

**STUDIO STATISTICO SUI DATI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DI
MARZO - APRILE 2026 E ANALISI DI CORRELAZIONE CON LE EMISSIONI DELLO
STABILIMENTO DELLA SOCIETÀ PONTENOSSA S.p.A.**

Allegato tecnico n.3 ai Rapporti di Prova

2603834 da -001 a -030

2603835 da -001 a -030

2603836 da -001 a -030



Rev. N°	Data emissione	Motivo revisione	Redatto	Approvato
0	01/07/2026	Emissione	Dr. Giorgio Andreetta	Dr Marco Bascapè

EUROFINS - ENVIRON-LAB S.r.l. Sede legale: Via don Bosco, 3 – 27014 Corteolona e Genzone (PV)

Laboratorio di prova: Via don Bosco, 3 – 27014 Corteolona e Genzone (PV)

Tel. 0382 969696 – Fax. 0382 972540 – Mail info@envirolabsrl.it

C.F. e P.I. 02570940185 – Capitale sociale: 100.000 euro interamente versato

n. R.E.A. PV 284381 – Iscrizione Registro Imprese di Pavia n. 02570940185

1. PREMESSA.....	3
2. MODELLISTICA APPLICATA.....	5
3. ANALISI DEI DATI DELLE CAMPAGNE.....	6
3.1. Analisi e commento dei dati meteorologici	6
3.1.1. Stazione di Ponte Nossà.....	9
3.1.2. Stazione di Premolo	11
3.1.3. Stazione di Gorno.....	12
3.2. Analisi e commento dei dati di qualità dell'aria	13
3.2.1. Macroinquinanti gassosi – medie orarie.....	13
3.2.2. PM _{2,5} e PM ₁₀ – medie giornaliere	15
a) Concentrazioni di PM ₁₀ e PM _{2,5}	19
b) Rapporti PM ₁₀ /PM _{2,5}	20
c) Correlazioni tra PM ₁₀ e PM _{2,5}	20
d) Confronto con l'anno precedente e conclusioni	20
3.2.3. PM ₁₀ e Benzene.....	23
3.2.4. Piombo e Benzene	25
3.2.5. Zinco e Piombo	27
3.2.6. Zinco e Benzene	29
3.2.7. Benzene e IPA totali	31
3.2.8. Rame e Piombo	32
3.2.9. IPA totali e Piombo	34
3.2.10. Zinco e Rame.....	35
3.2.11. Cadmio e Zinco.....	37
3.2.12. IPA totali e Zinco	37
4. DATI DI EMISSIONE DELLO STABILIMENTO.....	38
5. ELABORAZIONI E PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	41
5.1. Elaborazioni statistiche	41
5.1.1. Trattamento statistico monovariato.....	41
5.1.2. Rappresentazione grafica Box-Whiskers Plot	42
5.1.3. Rappresentazione grafica q-q Plot.....	60
5.1.4. Gli IPA.....	73
6. CONCLUSIONI.....	74

1. PREMESSA

Il presente studio ha lo scopo di valutare se, e in qual misura, gli inquinanti monitorati nelle tre campagne di rilevamento della durata di 30 giorni, effettuate dalla società **Eurofins Environ-Lab S.r.l.** dal **25 marzo 2026 al 23 aprile 2026*** negli stessi punti delle campagne precedenti (a **Premolo** nei pressi del campo sportivo, a **Ponte Noss**a nei pressi del parcheggio di Via Cavour 49 e a **Gorno** Ecomuseo delle miniere (presso Polo socio culturale Piazzale Bersaglieri), sono in qualche modo associati alle emissioni dello stabilimento della Società **Pontenossa S.p.A.**

*Si precisa che sebbene la richiesta da parte del committente sarebbe stata di eseguire la campagna di monitoraggio nel corso del mese di febbraio ma, a causa di indisponibilità dei laboratori mobili, la partenza dei monitoraggi è stata ritardata alle date indicate.

Una mappa con l'ubicazione dello stabilimento e delle tre postazioni di monitoraggio è riportata nella seguente Figura 1.1; le postazioni di Premolo, Ponte Noss



Figura 1/1-Inquadramento geografico

La valutazione è stata effettuata applicando un metodo statistico, citato nel capitolo seguente, idoneo a individuare e riconoscere, dai soli dati di inquinamento misurati, la presenza di sostanze provenienti da diverse sorgenti di cui siano note le caratteristiche delle emissioni. Sono state effettuate adeguate modellizzazioni sui dati di concentrazione rilevati nelle tre campagne (considerati come variabili) e sono state individuate le loro possibili associazioni statistiche.

In relazione ai risultati ottenuti da queste modellizzazioni e dalle informazioni disponibili sulle caratteristiche delle emissioni dello stabilimento **Pontenossa S.p.A.**, sono state ricercate e quantificate le eventuali evidenze di una influenza dello stabilimento sulla qualità dell'aria nei siti in cui sono stati effettuati i monitoraggi.

Nel Capitolo 2 viene sinteticamente descritto il modello utilizzato per le elaborazioni statistiche; nel Capitolo 3 sono analizzati e commentati i dati rilevati nelle tre campagne; nel Capitolo 4 sono riportati i dati di emissione utilizzati nello studio, nel Capitolo 5 i risultati delle applicazioni del metodo statistico e nel Capitolo 6 le conclusioni.

Considerando la stagione inizio primaverile in cui si è svolto il monitoraggio e le caratteristiche dei punti di misura, le tipologie delle principali sorgenti di inquinanti atmosferici presenti nella zona sono (con incidenze diverse) alcuni processi produttivi e il traffico autoveicolare.

I dati resi disponibili per lo studio, gli stessi delle campagne precedenti, sono:

- a. I valori medi orari dei dati meteorologici e delle concentrazioni di CO, NO₂, SO₂.
- b. I valori medi giornalieri delle concentrazioni di IPA (totali e per specie), di PM_{2,5} e PM₁₀, di Benzene, Piombo, Zinco, Nichel, Cadmio, Rame, Ferro, Mercurio e Arsenico.
- c. La tipologia delle sorgenti di emissione dallo stabilimento.
- d. Le informazioni, a seguito di misure, sulla granulometria media delle polveri emesse dallo stabilimento.
- e. I dati di emissione misurati al camino E16 (la principale sorgente di emissione dello stabilimento) in condizioni medie di marcia e nel periodo prossimo a quello delle campagne.
- f. La composizione media del particolato.

2. MODELLISTICA APPLICATA

Le tecniche statistiche utilizzate per il riconoscimento delle sorgenti emissive che determinano la qualità dell'aria nei siti analizzati si basano su:

- a. le distribuzioni dei valori di concentrazioni in grado di evidenziare la presenza di più popolazioni che concorrono a determinare la qualità dell'aria.
- b. lo studio delle correlazioni tra le diverse sostanze analizzate (correlazioni positive elevate sono in genere associate ad una loro origine comune).

In particolare sono stati utilizzati i grafici di probabilità per riconoscere la presenza di più popolazioni e grafici bivarianti per studiare le correlazioni tra variabili diverse; l'analisi multivariata della matrice di correlazione consente di individuare le associazioni tra variabili che danno indicazioni sull'origine della correlazione medesima.

Nello studio dell'inquinamento atmosferico, e in particolare in quello delle sorgenti di PM_{10} , trovano ampia applicazione le metodologie di analisi multivariata che rientrano nel campo della analisi fattoriale¹, e tra queste è molto utilizzata la PCA (Principal Component Analysis).

Lo scopo di tali metodologie è quello di derivare, dalla matrice dei dati di composizione chimica delle PM_{10} , informazioni sulle sorgenti che determinano tale composizione ed il loro relativo contributo. L'idea che sta alla base della PCA è che ogni campione è rappresentato da un punto in uno spazio i cui assi, normalmente non ortogonali, sono costituiti dalle variabili, cioè dai parametri chimici misurati sul campione stesso. In tale spazio i punti rappresentativi dei campioni possono raggrupparsi in cluster allungati su particolari direzioni, formando così figure simili ad ellissoidi. In termini geometrici la PCA consente di costruire uno spazio n-dimensionale in cui gli assi sono tra loro ortogonali ed orientati lungo le direzioni principali di tali ellissoidi. Ciò permette di riconoscere l'esistenza sia degli assi lungo i quali i punti si addensano maggiormente, sia di quelli che invece poco rappresentano la variabilità di composizione dei campioni. In altri termini con tale sistema è possibile riconoscere facilmente quali sono le variabili che spiegano maggiormente la varianza del sistema.

La PCA, preceduta da un'analisi statistica monovariante e dallo studio delle correlazioni tra le variabili correlate, è una tecnica che consente di:

- a) ridurre il numero iniziale di variabili accorpendole sulla base delle loro correlazioni.
- b) costruire variabili indipendenti tra loro ortogonali, da una serie iniziale di dati riferiti alle misure effettuate (data set).
- c) determinare e definire il numero minimo di variabili esplicative in grado di riprodurre il data set iniziale.

¹ Henry, R.C.(2003). "Multivariate receptor modelling by N-dimensional edge detection". Chemometrics and intelligent laboratory systems. 65, pp. 179-189

3. ANALISI DEI DATI DELLE CAMPAGNE

3.1. Analisi e commento dei dati meteorologici

Nel presente capitolo vengono esaminati e commentati i dati meteorologici rilevati nelle tre stazioni di prelievo con lo scopo di individuare le eventuali condizioni anemologiche e meteoclimatiche che hanno potuto influenzare i valori di qualità dell'aria, anche in relazione alla posizione del punto di misura rispetto all'ubicazione dello stabilimento Pontenossa S.p.A.

Le grandezze meteorologiche rilevate in continuo mediante strumentazione automatica sono:

- direzione e intensità del vento
- temperatura
- umidità relativa
- pressione atmosferica
- radiazione solare globale
- precipitazioni piovose

Dai dati anemologici di ciascuna stazione sono state determinate le rose dei venti sull'intero periodo di misura. Per le altre grandezze meteorologiche sono stati calcolati gli andamenti delle medie orarie e giornaliere (o dei valori totali giornalieri).

Il periodo di rilevamento si è caratterizzato come nella norma, con un totale di circa **31 mm di precipitazioni complessive**. L'intensità del vento si è mantenuta modesta, con una **velocità media di 1,44 m/s**, corrispondente a condizioni di **bava di vento**.

L'analisi della direzione dei venti mostra i seguenti risultati:

- **Premolo:** la distribuzione delle direzioni si conferma piuttosto articolata, con prevalenze dai quadranti meridionali ed orientali. In particolare, le direzioni **E-SE, SE, S-SE, S** hanno raggiunto valori prossimi al **10%**, mentre anche le direzioni da **E, S-SO, SO, O-SO e O** hanno presentato frequenze significative (7-8%). I quadranti settentrionali risultano invece poco rappresentati ($\leq 5\%$).
- **Ponte Nossa:** il regime anemologico ha evidenziato una netta prevalenza di venti da **O-NO**, pari al **41%** delle osservazioni, seguiti da una seconda direzione significativa da **E-SE** con il **24%**. Contributi secondari sono stati registrati da **E (7%), SE (7%) e S-SE (6%)**, mentre tutte le altre direzioni si collocano su valori marginali ($\leq 5\%$).
- **Gorno:** i venti si sono concentrati principalmente lungo l'asse meridionale, ed in particolare si registrano frequenze pari a **14% (S), 12% (E-SE), 11% (S-SO), 10% (S-SE) e 9% (SE)**, altri contributi sono apportati anche dai venti di **SO (8%), O-SO (7%), E-NE (7%), E (7%) e NE (6%)**. Le restanti direzioni risultano residuali ($\leq 5\%$).

Le seguenti **Figura 3.1/1, Figura 3.1/2, e Figura 3.1/3** illustrano la statistica della provenienza del vento, ove rilevato, durante la campagna di misura.

**Distribuzione percentuale della direzione di provenienza del vento
nella stazione di Premolo - marzo/aprile 2026**

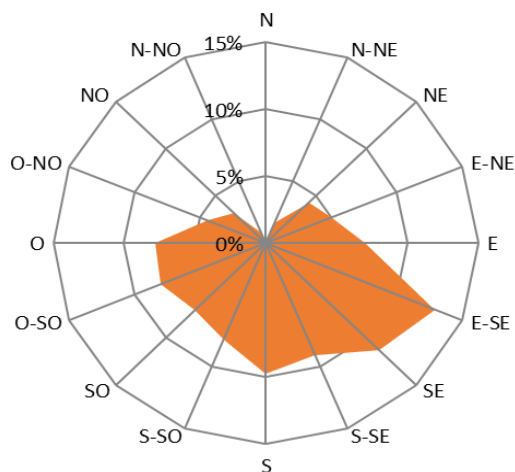


Figura 3.1/1-Direzione del vento rilevata a Premolo

**Distribuzione percentuale della direzione di provenienza del vento
nella stazione di Ponte Nossà - marzo/aprile 2026**

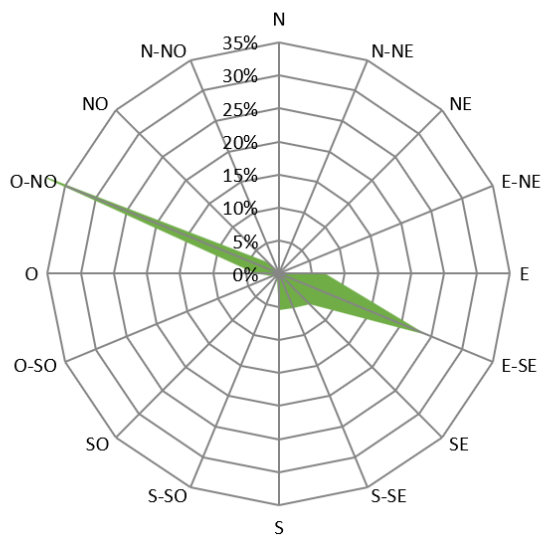


Figura 3.1/2-Direzione del vento rilevata a Ponte Nossà

Distribuzione percentuale della direzione di provenienza del vento
nella stazione di Gorno - marzo/aprile 2026

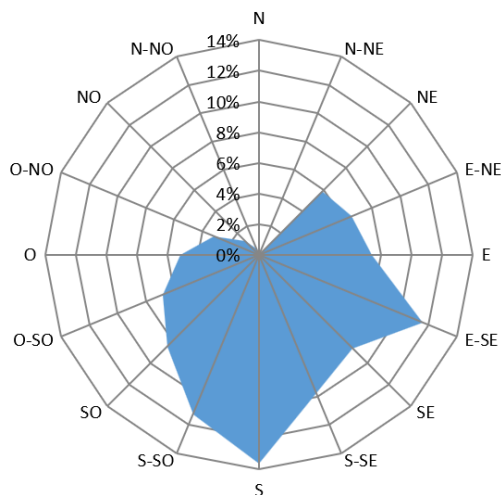


Figura 3.1/3-Direzione del vento rilevata a Gorno

Nessuna delle tre stazioni può essere considerata in modo univoco sempre in posizione di sottovento o sopravvento rispetto allo stabilimento, sia per la complessa orografia della valle, sia per la bassa intensità media dei venti, che si attestano complessivamente su valori intorno a 1 -2 m/s (condizioni di “bava di vento” o “brezza leggera”) e picchi di intensità maggiore rilevati unicamente nella stazione di Ponte Nossola e comunque circoscritti alle giornate del 26 e 27/03. Tuttavia, sulla base delle statistiche anemologiche e della collocazione geografica, si possono formulare le seguenti osservazioni:

- Premolo: I venti hanno mostrato una distribuzione principale, con frequenze prossime al 9–10%, per le direzioni **E-SE, SE, S e S-SE**, e valori significativi anche da **SO, O, O-SO, S-SO e E (7–8%)**. In relazione alla posizione a nord rispetto all’impianto, i venti meridionali ed orientali possono convogliare masse d’aria dal sito industriale verso la centralina. La velocità media registrata è risultata pari a **1,07 m/s**, con un valore massimo giornaliero di **2,61 m/s** e minimo giornaliero inferiore a **0,57 m/s**.
- Ponte Nossola: La stazione di Ponte Nossola ha evidenziato una netta prevalenza di venti da **O-NO (41%)**, seguiti da una componente significativa da **E-SE (24%)**. La velocità media del vento è risultata pari a **2,1 m/s**, con valori compresi tra **0,75 m/s** (minimo giornaliero) e **5,20 m/s** (massimo giornaliero). Dal punto di vista posizionale, la centralina si trova a **nord-est rispetto allo stabilimento**. Perché possa essere considerata in **sottovento diretto**, i venti dovrebbero provenire dal **Sud-Ovest**; tale componente risulta però marginale nelle osservazioni del periodo. I venti prevalenti da Sud-Sud Est convogliano masse d’aria lungo il fondovalle, ma **non rappresentano un flusso diretto dall’impianto verso la centralina**, inoltre i venti provenienti da **Nord-Ovest**, che rappresentavano i principali registrati per la postazione in esame, non intercettano la postazione di monitoraggio. Pertanto, la stazione di Ponte Nossola non può essere considerata sistematicamente sottovento rispetto allo

stabilimento, pur rimanendo importante ai fini del monitoraggio per la frequente esposizione a flussi vallivi provenienti dai quadranti meridionali.

