraggio, presentano valori medi giornalieri pari a 16 µg/m³ (Tabella 8), con una massima media giornaliera di 26 µg/m³ registrata il 01/07/2018; il massimo valore orario raggiunto è stato di 65 µg/m³ (17/06/2018 ore 17:00) a fronte di un limite previsto dalla normativa di 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte per anno civile. Dato il breve periodo di monitoraggio non è possibile fare valutazioni rispetto al limite annuale di 40 µg/m³.

Il sito presenta concentrazioni medie orarie tra le più alte delle stazioni messe a confronto, come si evidenzia nei grafici di figura 17 e 18. Le concentrazioni misurate risultano confrontabili con gli andamenti delle stazioni della RRQA classificate da traffico, di Borgomanero e Omegna, e con la stazione di fondo rurale di Castelletto Ticino.

L'andamento giornaliero delle concentrazioni di biossido di azoto, presentano i valori maggiori nelle ore centrali della giornata e in particolare nelle ore pomeridiane, probabilmente caratterizzate da maggior traffico veicolare (figure 20 e 21).

L'andamento settimanale mostra, in coerenza con quanto già evidenziato per il monossido di carbonio, un incremento delle concentrazioni il sabato e in particolare la domenica.

Al fine di semplificare la visualizzazione degli andamenti dell'inquinante nelle stazioni messe a confronto, si riportano i grafici box-plot (figura 22) delle medie orarie. Il grafico descrive in modo sintetico la distribuzione dei dati raccolti durante la campagna (1350 per il Mezzo Mobile e 1434 per le stazioni di confronto): il 50 % delle osservazioni sono rappresentate dalla scatola, i cui estremi sono costituiti dal primo e terzo quartile (distanza interquartile), che è una misura della dispersione della distribuzione; il segmento che la divide rappresenta la mediana (secondo quartile), che coincide con la media quando la distribuzione dei dati è simmetrica; i segmenti che escono dalla scatola (baffi) sono delimitati dal minimo e massimo della distribuzione (range interquartile), mentre i valori esterni a questi limiti sono individuati come anomali (outliers) rispetto alla maggior parte dei dati osservati. Dal grafico si evince una similitudine nella distribuzione delle concentrazioni di biossido di azoto monitorate nel sito di indagine, nella stazione da traffico di Borgomanero e nella stazione di fondo di Castelletto Ticino.

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Belgirate MM	Castelletto Ticino	Borgoma- nero	Omegna	Pieve Vergonte	Verbania
Minima media giornaliera	10	8	9	13	3	9
Massima media giornaliera	26	22	22	26	10	16
Media delle medie giornaliere:	16	15	16	20	7	12
Giorni validi	56	60	60	60	60	60
Percentuale giorni validi	93%	100%	100%	100%	100%	100%
Media dei valori orari	16	15	16	20	7	12
Massima media oraria	65	56	62	50	30	35
Ore valide	1350	1434	1434	1434	1434	1434
Percentuale ore valide	94%	100%	100%	100%	100%	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0	0	0	0	0	0

Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)	0	0	0	0	0	0
Numero di superamenti livello allarme (400)	0	0	0	0	0	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)	0	0	0	0	0	0

Tabella 8: reportistica Biossido di Azoto

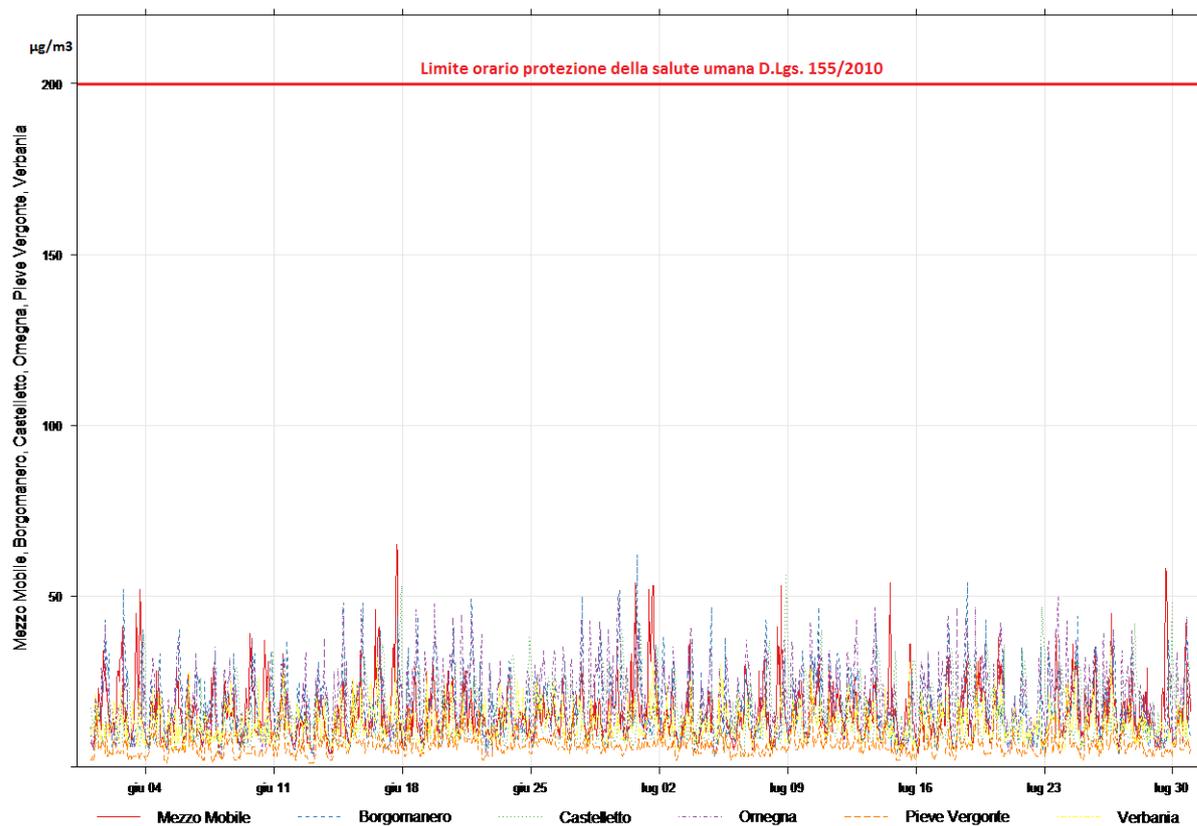


Figura 17: confronto delle medie orarie di Biossido di Azoto

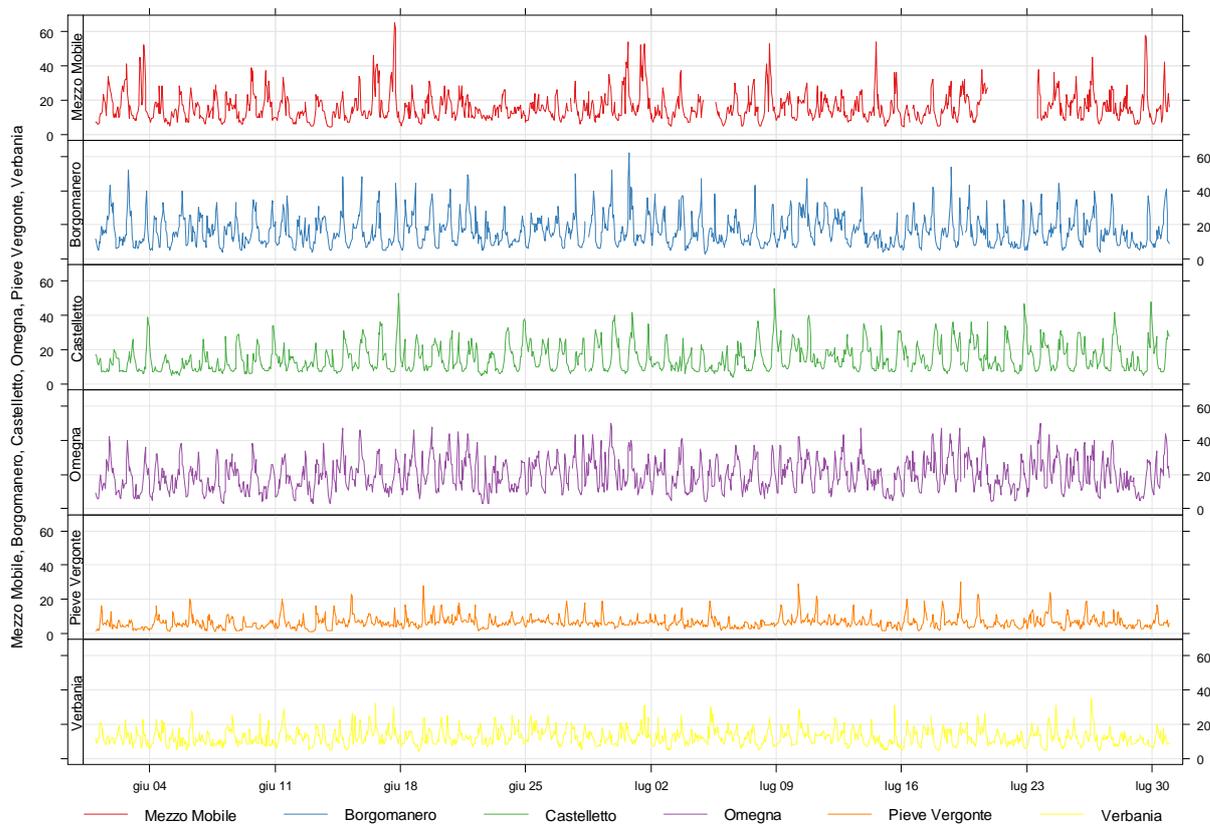


Figura 18: confronto delle medie orarie di Biossido di Azoto

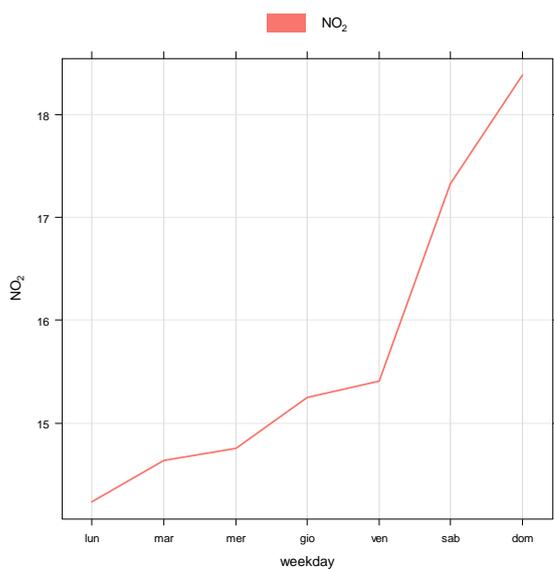


Figura 19: settimana tipo – Biossido di Azoto

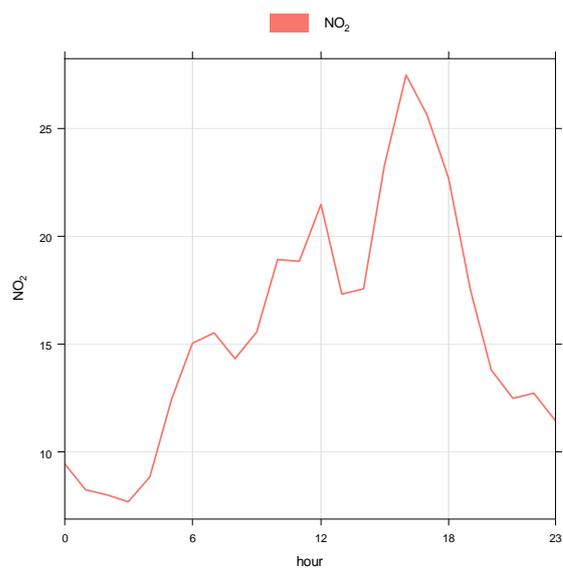


Figura 20: giorno tipo – Biossido di Azoto

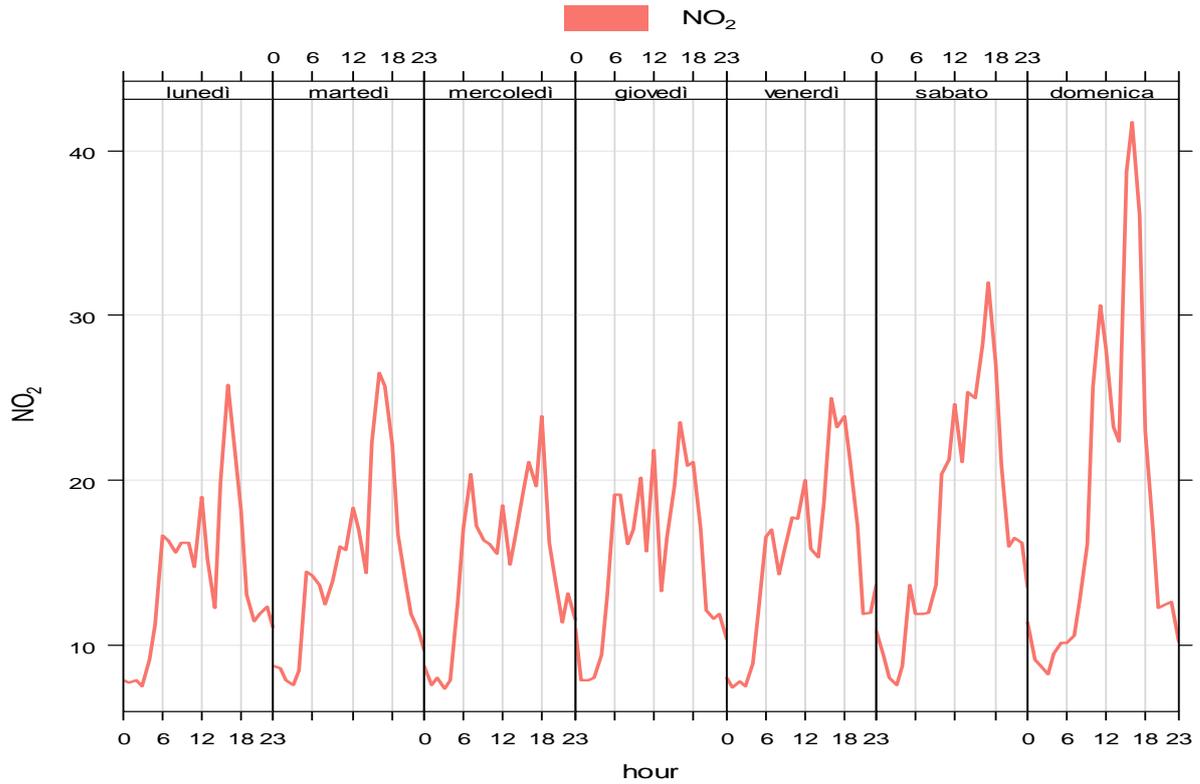


Figura 21: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana – Biossido di Azoto

