

CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

VAL GANDINO

7 marzo 2020 – 7 aprile 2020

26 giugno 2020 – 26 luglio 2020



Autori:

Anna De Martini

Lucio Corrente

Laura Carroccio

Vorne Gianelle

Eleonora Cuccia

Campagna di Misura della Qualità dell’Aria

VAL GANDINO

Gestione e manutenzione tecnica della strumentazione:

Saverio Bergamelli

Testo ed elaborazione dei dati:

Anna De Martini

Laura Carroccio

Lucio Corrente

Vorne Gianelle

Eleonora Cuccia

Sommario

Introduzione	4
Misure e strumentazione	5
I principali inquinanti atmosferici	6
Gli elementi	11
La frazione carboniosa	11
Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	12
Normativa.....	13
Campagna di Misura.....	15
Sito di Misura	15
Emissioni sul territorio.....	17
Situazione meteorologica nel periodo di misura.....	25
Andamento inquinanti nel periodo di misura e confronto con i dati rilevati da postazioni fisse	28
Conclusioni	71
Allegato 1 – Emissioni sul territorio.....	73
Allegato 3 – Concentrazioni elementi in diversi siti	81
Allegato 4 - Cosa è il fattore di arricchimento (FA)	81
Allegato 5 - Calcolo della frazione minerale e degli ossidi antropogenici nel particolato atmosferico	82
Allegato 6 – Risultati delle analisi su PM10	83

Introduzione

Nei cinque Comuni della Val Gandino e precisamente Leffe, Gandino, Casnigo, Cazzano Sant'Andrea e Peia si è conclusa una campagna di misura relativa alla qualità dell'aria mediante l'utilizzo di un laboratorio mobile e di campionatori passivi condotta dall' Unità Organizzativa Qualità dell'Aria di ARPA Lombardia. La campagna ha fatto seguito alla specifica richiesta di questi Comuni di approfondire eventuali criticità della qualità dell'aria presumibilmente legate alla presenza sul territorio di diverse realtà industriali. Il sito scelto (Figura) per il posizionamento del laboratorio mobile è stato individuato sul territorio del Comune di Cazzano Sant'Andrea, presso il giardino della Scuola secondaria di primo grado, in Via Angelo Tacchini 38, sito che rispetta i criteri richiesti al D. Lgs.155/2010 per campagne indicative. I campionatori passivi invece sono stati posizionati in due siti distinti per ognuno dei cinque Comuni.

La diffusione della COVID-19 in Lombardia ed in Italia ha comportato l'adozione progressiva di una serie di misure di contenimento del contagio che hanno determinato una variazione delle attività antropiche; conseguentemente, l'analisi dati della campagna in esame si presenta complessa a causa delle azioni di contenimento via via più rigide fino al quasi totale azzeramento delle attività produttive e del traffico veicolare.

Sebbene questa campagna sia stata svolta in tali particolari condizioni, il confronto dei dati raccolti a Cazzano Sant'Andrea con le serie temporali di ogni stazione fissa della rete regionale (sottoposta agli impatti delle medesime misure di contenimento) può comunque garantire una significatività del monitoraggio in questione per l'indagine della qualità dell'aria nel Comune in esame; infatti, la graduale ripresa delle attività antropiche (dal punto di vista ambientale) è stata costantemente monitorata sulla RRQA e ciò ha permesso di ottenere informazioni che si sono rese utili per le analisi sul set di dati relativi alla campagna di monitoraggio della Val Gandino.

Il presente documento costituisce il report finale della campagna integrando i dati ottenuti dalla prima fase di monitoraggio con quelli della seconda svolta nel periodo estivo dal 26 giugno al 26 luglio 2020.

Riassumendo quanto già detto in parte nel precedente documento, gli inquinanti che si trovano dispersi in atmosfera possono essere divisi schematicamente in due gruppi: inquinanti primari e inquinanti secondari. I primi sono emessi nell'atmosfera direttamente da sorgenti di emissione antropogeniche o naturali, mentre gli altri si formano in atmosfera in seguito a reazioni chimiche che coinvolgono altre specie siano esse primarie o secondarie.

Gli inquinanti monitorati sono: monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO_x), ozono (O₃), benzene (C₆H₆) e PM10. Inoltre, dalla speciazione del PM10 e dai campionatori passivi è stato possibile, grazie alle analisi di laboratorio, conoscere le concentrazioni di altre sostanze quali per esempio aldeidi, ammoniaca e un insieme di idrocarburi volatili. Per contestualizzare i dati misurati, questi sono confrontati con quelli rilevati presso le postazioni fisse della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria (RRQA) della Lombardia facenti parte del Piano di Valutazione della Lombardia, di seguito PdV, della qualità dell'aria, fornendo così le informazioni utili alla valutazione complessiva dello stato della qualità dell'aria nel sito in esame.

(vedi <http://www.arpalombardia.it/sites/QAria/layouts/15/QAria/ReteDiRilevamento.aspx>).

Misure e strumentazione

Le misure sono state effettuate mediante un Laboratorio Mobile. La strumentazione utilizzata è del tutto simile a quella presente nelle stazioni fisse della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria (RRQA) e risponde alle caratteristiche previste dalla legislazione vigente (D.lgs. 155/2010). In particolare, il Laboratorio Mobile è provvisto di strumenti per misurare:

- monossido di carbonio (CO)
- ossidi di azoto (NO_x)
- ozono (O₃)
- BTX (benzene, toluene, mp-xilene, o-xilene, etilbenzene)
- PM10 e la sua speciazione (IPA, Elementi, ioni, levoglucosano, frazione carboniosa)

La concentrazione in massa del PM10, raccolto su opportuni filtri, è stata successivamente determinata mediante metodo gravimetrico, descritto nella norma UNI EN 12341:2014 e indicato come riferimento dalla legislazione vigente (D.lgs. 155/2010).

Sul particolato sono state condotte specifiche analisi in laboratorio.

Mediante lo spettrometro a raggi X di fluorescenza (XRF) in dotazione ad ARPA Lombardia è stato possibile determinare la presenza e relativa concentrazione, dei seguenti elementi con numero atomico $Z > 11$ ¹: alluminio (Al), silicio (Si), zolfo (S), cloro (Cl), fosforo (P), potassio (K), calcio (Ca), titanio (Ti), cromo (Cr), manganese (Mn), ferro (Fe), nichel (Ni), rame (Cu), zinco (Zn), bromo (Br), rubidio (Rb), piombo (Pb).

La determinazione degli IPA è stata effettuata mediante cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC) con detector UV-VIS; quella del levoglucosano è stata effettuata mediante cromatografia ionica (IC) con detector amperometrico.

Inoltre, è stata determinata la frazione carboniosa con la tecnica TOT/TOR che, mediante un processo termooptico, è in grado di quantificare il carbonio organico (OC) e quello elementare (EC).

Sono state effettuate infine le analisi in cromatografia ionica e sono stati determinati Cl⁻, SO₄²⁻, NO₂⁻, Br⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺.

Durante la presente campagna sono stati installati anche campionatori passivi per il rilevamento di BTX, (benzene, toluene, xileni - meta, para e orto ed etilbenzene), ammoniaca, biossido di azoto e aldeidi.

I campionatori passivi sono dispositivi costituiti da un "cartuccia" sulla quale gli inquinanti di interesse vengono adsorbiti. La cartuccia è posta all'interno di un cilindro di materiale plastico poroso che permette all'aria di penetrare per diffusione al suo interno con velocità di diffusione nota. Ciascun campionatore viene quindi esposto in campo, riparato da una apposita piccola casetta per proteggerlo dagli agenti atmosferici ma senza impedimento alla libera circolazione dell'aria. Al termine dell'esposizione la cartuccia viene analizzata in laboratorio per ottenere la concentrazione media degli inquinanti rilevabili nel periodo di esposizione. L'analisi di laboratorio è stata condotta in gas-cromatografia per i BTX, in HPLC per le aldeidi e cromatografia ionica (IC) per l'ammoniaca e per il biossido di azoto. L'esposizione di due fiale in parallelo in ciascuna settimana ed in ciascun sito è stata effettuata per verificare la riproducibilità del dato analitico.

¹ Z è il numero atomico, che indica il numero di protoni all'interno di un atomo. Lo spettrometro a fluorescenza X utilizzato permette una quantificazione attendibile, in tempi ragionevoli, di elementi con $Z > 11$.

Il sito di misura prescelto rispetta i criteri di rappresentatività indicati per il posizionamento delle stazioni di rilevamento nell'Allegato III del D.lgs. 155/2010.

In particolare, in riferimento all'ubicazione su microscala del punto di monitoraggio, si stabilisce che:

- l'ingresso della sonda di prelievo deve essere libero da qualsiasi ostruzione per un angolo di almeno 270° e il campionatore deve essere posto a una distanza di alcuni metri rispetto edifici, balconi, alberi e altri ostacoli;
- il punto di ingresso della sonda di prelievo deve essere collocato ad un'altezza compresa tra 1.5 e 4 m sopra il livello del suolo;
- il punto di ingresso della sonda non deve essere posizionato nelle immediate vicinanze di fonti di emissione al fine di evitare l'aspirazione diretta di emissioni non disperse nell'aria ambiente.

Il Laboratorio Mobile è inoltre provvisto dei seguenti sensori meteorologici:

- Direzione e Velocità del vento
- Temperatura
- Umidità relativa
- Pioggia

I sensori meteorologici sono posizionati all'altezza di circa 8 metri per quanto riguarda direzione vento, velocità del vento e radiazione solare, è a 4.5 metri di quota per temperatura, pioggia, umidità relativa.

I principali inquinanti atmosferici

Gli inquinanti che si trovano dispersi in atmosfera possono essere divisi schematicamente in due gruppi: inquinanti primari e inquinanti secondari. I primi sono emessi nell'atmosfera direttamente da sorgenti di emissione antropogeniche o naturali, mentre gli altri si formano in atmosfera in seguito a reazioni chimiche che coinvolgono altre specie siano esse primarie o secondarie.

Le concentrazioni di un inquinante primario dipendono significativamente dalla distanza tra il punto di misura e le sorgenti, mentre le concentrazioni di un inquinante secondario, essendo prodotto dai suoi precursori già dispersi nell'aria ambiente, risultano in genere diffuse in modo più omogeneo sul territorio.

Si descrivono di seguito le caratteristiche degli inquinanti atmosferici misurati con il laboratorio mobile.

Gli ossidi di azoto

Gli ossidi di azoto (nel complesso indicati anche come NO_x) sono emessi direttamente in atmosfera dai processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali di potenza, ecc.), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, solo in piccola parte, per l'ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili utilizzati.

All'emissione, gran parte degli NO_x è in forma di monossido di azoto (NO), con un rapporto NO/ NO_2 notevolmente a favore del primo. Si stima che il contenuto di biossido di azoto (NO_2) nelle emissioni sia tra il 5% e il 10% del totale degli ossidi di azoto. L'NO, una volta diffusosi in atmosfera può ossidarsi e portare alla formazione di NO_2 . L'NO è quindi un inquinante primario mentre l' NO_2 ha caratteristiche prevalentemente di inquinante secondario.

Il monossido di azoto (NO) non è soggetto a limiti alle immissioni in quanto, alle concentrazioni tipiche misurate in aria ambiente, non provoca effetti dannosi sulla salute e sull'ambiente. Se ne misurano comunque i livelli poiché esso, attraverso la sua ossidazione in NO_2 e la sua partecipazione ad altri processi

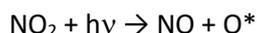
fotochimici, contribuisce, tra altro, alla produzione di ozono troposferico. Per il biossido di azoto sono invece previsti valori limite illustrati nel capitolo successivo.

Il monossido di carbonio

Ha origine da processi di combustione incompleta di composti contenenti carbonio. È un gas la cui origine, soprattutto nelle aree urbane, è da ricondursi prevalentemente al traffico autoveicolare, soprattutto ai veicoli a benzina. Le emissioni di CO dai veicoli sono maggiori in fase di accelerazione e di traffico congestionato. Si tratta quindi di un inquinante primario e le sue concentrazioni sono strettamente legate ai flussi di traffico locali, e gli andamenti giornalieri rispecchiano tipicamente quelli del traffico, raggiungendo i massimi valori in concomitanza delle ore di punta a inizio e fine giornata, soprattutto nei giorni feriali. Durante le ore centrali della giornata i valori tendono a calare, grazie anche a una migliore capacità dispersiva dell'atmosfera. È da sottolineare che le concentrazioni di CO sono ormai prossime al limite di rilevabilità degli analizzatori con le caratteristiche indicate dalla normativa, soprattutto grazie al progressivo miglioramento della tecnologia dei motori a combustione.

L'ozono

È un inquinante secondario, che non ha sorgenti emissive dirette di rilievo. La sua formazione avviene in seguito a reazioni chimiche in atmosfera tra i suoi precursori (soprattutto ossidi di azoto e composti organici volatili), reazioni che avvengono in presenza di alte temperature e forte irraggiamento solare. Queste reazioni portano alla formazione di un insieme di diversi composti, tra i quali, oltre all'ozono, nitrati e solfati (costituenti del particolato fine), perossiacetilnitrato (PAN), acido nitrico e altro ancora, che nell'insieme costituiscono il tipico inquinamento estivo detto smog fotochimico. A differenza degli inquinanti primari, le cui concentrazioni dipendono direttamente dalle quantità dello stesso inquinante emesse dalle sorgenti presenti nell'area, la formazione di ozono è quindi più complessa. La chimica dell'ozono ha come punto di partenza la presenza di ossidi di azoto, che vengono emessi in grandi quantità nelle aree urbane. Sotto l'effetto della radiazione solare la formazione di ozono avviene in conseguenza della fotolisi del biossido di azoto:

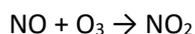


dove $h\nu$ rappresenta la radiazione solare e O^* l'ossigeno monoatomico nello stato eccitato.

L'ossigeno atomico O^* , reagisce rapidamente con l'ossigeno molecolare dell'aria, in presenza di una terza molecola che non entra nella reazione vera e propria, ma assorbe l'eccesso di energia vibrazionale stabilizzando la molecola di ozono che si è formata:



Una volta generato, l'ozono reagisce con l'NO, e rigenera NO_2 :



Le tre reazioni descritte formano un ciclo chiuso che, da solo, non sarebbe sufficiente a causare gli alti livelli di ozono che possono essere misurati in condizioni favorevoli alla formazione di smog fotochimico. La presenza di altri inquinanti, quali ad esempio gli idrocarburi, fornisce una diversa via di ossidazione del

monossido di azoto, che provoca una produzione di NO₂ senza consumare ozono, di fatto spostando l'equilibrio del ciclo visto sopra e consentendo l'accumulo dell'O₃.

Le concentrazioni di ozono raggiungono i valori più elevati nelle ore pomeridiane delle giornate estive soleggiate. Inoltre, dato che l'ozono si forma durante il trasporto delle masse d'aria contenenti i suoi precursori, emessi soprattutto nelle aree urbane, le concentrazioni più alte si osservano soprattutto nelle zone extraurbane sottovoce rispetto ai centri urbani principali. Nelle città, inoltre, la presenza di NO tende a far calare le concentrazioni di ozono, soprattutto in vicinanza di strade con alti volumi di traffico.

Gli idrocarburi non metanici

Si tratta di una classe di composti organici, ovvero costituiti da carbonio tetravalente e idrogeno, molto ampia; infatti, gli atomi di carbonio possono legarsi tra loro formando lunghe catene dette alcani se il legame tra gli atomi di carbonio è singolo (C-C), alcheni se il legame è doppio (C=C), alchini se il legame è triplo (C≡C). Le catene di carbonio e idrogeno possono anche chiudersi dando origine all'insieme degli idrocarburi ciclici. Ai fini della qualità dell'aria, sono da evidenziarsi per il loro impatto sanitario l'insieme degli idrocarburi ciclici e policiclici aromatici (IPA), ovvero idrocarburi aventi la struttura molecolare planare costituita da uno o più anelli di 6 atomi di carbonio e con atomi di idrogeno che saturano i legami rimasti disponibili. I principali idrocarburi considerati ai fini dell'inquinamento atmosferico sono il benzene, il toluene, gli xileni (orto- para- e meta-xilene) presenti in atmosfera in fase gassosa e i 7 IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) citati dalla normativa (D.L. 155/10): benzo(a)pirene, benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene, benzo(j)fluorantene, benzo(k)fluorantene, indeno(1,2,3-cd)pirene, dibenzo(a,h)antracene. Questi IPA sono presenti in atmosfera per lo più in fase particolato alle basse temperature invernali, mentre nei periodi più caldi dell'anno può diventare prevalente la fase gassosa.

Gli idrocarburi, insieme agli ossidi di azoto costituiscono "precursori" dell'ozono troposferico.

La loro origine è associata alla diffusione dei veicoli a combustione interna. Derivano sia da fenomeni di evaporazione del combustibile (vani motore e serbatoi, stoccaggio e movimentazione di prodotti petroliferi) che dai processi incompleti di combustione. Una parte di idrocarburi sono associabili a diverse attività industriali (produzione ed utilizzo di vernici e solventi, lavorazione materie plastiche, fonderie, acciaierie, ...). Per le emissioni di IPA non sono da trascurare le combustioni di biomasse. In particolare:

Il **Benzene** è un idrocarburo aromatico che si presenta come un liquido incolore, volatile, infiammabile, ha odore gradevole, sapore bruciante ed è insolubile in acqua. È largamente usato come solvente di molte sostanze organiche (alcaloidi, gomma, resine, grassi ecc.), come materia prima per la produzione di alcuni importanti composti (etilbenzene, cumene, cicloesano, anilina ecc.) usati nella preparazione di materie plastiche, detergenti, fibre tessili, coloranti ecc.

Il contenuto di benzene nelle benzine è inferiore all'1%.

Il **Toluene** è un idrocarburo aromatico, è un liquido infiammabile, incolore, di odore simile a quello del benzene; presente nei petroli, nei catrami di carbone fossile, nei prodotti di distillazione di varie resine (fra le quali quella di tolù, da cui il nome). Il toluene si addiziona alle benzine per le sue qualità antidetonanti; si usa inoltre come solvente di lacche, di resine, come materia prima per diversi prodotti.

Lo **Xilene** è un idrocarburo aromatico del quale sono noti i tre isomeri orto, meta, para. A temperatura ambiente sono liquidi incolori, infiammabili. L'emissione è principalmente da traffico veicolare. Xileni misti sono usati nella produzione di etilbenzene ed in numerosi solventi.

L'**etilbenzene** è un idrocarburo aromatico liquido incolore, di aroma simile a quello della benzina; evapora rapidamente ed è altamente infiammabile; l'applicazione dominante dell'etilbenzene è il suo ruolo intermedio nella produzione di polistirene; è aggiunto alla benzina come un agente anticolpo, cioè riduce battito del motore e aumenta il numero di ottano. Si trova spesso anche in altri prodotti, inclusi i pesticidi, acetato di cellulosa, gomma sintetica, vernici, inchiostri ecc.

Le aldeidi

Le aldeidi sono composti organici, costituiti da un gruppo funzionale indicato con $-CHO$, al quale si possono legare vari catene di idrocarburi. Il composto più semplice della serie è il metanale, o formaldeide, ($HCHO$) che viene usata come mezzo di conservazione e come battericida.

Rivestono notevole interesse sia per le loro proprietà tossicologiche sia perché sono precursori di altri inquinanti fotochimici. Le aldeidi oltre che da fonti naturali, possono essere emesse direttamente da fonti mobili (emissioni veicolari) o stazionarie (processi industriali), oppure possono formarsi in atmosfera in seguito alla foto-ossidazione degli idrocarburi. Le reazioni atmosferiche di formazione delle aldeidi avvengono principalmente nel periodo diurno, ma hanno luogo anche nel periodo notturno, quando sono presenti ossidanti come l'ozono ed il radicale nitrato.

L'ammoniaca

L'ammoniaca (NH_3) a temperatura ambiente è un gas incolore dall'odore pungente molto forte, irritante e tossico. L'ammoniaca è molto solubile in acqua alla quale conferisce una netta basicità, mentre in aria, grazie alla presenza di ossigeno, può intaccare l'alluminio, il rame, il nichel e le loro leghe. L'ammoniaca gioca un ruolo importante nel nostro ambiente in quanto partecipa al ciclo dell'azoto, contribuisce alla neutralizzazione di acidi e partecipa alla formazione di particolato atmosferico, specie quello con diametro aerodinamico minore di $2.5 \mu m$. Ad esempio, l'ammoniaca reagisce con l'acido nitrico e con l'acido solforico portando alla formazione rispettivamente di nitrato d'ammonio e solfato d'ammonio, i due sali inorganici maggiormente presenti nel particolato. Le sorgenti maggiori di NH_3 comprendono attività agricole (allevamenti zootecnici e fertilizzanti) e, in misura minore, trasporti stradali, smaltimento dei rifiuti, combustione della legna e combustione di combustibili fossili. In particolare, in Regione Lombardia le stime dell'inventario regionale attribuiscono alle attività agricole il 96% delle emissioni di ammoniaca sul totale annuo.

Il particolato atmosferico aerodisperso

È costituito da una miscela di particelle allo stato solido o liquido, esclusa l'acqua, presenti in sospensione nell'aria per tempi sufficientemente lunghi da subire fenomeni di diffusione e trasporto. Tali particelle possono avere diverse caratteristiche chimico-fisiche e diverse dimensioni. Esse possono essere di origine primaria, cioè emesse direttamente in atmosfera da processi naturali o antropici, o secondaria, cioè formate in atmosfera a seguito di reazioni chimiche e fisiche. Le principali sorgenti naturali sono l'erosione e il successivo risollevarsi di polvere del suolo, incendi, pollini, spray marino, eruzioni vulcaniche; le sorgenti antropiche si possono ricondurre principalmente a processi di combustione (traffico autoveicolare, uso di combustibili, emissioni industriali); non vanno tuttavia trascurati i fenomeni di risospensione causati dalla circolazione dei veicoli, le attività di cantiere e alcune attività agricole.

La composizione delle particelle aerodisperse può essere molto varia; infatti, si ha la presenza di particelle organiche primarie di vario tipo, particelle minerali cristalline, particelle metalliche, particelle biologiche; in atmosfera, a partire da precursori e inquinanti gassosi si ha la formazione di particelle secondarie, sia

organiche che inorganiche. Anche il destino delle particelle in atmosfera è molto vario, in relazione alla loro dimensione e composizione; tuttavia, il fenomeno di deposizione secca e umida sono quelli principali per la rimozione delle polveri aerodisperse.

Partendo dalla definizione di particella, ovvero un aggregato di molecole, anche eterogenee, in grado di mantenere le proprie caratteristiche fisiche e chimiche per un tempo sufficientemente lungo da poterle osservare e tale da consentire alle stesse di partecipare a processi fisici e/o chimici come entità a sé stanti, va sottolineato che esse possono avere dimensioni che variano anche di 5 ordini di grandezza (da 10 nm a 100 μm), così come forme diverse e per lo più irregolari.

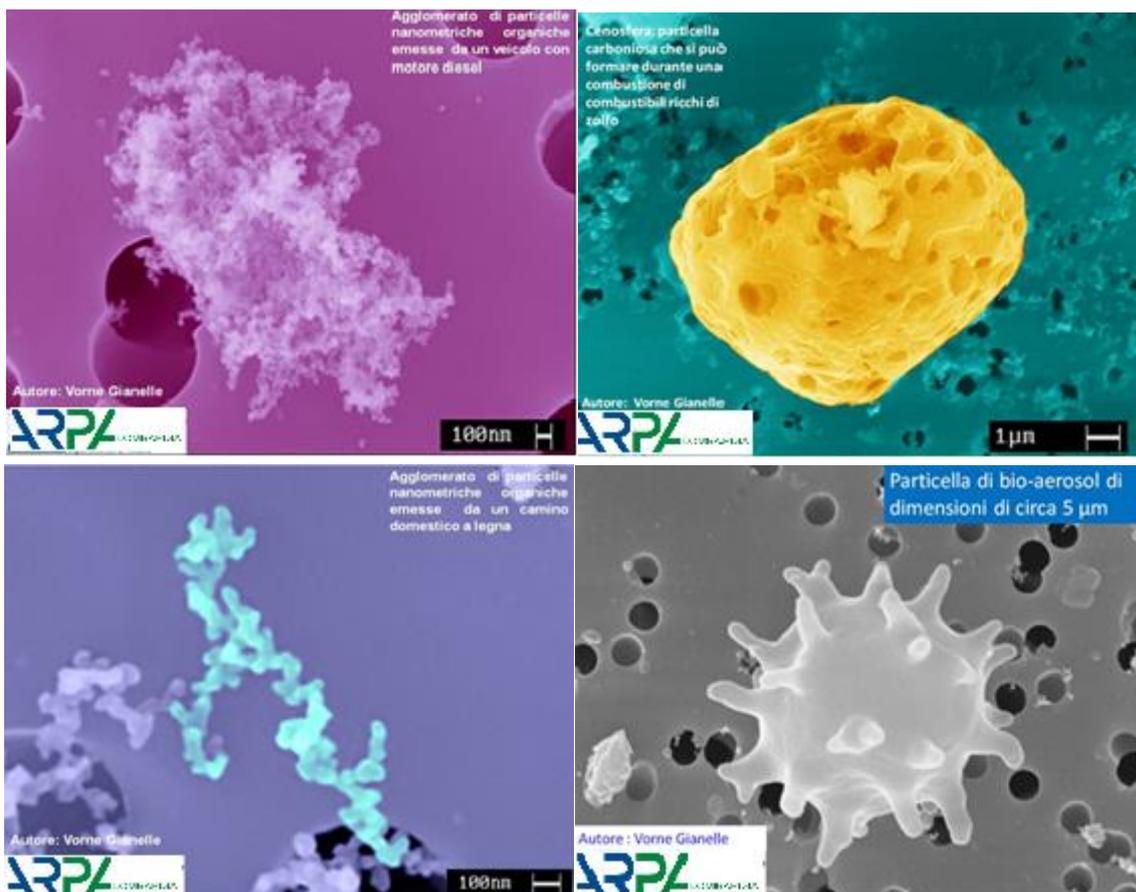


Figura 1 - Esempi di particelle viste al microscopio elettronico.

Al fine di valutare l'impatto del particolato sulla salute umana, è quindi necessario individuare uno o più sottoinsiemi di particelle che, in base alla loro dimensione, abbiano maggiore capacità di penetrazione nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe) piuttosto che nelle parti più profonde dell'apparato respiratorio (trachea, bronchi, alveoli polmonari). Per poter procedere alla classificazione in relazione alla dimensione è stato quindi necessario definire un diametro aerodinamico equivalente, ovvero il diametro di una particella sferica di densità unitaria che ha le stesse caratteristiche aerodinamiche (velocità di sedimentazione) della particella in esame.

Fatte le dovute premesse, considerata la normativa tecnica europea (UNI EN12341/2014), si definisce PM10 la frazione di particelle raccolte con strumentazione avente efficienza di selezione e raccolta stabilita dalla norma e pari al 50% a 10 μm (diametro aerodinamico).

Gli elementi

La composizione delle polveri può essere sensibilmente diversa a seconda del sito di campionamento e dipende strettamente dalla tipologia delle sorgenti di emissione.

Elementi come alluminio, calcio, ferro, silicio e titanio, con i loro principali ossidi, si trovano prevalentemente in particelle di grandi dimensioni e forme irregolari, provenienti dall'erosione della crosta terrestre.

Il ferro può avere origine, assieme al rame, allo zinco e altri metalli, anche dall'usura delle parti meccaniche dei mezzi di trasporto (a esempio i freni) e pertanto può essere associato alla sorgente traffico. Altri come potassio e rubidio possono avere origine sia minerale (crosta terrestre) sia da combustione di biomassa; nichel, cromo, zinco, piombo possono individuare la presenza di qualche industria.

Gli elementi citati e i loro composti si possono trovare in atmosfera, in fase particolata, essendo costituenti naturali della crosta terrestre. Le sorgenti antropiche, in prevalenza combustioni e processi industriali, possono alterare le loro normali concentrazioni in aria dovute a sorgenti naturali come le eruzioni vulcaniche, gli incendi boschivi, lo spray marino, l'erosione del vento e delle maree, etc., interferendo così nei processi in cui sono coinvolti.

Non esiste una definizione ufficiale di metallo leggero o pesante; spesso l'aggettivo pesante viene associato al concetto di tossicità anche se la densità non ha un legame diretto con effetti sul corpo umano. Metalli indicati come pesanti in relazione alla loro tossicità e bioaccumulazione sono, a esempio: mercurio, cromo, cadmio, arsenico, piombo e recentemente uranio. A volte, convenzionalmente, per metalli pesanti si intendono quelli che hanno una densità maggiore di 4,5 grammi per centimetro cubo come, ad esempio, arsenico, cadmio, cromo, mercurio, nichel, piombo, tallio, vanadio, etc.

La rilevanza ambientale legata ai metalli è la loro tendenza, comune agli inquinanti organici persistenti, di accumularsi all'interno di alcuni tessuti degli esseri viventi (bioaccumulo) determinando effetti negativi sulla salute. Oltre al piombo, i metalli più rappresentativi per il rischio ambientale a causa della loro tossicità sono il cadmio, il nichel e l'arsenico, classificati dalla IARC (Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro) come cancerogeni per l'uomo. Per tali motivi la normativa vigente (D. Lgs. 155/2010) ha previsto un valore limite per il piombo e valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel.

La frazione carboniosa

In relazione alla frazione carboniosa del particolato atmosferico non c'è pieno accordo sulla terminologia corretta da utilizzare nella definizione delle diverse componenti. In letteratura scientifica, le definizioni utilizzate fanno riferimento o a specifiche proprietà dei composti carboniosi o al metodo di misura utilizzato (definizione operativa). La frazione carboniosa è distinta in carbonio elementare (EC) e carbonio organico (OC).

Il carbonio elementare carbon (EC) può essere definito come una sostanza contenente solo carbonio, non legato ad altri elementi, nelle sue diverse forme allotropiche. Operativamente è la frazione carboniosa di particolato termicamente stabile, in atmosfera inerte, fino a temperature superiori ai 3.500 °C e che può essere portato in fase gassosa per ossidazione a temperature superiori a 340 °C.

Il carbonio organico (OC) comprende un vasto insieme di composti in cui il carbonio tetravalente è chimicamente legato con altri atomi di carbonio, con l'idrogeno e altri elementi quali, a esempio, ossigeno, zolfo, azoto, fosforo, cloro, etc. Operativamente è la frazione carboniosa di particolato che evolve in atmosfera inerte a temperature inferiori ai 1.000 °C. L'OC comprende molti composti con grandi differenze di volatilità; alcuni di questi si possono trovare sia in fase vapore che in quella di particella. È un inquinante in parte primario e in parte secondario. Le principali sorgenti di OC primario sono le combustioni naturali o

antropogeniche di biomassa, le combustioni di combustibili fossili (industria, trasporti, etc.) e il materiale biologico. L'OC secondario si può formare in seguito a ossidazione fotochimica di precursori volatili (VOC).

Il carbonio elementare (EC) è invece refrattario con una temperatura di fusione sopra i 3.500 °C, è un forte agente riducente e reagisce violentemente con ossidanti e con molti altri composti. Risulta insolubile in solventi organici, in acqua e nei componenti del particolato atmosferico. Si tratta di un inquinante primario emesso durante la combustione incompleta di combustibili fossili e di biomasse e può essere emesso da sorgenti naturali e antropiche sotto forma di fuliggine. In ambito urbano può essere assunto quale tracciante delle emissioni delle combustioni in genere e dei motori a combustione interna in particolare.

Alla frazione carboniosa del particolato sono attribuiti impatti negativi sulla salute umana, sull'ecosistema e sulla visibilità. Inoltre, la frazione carboniosa del particolato, a causa delle sue proprietà ottiche, può influenzare il bilancio radiativo terrestre e, di conseguenza, il clima oltre a interagire con le nubi, una volta depositato sulle superfici è in grado di assorbire direttamente la luce riducendone così il potere riflettente (ad esempio, l'albedo della neve e del ghiaccio). Attualmente non sono previsti limiti alle concentrazioni di carbonio organico ed elementare, tuttavia, la norma vigente (D. Lgs. 155/2010) introduce e suggerisce le misurazioni di tali composti al fine di raccogliere informazioni utili per una più completa comprensione dei fenomeni legati al particolato atmosferico.

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Sono idrocarburi aventi la struttura molecolare planare costituita da uno o più anelli di 6 atomi di carbonio e con atomi di idrogeno che saturano i legami rimasti disponibili. Ai fini della qualità dell'aria sono evidenziati e trattati per il loro impatto sanitario. I principali idrocarburi considerati nel campo dell'inquinamento atmosferico sono i 7 IPA citati dal D.lgs. 155/10: benzo(a)pirene, benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene, benzo(j)fluorantene, benzo(k)fluorantene, indeno(1,2,3-cd)pirene, dibenzo(a,h)antracene.

La somma dei 4 IPA (benzo(a)pirene (BaP), benzo(b)fluorantene (BbF), benzo(k)fluorantene (BkF) e indeno(1,2,3-cd)pirene (IcdP)) è indicata nelle tabelle che seguono con la denominazione: IPA-CLTRP). Questi IPA sono presenti in atmosfera per lo più in fase particolato alle basse temperature invernali, mentre nei periodi più caldi dell'anno può diventare prevalente la fase gassosa e comunque sono soggetti a degradazione fotochimica. La loro presenza comporta un potenziale rischio per la salute umana: sotto il profilo tossicologico, le osservazioni sperimentali indicano che la condizione necessaria, ma non sufficiente, per la cancerogenicità degli IPA è una struttura in cui vi siano almeno quattro anelli condensati.

La loro origine è associata a combustioni in genere di idrocarburi composti da lunghe catene di atomi di carbonio, in particolare se avvengono in condizioni non ottimali. Le principali sorgenti sono quindi da identificarsi nel traffico autoveicolare, nelle combustioni di biomasse e in diverse attività industriali (fonderie, acciaierie, ecc.). In particolare, il più noto idrocarburo appartenente a questa classe è il benzo(a)pirene, B(a)P, classificato dallo IARC come cancerogeno per l'uomo.



Benzo(a)pirene



Figura 2 - I cinque anelli aromatici benzenici del benzo(a)pirene.

Nella Tabella 1 sono riassunte, per ciascuno dei principali inquinanti atmosferici misurati, le principali sorgenti di emissione.

Tabella 1 - Sorgenti emissive dei principali inquinanti misurati con il Laboratorio Mobile.

Inquinanti	Principali sorgenti di emissione
Biossido di Azoto*/** (NO ₂)	Impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare (in particolare quello pesante), centrali di potenza, attività industriali (processi di combustione per la sintesi dell'ossigeno e dell'azoto atmosferici)
Monossido di Carbonio* (CO)	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta dei combustibili fossili)
Ozono** (O ₃)	Non ci sono significative sorgenti di emissione antropiche in atmosfera
Idrocarburi non Metanici* (IPA, Benzene)	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta, in particolare di combustibili derivati dal petrolio), evaporazione dei carburanti, alcuni processi industriali
Particolato Fine*/** (PM10)	È prodotto principalmente da combustioni e per azioni meccaniche (erosione, attrito, ecc.) ma anche per processi chimico-fisici che avvengono in atmosfera a partire da precursori anche in fase gassosa.

* = Inquinante Primario (generato da emissioni dirette in atmosfera dovute a fonti naturali e/o antropogeniche)

** = Inquinante Secondario (prodotto in atmosfera attraverso reazioni chimiche)

Normativa

Il Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010 recepisce la Direttiva Europea 2008/50/CE e abroga la normativa precedente riguardo i principali inquinanti atmosferici (D.P.C.M. 28/03/83, D.P.R. 203/88, D.M. 25/11/94, D.M. 60/02, D.lgs. 183/04) istituendo un quadro normativo unitario in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria.

Al fine di salvaguardare la salute umana e l'ambiente, stabilisce limiti di concentrazione, a lungo e a breve termine, a cui attenersi.

Per valore limite si intende il livello di un inquinante, ovvero la concentrazione, fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso e che non deve essere superato.

Il valore obiettivo è il livello fissato per evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita.

Per livello critico si intende il livello ovvero la concentrazione di un inquinante oltre il quale possono sussistere effetti negativi diretti sui recettori quali gli alberi, le altre piante o gli ecosistemi ambientali esclusi gli esseri umani.

La soglia di allarme e la soglia di informazione sono le concentrazioni dell'inquinante oltre le quali sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata rispettivamente per la popolazione nel suo complesso e per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione.

La Tabella 2 riassume i limiti previsti dalla normativa per il PM e gli inquinanti rilevati nella campagna di monitoraggio: da questa si capisce che per alcuni inquinanti non è possibile esprimersi formalmente sul superamento di valori limite/obiettivo con campagne di breve durata, essendo questi riferiti a medie annuali. Tuttavia, il confronto tra quanto rilevato nella campagna e quanto misurato con continuità da anni nelle diverse stazioni fisse della RRQA consente di valutare le differenze tra i siti e quindi la probabilità di superamento anche dei valori limiti annuali.

Tabella 2 - Valori limite e obiettivo, soglie di informazione e allarme degli inquinanti esaminati secondo il D.lgs. 155/10.

	Valore limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile) 200	1 ora
	Valore limite protezione salute umana 40	Anno civile
	Soglia di allarme 400	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)
Monossido di carbonio	Valore limite (mg/m^3)	Periodo di mediazione
	Valore limite protezione salute umana 10	8 ore
Ozono	Valore limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana (da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni) 120	8 ore
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione 18000	AOT40 ¹ (mag-lug) su 5 anni
	Soglia di informazione 180	1 ora
	Soglia di allarme 240	1 ora
Particolato fine	Valore limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione
PM10	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 gg all'anno civile) 50	24 ore
	Valore limite protezione salute umana 40	Anno civile
Idrocarburi non metanici	Valore limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione
Benzene	Valore limite protezione salute umana 5	Anno civile

Metalli	Valore limite (ng/m ³)		Periodo di mediazione
Nichel	Valore obiettivo protezione salute umana	20	Anno civile
Piombo	Valore limite protezione salute umana	500	Anno civile
IPA	Valore limite (ng/m ³)		Periodo di mediazione
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo protezione salute umana	1	Anno civile

- (1) Per AOT40 si intende la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e 80 µg/m³ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00. Il dato presentato è stimato sulla base di un rendimento teorico del 100% a partire dall'AOT40 misurato, rinormalizzato al periodo di effettivo funzionamento secondo quanto previsto dall'Allegato VII punto 1 del D.lgs. 155/2010. Si considerano solo le stazioni sub-urbane (fondo), rurali, rurali di fondo.

Campagna di Misura

Sito di Misura

La Val Gandino è una vallata laterale della Val Seriana, si estende su un territorio di circa 35 km² e si trova ad est di Vertova ed a ovest del lago di Endine. L'area in esame è costituita da una conca naturale di altitudine media di 600 m.s.l.m., circondata da sistemi montuosi, interessata marginalmente da una strada provinciale che si snoda a sud-ovest della vallata interessando i comuni di Leffe, Peia e Gandino.



Figura 3 – Posizione dei comuni della Val Gandino.

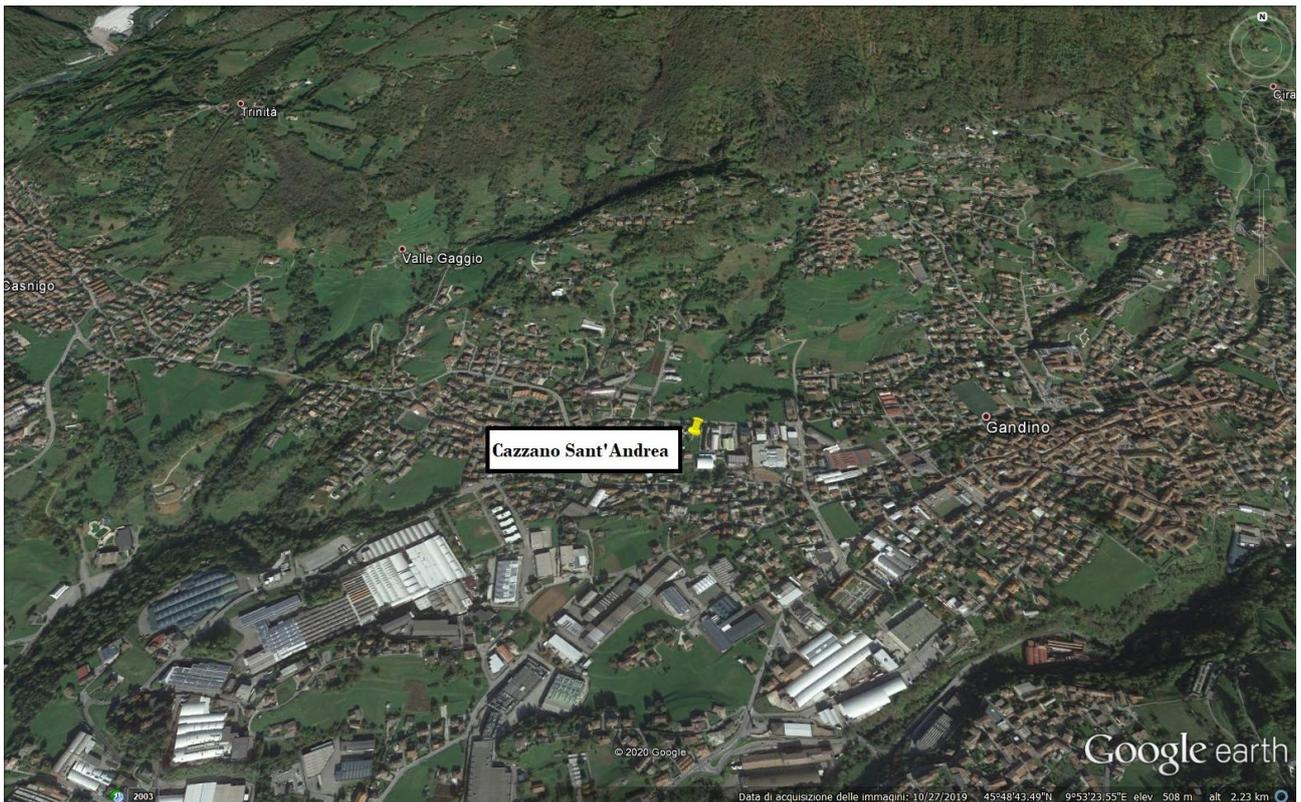


Figura 4 – Posizione del comune di Cazzano Sant’Andrea nella Val Gandino.

Il sito scelto per il posizionamento del laboratorio mobile è stato individuato sul territorio del comune di Cazzano Sant’Andrea (Figura 4), presso il giardino della scuola secondaria di primo grado, in Via Angelo Tacchini 38, sito che rispetta i criteri richiesti al D. Lgs.155/2010 per campagne indicative. I campionatori passivi invece vengono posizionati in due siti distinti per ognuno dei cinque comuni. Viene riportata in dettaglio la dislocazione nel paragrafo relativo ai campionatori passivi.

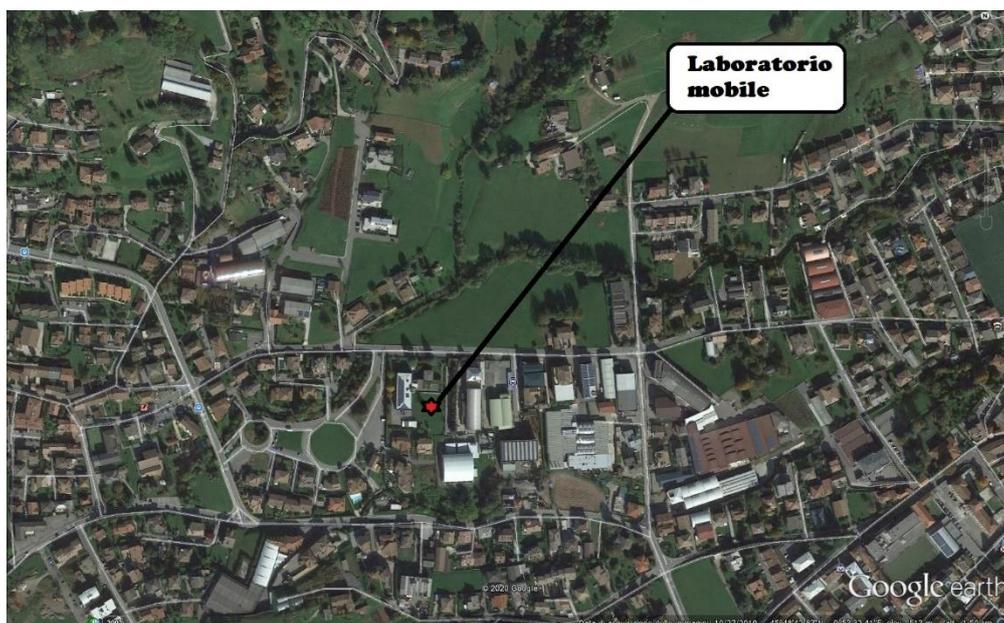


Figura 5 – Posizione del laboratorio mobile nel comune di Cazzano Sant’Andrea.

Emissioni sul territorio

Prima di entrare nel merito dei dati rilevati, è opportuno valutare il carico delle emissioni dei vari inquinanti di interesse che insistono nel territorio della Val Gandino.

Per la stima delle principali sorgenti emissive è stato utilizzato l'inventario regionale delle emissioni INEMAR (INventario Emissioni ARia), nella sua versione più recente "Emissioni in Lombardia nel 2017".

L'inventario INEMAR, seguendo le impostazioni derivanti dalle esperienze nazionali e internazionali, è realizzato in base alle informazioni bibliografiche e tramite la partecipazione ai gruppi di coordinamento nazionali e internazionali. Le stime delle emissioni in atmosfera possono essere soggette ad incertezze, dovute a numerose cause distribuite lungo tutta la procedura di stima. In particolare, un inventario regionale può avere difficoltà nel considerare tutte le specificità locali e può soffrire di una incompleta qualità delle informazioni statistiche disponibili; inoltre, il soggetto delle emissioni è in continuo "movimento" cioè in trasformazione.

L'inventario INEMAR fornisce dunque una "fotografia" delle emissioni e va considerato come un "database anagrafico" delle sorgenti presenti sul territorio con relativa stima delle quantità emesse; non può quindi essere utilizzato come un puro e unico indicatore della qualità dell'aria di una specifica zona, in quanto non può tenere conto, per sua natura, dell'interazione che le sostanze emesse possono avere con l'atmosfera, la meteorologia o l'orografia del territorio. Occorre precisare, infatti, che l'inventario attribuisce le emissioni al comune corrispondente all'ingresso principale di un impianto produttivo anche nel caso che l'impianto insista per lo più nel comune adiacente.

Nell'ambito di tale inventario la suddivisione delle sorgenti avviene per attività emissive. La classificazione utilizzata fa riferimento ai macrosettori definiti secondo la metodologia CORINAIR (CORe INventory of AIR emissions) dell'Agenzia Europea per l'Ambiente:

- Produzione energia e trasformazione combustibili
- Combustione non industriale
- Combustione nell'industria
- Processi produttivi
- Estrazione e distribuzione combustibili
- Uso di solventi
- Trasporto su strada
- Altre sorgenti mobili e macchinari
- Trattamento e smaltimento rifiuti
- Agricoltura
- Altre sorgenti e assorbimenti

Maggiori informazioni e una descrizione più dettagliata in merito all'inventario regionale sono disponibili sul sito web: <http://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/Inemar/WebHome>.

Nel presente testo, con i dati di INEMAR è stato possibile definire i contributi dei singoli macrosettori e dei diversi combustibili alle emissioni in atmosfera degli inquinanti di interesse per questa campagna di monitoraggio:

- Particolato atmosferico (PM10)
- Monossido di carbonio (CO)
- Precursori Ozono (Prec_O3)

- Ossidi di azoto (NOx)
- Composti organici volatili (COV)
- Ammoniaca (NH₃)
- IPA-CLRTP¹ (Convention on Long Range Transport of Air Pollution), B(a)P
- Metalli (Cr, Ni, Zn, Pb e Cu)
- Frazione carboniosa (OC/EC)

In aggiunta alle considerazioni su INEMAR, bisogna anche considerare che le condizioni meteorologiche, in particolare il vento, la pioggia, etc. trasportano, disperdono o depositano gli inquinanti emessi alla fonte in tutto il territorio circostante, così che la qualità dell'aria dipende non solo dalle sorgenti locali, ma dall'insieme degli inquinanti emessi in tutto il bacino territoriale e dalle loro interazioni.

Per contestualizzare le emissioni nel comune, nelle Tabelle 3, 3-bis e 4 sono riportate per ciascun inquinante, in termini percentuali, le stime delle principali sorgenti emissive (sia suddivise per macrosettore sia per tipologia di combustibile) della Val Gandino, in provincia di Bergamo ed in regione Lombardia e il carico emissivo totale di ogni inquinante. Le quantità assolute delle emissioni sui medesimi territori vengono riportate per completezza in Allegato 1.

Tabelle 3-3bis - Stima delle emissioni assolute percentuali annue per ciascun inquinante per macrosetto.

Val Gandino	CO	NOx	COV	NH3	PREC_OZ	PM10
	%	%	%	%	%	%
Produzione energia e trasform. combustibili	-	-	-	-	-	-
Combustione non industriale	68%	15%	8%	6%	14%	79%
Combustione nell'industria	1%	26%	1%	0%	8%	2%
Processi produttivi	0%	0%	1%	0%	1%	0%
Estrazione e distribuzione combustibili	0%	0%	3%	0%	2%	0%
Uso di solventi	0%	0%	24%	0%	16%	4%
Trasporto su strada	30%	52%	6%	2%	20%	12%
Altre sorgenti mobili e macchinari	1%	6%	0%	0%	2%	1%
Trattamento e smaltimento rifiuti	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Agricoltura	0%	0%	4%	92%	3%	0%
Altre sorgenti e assorbimenti	1%	0%	53%	0%	34%	2%
Emissione totale annua in termini assoluti	452 t/anno	166 t/anno	460 t/anno	77 t/anno	718 t/anno	54 t/anno

Provincia Bergamo	CO	NOx	COV	NH3	PREC_OZ	PM10
	%	%	%	%	%	%
Produzione energia e trasform. combustibili	0%	1%	0%	0%	0%	0%
Combustione non industriale	22%	9%	5%	2%	8%	55%
Combustione nell'industria	4%	27%	1%	0%	10%	5%
Processi produttivi	47%	3%	3%	1%	7%	6%
Estrazione e distribuzione combustibili	0%	0%	3%	0%	2%	0%
Uso di solventi	0%	1%	36%	0%	20%	4%
Trasporto su strada	21%	46%	7%	1%	21%	18%
Altre sorgenti mobili e macchinari	1%	9%	0%	0%	3%	2%
Trattamento e smaltimento rifiuti	0%	3%	0%	1%	1%	0%
Agricoltura	0%	0%	12%	95%	7%	3%
Altre sorgenti e assorbimenti	4%	0%	33%	0%	19%	6%
Emissione totale annua in termini assoluti	43460 t/anno	13094 t/anno	27100 t/anno	8088 t/anno	48281 t/anno	2415 t/anno

Regione Lombardia	CO	NOx	COV	NH3	PREC_OZ	PM10
	%	%	%	%	%	%
Produzione energia e trasform. combustibili	3%	7%	0%	0%	3%	1%
Combustione non industriale	28%	10%	3%	1%	7%	42%
Combustione nell'industria	6%	15%	1%	0%	6%	8%
Processi produttivi	15%	1%	5%	0%	4%	4%
Estrazione e distribuzione combustibili	0%	0%	3%	0%	2%	0%
Uso di solventi	0%	0%	31%	0%	19%	4%
Trasporto su strada	38%	51%	7%	1%	23%	23%
Altre sorgenti mobili e macchinari	2%	11%	1%	0%	4%	3%
Trattamento e smaltimento rifiuti	1%	2%	0%	1%	1%	0%
Agricoltura	1%	1%	25%	97%	16%	6%
Altre sorgenti e assorbimenti	6%	0%	23%	0%	14%	9%
Emissione totale annua in termini assoluti	218169 t/anno	111362 t/anno	240706 t/anno	97113 t/anno	405863 t/anno	17849 t/anno

Val Gandino	BaP	IPA-CLTRP	EC	OC	Ni	Pb	Zn	Cr	Cu
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Produzione energia e trasform. combustibili	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Combustione non industriale	95%	94%	71%	91%	14%	20%	53%	36%	1%
Combustione nell'industria	2%	2%	2%	1%	30%	1%	1%	1%	0%
Processi produttivi	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Estrazione e distribuzione combustibili	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Uso di solventi	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Trasporto su strada	3%	4%	22%	4%	46%	73%	43%	60%	97%
Altre sorgenti mobili e macchinari	0%	0%	3%	1%	1%	0%	0%	0%	1%
Trattamento e smaltimento rifiuti	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Agricoltura	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Altre sorgenti e assorbimenti	1%	1%	2%	3%	9%	6%	3%	3%	2%
Emissione totale annua in termini assoluti	9 kg/anno	26 kg/anno	7 t/anno	24 t/anno	2 kg/anno	16 kg/anno	111 kg/anno	7 kg/anno	94 kg/anno

Provincia Bergamo	BaP	IPA-CLTRP	EC	OC	Ni	Pb	Zn	Cr	Cu
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Produzione energia e trasform. combustibili	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%
Combustione non industriale	75%	67%	49%	80%	2%	4%	19%	4%	0%
Combustione nell'industria	8%	9%	4%	2%	55%	28%	7%	79%	2%
Processi produttivi	0%	0%	0%	0%	26%	26%	33%	2%	1%
Estrazione e distribuzione combustibili	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Uso di solventi	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%
Trasporto su strada	5%	6%	34%	8%	13%	35%	37%	14%	94%
Altre sorgenti mobili e macchinari	0%	0%	5%	1%	0%	0%	0%	0%	1%
Trattamento e smaltimento rifiuti	7%	9%	0%	0%	2%	0%	1%	1%	0%
Agricoltura	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Altre sorgenti e assorbimenti	4%	8%	6%	9%	3%	3%	3%	1%	2%
Emissione totale annua in termini assoluti	331 kg/anno	1073 kg/anno	313 t/anno	877 t/anno	357 kg/anno	2051 kg/anno	8828 kg/anno	2011 kg/anno	6014 kg/anno

Regione Lombardia	BaP	IPA-CLTRP	EC	OC	Ni	Pb	Zn	Cr	Cu
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Produzione energia e trasform. combustibili	7%	7%	1%	2%	5%	1%	5%	2%	0%
Combustione non industriale	55%	47%	33%	65%	1%	2%	14%	2%	0%
Combustione nell'industria	17%	18%	8%	5%	52%	47%	7%	79%	3%
Processi produttivi	0%	1%	0%	0%	28%	16%	30%	2%	2%
Estrazione e distribuzione combustibili	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Uso di solventi	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%
Trasporto su strada	6%	7%	39%	10%	11%	29%	39%	13%	92%
Altre sorgenti mobili e macchinari	0%	0%	9%	2%	1%	0%	0%	0%	1%
Trattamento e smaltimento rifiuti	3%	4%	0%	0%	1%	0%	1%	1%	0%
Agricoltura	6%	5%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%
Altre sorgenti e assorbimenti	5%	11%	9%	13%	2%	3%	4%	1%	2%
Emissione totale annua in termini assoluti	2694 kg/anno	9155 kg/anno	2560 t/anno	6089 t/anno	4054 kg/anno	23199 kg/anno	77259 kg/anno	19743 kg/anno	57168 kg/anno

Tabella 4 - Stima delle emissioni assolute percentuali annue per ciascun inquinante per tipologia di combustibile.

