



Qualità dell'Aria ed emergenza Covid-19 in Umbria

Rapporto Tecnico

arpa umbria

Pag 1 / **Indice**

2 / Introduzione

3 / Dati Metereologici

9 / Risultati

9 / Particolato PM10 e PM2.5

15 / Biossido di Azoto

22 / Benzene e Toluene

27 / Caratterizzazione chimica deposizioni

32 / Caratterizzazione chimica PM10

41 / Combustione Biomasse

45 / Conclusioni

46 / Riferimenti

**Qualità dell'Aria e emergenza
Covid-19 in Umbria**

Redazione

Marco Pompei
Mara Galletti
Ilaria Corbucci

Collaborazione

Mirco Areni
Emanuele Bubù
Giancarlo Caiello
Lucia Selvaggio
Laboratorio Arpa:
Andrea Pileri
Annarita Petrini
Fiorella Sebastiani
Nicolò Corvi

Versione

Rev. 0

Visto

Caterina Austeri
Donatella Bartoli

Introduzione

L'emergenza COVID-19 ha comportato, in Umbria e nel resto del territorio nazionale, l'introduzione progressiva di una serie di misure di contenimento del contagio, che hanno determinato la sospensione delle attività scolastiche, di servizio, attività commerciali e produttive non essenziali con notevoli limitazioni negli spostamenti sia a livello locale che nazionale. Tutto ciò ha determinato una modifica sostanziale nei nostri stili di vita e dal punto di vista ambientale ha rappresentato un'occasione unica e speriamo irripetibile per valutare l'impatto diretto che alcune attività antropiche hanno sulla qualità dell'aria.

In Umbria l'emergenza è scattata nei primi giorni del mese di marzo, quindi in un periodo dell'anno non estremamente critico dal punto di vista ambientale in quanto le condizioni meteo-climatiche sono tali per cui si assiste ad una migliore circolazione atmosferica e quindi ad una migliore dispersione degli inquinanti rispetto al periodo invernale, le temperature di norma subiscono un rialzo per cui il contributo dovuto al riscaldamento domestico è nettamente inferiore rispetto al periodo precedente ma non assente.

Ciò nonostante, data la straordinarietà della situazione, si è ritenuto opportuno effettuare uno studio di approfondimento sulla matrice aria al fine di comprendere da un punto di vista qualitativo e quantitativo come cambia la sua composizione al variare delle sorgenti di emissione.

In questa relazione verranno analizzati, per il periodo marzo-aprile-maggio 2020, insieme ai dati della qualità dell'aria così come rilevati dalle stazioni di monitoraggio, anche i dati di caratterizzazione chimica del PM10, con un focus particolare sulle due stazioni di fondo urbano di Terni (Borgo Rivo) e Perugia (Parco Cortonese) e sulla stazione di Via Carrara a Terni, classificata come urbana da traffico ma fortemente influenzata dalle emissioni del polo siderurgico.

In occasione dell'emergenza COVID, per meglio comprendere le dinamiche legate all'inquinamento atmosferico, in questi tre punti è stato aumentando il livello di dettaglio dei parametri normalmente monitorati, per gli stessi punti è stato analizzato anche il PM2.5 per la frazione carboniosa e per la frazione ionica solubile. Questi ultimi dati, ancora in fase di elaborazione, verranno presentati in una relazione successiva.

ARPA Umbria partecipa inoltre ad uno studio promosso da ENEA e ISPRA sulla relazione tra pandemia ed inquinamento atmosferico, i cui risultati verranno pubblicati più avanti.

Dato l'interesse mostrato dall'opinione pubblica e dai mezzi di informazione, si ritiene comunque utile presentare i dati sin qui raccolti.

Al fine di facilitare la lettura del documento, si ritiene utile ripercorrere attraverso lo schema di figura 1 l'escalation di provvedimenti disposti a livello nazionale e regionale per contrastare la diffusione del virus.

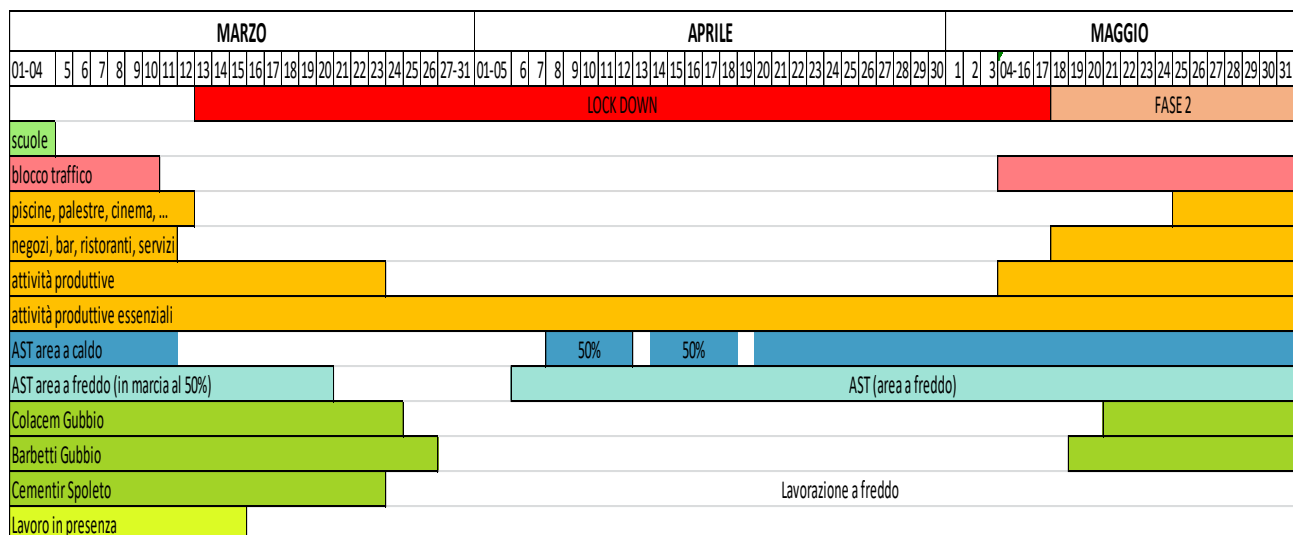


Figura 1. Provvedimenti emergenza Covid-19.

Dati Meteorologici

L’inizio del 2020 e in particolare gennaio si è caratterizzato per un lungo periodo di inversione termica e scarsità di precipitazioni che hanno determinato frequenti superamenti del limite giornaliero del Particolato PM10 e innalzamento dei valori del Biossido di Azoto, anche se in misura inferiore al PM10.

Le condizioni metereologiche sono determinanti per la qualità dell’aria, nel passaggio inverno-primavera sono in genere favorevoli alla dispersione degli inquinanti; si riportano i dati del periodo 5 marzo – 31 maggio 2020 e quelli nello stesso periodo dal 2015 al 2019 per le precipitazioni, temperatura.

Nei grafici seguenti si riporta la pioggia caduta rilevata nella postazione di Narni Scalo confrontata con quella dagli anni 2015 al 2019 (figura 2), la pioggia caduta dal 5 marzo al 31 maggio 2020 a Terni Le Grazie (figura 3) e le Temperature rilevate nelle postazioni di Perugia, Foligno e Narni Scalo (figura 4) e il confronto con dei valori mediati delle tre postazioni nel 2020 con la media degli anni 2015-19 (figura 5).

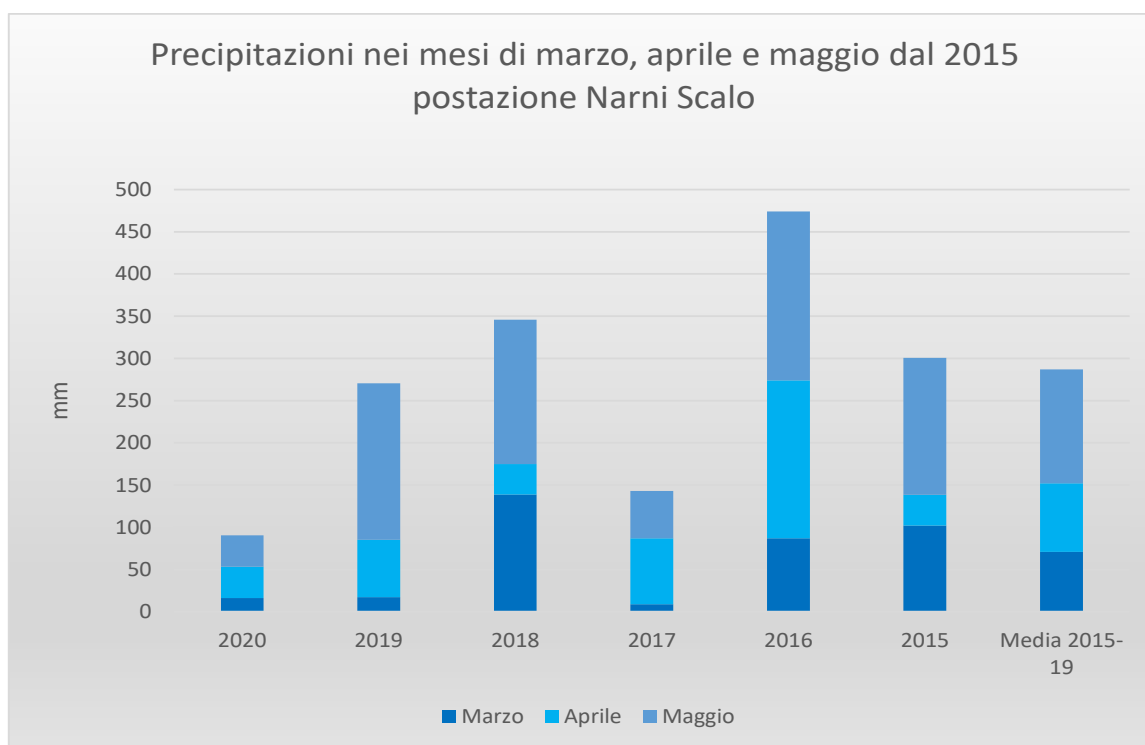


Figura 2. Precipitazioni.

Dai dati della pioggia si vede che il periodo 5 marzo – 31 maggio 2020 è stato meno piovoso dei cinque anni precedenti, circa un terzo della media 2015-2019.

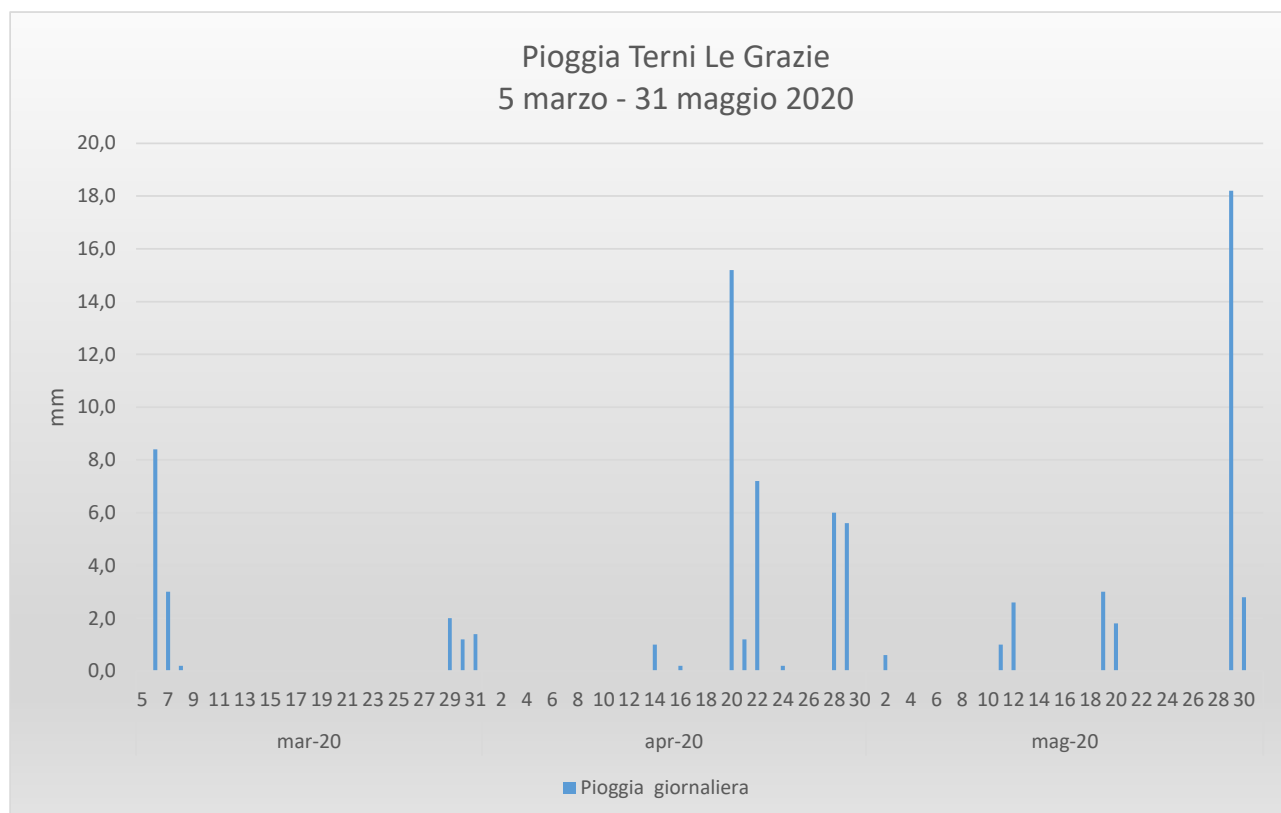


Figura 3. Precipitazioni.

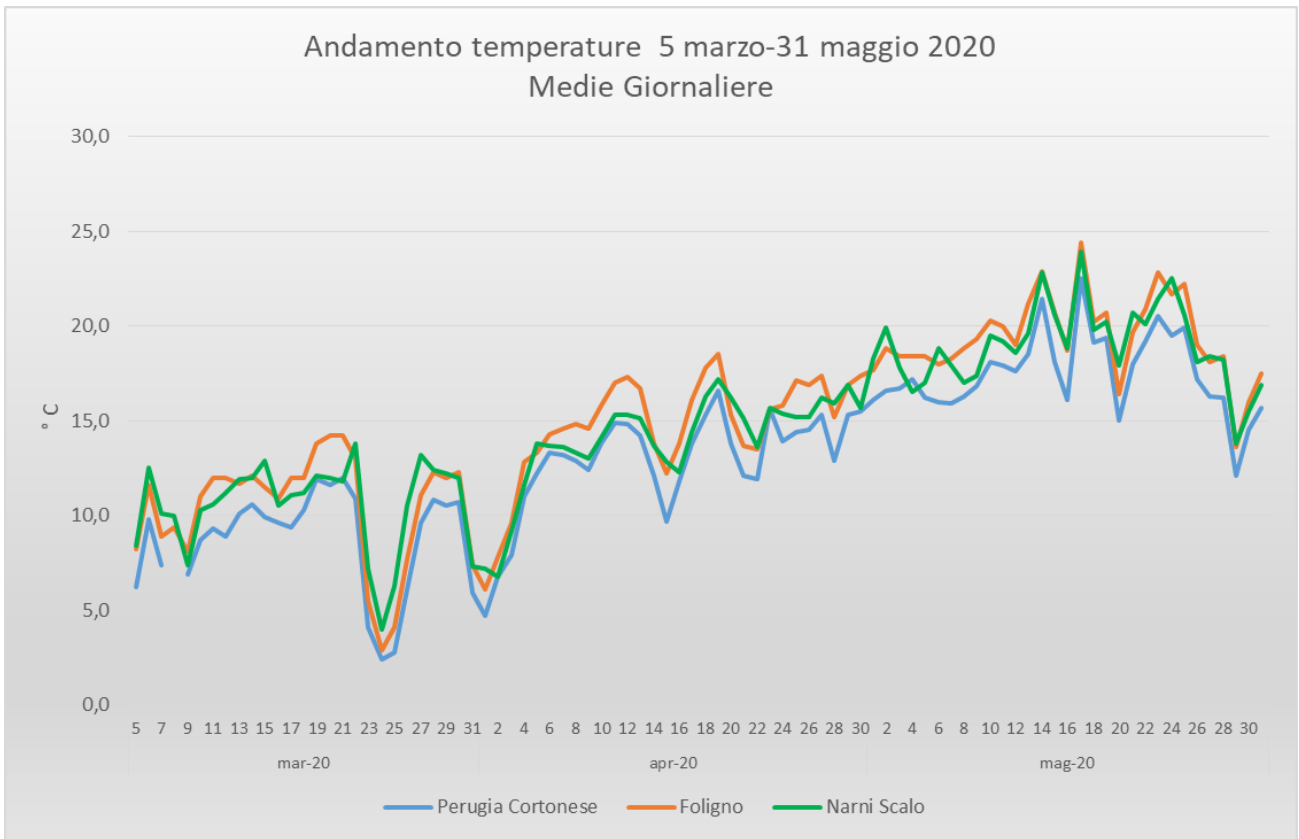


Figura 4. Temperature.

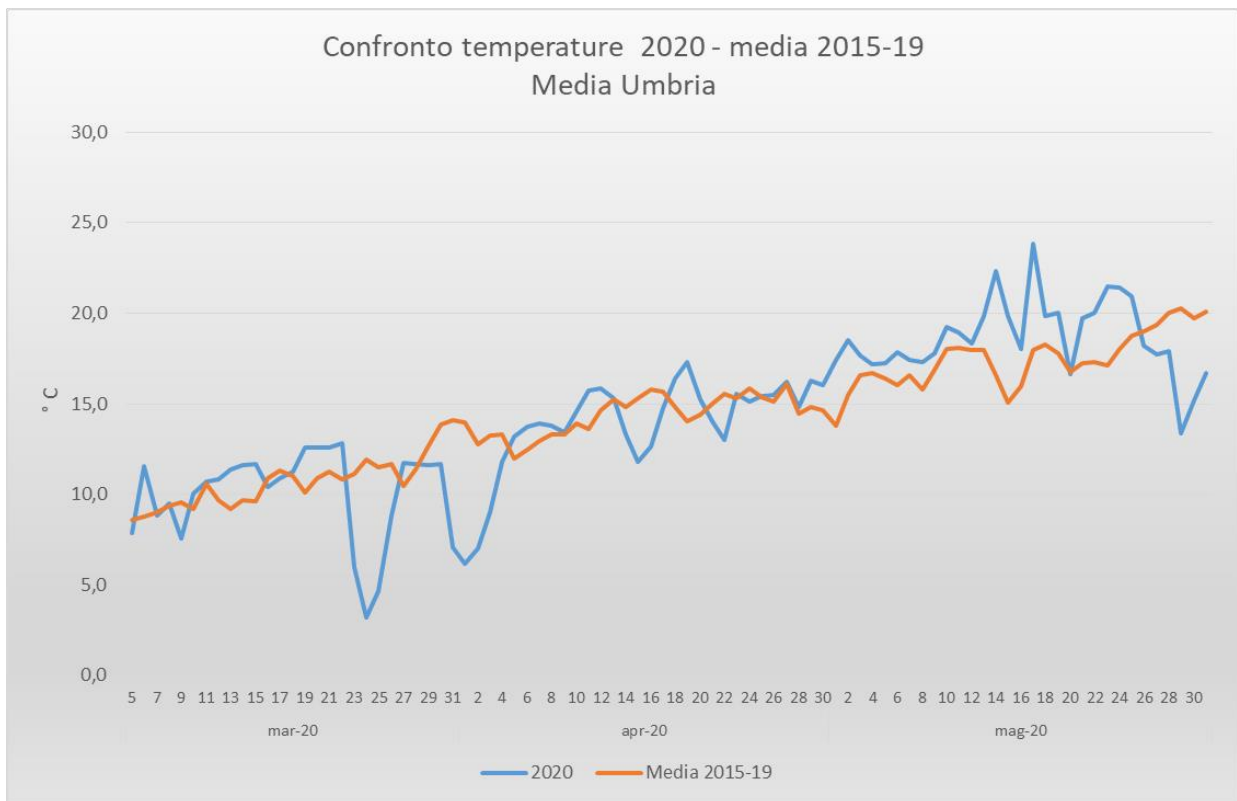


Figura 5. Confronto temperature.

Per quanto riguarda le temperature, l'andamento è stato lo stesso nelle tre postazioni; il confronto con le medie degli ultimi 5 anni mostra lo stesso andamento ma con due bruschi cali di temperatura registratisi rispettivamente tra il 23 e 25 marzo e tra il 31 marzo e il 3 aprile 2020 dovute ad irruzioni di tramontana.

Nella figura seguente si riportano i grafici della direzione del vento nelle postazioni di Perugia Cortonese, Foligno e Terni Le Grazie, che evidenziano come per Perugia e Foligno si distribuiscono nella direzione Nord-Sud per Terni le direzioni prevalenti hanno uno spettro più largo.

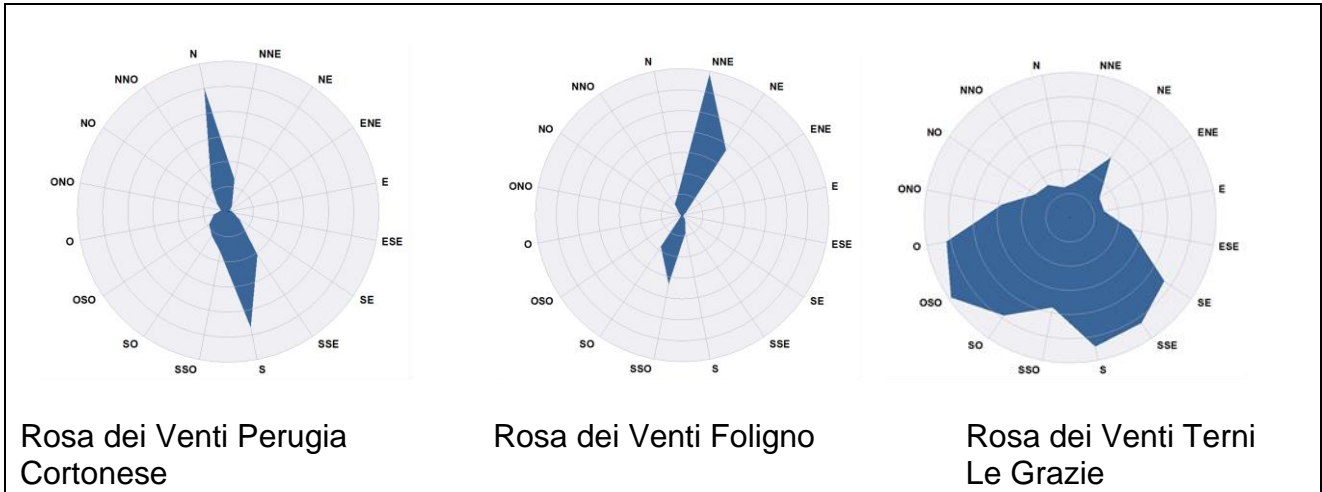


Figura 6. Rosa dei venti.

Per quanto riguarda la velocità del vento il periodo è caratterizzato da moderata ventosità con alcuni picchi più accentuati a Perugia, con pochi giorni con calme di vento che si manifestano soprattutto a Terni (Figura 7).

