



TRASMISSIONE VIA PEC

*N. di prot. nell'oggetto del messaggio PEC.
Dati di prot. nell'allegato "segnatura.xml"*

Omegna, 01/02/2017

Comune di Domodossola

Piazza Repubblica dell'Ossola, 1
28845 – Domodossola (VB)

protocollo@pec.comune.domodossola.vb.it

e p.c.

Ufficio Ambiente

e-mail: ambiente@comune.domodossola.vb.it

Provincia VCO

Viale dell'Industria, 25
28924 Verbania

protocollo@cert.provincia.verbania.it

Rif. Vs. prot. n. 10263 del 06/05/2016 (prot. ARPA n. 38418 del 06/05/2016, servizio ARPA B5.16 fasc. 9/2016A)

OGGETTO: invio tramite PEC relazione tecnica campagna di monitoraggio anno 2016

Con la presente si trasmette la relazione tecnica sulla Campagna di Monitoraggio della qualità dell'aria, eseguita in Comune di Domodossola, piazza Repubblica dell'Ossola, dal 10 ottobre al 11 novembre 2016.

Cordiali saluti.

Il Dirigente Responsabile
dell'Attività di Produzione Nord Est
Dott.ssa Anna Maria Livraga
(Firmato digitalmente)

AML/eb

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

**DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE NORD EST
ATTIVITÀ DI PRODUZIONE NORD EST**

OGGETTO:

**Campagna di monitoraggio Qualità dell’Aria con mezzo mobile
Comune di Domodossola – Piazza Repubblica dell’Ossola
10/10/2016 - 11/11/2016**



RELAZIONE DI CONTRIBUTO TECNICO-SCIENTIFICO

Redazione	Funzione: Collaboratore professionale	Data: 23/01/2017	Firma: 
	Nome: Evelina Ballato		
Verifica e approvazione	Funzione: Dirigente Responsabile dell’Attività di Produzione Nord Est	Data: 01/02/2017	Firma: firmato digitalmente
	Nome: Dott.ssa Anna Maria Livraga		

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

INDICE

L'INQUINAMENTO DELL'ARIA	3
PRINCIPALI SORGENTI EMISSIVE.....	3
PRINCIPALI FATTORI METEOCLIMATICI.....	8
QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	8
INQUINANTI OGGETTO DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	10
IL LABORATORIO MOBILE.....	15
OBIETTIVO DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	16
SITO DI MISURA	17
RISULTATI.....	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
CARATTERIZZAZIONE METEREologica	42
CONSIDERAZIONI FINALI.....	45

L'INQUINAMENTO DELL'ARIA

L'aria è costituita per circa il 78 % da azoto, per circa il 21 % da ossigeno e per il 1% da argon e altri gas. Sebbene le concentrazioni dei gas che compongono mediamente l'atmosfera siano pressoché costanti, in realtà si tratta di un sistema dinamico in continua evoluzione, per cause naturali e antropiche, in cui avvengono molteplici processi chimici.

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.

Le sostanze alteranti sono i cosiddetti inquinanti, immessi in atmosfera da fonti antropogeniche e naturali, che possono avere natura particellare, come le polveri (PM o Particulate Matter), i metalli quali arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni) e piombo (Pb), o avere natura gassosa, come il biossido di zolfo (SO₂), il monossido di carbonio (CO), gli ossidi di azoto NO_x (ovvero NO e NO₂), l'ozono (O₃), ed i composti organici volatili (COV).

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 SNAP (Selected Nomenclature for sources of Air Pollution), suddivise in 11 macrosettori.

In tabella 1 si riportano le stime emissive per il Comune di Domodossola, 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 2010 - Comune di DOMODOSSOLA										
MACROSETTORE	CH4	CO	CO2	N2O	NH3	NMVOG	NOx (come NO2)	SO2	PM10	PM2.5
02 - Combustione non industriale	16,96	205,05	31,55	1,25	0,46	19,69	25,20	1,28	18,72	18,52
03 - Combustione nell'industria	0,13	1,56	6,79	0,0411		0,30	7,71	1,46	0,067	0,061
04 - Processi produttivi						5,65				
05 - Estrazione e distribuzione combustibili	207,45					14,56				
06 - Uso di solventi						49,55				
07 - Trasporto su strada	2,27	121,34	22,95	0,73	1,41	19,78	94,50	0,14	14,15	6,47
08 - Altre sorgenti mobili e macchinari	0,043	4,09	0,62	0,2325	0,00138	1,84	7,70	0,104	0,951	0,905
09 - Trattamento e smaltimento rifiuti	424,715		1,15	0,37						
10 - Agricoltura	12,05			1,18	5,38	10,44	0,00		0,064	0,041
11 - Altre sorgenti e assorbimenti	0,12	1,61	-11,50	0,0029	0,00	230,34	0,074	0,016	0,943	0,937
Totale Comune di Domodossola	663,74	333,65	51,57	3,81	7,25	352,16	135,19	3,01	34,90	26,94
Totale Provincia di Verbania	3938,5	7041,0	-54,2	125,3	268,1	13828,5	2636,9	284,8	795,7	646,8

Tabella 1: Totale emissioni per macrosettore di attività relative al Comune di Domodossola (t/anno) - Fonte IREA - Inventario Regionale Emissioni in Atmosfera 2010

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 sono riportati in grafico i contributi percentuali alla formazione di tali inquinanti, per le diverse fonti emmissive individuate e stimate, per il Comune di Domodossola.

Risulta evidente come concorrano principalmente alla formazione delle polveri PM gli impianti di combustione non industriale (54%), ossia finalizzati alla produzione di calore per il riscaldamento domestico (impianti residenziali, commerciali, istituzionali, agricoli) e il trasporto su strada (40%, traffico veicolare, usura freni, ruote, strada). Contribuiscono per circa il 3% il macrosettore 08, altre sorgenti e macchinari, che include il trasporto ferroviario e le sorgenti mobili a combustione interna non su strada, quali ad esempio i mezzi agricoli, forestali e industriali e il macrosettore 11, che comprende tutte le attività non antropiche che generano emissioni e assimilabili, identificate come altre sorgenti e assorbimenti come ad esempio attività fitologica di piante, fulmini, emissioni dal suolo, piantumazioni, incendi di boschi.

Per gli ossidi di azoto il contributo principale è imputabile alle emissioni del trasporto su strada (70%), al riscaldamento domestico (combustione non industriale 18%), al contributo del macrosettore 08, altre sorgenti e macchinari (6%) e a quei processi di combustione riconducibili all'attività industriale (caldaie, fornaci, ecc. 6%).

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 fonte emmissive individuate, che possono concorrere alla formazione di questi inquinanti, sono le attività non antropiche identificate come "Altre sorgenti e assorbimenti" (65% le stesse che contribuiscono in piccola percentuale al particolato atmosferico), le attività che utilizzano solventi (14%, verniciatura e sgrassaggio), il trasporto su strada (6%), il riscaldamento domestico (6%) e l'estrazione e distribuzione di combustibili (4%).

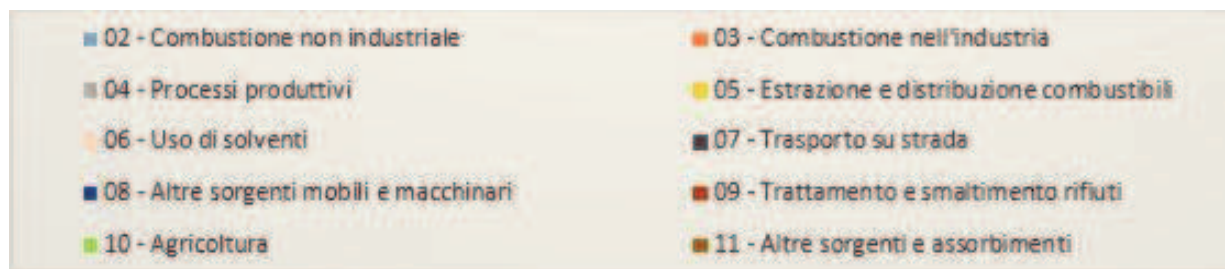
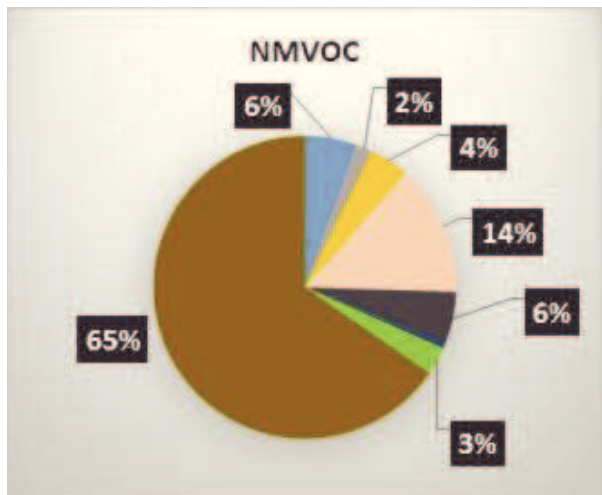
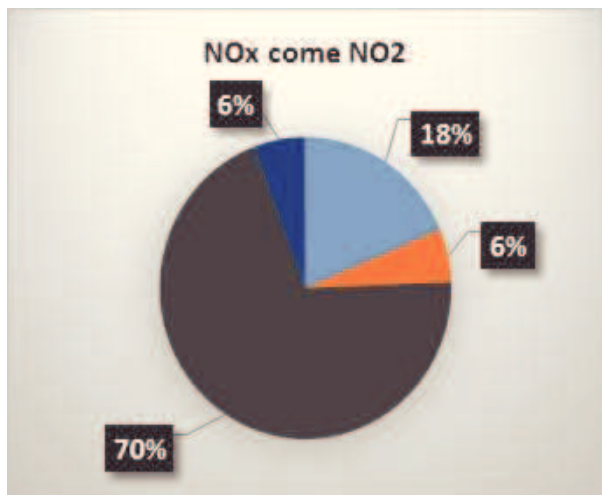
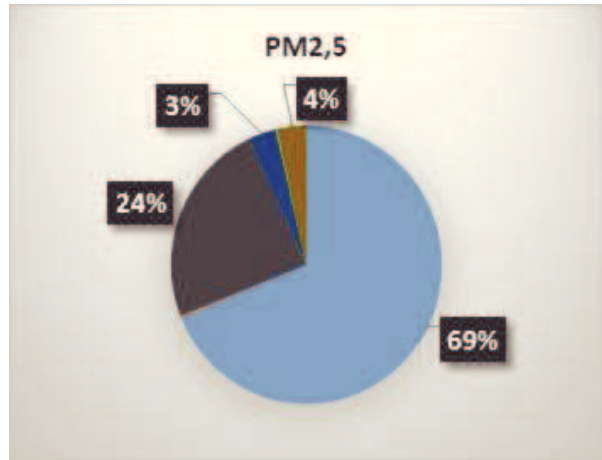
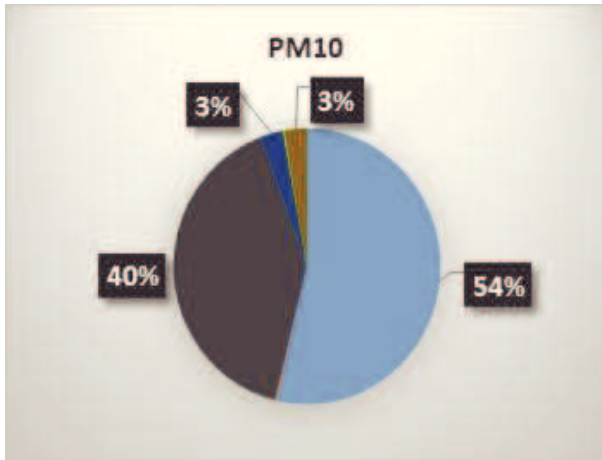


Figura 1: Fonti emittive in Comune di Domodossola per macrosettor – 2010 (Fonte IREA)

ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO

La zonizzazione del territorio è il presupposto per l'attività di valutazione della qualità dell'aria ambiente, sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale, per l'individuazione delle aree di superamento dei valori limite, delle soglie e dei valori obiettivo previsti dalla normativa. 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 Domodossola ascritto alle zone altimetriche di Montagna in conformità alla classificazione ISTAT, è assegnato alla zona codice IT0121. La zona si caratterizza per livelli di concentrazione di PM10 e benzo(a)pirene compresi 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 Domodossola non è risultato in area di superamento 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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e come media annuale $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e al biossido di azoto (media annuale $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

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

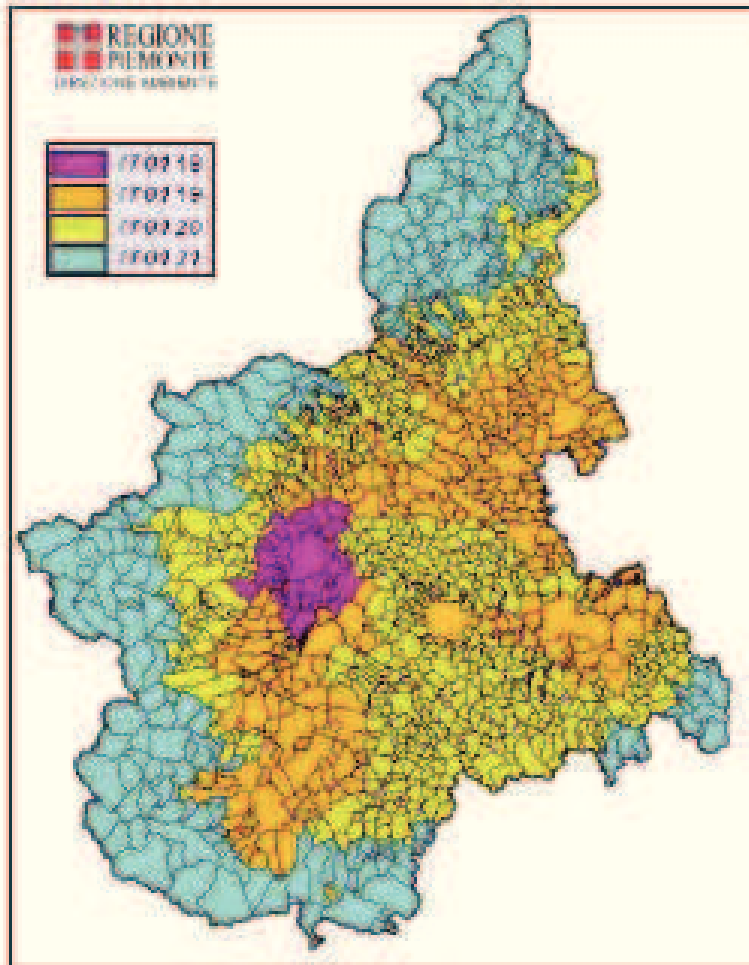


Figura 2: Rappresentazione grafica della nuova zonizzazione regionale (Fonte: DGR41-855 del 29/12/2014)

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	0,66
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	2,78	4,02	1,03	0,19	1,66

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

PRINCIPALI FATTORI METEOCLIMATICI

La situazione meteorologica è di fondamentale importanza per la comprensione e spiegazione dei livelli di inquinamento: influisce sulla velocità di trasporto degli inquinanti e sulla loro dispersione in atmosfera e al suolo, definisce il volume in cui si disperdono (ad esempio l'altezza di rimescolamento, connessa alla quota della prima inversione termica, può essere identificata come la quota massima fino alla quale gli inquinanti si diluiscono), determina la velocità di alcune reazioni chimiche per la formazione degli inquinanti secondari, quali ad esempio l'ozono.

Pertanto nelle attività di monitoraggio della qualità dell'aria vengono considerati i seguenti parametri meteo climatici:

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

QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria prevede valori di riferimento per gli inquinanti più rilevanti, sia in riferimento al rischio sanitario che ambientale (D.Lgs. 155/2010 e s.m.i).

Detti valori 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]	Ogni media su 8 h è assegnata al giorno nel quale la stessa termina	Media su 8 ore massima giornaliera
	Valore limite per la protezione dei beni materiali	40 [µg/m ³]		Media annua
	Protezione della vegetazione	AOT40 6000 [µg/m ³ *h]	1 h cumulativa da maggio a luglio	

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 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 bluastro.

