

# Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria Comune di Feltre Loc. Zermen Periodo di attuazione:

18 marzo – 7 giugno 2015 (semestre estivo)  
1 ottobre - 15 dicembre 2015 (semestre invernale)



Relazione tecnica

**A.R.P.A.V.**

**Dipartimento Provinciale di Belluno**

dr. R. Bassan (direttore)

**Progetto e Realizzazione a cura di:**

**Servizio Stato dell'Ambiente**

dr.ssa A. Favero (dirigente responsabile)

**Ufficio Monitoraggio dello Stato e Supporto Operativo**

p.i. M. Simionato

dr. R. Tormen

**Redatto da: Ufficio Monitoraggio dello Stato e Supporto Operativo**

**Si ringrazia per il supporto fornito:**

- **Dipartimento Regionale Laboratori - Servizio Laboratorio di Venezia**
- **Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio Servizio Centro Meteorologico di Teolo**  
**Unità Operativa Meteorologia, Ufficio Agrometeorologia e Meteorologia Ambientale dr.ssa M. Sansone**

**Belluno giugno 2016**

NOTA: La presente Relazione tecnica può essere riprodotta solo integralmente. L'utilizzo parziale richiede l'approvazione scritta del Dipartimento ARPAV Provinciale di Belluno e la citazione della fonte stessa.

## INDICE

<b>1 - Introduzione e obiettivi specifici della campagna di monitoraggio .....</b>	<b>4</b>
<b>2 - Caratteristiche del sito e tempistiche di realizzazione.....</b>	<b>4</b>
<b>3 - Contestualizzazione meteo climatica .....</b>	<b>7</b>
<b>4 - Inquinanti monitorati e normativa di riferimento.....</b>	<b>9</b>
<b>5 - Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi .....</b>	<b>17</b>
<b>6 - Efficienza di campionamento.....</b>	<b>18</b>
<b>7 - Analisi dei dati rilevati .....</b>	<b>19</b>
<b>7.1 Rappresentazione grafica dei dati.....</b>	<b>22</b>
<b>8 - Conclusioni .....</b>	<b>25</b>
<b>ALLEGATI.....</b>	<b>26</b>

## **1 - Introduzione e obiettivi specifici della campagna di monitoraggio**

Il presente studio illustra in modo sintetico i risultati della seconda fase di monitoraggio della qualità dell'aria effettuata dal Dipartimento A.R.P.A.V. di Belluno, in accordo con il Comune di Feltre, dal 1 ottobre 15 dicembre 2015 in loc. Zermen, nel piazzale della ex scuola elementare. Vengono inoltre richiamati i risultati del monitoraggio effettuato nel semestre estivo (periodo dal 18 marzo al 7 giugno 2015). Come anticipato nella relazione della fase estiva del monitoraggio, la finalità della campagna è stata quella di acquisire dati di qualità dell'aria in una frazione della zona pedemontana del comune di Feltre, ad una quota superiore (circa 369 m s.l.m.) rispetto al fondovalle in cui è ubicata la stazione fissa di riferimento di via Colombo denominata "Area Feltrina".

La valutazione congiunta dei due periodi di monitoraggio consente di determinare un migliore giudizio analitico, in considerazione delle diverse condizioni di rimescolamento che si instaurano nella troposfera nel corso dell'anno.

L'indagine è stata condotta utilizzando una stazione rilocabile attrezzata con strumentazione per il campionamento delle polveri PM10, del benzene e dell'ozono. Oltre a questo, sulle polveri raccolte sono stati determinati dal Dipartimento Regionale Laboratori di ARPAV alcuni metalli ed il Benzo(a)Pirene.

## **2 - Caratteristiche del sito e tempistiche di realizzazione**

In base all'art.1 comma 4 del D.Lgs. 155/2010 (Attuazione della direttiva 2008/50/CE), la zonizzazione del territorio nazionale è il presupposto su cui si organizza l'attività di valutazione della qualità dell'aria ambiente. A seguito della zonizzazione del territorio, ciascuna zona o agglomerato è classificata allo scopo di individuare le modalità di valutazione mediante misurazioni e mediante altre tecniche in conformità alle disposizioni del decreto.

La Regione Veneto con DGR n. 3195/2006 aveva provveduto alla zonizzazione del territorio di competenza, tuttavia tale zonizzazione necessitava di un riesame ai fini di rispettare tutti i requisiti richiesti dall'appendice I al D.Lgs. 155/2010, riconducibili principalmente alle caratteristiche orografiche e meteo climatiche, al carico emissivo ed al grado di urbanizzazione del territorio.

Il riesame della zonizzazione è stato effettuato da ARPAV - Osservatorio Regionale Aria per conto della Regione Veneto, con la supervisione del Ministero dell'Ambiente, necessaria ai fini di omogeneizzare ed integrare le diverse zone a livello sovra regionale.

La nuova zonizzazione del Veneto è stata approvata con delibera della Giunta Regionale n.2130/2012, con efficacia dal gennaio 2013. Il Veneto risulta attualmente suddiviso in 5 agglomerati e 4 zone, di cui due di pianura e due di montagna.

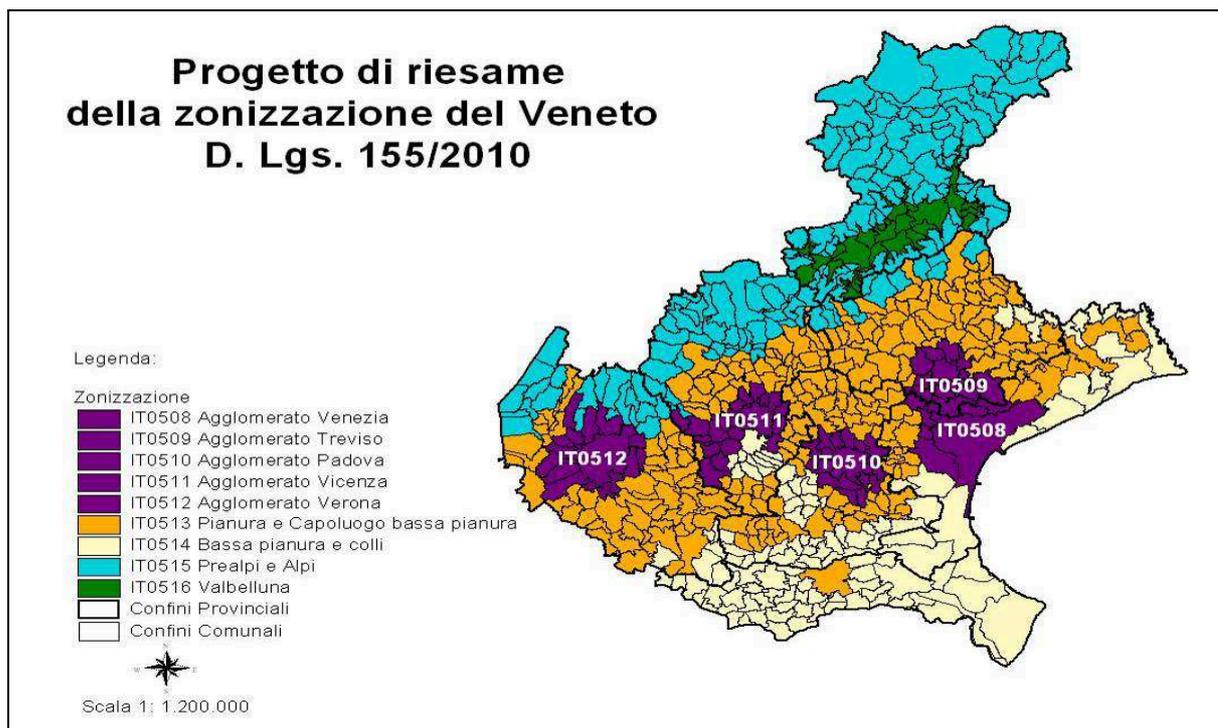


Figura 1: zonizzazione della regione del Veneto.

I Comuni della provincia di Belluno ricadono nelle seguenti zone:

**Prealpi e Alpi (IT0515).** Coincidente con la zona montuosa della regione, comprende i Comuni con altitudine della casa comunale >200m, generalmente non interessati dal fenomeno dell'inversione termica, a ridotto contributo emissivo e con basso numero di abitanti.

**Val Belluna (IT0516).** E' rappresentata dall'omonima valle in provincia di Belluno, identificata dalla porzione di territorio intercomunale definita dall'altitudine, inferiore all'isolinesa dei 600m, interessata da fenomeni di inversione termica anche persistente, con contributo emissivo significativo e caratterizzata da elevata urbanizzazione nel fondovalle. Interseca 29 Comuni della provincia di Belluno e comprende il Comune Capoluogo.

Il sito di indagine individuato congiuntamente col Comune di Feltre in loc. Zermen presso la ex scuola elementare è indicato nella figura sottostante ed ha coordinate geografiche GBO 1727832; 5100914 e ricade nella zona Val Belluna (IT0516).



### 3 - Contestualizzazione meteo climatica

La situazione meteorologica è stata analizzata mediante l'uso di diagrammi circolari nei quali si riporta la frequenza dei giorni con caratteristiche di piovosità e ventilazione definite in tre classi:

- in rosso (precipitazione giornaliera inferiore a 1 mm e intensità media del vento minore di 0.5 m/s): condizioni poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti;
- in giallo (precipitazione giornaliera compresa tra 1 e 6 mm e intensità media del vento nell'intervallo 0.5 m/s e 1.5 m/s): situazioni debolmente dispersive;
- in verde (precipitazione giornaliera superiore a 6 mm e intensità media del vento maggiore di 1.5 m/s): situazioni molto favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

I valori delle soglie per la ripartizione nelle tre classi sono state individuate in maniera soggettiva in base ad un campione pluriennale di dati; in particolare per il vento medio giornaliero si sono utilizzati intervalli tali da consentire il confronto tra venti di debole intensità.