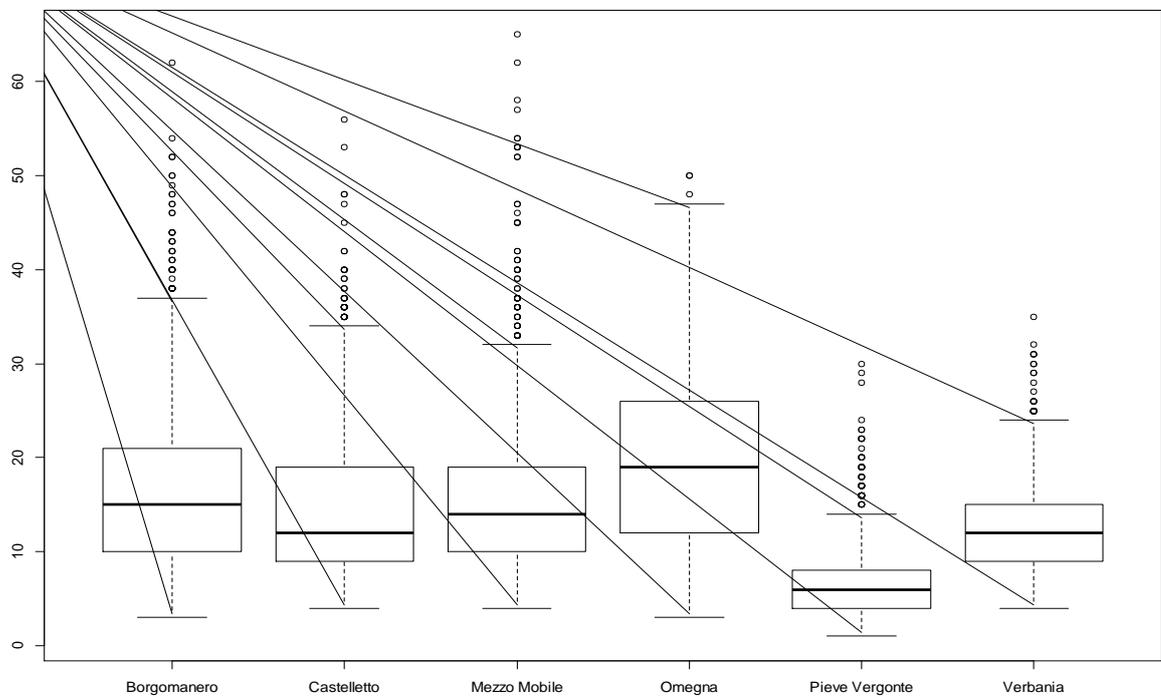


Figura 22: Box Plot Biossido di Azoto

Monossido di Azoto (NO)

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 per il calcolo degli NOx totali e per il fatto che per ossidazione si trasforma in biossido di azoto, con il quale costituisce un precursore dell'ozono e del particolato di origine secondaria.

Le concentrazioni rilevate presso il sito di monitoraggio, presentano valori medi giornalieri pari a $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella 9) e una massima media giornaliera di $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$; il massimo valore orario raggiunto è stato di $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (10/06/2018 ore 14:00).

Il sito presenta concentrazioni medie orarie confrontabili con gli andamenti delle stazioni classificate da traffico, di Borgomanero e Omegna (figure 23, 24 e 28).

L'andamento giornaliero delle concentrazioni di monossido di azoto presentano, come per il biossido, i valori maggiori nelle ore centrali della giornata (figure 26 e 27), con valori massimi in corrispondenza delle ore in cui il traffico è più intenso.

L'andamento settimanale conferma gli incrementi delle concentrazioni il sabato e la domenica (figure 25 e 27), come già evidenziato per il monossido di carbonio e il biossido di azoto.

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Belgirate MM	Borgoma- nero	Castelletto Ticino	Omegna	Pieve Vergonte	Verbania
Minima media giornaliera	5	2	2	3	1	1
Massima media giornaliera	9	8	7	13	3	3
Media delle medie giornaliere:	7	4	4	7	1	2
Giorni validi	56	60	60	60	60	60
Percentuale giorni validi	93%	100%	100%	100%	100%	100%
Media dei valori orari	7	4	4	7	1	2
Massima media oraria	35	37	32	39	11	18
Ore valide	1350	1434	1434	1434	1434	1434
Percentuale ore valide	94%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabella 9: reportistica Monossido di Azoto

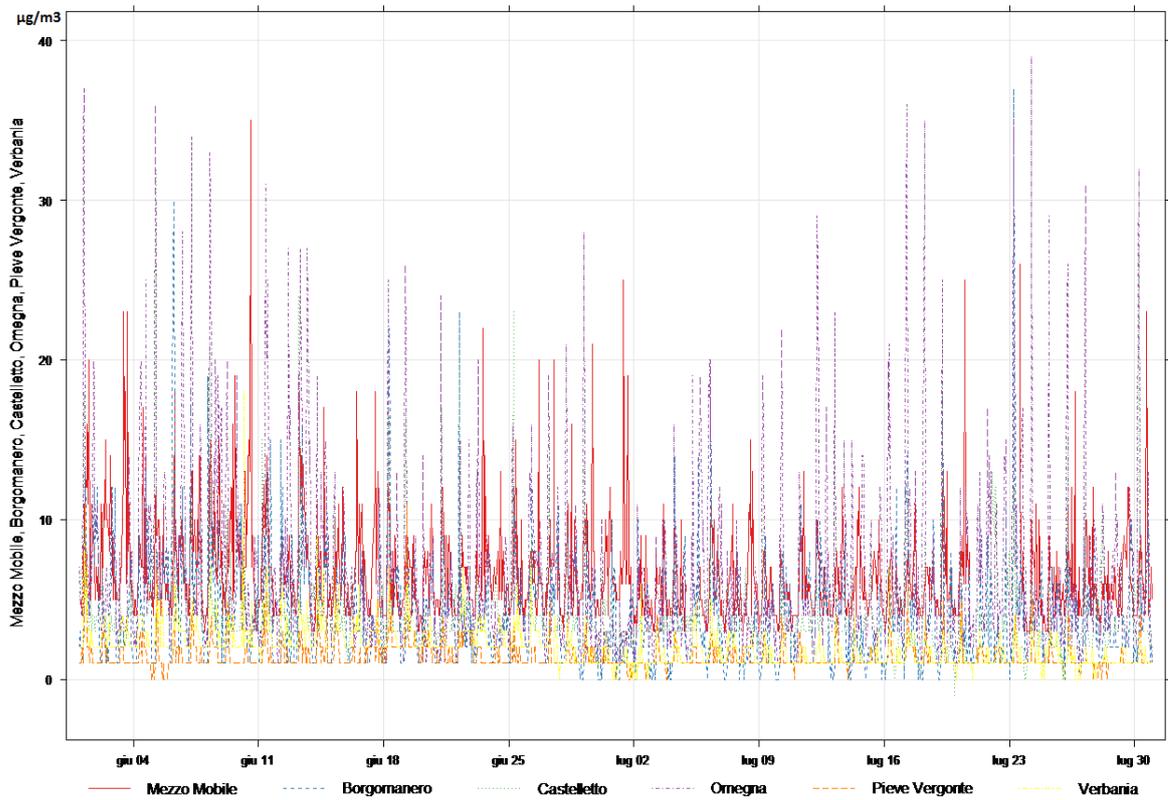


Figura 23: confronto delle medie orarie di Monossido di Azoto

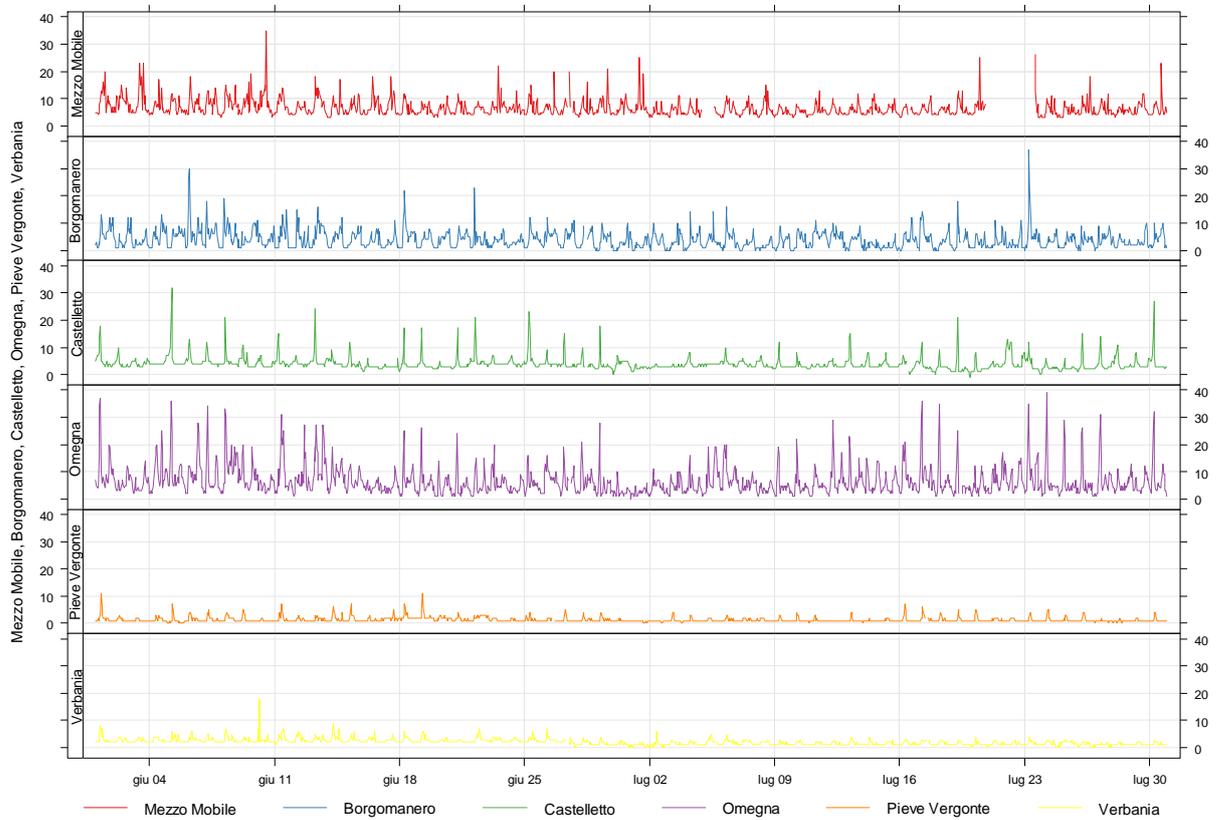


Figura 24: confronto delle medie orarie di Monossido di Azoto

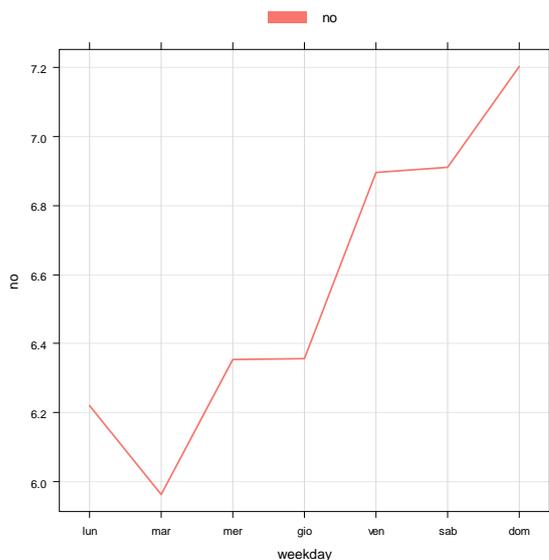


Figura 25: settimana tipo – Monossido di Azoto

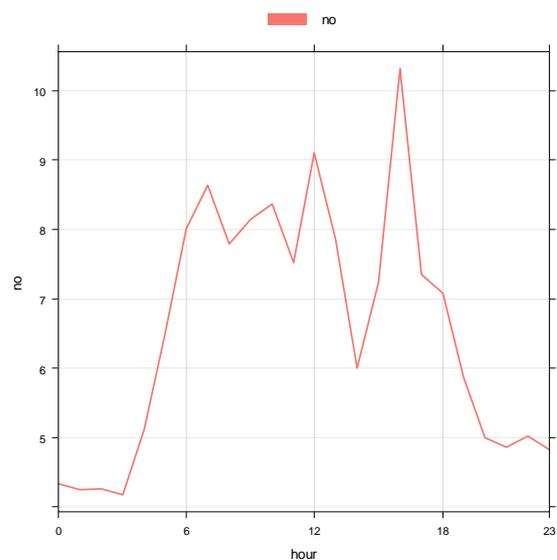


Figura 26: giorno tipo – Monossido di Azoto

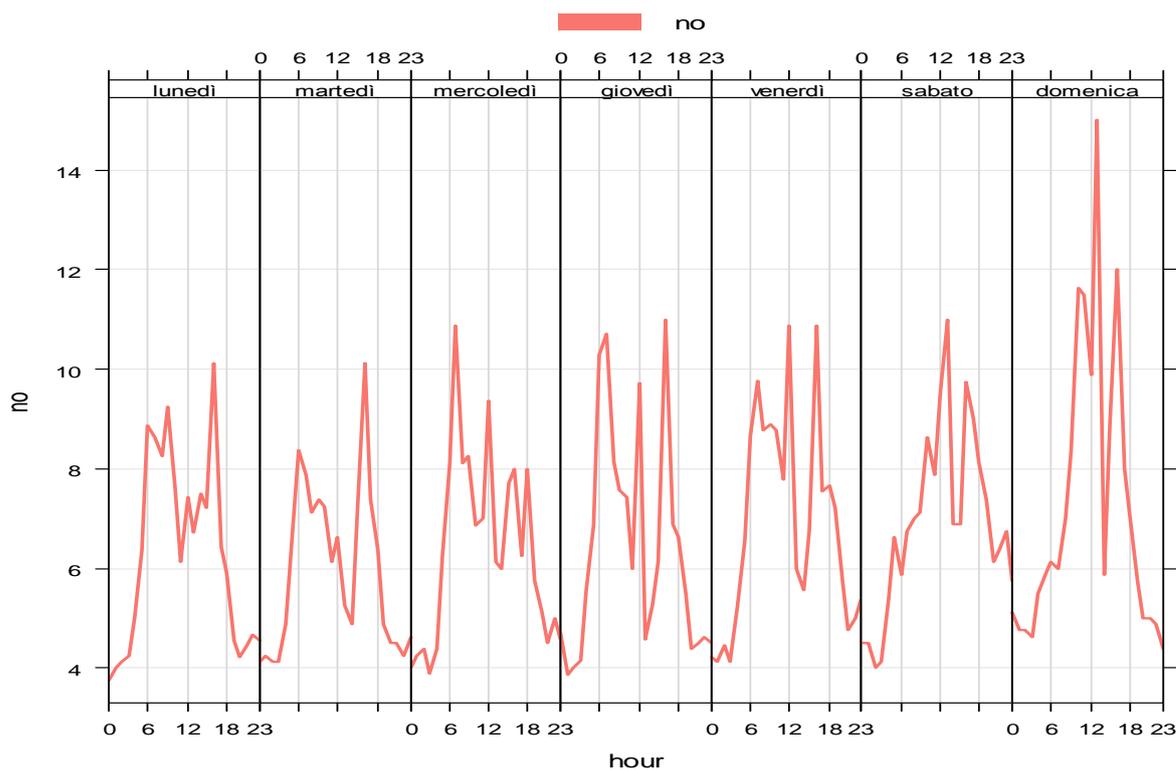


Figura 27: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana - Monossido di Azoto

