



MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI CAMPOGALLIANO

campagna invernale: 11 marzo - 27 aprile 2021

campagna estiva: 29 luglio - 24 agosto 2021

Relazione tecnica a cura di:

ARPAE - Area Prevenzione Ambientale - Area centro

Servizio Sistemi Ambientali Unità Specialistica Aria/CEM

rev 0 - ottobre 2021

Indice





SINTESI CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	2
Mappa dell'area monitorata	3
SINTESI DEI RISULTATI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	4
ANALISI METEOROLOGICA	6
INVENTARIO DELLE EMISSIONI	8
INQUINANTI RILEVATI	12
Polveri PM10	12
Polveri PM2,5	14
Ozono (O3)	16
Biossido di azoto (NO2)	19
BTEX (Benzene, Toluene, Etilbenzene, Xileni)	21
Stima Dei Valori Annuali	24
Indice di Qualità dell'Aria	25
Allegato 1 – Inquadramento normativo D.Lgs. n. 155/2010	27
Allegato 2 – Limiti di quantificazione per inquinante	27

SINTESI CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

Comune	Campogalliano
Periodo	Dal 11/03/2021 al 27/04/2021 ===== Dal 29/07/2021 al 24/08/2021
Zona Monitorata	via Mattei c/o Area Sportiva Comunale
Coordinate Geografiche	44°41'08" N 10°50'46" E
Inquinanti misurati	Polveri PM10, Polveri PM2,5, Ozono O3, Biossido d'Azoto NO2, BTEX (Benzene, Toluene, Etilbenzene, Xileni),
Parametri meteorologici misurati	Temperatura, Umidità Relativa, Velocità Vento, Direzione Vento, Pioggia
Obiettivo dell'indagine e tipo di Zona	Il Laboratorio Mobile è stato posizionato in Via E. Mattei, nel parcheggio dell'Area Sportiva Comunale; la zona oggetto del monitoraggio è prevalentemente di tipo residenziale. Oltre all'inquinamento di fondo, le sorgenti principali di inquinamento atmosferico sono da ricondurre al transito di auto e mezzi sull'Autostrada A22, posta a circa 230 metri in linea d'aria dal Laboratorio Mobile, ed alle attività produttive collocate nell'area artigianale/industriale prossima al sito indagato, i cui primi stabilimenti sono ubicati a circa 350 metri a Sud ed Est in linea d'aria rispetto al sito monitorato. Da segnalare inoltre la presenza di un'altra zona industriale collocata a circa 650 metri a Nord in linea d'aria dal luogo ove è stato posizionato il Laboratorio Mobile.

STAZIONI DI CONFRONTO

I dati rilevati sono confrontati con quelli misurati nello stesso periodo nelle seguenti stazioni fisse collocate nella Zona di Pianura Ovest, area territoriale definita dalla Zonizzazione della Regione Emilia – Romagna approvata con D.G.R. nel 2011.

Stazione: GIARDINI -   traffico (T) (30000 veicoli/gg)		Stazione: REMESINA -   fondo suburbano (FSU)	
Ubicazione: Via Giardini 543 - Modena	■	Ubicazione: Via Remesina - Carpi	■
Anno attivazione 1990		Anno attivazione 1997	
Inquinanti monitorati: NOx, BTX, PM ₁₀		Inquinanti monitorati: NOx, O ₃ , PM ₁₀	
Stazione: PARCO FERRARI -   fondo urbano (FU)		Stazione: GAVELLO -   fondo rurale (FRU)	
Ubicazione: Parco Ferrari - Modena	■	Ubicazione: Via Gazzi – loc. Gavello - Mirandola	■
Anno attivazione 2005		Anno attivazione 2008	
Inquinanti monitorati: NOx, O ₃ , PM ₁₀ , PM _{2,5}		Inquinanti monitorati: NOx, O ₃ , PM ₁₀ , PM _{2,5}	
Tipo di Zona:	 Urbana	 Suburbana	 Rurale
Tipo di stazione:	 Traffico	 Fondo	

Mappa dell'area monitorata



SINTESI DEI RISULTATI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

Valori medi e massimi misurati nel periodo di monitoraggio dal 11/03/2021 al 27/04/2021						
Inquinanti Concentrazione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Laboratorio Mobile - Campogalliano	Giardini - Modena - T	Parco Ferrari - Modena - FU	Remesina - Carpi - FSU	Gavello - Mirandola - FRU
PM10	Media	24	25	24	23	21
	Massimo giornaliero	60	60	55	59	55
PM2,5	Media	15		14		15
	Massimo giornaliero	43		37		46
NO2	Media	36	34	25	23	<8
	Massimo orario	128	139	102	83	29
O3	Max media mobile 8 ore	140		127	115	122
	Massimo orario	152		135	131	132
Benzene Media		0,5	1,0			

Valori medi e massimi misurati nel periodo di monitoraggio dal 29/07/2021 al 24/08/2021						
Inquinanti Concentrazione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Laboratorio Mobile - Campogalliano	Giardini - Modena - T	Parco Ferrari - Modena - FU	Remesina - Carpi - FSU	Gavello - Mirandola - FRU
PM10	Media	21	23	19	21	19
	Massimo giornaliero	38	41	30	38	32
PM2,5	Media	11		10		10
	Massimo giornaliero	18		17		16
NO2	Media	24	24	16	15	<8
	Massimo orario	92	87	63	54	27
O3	Max media mobile 8 ore	168		163	165	165
	Massimo orario	173		168	176	173
Benzene Media		0,2	0,4			

La campagna invernale è stata prevalentemente caratterizzata da tempo stabile ad esclusione di due brevi periodi dal 19 al 21 marzo e dal 9 al 13 aprile, in cui hanno prevalso condizioni di instabilità meteorologica associata a precipitazioni.

La campagna estiva è stata prevalentemente caratterizzata da tempo stabile ad esclusione di due brevi periodi dal 2 al 4 luglio e l'11 luglio, in cui hanno prevalso condizioni di instabilità meteorologica associata a precipitazioni.

Dall'esame delle tabelle di sintesi precedentemente riportate è possibile osservare che la stagione estiva registra concentrazioni di inquinanti inferiori a quanto rilevato nella stagione invernale: nelle condizioni tipicamente estive con bassa ventilazione, intensa radiazione solare e presenza di un campo anticiclonico consolidato, gli strati atmosferici più vicino al suolo, a causa del loro riscaldamento, risultano interessati da fenomeni di rimescolamento e da locali circolazioni d'aria tali da favorire la dispersione di inquinanti quali PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 e Benzene. Andamento diverso si osserva invece per l' O_3 che in questa stagione, a causa dell'elevato irraggiamento solare e delle alte temperature, presenta concentrazioni elevate su tutta l'area padana, con massimi locali dovuti al trasporto a piccola scala determinato dalle brezze.

Nel periodo invernale la formazione di una vasta area anticiclonica stabile sul Nord Italia favorisce la formazione di condizioni di inversione termica nello strato atmosferico superficiale; in queste condizioni, che talvolta persistono per l'intera giornata, la dispersione degli inquinanti immessi in prossimità della superficie è fortemente limitata e si assiste così a fenomeni di accumulo degli inquinanti in prossimità della superficie.

Polveri PM_{10} e $PM_{2.5}$: le concentrazioni giornaliere di polveri rilevate a Campogalliano, nonché la media dei due periodi di monitoraggio, risultano simili a quanto rilevato nelle stazioni fisse con andamenti ben correlati tra loro. A Campogalliano, così come a Remesina, durante la campagna invernale, si sono registrati 3 superamenti del Valore limite Giornaliero per il PM_{10} ($50 \mu/m^3$) contro 1 superamento rilevato a Giardini, Parco Ferrari e Gavello.

Biossido d'Azoto NO_2 : i livelli medi di NO_2 rilevati nel sito indagato, in entrambe le campagne, sono risultati simili alla stazione da traffico di Giardini di Modena; in ogni postazione considerata non si sono registrati superamenti del Valore Limite Orario ($200 \mu g/m^3$) per la protezione della salute umana.

Ozono O_3 : le concentrazioni misurate nel sito indagato non evidenziano particolari criticità nella campagna invernale in quanto la stagione non è favorevole alla formazione di questo inquinante, a causa dello scarso irraggiamento solare, a cui le concentrazioni di Ozono sono legate, mentre si sono registrati superamenti del Valore Obiettivo durante la campagna estiva. I livelli di O_3 registrati a Campogalliano sono simili a quanto misurato nella stazione di fondo di Parco Ferrari.

Benzene: le concentrazioni di Benzene a Campogalliano risultano inferiori a quanto rilevato nella stazione da traffico di Giardini a Modena sia nella campagna estiva che in quella invernale; in entrambe le postazioni considerate, i livelli di questo inquinante appaiono estremamente contenuti e lontani dal Valore Limite Annuale imposto dalla normativa di $5 \mu g/m^3$.

