

Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria Comune di Cesiomaggiore Loc. Busche borgata De Lazzer



Periodi di attuazione:

10 ottobre – 15 dicembre 2013 (semestre invernale)

4 luglio - 30 settembre 2014 (semestre estivo)

Relazione tecnica

Realizzato a cura di:

A.R.P.A.V.

Dipartimento Provinciale di Belluno

dr. R. Bassan (direttore)

Servizio Stato dell'Ambiente

dr.ssa A. Favero (dirigente responsabile)

Ufficio Monitoraggio Aria

p.i. M. Simionato

dr. R. Tormen

Ufficio Informativo Ambientale

dr.ssa S. Ganz

Redatto da: Ufficio Monitoraggio Aria, Ufficio Informativo Ambientale

Si ringrazia per il supporto fornito:

- **Dipartimento Regionale Laboratori - Servizio Laboratorio di Venezia sede operativa di Padova**
- **Servizio Meteorologico di Teolo Ufficio Agrometeorologia e Meteorologia Ambientale**
Maria Sansone

novembre 2014

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.

Errata corrige: pag. 29 - modificata scheda riassuntiva anidride solforosa.

INDICE

INTRODUZIONE	4
PARTE 1	4
1.1 - Introduzione e obiettivi specifici della campagna di monitoraggio	4
1.2 - Caratteristiche del sito e tempistiche di realizzazione	4
1.3 - Contestualizzazione meteo climatica	6
1.4 - Inquinanti monitorati e normativa di riferimento	10
1.4.1 Inquinanti monitorati	10
1.4.2 Normativa di riferimento	15
1.5 - Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi	18
1.6 - Efficienza di campionamento	19
1.7 - Analisi dei dati rilevati	19
1.7.1 - Rappresentazione grafica dei dati	21
1.8 - Conclusioni	28
PARTE 2	30
2.1- Introduzione	30
2.2 - Analisi dei flussi di traffico	31
2.3 - Emissioni prodotte dal traffico veicolare e mappe di ricaduta	34
2.4 - Conclusioni	41
ALLEGATO1: GLOSSARIO	43

INTRODUZIONE

Il presente documento riporta, nella prima parte, i risultati del monitoraggio della qualità dell'aria effettuato dal dipartimento A.R.P.A.V. di Belluno a Cesomaggiore in loc. Busche presso la Borgata De Lazzer dal 4 luglio al 30 settembre 2014. Vengono inoltre richiamati i risultati del primo monitoraggio effettuato nel periodo dal 10 ottobre al 15 dicembre 2013 con l'intento di effettuare una valutazione complessiva dei monitoraggi considerata la stagionalità dell'andamento delle concentrazioni di molti inquinanti e l'importanza delle condizioni meteo-climatiche sull'accumulo delle sostanze inquinanti. La valutazione congiunta dei due periodi di monitoraggio consente di determinare un migliore giudizio analitico proprio in considerazione delle diverse condizioni di rimescolamento che si instaurano nella troposfera nel corso dell'anno.

Nella seconda parte del lavoro sono presentati, invece, i risultati del monitoraggio dei flussi di traffico effettuato nella medesima zona nel luglio 2014 e uno studio modellistico sulle ricadute delle emissioni prodotte dai veicoli in transito.

PARTE 1

1.1 - Obiettivi specifici della campagna di monitoraggio

Il Dipartimento A.R.P.A.V. di Belluno, in accordo con il comune di Cesiomaggiore, ha effettuato un monitoraggio della qualità dell'aria in loc. Busche. La parte prima della relazione illustra in modo sintetico i risultati rilevati in riferimento ai limiti di legge vigenti e ne offre una breve rappresentazione grafica, per meglio evidenziare l'andamento degli inquinanti nel corso dell'indagine.

Per il monitoraggio è stato utilizzato un laboratorio mobile attrezzato con specifiche apparecchiature aventi le caratteristiche tecnico analitiche di seguito descritte.

1.2 - 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.

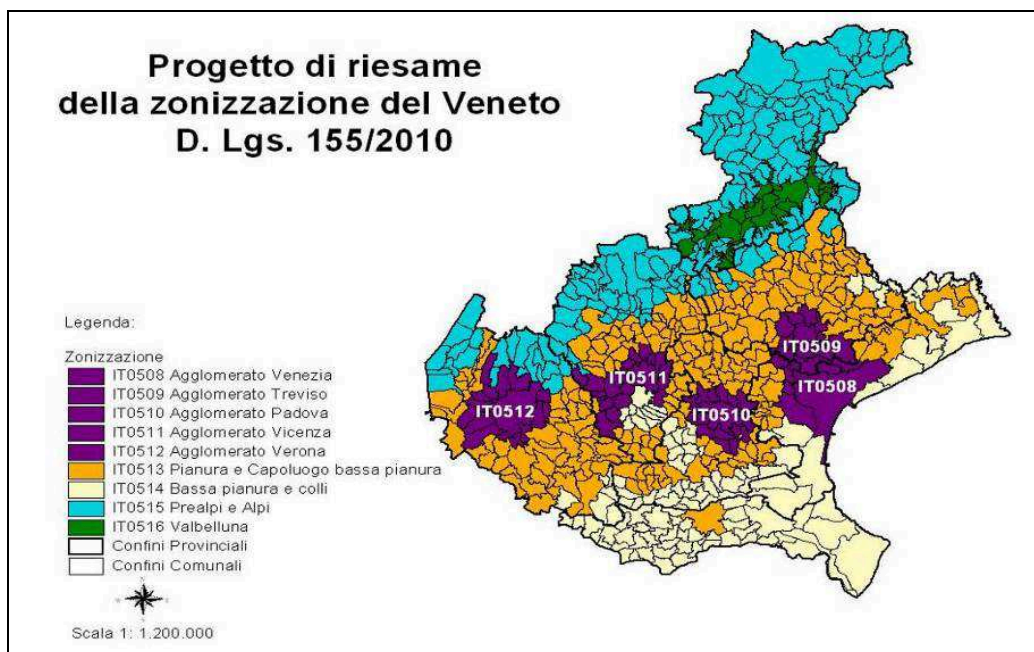


Figura 1.1. Zonizzazione del Veneto D.Lgs. 155/2010

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'isolinea 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 dell'indagine ha coordinate geografiche 1731061; 5103098 UTM Gauss Boaga (geobrowser) e ricade nella zona Val Belluna (IT0516).



Figura 1.2. Posizionamento del mezzo mobile a Cesiomaggiore loc. Busche



Figura 1.3. Localizzazione del comune di Cesiomaggiore in provincia di Belluno

1.3 - 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.

Analisi meteorologica del monitoraggio estivo (2014)

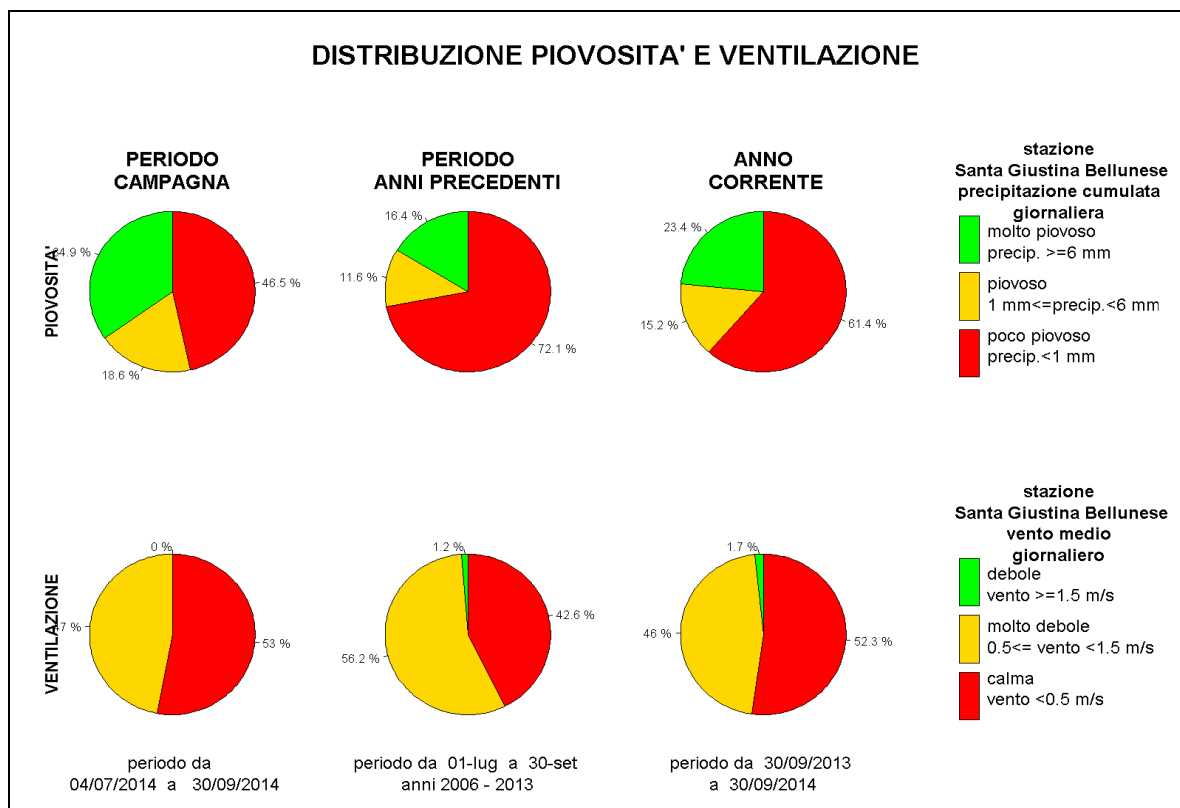


Figura 1.4. Diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo pentadale corrispondente degli anni precedenti (PERIODO ANNI PRECEDENTI) e durante l'intero anno in corso (ANNO CORRENTE)

Nella Figura 1.4 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso la stazione meteorologica ARPAV più vicina (266 Santa Giustina¹) in tre periodi:

- 4 luglio – 30 settembre 2014, periodo di svolgimento della campagna di misura,
- 1 luglio -30 settembre dall'anno 2006 all'anno 2013 (pentadi di riferimento, ovvero PERIODO ANNI PRECEDENTI)
- 30 settembre 2013 – 30 settembre 2014 (ANNO CORRENTE).

¹ La stazione meteorologica di Santa Giustina è fra quelle gestite da ARPAV la più vicina al sito della campagna di misura. I dati misurati presso la stazione di Santa Giustina possono ritenersi rappresentativi per l'area di svolgimento della campagna di misura, a meno di locali differenze, rispettivamente sul vento a causa della configurazione orografica simile ma non identica e sulle precipitazioni in caso di fenomeni estivi di tipo convettivo.

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

- i giorni piovosi e molto piovosi sono stati ben più frequenti sia rispetto alla climatologia del periodo, sia rispetto all'anno in corso;
- non si registrano giornate con vento debole e i giorni con calma di vento risultano più frequenti sia rispetto all'anno corrente, sia soprattutto rispetto alla climatologia del periodo.

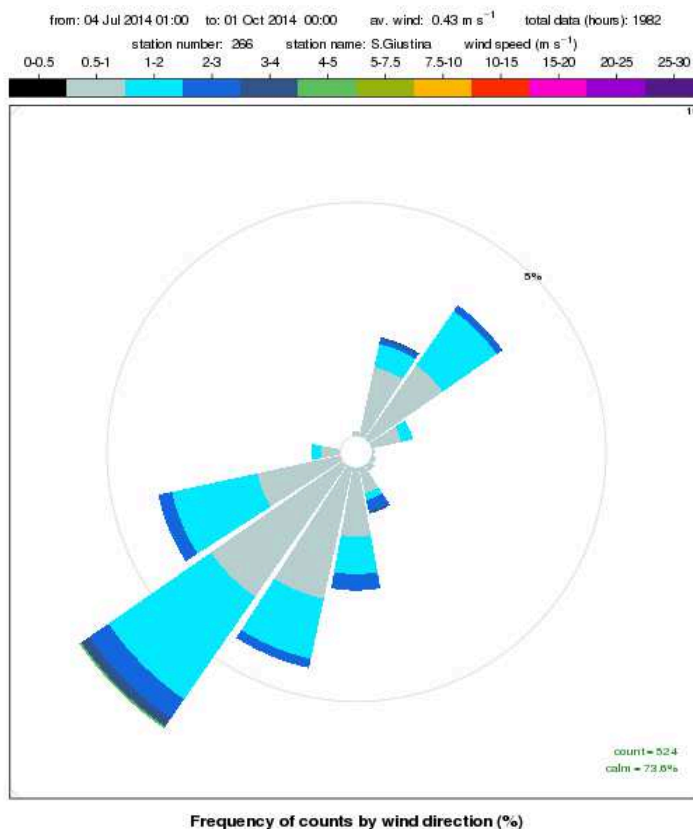


Figura 1.5. Rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Santa Giustina nel periodo 4 luglio - 30 settembre 2014

In Figura 1.5 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di Santa Giustina durante lo svolgimento della campagna di misura: da essa si evince che la direzione prevalente di provenienza del vento è sud-ovest (7%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 74%; la velocità media pari a circa 0.4 m/s. Si fa presente che la rosa dei venti evidenzia un regime dei venti fortemente influenzato dall'orografia circostante, che potrebbe differire leggermente da quello del sito di svolgimento della campagna di misura.