Val Gandino	CO	NOx	COV	NH3	PREC_OZ	PM10	BaP	IPA-CLTRP	EC	OC	Ni	Pb	Zn	Cr	Cu
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
altro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
benzina verde	0.2	4%	5%	1%	6%	1%	0%	0%	2%	1%	2%	1%	5%	1%	0%
carbone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
diesel	0.0	54%	1%	0%	16%	5%	2%	4%	22%	2%	5%	2%	9%	3%	1%
gas di raffineria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
gasolio	0.0	0%	0%	-	0%	0%	-	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
GPL	0.0	1%	1%	0%	1%	0%	-	-	0%	0%	0%	-	1%	0%	0%
kerosene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
legna e similari	0.7	5%	8%	6%	11%	80%	97%	96%	72%	91%	17%	20%	53%	37%	1%
metano	0.0	36%	1%	0%	11%	1%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
olio combust	0.0	0%	0%	-	0%	0%	-	0%	0%	0%	27%	0%	0%	0%	0%
senza comb.	0.0	0%	85%	92%	56%	14%	1%	1%	3%	4%	49%	77%	32%	60%	98%
Emissione totale annua in termini assoluti	452	166	460	77	718	54	9	26	7	24	2	16	111	7	94
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kg/anno	kg/anno	t/anno	t/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno
Provincia Bergamo															
Provincia Bergamo	CO	NOx	COV	NH3	PREC_OZ	PM10	BaP	IPA-CLTRP	EC	OC	Ni	Pb	Zn	Cr	Cu
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
altro	1%	5%	0%	0%	2%	0%	8%	9%	0%	0%	2%	0%	1%	1%	0%
benzina verde	15%	3%	5%	1%	6%	1%	0%	0%	2%	1%	1%	0%	4%	0%	0%
carbone	2%	14%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	1%	0%	0%	0%
diesel	3%	48%	1%	0%	17%	7%	5%	6%	35%	4%	1%	1%	8%	1%	1%
gas di raffineria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
gasolio	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
GPL	3%	1%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%
kerosene	0%	3%	0%	-	1%	0%	0%	0%	1%	0%	-	-	-	-	-
legna e similari	21%	2%	5%	2%	6%	57%	80%	72%	53%	80%	3%	5%	20%	4%	0%
metano	3%	17%	1%	0%	6%	1%	0%	0%	1%	2%	0%	0%	0%	0%	0%
olio combust	0%	0%	0%	-	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%
senza comb.	52%	6%	87%	96%	57%	33%	7%	12%	8%	12%	84%	93%	65%	94%	98%
Emissione totale annua in termini assoluti	43460	13094	27100	8088	48281	2415	331	1073	313	877	357	2051	8828	2011	6014
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kg/anno	kg/anno	t/anno	t/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno
Regione Lombardia															
Regione Lombardia	CO	NOx	COV	NH3	PREC_OZ	PM10	BaP	IPA-CLTRP	EC	OC	Ni	Pb	Zn	Cr	Cu
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
altro	1%	4%	0%	0%	2%	0%	4%	5%	0%	0%	1%	0%	1%	1%	0%
benzina verde	27%	4%	6%	1%	6%	1%	0%	1%	3%	1%	1%	0%	5%	0%	0%
carbone	1%	3%	0%	0%	1%	0%	7%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%
diesel	6%	56%	1%	0%	20%	10%	5%	7%	43%	6%	1%	1%	9%	1%	1%
gas di raffineria	0%	2%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	1%	4%	0%	0%	1%	0%
gasolio	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
GPL	5%	1%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%
kerosene	1%	2%	0%	-	1%	0%	0%	0%	0%	0%	-	-	-	-	-
legna e similari	26%	3%	4%	1%	5%	46%	68%	59%	40%	67%	4%	16%	21%	4%	1%
metano	8%	20%	1%	0%	8%	2%	0%	0%	1%	4%	1%	6%	0%	0%	0%
olio combust	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	9%	0%	0%	0%	0%
senza comb.	25%	5%	87%	98%	56%	39%	16%	22%	13%	21%	78%	77%	62%	93%	98%
Emissione totale annua in termini assoluti	218169	111362	240706	97113	405863	17849	2694	9155	2560	6089	4054	23199	77259	19743	57168
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kg/anno	kg/anno	t/anno	t/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno

Le ripartizioni del carico emissivo percentuale sono riportate in forma grafica nelle Figure 6-6bis, 7-7bis. (per un'agevole lettura dei grafici sono state omesse le etichette recanti percentuali minori del 3%).

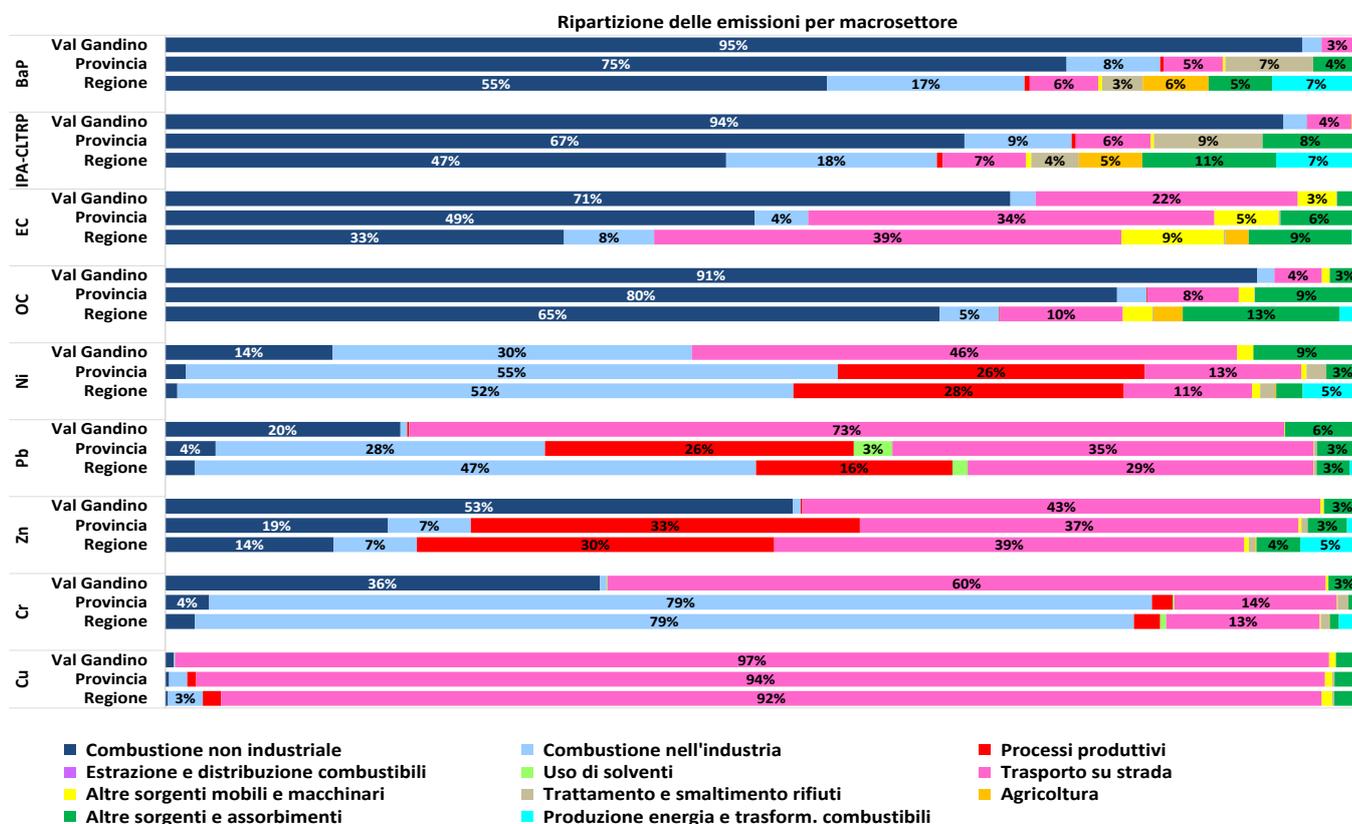
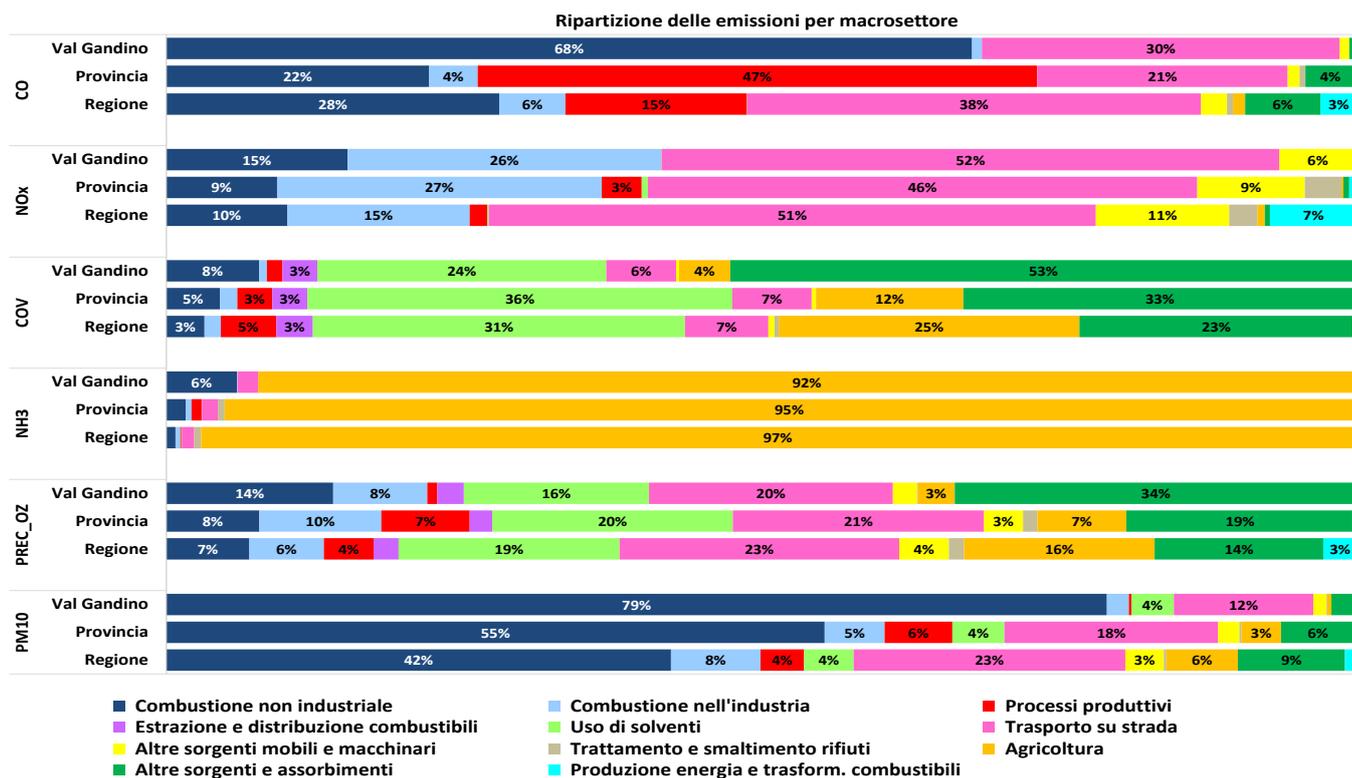
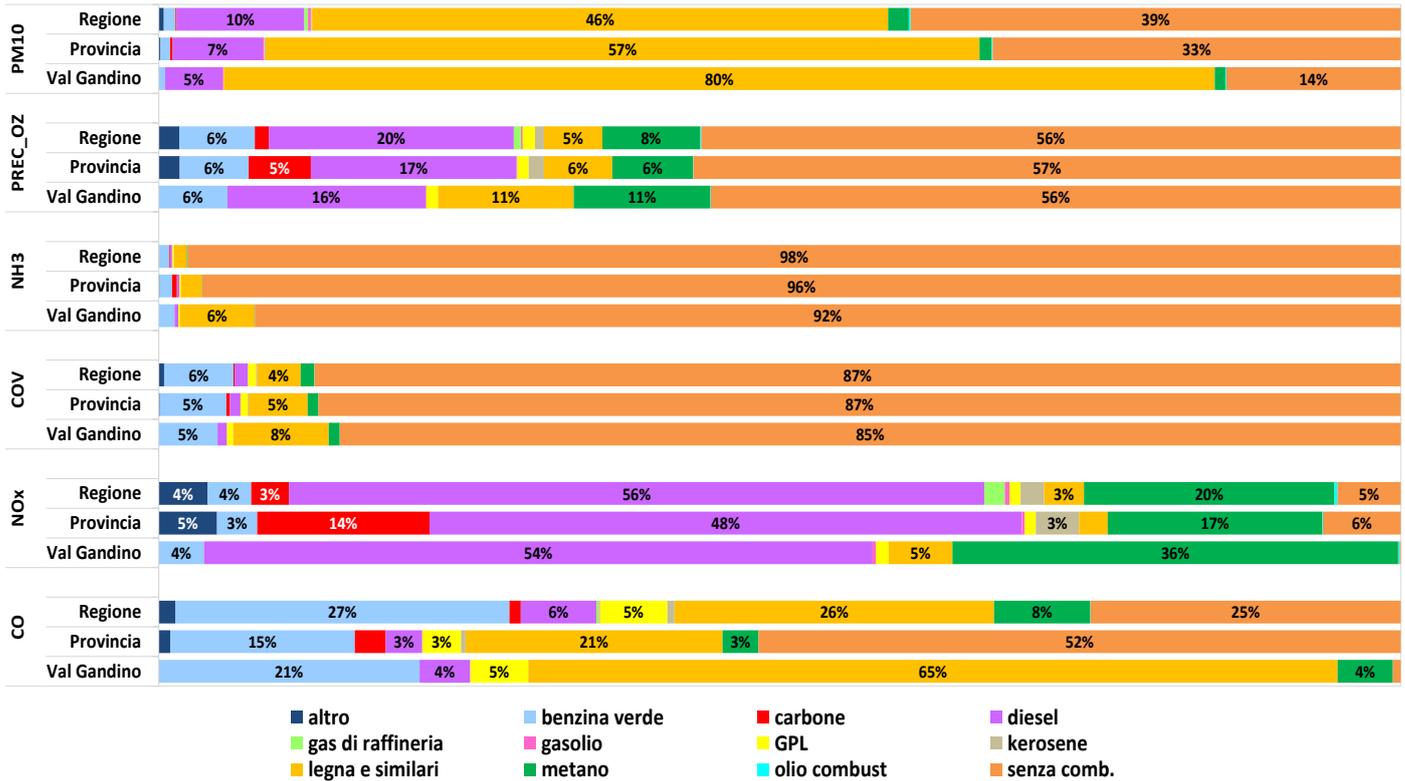


Figura 6-6bis - Distribuzione percentuale delle emissioni della Val Gandino per macrosettore.

Ripartizione delle emissioni per combustibile



Ripartizione delle emissioni per combustibile

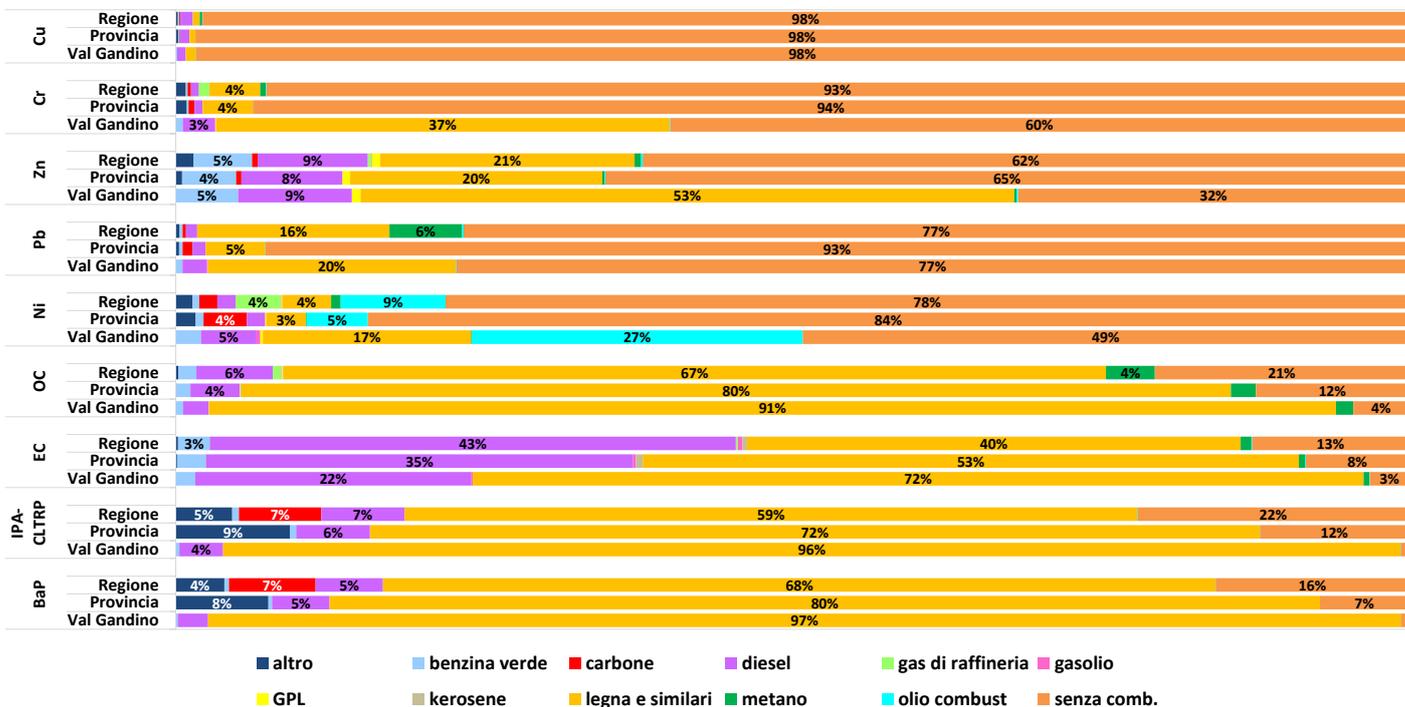


Figura 7 -7bis - Distribuzione percentuale delle emissioni nei comuni della Val Gandino per combustibile.

La ripartizione percentuale per macrosettori nelle Figure 6 e 6-bis evidenzia che per diversi inquinanti (IPA, B(a)P, EC, OC e PM10) la combustione non industriale riveste un ruolo importante per ognuno dei territori considerati, in particolare nella Val Gandino. In questa vallata l'impatto risulta essere maggiore rispetto a quanto accade in provincia ed in regione. In questo caso la combustione non industriale è univocamente

associabile alla combustione di legna e similari (così come si evince dai grafici nelle Figure 7 e 7-bis della ripartizione percentuale per combustibili).

Sempre dalle Figure 6 e 6-bis è possibile notare come vi siano due macrosettori responsabili quasi totalmente delle emissioni di due inquinanti (in egual misura per regione, provincia e per la Val Gandino): il trasporto su strada per il Cu e l'agricoltura per l' NH_3 . Dai grafici 7 e 7 bis, si evince che la voce "senza combustibile" risulta essere la fonte principale di Cu e NH_3 , indicando rispettivamente l'usura di parti meccaniche di autoveicoli circolanti su strade urbane ed extraurbane per quanto riguarda il Cu e la gestione reflui riferita ai composti azotati, per quanto riguarda l' NH_3 . Quest'ultimo inquinante sarà trattato più diffusamente nel paragrafo relativo ai campionatori passivi.

Per confrontare meglio il carico emissivo del territorio della Val Gandino con quello della regione e della provincia, i carichi emissivi sono stati normalizzati all'estensione territoriale e al numero di abitanti ovvero sono state calcolate le cosiddette emissioni specifiche per unità di superficie e per unità di popolazione (vedi Allegato 2). Ciò si rende necessario per poter confrontare le pressioni antropiche su territori di dimensione e popolazione differenti.

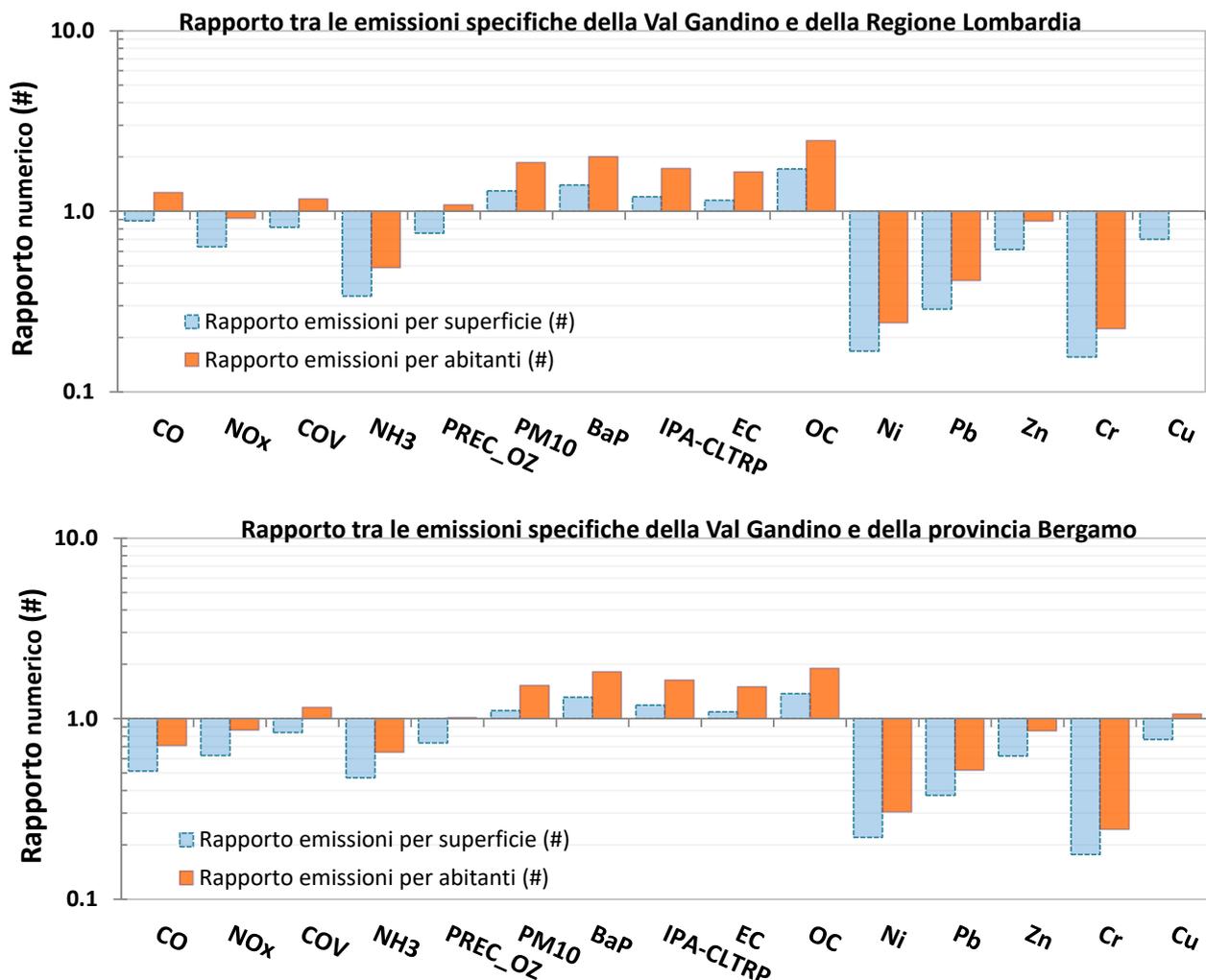


Figura 8 - Rapporti emissioni per superficie e per abitanti.

In Figura 8, l'oscillazione attorno all'unità delle emissioni specifiche indica che non vengono evidenziate particolari criticità sul carico delle emissioni locali rispetto a quello medio del territorio regionale. Solo per il Ni, Cr e Pb l'emissione specifica sia per abitante che per superficie risulta maggiore su scala sia regionale sia provinciale rispetto alla Val Gandino. Quale sia l'impatto conseguente sulla qualità dell'aria è oggetto dei capitoli successivi.

È fondamentale sottolineare che le stime attribuite dall'inventario INEMAR non sono sufficienti per fornire indicazioni complete sulla qualità dell'aria: le sostanze prodotte dalle varie sorgenti non rimangono trattenute all'interno dei confini comunali ma subiscono fenomeni di trasporto e dispersione a opera dei vari agenti atmosferici. Ovviamente vale il viceversa, inquinanti prodotti in altre zone possono manifestare la loro presenza in Val Gandino. Inoltre, la stima del carico emissivo totale è effettuata su scala annua e pertanto potrebbe essere non rappresentativo per brevi periodi di tempo. Pertanto, in che misura le emissioni sul territorio influiscono sulla qualità dell'aria, e il modo in cui lo fanno, è oggetto dell'analisi esposte nel paragrafo "Andamento inquinanti nel periodo di misura e confronto con i dati rilevati da postazioni fisse".

Situazione meteorologica nel periodo di misura

I livelli di concentrazione degli inquinanti atmosferici in un sito dipendono, come è evidente, dalla quantità e dalle modalità di emissione degli inquinanti stessi nell'area, mentre le condizioni meteorologiche influiscono sia sulle condizioni di dispersione e di accumulo degli inquinanti, sia sulla formazione di alcune sostanze nell'atmosfera stessa. È pertanto importante che i livelli di concentrazione osservati, soprattutto durante una campagna di breve durata, siano valutati alla luce delle condizioni meteorologiche verificatesi nel periodo del monitoraggio.

Sono qui considerati i seguenti parametri meteo:

- Temperatura (°C);
- Precipitazione (mm) e Umidità relativa (%);
- Velocità (m/s) e direzione del vento.

Durante la campagna di monitoraggio, l'area è stata interessata da diversi fenomeni di precipitazione avvenuti maggiormente nel secondo periodo di analisi (Figura 9). Nel primo periodo di campagna sono caduti in totale 33 mm di pioggia, nel secondo periodo della campagna sono invece caduti 69.2 mm di pioggia (Figura 8); su entrambi i periodi la quantità di pioggia caduta è poco al di sotto la media calcolata nei medesimi periodi dell'ultimo quinquennio sui dati provenienti dalle stazioni meteo di ARPA nella provincia bergamasca.

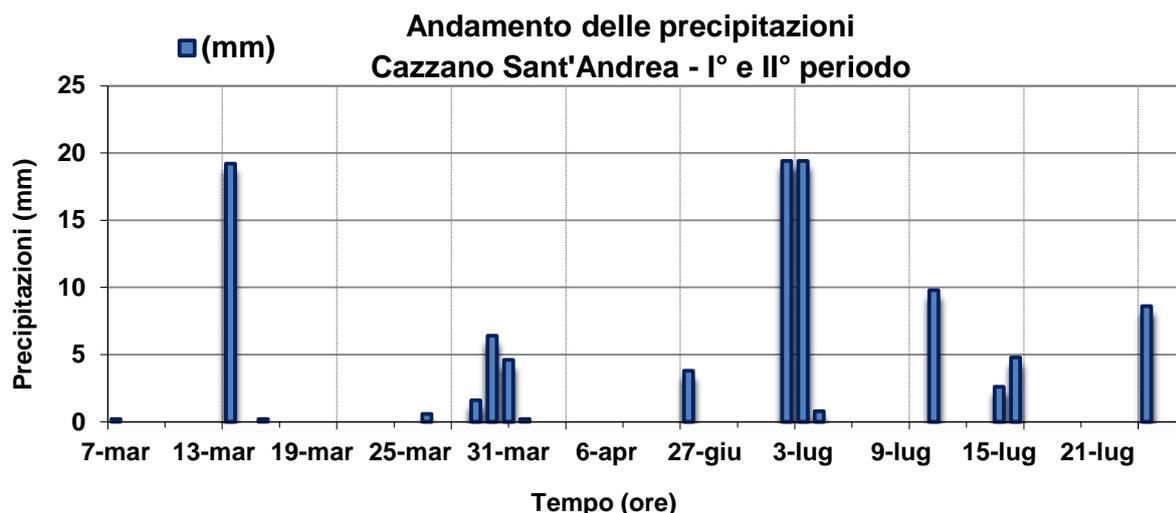


Figura 9 - Precipitazioni a Cazzano Sant'Andrea.

La temperatura media per tutto il primo periodo della campagna è stata di 7.8 °C, valore leggermente superiore al quello calcolato sull'ultimo quinquennio che è pari a 9.7 °C, mentre per il secondo periodo della campagna la media è stata di 21.6 °C a fronte del valore pari a 25.3 °C calcolato sull'ultimo quinquennio. L'andamento è mostrato in Figura 10.

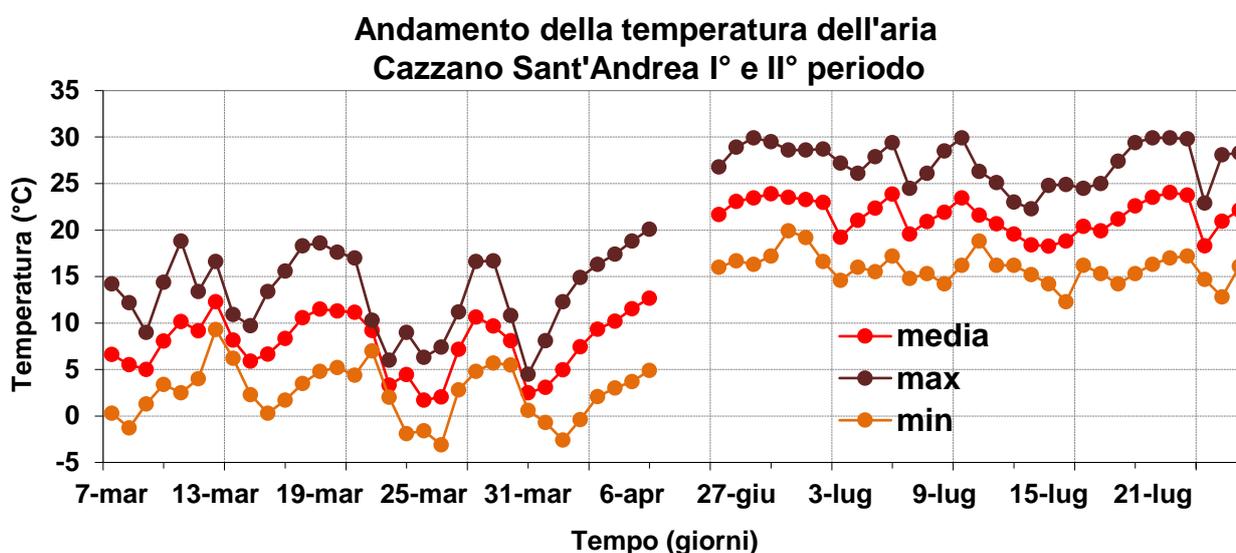


Figura 10 - Temperatura dell'aria a Cazzano Sant'Andrea.

Osservando l'andamento medio giornaliero del regime anemologico, emerge che i venti sono stati generalmente deboli o moderati, con una media pari a 1.0 m/s nel primo periodo e 1.1 m/s nel secondo periodo della campagna. Le direzioni di provenienza sono identiche in entrambi i periodi e seguono la fenomenologia della *brezza di monte*, tipica di un contesto orografico complesso come il territorio in esame, cioè venti prevalentemente sostenuti provenienti da ovest durante le ore diurne e deboli da nord-est durante le ore notturne (Figure 12 e 13).

Durante il periodo della campagna possiamo concludere che le condizioni climatiche, nel loro complesso, hanno contribuito ad un rimescolamento dell'atmosfera ed alla dispersione degli inquinanti.

Andamento della velocità del vento Cazzano Sant'Andrea - I° e II° periodo

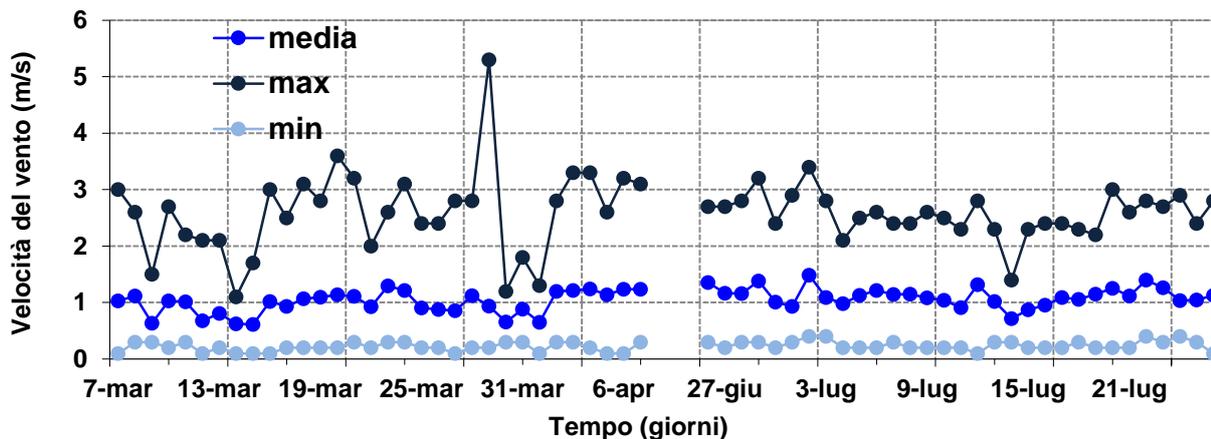
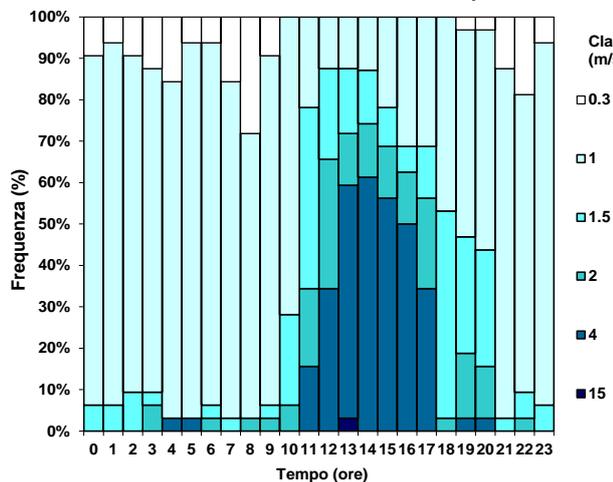
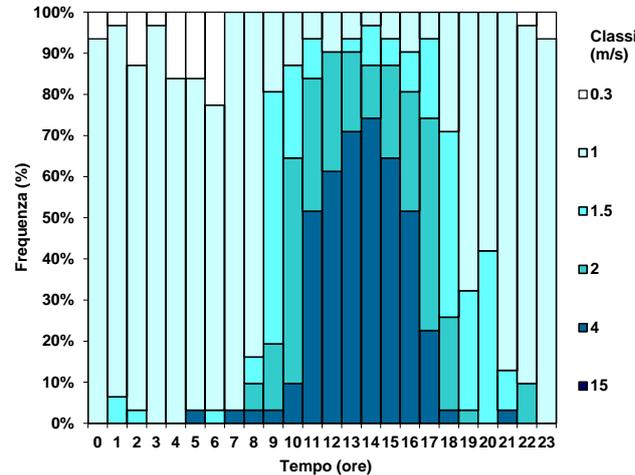


Figura 11 - Velocità del vento a Cazzano Sant'Andrea.

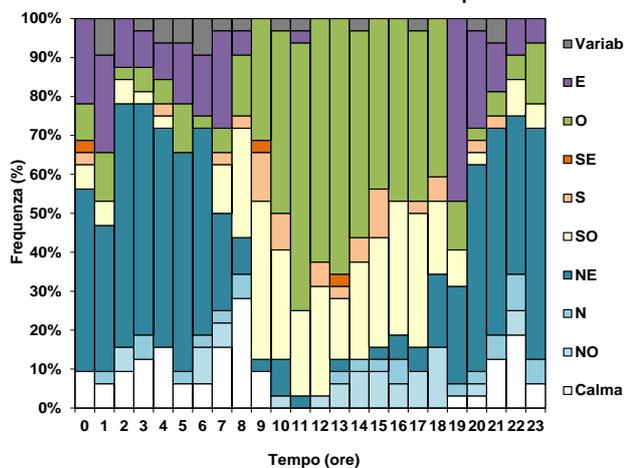
Distribuzioni orarie della velocità vento
Cazzano Sant'Andrea - dal 7 marzo al 7 aprile 2020



Distribuzioni orarie della velocità vento
Cazzano Sant'Andrea - dal 26 giugno al 26 luglio 2020



Rose orarie del vento
Cazzano Sant'Andrea - dal 7 marzo al 7 aprile 2020



Rose orarie del vento
Cazzano Sant'Andrea - dal 26 giugno al 26 luglio 2020

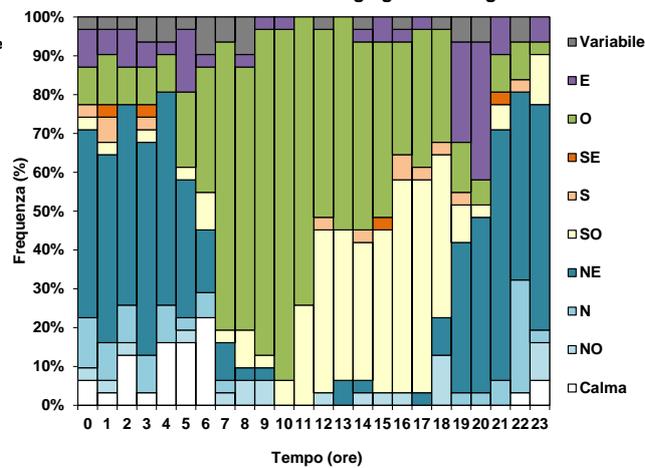


Figura 12 - Distribuzioni orarie del vento.

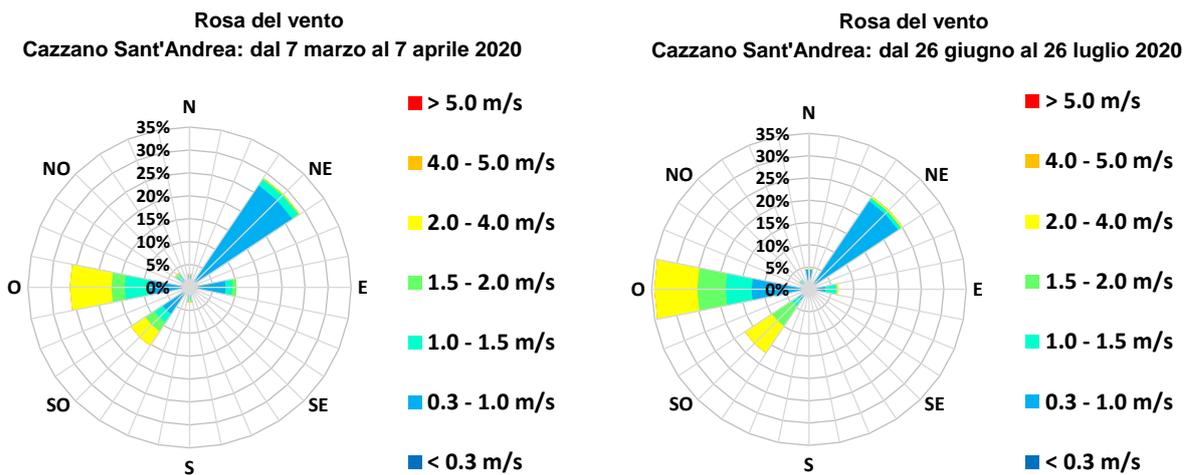


Figura 13 - Rose del vento.

Andamento inquinanti nel periodo di misura e confronto con i dati rilevati da postazioni fisse

La strumentazione presente sul Laboratorio Mobile ha permesso il monitoraggio a cadenza oraria degli inquinanti gassosi, quali gli ossidi di azoto (NO e NO₂), ozono (O₃), monossido di carbonio (CO), benzene (C₆H₆) oltre alla misura giornaliera del particolato fine (PM₁₀). Come descritto dal capitolo Normativa (vedi Tabella 2) il D.lgs. 155 del 13 agosto 2010 stabilisce per NO₂, CO, O₃, Benzene e PM₁₀ i valori limite per la protezione della salute umana e allo stesso tempo fissa le soglie di informazione e di allarme, nonché i valori obiettivo per l'O₃.

Siccome, come già descritto in precedenza, i livelli di concentrazione degli inquinanti in atmosfera dipendono fortemente dalle condizioni meteorologiche verificatesi e dalle differenti sorgenti emissive durante il periodo di misura, è importante confrontare i dati misurati durante la campagna con quelli rilevati nello stesso periodo dalle stazioni fisse della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria (RRQA), oltre che con i rispettivi limiti.

Per tale motivo le concentrazioni rilevate a Cazzano Sant'Andrea sono state confrontate prioritariamente con quelle misurate in tutte le stazioni del Piano di Valutazione della Lombardia, di seguito PdV (vedi <http://www.arpalombardia.it/sites/QAria/layouts/15/QAria/ReteDiRilevamento.aspx>) e secondariamente solo con quelle della provincia bergamasca e quelle più vicine, sia per osservarne le differenze o le analogie e poter individuare l'impatto sulla qualità dell'aria di eventuali sorgenti locali, sia per verificarne la rappresentatività in assenza di una centralina monitoraggio a Cazzano Sant'Andrea. Il Piano di Valutazione è il programma di monitoraggio previsto dal D.lgs. 155/2010 (art.5), per la misura della qualità dell'aria con stazioni fisse, individuate nel rispetto dei canoni di efficienza, efficacia ed economicità. In Lombardia il piano è operativo dall'estate 2018.

Nella Tabella 5 è fornita una descrizione delle postazioni della rete in termini di localizzazione e tipologia di destinazione, considerando la classificazione più recente proposta dalla normativa italiana con il D. Lgs. 155/2010.

Tabella 5 - Stazioni fisse di misura poste nella provincia di Bergamo – Anno 2019.

Nome stazione	Rete	Tipo zona	Tipo stazione	Altitudine (m.s.l.m.)
<i>Stazioni del Programma di valutazione</i>				
Bergamo-Meucci	PUB	Urbana	Fondo	249
Bergamo-Garibaldi	PUB	Urbana	Traffico	249
Dalmine	PUB	Urbana	Traffico	207
Filago Centro	PRIV	Urbana	Fondo	190
Osio Sotto	PRIV	Suburbana	Fondo	182
Treviglio	PUB	Urbana	Traffico	125
Calusco d'Adda	PRIV	Suburbana	Ind./Fondo	273
Tavernola Bergamasca	PUB	Suburbana	Ind.	306
Casirate d'Adda	PRIV	Rurale	Fondo	100
<i>Altre stazioni</i>				
Lallio	PRIV	Urbana	Traffico	207
Filago Marne	PRIV	Suburbana	Ind.	190

Tabella 6 - Descrizione della tipologia di stazioni

TIPI DI ZONA (ai sensi del D. Lgs. 155/2010)

- ✓ **Urbana:** area edificata in continuo o almeno in modo predominante.
- ✓ **Suburbana:** area largamente edificata in cui sono presenti sia zone edificate, sia zone non urbanizzate.
- ✓ **Rurale:** tutte le aree diverse da quelle urbane e suburbane. Il sito fisso si definisce rurale remoto se è localizzato ad una distanza maggiore di 50 km dalle fonti di emissione.

TIPI DI STAZIONE (ai sensi del D. Lgs. 155/2010)

- ✓ **Traffico:** stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da emissioni da traffico, provenienti da strade limitrofe con intensità di traffico media alta.
- ✓ **Industriale:** stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o da zone industriali limitrofe.
- ✓ **Fondo:** stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, etc.), ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel

La successiva Figura 14 mostra la mappa con i comuni che ospitano sul proprio territorio le stazioni di rilevamento fisse il laboratorio mobile sito a Cazzano Sant'Andrea.

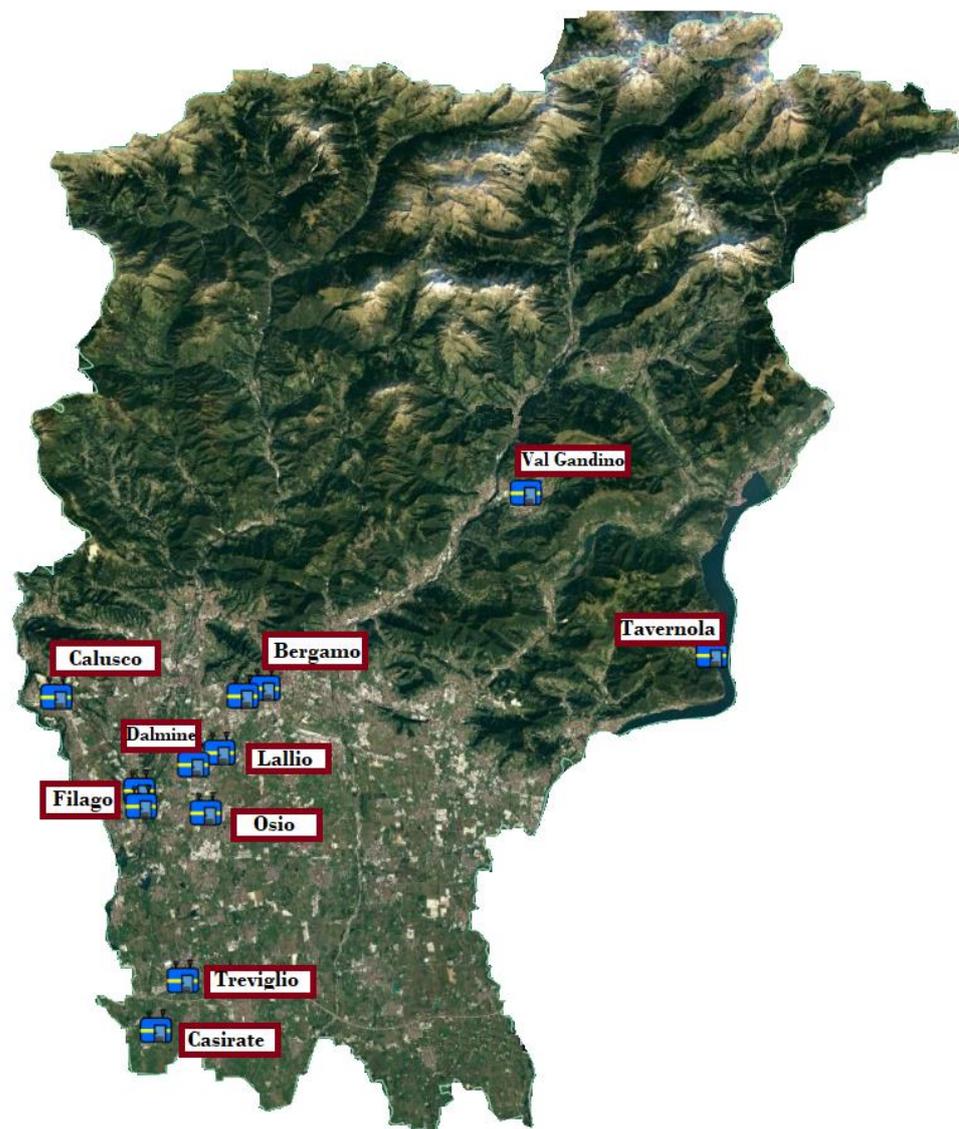


Figura 14 - Localizzazione delle stazioni fisse della provincia di Bergamo ed il laboratorio mobile nella Val Gandino.

Inoltre, alcuni fenomeni chimico-fisici che avvengono in atmosfera influenzano i livelli di concentrazioni degli inquinanti nella stessa. Generalmente, un maggior irraggiamento solare, tipico dei periodi estivi, produce un maggior riscaldamento della superficie terrestre e il successivo rilascio di energia alla massa d'aria a diretto contatto con il suolo; conseguentemente l'aumento della temperatura dell'aria innesca moti convettivi che innalzano lo strato rimescolato e quindi il volume a disposizione per la diffusione delle sostanze immesse in atmosfera. Viceversa, condizioni fredde portano a una forte stabilità dell'aria e allo schiacciamento verso il suolo dello strato rimescolato, il quale funge da trappola per le sostanze in esso presenti, favorendo così l'accumulo degli inquinanti e l'aumento delle loro concentrazioni.

Relativamente alla campagna di monitoraggio effettuata a Cazzano Sant'Andrea, il fenomeno appena illustrato è una delle cause per cui le concentrazioni degli inquinanti misurate nel periodo invernale sono risultate mediamente maggiori rispetto a quelle del periodo estivo. L'unica eccezione è rappresentata dall'ozono che, avendo origine da reazioni chimiche favorite dalle alte temperature e dalla radiazione solare, presenta valori estivi maggiori di quelli invernali.

L'evoluzione temporale dei diversi inquinanti monitorati (su entrambi i periodi della campagna) è rappresentata in questo documento con l'utilizzo di grafici relativi a:

- concentrazioni medie orarie: evoluzione oraria dell'inquinante nel periodo di misura;
- concentrazioni medie su otto ore: ogni valore è ottenuto come media tra l'ora "x" e le 7 ore precedenti l'ora "x";
- concentrazioni medie giornaliere: evoluzione giornaliera dell'inquinante ottenuta mediando i valori delle concentrazioni dalle ore 00.00 alle ore 23.00;
- giorno tipo: evoluzione media delle concentrazioni medie orarie nell'arco delle 24 ore.

Si fa inoltre presente che l'ora a cui sono associati i dati si riferisce all'ora solare di fine misura.

Nei grafici seguenti è indicata con "25°-75° percentile RRQA" l'area del grafico compresa tra il 25° percentile e il 75° percentile delle concentrazioni degli inquinanti registrate dalle centraline fisse di rilevamento della qualità dell'aria lombarde. In altre parole, in quest'area ricade la metà delle stazioni presenti in Lombardia. La linea tratteggiata "Mediana RRQA", invece, è la mediana delle concentrazioni giornaliere di inquinante misurate su tutte le postazioni fisse della rete di monitoraggio regionale (ovvero il valore al di sotto del quale si trova il 50% dell'insieme di tutti i valori misurati, il valore cioè che corrisponde all'esatta metà della distribuzione dei dati).

Per problemi logistici legati all'emergenza sanitaria Covid-19 il laboratorio mobile è stato lasciato in funzione anche dopo la data di chiusura ufficiale del primo periodo della campagna; questo prolungamento ha fornito circa un ulteriore mese di dati che sono serviti ad integrare le analisi condotte sull'intera campagna.

Per gli inquinanti, quali NO₂ e PM₁₀ per i quali il D.lgs. 155/2010 fissa un valore limite sulla media annuale o sul numero di superamenti possibili, avendo a disposizione dati solo per un periodo limitato di tempo, si è proceduto come segue per stimare il rispetto dei limiti annuali.

I dati raccolti in tutti i siti della RRQA della regione Lombardia durante un anno completo (anno 2019) sono stati messi in relazione con quelli rilevati nel periodo della campagna e costruendo la retta di interpolazione. Il coefficiente di determinazione ricavato, R², dà indicazione se la correlazione trovata è casuale o effettiva; nel caso di correlazione lineare significativa si può stimare la concentrazione media annua e/o il numero di superamenti nel sito in esame per l'anno 2019.

Si fa presente che di tutte le stazioni della rete lombarda sono state considerate nei calcoli, come previsto dal D.lgs. 155/2010, quelle con un rendimento maggiore o uguale al 90% sia durante l'anno che nel periodo in esame e, per l'O₃, quelle con il 90% di dati validi in estate e il 75% in inverno.

Monossido di carbonio

Ha origine da processi di combustione incompleta di composti contenenti carbonio. È un gas la cui origine, soprattutto nelle aree urbane, è da ricondursi prevalentemente al traffico autoveicolare, in particolare ai veicoli a benzina. Le emissioni di CO dai veicoli sono maggiori in fase di accelerazione e di traffico congestionato. Si tratta quindi di un inquinante primario e le sue concentrazioni sono strettamente legate ai flussi di traffico locali, e gli andamenti giornalieri rispecchiano tipicamente quelli del traffico, raggiungendo i massimi valori in concomitanza delle ore di punta a inizio e fine giornata, soprattutto nei giorni feriali, come illustrato nel grafico del giorno tipo in Figura 18. Durante le ore centrali della giornata i valori tendono a calare, grazie anche a una migliore capacità dispersiva dell'atmosfera. È da sottolineare che le concentrazioni

di CO sono ormai prossime al limite di rilevabilità degli analizzatori con le caratteristiche indicate dalla normativa, soprattutto grazie al progressivo miglioramento della tecnologia dei motori a combustione. Le concentrazioni di questo inquinante rilevate a Cazzano Sant'Andrea in entrambi i periodi della campagna si pongono vicine a quelle medie misurate quotidianamente presso le postazioni lombarde.

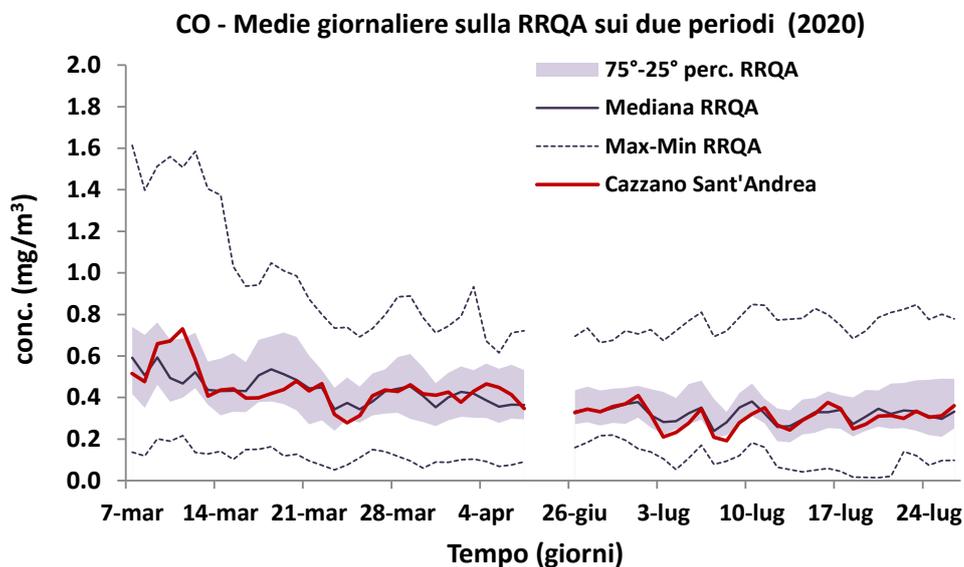


Figura 15 – Andamento delle concentrazioni medie giornaliere di CO misurate dal laboratorio mobile presso Cazzano Sant'Andrea a confronto con la RRQA della Lombardia.

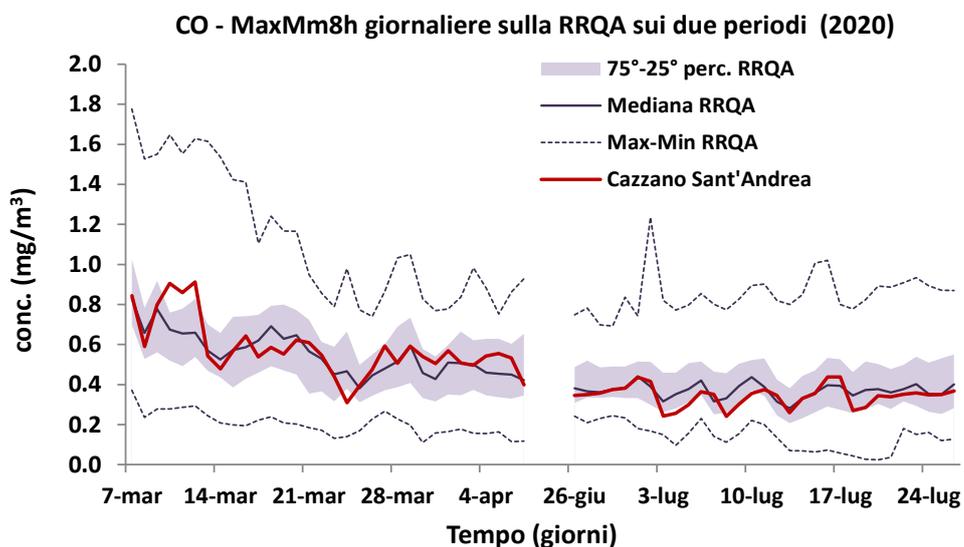


Figura 16 - Andamento delle massime medie mobili su 8 ore delle concentrazioni di CO misurate ogni giorno dal laboratorio mobile presso Cazzano Sant'Andrea a confronto con la RRQA della Lombardia.

Per meglio comprendere il senso di questi valori di concentrazione in rapporto ai limiti che impone la normativa è utile osservare il grafico in Figura 16 in cui viene mostrato l'andamento delle massime

concentrazioni mediate sulle 8 ore, con il prolungamento del periodo invernale di cui si è accennato poc'anzi, confrontato con quello dell'intera rete di monitoraggio su un periodo che va dal 1° gennaio al 31 luglio; si ha immediatamente una conferma visiva di quanto si è lontani dal limite dei 10 mg/m³ e quindi che le concentrazioni di monossido di carbonio misurate in questa campagna non costituiscono una criticità.

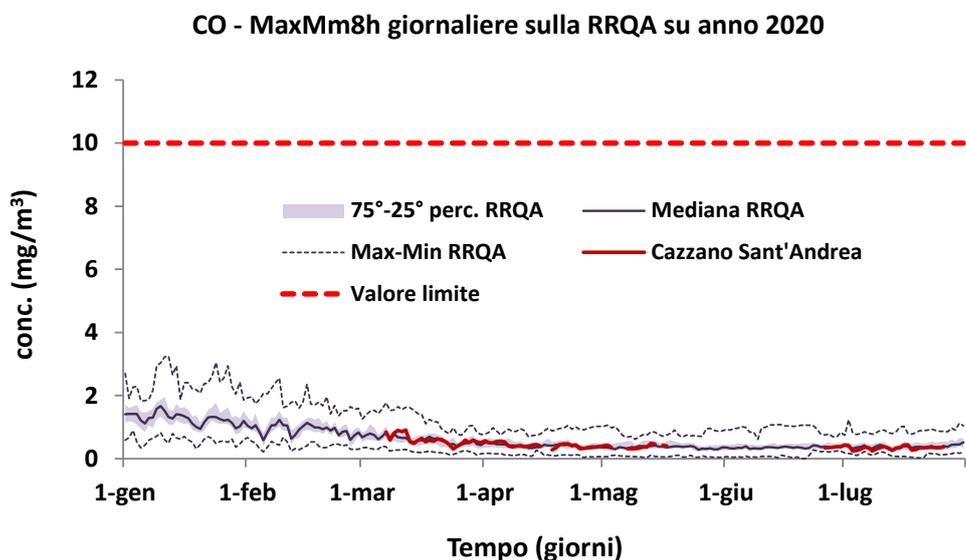


Figura 17 - Andamento delle massime medie mobili su 8 ore delle concentrazioni di CO a confronto con la RRQA della Lombardia e con il valore limite.