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 è costituito da particelle solide o liquide in sospensione nell'aria la cui origine può essere primaria (emesse come tali) o secondaria (da una serie di reazioni fisiche e chimiche). Viene classificato sulla base delle dimensioni aerodinamiche in:

PM10 (diametro > 10 μm)

PM2,5 (diametro > 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.

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.

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 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 12341:1999	PM10, CHARLIE HV TCR Tecora
Benzo(a)pirene	Analisi su particolato PM10 mediante GC-MS	Metodo interno U.RP.M401	-
Pb	Analisi su particolato PM10 mediante ICP- MS	Metodo interno 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	Gascromatografia (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.

Il monitoraggio svolto fornisce una valutazione della qualità dell'aria ambiente in riferimento ai limiti normativi previsti dal D.Lgs.155/2010.

I dati rilevati sono confrontati con le misurazioni effettuate nello stesso periodo, dalle stazioni fisse della Rete di Rilevamento Regionale della Qualità dell'Aria (RRQA), ubicate a Domodossola in Via Curotti, a Verbania e a Novara in Via Roma (per il parametro SO₂).



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

 stazione suburbana  stazione urbana

SITO DI MISURA

Il sito di campionamento è localizzato in Comune di Domodossola, in Piazza Repubblica dell'Ossola, in prossimità del Palazzo di Città, e l'attività di monitoraggio è stata effettuata dal 10/10/2016 al 11/11/2016.

Il Comune è il centro principale della Val D'Ossola e si trova nella piana del fiume Toce, alla confluenza delle Valli Bognanco, Divedro, Antigorio, Formazza, Isorno e Vigizzo.

Il territorio comunale si estende tra i 238 m s.l.m. e i 2635 m s.l.m., per un totale di circa 37 Km²; presenta una densità abitativa di 498,9 ab/Km² (nel 2009) e una popolazione di poco superiore ai 18000 abitanti.

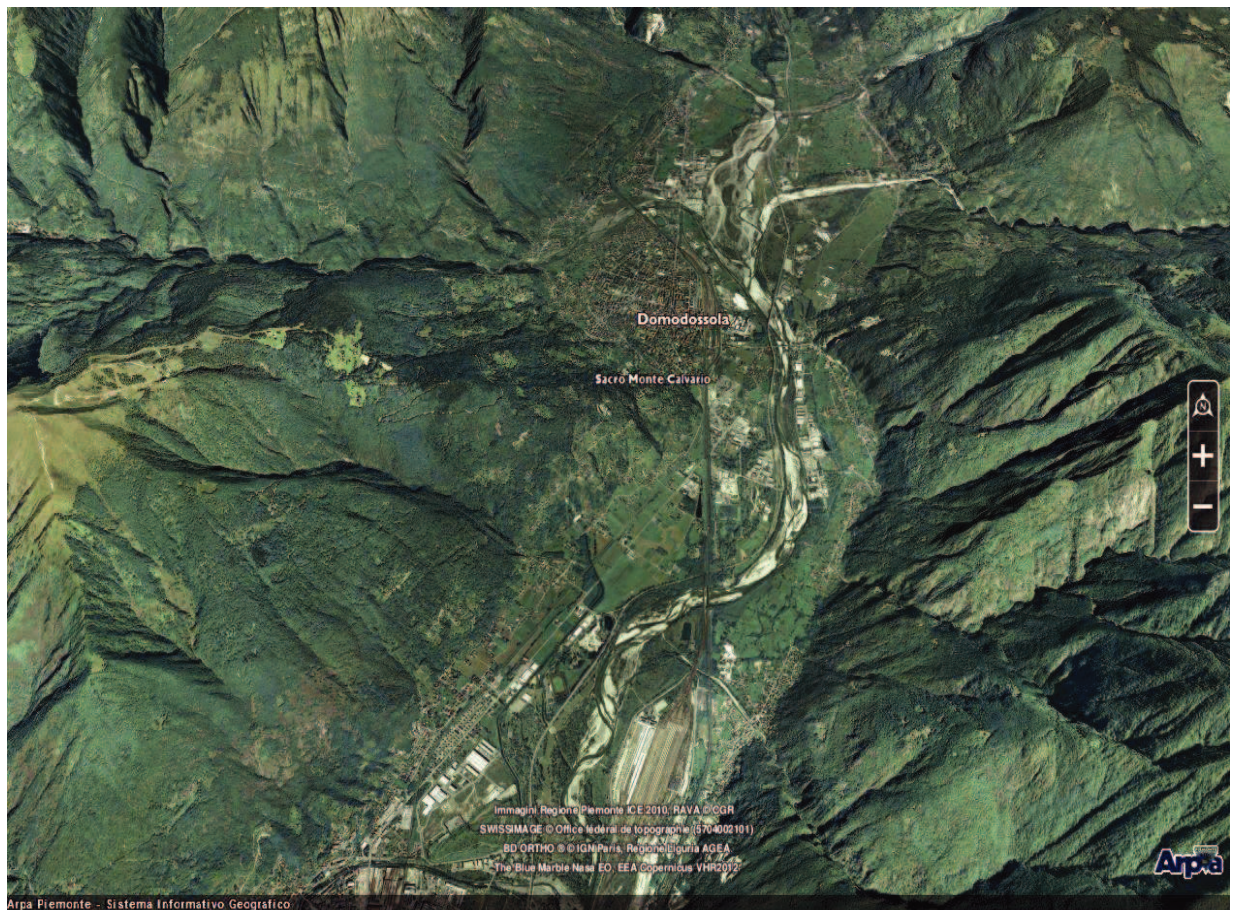


Figura 5: Contesto territoriale (fonte ARPA Piemonte – Sistema Informativo Geografico).



Figura 6: sito di monitoraggio Piazza Repubblica dell'Ossola (fonte: Ortofoto Regione Piemonte Geoportale ARPA Piemonte)

Il sito di monitoraggio può essere assimilato a una stazione di misurazione di traffico in area di tipo urbana a carattere prevalentemente residenziale e commerciale. Il livello di inquinamento è influenzato prevalentemente da emissioni da traffico, provenienti dalle strade limitrofe caratterizzate da intensità di traffico medio alta.

Sito	Tipo di stazione	Tipo di area	Caratterizzazione della zona	Coordinate UTM WGS84
Domodossola	Traffico	Urbana	Residenziale/Commerciale	X= 445302 Y= 5107087

Tabella 5: definizione secondo Criteri for EUROAIRNET e la Decisione 2001/752/CE

La stazione di monitoraggio della rete fissa (RRQA), posizionata in Via Curotti, distante circa 1400 m. in linea d'aria dal sito oggetto di indagine, è classificata come stazione di misurazione di fondo, in area di tipo suburbana a carattere prevalentemente residenziale/commerciale. Il punto di campionamento si ritiene rappresentativo dei livelli medi di inquinamento caratteristici dell'area, risultanti da fenomeni di trasporto anche dall'esterno dell'area e dalle emissioni dell'area stessa.

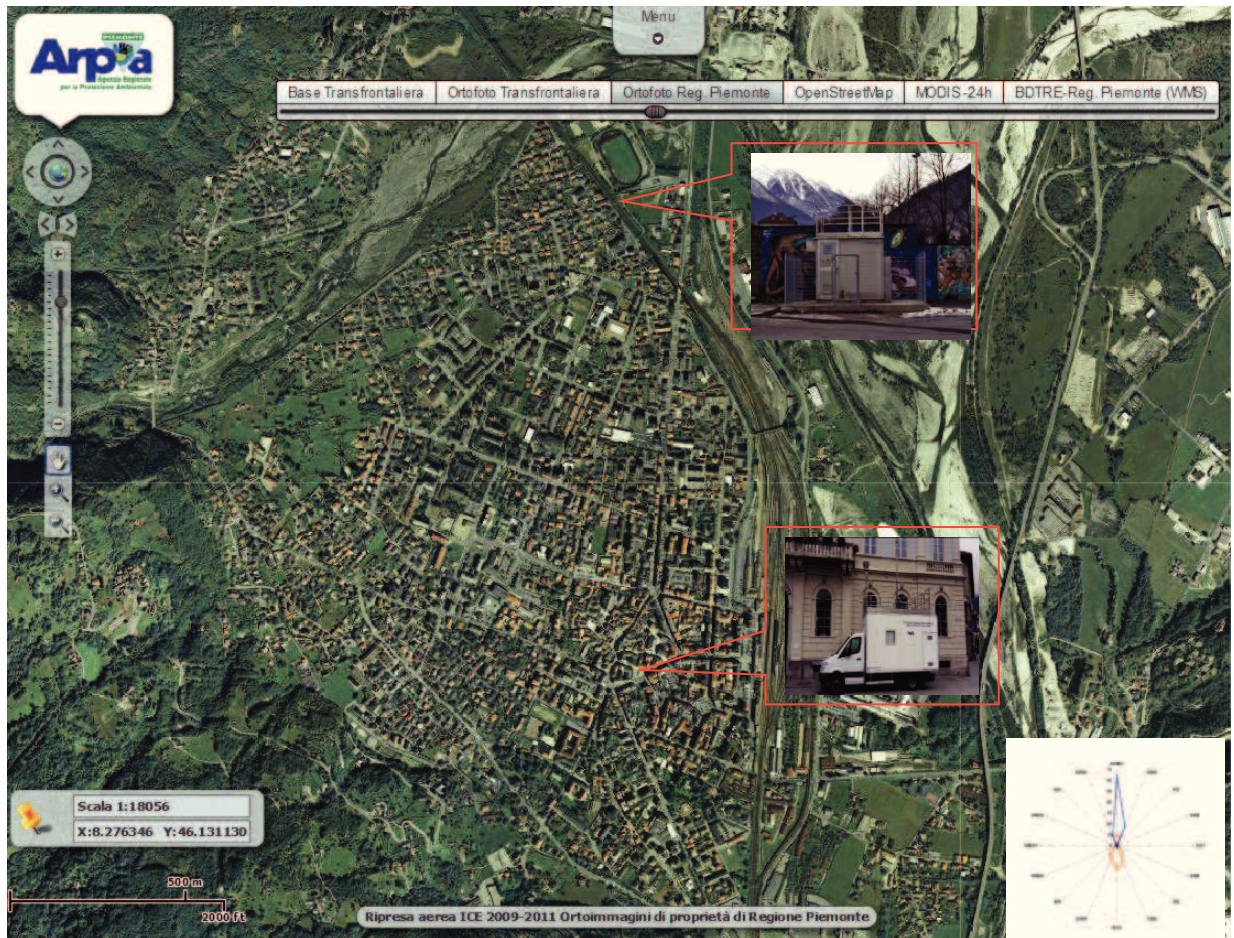


Figura 7: sito di monitoraggio Piazza Repubblica dell'Ossola e stazione fissa della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria in Via Curotti (fonte: Ortofoto Regione Piemonte Geoportale ARPA Piemonte)

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 di Domodossola Via Curotti, di Verbania Gabardi e di Novara Via Roma, selezionate in funzione del parametro considerato. I dati elaborati sono riferiti al periodo 11/10/2016 – 10/11/2016.

Biossido di Zolfo (SO₂)

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

Minima media giornaliera	7
Massima media giornaliera	9
Media delle medie giornaliere (b):	8
Giorni validi	31
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	8
Massima media oraria	10
Ore valide	741
Percentuale ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)</u>	0

Tabella 6: reportistica Biossido di Zolfo

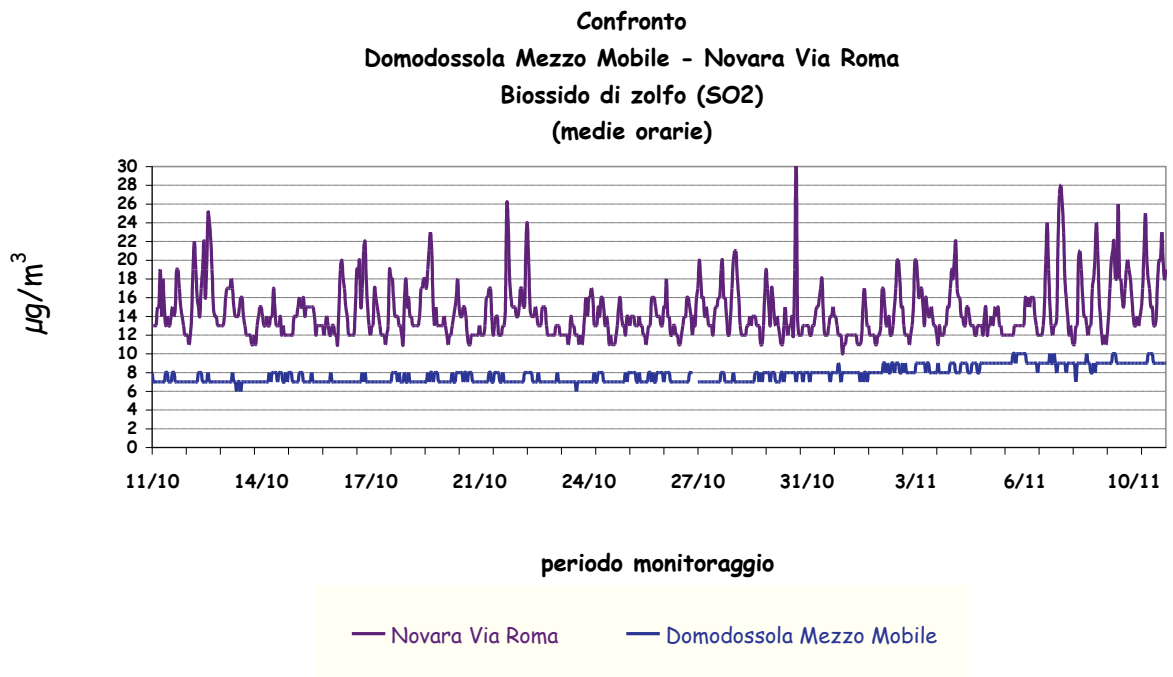


Figura 8: medie orarie Biossido di Zolfo

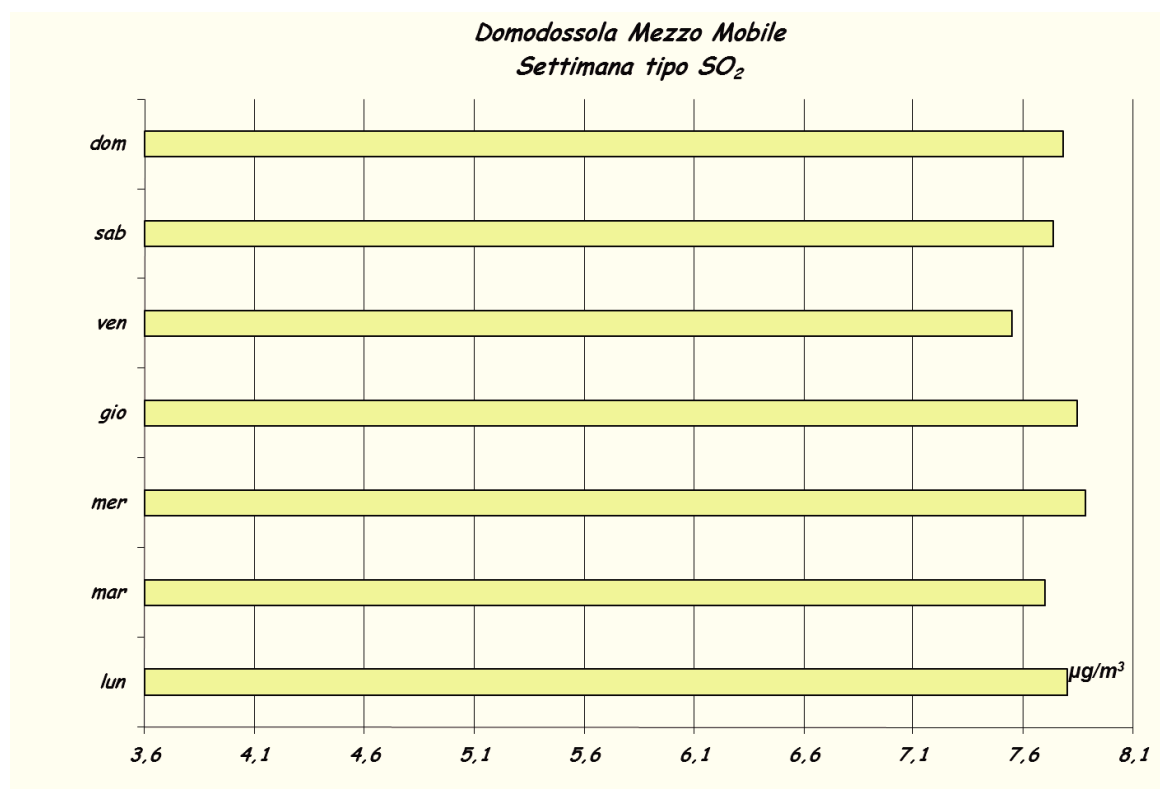
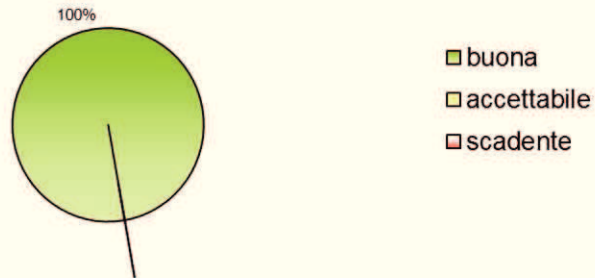