Analisi meteorologica del monitoraggio invernale (2013)

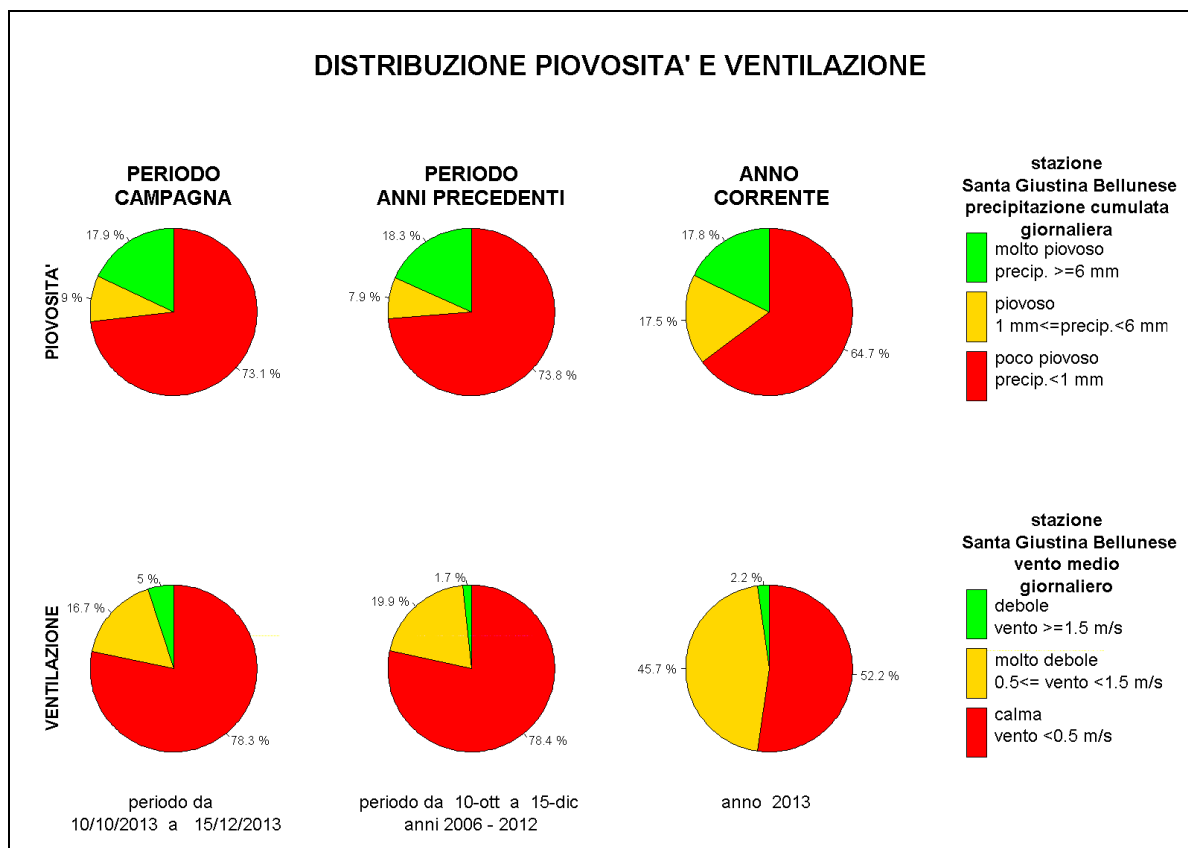


Figura 1.6. Diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo pentadale corrispondente degli anni precedenti (PERIODO ANNI PRECEDENTI) e durante l'intero anno in corso (ANNO CORRENTE)

Nella Figura 11.6 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso la stazione meteorologica ARPAV più vicina (266 Santa Giustina) in tre periodi:

- 10 ottobre – 15 dicembre 2013, periodo di svolgimento della campagna di misura,
- 10 ottobre – 15 dicembre dall'anno 2006 all'anno 2012 (pentadi di riferimento, ovvero PERIODO ANNI PRECEDENTI)
- 1 gennaio – 31 dicembre 2013 (ANNO CORRENTE).

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

- la distribuzione è simile a quella del corrispondente periodo degli anni precedenti, mentre i giorni poco piovosi sono un po' più frequenti rispetto all'anno in corso;
- i giorni con vento debole sono più frequenti rispetto ad entrambi i periodi di riferimento, mentre i giorni con calma di vento risultano più frequenti rispetto all'anno corrente.

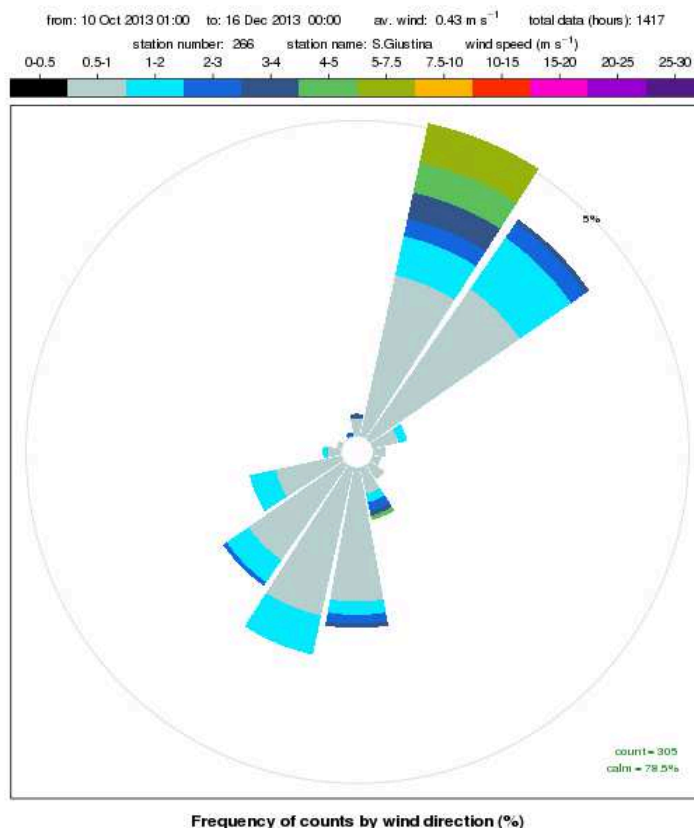


Figura 1.7. Rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Santa Giustina nel periodo 10 ottobre – 15 dicembre 2013

Figura 1.7 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di Santa Giustina durante lo svolgimento della campagna di misura: da essa si evince che la direzione prevalente di provenienza del vento è nord-nordest (5%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 79%; la velocità media pari a circa 0.4 m/s. Si fa presente che la rosa dei venti evidenzia un regime dei venti fortemente influenzato dall'orografia circostante, che potrebbe differire leggermente da quello del sito di svolgimento della campagna di misura.

1.4 - Inquinanti monitorati e normativa di riferimento

1.4.1 Inquinanti monitorati

La stazione rilocabile è dotata di analizzatori in continuo per la misura degli inquinanti chimici individuati dalla normativa vigente inerente l'inquinamento atmosferico e più precisamente: monossido di carbonio (CO), anidride solforosa (SO₂), biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto (NOX), ozono (O₃), benzene (C₆H₆), polveri (PM10).

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 μm , 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 μm .

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.

Monossido di Carbonio (CO)

Il monossido di carbonio (CO) è un gas incolore, inodore ed insapore prodotto dai processi di combustione incompleta di materiali contenenti carbonio. La sua tossicità dipende dalla proprietà di fissarsi all'emoglobina del sangue impedendo il normale trasporto dell'ossigeno; le concentrazioni abitualmente rilevabili nell'atmosfera urbana producono effetti sulla salute che sono reversibili e non acuti. Il CO emesso dai veicoli subisce nell'atmosfera poche reazioni, essendo notevolmente stabile ed avendo un tempo di permanenza di quattro mesi circa. La sua concentrazione decresce progressivamente all'aumentare della distanza dalle sorgenti di emissione, cioè principalmente dalle strade adibite a circolazione autoveicolare.

Le fonti più importanti di CO sono il traffico motorizzato, gli insediamenti produttivi e le abitazioni. La sua produzione varia in relazione al tipo di veicolo, essendo maggiore nei motori a benzina rispetto ai diesel che funzionano con una maggiore quantità di aria, realizzando così una combustione più completa. La produzione di questo gas dipende inoltre dal regime del motore, risultando maggiore in avviamento, in decelerazione ed al minimo, mentre è minore a velocità di crociera. Nel traffico urbano quindi la quantità di CO prodotta dai veicoli è relativamente elevata a causa delle frequenti decelerazioni ed accelerazioni, nonché dalle soste con il motore al minimo. La concentrazione di CO nei gas di scarico è inoltre influenzata dal sistema di alimentazione del motore adottato, dalla sua regolazione e dalla presenza o meno dei dispositivi di limitazione delle emissioni. Il progressivo rinnovo del parco autoveicolare ed i provvedimenti di fluidificazione del traffico hanno portato, a parità di veicoli circolanti, ad una riduzione delle emissioni.

Biossido di Azoto (NO₂)

Pur essendo presenti in atmosfera diverse specie di ossidi di azoto, per l'inquinamento dell'aria si fa riferimento principalmente al monossido di azoto (NO), al biossido (NO₂) ed alla loro somma pesata.

La principale fonte antropogenica di ossidi di azoto è la combustione ad alta temperatura, come quella dei motori dei veicoli: l'elevata temperatura che si origina durante lo scoppio provoca la reazione fra l'azoto dell'aria e l'ossigeno formando monossido di azoto.

La quantità prodotta cresce con la temperatura di combustione e con la velocità di raffreddamento dei gas prodotti, che impedisce la decomposizione in azoto ed ossigeno.

Le miscele "ricche", cioè con poca aria, danno luogo ad emissioni con limitate concentrazioni di monossido d'azoto a causa della bassa temperatura raggiunta nella camera di combustione, ma originano elevate emissioni di idrocarburi e monossido di carbonio per effetto della combustione incompleta. Miscele "povere", cioè con

elevata quantità di aria, determinano maggiori concentrazioni di NO nelle emissioni, e limitano una buona resa del motore a causa dell'eccesso di aria che raffredda la camera di combustione. Quando i fumi vengono mescolati con aria allo scarico si forma una significativa quantità di biossido d'azoto per ossidazione del monossido ad opera dell'ossigeno. Altre importanti fonti di ossidi d'azoto sono gli insediamenti produttivi, gli impianti domestici e le pratiche agricole che utilizzano fertilizzanti azotati a causa dei processi ossidativi dell'ammoniaca.

L'NO₂ è un inquinante per lo più secondario, che svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari pericolosi come l'ozono, l'acido nitrico e l'acido nitroso. Una volta formati, questi inquinanti possono depositarsi al suolo per via umida (tramite le precipitazioni) o secca, dando luogo al fenomeno delle piogge acide, con conseguenti danni alla vegetazione ed agli edifici.

Si tratta inoltre di un gas tossico irritante per le mucose e responsabile di specifiche patologie a carico dell'apparato respiratorio (bronchiti, allergie, irritazioni).

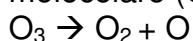
Ossidi di Zolfo (SO_x)

Gli ossidi di zolfo presenti in atmosfera sono le anidridi solforosa (SO₂) e solforica (SO₃) con predominanza della prima; questi composti vengono anche indicati con il termine comune SO_x. L'anidride solforosa o biossido di zolfo è un gas incolore, irritante, non infiammabile, molto solubile in acqua e dall'odore pungente; è un forte irritante delle vie respiratorie. È inoltre accertata una sinergia dannosa in caso di esposizione combinata con il particolato, dovuto probabilmente alla capacità di quest'ultimo di trasportare il biossido di zolfo nelle zone respiratorie del polmone profondo. Dato che è più pesante dell'aria tende a stratificare nelle zone più basse.

Il biossido di zolfo si forma nel processo di combustione per ossidazione dello zolfo presente nei combustibili fossili quali carbone, olio combustibile e gasolio. Le fonti di emissione principali sono legate alla produzione di energia, agli impianti termici, ai processi industriali ed al traffico. L'anidride solforosa è il principale responsabile delle "piogge acide", perché tende a trasformarsi in anidride solforica e, in presenza di umidità, in acido solforico. In particolari condizioni meteorologiche e in presenza di quote di emissioni elevate può diffondersi nell'atmosfera e interessare territori situati anche a grandi distanze.

Ozono (O₃)

L'ozono è un gas irritante di colore bluastro, costituito da molecole instabili formate da tre atomi di ossigeno; queste molecole si scindono facilmente liberando ossigeno molecolare (O₂) ed un atomo di ossigeno estremamente reattivo

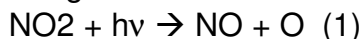


Per queste sue caratteristiche l'ozono è quindi un energico ossidante in grado di demolire sia materiali organici che inorganici.

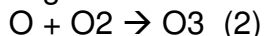
L'ozono presente nella bassa troposfera è principalmente il prodotto di una serie complessa di reazioni chimiche di altri inquinanti presenti nell'atmosfera, detti precursori, nelle quali interviene l'azione dell'irraggiamento solare. I principali precursori coinvolti sono gli ossidi di azoto ed i composti 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 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 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 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 O_3 , COV ed 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 (C₆H₆)

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 per l'uomo di classe I.

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

Tabella 1.1. Sorgenti emissive dei principali inquinanti (* = Inquinante Primario, ** = Inquinante Secondario)

1.4.2 Normativa di riferimento

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.

Gli inquinanti da monitorare e i limiti stabiliti sono rimasti invariati rispetto alla disciplina precedente, eccezion fatta per il particolato PM_{2,5}, i cui livelli nell'aria ambiente vengono per la prima volta regolamentati in Italia con detto decreto. Nelle Tabelle 1.2 e 1.3 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 1.4 sono indicati i limiti di legge stabiliti dal D.Lgs. 155/2010 per la protezione degli ecosistemi.