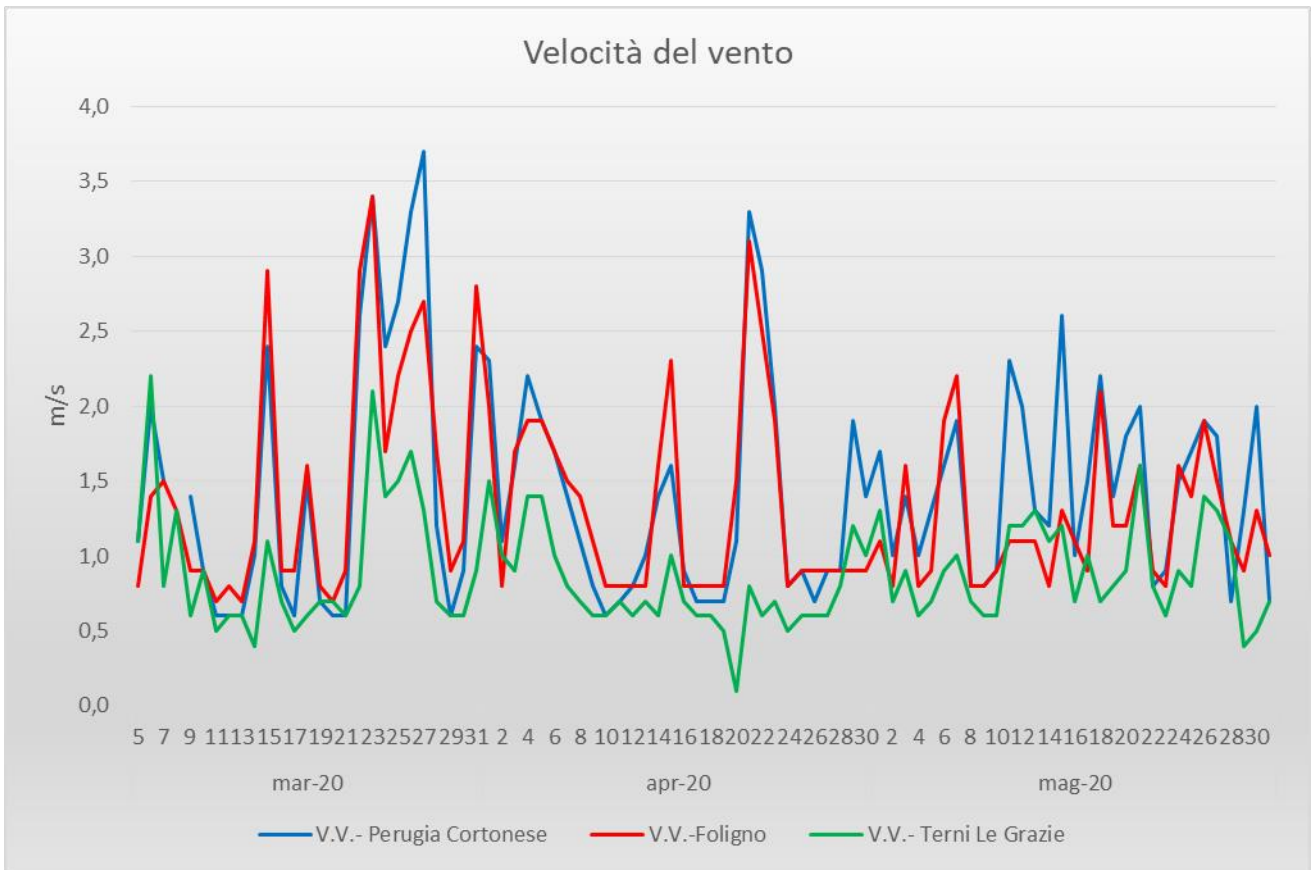


Figura 7. Velocità del vento.

Sempre legati alla meteorologia si evidenziano tre episodi di intrusioni di polveri provenienti rispettivamente da Est il 29 marzo e da sud tra il 6 e 13 aprile e il 14-15 maggio:

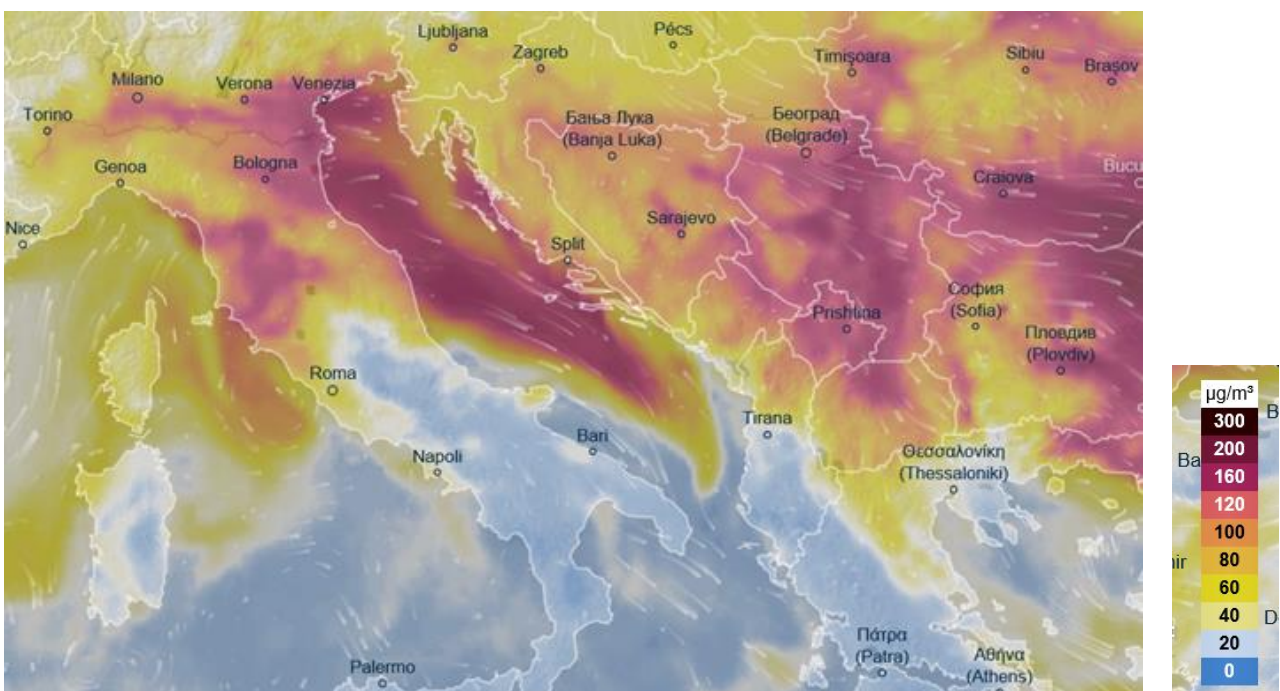


Figura 8. 29 marzo 2020 intrusione di polveri da Est (Ventusky.com).

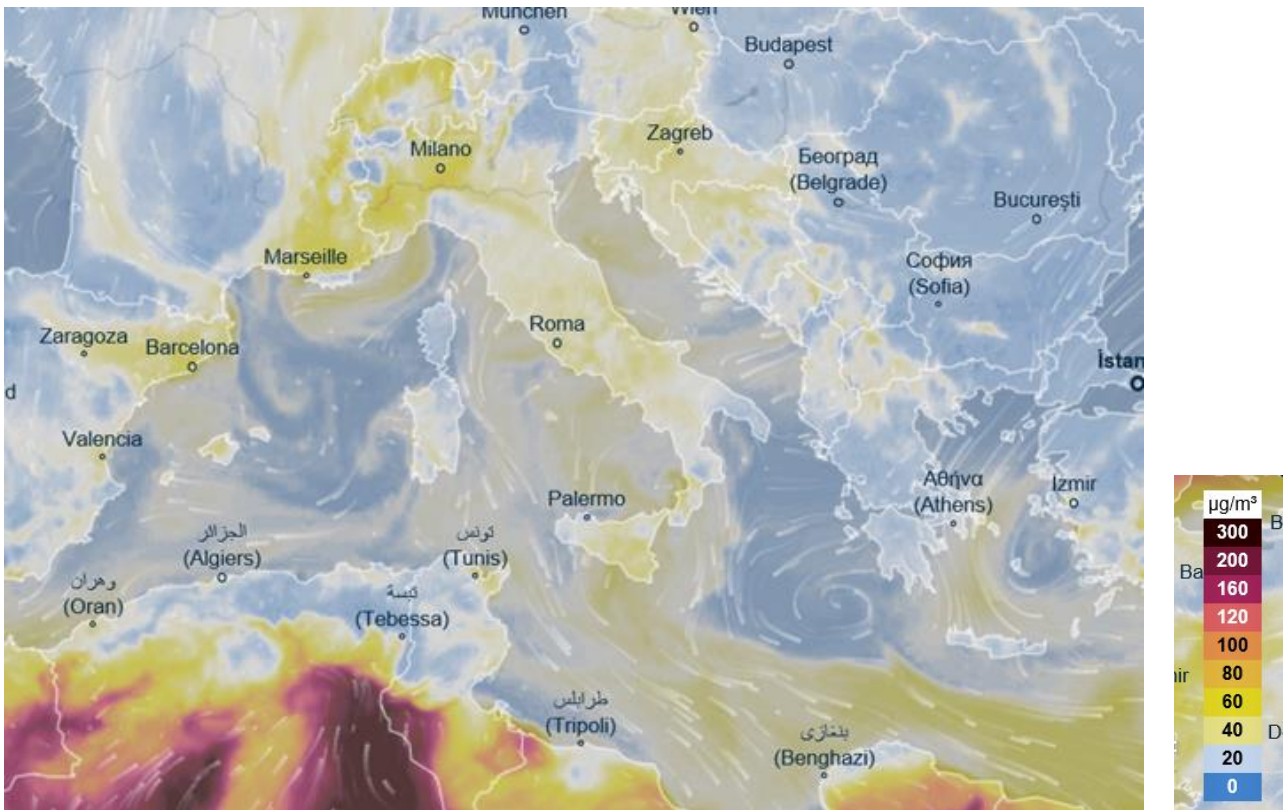


Figura 9. 6-13 aprile 2020 intrusione di polveri da Sud (Ventusky.com).

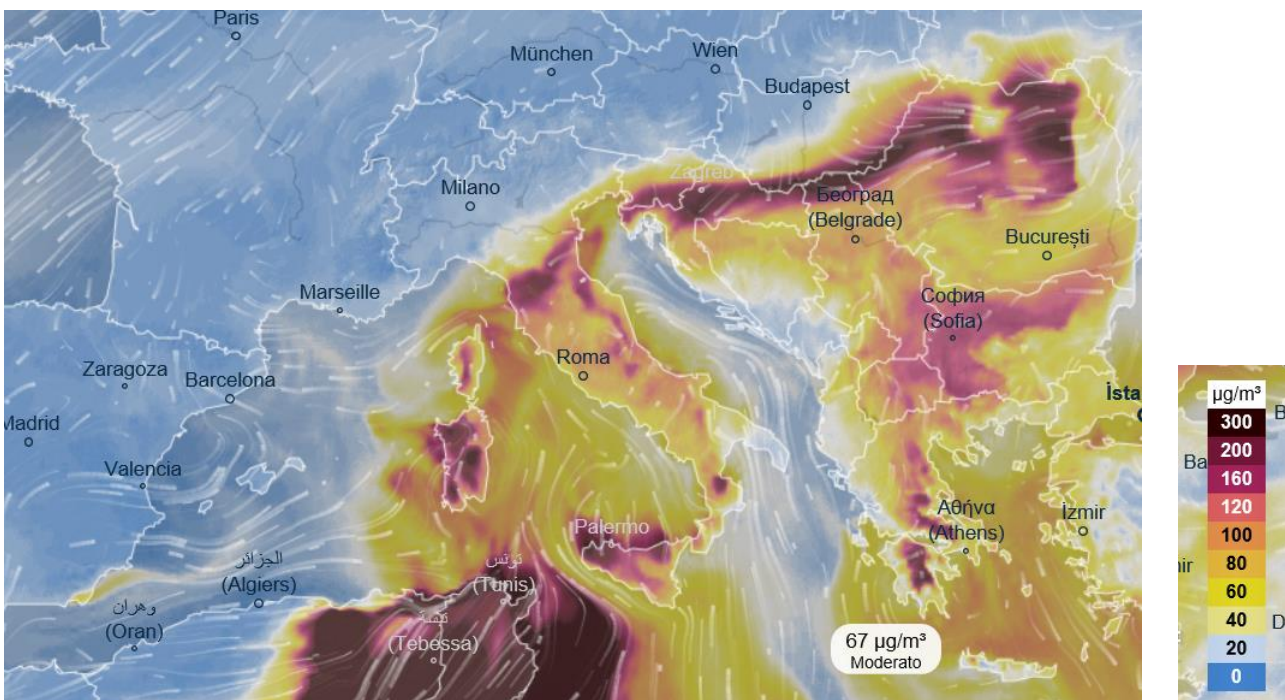


Figura 10. 14-15 maggio 2020 intrusione di polveri da Sud (Ventusky.com).

Particolato PM10 e PM2.5

Se si esaminano i dati del Particolato PM10 e PM2.5 a partire dal 5 marzo, data dei primi provvedimenti in relazione all'emergenza Covid-19 (chiusura delle scuole) fino al 31 maggio, si evidenzia che i dati sono non omogenei nelle varie postazioni. In particolare se si esamina il confronto tra i valori dal 5 marzo al 31 maggio 2020 con quelli registrati negli ultimi 5 anni nello stesso periodo si evidenziano variazioni che vanno da un -28% a Perugia Cortonese ad un +12% ai Martani da -19% a Terni Le Grazie a + 15% a Foligno per il PM10. Le tabelle e grafici seguenti riportano il confronto tra queste medie di PM10 e PM2.5.

Postazione	Media dal 5/03 al 31/05/2019 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media dal 5/03 al 31/05/2020 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Perugia Cortonese	22,7	16,4
Perugia Ponte San Giovanni	17,4	17,7
Foligno	18,6	21,4
Terni Borgorivo	23,0	20,8
Terni Carrara	24,3	21,0
Terni Le Grazie	27,1	22,0
Narni Scalo	22,8	19,9
Martani	11,8	13,2

Tabella 1. Media Particolato PM10.

Postazione	Media dal 5/03 al 31/05 ultimi 5 anni $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media dal 5/03 al 31/05/2020 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Perugia Cortonese	14,9	9,7
Perugia Ponte San Giovanni	9,9	9,7
Foligno	11,8	13,9
Terni Borgorivo	15,4	14,2
Terni Carrara	15	13,1
Terni Le Grazie	16,1	14,2
Narni Scalo	15,1	13,1
Martani	7,6	7,9

Tabella 2. Media Particolato PM2.5.

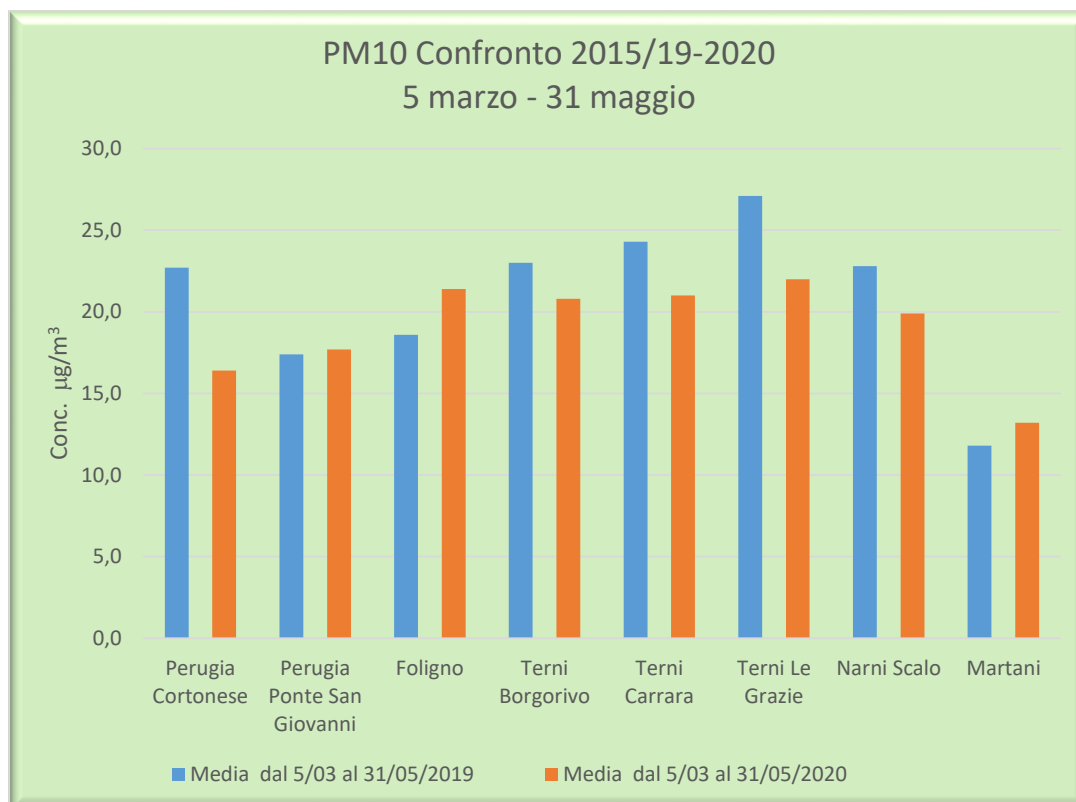


Grafico 1.

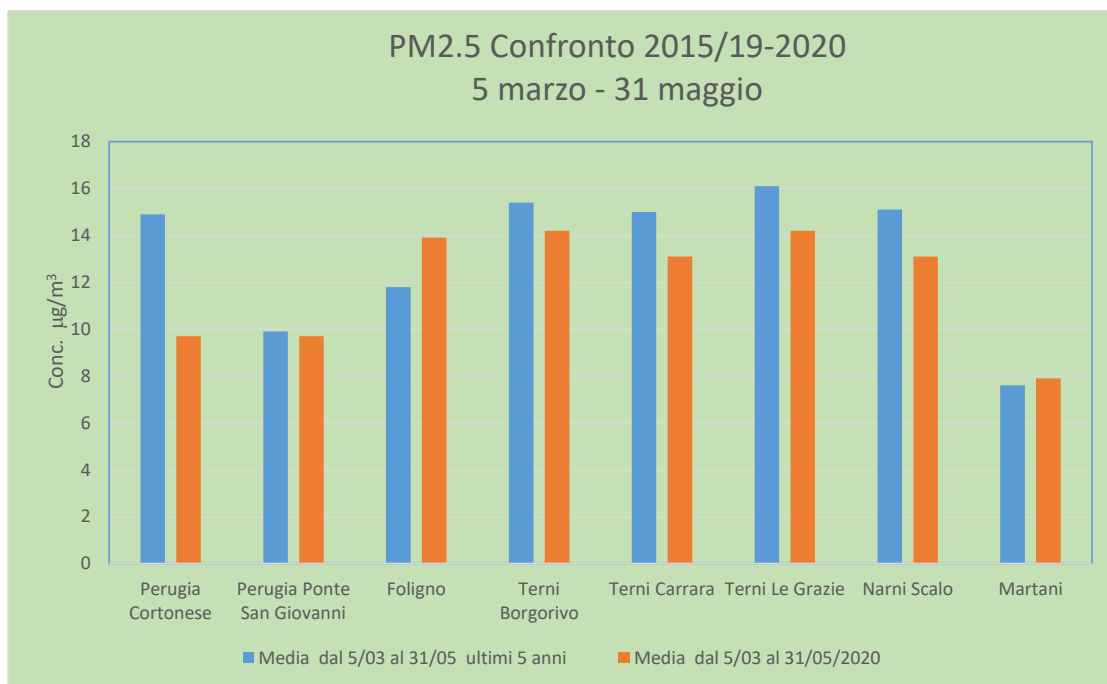


Grafico 2.

Esaminando i valori giornalieri si nota l'alternarsi di valori più alti e più bassi che evidenzia come le medie sono influenzate oltre che dalle emissioni dalle condizioni meteo, come a partire dal 22 marzo in cui la riduzione significativa dei valori si associa all'irruzione

sull'Umbria della tramontana e altri fenomeni tali da determinare confondimenti nell'analisi dei dati.

Allo stesso modo i valori di fine marzo della parte nord dell'Umbria sono influenzati da una irruzione di aria con un marcato contenuto di polveri dall'asia centrale a cui è seguito un innalzamento anomalo del PM10, mentre nella settimana 6 -13 aprile si ha una leggera intrusione sahariana con maggiore prevalenza nella parte sud dell'Umbria, poi fino al 31 maggio i dati sono rimasti su valori bassi, mediamente al di sotto della norma, ad eccezione della nuova intrusione verificatasi tra il 14 e 15 maggio.

L'andamento descritto dei valori giornalieri dal 5 marzo al 31 maggio viene riportato nei grafici che seguono postazione per postazione insieme ai dati dello stesso periodo del 2019; i dati della postazione del fondo regionale dei Monti Martani evidenzia con la sua postazione a 1050 msl e i bassi valori di fondo, le intrusioni delle polveri provenienti da remoto.

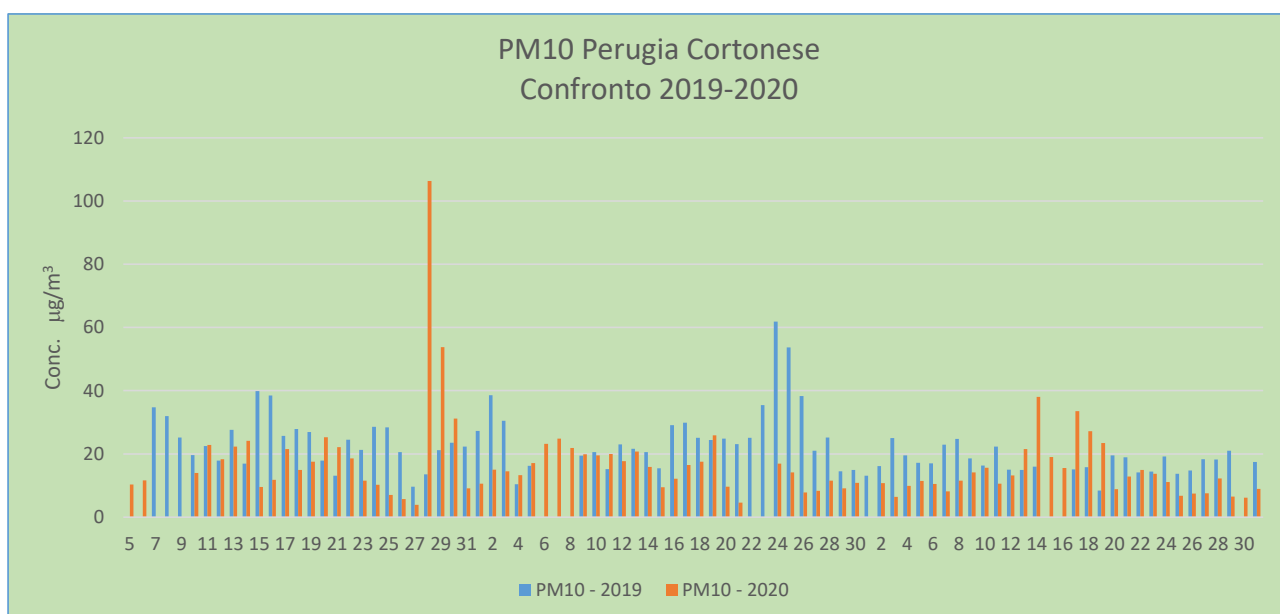


Grafico 3.