Figura 9: settimana tipo Biossido di Zolfo

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA INDICATIVA DELLA QUALITA' DELL'ARIA RELATIVAMENTE AI VALORI DI BLOSSIDO DI ZOLFO RILEVATI



CRITERI DI ASSEGNAZIONE:

N° VALORI ≤ 125 CLASSE BUONA

125 < N° VALORI ORARI < 250 CLASSE ACCETTABILE

N° VALORI > 250 CLASSE SCADENTE

Figura 10: giudizio sulla qualità dell'aria relativo al Biossido di Zolfo

Monossido di Carbonio (CO)

Unità di misura: milligrammi / metro cubo

Minima media giornaliera	0.4
Massima media giornaliera	1.0
Media delle medie giornaliere (b):	0.7
Giorni validi	31
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	0.7
Massima media oraria	1.7
Ore valide	741
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	0.3
Media delle medie 8 ore	0.7
Massimo medie 8 ore	1.3
Percentuale medie 8 ore valide	99%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 10)</u>	0

Tabella 7: reportistica Monossido di Carbonio

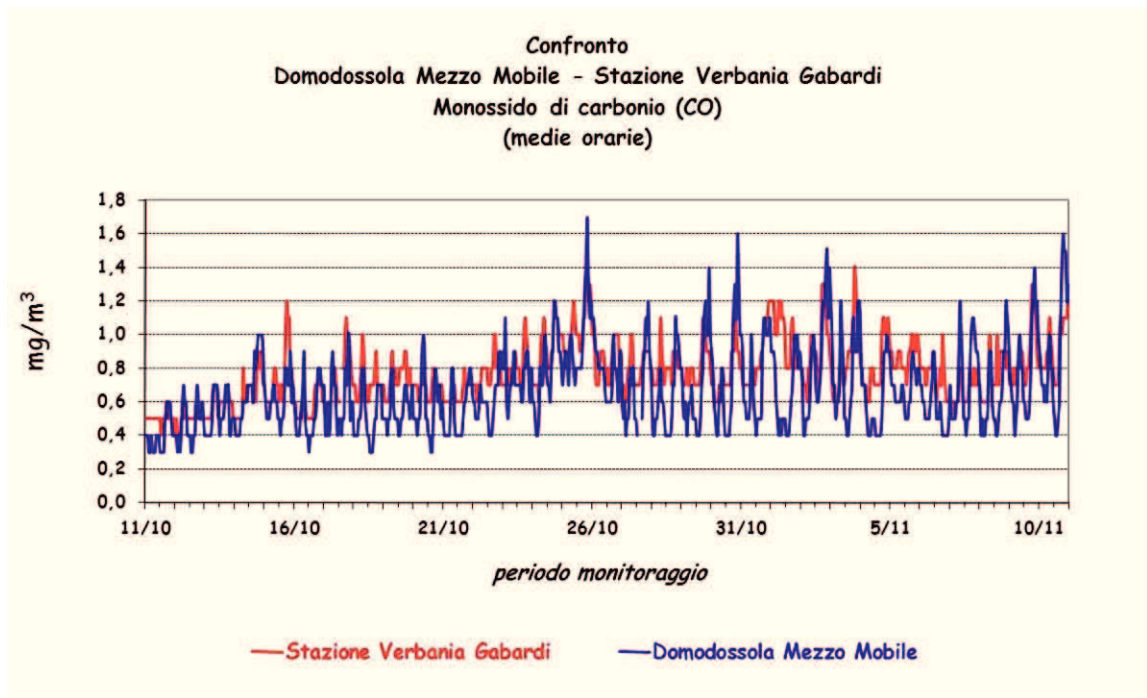


Figura 11: medie orarie Monossido di Carbonio

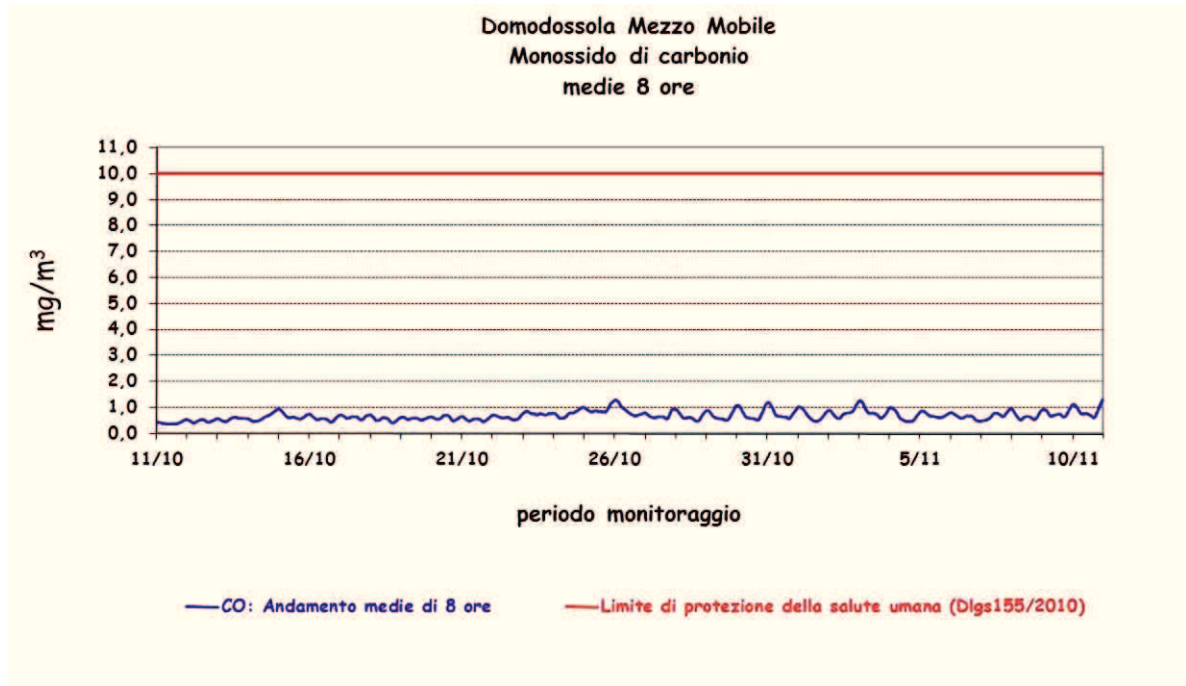


Figura 12: medie mobile otto ore di Monossido di Carbonio

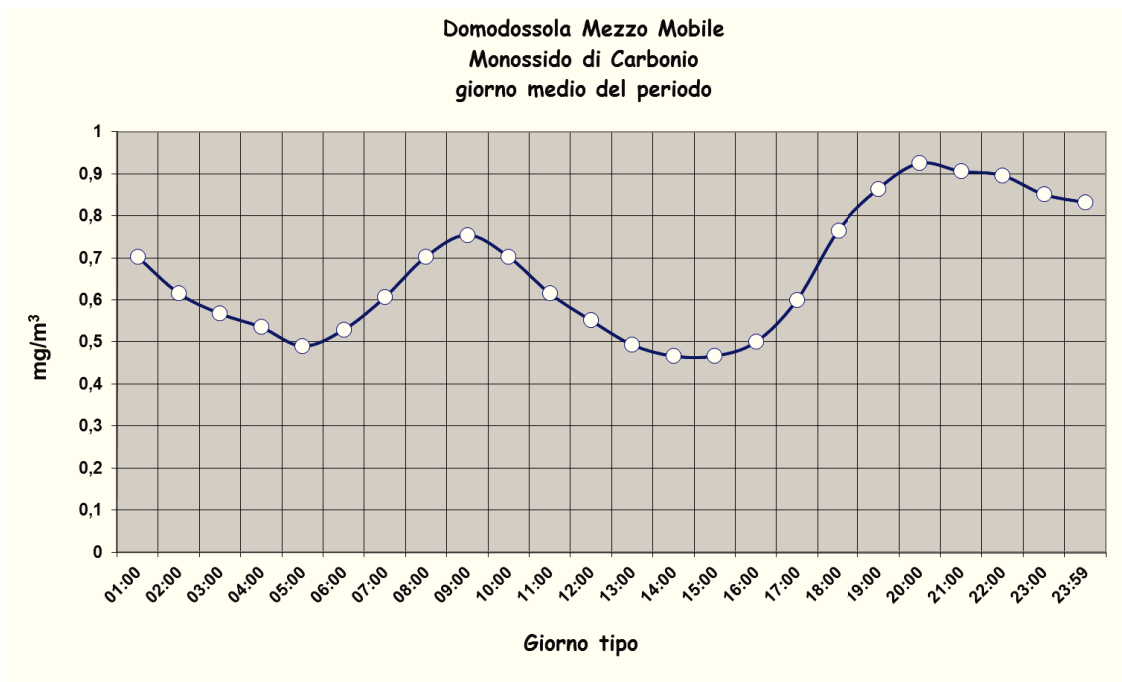


Figura 13: Monossido di Carbonio - giorno tipo

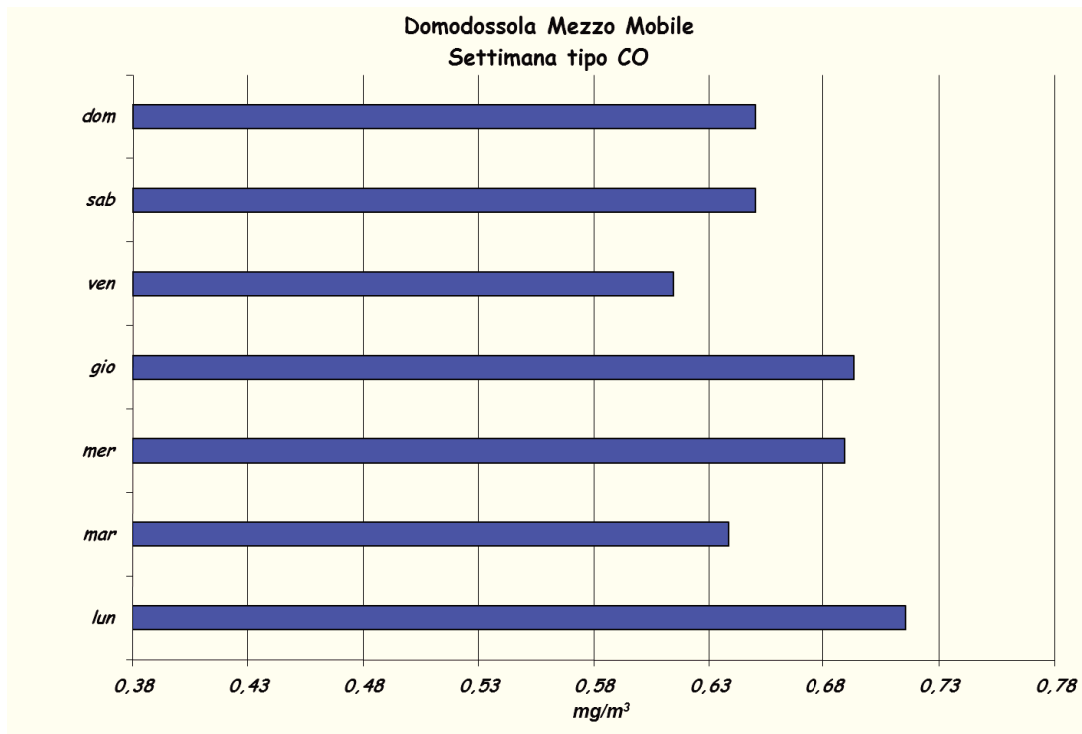


Figura 14: Monossido di Carbonio - settimana tipo

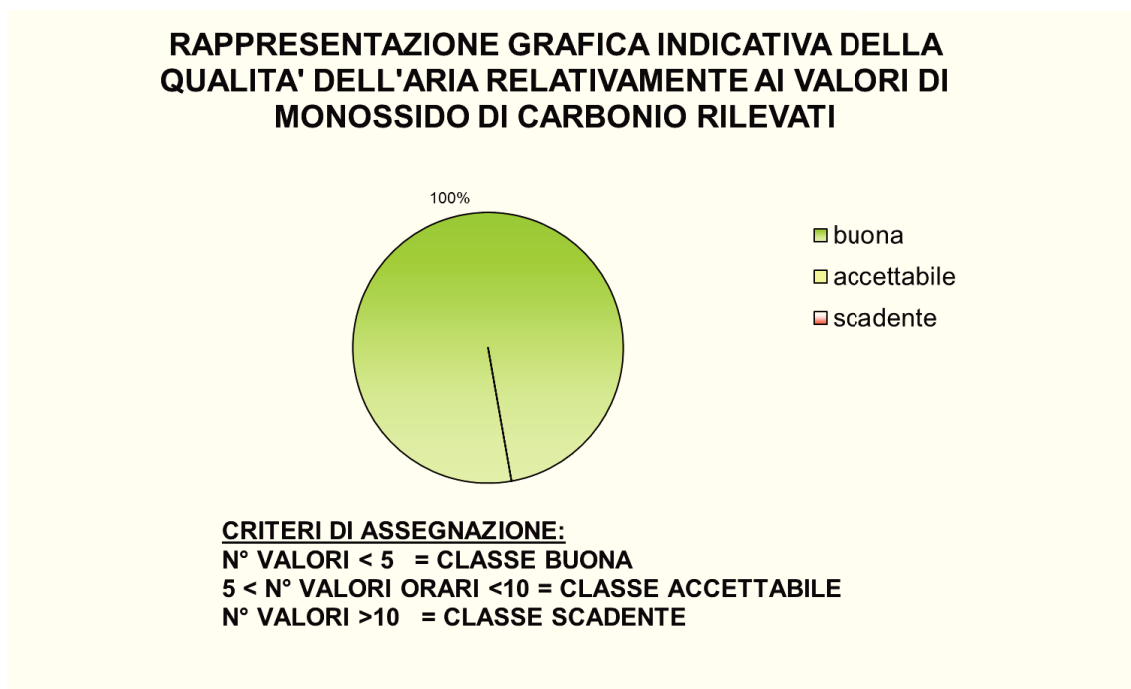


Figura 15: giudizio sulla qualità dell'aria relativo al Monossido di Carbonio

Biossido di Azoto (NO₂)

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

Minima media giornaliera	15
Massima media giornaliera	33
Media delle medie giornaliere (b):	24
Giorni validi	31
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	24
Massima media oraria	67
Ore valide	741
Percentuale ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	0