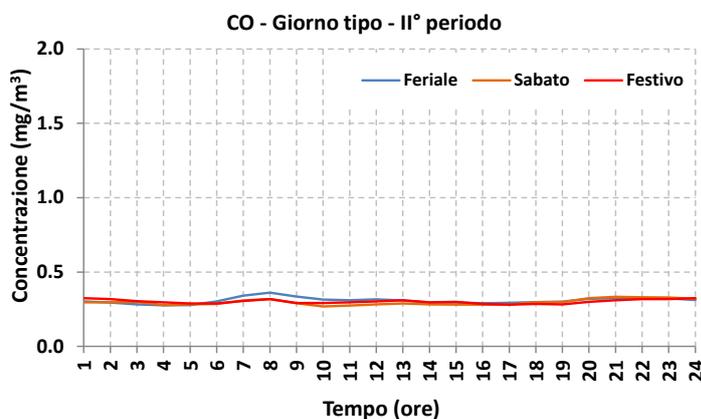
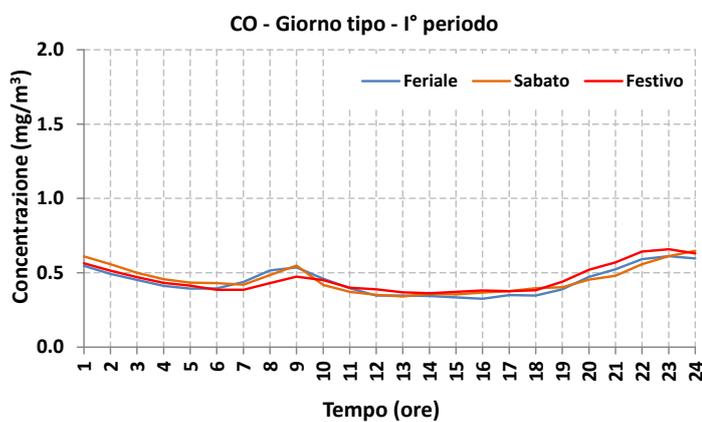


Figura 18 - Andamento dei giorni tipo delle concentrazioni di CO.

La combustione non industriale è la fonte principale delle emissioni di CO per la Val Gandino, seguito dal trasporto su strada (Figura 19); se si osserva il primo grafico di Figura 7-7bis relativo alla ripartizione delle emissioni per combustibile, si nota come la sorgente più significativa per il macrosettore della combustione non industriale sia quella relativa a legna e similari.



Figura 19 - Ripartizione delle emissioni di CO nel territorio della Val Gandino.

Ossidi di azoto

Gli ossidi di azoto (nel complesso indicati anche come NO_x) sono emessi direttamente in atmosfera dai processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali di potenza, ecc.), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, solo in piccola parte, per l'ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili utilizzati.

All'emissione, gran parte degli NO_x è in forma di monossido di azoto (NO), con un rapporto NO/NO₂ notevolmente a favore del primo. Si stima che il contenuto di biossido di azoto (NO₂) nelle emissioni sia tra il 5% e il 10% del totale degli ossidi di azoto. L'NO, una volta diffusosi in atmosfera può ossidarsi e portare alla formazione di NO₂. L'NO è quindi considerato un inquinante primario mentre l'NO₂ ha caratteristiche prevalentemente di inquinante secondario. Per le concentrazioni di NO₂ esistono due limiti di legge, uno relativo alla concentrazione media annuale e uno relativo alla concentrazione media oraria.

Relativamente a questo secondo limite si osserva (Figura 20) come le concentrazioni misurate a Cazzano Sant'Andrea si mantengano molto al di sotto. Non solo, il confronto con la RRQA regionale mostra che le concentrazioni di NO₂ nel comune in esame sono inferiori alla media dei valori della rete regionale, attestandosi addirittura al di sotto del 25° percentile dei valori registrati dalla rete.

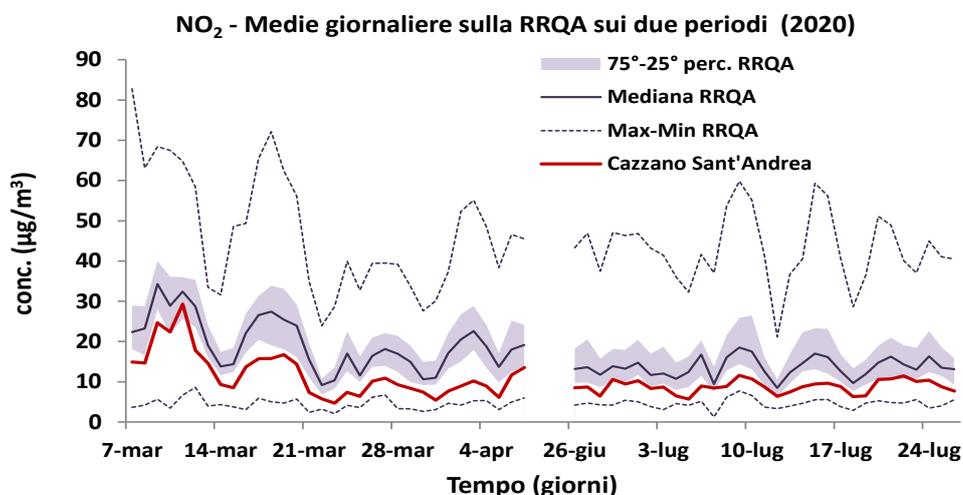


Figura 20 - Andamento delle concentrazioni medie giornaliere di NO₂ misurate dal laboratorio mobile presso Cazzano Sant'Andrea a confronto con la RRQA della Lombardia.

La normativa (D. Lgs. 155/10) prevede per il biossido di azoto dei valori limite valutati su base annua, ovvero $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla media annuale e $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla media oraria da non superare più di 18 volte all'anno, pertanto si rende necessario stimare, basandosi sulle misure temporanee effettuate, se a Cazzano Sant'Andrea questi limiti siano stati rispettati.

Rapportando per i 77 siti della RRQA della regione Lombardia il valore della concentrazione media annuale di NO_2 alla concentrazione media calcolata sui giorni relativi alla campagna di misura effettuata a Cazzano Sant'Andrea, è stata costruita la retta di interpolazione pesata sulle concentrazioni annuali (Figura 21). Il coefficiente di correlazione R^2 da indicazione se la correlazione trovata è casuale o effettiva: poiché la probabilità che le 77 coppie di dati possano produrre casualmente un valore di R^2 maggiore o uguale al valore ottenuto di 0.82 è praticamente nulla, allora la correlazione lineare trovata si può ritenere altamente significativa. Ciò ha permesso di stimare la concentrazione media annuale di NO_2 per il sito temporaneo di Cazzano Sant'Andrea: il risultato è pari a $13.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con associato un errore di $2.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dando evidenza che la probabilità di aver superato il valore limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è minore dell'1 %.

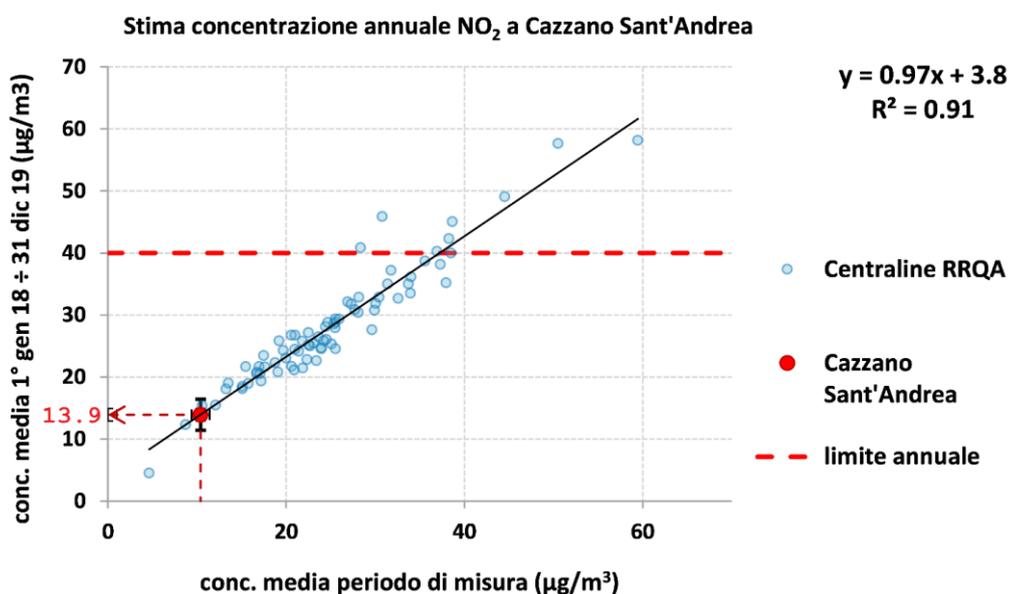


Figura 21 - Andamento delle massime medie orarie delle concentrazioni di NO_2 misurate.

Le concentrazioni medie orarie di NO_2 si sono mantenute sempre ben al di sotto del limite normativo per la protezione della salute umana di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, come mostrato in Figura 22 (dove si riportano le massime concentrazioni orarie per ogni giorno), non evidenziando alcuna criticità.

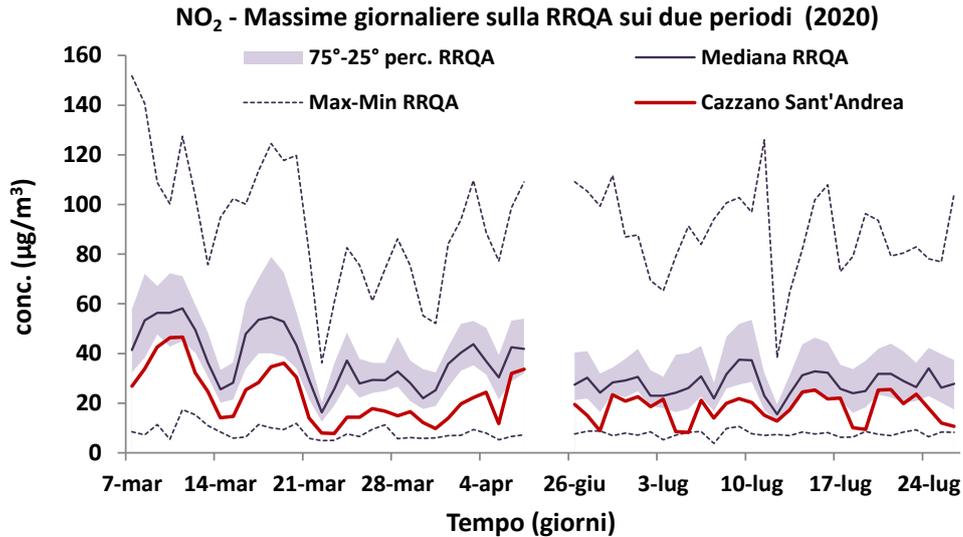


Figura 22 - Andamento delle massime medie orarie delle concentrazioni di NO₂ misurate dal laboratorio mobile presso Cazzano Sant'Andrea a confronto con la RRQA della Lombardia.

Nel grafico seguente viene mostrato l'andamento delle concentrazioni di NO₂ rilevate a Cazzano Sant'Andrea confrontate con quelle dell'intera rete dal 1° gennaio al 31 luglio 2020.

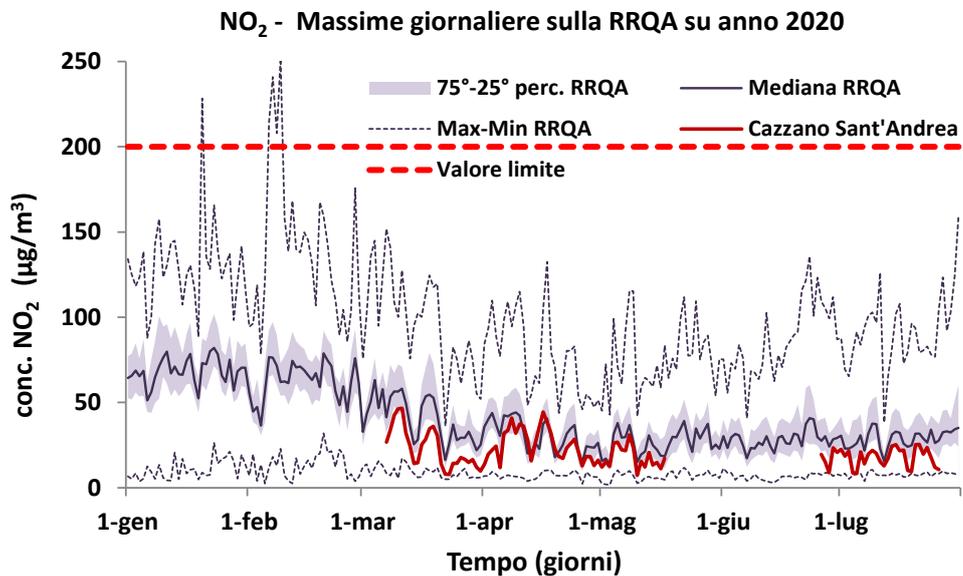


Figura 23 - Andamento delle massime medie orarie delle concentrazioni di NO₂ misurate dal laboratorio mobile presso Cazzano Sant'Andrea a confronto con la RRQA della Lombardia e con il valore limite.

Gli ossidi di azoto (NO_x) hanno per legge un valore limite sulla concentrazione annuale pari a 30 µg/m³, per la salvaguardia della vegetazione, se misurati in siti di fondo rurale, mentre il monossido di azoto non è soggetto a normativa, tuttavia viene misurato in quanto partecipa ai processi di produzione dell'ozono e dell'inquinamento fotochimico ed è un tracciante non specifico delle attività caratterizzate da combustione

ad alta temperatura, tra cui il traffico veicolare. D'altra parte, il sito di Cazzano S. Andrea non soddisfa le specifiche come sito per la protezione della vegetazione, pertanto non si applica tale limite. Le misure condotte con laboratorio mobile comunque hanno registrato una concentrazione media di NO_x pari a $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel primo periodo della campagna e di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel secondo periodo.

Nelle Figure 24 sono riportati gli andamenti delle concentrazioni medie orarie degli NO_x misurate a Cazzano Sant'Andrea nel laboratorio mobile in entrambi i periodi.

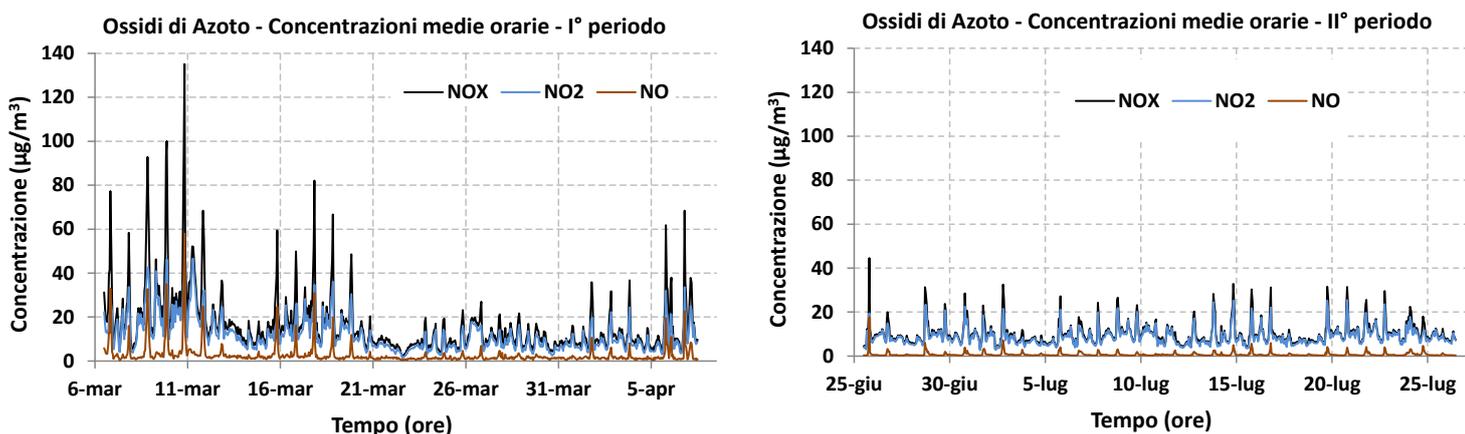


Figure 24 - Andamento delle concentrazioni orarie degli NO_x .

Nelle Figure 25 sono riportate le curve per il giorno tipo dell' NO_2 su entrambi i periodi della campagna di misura. Le concentrazioni orarie dei giorni feriali hanno mostrato un andamento tipico: i valori aumentano a partire dalle prime ore del mattino, raggiungendo un valore massimo verso le 8-9, per poi decrescere e risalire in serata. Durante festivi e prefestivi le concentrazioni sono risultate inferiori. Tale andamento, riscontrabile per gli ossidi di azoto in generale, rispecchia il ciclo giornaliero delle attività umane e in particolare del traffico veicolare, di cui gli NO_x rappresentano un buon tracciante.

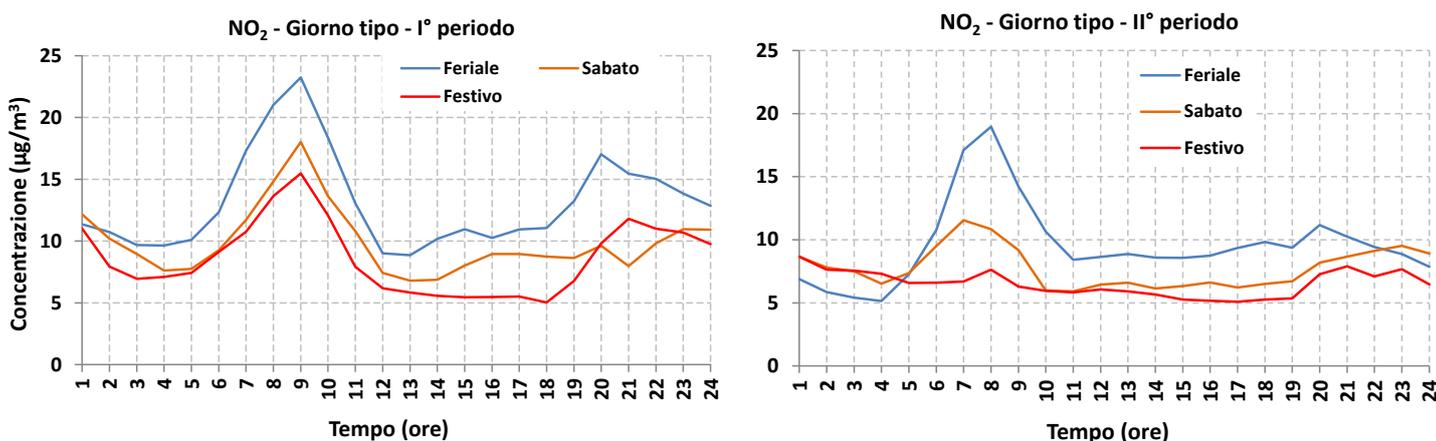


Figure 25 - Giorni tipo dell' NO_2 .

In Figura 26 è possibile osservare che poco più della metà delle emissioni di NO_x in Val Gandino è dovuta al trasporto su strada, una situazione analoga sia su scala provinciale sia su scala regionale (come è stato mostrato nel grafico in Figura 6), in particolare degli autoveicoli con motore diesel (Figura 7). Per quanto riguarda la combustione nell'industria, che incide per il 26% sul totale degli NO_x emessi, la sorgente

principale è la combustione del metano, utilizzato nelle caldaie con potenza termica < 50 MW. Nel bilancio totale segue il macrosettore della combustione non industriale (15%) in cui la sorgente principale è la combustione di metano nelle caldaie ad uso residenziale.

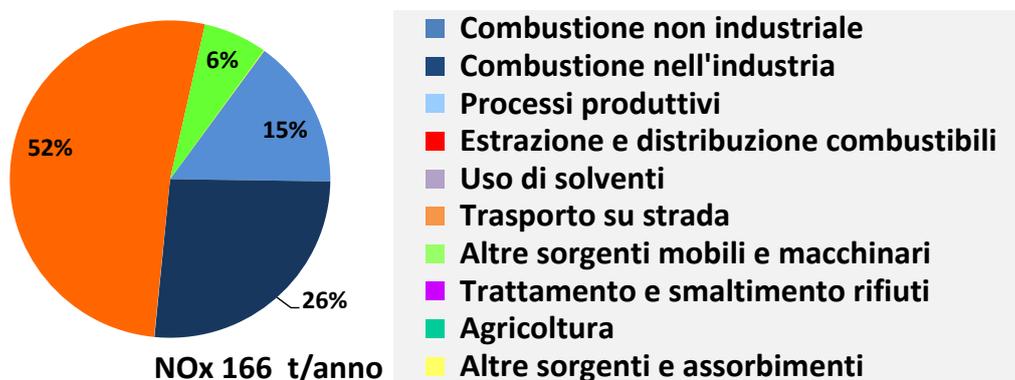


Figura 26 - Ripartizione delle emissioni di NOx nel territorio della Val Gandino.

Ozono

È un inquinante secondario, che non ha sorgenti emissive dirette di rilievo. La sua formazione avviene a seguito di reazioni chimiche in atmosfera tra i suoi precursori (soprattutto ossidi di azoto e composti organici volatili), reazioni che avvengono in presenza di forte irraggiamento solare e temperatura dell'aria superiore a 20°C. Infatti, dato che l'ozono si forma anche durante il trasporto delle masse d'aria contenenti i suoi precursori, emessi soprattutto nelle aree urbane, le concentrazioni più alte si osservano soprattutto nelle zone extraurbane, sottovento rispetto ai centri urbani principali, come a Cazzano Sant'Andrea.

Per questo inquinante, la norma individua una soglia di informazione alla popolazione per la media oraria. Durante la campagna di misura, le concentrazioni orarie di ozono rilevate dal laboratorio mobile rimangono decisamente superiori alla media della RRQA regionale, ma comunque inferiori al limite della soglia di informazione nel I° periodo e con solo tre giornate di superamento nel II° periodo (Figura 27).

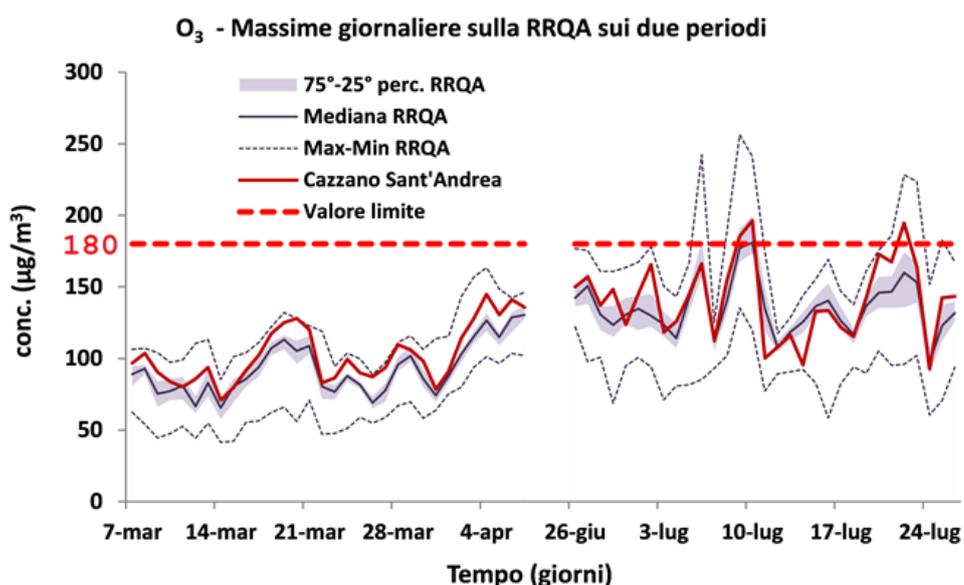


Figura 27 - Andamento delle massime medie orarie delle concentrazioni di O₃ misurate ogni giorno dal laboratorio mobile presso Cazzano Sant'Andrea a confronto con la RRQA.

della Lombardia.

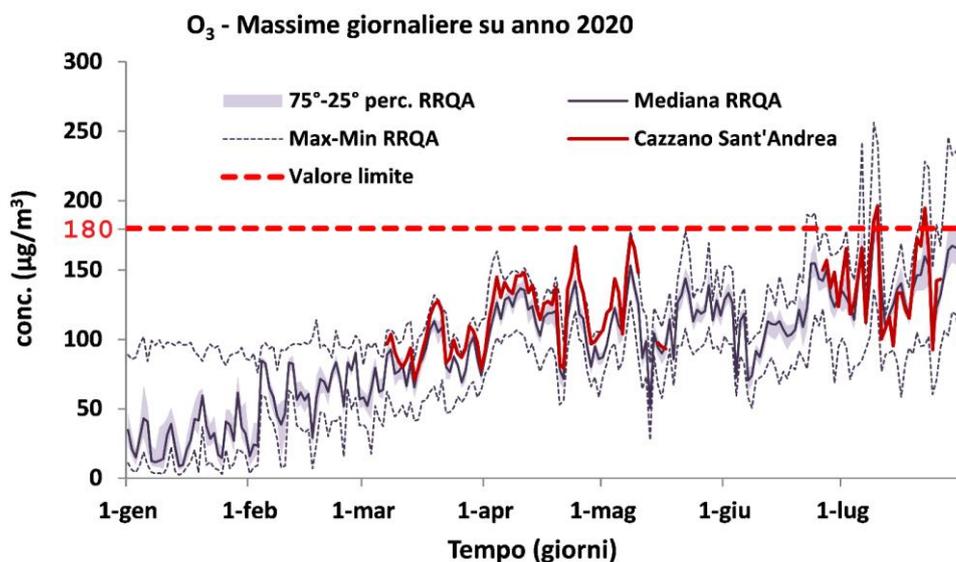


Figura 28 - Andamento delle concentrazioni massime giornaliere di ozono rilevate a Cazzano Sant'Andrea con il prolungamento del periodo invernale a confronto con quelle dell'intera rete dal 1° gennaio al 31 luglio 2020.

Al fine di proteggere la salute umana, la normativa prevede per l'ozono un valore obiettivo di 120 µg/m³ sulla concentrazione media di 8 ore da non superare per più di 25 giorni all'anno (come media su tre anni): durante il primo periodo della campagna tale soglia è stata superata 6 volte, mentre nel secondo periodo si sono avuti 19 superamenti (Figura 29), per cui sicuramente questo valore obiettivo è stato superato.

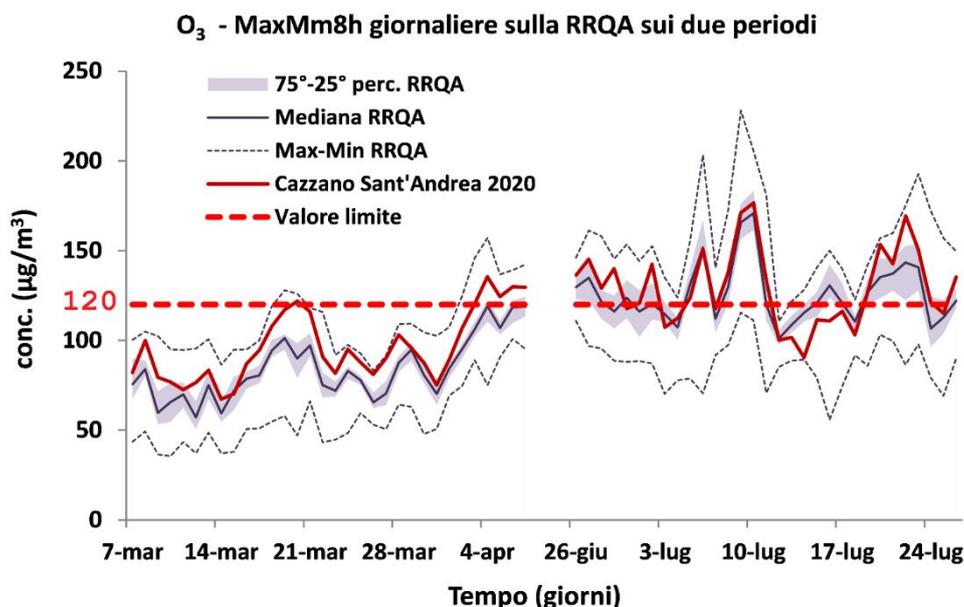


Figura 29 – Andamento delle massime medie mobili su 8 ore delle concentrazioni di O₃ misurate dal laboratorio mobile presso Cazzano Sant'Andrea a confronto con la RRQA della Lombardia.

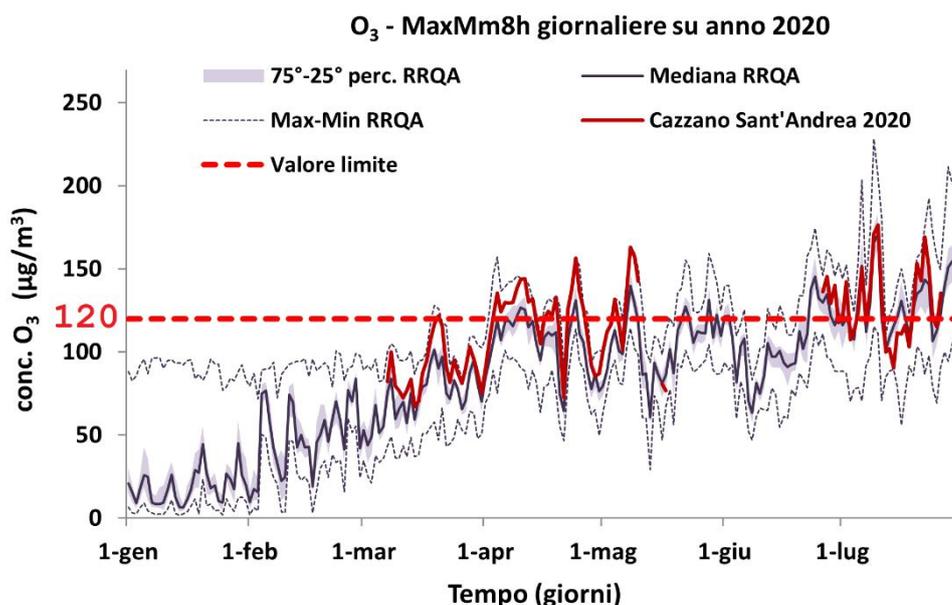


Figura 30 – Andamento delle massime medie mobili su 8 ore delle concentrazioni di O₃ misurate dal laboratorio mobile presso Cazzano Sant’Andrea, confrontate con quelle dell’intera rete dal 1° gennaio al 31 luglio 2020.

L’andamento di questo inquinante risulta differente da quelli primari, infatti l’O₃ non ha sorgenti emissive dirette di rilievo e la sua formazione nella troposfera è correlata al ciclo diurno solare: il trend giornaliero è tipicamente “a campana” (grafico giorno tipo in Figura 31) con un massimo poco dopo il periodo di maggior insolazione (generalmente tra le ore 14 e le 16). Nei momenti di maggior emissione degli ossidi di azoto le concentrazioni di O₃ tendono a calare se si è in vicinanza di strade con traffico sostenuto. Tuttavia, come è possibile osservare nel grafico del giorno tipo in Figura 31, nel caso della Val Gandino l’andamento si differenzia per il fatto che le concentrazioni rimangono alte anche dopo il periodo di maggior insolazione, con un calo che avviene molto lentamente nelle ore successive. Infatti, l’ozono rilevato a Cazzano Sant’Andrea è in parte prodotto in loco e in parte trasportato dall’aree urbanizzate più a sud. Qui, le basse concentrazioni di ossidi di azoto presenti risultano poco efficaci nel suo abbattimento.

I valori diurni più elevati si verificano di norma nei giorni festivi e prefestivi, quando sono minori le emissioni di NO: infatti la presenza di minori quantità di NO riduce la reazione tra NO e O₃ che porta alla formazione di NO₂ e quindi alla distruzione di molecole di ozono, evidenziando il fenomeno noto come “effetto week-end”. Come accennato poco prima, legame tra O₃ e NO, che spiega i valori maggiori nei giorni festivi rispetto a quelli feriali, è anche il motivo per cui le concentrazioni di ozono sono, generalmente, più elevate nelle aree rurali rispetto a quelle urbanizzate, in particolare sottovento alle grandi città anche a decine di km di distanza.

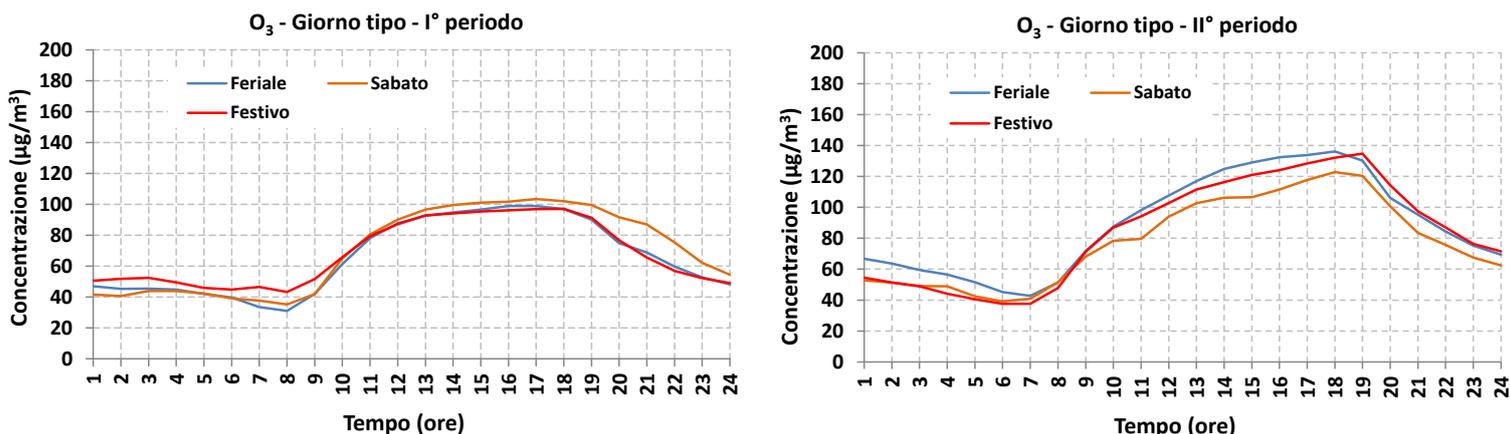


Figura 31 - Giorno tipo dell'O₃.

Dal grafico che segue in Figura 32 sono evidenziati i macrosettori responsabili delle emissioni dei precursori dell'ozono (dei quali si è fatto cenno al paragrafo ai principali inquinanti atmosferici).

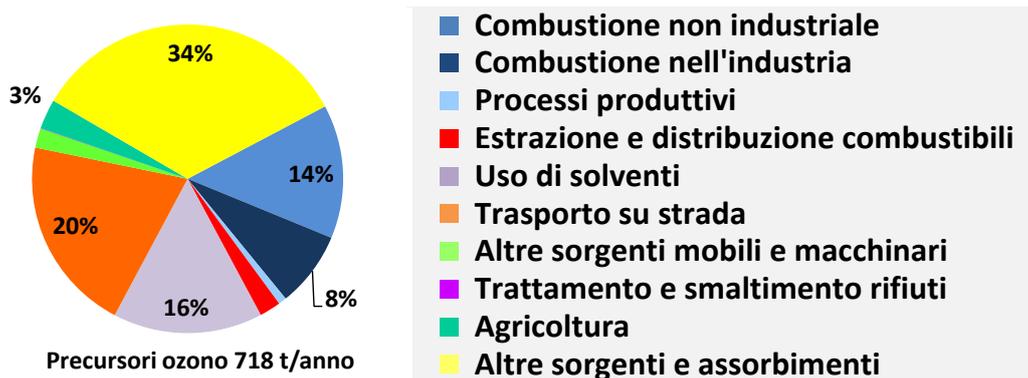


Figura 32 - Ripartizione delle emissioni di O₃ nel territorio della Val Gandino.

Il 34% del bilancio totale riguarda il macrosettore "Altre sorgenti e assorbimenti" che è da ascrivere, sempre dalla fonte INEMAR, non ad origini antropiche, ma di tipo naturale quali boschi e foreste che emettono "terpeni", sostanze organiche volatili molto reattive. Segue il macrosettore del trasporto su strada, con il 20% in larga misura da attribuire al diesel. L'uso di solventi, sia a livello domestico sia a livello industriale, incide per il 16%. Un modesto contributo lo fornisce il macrosettore della combustione nell'industria (8%) nel quale INEMAR attribuisce le sorgenti dei precursori dell'ozono alla combustione nelle caldaie, turbine e motori a combustione interna. Per quanto riguarda la combustione non industriale (14%), in questo caso, si fa riferimento prevalentemente ad impianti residenziali che utilizzano metano o legna e similari.

Benzene

Idrocarburo aromatico che si presenta come un liquido incolore, volatile, infiammabile, il benzene ha un odore gradevole, un sapore bruciante ed è insolubile in acqua. È largamente usato come solvente di molte sostanze organiche (alcaloidi, gomma, resine, grassi ecc.) e come materia prima per la produzione di alcuni

importanti composti (etilbenzene, cumene, cicloesano, anilina ecc.) usati nella preparazione di materie plastiche, detergenti, fibre tessili e coloranti.

La norma stabilisce, per il benzene, un limite basato sulla media annuale. Pur non essendo possibile, quindi, un confronto con il limite annuale previsto per il benzene, si osserva che nonostante nel I° periodo della campagna i valori misurati siano rimasti mediamente attorno al 75° percentile calcolato sulla rete (Figura 34), le concentrazioni su entrambi i periodi si attestano ben al di sotto del valore fissato dalla norma. Tuttavia, è anche possibile fornire una stima circa il rispetto di questo limite di legge rapportando i dati con quelli dell'anno 2019, così come è stato fatto per il biossido d'azoto. D'altra parte, visto che da oltre un decennio in provincia di Bergamo il limite sulla concentrazione media annuale di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non è mai stato superato, ed essendo le concentrazioni del laboratorio mobile sempre prossime alla mediana calcolata su tutti i siti della RRQA (Figura 33), vi è la certezza che neanche a Cazzano Sant'Andrea il limite sia stato superato.

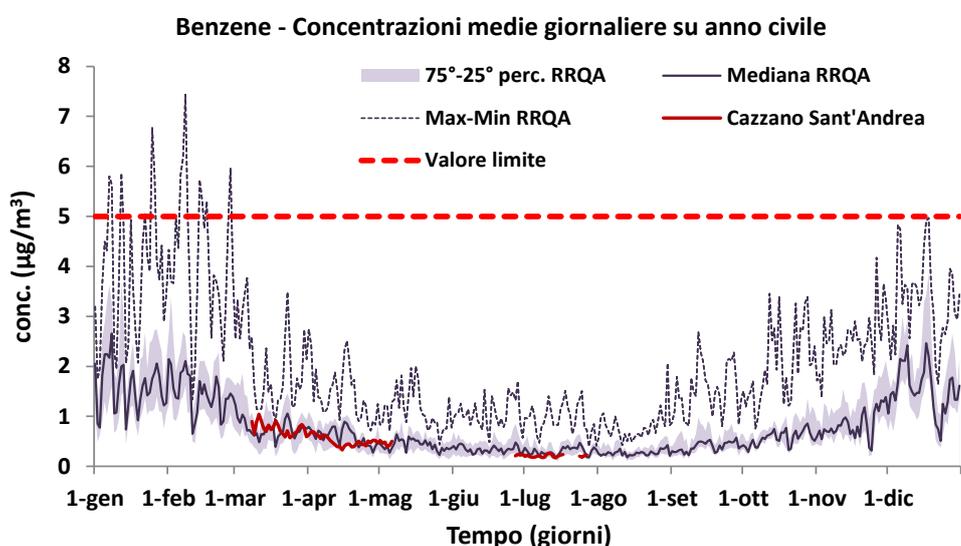


Figura 33 – Andamento delle concentrazioni medie giornaliere di Benzene misurate dal laboratorio mobile presso Cazzano Sant'Andrea confrontate con quelle della RRQA regionale riferite all'anno civile 2019.

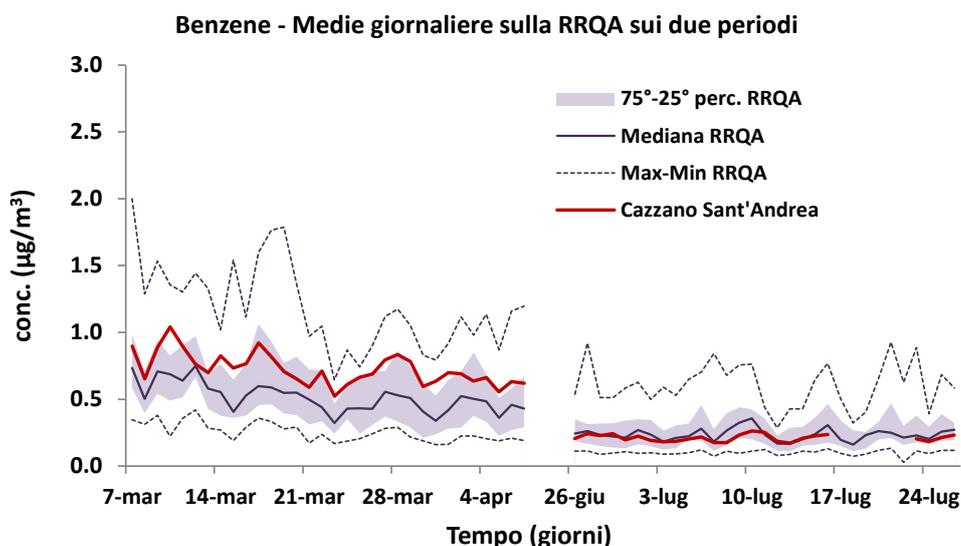


Figura 34 – Andamento delle concentrazioni medie giornaliere di Benzene misurate dal laboratorio mobile presso Cazzano Sant'Andrea confrontate con quelle della RRQA regionale.

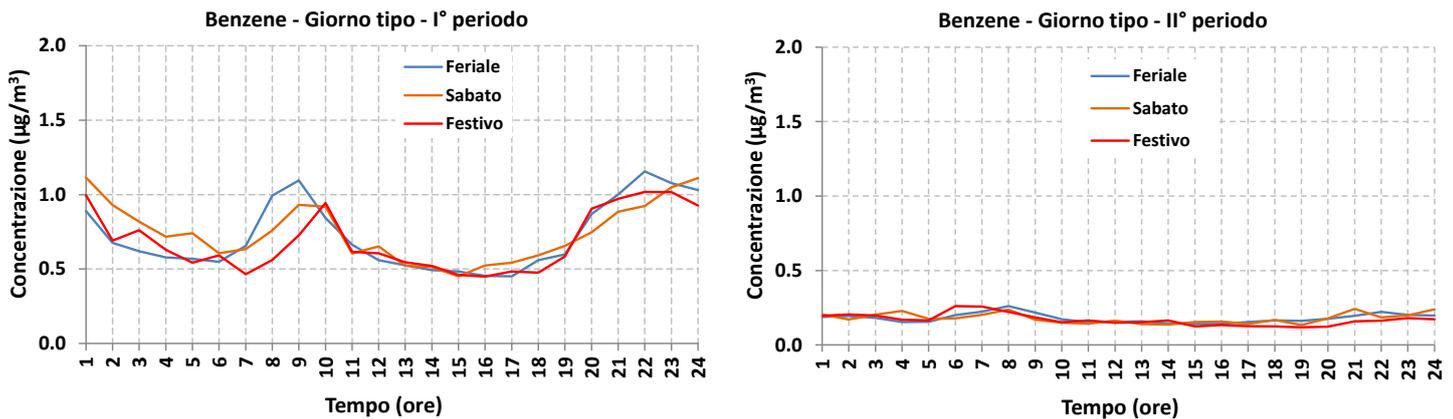


Figura 35 - Giorni tipo per il benzene.

Nella Figura 35 si nota la differenza tra le curve del giorno tipo del benzene nelle due fasi della campagna. Nel periodo estivo le concentrazioni sono visibilmente più basse e praticamente costanti durante le 24h. Nel periodo invernale, come per gli NO₂ ed il CO, invece, gli andamenti delle concentrazioni risentono maggiormente dei flussi di traffico di cui il benzene rappresenta un buon indicatore, essendo esso stesso un inquinante primario prodotto dei veicoli a combustione interna soprattutto a benzina. Oltre ai due picchi giornalieri delle ore di punta, le concentrazioni rimangono elevate anche nelle ore notturne.

Misure con campionatori passivi

Come è stato accennato all'inizio, in accordo con i comuni della Val Gandino, sono stati posizionati dei campionatori passivi nei siti indicati in Tabella 7 e individuabili nelle immagini di Figure 37-40 (Il sito in via A. Tacchini di Cazzano Sant'Andrea è lo stesso del laboratorio mobile). In ciascun sito è stata posizionate una coppia di fiale in parallelo per ogni 2 settimane di misura andando così a coprire 4 settimane per ogni periodo della campagna di monitoraggio. Al termine dell'esposizione ciascuna fiala è stata analizzata in laboratorio per ottenere la concentrazione media degli inquinanti relativamente ad aldeidi, ammoniacca, biossido d'azoto un insieme di idrocarburi volatili.

Tabella 7 - Siti di posizionamento dei campionatori passivi.

Comune	Indirizzo	N	E	quota
Cazzano Sant'Andrea	via A. Tacchini	45°48'39"	9°53'27"	508
Cazzano Sant'Andrea	via Matteotti	45°48'37"	9°52'55"	483
Casnigo	via IV Novembre	45°49'01"	9°52'02"	521
Casnigo	via Ruggeri	45°48'53"	9°52'02"	514
Gandino	via Diaz	45°49'45"	9°54'28"	575
Gandino	via Ponticello	45°49'44"	9°54'04"	547
Lefte	via Lucchini	45°47'53"	9°53'23"	492
Lefte	via San Michele	45°48'01"	9°52'54"	450
Peia	via Don Alberti	45°48'01"	9°54'01"	595
Peia	via Ca Fragia	45°49'18"	9°53'59"	524

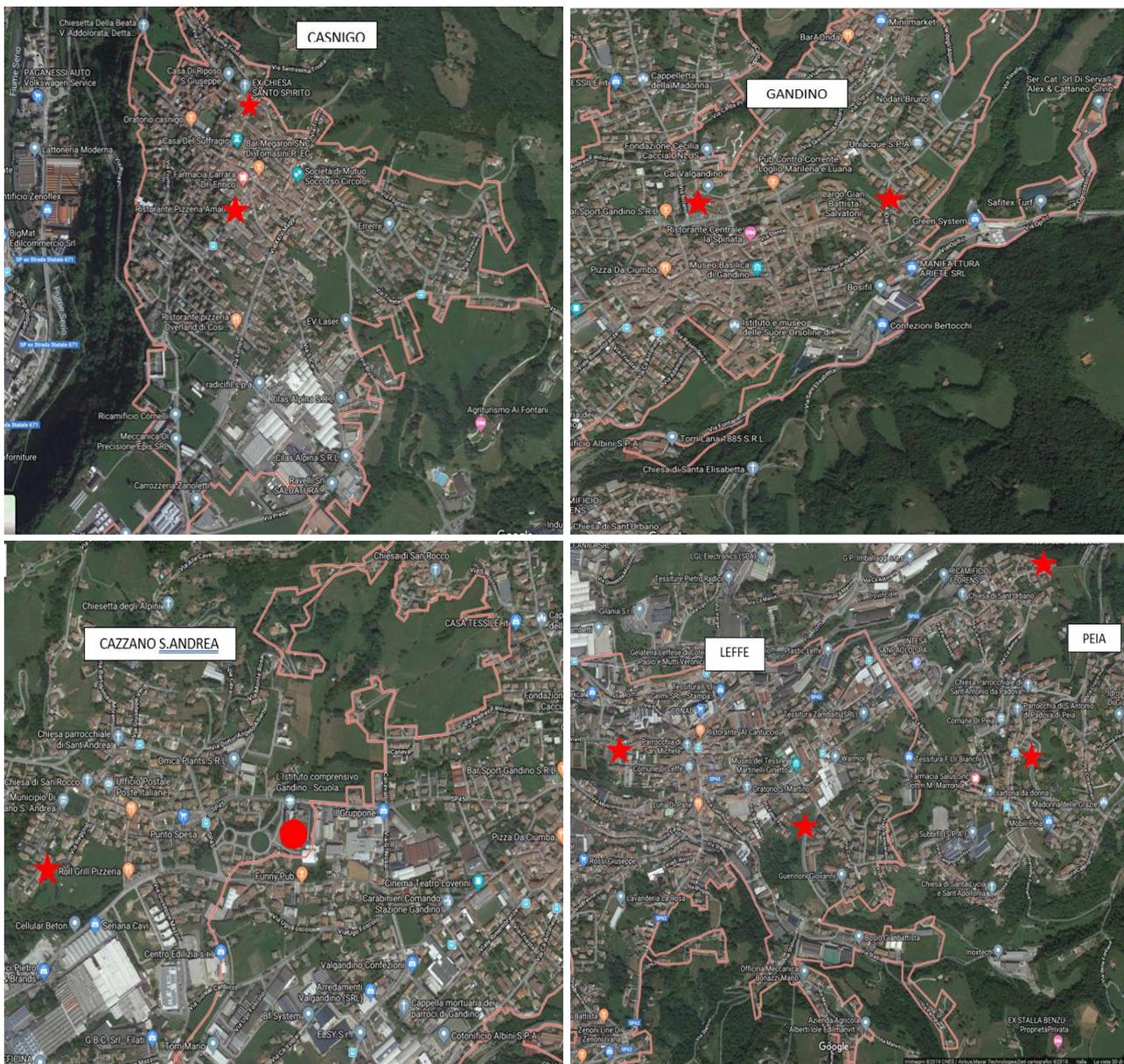


Figure 36-40 - Siti di posizionamento dei campionatori passivi nei 5 comuni della Val Gandino, il segnaposto circolare sulla mappa di Cazzano Sant'Andrea indica anche il sito del laboratorio mobile.

Aldeidi

Le aldeidi oltre che da fonti naturali, possono essere emesse direttamente da fonti antropiche mobili (emissioni veicolari) o stazionarie (processi industriali), oppure possono formarsi in atmosfera in seguito alla foto-ossidazione degli idrocarburi. In questo documento saranno mostrati i dati del solo periodo invernale e solamente della formaldeide e acetaldeide, dato che il resto dei dati è risultato sotto il limite minimo di rilevabilità del metodo analitico; inoltre, alcuni siti presentano una elevata variabilità delle misure tra coppie di fiale e di conseguenza una pronunciata incertezza.

Poiché le aldeidi non sono inquinanti normati, la RRQA non prevede la loro misura in continuo, quindi per avere un confronto quantitativo con altri siti esterni al territorio della Val Gandino si sono considerate le misure rilevate a Concorezzo e a Monza, nello stesso periodo, con lo stesso metodo. In Figura 41 viene riportata la media dei cinque siti dislocati nei due comuni, oltre ai dati della Val Gandino.

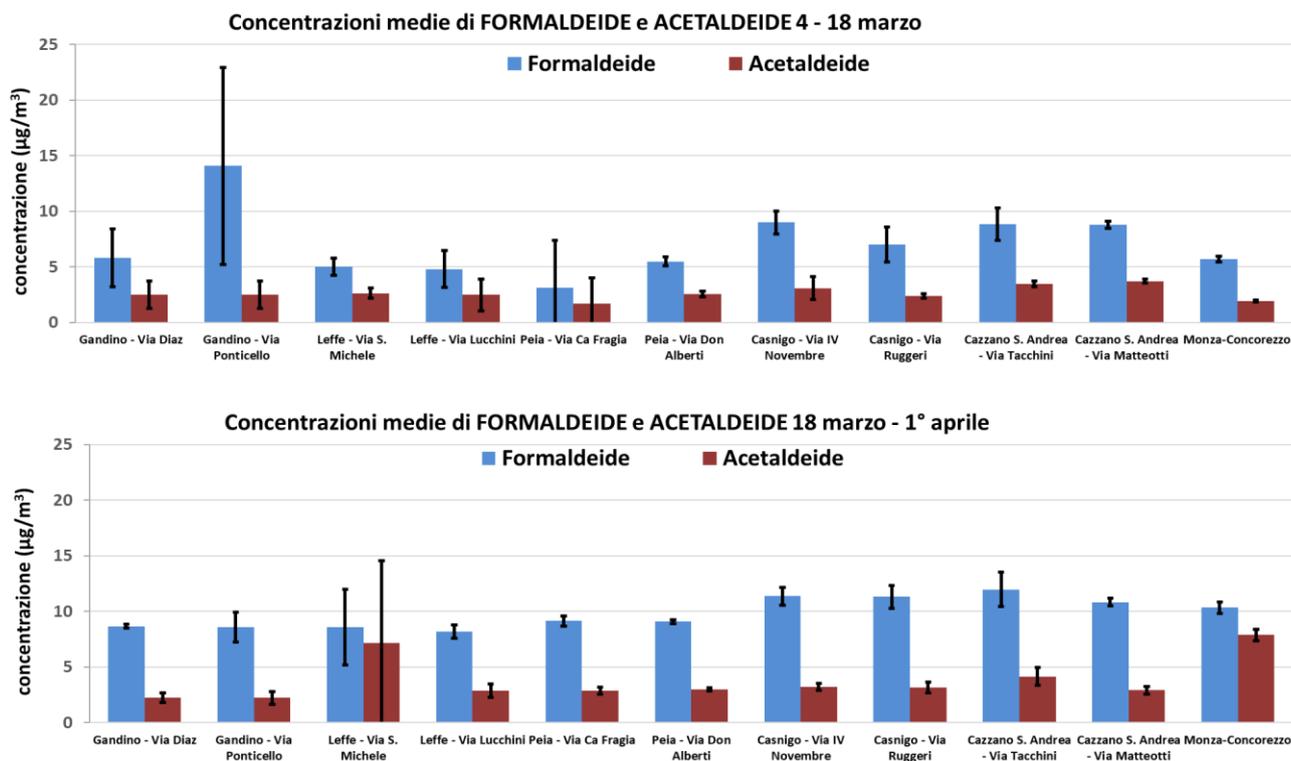


Figura 41 - Concentrazioni di formaldeide e acetaldeide in Val Gandino e nell'area Monza-Concorezzo.

Le barre di errore relative ai siti dei campionatori passivi della Val Gandino esprimono l'errore associato alla media dovuto alla differenza di concentrazione tra le coppie di fiale esposte in parallelo mentre quelle relative al territorio Monza-Concorezzo rappresentano la deviazione standard della media di tutti i siti dell'area in questione. Inoltre, il secondo periodo dei dati di Monza-Concorezzo è riferito al periodo 18 – 26 marzo 2020.

Ammoniaca

Le sorgenti principali di NH₃ comprendono attività agricole (allevamenti zootecnici e fertilizzanti) e, in misura minore, trasporti stradali, smaltimento dei rifiuti, combustione della legna e combustione di combustibili fossili. In particolare, nella Val Gandino, come si può vedere in Figura 42, le stime dell'inventario regionale attribuiscono alle attività agricole il 92% delle emissioni di ammoniaca sul totale annuo.

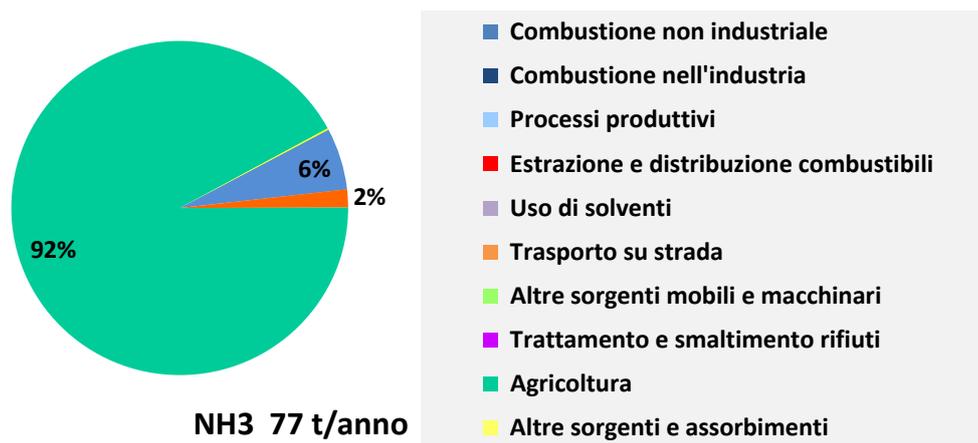


Figura 42 - Ripartizione delle emissioni di NH₃ nel territorio della Val Gandino.

Osservando il grafico in Figura 43 si evince che, fatta eccezione per il sito di Leffe-via Lucchini che presenta un valore anomalo, le concentrazioni di NH₃ misurate nei dieci siti della Val Gandino non mostrano ragguardevoli differenze tra loro. L'incertezza elevata presente in alcuni casi dipende da un'elevata discrepanza delle misure tra coppie di fiale.