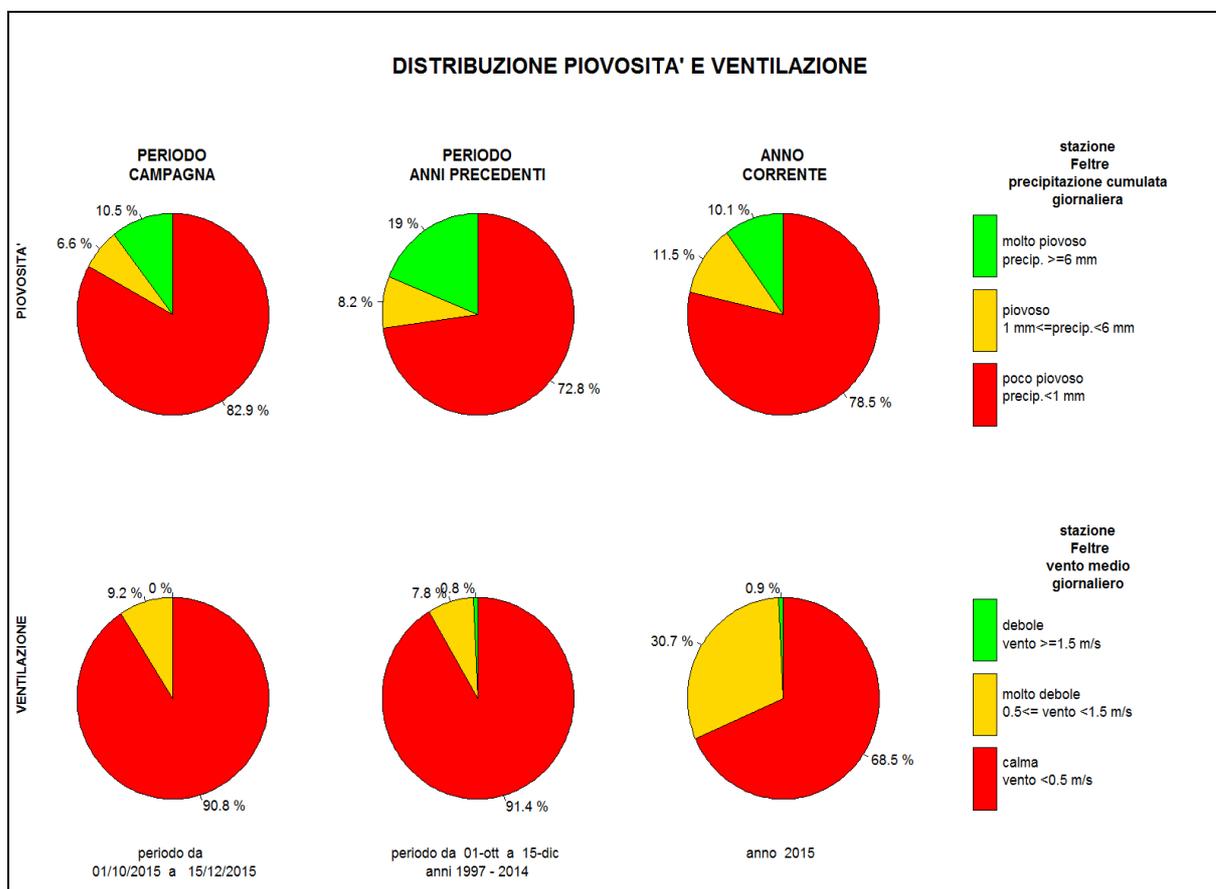


Figura 4: diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo pentadale corrispondente degli anni precedenti (PERIODO ANNI PRECEDENTI) e durante l'intero anno in corso (ANNO CORRENTE).

Nella figura 4 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso la stazione meteorologica ARPAV più vicina, Feltre - 217 (BL) in tre periodi:

- 1 ottobre – 15 dicembre 2015, periodo di svolgimento della campagna di misura;
- 1 ottobre – 15 dicembre dall'anno 1997 all'anno 2014 (pentadi di riferimento, cioè PERIODO ANNI PRECEDENTI);
- 1 gennaio - 31 dicembre 2015 (ANNO CORRENTE).

Dal confronto dei diagrammi circolari risulta che durante il periodo di svolgimento della campagna di misura:

- la distribuzione dei giorni in base alla piovosità è simile a quella dell'anno in corso, salvo una maggiore presenza di giorni poco piovosi, mentre rispetto allo stesso periodo degli anni precedenti i giorni molto piovosi sono meno frequenti;
- la distribuzione dei giorni in relazione alla ventosità è simile a quella dello stesso periodo degli anni precedenti, mentre rispetto all'anno in corso sono più frequenti i giorni con calma di vento.

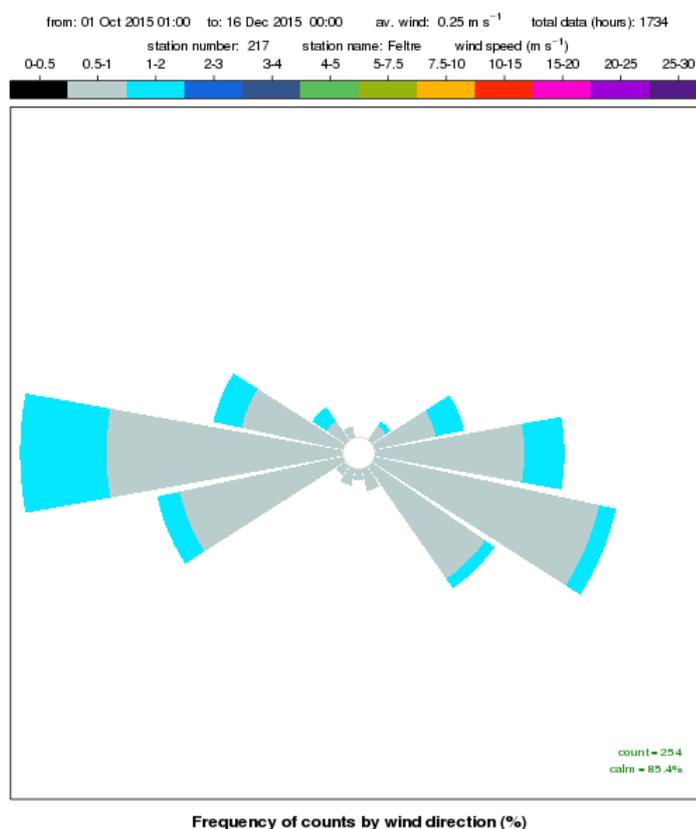


Figura 5: rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Feltre nel periodo 1 ottobre - 15 dicembre 2015

In Figura 5 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di Feltre durante lo svolgimento della campagna di misura: da essa si evince che le direzioni prevalenti di provenienza del vento sono ovest ed est-sudest (entrambe 3%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0,5 m/s) è stata pari a circa 85%; la velocità media pari a circa 0,25 m/s.

## 4 - Inquinanti monitorati e normativa di riferimento

### Polveri (PM10)

Materiale particolato (PM) è il termine usato per indicare presenze solide o di aerosol in atmosfera, generalmente formate da agglomerati di diverse dimensioni, composizione chimica e proprietà, derivanti sia da fonti antropiche che naturali. Le differenti classi dimensionali conferiscono alle particelle caratteristiche fisiche e geometriche assai varie.

Le polveri PM10 rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 10  $\mu\text{m}$ , mentre le PM2,5, che costituiscono in genere circa il 60-90% delle PM10, rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 2,5  $\mu\text{m}$ .

Di recente lo IARC (International Agency for Research on Cancer) ha riclassificato alcune sostanze della lista dei cancerogeni noti e fra questi ha ufficializzato l'entrata delle polveri sottili e in genere dell'inquinamento atmosferico inserendoli nella categoria 1, e quindi certamente cancerogeni per l'uomo.

Parte delle particelle che costituiscono le polveri atmosferiche è emessa come tale da diverse sorgenti naturali ed antropiche (particelle primarie); parte invece deriva da una serie di reazioni chimiche e fisiche che avvengono nell'atmosfera (particelle secondarie).

L'abbattimento e/o l'allontanamento delle polveri è legato in gran parte alla meteorologia. Pioggia e neve abbattono le particelle, il vento le sposta anche sollevandole, mentre le dinamiche verticali connesse ai profili termici e/o eolici le allontanano.

Le più importanti sorgenti naturali sono così individuate:

- incendi boschivi;
- polveri al suolo risollevate e trasportate dal vento;
- aerosol biogenico (spore, pollini, frammenti vegetali, ecc.);
- emissioni vulcaniche;
- aerosol marino.

Le più rilevanti sorgenti antropiche sono:

- processi di combustione di legno, derivati del petrolio, residui agricoli;
- emissioni prodotte in vario modo dal traffico veicolare (emissioni dei gas di scarico, usura dei pneumatici, dei freni e del manto stradale);
- processi industriali;
- emissioni prodotte da altri macchinari e veicoli (mezzi di cantiere e agricoli, aeroplani, treni, ecc.).

Una volta emesse, le polveri PM10 possono rimanere in sospensione nell'aria per circa dodici ore, mentre le particelle a diametro più sottile, ad esempio PM1, possono rimanere in circolazione per circa un mese.

Le polveri sottili nei centri urbani sono prodotte principalmente da fenomeni di combustione derivanti dal traffico veicolare e dagli impianti di riscaldamento.

Il particolato emesso dai camini di altezza elevata può essere trasportato dagli agenti atmosferici anche a grandi distanze. Per questo motivo parte dell'inquinamento di fondo riscontrato in una determinata città può provenire da una fonte situata anche lontana dal centro urbano. Nei centri urbani l'inquinamento da PM10, che sono le più pericolose per la salute, è essenzialmente dovuto al traffico veicolare ed al

riscaldamento domestico.

Le dimensioni delle particelle in sospensione rappresentano il parametro principale che caratterizza il comportamento di un aerosol. Dato che l'apparato respiratorio è come un canale che si ramifica dal punto di inalazione naso o bocca, sino agli alveoli con diametro sempre decrescente, si può immaginare che le particelle di dimensioni maggiori vengono trattenute nei primi stadi, mentre quelle sottili penetrano sino agli alveoli. Il rischio determinato dalle particelle è dovuto alla deposizione che avviene lungo tutto l'apparato respiratorio, dal naso agli alveoli.

La deposizione si ha quando la velocità delle particelle si annulla per effetto delle forze di resistenza inerziale alla velocità di trascinamento dell'aria, che decresce dal naso sino agli alveoli. Questo significa che procedendo dal naso o dalla bocca attraverso il tratto tracheo-bronchiale sino agli alveoli, diminuisce il diametro delle particelle che penetrano e si depositano.

### **Benzo(a)Pirene (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>)**

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono prodotti dalla combustione incompleta di composti organici e pertanto derivano da fonti per la massima parte di tipo antropico, anche se esistono apporti dovuti ad incendi boschivi ed eruzioni vulcaniche.

Il principale IPA è il Benzo(a)Pirene (B(a)P), unico tra questi composti soggetto alla normativa dell'inquinamento atmosferico. I processi che lo originano comportano la concomitante formazione di altri IPA non soggetti alla normativa.

Molti IPA sono stati classificati dalla IARC come "probabili" o "possibili cancerogeni per l'uomo"; il Benzo(a)Pirene è stato classificato come "cancerogeno per l'uomo".

Le principali sorgenti di derivazione antropica di questi composti sono il riscaldamento domestico, il traffico veicolare e i processi di combustione industriale.

Il riscaldamento domestico contribuisce in modo rilevante alla presenza di questi composti, soprattutto durante i mesi freddi nelle aree caratterizzate da climi rigidi, come la provincia di Belluno. La quantità e la qualità delle emissioni è naturalmente funzione sia della tipologia di combustibile utilizzata sia della struttura tecnica dell'impianto di riscaldamento. Ad esempio, è noto che il contenuto di IPA nel particolato derivante dalla combustione di legname è maggiore rispetto a quello del gasolio. È importante sottolineare come gli impianti di riscaldamento alimentati a metano hanno un'emissione di IPA praticamente nulla, risultando i più "puliti" per questo inquinante.