Tabella 8: reportistica Biossido di Azoto

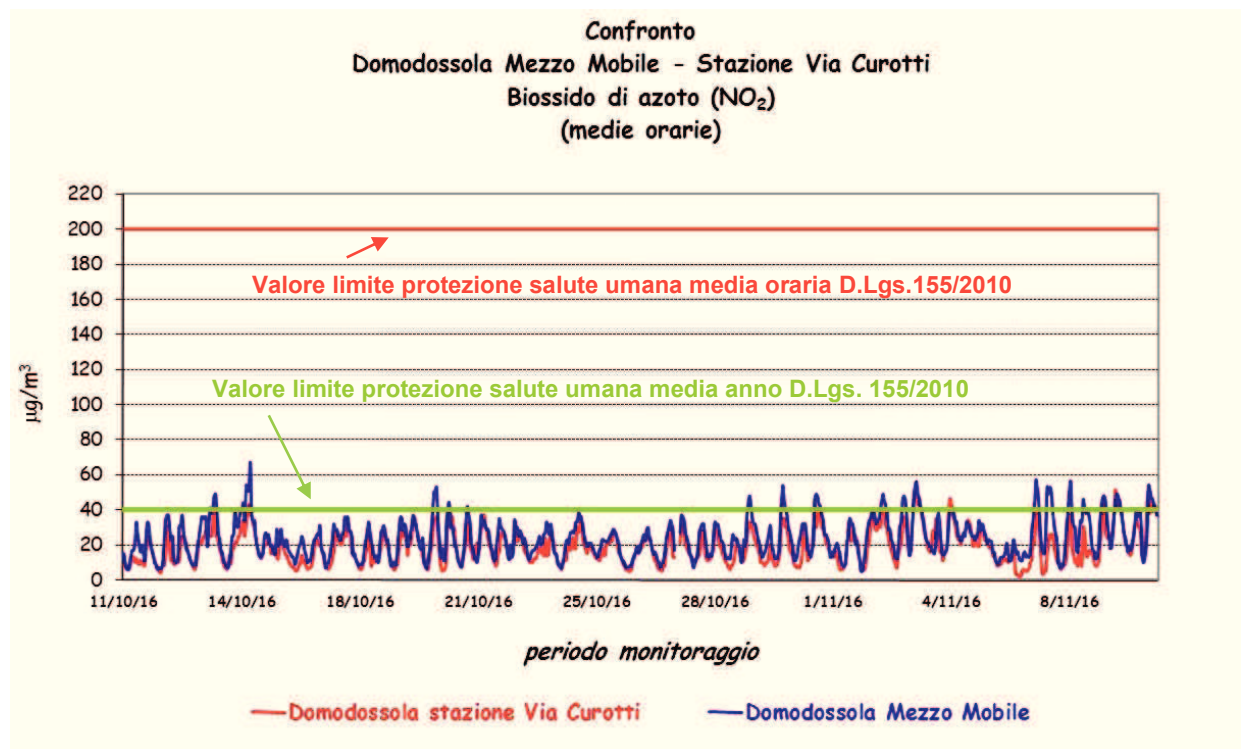


Figura 16: confronto delle medie orarie di Biossido di Azoto

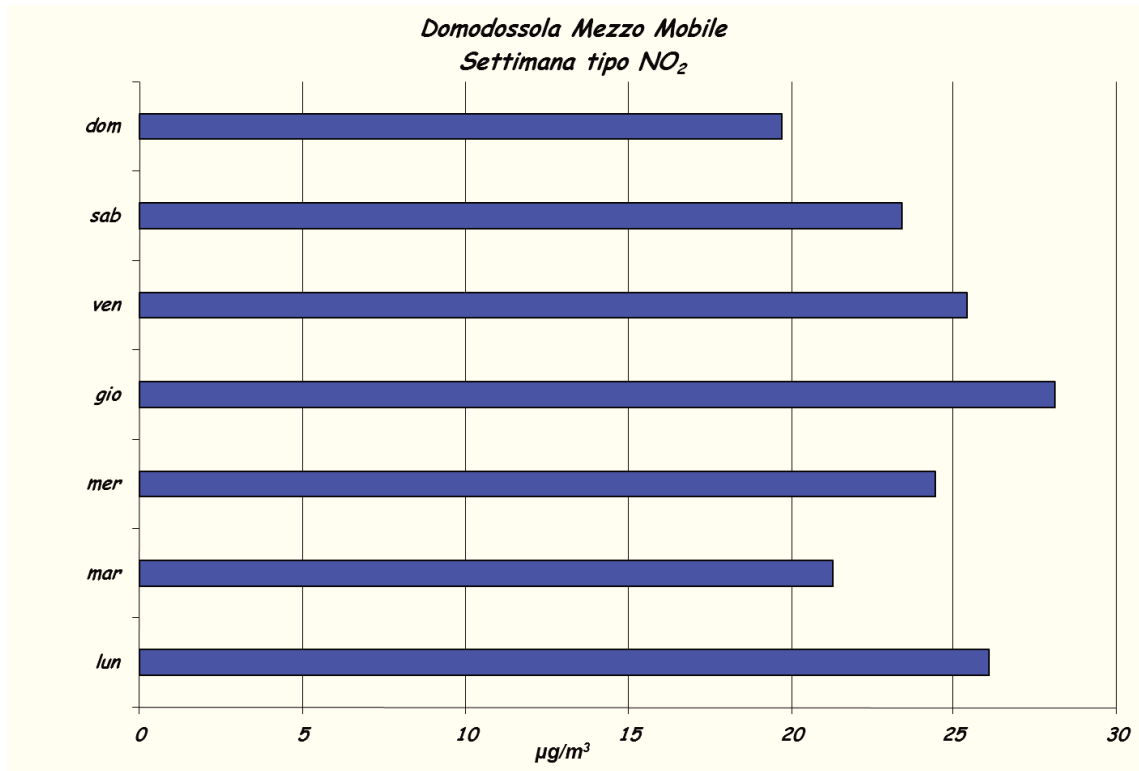


Figura 17: variabilità settimanale media giornaliera di NO₂

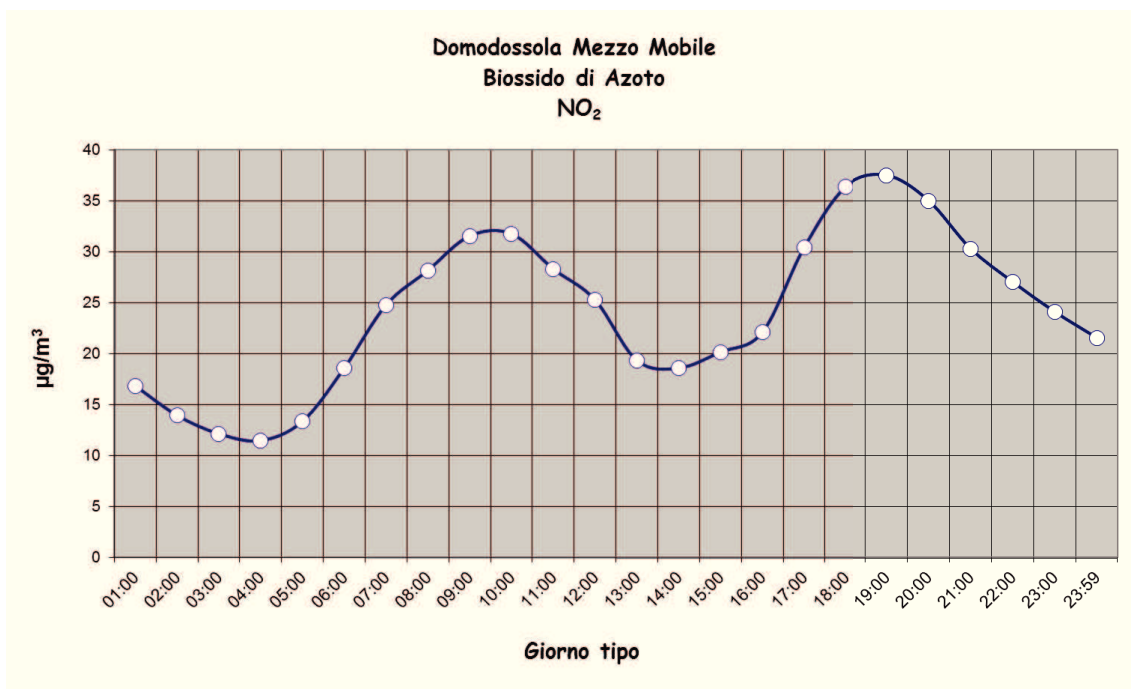
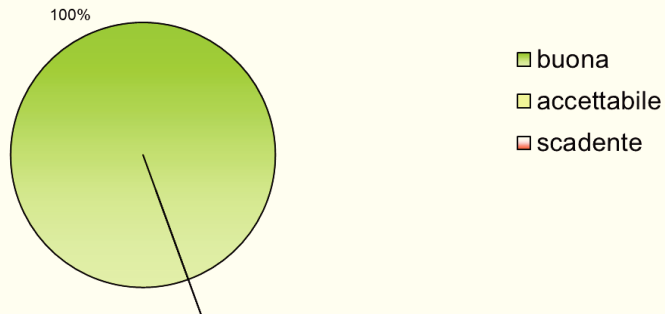


Figura 18: Biossido di azoto - giorno tipo

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA INDICATIVA DELLA QUALITA' DELL'ARIA RELATIVAMENTE AI VALORI DI BIOSSIDO DI AZOTO RILEVATI



CRITERI DI ASSEGNAZIONE:

N° VALORI < 100 = CLASSE BUONA

100 < N° VALORI ORARI < 200 = CLASSE ACCETTABILE

N° VALORI > 200 = CLASSE SCADENTE

Figura 19: giudizio sulla qualità dell'aria relativo a Biossido di Azoto

Ozono (O₃)

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

Minima media giornaliera	4
Massima media giornaliera	33
Media delle medie giornaliere (b):	17
Giorni validi	31
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	17
Massima media oraria	71
Ore valide	741
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	2
Media delle medie 8 ore	17
Massimo medie 8 ore	52
Percentuale medie 8 ore valide	99%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0

Tabella 9: reportistica Ozono

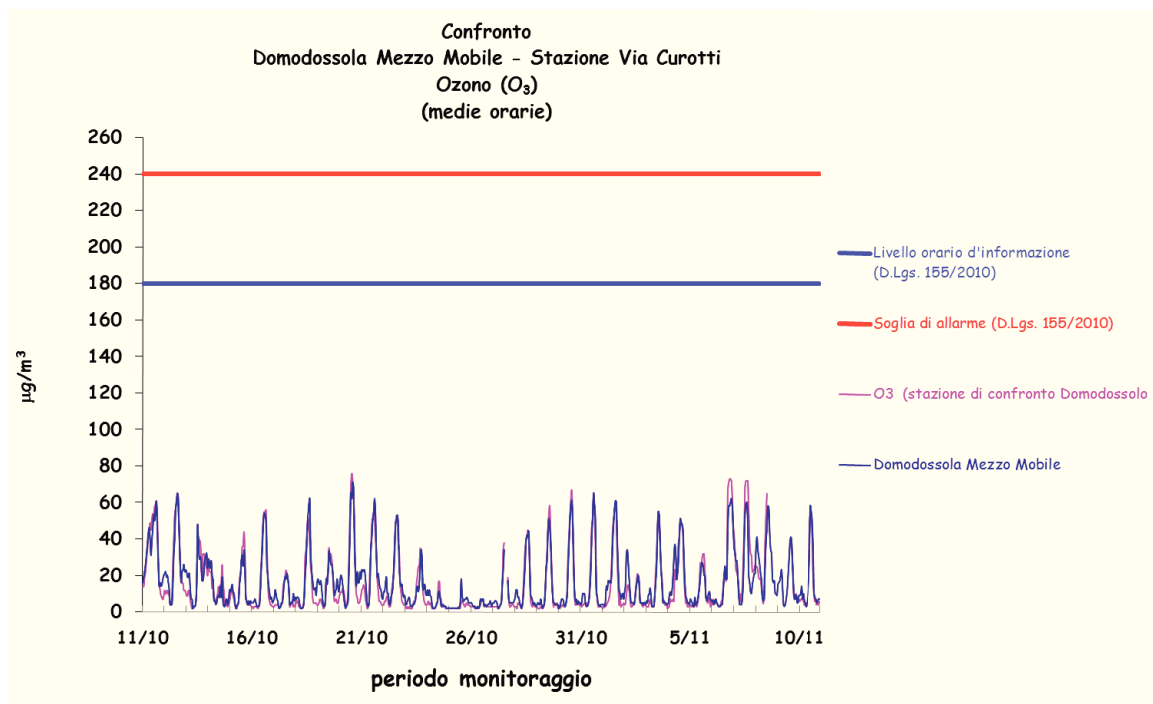


Figura 20: medie orarie Ozono

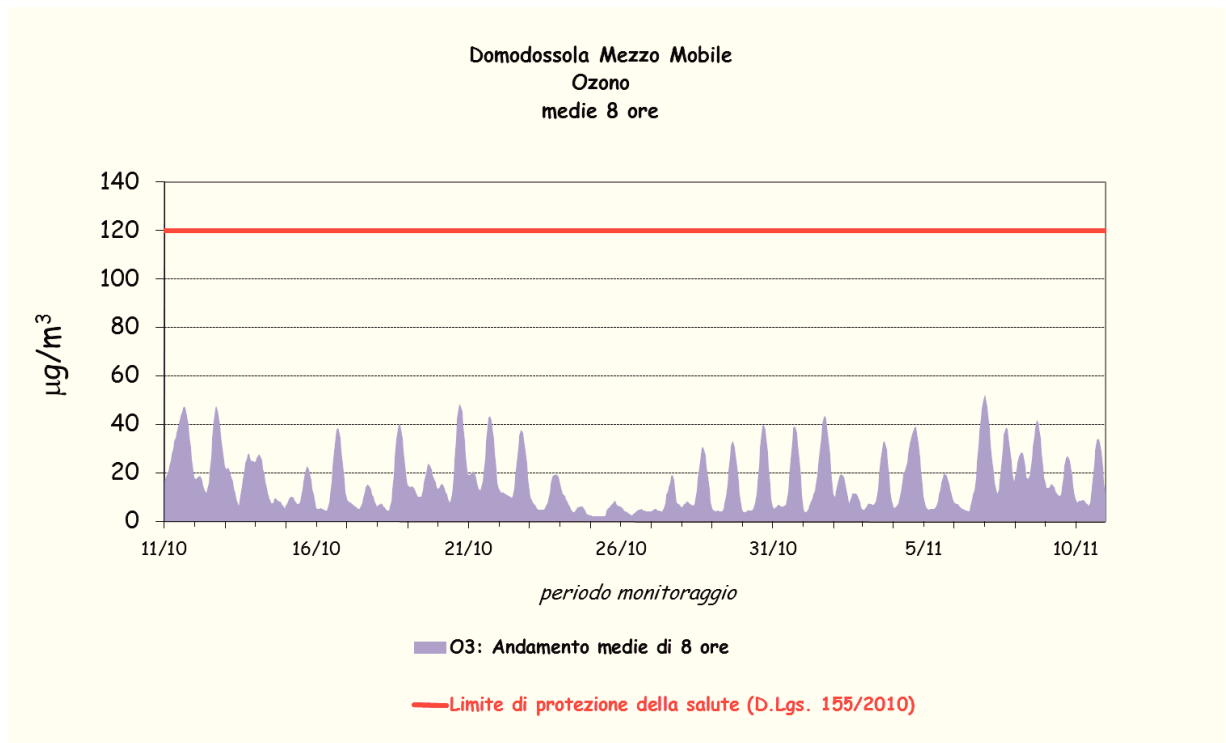


Figura 21: medie mobili otto ore Ozono

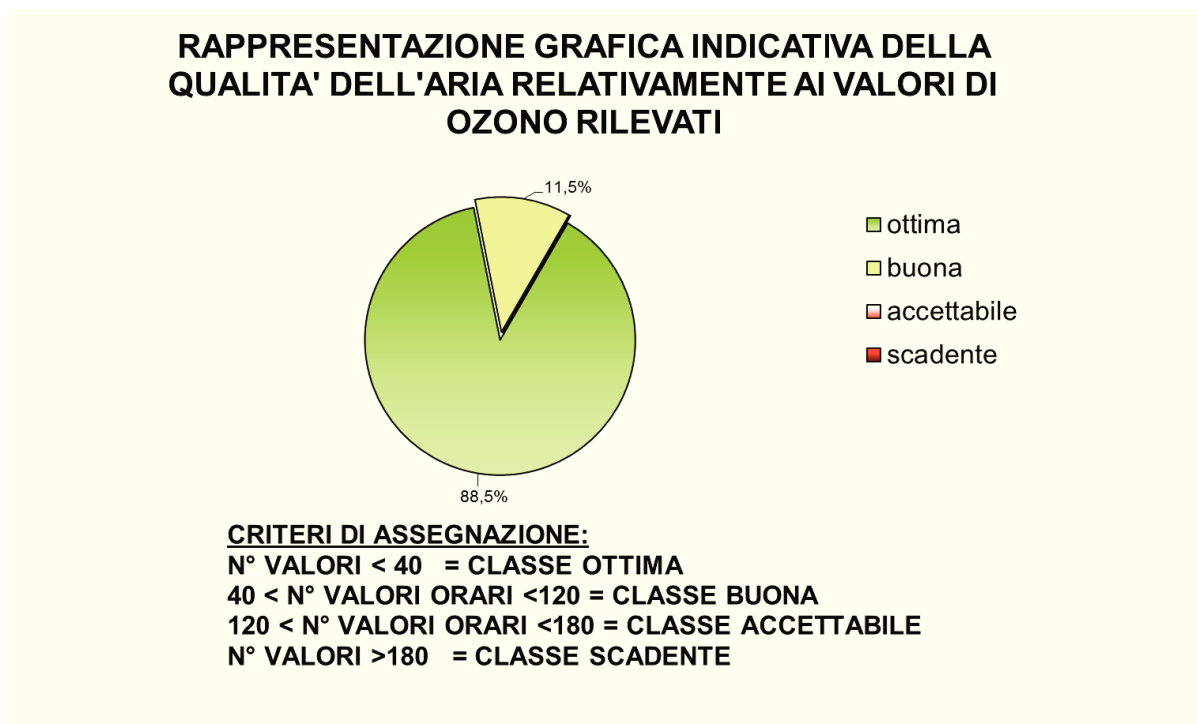


Figura 22: giudizio sulla qualità dell'aria relativo ad Ozono

Monossido di Azoto (NO)