- Gorno: La distribuzione è polarizzata tra venti provenienti dall'asse meridionale **Sud (14%)**, **Est-Sud Est (12%)**, **Sud-Sud Ovest (11%)**, **Sud-Sud Est (10%)** e **Sud Est (9%)**, con contributi minori provenienti da **Sud-Ovest (8%)**, **Ovest-Sud Ovest (7%)**, **Est-Nord Est (7%)**, **Est (7%)** e **Nord-Est (6%)**. In questo contesto, i venti da Est sono i più significativi per un possibile trasporto di masse d'aria dall'impianto verso la centralina, mentre i venti da Nord e Sud agiscono principalmente lungo l'asse vallivo ed ancora i venti da Ovest agiscono in direzione opposta rispetto la postazione di monitoraggio. La velocità media del vento è stata di **1,12 m/s**, con un valore massimo giornaliero di **2,12 m/s** e minimo giornaliero di **0,56 m/s**.

Nei paragrafi seguenti vengono descritte con maggiore dettaglio le caratteristiche delle condizioni verificatesi nelle tre stazioni monitorate.

3.1.1. Stazione di Ponte Nossà

Come anticipato nei paragrafi precedenti, non si sono verificate condizioni tali da rendere necessario un ulteriore dettaglio delle condizioni anemologiche di questa stazione.



Figura 3.1.1/1-Inquadramento della centralina a Ponte Nossa

L'andamento della temperatura mostra normali fluttuazioni giornaliere, con media del periodo pari a 12,2 °C (minimo giornaliero 7,3 °C, massimo giornaliero 17,2 °C).

I dati pluviometrici indicano un accumulo complessivo pari a 38,5 mm. Le giornate piovose sono state: 25/03 (3,8 mm), 14/04 (4,70 mm), 15/04 (10,3 mm), 16/04 (0,7 mm), 20/04 (6,1 mm), 21/04 (7,0 mm), 22/04 (0,2 mm), 23/04 (5,7 mm).

La pressione atmosferica ha mostrato una variabilità contenuta, con valori compresi tra 905,50 e 928,06 hPa; l'umidità relativa ha avuto una media del 61,6 %. La radiazione solare globale ha registrato una media di 369 W/m² e un valore massimo di 489 W/m² (2-3 aprile). A completamento, la velocità del vento ha avuto media 2,1 m/s (min 0,75 m/s, max 5,20 m/s), confermando condizioni anemologiche deboli (brezza leggera).

3.1.2. Stazione di Premolo

Come anticipato nei paragrafi precedenti, relativamente al profilo anemologico, si è rilevata una distribuzione piuttosto articolata delle direzioni dei venti, con prevalenze dai quadranti meridionali ed orientali. In particolare, le direzioni E-SE, SE, S e S-SE hanno raggiunto valori prossimi al 9-10%, mentre anche i venti da E, S-SO, SO, O-SO e O hanno mostrato frequenze significative (7-8%). La velocità media registrata è stata di circa 1,07 m/s, con un valore massimo giornaliero di 2,61 m/s, confermando condizioni di debole ventilazione ("brezza leggera").

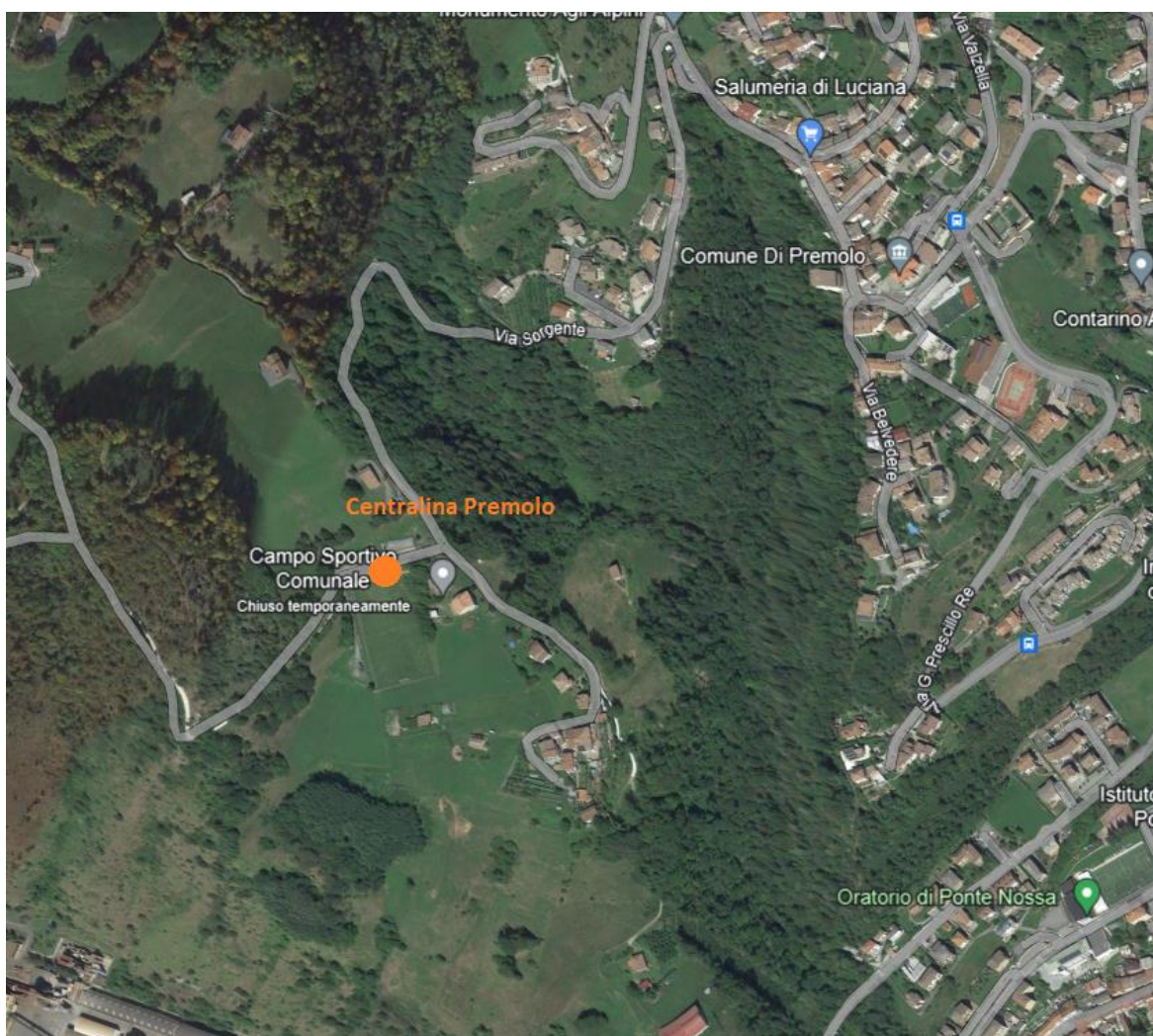


Figura 3.1.2/1-Inquadramento della centralina a Premolo

I dati pluviometrici risultano simili, seppur di poco inferiori, a quelli della stazione di Ponte Nossa, e nello specifico si registrano 2,95mm il 14/04, 2,68mm il 15/04, 1,78mm il 16/04, 0,75 mm il 20/04, 2,50 mm il 21/04, 3,70mm il 22/04 e 3,88mm il 23/04 per un totale complessivo di 18,24mm.

Le temperature registrate sono compatibili con il periodo di monitoraggio, con una media di circa 9,4 °C e valori compresi tra 11,8 °C e 8,1 °C.

Le condizioni meteorologiche del periodo influenzano in modo limitato la pressione atmosferica (con valori generalmente compresi tra 931 e 986 hPa) e l'umidità relativa (media attorno al 73%). La radiazione solare globale ha mostrato valori medi giornalieri pari a circa 147 W/m², con un picco di circa 200 W/m² nella giornate del 4-5 aprile.

3.1.3. Stazione di Gorno

Nella stazione di Gorno (Figura 3.1.3/1) i dati anemologici evidenziano una preponderanza di venti prevalenti dalle direzioni meridionali con la seguente distribuzione **Sud (14%)**, **Est-Sud Est (12%)**, **Sud-Sud Ovest (11%)**, **Sud-Sud Est (10%)** e **Sud Est (9%)**, con contributi minori provenienti da **Sud-Ovest (8%)**, **Ovest-Sud Ovest (7%)**, **Est-Nord Est (7%)**, **Est (7%)** e **Nord-Est (6%)**. La velocità media del vento nel periodo è stata di circa 1,12 m/s, con valori minimi di 0,56 m/s e massimi di 2,12 m/s, confermando condizioni di bassa intensità anemologica.

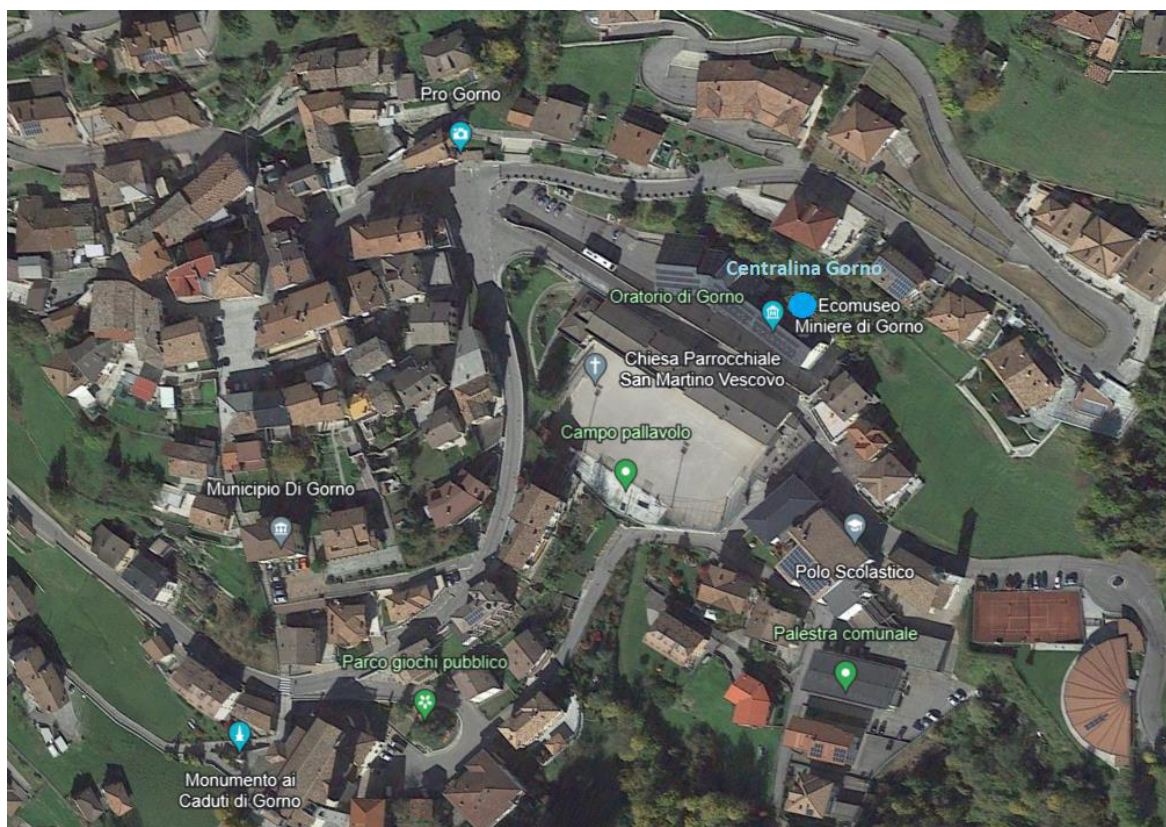


Figura 3.1.3/1-Inquadramento della centralina a Gorno

Le temperature registrate sono in linea con le altre postazioni monitorate ed il periodo climatico di riferimento, con una media di circa 13,5 °C, oscillazioni minime intorno ai 6,5 °C e massime fino a 16,6 °C.

L'andamento degli eventi piovosi risulta coerente con quello delle altre due stazioni: il cumulato è pari a circa 22,4 mm, gli eventi piovosi si registrano nelle date del 14/04 (1,9 mm), 15/04 (9,2 mm), 16/04 (0,3 mm), 20/04 (5,5 mm), 21/04 (8,9 mm), 22/04 (0,3 mm) 23/04 (7,7 mm).

La radiazione solare globale ha mostrato valori medi giornalieri pari a circa 242 W/m², con picchi prossimi a 315 W/m² (02–03 aprile).

Le considerazioni relative al posizionamento sopravento o sottovento della centralina rispetto allo stabilimento non assumono un significato univoco, sia per la morfologia valliva che orienta i flussi prevalentemente lungo l'asse Sud, sia per la debolezza della ventilazione. In tale contesto, le condizioni anemologiche non hanno un impatto marcato sul potenziale trasporto di inquinanti.

3.2. Analisi e commento dei dati di qualità dell'aria

Nei paragrafi successivi verranno analizzati i dati relativi alle campagne.

3.2.1. Macroinquinanti gassosi – medie orarie

Nelle tabelle seguenti sono riportati i principali valori statistici calcolati dalle serie temporali delle concentrazioni medie giornaliere di NO₂, SO₂ e CO misurate nelle tre stazioni.

Premolo	NO ₂ [µg/m ³]	SO ₂ [µg/m ³]	CO [mg/m ³]
Media	33,32	3,27	0,92
Minimo	29,56	2,28	0,77
Massimo	37,51	5,19	1,11
99° percentile	37,40	4,96	1,10
90° percentile	36,80	3,91	1,03
75° percentile	34,79	3,60	0,97
50° percentile	33,32	3,26	0,91
25° percentile	31,80	2,75	0,86
Varianza	4,97	0,41	0,01
Dev. Standard	6,69%	19,61%	9,47%

Tabella 3.2.1/1-Macroinquinanti a Premolo

Ponte Nossa	NO ₂ [µg/m ³]	SO ₂ [µg/m ³]	CO [mg/m ³]
Media	31,14	5,40	0,89
Minimo	25,50	4,34	0,43
Massimo	39,31	6,63	1,07
99° percentile	38,11	6,63	1,07
90° percentile	34,58	6,28	1,05
75° percentile	33,53	6,02	1,03
50° percentile	31,68	5,31	0,98
25° percentile	28,30	4,62	0,74
Varianza	10,95	0,54	0,03
Dev. Standard	10,63%	13,58%	20,09%

Tabella 3.2.1/2-Macroinquinanti a Ponte Nossa

Gorno	NO ₂ [µg/m ³]	SO ₂ [µg/m ³]	CO [mg/m ³]
Media	34,75	6,22	1,06
Minimo	20,91	4,67	0,74
Massimo	39,94	7,52	1,23
99° percentile	39,74	7,49	1,23
90° percentile	38,44	7,12	1,22
75° percentile	37,60	6,87	1,19
50° percentile	35,73	6,17	1,14
25° percentile	32,35	5,43	0,92
Varianza	15,12	0,59	0,03
Dev. Standard	11,19%	12,37%	15,16%

Tabella 3.2.1/3-Macroinquinanti a Gorno

Sui dati rilevati per i macroinquinanti si possono fare le seguenti considerazioni:

Le concentrazioni di **CO** risultano in tutte le stazioni **ampiamente inferiori al limite normativo di 10 mg/m³ (media mobile 8h)**. I valori medi si collocano tra **0,89 mg/m³ (Ponte Nossa)**, **0,92 mg/m³ (Premolo)** e **1,06 mg/m³ (Gorno)**, con massimi sempre ben al di sotto della soglia di riferimento. Questo parametro non richiede ulteriori osservazioni.