Nelle zone urbane le emissioni di IPA dovute al traffico veicolare, in particolare dai processi di combustione dei motori diesel, risultano rilevanti. Le quantità emesse sono correlate all'efficienza e alla qualità tecnica del motore, al grado di manutenzione, alla quantità di IPA presenti nel carburante, nonché alla presenza ed efficienza di sistemi di riduzione delle emissioni. Nei processi combustivi si possono inoltre verificare reazioni di trasformazione, con conseguenti modifiche alla composizione degli IPA.

Altre fonti di emissione rilevanti sono gli impianti industriali che utilizzano oli combustibili a basso tenore di zolfo (BTZ) o gasoli.

In genere gli IPA presenti nell'aria, pur essendo chimicamente stabili, possono degradare reagendo con la luce del sole. Quelli di massa maggiore si adsorbono al particolato aerodisperso, andando successivamente a depositarsi al suolo. Per la loro relativa stabilità e per la capacità di aderire alle polveri possono essere trasportati anche a grandi distanze dalle zone di produzione.

## **Metalli**

### **Piombo (Pb)**

Il piombo è l'elemento chimico di numero atomico 82. È un metallo tenero, pesante, malleabile. Di colore bianco azzurrognolo appena tagliato, esposto all'aria si colora di grigio scuro.

Il piombo viene usato nella produzione di batterie per autotrazione e di proiettili per armi da fuoco. Questo metallo è un componente del peltro e di altre leghe usate per la saldatura. In natura è abbondantemente diffuso sotto forma di solfuro, nel minerale chiamato galena e in minerali di secondaria importanza, come la cerussite e l'anglesite.

Negli anni recenti un'importante sorgente di assorbimento per la popolazione è stato il piombo aerodisperso proveniente dal traffico veicolare a benzina, in cui era presente come antidetonante, fino all'abolizione a partire dal 2002. Piccole quantità di piombo possono provenire da attività industriali o essere presenti in frammenti di vernici.

### **Arsenico (As)**

È l'elemento chimico di numero atomico 33. È un noto veleno ed un metalloide che si presenta in tre forme allotropiche diverse: gialla, nera e grigia.

Dal punto di vista chimico, l'arsenico è molto simile al suo omologo, il fosforo, al punto che lo sostituisce parzialmente in alcune reazioni biochimiche. Scaldato, si ossida rapidamente ad ossido arsenioso, dal tipico odore agliaceo. L'arsenico ed alcuni suoi composti sublimano, passando direttamente dalla fase solida a quella gassosa.

L'arseniato di piombo è stato usato fino al XX secolo come pesticida sugli alberi da frutto, con gravi danni neurologici per i lavoratori che lo spargevano sulle colture, mentre l'arseniato di rame è stato usato come colorante per dolci nel XIX secolo.

Più recentemente l'arsenocromato di rame ha trovato utilizzo negli interventi conservativi del legname contro la marcescenza e gli attacchi degli insetti. Questa pratica in molti paesi è stata proibita dopo la comparsa di studi che hanno dimostrato il lento rilascio di arsenico per dilavamento e combustione da parte del legno trattato.

Altri usi:

- produzione di leghe;
- produzione di insetticidi;
- produzione di circuiti integrati a base di arseniuro di gallio;
- trattamenti per curare forme leucemiche con triossido d'arsenico;
- produzione di fuochi d'artificio.

### **Nichel (Ni)**

Il nichel è l'elemento chimico di numero atomico 28. È un metallo bianco argenteo, che può essere lucidato con grande facilità. Appartiene al gruppo del ferro, è duro, malleabile e duttile. Si trova combinato con lo zolfo nella millerite e con l'arsenico nella niccolite.

Per la sua ottima resistenza all'ossidazione e la stabilità chimica esposto all'aria, si usa per coniare le monete di minor valore, per rivestire materiali ad esempio in ferro e ottone, in alcune attrezzature chimiche ed in certe leghe, come per esempio l'argento tedesco. È ferromagnetico e si accompagna molto spesso con il cobalto.

Il principale impiego del nichel è la produzione di acciaio inox austenitico; tuttavia, grazie alle sue particolari caratteristiche, trova una vasta gamma di utilizzi, i principali dei quali sono legati alla produzione di:

- acciaio e leghe (alnico, monel, nitinol);
- batterie ricaricabili al nichel idruro metallico e al nichel-cadmio;
- sostanze chimiche (catalizzatori e sali per elettrodeposizione);
- materiale da laboratorio (crogiuoli).

### **Cadmio (Cd)**

Il cadmio è l'elemento chimico di numero atomico 48. È un metallo di transizione relativamente raro, tenero, bianco-argenteo con riflessi azzurrognoli. Si trova nei minerali dello zinco.

Il cadmio è un metallo bivalente, malleabile, duttile e tenero, al punto che può essere tagliato con un normale coltello. Sotto molti aspetti assomiglia allo zinco, ma tende a formare composti più complessi di quest'ultimo.

Circa tre quarti della quantità di cadmio prodotta trova utilizzo nelle pile al nichel-cadmio, mentre la restante quota è principalmente usata per produrre pigmenti, rivestimenti e stabilizzanti per materie plastiche.

Tra gli altri usi del cadmio e dei suoi composti si segnalano:

- la produzione di leghe metalliche bassofondenti e per saldatura;
- la produzione di leghe metalliche ad alta resistenza all'usura;
- i trattamenti di cadmiatura, ovvero il rivestimento di materiali;
- la produzione di pigmenti gialli a base di solfuro di cadmio;
- la produzione di semiconduttori e pile;
- la produzione di stabilizzanti per il PVC.

Sono considerati tossici tutti quei metalli il cui eccessivo apporto determina effetti dannosi per la salute, tanto maggiori, quanto maggiore è la dose assorbita; lo stesso metallo può essere essenziale a basse dosi, ossia necessario per alcune funzioni dell'organismo, e diventare tossico a dosi più elevate. I metalli possono essere assorbiti per via respiratoria, per ingestione e raramente attraverso la pelle. Nell'organismo si legano prima alle proteine del sangue, per poi distribuirsi nei diversi compartimenti a seconda delle loro proprietà. Il piombo ad esempio si distribuisce nell'osso e nei tessuti molli, mentre l'arsenico interferisce con l'attività enzimatica. Gli effetti dei metalli sono molteplici: possono determinare fenomeni irritativi, intossicazioni acute e croniche, possono avere azione mutagena o cancerogena. Anche gli organi o gli apparati colpiti sono molto diversi: si va dal sangue al rene, al sistema nervoso centrale o periferico, al sistema respiratorio, all'apparato gastrointestinale, all'apparato cardiovascolare e alla cute. La maggior parte degli effetti tossici dovuti ai metalli sono stati osservati e descritti in lavoratori esposti a concentrazioni ambientali di gran lunga più elevate di quelle presenti nell'ambiente di vita, oppure in seguito ad intossicazioni accidentali.

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

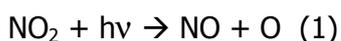
L'ozono è un gas irritante di colore bluastrò, costituito da molecole instabili formate da tre atomi di ossigeno; queste molecole si scindono facilmente liberando ossigeno molecolare (O<sub>2</sub>) ed un atomo di ossigeno estremamente reattivo



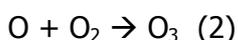
Per queste sue caratteristiche l'ozono è quindi un energico ossidante in grado di demolire sia materiali organici che inorganici.

L'ozono presente nella bassa troposfera è principalmente il prodotto di una serie complessa di reazioni chimiche di altri inquinanti presenti nell'atmosfera, detti precursori, nelle quali interviene l'azione dell'irraggiamento solare. I principali precursori coinvolti sono gli ossidi di azoto ed i composti organici volatili (COV).

La produzione di ozono in troposfera per reazione chimica ha inizio con la fotolisi del biossido di azoto, ovvero la scissione di questa molecola da parte della radiazione solare,  $h\nu$ , con lunghezza d'onda inferiore a 430 nm, in monossido d'azoto ed ossigeno atomico:



seguita dalla combinazione dell'ossigeno atomico con ossigeno atmosferico:



Una volta prodotto l'ozono può a sua volta reagire con il monossido di azoto formatosi dalla reazione (1) per riformare il biossido di azoto di partenza:



L'ozono viene quindi prodotto dalla reazione (2) e successivamente rimosso dalla reazione (3) in un ciclo a produzione teoricamente nulla.

In troposfera sono però presenti specie molto reattive chiamate "radicali perossialchilici", convenzionalmente indicati come  $\text{RO}_2$ , prodotte dalla ossidazione di idrocarburi ed altri composti organici volatili. Il monossido di azoto reagisce con questi radicali secondo la reazione generale:



In presenza di radicali perossialchilici la reazione (4) risulta competitiva rispetto alla reazione (3) la quale non ha modo di avvenire, essendo uno dei reagenti, il monossido di azoto, rimosso dalla reazione (4); l'ozono prodotto dalla sequenza di reazione (1) e (2) può quindi accumularsi in atmosfera.

I precursori coinvolti nel ciclo dell'ozono possono essere di origine antropogenica, a seguito di combustioni ed evaporazione di solventi organici, o derivare da sorgenti naturali di emissione quali incendi e vegetazione.

Nei centri urbani gli inquinanti coinvolti nella produzione di ozono derivano principalmente dal traffico veicolare. Nella complessa serie di reazioni coinvolgenti  $\text{NO}_x$  e composti organici volatili, i vari COV hanno effetti differenti; tra i più reattivi vanno ricordati il toluene, l'etene, il propene e l'isoprene. Dopo l'emissione i precursori si disperdono nell'ambiente in maniera variabile a seconda delle condizioni atmosferiche. Affinché dai precursori, con l'azione della radiazione solare, si formi ozono in quantità apprezzabili, occorre un certo periodo di tempo che può variare da poche ore a giorni. Questo fa sì che le concentrazioni di  $\text{O}_3$  in un dato luogo non siano linearmente correlate alle quantità di precursori emessi nella zona considerata. Inoltre, visto il tempo occorrente per la formazione di ozono, le masse d'aria contenenti  $\text{O}_3$ , COV ed  $\text{NO}_x$  possono percorrere notevoli distanze, anche centinaia di chilometri, determinando effetti in aree diverse da quelle di produzione. Da ciò deriva che il problema dell'inquinamento da ozono non può essere valutato strettamente su base locale, ma deve essere considerato su ampia scala.

Le concentrazioni di ozono dipendono quindi notevolmente dalle condizioni atmosferiche; le reazioni che portano alla sua formazione sono reazioni fotochimiche

e quindi le concentrazioni dell'inquinante aumentano con il crescere della radiazione solare, mentre diminuiscono con l'aumentare della nuvolosità. La conseguenza è che i valori massimi di concentrazione di ozono si registrano nel tardo pomeriggio estivo. L'ozono è una molecola altamente reattiva che a elevati livelli può produrre effetti irritanti importanti sui tessuti animali e degenerativi sui tessuti vegetali. L'esposizione ad alte concentrazioni di ozono, tipicamente per brevi periodi, dà origine nell'uomo a irritazioni agli occhi, al naso, alla gola e all'apparato respiratorio, che possono essere più marcate nel caso di attività fisica particolarmente intensa. Inoltre l'esposizione ad elevate concentrazioni di ozono può accentuare gli effetti di patologie esistenti, quali asma, malattie dell'apparato respiratorio e allergie. Va detto infine che gli effetti dell'ozono tendono a cessare piuttosto velocemente con l'esaurirsi del episodio di accumulo di questo inquinante.