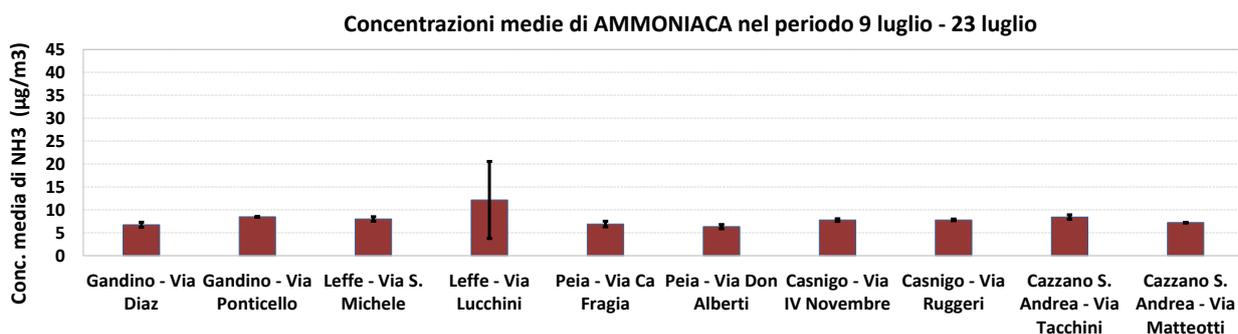
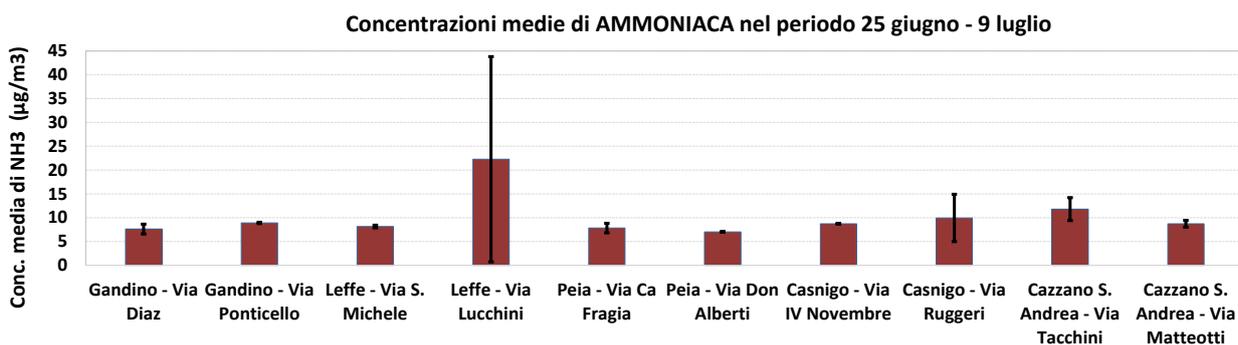
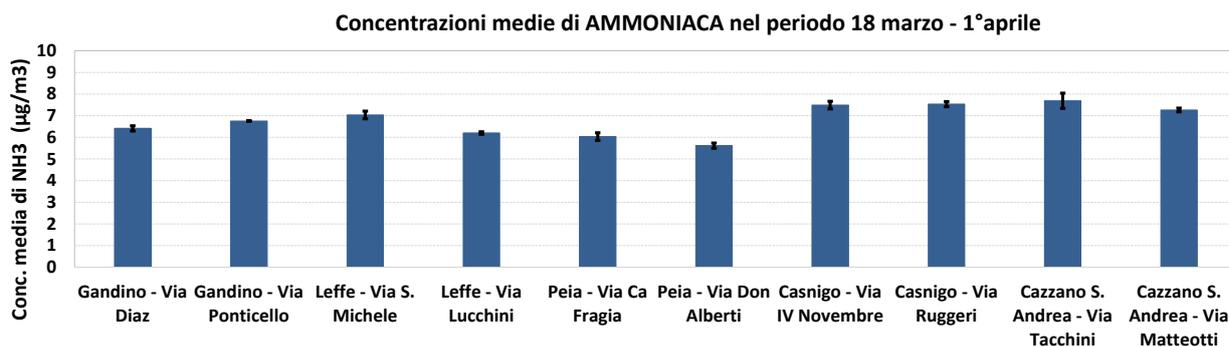
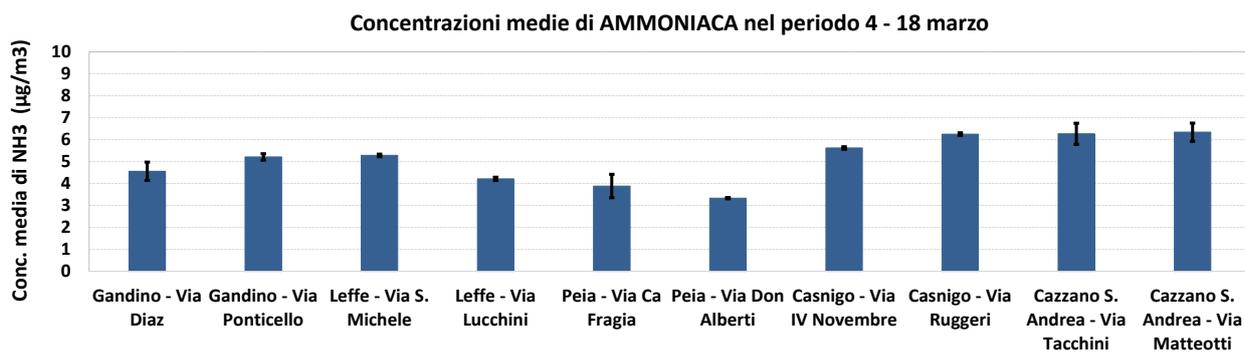


Figura 43 - Concentrazioni medie bi-settimanali di ammoniaca ricavate dai campionatori passivi.

Per caratterizzare ulteriormente da un punto di vista quantitativo i dati misurati in Val Gandino, torna utile un confronto con alcune stazioni della RRQA. In Figura 44 vengono riportate sia la concentrazione media di tutti i dieci siti della Val Gandino con la deviazione standard della media, calcolata sulle dieci medie, visualizzata dalle relative barre di errore, sia le concentrazioni medie di alcune stazioni della RRQ con la

deviazione standard della media calcolata sull'intervallo temporale bisettimanale dei dati giornalieri di ogni stazione anch'essa espressa dalle barre di errore.

Le stazioni prese in esame sono rappresentative delle concentrazioni di ammoniaca che mediamente si hanno sul territorio lombardo. Si osservano differenze significative tra i valori della campagna di monitoraggio con quelli delle stazioni della RRQA solo con le misure di Bertonico e Cremona, dove l'attività agricola, sorgente quasi esclusiva di NH_3 , ha un impatto notevole.

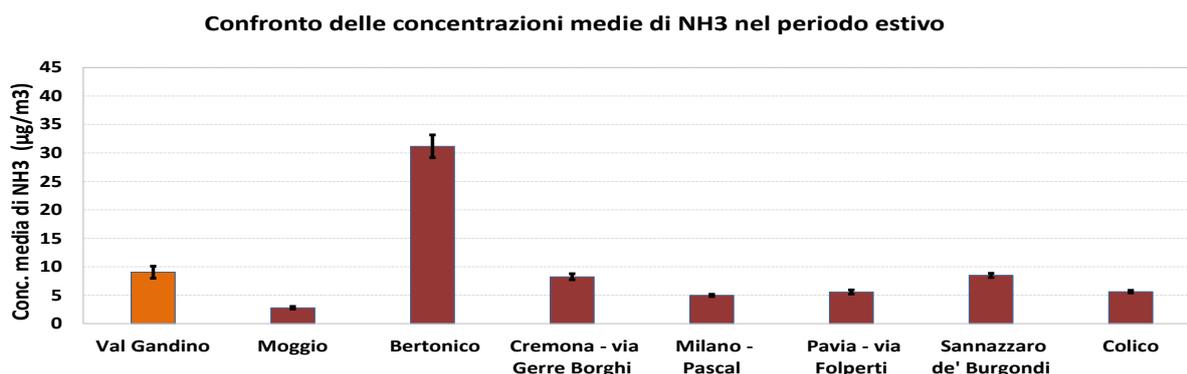
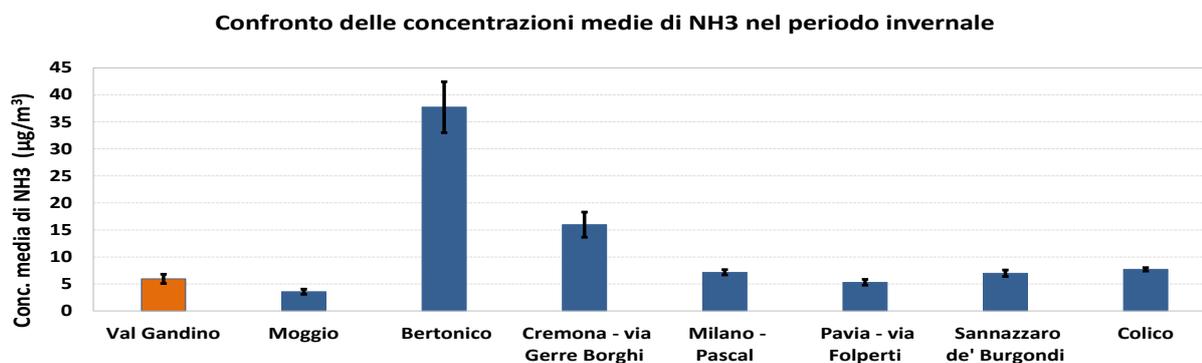


Figura 44 - Concentrazioni di ammoniaca sui due periodi della campagna dei campionatori passivi posizionati nei dieci siti della Val Gandino a confronto con alcune stazioni della RRQA.

Biossido d'azoto

In Figura 45, sono riportate per ciascun sito le concentrazioni bisettimanali di NO_2 ricavate come media della coppia di fiale esposte, con la relativa deviazione standard indice della loro variabilità visualizzata dalle barre di errore, a confronto con le concentrazioni misurate dall'analizzatore presente nel laboratorio mobile con la relativa deviazione standard della media sui dati giornalieri di ciascun periodo.

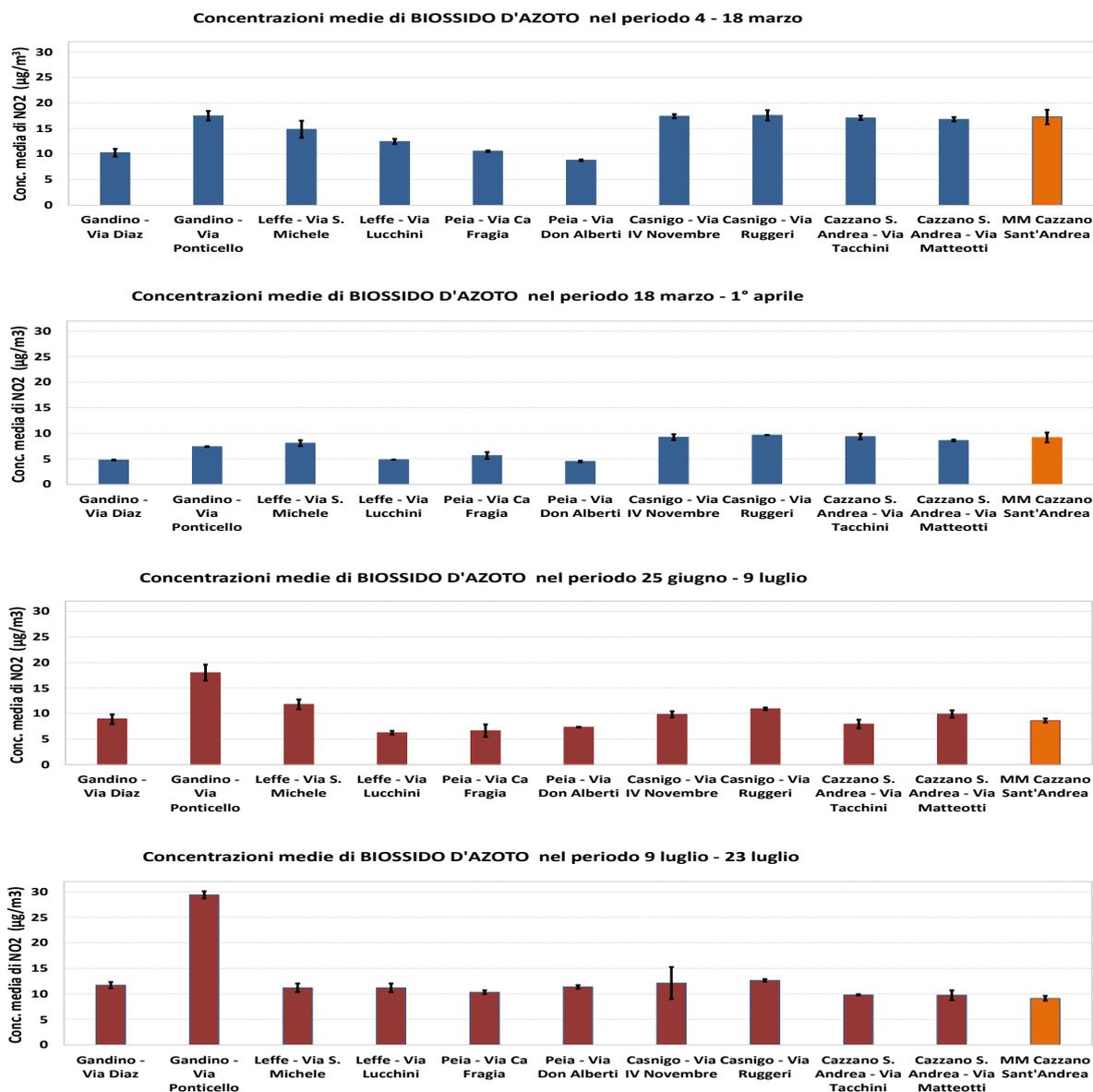


Figura 45 - Concentrazioni medie bisettimanali di NO₂ ricavate dai campionatori passivi e dall'analizzatore del mezzo mobile indicato nel grafico con il nome MM Cazzano Sant'Andrea.

Dai dati riportati nei grafici si evince innanzitutto che le concentrazioni di NO₂ misurate nei dieci siti della Val Gandino non mostrano ragguardevoli differenze. Solamente nel primo periodo estivo, ed in maniera più accentuata nel secondo periodo estivo, il sito di Gandino via Ponticello si distingue mostrando valori più elevati. La caratteristica del biossido di azoto è di essere un inquinante di natura sia primaria che secondaria². La parte secondaria presenta grandi proprietà diffusive in atmosfera pertanto riesce a distribuirsi in maniera piuttosto omogenea su tutto il territorio, mentre la componente primaria è più strettamente legata alle

² Gli inquinanti dispersi in atmosfera possono essere divisi schematicamente in due gruppi: primari e secondari. I primi sono emessi direttamente in atmosfera da sorgenti antropogeniche o naturali; i secondi si formano in atmosfera in seguito a reazioni chimiche che coinvolgono altre specie, primarie o secondarie.

caratteristiche del sito; essendo il sito di Gandino via Ponticello all'interno di un parcheggio è possibile attribuire le maggiori concentrazioni di NO₂ alla movimentazione di autoveicoli.

Invece in Figura 46, si sono confrontate le misure eseguite con le concentrazioni medie relative agli interi periodi invernale ed estivo delle stazioni fisse della rete regionale e della sola provincia di Bergamo, mostrando come i valori assoluti di concentrazioni in Val Gandino risultano minori sia di quelle della provincia bergamasca sia dell'intera regione. Ciò è in linea anche quanto mostrato precedentemente nel paragrafo relativo alle misure orarie del biossido d'azoto: si rileva l'assenza di criticità sul territorio della Val Gandino rispetto a questo inquinante.

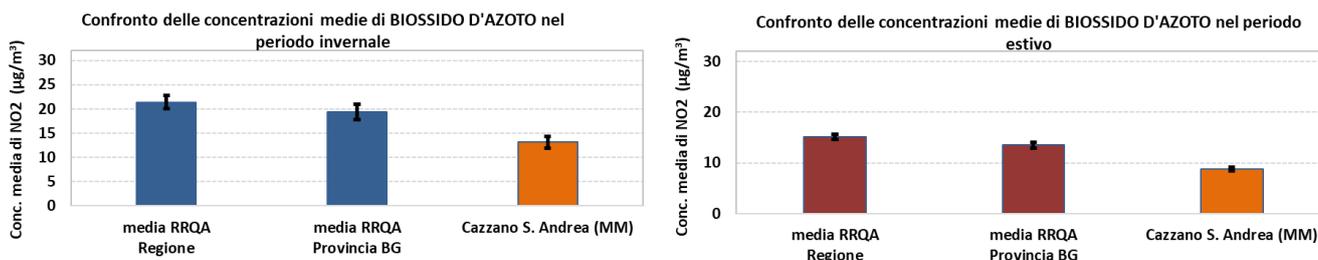


Figura 46 - Concentrazioni di NO₂ sui due periodi della campagna dei campionatori passivi posizionati nel sito di Cazzano Sant'Andrea in via A. Tacchini a confronto con Regione Lombardia e Provincia Bergamasca. Le barre di errore esprimono l'incertezza del dato ottenuta dal calcolo della deviazione standard della media dei dati medi giornalieri relativi agli analizzatori automatici di cabina.

Benzene e BTEX in genere

Di tutti gli idrocarburi ciclici misurati, il benzene è l'unico che prevede un valore limite secondo normativa, pertanto, nel presente documento verrà prestata particolare attenzione ad esso rispetto agli altri BTEX, che ricordiamo essere acronimo di benzene, toluene, etilbenzene e xileni.

In Figura 47, sono riportate per ciascun sito le concentrazioni bisettimanali di benzene ricavate come media della coppia di fiale esposte, con la relativa deviazione standard indice della loro variabilità e, per confronto, anche le concentrazioni misurate dall'analizzatore presente nel laboratorio mobile con la relativa deviazione standard della media sui dati giornalieri, visibili nella parte destra del grafico con una differente colorazione.

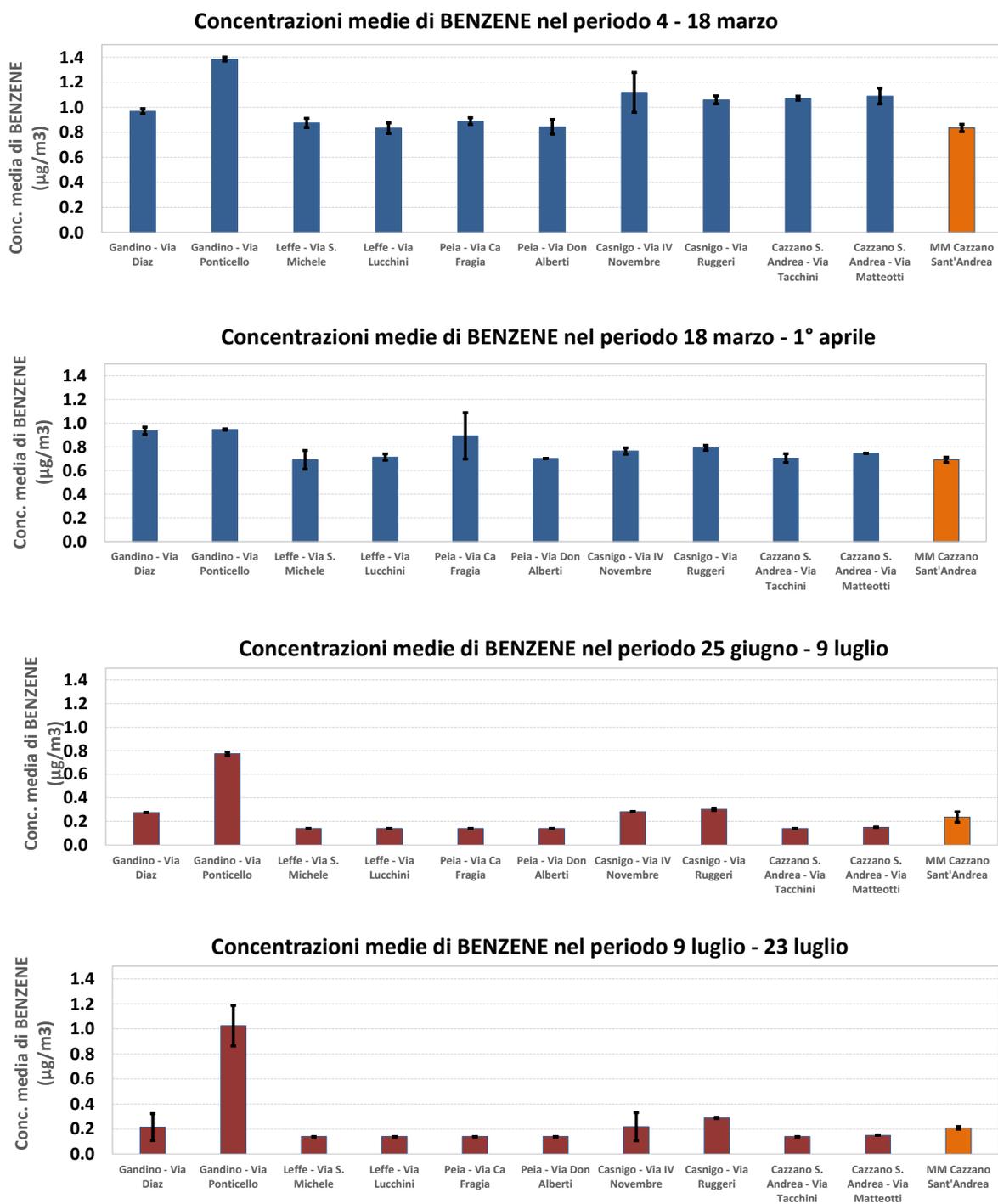


Figura 47 - Concentrazioni medie bisettimanali di benzene ricavate dai campionatori passivi e dall'analizzatore del mezzo mobile indicato nel grafico con il nome MM Cazzano Sant'Andrea.

Per quanto riguarda tutti gli altri inquinanti monitorati, toluene, mp-xilene, etilbenzene e o-xilene, le concentrazioni sono risultate inferiori al limite di rilevabilità strumentale. Solo in alcuni siti e alcuni periodi della campagna sono presenti valori apprezzabili di toluene, che quindi sono stati inseriti nel grafico successivo affiancati ai dati di benzene.

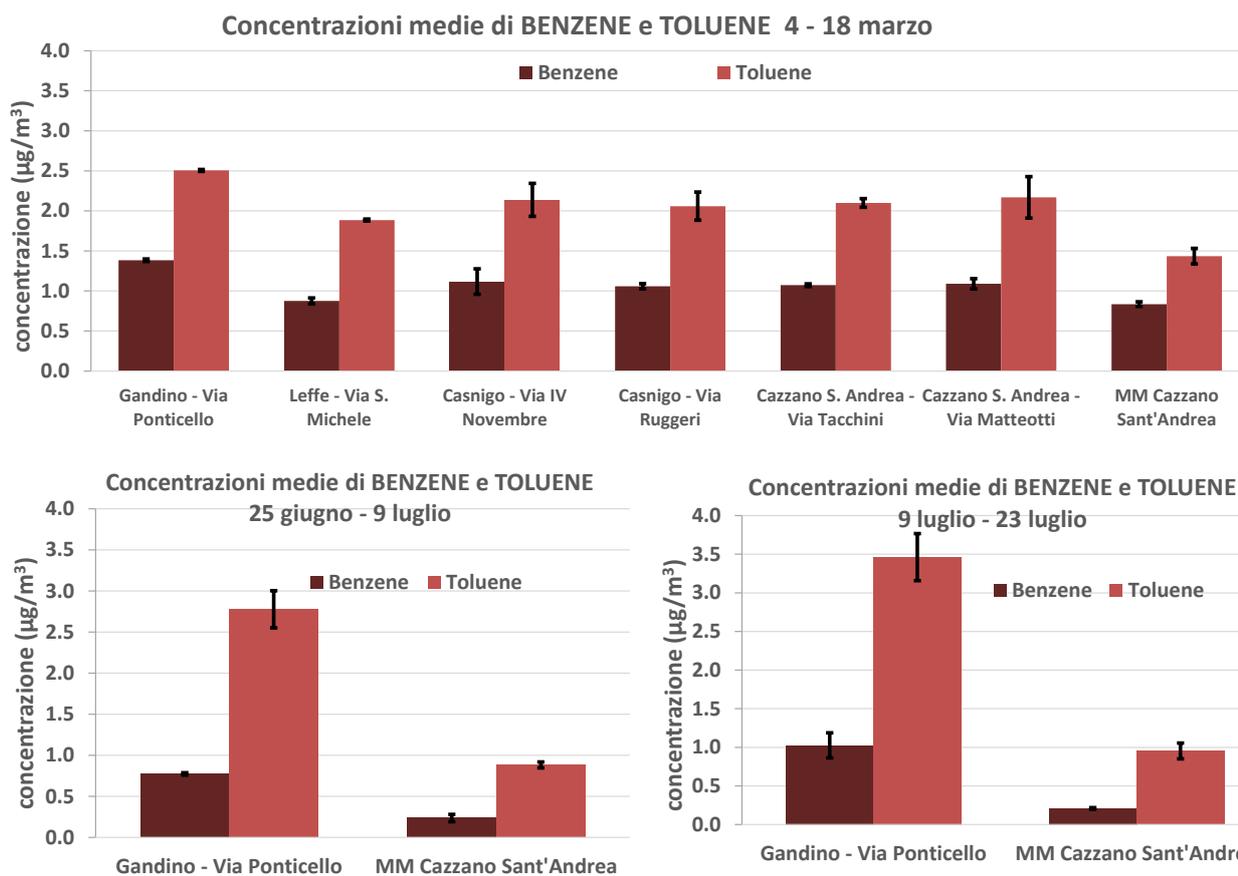


Figura 48 - Concentrazioni medie bi-settimanali di benzene ricavate dai campionatori passivi e dall'analizzatore del mezzo mobile indicato nel grafico con il nome MM Cazzano Sant'Andrea.

Le concentrazioni di benzene e di toluene misurate nei diversi siti sono risultate molto simili, con differenze spesso non significative. Il rapporto toluene/benzene può darci delle informazioni sulle loro sorgenti emissive. Il toluene è presente in maggior quantità nelle benzine rispetto al benzene, pertanto il rapporto tipico in aria risultante dal traffico veicolare è di circa 3:1. Una netta variazione di tale valore può essere dovuta alla presenza di sorgenti diverse, come l'uso del toluene come solvente nelle vernici. In questo caso specifico, il rapporto toluene/benzene è numericamente vicino a 3, pertanto si suppone che questi inquinanti abbiano origine prevalentemente dalle emissioni del traffico veicolare.

Osservando ancora il primo grafico è possibile notare che l'unico sito in cui i valori di benzene si differenziano leggermente è quello di Gandino – via Ponticello; tuttavia, le stesse considerazioni fatte a proposito del biossido d'azoto valgono anche in questo caso: alla presenza del parcheggio è possibile attribuire le maggiori concentrazioni di benzene e toluene, trovate in rapporto 3:1, per cui da traffico veicolare.

In Figura 49 viene mostrato un confronto con tre stazioni della rete di monitoraggio della provincia bergamasca, in cui sono presenti degli analizzatori di BTX. Si può osservare come i valori assoluti di concentrazioni di benzene in Val Gandino sono di poco superiori nel periodo invernale e inferiori in quello estivo, comunque tali da non evidenziare differenze significative.

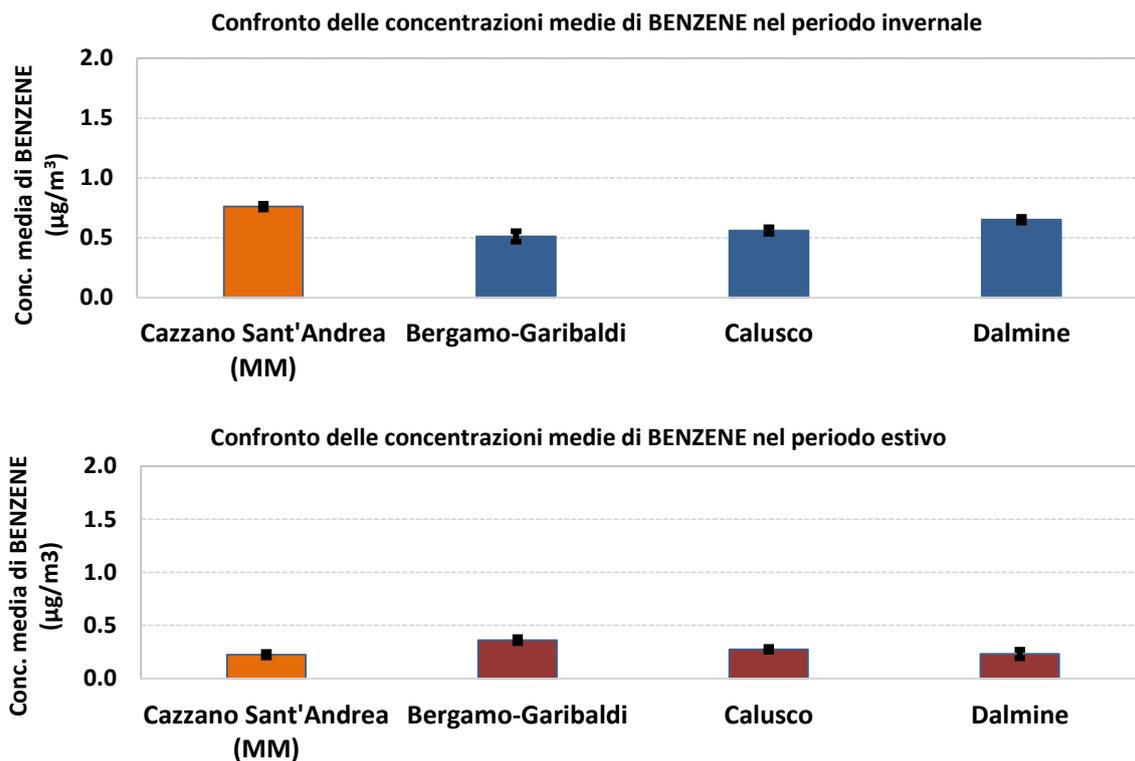


Figura 49 - Confronto delle concentrazioni di benzene sui due periodi della campagna dell'analizzatore nel laboratorio mobile a Cazzano Sant'Andrea con alcune stazioni della RRQA.

Il particolato atmosferico aerodisperso

È costituito da una miscela di particelle allo stato solido o liquido, esclusa l'acqua, presenti in sospensione nell'aria per tempi sufficientemente lunghi da subire fenomeni di diffusione e trasporto. Tali particelle possono avere diverse caratteristiche chimico-fisiche e diverse dimensioni. Esse possono essere di origine primaria o secondaria. Le principali sorgenti naturali sono l'erosione e il successivo risollevarsi di polvere del suolo, gli incendi, i pollini, lo spray marino e le eruzioni vulcaniche; le sorgenti antropiche si possono ricondurre principalmente a processi di combustione (traffico autoveicolare, uso di combustibili, emissioni industriali); non vanno tuttavia trascurati i fenomeni di risospensione causati dalla circolazione dei veicoli, le attività di cantiere e alcune attività agricole.

Rispetto ai siti presi a riferimento, le concentrazioni giornaliere misurate a Cazzano Sant'Andrea appaiono in entrambi i periodi della campagna sistematicamente inferiori alla mediana e spesso al di sotto del 25° percentile calcolato su tutta la rete configurandosi, pertanto, tra le più basse rilevate in Regione (Figura 50).

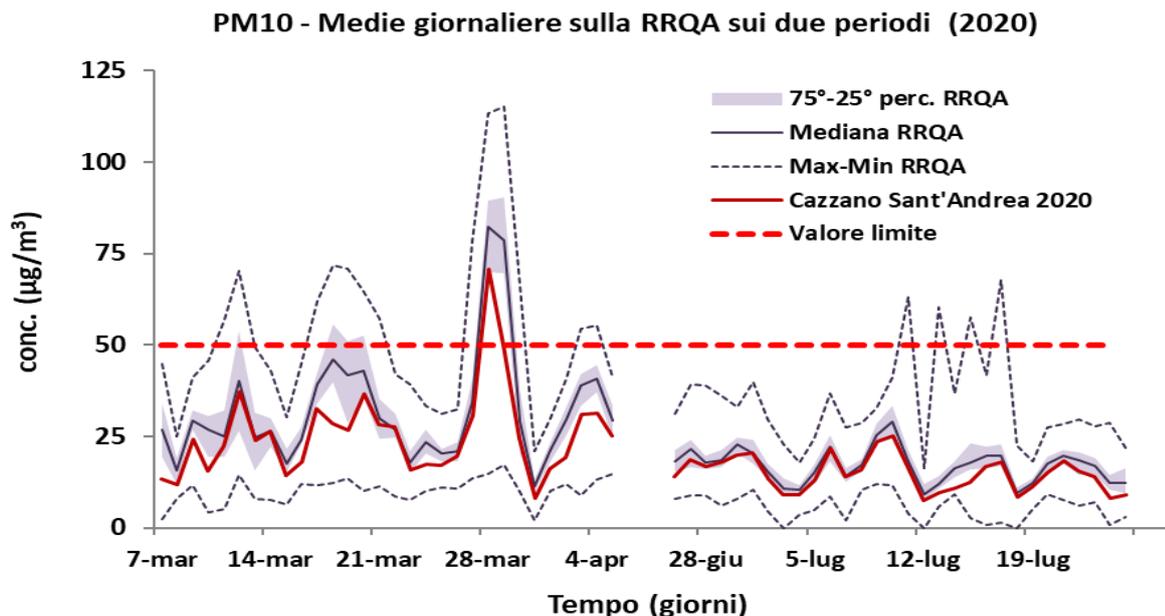


Figura 50 - Andamento delle concentrazioni medie giornaliere di PM10 misurate dal laboratorio mobile presso Cazzano Sant'Andrea a confronto con la RRQA della Lombardia.

Durante il primo periodo di misura, il limite giornaliero fissato a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato superato solo il 28 marzo in relazione alla presenza in atmosfera di correnti provenienti dai settori orientali, che hanno favorito il trasporto del particolato dalle aree d'origine (Deserto dei Gobi) determinando un incremento della frazione più grossolana in tutta la Pianura Padana. A livello regionale ciò è comprovato anche da un più limitato aumento delle concentrazioni di PM2.5, tanto da determinare una variazione significativa del rapporto PM2.5/PM10 ad indicare l'aumento preponderante delle particelle di maggiori dimensioni nel particolato atmosferico, in questo caso, di origine desertica e sabbiosa.

Durante il secondo periodo di campionamento non vi sono stati superamenti del limite.

Data l'assenza nel comune in studio e nella vallata di una stazione fissa per il rilevamento del particolato atmosferico, volendo individuare delle stazioni a cui riferirsi per la valutazione dell'inquinamento da PM10, è stata effettuata l'analisi a cluster tra tutte le stazioni del PdV con rendimento del 100% nell'intero periodo di campagna utilizzando come indice di similarità R^2 il quale prende in esame in particolare la correlazione tra gli andamenti dei valori assoluti delle concentrazioni dei diversi siti giorno per giorno.

Oltre a rilevare buona correlazione tra i dati a scala regionale, il grafico di figura 51 mostra in particolare un'ottima similarità tra le concentrazioni rilevate a Cazzano S. Andrea e quelle delle stazioni Bergamo Meucci, Calusco d'Adda ed Osio Sotto, siti della stessa provincia.

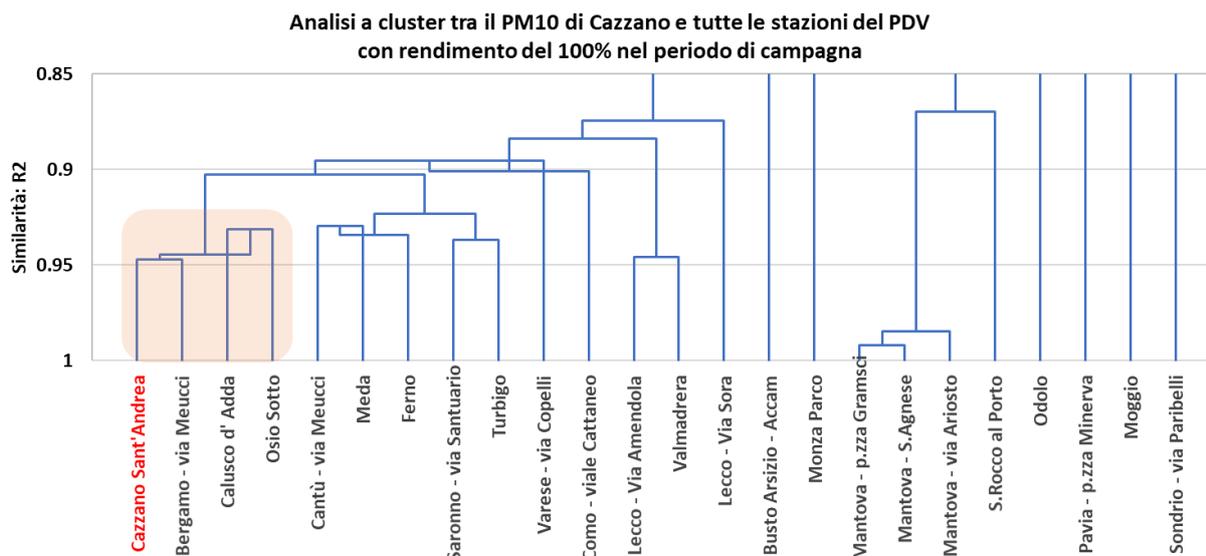


Figura 51 - Dendrogramma tra le concentrazioni di PM10 delle stazioni con rendimento del 100%.

In effetti, estrapolando dalle stazioni del PdV quelle sopracitate, dal grafico di Figura 52 si nota che, mentre nel periodo estivo, come atteso, vi è una maggiore omogeneità nelle concentrazioni medie giornaliere, nella prima fase di campagna vi è stata una maggiore variabilità del dato tra le stazioni considerate maggiormente riscontrabile nel picco del 28 marzo.

Considerando l'intero periodo di campionamento, anche in relazione alle statistiche essenziali riportate in Tabella 8, si rileva che i valori di Cazzano, ad esclusione di particolari fenomeni di inquinamento, sono maggiormente confrontabili con quelli delle stazioni di Bergamo Meucci e Calusco d'Adda.

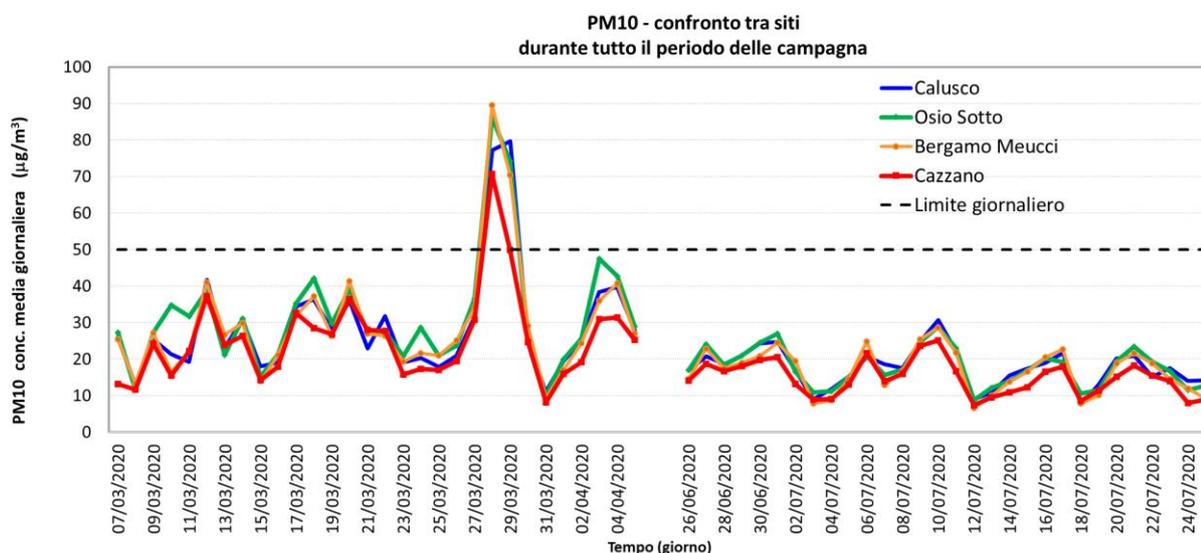


Figura 52 - Confronto delle concentrazioni medie giornaliere di PM10 nel periodo di campagna.

Tabella 8 - Statistiche essenziali relative al PM10 su tutto il periodo di monitoraggio.

	Cazzano Suburbana/industriale	Bergamo Meucci Suburbana/Fondo	Calusco Suburbana/Ind-Fondo	Osio Sotto Suburbana/Fondo
PM10 media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	20	23	23	25
dev.st.della media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.4	1.8	1.7	1.8
max conc. giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	71	90	80	86
rendimento (%)	100%	100%	100%	100%

Poiché la normativa (D. Lgs. 155/10) prevede per il PM10 il limite sulla media annuale pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla media giornaliera da non superare più di 35 volte all'anno, è stata calcolata una stima del rispetto di questi due limiti di legge (cfr. Tabella 2).

Rapportando per i 58 siti della RRQA della regione Lombardia³ il valore della concentrazione media annuale di PM10, riferita al 2019, alla concentrazione media calcolata sui giorni di campagna a Cazzano Sant'Andrea, è stata costruita la retta di interpolazione di Figura 53. Poiché la probabilità che le 58 coppie di dati possano produrre casualmente un valore di R^2 maggiore o uguale al valore ottenuto (0.86) è inferiore allo 0.05%, allora la correlazione lineare trovata è altamente significativa. Ciò ha permesso di stimare la concentrazione media annuale del PM10 a Cazzano Sant'Andrea pari a $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con associato un errore di $2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ che assicura la certezza di non aver superato il limite annuale nel 2019.

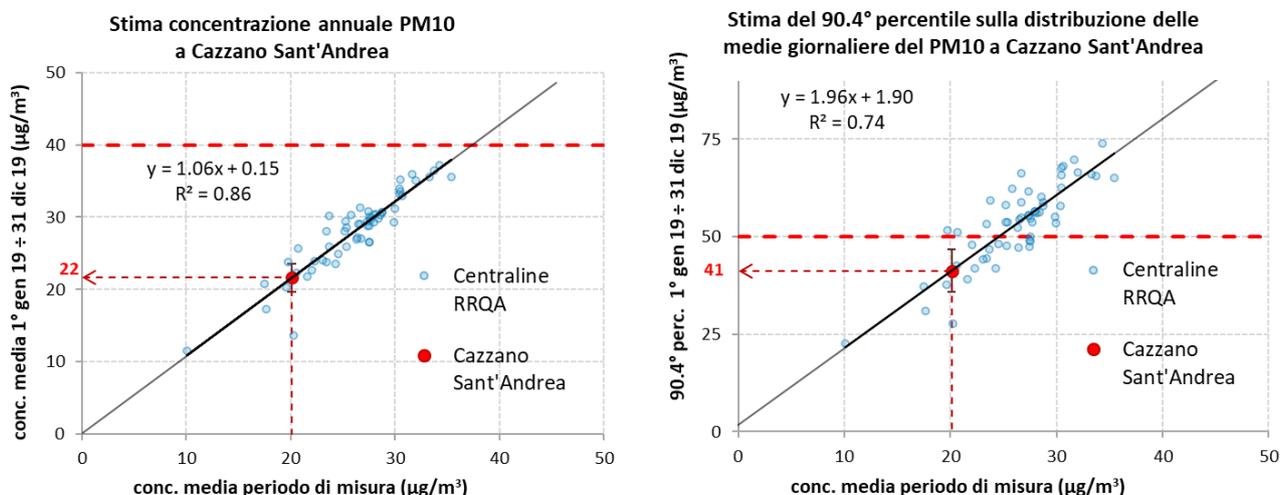


Figura 53 - Verifica del rispetto dei limiti del PM10 nel 2019 a Cazzano Sant'Andrea.

In base alla normativa, se le misurazioni discontinue sono utilizzate per valutare il rispetto del numero di giorni di superamento del valore limite del PM10, occorre valutare il 90.4° percentile (che deve essere inferiore o uguale a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), anziché il numero di superamenti, il quale è fortemente influenzato dalla copertura dei dati. Pertanto, per fornire una previsione del numero di superamenti del valore limite

³ Per la stima della media annuale e del numero di superamenti del valore limite giornaliero a Cazzano Sant'Andrea è stato richiesto, per ciascun sito della RRQA, almeno il 90% di dati disponibili sul periodo di misura della campagna.

giornaliero è stato valutato il valore del 90.4° percentile, corrispondente al 36-esimo valore più elevato della concentrazione media giornaliera di PM10. Tale valore, confrontato con il limite di 50 µg/m³, evidenzia il rispetto o meno del numero di superamenti su base annua. Quindi, rapportando per 58 siti della RRQA della regione Lombardia il valore del 90.4° percentile della distribuzione delle concentrazioni medie giornaliere di PM10, riferita al periodo che va dal 1° gennaio al 31 dicembre 2019, alla concentrazione media calcolata sui giorni relativi alla campagna di misura effettuata a Cazzano Sant'Andrea, è stata costruita la retta di interpolazione di Figura 53.

Ciò ha permesso di stimare il 90.4° percentile per il sito in studio che è risultato pari a 41.3 µg/m³ con associato un errore di 5.4 µg/m³, che equivale ha una probabilità di circa il 95% di non aver superato per più di 35 giorni il limite dei 50 µg/m³.

Le sorgenti del particolato

Dato che lo scopo della campagna è quello di approfondire eventuali criticità della qualità dell'aria presumibilmente legate alla presenza sul territorio di diverse realtà industriali è stata fatta la speciazione sul particolato aero disperso. Per avere una prima indicazione di quali possano essere le sue sorgenti, è possibile utilizzare l'inventario delle emissioni INEMAR, che, come già ribadito, non può essere utilizzato come un puro e unico indicatore della qualità dell'aria di una specifica zona.

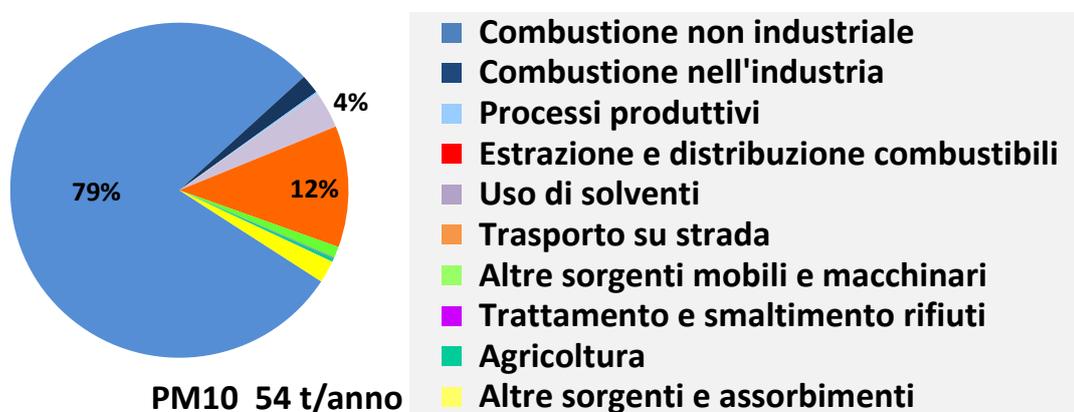


Figura 54 - Ripartizione delle emissioni di PM10 nel territorio della Val Gandino.

Commentando nel dettaglio la stima delle percentuali di influenza dei diversi macrosettori alle emissioni di PM10, dalla Figura 54 si rileva come nella Val Gandino la maggior parte delle emissioni di particolato siano attribuite al macrosettore Combustione non industriale, in particolare al riscaldamento domestico (79%) effettuato tramite combustione di biomassa nelle stufe e nei camini; invece, il trasporto su strada, legato soprattutto all'usura degli pneumatici e delle parti metalliche degli automezzi influisca per il 12% del totale del carico emissivo. Solo il 4% delle emissioni è legato all'uso di solventi. Minori contributi si stima che siano dovuti ai diversi processi produttivi presenti sul territorio considerato, alle combustioni industriali e ad altre sorgenti ed assorbimenti.

Per individuare le possibili sorgenti del particolato attraverso misurazioni ambientali e potersi confrontare poi con quanto stimato in INEMAR, i campioni utilizzati per la determinazione della concentrazione di massa del PM10 a Cazzano S. Andrea sono stati sottoposti ad analisi specifiche (già descritte nel paragrafo *Misure e Strumentazione*) per consentire di individuare l'importanza di eventuali sorgenti locali rispetto alle altre sorgenti diffuse sul territorio.

In tabella 9 vengono riportate alcune statistiche essenziali degli elementi con $Z > 11$ evidenziando quelli le cui concentrazioni sono state minori del proprio limite di rilevabilità strumentale (di seguito lmr) in più del 60% dei giorni di campionamento.

Tabella 9. Statistiche essenziali degli elementi con indicazione del numero dei dati maggiore del limite di rilevabilità.

Val Gandino		Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Pb	Sr
dal 7 marzo al 5 aprile	n.C.	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	% n.C. > l.m.r.	100%	100%	93%	100%	53%	100%	100%	100%	43%	97%	100%	100%	17%	100%	100%	100%	77%	100%	83%
	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.303	0.839	0.006	1.109	<0.003	0.511	0.999	0.026	<0.0005	0.006	0.015	0.424	<0.002	0.006	0.037	0.009	0.002	0.009	0.014
	dev.st. della media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.083	0.208	0.001	0.213	---	0.039	0.278	0.006	---	0.001	0.002	0.068	---	0.001	0.003	0.001	0.000	0.001	0.007
dal 25 giugno al 25 luglio	n.C.	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
	% n.C. > l.m.r.	100%	100%	100%	100%	6%	100%	100%	100%	42%	100%	97%	100%	71%	100%	100%	100%	10%	100%	94%
	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.161	0.451	0.019	0.996	<0.003	0.163	0.593	0.017	<0.0005	0.006	0.009	0.424	0.002	0.012	0.059	0.006	<0.001	0.009	0.002
	dev.st. della media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.016	0.041	0.001	0.082	---	0.009	0.059	0.002	---	0.000	0.001	0.028	0.000	0.001	0.005	0.000	---	0.001	0.000

Dalle statistiche sulle concentrazioni elementari rilevate nel PM10 a Cazzano S. Andrea e riportate in Tabella 9, risulta che vanadio e cloro, a cui si aggiungono nella prima fase di campagna il nichel, e nella fase estiva il rubidio sono stati minori del proprio limite di rilevabilità (lmr) in più del 60% dei giorni di campionamento. Gli elementi risultati frequentemente al di sotto del proprio lmr non verranno utilizzati nelle successive elaborazioni.

Si fa notare che il Pb ed il Ni, gli unici elementi ad essere normati e che INEMAR attribuisce per buona parte al Trasporto, non evidenziano alcuna criticità dato che la loro media resta ben al di sotto di un ordine di grandezza al limite normativo.

Anche se le medie di alcuni elementi di natura tipicamente terrigena Si, K, Ca, Ti, risultano maggiori nel primo periodo della campagna, a Cazzano S. Andrea non vi sono variazioni statisticamente significative tra le medie elementari delle due fasi della campagna; solo fosforo e zinco risultano significativamente maggiori in estate, mentre il potassio nella prima fase, probabilmente poiché legato alla maggior presenza di combustioni.

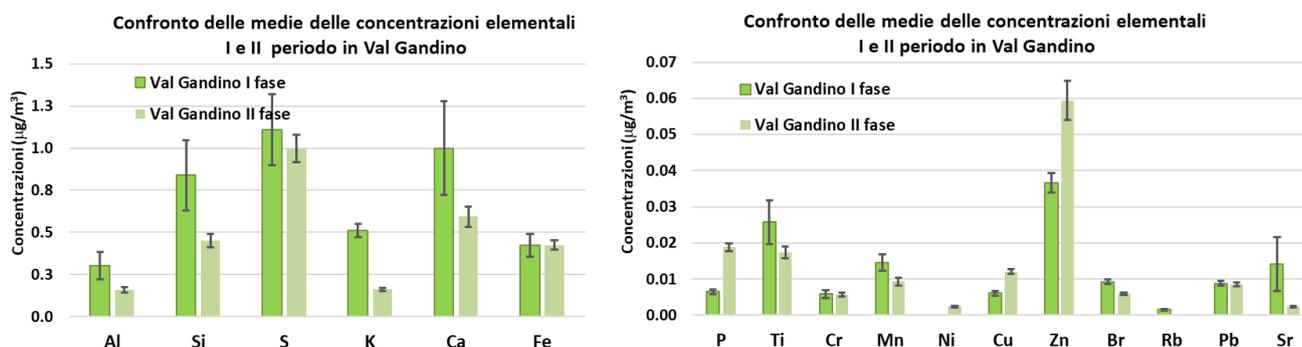


Figura 55 - Confronto tra le medie delle concentrazioni elementari assolute nelle due fasi della campagna.

Avendo disponibilità di dati di altri siti, solo per la prima parte della campagna è stato fatto il confronto con gli elementi rilevati nelle stazioni di Moggio e di Milano Pascal, nelle quali sono state svolte nello stesso periodo le misure degli elementi nel PM10. In questo modo si riescono a confrontare i dati del sito industriale di Cazzano con quelli di un sito di Fondo/Rurale (Moggio) e di Traffico/Urbano (Mi Pascal), entrambi esterni al bacino aerografico considerato.

Considerando sia il PM10 dei tre siti, sia le medie sul periodo di campionamento delle concentrazioni elementali assolute e le deviazioni standard corrispondenti, dalle figure seguenti si nota che le concentrazioni rilevate a Cazzano costituiscono "una via di mezzo" tra quelle della stazione da Traffico e quella di Fondo.

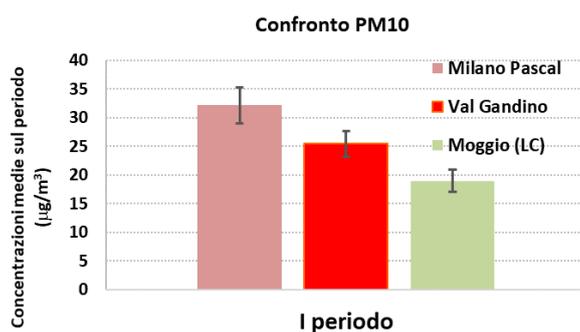


Figura 56 - Confronto tra siti delle medie delle concentrazioni di PM10.

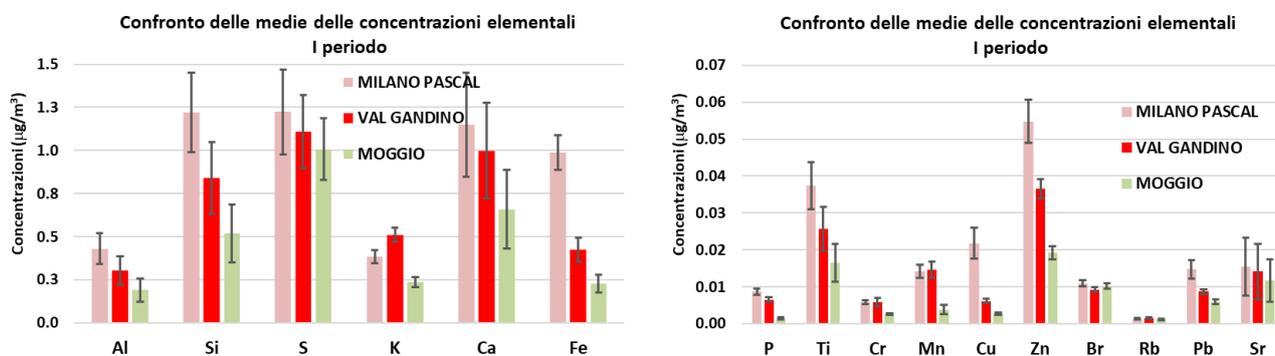


Figura 57 - Confronto delle medie delle concentrazioni elementali assolute nella prima fase della campagna.

Nei tre siti non si rilevano differenze statisticamente significative, fatta eccezione per il Fe, Zn, Cu maggiori a Milano in cui il contributo del trasporto è sicuramente più rilevante. I tre elementi, infatti, sono traccianti dell'usura delle parti meccaniche e dei freni delle auto. Le tabelle con i valori assoluti di concentrazione sono riportate nell'Allegato 3.

Attraverso l'analisi dei fattori di arricchimento (FA) degli elementi, è possibile avere una indicazione circa la possibile natura del particolato. Infatti, gli FA forniscono una indicazione di quanto un elemento in aria, risulti arricchito rispetto alla sua naturale concentrazione nel terreno (per maggiore approfondimento sui FA vedere Allegato 4)

Partendo dalle conoscenze acquisite sul territorio in esame, sulla tipologia di sorgenti e basandosi su lavori precedentemente fatti, si è stabilito un valore di riferimento pari a 4 per la suddivisione tra elementi di origine tipicamente crostale ed elementi antropogenici.

Tabella 10 - Fattori di Arricchimento.

		Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Pb
	I periodo	1	1	106	---	10	3	2	---	23	5	3	---	6	30	2333	4	7
FA	II periodo	1	1	151	---	4	3	2	---	25	4	5	14	16	60	1762	---	8

Dalla Tabella 10 risulta:

- Al, Si, Ca, Ti, Fe e Rb presentano FA prossimi all'unità indicando quindi una chiara origine naturale (o perlomeno crostale).
- I fattori di arricchimento di K, Cr, Mn, Cu, Zn e Pb suggeriscono la presenza di sorgenti di natura mista, sia antropica che naturale.
- Lo zolfo prende parte nella formazione di particolato secondario inorganico, in particolare di solfato d'ammonio, ed è più arricchito nella fase estiva. Ciò spiega concentrazioni maggiori in estate.
- Il Bromo è sicuramente riconducibile alle attività antropiche.

Dato che gli elementi misurati si trovano nel particolato prevalentemente associati all'ossigeno, attraverso il bilancio chimico di massa, cioè trasformando gli elementi rilevati nei loro ossidi preferenziali, si è risaliti alla composizione chimica elementare del particolato e si è ricavato l'andamento giornaliero delle due componenti: frazione minerale e ossidi antropogenici che vengono rappresentate e commentate nella successiva Figura 59 di chiusura di massa giornaliera del particolato. Per maggiore dettaglio sul metodo vedere Allegato 5.

Sui campioni di PM10 raccolti sono stati determinati anche gli ioni Cl^- , SO_4^{2-} , NO_2^- , Br^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , attraverso l'analisi in cromatografia ionica. Per essi non è previsto alcun limite normativo.

Come si evince dalla Tabella 11, in entrambi i periodi solo gli ioni nitrato, solfato, ammonio, calcio e la frazione carboniosa hanno avuto concentrazioni superiori al proprio lmr in più del 60% dei giorni di campionamento; ad essi si aggiunge il potassio solo nella prima fase della campagna probabilmente poiché legato alla presenza di processi di combustione.

Tabella 11 - Statistiche essenziali delle specie rilevate con indicazione del numero dei dati maggiore del lmr.

Val Gandino		Cl^-	NO_2^-	Br^-	NO_3^-	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	OC	EC
dal 7 marzo al 5 aprile	n.C.	29	29	29	29	29	29	0	29	29	29	29	30	30
	% n.C. > l.m.r.	0%	27%	0%	97%	0%	97%	0%	97%	87%	23%	70%	100%	100%
	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.14	<0.07	<0.07	7.76	<0.21	2.614	<0.07	2.18	0.36	<0.13	0.72	6.28	0.76
	dev.st. della media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	---	---	---	0.962	---	0.518	---	0.263	0.024	---	0.221	0.23	0.04
dal 25 giugno al 25 luglio	n.C.	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
	% n.C. > l.m.r.	0%	0%	0%	97%	0%	97%	0%	100%	16%	3%	87%	100%	100%
	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0.14	<0.07	<0.07	0.75	<0.21	1.86	<0.07	0.70	<0.17	<0.13	0.43	3.62	0.32
	dev.st. della media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	---	---	---	0.085	---	0.161	---	0.053	---	---	0.035	0.11	0.01

Nel particolato atmosferico i solfati, nitrati e l'ammonio sono presenti principalmente come solfato d'ammonio e nitrato d'ammonio, i quali si formano in atmosfera a partire dalla reazione dell'ammoniaca, emessa soprattutto da attività agricole e degli allevamenti, con gli ossidi di azoto e di zolfo. Questi ioni si

trovano quindi nelle masse d'aria in movimento, diffondendosi uniformemente sul territorio. Anch'essi vengono riportati nella successiva Figura 59 di chiusura di massa giornaliera del particolato.

Gli altri ioni qui determinati (cloruri, sodio, magnesio, calcio, fosfati), sono considerati nella successiva discussione per la chiusura di massa del particolato sotto forma di componente totale determinata in XRF, quindi come elemento.

Attraverso la tecnica TOT/TOR è stata determinata la componente carboniosa quantificando il carbonio organico (OC) e quello elementare (EC). L'EC è un inquinante primario emesso durante la combustione incompleta di combustibili fossili e di biomasse e può essere emesso da sorgenti naturali e antropiche sotto forma di fuliggine. L'OC è un inquinante in parte primario e in parte secondario. Le principali sorgenti di OC primario sono le combustioni naturali o antropogeniche di biomassa, le combustioni di combustibili fossili (industria, trasporti, etc.) e il materiale biologico. L'OC secondario si può formare in seguito a ossidazione fotochimica di precursori volatili (VOC).

In Figura 58 si riportano le concentrazioni medie giornaliere della frazione carboniosa; anche in questo caso, non è previsto alcun limite normativo.

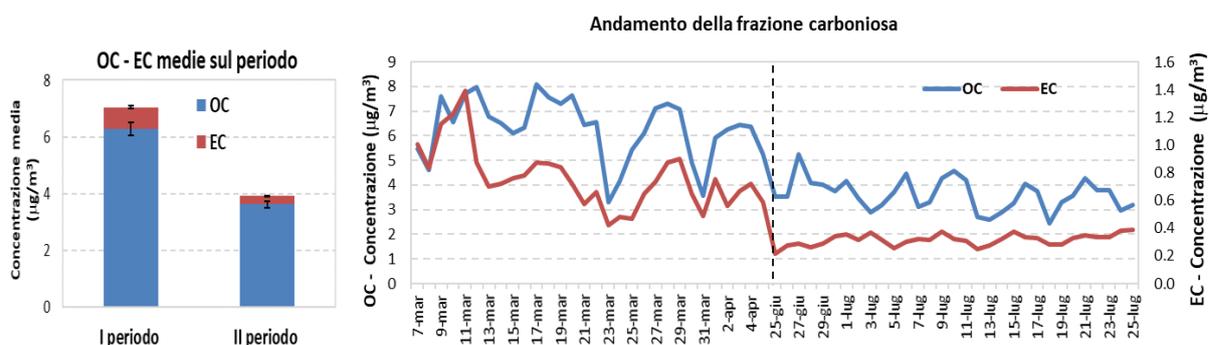


Figura 58 - Concentrazioni medie della componente carboniosa a Cazzano S. Andrea.

Dal grafico si nota come dopo i primi giorni di campagna, dal 12 marzo 2020, in corrispondenza della nuova stretta decisa dal Governo per il contrasto al coronavirus, si assiste ad una variazione tra i livelli delle due frazioni con valori in graduale diminuzione soprattutto di EC, che come detto potrebbe essere legato alla componente da trasporto, ma anche a combustioni industriali. Nel periodo estivo esso assume un valore di fondo mentre l'OC risente della formazione secondaria.

Con l'insieme di tutte le specie determinate analiticamente è stata infine effettuata la ricostruzione della composizione chimica giornaliera del PM10, rappresentata in Figura 59.

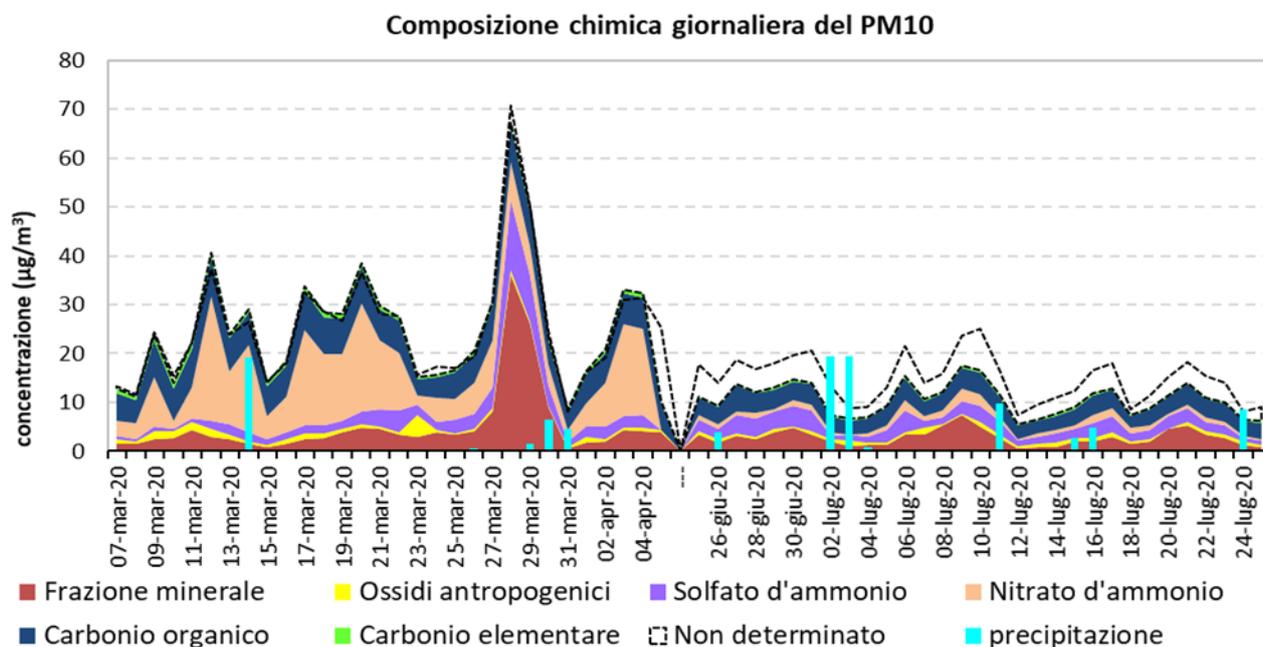


Figura 59 - Andamento giornaliero della composizione chimica del PM10.

In particolare, si fa notare come, fatto salvo il verificarsi di episodi locali, in generale gli andamenti della frazione minerale e degli ossidi antropogenici sono modulati dalle condizioni meteorologiche. Le precipitazioni hanno infatti limitato la risospensione. Entrambe le frazioni non hanno subito significative differenze nei due diversi periodi di campionamento, fatta eccezione per l'episodio di trasporto di sabbie dal deserto avvenuto il 28 marzo in cui si è registrato anche un incremento di solfato d'ammonio.

Come da letteratura, il nitrato d'ammonio è risultato presente in concentrazioni maggiori durante la stagione più fredda, mentre durante la stagione estiva, data la volatilità del composto, le concentrazioni si sono abbassate notevolmente a causa delle elevate temperature; il solfato d'ammonio invece è presente in concentrazioni confrontabili in entrambe le stagioni.

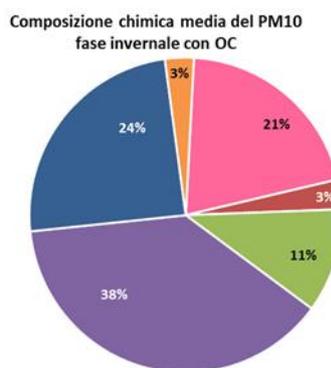
Considerando i contributi percentuali delle diverse specie determinate è possibile ottenere le torte di chiusura di massa del particolato specificandone le classi principali:

- La frazione minerale (cioè ossidi minerali tipici della crosta terrestre)
- Gli ossidi di origine prevalentemente antropica (ossidi tipici delle attività umane)
- La frazione carboniosa (composti a base di carbonio)
- I principali ioni inorganici (solfati, nitrati ed ammonio), presenti nel particolato sotto forma di sali (ammonio solfato ed ammonio nitrato)

Se si tiene conto dell'idrogeno e dell'ossigeno legati al carbonio organico, in letteratura scientifica viene proposto un fattore di conversione da OC a OM medio variabile tra 1.2 e 1.8 in relazione alla stagione ed al sito. Quando prevalgono le emissioni di OM da traffico il fattore tende ad avvicinarsi ad 1.2, viceversa quando prevalgono le emissioni dalle combustioni di biomassa il fattore tende ad avvicinarsi ad 1.8.

Mentre nel periodo invernale la componente organica è ben delineata dall'OC, considerazione che scaturisce dalla chiusura di massa totale relativa a questo periodo, nel periodo estivo, pur considerando un fattore di conversione da OC ad OM medio, quindi di 1.5, la torta non è completa (Figura 60).

concentrazioni medie sul periodo invernale	Val Gandino $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM10	25
Frazione minerale	5.3
Ossidi antropogenici	0.8
Solfato d'ammonio	2.7
Nitrato d'ammonio	9.8
Carbonio Organico	6.3
Carbonio Elementare	0.8



concentrazioni medie sul periodo estivo	Val Gandino $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM10	15
Frazione minerale	2.8
Ossidi antropogenici	0.6
Solfato d'ammonio	2.3
Nitrato d'ammonio	1.0
Materia Organica	5.4
Carbonio Elementare	0.3
Non determinato	2.4

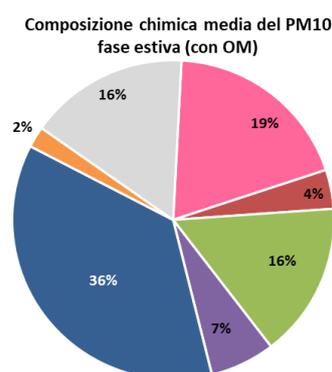


Figura 60 - Composizione del PM10 a Cazzano S. Andrea nelle due fasi della campagna.

In entrambi i periodi, la frazione minerale fornisce un contributo percentuale rilevante e pressoché uguale, alla composizione del PM10. La variazione più significativa nella composizione del particolato nelle due diverse stagioni è essenzialmente legata all'aumento percentuale della componente organica, di natura sia antropica che naturale, nel periodo estivo a scapito del nitrato d'ammonio. Le altre percentuali restano pressoché invariate. La parte di massa non determinata in estate, circa l'16%, è legata alla presenza di altri atomi non rilevati, quali, ad esempio, idrogeno e ossigeno o altri composti inorganici minoritari.

Fin qui, si è avuta evidenza dell'impatto delle diverse sorgenti emissive antropogeniche (industria e trasporto) e naturali (risospensione e formazione del secondario) sulla composizione del particolato.

Per poter verificare anche l'influenza delle combustioni di biomasse sulla formazione del PM10, sono stati determinati gli IPA ed il levoglucosano.

Il B(a)P è l'unico IPA ad essere normato ed è un tracciante non specifico delle combustioni in genere, dato che, e può essere emesso anche da attività produttive varie. Gli IPA si producono anche durante i processi di combustione incompleta di combustibili fossili; la loro determinazione è fondamentale nella valutazione delle combustioni quali, ad esempio, l'emissione degli autoveicoli pesanti.

A causa della loro volatilità e fotodegradabilità, sono minori nel periodo estivo, spesso al di sotto del limite di rilevabilità delle tecniche analitiche previste dalla normativa; ciò si è verificato anche in Val Gandino in cui l'inventario INEMAR attribuisce il 55% del carico emissivo totale di B(a)P alla combustione non industriale e solo il 17% a quella industriale.

Il levoglucosano, invece, è uno zucchero che rappresenta un marker specifico della combustione di biomasse nel PM, perché si forma a seguito della decomposizione termica della cellulosa durante la sua combustione ed è quindi emesso come particolato (Simoneit et al.,1999).

A causa del consumo di legna per il riscaldamento residenziale, le concentrazioni di levoglucosano e dei suoi isomeri (ad esempio mannosano e galattosano) sono in genere alte durante i mesi invernali, mentre generalmente al di sotto dei limiti di rilevabilità strumentale durante i mesi estivi.

In Tabella 12 vengono riportate alcune statistiche essenziali degli IPA evidenziando quelli le cui concentrazioni sono state minori del proprio limite di rilevabilità strumentale in più del 60% dei giorni di campionamento. Come mostrato in Figura 61, le concentrazioni di B(a)P rilevate a Cazzano S. Andrea sono risultate tra le più alte di quelle rilevate nello stesso periodo in tutte le stazioni lombarde del D.lgs. 155/10.

Tabella 12 - Statistiche essenziali degli IPA a Cazzano con indicazione della percentuale di dati maggiore del lmr.

Val Gandino		B(a)P	B(a)A	B(b)F	B(k)F	I(1,2,3,c,d)P	dB(a,h)A
	n.C.	30	30	30	30	30	30
	% n.C.> l.m.r.	100%	33%	100%	93%	100%	7%
dal 7 marzo al 5 aprile	media (ng/m ³)	0.45	< 0.105	0.59	0.23	0.65	< 0.105
	dev.st. della media (ng/m ³)	0.040	---	0.041	0.019	0.052	---
	n.C.	31	31	31	31	31	31
	% n.C.> l.m.r.	0%	0%	0%	0%	0%	0%
dal 25 giugno al 25 luglio	media (ng/m ³)	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105
	dev.st.media (ng/m ³)	---	---	---	---	---	---

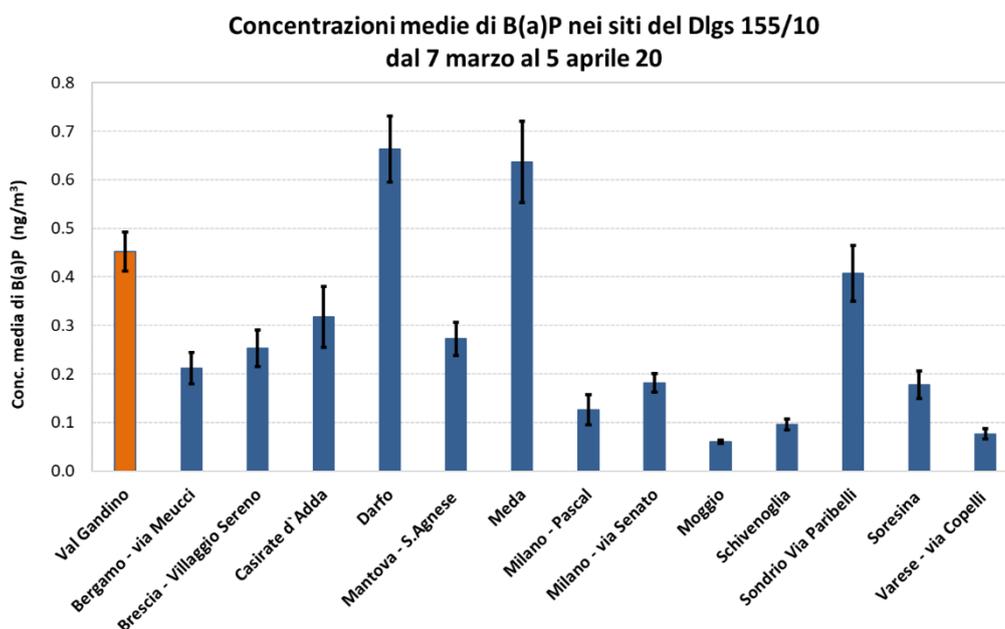


Figura 61 - Confronto tra siti delle concentrazioni di B(a)P.

Calcolando il legame con il levoglucosano, si riesce a discriminare se il B(a)P proviene da combustione da legna o da altro. La correlazione lineare tra le due specie non è risultata molto elevata essendo il coefficiente di determinazione R^2 inferiore a 0.5 ($R^2 = 0.42$). Ciò potrebbe essere dovuto all'introduzione di un'altra sorgente emissiva per il B(a)P che rende la correlazione con il levoglucosano non lineare. Dalla Figura 63,

infatti, si nota comunque un buon accordo tra gli andamenti delle due specie anche se le variazioni non sono tra loro proporzionali.

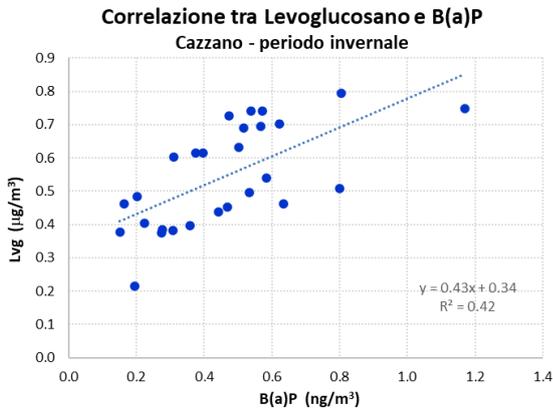


Figura 62 - Correlazione tra B(a)P e Levoglucosano

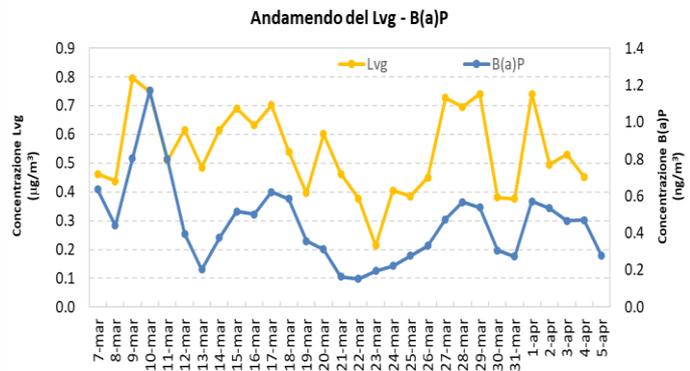


Figura 63 – Andamento del Levoglucosano e del B(a)P.

Allo scopo di individuare dei comportamenti simili tra gli andamenti delle concentrazioni delle diverse specie, che possano far rintracciare possibili sorgenti emissive comuni, è stata fatta l'analisi a cluster tra tutte le specie rilevate utilizzando, per il periodo estivo l'indice di similarità R^2 che indica il grado di intensità del legame lineare tra le concentrazioni, e, per quanto detto prima, per il periodo invernale l'indice tau di Kendall che misura le corrispondenze anche non lineari tra due variabili.

Nell'analisi a cluster tra tutte le specie le cui concentrazioni giornaliere hanno superato il proprio Imr in più del 90% dei giorni di campionamento, trova conferma quanto ipotizzato fin qui circa le possibili fonti emissive del particolato.

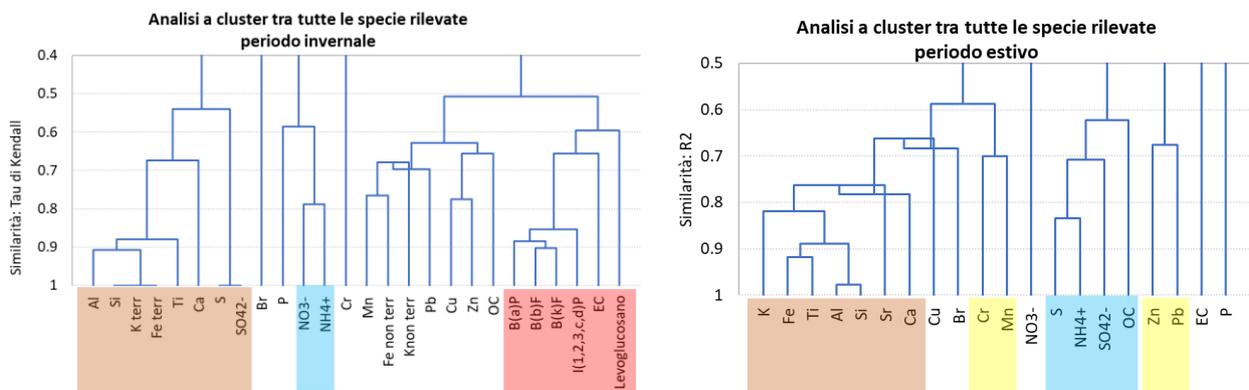


Figura 64 - Analisi a cluster delle medie delle specie rilevate a Cazzano nelle due fasi di campagna di monitoraggio.

Nella fase invernale il risolleciamento del suolo, dovuto al vento o al trasporto, è evidenziato dal cluster specifico per i terrigeni, poiché i suoi componenti ben correlano con il silicio; in questa fase tutto lo zolfo potrebbe essere solfato di calcio e per questo motivo rientra nel cluster. Come atteso, l'utilizzo dell'indice di Kendall fa rilevare le corrispondenze tra l'andamento delle concentrazioni di benzo(a)pirene e di levoglucosano, che pertanto è attribuibile in buona parte alla combustione di biomassa, ma anche ad altri tipi di combustioni (vedi EC) presumibilmente dovuti sia al trasporto che all'industria. La componente del secondario è evidente nell'ottimo legame tra ammonio e nitrato. Vi è poi un gruppo non meglio definito di specie che indicano sorgenti emissive antropiche diverse.

Nella fase estiva la formazione secondaria del particolato è individuata dal cluster che racchiude ammonio, solfati, ed anche carbonio organico, mentre Zn-Pb e Cr-Mn ben correlano tra loro indicando delle specifiche sorgenti emmissive probabilmente di natura industriale. L'EC rimane separato dal resto e potrebbe indicare la componente da trasporto; il nitrato secondario è separato dal resto poiché prossimo ai valori di fondo dato che le temperature estive fanno sì che esso sia prevalentemente in fase gassosa.

Source Apportionment mediante analisi multivariata

Nonostante la campagna prevedesse solamente 60 giorni di campionamento tra estate e inverno, il dataset di speciazione chimica è stato ulteriormente elaborato attraverso l'applicazione di algoritmi di source apportionment. Tali algoritmi a partire dalle concentrazioni di PM10 e delle specie chimiche determinate nel punto recettore (il sito di misura) stimano il numero, la tipologia ed il contributo delle diverse sorgenti di emissione che possono aver determinato la situazione ambientale osservata.

L'equazione fondamentale dell'algoritmo utilizzato si basa sul bilancio di massa per tutte le specie chimiche determinate in modo indipendente le une dalle altre, ovvero si fa l'ipotesi che dalle sorgenti al punto recettore non avvengano trasformazioni chimiche (Hopke, 2003):

$$C_{ij} = \sum_{k=1}^N a_{ik} S_{kj}$$

Dove C_{ij} è la concentrazione della i -esima specie nel j -esimo campione, a_{ik} è la frazione di massa della specie i -esima emessa dalla k -esima sorgente e S_{kj} è il contributo della k -esima sorgente al j -esimo campione.

Sul dataset a disposizione si è applicato il modello a recettore multivariato PMF, nella sua ultima versione (versione PMF5), sviluppato dall'agenzia per la protezione ambientale americana (US-EPA). Il modello è accessibile liberamente dal sito internet dell'EPA <http://www.epa.gov/ttn/scram/receptorindex.htm>.

L'applicazione della PMF ai dati di Val Gandino ha sostanzialmente identificato sette fattori, ai quali sono stati assegnati i seguenti nomi: Traffico, Solfato (organico e inorganico), Combustione di Biomassa, Polvere Crostale (separata tra componente naturale della risospensione di polvere dal suolo e contributo del trasporto di poveri dalla zona del Kazakistan), Nitrato d'Ammonio e Industriale.

Nei grafici di Figura 65 sono rappresentati come istogrammi i profili di ciascun fattore determinato, ovvero la composizione di ciascun fattore in termini di concentrazione assoluta di ciascuna specie, e la varianza della specie (indicatore rosso) spiegata dal fattore stesso. Nei fattori riportati in figura non sono visibili i contributi degli IPA in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ poiché le concentrazioni degli IPA sono di un ordine di grandezza inferiore rispetto a quelle delle altre specie considerate. Per completezza i contributi degli IPA ai profili dei diversi fattori sono riportati in Tabella 13.

Tabella 13 - Concentrazione degli IPA in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nei 7 fattori risolti e nominati Nitrato d'Ammonio, Solfato, Combustione di Biomassa, Polvere crostale (Suolo ed Episodio di Trasporto), Traffico, e Industriale.

	Traffico	Industriale	SSO	Suolo	Episodio	Nitrato	Combustione di Biomassa
$B(a)P$	0.00002	0.00002	---	---	---	---	0.00008
$B(b)F$	0.00002	0.00002	---	---	---	---	0.00011
$B(k)F$	0.00002	0.00002	---	---	---	---	0.00004
$I(1,2,3,c,d)P$	0.00004	0.00004	---	---	---	---	0.00012



Figura 65 - Profili dei 7 fattori risolti dalla PMF; nominati nitrato d'ammonio, solfato, combustione di biomassa, polvere cristallina (suolo ed episodio di trasporto), industriale e traffico.

Il fattore associato al traffico stradale è identificato essenzialmente dai traccianti caratteristici di tale sorgente, ovvero la componente carboniosa, in particolare il carbonio elementare (EC), e gli elementi legati

all'usura dei freni, degli pneumatici e delle parti meccaniche dei mezzi stradali, in particolare Fe, Cu, Br, Cr, Mn e gli IPA (variabilità spiegata del benzo(a)pirene pari a 12% nella frazione legata ai processi di combustione). Il fattore denominato Solfato è composto essenzialmente appunto dal solfato (65% del totale misurato), che porta con sé un contributo importante di OC. La Combustione di Biomassa è identificata dai suoi traccianti principali, ovvero levoglucosano (88% di variabilità spiegata), potassio (40% di variabilità spiegata e IPA (benzo(a)pirene con l'80% della variabilità spiegata). Il Nitrato d'Ammonio è legato principalmente agli ioni nitrato e ammonio (82% di variabilità spiegata per il nitrato e 60% per l'ammonio). Il fattore Polvere Minerale è stato separato in due componenti, una che tiene conto della risospensione locale di polvere dal suolo è rappresentata sostanzialmente dagli elementi terrigeni, in particolare Al, Si e Ti, una seconda componente che tiene conto dell'episodio di trasporto di polvere dalla zona del Kazakistan rappresentata ancora dagli elementi terrigeni ma arricchita di S e Cl. Il fattore risospensione del suolo ed il fattore Episodio di Trasporto condividono alcuni traccianti per cui la risoluzione di queste due componenti può essere più critica.

I 7 fattori identificati ricostruiscono oltre il 99% della massa di PM10 misurata (Figura 66); in particolare, il 13% della massa ricostruita è attribuita al traffico (come somma dei contributi legati ai processi di combustione ed all'usura delle parti meccaniche), il 46% al secondario (di cui 25% solfato e 21% nitrato), il 10% alla combustione di biomassa e l'25% al contributo della polvere crostale ed il 6% al contributo della sorgente industriale.

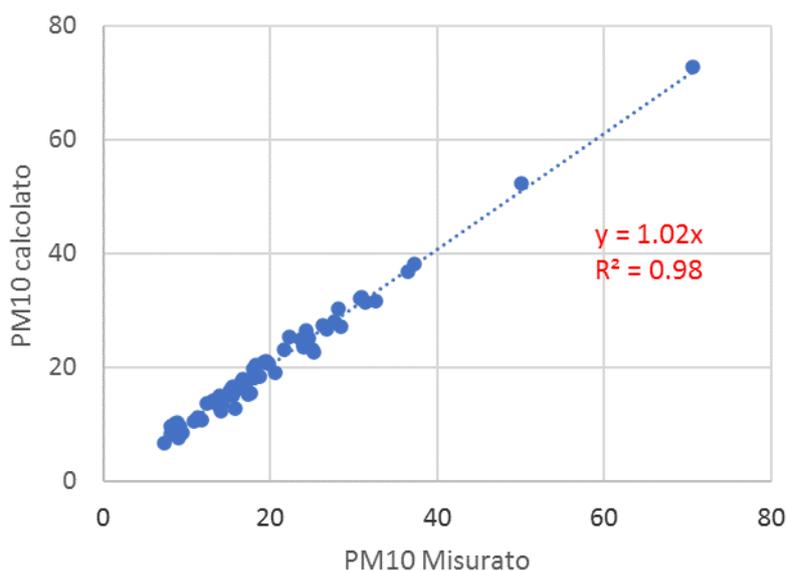


Figura 66 - Correlazione tra PM10 misurato a Val Gandino e PM10 ricostruito dalla PMF.

In Figura 67 sono mostrati i contributi dei diversi fattori alla massa totale del PM10 di Val Gandino, elaborati considerando separatamente le due fasi della campagna ma anche il periodo complessivo

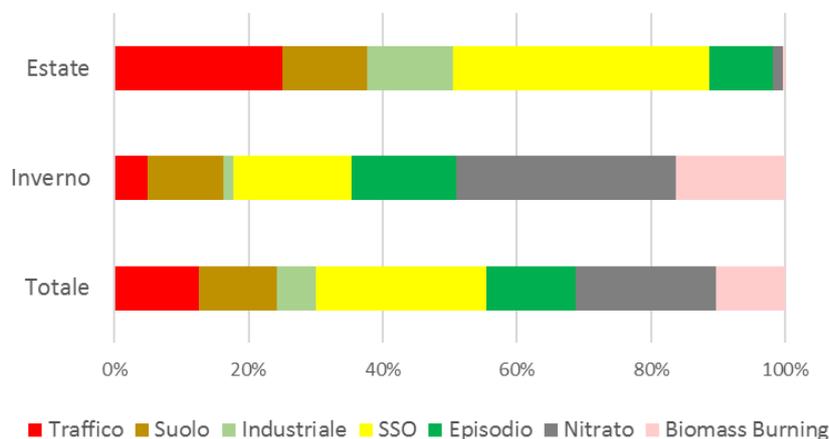


Figura 67 -1 Contributo delle diverse sorgenti al PM10 a Val Gandino su tutto il periodo della campagna e suddivisa tra periodo caldo e periodo freddo.

Per quanto riguarda il confronto tra le chiusure di massa del PM10 realizzate con la PMF e con l'analisi di speciazione chimica occorre tener presente della seguente differenza: nella chiusura attraverso la speciazione chimica il solfato d'ammonio, così come il nitrato d'ammonio, sono trattate come specie uniche, mentre nei fattori ottenuti dalla PMF sono presenti, oltre alla specie principale, altre specie chimiche che vanno a incrementare il contributo percentuale di questo profilo. In particolare, il fattore solfato d'ammonio ottenuto con la PMF risulta arricchito di una componente carboniosa, probabilmente dovuto all'invecchiamento di particelle che si possono essere formate molto lontano dal recettore e successivamente arricchite di altre specie chimiche durante il trasporto dal punto di formazione al recettore.

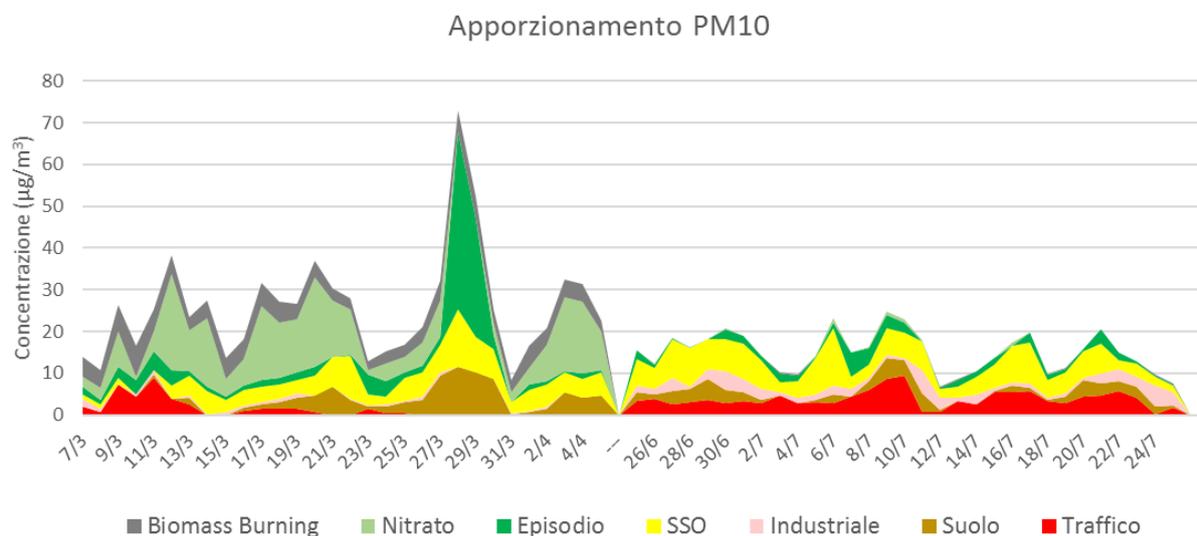


Figura 68 - Andamento giornaliero dei contributi delle diverse sorgenti al PM10 di Val Gandino.

In Figura 68 sono riportati gli andamenti giornalieri dei contributi dei diversi fattori. Nel grafico si può osservare l'importanza della formazione di particolato secondario nei periodi di maggiore accumulo invernale che rappresenta, in media il 51% della massa del PM10. Anche il contributo della combustione di biomassa

mostra un forte andamento stagionale, con valori importanti durante la stagione invernale. Nella stagione fredda questa sorgente contribuisce in media al 16% della massa totale del PM10.

Si può notare, inoltre, una evidente diminuzione del contributo della sorgente traffico nella prima fase della campagna dovuta probabilmente al periodo di lockdown.

Ciò è concorde con quanto è stato rilevato a Milano via Pascal, il sito di fondo urbano della città metropolitana ove la speciazione chimica viene effettuata tutti i giorni. Come si osserva dalle figure successive, nel periodo tra marzo e aprile 2020, i contributi degli ossidi antropogenici, ma soprattutto di alcuni principali traccianti della componente traffico (EC, Cu, Zn) si sono attestati intorno o al di sotto del 25° percentile delle medie degli ultimi anni.

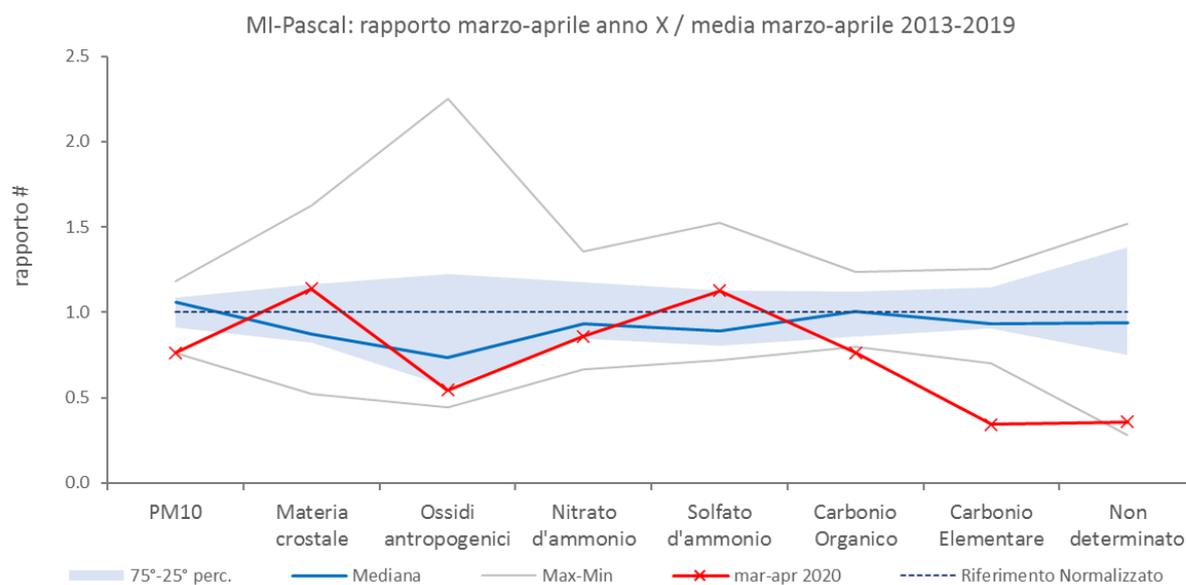


Figura 69 - Concentrazione media (marzo e aprile) delle frazioni principali del PM10 di un determinato anno normalizzato alla concentrazione media misurata negli stessi mesi del periodo 2013-2019.

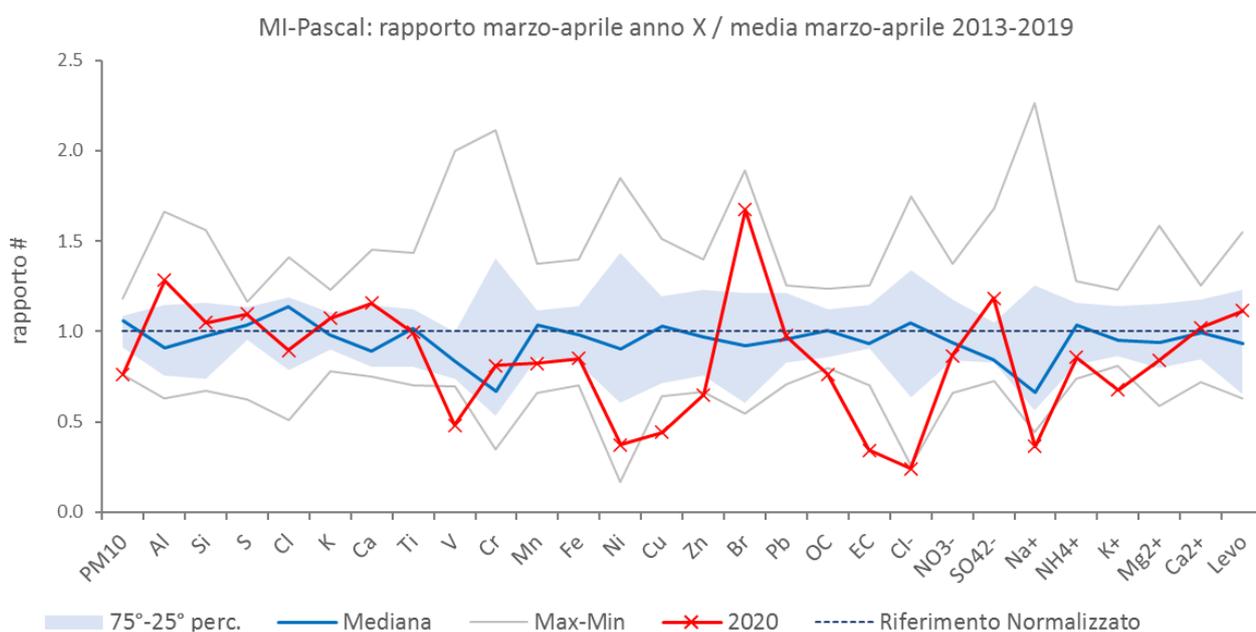


Figura 70 - Concentrazione media (marzo e aprile) dei componenti del PM10 di un determinato anno normalizzato alla concentrazione media misurata negli stessi mesi del periodo 2013-2019.

Conclusioni

L'obiettivo della campagna di monitoraggio è stato quello di verificare la qualità dell'aria a Cazzano Sant'Andrea, in relazione alle pressioni antropiche presenti sul territorio, ed in particolare alle attività produttive localizzate in Val Gandino. La campagna di monitoraggio 2020 a Cazzano Sant'Andrea e negli altri comuni della Valle ha consentito una caratterizzazione dell'inquinamento dell'aria legato alle diverse fonti emissive presenti sul territorio, ma anche a fenomeni di trasporto su mesoscala. Le concentrazioni degli inquinanti rilevati, infatti, sono state confrontate con quelle rilevate a scala regionale e/o provinciale presso le stazioni regionali della RRQA afferenti al piano di valutazione, per valutarne i livelli ed eventuali criticità in relazione ad un contesto territoriale più ampio.

La qualità dell'aria nel comune di Cazzano Sant'Andrea non ha presentato particolari criticità: le concentrazioni più elevate emerse per alcuni inquinanti sono risultate sporadiche, concordi comunque con quanto registrato in ambito regionale.

Più in dettaglio:

- ✓ Le concentrazioni di monossido di carbonio sono risultate prossime ai limiti di rilevabilità strumentale, e di fatto, non costituiscono più un rilevante problema di inquinamento atmosferico.
- ✓ Il biossido di azoto non ha mostrato la tipica stagionalità, con concentrazioni nettamente minori nel periodo estivo, probabilmente a causa del lockdown primaverile. Tuttavia, l'andamento del giorno tipo, rispecchia il ciclo giornaliero delle attività umane e in particolare del traffico veicolare, di cui gli NO_x rappresentano un buon tracciante. Durante tutta la campagna, sia le concentrazioni medie orarie sia le massime giornaliere di NO₂ rilevate a Cazzano si sono attestate al di sotto della fascia del 25-75° percentile della rete regionale, risultando, pertanto, tra le più basse della Lombardia.
- ✓ Durante la campagna di misura, le concentrazioni orarie di ozono rilevate a Cazzano Sant'Andrea sono state generalmente maggiori della mediana della RRQA regionale, superando il limite della soglia di informazione solo nel secondo periodo di campionamento in tre giorni. Dall'analisi dei dati è emersa la peculiarità di questa valle, osservata in altre stazioni prealpine della rete di qualità dell'aria, in cui il classico andamento a campana del grafico del giorno tipo, legato alla radiazione solare che favorisce la formazione di questo inquinante secondario, è modificato con un prolungarsi delle ore in cui si mantengono le concentrazioni maggiori e ciò sicuramente legato al trasporto delle masse d'aria dalle aree più urbanizzate a Sud della Val Gandino.
- ✓ Di tutti gli inquinanti appartenenti al gruppo BTX, solo il benzene ha un valore limite previsto dalla normativa; i dati registrati a Cazzano Sant'Andrea non hanno evidenziato criticità legate a tale inquinante, rientrando nell'andamento medio delle stazioni della RRQA. Dato che, per nessuna di tali stazioni, non è mai stato registrato, negli ultimi cinque anni, il superamento del limite annuale, possiamo affermare che tale limite sia stato rispettato, per l'anno 2020, anche a Cazzano Sant'Andrea.
- ✓ Dalla mappatura effettuata con campionatori passivi nei 5 comuni della Val Gandino è emerso che per quanto riguarda le aldeidi, nella Val Gandino vi sono concentrazioni tipiche di un territorio urbano in cui non viene evidenziata la presenza di una sorgente locale, ma piuttosto il contributo integrato di diverse fonti. I livelli di concentrazione dell'ammoniaca sono risultati confrontabili con quelle di altri siti lombardi

senza evidenziare le criticità riscontrare in siti in cui sono maggiormente presenti attività agricole o allevamenti. Anche le concentrazioni di biossido di azoto rilevate in tutta la valle non presentano anomalie rispetto il contesto territoriale, poiché le medie dei valori assoluti di concentrazione rilevate in Val Gandino risultano minori sia di quelle della provincia bergamasca sia dell'intera Regione.

- ✓ Le concentrazioni di particolato misurate a Cazzano Sant'Andrea appaiono in entrambi i periodi della campagna sistematicamente inferiori alla mediana e spesso al di sotto del 25° percentile calcolato sulla rete RQA configurandosi, pertanto, tra le più basse rilevate in regione. Tuttavia, le concentrazioni di benzo(a)pirene, riconosciuto cancerogeno e unico IPA ad essere normato, risultano tra le più alte misurate nel periodo invernale. L'inventario INEMAR ne attribuisce la maggior parte delle emissioni all'uso della combustione di biomassa nel riscaldamento. L'analisi a cluster e il Source Apportionment sui dati misurati, confermano l'importanza di tale sorgente, individuando poi altre fonti secondarie degli IPA, il trasporto e l'industria.
- ✓ La speciazione del particolato ha permesso di ricostruirne la composizione media e di individuarne la tipologia delle sorgenti emittenti: la risospensione sia naturale che dovuta al trasporto, ma anche sorgenti di natura prettamente antropica come la combustione di biomasse, i processi industriali, il trasporto sono ben tracciabili. Anche la formazione secondaria del particolato risulta evidente. Mentre i contributi percentuali della componente terrigena legata alla risospensione rimangono pressoché invariati nelle due fasi della campagna, nel periodo estivo si assiste ad un netto incremento del carbonio organico a scapito del nitrato d'ammonio. Inoltre, le analisi condotte sul PM10 mostrano come le maggiori componenti del particolato atmosferico siano la materia organica, di natura antropica e naturale, e i sali inorganici secondari (solfati d'ammonio, nitrati d'ammonio), che non dipendono soltanto dalle emissioni locali, ma anche da quelle di tutto il fondovalle. L'ulteriore approfondimento svolto con il Source Apportionment ha evidenziato l'importanza del contributo della combustione di biomassa nel periodo più freddo, che è risultato anomalo rispetto agli anni precedenti per un evidente decremento della componente da traffico nella composizione del PM10.

In conclusione, la campagna di monitoraggio svolta in Val Gandino non ha rilevato particolari criticità sull'inquinamento dell'aria legato a fattori locali, ma ne ha evidenziato la peculiarità rispetto ad un contesto più ampio. Solo il benzo(a)pirene, legato in particolare alla combustione della biomassa del riscaldamento, ha evidenziato concentrazioni che si collocano tra le più alte misurate in regione.

La campagna è stata svolta durante il lockdown, in un territorio con delle proprie caratteristiche socio-economiche, orografiche e meteo-climatiche (sito montano, in una vallata a carattere prevalentemente industriale). Tuttavia, la contestualizzazione dei dati rilevati rispetto a tutto il territorio regionale, che era sottoposto alle medesime restrizioni, permette almeno in prima approssimazione di ritenere comunque significativo il risultato anche in relazione ad una condizione diversa.

Allegato 1 - Carico emissivo per macrosettore e per combustibile

Tabella A – Carico emissivo per macrosettore

I dati sono espressi in termini di quantità assolute emesse ogni anno per ogni specie considerata.

Macrosettore	CO	NOx	COV	NH3	PREC_O2	PM10	BaP	IPA-CLTRP	EC	OC	NI	Pb	Zn	Cr	Cu
Val Gardino	Produzione energia e trasform. combustibili														
	Combustione non industriale														
	306	253	35.9	4.59	101	428	8.39	24.1	4.88	223	0.23	3.07	583	2.62	0.680
	Combustione nell'industria														
	3.69	43.7	2.98	0.032	56.7	1.00	0.145	0.512	0.146	0.349	0.479	0.089	0.411	0.039	0.087
	Processi produttivi														
	0	0	6.04	0	6.04	0.117	0.000	0.000	0	0	0	0.025	0.138	0.001	0.003
	Estrazione e distribuzione combustibili														
	0	0	13.5	0	16.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Uso di solventi														
	0.038	0.055	112	0	112	1.95	0	0	0	0	0	0.000	0	0.007	0.005
	Trasporto su strada														
	156	862	27.0	1.35	147	635	0.231	0.957	1.51	0.973	0.277	11.4	481	4.33	90.4
	Altre sorgenti mobili e macchinari														
3.64	10.7	1.11	0.002	14.5	0.602	0.009	0.044	0.223	0.157	0.022	0.010	0.312	0.016	0.530	
Trattamento e smaltimento rifiuti															
0.064	0.04	0.001	0	0.328	0.090	0	0.002	0.005	0.006	0	0.000	0.020	0	0	
Agricoltura															
0	0.005	19.7	71.1	22.4	0.194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Altre sorgenti e assorbimenti															
2.80	0.086	242	0.100	242	1.16	0.045	0.130	0.135	0.625	0.145	0.985	3.39	0.195	1.92	
Totale	452	166	460	77	718	54	9	26	7	24	2	16	111	7	94
Provincia Bergamo	Produzione energia e trasform. combustibili														
	Combustione non industriale														
	50.9	83.3	8.85	0.391	117	327	0.720	2.52	0.613	1.69	0.393	5.28	100	4.49	1.17
	Combustione nell'industria														
	9598	1219	121	132	3774	1335	250	718	154	698	619	86.5	1645	73.7	19.1
	Processi produttivi														
	1172	3571	395	395	4948	122	25.9	96.2	14.0	218	195	565	612	1306	91.8
	Estrazione e distribuzione combustibili														
	20417	440	799	691	3502	157	0.958	3.75	0.016	0.589	91.7	550	2874	35.1	45.0
	Uso di solventi														
	6.86	67.7	9671	1.10	9754	106	0	0	0	0	0	66.3	0	2.58	0.761
	Trasporto su strada														
	9145	6042	1805	109	10184	433	16.4	67.2	106	669	46.7	723	3241	274	5679
	Altre sorgenti mobili e macchinari														
428	1183	99.8	0.162	1934	432	0.680	2.99	16.8	113	161	0.676	211	1.05	35.6	
Trattamento e smaltimento rifiuti															
215	403	7.06	4.55	308	3.91	24.3	97.5	0.300	0.568	5.87	4.93	453	18.2	11.8	
Agricoltura															
0	21.8	3352	7671	3604	803	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Altre sorgenti e assorbimenti															
1826	64.1	8947	198	9231	151	12.4	85.4	20.3	75.7	933	69.4	290	15.8	130	
Totale	49460	131094	27100	8088	48281	2415	331	1073	313	877	357	2051	8828	2011	6014
Regione Lombardia	Produzione energia e trasform. combustibili														
	Combustione non industriale														
	6665	8117	763	495	11420	177	199	646	18.2	108	196	212	3889	355	86.7
	Combustione nell'industria														
	61033	11307	7725	751	28295	756	1492	4296	854	3946	41.0	571	10806	487	127
	Processi produttivi														
	12109	17072	3283	396	26453	1344	445	1614	185	303	2090	10896	5380	15314	1670
	Estrazione e distribuzione combustibili														
	33280	1664	11241	863	16933	651	11.6	46.3	0.044	2.74	1121	3813	23093	433	809
	Uso di solventi														
	0	0	7403	0	8192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Trasporto su strada														
	53.4	122	73205	288	73360	745	0	0	0	0	0.057	296	0	98.7	2.79
	Altre sorgenti mobili e macchinari														
83169	56187	16866	1028	95310	4071	155	636	1001	627	435	6711	30388	2539	52648	
Trattamento e smaltimento rifiuti															
4752	12469	1240	2.25	16975	579	8.85	40.5	219	151	27.0	9.86	296	14.7	495	
Agricoltura															
1103	2643	875	544	5148	342	91.2	366	398	531	50.7	46.2	416	141	89.1	
Altre sorgenti e assorbimenti															
2221	697	60791	94070	64976	1075	148	485	49.5	148	384	614	78.5	8.53	7.31	
13804	484	55314	157	57500	1606	143	1025	221	798	88.6	638	2884	152	1174	
Totale	218169	111362	240706	97113	405863	17849	2694	9155	2560	6089	4054	23199	77159	19743	57168

Tabella B – Carico emissivo per combustibile

Val Gandino													
CO	NOx	COV	NH3	PREC_OZ	PM10	BaP	IPA-CLTRP	EC	OC	NI	Pb	Zn	Cr
t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kg/anno	kg/anno	t/anno	t/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno
0,064	0,004	0,001	-	0,013	0,014	-	0,002	0,002	0,003	-	0,000	0,020	-
94,9	6,05	21,8	0,987	39,6	0,278	0,015	0,076	0,110	0,148	0,033	0,086	5,61	0,041
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18,4	89,4	3,46	0,237	115	2,51	0,217	0,913	1,55	0,506	0,072	0,307	10,2	0,187
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,102	0,420	0,020	-	0,544	0,040	-	0,004	0,006	0,001	0,005	0,014	0,027	0,005
21,0	1,71	2,30	0,103	6,71	0,009	-	-	0,000	0,007	0,003	-	0,758	0,003
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
294	8,54	35,4	4,62	78,5	43,2	8,54	24,7	4,98	22,3	0,269	3,14	58,8	2,64
20,1	59,6	4,05	0,020	79,0	0,457	0,000	0,004	0,032	0,343	0,001	0,001	0,203	0,001
0,016	0,173	0,005	-	0,218	0,048	-	0,001	0,003	0,000	0,428	0,008	0,147	0,004
2,84	0,158	393	71,2	399	7,61	0,054	0,161	0,218	1,10	0,783	12,1	35,2	4,31
452	166	460	77	718	54	9	26	7	24	2	16	111	7
Provincia Bergamo													
CO	NOx	COV	NH3	PREC_OZ	PM10	BaP	IPA-CLTRP	EC	OC	NI	Pb	Zn	Cr
t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kg/anno	kg/anno	t/anno	t/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno
400	615	21,3	5,65	816	3,41	24,9	99,6	0,356	0,571	5,78	5,62	45,2	18,1
6462	424	1452	80,7	2682	18,7	1,04	5,35	7,36	9,84	2,29	5,92	388	2,83
1082	1816	771,4	31,7	2413	5,16	0,003	0,010	0,008	0,005	12,5	16,2	37,4	9,59
1270	6245	220	17,3	7989	175	15,3	64,0	1,08	35,0	5,15	21,7	721	13,1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
926	30,2	1,61	0,002	39,5	2,92	0,026	0,276	0,655	0,142	0,212	0,644	2,78	0,274
1354	117	154	9,51	446	0,664	0,000	0,004	0,023	0,497	0,264	0,007	54,8	0,224
157	455	17,8	-	591	2,50	0,049	0,049	1,75	0,749	-	-	-	-
8994	302	1294	136	2661	1388	266	774	166	703	11,5	98,9	1805	81,3
1258	2263	235	241	3136	23,6	0,027	0,243	1,64	17,7	0,167	0,128	15,9	0,177
0,694	6,97	0,206	-	8,79	1,97	0,001	0,053	0,121	0,014	17,7	0,316	6,11	0,175
22473	820	22616	7805	27500	793	23,8	129	26,1	109	301	1902	5753	1885
43460	13094	27100	8088	48281	2415	331	1073	313	877	357	2051	8828	2011
Regione Lombardia													
CO	NOx	COV	NH3	PREC_OZ	PM10	BaP	IPA-CLTRP	EC	OC	NI	Pb	Zn	Cr
t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kg/anno	kg/anno	t/anno	t/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno
2953	4388	1025	465	6721	73,0	106	419	4,80	13,2	55,5	74,8	1128	163
58646	3902	13460	759	24684	169	9,90	50,6	66,5	88,6	21,7	55,9	3656	26,8
2007	3379	216	74,5	4560	15,9	189	61,0	0,025	0,016	59,3	62,8	342	54,4
13254	62372	2524	165	80078	1835	147	617	1092	379	60,4	208	6910	129
482	1813	106	33,1	2373	53,7	0,025	0,116	3,76	40,3	149	0,201	202	164
160	421	21,2	2,82	553	39,3	0,452	3,75	9,88	2,34	1,57	4,86	56,8	2,64
11846	997	1479	893	3999	5,96	0,005	0,058	0,281	4,47	2,64	0,158	521	2,23
1250	2110	185	-	2897	13,2	0,229	0,229	9,12	3,91	-	-	-	-
56142	3574	8475	1022	19067	8277	1819	5438	1025	4062	161	3614	15950	810
16888	22450	2660	47,1	31927	298	0,424	2,75	22,4	241	31,7	1363	383	90,2
40,8	289	12,8	0,995	370	26,0	0,084	1,12	1,60	0,249	34,5	34,2	137	9,57
54501	5667	210542	94873	228635	7044	421	2012	325	1254	3167	17781	47993	18292
218169	111362	240706	97113	405863	17849	2694	9155	2560	6089	4054	23199	77259	19743

Allegato 2 - Emissioni specifiche per superficie e per abitante

Tabella A-bis - Emissioni annuali degli inquinanti per unità di superficie territoriale per macrosettore.