ANALISI METEOROLOGICA

Periodo di Monitoraggio	Temperatura (°C)			Umidità (%)			Velocità Vento (LAMA) (m/sec)		Pioggia		
	Min.	Med.	Max	Min.	Med.	Max	Med.	Max	mm totali caduti nel periodo	N° gg piovosi (> 1 mm)	Giorno più piovoso
Elaborazione dati orari - Campagna Estiva											
dal 11/03/2021 al 27/04/2021	-1,3	10,8	27,1	11	63	99	2,3	9,2	20,4	5,0	5,0 mm (11/04/2021)
Elaborazione dati orari - Campagna Invernale											
dal 29/07/2021 al 24/08/2021	16,6	26,4	37,7	14	54	99	2,6	9,4	11,6	3,0	8,4 mm (23/08/2021)

La campagna invernale è stata prevalentemente caratterizzata da tempo stabile; di seguito si riporta una descrizione dell'intero periodo:

Marzo: All'inizio della seconda decade si assiste a un'intensificazione dei flussi occidentali ma, soltanto nella giornata del 14, una saccatura più accentuata determina il transito di un sistema nuvoloso più organizzato, associato a precipitazioni più diffuse, di debole intensità, più cospicue sul crinale appenninico occidentale. Successivamente, il flusso principale in quota si dispone dai quadranti settentrionali, determinando un'avvezione di aria più fredda e secca, inizialmente più debole, ma particolarmente consistente tra il 19 e il 21 marzo, quando le temperature scendono abbondantemente sotto lo zero su tutta la pianura regionale. Le precipitazioni sono scarse o assenti, con deboli neviccate sui rilievi romagnoli. Nei giorni seguenti, l'avvezione fredda si attenua gradualmente mentre si va affermando un campo di alta pressione. Gli ultimi giorni del mese vedono un ulteriore rafforzamento del regime anticiclonico, forte subsidenza, cieli tersi e temperature massime in sensibile aumento con valori anche sopra i 26 gradi.¹

Aprile: nel mese si è osservato inizialmente una irruzione di aria fredda da nord che ha favorito una serie di intense gelate tardive; tutti i giorni della settimana da lunedì 5 a sabato 10 aprile hanno avuto, con diversa distribuzione, minime inferiori allo zero anche in pianura ma gli eventi più intensi e diffusi si sono verificati nei giorni di mercoledì 7 e giovedì 8 con minime in pianura e nella valli scese anche al di sotto di -4°C con punta di -4,8 °C. A seguire, il periodo tra il 9 e 13 aprile è stato caratterizzato da una ampia e profonda saccatura che, dalle alte latitudini polari, si approfondisce fino alle coste settentrionali dell'Africa. Tale struttura ha coinvolto, nella sua fascia inferiore, buona parte del bacino mediterraneo occidentale, e con esso la nostra penisola, con correnti calde e umide in risalita per il Tirreno sino a raggiungere le regioni settentrionali associate a precipitazioni di moderata intensità². La campagna è proseguita e conclusa con condizioni di modesta variabilità meteorologica e precipitazioni contenute.

La campagna estiva è stata prevalentemente caratterizzata da stabilità meteorologica; di seguito si riporta una descrizione dell'intero periodo:

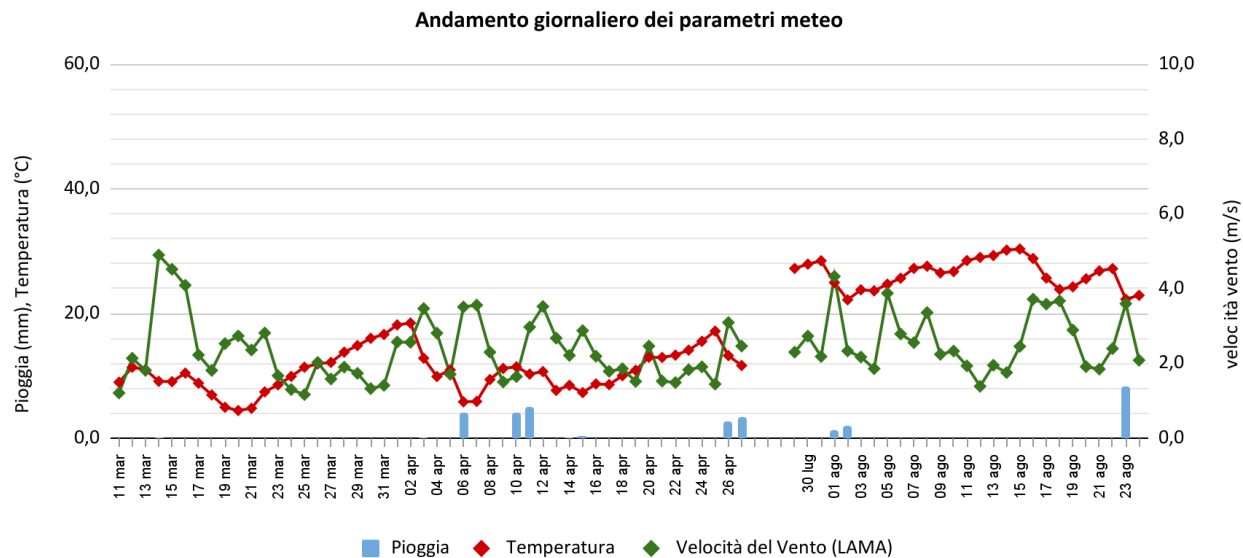
Agosto: Nelle giornate tra 1 e 2 agosto si osserva sull'Italia settentrionale un intenso flusso da sud-ovest associato alla presenza di aria secca in medio-alta troposfera. Anche se il campo di geopotenziale presenta un lieve accenno di risalita, la debole curvatura ciclonica della ventilazione favorirà lo sviluppo di nuovi rovesci e temporali su parte della Pianura Padana, particolarmente intensi nel Parmense e Piacentino. A seguire hanno prevalso condizioni di tempo stabile, assenza di precipitazioni e temperature massime

¹ Per ulteriori approfondimenti su questo particolare evento meteorologico si rimanda al report specifico redatto dal SIMC - Arpae https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-mensili/copy_of_bm_202102.pdf/view

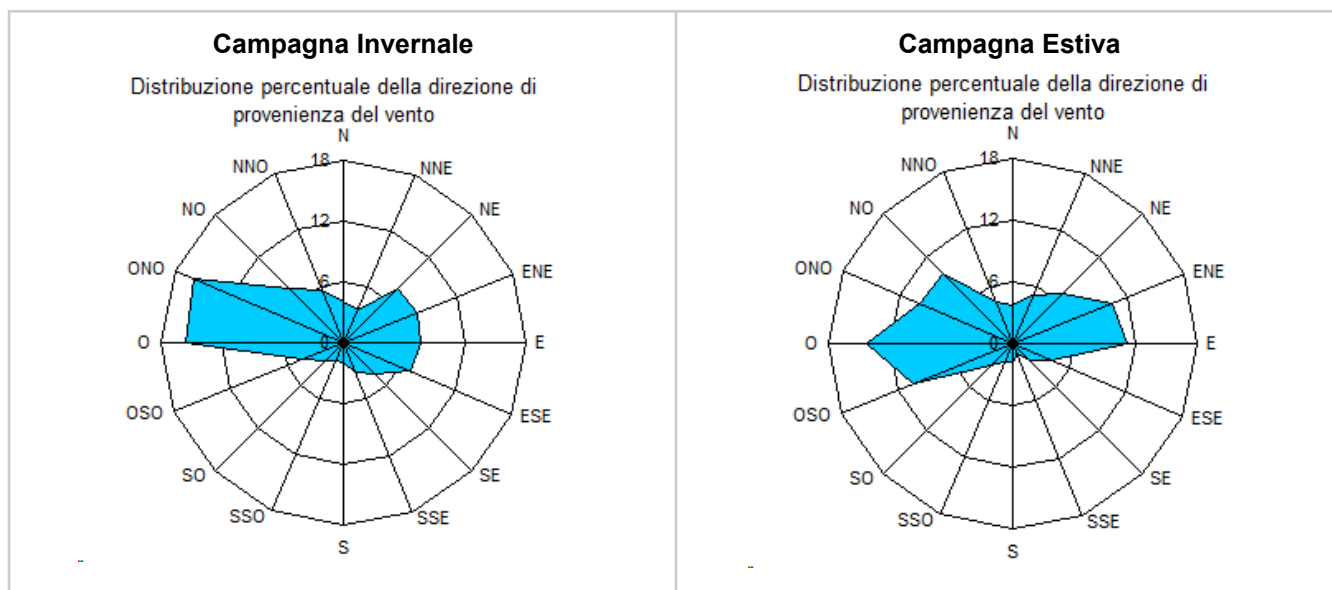
² Per ulteriori approfondimenti su questo particolare evento meteorologico si rimanda al report specifico redatto dal SIMC - Arpae https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-mensili/copy2_of_bm_202102.pdf/view
<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/rapporti-post-evento/rapporto-2021-3-dell-evento-dal-10-al-13-aprile-2021-1/view>

giornaliere sensibilmente superiori alla norma con una media complessiva della regione superiore di 5 °C rispetto al clima recente (2001-2020). Gli ultimi giorni della campagna hanno registrato un calo delle temperature e precipitazioni, di modesta entità, nella giornata del 23 agosto³.

Per i dati di Direzione e Velocità Vento è stata utilizzata un'estrazione dati ricavata dal dataset di dati LAMA (Limited Area Model Analysis), fornito da ARPAE-SIMC .



Rosa del vento - Direzione e Velocità Vento rilevati



Dall'esame delle due Rose dei Venti, si evidenzia nel periodo invernale una componente prevalente da Ovest e da Ovest-Nord-Ovest; nella stagione estiva è invece possibile osservare che le componenti prevalenti provengono da Ovest, da Est e Est-Nord-Est.

³ Per ulteriori approfondimenti su questo particolare evento meteorologico si rimanda al report specifico redatto dal SIMC - Arpae https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/rapporti-post-evento/rapporto_meteo_20210801-02.pdf/view https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/bollettini-mensili/copy6_of_bm_202102.pdf/view

INVENTARIO DELLE EMISSIONI

L'inventario delle emissioni è una serie organizzata di dati relativi alla quantità di inquinanti introdotti in atmosfera a seguito di attività antropiche e da sorgenti naturali.

Le stime emissive sono organizzate per inquinante, tipo di attività, combustibile eventualmente utilizzato, unità territoriale, periodo di tempo e sono relative ai soli inquinanti di origine primaria.

L'inventario permette di:

- stimare le emissioni in atmosfera generate dalle principali attività antropiche e naturali;
- individuare i settori maggiormente sensibili su cui indirizzare le misure e gli interventi per la riduzione delle emissioni inquinanti;
- alimentare i modelli diffusionali e previsionali che, partendo dalle quantità e dalle caratteristiche delle emissioni, stimano i valori di concentrazione attesi al suolo;
- costruire gli scenari emissivi corrispondenti ad azioni e politiche di risanamento.

L'inventario regionale è realizzato mediante il software INEMAR (INventario EMissioni ARia), strumento messo a punto e progressivamente aggiornato nell'ambito di una convenzione interregionale⁴.

La metodologia di riferimento implementata in INEMAR è quella EMEP-CORINAIR contenuta nel documento "EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019".

La classificazione delle emissioni secondo tale metodologia prevede l'impiego della codifica **SNAP** (Selected Nomenclature for sources of Air Pollution) e lo svolgimento delle stime in funzione di essa; le attività antropiche e naturali che possono dare origine ad emissioni in atmosfera sono ripartite in **11 macrosettori**.

MS1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili: comprende le emissioni associate alla produzione di energia su ampia scala mediante processi di combustione controllata in caldaie, turbine a gas e motori stazionari.