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

Minima media giornaliera	8
Massima media giornaliera	44
Media delle medie giornaliere (b):	20
Giorni validi	31
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	19
Massima media oraria	99
Ore valide	741
Percentuale ore valide	100%

Tabella 10: reportistica Monossido di Azoto

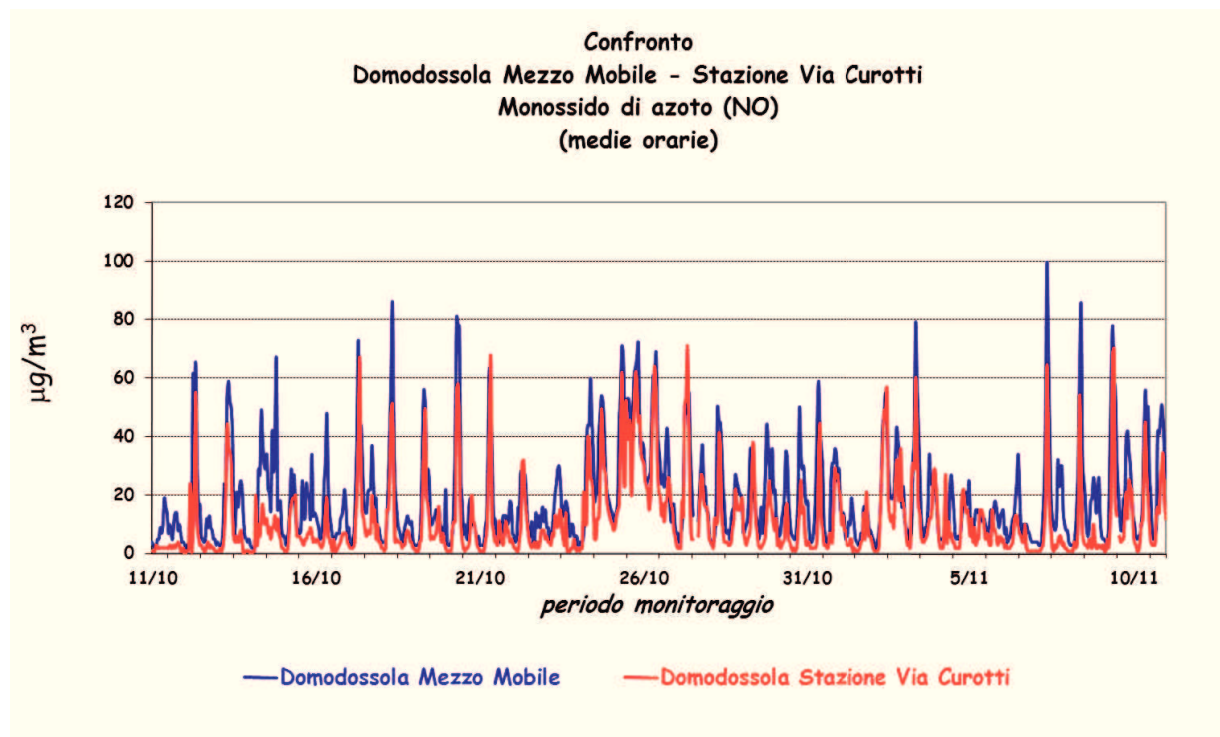


Figura 23: medie orarie Monossido di Azoto

Benzene (C₆H₆)

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

Minima media giornaliera	0.9
Massima media giornaliera	2.5
Media delle medie giornaliere (b):	1.5
Giorni validi	27
Percentuale giorni validi	87%
Media dei valori orari	1.5
Massima media oraria	3.9
Ore valide	668
Percentuale ore valide	90%

Tabella 11: reportistica Benzene.

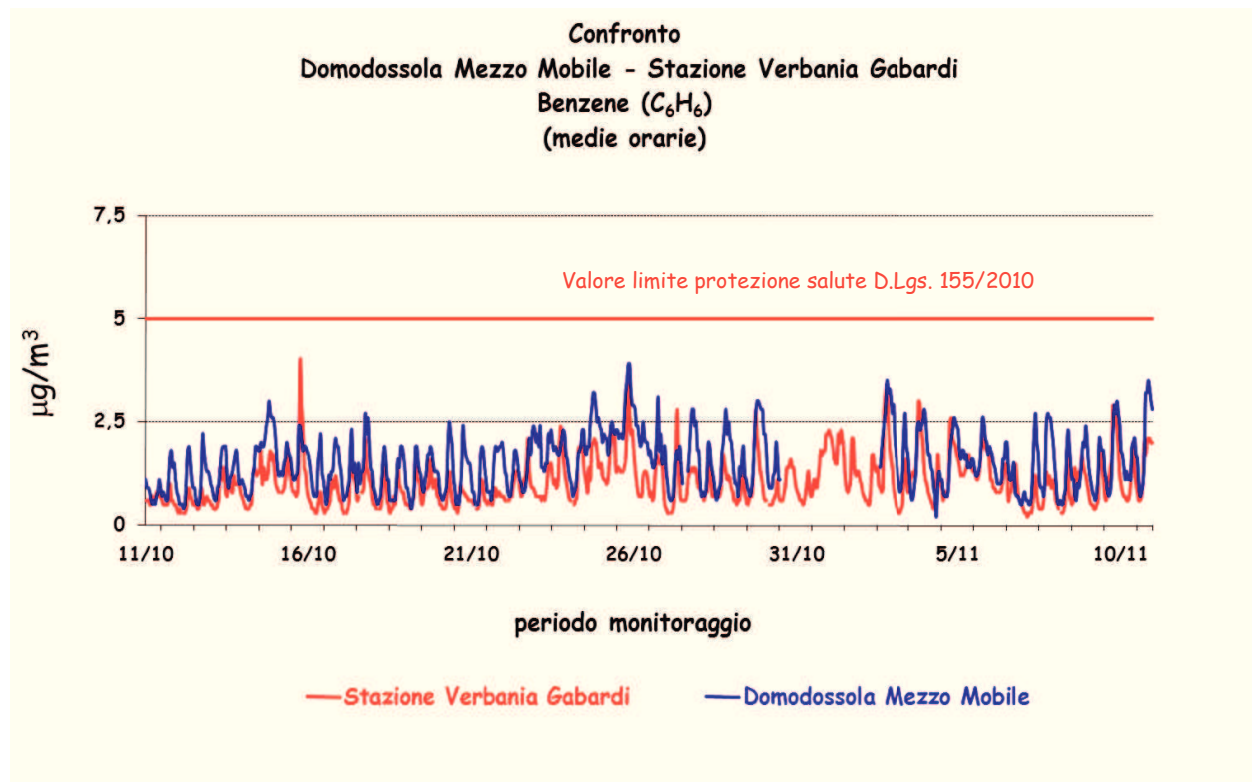


Figura 24: valori orari Benzene

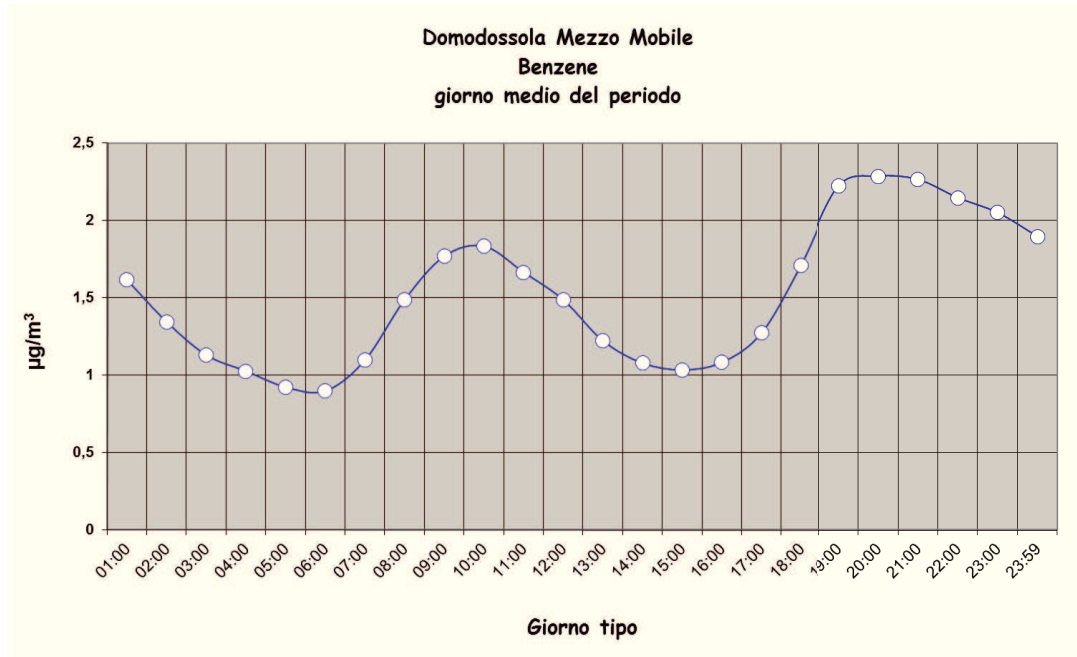


Figura 25: Benzene – giorno tipo

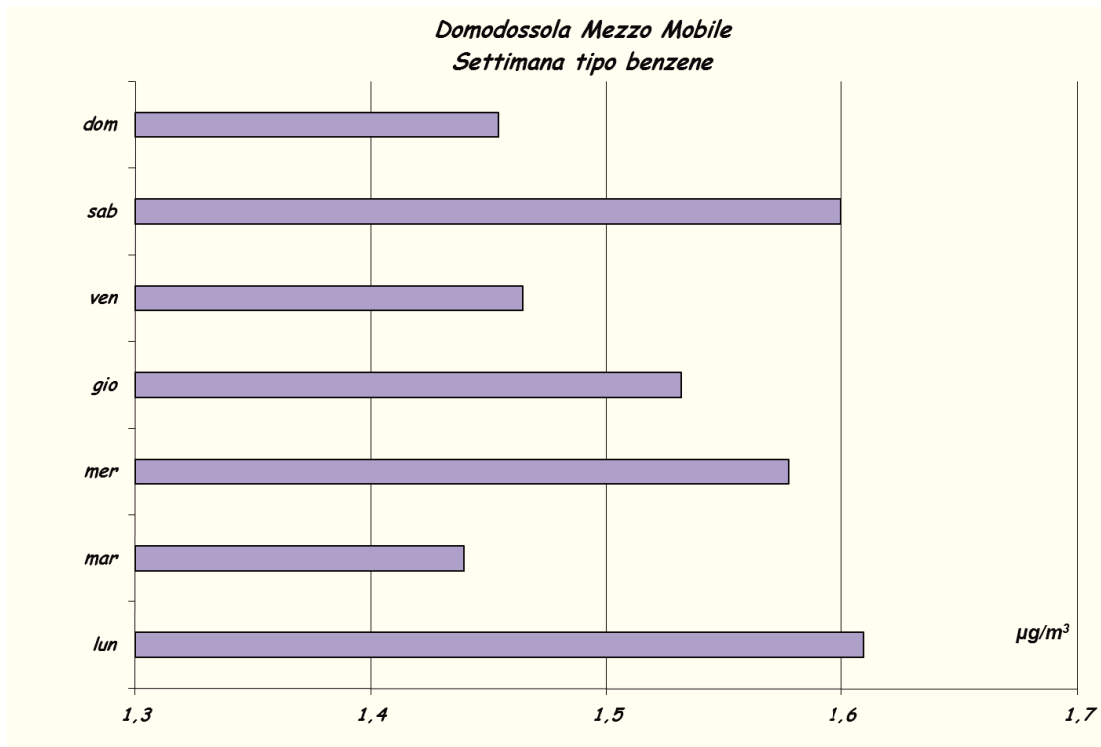
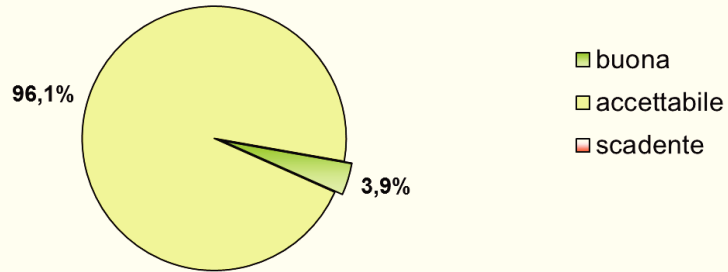


Figura 26: Benzene - settimana tipo

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA INDICATIVA DELLA QUALITA' DELL'ARIA RELATIVAMENTE AI VALORI DI BENZENE RILEVATI



CRITERI DI ASSEGNAZIONE:

N° VALORI ≤ 0.5 CLASSE BUONA

$0.5 < \text{N° VALORI ORARI} < 5$ CLASSE ACCETTABILE

N° VALORI > 5 CLASSE SCADENTE

Figura 27: giudizio sulla qualità dell'aria relativo al Benzene.