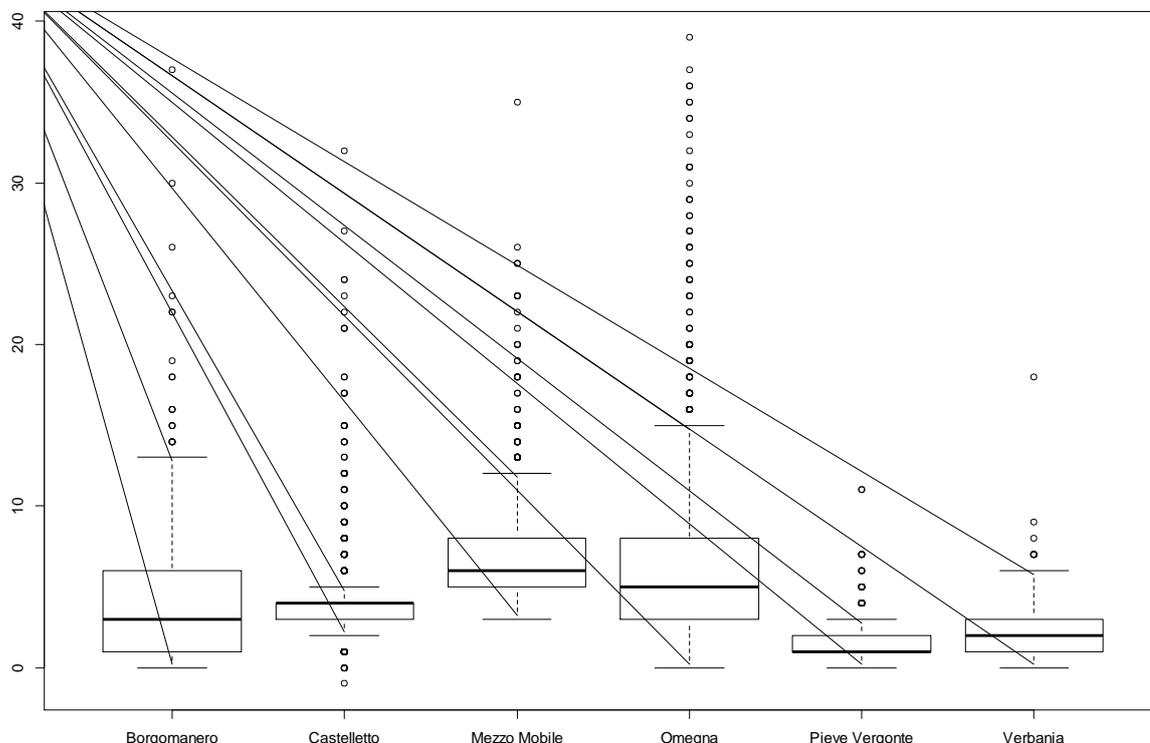


Figura 28: Box Plot Monossido di Azoto

Ozono (O₃)

Le concentrazioni di ozono rilevate durante la campagna di monitoraggio hanno fatto registrare una media giornaliera di 94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e un massimo valore medio giornaliero di 124 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; il massimo valore orario registrato è stato di 195 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ il 26/07 alle ore 17 (Tabella 10). Nel periodo si sono verificati 27 giorni di superamento del valore obiettivo, fissato dalla normativa a 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (calcolato come media massima delle 8 ore consecutive), da non superare in più di 25 giorni per anno civile, come media su tre anni; i superamenti sono occorsi 196 volte (media oraria) nelle giornate di sfioramento. L'entità dei superamenti, rispetto al valore obiettivo, sono visualizzabili nel grafico di figura 31. Tra i valori di riferimento definiti dalla normativa, il valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana è quello che meglio descrive situazioni di inquinamento e di esposizione della popolazione mediate nel tempo.

Sono stati inoltre registrati 4 superamenti della soglia di informazione pari a 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, come media oraria, avvenuti in un unico giorno, il 26/07 dalle ore 14:00 alle 17:00, mentre non si sono verificati superamenti della soglia di allarme di 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (figura 29).

L'andamento dell'inquinante, visualizzato come settimana tipo (figure 32 e 34), non mostra variazioni significative durante i giorni della settimana, così come l'andamento giornaliero risulta tipico e coerente con l'innalzarsi delle temperature e della radiazione solare nelle ore centrali della giornata (figure 33 e 34).

Nelle stazioni della RRQA messe a confronto, l'inquinante ha fatto registrare mediamente andamenti comparabili (figure 29, 30, 35), con la limitazione nel confronto legata alle differenze di numero di dati disponibili che ciascuna stazione presenta.

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Belgirate MM	Castelletto Ticino	Pieve Vergonte	Verbania
Minima media giornaliera	56	36	39	49
Massima media giornaliera	124	94	122	129
Media delle medie giornaliere:	94	70	84	92
Giorni validi	53	60	46	45
Percentuale giorni validi	88%	100%	77%	75%
Media dei valori orari	94	70	84	92
Massima media oraria	195	199	199	207
Ore valide	1293	1423	1118	1099
Percentuale ore valide	90%	99%	78%	76%
Minimo medie 8 ore	37	2	21	30
Media delle medie 8 ore	94	69	84	92
Massimo medie 8 ore	170	173	173	177
Percentuale medie 8 ore valide	89%	98%	77%	76%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	196	143	167	210
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	27	28	24	25
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	4	5	5	8
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	1	2	2	3
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0	0	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0	0	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0	0	0	0