MS2 - Combustione non industriale: comprende le emissioni associate ai processi di combustione non di tipo industriale e principalmente finalizzati alla produzione di calore (riscaldamento).

MS3 - Combustione industriale: comprende le emissioni associate ai processi di combustione per la produzione in loco di energia necessaria all'attività industriale.

MS4 - Processi Produttivi: comprende le emissioni associate dai processi industriali non legati alla combustione

MS5 - Estrazione e distribuzione di combustibili: comprende le emissioni dovute ai processi di produzione, distribuzione, stoccaggio di combustibile solido, liquido e gassoso e riguarda sia le attività sul territorio che quelle off-shore.

MS6 - Uso di solventi: comprende le emissioni prodotte dalle attività che prevedono l'utilizzo di prodotti contenenti solventi o la loro produzione.

MS7 - Trasporto su strada: include tutte le emissioni dovute alle automobili, ai veicoli commerciali leggeri e pesanti, ai motocicli, ciclomotori e agli altri mezzi di trasporto su gomma, comprendendo sia le emissioni dovute allo scarico sia quelle da usura dei freni, delle ruote e della strada

MS8 - Altre sorgenti mobili e macchinari: comprende le emissioni prodotte dal traffico aereo, marittimo, fluviale, ferroviario e dai mezzi a motore non transitanti sulla rete stradale

MS9 - Trattamento e smaltimento rifiuti: comprende le emissioni provenienti dalle attività di trattamento e smaltimento dei rifiuti

⁴ Inemar è stato realizzato nel periodo 1999-2000 dalla Regione Lombardia, con una collaborazione della Regione Piemonte. Dal 2003 è gestito e sviluppato da ARPA Lombardia; dal 2006 il suo utilizzo è condiviso nel quadro di un accordo interregionale, per gli inventari delle emissioni di Lombardia, Piemonte, Emilia Romagna, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Puglia e le Province Autonome di Trento e di Bolzano.

MS10 - Agricoltura e allevamenti: il macrosettore 10 comprende le emissioni prodotte da tutte le pratiche agricole quali coltivazioni e allevamenti.

MS11 - Altre sorgenti e assorbimenti: il macrosettore 11 comprende le emissioni generate dall'attività fitologica di piante, arbusti ed erba, da fulmini, emissioni spontanee di gas, emissioni dal suolo e da vulcani, da combustione naturale e dalle attività antropiche quali foreste gestite e combustione dolosa di boschi.

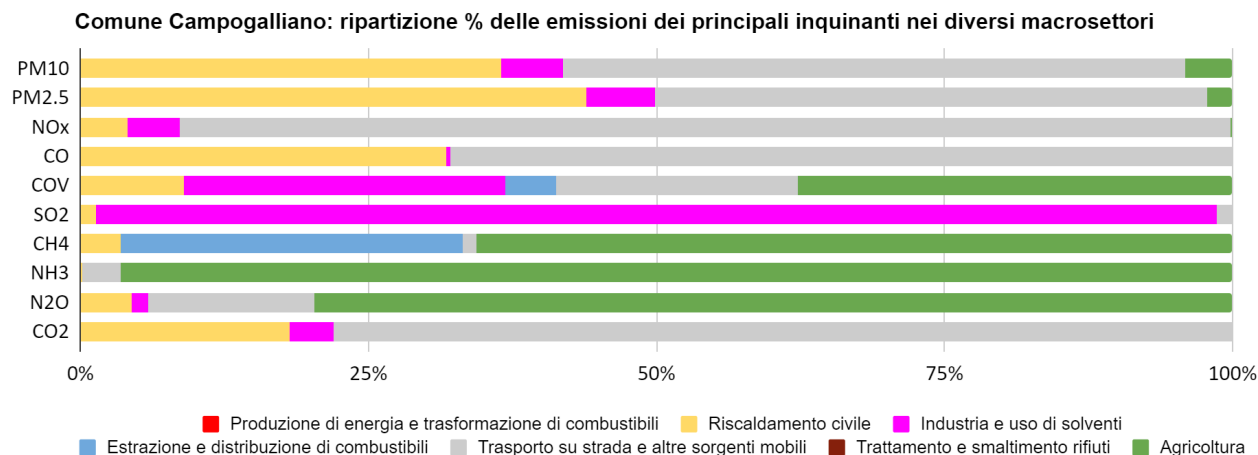
L'aggiornamento più recente dell'**inventario regionale delle emissioni in atmosfera** è relativo all'anno **2017**⁵. Dall'inventario regionale è possibile desumere le emissioni della provincia di Modena e del comune di Campogalliano nello specifico.

Emissioni in t/anno - comune di Campogalliano - Inemar 2017

MACROSETTORI		Polveri PM10	Polveri PM2.5	Ossidi di azoto NOx	Monossido di carbonio CO	Composti Organici Volatili COV	Biossido di zolfo SO2	Metano CH4	Ammoniaca NH3	Protossido di azoto N2O	Anidride carbonica CO2
MS1	Produzione di energia e trasformazione di combustibili	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
MS2	Riscaldamento civile	15,2	15,0	18,7	142,1	16,4	0,7	11,7	0,3	0,9	24314
MS3+MS4+MS6	Industria e uso di solventi	2,2	2,0	20,9	1,6	50,6	45,1	0,1	0,0	0,3	5192
MS5	Estrazione e distribuzione di combustibili	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	100,6	0,0	0,0	0
MS7+MS8	Trasporto su strada e altre sorgenti mobili	22,4	16,4	420,5	303,6	38,1	0,6	4,1	5,1	2,9	104694
MS9	Trattamento e smaltimento rifiuti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
MS10	Agricoltura	1,7	0,8	0,6	0,0	68,4	0,0	222,8	148,7	16,1	0
MS11	Altre sorgenti e assorbimenti	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	-804
Totale Comune Campogalliano		41,5	34,1	460,8	447,2	186,6	46,3	339,3	154,1	20,2	133396,0

Il grafico che segue, relativo al contributo % di ogni singolo macrosettore al carico emissivo dei diversi inquinanti, permette di individuare le fonti che hanno un maggior impatto e quindi dove potenzialmente si devono indirizzare le misure di riduzione degli inquinanti.

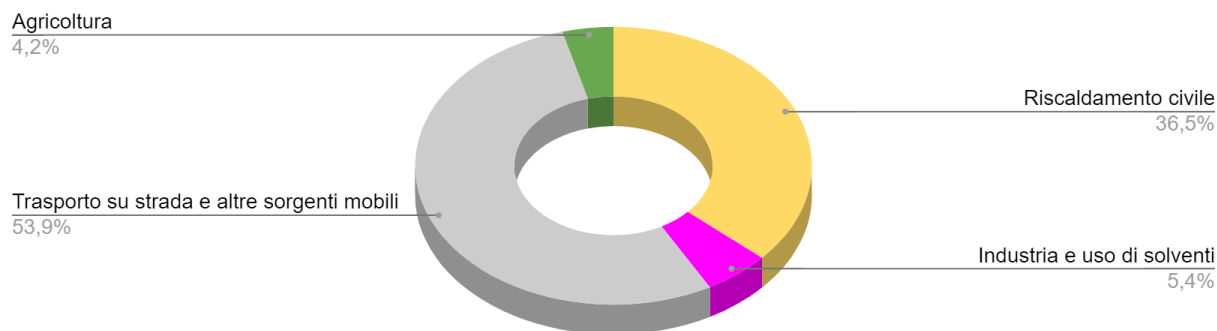
⁵ La pubblicazione del report "Aggiornamento dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera dell'Emilia-Romagna relativo all'anno 2017" -(inemar-er 2017) è scaricabile all'indirizzo https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/inventario-emissioni/inventario_emissioni_2017.pdf



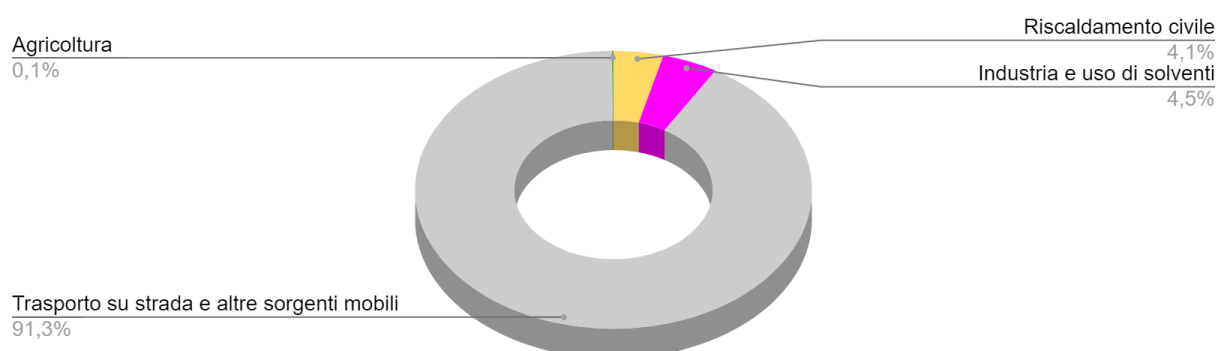
- Inquinamento diretto da **polveri PM10**: il maggiore contributo è dovuto al trasporto su strada e altre sorgenti mobili (MS7+MS8 - 53,9%) e alla combustione non industriale (MS2 - 36,5%), seguiti dall'industria e uso di solventi (MS3+MS4+MS6 - 5,4%) e infine dall'agricoltura (MS10 - 4,2%); per il **PM₁₀** è preponderante l'apporto delle attività di combustione di biomasse legnose, dei mezzi di trasporto ad alimentazione diesel, oltre ad usura di freni e pneumatici e abrasione del manto stradale prodotti da tutti i mezzi di trasporto;
- **ossidi di azoto (NOx)**: la fonte principale è il trasporto su strada e altre sorgenti mobili (MS7+MS8 - 91,3%), seguito dall'industria e uso di solventi (MS3+MS4+MS6 - 4,5%) e dalla combustione non industriale (MS2 - 4,1%); gli ossidi di azoto sono inoltre precursori della formazione di particolato e di ozono;
- **monossido di carbonio (CO)**: le fonti principali sono il trasporto su strada e altre sorgenti mobili (MS7+MS8 - 67,9%) e la combustione non industriale (MS2 - 31,8%)
- **composti organici volatili non metanici COVNM**, precursori, assieme agli ossidi di azoto, di particolato secondario e ozono: derivano soprattutto dall'utilizzo di solventi nel settore industriale e civile (MS3+MS4+MS6 - 27,1%) e dal trasporto su strada e altre sorgenti mobili (MS7+MS8 -20,4%); significativa risulta anche la produzione di **COVNM di origine biogenica** da specie agricole e vegetazione (MS10 e MS11 - 39,5%)
- **biossido di zolfo (SO₂)**, importante precursore della formazione di particolato secondario, anche a basse concentrazioni: prodotto principalmente da combustione nell'industria (MS3+MS4+MS6 - 97,3%)
- **metano (CH₄)**, gas serra: deriva principalmente dalla zootecnia (MS10 -65,7%) e dalla distribuzione del metano stesso e sue emissioni fuggitive (MS5 - 29,6%).
- **ammoniaca (NH₃)**, deriva quasi completamente da pratiche agricole e zootecnia (MS10 - 96,5%); si precisa che è anche uno dei precursori di particolato secondario
- **protossido di azoto (N₂O)**, gas serra: è quasi interamente dovuto a coltivazioni e allevamenti (MS10 -79,7%)
- **anidride carbonica (CO₂)** (si rimanda alla tabella), gas serra: prodotta dal trasporto su strada e altre sorgenti mobili (MS7+MS8 - 78,5%) e dalla combustione non industriale (MS2 - 18,2%), da processi di combustione industriale (MS3+MS4+MS6 - 3,9%).