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

Il benzene è un idrocarburo aromatico strutturato ad anello esagonale ed è costituito da sei atomi di carbonio e sei atomi di idrogeno. Anche conosciuto come benzolo, rappresenta la sostanza aromatica con la struttura molecolare più semplice e per questo lo si può definire il composto-base della classe degli idrocarburi aromatici.

Il benzene a temperatura ambiente si presenta come un liquido incolore che evapora all'aria molto velocemente. E' una sostanza altamente infiammabile.

La sua presenza nell'ambiente deriva sia da processi naturali che da attività umane. Le fonti naturali forniscono un contributo relativamente esiguo rispetto a quelle antropogeniche e sono dovute essenzialmente agli incendi boschivi. La maggior parte del benzene presente nell'aria è invece un sottoprodotto delle attività umane.

Le principali cause di esposizione al benzene sono le combustioni incomplete.

Per quanto riguarda l'apporto dovuto al traffico, predominano le emissioni dei mezzi a benzina rispetto ai diesel. Per i veicoli a benzina, circa il 95% dell'inquinante deriva dai gas di scarico, mentre il restante 5% dall'evaporazione del carburante dal serbatoio e dal carburatore durante le soste e i rifornimenti.

Lo IARC classifica il benzene come sostanza cancerogena di classe I, in grado di produrre varie forme di leucemia.

Nella seguente tabella sono riportate, per ciascuno dei principali inquinanti atmosferici, le principali sorgenti di emissione.

Tabella 1: Sorgenti emissive dei principali inquinanti (\* = Inquinante Primario, \*\* = Inquinante Secondario).

<b>Inquinanti</b>	<b>Principali sorgenti di emissione</b>
Biossido di Zolfo* SO <sub>2</sub>	Impianti riscaldamento, centrali di potenza, combustione di prodotti organici di origine fossile contenenti zolfo (gasolio, carbone, oli combustibili), veicoli diesel.
Biossido di Azoto* NO <sub>2</sub>	Impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare on road e off road, centrali di potenza, attività industriali (processi di combustione per la sintesi dell'ossigeno e dell'azoto atmosferici).
Monossido di Carbonio* CO	Traffico autoveicolare on road e off road (processi di combustione incompleta dei combustibili fossili), impianti riscaldamento, centrali di potenza, impianti industriali.
Ozono** O <sub>3</sub>	Non ci sono significative sorgenti di emissione antropiche in atmosfera.
Particolato Fine*/** PM10	Traffico autoveicolare on road e off road, Impianti riscaldamento, centrali di potenza, impianti industriali, fenomeni di risollevarimento.
Idrocarburi non Metanici* (IPA, Benzene)	Impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare on road off road, evaporazione dei carburanti, alcuni processi industriali.

## Normativa di riferimento

L'esigenza di salvaguardare la salute e l'ambiente dai fenomeni di inquinamento atmosferico ha ispirato un corpo normativo volto alla definizione di:

- valori limite degli inquinanti per la protezione della salute umana e dell'ambiente;
- livelli critici per la protezione dei recettori naturali e degli ecosistemi;
- valori obiettivo per la protezione della salute umana e dell'ambiente;
- soglie di informazione e di allarme per la protezione della salute umana;
- obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e dell'ambiente.

Per tutti gli inquinanti considerati risultano in vigore i limiti individuati dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, attuazione della Direttiva 2008/50/CE.

Il D.Lgs. 155/2010 riveste particolare importanza nel quadro normativo della qualità dell'aria perché costituisce, di fatto, un vero e proprio testo unico sull'argomento. E' importante precisare che il valore aggiunto di questo testo è quello di unificare sotto un'unica legge la normativa previgente, mantenendo un sistema di limiti e di prescrizioni analogo a quello già in vigore. Gli inquinanti da monitorare e i limiti stabiliti sono rimasti invariati rispetto alla disciplina precedente, eccezion fatta per il particolato PM<sub>2,5</sub>, i cui livelli nell'aria ambiente vengono per la prima volta regolamentati in Italia con detto decreto. Nelle Tabelle 1 e 2 si riportano, per ciascun inquinante, i limiti di legge previsti dal D.Lgs. 155/2010, suddivisi in limiti di legge a mediazione di breve periodo, correlati all'esposizione acuta della popolazione e limiti di legge a mediazione di lungo periodo, correlati all'esposizione cronica della popolazione. In Tabella 3 sono indicati i limiti di legge stabiliti dal D.Lgs. 155/2010 per la protezione della vegetazione.

Tabella 2: riferimenti di legge per l'esposizione acuta D.Lgs. 155/2010

INQUINANTE	TIPOLOGIA	CONCENTRAZIONE
PM <sub>10</sub>	Valore limite giornaliero da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	Soglia di informazione Media oraria *	180 µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	Soglia di allarme Media oraria *	240 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	Soglia di allarme **	400 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	Valore limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m <sup>3</sup>
CO	Valore limite Media massima giornaliera calcolata su 8 h	10 mg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	Soglia di allarme **	500 µg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	Valore limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile	350 µg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	Valore limite giornaliero da non superare più di 3 volte per anno civile	125 µg/m <sup>3</sup>

- \* per l'applicazione dell'articolo 10 comma 1, deve essere misurato o previsto un superamento di tre ore consecutive
- \*\* misurato per 3 ore consecutive, presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 Km<sup>2</sup> oppure pari all'estensione dell'intera zona o dell'intero agglomerato se tale zona o agglomerato sono meno estesi

Tabella 3: riferimenti di legge per l'esposizione cronica D.Lgs. 155/2010

<b>INQUINANTE</b>	<b>TIPOLOGIA</b>	<b>CONCENTRAZIONE</b>	<b>NOTE</b>
<b>PM10</b>	Valore limite Media su anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	
<b>PM2.5</b>	Valore limite Media su anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>	
<b>O<sub>3</sub></b>	Valore obiettivo per la protezione della salute Media massima giornaliera calcolata su 8 h da non superare per più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni	120 µg/m <sup>3</sup>	
<b>O<sub>3</sub></b>	Valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana Media massima giornaliera calcolata su 8 h nell'arco dell'anno civile	120 µg/m <sup>3</sup>	Data entro la quale deve essere raggiunto l'obiettivo a lungo termine non definita
<b>NO<sub>2</sub></b>	Valore limite Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	
<b>Pb</b>	Valore limite Media su anno civile	0.5 µg/m <sup>3</sup>	
<b>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b>	Valore limite Media su anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>	
<b>As</b>	Valore obiettivo Media su anno civile	6 ng/m <sup>3</sup>	
<b>Ni</b>	Valore obiettivo Media su anno civile	20 ng/m <sup>3</sup>	
<b>Cd</b>	Valore obiettivo Media su anno civile	5 ng/m <sup>3</sup>	
<b>B(a)P</b>	Valore obiettivo Media su anno civile	1 ng/m <sup>3</sup>	

Tabella 4: riferimenti di legge per la vegetazione D.Lgs. 155/2010

INQUINANTE	TIPOLOGIA	CONCENTRAZIONE	NOTE
SO <sub>2</sub>	Livello critico per la vegetazione Anno civile	20 µg/m <sup>3</sup>	
SO <sub>2</sub>	Livello critico per la vegetazione (1 ottobre - 31 marzo)	20 µg/m <sup>3</sup>	
NO <sub>x</sub>	Limite critico per la vegetazione Anno civile	30 µg/m <sup>3</sup>	
O <sub>3</sub>	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40 (calcolato sulla base dei valori di 1 h) da maggio a luglio *	18000 µg/m <sup>3</sup> h come media su 5 anni	valutato dal 2015, con riferimento al quinquennio 2010 - 2014.
O <sub>3</sub>	Valore obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione AOT40 (calcolato sulla base dei valori di 1 h) da maggio a luglio *	6000 µg/m <sup>3</sup> h come media su 5 anni	Data entro la quale deve essere raggiunto l'obiettivo a lungo termine non definita

\* AOT 40= Accumulated Ozone exposure over a Threshold of 40 Parts Per Billion definito come la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie di ozono e la soglia prefissata 40 ppb, relativamente alle ore di luce.

## 5 - Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi

I dati del monitoraggio sono riferiti agli inquinanti di seguito indicati:

- Polveri (PM10)
- Benzo(a)Pirene (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>)
- Metalli pesanti (piombo Pb, arsenico As, cadmio Cd, nichel Ni)
- Ozono
- Benzene

L'analizzatore in continuo per l'analisi dell'ozono presente a bordo della stazione rilocabile, ha caratteristiche conformi al D.Lgs. 155/2010 (i volumi sono stati normalizzati ad una temperatura di 20°C ed una pressione di 101,3 kPa) e realizza acquisizione, misura e registrazione dei risultati in modo automatico (gli orari indicati si riferiscono all'ora solare).

Il campionamento del particolato inalabile PM10 (diametro aerodinamico inferiore a 10 µm) è stato realizzato con una linea di prelievo sequenziale, posta all'interno della stazione rilocabile, che utilizza filtri da 47 mm di diametro e cicli di prelievo di 24 ore. Detti campionamenti sono stati condotti con l'utilizzo di apparecchiature conformi alle specifiche tecniche dettate dal D.Lgs. 155/2010 (il volume campionato si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni).

Le determinazioni analitiche degli idrocarburi policiclici aromatici IPA (con riferimento al Benzo(a)Pirene) e del PM10 sono state effettuate al termine del ciclo di

campionamento sui filtri esposti in quarzo o in nitrato di cellulosa, rispettivamente mediante cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC) "metodo UNI EN 15549:2008" e determinazione gravimetrica "metodo UNI EN 12341:2014".

Per quanto riguarda i metalli, le determinazioni analitiche sono state effettuate sui filtri esposti in quarzo mediante spettrofotometria di emissione con plasma ad accoppiamento induttivo (ICP-Ottico) e spettrofotometria di assorbimento atomico con fornetto a grafite "metodo UNI EN 14902:2005".

La determinazione gravimetrica del PM10 è stata effettuata su tutti i filtri campionati, mentre le determinazioni del Benzo(a)Pirene e dei metalli sono state eseguite seguendo frequenze utili a rispettare l'adeguamento agli obiettivi di qualità dei dati previsti dall'allegato I al D.Lgs. 155/2010.

La determinazione dell'ozono viene effettuata con strumentazione in continuo per assorbimento U.V.

La determinazione del benzene è stata effettuata attraverso campionamento di 24 ore su fiale di carbone attivo con successivo desorbimento termico e analisi gascromatografica.

Con riferimento ai risultati riportati al punto 7 si precisa che la rappresentazione dei valori inferiori al limite di rilevabilità segue una distribuzione statistica di tipo gaussiano normale in cui la metà del limite di rilevabilità rappresenta il valore più probabile. Si è scelto pertanto di attribuire tale valore ai dati inferiori al limite di rilevabilità, diverso a seconda dello strumento impiegato o della metodologia adottata.