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

Tabella 1.2. Riferimenti di legge a mediazione di breve periodo D.Lgs. 155/2010

* 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 Km² oppure pari all'estensione dell'intera zona o dell'intero agglomerato se tale zona o agglomerato sono meno estesi

INQUINANTE	TIPOLOGIA	CONCENTRAZIONE	NOTE
PM10	Valore limite Media su anno civile	40 µg/m ³	
PM2.5	Valore limite Media su anno civile	26 µg/m ³	25 µg/m ³ dal 1° gennaio 2015
O₃	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 ³	
O₃	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 ³	Data entro la quale deve essere raggiunto l'obiettivo a lungo termine non definita
NO₂	Valore limite Anno civile	40 µg/m ³	
Pb	Valore limite Media su anno civile	0.5 µg/m ³	
C₆H₆	Valore limite Media su anno civile	5 µg/m ³	
As	Valore obiettivo Media su anno civile	6 ng/m ³	
Ni	Valore obiettivo Media su anno civile	20 ng/m ³	
Cd	Valore obiettivo Media su anno civile	5 ng/m ³	
B(a)P	Valore obiettivo Media su anno civile	1 ng/m ³	

Tabella 1.3. Riferimenti di legge a mediazione di lungo periodo D.Lgs. 155/2010

INQUINANTE	TIPOLOGIA	CONCENTRAZIONE	NOTE
SO ₂	Livello critico per la vegetazione Anno civile	20 µg/m ³	
SO ₂	Livello critico per la vegetazione (1 ottobre - 31 marzo)	20 µg/m ³	
NO _X	Limite critico per la vegetazione Anno civile	30 µg/m ³	
O ₃	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40 (calcolato sulla base dei valori di 1 h) da maggio a luglio *	18000 µg/m ³ h come media su 5 anni	Il raggiungimento del valore obiettivo per la protezione della vegetazione sarà valutato nel 2015, con riferimento al quinquennio 2010 - 2014.

Tabella 1.4. Riferimenti di legge per la protezione degli ecosistemi D.Lgs. 155/2010

* 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.

1.5 - Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi

Gli analizzatori in continuo per l'analisi degli inquinanti, allestiti a bordo della stazione rilocabile, presentano 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 realizzano acquisizione, misura e registrazione dei risultati in modo automatico (gli orari indicati si riferiscono all'ora solare). La determinazione del particolato inalabile PM10 è stata realizzata con analizzatore in continuo (mediante principio di misura ad attenuazione di raggi beta), che utilizza filtri da 47 mm di diametro in nitrato di cellulosa e cicli di prelievo di 24 ore.

Le determinazioni analitiche degli idrocarburi policiclici aromatici IPA (con riferimento al benzo(a)pirene) sono state effettuate al termine del ciclo di campionamento sui filtri esposti in nitrato di cellulosa, mediante cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC) "metodo UNI EN 15549:2008".

Con riferimento ai risultati riportati di seguito 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.

Allo stato attuale, ai fini delle elaborazioni e per la valutazione della conformità al valore limite si utilizzano le "Regole di accettazione e rifiuto semplici", ossia le regole più elementari di trattamento dei dati, corrispondenti alla considerazione delle singole misure prive di incertezza e del valore medio come numero esatto. ("Valutazione della conformità in presenza dell'incertezza di misura". di R.Mufato e G. Sartori nel Bollettino degli esperti ambientali. Incertezza delle misure e certezza del diritto/anno 62, 2011 2-3).

1.6 - 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 (1ottobre-31 marzo) ed in quello estivo (1aprile-30settembre), 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.

In relazione a quanto sopraesposto, nel corso della campagna di monitoraggio svolta a Cesiomaggiore loc. Busche complessivamente per tutti i parametri monitorati in continuo sono state raggiunte rese del 96% con grado di copertura del 23%. Mentre per le polveri PM10 si è registrata una resa del 100% con un grado di copertura del 43%.

1.7 - Analisi dei dati rilevati nel periodo estivo

In questo paragrafo vengono presentati i risultati ottenuti da ogni inquinante monitorato confrontandoli con i limiti e i valori obiettivo previsti dalla normativa e dando un cenno al loro andamento stagionale, rappresentato in forma grafica nel sottoparagrafo 1.7.1.

Polveri PM10: non sono stati registrati superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fissato dal D.Lgs 155/2010, il valore massimo si è attestato a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (sono consentiti 35 superamenti in un anno solare); la media si è attestata a $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiore al valore limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

		PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		Stazione rilocabile Cesiomaggiore loc. Busche	Feltre area feltrina
Periodo 10 ottobre 15 dicembre 2013	Media	29	31
	n° superamenti	4	11
	n° dati	67	67
	% superamenti	6	16
Periodo 04 luglio 30 settembre 2014	Media	13	12
	n° superamenti	0	0
	n° dati	89	88
	% superamenti	0	0
MEDIA PONDERATA	Media	20	20
	n° superamenti	4	11
	n° dati	156	155
	% superamenti	3	7

Tabella 1.5. Confronto delle concentrazioni giornaliere di PM10 misurate a Busche con quelle misurate nella stazione fissa di Feltre nei due periodi di monitoraggio invernale (vedi relazione maggio 2014) ed estivo.

Anidride solforosa: le concentrazioni rilevate si sono mantenute abbondantemente al di sotto dei limiti di legge. Il dato massimo orario rilevato è stato di $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, da confrontarsi con il limite di $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ozono: per questo inquinante non si sono registrati superamento della soglia di informazione alla popolazione di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il dato massimo orario è stato di $171 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Per quanto riguarda il valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute si sono registrati 3 superamenti dei $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come valore massimo di media mobile giornaliera sulle otto ore.

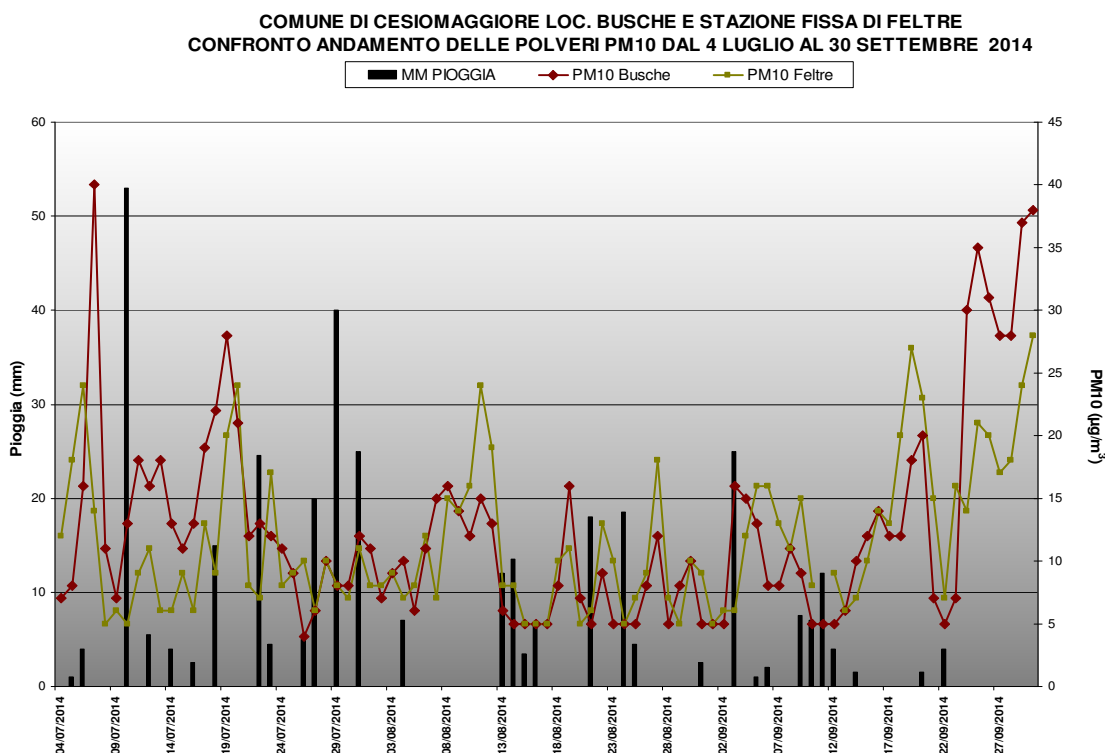
Monossido di carbonio: le concentrazioni rilevate si sono mantenute abbondantemente al di sotto dei limiti di legge con un valore massimo di $0.5 \text{mg}/\text{m}^3$ a fronte di un limite di $10 \text{mg}/\text{m}^3$.

Biossido d'azoto: le concentrazioni misurate si sono mantenute al di sotto dei limiti di legge. Il dato massimo orario rilevato è stato di $141 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a fronte di un limite orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte all'anno.

Benzene: la concentrazione rilevata come media del periodo si è attestata a $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ inferiore al limite annuale di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

1.7.1 - Rappresentazione grafica dei dati

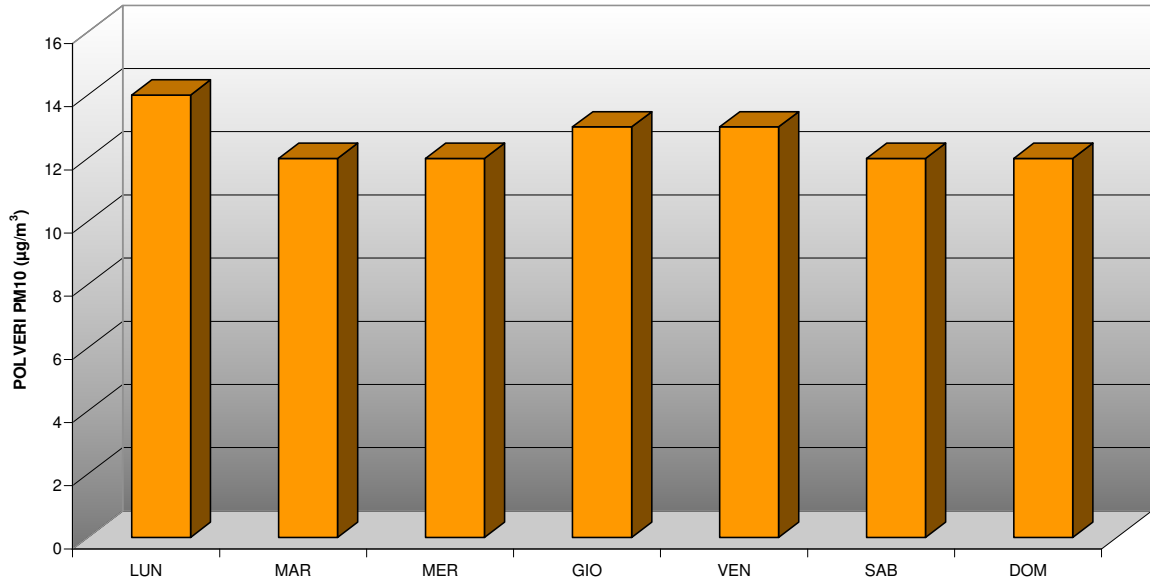
In questo paragrafo vengono presentate alcune valutazioni sull'andamento dei principali parametri monitorati, cercando di metterne in evidenza la relazione con i fattori climatici e con le fonti di emissione.



Il confronto dell'andamento delle polveri PM10 con quello rilevato nella stazione fissa di monitoraggio di Feltre denominata Area Feltrina evidenzia una buona sovrapposibilità degli andamenti tra i due siti. Il ruolo della pioggia nell'abbattimento delle concentrazioni è tanto maggiore quanto più sono elevati i quantitativi delle singole precipitazioni e reiterati gli episodi di maltempo.

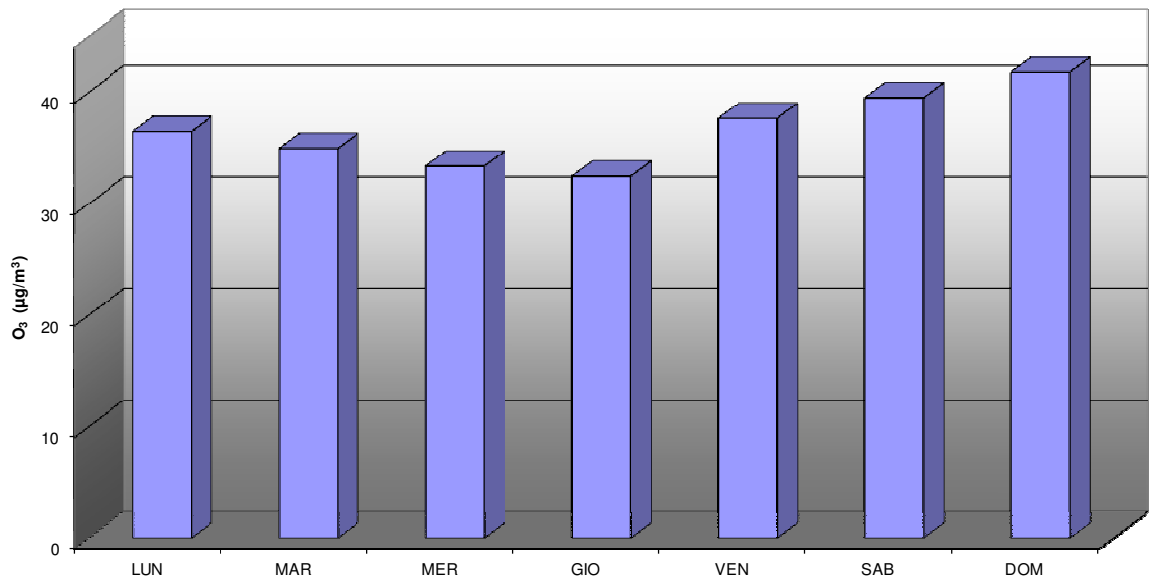
La base dati è stata quindi analizzata in modo da ottenere una settimana tipo, per verificare in quali giorni si sono riscontrate le maggiori concentrazioni di inquinanti.