Per quanto riguarda la **SO₂**, i valori rilevati sono anch'essi molto bassi rispetto ai limiti (125 µg/m³ giornalieri e 350 µg/m³ orari):

- **Gorno** registra valori medi minimi (**6,22 µg/m³**),
- **Ponte Nossa** valori leggermente inferiori (**5,40 µg/m³**),
- **Premolo** con valori minori delle due stazioni precedenti (**3,27 µg/m³**),

Anche per il **NO₂**, si registrano dati inferiori al limite di riferimento (40 µg/m³ annuale e 200 µg/m³ orari):

- **Gorno** presenta una media di (**34,75 µg/m³**),
- **Ponte Nossa** registra un valore lievemente inferiore (**31,14 µg/m³**),
- **Premolo** mostra concentrazioni intermedie fra le stazioni precedenti (**33,32 µg/m³**).

Come già osservato nei profili anemologici, non emergono correlazioni univoche tra le concentrazioni misurate e la posizione delle stazioni rispetto all'impianto, anche a causa della scarsa intensità della ventilazione e della complessa orografia della valle, che limitano la possibilità di attribuire in modo diretto le differenze a specifiche sorgenti emissive.

3.2.2. PM_{2,5} e PM₁₀ – medie giornaliere

Nelle figure seguenti sono riportate le concentrazioni medie giornaliere di PM_{2,5} e di PM₁₀ misurate nelle tre stazioni.

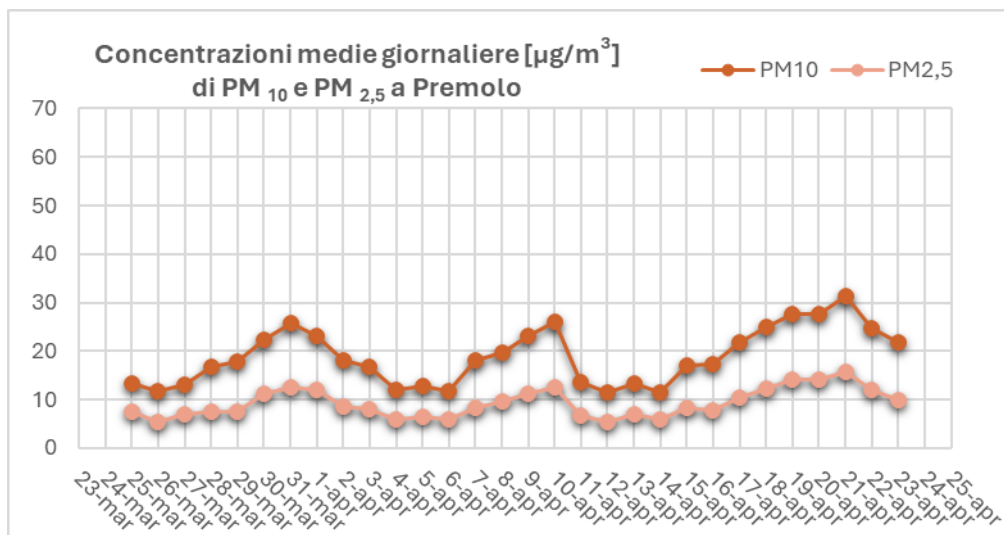


Figura 3.2.2/1-Premolo:PM₁₀ e PM_{2,5}

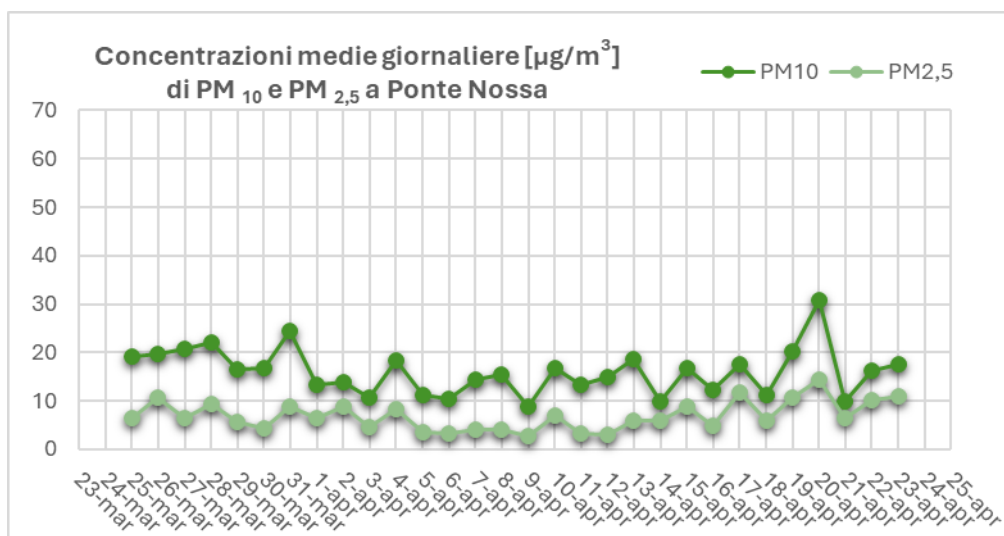


Figura 3.2.2/2-Ponte Nossia:PM₁₀ e PM_{2,5}

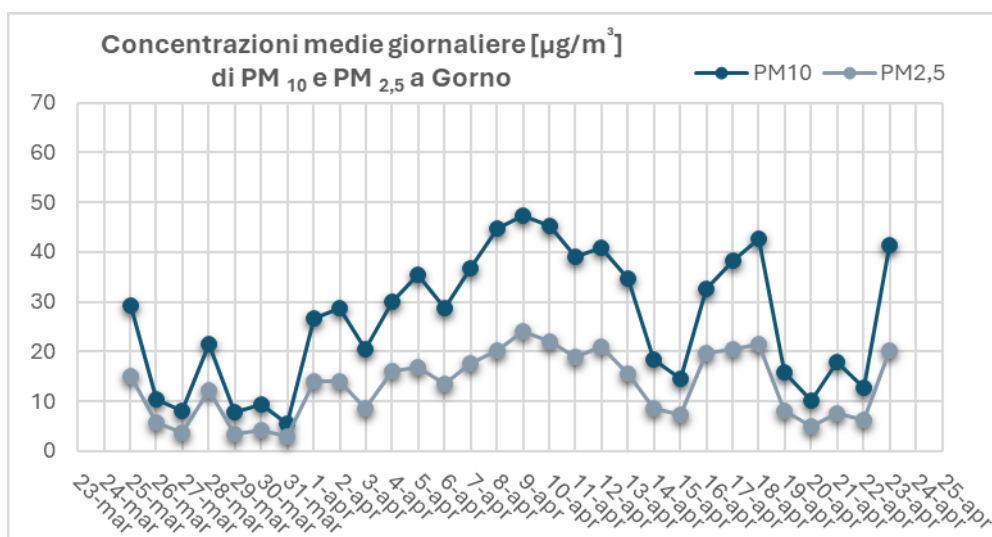


Figura 3.2.2/3-Gorno:PM₁₀ e PM_{2,5}

Nelle figure seguenti sono riportati gli andamenti del rapporto delle concentrazioni PM₁₀/PM_{2,5} rilevate durante la campagna di misura.

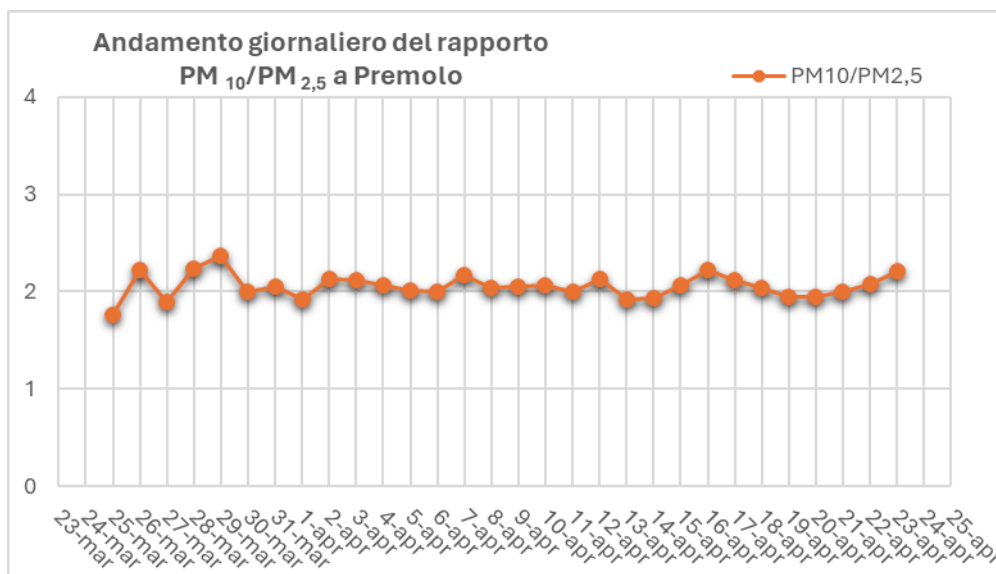


Figura 3.2.2/4-Premolo:PM₁₀/PM_{2,5}

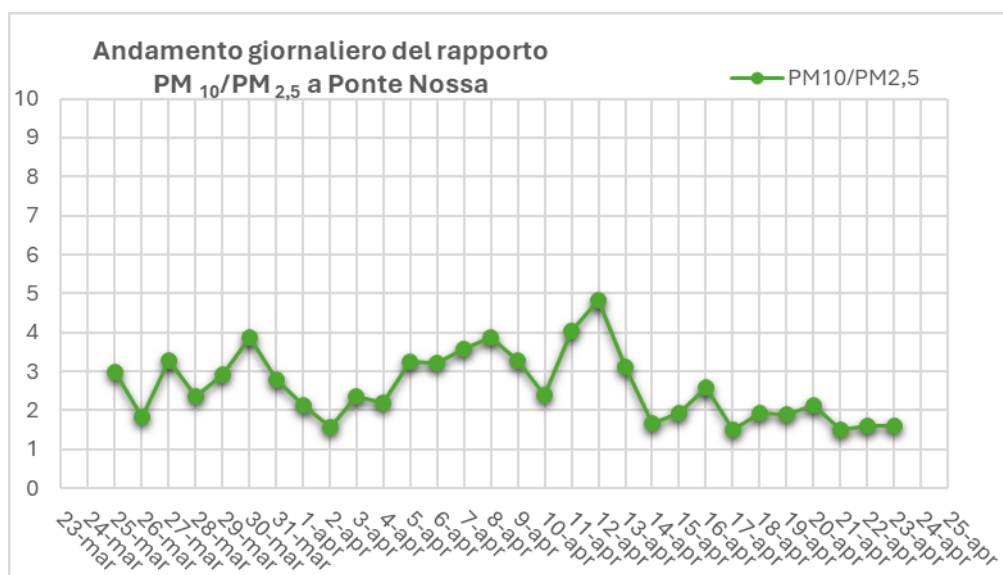


Figura 3.2.2/5-Ponte Noss:PM₁₀/PM_{2,5}

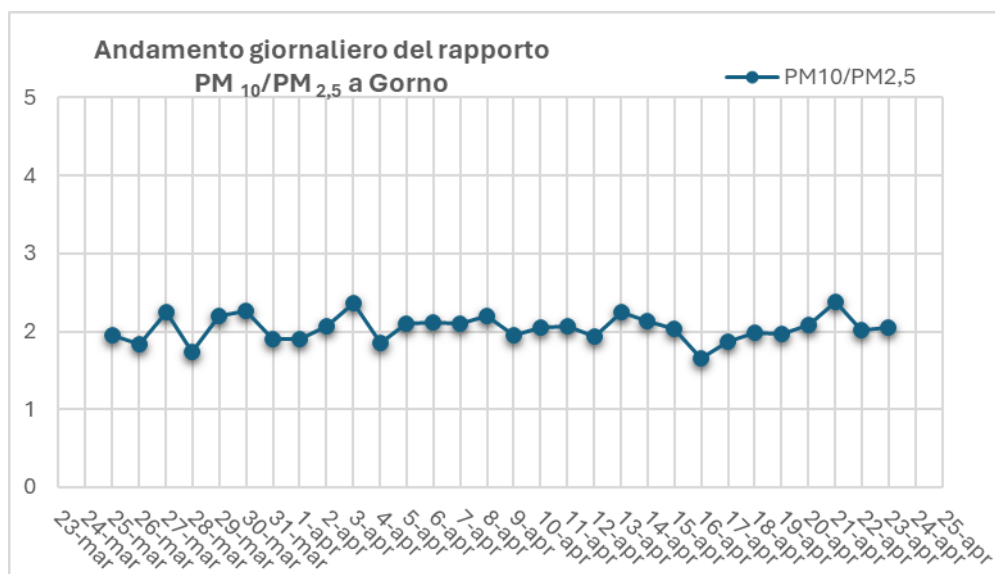


Figura 3.2.2/6 Gorno-PM₁₀/PM_{2,5}

Nelle figure di seguito vengono invece presentate le concentrazioni di PM_{10} e di $PM_{2,5}$ registrate, messe in relazione tra loro.