Tabella 10: reportistica Ozono

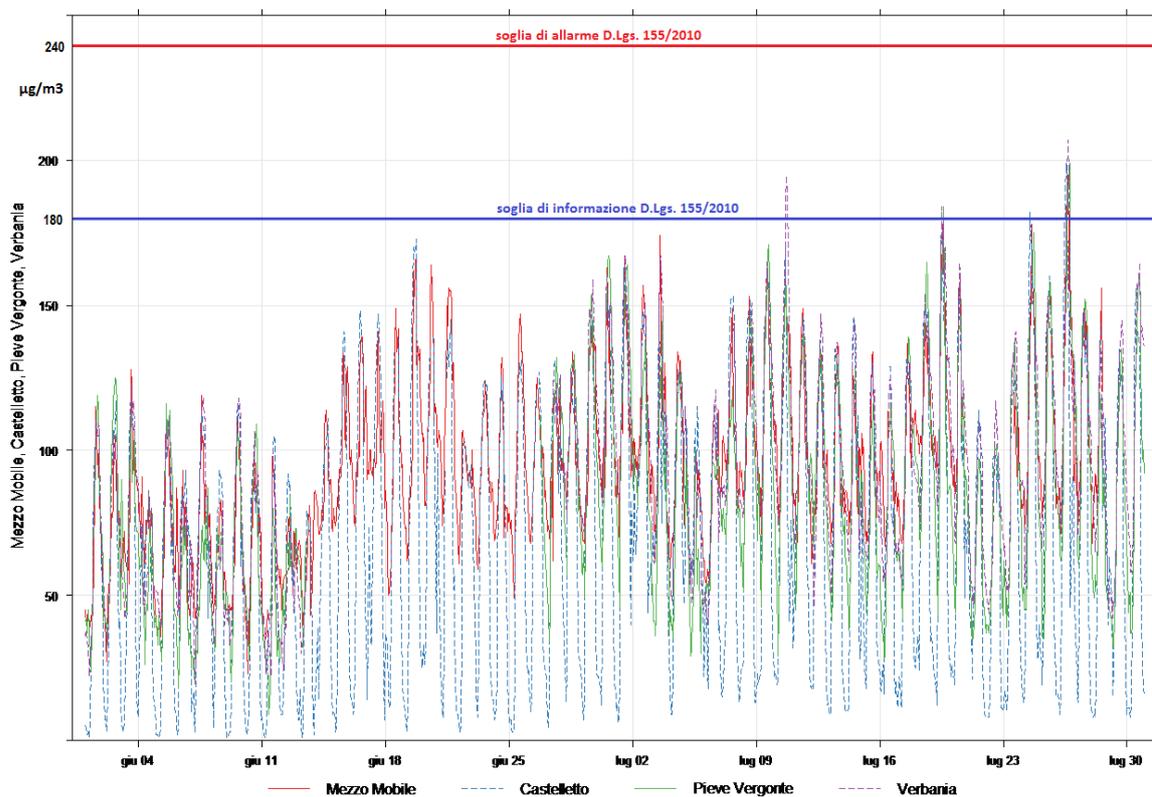


Figura 29: confronto delle medie orarie di Ozono

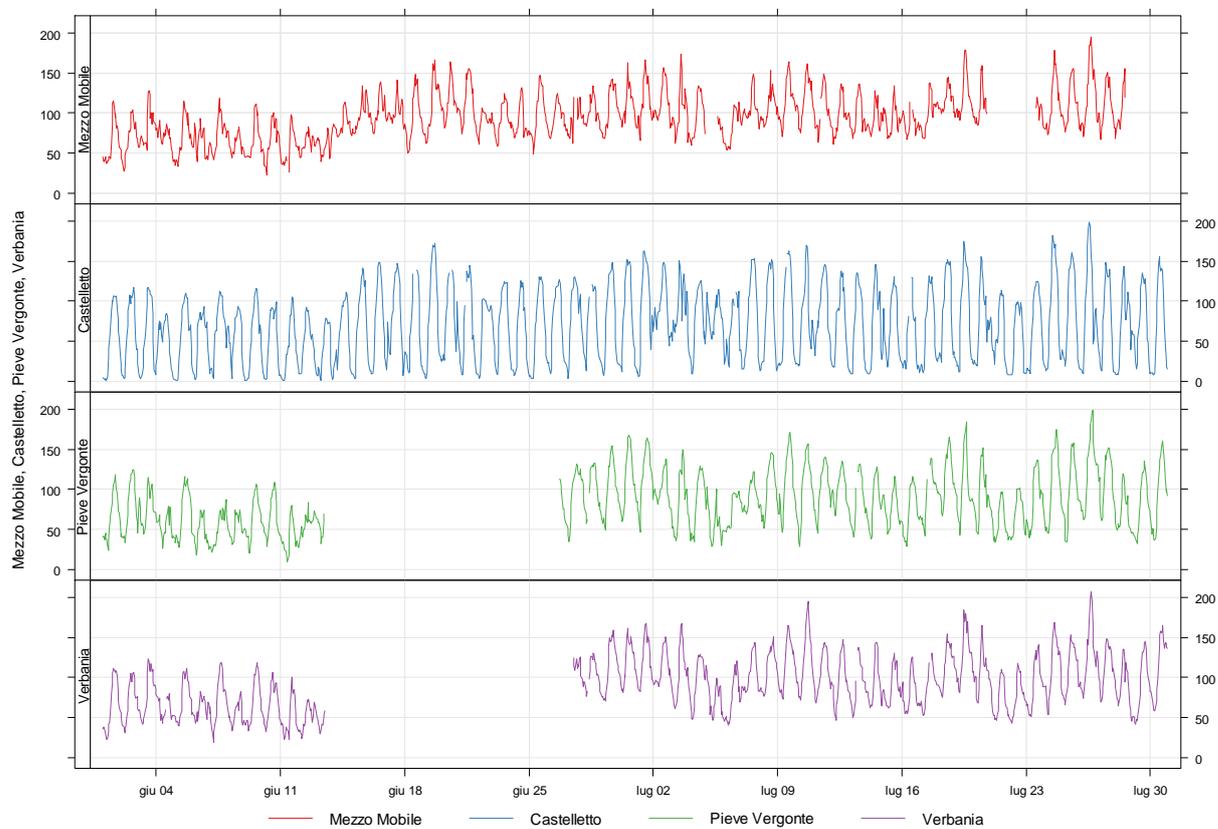


Figura 30: confronto delle medie orarie di Ozono

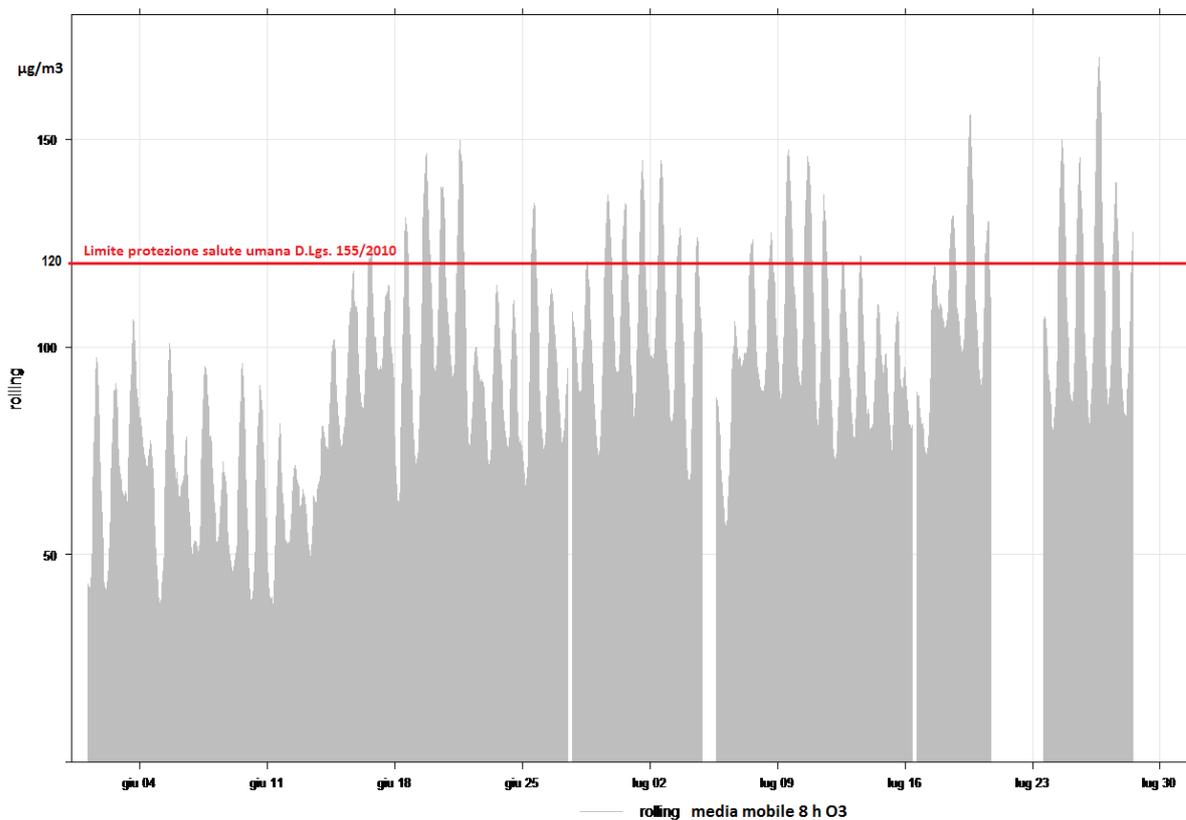


Figura 31: medie mobili otto ore Ozono

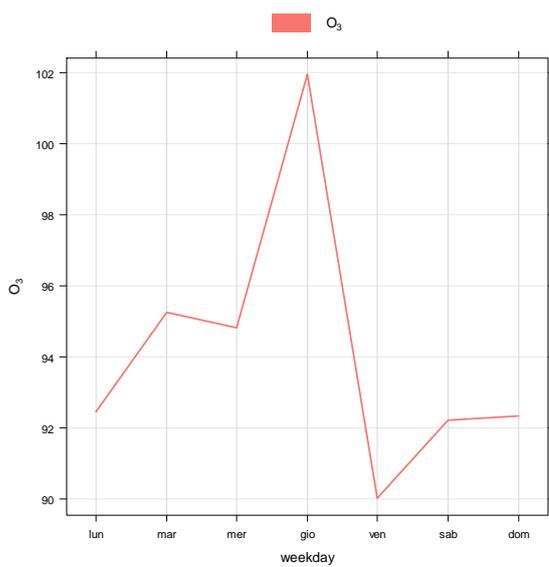


Figura 32: settimana tipo – Ozono

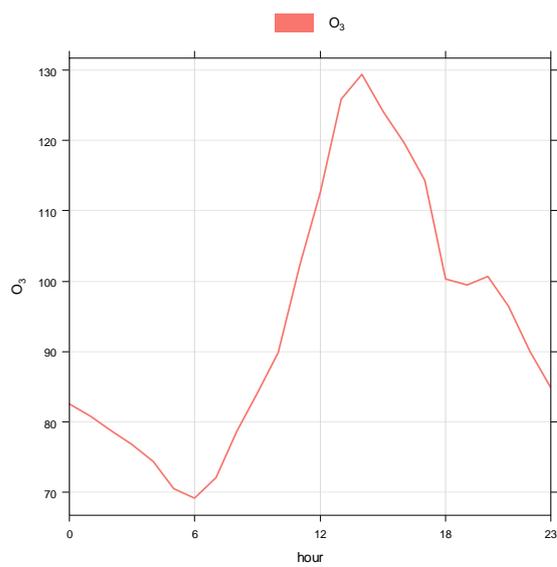


Figura 33: giorno tipo – Ozono

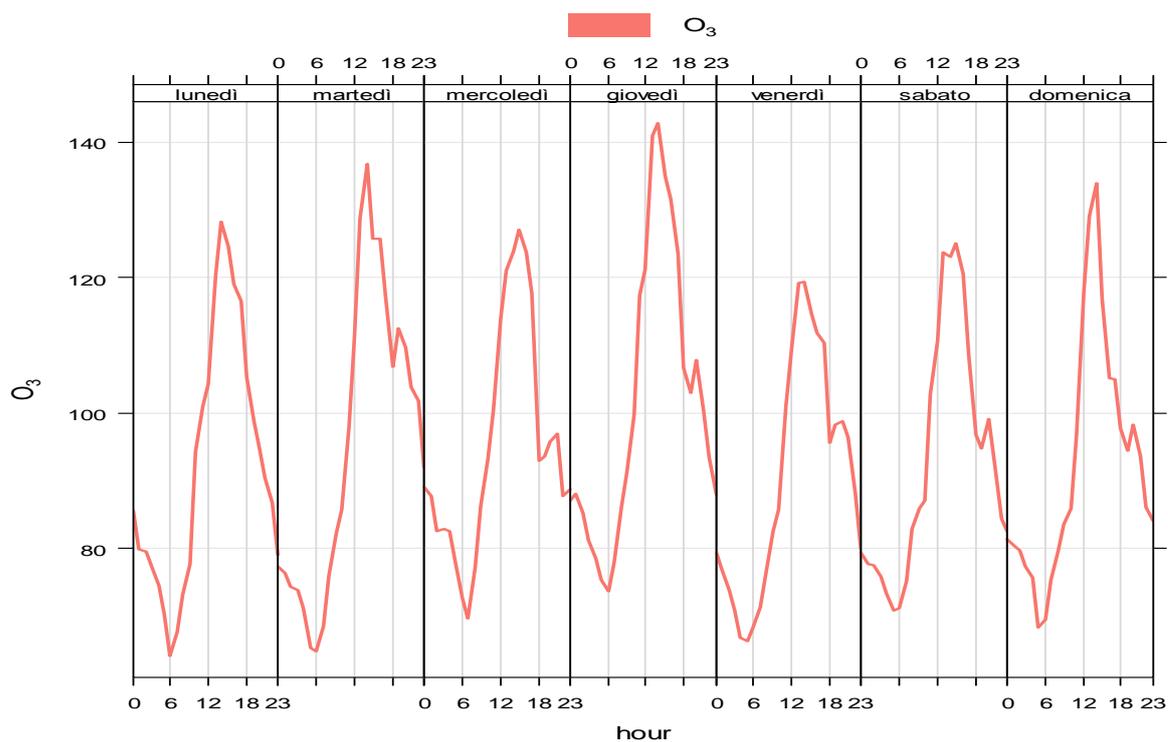


Figura 34: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana - Ozono

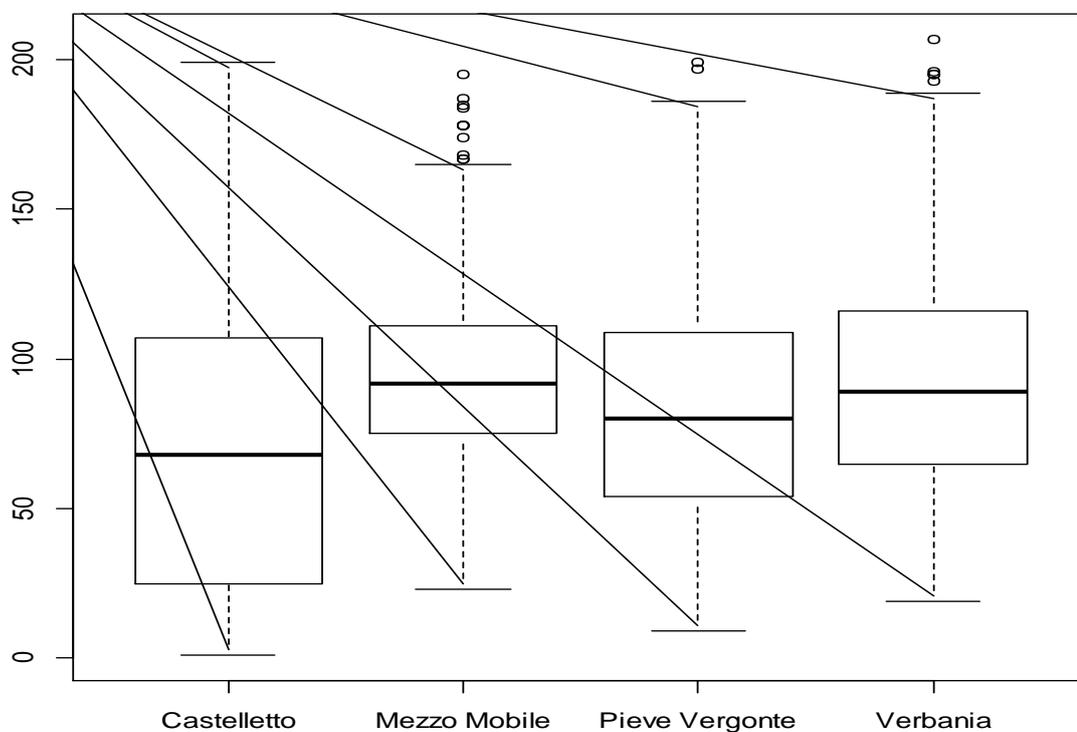


Figura 35: Box Plot Ozono

Benzene (C₆H₆)

L'inquinante presenta una concentrazione media di periodo di 0,7 µg/m³, una massima media giornaliera pari a 1,7 µg/m³ e una massima media oraria di 6,5 µg/m³, verificatasi il 28/07 alle ore 23:00 (Tabella 11).

Dal confronto dei dati orari con le stazioni della RRQA prese a riferimento (figura 36, 37, 41), si osserva che il sito di monitoraggio presenta le concentrazioni medie orarie e massime giornaliere superiori, ma che comunque risultano contenute, anche rispetto al limite annuale per la protezione della salute umana fissato dalla normativa a 5 µg/m³.

Come per il monossido di carbonio e gli ossidi di azoto, anche per il benzene, si osserva un profilo risultante tipico di un inquinante da traffico, rilevando anche in questo caso gli incrementi maggiori nelle ore pomeridiane e nei giorni di sabato e domenica (figure 38, 39, 40).

Il buon accordo degli andamenti normalizzati delle concentrazioni di benzene e monossido di carbonio, per ciascuna ora del giorno, nei diversi giorni della settimana (figura 42), permette di indicare per tali inquinanti la medesima origine emissiva identificabile nel traffico veicolare e in particolare nei motori alimentati a benzina.

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Belgirate MM	Borgomanero	Pieve Vergonte	Verbania
Minima media giornaliera	0.2	0.2	0.4	0.2
Massima media giornaliera	1.7	0.5	1.0	0.4
Media delle medie giornaliere:	0.7	0.3	0.6	0.3
Giorni validi	53	60	60	60
Percentuale giorni validi	88%	100%	100%	100%
Media dei valori orari	0.7	0.3	0.6	0.3
Massima media oraria	6.5	1.2	2.9	0.9
Ore valide	1304	1414	1434	1415
Percentuale ore valide	91%	98%	100%	98%

Tabella 11: reportistica Benzene.