**COMUNE DI CESIOMAGGIORE LOC. BUSCHE: PARAMETRO POLVERI PM10
SETTIMANA TIPO DAL 4 LUGLIO AL 30 SETTEMBRE 2014**



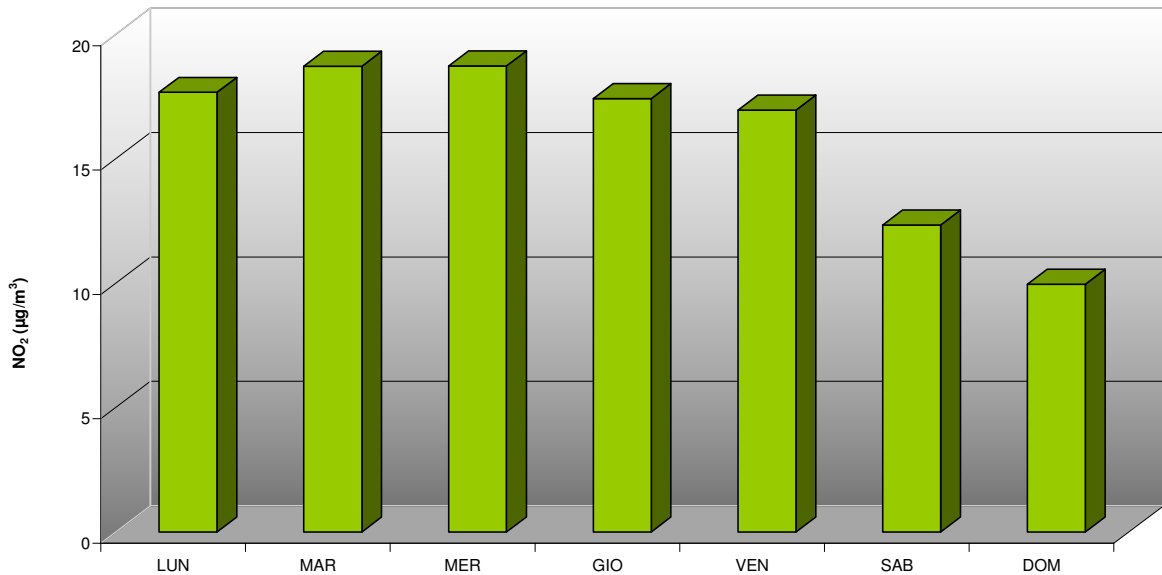
L'andamento delle polveri PM10 evidenzia un andamento di concentrazione abbastanza costante nell'arco della settimana.

**COMUNE DI CESIOMAGGIORE LOC. BUSCHE: PARAMETRO OZONO (O₃)
SETTIMANA TIPO DAL 4 LUGLIO AL 30 SETTEMBRE 2014**



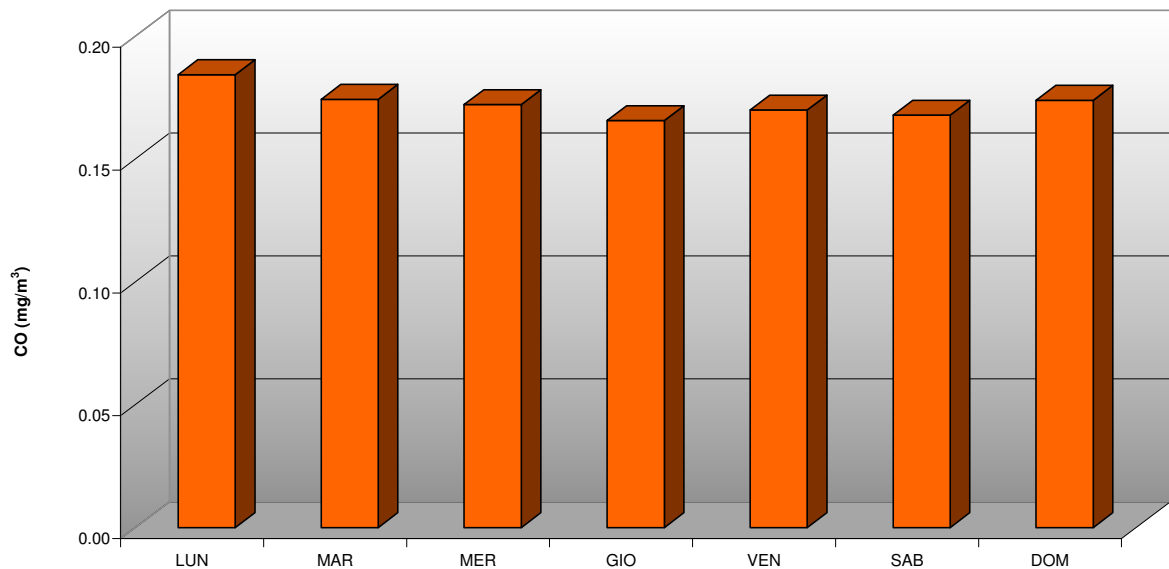
L'andamento settimanale dell'ozono presenta un leggero incremento nel fine settimana.

**COMUNE DI CESIOMAGGIORE LOC BUSCHE: PARAMETRO BISSIDO DI AZOTO (NO₂)
SETTIMANA TIPO DAL 4 LUGLIO AL 30 SETTEMBRE 2014**



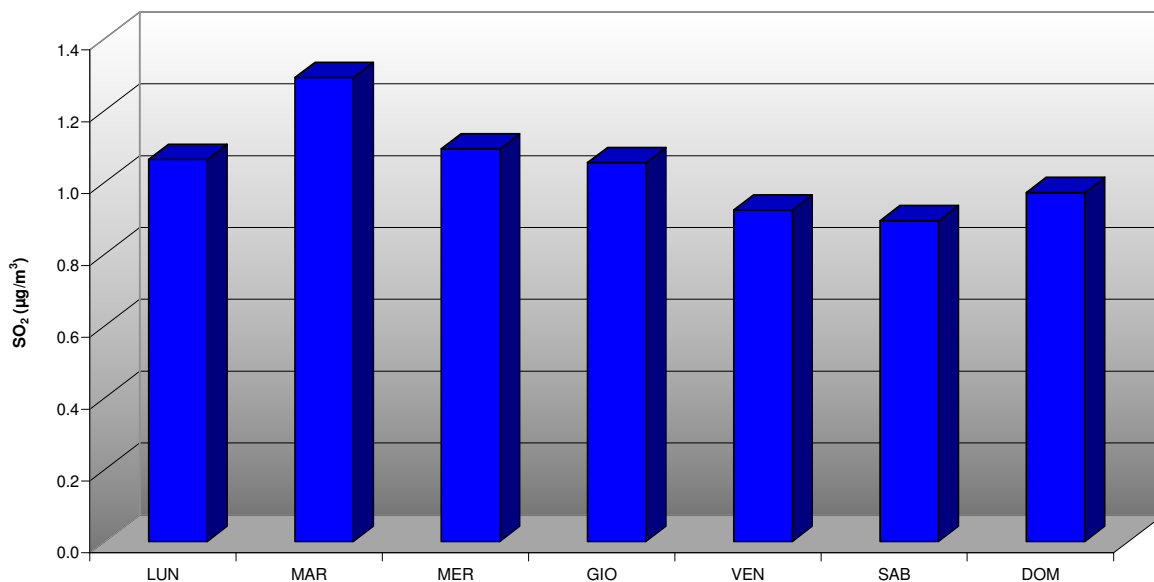
L'andamento settimanale del biossido d'azoto evidenzia un decremento a partire dal venerdì e a seguire nelle giornate di sabato e domenica.

**COMUNE DI CESIOMAGGIORE LOC. BUSCHE: PARAMETRO MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)
SETTIMANA TIPO DAL 4 LUGLIO AL 30 SETTEMBRE 2014**



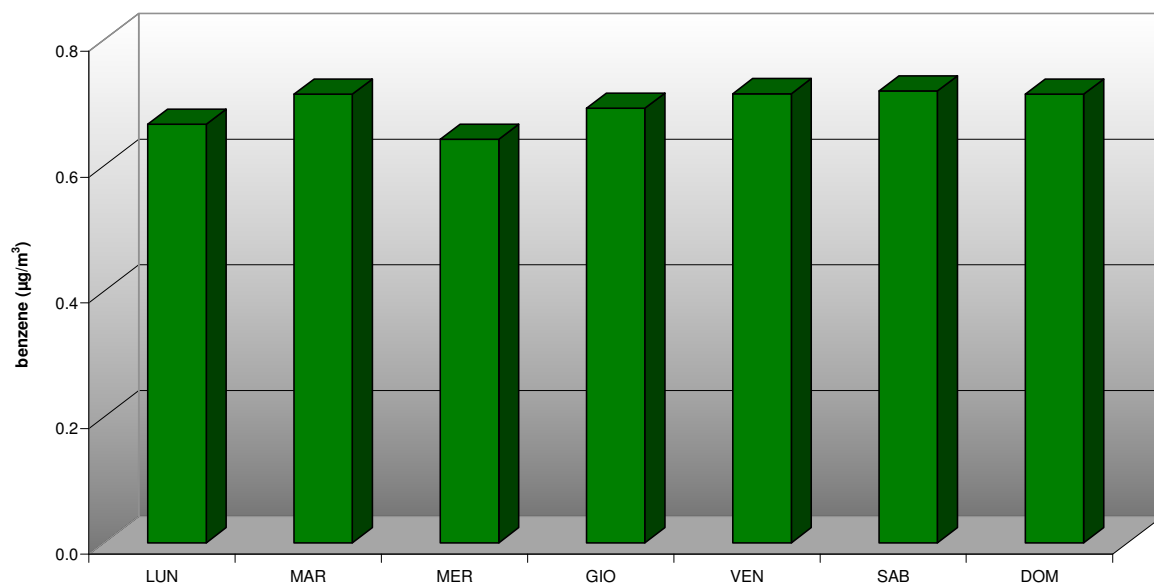
Il monossido di carbonio evidenzia un andamento piuttosto costante nell'arco della settimana, analogamente al PM10.

COMUNE DI CESIOMAGGIORE LOC. BUSCHE: PARAMETRO ANIDRIDE SOLFOROSA (SO₂)
SETTIMANA TIPO DAL 4 LUGLIO AL 30 SETTEMBRE 2014



L'anidride solforosa presenta un leggero incremento nella giornata di martedì.

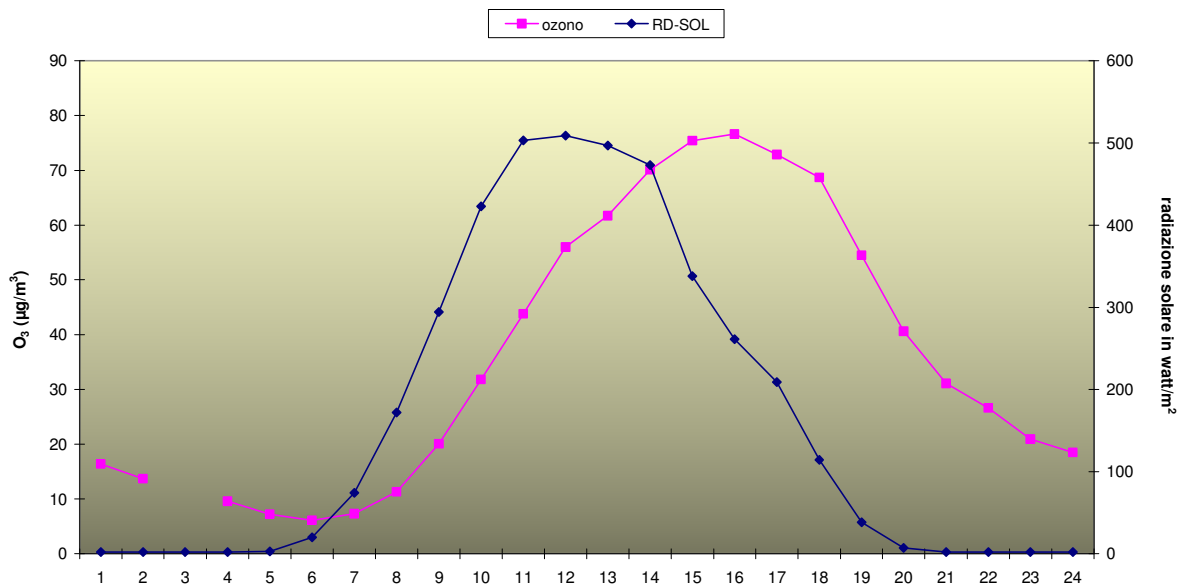
COMUNE DI CESIOMAGGIORE LOC. BUSCHE: PARAMETRO BENZENE (C₆H₆)
SETTIMANA TIPO DAL 4 LUGLIO AL 30 SETTEMBRE 2014



Anche il benzene non evidenzia variazioni significative nel corso della settimana.

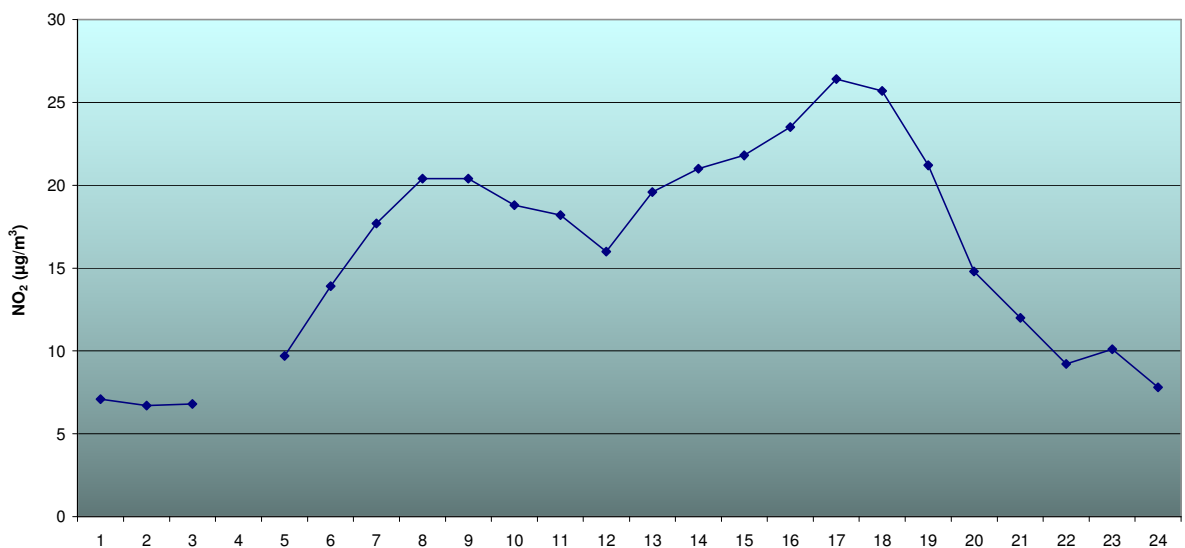
Nei seguenti diagrammi viene infine rappresentato il giorno tipo, per verificare l'andamento giornaliero degli inquinanti monitorati in continuo ed evidenziare così le fasce orarie di maggiore concentrazione nell'arco della giornata. L'elaborazione è stata eseguita in base all'ora solare.