Val Gandino (emissioni per km²)	CO		NOx		COV		NH3		PREC. OZ		PM10		BAP		IPA-CTRP		EC		OC		NI		Pb		Zn		Cr		Cu	
	[kg/(anno-km²)]	[g/(anno-km²)]	[kg/(anno-km²)]	[g/(anno-km²)]	[kg/(anno-km²)]	[g/(anno-km²)]	[kg/(anno-km²)]	[g/(anno-km²)]	[kg/(anno-km²)]	[g/(anno-km²)]	[kg/(anno-km²)]	[g/(anno-km²)]	[kg/(anno-km²)]	[g/(anno-km²)]	[kg/(anno-km²)]	[g/(anno-km²)]	[kg/(anno-km²)]	[g/(anno-km²)]	[kg/(anno-km²)]	[g/(anno-km²)]	[kg/(anno-km²)]	[g/(anno-km²)]	[kg/(anno-km²)]	[g/(anno-km²)]	[kg/(anno-km²)]	[g/(anno-km²)]	[kg/(anno-km²)]	[g/(anno-km²)]	[kg/(anno-km²)]	
Produzione energia e trasform. combustibili	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Combustione non industriale	5477	453	642	82.2	1803	767	150	432	87.4	400	3.99	55.0	1044	46.9	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	
Combustione nell'industria	66.1	783	53.3	0.581	1016	17.9	2.59	9.17	2.62	6.25	8.57	1.60	13.3	0.690	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	
Processi produttivi	0	0	1.08	0	108	2.10	0.002	0	0	0	0	0.455	2.48	0.018	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	
Estrazione e distribuzione combustibili	-	-	242	0	286	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Uso di solventi	0.681	0.991	1998	0	1999	34.6	0	0	0	0	0	0.008	0	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	
Trasporto su strada	2432	1543	484	24.1	2635	114	4.14	17.1	27.1	17.4	13.0	205	862	77.5	16.18	16.18	16.18	16.18	16.18	16.18	16.18	16.18	16.18	16.18	16.18	16.18	16.18	16.18	16.18	
Altre sorgenti mobili e macchinari	65.2	191	20.0	0.039	260	10.8	0.167	0.780	3.99	2.80	0.389	0.178	5.58	0.278	9.49	9.49	9.49	9.49	9.49	9.49	9.49	9.49	9.49	9.49	9.49	9.49	9.49	9.49	9.49	
Trattamento e smaltimento rifiuti	1.14	0.065	0.025	0	5.88	0.531	0	0.028	0.081	0.102	0	0.008	0.358	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Agricoltura	0	0.095	354	1274	401	3.47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Altre sorgenti e assorbimenti	50.2	1.71	4335	1.79	4342	20.8	0.807	2.69	2.41	11.2	2.56	17.6	60.6	3.45	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	
Totale	8092	2973	8236	1382	12857	971	158	462	124	437	29	280	1988	129	1676	1676	1676													
Regione Lombardia (emissioni per km²)	CO	NOx	COV	NH3	PREC. OZ	PM10	BAP	IPA-CTRP	EC	OC	NI	Pb	Zn	Cr	Cu															
Produzione energia e trasform. combustibili	279	340	32.0	2.08	479	7.43	8.35	27.1	0.762	4.52	8.23	8.87	163	14.9	3.63															
Combustione non industriale	2558	474	324	31.5	1186	317	62.5	180	35.8	165	172	23.9	456	20.4	5.30															
Combustione nell'industria	507	715	138	16.6	1067	56.3	18.7	67.7	8.10	12.7	87.6	45.7	225	650	70.0															
Processi produttivi	1394	69.7	471	3.62	710	27.3	0.485	1.94	0.002	0.115	47.0	160	968	18.1	36.4															
Estrazione e distribuzione combustibili	0	0	310	0	356	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0															
Uso di solventi	2.24	5.13	3151	1.21	3158	31.2	0	0	0	0	0.002	12.4	0	4.14	0.117															
Trasporto su strada	3485	2380	707	43.1	3994	171	6.48	26.6	41.9	26.3	18.2	281	1273	106	2206															
Altre sorgenti mobili e macchinari	199	523	51.9	0.094	711	24.3	0.371	1.70	9.19	6.34	1.13	0.413	12.4	0.615	20.7															
Trattamento e smaltimento rifiuti	46.2	111	36.7	22.8	216	1.43	3.82	15.3	0.167	0.223	21.3	1.94	17.4	5.91	3.73															
Agricoltura	93.1	29.2	2547	3942	2723	45.0	6.22	20.3	2.07	6.22	0.161	0.357	3.29	0.358	0.315															
Altre sorgenti e assorbimenti	578	20.3	2318	6.58	2410	67.3	6.00	43.0	9.27	33.4	3.75	26.7	119	6.37	49.2															
Totale	9142	4667	10087	4069	17008	748	113	384	107	255	170	972	3238	827	2396															
Provincia Bergamo (emissioni per km²)	CO	NOx	COV	NH3	PREC. OZ	PM10	BAP	IPA-CTRP	EC	OC	NI	Pb	Zn	Cr	Cu															
Produzione energia e trasform. combustibili	18.5	30.2	3.21	0.142	42.4	1.19	0.261	0.915	0.223	0.615	0.143	1.92	36.3	1.63	0.426															
Combustione non industriale	3484	442	443	47.9	1370	485	90.6	260	55.9	253	2.25	31.4	597	26.8	6.93															
Combustione nell'industria	643	1296	143	14.3	1796	44.1	9.41	34.9	5.09	7.91	70.7	205	222	576	33.3															
Processi produttivi	7411	160	290	25.1	1300	49.9	0.341	1.36	0.006	0.207	33.3	192	1043	12.7	16.3															
Estrazione e distribuzione combustibili	0	0	290	0	334	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0															
Uso di solventi	2.49	24.6	3510	0.399	3540	38.4	0	0	0	0	0	24.1	0	0.937	0.276															
Trasporto su strada	3319	2193	655	39.6	3697	157	5.94	24.4	38.5	24.3	17.0	262	1176	99.3	2062															
Altre sorgenti mobili e macchinari	155	429	34.0	0.059	575	15.7	0.248	1.08	6.10	4.12	0.585	0.245	7.64	0.380	12.9															
Trattamento e smaltimento rifiuti	78.2	146	2.56	16.5	212	1.42	8.84	35.4	0.181	0.206	2.13	1.79	16.4	6.62	4.27															
Agricoltura	0	7.93	1217	2785	1308	29.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0															
Altre sorgenti e assorbimenti	663	23.2	3248	7.17	3351	54.7	4.49	31.0	7.37	27.5	3.57	25.2	105	5.72	47.1															
Totale	15775	4753	9837	2936	17525	876	120	389	113	318	130	745	3204	730	2183															

Tabella A-ter - Emissioni annuali degli inquinanti per abitante per macrosetto.

Val Gandino (emissioni per ab.)	CO	NOx	COV	NH3	PREC_O2	PM10	BaP	IPA-CLTRP	EC	OC	NI	Pb	Zn	Cr	Cu
	[kg/(anno-km²)]														
Produzione energia e trasform. combustibili	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Combustione non industriale	18.7	1.54	2.19	0.280	6.14	2.61	0.512	1.47	0.298	1.36	0.014	0.187	3.56	0.160	0.042
Combustione nell'industria	0.225	2.67	0.182	0.002	3.46	0.061	0.009	0.031	0.009	0.021	0.029	0.005	0.045	0.002	0.005
Processi produttivi	0	0	0.369	0	0.369	0.007	0.000	0.000	0	0	0	0.002	0.008	0.000	0.000
Estrazione e distribuzione combustibili	0	0	0.823	0	0.976	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Uso di solventi	0.002	0.003	6.81	0	6.81	0.118	0	0	0	0	0	0.000	0	0.000	0.000
Trasporto su strada	8.29	5.26	1.65	0.082	8.98	0.387	0.014	0.058	0.092	0.059	0.044	0.698	2.94	0.264	5.51
Altre sorgenti mobili e macchinari	0.222	0.652	0.068	0.000	0.888	0.037	0.001	0.003	0.014	0.010	0.001	0.001	0.019	0.001	0.032
Treatmento e smaltimento rifiuti	0.004	0.000	0.000	0	0.020	0.002	0	0.000	0.000	0.000	0	0.000	0.001	0	0
Agricoltura	0	0.000	1.21	4.34	1.37	0.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Altre sorgenti e assorbimenti	0.171	0.006	14.8	0.006	14.8	0.071	0.003	0.009	0.008	0.038	0.009	0.060	0.207	0.012	0.117
Totale	27.58	10.13	28.06	4.71	43.81	3.31	0.54	1.58	0.42	1.49	0.10	0.95	6.77	0.44	5.71

Regione Lombardia (emissioni per ab.)	CO	NOx	COV	NH3	PREC_O2	PM10	BaP	IPA-CLTRP	EC	OC	NI	Pb	Zn	Cr	Cu
	[kg/(anno-km²)]														
Produzione energia e trasform. combustibili	0.662	0.807	0.076	0.005	1.14	0.018	0.020	0.064	0.002	0.011	0.020	0.021	0.387	0.035	0.009
Combustione non industriale	6.07	1.12	0.768	0.075	2.81	0.752	0.148	0.427	0.085	0.392	0.004	0.057	1.08	0.048	0.013
Combustione nell'industria	1.20	1.70	0.326	0.039	2.53	0.134	0.044	0.160	0.019	0.030	0.208	1.08	0.535	1.54	0.166
Processi produttivi	3.31	0.165	1.12	0.009	1.68	0.065	0.001	0.005	0.000	0.000	0.111	0.379	2.30	0.043	0.086
Estrazione e distribuzione combustibili	0	0	0.736	0	0.844	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Uso di solventi	0.005	0.012	7.48	0.003	7.49	0.074	0	0	0	0	0.000	0.029	0	0.010	0.000
Trasporto su strada	8.27	5.64	1.68	0.102	9.47	0.405	0.015	0.063	0.099	0.062	0.043	0.667	3.02	0.252	5.23
Altre sorgenti mobili e macchinari	0.472	1.24	0.123	0.000	1.69	0.058	0.001	0.004	0.022	0.015	0.003	0.001	0.029	0.001	0.049
Treatmento e smaltimento rifiuti	0.110	0.263	0.087	0.054	0.512	0.003	0.009	0.036	0.000	0.001	0.005	0.005	0.041	0.014	0.009
Agricoltura	0.221	0.069	6.04	9.35	6.46	0.107	0.015	0.048	0.005	0.015	0.000	0.001	0.008	0.001	0.001
Altre sorgenti e assorbimenti	1.37	0.048	5.50	0.016	5.72	0.160	0.014	0.102	0.022	0.079	0.009	0.063	0.282	0.015	0.117
Totale	21.69	11.07	23.93	9.65	40.34	1.77	0.27	0.91	0.25	0.61	0.40	2.31	7.68	1.96	5.68

Provincia Bergamo (emissioni per ab.)	CO	NOx	COV	NH3	PREC_O2	PM10	BaP	IPA-CLTRP	EC	OC	NI	Pb	Zn	Cr	Cu
	[kg/(anno-km²)]														
Produzione energia e trasform. combustibili	0.046	0.075	0.008	0.000	0.105	0.003	0.001	0.002	0.001	0.002	0.000	0.005	0.090	0.004	0.001
Combustione non industriale	8.60	1.09	1.09	0.118	3.38	1.20	0.224	0.643	0.138	0.625	0.006	0.078	1.47	0.066	0.017
Combustione nell'industria	1.59	3.20	0.354	0.035	4.43	0.109	0.023	0.086	0.013	0.020	0.174	0.506	0.548	1.42	0.082
Processi produttivi	18.3	0.394	0.716	0.062	3.21	0.123	0.001	0.003	0.000	0.001	0.082	0.475	2.57	0.031	0.040
Estrazione e distribuzione combustibili	0	0	0.716	0	0.823	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Uso di solventi	0.006	0.061	8.66	0.001	8.74	0.095	0	0	0	0	0	0.059	0	0.002	0.001
Trasporto su strada	8.19	5.41	1.62	0.098	9.12	0.388	0.015	0.060	0.095	0.060	0.042	0.648	2.90	0.245	5.09
Altre sorgenti mobili e macchinari	0.384	1.06	0.084	0.000	1.42	0.039	0.001	0.003	0.015	0.010	0.001	0.001	0.019	0.001	0.032
Treatmento e smaltimento rifiuti	0.193	0.361	0.006	0.041	0.524	0.003	0.022	0.087	0.000	0.001	0.005	0.004	0.041	0.016	0.011
Agricoltura	0	0.020	3.00	6.87	3.23	0.072	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Altre sorgenti e assorbimenti	1.64	0.057	8.01	0.018	8.27	0.135	0.011	0.076	0.018	0.068	0.009	0.062	0.260	0.014	0.116
Totale	39	12	24	7	43	2	0	1	0	1	0	2	8	2	5

Tabella B-bis - Emissioni annuali degli inquinanti per superficie per combustibile.

Val Gardino (emissioni per km ²)															
	CO	NOx	COV	NH3	PREC_OZ	PM10	BaP	IPA-CLTRP	EC	OC	NI	Pb	Zn	Cr	Cu
	[kg/(anno*km ²)]	[g/(anno*km ²)]	[g/(anno*km ²)]	[kg/(anno*km ²)]	[kg/(anno*km ²)]	[g/(anno*km ²)]									
altro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
benzina verde	1699	108	390	17.7	709	4.98	0.160	1.35	1.96	2.64	0.585	1.54	101	0.733	1.94
carbone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
diesel	329	1601	62.0	4.25	2051	44.9	3.88	16.3	27.7	9.07	1.29	5.50	183	3.34	11.7
gas di raffineria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
gasolio	1.83	7.52	0.366	-	9.75	0.709	-	0.064	0.112	0.019	0.085	0.256	0.480	0.093	0.175
GPL	377	30.7	41.3	1.85	120	0.168	-	-	0.004	0.129	0.061	-	13.6	0.053	0.229
kerosene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
legna e similari	5272	153	634	82.8	1406	774	153	441	89.3	400	4.82	56.2	1054	47.4	13.4
metano	360	1067	72.6	0.359	1414	8.19	0.006	0.068	0.571	6.14	0.011	0.016	3.63	0.012	0.050
olio combust	0.280	3.10	0.090	-	3.90	0.851	-	0.023	0.053	0.005	7.66	0.137	2.64	0.077	0.159
senza comb.	50.8	2.84	7036	1276	7143	136	0.972	2.89	3.90	19.7	14.0	2.16	630	77.2	164.8
Totale	8091	2973	8235	1382	12857	970	158	462	124	437	29	280	1987	129	1676
Regione Lombardia (emissioni per km ²)															
	CO	NOx	COV	NH3	PREC_OZ	PM10	BaP	IPA-CLTRP	EC	OC	NI	Pb	Zn	Cr	Cu
	[kg/(anno*km ²)]	[g/(anno*km ²)]	[g/(anno*km ²)]	[kg/(anno*km ²)]	[kg/(anno*km ²)]	[g/(anno*km ²)]									
altro	124	184	43.0	1.95	282	3.06	4.45	17.6	0.201	0.553	2.33	3.13	47.3	6.81	4.16
benzina verde	2458	164	564	31.8	1034	7.07	0.415	2.12	2.79	3.71	0.910	2.34	153	1.12	2.98
carbone	84.1	142	90.5	3.12	191	0.664	7.94	25.6	0.001	0.001	2.49	2.63	14.4	2.28	1.95
diesel	555	2614	106	6.91	3356	76.9	6.17	25.9	45.8	15.9	2.53	8.72	290	5.40	24.1
gas di raffineria	20.2	76.0	4.44	1.39	99.4	2.25	0.001	0.005	0.158	1.69	6.23	0.008	8.46	6.87	0.004
gasolio	6.70	17.6	0.888	0.118	23.2	1.65	0.019	0.157	0.414	0.098	0.066	0.204	2.38	0.111	0.166
GPL	496	41.8	62.0	3.74	168	0.250	0.000	0.002	0.012	0.187	0.111	0.007	21.8	0.094	0.376
kerosene	52.4	88.4	7.76	-	121	0.100	0.010	0.010	0.382	0.164	-	-	-	-	-
legna e similari	2353	150	355	42.8	799	347	76.2	228	43.0	170	6.74	151	668	33.9	13.1
metano	708	941	111	1.97	1338	12.5	0.018	0.115	0.941	10.1	1.33	57.1	16.0	3.78	4.63
olio combust	1.71	12.1	0.537	0.042	15.5	1.09	0.004	0.047	0.067	0.010	14.5	1.43	5.75	0.401	0.804
senza comb.	2284	237	8823	3976	9581	295	17.7	84.3	13.6	52.5	133	745	2011	767	2343
Totale	9142	4667	10087	4069	17008	748	113	394	107	255	170	972	3238	827	2396
Provincia Bergamo (emissioni per km ²)															
	CO	NOx	COV	NH3	PREC_OZ	PM10	BaP	IPA-CLTRP	EC	OC	NI	Pb	Zn	Cr	Cu
	[kg/(anno*km ²)]	[g/(anno*km ²)]	[g/(anno*km ²)]	[kg/(anno*km ²)]	[kg/(anno*km ²)]	[g/(anno*km ²)]									
altro	145	223	7.74	2.05	296	1.24	9.03	36.1	0.129	0.207	2.10	2.04	16.4	6.57	4.27
benzina verde	2346	154	527	29.3	973	6.78	0.378	1.94	2.67	3.57	0.831	2.15	141	1.03	2.74
carbone	393	659	28.1	11.5	876	1.87	0.001	0.004	0.003	0.002	4.55	5.89	13.6	3.48	1.07
diesel	461	2267	83.6	6.27	2900	63.4	5.56	23.2	39.3	12.7	1.87	7.86	262	4.77	16.0
gas di raffineria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
gasolio	3.36	11.0	0.586	0.001	14.4	1.06	0.010	0.100	0.238	0.052	0.077	0.234	1.01	0.100	0.170
GPL	491	42.5	55.9	3.45	162	0.241	0.000	0.001	0.008	0.180	0.096	0.003	19.9	0.081	0.339
kerosene	56.9	165	6.47	-	214	0.906	0.018	0.018	0.634	0.272	-	-	-	-	-
legna e similari	3265	110	470	49.3	966	504	96.4	281	60.4	255	4.18	35.9	655	29.5	10.0
metano	457	821	85.4	0.876	1138	8.56	0.010	0.088	0.596	6.44	0.061	0.046	5.75	0.064	0.161
olio combust	0.252	2.53	0.075	-	3.19	0.715	0.000	0.019	0.044	0.005	6.44	0.115	2.22	0.064	0.134
senza comb.	8157	298	8572	2833	9982	288	8.64	47.0	9.46	39.5	109	690	2088	684	2148
Totale	15775	4753	9837	2936	17525	876	120	389	113	318	130	745	3204	730	2183

Tabella B-ter - Emissioni annuali degli inquinanti per abitante per combustibile.

Val Gardino (emissioni per ab.)														
CO	NOx	COV	NHB	PREC_OZ	PM10	BaP	IPA-CLTRP	EC	OC	NI	Pb	Zn	Cr	Cu
[kg/(anno·km ²)]	[kg/(anno·km ²)]	[kg/(anno·km ²)]	[kg/(anno·km ²)]	[kg/(anno·km ²)]	[kg/(anno·km ²)]	[g/(anno·km ²)]	[g/(anno·km ²)]	[kg/(anno·km ²)]	[kg/(anno·km ²)]	[g/(anno·km ²)]				
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.79	0.369	1.33	0.060	2.42	0.017	0.001	0.005	0.007	0.009	0.002	0.005	0.343	0.002	0.007
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.12	5.45	0.211	0.014	6.99	0.153	0.013	0.056	0.094	0.031	0.004	0.019	0.624	0.011	0.040
0.006	0.026	0.001	-	0.033	0.002	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.001
1.28	0.105	0.141	0.006	0.409	0.001	-	-	0.000	0.000	0.000	-	0.046	0.000	0.001
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18.0	0.521	2.16	0.282	4.79	2.64	0.321	1.50	0.304	1.36	0.016	0.192	3.59	0.161	0.046
1.23	3.64	0.247	0.001	4.82	0.028	0.000	0.000	0.002	0.021	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000
0.001	0.011	0.000	-	0.013	0.003	-	0.000	0.000	0.000	0.026	0.000	0.009	0.000	0.001
0.173	0.010	24.0	4.35	24.3	0.464	0.003	0.010	0.013	0.067	0.048	0.736	2.15	0.263	5.62
28	10	28	5	44	3	1	2	0	1	0	1	7	0	6
Totale														
Regione Lombardia (emissioni per ab.)														
CO	NOx	COV	NHB	PREC_OZ	PM10	BaP	IPA-CLTRP	EC	OC	NI	Pb	Zn	Cr	Cu
[kg/(anno·km ²)]	[kg/(anno·km ²)]	[kg/(anno·km ²)]	[kg/(anno·km ²)]	[kg/(anno·km ²)]	[kg/(anno·km ²)]	[g/(anno·km ²)]	[g/(anno·km ²)]	[kg/(anno·km ²)]	[kg/(anno·km ²)]	[g/(anno·km ²)]				
0.294	0.436	0.102	0.005	0.688	0.007	0.011	0.042	0.000	0.001	0.006	0.007	0.112	0.016	0.010
5.83	0.388	1.34	0.075	2.45	0.017	0.001	0.005	0.007	0.009	0.002	0.006	0.363	0.003	0.007
0.199	0.336	0.021	0.007	0.453	0.002	0.019	0.061	0.000	0.000	0.006	0.006	0.034	0.005	0.005
1.32	6.20	0.251	0.016	7.96	0.182	0.015	0.061	0.109	0.038	0.006	0.021	0.687	0.013	0.057
0.048	0.180	0.011	0.003	0.236	0.005	0.000	0.000	0.000	0.004	0.015	0.000	0.020	0.016	0.000
0.016	0.042	0.002	0.000	0.055	0.004	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000
1.18	0.099	0.147	0.009	0.398	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.052	0.000	0.001
0.124	0.210	0.018	-	0.288	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	-	-	-	-	-
5.58	0.355	0.842	0.102	1.90	0.823	0.181	0.541	0.102	0.404	0.016	0.359	1.58	0.081	0.031
1.68	2.23	0.264	0.005	3.17	0.030	0.000	0.000	0.002	0.024	0.003	0.135	0.038	0.009	0.011
0.004	0.029	0.001	0.000	0.037	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.034	0.003	0.014	0.001	0.002
5.42	0.563	20.9	9.43	22.7	0.700	0.042	0.200	0.032	0.125	0.315	1.77	4.77	1.82	5.56
22	11	24	10	40	2	0	1	0	1	0	2	8	2	6
Totale														
Provincia Bergamo (emissioni per ab.)														
CO	NOx	COV	NHB	PREC_OZ	PM10	BaP	IPA-CLTRP	EC	OC	NI	Pb	Zn	Cr	Cu
[kg/(anno·km ²)]	[kg/(anno·km ²)]	[kg/(anno·km ²)]	[kg/(anno·km ²)]	[kg/(anno·km ²)]	[kg/(anno·km ²)]	[g/(anno·km ²)]	[g/(anno·km ²)]	[kg/(anno·km ²)]	[kg/(anno·km ²)]	[g/(anno·km ²)]				
0.358	0.551	0.019	0.005	0.731	0.003	0.022	0.089	0.000	0.001	0.005	0.005	0.040	0.016	0.011
5.79	0.380	1.30	0.072	2.40	0.017	0.001	0.005	0.007	0.009	0.002	0.005	0.347	0.003	0.007
0.969	1.63	0.069	0.028	2.16	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.015	0.034	0.009	0.003
1.14	5.59	0.206	0.015	7.16	0.157	0.014	0.057	0.097	0.031	0.005	0.019	0.646	0.012	0.040
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.008	0.027	0.001	0.000	0.035	0.003	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000
1.21	0.105	0.138	0.009	0.399	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.049	0.000	0.001
0.140	0.408	0.016	-	0.529	0.002	0.000	0.000	0.002	0.001	-	-	-	-	-
8.06	0.270	1.16	0.122	2.38	1.24	0.238	0.693	0.149	0.630	0.010	0.089	1.62	0.073	0.025
1.13	2.03	0.211	0.002	2.81	0.021	0.000	0.000	0.001	0.016	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000
0.001	0.006	0.000	-	0.008	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.000	0.005	0.000	0.000
20.1	0.734	21.2	6.99	24.6	0.711	0.021	0.116	0.023	0.097	0.270	1.70	5.15	1.69	5.30
39	12	24	7	43	2	0	1	0	1	0	2	8	2	5
Totale														

Tabella B -Emissioni annuali degli inquinanti per unità di superficie territoriale.

Va Gandino (emissioni per km²)	CO		NOx		COV		NH3		PREC_O2		PM10		BaP		IPA-CLTRP		EC		OC		NI		Pb		Zn		Cr		Cu	
	[kg/(anno·km²)]																													
Produzione energia e trasform. combustibili	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Combustione non industriale	5477	453	642	82.2	1803	767	150	432	87.4	400	3.99	55.0	1044	46.9	12.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Combustione nell'industria	66.1	783	53.3	0.581	1016	17.9	2.59	9.17	16.0	6.25	8.57	13.3	0.690	1.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Processi produttivi	0	0	108	0	108	2.10	0.002	0	0	0	0	0.455	2.48	0.018	0.055	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Estrazione e distribuzione combustibili	-	-	242	0	286	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Uso di solventi	0.681	0.991	1998	0	1999	34.6	0	0	0	0	0	0.008	0	0.116	0.059	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Trasporto su strada	2432	1543	484	24.1	2635	114	4.14	17.1	27.1	17.4	13.0	205	862	77.5	1618	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Altre sorgenti mobili e macchinari	65.2	191	20.0	0.039	2.60	10.8	0.167	0.780	3.99	2.80	0.389	0.178	5.58	0.278	9.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Trattamento e smaltimento rifiuti	1.14	0.065	0.025	0	5.88	0.531	0	0.028	0.081	0.102	0	0.008	0.358	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Agricoltura	0	0.095	354	1274	401	3.47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altre sorgenti e assorbimenti	50.2	1.71	4335	1.79	4342	20.8	0.807	2.69	2.41	11.2	2.56	17.6	60.6	3.45	34.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Totale	8092	2973	8236	1382	12857	971	158	462	124	437	29	280	1988	129	1676															
Regione Lombardia (emissioni per km²)	CO		NOx		COV		NH3		PREC_O2		PM10		BaP		IPA-CLTRP		EC		OC		NI		Pb		Zn		Cr		Cu	
Produzione energia e trasform. combustibili	279	340	32.0	2.08	479	7.43	8.35	27.1	0.762	4.52	8.23	163	14.9	3.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Combustione non industriale	2558	474	324	31.5	1186	317	62.5	180	35.8	1.72	23.9	456	20.4	5.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Combustione nell'industria	507	715	138	16.6	1067	56.3	18.7	67.7	8.10	12.7	87.6	225	650	70.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Processi produttivi	1394	69.7	471	3.62	710	27.3	0.485	1.94	0.002	0.115	47.0	968	18.1	36.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Estrazione e distribuzione combustibili	0	0	310	0	356	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Uso di solventi	2.24	5.13	3151	1.21	3158	31.2	0	0	0.002	12.4	0	0	0	0.117	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Trasporto su strada	3485	2380	707	43.1	3994	171	6.48	26.6	41.9	26.3	18.2	281	1273	106	2206	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Altre sorgenti mobili e macchinari	199	523	51.9	0.094	711	24.3	0.371	1.70	9.19	6.34	1.13	0.413	12.4	0.615	20.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Trattamento e smaltimento rifiuti	46.2	111	36.7	22.8	216	1.43	3.82	15.3	0.167	0.223	2.13	1.94	17.4	5.91	3.73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Agricoltura	93.1	29.2	2547	3942	2723	45.0	6.22	20.3	2.07	6.22	0.161	3.29	0.358	0.315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Altre sorgenti e assorbimenti	578	20.3	2338	6.58	2410	67.3	6.00	43.0	9.27	33.4	3.75	26.7	119	6.37	49.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Totale	9142	4667	10087	4069	17008	748	113	384	107	255	170	972	3238	827	2396															
Provincia Bergamo (emissioni per km²)	CO		NOx		COV		NH3		PREC_O2		PM10		BaP		IPA-CLTRP		EC		OC		NI		Pb		Zn		Cr		Cu	
Produzione energia e trasform. combustibili	18.5	30.2	3.21	0.142	42.4	1.19	0.261	0.915	0.223	0.615	0.143	1.92	36.3	1.63	0.426	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Combustione non industriale	3484	442	443	47.9	1370	485	90.6	260	55.9	253	2.25	31.4	597	26.8	6.93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Combustione nell'industria	643	1296	143	14.3	1796	44.1	9.41	34.9	5.09	7.91	70.7	205	222	576	33.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Processi produttivi	7411	160	290	25.1	1300	49.9	0.341	1.36	0.006	0.207	33.3	192	1043	12.7	16.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Estrazione e distribuzione combustibili	0	0	334	0	334	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Uso di solventi	2.49	24.6	3510	0.399	3540	38.4	0	0	0	0	0	24.1	0	0.937	0.276	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Trasporto su strada	3339	2193	655	39.6	3697	157	5.94	24.4	38.5	24.3	17.0	262	1176	98.3	2062	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Altre sorgenti mobili e macchinari	155	429	34.0	0.059	575	15.7	0.248	1.08	6.10	4.12	0.585	0.245	7.64	0.380	12.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Trattamento e smaltimento rifiuti	78.2	146	2.56	16.5	21.2	1.42	8.84	35.4	0.181	0.206	2.13	1.79	16.4	6.62	4.27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Agricoltura	0	7.93	1217	2785	1308	29.1	4.49	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Altre sorgenti e assorbimenti	663	23.2	3248	7.17	3351	54.7	4.49	31.0	7.37	27.5	3.57	25.2	105	5.72	47.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Totale	15775	4753	9837	2936	17555	876	120	389	113	318	130	745	3204	730	2183															

Tabella C - Emissioni annuali degli inquinanti per abitante.

Va Gandino (emissioni per ab.)	CO	NOx	COV	NH3	PREC_OZ	PM10	BaP	IPA-ClTRP	EC	OC	Ni	Pb	Zn	Cr	Cu
	[kg/(anno·km²)]														
Produzione energia e trasform. combustibili	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Combustione non industriale	18.7	1.54	2.19	0.280	6.14	2.61	0.512	1.47	0.298	1.36	0.014	0.187	3.56	0.160	0.042
Combustione nell'industria	0.225	2.67	0.182	0.002	3.46	0.061	0.009	0.031	0.009	0.021	0.029	0.005	0.045	0.002	0.005
Processi produttivi	0	0	0.369	0	0.369	0.007	0.000	0.000	0	0	0	0.002	0.008	0.000	0.000
Estrazione e distribuzione combustibili	0	0	0.823	0	0.976	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Uso di solventi	0.002	0.003	6.81	0	6.81	0.118	0	0	0	0	0	0.000	0	0.000	0.000
Trasporto su strada	8.29	5.26	1.65	0.082	8.98	0.387	0.014	0.058	0.092	0.059	0.044	0.698	2.94	0.264	5.51
Altre sorgenti mobili e macchinari	0.222	0.652	0.068	0.000	0.888	0.037	0.001	0.003	0.014	0.010	0.001	0.001	0.019	0.001	0.032
Trattamento e smaltimento rifiuti	0.004	0.000	0.000	0	0.020	0.002	0	0.000	0.000	0.000	0	0.000	0.001	0	0
Agricoltura	0	0.000	1.21	4.34	1.37	0.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Altre sorgenti e assorbimenti	0.171	0.006	14.8	0.006	14.8	0.071	0.003	0.009	0.008	0.038	0.009	0.060	0.207	0.012	0.117
Totale	27.58	10.13	28.06	4.71	43.81	3.31	0.54	1.58	0.42	1.49	0.10	0.95	6.77	0.44	5.71

Regione Lombardia (emissioni per ab.)	CO	NOx	COV	NH3	PREC_OZ	PM10	BaP	IPA-ClTRP	EC	OC	Ni	Pb	Zn	Cr	Cu
	[kg/(anno·km²)]														
Produzione energia e trasform. combustibili	0.662	0.807	0.076	0.005	1.14	0.018	0.020	0.064	0.002	0.011	0.020	0.021	0.387	0.035	0.009
Combustione non industriale	6.07	1.12	0.768	0.075	2.81	0.752	0.148	0.427	0.085	0.392	0.004	0.057	1.08	0.048	0.013
Combustione nell'industria	1.20	1.70	0.326	0.039	2.53	0.134	0.044	0.160	0.019	0.030	0.028	1.08	0.535	1.54	0.166
Processi produttivi	3.31	0.165	1.12	0.009	1.68	0.065	0.001	0.005	0.000	0.000	0.111	0.379	2.30	0.043	0.086
Estrazione e distribuzione combustibili	0	0	0.736	0	0.844	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Uso di solventi	0.005	0.012	7.48	0.003	7.49	0.074	0	0	0	0	0.000	0.029	0	0.010	0.000
Trasporto su strada	8.27	5.64	1.68	0.102	9.47	0.405	0.015	0.063	0.099	0.062	0.043	0.667	3.02	0.252	5.23
Altre sorgenti mobili e macchinari	0.472	1.24	0.123	0.000	1.69	0.058	0.001	0.004	0.022	0.015	0.003	0.001	0.029	0.001	0.049
Trattamento e smaltimento rifiuti	0.110	0.263	0.087	0.054	0.512	0.003	0.009	0.036	0.000	0.001	0.005	0.005	0.041	0.014	0.009
Agricoltura	0.221	0.069	6.04	9.35	6.46	0.107	0.015	0.048	0.005	0.015	0.000	0.001	0.008	0.001	0.001
Altre sorgenti e assorbimenti	1.37	0.048	5.50	0.016	5.72	0.160	0.014	0.102	0.022	0.079	0.009	0.063	0.282	0.015	0.117
Totale	21.69	11.07	23.93	9.65	40.34	1.77	0.27	0.91	0.25	0.61	0.40	2.31	7.68	1.96	5.88

Provincia Bergamo (emissioni per ab.)	CO	NOx	COV	NH3	PREC_OZ	PM10	BaP	IPA-ClTRP	EC	OC	Ni	Pb	Zn	Cr	Cu
	[kg/(anno·km²)]														
Produzione energia e trasform. combustibili	0.046	0.075	0.008	0.000	0.105	0.003	0.001	0.002	0.001	0.002	0.000	0.005	0.090	0.004	0.001
Combustione non industriale	8.60	1.09	1.09	0.118	3.38	1.20	0.224	0.643	0.138	0.625	0.006	0.078	1.47	0.066	0.017
Combustione nell'industria	1.59	3.20	0.354	0.035	4.43	0.109	0.023	0.086	0.013	0.020	0.174	0.506	0.548	1.42	0.082
Processi produttivi	18.3	0.394	0.716	0.062	3.21	0.123	0.001	0.003	0.000	0.001	0.082	0.475	2.57	0.031	0.040
Estrazione e distribuzione combustibili	0	0	0.716	0	0.823	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Uso di solventi	0.006	0.061	8.66	0.001	8.74	0.095	0	0	0	0	0	0.059	0	0.002	0.001
Trasporto su strada	8.19	5.41	1.62	0.098	9.12	0.388	0.015	0.060	0.095	0.060	0.042	0.648	2.90	0.245	5.09
Altre sorgenti mobili e macchinari	0.384	1.06	0.084	0.000	1.42	0.039	0.001	0.003	0.015	0.010	0.001	0.001	0.019	0.001	0.032
Trattamento e smaltimento rifiuti	0.193	0.361	0.006	0.041	0.524	0.003	0.022	0.087	0.000	0.001	0.005	0.004	0.041	0.016	0.011
Agricoltura	0	0.020	3.00	6.87	3.23	0.072	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Altre sorgenti e assorbimenti	1.64	0.057	8.01	0.018	8.27	0.135	0.011	0.076	0.018	0.068	0.009	0.062	0.260	0.014	0.116
Totale	39	12	24	7	43	2	0	1	0	1	0	2	8	2	5

Allegato 3 – Concentrazione degli elementi in diversi siti

Tabella D - Confronto tra le concentrazioni medie degli elementi rilevate a Val Gandino, Milano Pascal e Moggio.

VAL GANDINO		Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Pb	Sr	
dal 7 marzo al 5 aprile	n. camp. Effettivi	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	%>l.m.r.	100%	100%	93%	100%	53%	100%	100%	100%	43%	97%	100%	100%	17%	100%	100%	100%	77%	100%	83%	
	media (µg/m ³)	0.30	0.84	0.01	1.11	<0.003	0.51	1.00	0.03	<0.0005	0.01	0.01	0.01	0.42	<0.002	0.01	0.04	0.01	0.00	0.01	0.01
	σ della media (µg/m ³)	0.08	0.21	0.00	0.21	---	0.04	0.28	0.01	---	0.00	0.00	0.00	0.07	---	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01

MILANO PASCAL		Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Pb	Sr	
dal 7 marzo al 5 aprile	n. camp. Effettivi	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	%>l.m.r.	100%	100%	93%	100%	97%	100%	100%	100%	67%	100%	100%	100%	37%	100%	100%	100%	70%	100%	93%	
	media (µg/m ³)	0.43	1.22	0.01	1.22	0.35	0.38	1.15	0.04	0.00	0.01	0.01	0.01	0.99	0.00	0.02	0.05	0.01	0.00	0.01	0.02
	σ della media (µg/m ³)	0.09	0.23	0.00	0.25	0.09	0.04	0.30	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01

MOGGIO		Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Pb	Sr	
dal 7 marzo al 5 aprile	n. camp. Effettivi	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	%>l.m.r.	80%	100%	63%	100%	100%	100%	100%	87%	37%	83%	77%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
	media (µg/m ³)	0.19	0.52	0.00	1.01	0.36	0.24	0.66	0.02	<0.0003	0.00	0.00	0.00	0.23	---	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01
	σ della media (µg/m ³)	0.07	0.17	0.00	0.18	0.04	0.03	0.23	0.01	---	0.00	0.00	0.00	0.05	---	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01

Allegato 4 - Cosa è il fattore di arricchimento (FA)

Il FA da una indicazione di quanto le concentrazioni dei diversi elementi presenti nel particolato atmosferico risultino alterate per la presenza di emissioni antropiche, poiché esprime quanto un elemento in aria, risulti arricchito rispetto alla sua naturale concentrazione nel terreno.

Il FA è il rapporto tra la concentrazione in aria di un elemento e quella dell'elemento di riferimento diviso l'analogo rapporto tra le concentrazioni nel suolo dell'elemento considerato e l'elemento di riferimento.

$$FA = \frac{[C_{i,ARIA}]/[C_{ref,ARIA}]}{[C_{i,SUOLO}]/[C_{ref,SUOLO}]}$$

Il FA è stato calcolato usando come riferimento il Silicio (considerato avente unica sorgente il terreno), utilizzando la composizione elementale del suolo media.

Essendo il silicio nel PM prevalentemente di origine crostale, i fattori di arricchimento danno un'indicazione di quanto le proporzioni tra i diversi elementi si avvicinino ai rapporti medi nella crosta terrestre: quanto più il fattore di arricchimento di un determinato elemento è prossimo a 1, tanto più si può ritenere l'elemento legato al fenomeno della risospensione, poiché il rapporto tra la sua concentrazione e quella del Si è simile a quello riscontrato nella crosta terrestre. Viceversa, quanto più è alto questo rapporto, tanto maggiore sarà il contributo di origine antropica all'elemento considerato. Come da letteratura (Per esempio Douglas R. Lawson, John W. Winchester, "A standard crustal aerosol as reference for elemental enrichment factors", Atmospheric Environment 1979), dei fattori di arricchimento è significativo l'ordine di grandezza e non il valore assoluto.

I fattori di arricchimento sono stati calcolati utilizzando come riferimento le concentrazioni determinate nel suolo dell'area di Milano, non avendo a disposizione misure locali.

Partendo dalle conoscenze acquisite sul territorio in esame, sulla tipologia di sorgenti e basandosi su lavori precedentemente fatti, si è stabilito ragionevole un valore di riferimento pari a 4 per la suddivisione tra elementi di origine tipicamente crostale ed elementi antropogenici.

Allegato 5 - Calcolo della frazione minerale e degli ossidi antropogenici nel particolato atmosferico

Per quanto riguarda gli elementi misurati, essi si trovano nel particolato prevalentemente associati all'ossigeno; pertanto, attraverso il bilancio chimico di massa, trasformando gli elementi rilevati nei loro ossidi preferenziali, è possibile risalire alla composizione chimica elementare del particolato. Le componenti minerale ed antropica sono ottenute sulla base dei rapporti stechiometrici e dei fattori di arricchimento. La parte inorganica della polvere al suolo è stata identificata dagli ossidi preferenziali di: Al, Si, K, Ca, Ti, Fe; per il ferro e il potassio è stata considerata la sola frazione di origine naturale stimata attraverso i corrispondenti fattori di arricchimento (FA); il fattore 1.15 tiene conto del contributo degli ossidi di Na e Mg (Eldred et al, 1987) non misurati come elementi ma determinati nella sola componente solubile. I fattori di arricchimento (FA) sono ottenuti come quoziente tra i rapporti della concentrazione in aria e nel suolo di ciascun elemento e di un elemento di riferimento (nel nostro caso il silicio, considerato di sola origine naturale). Un FA maggiore o uguale a 4 indica che per quell'elemento prevale una sorgente diversa dalla risospensione del suolo dovute alle turbolenze dell'aria, sia di origine naturale che antropica.

$$\begin{aligned} \text{Frazione minerale} = & 1.15 \cdot (1.890 \cdot \mathbf{Al} + 2.139 \cdot \mathbf{Si} + 1.399 \cdot \mathbf{Ca} + 1.668 \cdot \mathbf{Ti} + 2.497 \cdot \mathbf{S}^* + 2.580 \cdot \mathbf{Cl}^* + 1.205 \cdot \mathbf{K}^* + \\ & 1.923 \cdot \mathbf{Cr}^* + 2.019 \cdot \mathbf{Mn}^* + 1.358 \cdot \mathbf{Fe}^* + 1.341 \cdot \mathbf{Ni}^* + 1.252 \cdot \mathbf{Cu}^* + 1.245 \cdot \mathbf{Zn}^* + 1.701 \cdot \mathbf{Br}^* + \\ & 1.094 \cdot \mathbf{Rb}^* + 1.011 \cdot \mathbf{Pb}^*) \end{aligned} \quad (1)$$

Oltre alla frazione minerale è stato stimato l'apporto degli elementi più prettamente legati alle attività antropiche:

$$\begin{aligned} \text{Ossidi antropici} = & 2.580 \cdot (\mathbf{Cl} - \mathbf{Cl}^*) + 1.205 \cdot (\mathbf{K} - \mathbf{K}^*) + 1.923 \cdot (\mathbf{Cr} - \mathbf{Cr}^*) + 2.019 \cdot (\mathbf{Mn} - \mathbf{Mn}^*) + 1.358 \cdot (\mathbf{Fe} - \mathbf{Fe}^*) + \\ & 1.341 \cdot (\mathbf{Ni} - \mathbf{Ni}^*) + 1.252 \cdot (\mathbf{Cu} - \mathbf{Cu}^*) + 1.245 \cdot (\mathbf{Zn} - \mathbf{Zn}^*) + 1.701 \cdot (\mathbf{Br} - \mathbf{Br}^*) + 1.094 \cdot (\mathbf{Rb} - \mathbf{Rb}^*) + 1.011 \cdot (\mathbf{Pb} - \\ & \mathbf{Pb}^*) \end{aligned} \quad (2)$$

Nelle precedenti formule, C_x indica la concentrazione di un generico elemento X e FA_x il suo fattore di arricchimento dell'elemento allora:

$$C_x^* = C_x / FA_x$$

indica componente terrigena dell'elemento X.

Con questo approccio è possibile risalire all'andamento giornaliero delle due componenti: frazione minerale e ossidi antropogenici.

Allegato 6 – Risultati delle analisi su PM10

Data camp.	PM10	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Pb	Sr
	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)									
07-mar-20	13	0.054	0.220	0.005	0.317	0.012	0.456	0.387	0.008	< 0.0005	0.004	0.007	0.372	< 0.002	0.007	0.050	0.005	0.001	0.0074	0.001
08-mar-20	12	0.045	0.254	0.004	0.266	< 0.003	0.343	0.232	0.004	< 0.0005	0.003	0.005	0.157	< 0.002	0.006	0.026	0.012	< 0.001	0.0044	0.001
09-mar-20	24	0.102	0.386	0.006	0.445	0.040	0.640	0.632	0.016	< 0.0005	0.033	0.057	0.489	0.005	0.012	0.053	0.017	0.002	0.0103	0.002
10-mar-20	15	0.123	0.438	0.005	0.239	0.063	0.551	0.610	0.015	< 0.0005	0.011	0.020	0.468	0.002	0.009	0.036	0.004	0.001	0.0115	0.002
11-mar-20	22	0.245	0.728	0.008	0.302	0.043	0.570	0.969	0.029	0.0006	0.021	0.035	0.668	0.005	0.015	0.075	0.007	0.001	0.0175	0.003
12-mar-20	37	0.149	0.501	0.009	0.746	0.084	0.563	0.695	0.018	0.0005	0.010	0.021	0.506	0.003	0.012	0.061	0.009	0.002	0.0134	0.002
13-mar-20	24	0.125	0.436	0.007	0.825	0.007	0.437	0.547	0.017	0.0006	0.007	0.013	0.366	0.002	0.007	0.040	0.009	0.001	0.0181	0.002
14-mar-20	26	0.019	0.297	0.007	0.839	< 0.003	0.389	0.227	0.005	0.0006	0.004	0.008	0.152	< 0.002	0.005	0.032	0.005	< 0.001	0.0076	< 0.001
15-mar-20	14	0.014	0.128	0.007	0.489	< 0.003	0.384	0.155	0.002	< 0.0005	0.003	0.006	0.078	< 0.002	0.002	0.023	0.007	< 0.001	0.0043	< 0.001
16-mar-20	18	0.071	0.274	0.009	0.648	0.005	0.433	0.340	0.008	< 0.0005	0.003	0.009	0.248	< 0.002	0.006	0.036	0.007	0.001	0.0077	< 0.001
17-mar-20	33	0.139	0.413	0.010	0.743	0.015	0.509	0.540	0.014	< 0.0005	0.006	0.013	0.399	< 0.002	0.011	0.050	0.011	0.002	0.0108	0.003
18-mar-20	29	0.148	0.460	0.008	0.723	< 0.003	0.504	0.554	0.017	0.0006	0.006	0.012	0.370	< 0.002	0.009	0.046	0.009	0.001	0.0095	0.002
19-mar-20	27	0.204	0.617	0.009	0.743	< 0.003	0.491	0.681	0.018	< 0.0005	0.005	0.011	0.436	< 0.002	0.008	0.055	0.012	0.002	0.0086	0.002
20-mar-20	36	0.271	0.766	0.012	1.043	< 0.003	0.580	0.898	0.026	0.0005	0.005	0.015	0.460	< 0.002	0.010	0.052	0.013	0.001	0.0096	0.003
21-mar-20	28	0.360	0.864	0.009	1.271	< 0.003	0.474	0.536	0.029	0.0008	0.003	0.009	0.379	< 0.002	0.005	0.035	0.009	0.002	0.0066	0.003
22-mar-20	28	0.237	0.599	0.009	1.638	< 0.003	0.395	0.495	0.017	0.0007	0.004	0.008	0.279	< 0.002	0.003	0.027	0.008	< 0.001	0.0087	0.002
23-mar-20	16	0.207	0.585	0.003	0.721	1.145	0.286	1.188	0.018	< 0.0005	0.005	0.010	0.256	< 0.002	0.003	0.019	0.011	< 0.001	0.0047	0.003
24-mar-20	17	0.217	0.601	0.006	0.630	0.065	0.355	0.774	0.018	< 0.0005	< 0.002	0.009	0.271	< 0.002	0.004	0.027	0.007	< 0.001	0.0057	0.002
25-mar-20	17	0.186	0.517	0.004	0.984	0.004	0.356	0.663	0.016	< 0.0005	0.004	0.007	0.241	< 0.002	0.004	0.023	0.007	0.001	0.0059	0.002
26-mar-20	19	0.251	0.685	0.005	1.127	< 0.003	0.440	0.686	0.019	< 0.0005	0.003	0.009	0.309	< 0.002	0.004	0.034	0.009	0.001	0.0061	0.002
27-mar-20	31	0.552	1.420	0.006	1.622	0.017	0.663	1.345	0.042	0.0006	0.002	0.014	0.578	< 0.002	0.006	0.052	0.014	0.002	0.0084	0.017
28-mar-20	71	2.166	5.574	< 0	6.091	0.386	1.281	7.468	0.160	0.0032	0.005	0.047	1.981	< 0.002	0.006	0.037	0.015	0.006	0.0135	0.190
29-mar-20	50	1.582	4.031	< 0	3.937	0.231	1.105	5.257	0.119	0.0029	0.004	0.031	1.314	< 0.002	0.004	0.028	0.010	0.004	0.0127	0.130
30-mar-20	25	0.597	1.509	0.001	1.752	< 0.003	0.514	1.497	0.042	0.0011	0.003	0.012	0.525	< 0.002	0.002	0.022	0.008	0.002	0.0074	0.039
31-mar-20	8	0.022	0.099	0.002	0.395	< 0.003	0.200	0.083	0.002	< 0.0005	0.003	0.003	0.064	< 0.002	0.001	0.009	0.002	< 0.001	0.0041	< 0.001
01-apr-20	16	0.083	0.262	0.005	0.848	0.213	0.461	0.336	0.009	< 0.0005	0.004	0.005	0.154	< 0.002	0.002	0.019	0.007	0.001	0.0091	< 0.001
02-apr-20	19	0.108	0.333	0.005	0.859	< 0.003	0.419	0.337	0.010	< 0.0005	0.003	0.008	0.194	< 0.002	0.005	0.036	0.011	0.001	0.0062	0.001
03-apr-20	31	0.284	0.769	0.011	0.993	0.003	0.530	0.588	0.025	0.0006	0.002	0.012	0.369	< 0.002	0.007	0.041	0.013	0.002	0.0078	0.002
04-apr-20	31	0.260	0.714	0.012	0.962	< 0.003	0.537	0.694	0.025	< 0.0005	0.002	0.012	0.344	< 0.002	0.005	0.031	0.010	0.002	0.0077	0.002
05-apr-20	25	0.265	0.696	0.011	1.068	< 0.003	0.469	0.562	0.023	< 0.0005	0.003	0.009	0.301	< 0.002	0.003	0.023	0.009	0.002	0.0065	0.002
25-giu-20	18	0.188	0.521	0.015	1.148	< 0.003	0.164	0.761	0.018	< 0.0005	0.004	0.008	0.496	0.002	0.014	0.047	0.007	< 0.001	0.0077	0.003
26-giu-20	14	0.106	0.306	0.020	0.797	< 0.003	0.153	0.390	0.011	0.0005	0.006	0.009	0.343	0.002	0.009	0.041	0.006	< 0.001	0.0057	0.002
27-giu-20	19	0.196	0.548	0.018	1.383	< 0.003	0.172	0.524	0.018	0.0013	0.003	0.008	0.464	< 0.002	0.015	0.069	0.008	< 0.001	0.0108	0.002
28-giu-20	17	0.191	0.475	0.015	1.272	< 0.003	0.150	0.324	0.016	0.0011	0.003	0.004	0.409	0.002	0.011	0.027	0.008	< 0.001	0.0062	0.003
29-giu-20	18	0.275	0.692	0.014	1.201	< 0.003	0.199	0.635	0.026	0.0011	0.005	0.008	0.571	0.002	0.013	0.062	0.008	< 0.001	0.0102	0.003
30-giu-20	20	0.269	0.696	0.014	1.481	< 0.003	0.195	0.854	0.025	0.0018	0.004	0.012	0.535	0.003	0.013	0.128	0.007	< 0.001	0.0145	0.003
01-lug-20	21	0.185	0.514	0.015	1.402	< 0.003	0.170	0.718	0.021	0.0011	0.004	0.013	0.520	0.002	0.012	0.087	0.008	< 0.001	0.0092	0.003
02-lug-20	13	0.102	0.320	0.022	1.097	< 0.003	0.116	0.406	0.010	< 0.0005	0.004	0.005	0.345	0.003	0.010	0.068	0.006	< 0.001	0.0073	0.002
03-lug-20	9	0.069	0.256	0.032	0.436	< 0.003	0.162	0.536	0.010	< 0.0005	0.008	0.006	0.296	0.005	0.007	0.033	0.003	< 0.001	0.0031	0.002
04-lug-20	9	0.049	0.201	0.030	0.607	< 0.003	0.134	0.322	0.009	< 0.0005	0.004	0.004	0.220	0.003	0.010	0.034	0.003	< 0.001	0.0055	0.002
05-lug-20	13	0.060	0.240	0.026	1.249	< 0.003	0.147	0.253	0.009	< 0.0005	0.005	0.006	0.245	0.003	0.011	0.042	0.004	< 0.001	0.0068	< 0.001
06-lug-20	22	0.172	0.549	0.031	2.318	< 0.003	0.202	0.678	0.021	< 0.0005	0.004	0.010	0.441	0.002	0.016	0.060	0.006	< 0.001	0.0105	0.002
07-lug-20	14	0.208	0.600	0.022	0.842	0.378	0.202	1.234	0.020	< 0.0005	0.008	0.014	0.417	0.002	0.013	0.058	0.006	< 0.001	0.0070	0.004
08-lug-20	16	0.259	0.720	0.020	0.879	0.017	0.223	1.088	0.028	0.0005	0.007	0.016	0.516	0.004	0.013	0.049	0.007	0.001	0.0077	0.003
09-lug-20	24	0.391	1.076	0.022	1.483	< 0.003	0.278	1.288	0.039	0.0006	0.014	0.026	0.793	0.005	0.019	0.067	0.008	0.001	0.0115	0.004
10-lug-20	25	0.267	0.735	0.015	1.234	< 0.003	0.280	1.135	0.040	0.0005	0.013	0.029	0.798	0.005	0.021	0.067	0.010	< 0.001	0.0124	0.004
11-lug-20	17	0.207	0.491	0.019	1.153	< 0.003	0.200	0.414	0.024	< 0.0005	0.005	0.005	0.428	< 0.002	0.011	0.162	0.006	< 0.001	0.0166	0.002
12-lug-20	7	0.041	0.116	0.017	0.319	< 0.003	0.080	0.124	0.004	< 0.0005	0.003	0.003	0.154	< 0.002	0.007	0.059	0.002	< 0.001	0.0071	< 0.001
13-lug-20	9	0.053	0.163	0.012	0.449	< 0.003	0.088	0.365	0.006	< 0.0005	0.004	0.005	0.252	< 0.002	0.013	0.025	0.004	< 0.001	0.0034	0.001
14-lug-20	11	0.060	0.181	0.011	0.634	< 0.003	0.089	0.351	0.007	< 0.0005	0.004	0.004	0.299	0.002	0.010	0.054	0.006	< 0.001	0.0075	0.002
15-lug-20	12	0.105	0.316	0.018	0.934	< 0.003	0.133	0.496	0.013	< 0.0005	0.008	0.013	0.405	0.003	0.010	0.037	0.005	< 0.001	0.0059	0.002
16-lug-20	17	0.114	0.361	0.028	1.275	< 0.003	0.174	0.370	0.015	< 0.0005	0.007	0.012	0.432	0.003	0.014	0.042	0.007	< 0.001	0.0102	0.002
17-lug-20	18	0.160	0.454	0.026	1.635	< 0.003	0.186	0.770	0.019	0.0008	0.008	0.013	0.501	0.004	0.013	0.049	0.006	< 0.001	0.0103	0.002
18-lug-20	9	0.082	0.254	0.014	0.647	< 0.003	0.119	0.393	0.010	<										