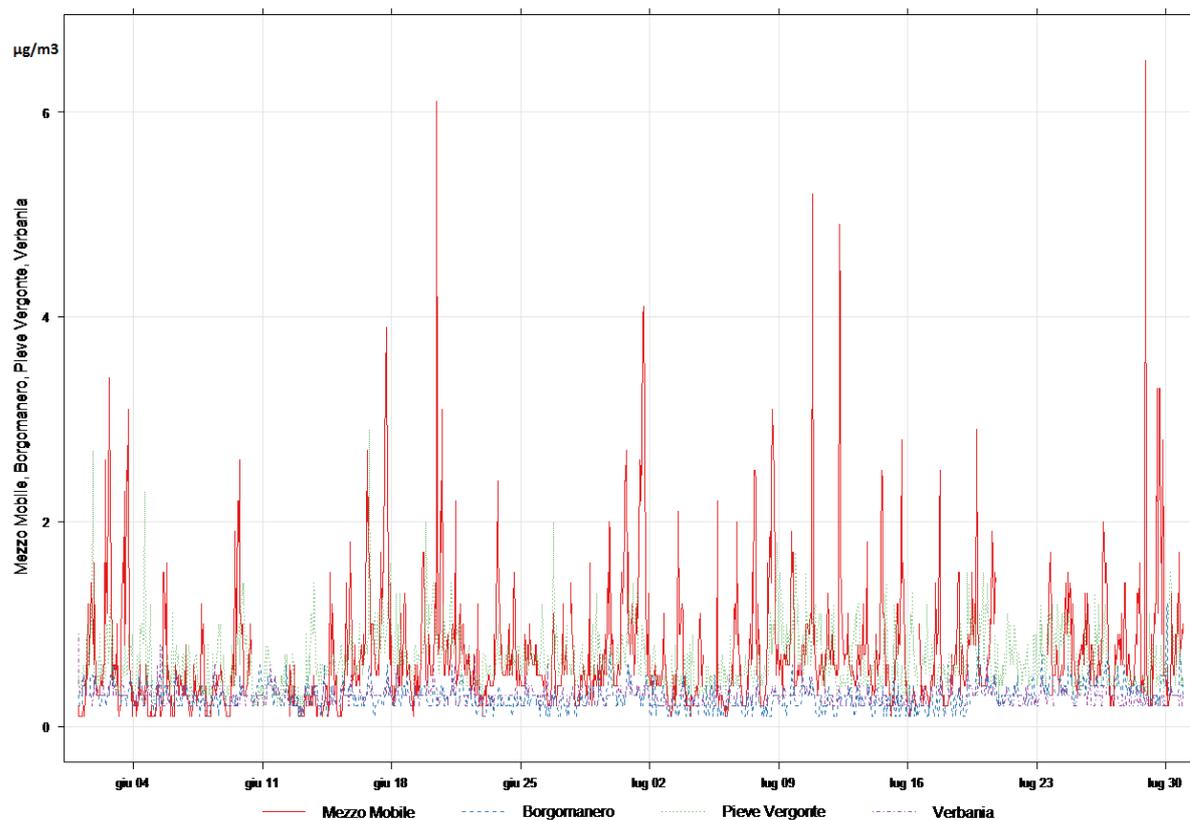


Figura 36: confronto delle medie orarie di Benzene



Figura 37: confronto delle medie orarie di Benzene

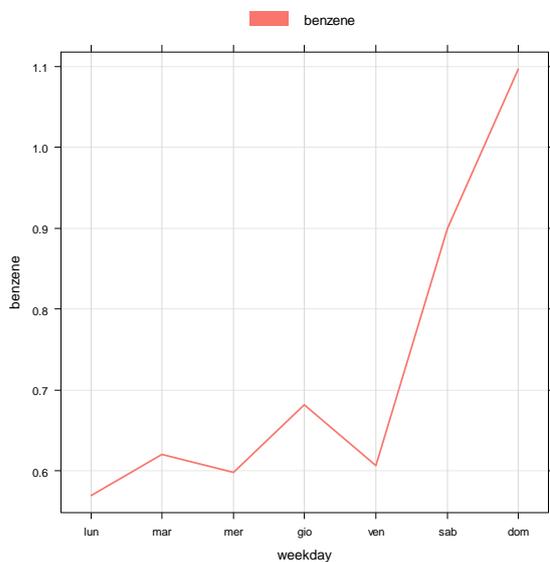


Figura 38: settimana tipo – Benzene

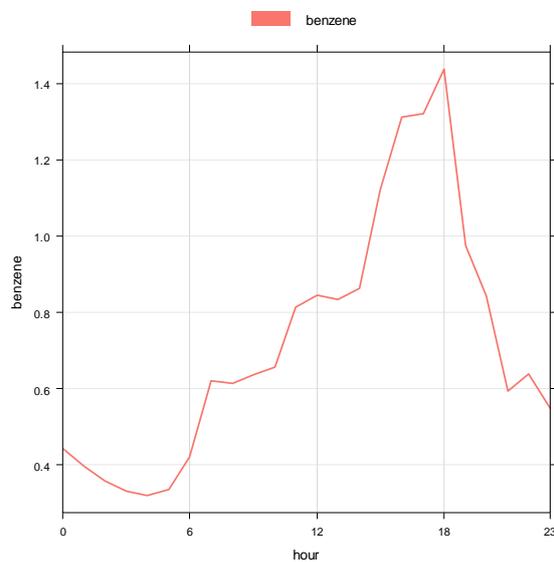


Figura 39: giorno tipo – Benzene

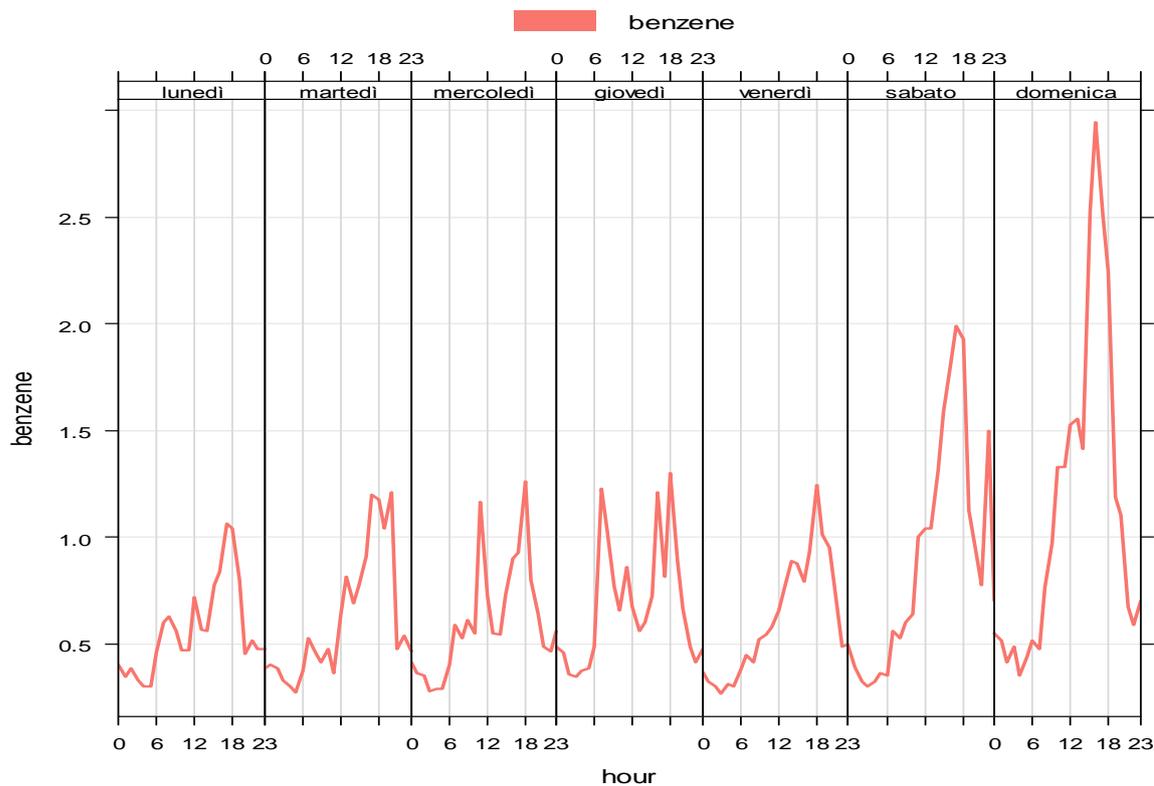


Figura 40: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana - Benzene

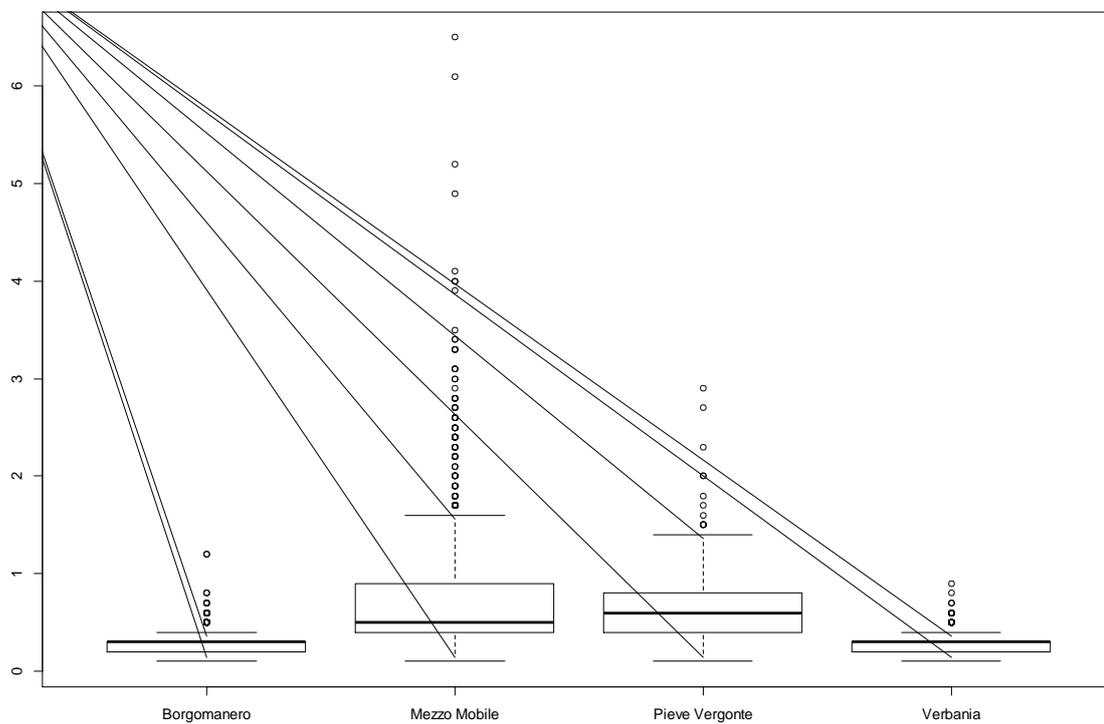


Figura 41: Box Plot Benzene

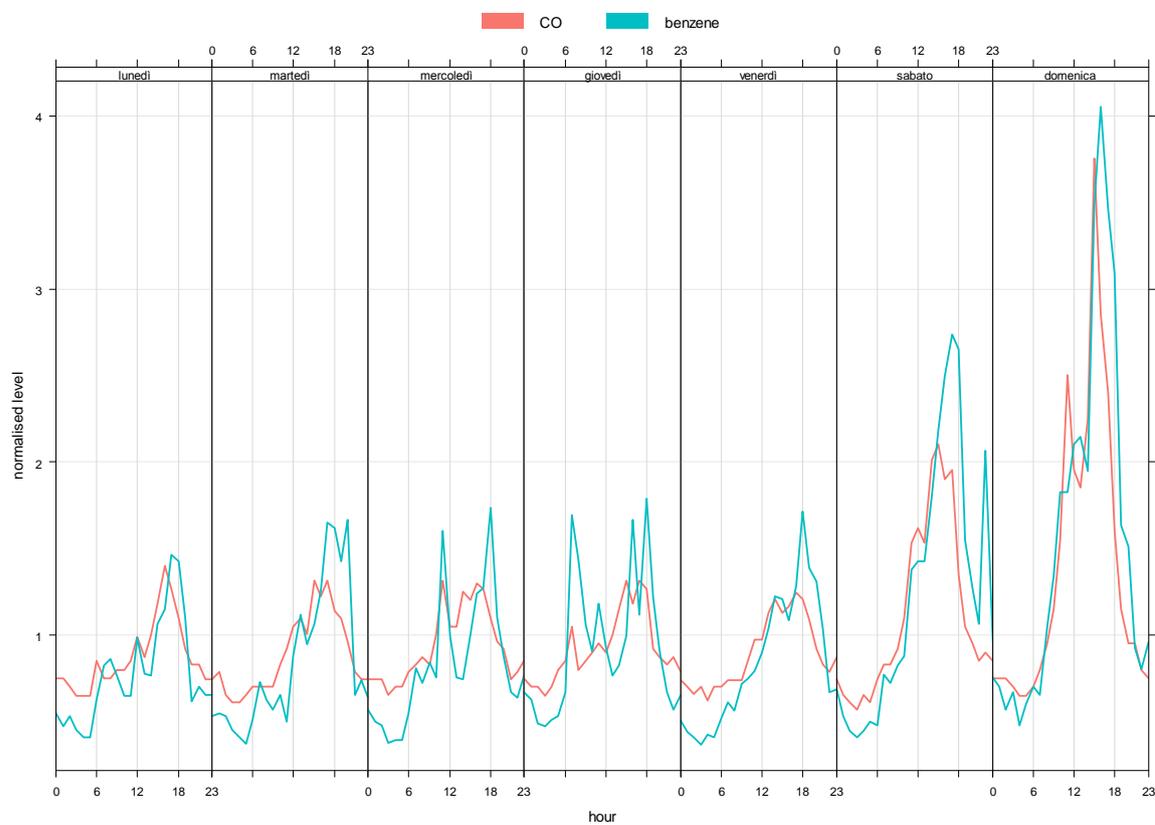


Figura 42: andamento medio orario in relazione al giorno della settimana - Confronto Benzene e Monossido di carbonio - valori normalizzati

POLVERI PM10

Il parametro polveri sottili PM10, nel periodo osservato, non ha fatto registrare superamenti del limite giornaliero di protezione della salute umana fissato dalla normativa a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superare per più di 35 volte per anno civile; il valore più alto rilevato è stato di $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il giorno 08/06/2018 e la media del periodo è risultata pari a $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella 12). Dato il breve periodo di monitoraggio non è possibile fare valutazioni rispetto al limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Da considerare che mediamente per questo tipo di inquinante non si raggiungono valori critici nel periodo estivo, in quanto le favorevoli condizioni dispersive dell'atmosfera, come la maggiore altezza dello strato di rimescolamento, consentono la diluizione degli inquinanti in un volume più ampio, determinando valori di concentrazione generalmente bassi, oltre ai minori apporti emissivi degli impianti di riscaldamento.

Il confronto con le misurazioni di PM10 registrate presso le stazioni fisse della Rete Regionale (figura 43, 44, 46) evidenzia come sia gli andamenti che le concentrazioni siano confrontabili per tutte le stazioni, di fondo e di traffico, a riprova che le variazioni nel tempo sono prevalentemente condizionate da fattori meteo climatici, in particolare dal vento e dal fenomeno di rimozione legato alle precipitazioni atmosferiche (figura 45).