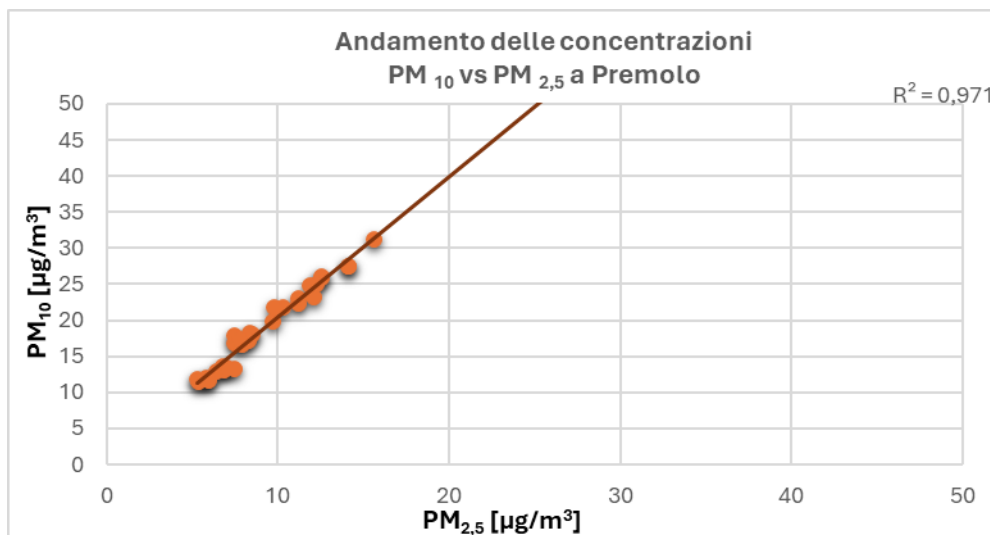


Figura 3.2.2/7 Premolo- PM_{10} vs $PM_{2,5}$

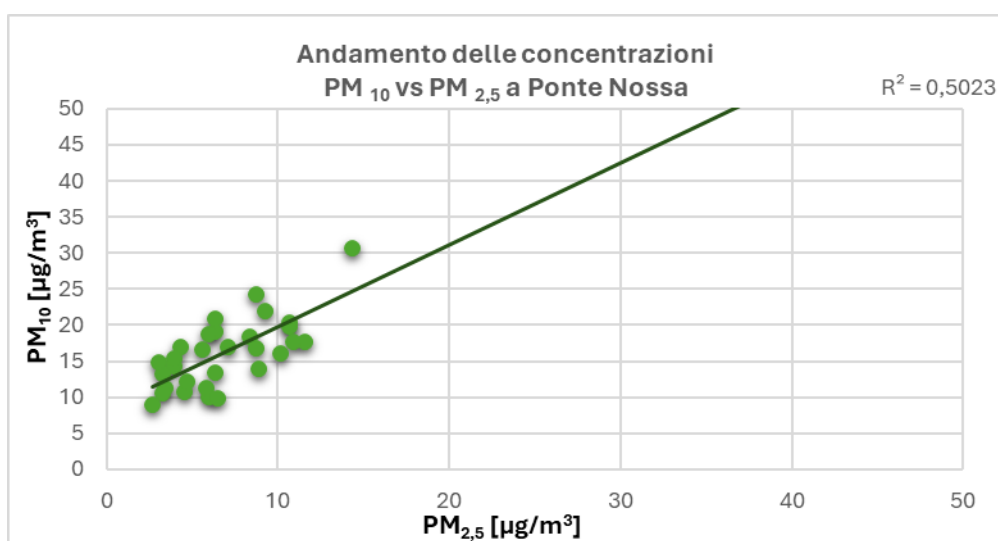


Figura 3.2.2/8 Ponte Noss- PM_{10} vs $PM_{2,5}$

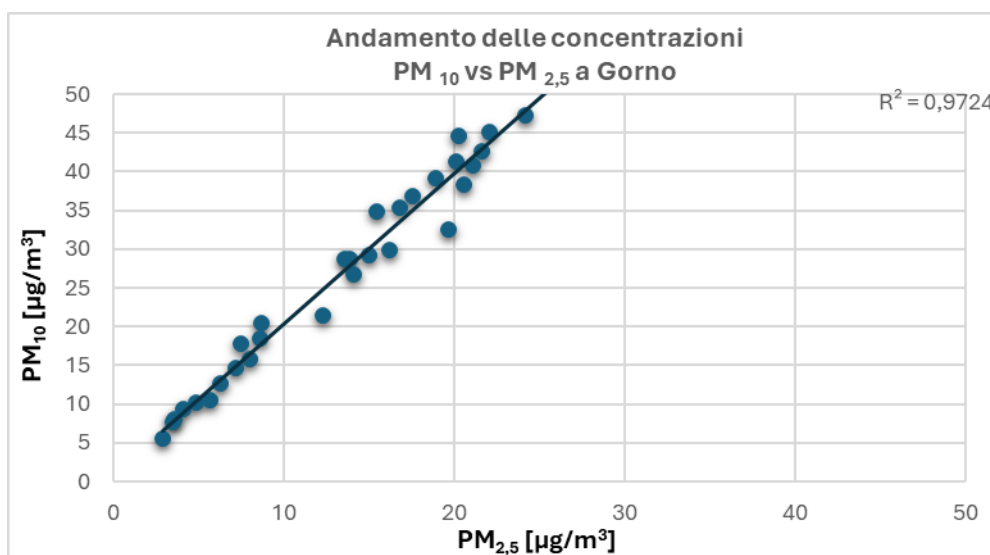


Figura 3.2.2/9 Gorno-PM₁₀ vs PM_{2,5}

Le Figure 3.2.2/1–3.2.2/9 riportano l’andamento delle concentrazioni giornaliere di PM₁₀ e PM_{2,5} nelle tre stazioni di monitoraggio (Premolo, Ponte Nossola e Gorno), i rapporti PM₁₀/PM_{2,5} e le rispettive correlazioni.

a) Concentrazioni di PM₁₀ e PM_{2,5}

Nel periodo di campagna, le concentrazioni medie rilevate risultano le seguenti:

- **Premolo:** PM_{2,5} media **9,2 µg/m³** (min 5,3 – max 15,6); PM₁₀ media **18,9 µg/m³** (min 11,5 – max 31,2).
- **Ponte Nossola:** PM_{2,5} media **6,9 µg/m³** (min 2,7 – max 14,3); PM₁₀ media **16,1 µg/m³** (min 8,9 – max 30,7).
- **Gorno:** PM_{2,5} media **13,2 µg/m³** (min 2,9 – max 24,2); PM₁₀ media **26,5 µg/m³** (min 5,5 – max 47,3).

Si osserva quindi che:

- Le medie di **PM₁₀** più elevate si registrano a **Gorno** (26,5 µg/m³), seguita da Premolo (18,9 µg/m³) e Ponte Nossola (16,1 µg/m³).
- Anche per il **PM_{2,5}** la stazione di Gorno presenta la media più alta (13,2 µg/m³).
- Gorno, inoltre, registra i valori massimi giornalieri di PM₁₀ più elevati, pari a 47,3 µg/m³ di PM₁₀, indice di una maggiore variabilità locale rispetto alle altre stazioni.

Tutti i valori restano inferiori al limite giornaliero di legge per il PM₁₀ (50 µg/m³).

b) Rapporti PM10/PM2,5

Il rapporto PM10/PM2,5 mostra valori **generalmente compresi tra ~1 e ~5**, con ampiezza maggiore a Ponte Nossola.

- **Premolo:** rileva una variabilità dei rapporti **circoscritta** con un valore minimo di **1,76 (25/03)** e massimo di **2,37 (29/03)**.
- **Ponte Nossola:** presenta una **variabilità maggiore** dei rapporti rispetto alle altre stazioni di monitoraggio con valore minimo pari a **1,50 (21/04)** e massimo di **4,82 (12/04)**, altri valori superiori a **4,0** si registrano unicamente nella giornata **dell'11/04**.
- **Gorno:** rapporto delle concentrazioni **stabile** con valori compresi tra **1,65 (16/04)** e **2,37 (21/04)**.

Nel complesso, i **rapporti medi** risultano **molto simili** tra le stazioni di Premolo e Gorno (tutti intorno a ~2-2,5) e lievemente maggiori per la stazione di Ponte Nossola (intorno a ~2,5-3).

L'ordinamento per valore medio è **Ponte Nossola > Premolo ≥ Gorno**, nonostante si evinca un valore moderatamente maggiore per la stazione di Ponte Nossola, tale differenza non è sufficientemente significativa in quanto si attesta generalmente intorno a 0,5.

c) Correlazioni tra PM10 e PM2,5

Le correlazioni calcolate (R^2) mostrano valori pari a:

- Premolo: $R^2 = 0,9710$
- Ponte Nossola: $R^2 = 0,5023$
- Gorno: $R^2 = 0,9724$

Questi risultati evidenziano, per le stazioni di Premolo e Gorno una forte correlazione tra le concentrazioni di PM10 e PM2,5 mentre per la stazione di Ponte Nossola tale nesso è meno presente.

d) Confronto con l'anno precedente e conclusioni

Dal confronto temporale emergono differenze e conferme importanti:

- **Rispetto al 2025 (campagna estive):**
 - Le concentrazioni assolute di PM10 e PM2,5 risultano lievemente più alte, senza comunque comportare un superamento dei limiti
 - I rapporti PM10/PM2,5 risultano più stabili per la stazione di Gorno e Premolo ma più variabili per la stazione di Ponte Nossola.

- Le correlazioni tra le due frazioni ($R^2 > 0,5$) si discostano nettamente dai valori del 2025 ($R^2 < 0,3$), segno che, nel periodo monitorato, a cavallo tra inverno e primavera i meccanismi di formazione e dispersione sono influenzati da dinamiche comuni.
- **Non essendo state eseguite in precedenza campagna negli stessi mesi di riferimento (marzo – aprile) può essere utile confrontare le due campagne antecedenti con periodi di osservazione più prossimi (febbraio – marzo 2024 e aprile – maggio 2023):**
 - **Riguardo alla campagna di aprile – maggio 2023**
 - Le concentrazioni medie risultano **sostanzialmente analoghe (lievemente superiori)** per le stazioni di Ponte Nossà E Premolo mentre risultano essere superiori per la stazione di Gorno.
 - Anche la variabilità dei dati e i rapporti PM10/PM2,5 ricalcano quelli già osservati per le stazioni di Premolo e Gorno mentre risulta maggiore, anche se non in maniera significativa, la variabilità per la stazione di Ponte Nossà.
 - **Riguardo alla campagna di febbraio – marzo 2024**
 - Le concentrazioni medie risultano **lievemente inferiori** per tutte le stazioni di monitoraggio.
 - In questo caso si può notare come la varianza dei rapporti della stazione di Premolo rimane analoga, mentre quella di Gorno risulta più contenuta e quella di Ponte Nossà più accentuata nella campagna del marzo – aprile 2026.

In sintesi, la campagna 2026 evidenzia livelli di particolato inferiori ai limiti previsti e privi di criticità, inoltre, da quanto sopra esposto si può concludere che le concentrazioni giornaliere di PM10 e PM2,5 mostrano valori intermedi tra i due periodi di osservazione precedenti, compatibili con le tempistiche di monitoraggio di marzo – aprile che, per l'appunto, si trovano in una posizione temporale intermedia tra i monitoraggi di febbraio – marzo e aprile – maggio precedenti.

PM ₁₀ /PM _{2,5}			
Stazione	Premolo	Ponte Noss	Gorno
Valore medio	2,06	2,61	2,04
Valore minimo	1,76	1,50	1,65
Valore massimo	2,37	4,82	2,37
Mediana	2,05	2,38	2,05
Variazione %	0,75%	29,85%	1,44%
Dev. Standard %	6,06%	33,82%	8,40%

Tabella 3.2.2/1- Rapporto tra le concentrazioni PM₁₀/PM_{2,5} nelle tre stazioni

3.2.3. PM₁₀ e Benzene

Le figure seguenti mostrano gli andamenti contemporanei delle concentrazioni medie giornaliere della coppia di inquinanti benzene e PM₁₀.

Le pendenze delle rette di regressione presentano coefficienti di correlazione R^2 pari a **0,0041 per Premolo, 0,1106 per Ponte Nossa e 0,0577 per Gorno**.

Questi valori indicano che la relazione tra benzene e PM₁₀ è **debole o praticamente assente** in tutte le stazioni di monitoraggio. Solo a Ponte Nossa si osserva una correlazione leggermente superiore ($R^2 \approx 0,12$), ma comunque non significativa in quanto, per tale postazione, in tutte le osservazioni non si sono rilevate concentrazioni superiori ai limiti di rilevabilità strumentali (LOQ).

Analogamente a quanto osservato nella campagna 2025 e agli anni precedenti, i dati attuali non mostrano alcun legame consistente tra le concentrazioni di benzene e PM₁₀. Questo suggerisce che i due inquinanti derivino in larga misura da **sorgenti diverse** e che il traffico veicolare, pur rappresentando una fonte comune, non sia l'unico fattore determinante nelle variazioni giornaliere rilevate.

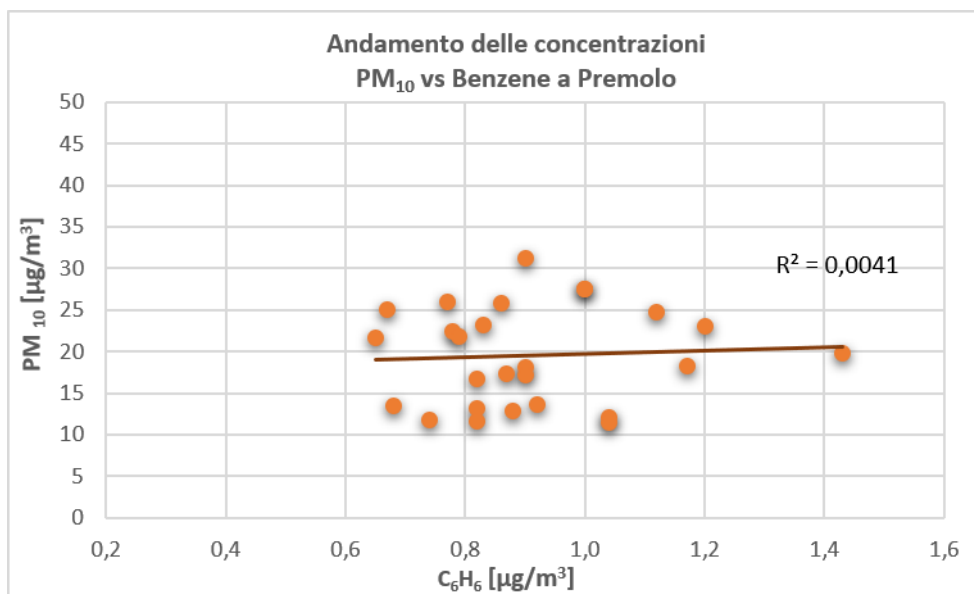


Figura 3.2.3/1-Premolo:PM₁₀ vs Benzene

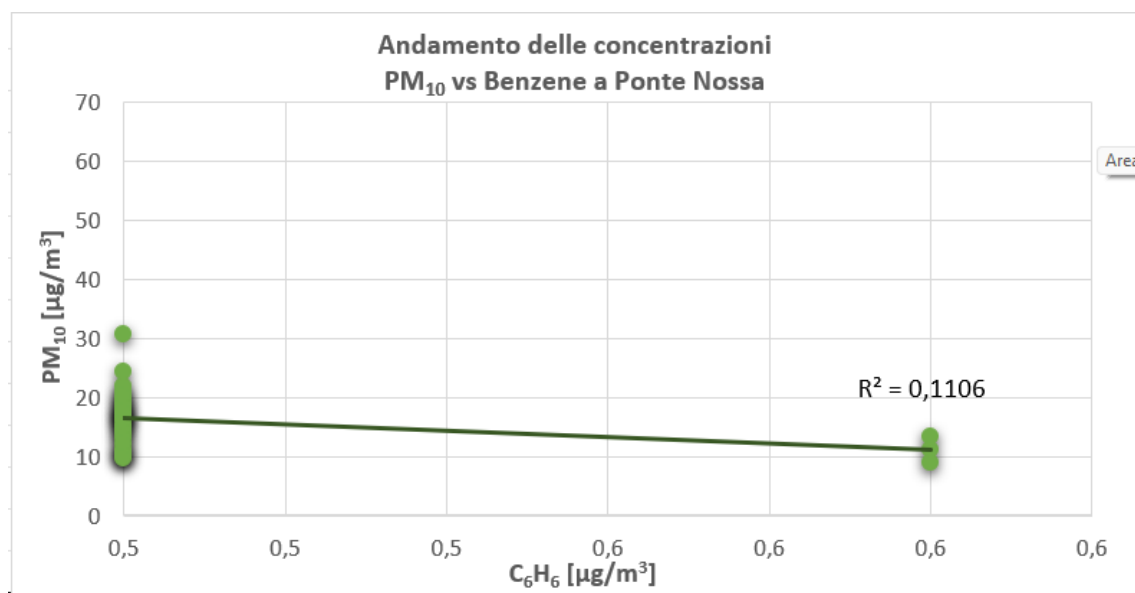


Figura 3.2.3/2-Ponte Noss:PM₁₀ vs Benzene

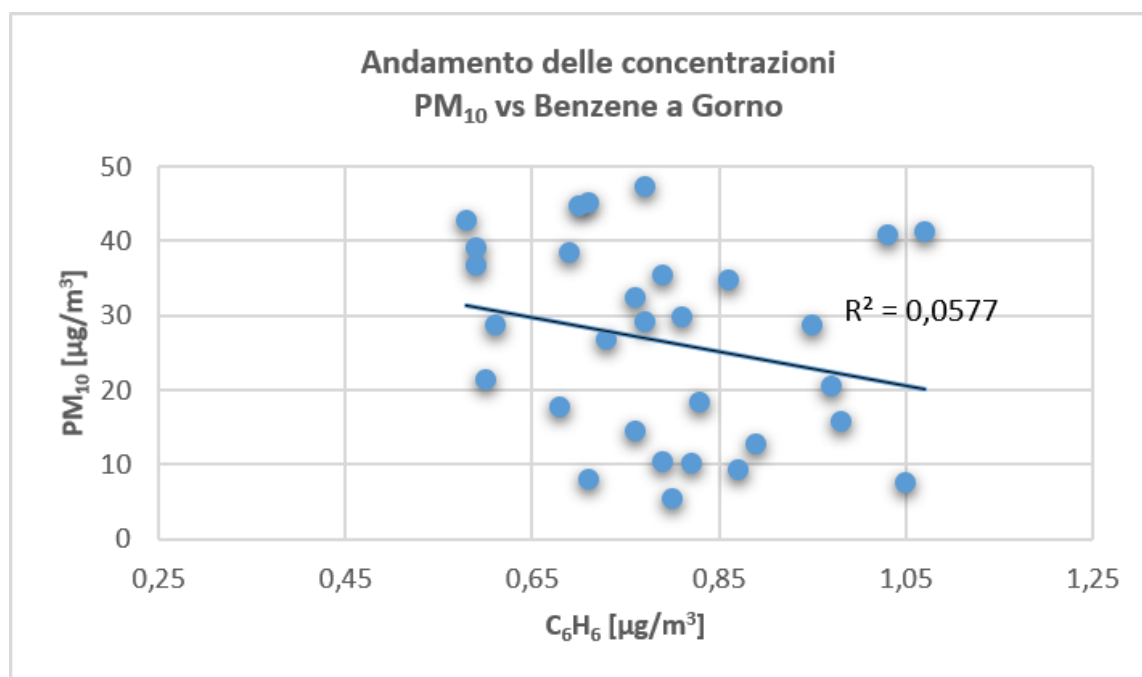


Figura 3.2.3/3-Gorno:PM₁₀ vs Benzene

3.2.4. Piombo e Benzene

Le figure successive mostrano gli andamenti contemporanei delle concentrazioni medie giornaliere di benzene e piombo.