Data camp.	PM10 (µg/m³)	AI (µg/m³)	B(a)P (ng/m³)	B(a)A (ng/m³)	B(b)F (ng/m³)	B(k)F (ng/m³)	I(1,2,3,c,d)P (ng/m³)	dB(a,h)A (ng/m³)	Arabitolo (µg/m³)	Mannitolo (µg/m³)	evoglucosano (µg/m³)	Mannosano (µg/m³)	Galattosano (µg/m³)	Glucosio (µg/m³)	M+G (µg/m³)
07-mar-20	13	0.054	0.635	0.130	0.639	0.315	1.051	< 0.105	<0.02	0.03	0.46	0.05	<0.02	---	---
08-mar-20	12	0.045	0.442	< 0.105	0.505	0.206	0.677	< 0.105	<0.02	0.05	0.44	0.04	<0.02	---	---
09-mar-20	24	0.102	0.804	0.168	0.931	0.400	1.023	< 0.105	<0.02	0.02	0.80	0.10	<0.02	---	---
10-mar-20	15	0.123	1.169	0.261	1.237	0.538	1.527	0.147	0.02	0.08	0.75	0.09	<0.02	---	---
11-mar-20	22	0.245	0.799	0.147	0.934	0.408	1.224	0.118	<0.02	0.04	0.51	0.07	<0.02	---	---
12-mar-20	37	0.149	0.396	< 0.109	0.609	0.239	0.717	< 0.109	<0.02	0.02	0.62	0.07	<0.02	---	---
13-mar-20	24	0.125	0.202	< 0.105	0.341	0.156	0.442	< 0.105	<0.02	0.03	0.49	0.05	<0.02	---	---
14-mar-20	26	0.019	0.375	< 0.105	0.497	0.202	0.568	< 0.105	<0.02	0.04	0.61	0.06	<0.02	---	---
15-mar-20	14	0.014	0.517	0.114	0.589	0.236	0.673	< 0.105	<0.02	0.05	0.69	0.08	0.31	---	---
16-mar-20	18	0.071	0.502	< 0.108	0.584	0.238	0.762	< 0.108	<0.02	0.05	0.63	0.10	<0.02	---	---
17-mar-20	33	0.139	0.622	< 0.105	0.845	0.349	0.900	< 0.105	<0.02	0.04	0.70	0.08	<0.02	---	---
18-mar-20	29	0.148	0.585	< 0.105	0.702	0.303	0.824	< 0.105	<0.02	0.05	0.54	0.07	<0.02	---	---
19-mar-20	27	0.204	0.357	< 0.105	0.517	0.227	0.580	< 0.105	<0.02	<0.02	0.40	<0.02	<0.02	---	---
20-mar-20	36	0.271	0.311	< 0.105	0.484	0.177	0.501	< 0.105	<0.02	<0.02	0.60	<0.02	<0.02	---	---
21-mar-20	28	0.360	0.164	< 0.105	0.265	< 0.105	0.294	< 0.105	<0.02	<0.02	0.46	<0.02	<0.02	---	---
22-mar-20	28	0.237	0.151	< 0.105	0.282	< 0.105	0.286	< 0.105	<0.02	<0.02	0.38	<0.02	<0.02	---	---
23-mar-20	16	0.207	0.195	< 0.111	0.315	0.115	0.293	< 0.111	<0.02	<0.02	0.21	<0.02	<0.02	---	---
24-mar-20	17	0.217	0.223	< 0.105	0.337	0.122	0.349	< 0.105	<0.02	<0.02	0.40	<0.02	<0.02	---	---
25-mar-20	17	0.186	0.278	< 0.105	0.421	0.151	0.412	< 0.105	<0.02	<0.02	0.39	<0.02	<0.02	---	---
26-mar-20	19	0.251	0.332	< 0.105	0.475	0.181	0.488	< 0.105	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	---	---
27-mar-20	31	0.552	0.475	< 0.112	0.703	0.269	0.676	< 0.112	<0.02	<0.02	0.73	<0.02	<0.02	---	---
28-mar-20	71	2.166	0.568	0.147	0.829	0.303	0.703	< 0.105	<0.02	<0.02	0.70	<0.02	<0.02	---	---
29-mar-20	50	1.582	0.538	0.130	0.711	0.282	0.694	< 0.105	<0.02	<0.02	0.74	<0.02	<0.02	---	---
30-mar-20	25	0.597	0.307	< 0.105	0.459	0.173	0.480	< 0.105	<0.02	<0.02	0.38	<0.02	<0.02	---	---
31-mar-20	8	0.022	0.274	< 0.105	0.370	0.143	0.391	< 0.105	<0.02	<0.02	0.38	<0.02	<0.02	---	---
01-apr-20	16	0.083	0.572	< 0.113	0.694	0.279	0.734	< 0.113	<0.02	<0.02	0.74	<0.02	<0.02	---	---
02-apr-20	19	0.108	0.534	0.130	0.636	0.269	0.698	< 0.105	<0.02	<0.02	0.50	<0.02	<0.02	---	---
03-apr-20	31	0.284	0.467	0.114	0.614	0.244	0.610	< 0.105	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	---	---
04-apr-20	31	0.260	0.470	0.105	0.579	0.243	0.654	< 0.105	<0.02	<0.02	0.45	<0.02	<0.02	---	---
05-apr-20	25	0.265	0.278	< 0.105	0.370	0.164	0.391	< 0.105	---	---	---	---	---	---	---
25-giu-20	18	0.188	< 0.118	< 0.118	< 0.118	< 0.118	< 0.237	< 0.118	0.26	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	---	---
26-giu-20	14	0.106	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	0.12	0.02	0.06	<0.02	<0.02	---	---
27-giu-20	19	0.196	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	0.17	<0.02	0.07	<0.02	<0.02	---	---
28-giu-20	17	0.191	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	0.10	<0.02	0.07	<0.02	<0.02	---	---
29-giu-20	18	0.275	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	0.26	0.15	0.14	<0.02	<0.02	---	---
30-giu-20	20	0.269	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	0.30	0.24	0.08	<0.02	<0.02	---	---
01-lug-20	21	0.185	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	0.30	<0.02	0.08	<0.02	<0.02	---	---
02-lug-20	13	0.102	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	0.21	0.06	0.07	<0.02	<0.02	---	---
03-lug-20	9	0.069	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	0.03	0.08	<0.02	<0.02	<0.02	---	---
04-lug-20	9	0.049	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	0.03	<0.02	<0.02	<0.02	0.12	---	---
05-lug-20	13	0.060	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	<0.02	0.05	<0.02	<0.02	<0.02	---	---
06-lug-20	22	0.172	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	---	---
07-lug-20	14	0.208	< 0.109	< 0.109	< 0.109	< 0.109	< 0.20	< 0.109	<0.02	0.03	<0.02	<0.02	<0.02	---	---
08-lug-20	16	0.259	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	<0.02	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	---	---
09-lug-20	24	0.391	< 0.113	< 0.113	< 0.113	< 0.113	< 0.23	< 0.113	<0.02	0.03	0.02	<0.02	<0.02	---	---
10-lug-20	25	0.267	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	<0.02	0.05	0.02	<0.02	<0.02	---	---
11-lug-20	17	0.207	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	<0.02	0.03	<0.02	<0.02	<0.02	---	---
12-lug-20	7	0.041	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	0.07	0.03	<0.02	<0.02	<0.02	---	---
13-lug-20	9	0.053	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	0.13	0.03	<0.02	<0.02	<0.02	---	---
14-lug-20	11	0.060	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	0.08	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	---	---
15-lug-20	12	0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	0.10	0.03	<0.02	<0.02	<0.02	---	---
16-lug-20	17	0.114	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	---	---
17-lug-20	18	0.160	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	---	---
18-lug-20	9	0.082	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	0.12	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	---	---
19-lug-20	11	0.118	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	---	---
20-lug-20	15	0.262	< 0.110	< 0.110	< 0.110	< 0.110	< 0.22	< 0.110	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	---	---
21-lug-20	18	0.291	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	---	---
22-lug-20	15	0.183	< 0.113	< 0.113	< 0.113	< 0.113	< 0.227	< 0.113	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	---	---
23-lug-20	14	0.188	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	---	---
24-lug-20	8	0.095	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	---	---
25-lug-20	9	0.050	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.105	< 0.21	< 0.105	<0.02	0.04	<0.02	<0.02	<0.02	---	---

Data camp.	PM10 (µg/m³)	Cl- (µg/m³)	NO2- (µg/m³)	Br- (µg/m³)	NO3- (µg/m³)	PO43- (µg/m³)	SO42- (µg/m³)	Na+ (µg/m³)	NH4+ (µg/m³)	K+ (µg/m³)	Mg ²⁺ (µg/m³)	Ca ²⁺ (µg/m³)	OC (µg/m³)	EC (µg/m³)	OpCt (µg/m³)
07-mar-20	13	<0.14	<0.07	<0.07	2.464	<0.21	0.746	---	0.586	0.293	<0.13	<0.21	5.46	1.01	1.44
08-mar-20	12	<0.14	<0.07	<0.07	2.598	<0.21	0.627	---	0.693	0.263	<0.13	<0.21	4.60	0.83	1.09
09-mar-20	24	<0.14	<0.07	<0.07	8.147	<0.21	1.049	---	1.904	0.646	<0.13	0.514	7.59	1.15	1.89
10-mar-20	15	<0.14	<0.07	<0.07	1.392	<0.21	0.563	---	0.219	0.439	<0.13	0.332	6.56	1.22	1.55
11-mar-20	22	<0.14	<0.07	<0.07	5.381	<0.21	0.712	---	1.018	0.468	<0.13	0.618	7.72	1.39	1.82
12-mar-20	37	<0.14	0.088	<0.07	20.469	<0.21	1.756	---	4.912	0.454	<0.13	0.701	7.96	0.87	1.68
13-mar-20	24	<0.14	<0.07	<0.07	8.735	<0.21	1.942	---	2.280	0.410	<0.13	0.362	6.79	0.70	1.25
14-mar-20	26	<0.14	<0.07	<0.07	14.028	<0.21	1.976	---	3.797	<0.17	<0.13	<0.21	6.51	0.72	1.33
15-mar-20	14	<0.14	0.723	<0.07	3.808	<0.21	1.152	---	1.005	0.410	<0.13	<0.21	6.12	0.76	1.29
16-mar-20	18	<0.14	<0.07	<0.07	5.871	<0.21	1.525	---	1.479	0.361	<0.13	0.279	6.33	0.78	1.41
17-mar-20	33	<0.14	<0.07	<0.07	15.418	<0.21	1.749	---	4.013	0.439	<0.13	<0.21	8.10	0.87	1.66
18-mar-20	29	<0.14	<0.07	<0.07	11.516	<0.21	1.703	---	3.024	0.439	<0.13	<0.21	7.58	0.86	1.69
19-mar-20	27	<0.14	0.340	<0.07	10.586	<0.21	1.750	---	3.064	0.439	<0.13	0.392	7.30	0.84	1.63
20-mar-20	36	<0.14	<0.07	<0.07	17.283	<0.21	2.455	---	4.896	0.352	<0.13	0.438	7.62	0.72	1.51
21-mar-20	28	<0.14	0.085	<0.07	10.963	<0.21	2.991	---	3.581	<0.17	<0.13	0.709	6.45	0.58	1.18
22-mar-20	28	<0.14	0.340	<0.07	9.155	<0.21	3.855	---	3.284	0.293	<0.13	<0.21	6.56	0.66	1.05
23-mar-20	16	<0.14	<0.07	<0.07	1.516	<0.21	1.698	---	0.745	0.401	0.320	0.603	3.31	0.42	0.52
24-mar-20	17	<0.14	<0.07	<0.07	3.947	<0.21	1.483	---	1.168	0.381	0.203	0.754	4.18	0.48	0.83
25-mar-20	17	<0.14	<0.07	<0.07	3.298	<0.21	2.316	---	1.358	0.381	<0.13	0.543	5.44	0.47	1.05
26-mar-20	19	<0.14	<0.07	<0.07	4.783	<0.21	2.654	---	1.913	0.264	0.157	0.618	6.09	0.64	1.08
27-mar-20	31	<0.14	<0.07	<0.07	7.568	<0.21	3.818	---	2.399	0.281	0.226	1.125	7.11	0.73	1.54
28-mar-20	71	<0.14	0.128	<0.07	6.552	<0.21	14.336	---	1.142	0.498	0.793	5.765	7.31	0.87	1.49
29-mar-20	50	<0.14	<0.07	<0.07	5.248	<0.21	9.266	---	0.775	0.557	0.525	3.771	7.08	0.90	1.53
30-mar-20	25	<0.14	<0.07	<0.07	3.297	<0.21	4.123	---	1.141	0.351	0.258	1.237	4.90	0.65	1.14
31-mar-20	8	<0.14	<0.07	<0.07	1.858	<0.21	0.929	---	0.789	0.351	<0.13	0.272	3.57	0.49	0.68
01-apr-20	16	<0.14	0.683	<0.07	3.680	<0.21	1.996	---	1.309	0.376	<0.13	0.291	5.91	0.76	1.24
02-apr-20	19	<0.14	<0.07	<0.07	6.961	<0.21	2.023	---	2.413	<0.17	<0.13	0.301	6.24	0.56	1.25
03-apr-20	31	<0.14	0.298	<0.07	14.621	<0.21	2.338	---	4.146	0.381	<0.13	0.271	6.45	0.66	1.42
04-apr-20	31	<0.14	<0.07	<0.07	13.832	<0.21	2.264	---	4.228	0.234	<0.13	<0.21	6.36	0.72	1.45
05-apr-20	25	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	5.24	0.59	1.19
25-giu-20	18	<0.14	<0.07	<0.07	0.665	<0.21	2.073	<0.07	0.628	<0.17	<0.13	0.679	3.52	0.21	0.30
26-giu-20	14	<0.14	<0.07	<0.07	0.630	<0.21	1.763	<0.07	0.666	<0.17	<0.13	0.467	3.52	0.28	0.38
27-giu-20	19	<0.14	<0.07	<0.07	0.551	<0.21	2.860	<0.07	1.018	<0.17	<0.13	0.467	5.27	0.29	0.47
28-giu-20	17	<0.14	<0.07	<0.07	0.748	<0.21	2.938	<0.07	1.058	<0.17	<0.13	0.377	4.09	0.26	0.43
29-giu-20	18	<0.14	<0.07	<0.07	0.355	<0.21	2.782	<0.07	0.869	<0.17	<0.13	0.543	4.03	0.29	0.43
30-giu-20	20	<0.14	<0.07	<0.07	1.064	<0.21	3.566	<0.07	0.842	<0.17	<0.13	0.723	3.77	0.35	0.43
01-lug-20	21	<0.14	<0.07	<0.07	0.946	<0.21	3.526	<0.07	0.977	<0.17	<0.13	0.663	4.15	0.36	0.49
02-lug-20	13	<0.14	<0.07	<0.07	0.473	<0.21	<0.21	<0.07	0.693	0.468	<0.13	0.407	3.45	0.32	0.36
03-lug-20	9	<0.14	<0.07	<0.07	<0.14	<0.21	0.705	<0.07	0.300	<0.17	<0.13	0.377	2.91	0.37	0.33
04-lug-20	9	<0.14	<0.07	<0.07	0.434	<0.21	0.941	<0.07	0.450	<0.17	<0.13	0.497	3.18	0.31	0.32
05-lug-20	13	<0.14	<0.07	<0.07	0.709	<0.21	1.881	<0.07	0.869	<0.17	<0.13	<0.21	3.71	0.25	0.36
06-lug-20	22	<0.14	<0.07	<0.07	1.773	<0.21	3.408	<0.07	1.451	0.205	<0.13	0.407	4.46	0.30	0.51
07-lug-20	14	<0.14	<0.07	<0.07	0.738	<0.21	1.264	<0.07	0.285	<0.17	<0.13	0.659	3.12	0.32	0.30
08-lug-20	16	<0.14	<0.07	<0.07	1.261	<0.21	1.293	<0.07	0.449	<0.17	<0.13	0.603	3.31	0.31	0.34
09-lug-20	24	<0.14	<0.07	<0.07	2.030	<0.21	2.271	<0.07	0.962	<0.17	<0.13	0.760	4.28	0.38	0.51
10-lug-20	25	<0.14	<0.07	<0.07	1.812	<0.21	2.743	<0.07	1.031	<0.17	<0.13	0.723	4.58	0.32	0.60
11-lug-20	17	<0.14	<0.07	<0.07	0.631	<0.21	2.117	<0.07	0.802	<0.17	<0.13	0.317	4.19	0.31	0.48
12-lug-20	7	<0.14	<0.07	<0.07	0.276	<0.21	0.862	<0.07	0.328	<0.17	<0.13	<0.21	2.73	0.25	0.23
13-lug-20	9	<0.14	<0.07	<0.07	0.552	<0.21	1.137	<0.07	0.395	<0.17	<0.13	0.437	2.60	0.27	0.29
14-lug-20	11	<0.14	<0.07	<0.07	0.512	<0.21	1.489	<0.07	0.612	<0.17	0.138	<0.21	2.91	0.32	0.37
15-lug-20	12	<0.14	<0.07	<0.07	0.552	<0.21	1.568	<0.07	0.558	<0.17	<0.13	0.226	3.26	0.37	0.45
16-lug-20	17	<0.14	<0.07	<0.07	1.379	<0.21	2.273	<0.07	1.059	<0.17	<0.13	0.347	4.05	0.33	0.51
17-lug-20	18	<0.14	<0.07	<0.07	1.185	<0.21	2.710	<0.07	1.048	<0.17	<0.13	0.393	3.75	0.33	0.49
18-lug-20	9	<0.14	<0.07	<0.07	0.749	<0.21	1.293	<0.07	0.612	<0.17	<0.13	0.286	2.44	0.28	0.29
19-lug-20	11	<0.14	<0.07	<0.07	0.591	<0.21	1.607	<0.07	0.612	0.234	<0.13	0.226	3.30	0.28	0.32
20-lug-20	15	<0.14	<0.07	<0.07	0.412	<0.21	1.842	<0.07	0.682	0.183	<0.13	0.394	3.57	0.33	0.46
21-lug-20	18	<0.14	<0.07	<0.07	0.513	<0.21	2.196	<0.07	0.721	<0.17	<0.13	0.618	4.29	0.35	0.46
22-lug-20	15	<0.14	<0.07	<0.07	0.728	<0.21	1.449	<0.07	0.518	<0.17	<0.13	0.574	3.78	0.34	0.40
23-lug-20	14	<0.14	<0.07	<0.07	0.473	<0.21	1.568	<0.07	0.558	<0.17	<0.13	0.377	3.79	0.34	0.39
24-lug-20	8	<0.14	<0.07	<0.07	0.276	<0.21	0.706	<0.07	0.247	0.234	<0.13	<0.21	2.99	0.38	0.37
25-lug-20	9	<0.14	<0.07	<0.07	0.237	<0.21	0.667	<0.07	0.247	<0.17	<0.13	0.241	3.21	0.39	0.40

Allegato 7 – Dati giornalieri PM10

Data	PM10
	µg/m ³
7-mar-20	13
8-mar-20	12
9-mar-20	24
10-mar-20	15
11-mar-20	22
12-mar-20	37
13-mar-20	24
14-mar-20	26
15-mar-20	14
16-mar-20	18
17-mar-20	33
18-mar-20	29
19-mar-20	27
20-mar-20	36
21-mar-20	28
22-mar-20	28
23-mar-20	16
24-mar-20	17
25-mar-20	17
26-mar-20	19
27-mar-20	31
28-mar-20	71
29-mar-20	50
30-mar-20	25
31-mar-20	8
1-apr-20	16
2-apr-20	19
3-apr-20	31
4-apr-20	31
5-apr-20	25

Data	PM10
	µg/m ³
26-giu-20	14
27-giu-20	19
28-giu-20	17
29-giu-20	18
30-giu-20	20
1-lug-20	21
2-lug-20	13
3-lug-20	9
4-lug-20	9
5-lug-20	13
6-lug-20	22
7-lug-20	14
8-lug-20	16
9-lug-20	24
10-lug-20	25
11-lug-20	17
12-lug-20	7
13-lug-20	9
14-lug-20	11
15-lug-20	12
16-lug-20	17
17-lug-20	18
18-lug-20	9
19-lug-20	11
20-lug-20	15
21-lug-20	18
22-lug-20	15
23-lug-20	14
24-lug-20	8
25-lug-20	9

Allegato 8 – Dati orari

Data e Ora	NO _x	NO	NO ₂	CO	O ₃	C6H6
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	mg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
7/3/20 0.00	31	6	22	0.9	12	2.0
7/3/20 1.00	24	5	16	0.7	13	1.2
7/3/20 2.00	19	4	13	0.6	14	0.9
7/3/20 3.00	19	3	14	0.6	14	0.8
7/3/20 4.00	18	3	13	0.6	13	0.8
7/3/20 5.00	23	7	13	0.5	13	0.6
7/3/20 6.00	39	13	20	0.5	11	0.6
7/3/20 7.00	42	13	22	0.6	13	1.0
7/3/20 8.00	77	33	27	0.8	15	1.7
7/3/20 9.00	58	21	26	0.6	30	1.6
7/3/20 10.00	29	4	22	0.4	64	0.8
7/3/20 11.00	13	3	8	0.4	83	0.6
7/3/20 12.00	7	1	5	0.3	92	0.6
7/3/20 13.00	10	2	7	0.4	90	0.5
7/3/20 14.00	15	2	12	0.4	83	0.5
7/3/20 15.00	19	2	15	0.4	78	0.5
7/3/20 16.00	21	3	17	0.5	74	0.8
7/3/20 17.00	24	3	19	0.6	65	0.8
7/3/20 18.00	19	2	16	0.5	75	1.0
7/3/20 19.00	7	1	6	0.3	94	0.8
7/3/20 20.00	4	0	4	0.3	97	0.5
7/3/20 21.00	10	1	9	0.5	83	0.7
7/3/20 22.00	15	1	14	0.6	63	1.3
7/3/20 23.00	20	1	18	0.7	51	1.1
8/3/20 0.00	28	3	24	0.7	37	1.0
8/3/20 1.00	16	2	13	0.6	46	0.7
8/3/20 2.00	12	1	10	0.5	49	0.5
8/3/20 3.00	16	2	14	0.4	43	0.4
8/3/20 4.00	17	1	15	0.4	38	0.4
8/3/20 5.00	25	3	21	0.4	33	0.4
8/3/20 6.00	27	3	22	0.4	32	0.4
8/3/20 7.00	38	6	28	0.4	29	0.5
8/3/20 8.00	58	16	34	0.5	30	0.8
8/3/20 9.00	31	7	21	0.5	58	1.4
8/3/20 10.00	12	2	8	0.4	85	0.6
8/3/20 11.00	6	1	4	0.3	95	0.5
8/3/20 12.00	6	1	4	0.4	99	0.4
8/3/20 13.00	5	1	4	0.4	103	0.4

Data e Ora	NO _x	NO	NO ₂	CO	O ₃	C6H6
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	mg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
26/6/20 0.00	4	0	4	0.3	85	0.2
26/6/20 1.00	5	0	4	0.3	78	0.2
26/6/20 2.00	4	0	3	0.3	66	0.3
26/6/20 3.00	4	0	3	0.3	62	0.2
26/6/20 4.00	12	0	12	0.3	46	0.1
26/6/20 5.00	7	1	6	0.3	50	0.2
26/6/20 6.00	18	4	12	0.4	46	0.3
26/6/20 7.00	45	18	19	0.4	54	0.4
26/6/20 8.00	12	1	10	0.3	80	0.2
26/6/20 9.00	9	1	8	0.3	89	0.2
26/6/20 10.00	8	1	6	0.4	90	0.2
26/6/20 11.00	7	1	6	0.3	102	0.2
26/6/20 12.00	8	1	7	0.3	118	0.2
26/6/20 13.00	8	1	7	0.3	126	0.2
26/6/20 14.00	10	1	9	0.3	139	0.2
26/6/20 15.00	10	0	9	0.3	146	0.2
26/6/20 16.00	10	1	9	0.3	148	0.2
26/6/20 17.00	10	0	9	0.3	150	0.2
26/6/20 18.00	10	0	9	0.3	144	0.2
26/6/20 19.00	10	0	10	0.3	119	0.2
26/6/20 20.00	11	0	10	0.3	106	0.3
26/6/20 21.00	10	0	10	0.3	97	0.2
26/6/20 22.00	10	0	10	0.4	78	0.3
26/6/20 23.00	12	0	12	0.4	77	0.3
27/6/20 0.00	12	0	12	0.4	67	0.3
27/6/20 1.00	10	0	10	0.4	63	0.2
27/6/20 2.00	8	0	8	0.3	60	0.2
27/6/20 3.00	7	0	6	0.3	54	0.2
27/6/20 4.00	6	0	6	0.3	49	0.3
27/6/20 5.00	16	2	13	0.3	37	0.2
27/6/20 6.00	20	3	15	0.3	47	0.3
27/6/20 7.00	17	2	14	0.4	58	0.3
27/6/20 8.00	14	2	10	0.3	88	0.3
27/6/20 9.00	8	1	7	0.3	103	0.2
27/6/20 10.00	8	1	7	0.4	104	0.3
27/6/20 11.00	9	1	8	0.4	127	0.3
27/6/20 12.00	8	0	7	0.3	138	0.2
27/6/20 13.00	8	0	7	0.3	141	0.1

8/3/20 14.00	7	2	5	0.4	104	0.5	27/6/20 14.00	8	0	7	0.3	146	0.3
8/3/20 15.00	8	2	6	0.4	104	0.4	27/6/20 15.00	7	0	7	0.3	149	0.2
8/3/20 16.00	8	1	7	0.4	102	0.4	27/6/20 16.00	7	0	7	0.3	153	0.1
8/3/20 17.00	8	1	7	0.4	99	0.5	27/6/20 17.00	8	1	7	0.4	157	0.3
8/3/20 18.00	12	1	10	0.5	94	0.7	27/6/20 18.00	8	0	8	0.3	149	0.2
8/3/20 19.00	18	1	16	0.6	78	0.8	27/6/20 19.00	9	0	9	0.4	129	0.3
8/3/20 20.00	24	2	22	0.7	62	1.1	27/6/20 20.00	9	0	9	0.4	123	0.4
8/3/20 21.00	19	1	17	0.7	57	1.0	27/6/20 21.00	9	0	8	0.4	107	0.2
8/3/20 22.00	21	2	19	0.8	46	1.0	27/6/20 22.00	10	0	9	0.4	94	0.3
8/3/20 23.00	24	2	21	0.8	37	1.1	27/6/20 23.00	9	0	8	0.4	82	0.3
9/3/20 0.00	19	1	17	0.7	40	0.9	28/6/20 0.00	9	0	9	0.4	75	0.3
9/3/20 1.00	22	2	19	0.7	31	0.8	28/6/20 1.00	8	0	8	0.4	68	0.2
9/3/20 2.00	18	2	15	0.6	31	0.6	28/6/20 2.00	6	0	6	0.3	68	0.3
9/3/20 3.00	17	2	14	0.5	34	0.6	28/6/20 3.00	6	0	5	0.4	59	0.2
9/3/20 4.00	32	4	25	0.5	21	0.8	28/6/20 4.00	7	0	6	0.3	53	0.2
9/3/20 5.00	35	5	27	0.5	19	0.6	28/6/20 5.00	7	0	6	0.3	46	0.3
9/3/20 6.00	52	12	33	0.6	13	0.6	28/6/20 6.00	9	1	8	0.3	52	0.4
9/3/20 7.00	68	20	37	0.7	13	0.8	28/6/20 7.00	8	1	7	0.4	72	0.4
9/3/20 8.00	93	33	43	0.8	14	1.0	28/6/20 8.00	7	1	6	0.3	100	0.3
9/3/20 9.00	74	21	42	0.8	24	1.3	28/6/20 9.00	6	0	6	0.3	114	0.2
9/3/20 10.00	55	12	37	0.7	42	1.1	28/6/20 10.00	6	1	6	0.4	109	0.2
9/3/20 11.00	37	6	27	0.5	60	0.8	28/6/20 11.00	6	0	5	0.3	114	0.2
9/3/20 12.00	14	2	12	0.5	86	0.5	28/6/20 12.00	6	0	5	0.4	124	0.2
9/3/20 13.00	14	2	11	0.5	87	0.5	28/6/20 13.00	6	0	5	0.3	127	0.2
9/3/20 14.00	15	2	12	0.5	87	0.5	28/6/20 14.00	6	0	5	0.3	130	0.2
9/3/20 15.00	12	1	10	0.5	89	0.6	28/6/20 15.00	5	0	5	0.3	132	0.2
9/3/20 16.00	12	1	10	0.5	91	0.4	28/6/20 16.00	6	0	5	0.3	134	0.2
9/3/20 17.00	17	2	14	0.5	81	0.5	28/6/20 17.00	6	0	5	0.3	137	0.2
9/3/20 18.00	35	2	32	0.7	55	0.8	28/6/20 18.00	6	0	6	0.3	136	0.1
9/3/20 19.00	46	4	41	0.8	36	1.0	28/6/20 19.00	9	0	9	0.3	107	0.2
9/3/20 20.00	36	4	29	0.9	26	1.6	28/6/20 20.00	9	0	8	0.3	90	0.2
9/3/20 21.00	34	4	29	0.9	27	1.7	28/6/20 21.00	8	0	7	0.3	90	0.2
9/3/20 22.00	30	3	25	1.0	23	1.6	28/6/20 22.00	9	0	8	0.3	82	0.2
9/3/20 23.00	34	3	29	1.1	17	1.5	28/6/20 23.00	8	0	7	0.3	81	0.3
10/3/20 0.00	28	3	24	0.9	19	1.6	29/6/20 0.00	7	0	7	0.3	74	0.3
10/3/20 1.00	22	2	19	0.8	24	1.1	29/6/20 1.00	6	0	6	0.3	66	0.3
10/3/20 2.00	19	2	16	0.7	23	1.0	29/6/20 2.00	5	0	5	0.3	66	0.3
10/3/20 3.00	25	4	19	0.6	22	0.7	29/6/20 3.00	6	0	5	0.3	61	0.2
10/3/20 4.00	18	2	15	0.5	30	0.4	29/6/20 4.00	7	0	7	0.3	60	0.2
10/3/20 5.00	14	2	11	0.5	34	0.4	29/6/20 5.00	31	6	22	0.3	42	0.3
10/3/20 6.00	41	9	27	0.6	20	0.6	29/6/20 6.00	29	4	23	0.4	46	0.3
10/3/20 7.00	49	11	32	0.7	16	2.5	29/6/20 7.00	24	3	20	0.4	61	0.3
10/3/20 8.00	94	35	40	0.9	15	1.5	29/6/20 8.00	16	2	13	0.4	85	0.3
10/3/20 9.00	100	35	46	0.8	22	1.5	29/6/20 9.00	16	2	13	0.4	96	0.2

10/3/20 10.00	65	16	41	0.7	36	1.5	29/6/20 10.00	9	1	8	0.4	105	0.2
10/3/20 11.00	28	5	19	0.5	70	1.0	29/6/20 11.00	9	1	8	0.4	118	0.2
10/3/20 12.00	14	3	10	0.5	84	0.6	29/6/20 12.00	9	1	8	0.4	124	0.2
10/3/20 13.00	19	3	14	0.5	78	0.5	29/6/20 13.00	10	1	9	0.4	132	0.2
10/3/20 14.00	18	3	14	0.5	80	0.4	29/6/20 14.00	12	1	11	0.3	139	0.2
10/3/20 15.00	19	3	14	0.5	80	0.5	29/6/20 15.00	10	1	9	0.4	148	0.2
10/3/20 16.00	33	5	26	0.6	69	0.5	29/6/20 16.00	12	1	11	0.4	147	0.2
10/3/20 17.00	18	2	15	0.5	83	0.5	29/6/20 17.00	10	1	10	0.3	146	0.2
10/3/20 18.00	20	1	19	0.6	72	0.6	29/6/20 18.00	10	0	10	0.4	148	0.2
10/3/20 19.00	29	2	25	0.7	56	1.8	29/6/20 19.00	11	0	10	0.4	137	0.2
10/3/20 20.00	21	2	18	0.7	55	1.1	29/6/20 20.00	9	0	9	0.4	116	0.3
10/3/20 21.00	31	2	27	0.9	38	1.5	29/6/20 21.00	10	0	9	0.4	99	0.3
10/3/20 22.00	27	2	24	1.0	34	1.7	29/6/20 22.00	12	0	12	0.4	86	0.2
10/3/20 23.00	24	2	22	0.9	30	1.4	29/6/20 23.00	10	0	10	0.4	73	0.2
11/3/20 0.00	24	2	21	0.8	28	1.1	30/6/20 0.00	11	0	10	0.4	68	0.2
11/3/20 1.00	30	4	24	0.7	26	0.8	30/6/20 1.00	12	0	12	0.4	61	0.2
11/3/20 2.00	32	5	25	0.7	21	0.7	30/6/20 2.00	9	0	8	0.3	54	0.2
11/3/20 3.00	24	4	18	0.6	27	0.6	30/6/20 3.00	7	0	6	0.3	56	0.2
11/3/20 4.00	27	3	22	0.5	22	0.4	30/6/20 4.00	8	0	7	0.3	53	0.2
11/3/20 5.00	34	6	25	0.5	22	0.4	30/6/20 5.00	14	1	13	0.4	44	0.2
11/3/20 6.00	68	22	35	0.7	12	1.2	30/6/20 6.00	24	2	21	0.4	49	0.2
11/3/20 7.00	98	40	36	0.9	12	1.7	30/6/20 7.00	21	2	19	0.4	62	0.2
11/3/20 8.00	135	58	46	1.0	16	2.1	30/6/20 8.00	10	1	9	0.4	83	0.2
11/3/20 9.00	49	13	28	0.7	46	1.4	30/6/20 9.00	9	1	8	0.4	89	0.2
11/3/20 10.00	31	6	22	0.6	67	0.7	30/6/20 10.00	8	1	7	0.4	99	0.2
11/3/20 11.00	15	2	11	0.5	80	0.5	30/6/20 11.00	10	1	9	0.4	105	0.2
11/3/20 12.00	20	3	15	0.6	80	0.5	30/6/20 12.00	9	1	9	0.4	117	0.2
11/3/20 13.00	29	5	22	0.6	75	0.6	30/6/20 13.00	9	1	8	0.4	121	0.3
11/3/20 14.00	36	5	28	0.7	71	0.6	30/6/20 14.00	8	1	7	0.3	118	0.1
11/3/20 15.00	35	5	27	0.7	73	0.6	30/6/20 15.00	7	0	6	0.4	119	0.2
11/3/20 16.00	37	5	29	0.7	72	0.6	30/6/20 16.00	8	1	7	0.4	120	0.2
11/3/20 17.00	44	4	38	0.7	63	0.5	30/6/20 17.00	8	1	7	0.4	124	0.2
11/3/20 18.00	52	4	46	0.8	50	0.7	30/6/20 18.00	9	0	8	0.4	118	0.2
11/3/20 19.00	52	4	47	0.9	32	0.9	30/6/20 19.00	11	1	10	0.4	96	0.2
11/3/20 20.00	47	4	40	1.0	27	1.3	30/6/20 20.00	11	0	10	0.4	82	0.2
11/3/20 21.00	41	3	36	1.0	28	1.7	30/6/20 21.00	10	0	10	0.4	76	0.2
11/3/20 22.00	37	3	33	0.9	27	1.1	30/6/20 22.00	9	0	9	0.4	67	0.2
11/3/20 23.00	33	3	28	0.9	24	1.0	30/6/20 23.00	9	0	8	0.4	62	0.2
12/3/20 0.00	25	3	21	0.9	24	0.9	1/7/20 0.00	7	0	7	0.4	55	0.2
12/3/20 1.00	24	2	20	0.8	20	0.7	1/7/20 1.00	6	0	6	0.4	55	0.3
12/3/20 2.00	21	2	18	0.8	20	0.8	1/7/20 2.00	5	0	5	0.4	51	0.3
12/3/20 3.00	22	3	18	0.8	18	0.8	1/7/20 3.00	6	0	5	0.4	44	0.2
12/3/20 4.00	19	2	15	0.7	19	0.6	1/7/20 4.00	8	0	8	0.4	39	0.2
12/3/20 5.00	23	4	17	0.7	16	0.5	1/7/20 5.00	11	1	10	0.4	36	0.2

12/3/20 6.00	34	8	21	0.8	14	0.6	1/7/20 6.00	16	2	14	0.4	37	0.3
12/3/20 7.00	56	20	26	0.9	10	1.0	1/7/20 7.00	28	4	23	0.5	41	0.3
12/3/20 8.00	68	25	30	0.9	14	1.1	1/7/20 8.00	21	2	18	0.5	63	0.3
12/3/20 9.00	55	15	32	0.9	19	1.0	1/7/20 9.00	16	1	14	0.4	78	0.2
12/3/20 10.00	36	6	26	0.9	35	1.0	1/7/20 10.00	21	2	17	0.4	75	0.2
12/3/20 11.00	19	3	15	0.6	62	0.9	1/7/20 11.00	15	1	13	0.4	96	0.2
12/3/20 12.00	16	2	13	0.2	67	0.6	1/7/20 12.00	9	1	8	0.4	97	0.2
12/3/20 13.00	13	2	11	0.3	77	0.5	1/7/20 13.00	6	0	5	0.4	106	0.1
12/3/20 14.00	12	1	10	0.3	80	0.5	1/7/20 14.00	8	1	7	0.4	120	0.2
12/3/20 15.00	10	2	7	0.3	86	0.4	1/7/20 15.00	9	1	9	0.4	139	0.2
12/3/20 16.00	13	2	10	0.3	82	0.4	1/7/20 16.00	10	1	9	0.4	139	0.2
12/3/20 17.00	13	1	11	0.3	77	0.5	1/7/20 17.00	10	0	10	0.4	145	0.2
12/3/20 18.00	16	2	13	0.3	74	0.6	1/7/20 18.00	8	0	8	0.4	125	0.2
12/3/20 19.00	14	1	13	0.3	71	0.7	1/7/20 19.00	11	0	10	0.4	88	0.2
12/3/20 20.00	22	1	20	0.5	57	0.9	1/7/20 20.00	13	0	12	0.4	67	0.2
12/3/20 21.00	26	2	23	0.6	42	1.1	1/7/20 21.00	11	0	10	0.4	55	0.2
12/3/20 22.00	22	2	19	0.6	38	1.1	1/7/20 22.00	11	0	10	0.4	49	0.3
12/3/20 23.00	22	2	19	0.6	31	1.2	1/7/20 23.00	9	0	9	0.4	46	0.3
13/3/20 0.00	18	2	15	0.6	30	1.0	2/7/20 0.00	9	0	8	0.4	40	0.4
13/3/20 1.00	15	2	12	0.5	36	1.1	2/7/20 1.00	7	0	7	0.4	52	0.2
13/3/20 2.00	15	2	11	0.5	33	0.9	2/7/20 2.00	3	0	3	0.3	67	0.1
13/3/20 3.00	15	2	11	0.5	34	0.8	2/7/20 3.00	4	0	4	0.3	56	0.1
13/3/20 4.00	13	2	10	0.4	35	0.8	2/7/20 4.00	7	0	6	0.3	47	0.1
13/3/20 5.00	19	3	15	0.4	29	0.7	2/7/20 5.00	11	1	10	0.4	43	0.1
13/3/20 6.00	22	3	18	0.4	23	0.7	2/7/20 6.00	23	3	19	0.4	35	0.2
13/3/20 7.00	28	4	22	0.5	19	0.8	2/7/20 7.00	18	3	12	0.4	40	0.3
13/3/20 8.00	37	8	25	0.5	20	0.9	2/7/20 8.00	15	3	11	0.4	56	0.3
13/3/20 9.00	35	7	24	0.5	34	0.9	2/7/20 9.00	8	1	7	0.4	77	0.2
13/3/20 10.00	21	4	16	0.4	56	0.7	2/7/20 10.00	8	1	7	0.4	86	0.2
13/3/20 11.00	13	2	10	0.3	69	0.4	2/7/20 11.00	9	1	8	0.4	94	0.2
13/3/20 12.00	18	3	14	0.3	71	0.5	2/7/20 12.00	11	1	10	0.3	115	0.2
13/3/20 13.00	17	3	13	0.3	76	0.6	2/7/20 13.00	10	1	9	0.3	127	0.2
13/3/20 14.00	16	2	13	0.3	82	0.6	2/7/20 14.00	10	0	9	0.3	140	0.2
13/3/20 15.00	14	2	12	0.3	89	0.4	2/7/20 15.00	11	1	10	0.3	156	0.2
13/3/20 16.00	14	2	12	0.3	94	0.4	2/7/20 16.00	14	1	12	0.3	166	0.2
13/3/20 17.00	16	2	13	0.3	89	0.5	2/7/20 17.00	10	0	9	0.3	164	0.2
13/3/20 18.00	19	3	15	0.3	81	0.5	2/7/20 18.00	10	0	9	0.3	157	0.2
13/3/20 19.00	16	2	14	0.4	80	0.5	2/7/20 19.00	11	0	10	0.3	114	0.3
13/3/20 20.00	16	2	14	0.4	78	0.6	2/7/20 20.00	10	0	10	0.3	94	0.2
13/3/20 21.00	18	2	15	0.4	64	0.7	2/7/20 21.00	4	0	3	0.2	101	0.2
13/3/20 22.00	17	2	14	0.4	57	0.8	2/7/20 22.00	3	0	3	0.2	93	0.1
13/3/20 23.00	17	2	14	0.4	48	0.7	2/7/20 23.00	4	0	4	0.2	76	0.1
14/3/20 0.00	17	2	13	0.5	42	0.7	3/7/20 0.00	5	0	4	0.2	60	0.2
14/3/20 1.00	16	2	13	0.5	41	0.7	3/7/20 1.00	4	0	4	0.2	52	0.1

14/3/20 2.00	15	2	12	0.5	58	0.8	3/7/20 2.00	4	0	4	0.2	43	0.2
14/3/20 3.00	13	2	10	0.5	54	0.9	3/7/20 3.00	4	0	4	0.2	39	0.2
14/3/20 4.00	11	1	9	0.5	53	0.9	3/7/20 4.00	8	1	7	0.2	32	0.1
14/3/20 5.00	15	2	12	0.5	45	0.8	3/7/20 5.00	9	1	7	0.2	28	0.2
14/3/20 6.00	13	2	10	0.4	48	0.9	3/7/20 6.00	20	4	14	0.2	26	0.2
14/3/20 7.00	12	2	10	0.4	44	0.9	3/7/20 7.00	33	7	22	0.3	31	0.3
14/3/20 8.00	15	2	11	0.4	39	0.8	3/7/20 8.00	25	4	19	0.3	55	0.2
14/3/20 9.00	12	2	9	0.4	50	0.8	3/7/20 9.00	13	2	11	0.2	82	0.2
14/3/20 10.00	11	1	9	0.4	50	0.7	3/7/20 10.00	8	1	7	0.2	94	0.1
14/3/20 11.00	9	1	7	0.4	55	1.1	3/7/20 11.00	11	1	9	0.2	112	0.2
14/3/20 12.00	11	1	9	0.4	59	0.9	3/7/20 12.00	12	1	11	0.2	116	0.2
14/3/20 13.00	10	2	7	0.4	62	0.6	3/7/20 13.00	10	1	9	0.2	118	0.1
14/3/20 14.00	9	1	7	0.3	65	0.5	3/7/20 14.00	7	1	6	0.2	108	0.2
14/3/20 15.00	8	1	6	0.3	68	0.8	3/7/20 15.00	7	1	6	0.2	89	0.1
14/3/20 16.00	9	2	6	0.4	71	0.5	3/7/20 16.00	10	1	9	0.2	67	0.1
14/3/20 17.00	7	1	5	0.4	70	0.8	3/7/20 17.00	10	1	9	0.2	60	0.2
14/3/20 18.00	9	1	7	0.4	55	0.8	3/7/20 18.00	9	1	8	0.2	51	0.2
14/3/20 19.00	18	3	14	0.5	46	1.0	3/7/20 19.00	10	1	9	0.2	44	0.2
14/3/20 20.00	13	2	11	0.6	45	1.2	3/7/20 20.00	8	0	8	0.2	40	0.2
14/3/20 21.00	13	1	11	0.6	38	1.1	3/7/20 21.00	11	1	10	0.2	35	0.2
14/3/20 22.00	11	1	10	0.6	37	1.0	3/7/20 22.00	7	0	7	0.2	33	0.3
14/3/20 23.00	10	1	8	0.5	33	0.9	3/7/20 23.00	6	0	5	0.2	31	0.3
15/3/20 0.00	7	1	6	0.4	39	1.1	4/7/20 0.00	6	0	5	0.2	27	0.2
15/3/20 1.00	8	1	6	0.5	32	0.5	4/7/20 1.00	6	0	5	0.2	25	0.2
15/3/20 2.00	7	1	5	0.5	32	0.7	4/7/20 2.00	7	1	6	0.3	22	0.3
15/3/20 3.00	8	1	6	0.4	27	0.7	4/7/20 3.00	7	0	6	0.2	24	0.3
15/3/20 4.00	8	2	6	0.4	24	0.6	4/7/20 4.00	7	1	6	0.2	23	0.1
15/3/20 5.00	7	1	5	0.3	30	0.6	4/7/20 5.00	7	1	6	0.2	25	0.2
15/3/20 6.00	11	2	9	0.3	26	0.4	4/7/20 6.00	9	1	8	0.2	26	0.2
15/3/20 7.00	14	3	9	0.3	25	0.4	4/7/20 7.00	12	3	7	0.2	28	0.2
15/3/20 8.00	18	4	12	0.4	27	0.5	4/7/20 8.00	11	2	9	0.2	41	0.1
15/3/20 9.00	12	2	9	0.3	50	0.5	4/7/20 9.00	7	1	5	0.2	60	0.1
15/3/20 10.00	10	2	8	0.3	54	0.5	4/7/20 10.00	5	1	4	0.2	67	0.2
15/3/20 11.00	10	2	8	0.4	62	0.5	4/7/20 11.00	6	1	5	0.2	78	0.2
15/3/20 12.00	13	2	9	0.4	63	0.7	4/7/20 12.00	7	1	6	0.2	92	0.1
15/3/20 13.00	13	2	10	0.4	63	0.7	4/7/20 13.00	7	0	6	0.2	101	0.1
15/3/20 14.00	10	1	9	0.4	71	0.6	4/7/20 14.00	7	0	6	0.2	107	0.1
15/3/20 15.00	10	2	7	0.4	77	0.5	4/7/20 15.00	7	0	6	0.2	114	0.2
15/3/20 16.00	9	2	7	0.4	79	0.5	4/7/20 16.00	6	0	6	0.2	120	0.2
15/3/20 17.00	7	1	5	0.3	80	0.5	4/7/20 17.00	7	0	7	0.2	126	0.2
15/3/20 18.00	7	1	6	0.4	69	0.5	4/7/20 18.00	7	0	6	0.3	126	0.2
15/3/20 19.00	15	1	12	0.6	46	1.2	4/7/20 19.00	8	0	8	0.3	112	0.2
15/3/20 20.00	18	2	15	0.6	35	1.1	4/7/20 20.00	8	0	7	0.3	89	0.2
15/3/20 21.00	14	1	12	0.7	32	1.2	4/7/20 21.00	8	0	8	0.2	80	0.2

15/3/20 22.00	16	2	12	0.8	24	1.6	4/7/20 22.00	9	0	8	0.3	66	0.2
15/3/20 23.00	13	1	11	0.8	22	1.5	4/7/20 23.00	9	0	8	0.3	55	0.3
16/3/20 0.00	13	2	11	0.6	22	1.2	5/7/20 0.00	8	0	7	0.3	48	0.2
16/3/20 1.00	16	2	12	0.5	21	0.7	5/7/20 1.00	6	0	6	0.3	44	0.2
16/3/20 2.00	15	3	10	0.5	22	0.6	5/7/20 2.00	7	0	6	0.3	38	0.2
16/3/20 3.00	19	3	14	0.4	18	0.5	5/7/20 3.00	6	0	5	0.3	35	0.2
16/3/20 4.00	14	3	9	0.4	20	0.6	5/7/20 4.00	6	0	5	0.2	33	0.2
16/3/20 5.00	26	7	15	0.4	15	0.6	5/7/20 5.00	6	1	5	0.3	28	0.3
16/3/20 6.00	32	10	16	0.4	15	0.6	5/7/20 6.00	6	1	5	0.3	33	0.3
16/3/20 7.00	39	15	16	0.6	15	2.0	5/7/20 7.00	9	1	8	0.3	44	0.3
16/3/20 8.00	59	25	22	0.6	19	1.0	5/7/20 8.00	7	1	6	0.3	71	0.2
16/3/20 9.00	22	5	14	0.4	48	0.7	5/7/20 9.00	6	1	5	0.3	84	0.2
16/3/20 10.00	18	2	14	0.2	71	0.5	5/7/20 10.00	6	0	5	0.3	89	0.3
16/3/20 11.00	9	1	8	0.2	81	0.5	5/7/20 11.00	7	0	6	0.3	100	0.2
16/3/20 12.00	10	1	8	0.2	86	0.4	5/7/20 12.00	6	0	5	0.3	105	0.1
16/3/20 13.00	13	2	11	0.2	87	0.4	5/7/20 13.00	6	0	5	0.3	111	0.2
16/3/20 14.00	16	2	12	0.2	87	0.5	5/7/20 14.00	5	0	5	0.3	117	0.1
16/3/20 15.00	16	3	12	0.2	89	0.5	5/7/20 15.00	5	0	5	0.3	123	0.1
16/3/20 16.00	14	2	11	0.2	92	0.4	5/7/20 16.00	5	0	5	0.3	131	0.2
16/3/20 17.00	14	1	12	0.3	89	0.4	5/7/20 17.00	6	0	6	0.3	137	0.2
16/3/20 18.00	17	2	14	0.3	85	0.5	5/7/20 18.00	6	0	5	0.3	145	0.2
16/3/20 19.00	29	2	25	0.4	53	1.5	5/7/20 19.00	6	0	6	0.3	122	0.2
16/3/20 20.00	23	3	19	0.4	52	0.9	5/7/20 20.00	6	0	6	0.3	104	0.2
16/3/20 21.00	21	3	16	0.6	44	1.2	5/7/20 21.00	7	0	7	0.3	88	0.2
16/3/20 22.00	18	2	15	0.6	35	1.2	5/7/20 22.00	9	0	8	0.3	74	0.3
16/3/20 23.00	17	2	14	0.6	29	1.0	5/7/20 23.00	6	0	6	0.3	66	0.2
17/3/20 0.00	14	2	12	0.5	29	0.9	6/7/20 0.00	6	0	6	0.3	58	0.2
17/3/20 1.00	14	2	12	0.4	27	0.7	6/7/20 1.00	5	0	4	0.3	56	0.2
17/3/20 2.00	23	4	16	0.3	22	0.5	6/7/20 2.00	4	0	4	0.3	53	0.4
17/3/20 3.00	12	2	9	0.3	27	0.4	6/7/20 3.00	5	0	4	0.3	42	0.2
17/3/20 4.00	13	2	9	0.3	26	0.6	6/7/20 4.00	6	0	6	0.3	38	0.2
17/3/20 5.00	14	2	10	0.3	25	0.7	6/7/20 5.00	17	3	13	0.3	29	0.2
17/3/20 6.00	22	3	16	0.3	22	0.7	6/7/20 6.00	17	3	13	0.4	36	0.3
17/3/20 7.00	28	7	17	0.4	19	1.2	6/7/20 7.00	27	4	21	0.4	43	0.4
17/3/20 8.00	50	16	25	0.5	23	2.4	6/7/20 8.00	11	1	10	0.3	78	0.2
17/3/20 9.00	38	8	26	0.4	47	1.0	6/7/20 9.00	10	1	8	0.3	88	0.2
17/3/20 10.00	15	2	12	0.3	76	0.6	6/7/20 10.00	8	1	7	0.4	109	0.2
17/3/20 11.00	13	2	10	0.3	83	0.6	6/7/20 11.00	9	1	8	0.4	122	0.3
17/3/20 12.00	13	2	11	0.3	90	0.6	6/7/20 12.00	10	1	9	0.4	137	0.2
17/3/20 13.00	15	2	13	0.3	95	0.5	6/7/20 13.00	10	1	9	0.4	140	0.2
17/3/20 14.00	15	2	12	0.3	99	0.5	6/7/20 14.00	10	1	9	0.3	147	0.2
17/3/20 15.00	16	2	13	0.3	102	0.5	6/7/20 15.00	9	1	9	0.4	152	0.2
17/3/20 16.00	17	2	14	0.3	102	0.5	6/7/20 16.00	10	1	10	0.3	159	0.2
17/3/20 17.00	17	2	14	0.3	98	0.6	6/7/20 17.00	12	1	11	0.3	163	0.2

17/3/20 18.00	20	1	18	0.4	88	1.0	6/7/20 18.00	9	0	9	0.4	166	0.2
17/3/20 19.00	27	2	24	0.5	60	1.3	6/7/20 19.00	11	0	10	0.4	143	0.2
17/3/20 20.00	34	3	28	0.6	44	1.6	6/7/20 20.00	14	0	13	0.4	118	0.3
17/3/20 21.00	21	2	18	0.7	46	1.6	6/7/20 21.00	9	0	8	0.4	117	0.2
17/3/20 22.00	24	2	21	0.8	32	1.7	6/7/20 22.00	8	0	8	0.4	94	0.2
17/3/20 23.00	21	2	18	0.7	30	1.5	6/7/20 23.00	6	0	5	0.3	76	0.2
18/3/20 0.00	22	2	18	0.6	25	0.9	7/7/20 0.00	6	0	6	0.3	63	0.2
18/3/20 1.00	25	4	19	0.4	24	0.7	7/7/20 1.00	4	0	4	0.3	58	0.2
18/3/20 2.00	14	2	10	0.4	30	0.8	7/7/20 2.00	8	0	7	0.2	50	0.3
18/3/20 3.00	21	3	16	0.4	25	0.5	7/7/20 3.00	5	0	4	0.2	56	0.1
18/3/20 4.00	27	5	19	0.3	20	1.0	7/7/20 4.00	5	0	4	0.2	56	0.1
18/3/20 5.00	23	3	18	0.3	24	0.5	7/7/20 5.00	10	1	9	0.2	48	0.2
18/3/20 6.00	35	7	24	0.4	17	0.7	7/7/20 6.00	18	2	14	0.3	47	0.3
18/3/20 7.00	52	18	25	0.5	17	0.9	7/7/20 7.00	16	2	13	0.3	56	0.2
18/3/20 8.00	82	31	35	0.6	23	1.5	7/7/20 8.00	14	2	11	0.3	56	0.2
18/3/20 9.00	36	7	25	0.4	50	1.2	7/7/20 9.00	16	2	13	0.3	57	0.2
18/3/20 10.00	14	2	12	0.3	79	0.6	7/7/20 10.00	13	2	11	0.3	66	0.2
18/3/20 11.00	17	3	13	0.3	86	0.6	7/7/20 11.00	10	1	9	0.2	77	0.1
18/3/20 12.00	10	1	8	0.3	103	0.4	7/7/20 12.00	10	1	9	0.2	85	0.2
18/3/20 13.00	12	1	10	0.3	108	0.5	7/7/20 13.00	9	1	8	0.1	93	0.1
18/3/20 14.00	12	1	10	0.3	113	0.4	7/7/20 14.00	8	1	7	0.2	99	0.1
18/3/20 15.00	8	1	7	0.3	116	0.4	7/7/20 15.00	7	1	6	0.2	104	0.1
18/3/20 16.00	8	1	6	0.3	117	0.5	7/7/20 16.00	7	0	6	0.2	111	0.1
18/3/20 17.00	8	1	7	0.3	115	0.5	7/7/20 17.00	8	0	7	0.2	112	0.2
18/3/20 18.00	13	1	11	0.4	105	0.4	7/7/20 18.00	8	0	7	0.2	110	0.1
18/3/20 19.00	27	1	25	0.5	72	1.6	7/7/20 19.00	12	1	11	0.2	83	0.2
18/3/20 20.00	17	1	15	0.5	78	1.1	7/7/20 20.00	13	0	12	0.2	78	0.2
18/3/20 21.00	19	2	16	0.7	57	1.3	7/7/20 21.00	9	0	8	0.2	77	0.3
18/3/20 22.00	17	2	14	0.7	50	1.5	7/7/20 22.00	10	0	9	0.2	71	0.2
18/3/20 23.00	16	1	14	0.7	45	1.2	7/7/20 23.00	7	0	6	0.2	73	0.2
19/3/20 0.00	25	2	22	0.6	35	0.9	8/7/20 0.00	7	0	6	0.2	70	0.2
19/3/20 1.00	21	2	18	0.4	38	0.6	8/7/20 1.00	5	0	5	0.2	69	0.2
19/3/20 2.00	18	1	16	0.4	39	0.5	8/7/20 2.00	6	0	5	0.2	66	0.1
19/3/20 3.00	21	2	18	0.3	35	0.5	8/7/20 3.00	5	0	5	0.2	63	0.1
19/3/20 4.00	18	2	15	0.3	39	0.4	8/7/20 4.00	6	0	5	0.2	58	0.1
19/3/20 5.00	30	4	23	0.3	31	0.5	8/7/20 5.00	8	1	7	0.2	55	0.1
19/3/20 6.00	39	6	29	0.4	25	0.6	8/7/20 6.00	24	3	20	0.2	44	0.2
19/3/20 7.00	47	11	30	0.5	24	0.7	8/7/20 7.00	19	3	14	0.2	55	0.3
19/3/20 8.00	67	20	36	0.6	33	1.3	8/7/20 8.00	11	1	8	0.2	75	0.2
19/3/20 9.00	28	5	21	0.5	69	0.8	8/7/20 9.00	7	1	6	0.1	93	0.2
19/3/20 10.00	13	2	11	0.3	93	0.6	8/7/20 10.00	6	1	5	0.1	100	0.1
19/3/20 11.00	9	2	7	0.3	108	0.4	8/7/20 11.00	8	1	7	0.2	106	0.1
19/3/20 12.00	10	1	9	0.4	114	0.4	8/7/20 12.00	8	1	7	0.2	116	0.1
19/3/20 13.00	11	1	10	0.3	113	0.5	8/7/20 13.00	9	1	8	0.2	124	0.1