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

	Belgirate MM*	Borgomanero**	Castelletto**	Omegna**	Verbania*
Minima media giornaliera	5	5	2	5	5
Massima media giornaliera	29	25	19	25	26
Media delle medie giornaliere:	13	14	12	15	13
Giorni validi	54	58	59	59	59
Percentuale giorni validi	90%	97%	98%	98%	98%
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	0	0	0	0	0

*campionatore gravimetrico

**campionatore automatico Beta

Tabella 12: reportistica polveri sottili PM10

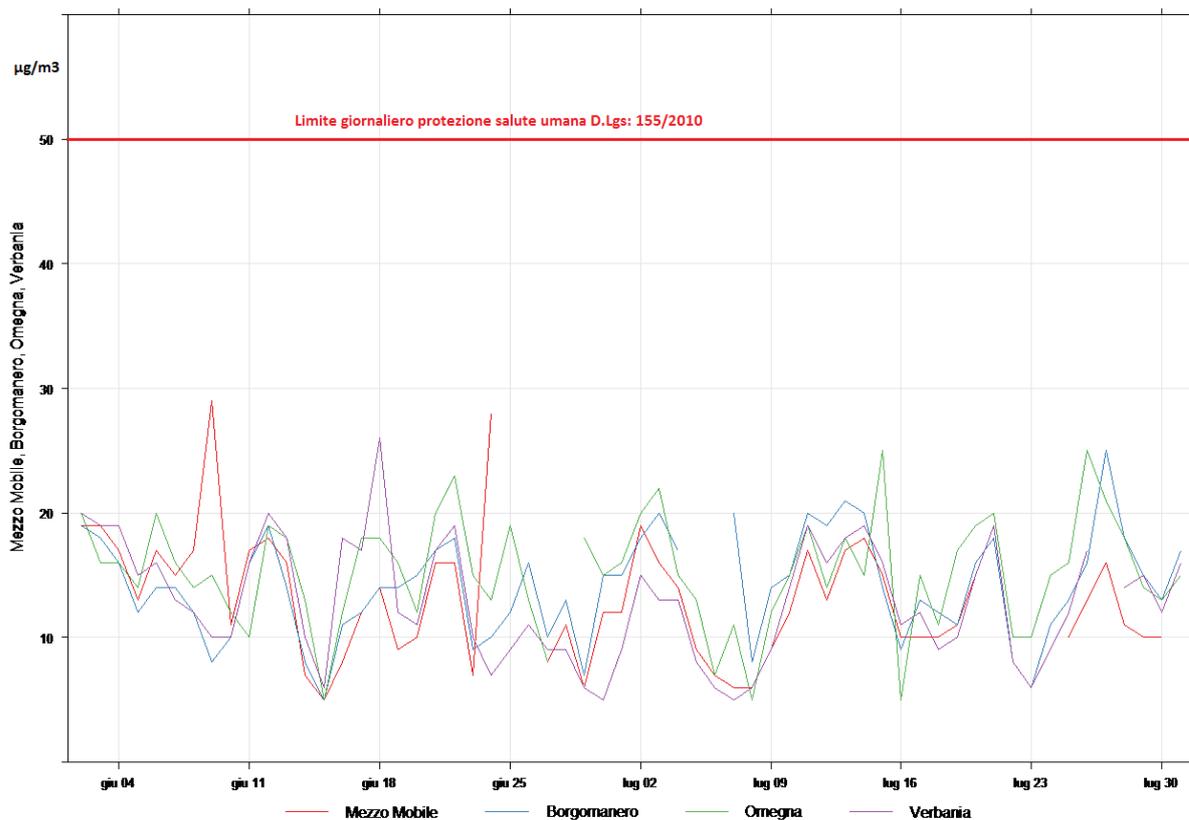


Figura 43: confronto valori giornalieri di PM10

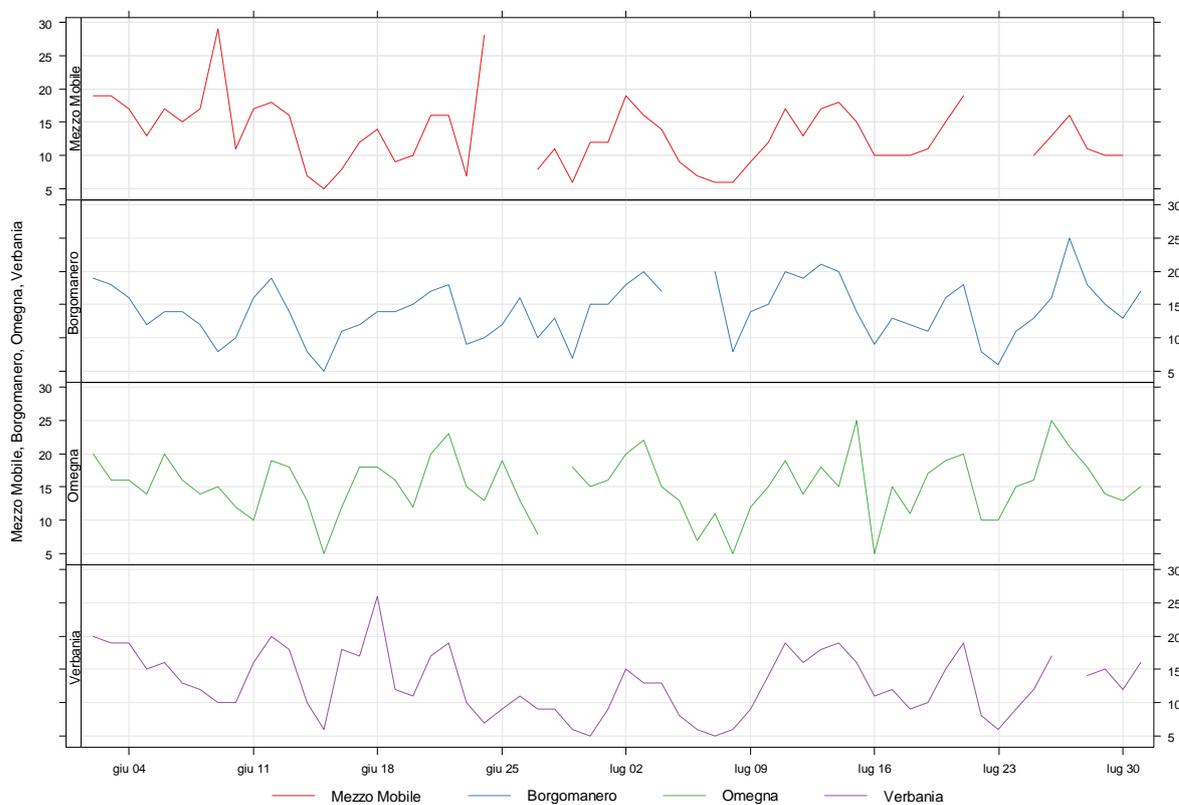


Figura 44: confronto valori giornalieri di PM10

Pioggia cumulata giornaliera e concentrazione di PM10 rilevate

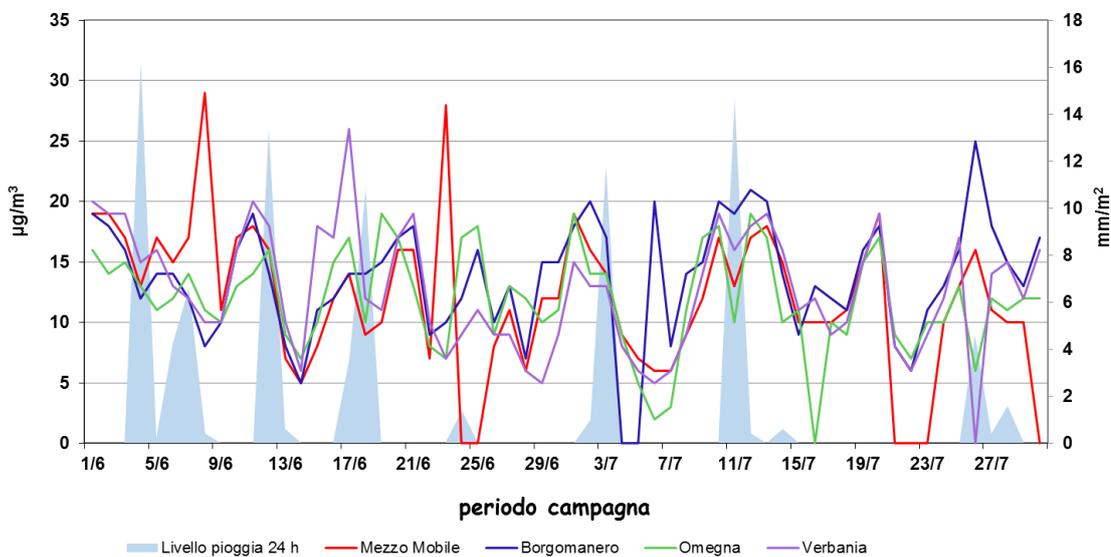


Figura 45: pioggia cumulata giornaliera e concentrazione di PM10 rilevata nelle stazioni di interesse

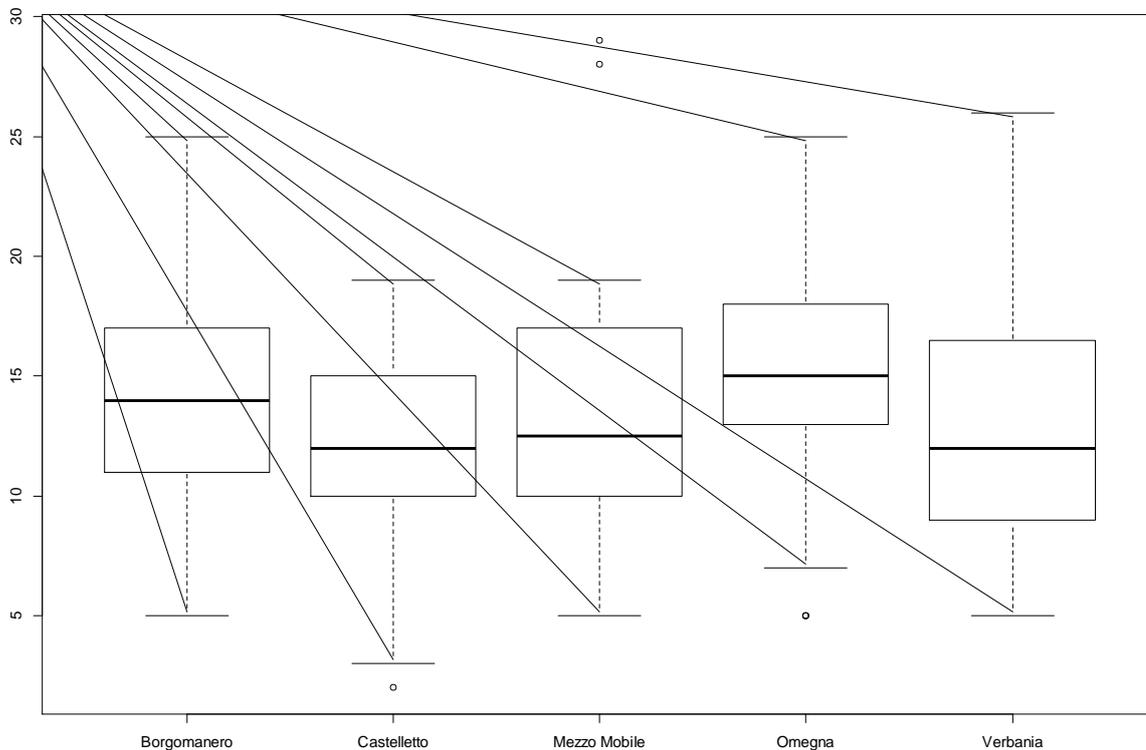


Figura 46: box plot polveri PM10

Metalli – Arsenico, Cadmio, Nichel, Piombo

La determinazione dei metalli viene eseguita su “campioni composti” mensili, ottenuti mediante fustellazione dei filtri giornalieri campionati e validati ai fini della determinazione del PM10.

Le concentrazioni di Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo rilevate nel campione composito mensile sono riportate in Tabella 13. Per questi metalli la normativa di riferimento (D.Lgs. 155/2010) individua un valore limite per il piombo e valori obiettivo per gli altri metalli, calcolati come media su anno civile, pertanto non è corretto riferire valori ottenuti su un periodo temporale inferiore con limiti prescrittivi annuali; nei grafici seguenti si riportano i limiti di legge a solo scopo conoscitivo.

Nel periodo osservato non si evidenzia alcuna criticità relativamente ai metalli, né presso il sito di monitoraggio, né presso le stazioni della rete fissa prese a confronto, riscontrando concentrazioni inferiori (indicate in corsivo) o prossime ai limiti di quantificazione dei metodi analitici applicati (figure 47, 48, 49, 50).

Unità di misura: nanogrammi / metro cubo

		Belgirate MM	Borgo- manero	Verbania
Media mensile: Arsenico (As)	ng/m ³	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>	<i>0.7</i>
Media mensile: Cadmio (Cd)	ng/m ³	<i>0.07</i>	<i>0.07</i>	<i>0.07</i>
Media mensile: Nichel (Ni)	ng/m ³	<i>0.7</i>	0.9	<i>0.7</i>
Media mensile: Piombo (Pb)	µg/m ³	<i>0.001</i>	0.001	0.001
Giorni validi		54	60	59
Percentuale giorni validi		90%	100%	98%

Tabella 13: concentrazione di Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo nel PM10