## **6 - Efficienza di campionamento**

Al fine di assicurare il rispetto degli obiettivi di qualità di cui all'Allegato I del D.Lgs. 155/2010 e l'accuratezza delle misurazioni, la normativa stabilisce dei criteri in materia di incertezza dei metodi di valutazione, di periodo minimo di copertura e di raccolta minima dei dati.

I requisiti relativi alla raccolta minima dei dati ed al periodo minimo di copertura non comprendono le perdite di dati dovute alla taratura periodica od alla manutenzione ordinaria della strumentazione.

Per le misurazioni in continuo di biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, monossido di carbonio, benzene, particolato e piombo, la raccolta minima di dati deve essere del 90% nell'arco dell'intero anno civile. Altresì, per le misurazioni indicative il periodo minimo di copertura deve essere del 14% nell'arco dell'intero anno civile (pari a 52 giorni/anno), con una resa del 90%; in particolare le misurazioni possono essere uniformemente distribuite nell'arco dell'anno civile o, in alternativa, effettuate per otto settimane equamente distribuite nell'arco dell'anno. Nella pratica, le otto settimane di misura nell'arco dell'anno possono essere organizzate con rilievi svolti in due periodi, di quattro settimane consecutive ciascuno, tipicamente nel semestre invernale (1 ottobre - 31 marzo) ed in quello estivo (1 aprile - 30 settembre), caratterizzati da una diversa prevalenza delle condizioni di rimescolamento dell'atmosfera.

Anche per gli IPA e per gli altri metalli la percentuale per le misurazioni indicative è pari al 14% (con una resa del 90%); è comunque possibile applicare un periodo di copertura più basso, ma non inferiore al 6%, purché si dimostri che l'incertezza estesa nel calcolo della media annuale sia rispettata.

Per l'ozono, nelle misurazioni indicative, il periodo minimo di copertura necessario per raggiungere gli obiettivi per la qualità dei dati deve essere maggiore al 10% durante l'estate (pari a 36 giorni/anno) con una resa del 90%.

In relazione a quanto sopraesposto, tenendo conto anche della prima fase di monitoraggio, l'efficienza di campionamento del PM10 è stata del 98% e la copertura del 42%.

Considerando anche la prima campagna di monitoraggio sono state eseguite 106 analisi di IPA e 46 analisi di metalli con una copertura del 29% per il Benzo(a)Pirene e del 13% per i metalli

Per quanto riguarda il benzene sono state eseguite in totale 152 analisi giornaliere, con un'efficienza di campionamento del 96% e una copertura del 42 %. Sono state infine eseguite 75 analisi giornaliere totali di ozono, con un'efficienza di campionamento del 99% e una copertura del 43%.

## 7 - Analisi dei dati rilevati

In questo paragrafo vengono presentati i risultati ottenuti da ogni inquinante monitorato confrontandoli con i limiti e i valori obiettivo previsti dalla normativa. Nelle tabelle riassuntive sono riportati anche i valori relativi alla fase estiva del monitoraggio e una media ponderata dei due periodi. Nel sottoparagrafo 7.1 si fa cenno all'andamento stagionale degli inquinanti nel periodo invernale rappresentato in forma grafica.

**Polveri PM10:** durante la fase invernale di monitoraggio è stato registrato un solo superamento del limite giornaliero di esposizione di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , contro i 10 registrati nello stesso periodo presso la stazione fissa di Feltre. Il valore medio del periodo è stato di  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , inferiore al limite annuale di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  imposto dalla normativa vigente.

		PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
		Feltre loc. Zermen	Staz. di riferimento Feltre
<b>Periodo 18 marzo 7 giugno 2015</b>	<b>Media</b>	<b>16</b>	<b>19</b>
	<b>n° superamenti</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
	<b>n° dati</b>	<b>82</b>	<b>81</b>
	<b>% superamenti</b>	<b>0</b>	<b>2,5</b>
<b>Periodo 1 ottobre 15 dicembre 2015</b>	<b>Media</b>	<b>22</b>	<b>32</b>
	<b>n° superamenti</b>	<b>1</b>	<b>10</b>
	<b>n° dati</b>	<b>73</b>	<b>76</b>
	<b>% superamenti</b>	<b>1,4</b>	<b>13,2</b>
<b>MEDIA PONDERATA</b>	<b>Media Ponderata</b>	<b>19</b>	<b>25</b>
	<b>n° superamenti</b>	<b>1</b>	<b>12</b>
	<b>n° dati</b>	<b>155</b>	<b>157</b>
	<b>% superamenti</b>	<b>0,6</b>	<b>7,6</b>

Tabella 5: riferimenti Confronto delle concentrazioni giornaliere di PM10 misurate a Feltre loc. Zermen e presso la stazione di riferimento di Feltre denominata Area Feltrina nei due periodi di monitoraggio.

Nel caso del PM10, poiché la normativa prevede valutazioni nel corso di un anno per il confronto con i termini di riferimento, data la limitatezza del periodo di

monitoraggio, si è ritenuto opportuno applicare ai dati di monitoraggio rilevati nei periodi estivo e invernale un programma messo a punto dall'Osservatorio Regionale Aria di ARPAV che consente di effettuare una stima sul probabile superamento dei limiti di legge.

Tale metodologia si articola nei seguenti passaggi:

1. per un sito di misura sporadico (campagna di monitoraggio) viene scelta una stazione fissa più rappresentativa (la stazione più vicina oppure una caratterizzata dalla stessa tipologia di emissioni e, statisticamente, dallo stesso tipo di meteorologia);
2. viene calcolato un fattore di correzione per passare dal periodo all'anno sulla base dei parametri della distribuzione dei dati misurati nella stazione fissa;
3. viene applicato il fattore di correzione per estrapolare il parametro statistico annuale incognito nel sito sporadico;
4. vengono confrontati il parametro statistico annuale estrapolato ed il valore limite di legge.

I parametri statistici di interesse sono la media ed il 90° percentile. Quest'ultimo viene utilizzato perché, in una distribuzione di 365 valori, il 90° percentile corrisponde al 36° valore massimo. Poiché per il PM10 sono consentiti 35 superamenti del valore limite di 50 µg/m<sup>3</sup> su 24 ore, in una serie annuale di 365 valori giornalieri il rispetto del limite di legge è garantito se il 36° valore in ordine di grandezza è minore di 50 µg/m<sup>3</sup>.

Stazione fissa di Feltre dati 2015; stazione mobile di Zermen: dati dal 18 marzo al 7 giugno e dal 1 ottobre al 15 dicembre 2015	STAZIONE FISSA	SITO SPORADICO	<b>RISULTATO</b>	
	Feltre	Zermen	Valori Annuali Estrapolati	
data	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	Zermen	
giorni di rilevamento	362	155	90° perc	37
n° superamenti del V.L. di 50 µg/m <sup>3</sup>	44	1	media	20
media	27	19		

Tabella 6. Confronto tra le campagne eseguite a Zermen e la centralina fissa di via Colombo.

La Tabella 6, relativa alla campagna eseguita a Zermen con la stazione fissa denominata "Area feltrina", evidenzia un valore del 90° percentile di 37 µg/m<sup>3</sup> ed una media di 20 µg/m<sup>3</sup> che indica una stima di superamenti del limite di legge inferiore ai 35 consentiti ed una media annuale all'interno dei limiti.

**Benzo(a)Pirene:** la media dei valori riscontrati nel periodo di monitoraggio invernale è risultata di 2.1 ng/m<sup>3</sup>, superiore al valore obiettivo annuale per la protezione della salute umana fissato in 1 ng/m<sup>3</sup>. Anche la media ponderata dell'intera campagna di monitoraggio è risultata leggermente superiore al valore obiettivo.

		Benzo(a)Pirene (ng/m <sup>3</sup> )	
		Feltre loc. Zermen	Staz. di riferimento Feltre
Periodo 18 marzo 7 giugno 2015	<b>MEDIA</b>	0.2	0.3
	n° dati	57	27
Periodo 1 ottobre 15 dicembre 2015	<b>MEDIA</b>	2.1	4.4
	n° dati	49	25
<b>MEDIA PONDERATA</b>	<b>MEDIA</b>	1.1	2.3
	n° dati	106	52

Tabella 7: confronto delle concentrazioni giornaliere di Benzo(a)pirene misurate a Feltre loc. Zermen e presso la stazione di riferimento di Feltre denominata Area Feltrina nei due periodi di monitoraggio.

**Piombo:** la concentrazione media del periodo invernale si è attestata a 0.003 µg/m<sup>3</sup>, in linea con quanto rilevato nel periodo estivo e al di sotto del limite annuale per la protezione della salute umana fissato in 0.5 µg/m<sup>3</sup>.

**Arsenico:** la concentrazione media rilevata nel periodo si è confermata sempre a livelli inferiori al limite di rilevabilità strumentale di 1 ng/m<sup>3</sup> e quindi al di sotto del valore obiettivo fissato dal D.lgs. 155/10 in 6 ng/m<sup>3</sup>.

**Nichel:** il valore medio riscontrato nella fase di monitoraggio invernale è stato di 1.1 ng/m<sup>3</sup>, al di sotto del valore obiettivo fissato dal D.lgs. 155/10 in 20 ng/m<sup>3</sup>.

**Cadmio:** i valori riscontrati di questo inquinante si sono confermati quasi sempre inferiori al limite di rilevabilità strumentale di 0.1 ng/m<sup>3</sup> e quindi inferiore al valore obiettivo fissato dal D.lgs. 155/10 in 5 ng/m<sup>3</sup>.

Periodo 18 marzo 7 giugno 2015	Metallo	Feltre loc. Zermen	Staz. di riferimento Feltre
		ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
	Arsenico	0.5	0.6
	Cadmio	0.1	0.3
	Nichel	1.2	1.4
	Piombo	2.8	3.1
Periodo 1 ottobre 15 dicembre 2015	Metallo	Feltre loc. Zermen	Staz. di riferimento Feltre
		ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
	Arsenico	0.5	0.5
	Cadmio	0.1	0.2
	Nichel	1	0.5
	Piombo	2.5	3.2
<b>MEDIA PONDERATA</b>	Metallo	Feltre loc. Zermen	Staz. di riferimento Feltre
		ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
	Arsenico	0.5	0.6
	Cadmio	0.1	0.2
	Nichel	1.1	1.0
	Piombo	2.7	3.1

Tabella 8: confronto delle concentrazioni giornaliere di metalli misurate a Feltre loc. Zermen e presso la stazione di riferimento di Feltre denominata Area Feltrina nei due periodi di monitoraggio.

**Ozono:** durante la fase di monitoraggio invernale non si sono registrati superamenti orari della soglia di informazione alla popolazione di 180 µg/m<sup>3</sup> e quindi nemmeno della soglia di allarme di 240 µg/m<sup>3</sup>. Il dato massimo orario rilevato è stato di 43 µg/m<sup>3</sup>.