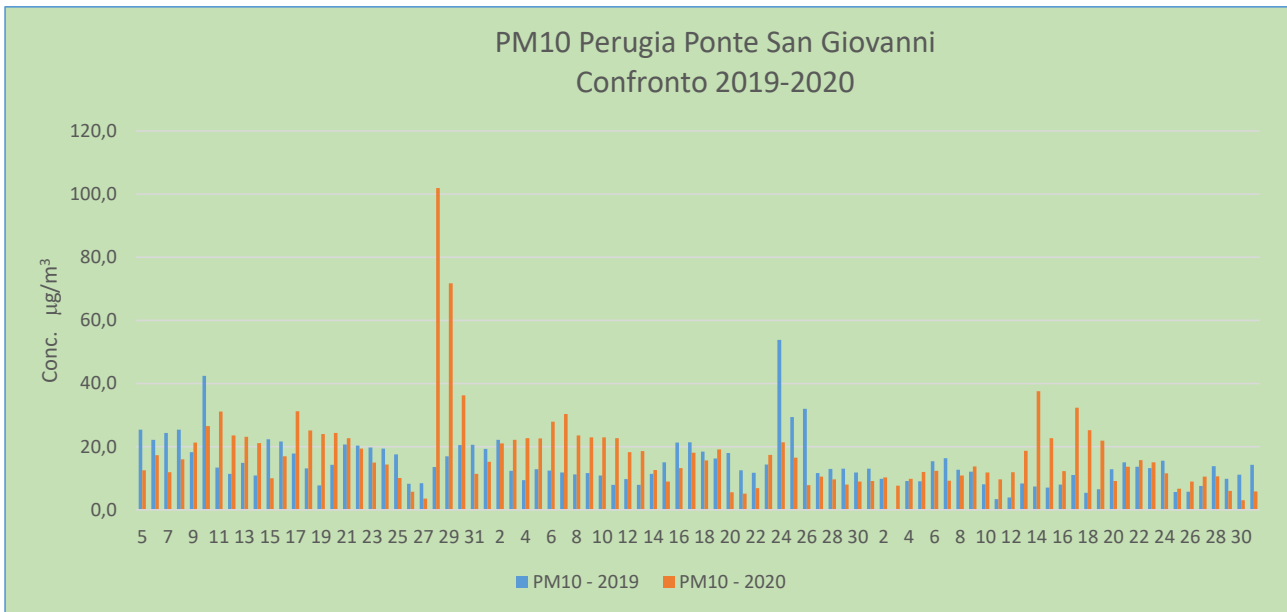


Grafico 4.

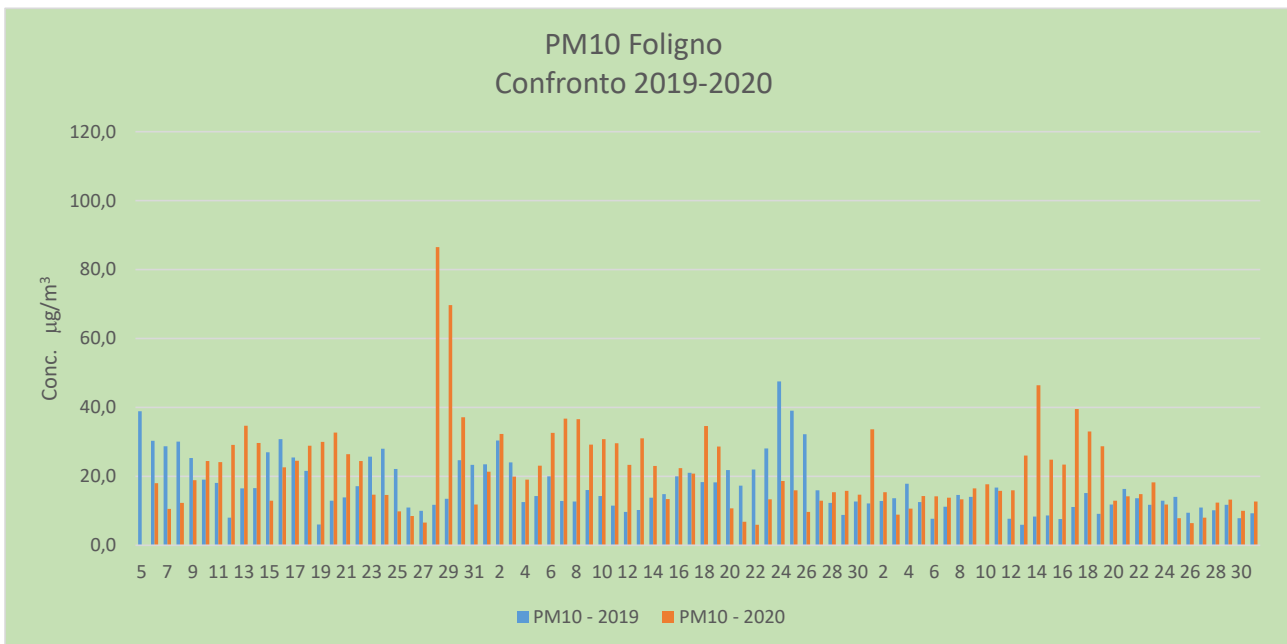


Grafico 5.

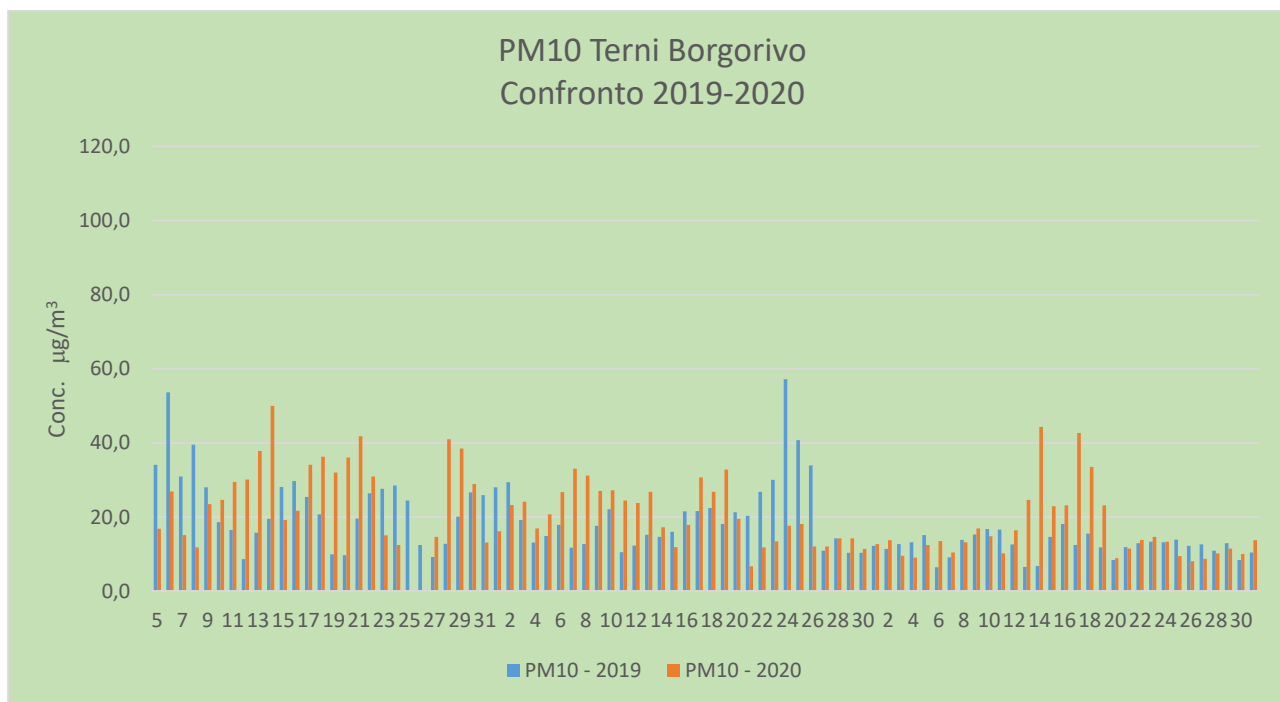


Grafico 6.

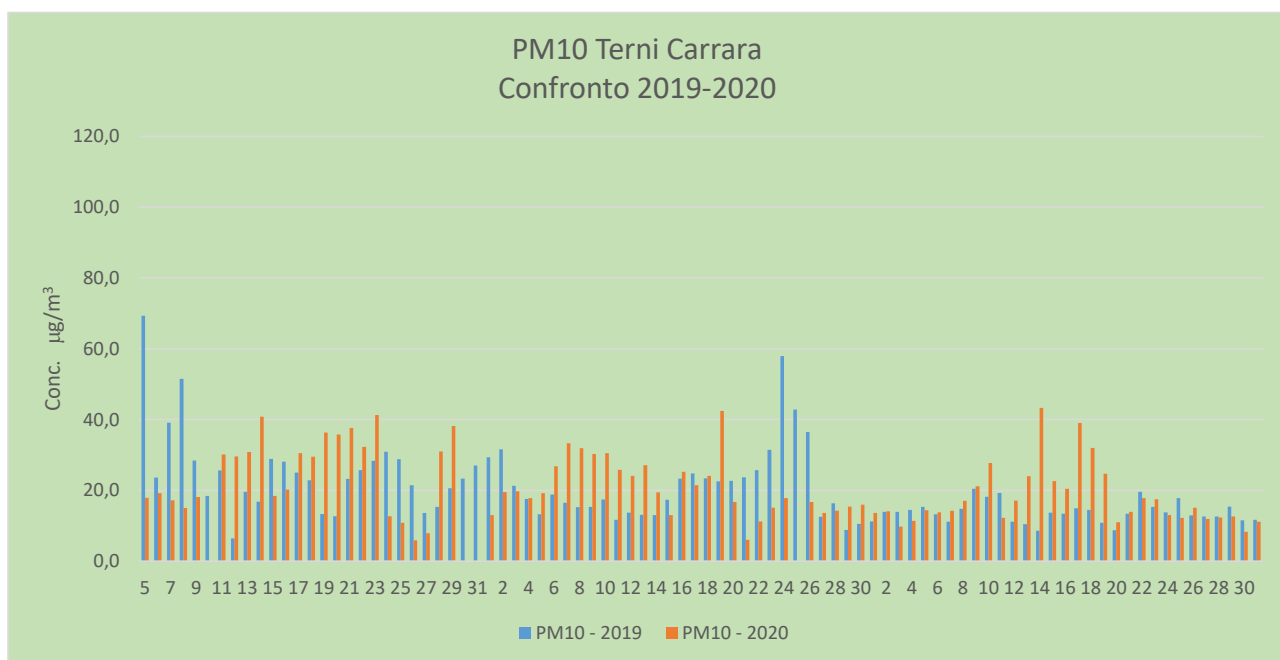


Grafico 7.

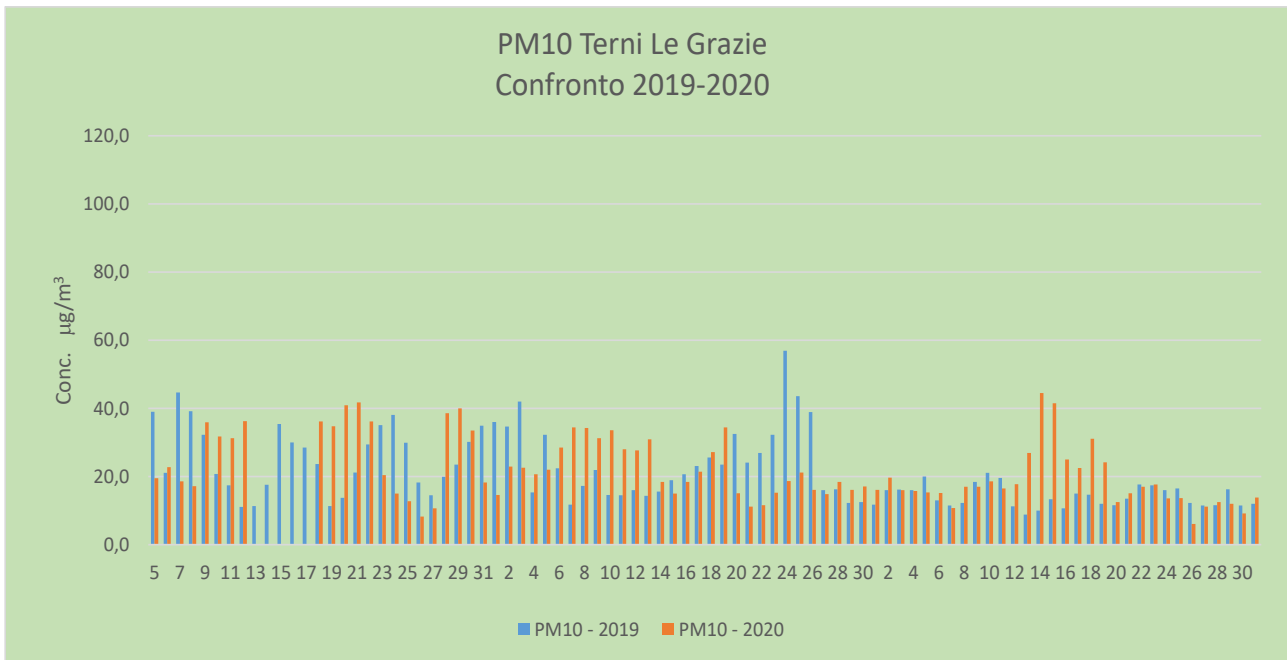


Grafico 8.

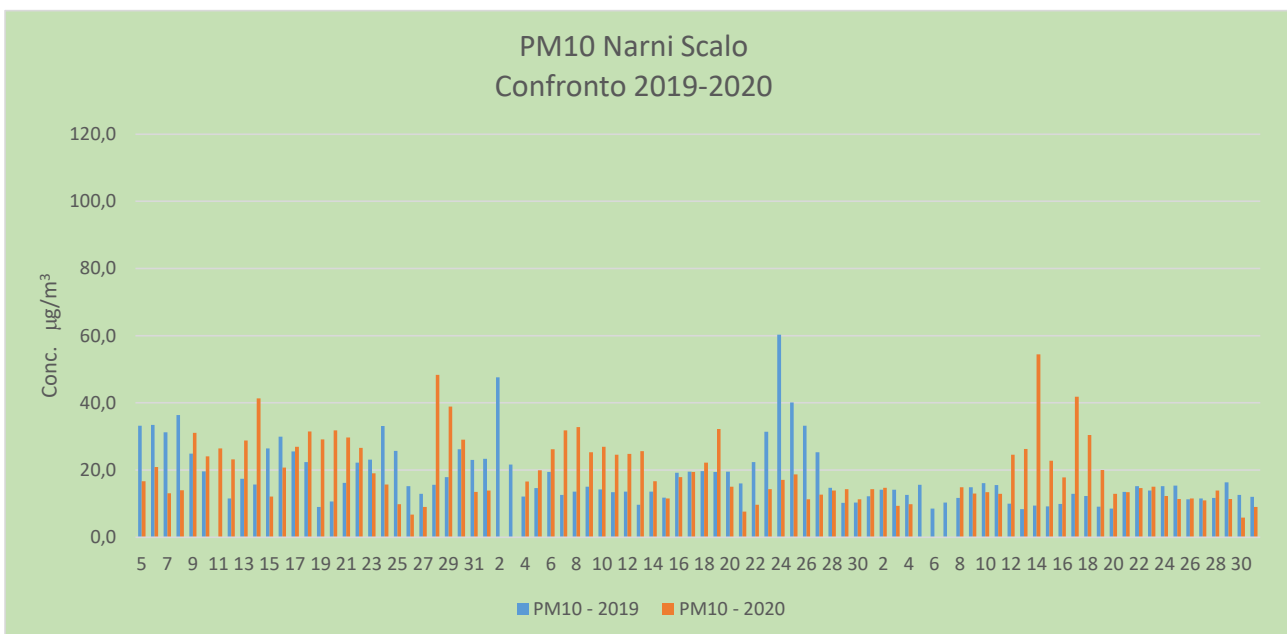


Grafico 9.

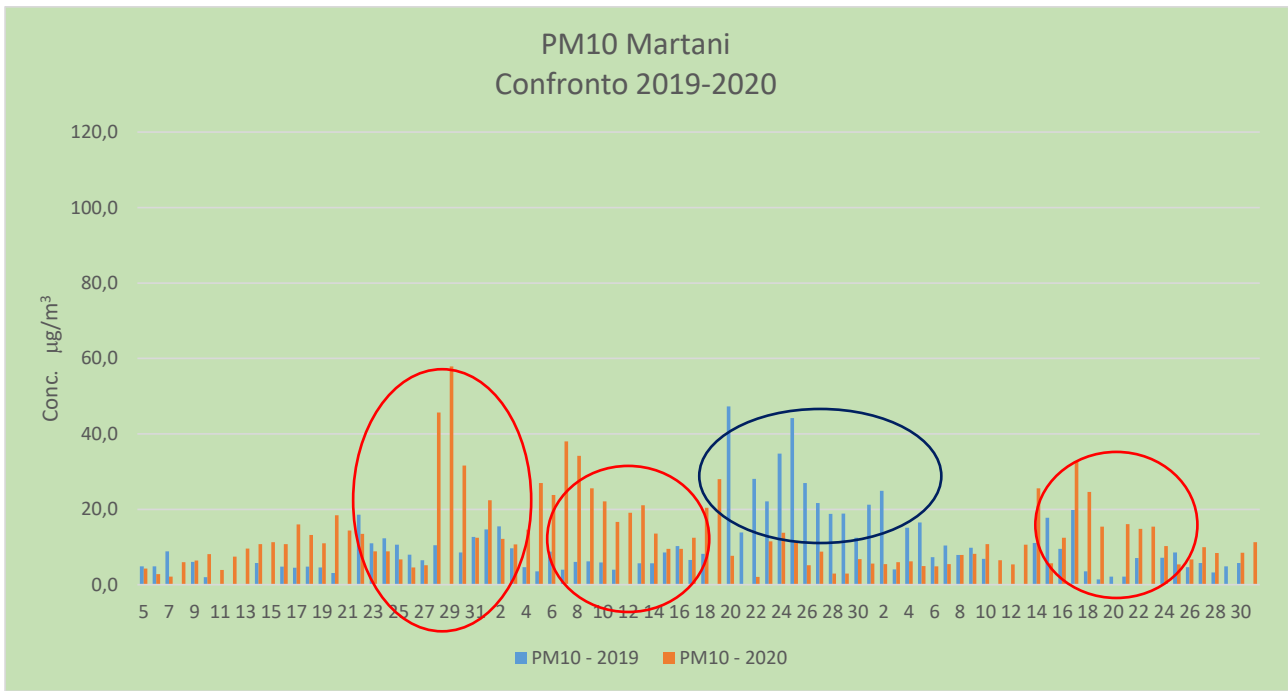


Grafico 10.

Biossido di Azoto – NO₂

Passando ad esaminare i dati di Biossido di Azoto si vede che per questo parametro la tendenza è quella di una evidente riduzione; le postazioni più influenzate dal traffico come Perugia Ponte San Giovanni, Foligno e Terni Carrara (dove la riduzione rispetto al corrispondente periodo del 2019 è pari al 70%) mostrano una più marcata flessione dei valori in particolare a partire dal 12 marzo. Anche per l'NO₂ dal 24 marzo la riduzione dei valori coincide con l'irruzione della tramontana, riduzione che è continuata nei giorni successivi con la attenuazione e cambio direzione del vento. Dopo il 3 maggio questa tendenza è continuata anche se in modo più attenuato. La tabella e i grafici seguenti mostrano chiaramente questo andamento.

Postazione	Media dal 5/03 al 31/05/2019 µg/m ³	Media dal 5/03 al 31/05/2020 µg/m ³
Perugia Cortonese	11,3	6,9
Perugia Ponte San Giovanni	17,4	12,9
Foligno	17,1	10,0
Terni BorgoRivo	14,6	14,8
Terni Carrara	28,4	13,5
Terni Le Grazie	13,5	11,1
Narni Scalo	10,2	6,4

Tabella 3. Medie Biossido di Azoto

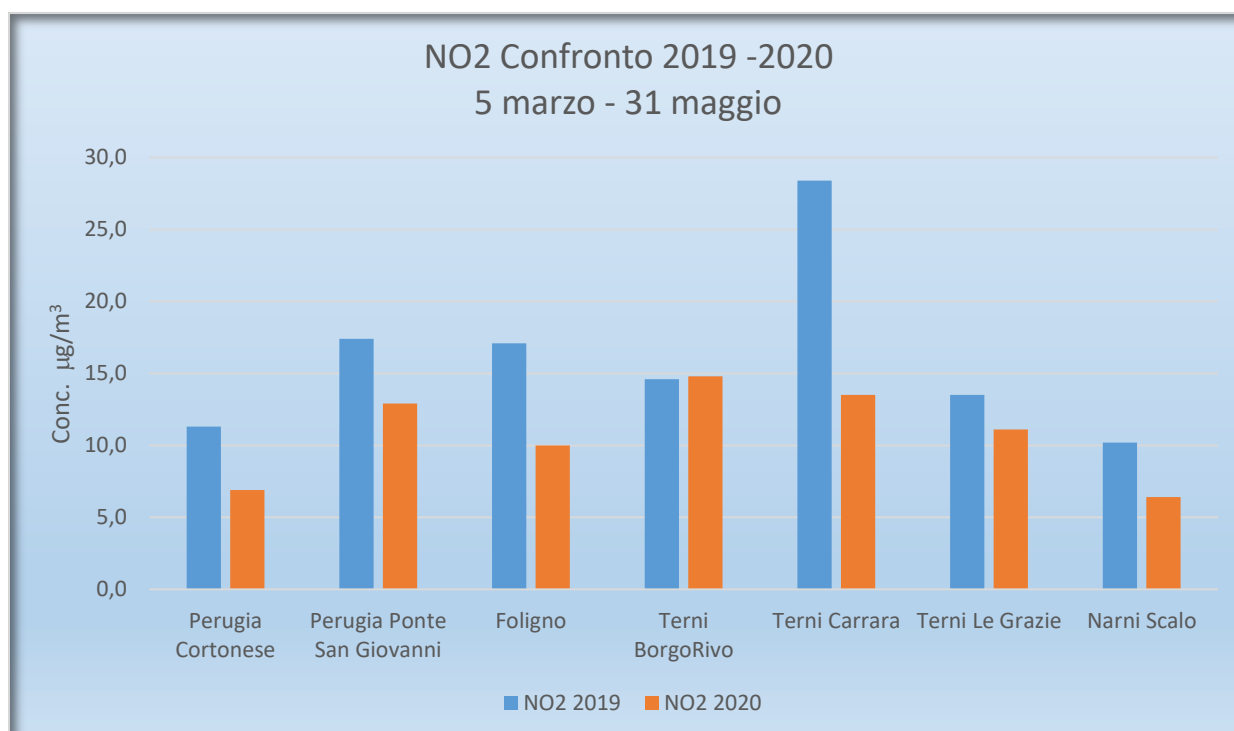


Grafico 11.

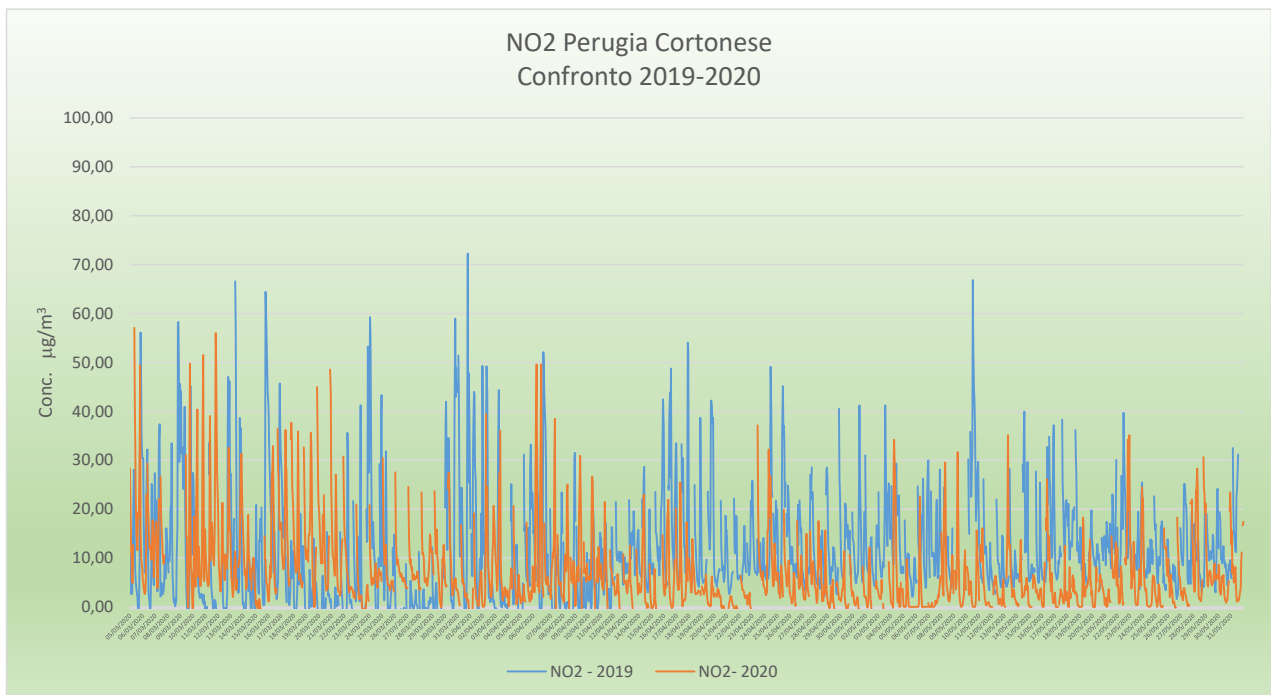


Grafico 12.