Qui di seguito si propongono due grafici che permettono una lettura rapida dei contributi dei singoli macrosettori alle emissioni di particolato PM10 primario e ossidi di azoto.

Comune Campogalliano: contributo % dei macrosettori alle emissioni di PM10



Comune Campogalliano: contributo % dei macrosettori alle emissioni di NOx



La tabella seguente confronta i carichi emissivi del comune di Campogalliano con quelli del comune capoluogo e quelli dell'intero territorio provinciale, sia in termini assoluti che percentuali.

Emissioni totali (t/anno)	Polveri PM10	Polveri PM2.5	Ossidi di azoto NOx	Monossido di carbonio CO	Composti Organici Volatili COV	Biossido di zolfo SO2	Metano CH4	Ammoniaca NH3	Protossido di azoto N2O	Anidride carbonica CO2
Comune Campogalliano	41	34	461	447	187	46	339	154	20	133396
Comune Modena	298	261	2312	3868	2024	214	5603	491	82	987757
Provincia Modena	1850	1578	9763	18670	15707	4175	28037	6755	920	3872855
contributo % Comune Campogalliano/Comune Modena	13,9%	13,1%	19,9%	11,6%	9,2%	21,6%	6,1%	31,4%	24,8%	13,5%
contributo % Comune Campogalliano/Provincia Modena	2,2%	2,2%	4,7%	2,4%	1,2%	1,1%	1,2%	2,3%	2,2%	3,4%

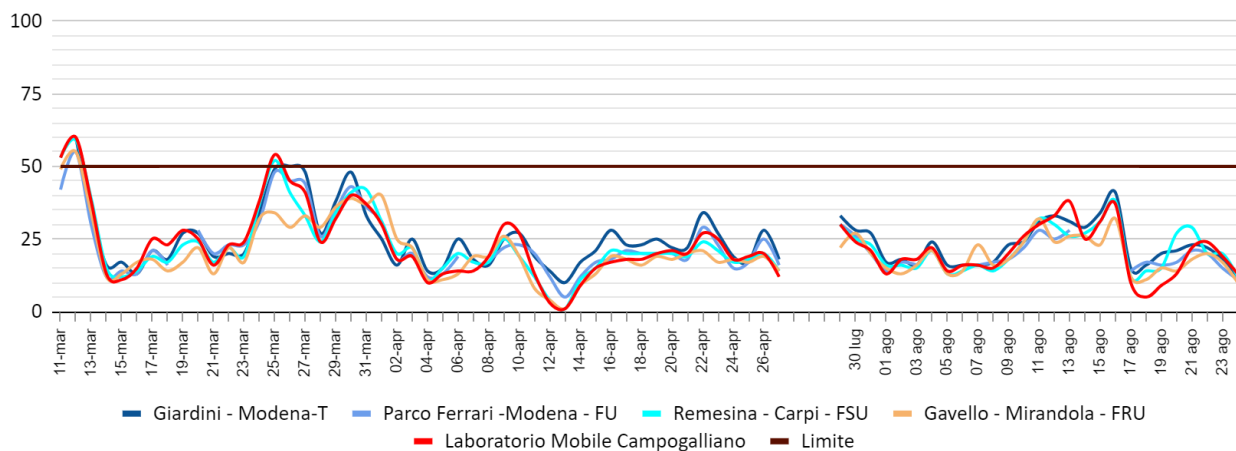
Il contributo del Comune di Campogalliano sulle emissioni totali di polveri PM10 della Provincia è pari al 2,2%, mentre per quanto riguarda NO_x del 4,7%; se invece confrontiamo Campogalliano con il comune capoluogo, le emissioni si attestano per PM10 del 13,9% e per NO_x del 19,9%.

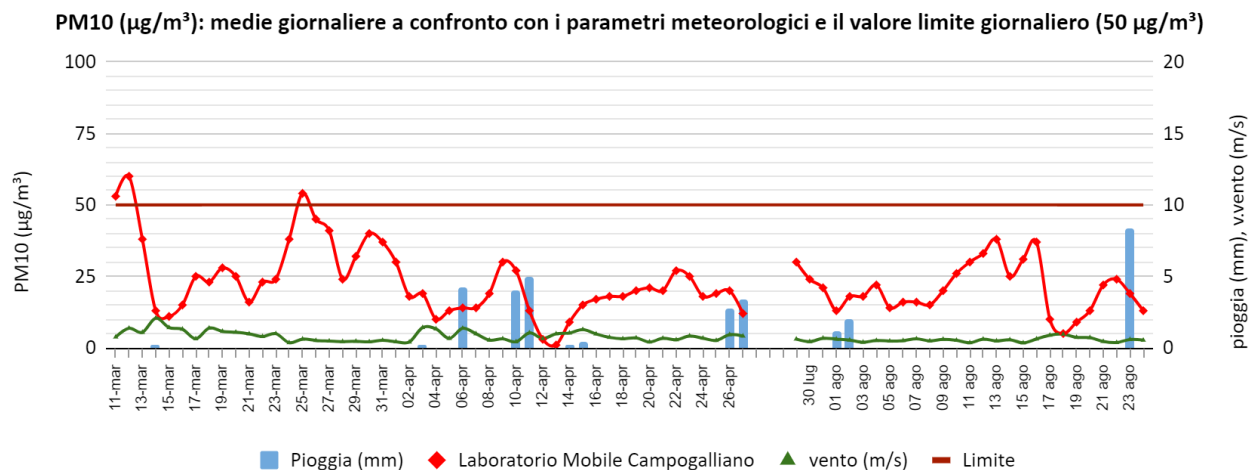
INQUINANTI RILEVATI

Polveri PM10

Stazioni	Laboratorio Mobile Campogalliano	Giardini - Modena-T	Parco Ferrari -Modena - FU	Remesina - Carpi - FSU	Gavello - Mirandola - FRU
Elaborazione dati giornalieri - Campagna Invernale					
Dati validi (%)	100	98	96	100	100
Minimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<3	10	5	<3	<3
Massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	60	60	55	59	55
Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24	25	24	23	21
n° sup.VL giornaliero	3	1	1	3	1
Elaborazione dati giornalieri - Campagna Estiva					
Dati validi (%)	100	100	78	100	100
Minimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5	12	11	12	10
Massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	38	41	30	38	32
Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	21	23	19	21	19
n° sup.VL giornaliero	0	0	0	0	0
Confronto con la normativa - Anno 2020					
Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	===	33	31	30	28
n° sup.VL giornaliero	===	75	58	57	51
D.Lgs 155/2010					
Valore Limite giornaliero = 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Max 35 giorni di superamento/anno					
Valore Limite annuale = 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite					

PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$): medie giornaliere a confronto con il valore limite giornaliero (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)





Le concentrazioni giornaliere di polveri rilevate dal Laboratorio Mobile nelle due campagne di monitoraggio sono risultate simili a quelle delle stazioni di confronto, sia nei livelli registrati che negli andamenti.

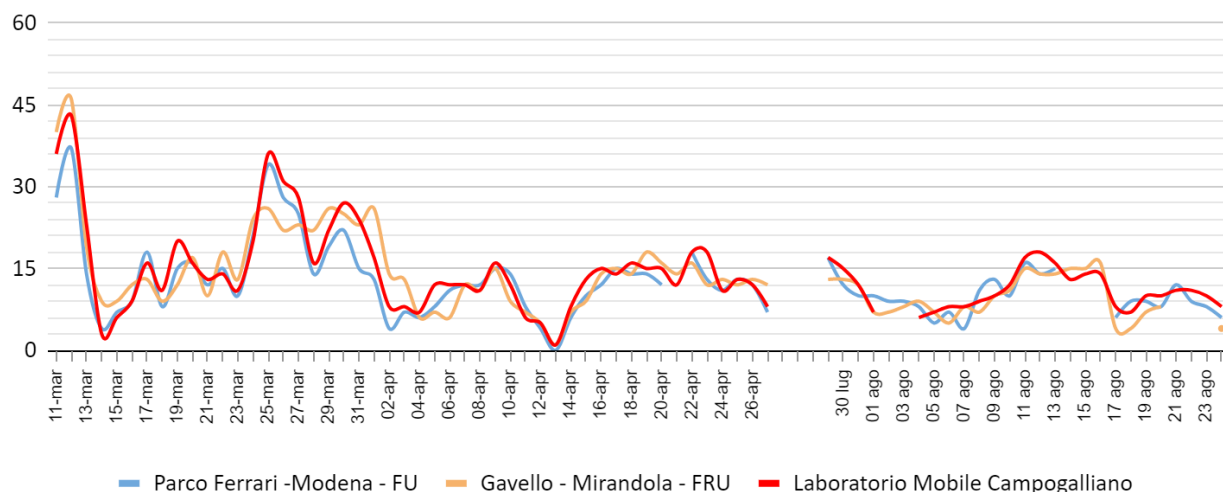
La campagna estiva non evidenzia particolari criticità a carico di questo inquinante come normalmente è possibile attendersi da questa stagione, favorevole alla dispersione degli inquinanti in atmosfera: tutte le postazioni esaminate hanno registrato concentrazioni di PM10 simili tra di loro e sempre al di sotto del Valore Limite Giornaliero.