**Benzene:** durante la fase di monitoraggio invernale la concentrazione media rilevata è risultata di  $1.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , inferiore al valore limite annuale di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

		Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
		Feltre loc. Zermen	Staz. di riferimento Feltre
Periodo 18 marzo 7 giugno 2015	MEDIA	0.4	0.3
	n° dati	81	10
Periodo 1 ottobre 15 dicembre 2015	MEDIA	1.1	1.1
	n° dati	71	10
MEDIA PONDERATA	MEDIA	0.7	0.7
	n° dati	152	20

Tabella 9: confronto delle concentrazioni giornaliere di benzene misurate a Feltre loc. Zermen e presso la stazione di riferimento di Feltre denominata Area Feltrina nei due periodi di monitoraggio.

### 7.1 Rappresentazione grafica dei dati

In questo paragrafo vengono presentate alcune valutazioni sull'andamento dei principali parametri monitorati, cercando di metterne in evidenza la relazione con i fattori climatici e con le fonti di emissione.

Il grafico sottostante rappresenta l'andamento dei valori medi giornalieri di PM10 nel periodo di monitoraggio rilevati a Feltre loc. Zermen a confronto con i dati rilevati presso la stazione di riferimento di Feltre denominata Area Feltrina.

COMUNE DI FELTRE LOC. ZERMEN CONFRONTO POLVERI PM10 : MEDIE A 24 ORE  
 DAL 1 OTTOBRE AL 15 DICEMBRE 2015

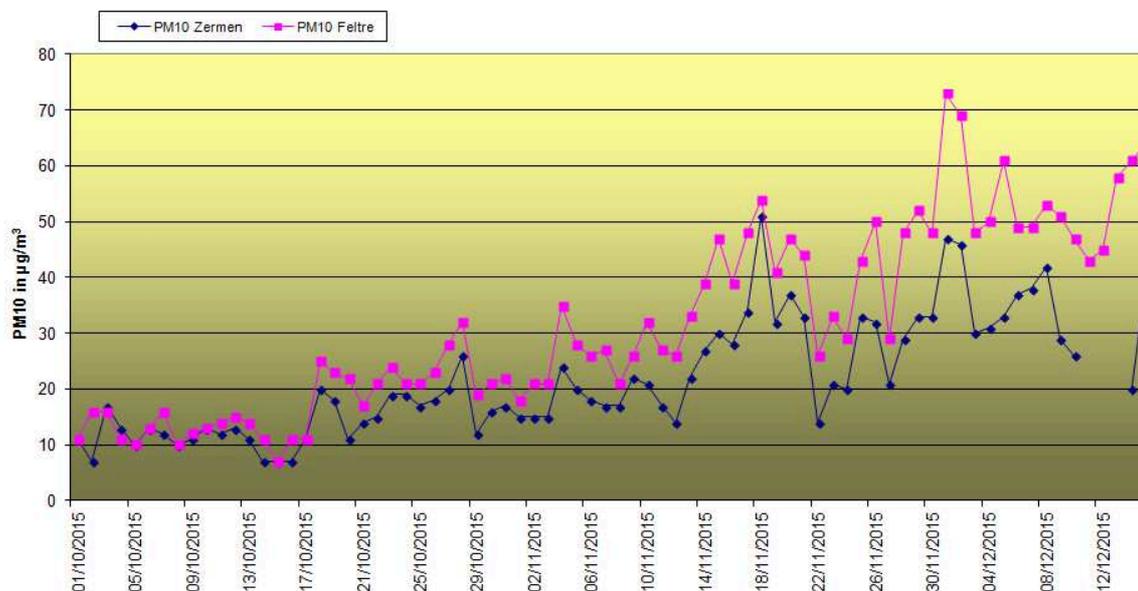


Figura 6: andamento delle polveri PM10 a Zermen e a Feltre nel periodo invernale.

Il grafico di confronto delle polveri PM10 presenta un andamento sovrapponibile tra le due stazioni, in cui i valori rilevati nella stazione di fondovalle sono costantemente superiori a quelli di Zermen.

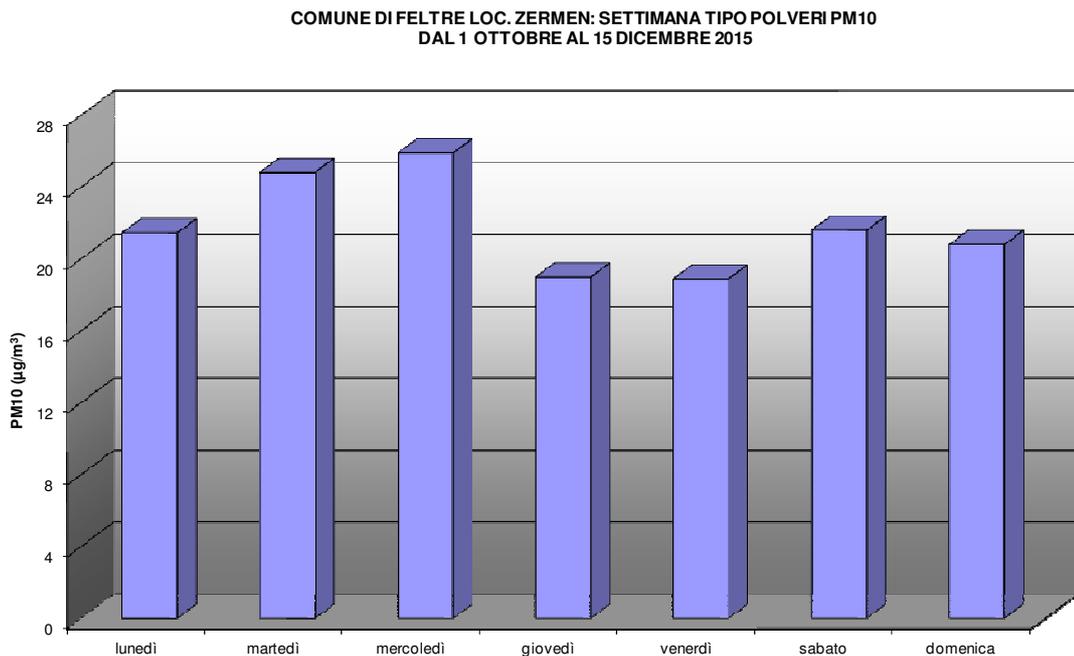


Figura 7: andamento settimanale delle polveri PM10 a Zermen nel periodo invernale.

Il grafico della settimana tipo del parametro polveri PM10 evidenzia concentrazioni leggermente superiori a inizio settimana e relativamente inferiori nelle giornate di giovedì e venerdì.

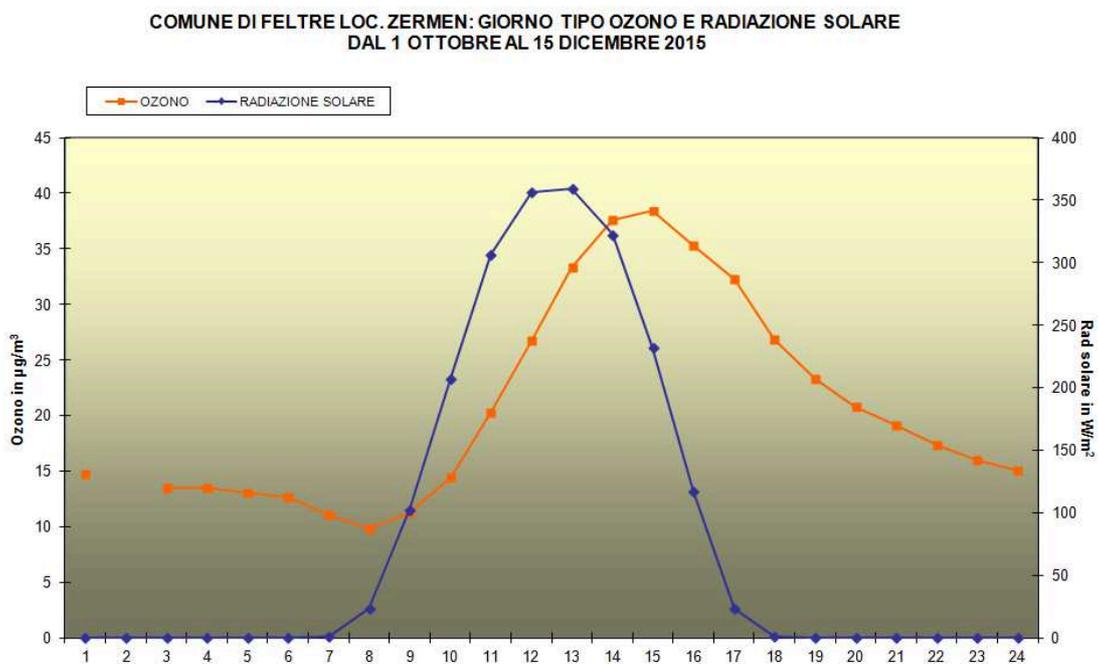


Figura 8: andamento giornaliero dell'ozono in rapporto alla radiazione solare a Zermen nel periodo invernale.

L'andamento medio orario dell'ozono, nel corso della giornata segue quello della radiazione solare, assumendo i valori più alti nelle due ore successive al massimo irraggiamento.

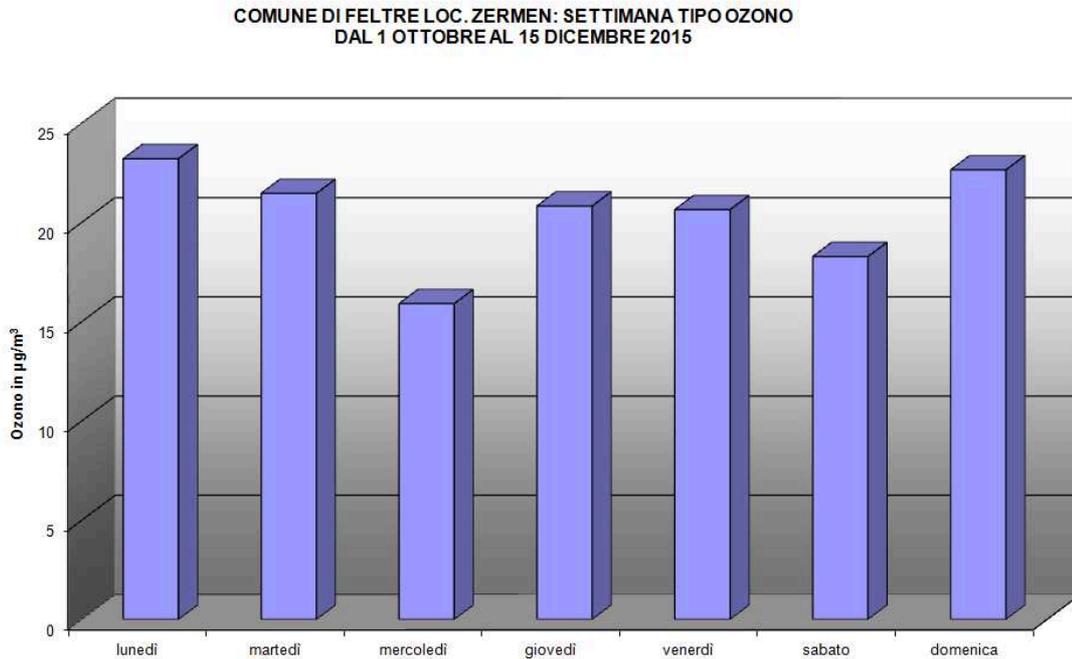


Figura 9: andamento settimanale dell'ozono a Zermen nel periodo invernale.