**COMUNE DI CESIOMAGGIORE LOC. BUSCHE: GIORNO TIPO OZONO (O₃) E RADIAZIONE SOLARE
 DAL 4 LUGLIO AL 30 SETTEMBRE 2014**



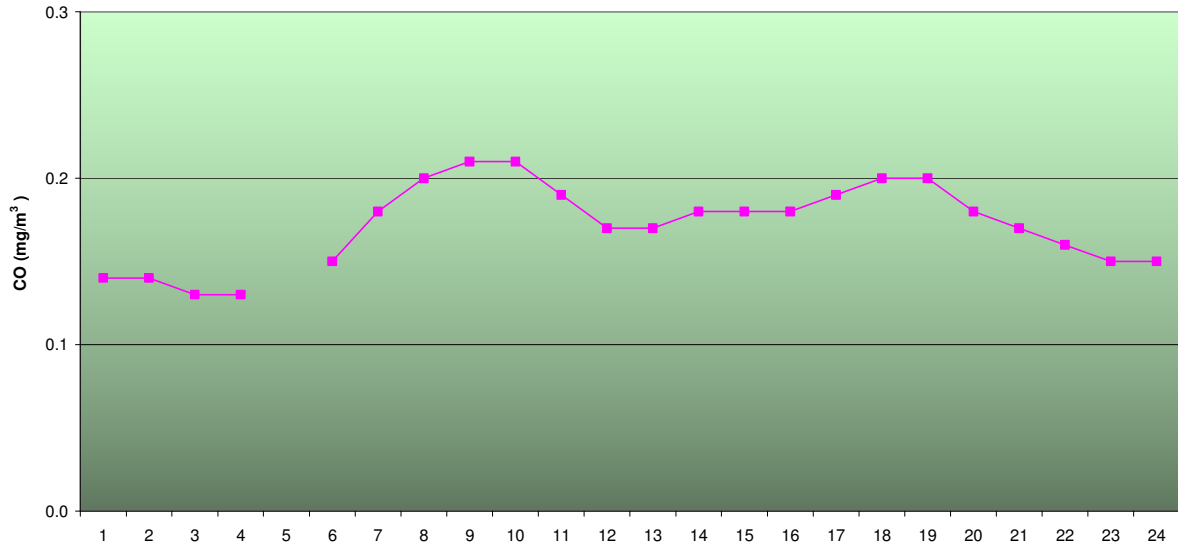
L'ozono ha un andamento associato a quello della radiazione solare. Infatti il picco della radiazione solare (tracciato blu) precede di alcune ore quello dell'ozono e presenta le massime concentrazioni a metà pomeriggio.

**COMUNE DI CESIOMAGGIORE LOC. BUSCHE: PARAMETRO BISSIDO DI AZOTO (NO₂)
 GIORNO TIPO DAL 4 LUGLIO AL 30 SETTEMBRE 2014**



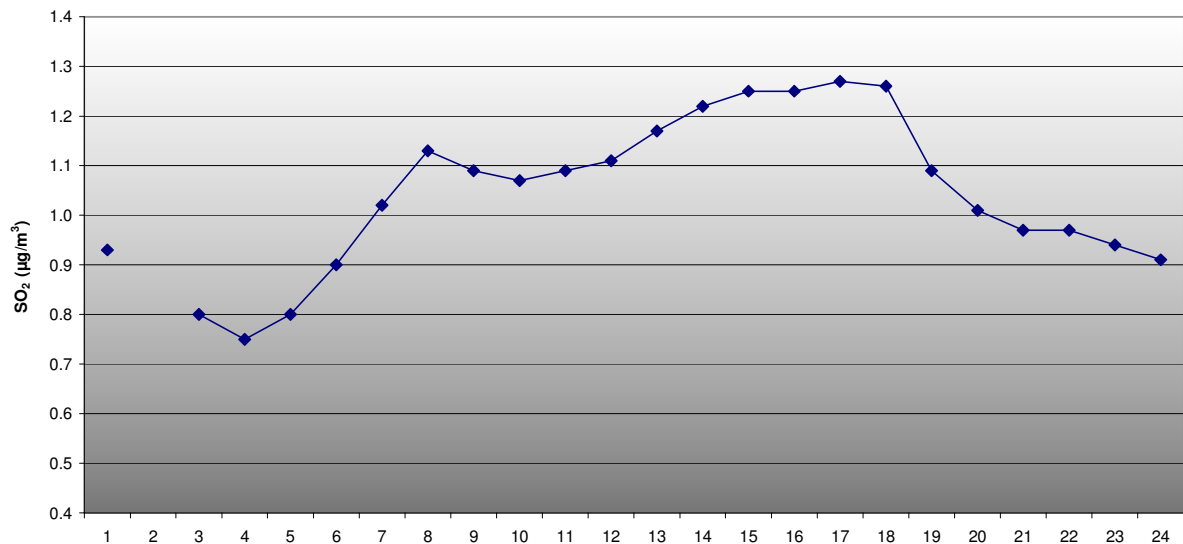
L'andamento del biossido d'azoto presenta due punte giornaliere al mattino ed alla sera.

**COMUNE DI CESIOMAGGIORE LOC. BUSCHE: PARAMETRO MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)
GIORNO TIPO DAL 4 LUGLIO AL 30 SETTEMBRE 2014**



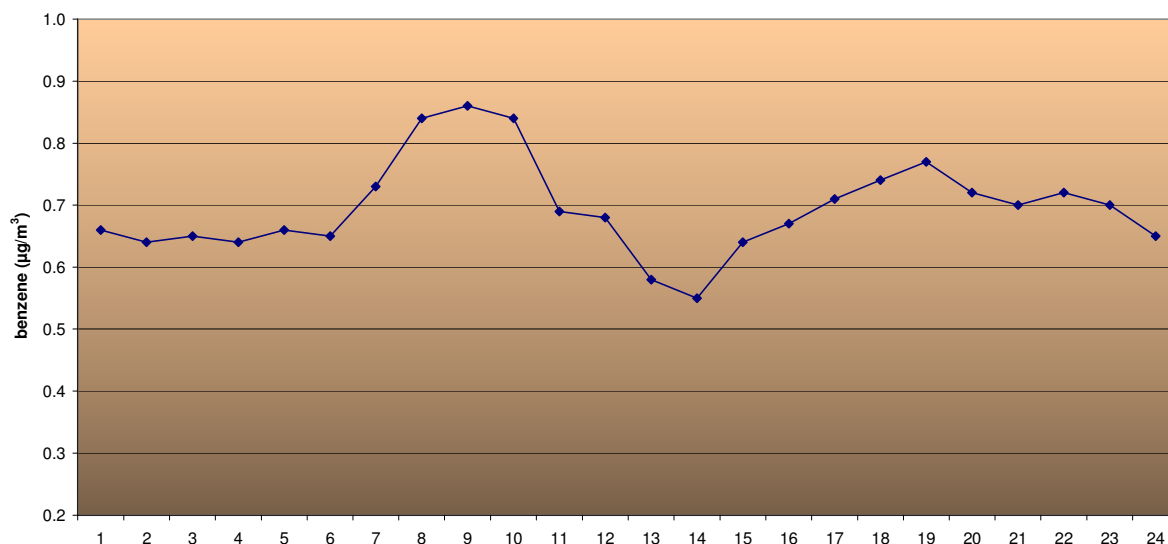
L'andamento del monossido di carbonio, inquinante primario, è simile a quello del biossido d'azoto, confermando le probabili fonti comuni di questi inquinanti.

**COMUNE DI CESIOMAGGIORE LOC. BUSCHE: PARAMETRO ANIDRIDE SOLFOROSA (SO₂)
GIORNO TIPO DAL 4 LUGLIO AL 30 SETTEMBRE 2014**



L'anidride solforosa, presenta un andamento analogo rispetto agli altri inquinanti di tipo primario.

COMUNE DI CESIOMAGGIORE LOC. BUSCHE: PARAMETRO BENZENE (C₆H₆)
GIORNO TIPO DAL 4 LUGLIO AL 30 SETTEMBRE 2014



Anche il benzene, come il monossido di carbonio, presenta due picchi giornalieri al mattino ed alla sera.

Non è stato possibile effettuare questo tipo di elaborazioni per il PM10 in quanto lo strumento fornisce solamente le medie giornaliere come previsto dalla normativa.

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/m³ 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Stazione fissa di Feltre dati 2013/2014; stazione mobile di Cesiomaggiore loc. Busche: dati dal 10 ott - 15 dic 2013 e dal 04 lug - 30 sett 2014	STAZIONE FISSA	SITO SPORADICO	RISULTATO	
	Feltre	Busche	Valori Annuali Estrapolati	
data	PM10	PM10	Busche	
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	90° perc	45
giorni di rilevamento	362	156	media	23
n° superamenti del V.L. di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	33	4		
media	23	19		

Tabella 1.6. Confronto tra le campagne eseguite a Cesiomaggiore e la centralina di Feltre

La Tabella 1.6, relativa alle campagne eseguite a Cesiomaggiore loc. Busche a confronto con la stazione fissa di Feltre denominata "Area feltrina", evidenzia un valore del 90° percentile di 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ed una media di 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ che indica una stima di superamenti del limite di legge inferiore ai 35 consentiti ed una media annuale all'interno dei limiti.

1.8 - Conclusioni








Nel periodo estivo, le concentrazioni di anidride solforosa, monossido di carbonio, biossido d'azoto, benzene, si sono mantenute al di sotto dei limiti di legge per l'esposizione acuta e cronica. Relativamente all'ozono, non si sono registrati superamenti della soglia di informazione alla popolazione. Per quanto riguarda il valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute si sono registrati 3 superamenti dei 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come valore massimo di media mobile giornaliera sulle otto ore.

L'andamento degli inquinanti monitorati nel periodo invernale, già presentato nella relazione di maggio 2014, ha rivelato invece una situazione di relativo deterioramento della qualità dell'aria per la presenza di polveri PM10, con alcuni superamenti del limite giornaliero di esposizione acuta ma entro il limite per l'esposizione cronica come media del periodo, e per la presenza del benzo(a)pirene che ha superato il valore obiettivo di qualità annuale.




L'analisi meteo climatica complessiva dei periodi di monitoraggio evidenzia, nella fase invernale del monitoraggio, una situazione più sfavorevole alla dispersione degli inquinanti sia per quanto riguarda la piovosità sia anche per quanto riguarda la ventilazione confermando che il relativo deterioramento della qualità dell'aria è influenzato dalla minore dispersione degli inquinanti in atmosfera.


Come sintesi finale di valutazione dei dati è stata elaborata una scheda riassuntiva dello stato di qualità dell'aria nel comune di Cesiomaggiore loc. Busche durante il monitoraggio complessivo effettuato.

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

Polveri (PM10)	D.Lgs. 155/10		Superamenti del valore limite giornaliero nel periodo invernale; media dei periodi entro il limite annuale.
Ozono (O ₃)	D.Lgs. 155/10		Nessun superamento della soglia di informazione alla popolazione prevista dalla normativa.
Biossido di azoto (NO ₂)	D.Lgs. 155/10		Concentrazione ampiamente inferiore ai limite previsto dalla normativa.
Monossido di carbonio (CO)	D.Lgs. 155/10		Concentrazione ampiamente inferiore ai limite previsto dalla normativa.
Anidride solforosa (SO ₂)	D.Lgs. 155/10		Concentrazione media inferiore al valore limite previsto dalla normativa
Benzene (C ₆ H ₆)	D.Lgs. 155/10		Concentrazione media inferiore al limite previsto dalla normativa.
Benzo(a)pirene (IPA)	D.Lgs. 155/10		Concentrazione media del periodo monitorato superiore al valore obiettivo previsto dalla normativa

Legenda

Simbolo	Giudizio sintetico	Tendenza indicatore
	Positivo	Miglioramento
	Intermedio	Stabile
	Negativo	Peggioramento
?	Informazioni incomplete o non sufficienti	

L'Ufficio Reti
 - P.I. M. Simionato -
 - Dr. R. Tormen -


Visto

Il Dirigente del Servizio Stato dell'Ambiente

Dott.ssa Anna Favero



PARTE 2

2.1 - Introduzione

Al fine di quantificare l'impatto sulla qualità dell'aria del traffico stradale transitante sulla SR 50 in zona Busche di Cesiomaggiore, è stato effettuato uno studio modellistico basato sulle misure di traffico rilevate dal 15 al 23 luglio 2014 nel tratto di strada antistante lo stabilimento Lattebusche (Figura 2.1). Le rilevazioni del traffico sono state effettuate con un classificatore radar, e i dati ottenuti, combinati con opportuni fattori di emissione ed elaborati con modelli di dispersione degli inquinanti in atmosfera, hanno permesso di ottenere stime di concentrazione al suolo dei principali inquinanti emessi dal traffico veicolare.