Dall'osservazione delle linee di tendenza nei grafici emerge una correlazione praticamente nulla tra le concentrazioni dei due inquinanti durante la campagna di misura. I coefficienti di correlazione R^2 risultano infatti pari a **0,0691**, per Premolo, **0,0008** per Ponte Nossola e **0,006** per Gorno.

Questi valori confermano l'assenza di un legame statisticamente rilevante tra benzene e piombo. In tutti i casi i valori prossimi allo zero evidenziano una totale indipendenza tra le due variabili.

La mancanza di correlazione indica quindi che le concentrazioni di benzene (riconducibili soprattutto al traffico veicolare) non seguono l'andamento del piombo. Quest'ultimo, come confermato anche dai dati emissivi dello stabilimento (Cap. 4), rappresenta uno dei principali costituenti del particolato emesso e costituisce dunque una sorgente distinta rispetto a quella del benzene.

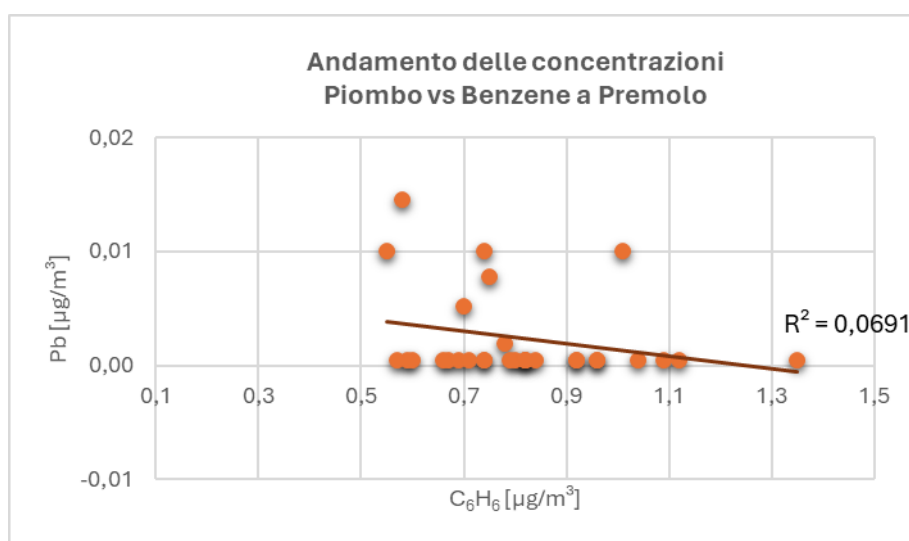


Figura 3.2.4/2-Premolo: Piombo vs Benzene

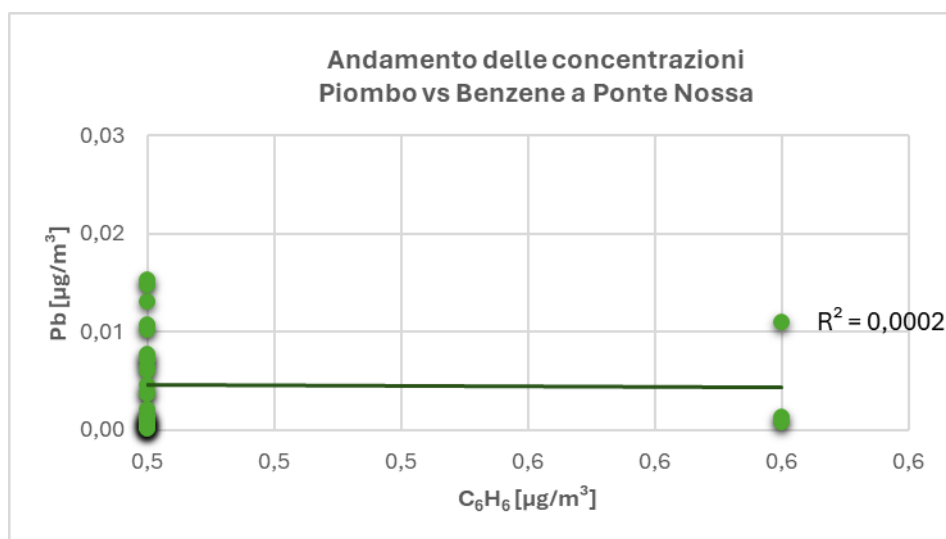


Figura 3.2.4/2-Ponte Noss: Piombo vs Benzene

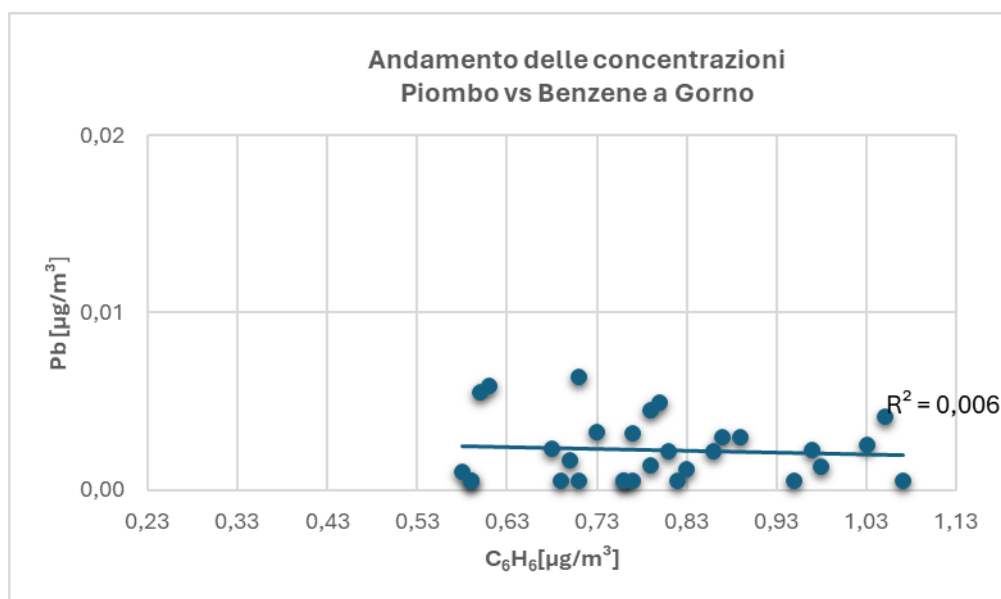


Figura 3.2.4/2-Gorno: Piombo vs Benzene

3.2.5. Zinco e Piombo

Le rappresentazioni grafiche mostrano l'andamento delle concentrazioni medie giornaliere di piombo e zinco e la loro correlazione statistica presso le tre stazioni di monitoraggio.

- **Premolo:** nel 2026 la correlazione tra zinco e piombo è risultata ($R^2 \approx 0,90$), indicando una forte correlazione tra i due metalli. Nel 2025, invece, il coefficiente era ($R^2 \approx 0,46$), nella campagna 2023 si era osservata una correlazione di ($R^2 \approx 0,85$). Il rapporto medio **Zn/Pb** è pari a $\sim 8,5$, inferiore al valore tipico da camino ($\approx 12,7$).
- **Ponte Nossà:** nel 2026 il coefficiente di determinazione è risultato piuttosto elevato ($R^2 \approx 0,64$), tale valore risulta molto simile a quello della precedente campagna di monitoraggio del 2025 in cui si registrava un dato pari a **0,61**. Nel 2024 i valori erano superiori a **0,9**, con un legame molto stretto, mentre nel 2023 la correlazione era invece analoga ($R^2 \approx 0,66$). Il rapporto medio **Zn/Pb** è ~ 6 , in linea con Premolo ed inferiore al valore caratteristico di riferimento.
- **Gorno:** nel 2026 i dati mostrano una correlazione moderata ($R^2 \approx 0,64$), analoga a quanto misurato Ponte Nossà e confrontabile con quanto rilevato nel 2025 ($R^2 \approx 0,61$). Nel 2024, però, il coefficiente superava anch'esso **0,9**, segnalando un legame molto stretto. Nel 2023 il valore era lievemente inferiore ($R^2 \approx 0,40$), quindi la campagna 2026 si colloca nuovamente in un quadro intermedio tra le osservazioni del 2023 e quelle del 2024, con valori più prossimi alla campagna del 2023. Il rapporto medio **Zn/Pb** è $\sim 18,5$, superiore rispetto alle altre stazioni e maggiore del valore tipico da camino.

Nel complesso, i dati del 2026 evidenziano che le correlazioni tra Zn e Pb sono decisamente più deboli rispetto al 2024 ad eccezione della postazione di Premolo per la quale la correlazione tra i due metalli risulta pressoché analoga, anche dovuta al fatto che, sia per il piombo, che per lo zinco, molte delle misurazioni ottenute risultano inferiori al limite di rilevabilità. I dati elaborati si collocano in linea generale ad un livello intermedio tra quelle misurate negli anni 2023 e 2024. I rapporti medi **Zn/Pb** risultano più alti rispetto al rapporto tipico di emissione dello stabilimento ($\approx 12,7$) unicamente per la postazione di Gorno, suggerendo la presenza di contributi multipli e non esclusivamente riconducibili al camino industriale.

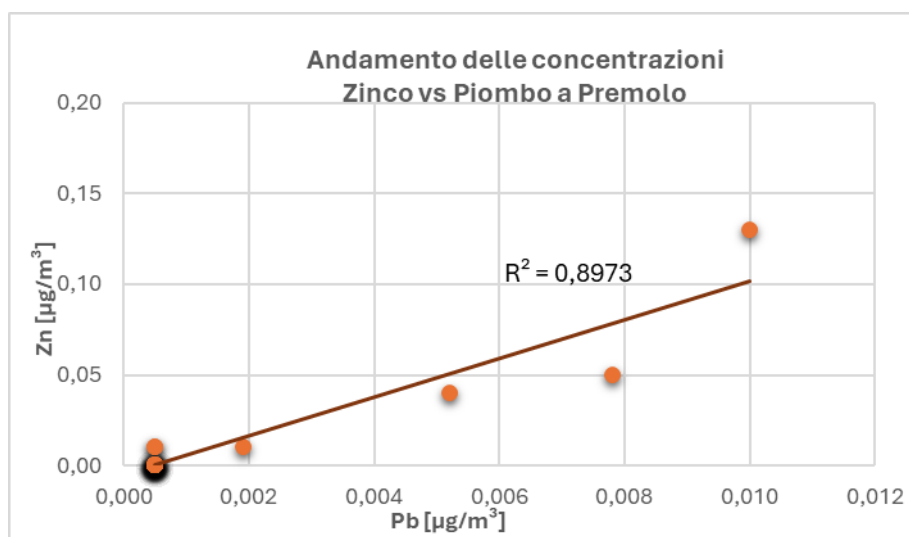


Figura 3.2.5/2-Premolo: Zinco vs Piombo

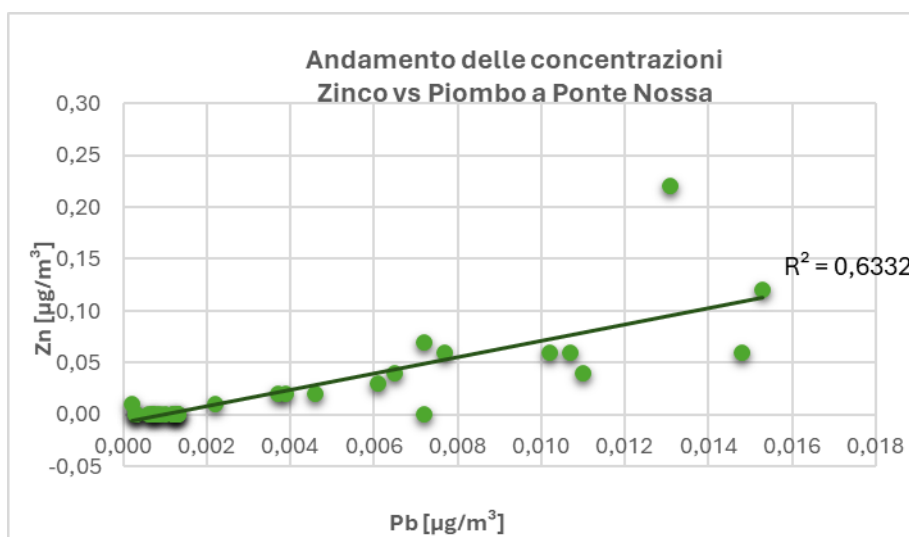


Figura 3.2.5/2-Ponte Noss: Zinco vs Piombo

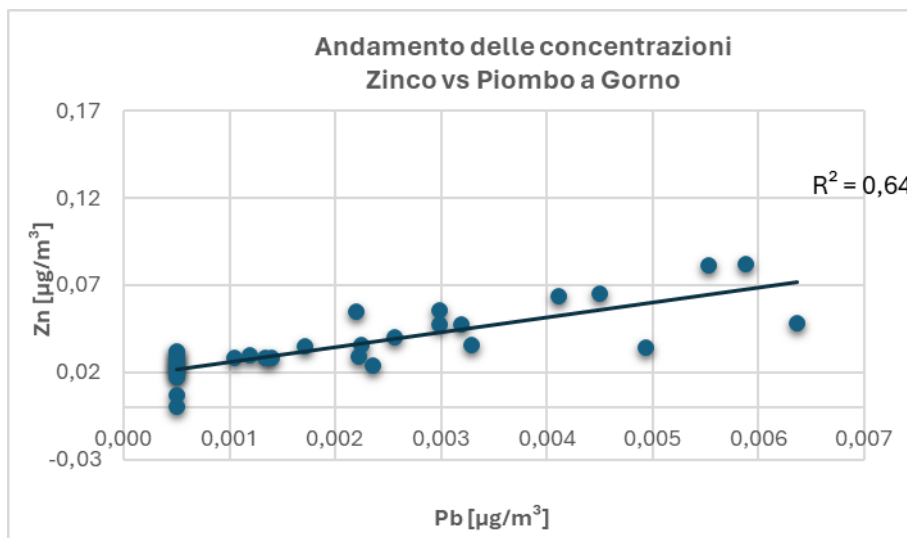


Figura 3.2.5/3-Gorno: Zinco vs Piombo

3.2.6. Zinco e Benzene

L'analisi delle concentrazioni medie giornaliere di zinco e benzene mostra una correlazione pressoché nulla per le stazioni di monitoraggio.

- **Premolo:** Si registra un R^2 pari a 0,0232, indicando una correlazione praticamente nulla tra i due inquinanti.
- **Ponte Nossa:** in questo caso il valore di R^2 è praticamente nullo (0,0878), confermando una totale indipendenza tra zinco e benzene.
- **Gorno:** il coefficiente di determinazione è ancora più basso ($R^2 = 0,0006$).