La campagna invernale si è svolta durante un periodo in cui sono maggiormente consistenti le emissioni derivanti dalle sorgenti riscaldamento civile e traffico che vanno a sommarsi alle emissioni normalmente presenti, ed è stata parzialmente caratterizzata da condizioni meteorologiche che hanno favorito il ristagno di questo inquinante; le concentrazioni più contenute si sono rilevate nelle giornate in cui hanno prevalso condizioni di spiccata instabilità meteorologica (13 - 14 marzo, 9 - 13 aprile). A Campogalliano, così come a Remesina, sono stati registrati 3 superamenti del Valore limite Giornaliero ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) contro 1 superamento rilevato a Giardini, Parco Ferrari e Gavello.

Polveri PM2,5

Stazioni	Laboratorio Mobile Campogalliano	Parco Ferrari -Modena - FU	Gavello - Mirandola - FRU
Elaborazione dati giornalieri - Campagna Invernale			
Dati validi (%)	100	96	100
Minimo (µg/m³)	<3	<3	<3
Massimo (µg/m³)	43	37	46
Media (µg/m³)	15	14	15
Elaborazione dati giornalieri - Campagna Estiva			
Dati validi (%)	93	89	89
Minimo (µg/m³)	6	4	4
Massimo (µg/m³)	18	17	16
Media (µg/m³)	11	10	10
Confronto con la normativa - Anno 2020			
Media annuale (µg/m³)	===	19	20
D.Lgs 155/2010			
Valore Obiettivo = 25 µg/m³			
Valore Limite Annuale = 25 µg/m³			
■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite			

PM 2,5 (µg/m³): medie giornaliere

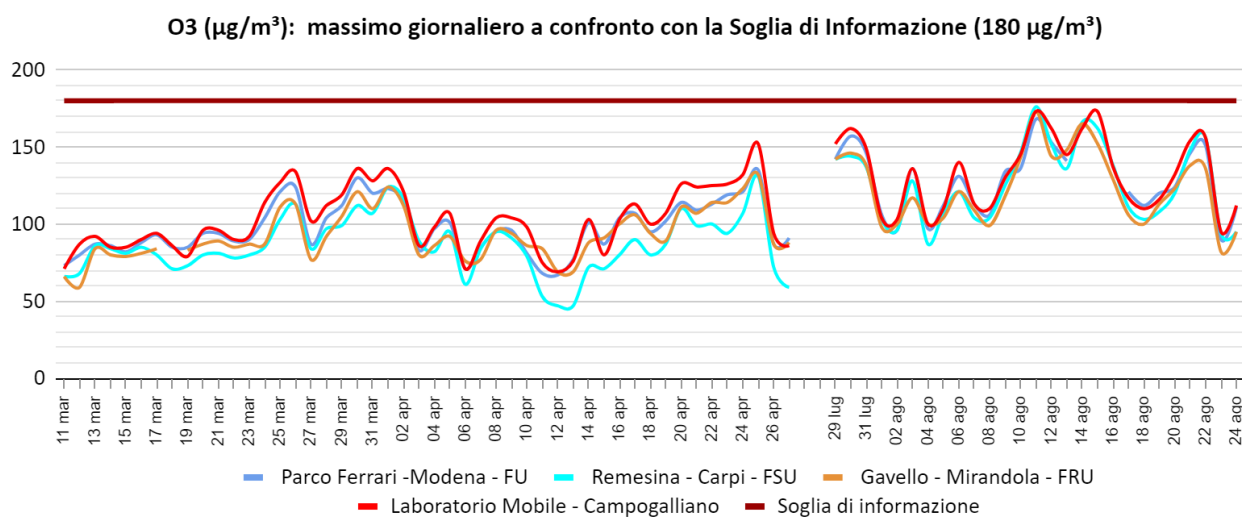
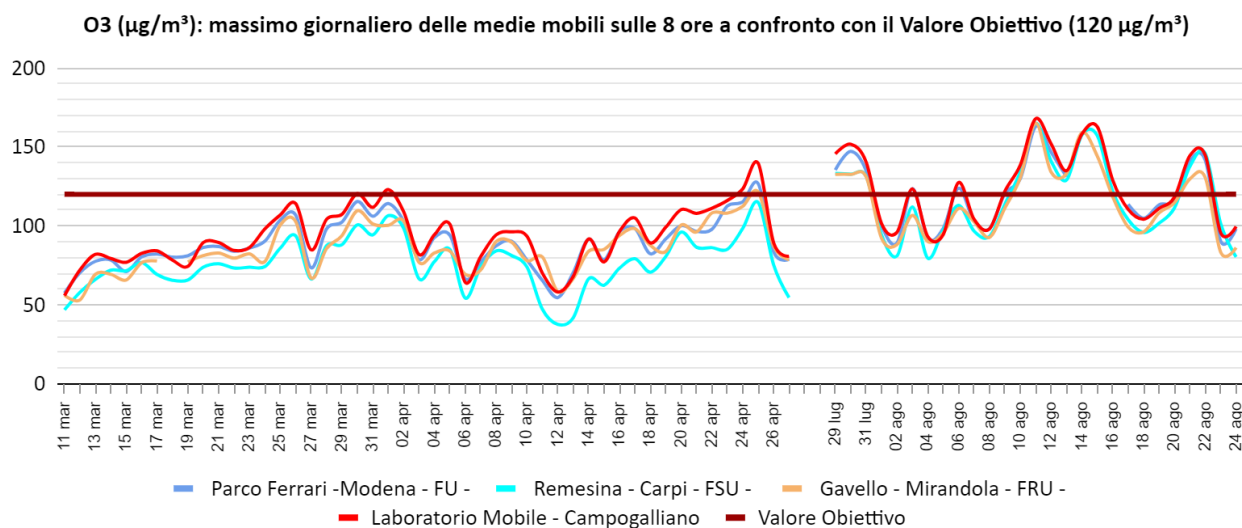


Le concentrazioni giornaliere di Polveri PM2.5 rilevate a Campogalliano nelle due campagne di monitoraggio, sono risultate simili a quelle delle stazioni di fondo prese a riferimento, con andamenti ben correlati; come già osservato per il PM10, la campagna invernale ha registrato livelli superiori rispetto il periodo estivo, in particolare nel mese di marzo. In entrambi i periodi di misura si è osservato che la frazione PM2.5 ha rappresentato una componente significativa contribuendo a Campogalliano, in termini di massa, al 68% della massa del PM10 nella stagione invernale e al 54% nella stagione estiva. Tale differenza è riconducibile sia alle emissioni di particolato fine derivante dai processi di combustione che a processi di

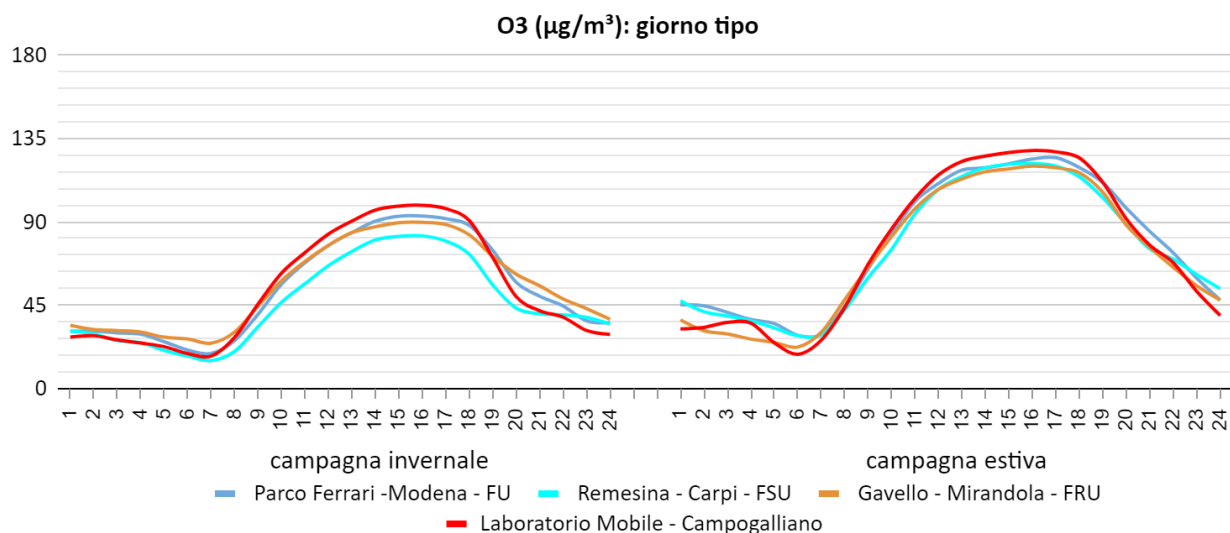
formazione di particolato secondario che in inverno sono favoriti dalle particolari condizioni meteo - climatiche. Anche nella stazione fissa di Gavello si è osservato il medesimo comportamento con un rapporto PM2.5/PM10 pari al 73% nella stagione invernale e 44% nella stagione estiva, mentre a Parco Ferrari la differenza in percentuale tra le due stagioni è risultata non significativa ossia 54% in inverno e 53% in estate. Non è possibile fare valutazioni circa il rispetto della normativa in quanto, per questo inquinante, esiste solamente un valore limite annuale fissato a 25 µg/m³.