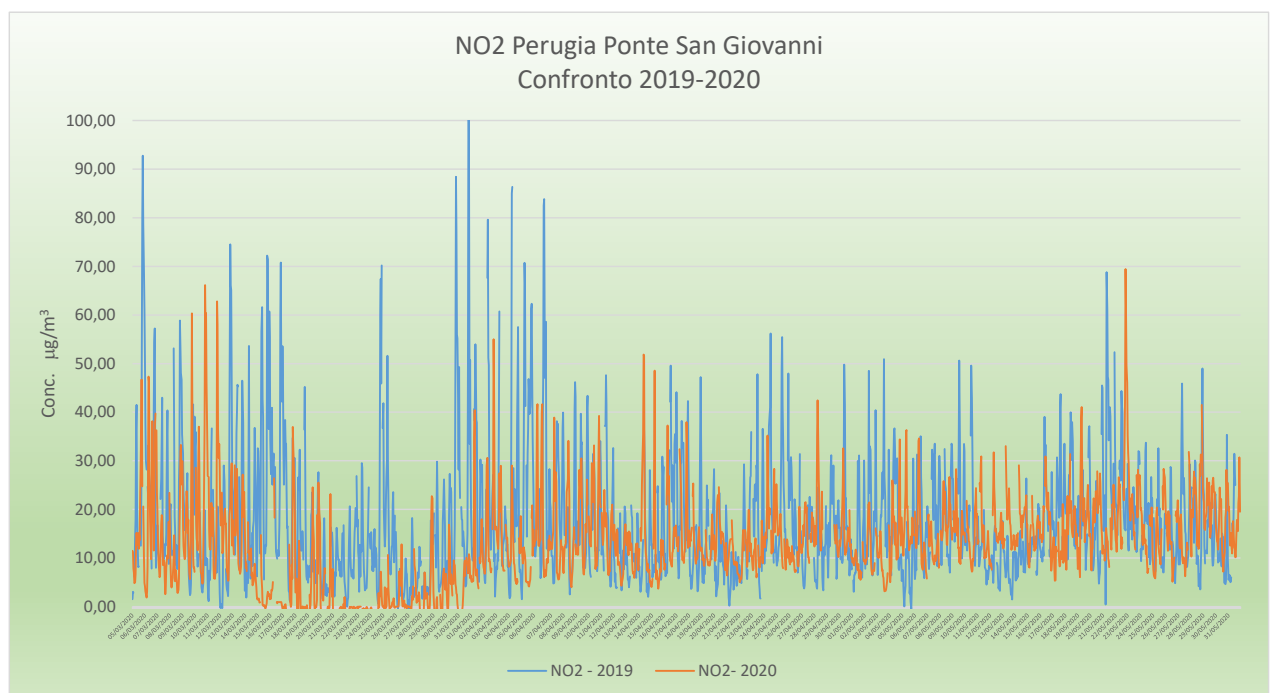


Grafico 13.

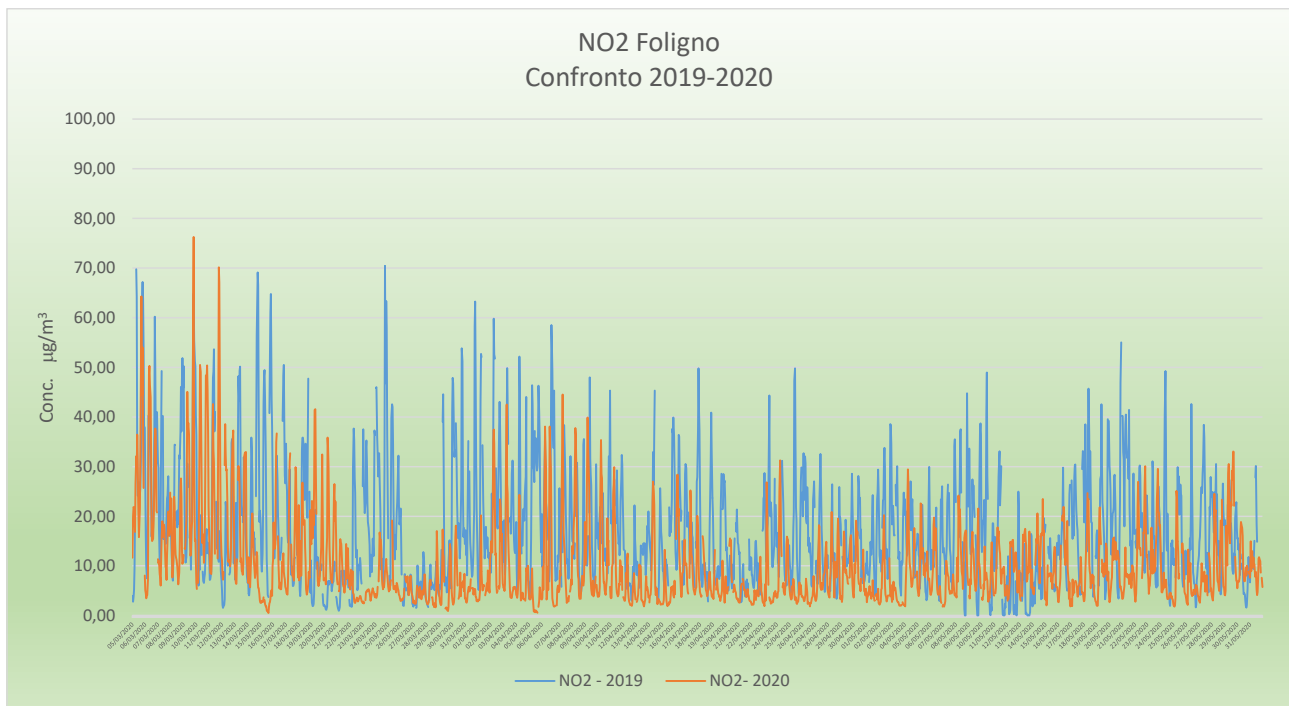


Grafico 14.

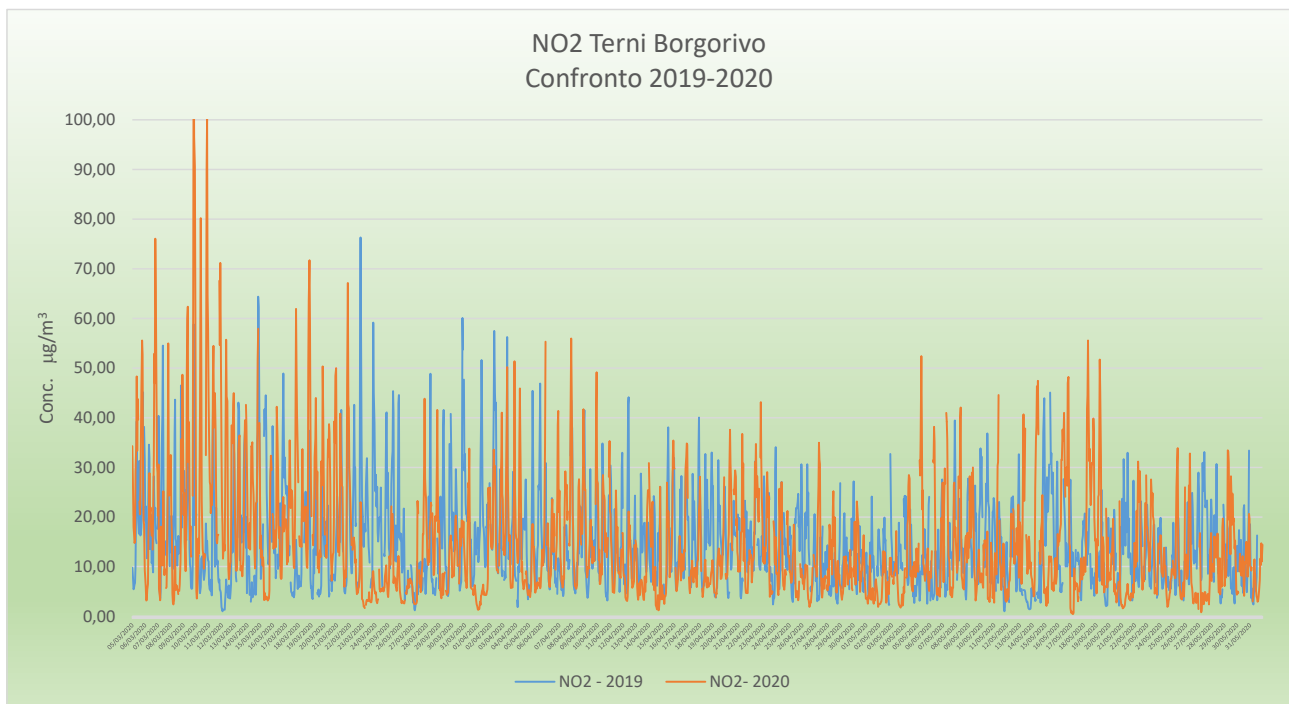


Grafico 15.

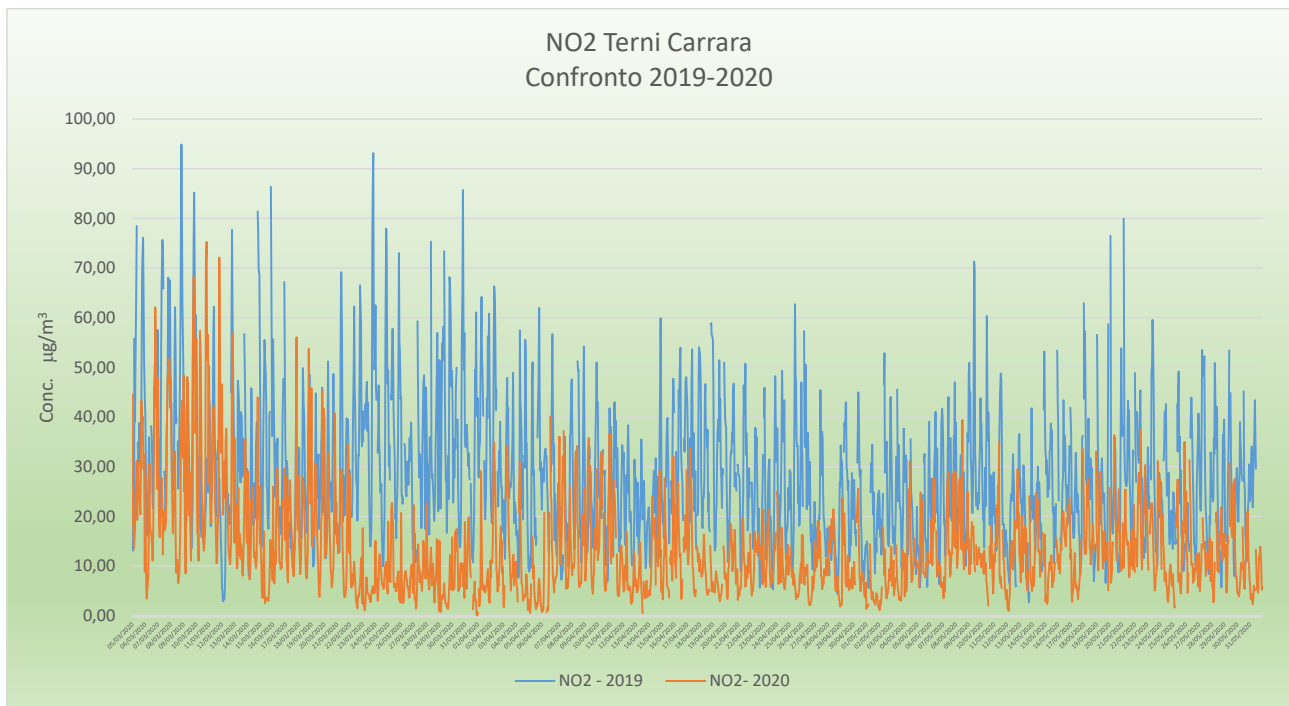


Grafico 16.

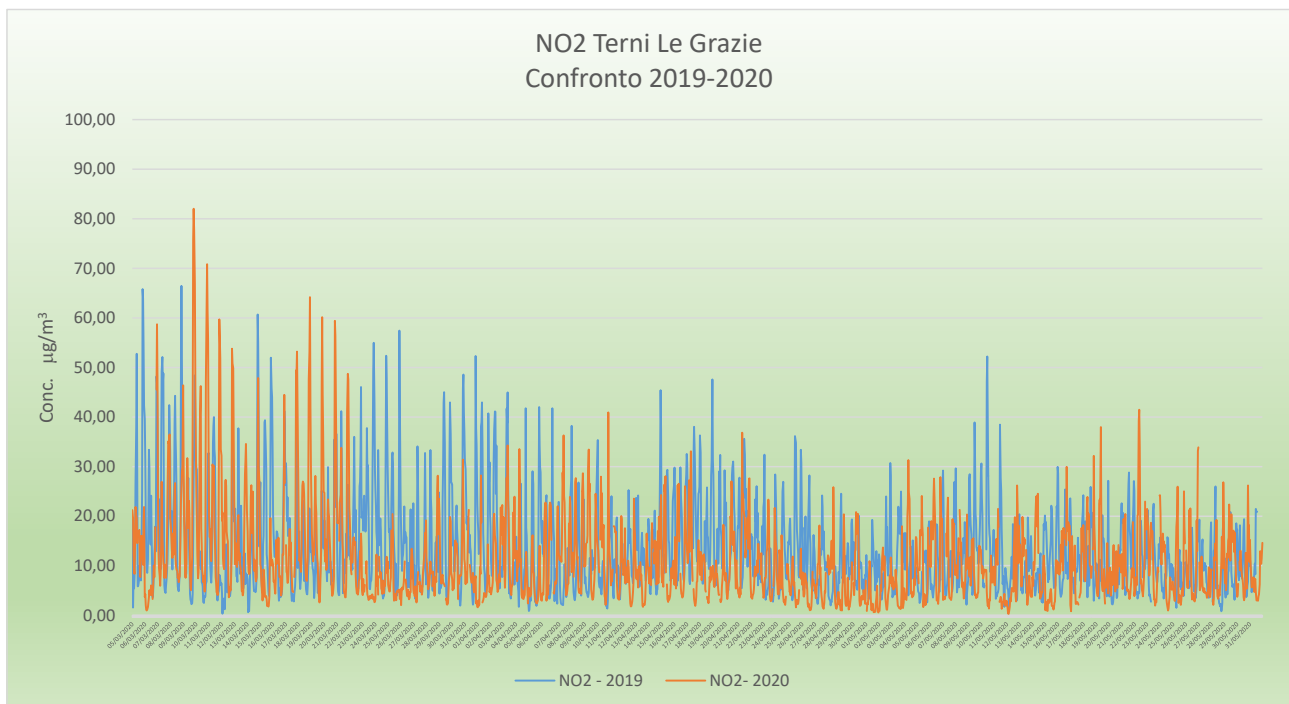


Grafico 17.

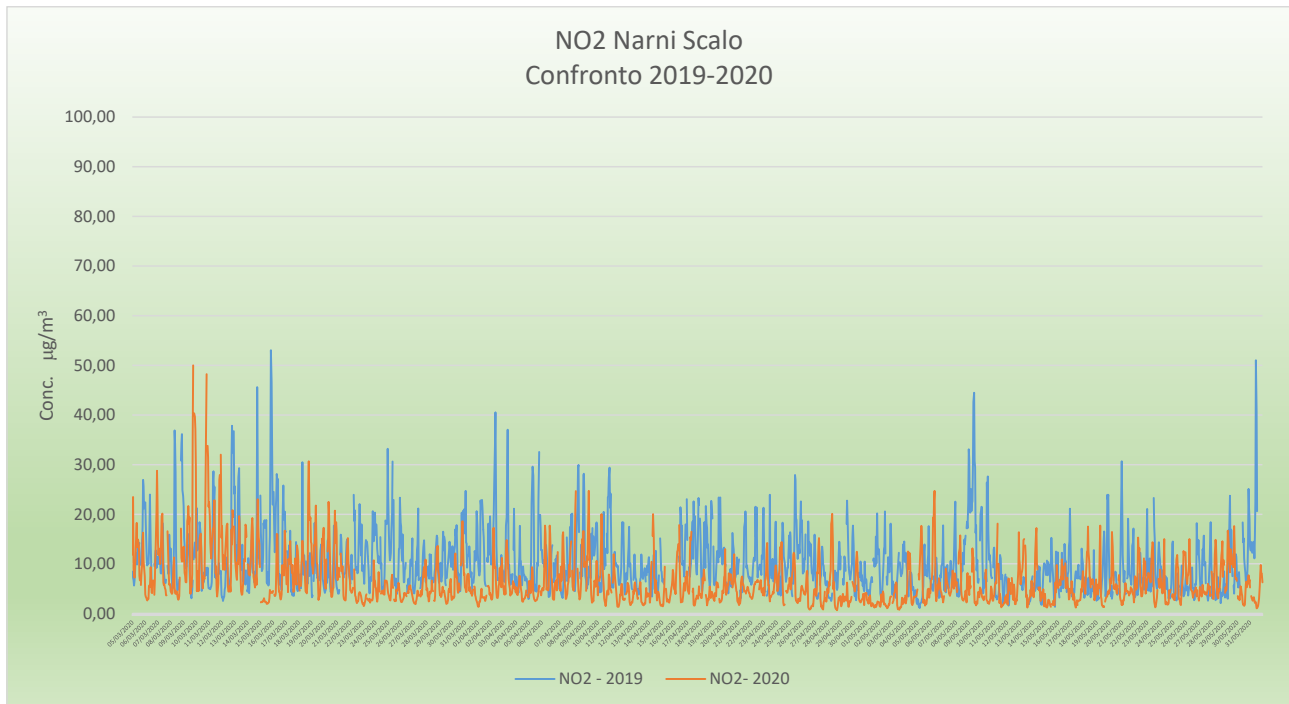


Grafico 18.

Benzene e Toluene

BTEX è l'acronimo di benzene, toluene, etilbenzene e xileni. Queste sostanze sono dei composti organici volatili (COV) e si trovano nei prodotti derivati dal petrolio, quali la benzina. Il benzene presente nell'aria ambiente è prevalentemente di origine antropica e deriva principalmente da processi di combustione incompleta (emissioni industriali, veicoli a motore, incendi). L'industria petrolchimica in questi ultimi anni sta utilizzando in sostituzione del benzene il toluene che, presenta caratteristiche chimico-fisiche molto simili a quelle del benzene, ma risulta meno tossico. Gli xileni sono un gruppo di tre derivati del benzene anche loro contenuti naturalmente nel petrolio, una delle sue possibili fonti in un contesto urbano è il gasolio per autotrazione. Tali sostanze nel contesto urbano sono quindi utili indicatori della sorgente traffico. Il monitoraggio dei BTEX viene effettuato in alcuni punti della rete con dei sistemi in continuo collocati internamente alle centraline. Dall'analisi dei valori rilevati dalle centraline fisse, i valori di benzene sono in questo periodo dell'anno bassi, con le misure restrittive risultano ancora più basse in alcune postazioni tranne Foligno, dove i valori di maggio fanno crescere la media del 2020; nella tabella e grafico seguenti si riportano il confronto delle medie del periodo 5 marzo – 31 maggio ultimi 5 anni con quelli del 2020:

Postazione	Media dal 5/03 al 31/05 ultimi 5 anni $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media dal 5/03 al 31/05/2020 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Perugia Cortonese	0,5	0,3
Foligno	0,6	0,9
Terni Carrara	1,0	0,5
Terni Le Grazie	0,5	0,3
Narni Scalo	0,6	0,3

Tabella 4. Medie benzene.

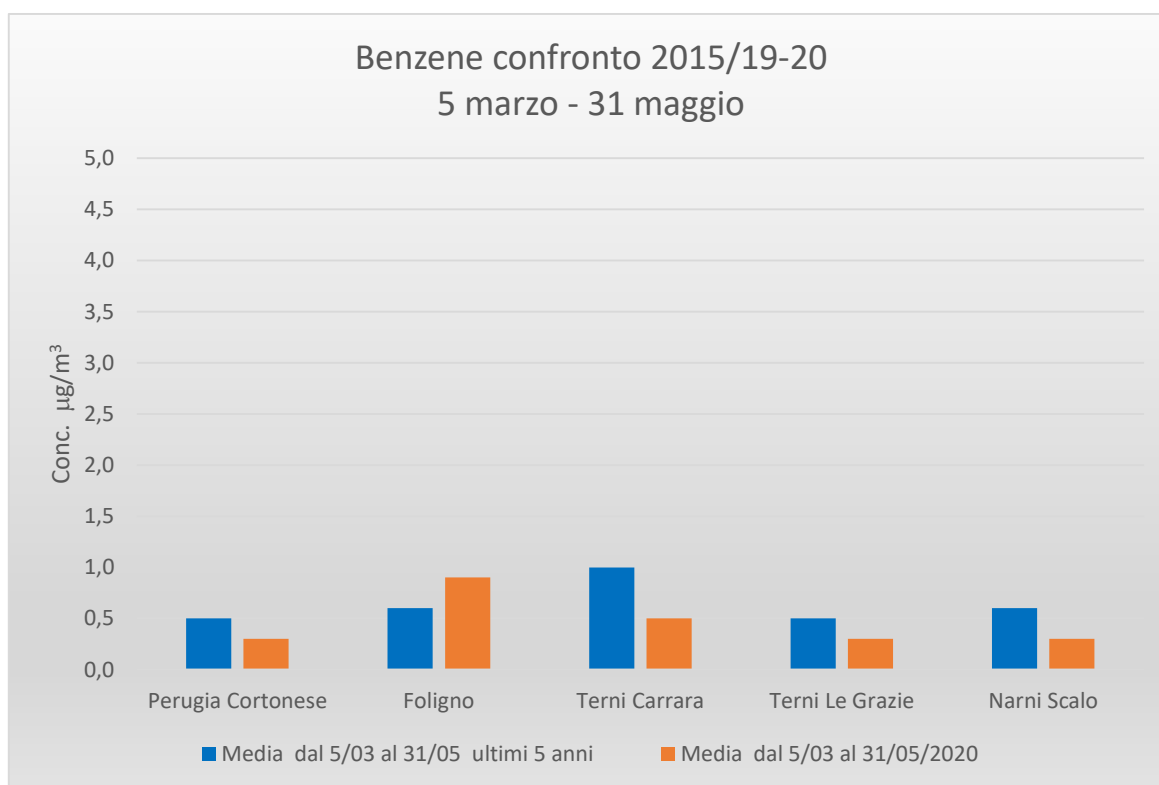


Grafico 19.