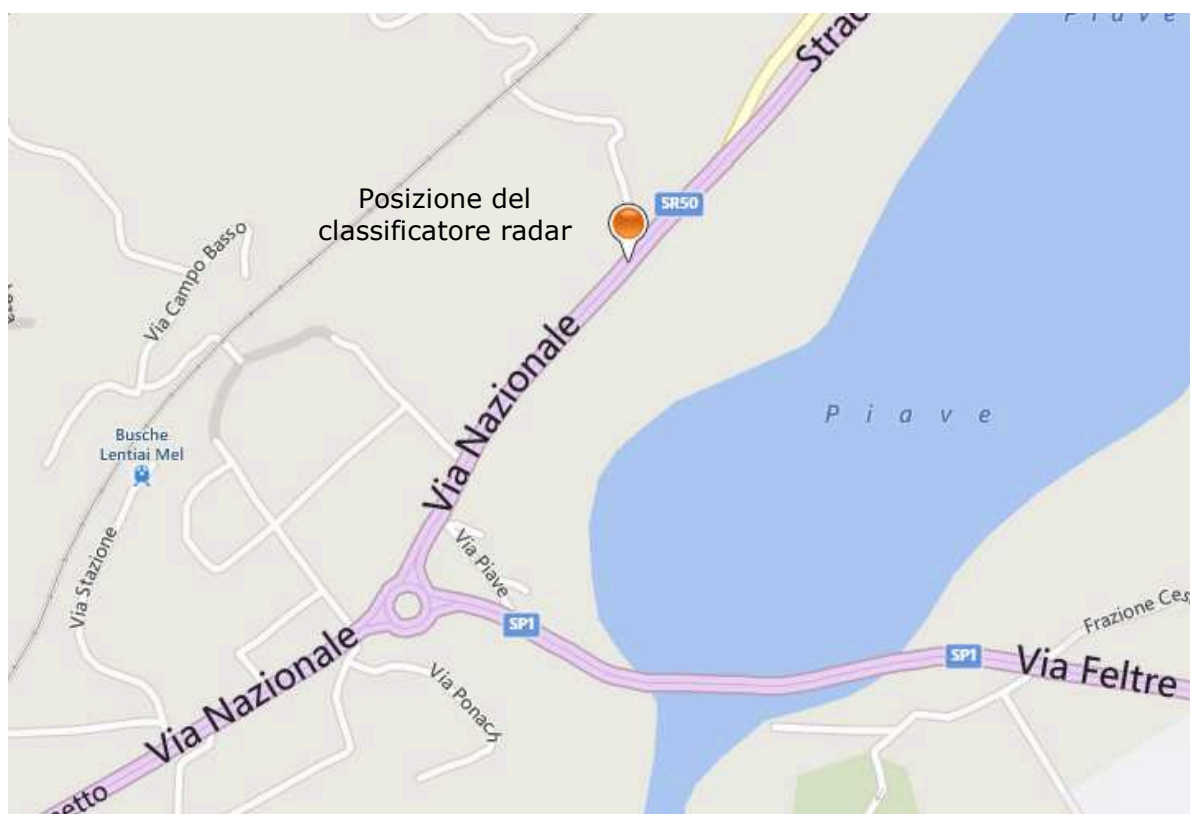


Figura 2.1. Mappa dell'area di studio e collocazione dello strumento conta-traffico

2.2 - Analisi dei flussi di traffico

Lo strumento radar utilizzato per la rilevazione del traffico è in grado di classificare il transito veicolare in quattro classi distinte: automobili, veicoli commerciali leggeri, veicoli commerciali pesanti, ciclomotori e motocicli. Per ogni giorno della campagna di rilevamento è stato possibile quindi risalire al numero di transiti orari per tipologia veicolare. I risultati percentuali dei transiti medi giornalieri per tipo di giornata (feriale, prefestiva, festiva) sono presentati in Figura 2.2.

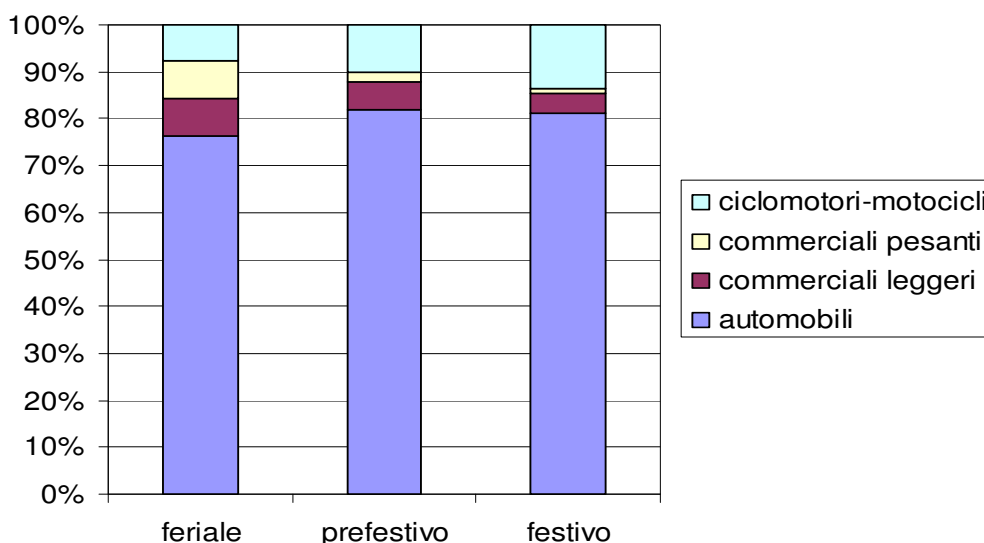


Figura 2.2. Percentuale di traffico medio giornaliero per categoria veicolare e giorno della settimana

Dal grafico si nota come il flusso di automobili rappresenti sempre più del 75% del traffico veicolare totale, con valori superiori all'80% nei giorni festivi e prefestivi. I mezzi commerciali leggeri rappresentano l'8% del traffico totale nei giorni feriali, per scendere, rispettivamente, al 6% e 4% nei giorni prefestivi e festivi. I mezzi commerciali pesanti passano dall'8% nei giorni feriali al 2% e 1% nei giorni prefestivi e festivi. Un andamento opposto è invece osservabile per ciclomotori e motocicli, che passano dall'8% nei giorni feriali al 10% nei giorni prefestivi e 14% nei giorni festivi.

Andando ad analizzare come il traffico delle quattro tipologie di mezzi si distribuisce nell'arco delle 24 ore, si ottengono i grafici delle Figure 2.3, 2.4, 2.5 e 2.6. Sia per le automobili che per i mezzi commerciali leggeri si nota un andamento giornaliero (feriale, prefestivo e festivo) caratterizzato da due picchi, il primo nel corso della mattinata e il secondo nel corso del pomeriggio. Il passaggio di mezzi pesanti nei giorni feriali, invece, risulta interessante l'intera fascia oraria tra le ore 8:00 e le ore 19:00, con un leggero calo tra le ore 13:00 e le ore 15:00, probabilmente imputabile alla pausa pranzo. Per ciclomotori e motocicli si osserva un andamento bifasico analogo a quello di automobili e mezzi commerciali leggeri, ma con picchi più marcati nelle giornate festive.

Automobili

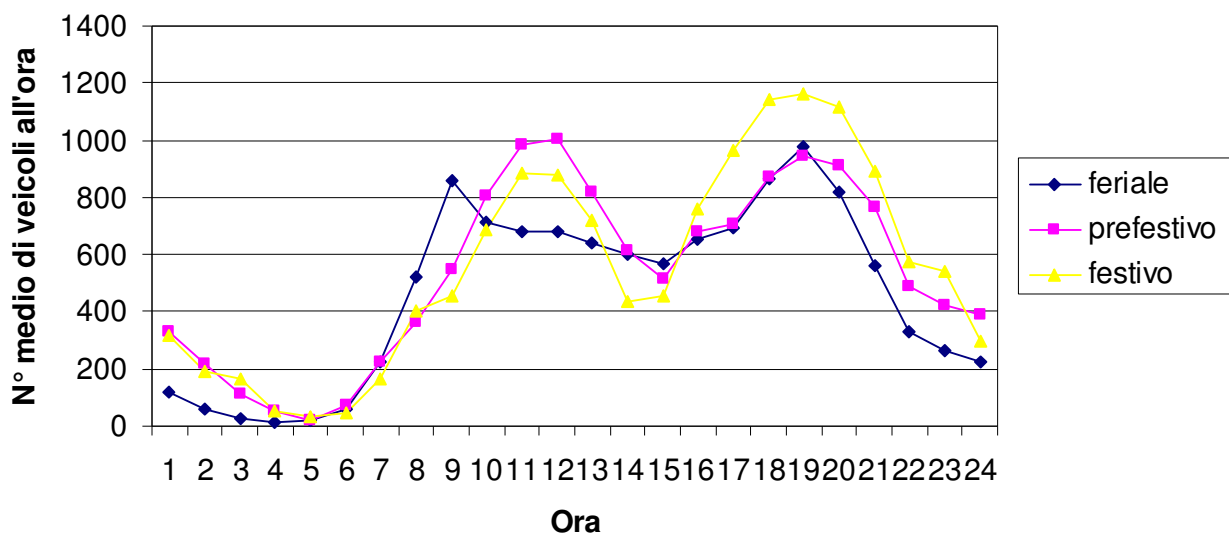


Figura 2.3. Andamento del traffico di automobili nell'arco delle 24 ore per tipologia di giornata

Commerciali Leggeri

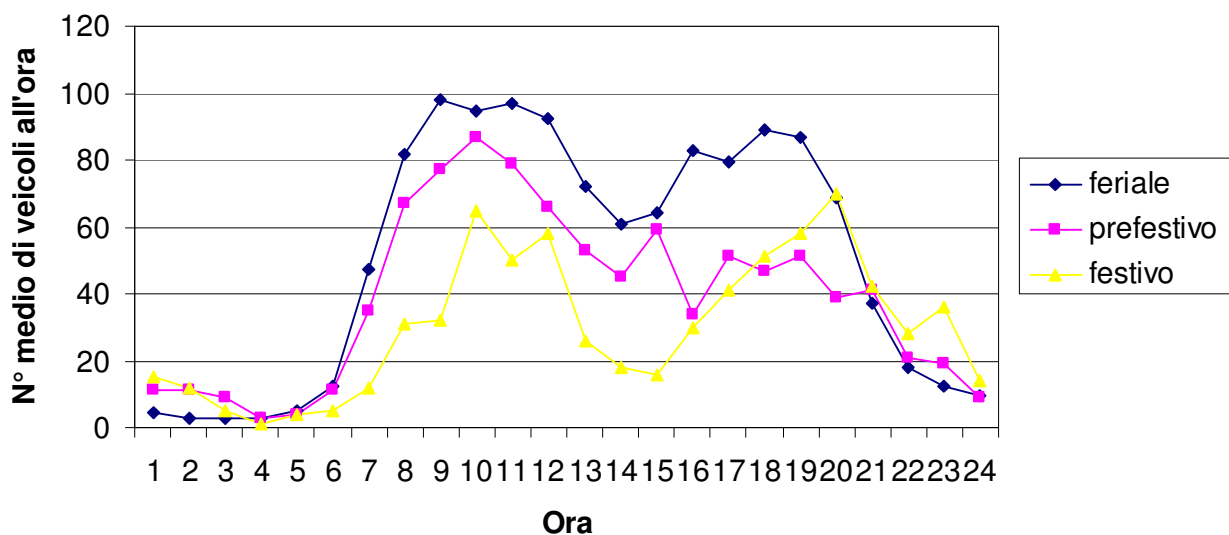


Figura 2.4. Andamento del traffico di mezzi commerciali leggeri nell'arco delle 24 ore per tipologia di giornata

Commerciali Pesanti

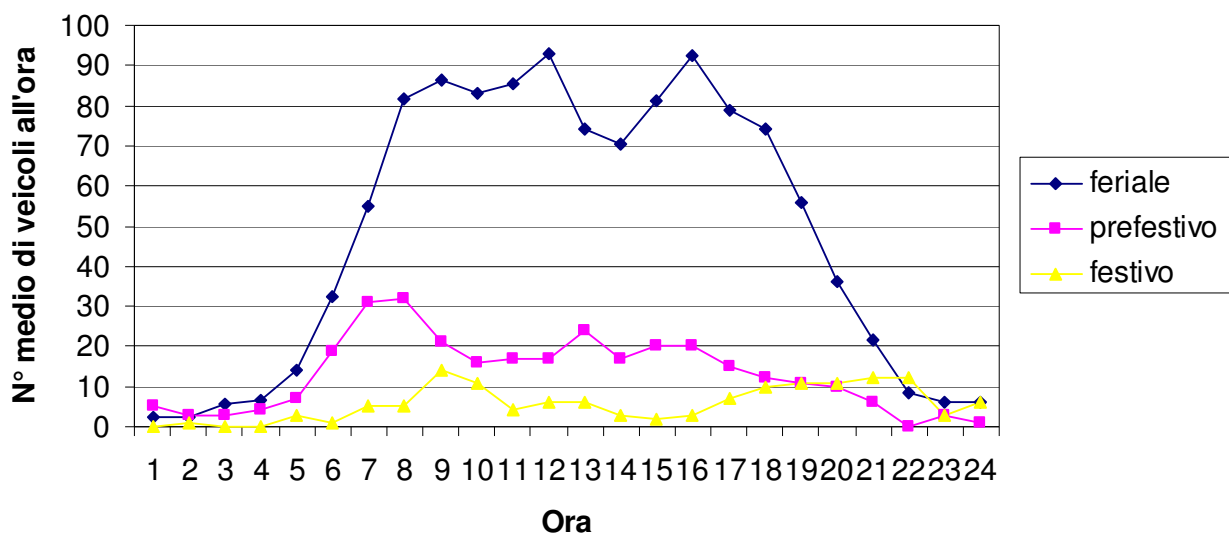


Figura 2.5. Andamento del traffico di mezzi commerciali pesanti nell'arco delle 24 ore per tipologia di giornata