Ozono (O3)

Stazioni	Laboratorio Mobile Campogalliano	Parco Ferrari -Modena - FU	Remesina - Carpi - FSU	Gavello - Mirandola - FRU
Elaborazione dati orari- Campagna Invernale				
Dati validi (%)	100	99	100	98
Minimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<8	<8	<8	<8
Massimo h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	152	135	131	132
Massimo media mob 8h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	140	127	115	122
Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	54	54	46	55
n° ore sup.Soglia di Informazione	0	0	0	0
n° gg. sup. Valore Obiettivo	4	1	0	1
Elaborazione dati orari- Campagna Estiva				
Dati validi (%)	100	91	99	100
Minimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<8	<8	<8	<8
Massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	173	168	176	173
Massimo media mob 8h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	168	163	165	165
Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	76	78	75	73
n° ore sup.Soglia di Informazione	0	0	0	0
n° gg. sup. Valore Obiettivo	15	12	12	11
Confronto con la normativa - Anno 2020				
n° ore sup.Soglia di Informazione	===	14	1	1
n° gg. sup. Valore Obiettivo	===	67	29	44
D.Lgs 155/2010				
Soglia di Informazione (S.I.) = 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media oraria da non superare)				
Valore Obiettivo (V.O.) = 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valore massimo della media mobile su 8 ore da non superare per più di 25 volte all'anno come media degli ultimi 3 anni)				
■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite				



Nel sito di indagine, le concentrazioni di Ozono risultano simili a quanto misurato nella stazione di fondo di Parco Ferrari a Modena; per tutte le postazioni esaminate i livelli di questo inquinante sono risultati superiori nella stagione estiva in quanto legati agli incrementi della radiazione solare e delle elevate temperature a cui normalmente si assiste in questo periodo. A Campogalliano, così come in tutte le postazioni esaminate, si sono registrati superamenti del Valore Obiettivo ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) durante la campagna estiva; sia nel sito indagato che nelle stazioni fisse prese a riferimento, non si sono registrati superamenti della Soglia di Informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

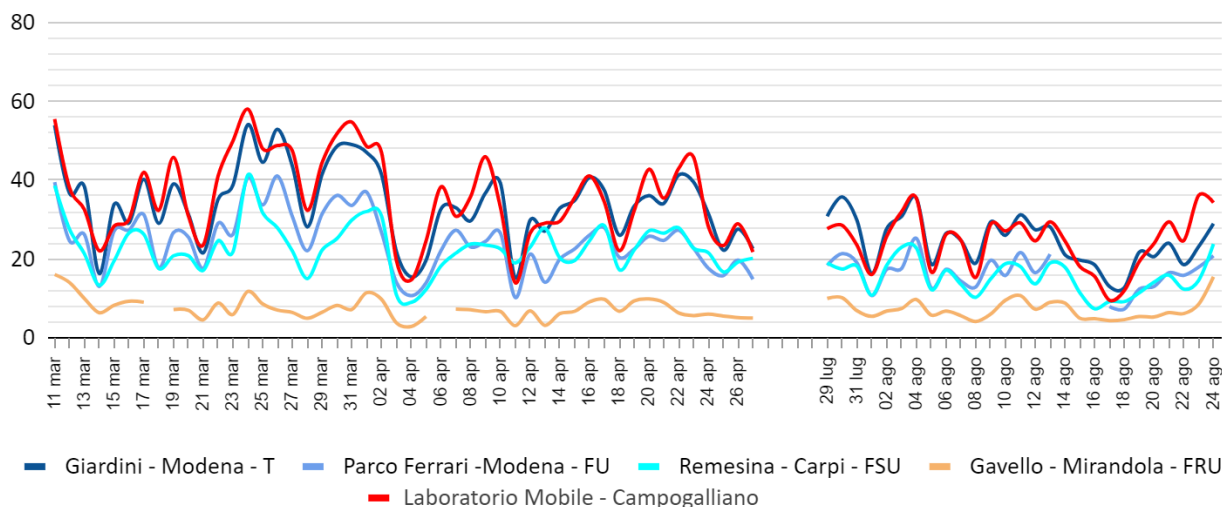


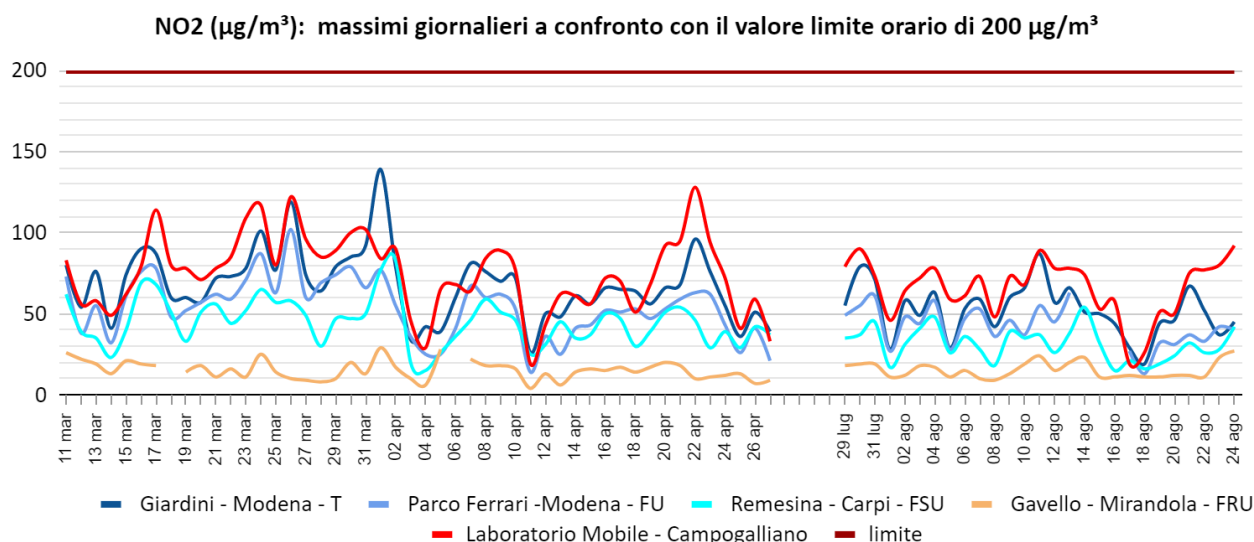
Il grafico del giorno tipico, analogamente a quanto già osservato, evidenzia concentrazioni di Ozono superiori nella stagione estiva rispetto a quella invernale: in entrambe le campagne si osserva un trend in aumento a partire dalle ore del tardo mattino per raggiungere concentrazioni più elevate nelle ore pomeridiane, dalle 14 alle 17 poco dopo le ore di massimo irraggiamento. Le concentrazioni di Ozono nelle ore centrali della giornata sono risultate, nel periodo invernale, lievemente superiori a Campogalliano rispetto le stazioni fisse, mentre in quello estivo i livelli appaiono simili in tutte le postazioni esaminate.

Biossido di azoto (NO₂)

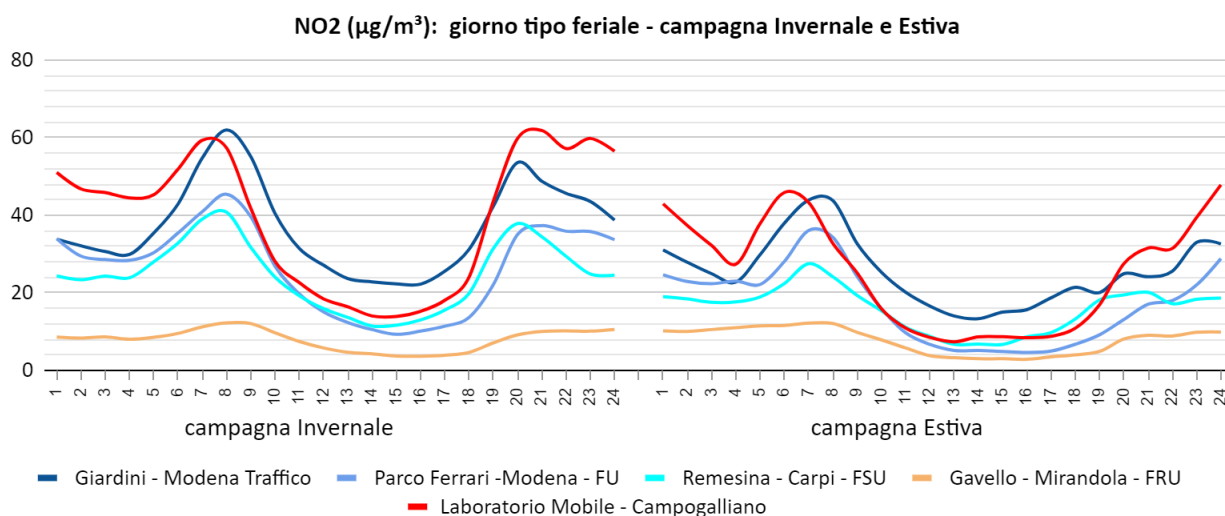
Stazioni	Laboratorio Mobile Campogalliano	Giardini - Modena - T	Parco Ferrari -Modena - FU	Remesina - Carpi - FSU	Gavello - Mirandola - FRU
Elaborazione dati orari- Campagna Invernale					
Dati validi (%)	99	100	99	100	97
Minimo (µg/m ³)	<8	<8	<8	<8	<8
Massimo (µg/m ³)	128	139	102	83	29
Media (µg/m ³)	36	34	25	23	7
n° sup.VL giornaliero	0	0	0	0	0
Elaborazione dati orari- Campagna Estiva					
Dati validi (%)	99	100	89	100	99
Minimo (µg/m ³)	<8	<8	<8	<8	<8
Massimo (µg/m ³)	92	87	63	54	27
Media (µg/m ³)	24	24	16	15	<8
n° sup.VL giornaliero	0	0	0	0	0
Confronto con la normativa - Anno 2020					
Media annuale (µg/m ³)	===	34	25	26	13
n° sup.VL giornaliero	===	0	0	0	0
D.Lgs 155/2010					
Valore Limite orario= 200 µg/m³ (media oraria da non superare più di 18 volte in un anno)					
Valore Limite annuale = 40 µg/m³ (media annua)					
■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite					