Il grafico della settimana tipo dell'ozono evidenzia concentrazioni più elevate nelle giornate di domenica e lunedì.

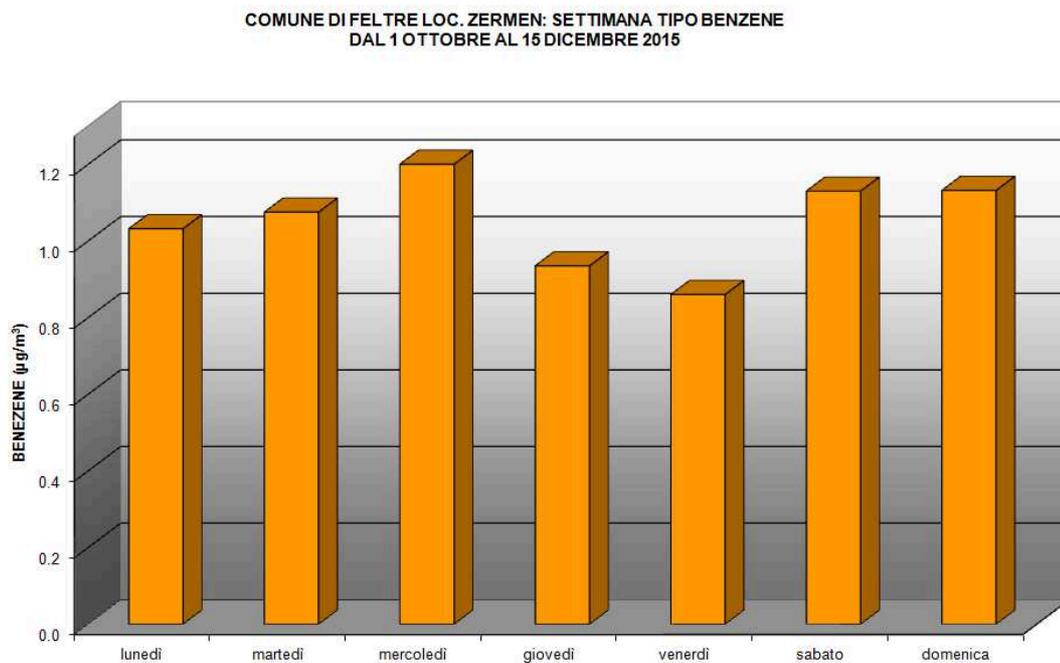


Figura 10: andamento settimanale del benzene a Zermen nel periodo invernale.

Il benzene presenta valori di concentrazione bassi per la stagione, con un massimo relativo nella giornata di mercoledì.

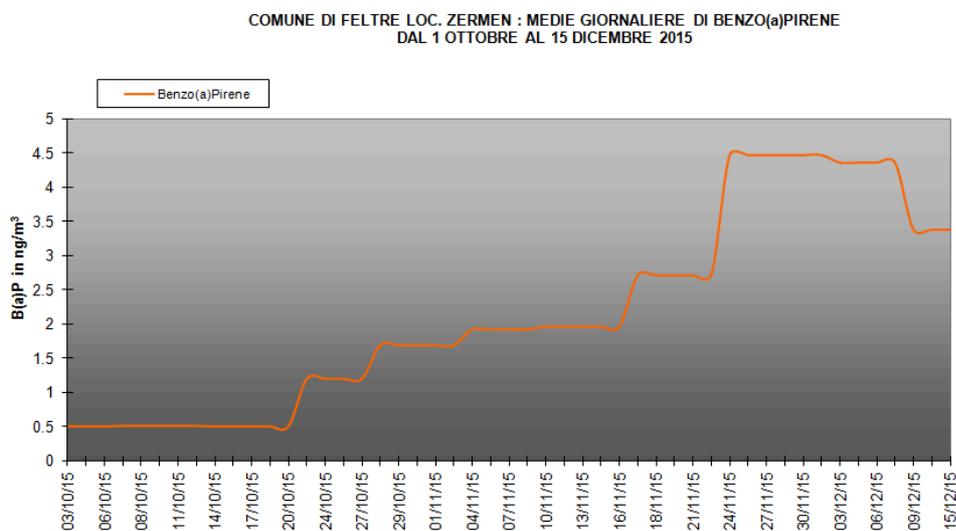


Figura 11: andamento del benzo(a)pirene a Zermen nel periodo invernale.

Il grafico del Benzo(a)Pirene presenta valori crescenti con l'avanzamento della stagione autunnale e con il peggioramento delle caratteristiche dispersive dei primi strati dell'atmosfera.

## 8 - Conclusioni

La fase invernale del monitoraggio della qualità dell'aria condotto a Feltre in località Zermen ha evidenziato un superamento del limite giornaliero di polveri PM10 durante i 76 giorni di monitoraggio. Dal confronto con quanto rilevato nella stazione di riferimento di Feltre si evince che, pur rimanendo questo un inquinante critico nel periodo invernale, la differenza di quota tra i due siti è sufficiente per creare nella stazione di monte condizioni più favorevoli alla dispersione degli inquinanti durante il periodo di massimo schiacciamento al suolo delle masse d'aria fredda.

Anche il benzo(a)pirene ha beneficiato delle stesse condizioni, facendo registrare a Zermen valori più che dimezzati rispetto a Feltre; tuttavia la media ponderata dei due periodi di monitoraggio risulta leggermente superiore al valore obiettivo annuale.

Il benzene si è mantenuto al di sotto del limite di legge con concentrazioni molto simili a quelle rilevate a Feltre nello stesso periodo.

Le concentrazioni di ozono e dei metalli campionati sul particolato (piombo, cadmio, nichel, arsenico) si sono mantenute su valori estremamente bassi.

In conclusione, l'indagine condotta a Zermen per verificare il grado di rappresentatività della stazione di Feltre "area feltrina" per le località di medio versante ha evidenziato un apprezzabile differenziale di concentrazione, soprattutto nel periodo invernale. Una conferma di queste prime considerazioni potrà arrivare dalla valutazione dei risultati delle altre campagne di monitoraggio in corso concordate con l'amministrazione comunale all'interno di un progetto di valutazione della qualità dell'aria ad altitudini diverse rispetto al fondovalle.

Come sintesi finale di valutazione dei dati è stata elaborata una scheda riassuntiva dello stato di qualità dell'aria di Zermen relativa al monitoraggio complessivo (estivo ed invernale).

Nella scheda sono riportati gli indicatori selezionati, il riferimento normativo (ove applicabile), il relativo giudizio sintetico.

Indicatore dello stato di qualità dell'aria	Riferimento normativo	Giudizio sintetico	Sintesi dei principali elementi di valutazione
Polveri PM10	D.Lgs. 155/10		Un superamento del valore limite giornaliero. Concentrazione media del periodo inferiore al limite annuale.
Ozono (O <sub>3</sub> )	D.Lgs. 155/10		Nessun superamento della soglia di informazione alla popolazione. Nessun superamento della soglia di allarme.
Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	D.Lgs. 155/10		Concentrazione media del periodo inferiore al valore limite di qualità annuale.
Benzo(a)Pirene (IPA)	D.Lgs. 155/10		Stima della concentrazione media prossima al valore obiettivo previsto dalla normativa.
Piombo (Pb)	D.Lgs. 155/10		Concentrazione media inferiore al valore limite previsto dalla normativa.
Cadmio (Cd)	D.Lgs. 155/10		Concentrazione media inferiore al valore obiettivo previsto dalla normativa.
Nichel (Ni)	D.Lgs. 155/10		Concentrazione media inferiore al valore obiettivo previsto dalla normativa.
Arsenico (As)	D.Lgs. 155/10		Concentrazione media ampiamente inferiore al valore obiettivo previsto dalla normativa.

Tabella 10: scheda riassuntiva dello stato della qualità dell'aria a Zermen

### Legenda dei simboli utilizzati e del rispettivo significato sintetico di valutazione

Simbolo	Giudizio sintetico
	Positivo
	Intermedio
	Negativo

  
**P.I. Simionato Massimo**

**Dott. Tormen Riccardo**



**Visto**  
**Il Dirigente del Servizio**  
**Dott.ssa Anna Favero**



### ALLEGATI

I dati utilizzati sono tratti dalle refertazioni estrapolate da SIRAV come da disposizioni interne.

Allegato 1: tabella riepilogativa dei metalli e Benzo(a)Pirene;

Allegato 2: tabella riepilogativa dei valori di polveri PM10, ozono, BTX.

Allegato 3: glossario.

<b>Allegato 1 Elenco campioni Sira</b>						
<b>Valori dei campioni</b>						
STAZIONE	DATA	Arsenico (As)	Benzo(a) Pirene	Cadmio (Cd)	Nichel (Ni)	Piombo (Pb)
		ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	02/10/15	0.5		0.1	1	0.0016
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	03/10/15		0.5			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	04/10/15		0.5			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	05/10/15	0.5		0.1	1	0.0005
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	06/10/15		0.5			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	07/10/15		0.5			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	08/10/15		0.5			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	09/10/15	0.5		0.1	1	0.0012
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	10/10/15		0.5			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	11/10/15		0.5			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	12/10/15	0.5		0.3	1	0.0023
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	13/10/15		0.5			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	14/10/15		0.5			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	15/10/15		0.5			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	16/10/15	0.5		0.1	1	0.001
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	17/10/15		0.5			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	18/10/15		0.5			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	19/10/15	0.5		0.1	1	0.0023
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	20/10/15		0.5			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	21/10/15	0.5		0.1	1	0.0019
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	22/10/15		1.2			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	23/10/15	0.5		0.4	1	0.0058
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	24/10/15		1.2			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	25/10/15		1.2			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	26/10/15	0.5		0.1	1	0.0024
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	27/10/15		1.2			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	28/10/15		1.7			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	29/10/15		1.7			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	30/10/15	0.5		0.1	1	0.0026
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	31/10/15		1.7			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	01/11/15		1.7			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	02/11/15	0.5		0.1	1	0.0016
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	03/11/15		1.7			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	04/11/15		1.9			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	05/11/15		1.9			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	06/11/15	0.5		0.1	1	0.0025
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	07/11/15		1.9			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	08/11/15	0.5		0.1	1	0.0025
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	10/11/15		2.0			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	11/11/15		2.0			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	12/11/15	0.5		0.1	1	0.0016
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	13/11/15		2.0			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	14/11/15		2.0			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	15/11/15	0.5		0.3	1	0.0031
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	16/11/15		2.0			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	17/11/15		2.7			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	18/11/15		2.7			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	19/11/15	0.5		0.1	1	0.003
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	20/11/15		2.7			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	21/11/15		2.7			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	22/11/15	0.5		0.1	1	0.001
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	23/11/15		2.7			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	24/11/15		4.5			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	25/11/15		4.5			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	26/11/15	0.5		0.1	1	0.0033
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	27/11/15		4.5			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	28/11/15		4.5			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	29/11/15	0.5		0.1	1	0.0037
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	30/11/15		4.5			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	01/12/15		4.5			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	02/12/15	0.5		0.1	1	0.0048
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	03/12/15		4.4			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	04/12/15		4.4			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	05/12/15	0.5		0.1	1	0.0042
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	06/12/15		4.4			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	07/12/15		4.4			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	08/12/15	0.5		0.1	1	0.0021
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	09/12/15		3.4			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	10/12/15	0.5		0.1	1	0.0019
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	14/12/15		3.4			
FELTRE LOC. ZERMEN MM2	15/12/15		3.4			
<b>media periodo</b>		<b>0.5</b>	<b>2.2</b>	<b>0.1</b>	<b>1.0</b>	<b>0.002</b>