Il rapporto Toluene/Benzene può essere utilizzato per discriminare le diverse sorgenti emmissive: valori compresi tra 1,5 e 4,3 vengono considerati indicativi di emissioni da traffico veicolare, mentre valori superiori a 4,3 possono indicare la presenza di sorgenti puntuali di toluene (es. emissioni industriali). Poiché il toluene è molto più reattivo in atmosfera ed ha tempi di degradazione circa 5 volte più brevi del benzene, valori del rapporto T/B bassi possono indicare o la presenza di elevate emissioni di benzene nelle vicinanze, oppure che la massa d'aria è stata contaminata da sorgenti più lontane ed ha trascorso maggior tempo in atmosfera (1).

Dal confronto tra i grafici 21 e 22 si vede come questo rapporto si contrae nei mesi marzo e aprile e aumenti sensibilmente nel mese di maggio dopo la riapertura.

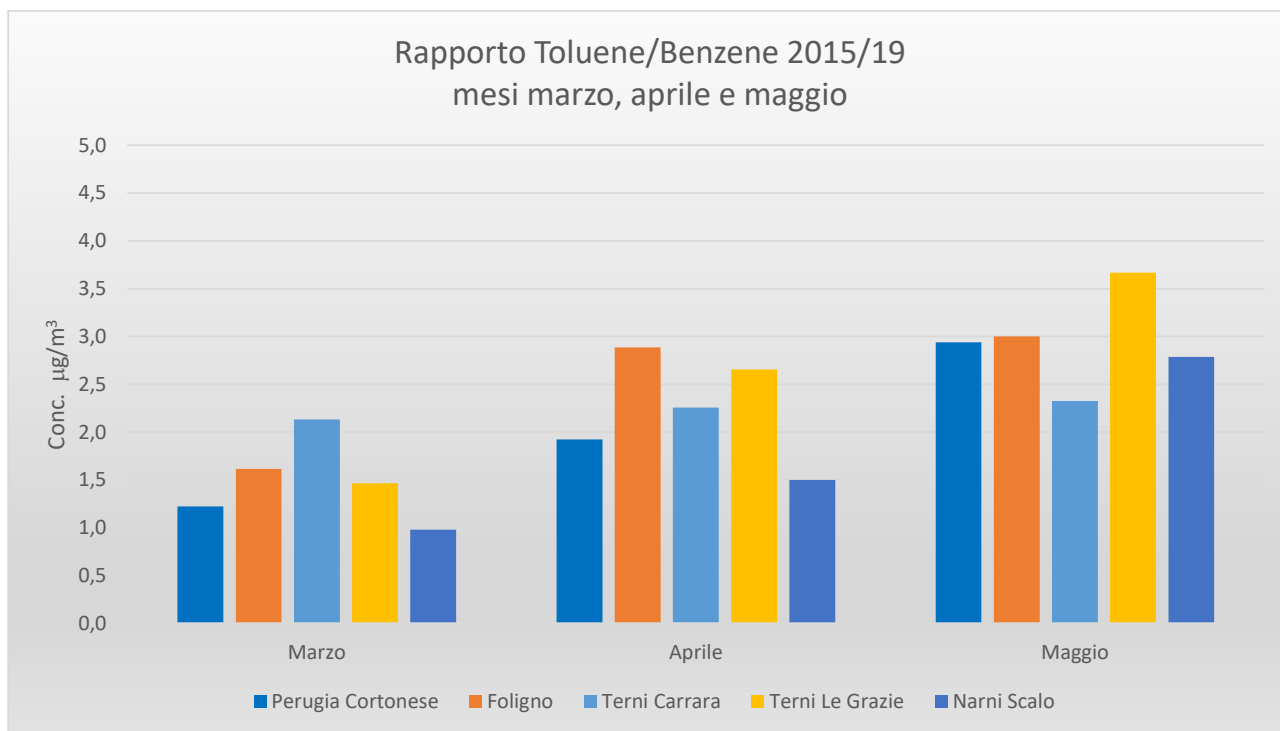


Grafico 21.

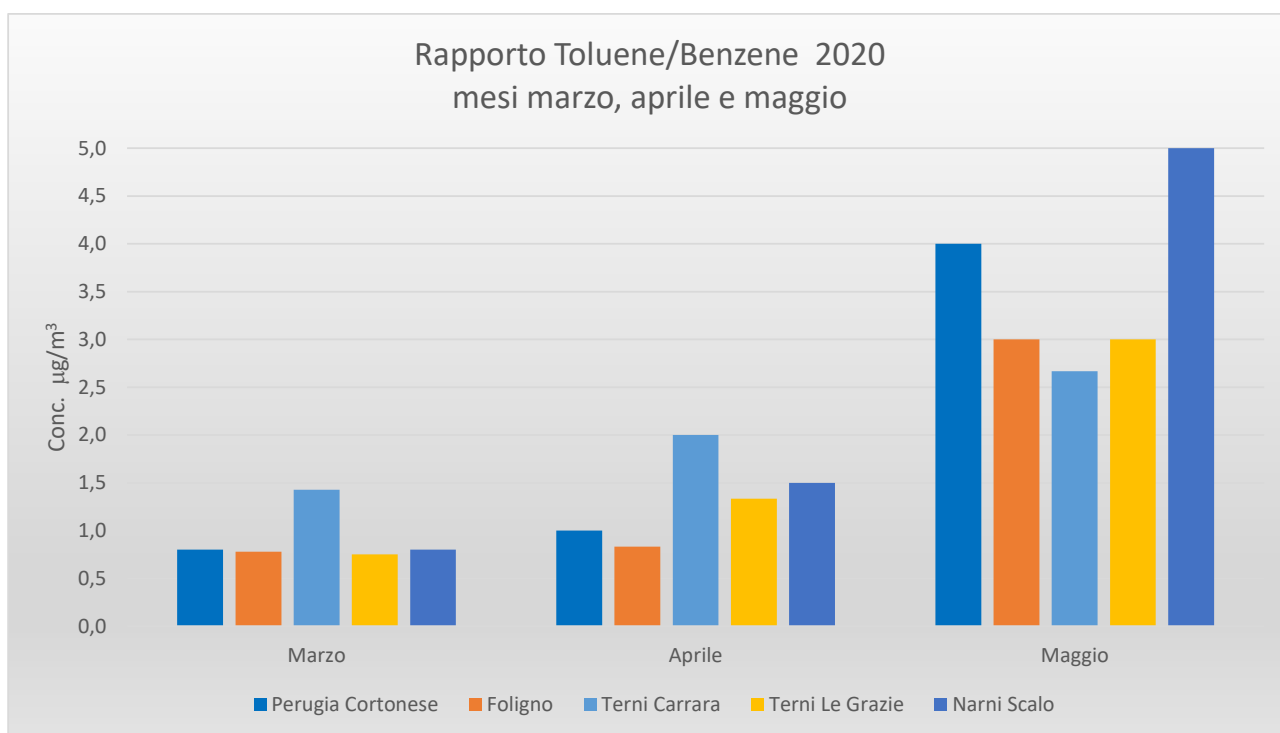


Grafico 22.

I grafici delle medie giornaliere di Benzene e Toluene nelle cinque postazioni evidenziano l'innalzamento dei livelli di Toluene nel mese di maggio.

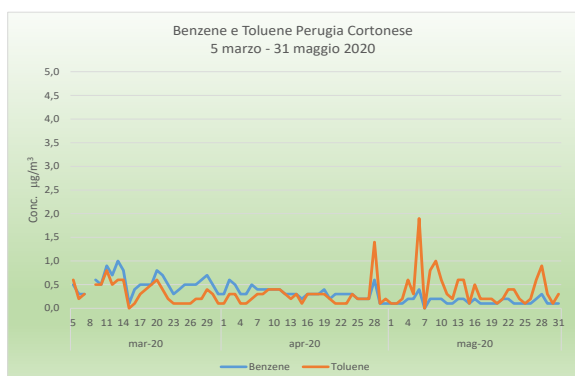


Grafico 23.

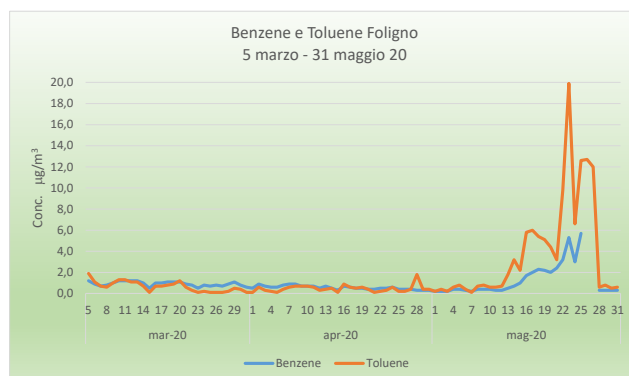


Grafico 24.

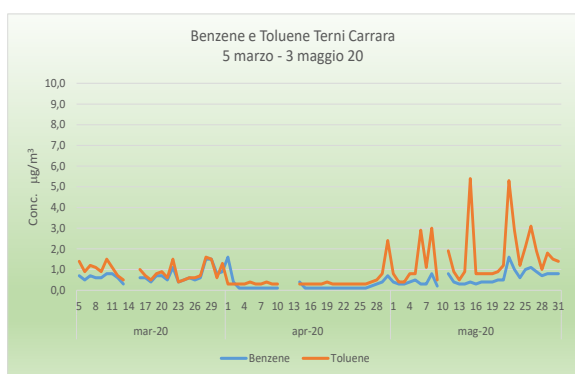


Grafico 25.

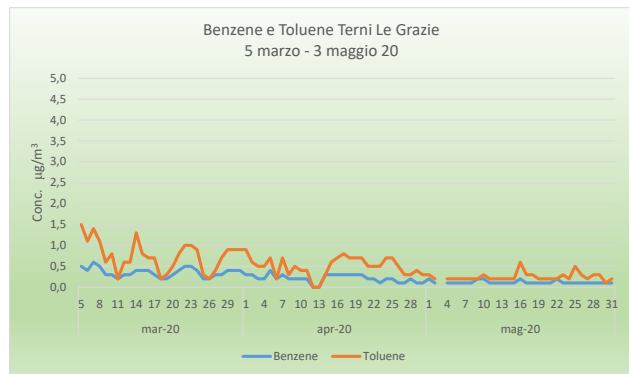


Grafico 26.

Inoltre nel territorio regionale sono collocati alcuni punti di rilevamento con campionatori passivi (Tabella 5) che, dopo un tempo di esposizione di 15 giorni, vengono conferiti al laboratorio per le analisi di rito.

Localizzazione	Comune	Tipo stazione
Brufa c/o cimitero	Torgiano	Rurale Fondo
Piazza 40 martiri	Gubbio	Urbana Fondo
Luca d. Robbia	Città di castello	Urbana Fondo
Magione	Magione	Suburbana Fondo
Borgo Rivo- Cabina Provincia	Terni	Urbana Fondo
Viale Brin - Palo luce	Terni	Urbana Traffico
P.zza Dalmazia- Palo luce	Terni	Urbana Traffico
Ponte Carrara-Palo	Terni	Urbana Traffico
P.zza Garibaldi Palo luce	Narni	Urbana Fondo
Piazza XXI Settembre Palo	Amelia	Urbana traffico
Ciconia- Palo luce	Orvieto	Suburbana fondo
Alcantara S.p.a-Palo luce	Narni	Industriale mon TCE
Nera Montoro-stazione	Narni	Suburbana Fondo

Tabella 5. Rete di monitoraggio dei BTEX con campionatori passivi.

Nell'istogramma di grafico 27 vengono messe a confronto le concentrazioni medie di Benzene e Toluene del periodo marzo- maggio 2020 con le concentrazioni medie marzo- maggio 2015- 2019, nel 2020 in tutti i punti della rete si registra una notevole diminuzione di tali parametri soprattutto del toluene ed in modo più evidente nelle stazioni urbane da traffico.

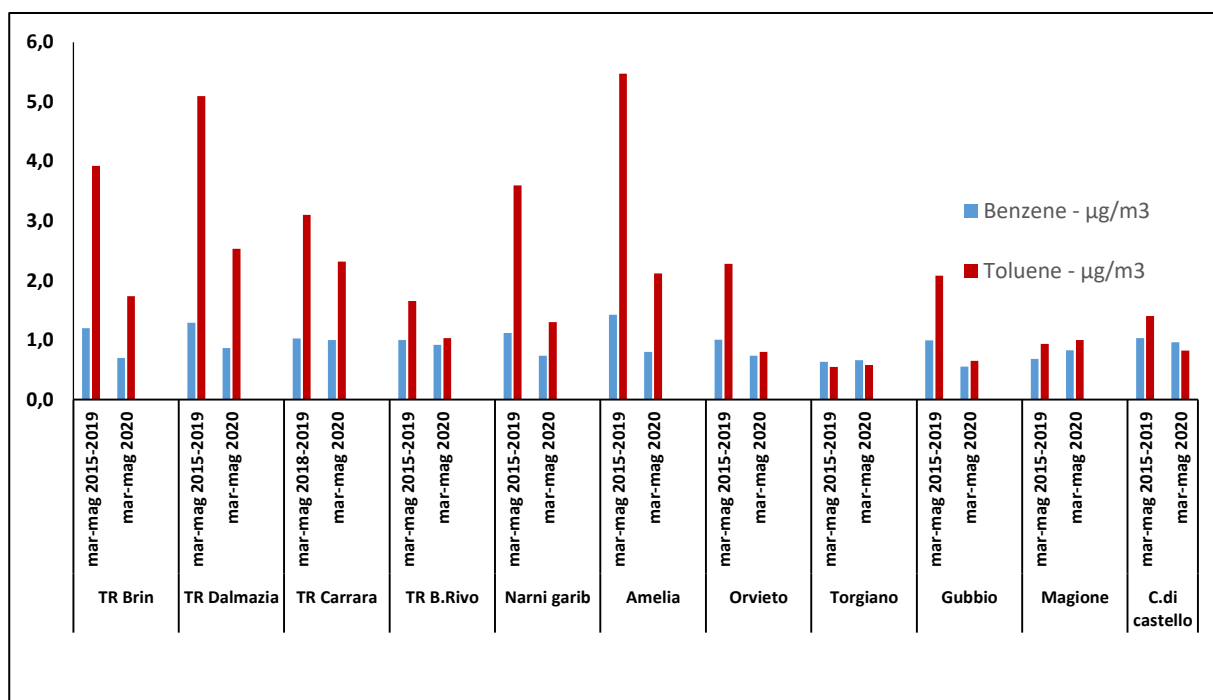


Grafico 27. Benzene e toluene in atmosfera: confronto tra le concentrazioni medie di marzo-maggio 2015-2019 e marzo-maggio 2020.

Nell'istogramma di grafico 28, viene riportato in dettaglio l'andamento quindicinale delle concentrazioni di benzene e toluene da marzo a maggio 2020 nelle stazioni di Carrara e di Borgo Rivo. È evidente come nella centralina di Carrara, tipicamente da traffico, i livelli di toluene siano in stretta relazione con le misure anti-covid, la sua concentrazione decresce nel periodo marzo-aprile per poi risalire già dalla prima metà di maggio man mano che vengono ridotte le restrizioni. Nella stazione di fondo urbano, non direttamente interessata dalla sorgente traffico l'andamento risente prevalentemente del fattore stagionale, di norma questi inquinanti tendono a diminuire nel periodo primavera estate (1).

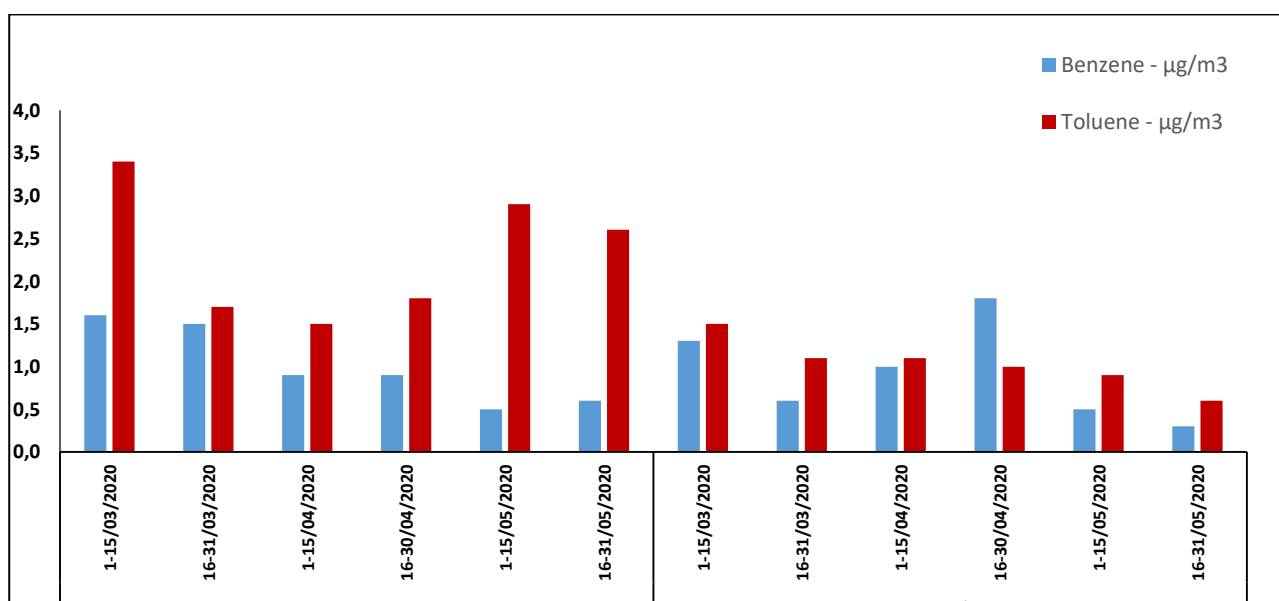


Grafico 28 Andamento delle concentrazioni di benzene e toluene nel periodo marzo-maggio 2020.

Anche nelle stazioni monitorate con sistemi passivi vale la stessa considerazione, di cui sopra, riguardo al rapporto toluene/benzene.

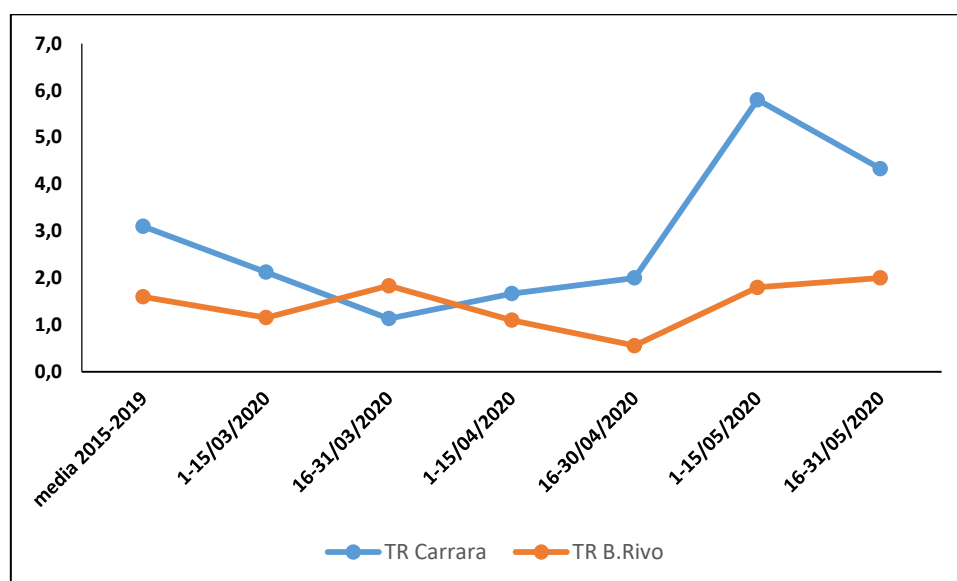


Grafico 29. Andamento del rapporto Toluene/Benzene a Terni Carrara e Terni B. Rivo.

La stazione di Carrara all'inizio del mese di marzo presenta un rapporto T/B doppio rispetto alla stazione di Borgo rivo, in linea con la media del periodo degli ultimi 5 anni. Nel corso del mese, con la riduzione della sorgente traffico, tale rapporto si abbassa raggiungendo il valore tipico del fondo urbano. Dalla seconda metà del mese di aprile, con il riprendere di alcune attività, il valore del rapporto comincia a risalire parallelamente al traffico veicolare (grafico 29).

Nel corso dei mesi marzo-maggio 2020 abbiamo potuto constatare come le misure anti-Covid abbiano ridotto sensibilmente l'inquinamento da traffico con diminuzioni sostanziali dei livelli di NO₂ e BTEX in atmosfera. Ovviamente la diminuzione maggiore è stata registrata nelle stazioni da traffico, confermando che i BTEX e NO₂ risultano dei buoni indicatori per tale sorgente.

Caratterizzazione chimica delle deposizioni atmosferiche

Il D. Lgs. n. 155/2010 e s.m.i. definisce le deposizioni atmosferiche "totali" come la massa di sostanze inquinanti che, in una data area e in un determinato periodo, è trasferita dall'atmosfera al suolo, alla vegetazione, all'acqua, agli edifici e a qualsiasi altro tipo di superficie" e comprende sia le deposizioni umide (pioggia, neve, nebbia), sia le deposizioni secche attraverso le quali, per il solo effetto della gravità vengono rimosse dall'atmosfera, anche in assenza di precipitazione, le particelle di dimensioni maggiori. Il monitoraggio viene effettuato mediante campionatori di tipo "passivo" costituiti da una bottiglia di raccolta e da un sovrastante imbuto a parete cilindrica, sostenuto in posizione verticale, la cui superficie è libera da ingombri così da intercettare tutte le polveri e le precipitazioni. La misura dei flussi di deposizione al suolo costituisce un indice della possibile contaminazione della catena alimentare e quindi della esposizione della popolazione a numerosi inquinanti, quali metalli, idrocarburi policiclici aromatici (IPA), diossine e furani (PCDD/F), policlorobifenili (PCB).

Il monitoraggio delle deposizioni atmosferiche totali nella regione Umbria viene effettuato in otto punti descritti in Tabella 6, cinque dei quali collocati nella Conca Ternana.

Comune	Nome stazione		Tipo Stazione	Metalli	IPA	PCDD/F e PCB	Tasso gravimetrico
Frequenza analitica				mensile	mensile	trimestrale	mensile
Gubbio	Ghigiano	Urbana	Fondo	Si	Si	Si	No
Perugia	Parco Cortonese	Urbana	Fondo	Si	Si	Si	No
TR Maratta	Maratta	Suburbana	Industriale	Si	Si	Si	No
TR Prisciano	Prisciano	Suburbana	Industriale	Si	Si	Si	Si
TR B. Rivo	B. Rivo	Urbana	Fondo	Si	Si	Si	Si
TR Carrara	Carrara	Urbana	Traffico/industriale	Si	Si	Si	No
TR Le Grazie	Le grazie	Urbana	Traffico/industriale	Si	Si	Si	No
Giano dell'Umbria	M. Martano	Rurale	Fondo	Si	Si	Si	No

Tabella 6. Rete monitoraggio deposizioni atmosferiche della regione Umbria.

Nella Conca Ternana le deposizioni atmosferiche si sono rivelate un utile strumento di valutazione delle ricadute delle emissioni diffuse delle acciaierie (2) e quindi anche nel contesto COVID, abbiamo ritenuto opportuno prenderle in considerazione.

A causa dell'elevata polverosità che l'impianto siderurgico produce, da svariati anni, viene monitorato, con frequenza mensile, il tasso gravimetrico delle deposizioni nella stazione di fondo urbano (B. Rivo) e nella stazione industriale di Prisciano.