Questi risultati confermano che le sorgenti dei due inquinanti sono differenti: il benzene è riconducibile prevalentemente a emissioni da traffico veicolare e combustioni diffuse, mentre lo zinco rappresenta un metallo legato soprattutto al particolato atmosferico e alla composizione dei fumi industriali.

La mancanza di correlazione osservata evidenzia che le variazioni di concentrazione dell'uno non forniscono alcuna indicazione sull'andamento dell'altro.

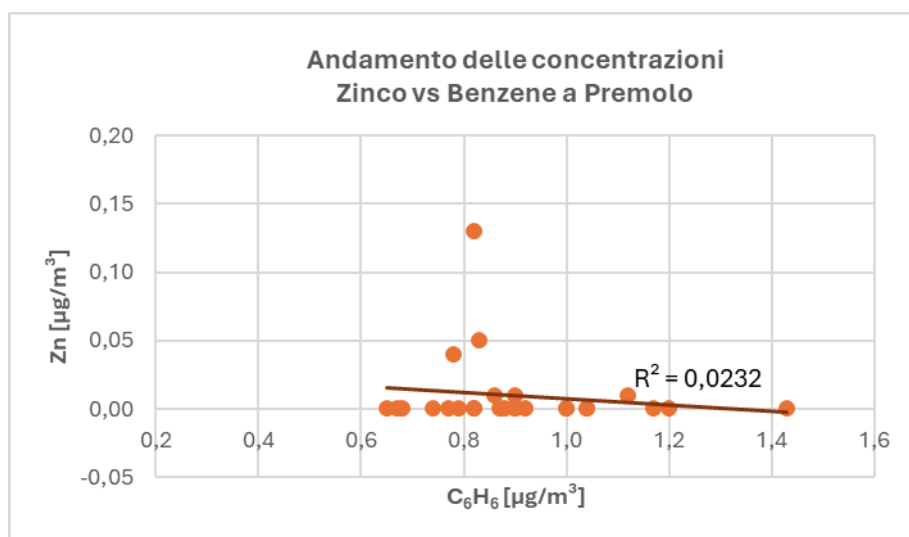


Figura 3.2.6/2-Premolo: Zinco vs Benzene

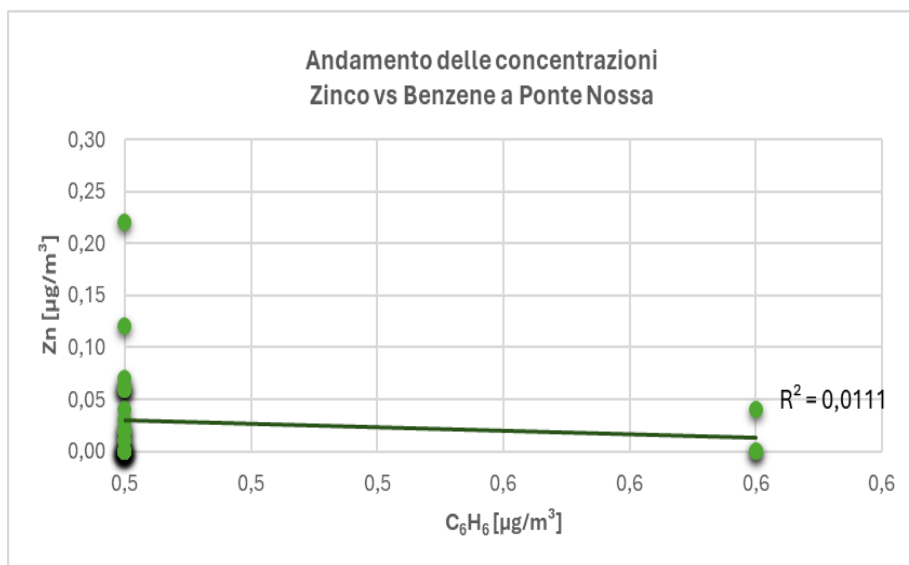


Figura 3.2.6/2-Ponte Noss: Zinco vs Benzene

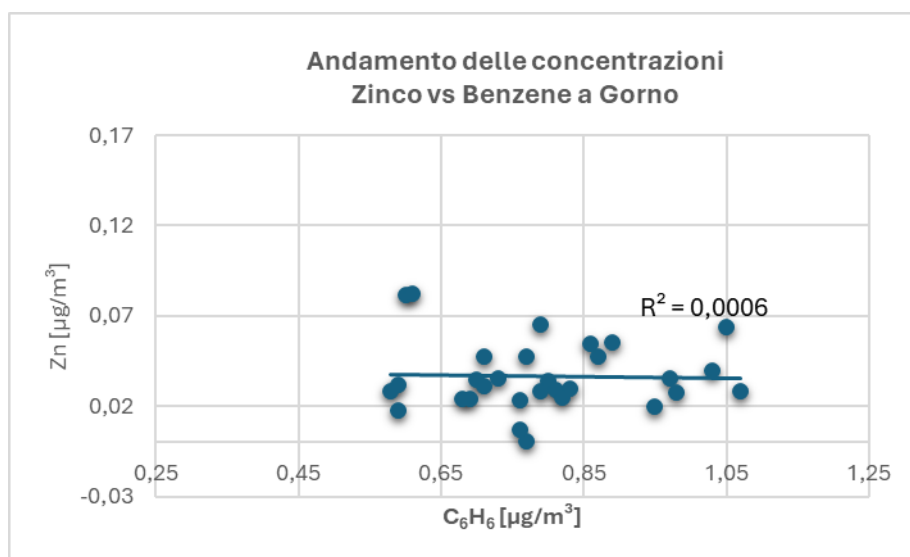


Figura 3.2.6/2-Ponte Noss: Zinco vs Benzene

3.2.7. Benzene e IPA totali

Nel corso della campagna di monitoraggio le concentrazioni degli **IPA totali** sono risultate **costantemente inferiori al limite di quantificazione (0,02 ng/m³)** in tutte le stazioni.

Questa condizione non consente di elaborare alcuna regressione statistica né di valutare una reale correlazione con le concentrazioni di **benzene**.

Di conseguenza, **l'analisi IPA-benzene non apporta elementi significativi** ai fini dell'interpretazione della qualità dell'aria e le relative elaborazioni grafiche sono state omesse.

3.2.8. Rame e Piombo

Le rappresentazioni grafiche mostrano l'andamento delle concentrazioni medie giornaliere di piombo e rame e la loro correlazione statistica presso le tre stazioni di monitoraggio.

- **Premolo:** nel 2026 la correlazione tra rame e piombo è risultata molto debole ($R^2 \approx 0,0088$), in netto calo rispetto al 2024 quando era pari a **0,70**, segnalando un legame forte e strutturato. Nel 2023 la correlazione era invece intermedia ($R^2 \approx 0,12$), infine, nel 2025 si era registrata una correlazione di $R^2 \approx 0,06$. I dati confermano pertanto un andamento di diminuzione della correlazione rispetto al 2024. Il rapporto Cu/Pb medio nel 2026 è pari a **~1**, inferiore al valore caratteristico di 10 atteso per il particolato industriale, ma con maggiore variabilità.
- **Ponte Nossa:** nel 2026 il coefficiente di determinazione è risultato moderato ($R^2 \approx 0,48$), anche nel 2024 la correlazione era moderata ($R^2 \approx 0,33$). Nel 2023, invece, il legame era scarsissimo ($R^2 \approx 0,006$) e nel 2025 si registravano dati analoghi $R^2 \approx 0,08$. Il rapporto Cu/Pb medio nel 2026 è di **~1**, nettamente inferiore al rapporto tipico del particolato di origine industriale.
- **Gorno:** nel 2026 i dati mostrano una correlazione molto debole ($R^2 \approx 0,14$). Nel 2024, invece, si osservava un legame moderato ($R^2 \approx 0,63$), mentre nel 2023 il coefficiente era ancora più basso ($R^2 \approx 0,02$) e nel 2025 lo stesso era pari a $R^2 \approx 0,11$ del tutto comparabile con quelli misurato.

I valori del 2026 si allineano a un quadro di sostanziale assenza di correlazione. Il rapporto Cu/Pb medio nel 2026 è di **~10,5**, prossimo al valore tipico industriale di 10.

Nel complesso, le correlazioni tra piombo e rame osservate nel 2026 sono molto deboli in tutte le stazioni.

I rapporti Cu/Pb calcolati nel 2026 risultano prossimi al valore tipico industriale unicamente per la postazione di Gorno, suggerendo che la presenza dei due metalli sia riconducibile a sorgenti comuni, anche se le loro dinamiche di dispersione in atmosfera risultano non sempre parallele.

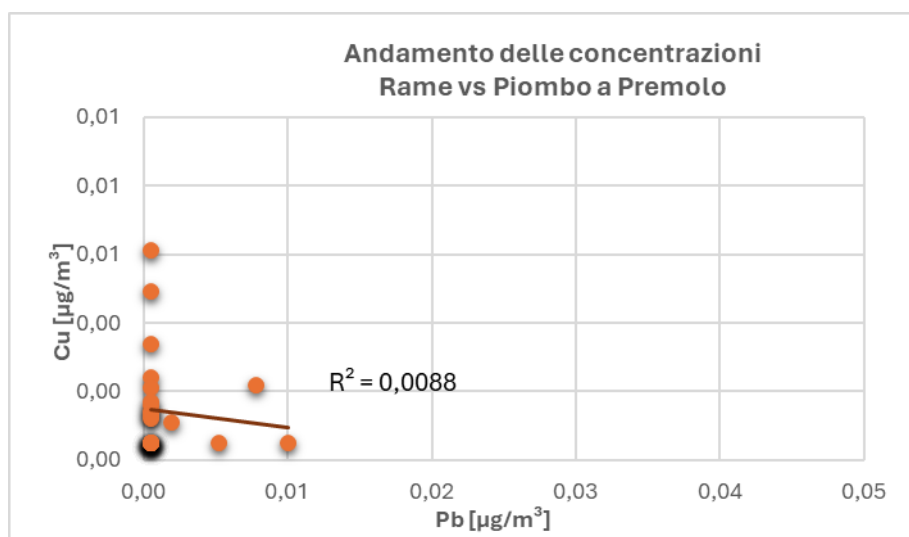


Figura 3.2.8/1-Premolo: Rame vs Piombo

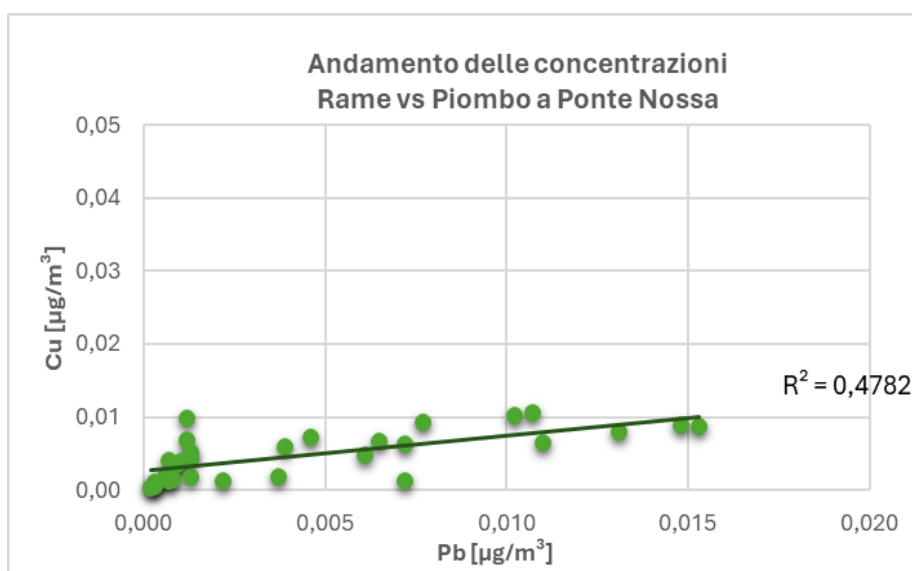


Figura 3.2.8/2-Ponte Noss: Rame vs Piombo

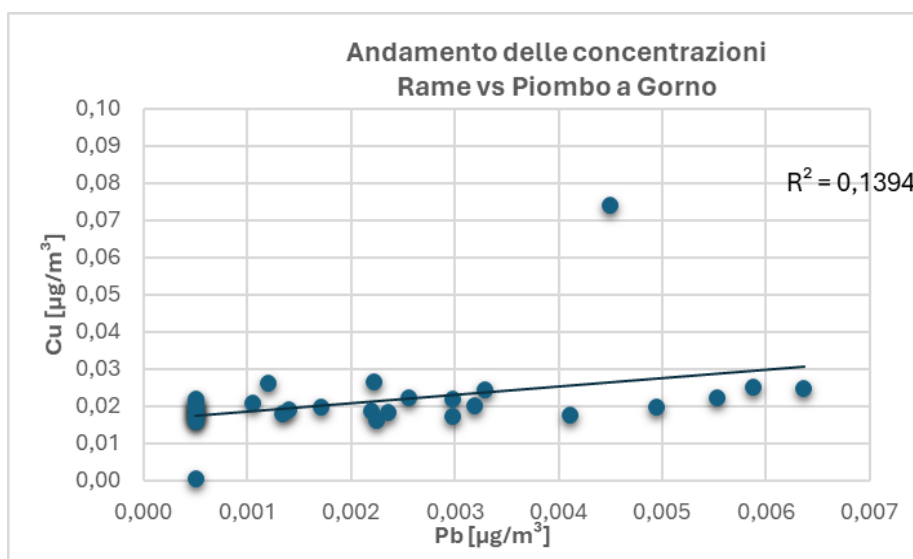


Figura 3.2.8/3-Gorno: Rame vs Piombo

3.2.9. IPA totali e Piombo

Nel corso della campagna di monitoraggio le concentrazioni degli **IPA totali** sono risultate **costantemente inferiori al limite di quantificazione (0,02 ng/m³)** in tutte le stazioni.

Questa condizione non consente di elaborare alcuna regressione statistica né di valutare una reale correlazione con le concentrazioni di **piombo**.

Di conseguenza, **l'analisi IPA-Pb non apporta elementi significativi** ai fini dell'interpretazione della qualità dell'aria e le relative elaborazioni grafiche sono state omesse.

3.2.10. Zinco e Rame

Le rappresentazioni grafiche mostrano l'andamento delle concentrazioni medie giornaliere di zinco e rame e la loro correlazione statistica presso le tre stazioni di monitoraggio.

- **Premolo:**
Nel 2026 la correlazione è decisamente scarsa ($R^2 \approx 0,016$), segnalando una scarsa relazione tra i due metalli. Nel 2024 si era invece osservata una correlazione decisamente più marcata ($R^2 \approx 0,65$), mentre nel 2023 il coefficiente era intermedio ($R^2 \approx 0,21$) e nel 2025 si registrava un dato pari a $R^2 \approx -0,11$. Il rapporto medio Zn/Cu nel 2025 è pari a 4.
- **Ponte Nossa:**
Nel 2026 il legame tra zinco e rame risulta moderato ($R^2 \approx 0,30$), al di sotto dei valori del 2024 in cui la correlazione era moderata ($R^2 \approx 0,47$). Nel 2023, invece, la correlazione era decisamente più ridotta a quella ($R^2 \approx 0,08$) e nel 2025 risultava uguale a $R^2 \approx 0,056$. Il rapporto medio Zn/Cu nel 2025 è circa 6.
- **Gorno:**
Nel 2026 i dati mostrano una correlazione debole ($R^2 \approx 0,12$), sensibilmente inferiore a quella osservata nel 2024 ($R^2 \approx 0,63$). Anche nel 2023 il coefficiente era molto contenuto ($R^2 \approx 0,16$), mentre nel 2025 il medesimo era addirittura nullo $R^2 \approx 12$, segnalando una relazione poco significativa tra i due metalli in questa stazione. Il rapporto medio Zn/Cu nel 2025 è 1,76, il più basso tra le stazioni monitorate.

Il quadro che emerge mostra come nel 2026 le correlazioni Zn–Cu siano globalmente molto più deboli rispetto al 2024, in linea con quelle rilevate nel 2025 e nel 2023 e con valori di R^2 prossimi allo zero in tutte le stazioni. L'analisi dei rapporti medi Zn/Cu evidenzia valori compresi tra ~1,7 e ~7, inferiori al rapporto osservato nel 2024 (mediamente più alto), a conferma che i due metalli non derivano da un'unica sorgente dominante ma piuttosto da contributi multipli e non sempre coerenti.