Ciclomotori/Motocicli

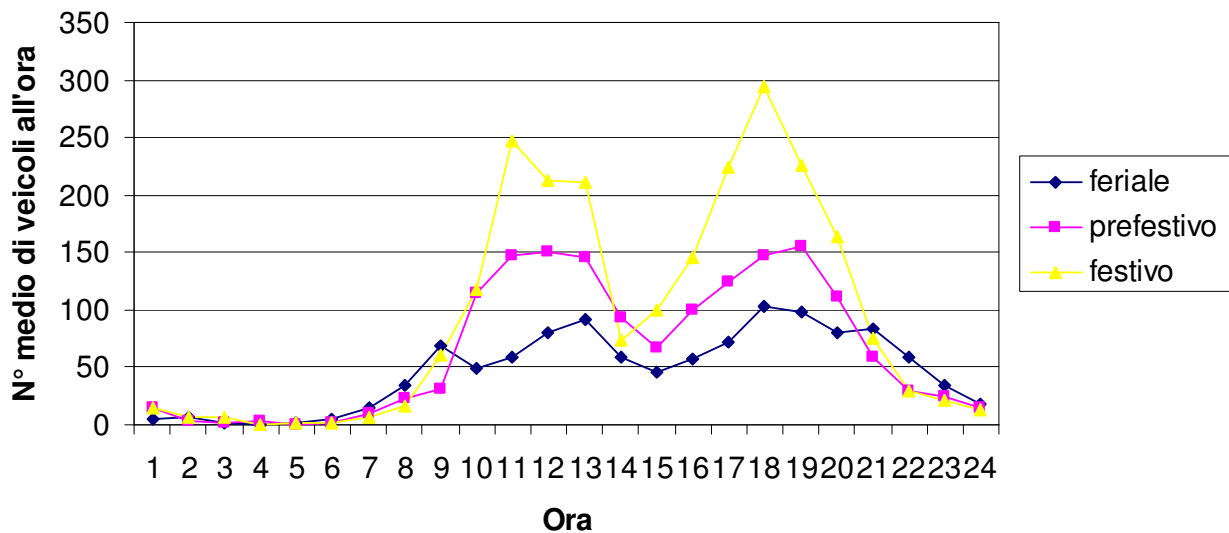


Figura 2.6. Andamento del traffico di motocicli e ciclomotori nell'arco delle 24 ore per tipologia di giornata

2.3 - Stima delle emissioni prodotte dai flussi di traffico e mappe di ricaduta

Per stimare le emissioni di inquinanti relative ai veicoli in transito lungo la SR 50, i valori di traffico misurati dal classificatore radar sono stati mediati su base oraria secondo quattro categorie veicolari (automobili, mezzi commerciali pesanti, mezzi commerciali leggeri, motocicli e ciclomotori) e tre categorie di giornata (feriale, prefestiva e festiva). Ai flussi di traffico così modulati sono stati applicati i fattori di emissione proposti dal database INEMAR (INventario EMISSIONI ARia). Questo database, attualmente utilizzato da sette Regioni e due Province Autonome, e realizzato per lo specifico della realtà italiana, fornisce un inventario delle emissioni in atmosfera per tipo di attività svolta e combustibile utilizzato secondo i macrosettori della classificazione europea CORINAIR.

In Tabella 2.1 si riportano le stime di emissione per alcuni degli inquinanti considerati nel database INEMAR. I valori sono stati ottenuti moltiplicando i fattori di emissione per i flussi di traffico medi orari suddivisi per categoria veicolare e tipologia di giornata ed è quindi osservabile un andamento proporzionale ai suddetti flussi di traffico. In particolare, per le polveri di diametro inferiore a 10 micron (PM10), le automobili apportano il contributo maggiore in ogni tipologia di giornata, mentre per gli ossidi di azoto (NO_x) il contributo delle auto è il più alto solo nelle giornate prefestive e festive, dato che nelle giornate feriali è prevalente l'apporto dei mezzi commerciali pesanti. Per quanto riguarda i composti organici volatili (COV), i maggiori responsabili in ogni tipologia di giornata sono gli appartenenti alla categoria ciclomotori/motocicli, così come per quanto riguarda le emissioni di monossido d'azoto (CO) nei giorni prefestivi e festivi; nei giorni feriali, invece, sono le automobili responsabili della maggior parte del CO emesso.

Emissioni stimate attraverso database INEMAR		NO _x (g/km/s)	COV (g/km/s)	CO (g/km/s)	PM10 (g/km/s)
Feriale	Automobili	0.065291	0.022065	0.206371	0.005645
	Mezzi Leggeri	0.016406	0.001991	0.015321	0.001702
	Mezzi Pesanti	0.080217	0.006626	0.021995	0.003916
	Motocicli-Ciclomotori	0.00227	0.041596	0.152372	0.000894
Prefestivo	Automobili	0.075144	0.025394	0.237513	0.006497
	Mezzi Leggeri	0.012469	0.001513	0.011644	0.001293
	Mezzi Pesanti	0.021848	0.001805	0.005991	0.001067
	Motocicli-Ciclomotori	0.003165	0.058015	0.212514	0.001247
Festivo	Automobili	0.077965	0.026348	0.246431	0.006741
	Mezzi Leggeri	0.009664	0.001173	0.009024	0.001002
	Mezzi Pesanti	0.009463	0.000782	0.002595	0.000462
	Motocicli-Ciclomotori	0.00456	0.083574	0.306139	0.001796

Tabella 2.1. Emissioni (g/km/s) prodotte dalle diverse tipologie di veicoli nelle giornate tipo

Attraverso il modello di dispersione ADMS-Urban, si è infine valutata la distribuzione degli inquinanti emessi dal traffico veicolare nell'area circostante l'arteria stradale. I dati in ingresso al modello sono stati le emissioni veicolari medie orarie (stimate attraverso i flussi di traffico misurati e il database INEMAR) modulate per inquinante e tipologia di giornata (feriale, prefestiva, festiva), e la meteorologia rilevata nel periodo della campagna di misura del traffico. La stazione meteorologica più rappresentativa per l'area di studio è quella di Santa Giustina, gestita dal Centro Meteorologico di Teolo, per la quale si sono utilizzati i dati orari dal 15 al 23 luglio 2014.

I risultati ottenuti rappresentano le ricadute medie dei diversi macroinquinanti nel periodo considerato. In Figura 2.7a e 2.8a si riportano le mappe di concentrazione per polveri sottili (PM10) e ossidi di azoto (NO_x). Si osserva come i valori di concentrazione siano massimi all'interno della carreggiata e diminuiscano allontanandosi da essa. Il PM10 presenta concentrazioni massime inferiori a 9 µg/m³, mentre le concentrazioni di NO_x raggiungono in centro strada valori di circa 120 µg/m³ e diminuiscono fino a valori inferiori a 20 µg/m³ a una distanza di 50 metri dalla carreggiata.

Le Figure 2.7b e 2.8b, invece, si riferiscono alle ricadute di polveri e ossidi di azoto stimate dal modello relativamente alla rilevazione del traffico svolta sulla stessa zona in periodo invernale (dicembre 2012) e sono riportate per confronto. Le elaborazioni svolte in precedenza, infatti, non sono direttamente paragonabili con i risultati della campagna più recente perché si sono utilizzati fattori di emissione diversi (COPERT III invece che INEMAR) e anche la classificazione dei giorni della settimana è stata diversa (poiché la campagna invernale era stata effettuata in periodo natalizio, la distinzione era stata effettuata fra giorni di vacanza e pre-vacanza). Utilizzando gli stessi criteri di elaborazione, quindi, i vecchi dati sono stati resi confrontabili con quelli dello studio più recente. Le mappe di concentrazione degli inquinanti sono in entrambi i casi massime all'interno della carreggiata e diminuiscono allontanandosi da essa. Tuttavia, pur avendo un flusso di traffico inferiore, nel periodo invernale i massimi di concentrazione di PM10 e NO_x sono risultati pressoché uguali a quelli del periodo estivo, e hanno inoltre interessato aree leggermente più ampie. Questo è sicuramente da attribuire alle condizioni meteorologiche più sfavorevoli (calme di vento, inversione termica, ecc.) che hanno causato una minor diluizione degli inquinanti emessi.

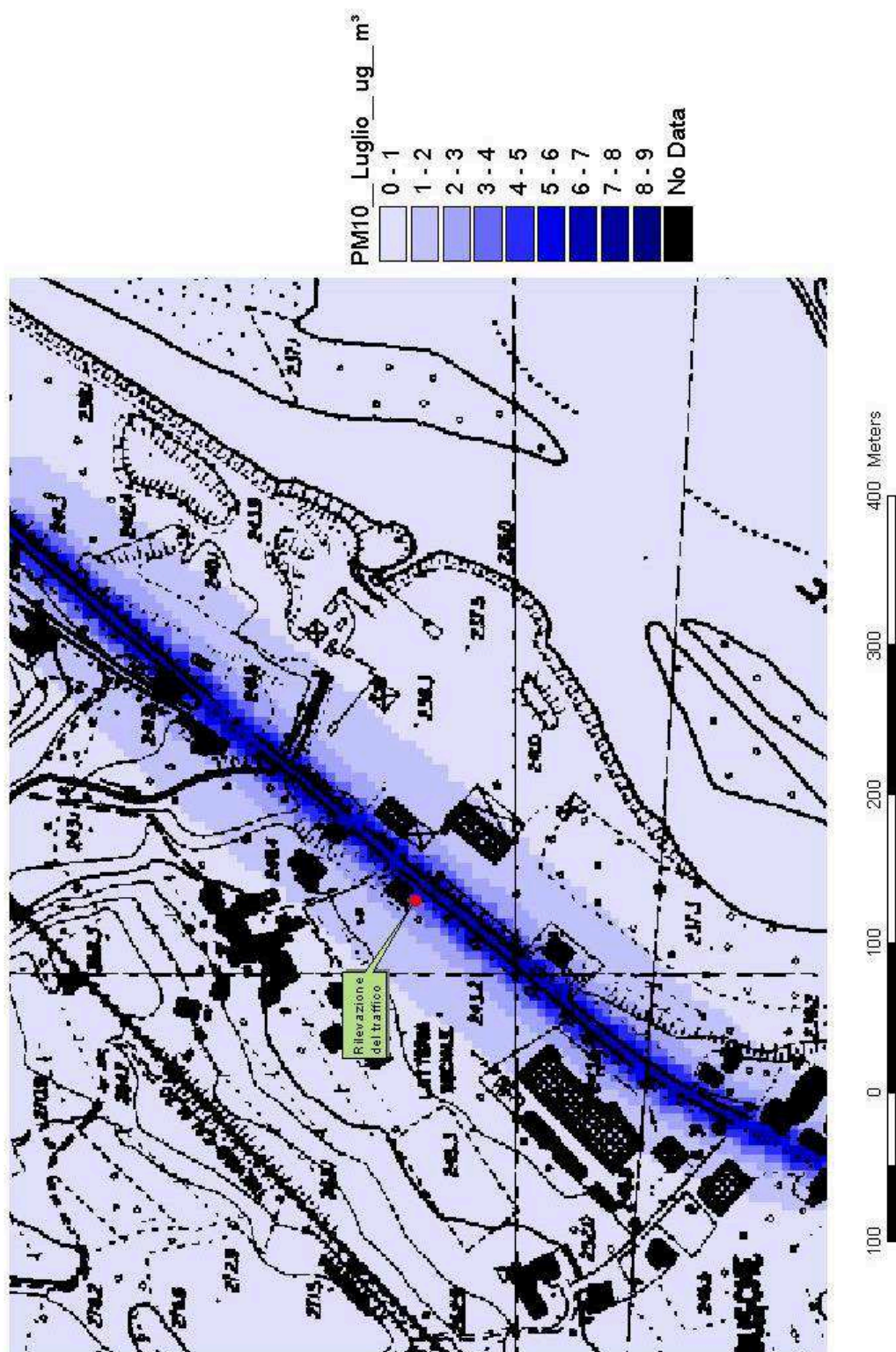


Figura 2.7a. Ricaduta media di PM10 da traffico veicolare per il periodo dal 15 al 23 luglio 2014