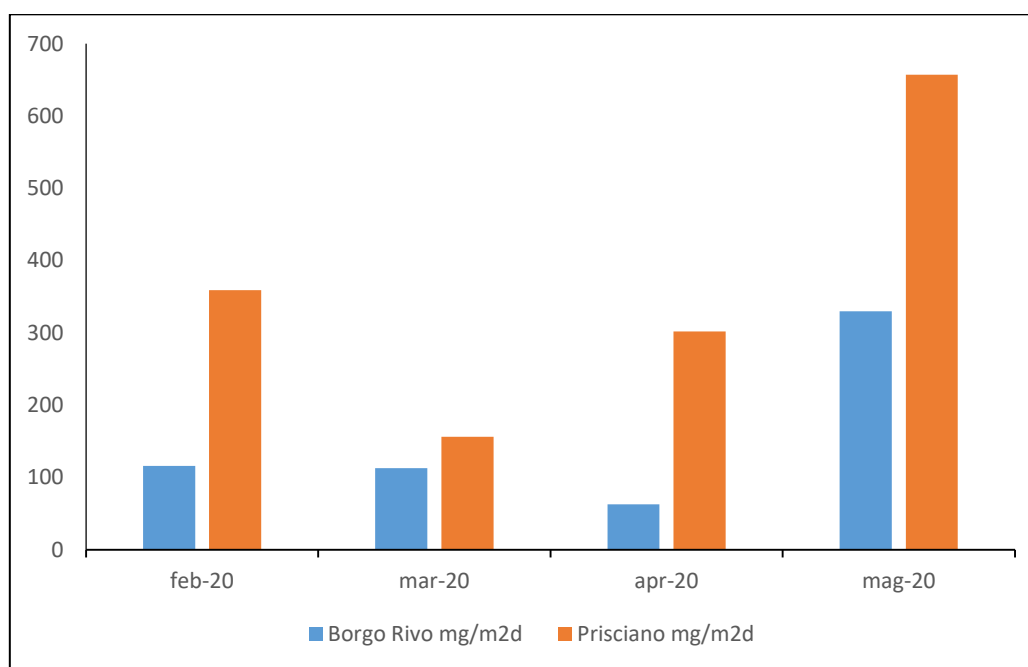


Grafico 30. Tasso gravimetrico delle deposizioni nella Conca Ternana.

L'istogramma di grafico 30 mostra come nel mese di marzo 2020, a seguito di riduzione fino al blocco totale dell'attività di AST, la differenza di polverosità tra i due siti si riduce drasticamente pur con livelli di piovosità analoghi, per poi risalire dal mese di aprile 2020 con il riprendere delle attività siderurgica.

Nel grafico 31 vengono riportati i metalli nelle deposizioni della Conca Ternana.

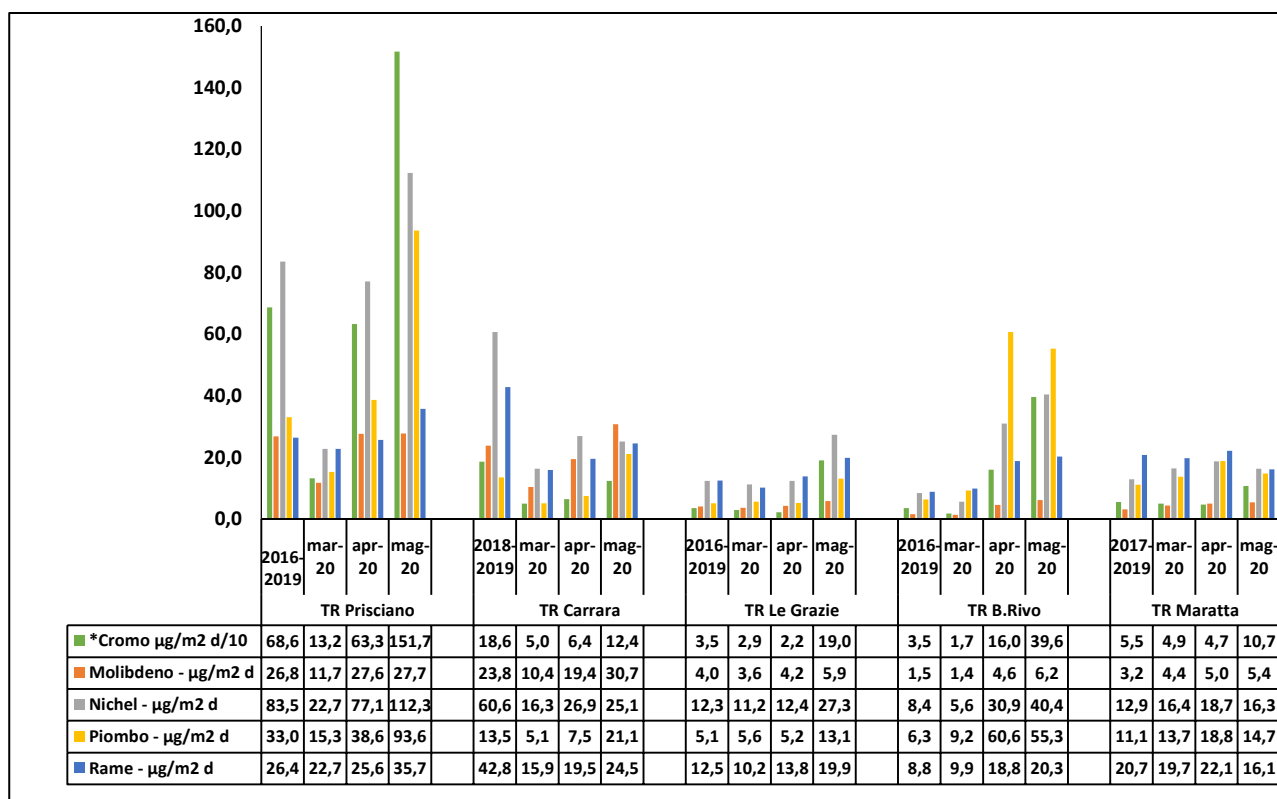


Grafico 31. Metalli nelle deposizioni della Conca Ternana nel periodo marzo-maggio 2020 e confronto con la media 2015-2019. (*Per rendere visibile l'andamento di tutti i metalli la concentrazione del Cromo è stata divisa per un fattore 10).

I metalli presi in considerazione sono quelli tipici della lavorazione dell'acciaio ed infatti a marzo 2020, con la riduzione/sospensione dell'attività produttiva di AST (Schema di Figura1), nel sito di Prisciano la loro concentrazioni scende per poi risalire dal mese di aprile con il riprendere delle attività.

Il fenomeno, anche se in misura ridotta, viene osservato anche nelle deposizioni di Carrara e delle Grazie e in modo anomalo anche a Borgo Rivo superando, per questa postazione, la media registrata tra il 2015 e il 2019. La postazione di Maratta non sembra risentire del periodo di lockdown.

In linea generale possiamo comunque affermare che la contaminazione da metalli pesanti riguarda l'intera Conca Ternana in quanto le deposizioni, anche nel sito di Fondo Urbano (B. Rivo), presentano sistematicamente delle concentrazioni di nichel (Ni) e cromo (Cr) più elevate rispetto al Fondo Urbano di Perugia P. Cortonese (grafico 32).

Nell'istogramma di grafico 32 vengono confrontati, per gli stessi intervalli temporali, i metalli nelle deposizioni del resto della regione Umbria. Anche se con livelli di concentrazione nettamente inferiori rispetto alla Conca Ternana, osserviamo un andamento temporale analogo, giustificabile con la minore risospensione delle polveri per le misure anticovid del mese di marzo

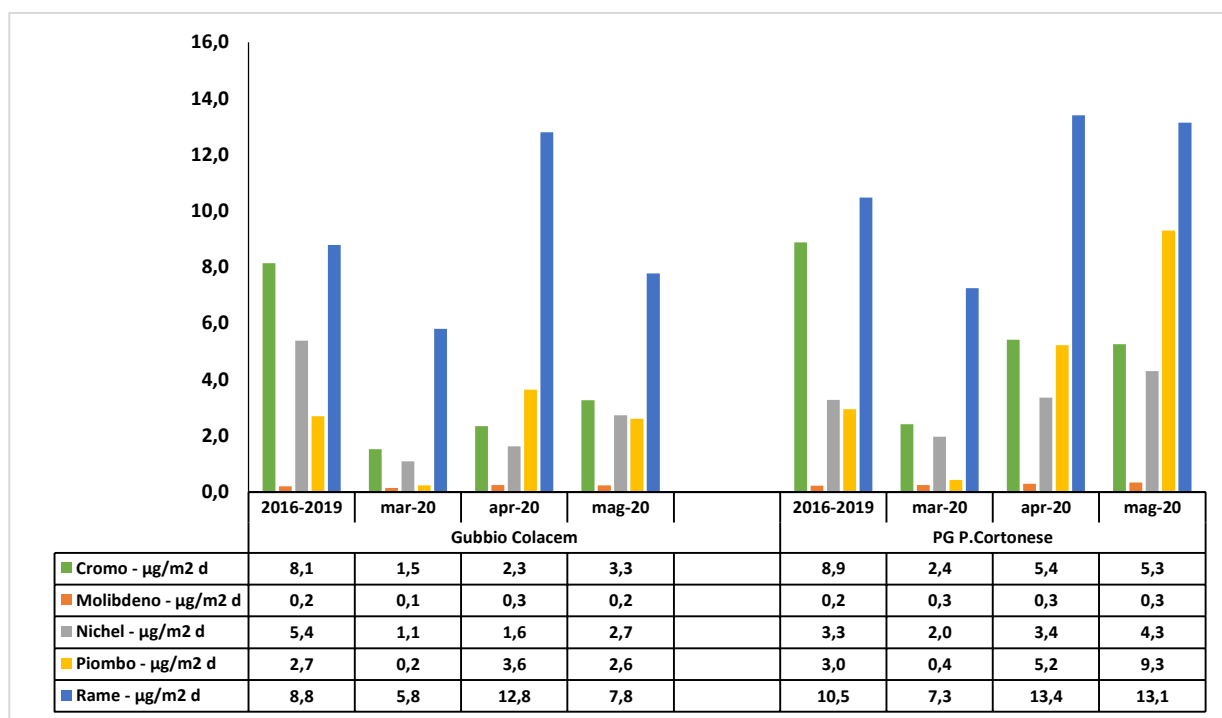


Grafico 32. Metalli nelle deposizioni di Perugia e Gubbio.

Per quanto riguarda i microinquinanti organici, a titolo di esempio riportiamo il livello del solo Benzo(a)Pirene, uno dei congeneri di IPA ritenuto tra i più significativi dal punto di vista tossicologico, nelle deposizioni di tutta la regione (grafico 33).

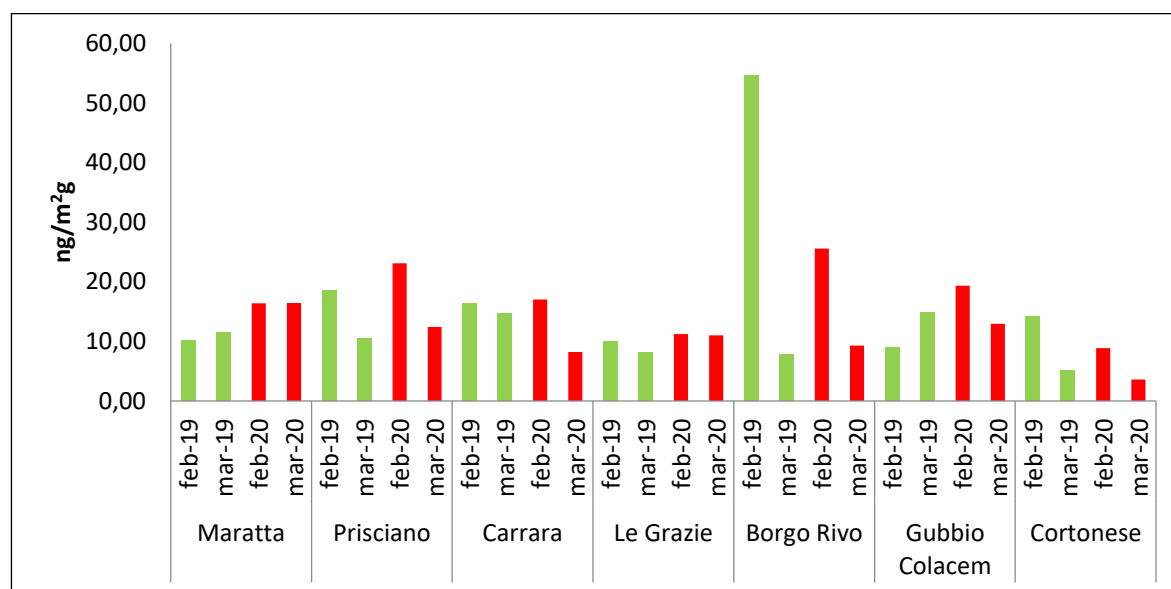


Grafico 33. Andamento del Benzo(a)Pirene nelle deposizioni atmosferiche della regione Umbria.

Gli IPA risentono molto dei fattori stagionali in quanto sono sensibili alla temperatura ma soprattutto alla radiazione solare che ne determina la fotodegradazione. Per questo motivo nel grafico 33, sono stati confrontati con gli stessi mesi dell'anno precedente. La loro

instabilità, legata anche al fatto che rimangono esposti per un mese prima di essere analizzati, non consente di trarre delle considerazioni in relazione al caso specifico.

In conclusione le deposizioni atmosferiche si sono dimostrate un buono strumento di valutazione delle emissioni diffuse emesse dal polo siderurgico ed il loro monitoraggio nella Conca Ternana risulta di grande utilità per valutare la ricaduta su suolo e vegetazione.

Nel resto della regione, nel caso specifico, non si sono rivelate di grande utilità, ma vanno comunque monitorate in quanto costituiscono una base di dati con cui confrontarsi in casi di emergenza quale può essere un incendio.

Caratterizzazione chimica del particolato atmosferico PM10

Per particolato atmosferico si intende l'insieme delle particelle atmosferiche solide e liquide sospese in aria ambiente. Il termine PM10 identifica le particelle di diametro aerodinamico inferiore o uguale a 10 μm . Queste sono caratterizzate da lunghi tempi di permanenza in atmosfera e possono, quindi, essere trasportate anche a grande distanza dal punto di emissione, hanno una natura chimica particolarmente complessa e variabile, sono in grado di penetrare nell'apparato respiratorio umano e quindi avere effetti negativi sulla salute. Il particolato PM10 in parte è emesso come tale direttamente dalle sorgenti in atmosfera (PM10 primario) e in parte si forma in atmosfera attraverso reazioni chimiche fra altre specie inquinanti (PM10 secondario). Il PM10 può avere sia un'origine naturale (l'erosione dei venti sulle rocce, le eruzioni vulcaniche, l'autocombustione di boschi e foreste) sia antropica (combustioni e altro).

Se le polveri sedimentabili arrivano all'uomo attraverso la catena alimentare, le polveri sottili arrivano direttamente per inalazione, minore è la dimensione del particolato, maggiore è la penetrazione all'interno del sistema respiratorio, arrivando fino ai bronchi e agli alveoli nel caso del particolato più fine, inferiore quindi a 2,5 μm . L'impatto sulla salute umana si manifesta con una maggiore incidenza dei tumori, specie quelli polmonari, tanto che la IARC (International Agency for Research on Cancer) lo ha classificato tra i cancerogeni più pericolosi. Di seguito vengono elencate le centraline della regione per le quali, oltre alla pesata gravimetrica delle PM10 e PM2.5, viene effettuata la speciazione chimica (Tabella 7).

Comune	Nome stazione		Tipo Stazione	Metalli	IPA	Levogluosano	PCDD/F e PCB
Frequenza anal.				settimanale	mensile	mensile	trimestrale
Gubbio	P.zza 40 Martiri	Urbana	Fondo	Si	Si	Si	No
Gubbio	L. da Vinci	Suburbana	Industriale	No	Si	Si	No
Perugia	Parco Cortonese	Urbana	Fondo	Si	Si	Si	Si
Foligno	Porta Romana	Urbana	Traffico	No	Si	Si	Si
Città di Castello	C. di Castello	Urbana	Fondo	No	Si	Si	No
Spoletto	S. Martino in Trignano	Suburbana	Industriale	Si	Si	Si	No
TR Maratta	Maratta	Suburbana	Industriale	Si	Si	Si	Si
TR Prisciano	Prisciano	Suburbana	Industriale	Si	Si	Si	Si
TR B. Rivo	B. Rivo	Urbana	Fondo	Si	Si	Si	Si
TR Carrara	Carrara	Urbana	Traffico/ industriale	Si	Si	Si	Si
TR Le Grazie	Le grazie	Urbana	Traffico/ industriale	Si	Si	Si	Si
Narni Scalo	Narni Scalo	Suburbana	Fondo	Si	Si	Si	Si

Tabella 7. Rete di monitoraggio del PM10.

Come anche descritto in tabella 7, i metalli nel PM10 vengono determinati con frequenza settimanale. A titolo di esempio si riportano degli istogrammi in cui le concentrazioni medie settimanali di alcuni metalli nel PM10 relativi al periodo marzo-maggio 2020 vengono confrontate con le concentrazioni medie 2015-2019.

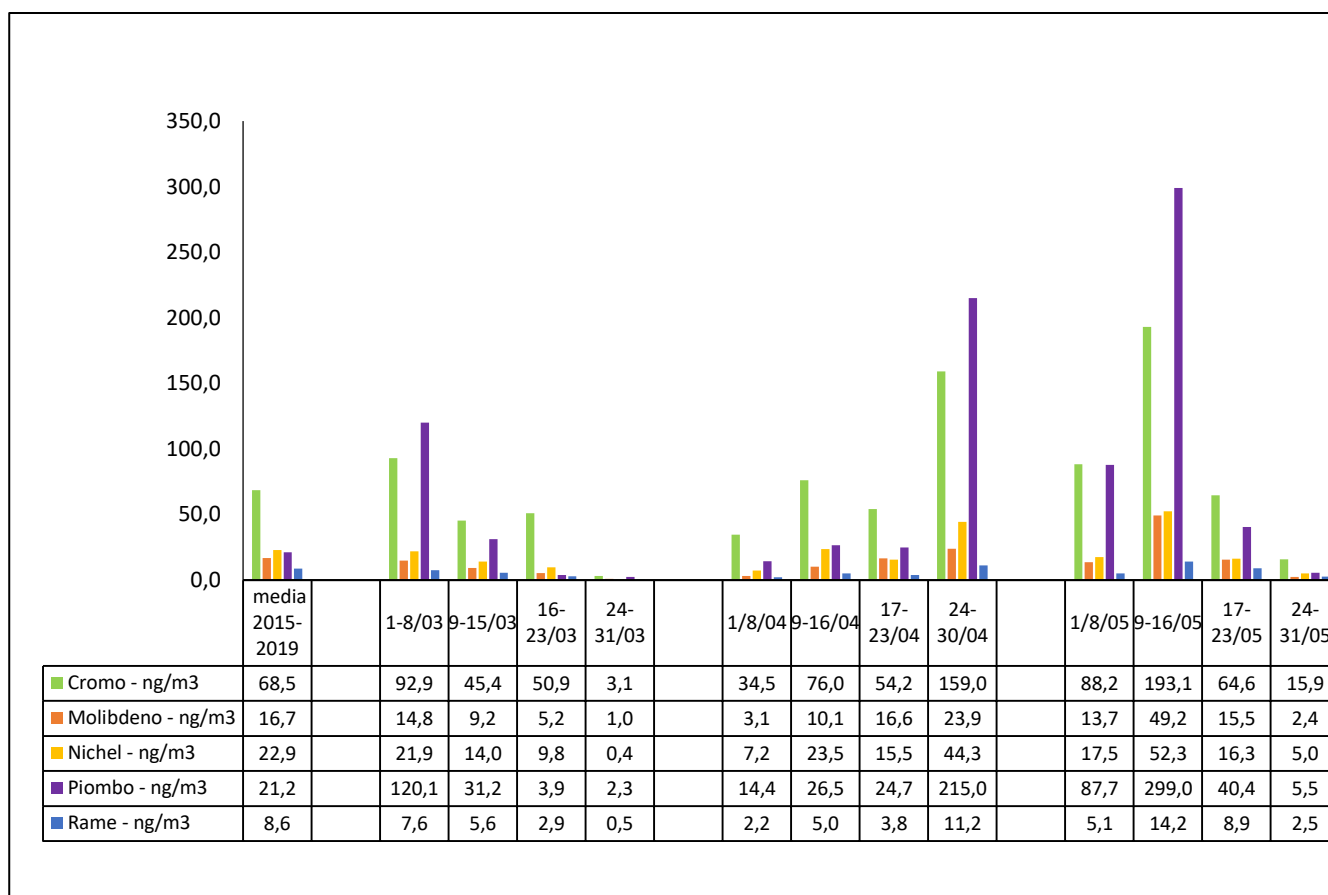


Grafico 34. Andamento settimanale di alcuni metalli nel PM10 di Terni Prisciano nel periodo marzo-maggio 2020 e confronto con la media 2015-2019.

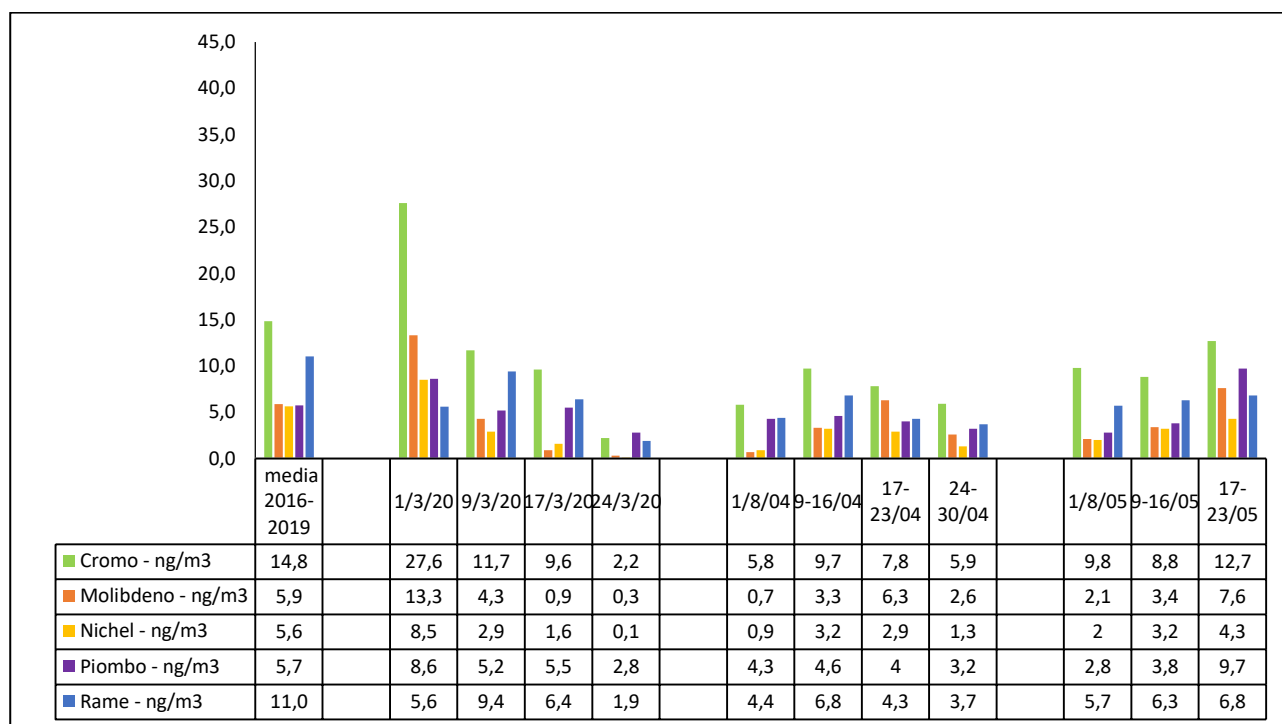


Grafico 35. Andamento settimanale di alcuni metalli nel PM10 di Terni Maratta nel periodo marzo-maggio 2020 e confronto con la media 2016-2019.