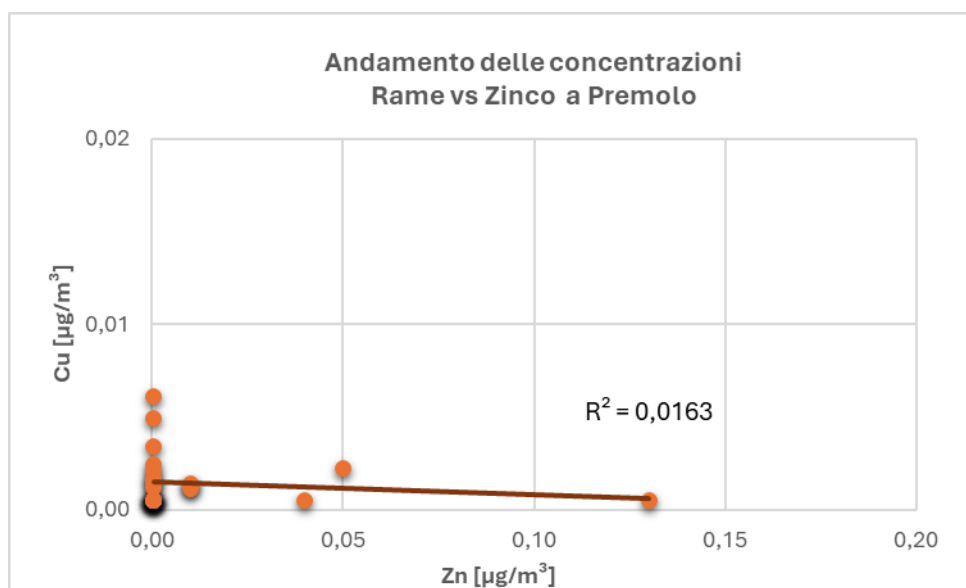


Figura 3.2.10/1-Premolo: Rame vs Zinco

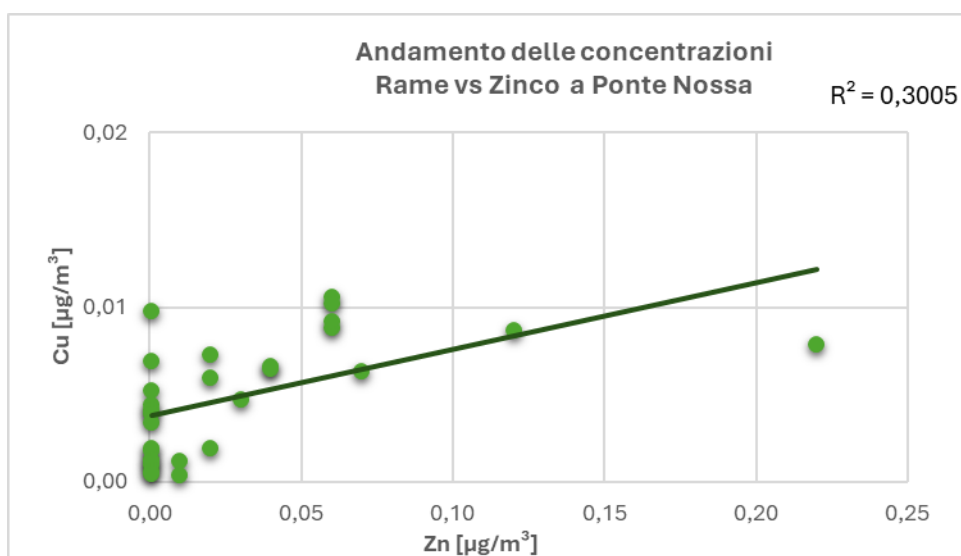


Figura 3.2.10/2-Ponte Noss: Rame vs Zinco

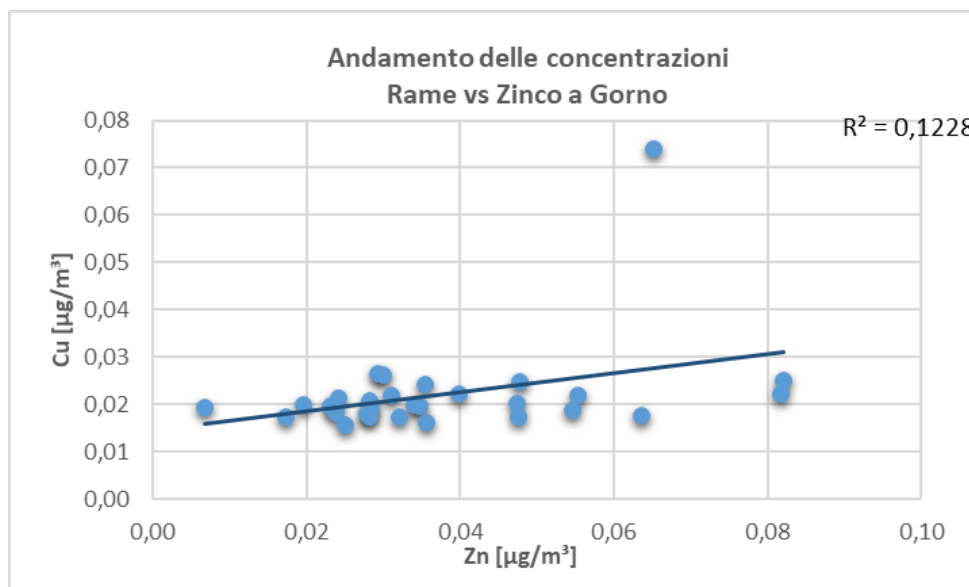


Figura 3.2.10/3-Gorno: Rame vs Zinco

3.2.11. Cadmio e Zinco

Nel corso della campagna di monitoraggio le concentrazioni di **cadmio** si sono attestate in tutte le stazioni su valori prossimi al **limite di quantificazione (0,001 µg/m³)**, senza reale variabilità utile all'analisi statistica, per tale motivo, essendo la varianza dei dati nulla il coefficiente R^2 calcolato risulterebbe pari a 0 per tutte le stazioni monitorate

In tali condizioni, **non è possibile attribuire alcuna validità alle correlazioni Cd–Zn**: i dati del cadmio non forniscono informazione utile e lo studio dell'accoppiata risulta non significativo ai fini dell'interpretazione della qualità dell'aria.

3.2.12. IPA totali e Zinco

Nel corso della campagna di monitoraggio le concentrazioni degli **IPA totali** sono risultate **costantemente inferiori al limite di quantificazione (0,02 ng/m³)** in tutte le stazioni.

Questa condizione non consente di elaborare alcuna regressione statistica né di valutare una reale correlazione con le concentrazioni di **zinco**.

Di conseguenza, **l'analisi IPA–Zn non apporta elementi significativi** ai fini dell'interpretazione della qualità dell'aria e le relative elaborazioni grafiche sono state omesse.

4. DATI DI EMISSIONE DELLO STABILIMENTO

I dati di emissione caratterizzano la sorgente dal punto di vista chimico. In particolare è interessante osservare che, sulla base di misurazioni effettuate nel tempo, il particolato prodotto è composto prevalentemente da PM₁₀ (97% circa), con elementi principali Zinco e Piombo (tabella 4/1).

ELEMENTO	CONCENTRAZIONE %	
	MAX	MIN
Zinco	63,00	55,00
Piombo	6,50	3,50
Cadmio	0,08	0,05
Rame	0,30	0,03

Tabella 4/1-Composizione chimica media del particolato, con i principali elementi presenti

Il rapporto Zn/Pb delle PM₁₀ è compreso tra 9,7 e 15,7; mediamente è 12,7.

La tabella 4/2 a seguire riporta i dati rilevati dalle misure di monitoraggio previste dall'Autorizzazione Aziendale in vigore, a partire dal 2019 fino al 2025, all'emissione principale dello stabilimento, rappresentata dal Camino forno-Waelz (E16).

SORGENTE	INQUINANTI	VALORI LIMITE	VALORI RILEVATI						
			2019 (data prelievo 04/11/19)	2020 (data prelievo 09/11/2020)	2021 (data prelievo 18/10/2021)	2022 (data prelievo 17/10/2022)	2023 (data prelievo 27/11/2023)	2024 (data prelievo 14/11/2024)	2025 (data prelievo 27/10/2025)
Camino forno Waelz – E16	Polveri [mg/Nm ³]	5	1,8	0,15	0,26	0,29	0,30	0,07	0,44
	SO _x [mg/Nm ³]	50	21,2	6,3	9,3	18,0	6,0	1,4	3,0
	CO [mg/Nm ³]	50	15,8	12,6	10,0	11,9	4,5	12,8	15,3
	NO _x [mg/Nm ³]	150	104,9	116,4	104,0	129,2	142,2	128,1	127,0
	COT [mg/Nm ³]	20	0,65	0,44	0,44	0,37	2,24	0,58	0,33
	Σ(Pb, Mn, Cu, Cr, V, Sn e composti) [mg/Nm ³]	3	0,0025	<0,0003	<0,0003	<0,0006	<0,0005	<0,001	< 0,003
	Cd [mg/Nm ³]	0,2	<0,0005	<0,0003	<0,0003	<0,0006	<0,0005	< 0,001	< 0,003
	CO ₂ [%]	n.a.	5,1	5,5	6,1	5,7	5,7	6,3	5,7
	Portata secca [Nm ³ /h]	n.a.	73141	87287	86137	90616	91768	78480	87880

Tabella 4/2-Emissioni del camino E16-WAELZ

La tabella 4/3 mostra invece l'andamento degli IPA all'emissione principale dello stabilimento (E16) negli anni dal 2019 al 2025.

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI							
Composti	Concentrazione (ng/Nm ³)						
	Misura sul prelievo del 04/11/2019	Misura sul prelievo del 09/11/2020	Misura sul prelievo del 18/10/2021	Misura sul prelievo del 17/10/2022	Misura sul prelievo del 27/11/2023	Misura sul prelievo del 14/11/2024	Misura sul prelievo del 27/10/2025
benzo(a)antracene [µg/Nm ³]	<0,0015	0,0031	<0,0011	<0,0010	0,0460	0,1959	0,0039
benzo(b)fluorantene [µg/Nm ³]	<0,0015	0,0090	<0,0011	<0,0010	0,2457	0,0359	0,0014
benzo(j)fluorantene [µg/Nm ³]	<0,0015	0,0068	<0,0011	<0,0010	<0,0023	< 0,0017	< 0,0013
benzo(k)fluorantene [µg/Nm ³]	<0,0015	0,0068	<0,0011	<0,0010	<0,0023	< 0,0017	< 0,0013
benzo(a)pirene [µg/Nm ³]	<0,0015	<0,0016	<0,0011	<0,0010	<0,0023	< 0,0017	0,0033
indeno(123,cd)pirene [µg/Nm ³]	<0,0015	<0,0016	<0,0011	<0,0010	<0,0023	< 0,0017	0,0062
dibenzo(a,h)antracene [µg/Nm ³]	<0,0015	<0,0016	<0,0011	<0,0010	<0,0023	< 0,0017	< 0,0013
dibenzo(a,l)pirene [µg/Nm ³]	<0,0015	<0,0016	<0,0011	<0,0010	<0,0023	0,0057	< 0,0013
dibenzo(a,e)pirene [µg/Nm ³]	<0,0015	<0,0016	<0,0011	<0,0010	<0,0023	< 0,0017	< 0,001
dibenzo(a,i)pirene [µg/Nm ³]	<0,0015	<0,0016	<0,0011	<0,0010	<0,0023	< 0,0017	< 0,0013
dibenzo(a,h)pirene [µg/Nm ³]	<0,0015	<0,0016	<0,0011	<0,0010	<0,0023	< 0,0017	< 0,0013
TOTALE	0,0073	0,0244	<0,0011	<0,0010	0,3100	0,2436	0,0187
Valore limite espresso come ΣIPA	10						

Tabella 4/3 Misure di IPA

5. ELABORAZIONI E PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

5.1. Elaborazioni statistiche

5.1.1. Trattamento statistico monovariato

La campagna oggetto della relazione è stata effettuata in prima primavera (dal 25 marzo 2026 al 23 aprile 2026), si specifica nuovamente che sebbene la richiesta da parte del committente sarebbe stata di eseguire la campagna di monitoraggio nel corso del mese di febbraio ma a causa di indisponibilità dei laboratori mobili la partenza dei monitoraggi è stata ritardata alle date indicate, per tale motivazione non sono presenti campagne antecedenti che sovrappongano in maniera ottimale i periodi di monitoraggio ma si possono considerare approssimativamente simili i monitoraggi degli anni 2024 e 2023. Andando a ritroso sono state effettuate le seguenti campagne:

Anno	Inizio-fine	Periodo
2026	25 marzo – 23 aprile	Inizio primavera
2025	9 luglio - 7 agosto	Estivo
2024	16 febbraio - 16 marzo	Invernale
2023	14 aprile – 17 maggio	Primaverile
2022	1° giugno – 30 giugno	Tardo primaverile - Estivo
2021	22 luglio – 20 agosto	Estivo
2020	8 settembre - 17 ottobre	Tardo estivo - Autunnale
2019	1° novembre - 30 novembre	Autunnale
2018	4 maggio - 02 giugno	Primaverile
2017	28 giugno - 28 luglio	Estivo
2016	28 settembre - 30 ottobre	Autunnale
2016	4 febbraio - 4 marzo	Invernale
2014	6 dicembre - 5 gennaio 2015	Autunnale
2013	aprile - maggio	Primaverile
2012	luglio - settembre	Estivo
2011	dicembre - gennaio	Tardo autunnale - invernale

La campagna, durata un mese, è risultata certamente rappresentativa delle condizioni meteorologiche e di qualità dell'aria nel periodo considerato, ed essendo contemporanea nelle tre stazioni, consente confronti significativi, in particolare con l'ultima campagna effettuata con la stessa stagionalità (2024 e 2023).

5.1.2. Rappresentazione grafica Box-Whiskers Plot

Le figure dalla 5.1.2/1 alla 5.1.2/10 riassumono, in grafici Box-Whiskers, le statistiche dei valori di concentrazione delle **PM10, PM2.5, Benzene, Pb, Zn, Cd, CO, NO₂, SO₂ e Benzo(a)pirene**, consentendo anche un confronto con i dati ottenuti nelle corrispondenti campagne effettuate negli anni precedenti; sui grafici sono riportati i valori limite di legge, quando esistenti.

I grafici nelle figure dalla 5.1.2/11 alla 5.1.2/15 mostrano le variazioni di concentrazione di **PM10, PM2.5, CO, NO₂ e SO₂** nelle tre stazioni. I grafici di figura 5.1.2/16, 5.1.2/17 e 5.1.2/18, uno per stazione di misura, riportano invece la percentuale di PM2.5 presente nelle PM10; tale valore deve essere comunque inteso come indicativo, in quanto il funzionamento della strumentazione non consente una separazione netta tra le due frazioni dimensionali.

Le tabelle ed i grafici mostrano che:

- **PM10** – Durante la campagna del 2026 non si sono registrati superamenti del valore limite giornaliero di **50 µg/m³**, a differenza delle campagne invernali precedenti (es. febbraio–marzo 2024). Le concentrazioni medie si collocano tra **15 e 30 µg/m³** nelle tre stazioni, valori intermedi tra quelli registrati nelle due campagne 2023 e 2024, compatibili con il periodo monitorato. La variabilità, espressa come **deviazione standard relativa percentuale**, è 49,7% per Gorno e 43,7% per Ponte Nossola e 30,59% per Premolo. L'ordine dei valori medi è **Gorno > Premolo ≈ Ponte Nossola**, tutti comunque ben al di sotto del limite normativo. Si conferma anche in questa campagna il nesso tra riduzione delle polveri e gli eventi piovosi, con cali marcati delle concentrazioni in corrispondenza o nei giorni immediatamente successivi alle precipitazioni.
- **PM2.5** – Le concentrazioni registrate nel 2026 risultano anch'esse ampiamente inferiori al limite legislativo annuale di **25 µg/m³**. I valori medi sono compresi tra **5 e 20 µg/m³**, con valori inferiori registrati per le stazioni di Ponte Nossola e Premolo e dati maggiori per la stazione di Gorno. Anche in questo caso i valori rilevati si collocano in una scala intermedia tra i dati misurati nell'anno 2023 e quelli del 2024, compatibilmente con il periodo di osservazione. La differenza riscontrata tra le centraline non è comunque tale da terminare condizioni specifiche o influenze puntuali.