NO₂ (µg/m³): medie giornaliere





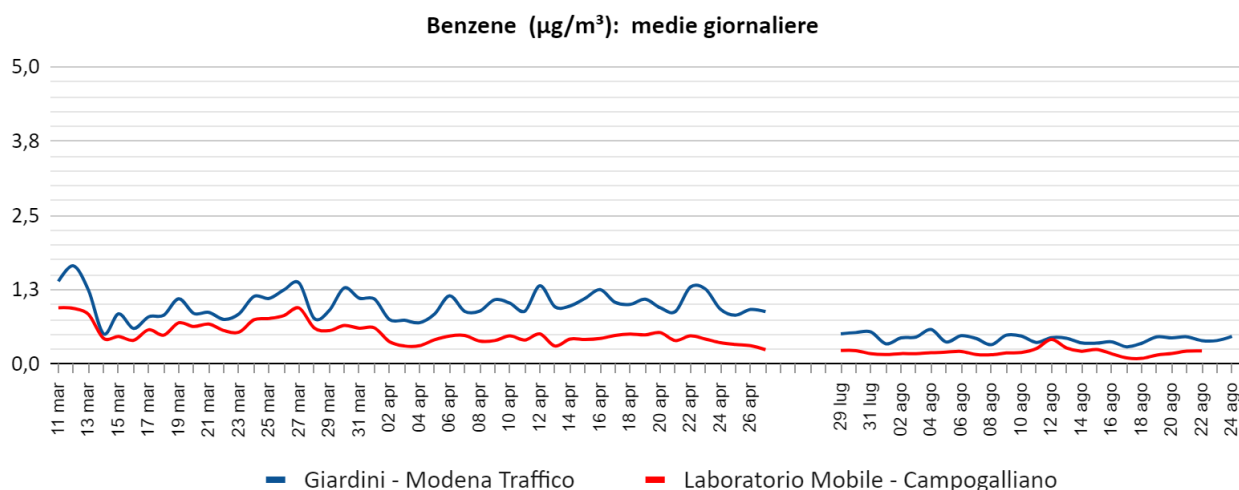
I livelli medi di NO₂ rilevati a Campogalliano, in entrambe le campagne, sono risultati simili alla stazione da traffico di Giardini di Modena; tale condizione è anche determinata dalla presenza dell'autostrada A22 ubicata a 230 metri in linea d'aria dal sito indagato. In ogni postazione considerata non si sono registrati superamenti del Valore Limite Orario (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) per la protezione della salute umana.



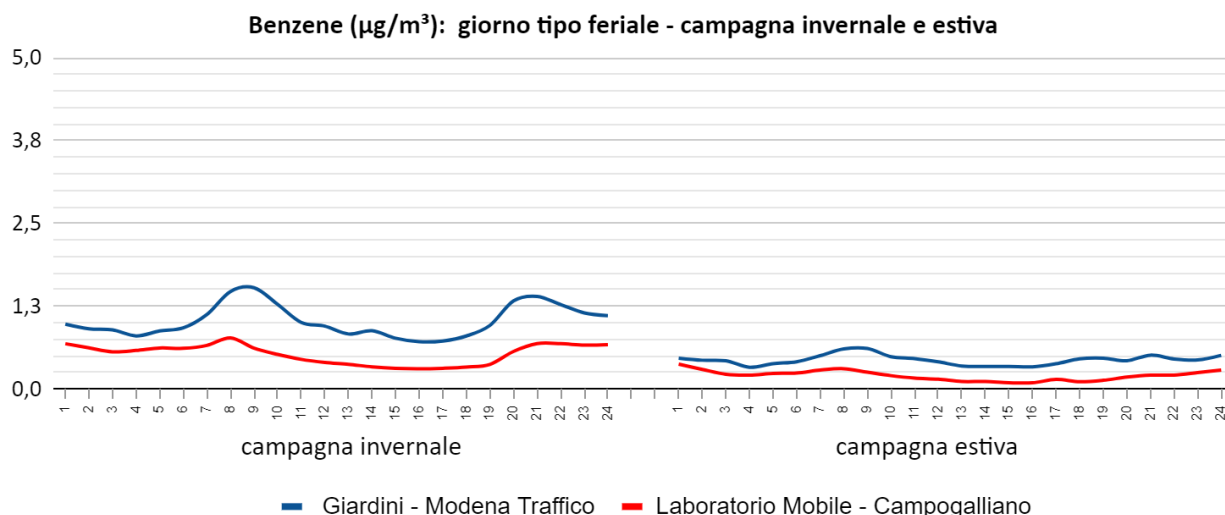
Il giorno tipo feriale, per tutte le postazioni considerate, mostra un andamento bimodale, più evidente nella campagna invernale, con una flessione nelle ore centrali della giornata; le concentrazioni maggiori si osservano nelle ore mattutine e serali (6-8 e 18-21) e sono prevalentemente legate alle emissioni dovute sia agli spostamenti casa-lavoro che alla presenza dell'Autostrada A22, modulate dalla meteorologia. Questo andamento risulta evidente per tutte le postazioni considerate ad esclusione della stazione rurale di Gavello che non risente di emissioni locali dovute al traffico, visto che ha l'obiettivo di misurare i livelli di inquinamento dovuto a fenomeni di trasporto sul lungo raggio.

BTEX (Benzene, Toluene, Etilbenzene, Xileni)

Stazioni	Laboratorio Mobile Campogalliano	Giardini - Modena - T
Elaborazione dati orari- Campagna Invernale		
Dati validi (%)	94	93
Minimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,2	0,3
Massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2,6	5,2
Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,5	1,0
Elaborazione dati orari- Campagna Estiva		
Dati validi (%)	89	91
Minimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<0,1	<0,1
Massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2,5	1,3
Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,2	0,4
Confronto con la normativa - Anno 2020		
Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	===	1,1
D.Lgs 155/2010		
Valore Limite annuale = 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media annua)		
 ≤ Valore Limite > Valore Limite		



Le concentrazioni di Benzene a Campogalliano risultano inferiori a quanto rilevato nella stazione da traffico di Giardini a Modena sia nella campagna estiva che in quella invernale; in entrambe le postazioni considerate, i livelli di questo inquinante appaiono estremamente contenuti e lontani dal Valore Limite Annuale imposto dalla normativa di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Il giorno tipo feriale, per entrambe le postazioni prese in esame, mostra, analogamente a quanto osservato per l'NO₂, un andamento bimodale, particolarmente evidente nella campagna invernale: le concentrazioni maggiori si osservano nelle ore mattutine in corrispondenza dei maggiori flussi veicolari prevalentemente legate agli spostamenti casa-lavoro e nelle ore serali, con un leggero effetto di accumulo a partire dalle 18 - 19, orario di picco serale dei flussi di traffico.

Per quanto riguarda Toluene, Etilbenzene e Xileni, tenuto conto che la normativa italiana non prevede valori limite in aria ambiente per questi composti e pertanto non è possibile fare valutazioni circa il rispetto o meno della normativa stessa, si riporta di seguito una sintesi delle concentrazioni rilevate durante la campagna.

			Minimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
TOLUENE	campagna invernale	LM-Campogalliano	0,1	10,7	1,0
		Giardini - Modena - T	0,5	26,0	4,8
	campagna estiva	LM-Campogalliano	<01	10,1	1,0
		Giardini - Modena - T	0,4	19,6	3,6
ETILBENZENE	campagna invernale	LM-Campogalliano	<0,1	1,1	0,1
		Giardini - Modena - T	<0,1	3,0	0,3
	campagna estiva	LM-Campogalliano	<0,1	0,9	<0,1
		Giardini - Modena - T	<0,1	0,8	0,2
XILENI TOTALI	campagna invernale	LM-Campogalliano	<0,1	8,4	0,5
		Giardini - Modena - T	0,3	19,2	2,5
	campagna estiva	LM-Campogalliano	<0,1	7,1	0,4
		Giardini - Modena - T	0,2	6,0	1,9

I valori misurati, se raffrontati con i Valori Guida Internazionali (vedi tabella seguente), sono estremamente contenuti.

Valori Guida Internazionali			
Composto	Valore Guida	Periodo Riferimento	Fonte
Toluene	260 µg/m ³	media settimanale	WHO - Air Quality Guide lines Anno 2000
Etil Benzene	*RfC: 1000 µg/m ³	media 24 ore	EPA – Integrated Risk Information System Anno 1991
Xileni	4800 µg/m ³	media 24 ore	WHO - International Programme of Chemical Safety - Anno 1997
*RfC= Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure			

Stima Dei Valori Annuali

Le elaborazioni precedentemente riportate valutano, per ogni inquinante misurato nel sito di indagine, i valori medi e massimi rilevati durante la campagna di monitoraggio, confrontati con quanto rilevato nello stesso periodo nelle stazioni fisse collocate nella zona urbana; le elaborazioni sono quindi riferite ad un periodo limitato di tempo.

Tenuto conto che la normativa prevede valori limite per ogni inquinante da valutare sull'anno solare, per poter estendere temporalmente gli esiti dei monitoraggi effettuati è necessario applicare una procedura statistica che, basandosi sulla stazione di monitoraggio della rete provinciale meglio correlata con il sito in esame, permette di stimare il valore della media annuale e il numero dei superamenti annui per i parametri più critici, quali NO₂ e PM10, partendo dai dati misurati nel monitoraggio di breve durata.

Nel caso in esame, la procedura di stima evidenzia una buona correlazione con la stazione di Parco Ferrari a Modena, ossia le concentrazioni misurate nel sito di Campogalliano e nella stazione fissa presa in esame, seppure con livelli diversi, seguono nel tempo analoghi andamenti.

Le stime riportate nella tabella seguente forniscono pertanto un'indicazione di massima della qualità dell'aria nella zona monitorata su base annuale.