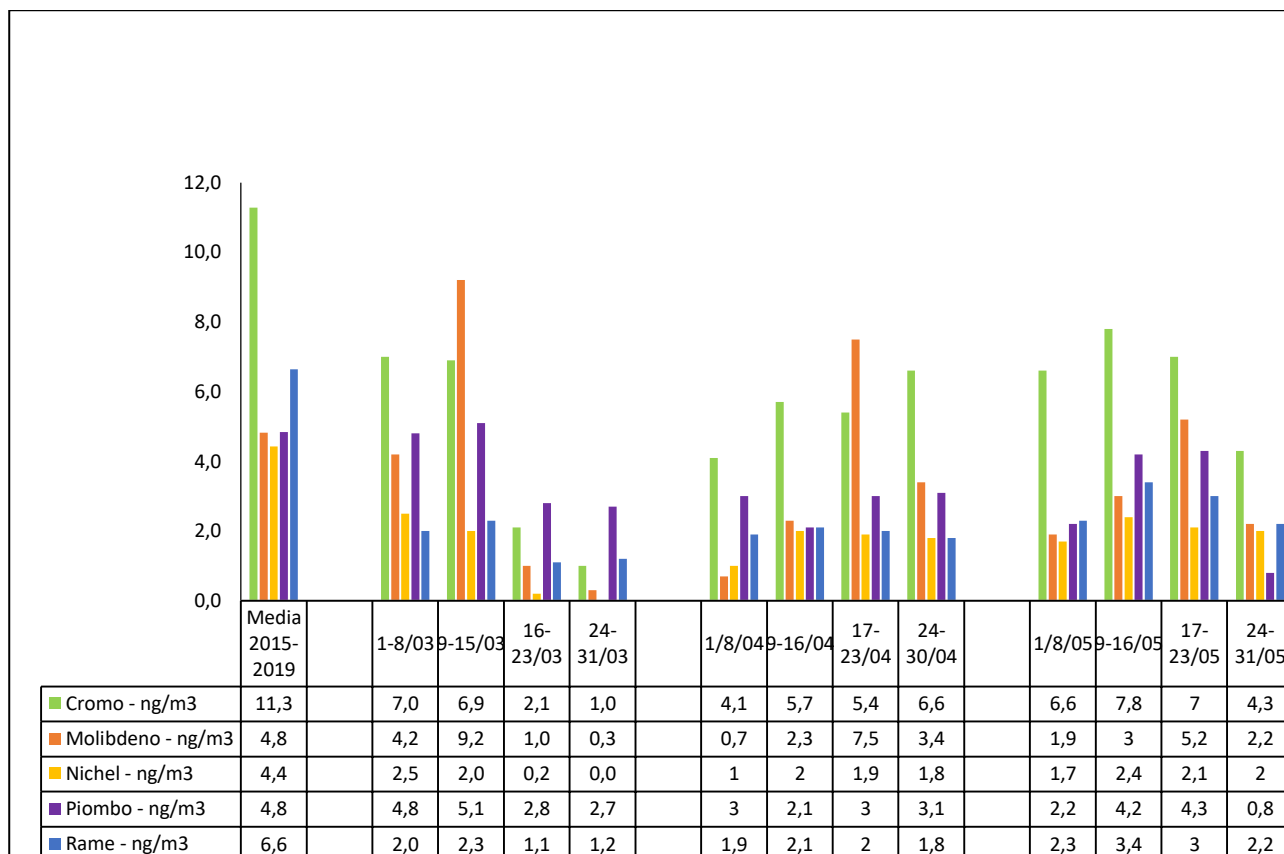


Grafico 36. Andamento settimanale di alcuni metalli nel PM10 di Terni Borgo Rivo nel periodo marzo-maggio 2020 e confronto con la media 2015-2019.

I metalli presi in considerazione sono prevalentemente quelli tipici della lavorazione dell'acciaio. Nel mese di marzo 2020, con il rallentare dell'attività di AST fino al blocco totale dell'ultima settimana, assistiamo ad un decremento delle concentrazioni di questi metalli nel PM10, con il raggiungimento di valori ben al di sotto della media degli ultimi 5 anni. Le concentrazioni cominciano a risalire dalla seconda settimana di aprile con il riprendere, graduale e discontinuo, delle attività di AST.

Il fenomeno è particolarmente evidente nella postazione di Prisciano più prossima all'impianto e in misura minore in tutti gli altri punti della rete, (grafico 34, 35 e 36).

Da osservare che tra la postazione industriale di Prisciano e quella di fondo urbano di Borgo Rivo le concentrazioni dei metalli considerati diminuiscono anche di un ordine di grandezza. Tra i metalli considerati l'unico a mantenere una sua distribuzione spaziale nella conca è il Rame, elemento spesso associato alla sorgente traffico veicolare (3). Gli elementi As e Cd non sono stati rappresentati in quanto presenti in concentrazioni spesso inferiori al limite di quantificazione.

La relazione tra attività dell'acciaieria e concentrazione dei metalli nel PM10 è stata studiata in modo più dettagliato nella postazione di Carrara in quanto, tra le stazioni urbane, sembra risentire più delle altre della ricaduta delle acciaierie. In tale postazione, nella settimana di fermata dell'area a caldo e di parte dell'area a freddo, i filtri di PM10 sono stati analizzati giornalmente.

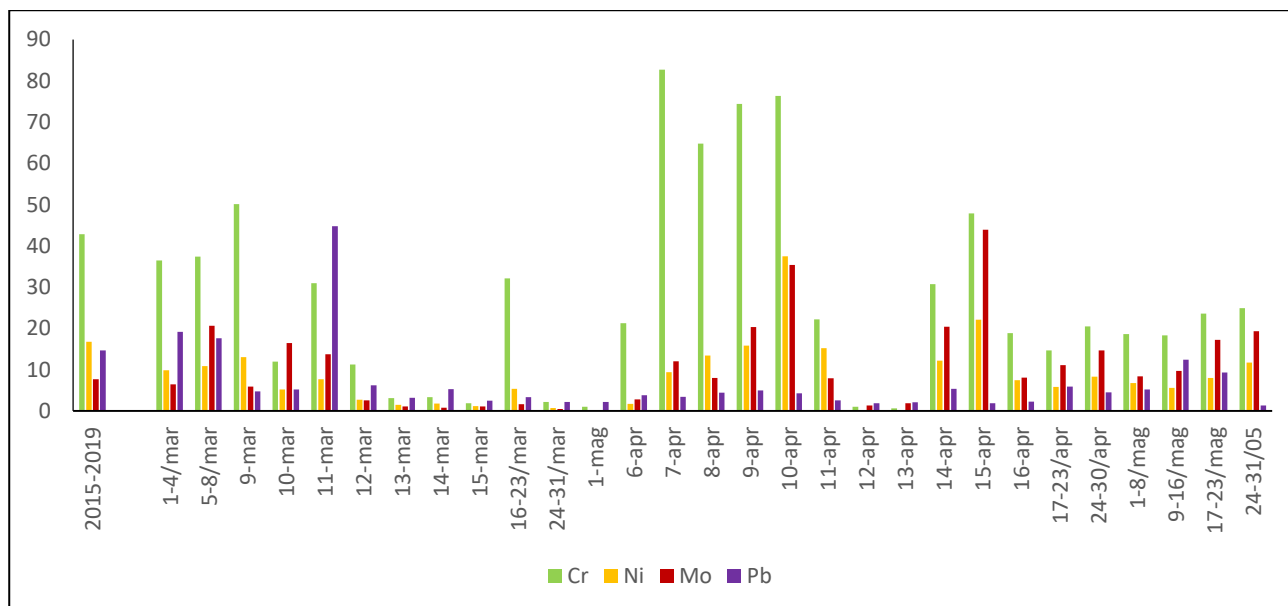


Grafico 37. Andamento settimanale/giornaliero di alcuni metalli nel PM10 di Carrara nel periodo marzo-maggio 2020.

Nell'istogramma di grafico 37 vengono riportati i risultati di queste misure: nella giornata immediatamente successiva al blocco dell'area a caldo e di parte dell'area a freddo (11/03), il livello dei metalli tipici di questa lavorazione si abbassa notevolmente. Successivamente si osserva un incremento del Cromo nella settimana precedente il blocco totale e poi, nell'ultima settimana di marzo, le concentrazioni tornano a scendere di nuovo.

Dal 6 di aprile, con la riapertura dell'area a freddo e successivamente, anche se in modo discontinuo, dell'area a caldo le concentrazioni cominciano a risalire per poi stabilizzarsi su valori prossimi alla media 2015-2019.

E' quindi evidente che esiste una correlazione diretta ed immediata tra alcuni metalli nel PM10 di Carrara e attività siderurgica, anche nel breve periodo delle Festività Pasquali (12-13 aprile) i livelli dei metalli scendono per poi risalire nelle giornate successive.

Nei grafici 38 e 39 viene verificato il grado di correlazione tra Cr e Ni e tra Ni e PM10 nei filtri giornalieri di Terni Carrara.

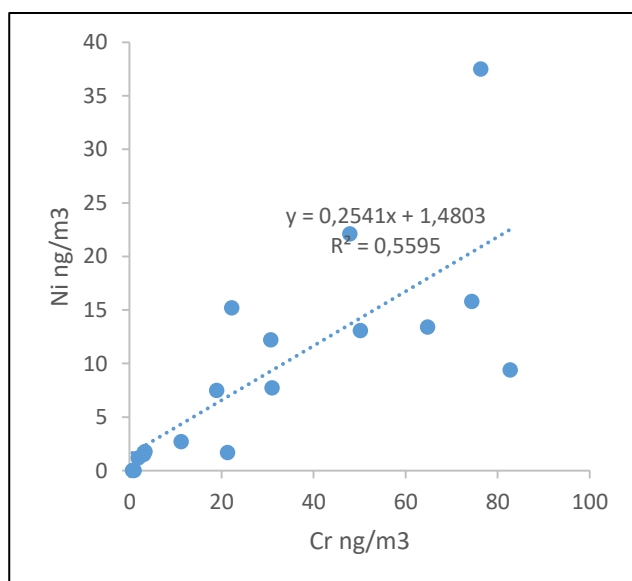


Grafico 38 Correlazione Cr/Ni nel PM10 di Carrara.

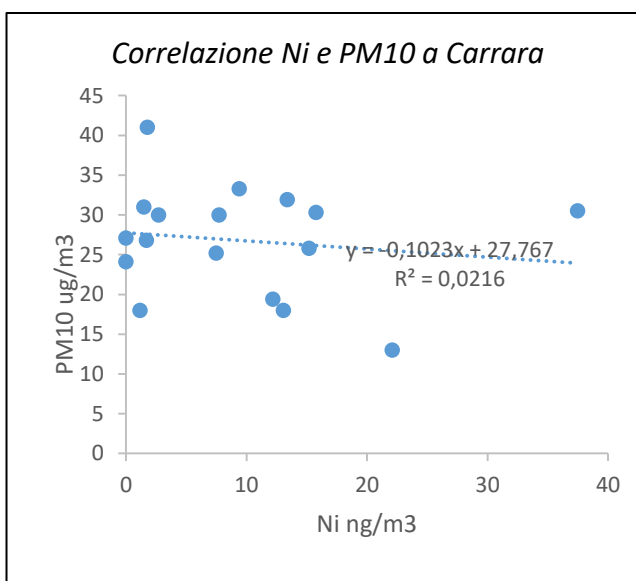


Grafico 39. Correlazione Ni e PM10 a Carrara.

In questi filtri Nichel e Cromo sono ben correlati tra di loro a conferma di un'origine comune (grafico 38), mentre non risultano correlati alle concentrazioni di PM10 in atmosfera (grafico 39).

Quindi nel sito di Carrara non sembra esistere una relazione tra livello di Polveri PM10 e concentrazione di alcuni metalli tipici dell'attività siderurgica, mentre risulta ben evidente la correlazione tra attività siderurgica e la concentrazione dei metalli ad essa riconducibili.

Le concentrazioni dei metalli nei PM10 campionati nel resto del territorio regionale sono estremamente inferiori a quelli della conca ternana, per rendere meglio l'idea, nei grafici è stata utilizzata la stessa scala di concentrazione della stazione di fondo urbano di Terni Borgo Rivo.

Nel periodo marzo-maggio 2020 le concentrazioni dei metalli sono generalmente inferiori rispetto alla media 2015-2019 con tendenza a decrescere nel corso del mese nella sola postazione di Spoleto Cementir a seguito della probabile riduzione dell'attività lavorativa (grafico 40). Nelle altre postazioni l'unico elemento che sembra avere un andamento coerente con la meteorologia e con le misure COVID è il Rame, parametro spesso associato alla sorgente traffico veicolare (grafico 41 e 42).

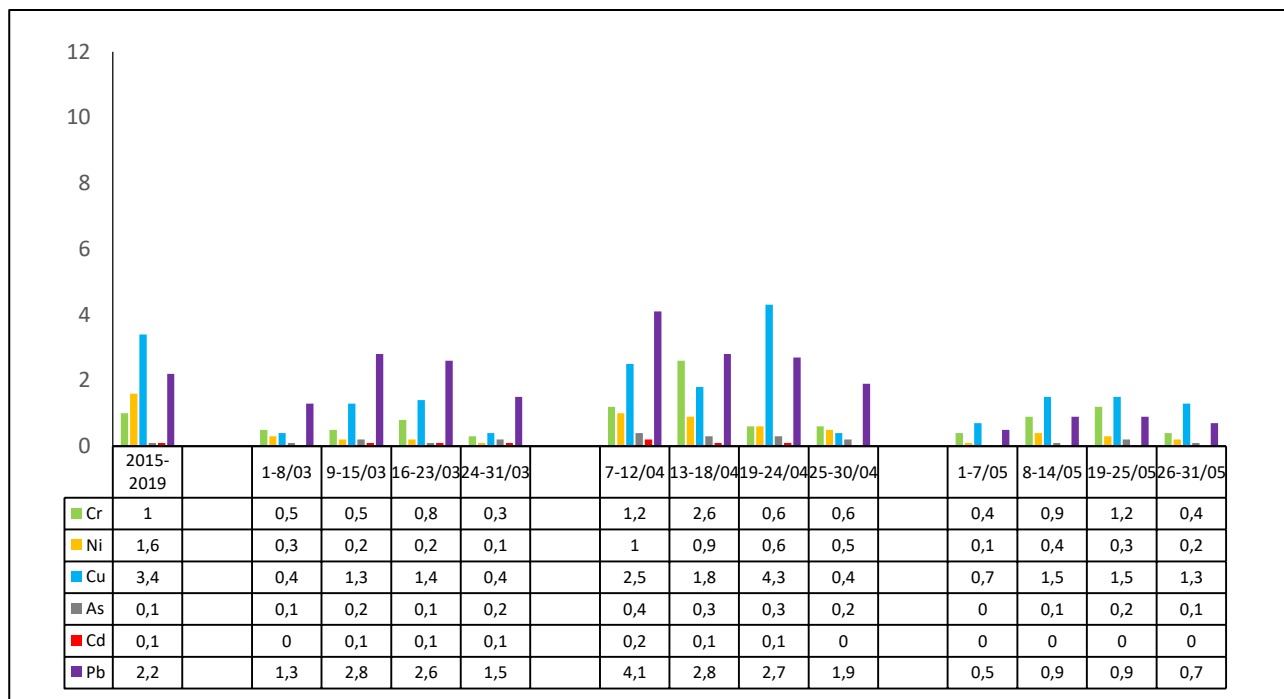


Grafico 40. Andamento settimanale di alcuni metalli nel PM10 di Spoleto (Cementir) nel periodo marzo-maggio 2020 e confronto con la media 2015-2019.

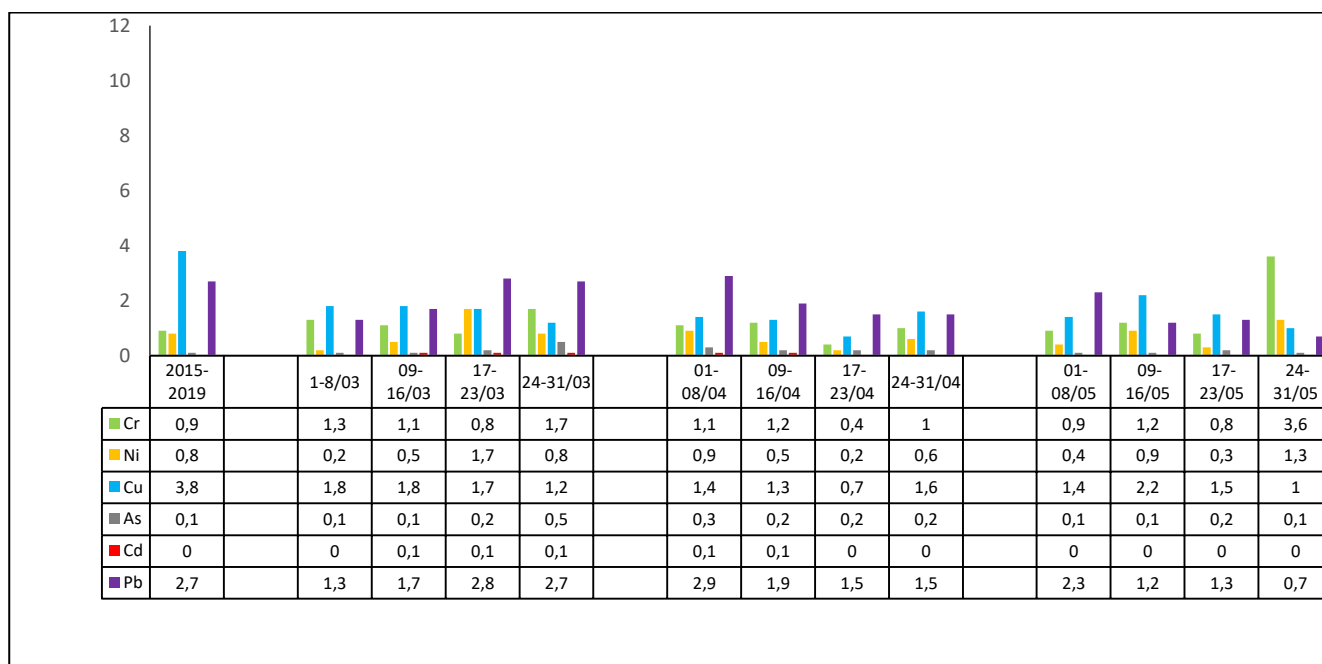


Grafico 41. Andamento medio settimanale di alcuni metalli nel PM10 di Gubbio nel periodo marzo-maggio 2020 e confronto con la media 2015-2019.

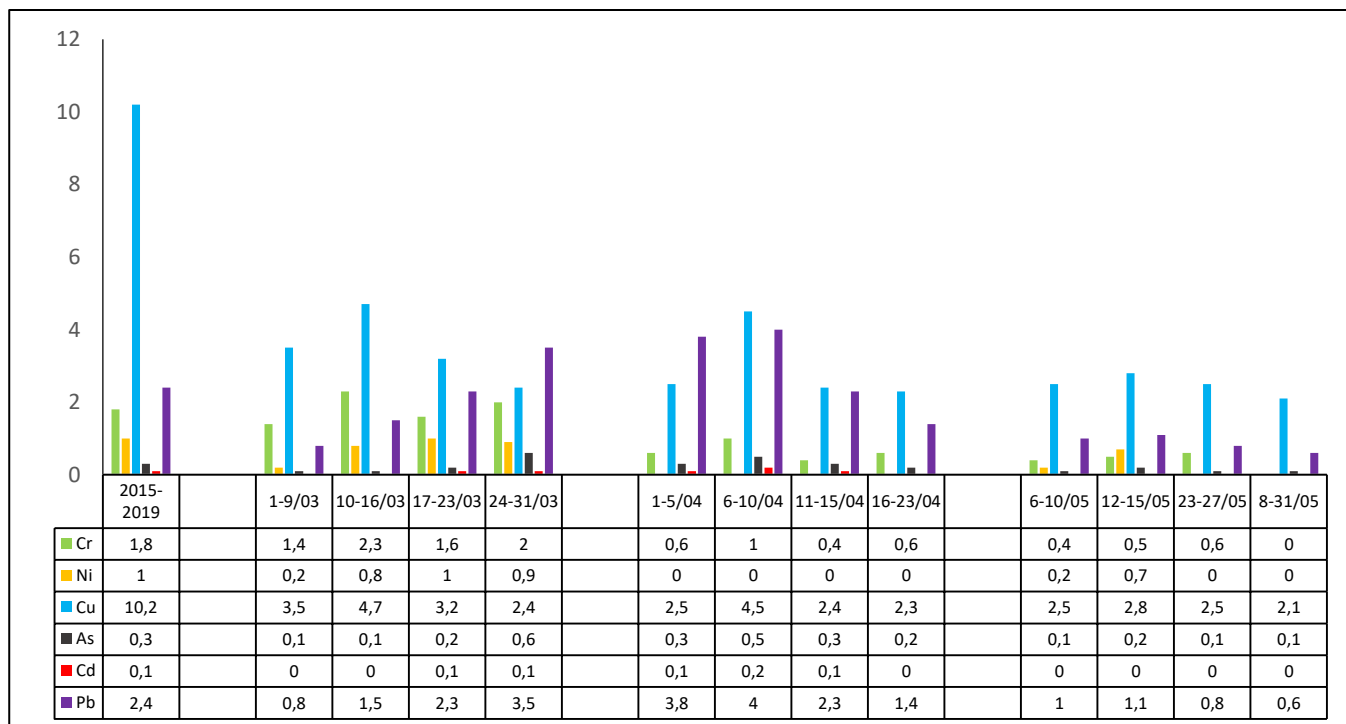


Grafico 42. Andamento medio settimanale di alcuni metalli nel PM10 di PG P. Cortonese nel periodo marzo-maggio 2020 e confronto con la media 2015-2019.

Interessante anche osservare l'andamento di alluminio (Al) e ferro (Fe) nel PM10, elementi prevalentemente di origine terrigena (grafico 43).

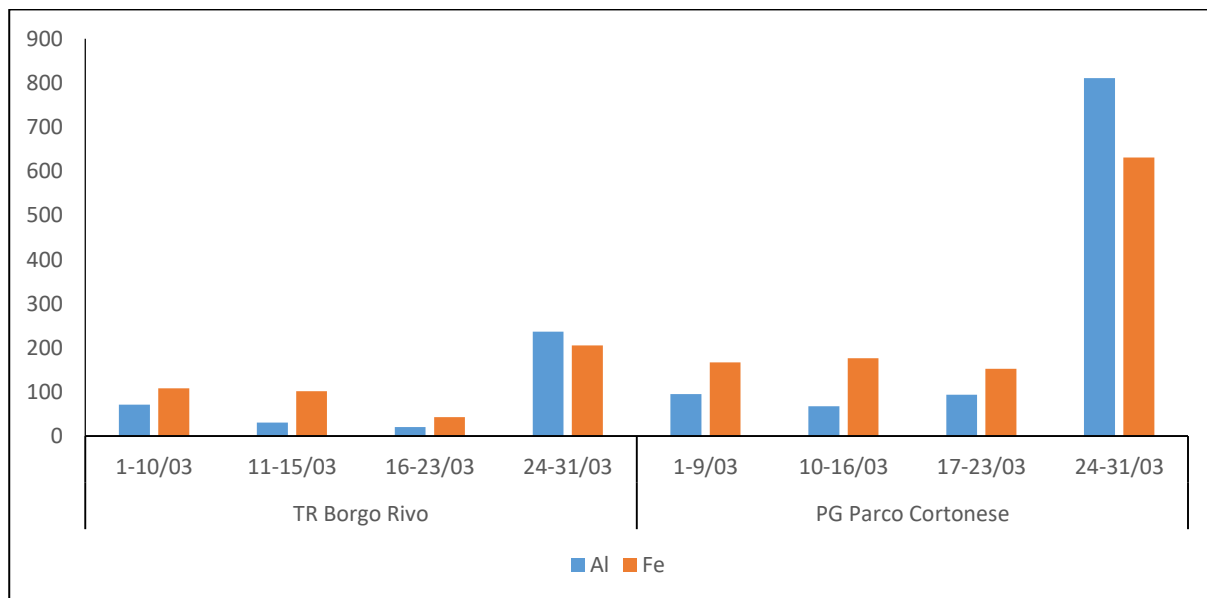


Grafico 43. Istogramma delle concentrazioni medie settimanali di Al e Fe nel PM10 a marzo 2020.