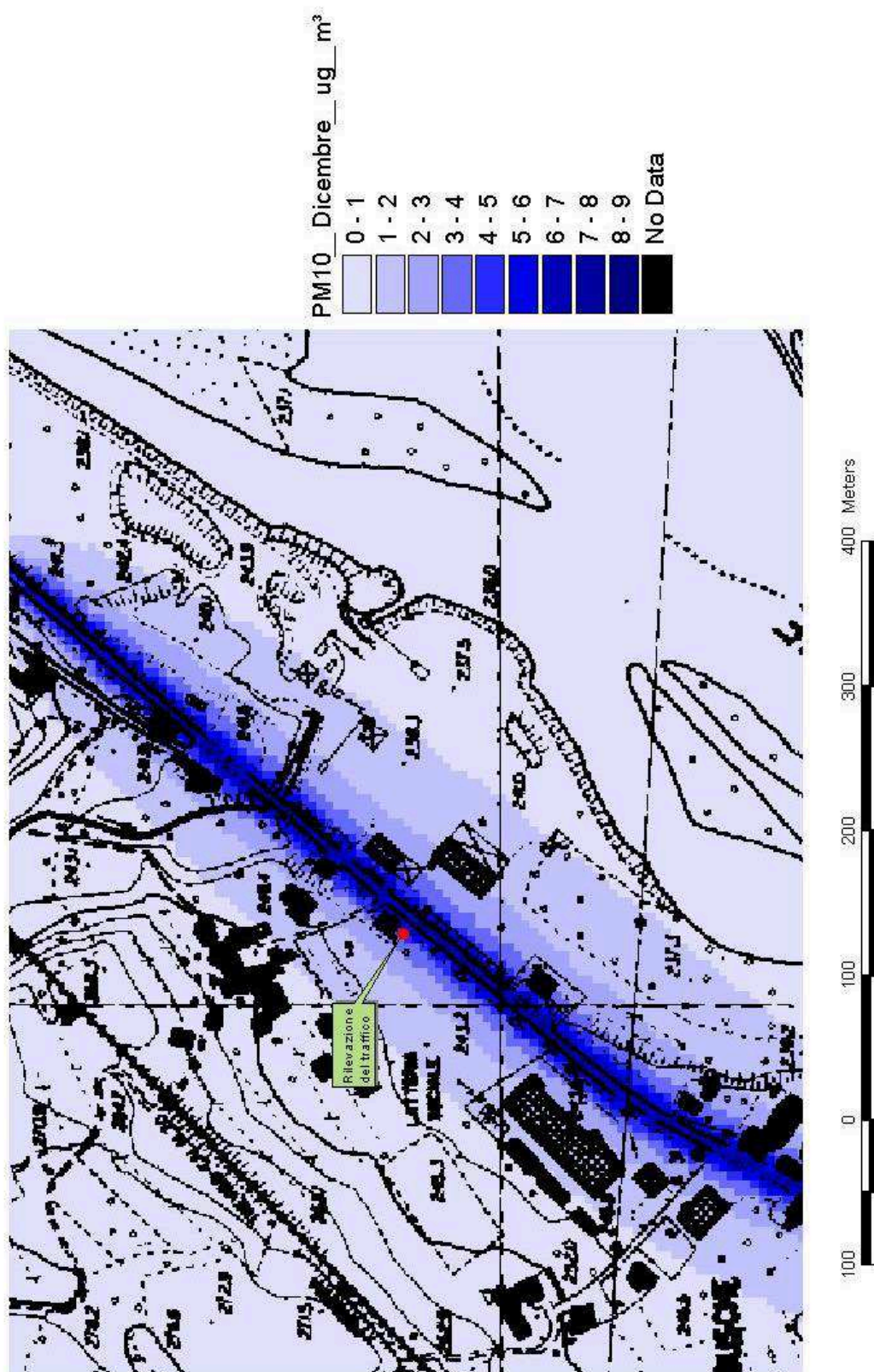


Figura 2.7b. Ricaduta media di PM10 da traffico veicolare relativo alla campagna di dicembre 2012

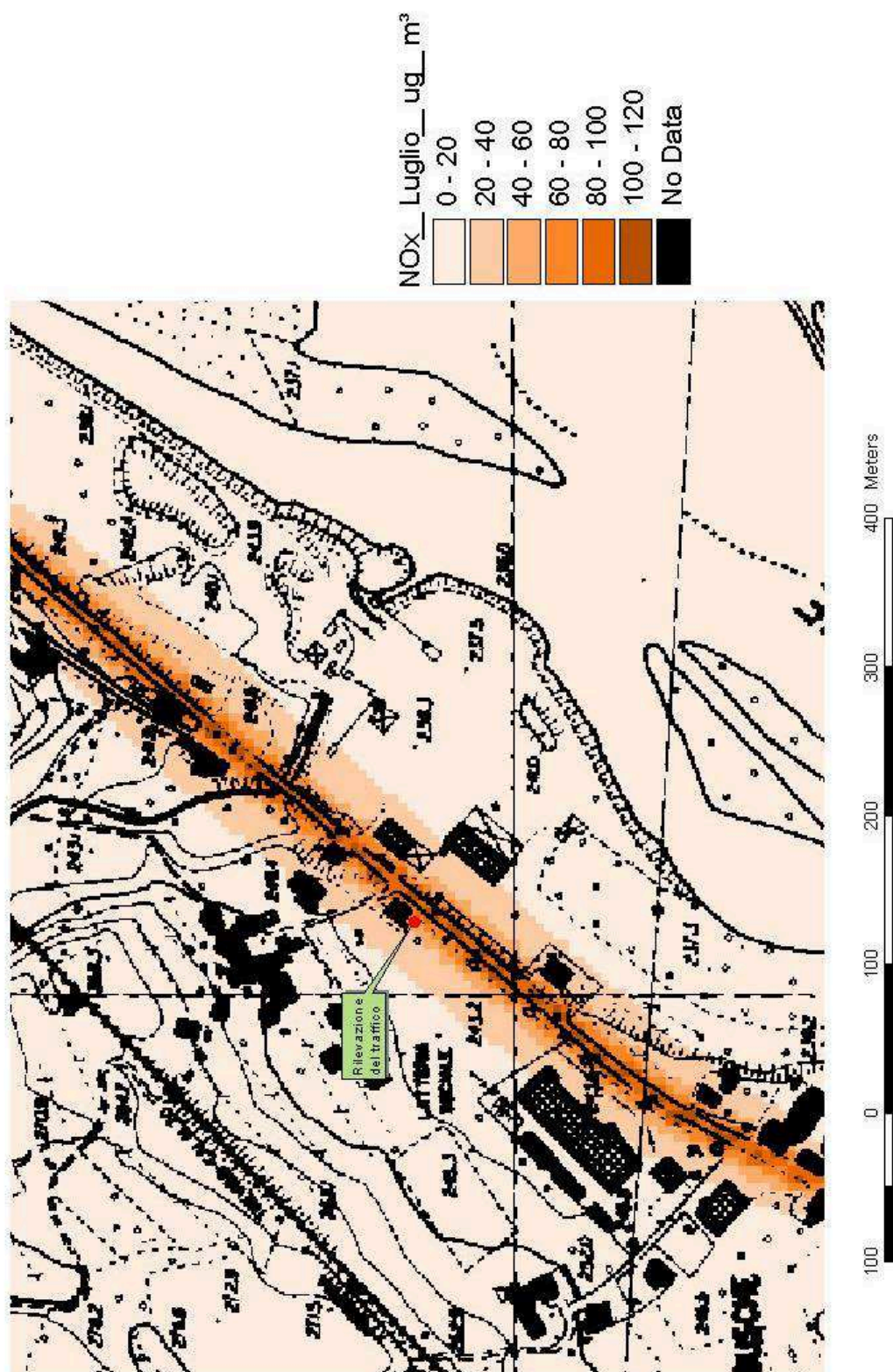


Figura 2.8a. Ricaduta media di NO_x da traffico veicolare per il periodo dal 15 al 23 luglio 2014

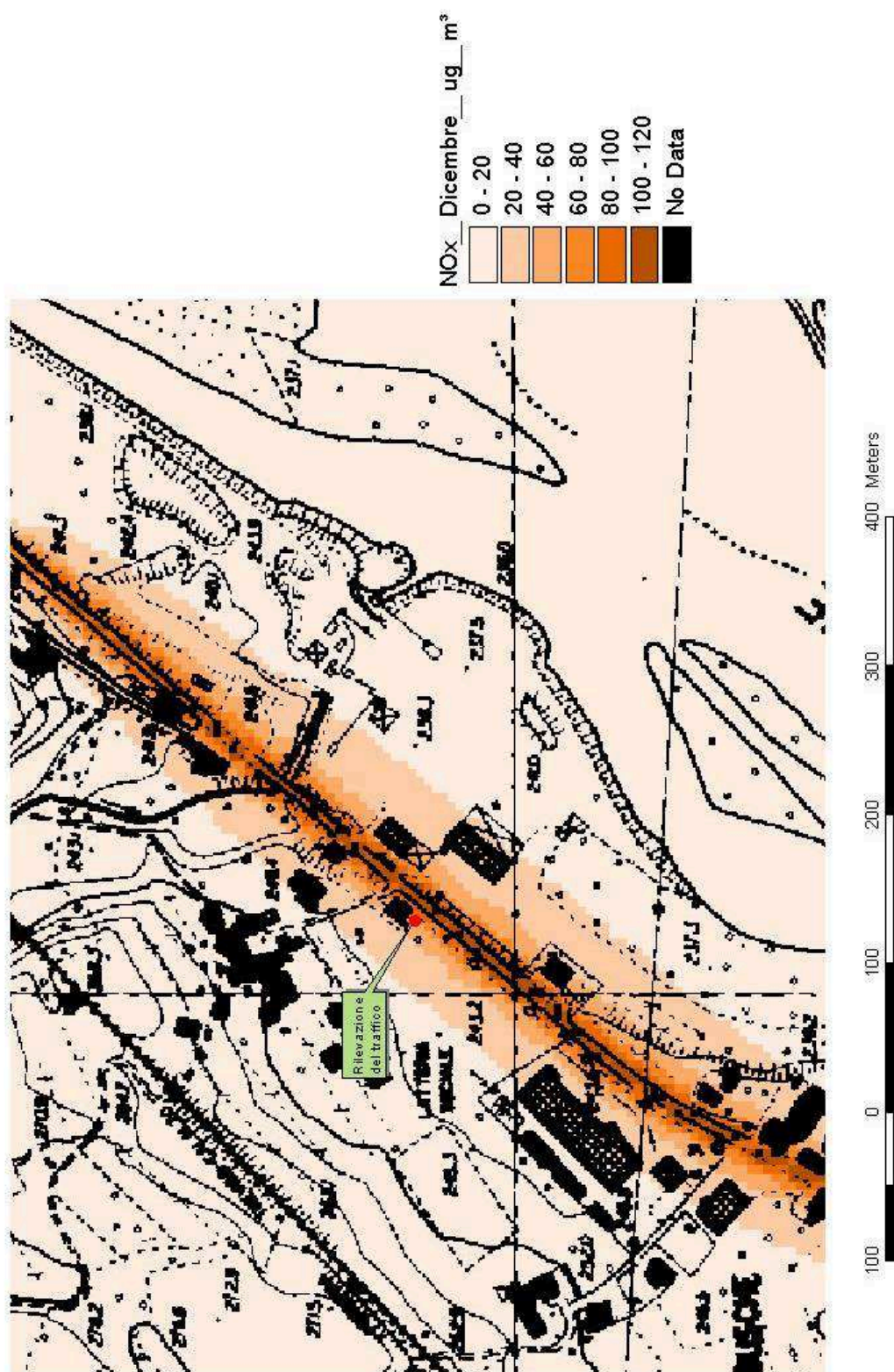


Figura 2.8b. Ricaduta media di NO_x da traffico veicolare relativo alla campagna di dicembre 2012

2.4 - Conclusioni

Lo scopo del presente lavoro era di fornire una stima dell'impatto sulla qualità dell'aria del traffico veicolare transitante lungo la SR 50 in zona Busche di Cesiomaggiore.

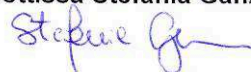
Con un classificatore radar del traffico stradale si sono misurati i flussi veicolari, suddivisi per tipologie di mezzi, nel periodo dal 15 al 23 luglio 2014. Tali flussi sono stati poi suddivisi per tipologia di giornata, distinguendo fra giorni feriali, prefestivi e festivi, e ad essi sono stati applicati i fattori di emissione del database INEMAR. In questo modo è stato possibile stimare le emissioni del traffico veicolare medio orario dei giorni feriali, festivi e prefestivi. Ne è emerso che ogni giorno le automobili costituiscono più del 75% del traffico veicolare totale e arrivano a rappresentare oltre l'80% nelle giornate prefestive e festive. Conseguentemente, proprio le automobili sono sempre le maggiori responsabili delle emissioni di polveri sottili (PM10), mentre per quanto riguarda le emissioni di ossidi di azoto il primato spetta alle automobili solo nei giorni prefestivi e festivi, perché nei giorni feriali, pur rappresentando solo l'8% del traffico veicolare totale, i mezzi commerciali pesanti apportano il più alto contributo di NO_x emessi. Per quanto riguarda le emissioni di monossido di carbonio, i contributi più alti nei giorni feriali e prefestivi sono quelli dovuti alle automobili, mentre per i giorni festivi è la categoria dei ciclomotori e motocicli ad apportare il contributo maggiore, dato che arriva a rappresentare il 14% del traffico totale. Sempre i mezzi su due ruote sono i responsabili, per ogni giorno della settimana, del maggior contributo di composti organici volatili.

Sulla base della stima delle emissioni da traffico e i dati meteorologici rilevati nella stazione meteo più vicina al sito in esame, si è poi simulata la dispersione degli inquinanti in atmosfera attraverso il modello ADMS-Urban. Le mappe di ricaduta degli inquinanti mostrano concentrazioni massime -pur sempre entro valori contenuti- all'interno della carreggiata, con dispersione nelle aree circostanti. Le concentrazioni di PM10, ad esempio, rimangono sempre inferiori a 9 µg/m³, mentre quelle di NO_x raggiungono valori massimi di circa 120 µg/m³ in corrispondenza della strada e risultano inferiori a 20 µg/m³ a circa 50 m da essa.

I risultati si sono delineati molto simili a quelli ottenuti dal rilevamento del traffico condotto nel dicembre del 2012. E' interessante osservare come a fronte di flussi di traffico più intensi nella recente campagna estiva, le mappe di dispersione degli inquinanti diano valori massimi di concentrazione molto simili a quelli del precedente rilievo invernale. Questo è da attribuire alla meteorologia, nei mesi più freddi maggiormente sfavorevole alla dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Ufficio Informativo Ambientale

Dott.ssa Stefania Ganz



Visto

Il Dirigente del Servizio Stato dell'Ambiente

Dott.ssa Anna Favero



ALLEGATO1: 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 km² 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 Matteotti, 27
35137 Padova
Italy
Tel. +39 049 823 93 01
Fax +39 049 660 966
E-mail: urp@arpa.veneto.it
E-mail certificata: protocollo@arpav.it
www.arpa.veneto.it