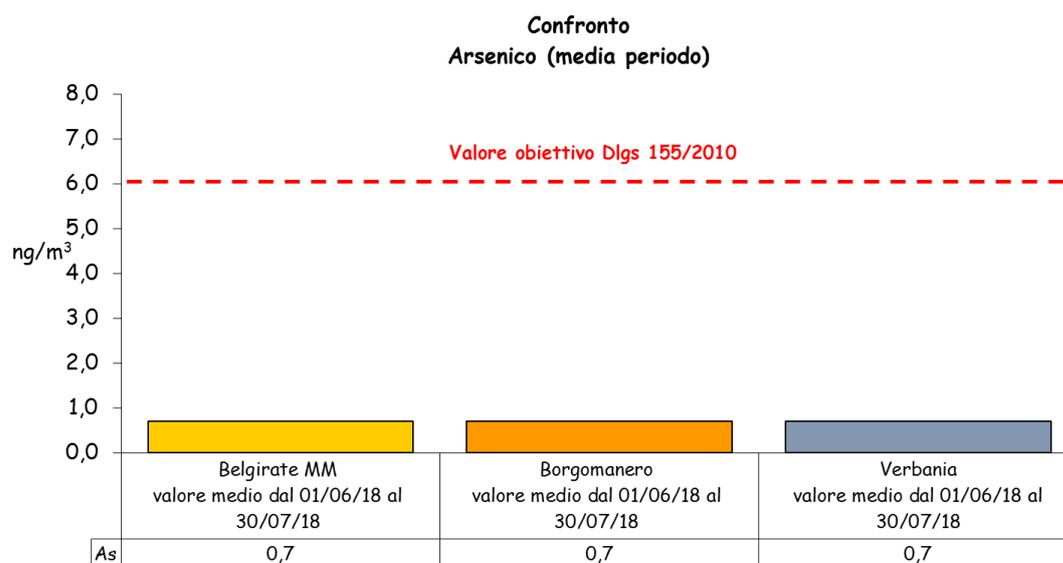


Figura 47: confronto Arsenico - media di periodo

**Confronto
Cadmio (media periodo)**

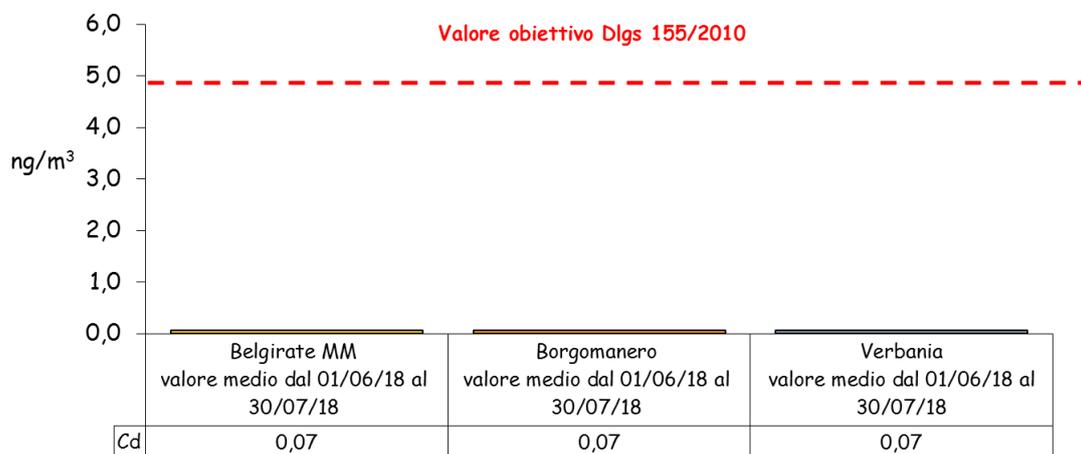


Figura 48: confronto Cadmio – media di periodo

**Confronto
Nichel (media periodo)**

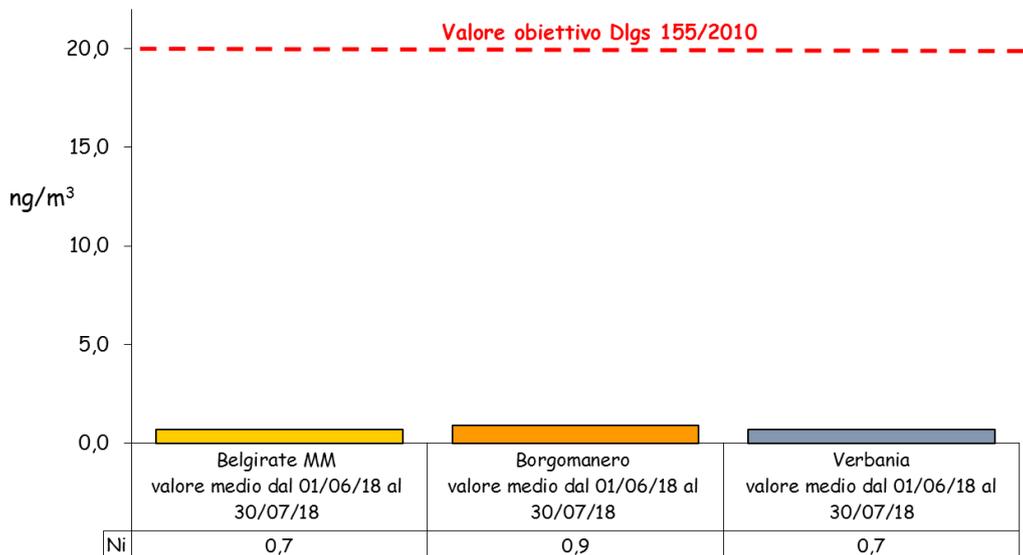


Figura 49: confronto Nichel – media di periodo

Confronto
Piombo (media periodo)

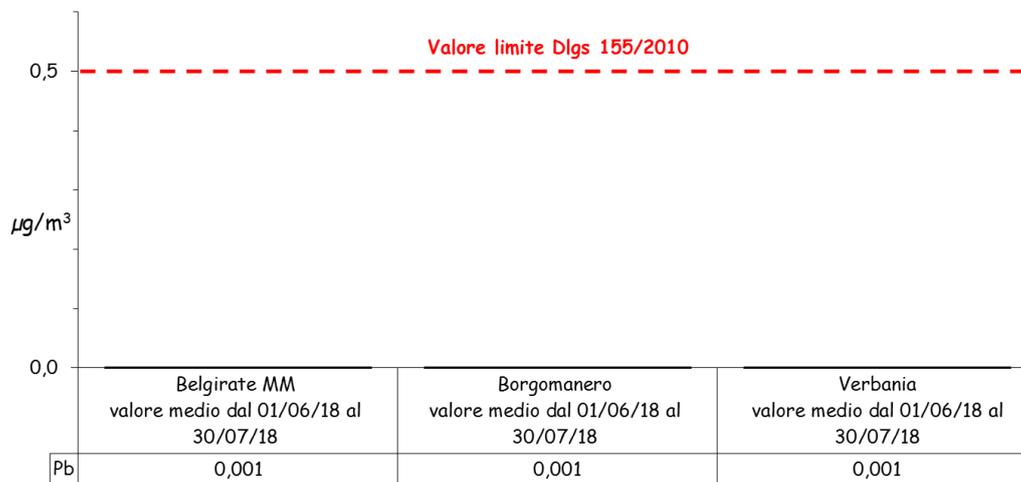


Figura 50: confronto piombo – media di periodo

Benzo(a)Pirene

Il Benzo(a)Pirene è l'unico, tra gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), per il quale la normativa di riferimento (D.Lgs.155/2010) esprime un valore obiettivo, per la concentrazione dell'inquinante nell'aria ambiente; anche in questo caso il valore deve essere calcolato come media annuale e pertanto non è corretto fare confronti con valori ottenuti su periodi inferiori. Il Benzo(a)Pirene viene utilizzato come indicatore dell'esposizione agli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) nell'aria ambiente. In tabella 14 sono riportati i valori determinati analiticamente sulla frazione PM10 del materiale particolato campionato presso i siti di interesse. Le concentrazioni rilevate sono risultate basse, inferiori al limite di quantificazione del metodo applicato.

Unità di misura: nanogrammi / metro cubo

	Belgirate MM	Borgomanero	Verbania
Media delle medie giornaliere (b):	0.04	0.04	0.04
Giorni validi	54	42	59
Percentuale giorni validi	90%	100%	98%

Tabella 14: reportistica Benzo(a)pirene

Confronto Benzo(a)pirene (media periodo)

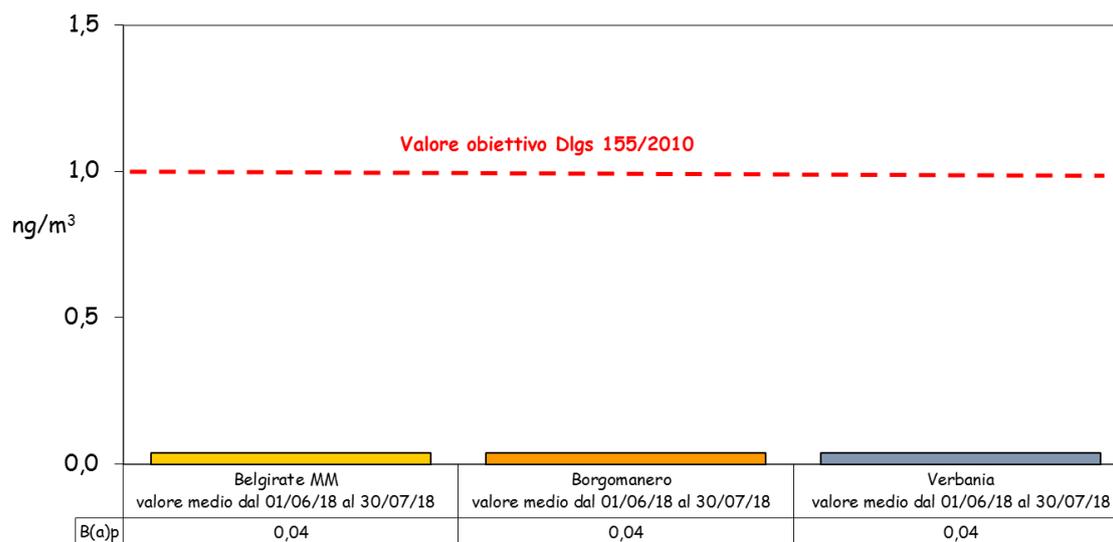


Figura 51: confronto Benzo(a)pirene – media di periodo

CARATTERIZZAZIONE METEOROLOGICA

A livello regionale i mesi di giugno e luglio 2018 hanno presentato un'anomalia termica positiva, rispettivamente di 2.2°C e 1.9°C, rispetto alla media climatologica del periodo 1971-2000. Nel mese di giugno le precipitazioni sono state inferiori alla media, con un deficit di 24.6 mm rispetto alla norma, mentre nel mese di luglio si è registrato un surplus precipitativo di 16.8 mm rispetto alla norma. Il 4 giugno una circolazione depressionaria di origine atlantica localizzata sul Golfo Ligure ha determinato precipitazioni diffuse sull'intero territorio regionale, localmente a carattere temporalesco, facendo registrare, anche presso il sito di monitoraggio, il picco più elevato di pioggia. Il mese di luglio è stato caratterizzato da temperature quasi sempre sopra la norma e da frequenti condizioni di instabilità, con fenomeni temporaleschi anche di forte intensità. Presso il sito di monitoraggio, gli eventi di maggior intensità si sono verificati nei giorni 03/07, 11/07, 20-21/07 e 26/07.

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

Temperatura:

Si sono registrati i seguenti valori: $T_{media} = 23.2 \text{ °C}$; $T_{min} = 15.2 \text{ °C}$ (registrata il 01/06); $T_{max} = 31.9 \text{ °C}$ (registrata il 30/07).

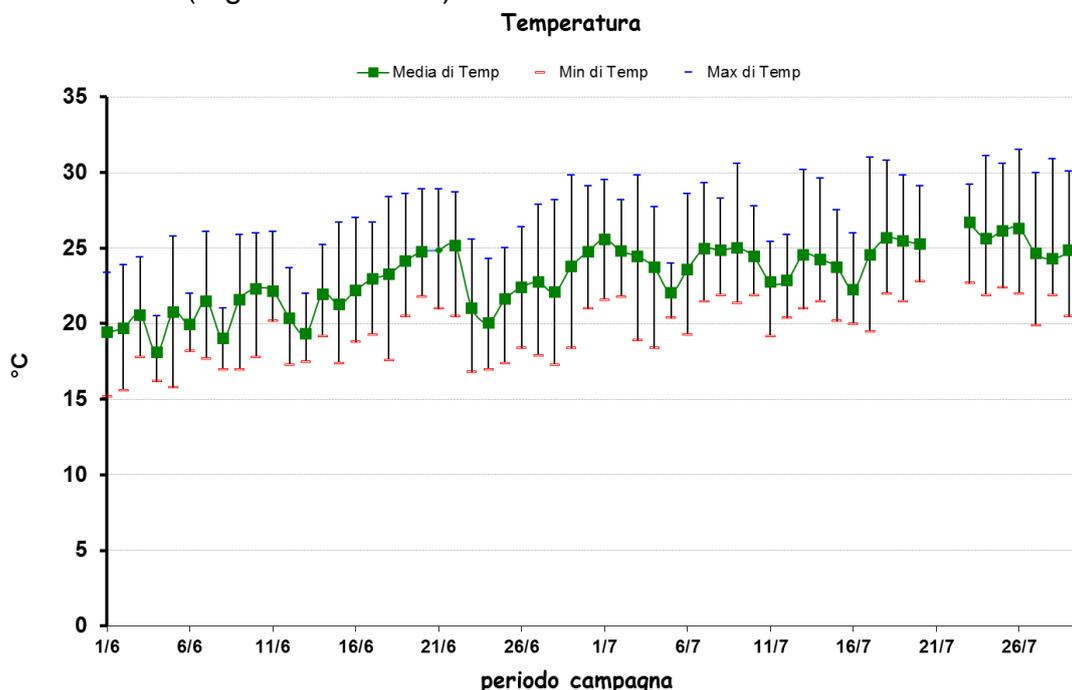


Figura 52: valori giornalieri di temperatura.

Pressione atmosferica:

Variabile tra i 983 e i 997 hPa, con media del periodo di 991 hPa.

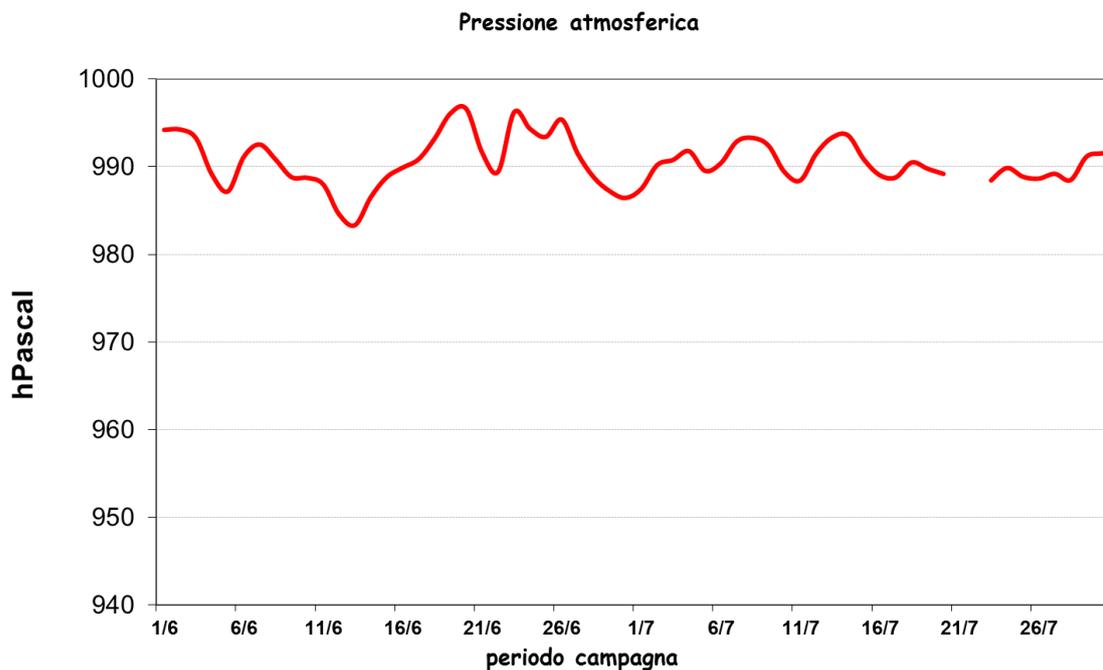


Figura 53: Pressione atmosferica media nel periodo

Piovosità:

La somma totale di pioggia nel il periodo di monitoraggio è stata di circa 92 mm in altezza per ogni metro quadrato di superficie, con un valore di massimo di 16,2 mm/m² registrato il 04/06.