Nell'ultima settimana di marzo 2020 le loro concentrazioni sono aumentate notevolmente in coincidenza con un innalzamento del livello di PM10 (grafico 44) a causa dell'intrusione di sabbie dal deserto asiatico, fenomeno che ha investito in misura maggiore Perugia e Gubbio e in misura minore la Conca Ternana.

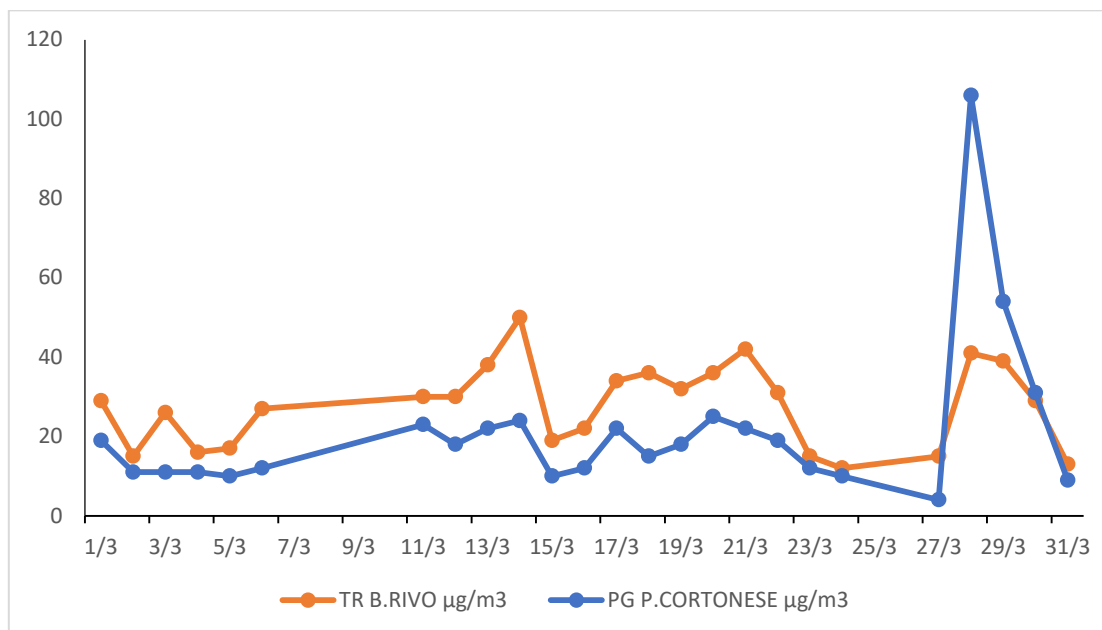


Grafico 44. Andamento del PM10 a TR B.Rivo e PG P.Cortonese a marzo 2020.

Nella giornata del 28 di marzo la concentrazione di PM10 a perugia ha superato i 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mentre a terni è salita a circa 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Combustione delle biomasse

Numerosi studi evidenziano che la combustione delle biomasse (legna, pellets etc.), contribuisce ad immettere in atmosfera notevoli quantità di PM10. Nel Piano Regionale per la Qualità dell'Aria (PRQA) della regione Umbria (4), viene evidenziato come il maggior contributo alle emissioni di PM10 derivi dagli impianti di combustione non industriale, prevalentemente riscaldamento residenziale, con un trend in continuo aumento nel periodo di tempo a cui si riferisce lo studio (1999-2010), attestandosi, nel 2010, ad un contributo di circa il 74%, con una leggera flessione nelle aree urbane.

Per tale motivo ormai da diversi anni nel PM10, oltre a determinare microinquinanti organici e inorganici, viene determinato il Levogluosano, un tracciante della combustione delle biomasse ed è evidente che l'andamento di questo composto nel PM10 è strettamente legato alla stagione dell'anno. Negli istogrammi di grafico 45 le concentrazioni di Levogluosano nel PM10 di marzo 2020 vengono confrontate con quelle del mese di febbraio 2020 e dello stesso periodo del 2019.

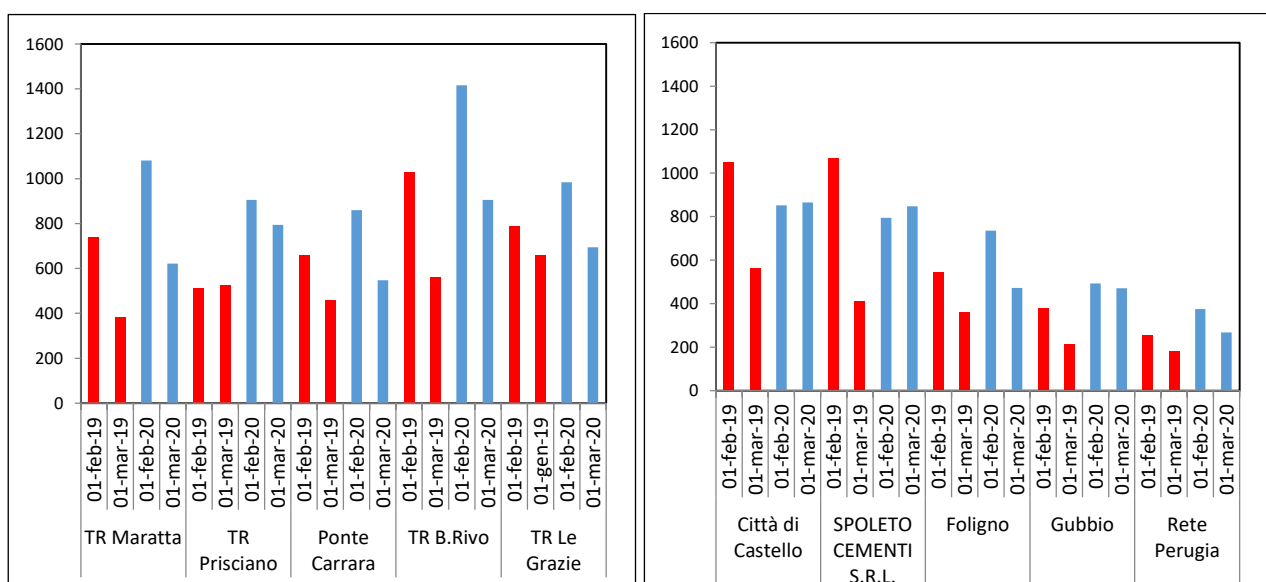


Grafico 45. Istogramma delle concentrazioni di Levogluosano (ng/m^3) nel PM10: confronto con il 2019.

È evidente come nel passaggio febbraio-marzo 2020 il decremento di Levogluosano sia molto meno pronunciato che nel 2019 e questo può essere imputato al maggior utilizzo di Biomasse a marzo 2020.

Nell'istogramma di grafico 46 vengono riportate le concentrazioni di Levogluosano e Benzo(a)Pirene nel PM10 di marzo-maggio 2020 per tutti i punti della rete.

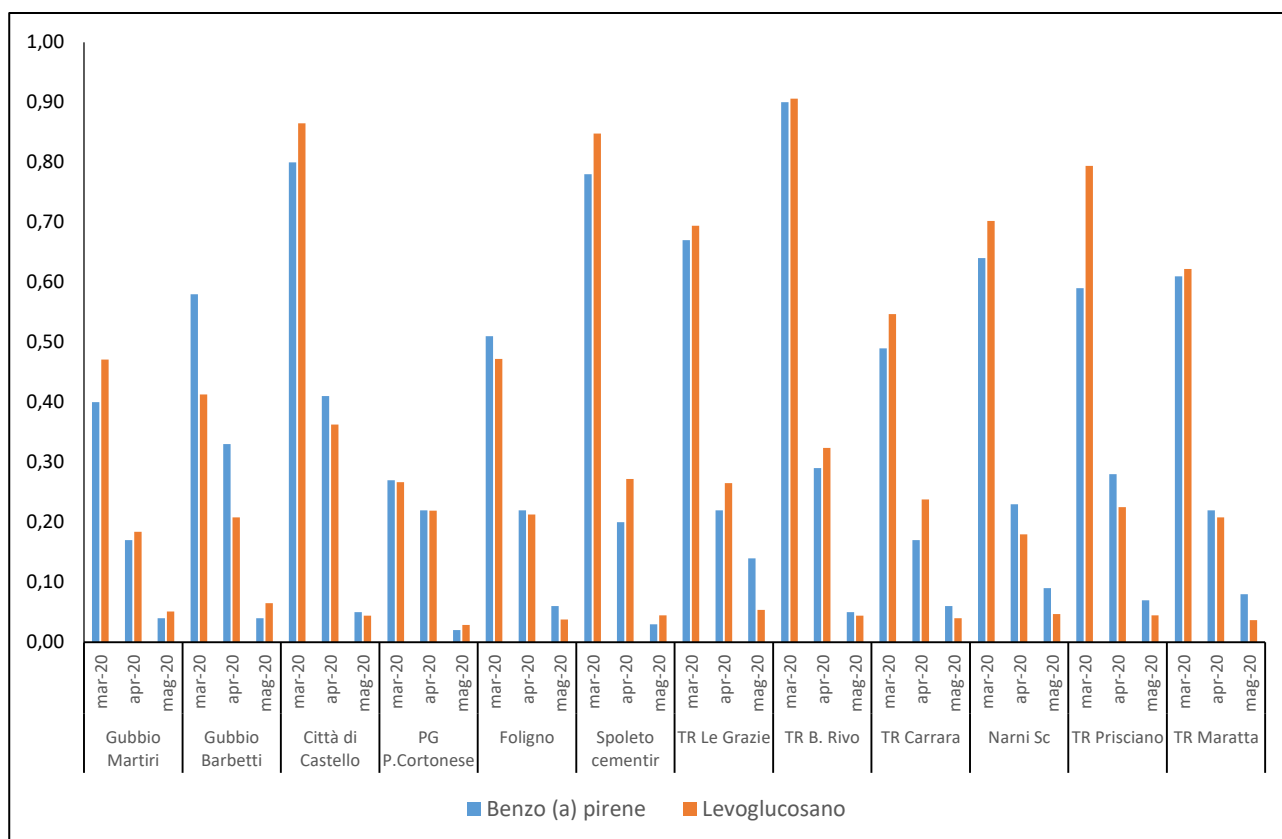


Grafico 46. Istogramma delle concentrazioni di Levoglucosano e Benzo(a)Pirene nel PM10 di marzo-maggio 2020.

I due parametri sono strettamente correlati tra di loro e sono sistematicamente più elevati in alcuni punti della rete dove probabilmente l'utilizzo di biomasse per il riscaldamento domestico è più diffuso. Vediamo che nel passaggio marzo, aprile, maggio, con l'innalzarsi delle temperature si riduce la sorgente inquinamento domestico fino ad azzerarsi nel mese di maggio e diminuiscono i livelli dei suoi traccianti più significativi Benzo(a)Pirene e Levoglucosano.

Per meglio caratterizzare la sorgente riscaldamento domestico, nel mese di marzo 2020, quando ancora le temperature erano tali da richiedere il riscaldamento degli ambienti domestici, in tre punti della rete (PG P. Cortonese; TR Carrara e TR B. Rivo), il Levoglucosano e il Benzo(a)Pirene, sono stati misurati con frequenza settimanale in relazione al succedersi delle varie limitazioni imposte dalle misure anti-covid (Figura 1). I risultati di queste misure sono rappresentati nell'istogramma di grafico 47.

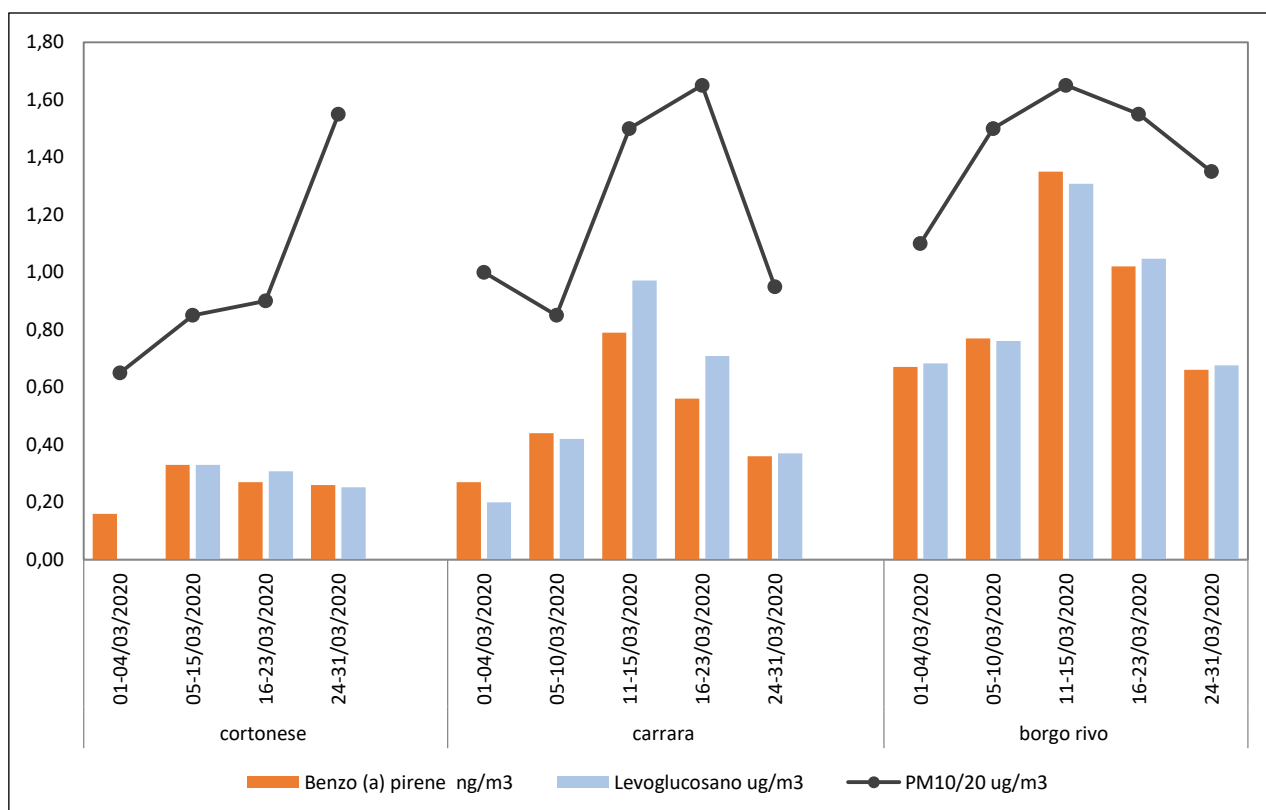


Grafico 47. Levoglucosano e Benzo(a)Pirene nel PM10 a Marzo 2020. (*per motivi di grafica, il valore di PM10 è stato diviso per il fattore 20).

Ad eccezione dell'ultima settimana di marzo e nella sola postazione di Parco Cortonese, dove un'importante intrusione di sabbie asiatiche ha fatto aumentare il livello di PM10 ad oltre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in tutti gli altri casi i tre parametri messi a confronto seguono lo stesso andamento a conferma di un'origine comune, ossia la combustione delle biomasse.

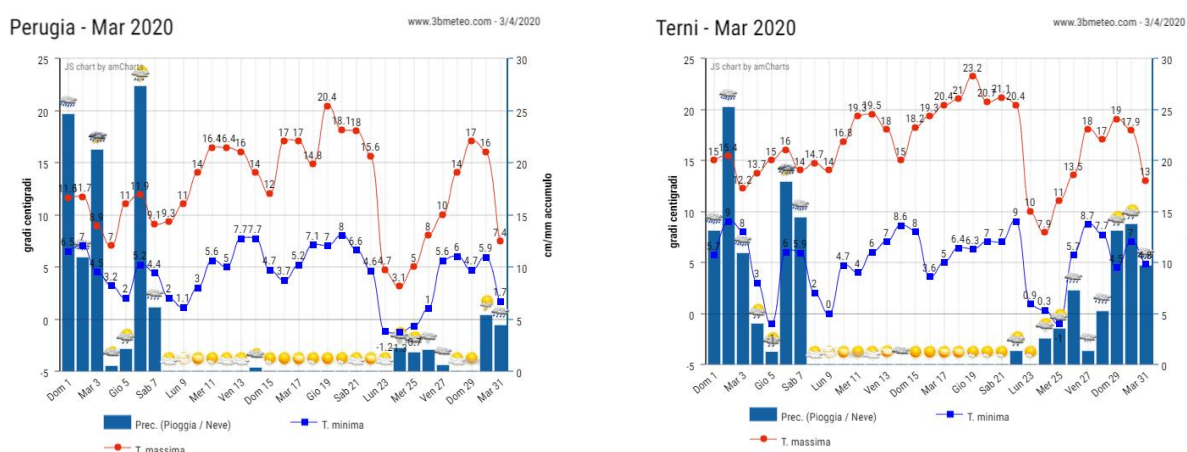


Grafico 48. Dati meteorologici di marzo 2020 per Perugia e Terni (5).

Per ciò che riguarda l'andamento nel corso del mese possiamo osservare che, fatta eccezione dei primi 4 giorni di marzo in cui le piogge hanno ridotto i livelli di PM10 e quindi di Levoglucosano e Benzo(a)Pirene, per il resto del mese assistiamo, in

controtendenza con tutti gli altri parametri monitorati, ad un aumento di queste concentrazioni, che corrisponde ad una maggiore combustione di biomasse per l'abbassamento delle temperature e per il fatto che lo stare tutti in casa ha comportato un maggior utilizzo delle stesse. Nell'ultima settimana del mese assistiamo ad un nuovo abbassamento di tali parametri sia per le precipitazioni che per l'innalzamento delle temperature (grafico 48).

Conclusioni

Nel corso del mese di marzo 2020 a seguito dell'emergenza COVID-19, al fine di ridurre la diffusione del virus, sono state messe in campo delle misure che hanno comportato in prima battuta la chiusura delle scuole, successivamente delle attività commerciali e di servizio e poi di quelle produttive non essenziali, con grosse limitazioni degli spostamenti delle persone sia a livello nazionale che locale. Dal punto di vista ambientale, tutto ciò ha rappresentato un'occasione unica e speriamo irripetibile per conoscere e misurare gli effetti che le misure di lockdown hanno avuto sulla qualità dell'aria.

Una prima valutazione dei dati di qualità dell'aria è stata effettuata seguendo gli andamenti di quei parametri acquisiti in continuo dalle centraline di monitoraggio. A questo proposito nel mese di marzo 2020 abbiamo assistito ad un decremento soprattutto di biossido di azoto e in misura minore per il materiale particolato PM10 e questo risulta particolarmente evidente nelle centraline urbane da traffico e molto meno evidenti nelle centraline di fondo che hanno la caratteristica di non essere influenzate direttamente da nessuna delle sorgenti emissive dell'area, ma piuttosto dall'insieme di esse (6).

In seconda battuta sono state effettuate analisi di laboratorio che hanno riguardato le sostanze gassose, il particolato atmosferico (PM10) e le deposizioni atmosferiche, in queste matrici sono stati determinati:

- BTEX per le sostanze gassose
- metalli, IPA nelle deposizioni atmosferiche
- metalli, IPA e levoglucosano nel PM10
- Carbonio organico e carbonio elementare, anioni e cationi nel PM2,5 (dati ancora in fase di elaborazione).

Per quanto riguarda i BTEX, nel periodo marzo-aprile 2020 abbiamo potuto constatare come le misure anti-Covid abbiano ridotto sensibilmente l'inquinamento da traffico con diminuzioni anche del 60% dei livelli di Toluene nelle stazioni più influenzate da questa sorgente, confermando che i BTEX risultano dei buoni indicatori per tale sorgente. Nel mese di maggio con il riprendere graduale delle varie attività tali parametri sono risaliti parallelamente al traffico veicolare.

Le misure emergenziali hanno inoltre comportato la riduzione o blocco delle attività produttive ritenute non essenziale, in questa categoria sono ricadute anche le acciaierie di Terni che hanno subito una prima riduzione con lo stop dell'area a caldo e parte dell'area a freddo, fino al blocco totale nell'ultima settimana del mese di marzo.

In questo contesto l'analisi della composizione delle polveri sedimentabili e delle polveri sospese (PM10), si sono rilevati un efficace metodo di valutazione dell'impatto di questa attività sulla Conca Ternana soprattutto per ciò che riguarda il livello di alcuni metalli veicolati alle matrici in questione. Nel resto della regione assistiamo ad un decremento più contenuto dei metalli ed in particolare del rame elemento spesso associato alla sorgente traffico.

Come anche evidenziato nel Piano Regionale per la Qualità dell'Aria (PRQA) della regione Umbria, un importante contributo alle emissioni di PM10 deriva dagli impianti di

combustione non industriale, prevalentemente riscaldamento residenziale, alimentati a biomasse.

Questa sorgente di inquinamento, a differenza del traffico e dell'industria, è forse l'unica a non aver subito limitazioni nel periodo di lockdown ma eventualmente un incremento nelle giornate più fredde del mese di marzo e nei primi giorni di aprile.

IPA e Levoglucosano, strettamente correlati alla combustione delle biomasse, nel periodo marzo-maggio 2020, seguono un andamento in controtendenza con i dati del traffico e dell'industria, ma che è in linea con la meteorologia: ad una diminuzione delle temperature e ad un aumento della stabilità atmosferica corrisponde un incremento del PM10 e dei livelli di Benzo(a)Pirene e Levoglucosano. L'ottima correlazione tra PM10, Levoglucosano e Benzo(a)Pirene è indice di una sorgente comune: la combustione delle biomasse.

In questa prima fase dello studio abbiamo visto che le limitazioni delle attività antropiche connesse all'emergenza COVID19 sono risultate rilevabili soprattutto nelle aree più interessate all'inquinamento da traffico e all'inquinamento industriale. Per quanto riguarda l'inquinamento domestico a biomasse, il cui uso è molto diffuso sul territorio umbro, la distribuzione sul territorio risulta essere più omogenea e in stretta relazione con le condizioni meteorologiche.

Sono ancora in fase di elaborazione tutti i dati relativi alla frazione carboniosa e alla frazione ionica solubile del particolato PM2.5, questi parametri ci consentiranno di fare ulteriori valutazioni sulla composizione del particolato atmosferico in relazione alle sue sorgenti di emissione.

Riferimenti

- 1) Lindsay Miller, Xiaohong Xu, Alice Grgicak-Mannion, Jeffrey Brook, Amanda Wheeler. " *Iti-season, multi-year concentrations and correlations amongst the BTEX group of VOCs in an urbanized industrial city*". [Atmospheric Environment, Volume 61](#), December 2012, Pages 305-315.
- 2) <http://www.arpa.umbria.it/MC-API/Risorse/StreamRisorsa.aspx?guid=fcd793a3-b925-4109-a56a-31c7309c519f>
- 3) [Richard W Atkinson](#), [Antonis Analitis](#), [Evangelia Samoli](#), [Gary W Fuller](#), [David C Green](#), [Ian S Mudway](#), [Hugh R Anderson](#) and [Frank J Kelly](#) . " *Short-term exposure to traffic-related air pollution and daily mortality in London*", UK. [J Expo Sci Environ Epidemiol](#). 2016 Mar; 26(2): 125–132.
- 4) BUR Umbria-Serie generale n.9 del 24 febbraio 2016" Piano Regionale della Qualità dell'Aria".
- 5) <https://www.3bmeteo.com/>
- 6) <https://www.arpa.umbria.it/articoli/qualita-dellaria-ed-emergenza-covid-19-in-umbria>.