POLVERI PM10 – Basso Volume

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

Minima media giornaliera	6
Massima media giornaliera	35
Media delle medie giornaliere (b):	21
Giorni validi	30
Percentuale giorni validi	97%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	0

Tabella 12: reportistica polveri sottili PM10

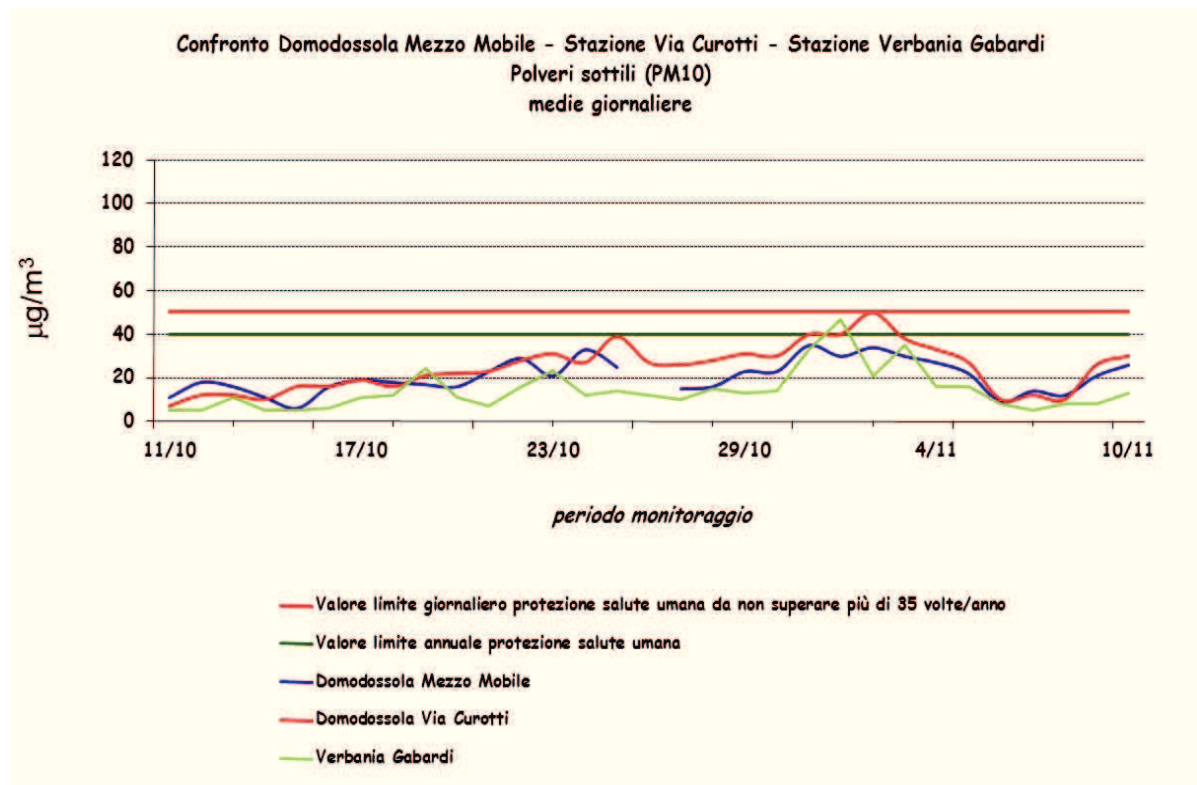


Figura 28: valori giornalieri di PM10

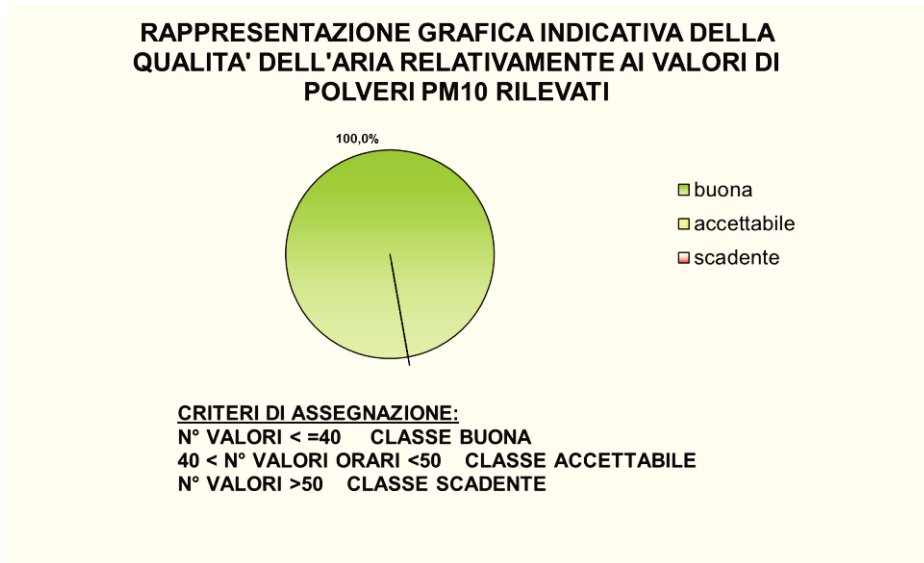


Figura 29: giudizio sulla qualità dell'aria relativo ai valori giornalieri di PM10

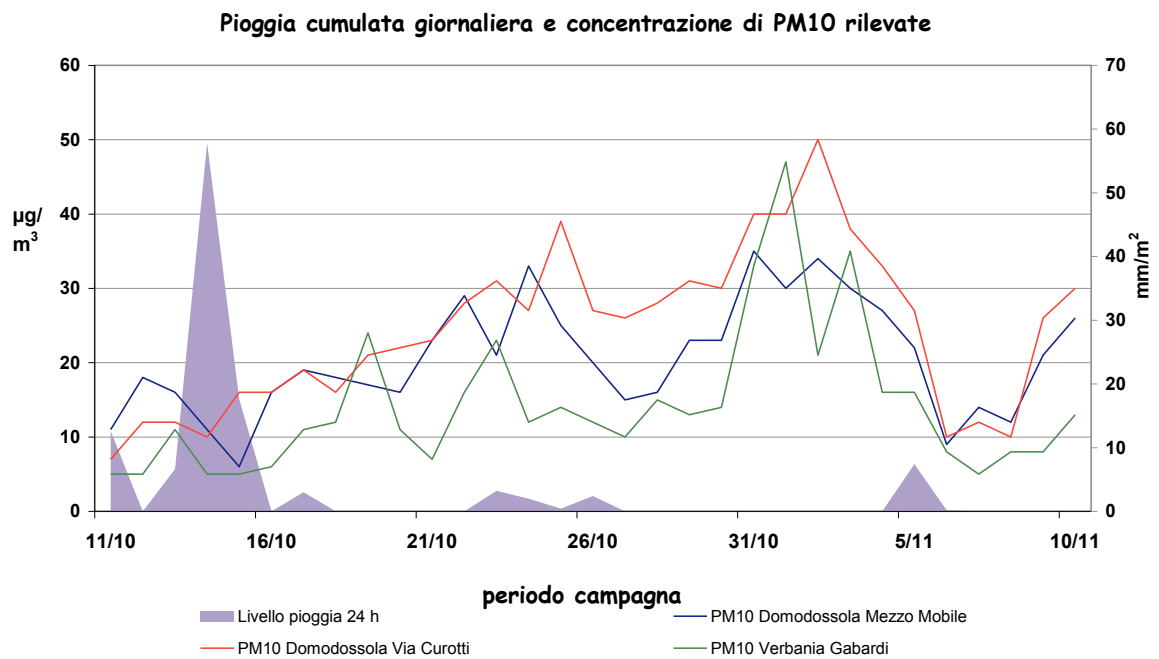


Figura 30: pioggia cumulata giornaliera e concentrazione di PM10 rilevata nelle stazioni di interesse
 Nota: la misurazione di PM10 rilevata con il Mezzo Mobile il giorno 26/10/2016, nel grafico risulta pari a zero, in quanto il dato è mancante a causa di un guasto tecnico.

Arsenico (As)

Unità di misura: nanogrammi / metro cubo

Media delle medie giornaliere (b):	0.682
Giorni validi	30
Percentuale giorni validi	97%

Tabella 13: reportistica Arsenico

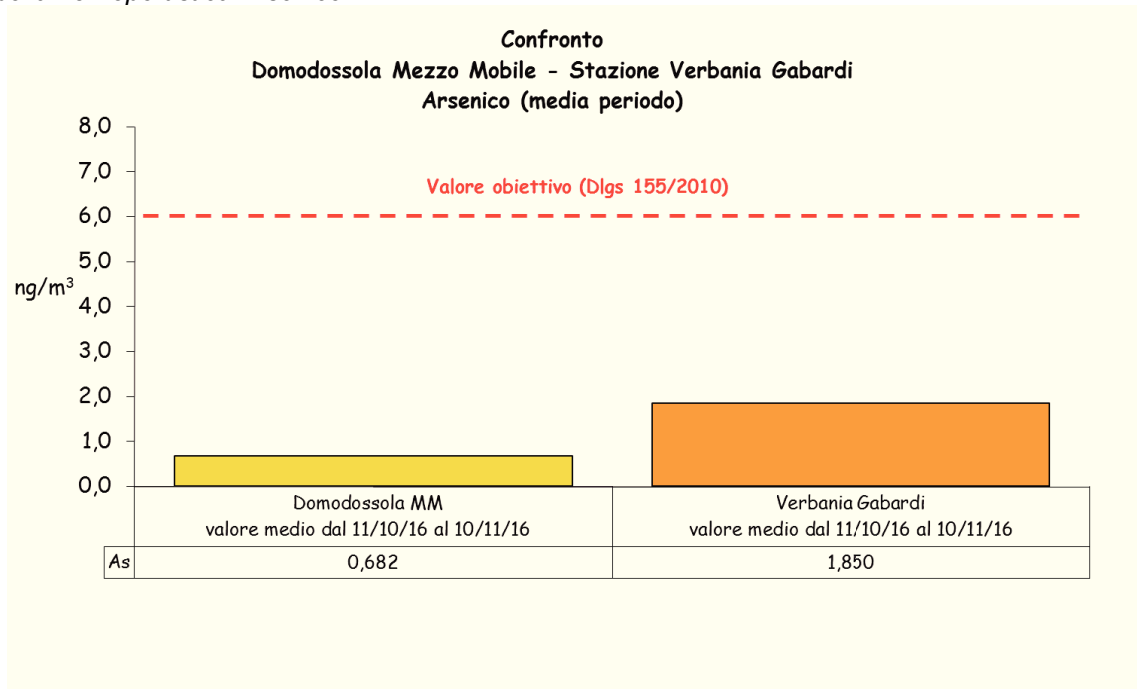


Figura 31: confronto tra Domodossola Mezzo Mobile e Stazione di Verbania Gabardi

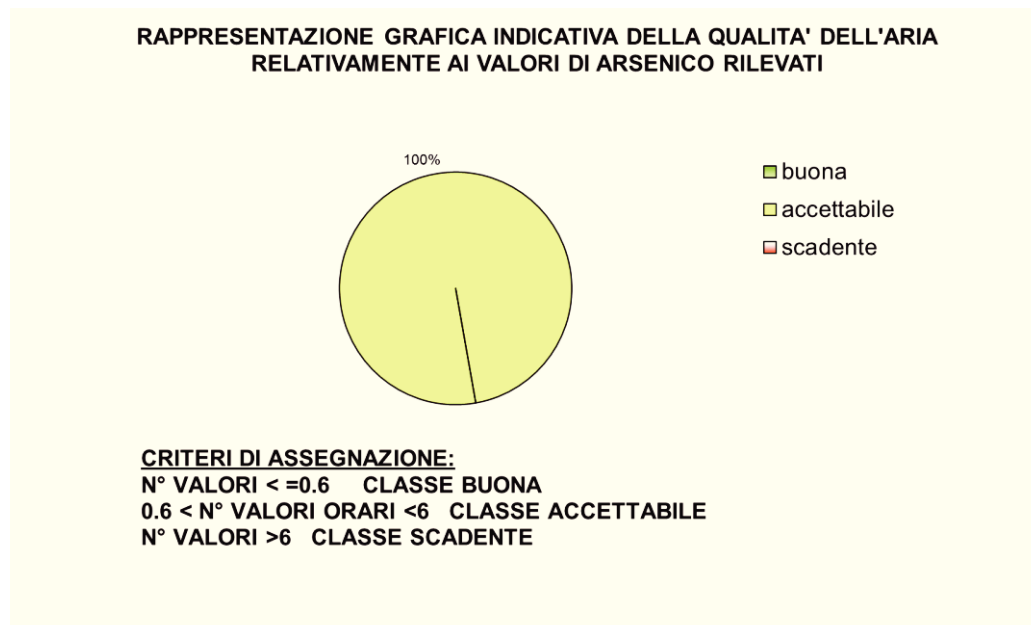


Figura 32: giudizio sulla qualità dell'aria relativo ad Arsenico

Cadmio (Cd)

Unità di misura: nanogrammi / metro cubo

Media delle medie giornaliere (b):	0.068
Giorni validi	30
Percentuale giorni validi	97%

Tabella 14: reportistica Cadmio

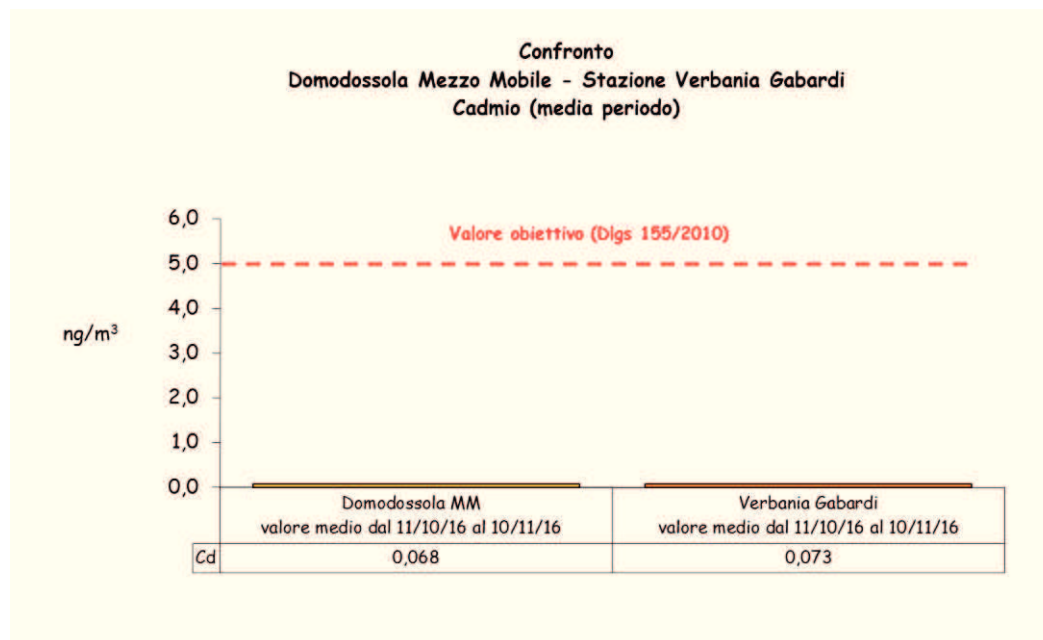


Figura 33: confronto tra Domodossola Mezzo Mobile e Stazione di Verbania Gabardi

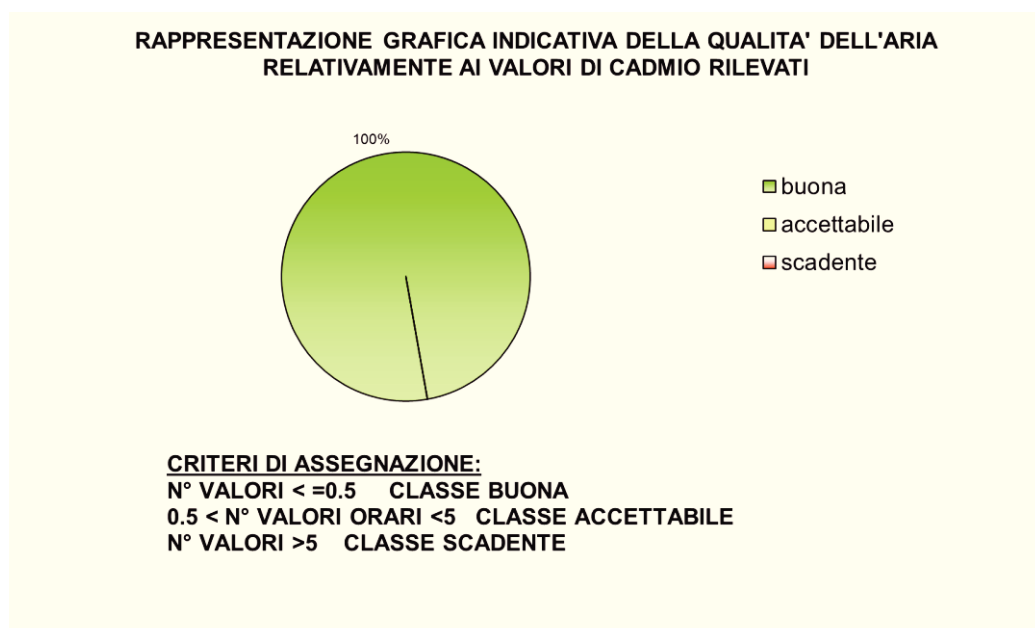


Figura 34: giudizio sulla qualità dell'aria relativo al Cadmio.

Nichel (Ni)

Unità di misura: nanogrammi / metro cubo

Media delle medie giornaliere (b):	0.682
Giorni validi	30
Percentuale giorni validi	97%

Tabella 15: reportistica Nichel.