19/3/20 14.00	12	1	10	0.3	118	0.4	8/7/20 14.00	9	1	9	0.2	132	0.1
19/3/20 15.00	11	1	10	0.3	120	0.4	8/7/20 15.00	9	1	9	0.2	141	0.1
19/3/20 16.00	11	1	10	0.3	125	0.4	8/7/20 16.00	11	1	10	0.2	147	0.2
19/3/20 17.00	12	1	10	0.4	124	0.4	8/7/20 17.00	12	1	11	0.2	151	0.2
19/3/20 18.00	14	1	13	0.4	113	0.4	8/7/20 18.00	11	0	10	0.2	155	0.2
19/3/20 19.00	23	1	22	0.5	86	0.8	8/7/20 19.00	13	0	12	0.3	137	0.2
19/3/20 20.00	18	1	16	0.6	84	1.2	8/7/20 20.00	12	0	12	0.3	116	0.2
19/3/20 21.00	20	2	18	0.8	60	1.9	8/7/20 21.00	10	0	10	0.3	103	0.3
19/3/20 22.00	16	1	15	0.8	56	1.4	8/7/20 22.00	11	0	10	0.3	93	0.2
19/3/20 23.00	16	1	14	0.7	52	1.2	8/7/20 23.00	10	0	10	0.3	83	0.2
20/3/20 0.00	18	1	16	0.6	48	0.7	9/7/20 0.00	9	0	8	0.2	81	0.3
20/3/20 1.00	19	2	16	0.6	44	0.7	9/7/20 1.00	8	0	8	0.3	73	0.3
20/3/20 2.00	18	2	15	0.5	42	0.6	9/7/20 2.00	7	0	7	0.2	70	0.2
20/3/20 3.00	18	2	15	0.4	44	0.6	9/7/20 3.00	8	1	7	0.2	67	0.2
20/3/20 4.00	17	2	14	0.4	42	0.5	9/7/20 4.00	8	0	7	0.2	64	0.2
20/3/20 5.00	15	2	13	0.4	45	0.4	9/7/20 5.00	11	1	9	0.3	55	0.3
20/3/20 6.00	26	3	22	0.4	33	0.4	9/7/20 6.00	25	3	21	0.3	48	0.3
20/3/20 7.00	40	8	28	0.5	28	0.6	9/7/20 7.00	27	3	22	0.3	65	0.3
20/3/20 8.00	49	12	30	0.5	41	1.0	9/7/20 8.00	21	2	18	0.3	94	0.3
20/3/20 9.00	28	5	21	0.5	75	0.8	9/7/20 9.00	13	1	11	0.3	117	0.2
20/3/20 10.00	15	2	11	0.4	102	0.6	9/7/20 10.00	10	1	9	0.3	135	0.2
20/3/20 11.00	11	1	9	0.4	115	0.5	9/7/20 11.00	11	1	10	0.3	144	0.3
20/3/20 12.00	11	1	9	0.4	122	0.4	9/7/20 12.00	13	1	12	0.3	155	0.2
20/3/20 13.00	12	1	10	0.4	123	0.4	9/7/20 13.00	12	1	11	0.3	164	0.2
20/3/20 14.00	12	2	10	0.4	122	0.4	9/7/20 14.00	11	0	10	0.3	166	0.2
20/3/20 15.00	13	1	11	0.4	119	0.4	9/7/20 15.00	10	0	10	0.3	174	0.2
20/3/20 16.00	14	2	10	0.4	123	0.5	9/7/20 16.00	11	0	10	0.3	179	0.2
20/3/20 17.00	11	1	9	0.4	128	0.4	9/7/20 17.00	11	0	10	0.3	184	0.2
20/3/20 18.00	12	1	10	0.4	123	0.5	9/7/20 18.00	10	0	10	0.3	185	0.2
20/3/20 19.00	14	1	12	0.5	100	0.7	9/7/20 19.00	14	0	14	0.3	160	0.2
20/3/20 20.00	16	1	14	0.6	76	1.0	9/7/20 20.00	17	0	16	0.3	129	0.3
20/3/20 21.00	18	2	15	0.7	64	1.2	9/7/20 21.00	13	0	12	0.3	117	0.3
20/3/20 22.00	15	1	14	0.7	54	1.3	9/7/20 22.00	12	0	12	0.3	106	0.3
20/3/20 23.00	14	1	12	0.7	51	1.1	9/7/20 23.00	12	0	11	0.3	98	0.2
21/3/20 0.00	11	2	9	0.6	53	0.8	10/7/20 0.00	9	0	9	0.3	91	0.2
21/3/20 1.00	8	1	6	0.5	52	0.8	10/7/20 1.00	8	0	8	0.3	88	0.3
21/3/20 2.00	8	1	5	0.5	51	0.8	10/7/20 2.00	7	0	7	0.3	86	0.2
21/3/20 3.00	6	2	4	0.4	53	0.6	10/7/20 3.00	7	0	6	0.3	79	0.2
21/3/20 4.00	5	1	4	0.4	48	0.8	10/7/20 4.00	7	0	7	0.3	77	0.2
21/3/20 5.00	6	1	5	0.4	46	0.6	10/7/20 5.00	10	1	9	0.3	67	0.3
21/3/20 6.00	10	1	8	0.4	43	0.5	10/7/20 6.00	18	1	16	0.3	64	0.3
21/3/20 7.00	12	2	9	0.4	41	0.5	10/7/20 7.00	23	2	20	0.3	80	0.4
21/3/20 8.00	20	4	14	0.4	47	0.9	10/7/20 8.00	19	1	17	0.4	101	0.4
21/3/20 9.00	11	2	9	0.4	80	0.7	10/7/20 9.00	13	1	11	0.3	142	0.3

21/3/20 10.00	11	1	9	0.4	87	0.4	10/7/20 10.00	7	0	7	0.3	149	0.2
21/3/20 11.00	9	1	7	0.4	100	0.4	10/7/20 11.00	7	0	7	0.3	149	0.2
21/3/20 12.00	8	1	7	0.4	108	0.3	10/7/20 12.00	9	0	8	0.3	158	0.2
21/3/20 13.00	9	1	7	0.4	115	0.4	10/7/20 13.00	10	0	9	0.3	168	0.2
21/3/20 14.00	8	1	7	0.4	116	0.4	10/7/20 14.00	10	0	9	0.3	181	0.2
21/3/20 15.00	8	1	7	0.4	117	0.4	10/7/20 15.00	13	1	12	0.3	188	0.2
21/3/20 16.00	7	1	6	0.4	120	0.4	10/7/20 16.00	11	0	11	0.3	196	0.2
21/3/20 17.00	8	1	6	0.4	120	0.3	10/7/20 17.00	14	1	13	0.3	191	0.2
21/3/20 18.00	7	1	6	0.4	120	0.4	10/7/20 18.00	12	0	11	0.3	180	0.3
21/3/20 19.00	10	1	8	0.4	112	0.5	10/7/20 19.00	15	0	15	0.4	140	0.2
21/3/20 20.00	10	1	8	0.5	94	0.8	10/7/20 20.00	12	0	11	0.4	139	0.2
21/3/20 21.00	10	1	9	0.5	88	0.8	10/7/20 21.00	13	0	12	0.4	117	0.5
21/3/20 22.00	10	1	8	0.6	72	0.8	10/7/20 22.00	14	0	13	0.4	105	0.2
21/3/20 23.00	12	2	9	0.6	62	0.8	10/7/20 23.00	11	0	11	0.4	103	0.3
22/3/20 0.00	10	1	8	0.6	60	0.8	11/7/20 0.00	11	0	10	0.4	96	0.3
22/3/20 1.00	9	1	7	0.6	58	0.7	11/7/20 1.00	11	0	11	0.4	95	0.3
22/3/20 2.00	9	1	7	0.5	63	1.2	11/7/20 2.00	11	0	10	0.4	87	0.3
22/3/20 3.00	8	1	6	0.5	55	0.6	11/7/20 3.00	10	0	10	0.4	90	0.5
22/3/20 4.00	9	1	7	0.5	49	0.6	11/7/20 4.00	9	0	9	0.4	79	0.2
22/3/20 5.00	11	2	7	0.5	49	0.6	11/7/20 5.00	12	0	11	0.4	71	0.2
22/3/20 6.00	10	1	8	0.5	62	0.6	11/7/20 6.00	16	1	14	0.4	73	0.3
22/3/20 7.00	10	2	8	0.5	62	0.7	11/7/20 7.00	17	1	15	0.4	82	0.4
22/3/20 8.00	9	1	7	0.5	69	0.7	11/7/20 8.00	9	0	8	0.3	100	0.2
22/3/20 9.00	10	2	7	0.5	72	1.0	11/7/20 9.00	5	0	4	0.3	94	0.2
22/3/20 10.00	8	1	6	0.5	81	0.6	11/7/20 10.00	9	1	7	0.3	79	0.2
22/3/20 11.00	7	1	5	0.4	79	0.6	11/7/20 11.00	7	1	6	0.3	100	0.2
22/3/20 12.00	7	2	5	0.4	79	0.6	11/7/20 12.00	8	1	7	0.3	96	0.2
22/3/20 13.00	7	2	5	0.4	78	0.5	11/7/20 13.00	6	0	5	0.3	94	0.2
22/3/20 14.00	7	1	5	0.4	76	0.6	11/7/20 14.00	7	0	7	0.4	73	0.2
22/3/20 15.00	7	2	5	0.4	77	0.6	11/7/20 15.00	9	1	7	0.4	75	0.2
22/3/20 16.00	6	1	4	0.4	80	0.6	11/7/20 16.00	7	1	6	0.3	82	0.2
22/3/20 17.00	6	2	3	0.4	83	0.5	11/7/20 17.00	5	1	5	0.3	82	0.2
22/3/20 18.00	6	1	4	0.5	81	0.7	11/7/20 18.00	5	1	4	0.3	74	0.2
22/3/20 19.00	8	2	5	0.5	76	1.2	11/7/20 19.00	7	1	6	0.3	61	0.2
22/3/20 20.00	7	1	6	0.5	73	1.1	11/7/20 20.00	10	1	9	0.4	36	0.3
22/3/20 21.00	7	1	4	0.5	68	0.9	11/7/20 21.00	14	1	13	0.4	35	0.3
22/3/20 22.00	6	1	4	0.4	70	0.5	11/7/20 22.00	14	1	13	0.4	34	0.3
22/3/20 23.00	5	1	4	0.4	70	0.5	11/7/20 23.00	11	0	10	0.3	51	0.2
23/3/20 0.00	4	0	4	0.4	78	0.8	12/7/20 0.00	11	0	11	0.3	40	0.2
23/3/20 1.00	3	0	2	0.4	85	0.4	12/7/20 1.00	10	0	9	0.3	36	0.2
23/3/20 2.00	2	0	1	0.3	86	0.6	12/7/20 2.00	12	0	11	0.3	39	0.2
23/3/20 3.00	2	0	2	0.4	83	0.4	12/7/20 3.00	14	1	13	0.3	35	0.2
23/3/20 4.00	3	0	2	0.3	82	0.4	12/7/20 4.00	10	0	9	0.3	33	0.2
23/3/20 5.00	3	1	2	0.3	81	0.4	12/7/20 5.00	9	1	8	0.3	31	0.5

23/3/20 6.00	3	1	2	0.3	79	0.8	12/7/20 6.00	10	2	7	0.3	26	0.2
23/3/20 7.00	5	1	3	0.3	79	0.4	12/7/20 7.00	11	3	7	0.3	28	0.2
23/3/20 8.00	4	0	3	0.3	80	0.7	12/7/20 8.00	7	1	5	0.3	47	0.2
23/3/20 9.00	6	1	5	0.4	80	0.4	12/7/20 9.00	6	1	5	0.3	65	0.2
23/3/20 10.00	6	1	5	0.4	80	0.5	12/7/20 10.00	6	1	5	0.3	76	0.1
23/3/20 11.00	7	1	5	0.4	80	0.8	12/7/20 11.00	7	1	6	0.3	85	0.2
23/3/20 12.00	7	1	5	0.4	80	0.4	12/7/20 12.00	6	0	5	0.3	90	0.2
23/3/20 13.00	8	1	6	0.4	79	0.6	12/7/20 13.00	5	0	4	0.3	93	0.2
23/3/20 14.00	7	1	6	0.3	78	0.4	12/7/20 14.00	5	0	4	0.3	97	0.2
23/3/20 15.00	8	1	6	0.1	78	-	12/7/20 15.00	5	0	4	0.2	102	0.1
23/3/20 16.00	7	1	6	0.2	77	-	12/7/20 16.00	4	0	4	0.2	103	0.1
23/3/20 17.00	8	1	6	0.2	76	0.6	12/7/20 17.00	4	0	4	0.2	106	0.1
23/3/20 18.00	8	1	6	0.2	78	0.6	12/7/20 18.00	5	0	4	0.3	108	0.1
23/3/20 19.00	8	1	7	0.3	76	0.5	12/7/20 19.00	5	0	5	0.2	102	0.1
23/3/20 20.00	8	1	7	0.3	74	0.5	12/7/20 20.00	6	0	5	0.3	82	0.1
23/3/20 21.00	8	1	7	0.3	72	0.7	12/7/20 21.00	6	0	6	0.3	70	0.2
23/3/20 22.00	10	1	8	0.3	66	0.7	12/7/20 22.00	7	0	6	0.3	64	0.1
23/3/20 23.00	7	1	6	0.3	62	1.1	12/7/20 23.00	5	0	5	0.3	62	0.2
24/3/20 0.00	8	1	6	0.3	62	0.7	13/7/20 0.00	9	0	8	0.3	56	0.2
24/3/20 1.00	7	1	6	0.3	59	0.7	13/7/20 1.00	5	0	4	0.2	63	0.1
24/3/20 2.00	8	1	7	0.3	61	0.6	13/7/20 2.00	5	0	4	0.2	58	0.2
24/3/20 3.00	10	2	8	0.3	59	0.7	13/7/20 3.00	4	0	4	0.2	65	0.1
24/3/20 4.00	7	1	5	0.3	50	0.7	13/7/20 4.00	8	1	7	0.2	63	0.1
24/3/20 5.00	8	1	6	0.3	49	0.6	13/7/20 5.00	11	1	10	0.2	52	0.2
24/3/20 6.00	10	2	8	0.3	43	0.5	13/7/20 6.00	18	2	15	0.3	43	0.2
24/3/20 7.00	18	3	13	0.3	38	0.9	13/7/20 7.00	20	2	17	0.3	43	0.3
24/3/20 8.00	20	4	13	0.3	55	0.6	13/7/20 8.00	15	2	13	0.3	54	0.2
24/3/20 9.00	10	2	6	0.2	76	0.7	13/7/20 9.00	9	1	8	0.3	68	0.1
24/3/20 10.00	5	1	3	0.2	91	0.5	13/7/20 10.00	8	1	7	0.2	74	0.1
24/3/20 11.00	4	1	4	0.2	91	0.4	13/7/20 11.00	7	1	6	0.2	81	0.2
24/3/20 12.00	7	1	5	0.2	91	1.1	13/7/20 12.00	7	1	6	0.2	88	0.1
24/3/20 13.00	7	1	6	0.2	95	0.4	13/7/20 13.00	7	1	6	0.2	94	0.2
24/3/20 14.00	6	1	4	0.2	99	0.5	13/7/20 14.00	5	0	4	0.2	98	0.1
24/3/20 15.00	7	1	6	0.2	100	0.4	13/7/20 15.00	7	0	6	0.2	109	0.1
24/3/20 16.00	7	1	5	0.2	99	0.4	13/7/20 16.00	8	0	7	0.2	116	0.1
24/3/20 17.00	9	1	7	0.2	95	0.5	13/7/20 17.00	8	0	7	0.2	113	0.1
24/3/20 18.00	12	1	11	0.3	88	0.4	13/7/20 18.00	7	0	6	0.2	110	0.2
24/3/20 19.00	14	1	12	0.3	84	0.6	13/7/20 19.00	9	0	8	0.3	84	0.2
24/3/20 20.00	14	1	13	0.4	76	0.7	13/7/20 20.00	7	0	7	0.3	86	0.2
24/3/20 21.00	17	2	14	0.5	63	1.2	13/7/20 21.00	6	0	5	0.3	90	0.3
24/3/20 22.00	8	1	5	0.3	81	0.6	13/7/20 22.00	6	0	6	0.3	81	0.3
24/3/20 23.00	6	1	4	0.3	81	0.4	13/7/20 23.00	7	0	6	0.3	74	0.2
25/3/20 0.00	5	1	4	0.3	79	0.8	14/7/20 0.00	6	0	5	0.3	75	0.2
25/3/20 1.00	5	1	3	0.3	77	0.5	14/7/20 1.00	7	0	6	0.3	63	0.5

25/3/20 2.00	4	1	3	0.3	71	0.5	14/7/20 2.00	6	0	5	0.3	59	0.1
25/3/20 3.00	4	1	3	0.2	74	0.7	14/7/20 3.00	5	0	4	0.3	71	0.1
25/3/20 4.00	4	1	3	0.3	66	0.5	14/7/20 4.00	8	0	7	0.3	64	0.1
25/3/20 5.00	5	1	3	0.3	60	0.6	14/7/20 5.00	11	0	10	0.3	56	0.3
25/3/20 6.00	13	1	11	0.3	47	0.5	14/7/20 6.00	14	1	13	0.4	51	0.2
25/3/20 7.00	19	3	14	0.3	43	0.5	14/7/20 7.00	28	2	25	0.4	38	0.3
25/3/20 8.00	19	4	14	0.3	53	0.6	14/7/20 8.00	24	2	21	0.4	43	0.3
25/3/20 9.00	11	3	7	0.3	73	0.7	14/7/20 9.00	20	3	16	0.4	52	0.3
25/3/20 10.00	6	1	4	0.3	86	0.6	14/7/20 10.00	10	1	9	0.3	84	0.2
25/3/20 11.00	6	1	4	0.3	87	0.5	14/7/20 11.00	8	1	7	0.2	85	0.2
25/3/20 12.00	6	1	5	0.3	88	0.5	14/7/20 12.00	5	0	4	0.2	88	0.1
25/3/20 13.00	8	1	6	0.3	86	0.6	14/7/20 13.00	6	1	5	0.2	93	0.1
25/3/20 14.00	9	1	7	0.3	87	0.5	14/7/20 14.00	5	0	5	0.2	95	0.1
25/3/20 15.00	9	2	7	0.3	88	0.5	14/7/20 15.00	5	0	5	0.2	96	0.1
25/3/20 16.00	10	2	7	0.3	90	0.6	14/7/20 16.00	6	0	5	0.2	95	0.1
25/3/20 17.00	7	1	6	0.3	90	1.1	14/7/20 17.00	14	2	11	0.3	89	0.2
25/3/20 18.00	8	0	7	0.4	82	0.7	14/7/20 18.00	7	1	6	0.3	78	0.2
25/3/20 19.00	9	1	7	0.4	82	0.9	14/7/20 19.00	9	1	9	0.3	67	0.2
25/3/20 20.00	9	1	8	0.4	76	1.2	14/7/20 20.00	9	0	8	0.3	68	0.2
25/3/20 21.00	9	1	7	0.4	73	0.7	14/7/20 21.00	12	0	11	0.3	66	0.2
25/3/20 22.00	9	1	7	0.5	63	1.0	14/7/20 22.00	8	0	8	0.3	58	0.2
25/3/20 23.00	7	1	6	0.5	51	0.9	14/7/20 23.00	7	0	7	0.3	52	0.2
26/3/20 0.00	4	0	4	0.4	52	0.9	15/7/20 0.00	7	0	6	0.3	49	0.3
26/3/20 1.00	6	1	5	0.4	49	0.8	15/7/20 1.00	7	0	6	0.3	50	0.2
26/3/20 2.00	6	1	4	0.4	49	0.6	15/7/20 2.00	6	0	6	0.3	45	0.2
26/3/20 3.00	6	1	5	0.4	47	0.7	15/7/20 3.00	7	0	6	0.3	41	0.2
26/3/20 4.00	5	1	4	0.4	47	0.7	15/7/20 4.00	9	0	8	0.3	35	0.2
26/3/20 5.00	7	1	5	0.4	45	0.5	15/7/20 5.00	16	1	15	0.3	31	0.3
26/3/20 6.00	15	2	12	0.4	37	0.5	15/7/20 6.00	19	1	17	0.4	33	0.3
26/3/20 7.00	19	3	13	0.4	36	0.6	15/7/20 7.00	23	2	19	0.4	36	0.4
26/3/20 8.00	23	5	16	0.4	40	0.8	15/7/20 8.00	33	5	25	0.5	34	0.3
26/3/20 9.00	18	3	14	0.4	58	0.8	15/7/20 9.00	24	4	19	0.4	63	0.3
26/3/20 10.00	10	2	7	0.4	75	0.8	15/7/20 10.00	10	1	8	0.3	107	0.2
26/3/20 11.00	7	1	5	0.3	80	0.5	15/7/20 11.00	7	1	6	0.3	110	0.1
26/3/20 12.00	7	1	6	0.3	82	0.6	15/7/20 12.00	7	0	6	0.3	119	0.1
26/3/20 13.00	8	1	6	0.3	87	0.5	15/7/20 13.00	8	0	7	0.3	133	0.2
26/3/20 14.00	8	1	7	0.4	86	0.5	15/7/20 14.00	8	0	7	0.3	127	0.1
26/3/20 15.00	11	2	8	0.4	83	0.6	15/7/20 15.00	9	1	8	0.3	105	0.1
26/3/20 16.00	12	2	9	0.4	80	0.6	15/7/20 16.00	11	1	10	0.3	99	0.2
26/3/20 17.00	12	1	11	0.4	75	0.6	15/7/20 17.00	10	1	9	0.3	92	0.3
26/3/20 18.00	17	1	15	0.5	67	0.8	15/7/20 18.00	10	1	9	0.3	85	0.2
26/3/20 19.00	19	1	18	0.5	60	0.8	15/7/20 19.00	9	1	8	0.4	62	0.3
26/3/20 20.00	20	1	18	0.5	57	0.6	15/7/20 20.00	5	0	5	0.3	65	0.2
26/3/20 21.00	18	1	17	0.5	55	0.8	15/7/20 21.00	6	0	5	0.3	54	0.2

26/3/20 22.00	18	1	17	0.5	52	1.0	15/7/20 22.00	7	1	6	0.3	37	0.2
26/3/20 23.00	19	2	17	0.6	47	0.9	15/7/20 23.00	5	0	5	0.3	41	0.3
27/3/20 0.00	20	2	17	0.6	41	1.2	16/7/20 0.00	4	0	4	0.3	42	0.1
27/3/20 1.00	18	1	16	0.6	43	0.9	16/7/20 1.00	4	0	3	0.3	38	0.1
27/3/20 2.00	18	1	16	0.6	38	0.8	16/7/20 2.00	5	0	4	0.3	35	0.2
27/3/20 3.00	16	1	14	0.6	37	0.9	16/7/20 3.00	4	0	4	0.3	35	0.2
27/3/20 4.00	16	1	14	0.6	33	0.9	16/7/20 4.00	9	2	7	0.3	31	0.2
27/3/20 5.00	17	2	14	0.6	31	0.9	16/7/20 5.00	10	1	8	0.3	27	0.3
27/3/20 6.00	18	2	15	0.6	29	0.9	16/7/20 6.00	21	4	15	0.4	27	0.3
27/3/20 7.00	24	6	16	0.6	26	1.1	16/7/20 7.00	30	6	22	0.4	38	0.3
27/3/20 8.00	27	7	16	0.6	37	1.3	16/7/20 8.00	25	3	20	0.4	66	0.3
27/3/20 9.00	13	3	9	0.4	66	0.8	16/7/20 9.00	10	1	8	0.3	95	0.2
27/3/20 10.00	8	1	6	0.3	83	0.5	16/7/20 10.00	7	1	6	0.3	110	0.2
27/3/20 11.00	5	1	4	0.1	88	0.6	16/7/20 11.00	9	1	8	0.4	113	0.2
27/3/20 12.00	6	1	5	0.2	89	0.5	16/7/20 12.00	10	1	9	0.4	123	0.2
27/3/20 13.00	7	1	7	0.3	89	0.4	16/7/20 13.00	10	0	9	0.4	133	0.2
27/3/20 14.00	10	1	8	0.2	92	0.5	16/7/20 14.00	9	0	8	0.4	117	0.2
27/3/20 15.00	8	1	7	0.3	94	0.4	16/7/20 15.00	7	1	7	0.4	90	0.2
27/3/20 16.00	8	1	7	0.3	91	0.6	16/7/20 16.00	9	1	8	0.4	88	0.3
27/3/20 17.00	9	1	8	0.3	89	0.7	16/7/20 17.00	12	1	11	0.4	113	0.3
27/3/20 18.00	9	1	7	0.3	89	0.6	16/7/20 18.00	14	1	13	0.5	97	0.2
27/3/20 19.00	11	1	10	0.3	76	0.7	16/7/20 19.00	19	1	18	0.5	71	0.3
27/3/20 20.00	12	1	11	0.4	70	0.9	16/7/20 20.00	12	0	11	0.4	79	0.3
27/3/20 21.00	15	1	13	0.4	63	1.0	16/7/20 21.00	12	0	12	0.4	55	0.3
27/3/20 22.00	14	1	12	0.5	53	0.9	16/7/20 22.00	10	0	9	0.4	48	0.3
27/3/20 23.00	12	1	10	0.5	46	1.2	16/7/20 23.00	8	0	7	0.4	48	0.2
28/3/20 0.00	11	1	9	0.6	43	1.0	17/7/20 0.00	7	0	7	0.4	42	0.2
28/3/20 1.00	12	2	9	0.6	37	1.2	17/7/20 1.00	6	0	5	0.4	39	0.2
28/3/20 2.00	11	1	9	0.6	38	1.1	17/7/20 2.00	6	0	5	0.4	36	0.3
28/3/20 3.00	8	1	7	0.4	39	0.7	17/7/20 3.00	6	0	6	0.4	31	0.2
28/3/20 4.00	9	1	7	0.4	38	0.6	17/7/20 4.00	8	0	7	0.4	27	0.3
28/3/20 5.00	10	2	7	0.4	36	0.7	17/7/20 5.00	12	1	11	0.4	21	0.3
28/3/20 6.00	14	2	10	0.4	33	0.7	17/7/20 6.00	22	3	18	0.5	20	0.4
28/3/20 7.00	20	4	13	0.4	31	0.6	17/7/20 7.00	31	6	22	0.6	30	0.4
28/3/20 8.00	21	5	14	0.4	46	1.3	17/7/20 8.00	12	1	10	0.4	85	0.3
28/3/20 9.00	13	2	10	0.3	70	0.9	17/7/20 9.00	12	1	10	0.4	94	0.2
28/3/20 10.00	8	1	6	0.3	88	0.8	17/7/20 10.00	9	1	8	0.4	98	0.2
28/3/20 11.00	14	4	8	0.3	90	0.7	17/7/20 11.00	10	1	9	0.4	101	-
28/3/20 12.00	8	1	6	0.3	97	0.5	17/7/20 12.00	10	1	9	0.4	107	-
28/3/20 13.00	7	1	6	0.3	102	0.6	17/7/20 13.00	9	1	8	0.4	114	-
28/3/20 14.00	9	1	7	0.3	106	0.4	17/7/20 14.00	8	0	7	0.3	118	-
28/3/20 15.00	15	3	10	0.3	106	0.5	17/7/20 15.00	8	0	7	0.2	121	-
28/3/20 16.00	10	1	8	0.3	110	0.5	17/7/20 16.00	9	0	8	0.2	121	-
28/3/20 17.00	10	1	8	0.3	110	0.5	17/7/20 17.00	8	0	8	0.2	122	-

28/3/20 18.00	9	1	7	0.4	106	0.6	17/7/20 18.00	9	0	9	0.2	119	-
28/3/20 19.00	12	1	11	0.5	89	0.8	17/7/20 19.00	8	0	7	0.2	109	-
28/3/20 20.00	11	2	9	0.5	85	1.1	17/7/20 20.00	6	0	6	0.2	107	-
28/3/20 21.00	14	1	13	0.6	71	1.2	17/7/20 21.00	8	0	8	0.3	80	-
28/3/20 22.00	17	2	15	0.7	55	1.3	17/7/20 22.00	10	0	9	0.3	63	-
28/3/20 23.00	14	2	11	0.8	50	1.8	17/7/20 23.00	6	0	6	0.3	59	-
29/3/20 0.00	12	1	11	0.7	45	1.4	18/7/20 0.00	7	0	7	0.2	52	-
29/3/20 1.00	10	2	8	0.5	49	0.9	18/7/20 1.00	6	0	5	0.2	51	-
29/3/20 2.00	9	1	8	0.5	44	0.8	18/7/20 2.00	8	0	7	0.3	52	-
29/3/20 3.00	8	2	6	0.4	49	0.7	18/7/20 3.00	5	0	4	0.2	54	-
29/3/20 4.00	7	1	5	0.4	44	0.7	18/7/20 4.00	9	0	8	0.2	42	-
29/3/20 5.00	10	2	7	0.4	43	0.6	18/7/20 5.00	9	1	8	0.3	45	-
29/3/20 6.00	10	2	7	0.4	43	0.5	18/7/20 6.00	12	1	10	0.3	39	-
29/3/20 7.00	15	2	11	0.4	39	0.6	18/7/20 7.00	9	1	7	0.3	59	-
29/3/20 8.00	20	4	14	0.5	43	0.8	18/7/20 8.00	8	1	7	0.3	65	-
29/3/20 9.00	22	3	17	0.6	46	1.2	18/7/20 9.00	5	1	4	0.2	75	-
29/3/20 10.00	16	2	13	0.5	65	1.0	18/7/20 10.00	5	1	5	0.2	80	-
29/3/20 11.00	13	2	10	0.4	84	1.0	18/7/20 11.00	6	1	5	0.2	86	-
29/3/20 12.00	8	1	7	0.3	104	0.6	18/7/20 12.00	5	0	5	0.2	91	-
29/3/20 13.00	6	1	4	0.3	106	0.6	18/7/20 13.00	6	0	5	0.2	96	-
29/3/20 14.00	5	1	4	0.3	103	0.3	18/7/20 14.00	6	0	5	0.2	101	-
29/3/20 15.00	7	1	6	0.3	97	0.5	18/7/20 15.00	6	0	5	0.2	105	-
29/3/20 16.00	7	0	6	0.4	94	0.5	18/7/20 16.00	7	0	6	0.3	112	-
29/3/20 17.00	6	1	5	0.4	93	0.5	18/7/20 17.00	6	0	6	0.2	115	-
29/3/20 18.00	9	1	7	0.5	85	0.7	18/7/20 18.00	7	0	6	0.3	111	-
29/3/20 19.00	11	2	8	0.5	73	0.8	18/7/20 19.00	9	0	8	0.3	92	-
29/3/20 20.00	12	2	10	0.5	57	1.0	18/7/20 20.00	8	0	8	0.3	80	-
29/3/20 21.00	17	2	14	0.8	42	1.2	18/7/20 21.00	8	0	7	0.3	74	-
29/3/20 22.00	12	1	10	0.7	43	1.3	18/7/20 22.00	6	0	6	0.3	73	-
29/3/20 23.00	9	2	6	0.6	45	0.7	18/7/20 23.00	7	0	6	0.3	64	-
30/3/20 0.00	6	1	5	0.4	54	0.7	19/7/20 0.00	8	0	8	0.3	55	-
30/3/20 1.00	7	1	5	0.4	51	0.5	19/7/20 1.00	8	0	7	0.3	52	-
30/3/20 2.00	6	2	3	0.4	70	0.4	19/7/20 2.00	8	0	7	0.3	48	-
30/3/20 3.00	4	0	3	0.3	74	0.3	19/7/20 3.00	6	0	5	0.3	47	-
30/3/20 4.00	7	1	5	0.3	64	0.5	19/7/20 4.00	5	0	4	0.3	44	-
30/3/20 5.00	8	2	6	0.4	58	0.4	19/7/20 5.00	6	0	5	0.3	38	-
30/3/20 6.00	13	2	10	0.4	47	0.4	19/7/20 6.00	7	1	5	0.3	39	-
30/3/20 7.00	17	3	12	0.4	36	0.7	19/7/20 7.00	8	1	7	0.3	48	-
30/3/20 8.00	15	3	11	0.4	55	0.6	19/7/20 8.00	7	1	6	0.3	72	-
30/3/20 9.00	14	2	11	0.4	62	0.7	19/7/20 9.00	7	1	6	0.3	83	-
30/3/20 10.00	14	2	11	0.4	70	0.7	19/7/20 10.00	7	1	6	0.3	96	-
30/3/20 11.00	10	2	8	0.4	84	0.5	19/7/20 11.00	7	0	7	0.3	105	-
30/3/20 12.00	10	2	7	0.4	89	0.8	19/7/20 12.00	7	0	6	0.3	112	-
30/3/20 13.00	9	2	6	0.4	92	0.5	19/7/20 13.00	7	0	6	0.3	116	-

30/3/20 14.00	11	2	8	0.4	93	0.6	19/7/20 14.00	6	0	6	0.3	122	-
30/3/20 15.00	8	1	6	0.4	98	0.6	19/7/20 15.00	6	0	6	0.3	127	-
30/3/20 16.00	9	1	7	0.4	95	0.5	19/7/20 16.00	6	0	6	0.3	134	-
30/3/20 17.00	14	2	11	0.5	78	0.7	19/7/20 17.00	6	0	6	0.3	137	-
30/3/20 18.00	12	2	9	0.5	65	0.8	19/7/20 18.00	7	0	6	0.3	142	-
30/3/20 19.00	13	2	10	0.6	65	0.8	19/7/20 19.00	9	0	9	0.3	121	-
30/3/20 20.00	10	1	8	0.5	74	0.8	19/7/20 20.00	10	0	9	0.3	110	-
30/3/20 21.00	7	1	5	0.4	72	0.6	19/7/20 21.00	7	0	7	0.3	101	-
30/3/20 22.00	8	1	6	0.4	69	0.7	19/7/20 22.00	9	0	8	0.3	82	-
30/3/20 23.00	6	1	5	0.4	72	0.5	19/7/20 23.00	8	0	8	0.3	75	-
31/3/20 0.00	5	1	4	0.4	72	0.5	20/7/20 0.00	7	0	6	0.3	71	-
31/3/20 1.00	4	1	4	0.4	65	0.5	20/7/20 1.00	6	0	5	0.3	65	-
31/3/20 2.00	5	1	3	0.4	62	0.5	20/7/20 2.00	7	0	6	0.3	58	-
31/3/20 3.00	5	1	3	0.4	61	0.6	20/7/20 3.00	5	0	5	0.3	59	-
31/3/20 4.00	4	1	2	0.4	61	0.5	20/7/20 4.00	13	2	10	0.3	53	-
31/3/20 5.00	5	1	3	0.4	62	0.4	20/7/20 5.00	12	1	11	0.3	44	-
31/3/20 6.00	5	1	3	0.4	64	0.7	20/7/20 6.00	32	4	25	0.4	39	-
31/3/20 7.00	9	2	6	0.4	61	0.6	20/7/20 7.00	26	3	21	0.4	59	-
31/3/20 8.00	9	1	7	0.4	64	0.6	20/7/20 8.00	16	2	14	0.3	83	-
31/3/20 9.00	7	1	5	0.4	69	0.5	20/7/20 9.00	11	1	10	0.3	103	-
31/3/20 10.00	7	1	5	0.4	71	0.5	20/7/20 10.00	9	1	8	0.3	110	-
31/3/20 11.00	7	1	5	0.4	72	0.5	20/7/20 11.00	12	1	11	0.4	125	-
31/3/20 12.00	7	1	5	0.4	73	0.5	20/7/20 12.00	11	1	10	0.4	136	-
31/3/20 13.00	7	1	5	0.4	74	0.4	20/7/20 13.00	9	0	9	0.3	142	-
31/3/20 14.00	9	2	6	0.4	76	0.5	20/7/20 14.00	10	1	9	0.3	152	-
31/3/20 15.00	8	1	7	0.4	78	0.6	20/7/20 15.00	10	1	10	0.3	161	-
31/3/20 16.00	9	1	7	0.4	77	0.6	20/7/20 16.00	11	1	10	0.3	169	-
31/3/20 17.00	8	1	6	0.4	77	0.6	20/7/20 17.00	12	1	11	0.3	173	-
31/3/20 18.00	7	2	4	0.4	74	1.1	20/7/20 18.00	10	0	10	0.3	165	-
31/3/20 19.00	8	1	6	0.5	70	0.7	20/7/20 19.00	14	0	13	0.3	128	-
31/3/20 20.00	9	1	8	0.6	63	0.8	20/7/20 20.00	10	0	10	0.3	117	-
31/3/20 21.00	8	0	7	0.6	52	0.9	20/7/20 21.00	10	0	10	0.3	101	-
31/3/20 22.00	10	0	10	0.7	44	1.0	20/7/20 22.00	11	0	10	0.3	84	-
31/3/20 23.00	9	0	8	0.6	42	1.0	20/7/20 23.00	10	0	10	0.3	75	-
1/4/20 0.00	9	1	7	0.6	38	0.8	21/7/20 0.00	8	0	8	0.3	72	-
1/4/20 1.00	8	1	7	0.5	40	0.7	21/7/20 1.00	8	0	7	0.3	66	-
1/4/20 2.00	8	1	6	0.5	41	0.7	21/7/20 2.00	7	0	7	0.3	62	-
1/4/20 3.00	10	2	7	0.5	37	0.8	21/7/20 3.00	8	0	7	0.3	60	-
1/4/20 4.00	9	1	6	0.5	34	0.6	21/7/20 4.00	8	0	7	0.3	54	-
1/4/20 5.00	13	1	11	0.5	33	0.7	21/7/20 5.00	11	1	10	0.3	49	-
1/4/20 6.00	16	2	12	0.5	29	0.6	21/7/20 6.00	23	2	20	0.3	47	-
1/4/20 7.00	15	2	12	0.5	41	0.7	21/7/20 7.00	31	4	25	0.4	56	-
1/4/20 8.00	11	2	8	0.4	66	0.5	21/7/20 8.00	23	2	19	0.4	88	-
1/4/20 9.00	8	1	6	0.4	80	0.4	21/7/20 9.00	10	1	9	0.3	112	-

1/4/20 10.00	8	1	6	0.4	87	0.8	21/7/20 10.00	10	1	9	0.3	117	-
1/4/20 11.00	8	1	7	0.4	87	0.5	21/7/20 11.00	9	1	8	0.3	122	-
1/4/20 12.00	7	1	6	0.4	90	0.4	21/7/20 12.00	12	1	11	0.3	138	-
1/4/20 13.00	7	1	6	0.2	91	0.4	21/7/20 13.00	11	1	10	0.3	150	-
1/4/20 14.00	8	1	6	0.2	91	0.5	21/7/20 14.00	10	0	10	0.3	161	-
1/4/20 15.00	8	1	6	0.3	91	0.5	21/7/20 15.00	12	1	11	0.3	167	-
1/4/20 16.00	8	2	6	0.3	91	0.4	21/7/20 16.00	10	1	10	0.3	148	-
1/4/20 17.00	6	1	5	0.3	89	0.4	21/7/20 17.00	9	1	8	0.3	133	-
1/4/20 18.00	7	1	5	0.3	85	0.5	21/7/20 18.00	11	0	11	0.3	123	-
1/4/20 19.00	10	1	8	0.4	68	0.6	21/7/20 19.00	12	0	11	0.3	96	-
1/4/20 20.00	16	1	14	0.6	47	1.5	21/7/20 20.00	13	0	13	0.3	77	-
1/4/20 21.00	13	2	10	0.6	43	1.8	21/7/20 21.00	13	0	12	0.4	62	-
1/4/20 22.00	11	2	8	0.6	41	1.0	21/7/20 22.00	7	0	6	0.3	92	-
1/4/20 23.00	10	2	7	0.6	40	1.0	21/7/20 23.00	6	0	5	0.3	88	-
2/4/20 0.00	10	2	7	0.5	37	1.2	22/7/20 0.00	6	0	6	0.3	69	-
2/4/20 1.00	7	2	4	0.4	39	0.6	22/7/20 1.00	6	0	5	0.3	64	-
2/4/20 2.00	6	1	4	0.4	41	0.7	22/7/20 2.00	8	0	7	0.3	65	-
2/4/20 3.00	6	1	4	0.3	42	0.4	22/7/20 3.00	7	0	7	0.2	61	-
2/4/20 4.00	7	1	5	0.3	37	0.4	22/7/20 4.00	11	0	11	0.3	50	-
2/4/20 5.00	18	3	14	0.3	31	0.5	22/7/20 5.00	16	1	15	0.3	50	-
2/4/20 6.00	26	5	18	0.4	27	0.7	22/7/20 6.00	23	2	20	0.3	43	-
2/4/20 7.00	36	11	20	0.5	30	1.3	22/7/20 7.00	26	4	19	0.3	50	-
2/4/20 8.00	28	5	20	0.4	52	1.5	22/7/20 8.00	18	2	14	0.3	69	-
2/4/20 9.00	13	3	9	0.3	76	0.9	22/7/20 9.00	12	1	11	0.2	89	-
2/4/20 10.00	8	1	6	0.3	90	0.5	22/7/20 10.00	15	2	12	0.3	94	-
2/4/20 11.00	8	2	5	0.3	97	0.5	22/7/20 11.00	15	1	12	0.3	111	-
2/4/20 12.00	9	1	7	0.3	98	0.5	22/7/20 12.00	10	1	9	0.3	125	0.2
2/4/20 13.00	10	2	7	0.3	102	0.4	22/7/20 13.00	11	1	10	0.3	147	0.2
2/4/20 14.00	10	2	8	0.3	108	0.4	22/7/20 14.00	11	1	10	0.3	157	0.2
2/4/20 15.00	9	2	7	0.3	111	0.4	22/7/20 15.00	12	1	11	0.3	173	0.2
2/4/20 16.00	8	1	7	0.3	114	0.5	22/7/20 16.00	13	0	13	0.3	187	0.2
2/4/20 17.00	9	1	8	0.3	113	0.5	22/7/20 17.00	15	0	14	0.4	195	0.2
2/4/20 18.00	10	1	9	0.3	110	0.4	22/7/20 18.00	15	0	14	0.4	184	0.2
2/4/20 19.00	13	1	11	0.4	93	0.7	22/7/20 19.00	17	0	16	0.4	160	0.3
2/4/20 20.00	12	1	10	0.5	87	0.9	22/7/20 20.00	13	0	13	0.4	152	0.3
2/4/20 21.00	11	2	8	0.5	80	0.8	22/7/20 21.00	11	0	11	0.4	128	0.3
2/4/20 22.00	12	1	10	0.6	64	0.8	22/7/20 22.00	8	0	7	0.3	125	0.2
2/4/20 23.00	10	2	8	0.6	57	1.1	22/7/20 23.00	9	0	8	0.3	110	0.2
3/4/20 0.00	9	1	7	0.6	54	0.7	23/7/20 0.00	8	0	7	0.3	92	0.2
3/4/20 1.00	7	1	6	0.5	54	0.5	23/7/20 1.00	6	0	6	0.3	88	0.2
3/4/20 2.00	6	1	5	0.4	54	0.4	23/7/20 2.00	7	0	7	0.3	71	0.2
3/4/20 3.00	7	1	5	0.4	53	0.5	23/7/20 3.00	6	0	6	0.3	64	0.2
3/4/20 4.00	8	1	7	0.3	50	0.4	23/7/20 4.00	8	1	7	0.3	58	0.2
3/4/20 5.00	14	2	11	0.3	46	0.6	23/7/20 5.00	14	1	13	0.4	49	0.2

3/4/20 6.00	21	3	15	0.4	42	0.6	23/7/20 6.00	30	4	24	0.4	38	0.4
3/4/20 7.00	25	5	18	0.5	42	0.9	23/7/20 7.00	21	3	17	0.4	59	0.3
3/4/20 8.00	32	6	22	0.5	58	1.4	23/7/20 8.00	13	1	11	0.3	87	0.2
3/4/20 9.00	15	2	11	0.4	89	0.7	23/7/20 9.00	10	1	9	0.3	104	0.2
3/4/20 10.00	11	2	8	0.3	103	0.4	23/7/20 10.00	8	1	7	0.3	105	0.2
3/4/20 11.00	11	1	9	0.4	109	0.5	23/7/20 11.00	11	1	10	0.4	124	0.2
3/4/20 12.00	12	2	9	0.4	112	0.5	23/7/20 12.00	11	1	10	0.4	140	0.2
3/4/20 13.00	12	2	9	0.4	116	0.5	23/7/20 13.00	10	1	10	0.3	143	0.2
3/4/20 14.00	12	2	9	0.3	123	0.4	23/7/20 14.00	11	1	10	0.3	153	0.2
3/4/20 15.00	10	1	8	0.3	127	0.4	23/7/20 15.00	10	1	9	0.3	152	0.2
3/4/20 16.00	10	1	8	0.3	128	0.4	23/7/20 16.00	10	1	9	0.3	148	0.2
3/4/20 17.00	10	1	9	0.4	128	0.5	23/7/20 17.00	12	1	11	0.3	164	0.2
3/4/20 18.00	13	1	11	0.4	123	0.5	23/7/20 18.00	10	0	9	0.3	163	0.2
3/4/20 19.00	15	1	13	0.5	101	0.7	23/7/20 19.00	11	0	11	0.3	143	0.2
3/4/20 20.00	13	2	11	0.5	94	0.9	23/7/20 20.00	10	0	10	0.3	123	0.2
3/4/20 21.00	14	2	10	0.5	82	0.8	23/7/20 21.00	11	0	10	0.4	107	0.2
3/4/20 22.00	15	2	12	0.7	67	1.0	23/7/20 22.00	11	0	10	0.4	90	0.2
3/4/20 23.00	12	1	10	0.7	62	1.0	23/7/20 23.00	10	0	10	0.4	90	0.2
4/4/20 0.00	10	2	8	0.6	58	1.0	24/7/20 0.00	12	0	12	0.4	90	0.2
4/4/20 1.00	8	1	6	0.5	60	0.7	24/7/20 1.00	7	0	7	0.3	93	0.1
4/4/20 2.00	6	1	5	0.4	59	0.5	24/7/20 2.00	6	0	5	0.3	88	0.2
4/4/20 3.00	5	1	4	0.4	59	0.6	24/7/20 3.00	6	0	6	0.3	77	0.2
4/4/20 4.00	7	1	6	0.4	60	0.5	24/7/20 4.00	5	0	5	0.3	77	0.1
4/4/20 5.00	12	1	10	0.4	55	0.4	24/7/20 5.00	8	0	8	0.3	72	0.2
4/4/20 6.00	12	1	11	0.4	54	0.5	24/7/20 6.00	7	0	6	0.3	77	0.1
4/4/20 7.00	26	4	20	0.6	46	0.8	24/7/20 7.00	7	0	6	0.3	83	0.2
4/4/20 8.00	37	8	24	0.7	62	-	24/7/20 8.00	7	0	6	0.3	73	0.1
4/4/20 9.00	19	3	14	0.4	95	0.6	24/7/20 9.00	16	1	14	0.3	50	0.1
4/4/20 10.00	10	1	8	0.4	115	0.5	24/7/20 10.00	16	2	13	0.3	56	0.2
4/4/20 11.00	9	1	7	0.4	123	0.6	24/7/20 11.00	12	1	10	0.3	65	0.2
4/4/20 12.00	9	1	7	0.4	127	0.4	24/7/20 12.00	18	1	16	0.3	53	0.2
4/4/20 13.00	9	1	7	0.4	130	0.5	24/7/20 13.00	15	2	12	0.3	53	0.2
4/4/20 14.00	9	1	7	0.4	135	0.5	24/7/20 14.00	22	3	18	0.3	44	0.2
4/4/20 15.00	7	1	7	0.4	139	0.5	24/7/20 15.00	21	3	16	0.3	49	0.2
4/4/20 16.00	10	1	8	0.4	142	0.4	24/7/20 16.00	17	2	13	0.3	60	0.2
4/4/20 17.00	6	1	5	0.4	145	0.5	24/7/20 17.00	12	1	10	0.3	76	0.2
4/4/20 18.00	8	1	7	0.4	142	0.5	24/7/20 18.00	11	1	10	0.3	73	0.1
4/4/20 19.00	12	1	10	0.6	117	0.7	24/7/20 19.00	15	1	13	0.3	46	0.2
4/4/20 20.00	10	1	8	0.5	114	0.9	24/7/20 20.00	11	1	11	0.3	41	0.2
4/4/20 21.00	10	1	9	0.6	98	0.7	24/7/20 21.00	12	1	10	0.3	34	0.3
4/4/20 22.00	10	1	9	0.6	84	0.9	24/7/20 22.00	13	1	12	0.4	28	0.2
4/4/20 23.00	9	1	8	0.7	77	1.0	24/7/20 23.00	12	1	11	0.3	23	0.3
5/4/20 0.00	8	1	7	0.6	72	0.7	25/7/20 0.00	10	1	9	0.3	22	0.2
5/4/20 1.00	6	1	5	0.5	75	0.6	25/7/20 1.00	9	1	9	0.3	22	0.2

5/4/20 2.00	6	1	4	0.4	74	0.6	25/7/20 2.00	7	0	6	0.3	24	0.2
5/4/20 3.00	5	1	4	0.4	74	0.7	25/7/20 3.00	7	0	6	0.3	22	0.1
5/4/20 4.00	7	1	5	0.4	74	0.4	25/7/20 4.00	9	1	8	0.3	18	0.2
5/4/20 5.00	7	1	6	0.4	70	0.7	25/7/20 5.00	11	2	9	0.3	18	0.2
5/4/20 6.00	9	1	8	0.4	69	0.4	25/7/20 6.00	18	5	11	0.3	19	0.2
5/4/20 7.00	15	2	12	0.5	62	0.6	25/7/20 7.00	16	3	11	0.3	32	0.3
5/4/20 8.00	14	2	11	0.5	89	0.9	25/7/20 8.00	15	2	12	0.3	46	0.2
5/4/20 9.00	8	1	7	0.4	103	0.7	25/7/20 9.00	11	2	9	0.3	60	0.2
5/4/20 10.00	7	1	5	0.4	112	0.4	25/7/20 10.00	8	1	7	0.3	68	0.2
5/4/20 11.00	6	1	4	0.4	116	0.4	25/7/20 11.00	8	1	7	0.3	79	0.2
5/4/20 12.00	6	1	4	0.4	119	0.5	25/7/20 12.00	9	1	8	0.3	95	0.2
5/4/20 13.00	5	1	5	0.4	121	0.4	25/7/20 13.00	8	1	7	0.3	99	0.2
5/4/20 14.00	5	0	4	0.4	124	0.3	25/7/20 14.00	7	0	7	0.3	105	0.1
5/4/20 15.00	6	1	4	0.4	127	0.3	25/7/20 15.00	8	0	7	0.3	114	0.2
5/4/20 16.00	4	0	4	0.4	130	0.4	25/7/20 16.00	8	0	7	0.3	121	0.2
5/4/20 17.00	7	2	4	0.4	130	0.4	25/7/20 17.00	9	0	9	0.3	135	0.2
5/4/20 18.00	8	1	6	0.4	128	0.4	25/7/20 18.00	10	0	9	0.3	142	0.2
5/4/20 19.00	10	1	8	0.5	110	0.5	25/7/20 19.00	11	0	11	0.4	110	0.3
5/4/20 20.00	10	2	7	0.5	101	0.6	25/7/20 20.00	11	0	11	0.4	89	0.3
5/4/20 21.00	12	2	9	0.6	85	0.8	25/7/20 21.00	9	0	9	0.4	83	0.2
5/4/20 22.00	10	1	8	0.6	78	0.7	25/7/20 22.00	13	0	12	0.4	71	0.2
5/4/20 23.00	8	1	7	0.6	71	0.9	25/7/20 23.00	12	0	11	0.4	60	0.4
6/4/20 0.00	7	2	5	0.5	74	0.6	26/7/20 0.00	10	0	10	0.4	55	0.2
6/4/20 1.00	5	1	4	0.4	72	0.5	26/7/20 1.00	8	0	8	0.4	57	0.4
6/4/20 2.00	5	1	3	0.4	69	0.4	26/7/20 2.00	8	0	7	0.3	51	0.3
6/4/20 3.00	5	1	3	0.4	66	0.4	26/7/20 3.00	9	0	8	0.4	44	0.2
6/4/20 4.00	11	2	9	0.4	59	0.4	26/7/20 4.00	9	0	8	0.4	40	0.2
6/4/20 5.00	19	3	15	0.5	54	0.9	26/7/20 5.00	9	0	9	0.3	45	0.3
6/4/20 6.00	27	5	20	0.5	45	0.8	26/7/20 6.00	10	1	8	0.4	38	0.4
6/4/20 7.00	62	19	32	0.6	37	1.0	26/7/20 7.00	12	1	10	0.4	47	0.3
6/4/20 8.00	34	7	22	0.6	69	0.8	26/7/20 8.00	9	1	8	0.3	67	0.3
6/4/20 9.00	32	8	21	0.5	86	0.7	26/7/20 9.00	9	1	8	0.3	88	0.2
6/4/20 10.00	18	4	11	0.4	113	0.4	26/7/20 10.00	7	1	6	0.3	100	0.2
6/4/20 11.00	7	1	5	0.4	120	0.3	26/7/20 11.00	8	1	7	0.4	111	0.2
6/4/20 12.00	19	4	13	0.4	123	0.4	26/7/20 12.00	8	0	7	0.4	126	0.2
6/4/20 13.00	35	9	21	0.4	125	0.6	26/7/20 13.00	8	0	7	0.4	135	0.3
6/4/20 14.00	38	11	21	0.2	123	0.5	26/7/20 14.00	7	0	7	0.4	138	0.2
6/4/20 15.00	13	2	10	0.3	132	0.4	26/7/20 15.00	7	0	6	0.4	136	0.2
6/4/20 16.00	16	3	12	0.2	136	0.4	26/7/20 16.00	7	0	6	0.4	140	0.2
6/4/20 17.00	7	1	6	0.3	141	0.5	26/7/20 17.00	6	0	6	0.3	143	0.1
6/4/20 18.00	8	2	6	0.3	139	0.5	26/7/20 18.00	6	0	6	0.3	143	0.1
6/4/20 19.00	10	1	9	0.4	118	0.9	26/7/20 19.00	9	0	9	0.4	120	0.2
6/4/20 20.00	8	1	7	0.4	113	0.9	26/7/20 20.00	11	0	11	0.4	101	0.2
6/4/20 21.00	10	1	10	0.5	93	1.1	26/7/20 21.00	9	0	9	0.4	87	0.2

6/4/20 22.00	10	1	9	0.5	78	0.8
6/4/20 23.00	9	1	8	0.5	73	0.9
7/4/20 0.00	9	1	8	0.4	71	0.7
7/4/20 1.00	6	1	5	0.3	73	0.5
7/4/20 2.00	4	1	3	0.3	71	0.4
7/4/20 3.00	5	1	4	0.3	68	0.4
7/4/20 4.00	6	1	5	0.3	69	0.5
7/4/20 5.00	10	1	9	0.3	64	0.5
7/4/20 6.00	16	1	14	0.3	54	0.6
7/4/20 7.00	68	23	34	0.5	39	1.0
7/4/20 8.00	36	7	25	0.4	77	0.9
7/4/20 9.00	30	6	20	0.4	97	0.6
7/4/20 10.00	19	4	13	0.3	117	0.5
7/4/20 11.00	9	1	8	0.3	121	0.5
7/4/20 12.00	14	2	11	0.3	122	0.4
7/4/20 13.00	22	4	16	0.3	129	0.6
7/4/20 14.00	30	6	21	0.3	131	0.6
7/4/20 15.00	38	8	25	0.3	132	0.4
7/4/20 16.00	36	8	23	0.5	135	0.5
7/4/20 17.00	24	4	18	0.3	133	0.7
7/4/20 18.00	12	1	11	0.3	136	0.4
7/4/20 19.00	18	1	17	0.4	107	0.5
7/4/20 20.00	15	1	14	0.4	105	0.8
7/4/20 21.00	10	1	9	0.4	95	1.2
7/4/20 22.00	10	1	8	0.4	80	0.8
7/4/20 23.00	9	0	8	0.4	71	0.8

26/7/20 22.00	8	0	8	0.4	79	0.3
26/7/20 23.00	7	0	7	0.4	73	0.2