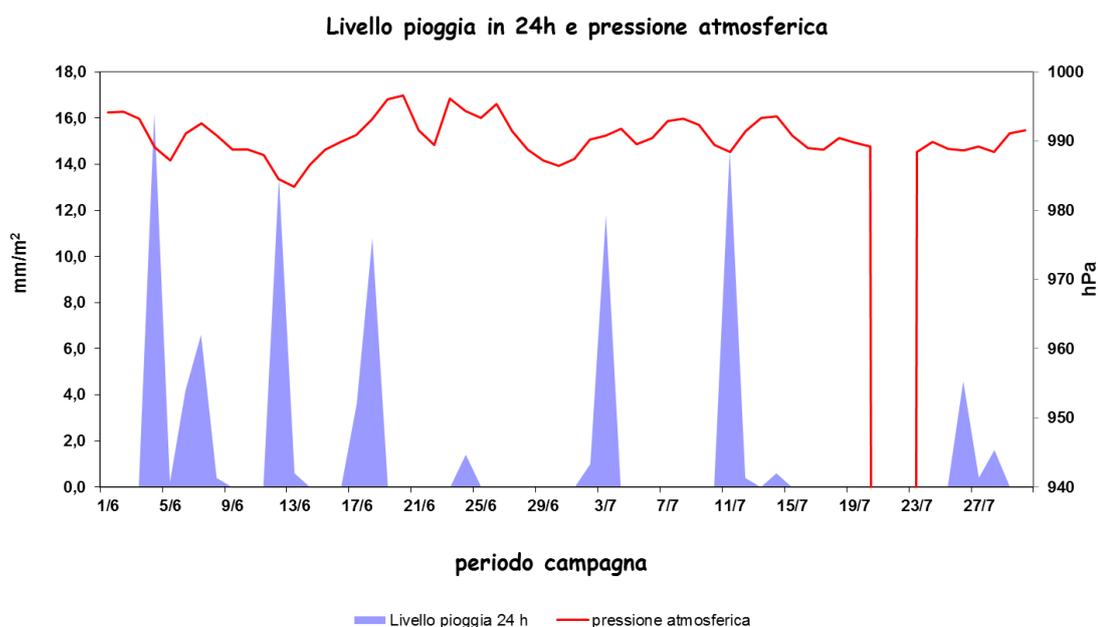


Figura 54: valori giornalieri di pioggia caduta e andamento pressione atmosferica

Vento:

La zona oggetto del monitoraggio è caratterizzata dalla presenza di venti con direzione prevalente da Nord e Nord-Nord-Est, nelle ore diurne e notturne, Sud e Sud-Sud-Ovest, nelle ore diurne. Nel periodo di monitoraggio i venti non hanno mai raggiunto velocità superiori a 5 m/s e le percentuali di calme (ossia i dati con intensità inferiore a 0,5 m/s) sono risultate pari al 27.2 %, con maggior prevalenza nelle ore notturne. Direzione, velocità e prevalenza sono illustrati nei grafici sottostanti.

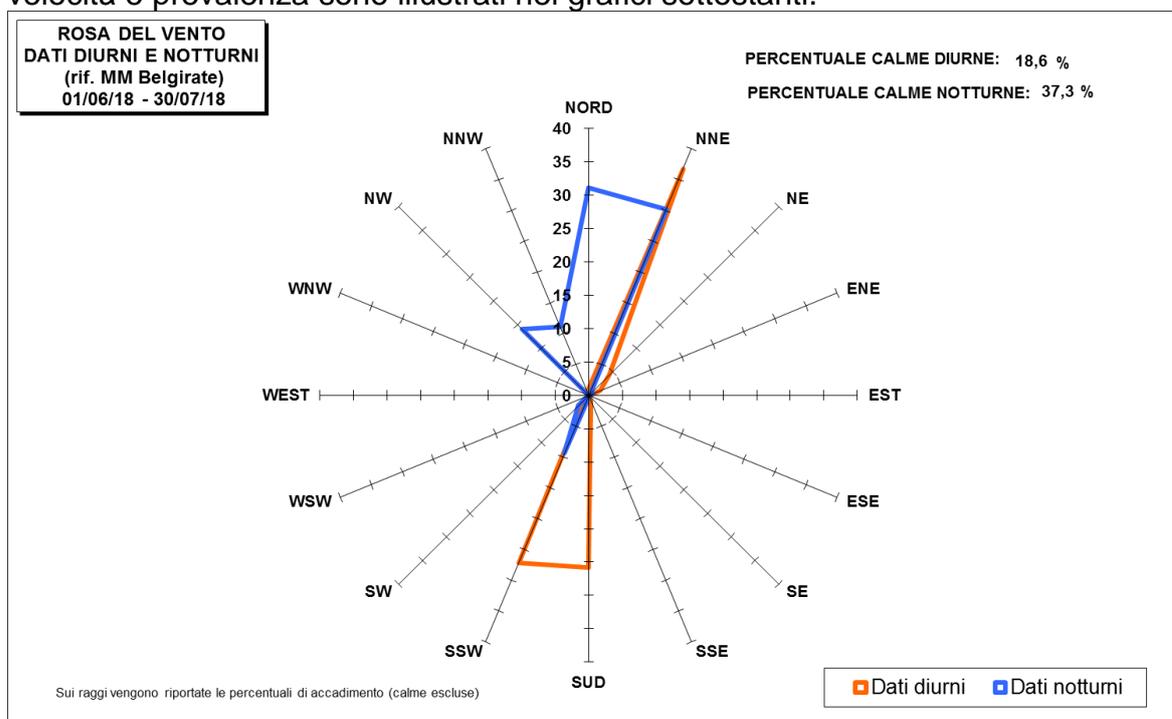


Figura 55: direzione dei venti e dati diurni e notturni nel periodo

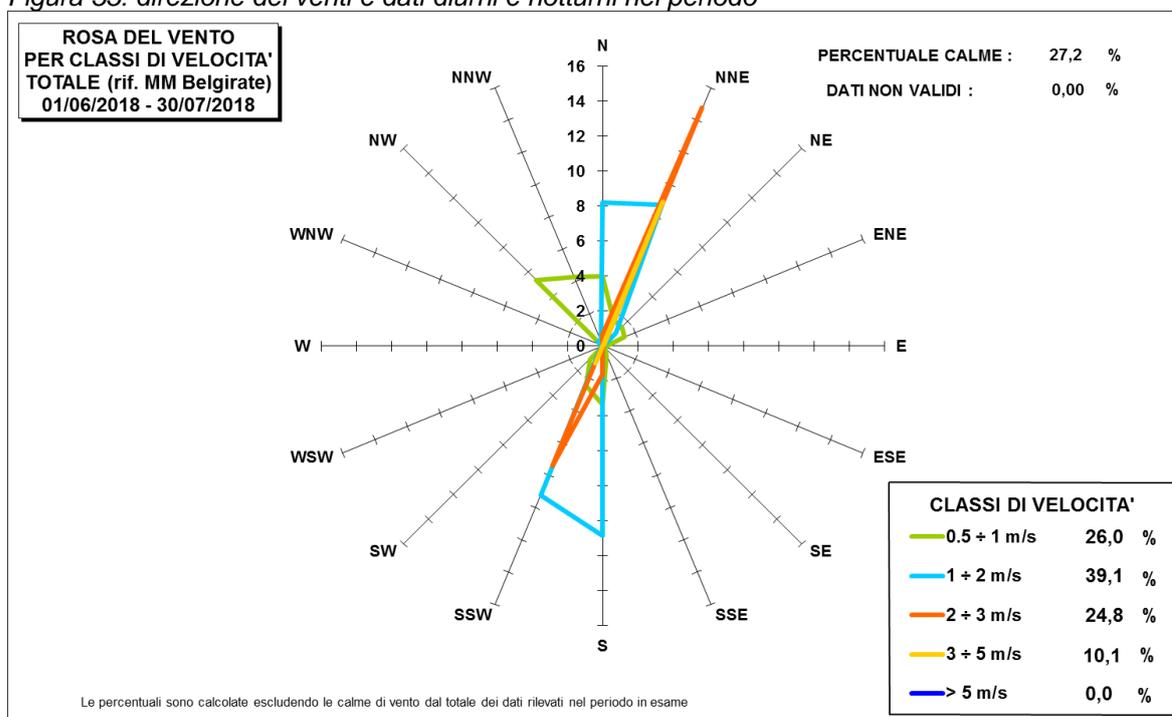


Figura 56: direzione dei venti e classi di velocità nel periodo

CONSIDERAZIONI FINALI

I dati delle concentrazioni degli inquinanti rilevati nel sito di monitoraggio, Comune di Belgirate, Via Mazzini, sono stati confrontati con i dati rilevati dalle stazioni fisse della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria di Castelletto Ticino (tipologia stazione fondo rurale), di Borgomanero (tipologia stazione traffico urbana), di Omegna (tipologia stazione traffico urbana), di Pieve Vergonte (tipologia stazione fondo suburbana) e di Verbania (tipologia stazione fondo urbana).

I dati di inquinanti primari come il **biossido di zolfo** e il **monossido di carbonio**, hanno presentato concentrazioni molto basse, permettendo di supporre il rispetto dei limiti stabiliti dalla normativa, in analogia a quanto viene generalmente riscontrato a livello regionale.

Il **biossido di azoto** non ha presentato episodi di superamento orario; l'inquinante non ha evidenziato particolari criticità, mostrando analogie con quanto è stato rilevato presso le stazioni da traffico della rete regionale di Borgomanero e Omegna, e la stazione di fondo di Castelletto Ticino.

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 $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato superato nella stazione da traffico di Novara-Roma e in alcune stazioni dell'agglomerato di Torino. Le stazioni da traffico presentano generalmente valori di concentrazione più elevati rispetto alle stazioni di fondo.

Il **monossido di azoto** ha presentato livelli di concentrazione paragonabili alle stazioni messe a confronto. Gli andamenti degli ossidi di azoto riscontrati mettono in evidenza l'influenza del traffico veicolare sulla qualità dell'aria della zona.

Le concentrazioni di **ozono** rilevate durante la campagna sono risultate superiori all'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana in 27 giornate su 53, in linea con quanto rilevato presso le altre stazioni della rete. Le concentrazioni maggiori si raggiungono nelle ore centrali della giornata, in corrispondenza delle ore di massimo irraggiamento solare. A livello regionale l'inquinante risulta il più critico in termini di diffusione territoriale e trend storico. Nel 2017 il valore obiettivo, che tra i riferimenti definiti dalla normativa è quello che meglio descrive situazioni di inquinamento e di esposizione della popolazione mediate nel tempo, risulta superato nel 90% delle stazioni dell'intera rete regionale. Da notare che per l'ozono le maggiori criticità si registrano proprio nella stagione estiva, dove la presenza di forte irraggiamento solare e temperature elevate favoriscono la formazione di questo inquinante. Inoltre, essendo un inquinante di formazione secondaria, si può generare a distanza di tempo e di spazio, rispetto alle fonti di inquinamento primario dei precursori (NOx e Composti organici volatili). Le concentrazioni al suolo sono determinate prevalentemente da fenomeni di trasporto su vasta scala, facendo rilevare le maggiori concentrazioni nelle aree suburbane, rurali e in quota, dove risultano determinanti i fenomeni di trasporto sulle lunghe distanze.

Per il parametro **benzene** il sito di monitoraggio ha presentato le concentrazioni medie orarie e massime giornaliere superiori a tutte le stazioni di confronto, ma comunque tali da non evidenziare particolari criticità. Relativamente a questo inquinante il valore limite annuale per la protezione della salute umana, fissato dal D.Lgs. 155/2010 a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, è da tempo ampiamente rispettato in tutto il territorio regionale, anche nelle stazioni di traffico storicamente caratterizzate dai valori più elevati.

Le concentrazioni di polveri sottili **PM10**, nel periodo osservato, non hanno presentato alcuna criticità, risultando in linea con gli andamenti presentati dalle stazioni della rete regionale messe a confronto e con quanto generalmente si riscontra nel periodo estivo, relativamente al parametro.

L'inquinante, caratterizzato da un'elevata variabilità stagionale, presenta le maggiori criticità nel periodo invernale, quando ai maggiori apporti emissivi degli impianti di riscaldamento si associano le ridotte capacità dispersive dell'atmosfera.

Per quanto riguarda le concentrazioni di **Arsenico, Cadmio, Nichel, Piombo e Benzo(a)Pirene**, determinati nella frazione PM10 del materiale particolato, non emergono criticità, in quanto nel periodo di monitoraggio hanno presentato concentrazioni inferiori o prossime ai limiti di quantificazione dei metodi analitici applicati; i valori rilevati denotano livelli di fondo. Si sottolinea che anche per questi inquinanti le maggiori concentrazioni si rilevano generalmente nel periodo invernale, secondo le tendenze delle polveri sottili.

Dagli andamenti riscontrati dei principali inquinanti si può affermare che, limitatamente al periodo monitorato, la tipologia emissiva prevalente sul territorio comunale è individuata nel traffico veicolare, in coerenza con quanto evidenziato dalle stime fornite dall'Inventario Regionale delle Emissioni in atmosfera (IREA).

I maggiori apporti di inquinanti registrati nei giorni di sabato e domenica denotano flussi di traffico legati all'attrattività turistica del territorio.

Le stazioni della Rete Regionale della Qualità dell'Aria, prese a riferimento per i confronti con il sito di monitoraggio, sono risultate nel complesso rappresentative della qualità dell'aria del territorio comunale.