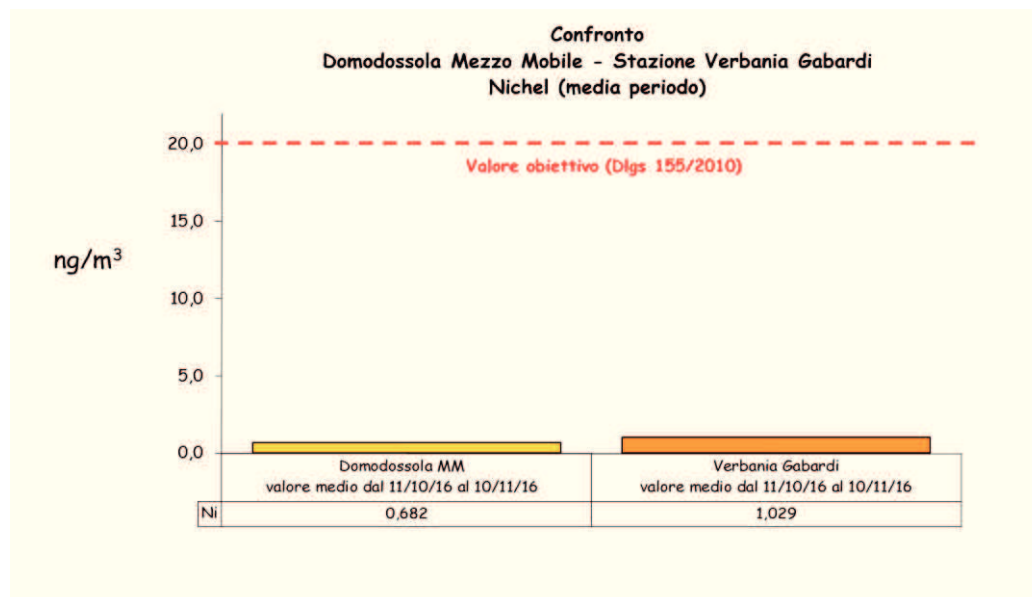


Figura 35: confronto tra Domodossola Mezzo Mobile e Stazione di Verbania Gabardi

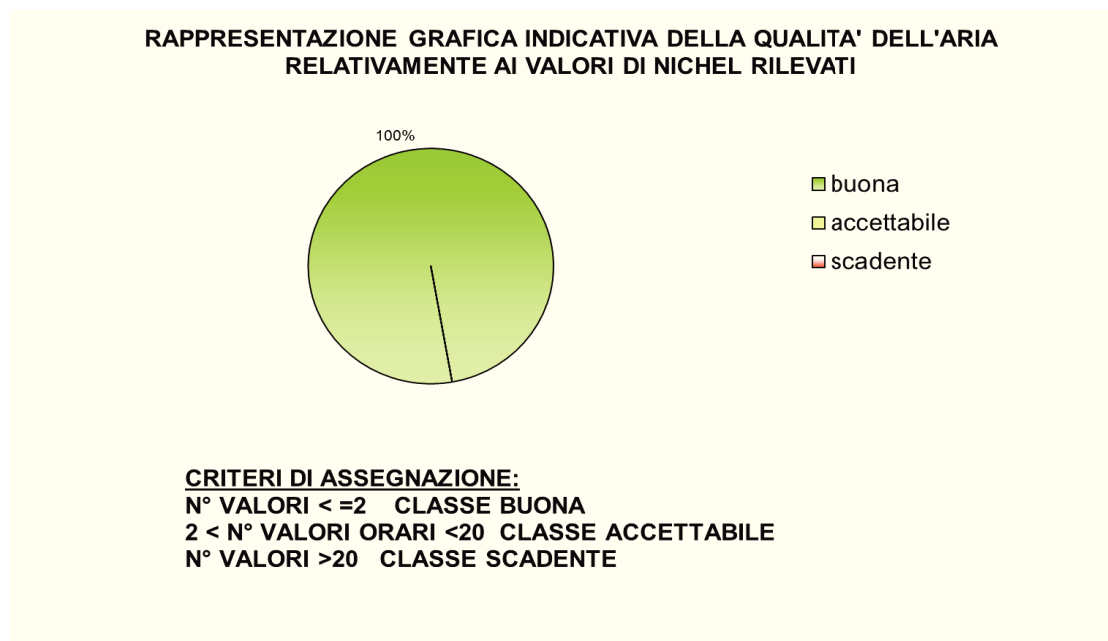


Figura 36: giudizio sulla qualità dell'aria relativo al Nichel.

Piombo (Pb)

Unità di misura: microgrammi / metro cubo

Media delle medie giornaliere (b):	0.006
Giorni validi	30
Percentuale giorni validi	97%

Tabella 16: reportistica Piombo.

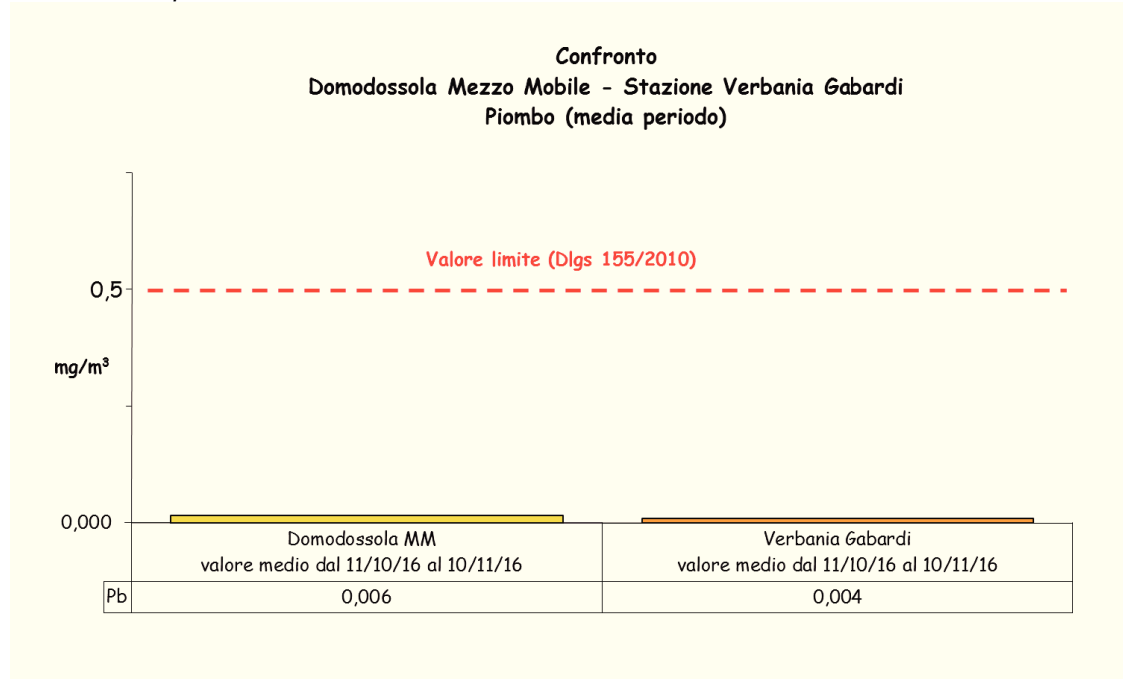


Figura 37: confronto tra Domodossola Mezzo Mobile e Stazione di Verbania Gabardi

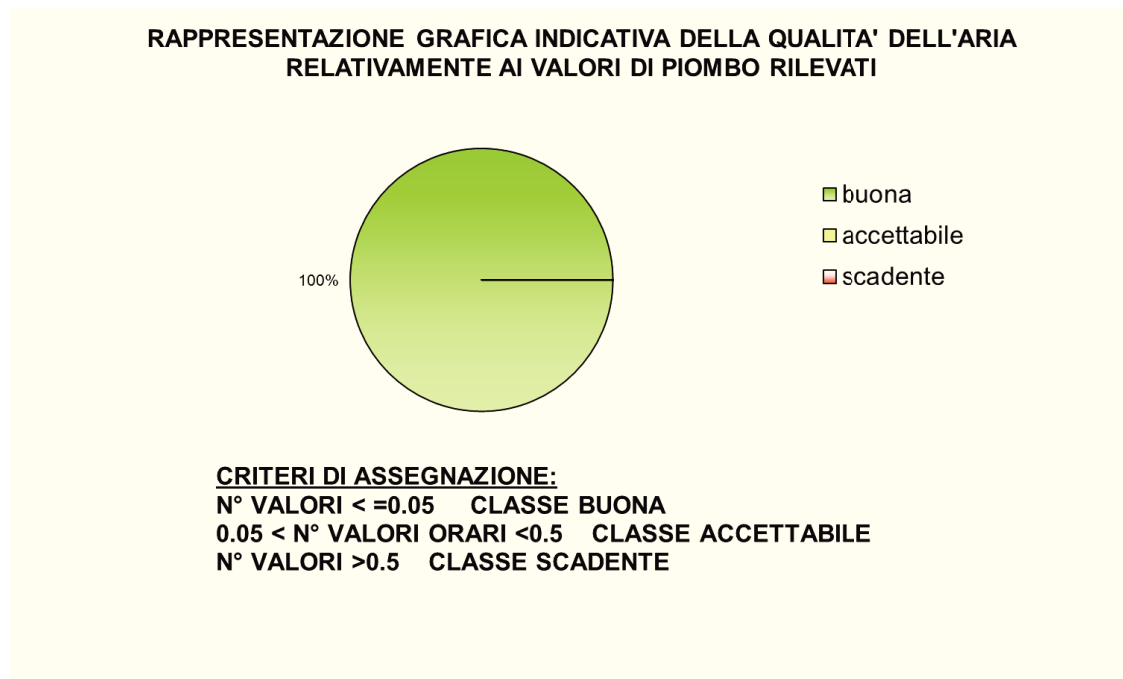


Figura 38: giudizio sulla qualità dell'aria relativo al Piombo.

Benzo(a)Pirene

Unità di misura: nanogrammi / metro cubo

Media delle medie giornaliere (b):	1.345
Giorni validi	30
Percentuale giorni validi	97%

Tabella 17: reportistica Benzo(a)pirene.

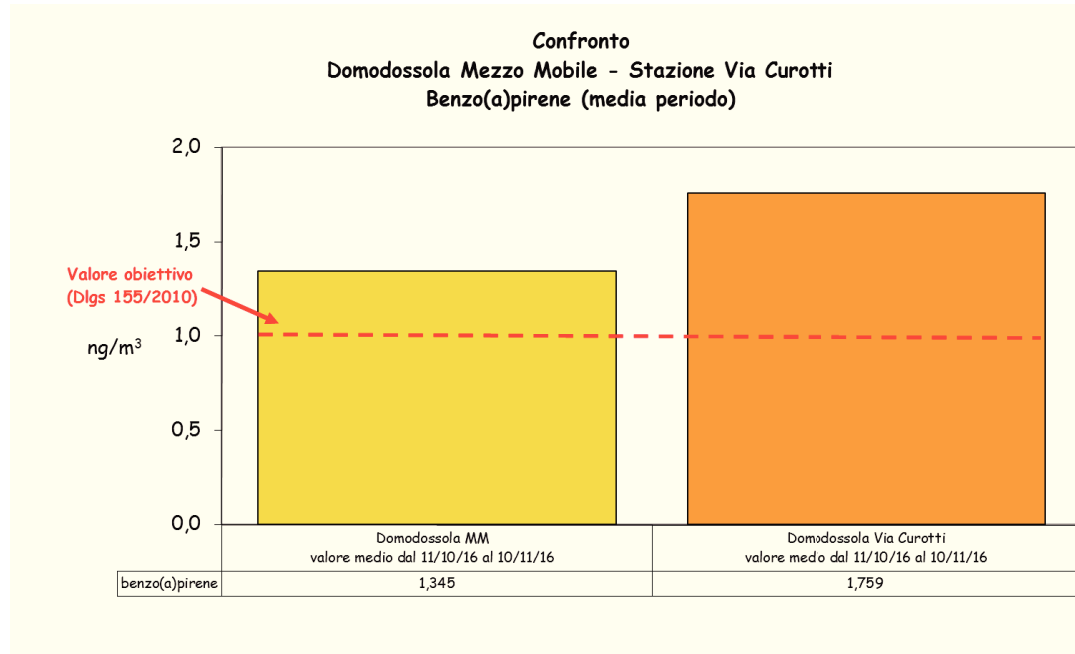


Figura 39: confronto tra Domodossola Mezzo Mobile e Stazione di Via Curotti

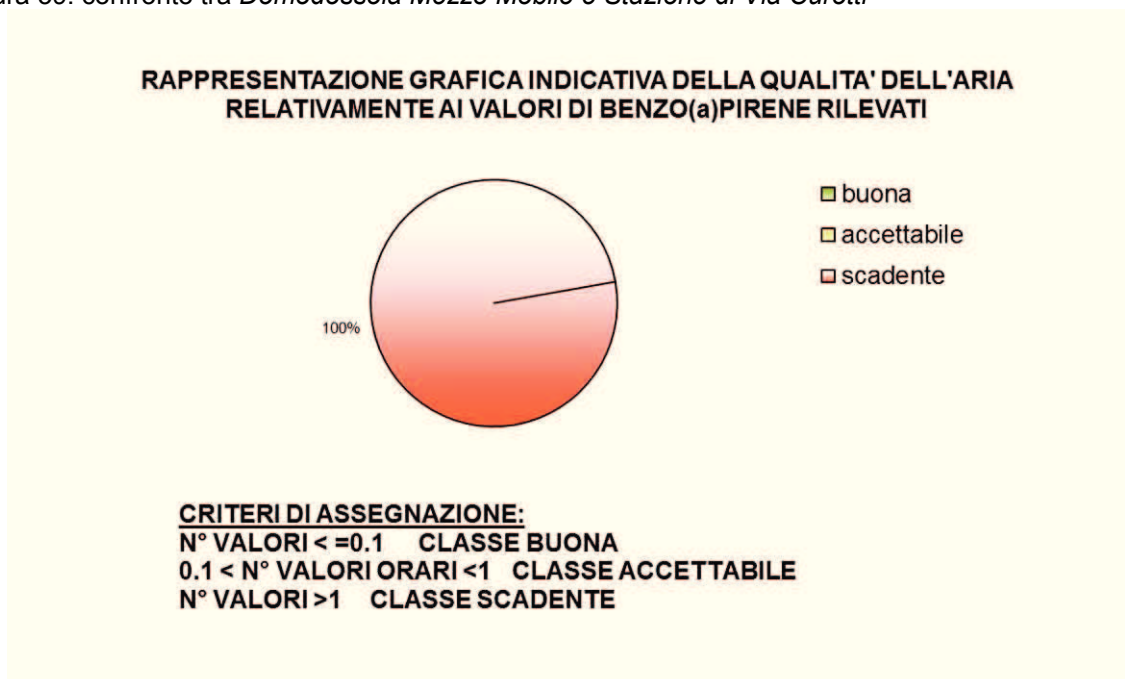


Figura 40: giudizio sulla qualità dell'aria relativo a Benzo(a)pirene.

CARATTERIZZAZIONE METEOROLOGICA

Il periodo della campagna di monitoraggio è stato caratterizzato da:

Temperatura:

Si sono registrati i seguenti valori: $T_{media} = 9.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{max} = 22.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{min} = -2.0\text{ }^{\circ}\text{C}$

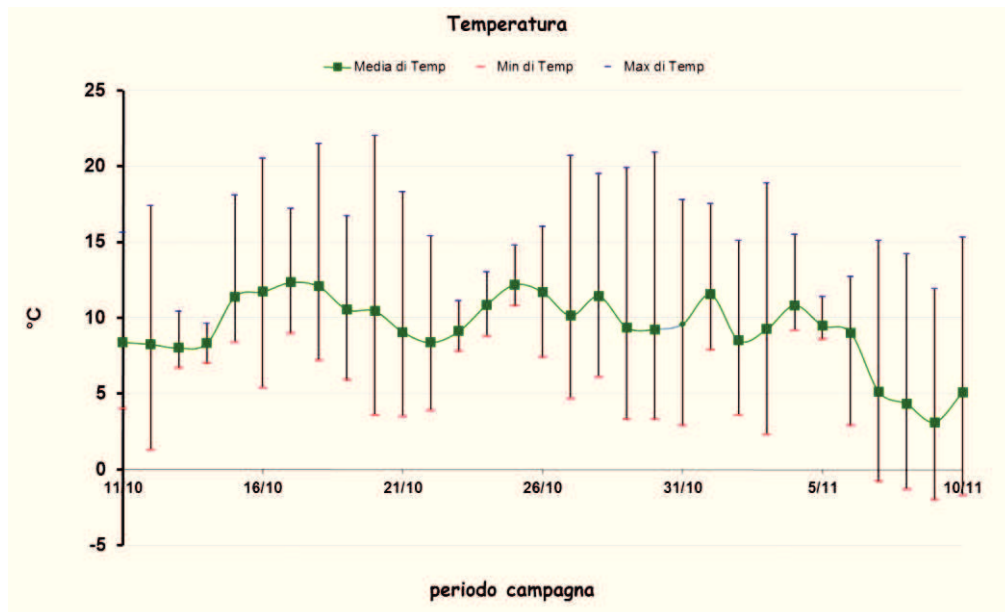


Figura 41: valori giornalieri di temperatura.