NO₂	Dati Stimati Campogalliano via Mattei	Stazione meglio correlata Parco Ferrari - Modena stazione di fondo
Media annuale stimata (valore limite annuale 40 µg/m ³)	Media annuale stimata: < 40 µg/m³	Media annuale 2020 = 25 µg/m³
N° sup. stimati del Valore Limite orario (200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte in un anno)	N° superamenti annui stimati: < 18	N° superamenti anno 2020 = 0
		Indice di correlazione R = 0,82
PM10	Dati Stimati Campogalliano via Mattei	Stazione meglio correlata Parco Ferrari - Modena stazione di fondo
Media annuale stimata (valore limite annuale 40 µg/m ³)	Media annuale stimata: < 40 µg/m³	Media annuale 2020 = 31 µg/m³
N° sup. stimati del Valore Limite giornaliero (50 µg/m ³ da non superare più di 35 giorni in un anno)	N° superamenti annui stimati: >35	N° superamenti anno 2020 = 58
		Indice di correlazione R = 0,94

Indice di Qualità dell'Aria

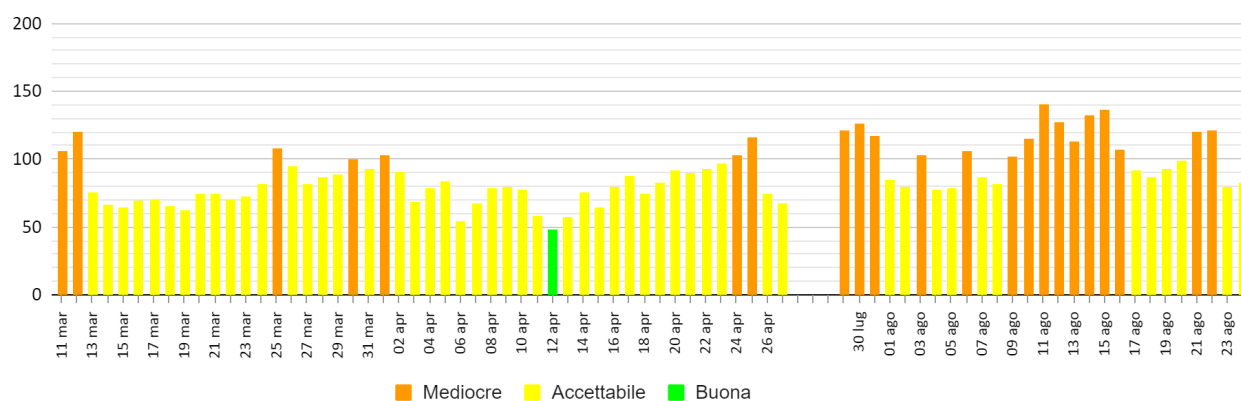
L'indice di qualità dell'aria rappresenta un modo semplice ed immediato per valutare il livello qualitativo della qualità dell'aria nel sito indagato; l'indice viene costruito tenendo conto dei livelli misurati degli inquinanti atmosferici e dei relativi valori limite per la protezione della salute umana. In Emilia Romagna, l'indice viene calcolato considerando, in particolare, i livelli di PM10, NO₂ e O₃ che nella nostra regione rappresentano gli inquinanti più critici⁶.

I valori dell'indice sono stati raggruppati in cinque classi con una ampiezza degli intervalli uniforme e pari a 50. La tabella seguente riporta le classi identificate con i corrispondenti intervalli di valori numerici e cromatismi.

Di seguito è riportato il valore giornaliero dell'indice di qualità durante le due campagne di monitoraggio.

Valori dell'indice	Cromatismi	Qualità dell'aria
< 50		Buona
50-99		Accettabile
100-149		Mediocre
150-199		Scadente
> 200		Pessima

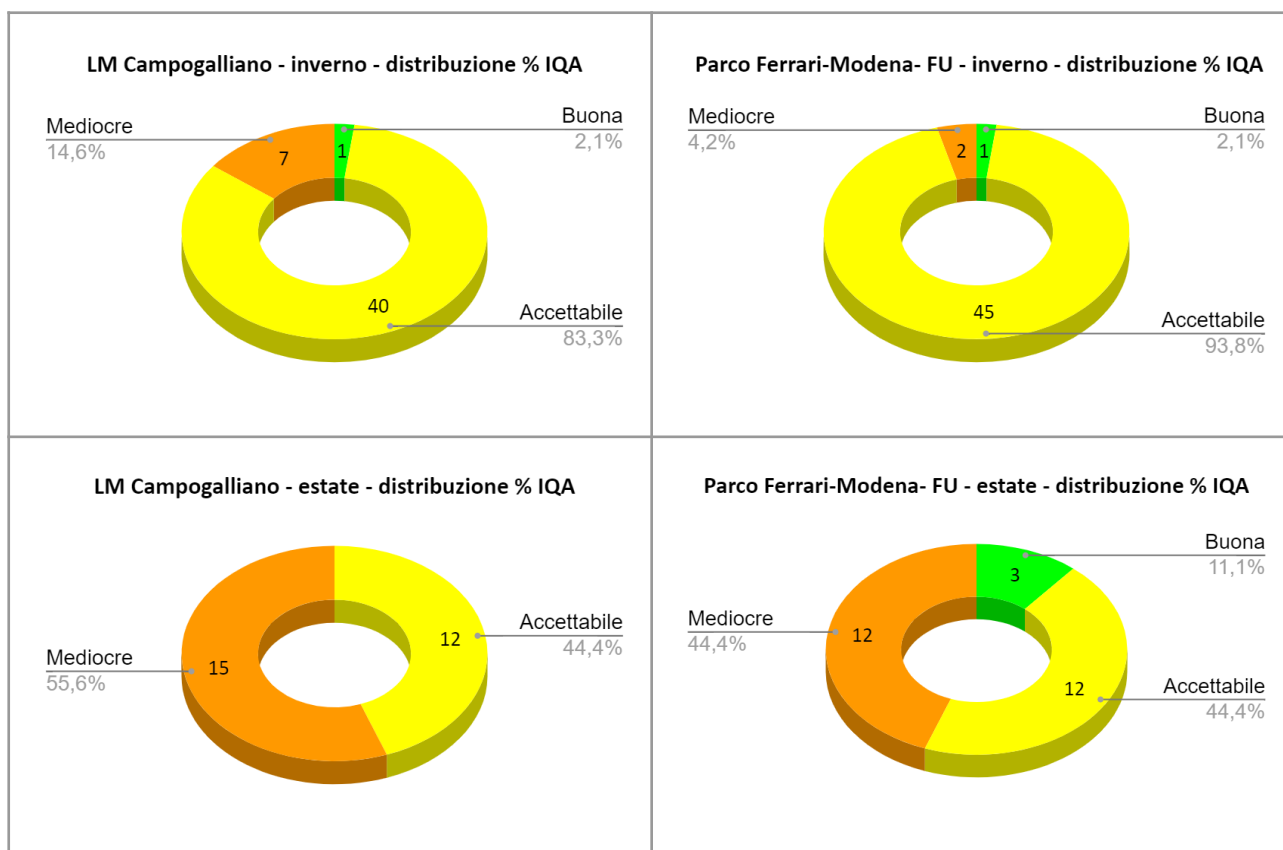
Laboratorio Mobile Campogalliano: Indice di Qualità dell'Aria giornaliero



Nella campagna invernale la qualità dell'aria a Campogalliano è stata prevalentemente "Accettabile" (40 giorni), e in misura "Mediocre" (7 giorni); l'attribuzione alle diverse classi è stata determinata, fino al 25 marzo, dalle concentrazioni di PM10 e successivamente, con il progressivo passaggio alla stagione primaverile caratterizzata da un aumento delle temperature ed un maggior irraggiamento solare, dai livelli di Ozono. Le giornate definite "Mediocre" (11, 12 e 25 marzo) hanno registrato superamenti del Valore Limite Giornaliero (50 µg/m³) per il PM10 mentre per quelle successive (30 marzo, 1, 24, 25 aprile) l'attribuzione a questa classe è imputabile a superamenti del Valore Obiettivo per l'Ozono (120 µg/m³).

Nella campagna estiva la qualità dell'aria è stata prevalentemente "Mediocre" (15 giorni) ed in misura minore "Accettabile" (12 giorni); l'attribuzione alle diverse classi è da ricondurre esclusivamente ai livelli di O₃, inquinante legato all'incremento della radiazione solare e delle temperature a cui normalmente si assiste in questa stagione. In particolare nel sito indagato le giornate in cui la qualità dell'aria è stata definita "Mediocre" hanno registrato superamenti del Valore Obiettivo (120 µg/m³).

⁶ Per ulteriori approfondimenti si rimanda al seguente indirizzo web sulle pagine di Arpa <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/scopri-di-piu/inquinanti-e-iaq/indice-della-qualita-dell-aria-iaq>



I grafici di confronto dell' IQA tra il sito indagato e la stazione di fondo di Parco Ferrari a Modena mostrano, per la campagna invernale, una classificazione in termini di "qualità dell'aria" lievemente peggiore a Campogalliano a causa di 3 superamenti del Valore Limite giornaliero del PM10 contro un superamento riscontrato a Parco Ferrari nonché 4 superamenti del Valore Obiettivo per l'Ozono ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) contro 1 rilevato nella stazione di riferimento. E' possibile osservare un andamento simile per la campagna estiva dove i livelli di O_3 contribuiscono in modo esclusivo alla definizione dell'IQA: nel sito indagato si sono infatti registrati 15 superamenti del Valore Obiettivo ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) contro 12 rilevati a Parco Ferrari.

CONTRIBUTO A CURA DI: ANTONELLA ANCESCHI, SABINA BELLODI E CARLA BARBIERI

Il tecnico incaricato
Antonella Anceschi

Il tecnico incaricato
Sabina Bellodi

Coordinamento Valutazione Qualità Aria
Carla Barbieri

Allegato 1 – Inquadramento normativo D.Lgs. n. 155/2010

Si riassume nella tabella sottostante l'attuale quadro normativo relativo agli inquinanti monitorati.

Polveri PM10	Valore Limite giornaliero = 50 µg/m ³ , Max 35 giorni di superamento/anno Valore Limite annuale = 40 µg/m ³
Polveri PM2.5	Valore Limite annuale = 25 µg/m ³
Ozono O ₃	Soglia di Informazione (S.I.) = 180 µg/m ³ (media oraria da non superare) Valore Obiettivo (V.O.) = 120 µg/m ³ (Valore massimo della media mobile su 8 ore da non superare per più di 25 volte all'anno come media degli ultimi 3 anni)
Biossido di azoto NO ₂	Valore Limite orario= 200 µg/m ³ (media oraria da non superare più di 18 volte in un anno) Valore Limite annuale = 40 µg/m ³ (media annua)
Benzene	Valore Limite annuale = 5 µg/m ³ (media annua)

I valori dei gas sono espressi in µg/m³ (a 20°C e 101,3 kPa) mentre i valori delle polveri sono espressi in µg/m³ a temperatura ambiente così come previsto dalle norme UNI di ogni inquinante e dal D.Lgs. n. 155/2010.

Allegato 2 – Limiti di quantificazione per inquinante

Polveri PM10	3 µg/m ³
Polveri PM2.5	3 µg/m ³
Ozono O ₃	8 µg/m ³
Biossido di azoto NO ₂	8 µg/m ³
Benzene	0,1 µg/m ³