**Allegato 2**

STAZIONE MEZZO MOBILE 2: COMUNE DI FELTRE LOC.ZEREMEN MEDIE A 24 ORE DI POLVERI PM10 OZONO BTX DAL 1-10-2015 AL 15-12-2015							
GIORNO	DATA	PM10 µg/m <sup>3</sup>	OZONO µg/m <sup>3</sup>	benzene µg/m <sup>3</sup>	etil-benzene µg/m <sup>3</sup>	toluene µg/m <sup>3</sup>	xilene µg/m <sup>3</sup>
Media		22	20	1.1	0.3	1.3	0.9
n° sup dei 50 µg/m <sup>3</sup>		1					
giovedì	1 ottobre 2015	11	35	0.25	0.25	0.7	0.25
venerdì	2 ottobre 2015	7	15	0.5	0.25	1	0.5
sabato	3 ottobre 2015	17	14	0.25	0.25	0.8	0.25
domenica	4 ottobre 2015	13	32	0.25	0.25	0.6	0.25
lunedì	5 ottobre 2015	10	37	0.25	0.25	0.25	0.25
martedì	6 ottobre 2015	13	14	0.25	0.25	0.7	0.25
mercoledì	7 ottobre 2015	12	11	0.6	0.25	1.2	0.9
giovedì	8 ottobre 2015	10	22	0.25	0.25	0.9	0.6
venerdì	9 ottobre 2015	11	23	0.25	0.25	1	0.7
sabato	10 ottobre 2015	13	19	0.6	0.25	1.4	1.2
domenica	11 ottobre 2015	12	24	0.5	0.25	1	1
lunedì	12 ottobre 2015	13		0.5	0.25	0.9	0.7
martedì	13 ottobre 2015	11	36				
mercoledì	14 ottobre 2015	7	14				
giovedì	15 ottobre 2015	7	27	0.25	0.25	0.25	0.25
venerdì	16 ottobre 2015	7	43	0.25	0.25	0.25	0.25
sabato	17 ottobre 2015	11	26	0.25	0.25	0.6	0.25
domenica	18 ottobre 2015	20	26	0.6	0.25	0.9	0.25
lunedì	19 ottobre 2015	18	25	0.7	0.25	1	0.25
martedì	20 ottobre 2015	11	31	0.5	0.25	0.6	0.25
mercoledì	21 ottobre 2015	14	28	0.5	0.25	1	0.25
giovedì	22 ottobre 2015	15	29				
venerdì	23 ottobre 2015	19	26				
sabato	24 ottobre 2015	19	28				
domenica	25 ottobre 2015	17	30	1.3	0.25	1.2	1
lunedì	26 ottobre 2015	18	35	0.8	0.25	0.5	0.8
martedì	27 ottobre 2015	20	30	1	0.25	1.6	1.2
mercoledì	28 ottobre 2015	26	15	1.4	0.5	1.6	1.4
giovedì	29 ottobre 2015	12	11	1.2	0.25	1.4	0.8
venerdì	30 ottobre 2015	16	14	1	0.25	1.4	0.9
sabato	31 ottobre 2015	17	19	1.1	0.25	1.5	1
domenica	1 novembre 2015	15	28	0.7	0.25	1.5	0.9
lunedì	2 novembre 2015	15	32	0.8	0.25	1	0.8
martedì	3 novembre 2015	15	30	0.8	0.25	1.5	1
mercoledì	4 novembre 2015	24	17	1	0.25	1.7	1.1
giovedì	5 novembre 2015	20	21	0.8	0.25	1.4	1.1
venerdì	6 novembre 2015	18	23	0.7	0.25	1.1	1
sabato	7 novembre 2015	17	27	0.8	0.25	1.2	1
domenica	8 novembre 2015	17	29	0.8	0.25	1	0.9
lunedì	9 novembre 2015	22	22	0.7	0.25	1.4	1.2
martedì	10 novembre 2015	21	20	1	0.25	1.7	1.3
mercoledì	11 novembre 2015	17	25	0.8	0.25	1.3	1.1
giovedì	12 novembre 2015	14	30	0.6	0.25	1.2	1
venerdì	13 novembre 2015	22	21	1	0.25	1.9	1.3
sabato	14 novembre 2015	27	5	2	0.8	4.2	2.9
domenica	15 novembre 2015	30	4	2.5	0.5	2.7	1.6
lunedì	16 novembre 2015	28	11	1.7	0.25	2	1.1
martedì	17 novembre 2015	34	12	1.2	0.25	1.8	0.8
mercoledì	18 novembre 2015	51	9	1.5	0.25	2.3	1.4
giovedì	19 novembre 2015	32	10	1	0.25	1.9	0.9
venerdì	20 novembre 2015	37	7	1.3	0.25	1.8	1
sabato	21 novembre 2015	33	17	1.3	0.25	1.5	1.1
domenica	22 novembre 2015	14	24	0.7	0.25	0.5	0.25
lunedì	23 novembre 2015	21	14	0.9	0.25	0.8	0.5
martedì	24 novembre 2015	20	17	0.9	0.25	0.8	0.25
mercoledì	25 novembre 2015	33	10	1.5	0.25	1.4	0.7
giovedì	26 novembre 2015	32	12	1.8	0.25	1.8	1.3
venerdì	27 novembre 2015	21	20	1	0.25	1.3	0.9
sabato	28 novembre 2015	29	14	1.5	0.25	1.7	1.2
domenica	29 novembre 2015	33	18	1.4	0.25	1.3	0.8
lunedì	30 novembre 2015	33	19	1.5	0.25	1.4	0.9
martedì	1 dicembre 2015	47	13	1.9	0.25	1.9	1.2
mercoledì	2 dicembre 2015	46	15	2	0.5	2.5	1.8
giovedì	3 dicembre 2015	30	15	1.6	0.25	2.3	1.2
venerdì	4 dicembre 2015	31	15	1.3	0.25	1.7	1.3
sabato	5 dicembre 2015	33	14	1.6	0.25	1.7	1.3
domenica	6 dicembre 2015	37	16	1.9	0.25	1.8	1.5
lunedì	7 dicembre 2015	38	20	1.6	0.25	1.5	1.1
martedì	8 dicembre 2015	42	18	1.5	0.25	1.2	0.9
mercoledì	9 dicembre 2015	29	15	1.5	0.25	1.5	1.2
giovedì	10 dicembre 2015	26	17	1.6	0.25	1.2	0.9
venerdì	11 dicembre 2015	20	20	1.3	0.25	1.1	0.6
sabato	12 dicembre 2015	18	18	1.9	0.25	1.5	1
domenica	13 dicembre 2015	18	18	1.8	0.25	1.3	0.8
lunedì	14 dicembre 2015	20	17	1.9	0.25	1.5	1.1
martedì	15 dicembre 2015	39	15	1.7	0.25	1.7	1.3

### **Allegato 3: GLOSSARIO**

#### **Agglomerato:**

zona costituita da un'area urbana o da un insieme di aree urbane che distano tra loro non più di qualche chilometro oppure da un'area urbana principale e dall'insieme delle aree urbane minori che dipendono da quella principale sul piano demografico, dei servizi e dei flussi di persone e merci, avente: 1) una popolazione superiore a 250.000 abitanti oppure 2) una popolazione inferiore a 250.000 abitanti e una densità di popolazione per km<sup>2</sup> superiore a 3.000 abitanti.

#### **AOT40 (Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb)**

espresso in ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )\*h. Rappresenta la differenza tra le concentrazioni orarie di ozono superiori a 40 ppb (circa  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e 40 ppb, in un dato periodo di tempo, utilizzando solo valori orari rilevati, ogni giorno, tra le 8:00 e le 20:00 (ora dell'Europa centrale).

#### **Inquinante**

Qualsiasi sostanza immessa direttamente o indirettamente dall'uomo nell'aria ambiente che può avere effetti nocivi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso.

#### **Margine di tolleranza:**

Percentuale del valore limite entro la quale è ammesso il superamento del valore limite alle condizioni stabilite dal D.Lgs. 155/2010.

#### **Media mobile (su 8 ore)**

La media mobile su 8 ore è una media calcolata sui dati orari scegliendo un intervallo di 8 ore; ogni ora l'intervallo viene aggiornato e, di conseguenza, ricalcolata la media. Ogni media su 8 ore così calcolata è assegnata al giorno nel quale l'intervallo di 8 ore si conclude. Ad esempio, il primo periodo di 8 ore per ogni singolo giorno sarà quello compreso tra le ore 17.00 del giorno precedente e le ore 01.00 del giorno stesso; l'ultimo periodo di 8 ore per ogni giorno sarà quello compreso tra le ore 16.00 e le ore 24.00 del giorno stesso. La media mobile su 8 ore massima

#### **Obiettivo a lungo termine**

Livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente

#### **Soglia di allarme**

livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati.

#### **Soglia di informazione**

livello di ozono oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste.

#### **Sorgente (inquinante)**

Fonte da cui ha origine l'emissione della sostanza inquinante. Può essere naturale (acque, sole, foreste) o antropica (infrastrutture e servizi). A seconda della quantità di inquinante emessa e delle modalità di emissione una sorgente può essere puntuale, diffusa, lineare.

#### **Valore limite**

Livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso.

**Valore obiettivo**

Concentrazione nell'aria ambiente stabilita al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente, il cui raggiungimento, entro un dato termine, deve essere perseguito mediante tutte le misure che non comportino costi sproporzionati.

**Zonizzazione**

Suddivisione del territorio in aree a diversa criticità relativamente all'inquinamento atmosferico, realizzata in conformità al D.Lgs. 155/2010.



ARPAV  
Agenzia Regionale  
per la Prevenzione e  
Protezione Ambientale  
del Veneto  
Direzione Generale  
Via Ospedale Civile, 24  
35121 Padova  
Italy  
Tel. +39 049 823 93 01  
Fax +39 049 660 966  
E-mail: [urp@arpa.veneto.it](mailto:urp@arpa.veneto.it)  
E-mail certificata: [protocollo@arpav.it](mailto:protocollo@arpav.it)  
[www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)