Pioggiosità:

La somma totale per il periodo di monitoraggio è stata di 113,2 mm in altezza per ogni metro quadrato di superficie, con un valore di massimo il 14/10 pari a 57,8 mm/m².

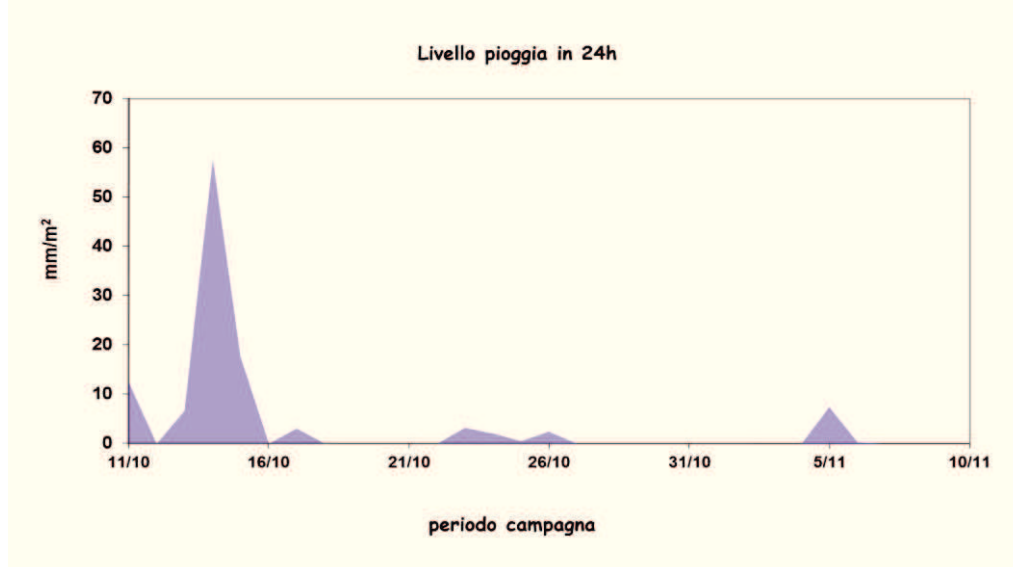


Figura 42: valori giornalieri di pioggia caduta.

Pressione atmosferica:

Variabile tra i 968 e i 1002 hPa, con media del periodo di 988 hPa.

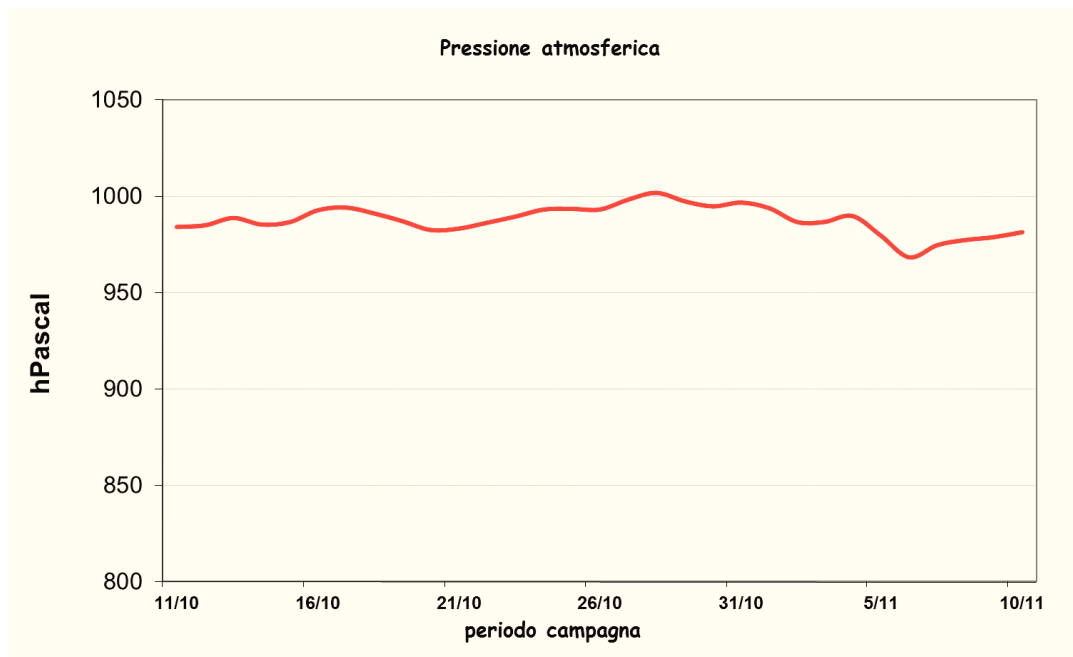


Figura 43: Pressione atmosferica media nel periodo.

Vento:

La zona oggetto del monitoraggio è caratterizzata dalla presenza di venti con direzione prevalente da Nord. Direzione, velocità e prevalenza sono illustrati nei grafici sottostanti.

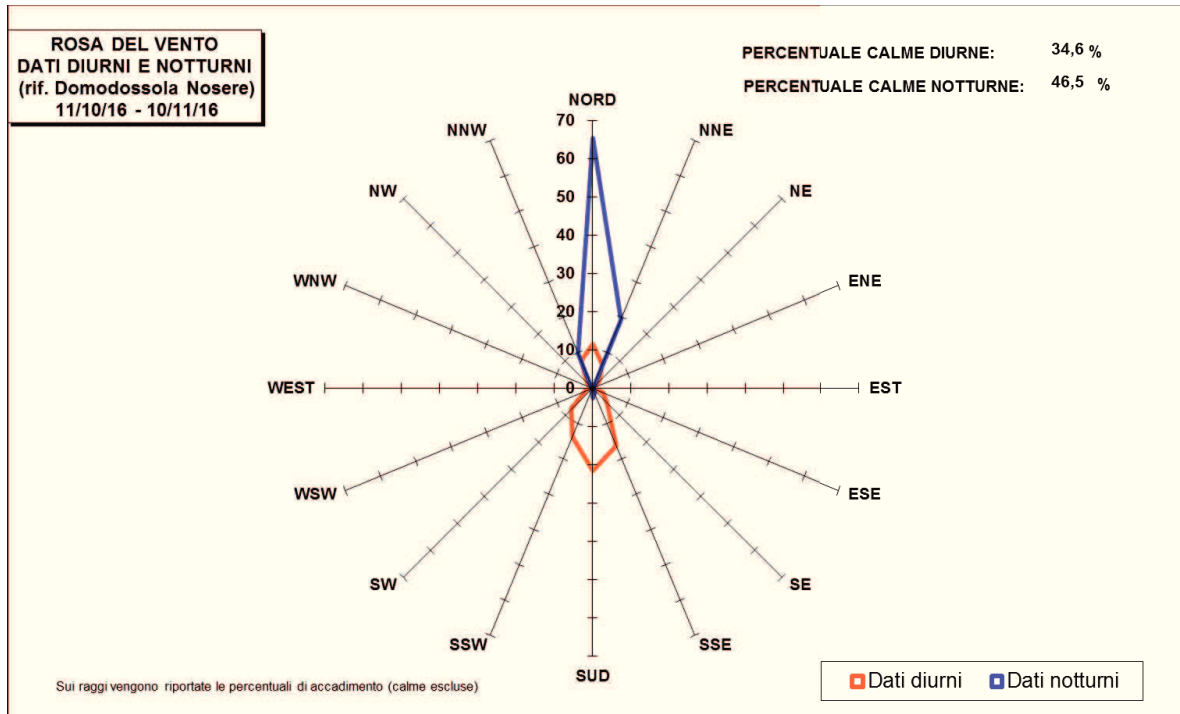


Figura 44: direzione dei venti e dati diurni e notturni nel periodo.

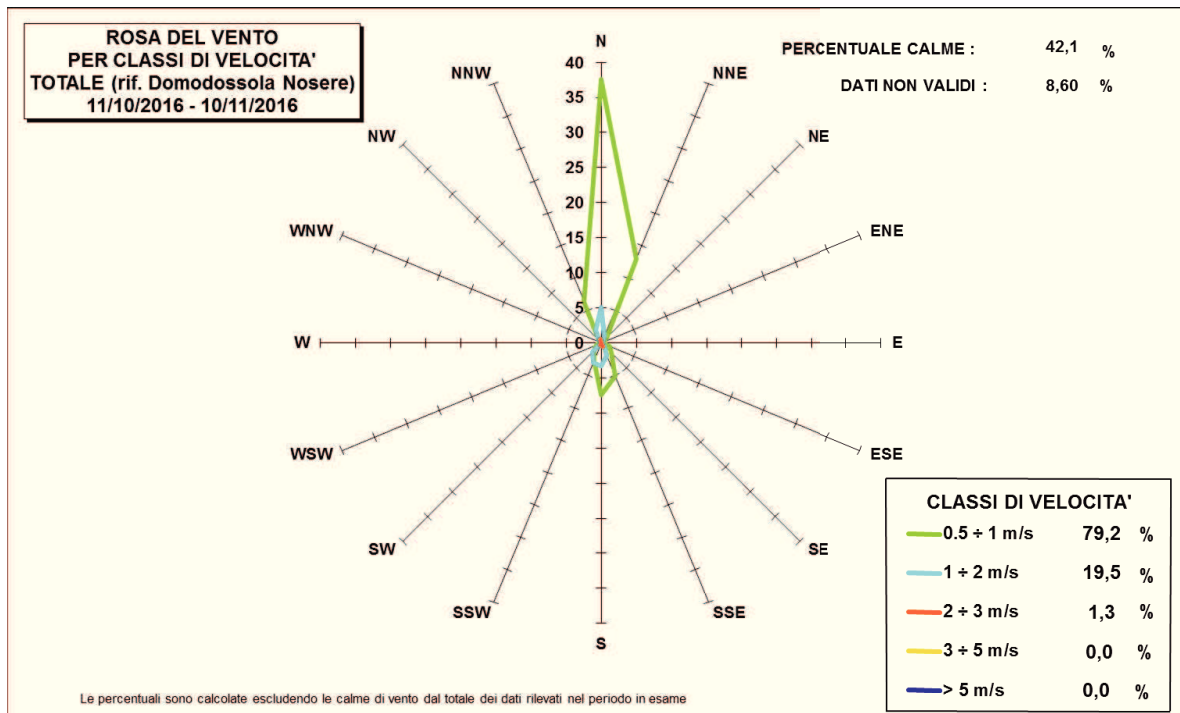


Figura 45: direzione dei venti e classi di velocità nel periodo.

CONSIDERAZIONI FINALI

I dati delle concentrazioni degli inquinanti rilevati nel sito di monitoraggio, Comune di Domodossola, piazza Repubblica dell'Ossola (tipologia stazione traffico urbana), sono stati confrontati con i dati rilevati nella stazione fissa di Domodossola Via Curotti (tipologia stazione fondo suburbana), nella stazione di Verbania Gabardi (tipologia stazione fondo urbana) e nella stazione di Novara Via Roma (tipologia stazione traffico urbana) per il solo parametro SO₂.

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

Il **biossido di zolfo** (SO₂) (Tabella 5) e il **monossido di carbonio** (CO) (Tabella 6), hanno presentato valori molto bassi rispetto ai limiti di legge. L'andamento del giorno tipo del monossido di carbonio, considerato un tracciante del traffico veicolare, evidenzia una variazione, delle pur minime concentrazioni, nelle ore tipiche di maggior traffico (figura 13).

Il **biossido di azoto** (NO₂) (Tabella 7), non ha presentato episodi di superamento orario; il massimo valore orario raggiunto è stato di 67 µg/m³ a fronte di un limite di 200 µg/m³ e la media del periodo è stata di 24 µg/m³. La stazione di confronto di Domodossola Via Curotti, nello stesso periodo, ha presentato un massimo orario di 53 µg/m³ e media di periodo di 19 µg/m³. Il breve periodo di monitoraggio non permette di fare valutazioni rispetto al valore limite, fissato dalla normativa, su un periodo di mediazione annuale di 40 µg/m³. In figura 17 è visualizzato l'andamento delle concentrazioni come giorno tipo del periodo: l'andamento, caratterizzato da picchi di concentrazione nelle ore di punta, trova corrispondenza con l'andamento tipico del traffico veicolare; la settimana tipo (figura 18) mostra una diminuzione delle concentrazioni la domenica.

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. La media dei valori orari è stata di 17 µg/m³ e il massimo delle medie di 8 ore è risultato di 52 µg/m³; la stazione di Via Curotti ha presentato una media di 16 µg/m³ e un massimo di 64 µg/m³. Mediamente per questo inquinante non si raggiungono valori critici nel periodo invernale.

Il **benzene** (C₆H₆) (Tabella 11) presenta una media di periodo di 1,5 µg/m³ e una massima media oraria di 3,9 µg/m³. Come per il biossido di azoto, anche per il benzene, si osserva un profilo risultante tipico di un inquinante da traffico (andamento giorno medio figura 25). La stazione di confronto di Verbania ha presentato una media di periodo di 1,0 µg/m³ e una massima media oraria di 4,0 µg/m³.

Il parametro **PM10** (Tabella) nel periodo osservato, non ha fatto riscontrare superamenti del limite giornaliero di protezione della salute umana di 50 µg/m³; il valore massimo registrato è stato di 35 µg/m³ il giorno 31/10/2016. La media del periodo è risultata pari a 21 µg/m³; la stazione di Via Curotti, nello stesso periodo, ha

fatto registrare un valore medio di PM10 di 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre la stazione di Verbania Gabardi ha registrato un valore medio di 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per quanto concerne il valore di **benzo(a)pirene** (Tabella), 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 1,3 ng/m^3 . I livelli di concentrazione riscontrati nella stazione di Via Curotti, nello stesso periodo, sono risultati pari a 1,7 ng/m^3 , mentre la stazione di Verbania Gabardi ha registrato un valore medio di 0,3 ng/m^3 .

Questo inquinante viene monitorato presso la stazione fissa di Via Curotti dal 2014; da quando viene determinato, il tenore di questo inquinante, presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media annuale, è sempre risultato **superiore** al valore obiettivo di 1,0 ng/m^3 , previsto dal D.Lgs. 155/2010. Le concentrazioni medie misurate nei diversi anni sono state: 1,4 ng/m^3 nel 2014, 1,9 ng/m^3 nel 2015 e 1,2 ng/m^3 nel 2016 (numero di dati giornalieri mediati superiori al 90%).

Le maggiori concentrazioni di benzo(a)pirene nel particolato si rilevano nei mesi invernali, seguendo lo stesso profilo delle polveri, pertanto l'origine emissiva potrebbe essere individuata nella combustione delle biomasse utilizzate per il riscaldamento domestico, confermando una situazione tipica delle vallate alpine e prealpine.

Per quanto riguarda **Arsenico** (As) (Tabella), **Cadmio** (Cd) (Tabella 14), **Nichel** (Ni) (Tabella) e **Piombo** (Pb) (Tabella 16), seppure il periodo osservato è di molto inferiore a quello richiesto dalla normativa, ovvero l'anno solare, non si sono rilevati valori critici.

Il confronto fatto con la stazione fissa della rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria di Domodossola, per i parametri NO₂, NO, O₃, PM10 e benzo(a)pirene, non evidenzia variazioni sostanziali nell'andamento delle concentrazioni degli inquinanti monitorati, solo qualche differenza nei valori di NO₂ e NO, imputabili al traffico veicolare del centro cittadino.

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