Nel complesso, l'analisi dei dati **2026** rispetto al **2023 e 2024** conferma che le concentrazioni di particolato fine (**PM10 e PM2.5**) seguono una chiara variabilità stagionale: **valori bassi e stabili nelle campagne estive, valori più elevati e variabili nelle campagne invernali**. Le condizioni meteorologiche, in particolare la frequenza di precipitazioni e le dinamiche di dispersione atmosferica, giocano un ruolo determinante nell'andamento delle concentrazioni rilevate.

- Le concentrazioni di Benzo(a)pirene rilevate nella campagna 2026 sono risultate **sempre inferiori al limite annuale di 1 µg/m³** e, di fatto, **sotto il LOQ** in tutte le stazioni. Non è quindi necessario uno studio incrociato con i profili anemologici;
- Nel 2026 i valori di **Benzene (C₆H₆)** sono **sempre < 5 µg/m³** in tutte le stazioni, e sostanzialmente in linea con i monitoraggi pregressi;
- Le concentrazioni di **Monossido di carbonio (CO)** nel 2026 rimangono **molto inferiori al limite di riferimento (10 mg/m³)**, in continuità con gli anni precedenti. Le differenze tra stazioni sono modeste e prive di criticità;
- Nel 2026 i valori di **Biossido di zolfo (SO₂)** sono **ben al di sotto del limite giornaliero di 125 µg/m³** in tutte le stazioni. Tuttavia, i livelli risultano **più alti a Premolo**, seguita da Ponte Nossà e Gorno. Le concentrazioni restano comunque ampiamente sottosoglia;
- Nel 2026 le concentrazioni di **Piombo (Pb)** sono **molto inferiori al limite annuale di 0,5 µg/m³** (ordini di grandezza più basse). Rispetto al 2024 si osserva un **calo generale** in tutte le stazioni; i valori maggiori si registrano per la stazione di Ponte Nossà seguita da Gorno e poi Premolo;
- Il **Cadmio (Cd)** è stato **sempre < LOQ** in tutte le stazioni anche nel 2026; non sono quindi significative analisi statistiche o correlazioni;
- Nel 2026 i livelli di **Zinco (Zn)** si attestano sempre su valori molto contenuti, registrando una concentrazione maggiore per la stazione di Premolo e concentrazione analoghe tra le stazioni di Ponte Nossà e Gorno;
- Nel 2026, per il parametro **Biossido di azoto (NO₂)** non si registrano superamenti del **limite orario (200 µg/m³)** né, per quanto riguarda i valori medi giornalieri, del **limite annuale (40 µg/m³)**. Le **medie risultano lievemente superiori ai precedenti periodi di monitoraggio**, più in linea con i dati monitorati nel periodo invernale del 2024, indice di un contributo ancora incisivo da parte delle fonti di riscaldamento domestico e delle condizioni meteorologiche particolarmente stabili con un basso livello di piovosità e di intensità del vento.

Figura 5.1.2/1 – Confronto tra le concentrazioni di PM₁₀ nelle campagne effettuate dal 2022 al 2026 nelle tre stazioni. La linea rossa riportata rappresenta Valore Limite Giornaliero di 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte in un anno. Il Valore Limite Annuale da non superare (linea blu nel grafico) è di 40 µg/m³.

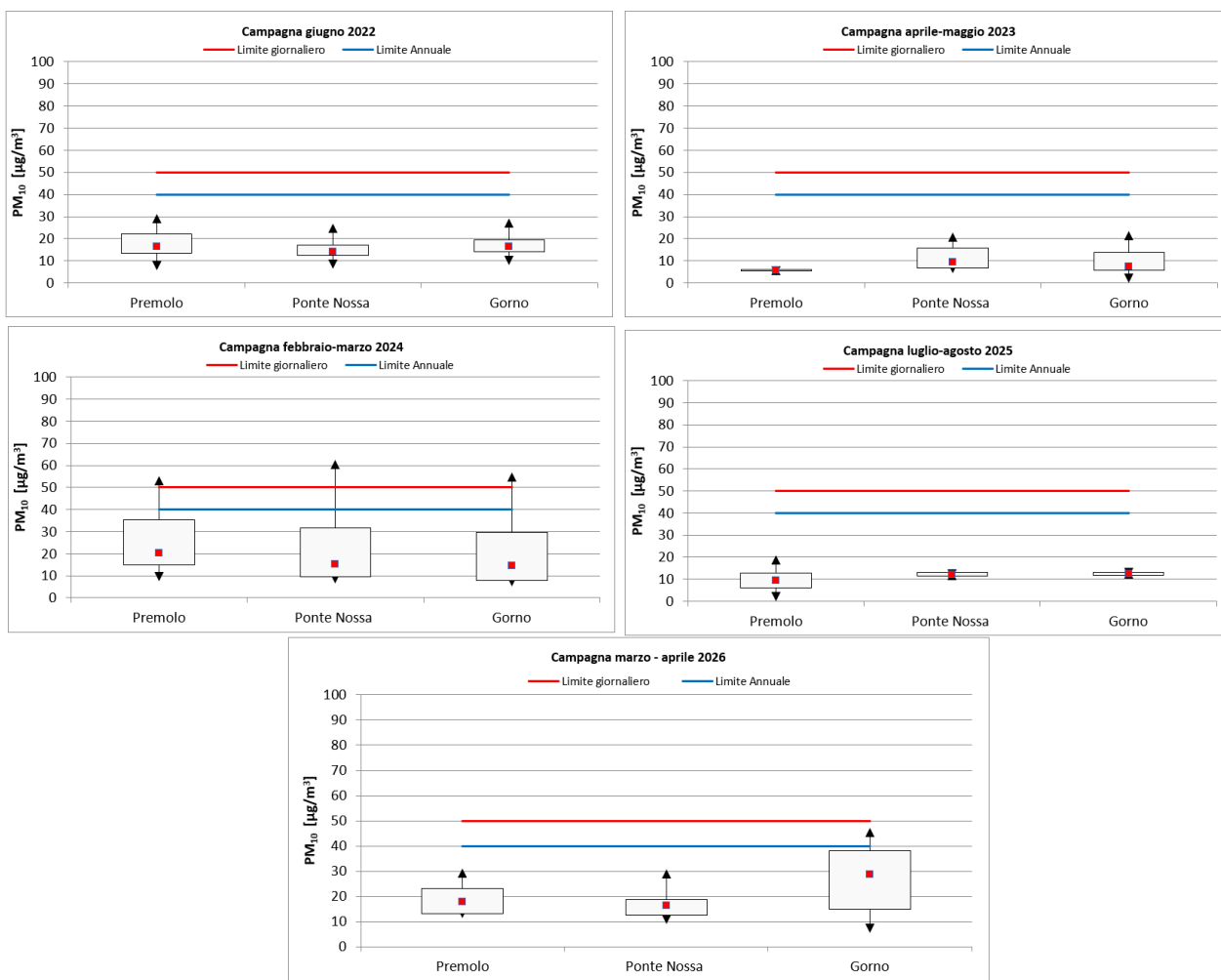


Figura 5.1.2/2 – Confronto tra le concentrazioni di PM_{2.5} nelle campagne effettuate dal 2022 al 2026 nelle tre stazioni. Dal 1° gennaio 2010 l'UE ha introdotto un Valore Limite Annuale di PM_{2.5} obbligatorio per legge, pari a 25 µg/m³ (linea rossa nel grafico) con il 20% di tolleranza (30 µg/m³ effettivi), da ridurre di 1 µg/m³ ogni anno fino a raggiungere nel 2015 il livello medio annuale di 25 µg/m³.

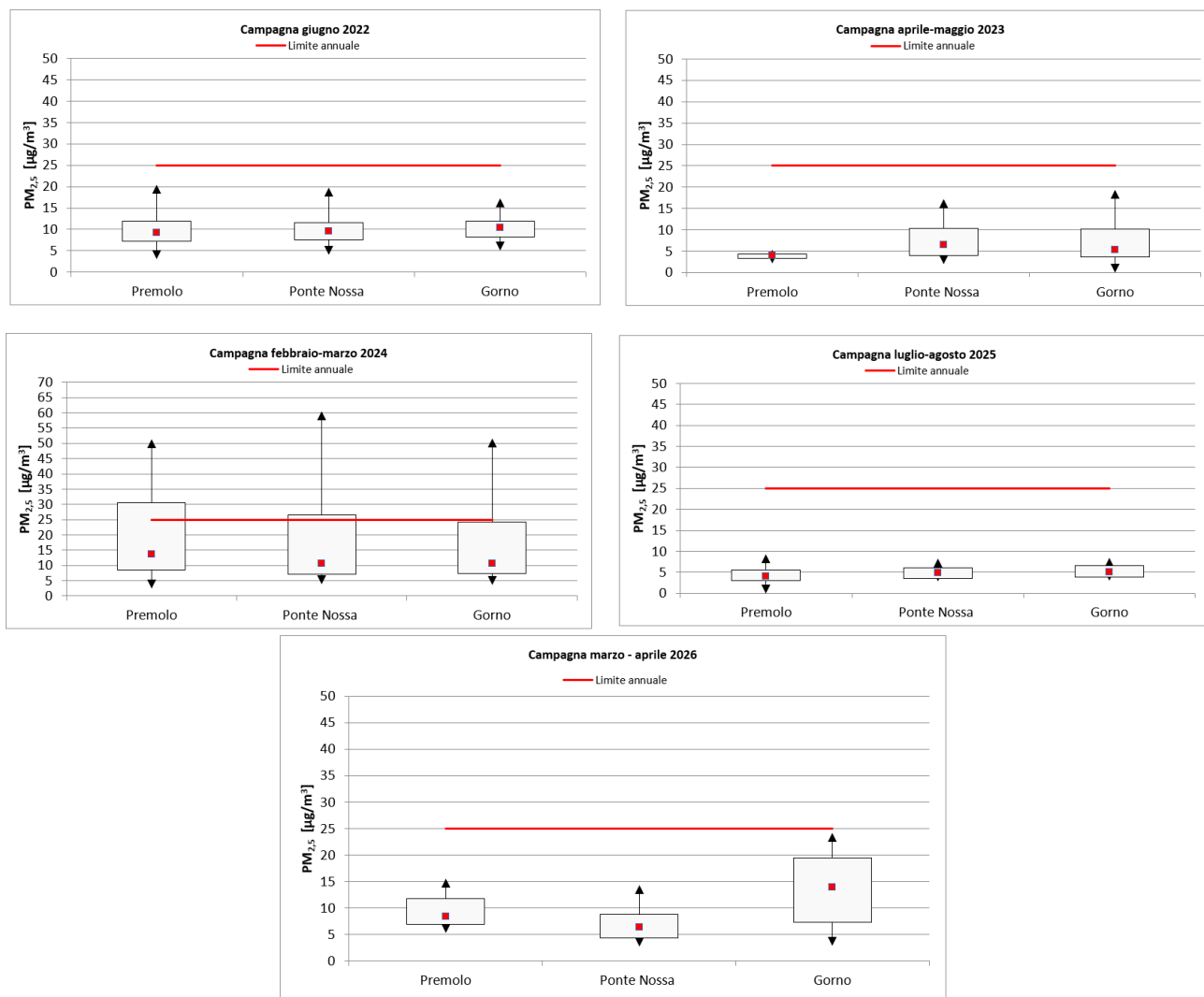


Figura 5.1.2/3 – Confronto tra le concentrazioni di Benzene (C_6H_6) nelle campagne effettuate dal 2022 al 2026 nelle tre stazioni. La linea rossa riportata rappresenta il Valore Limite di $5 \mu g/Nm^3$ da non superare come media annuale.

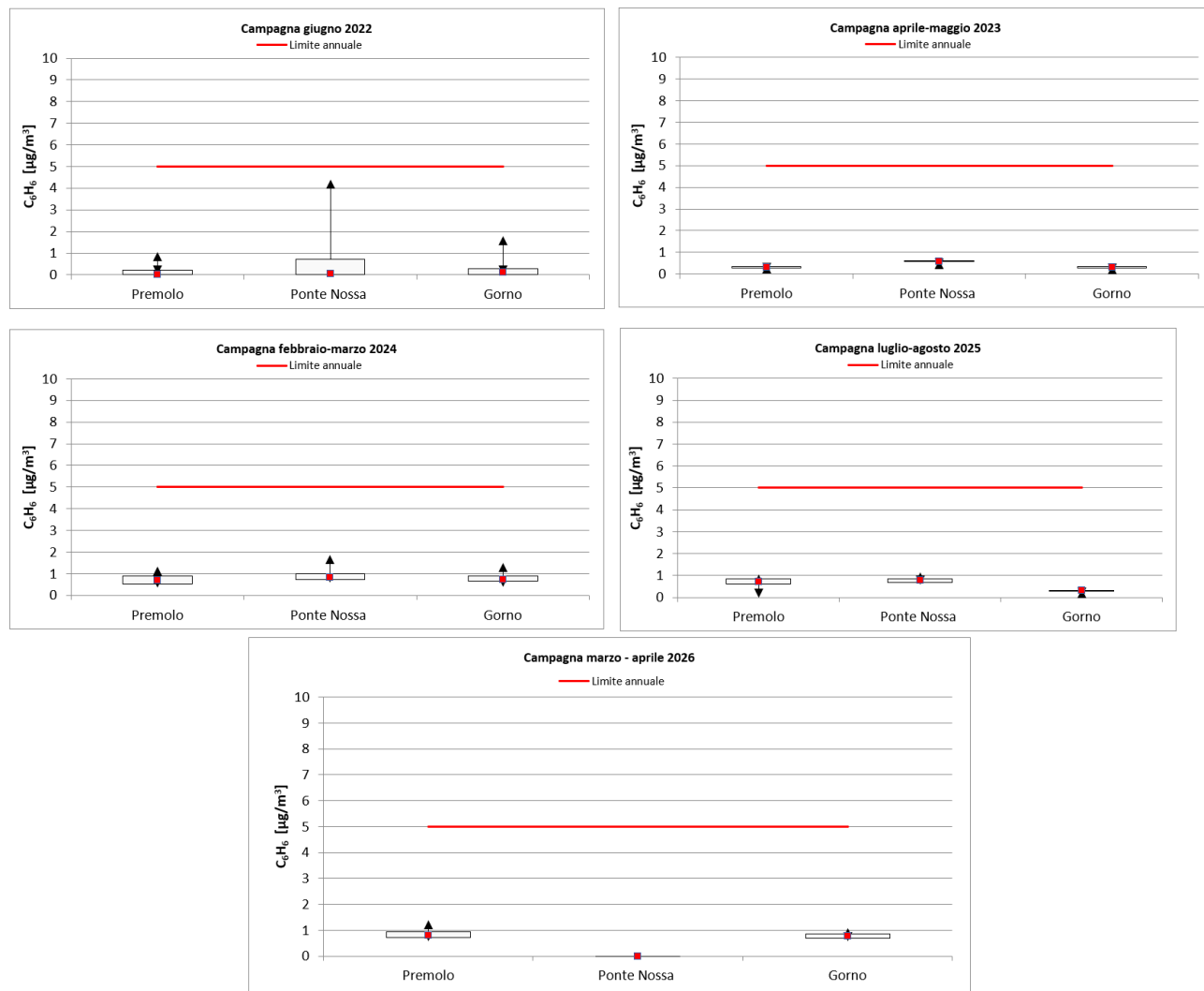


Figura 5.1.2/4 – Confronto tra le concentrazioni di Piombo (Pb) misurate nelle campagne effettuate dal 2022 al 2026 nelle tre stazioni. Il Valore Limite su Anno Civile da non superare è di $0,5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$; essendo tale concentrazione di un ordine di grandezza superiore ai valori misurati non compare nel grafico.

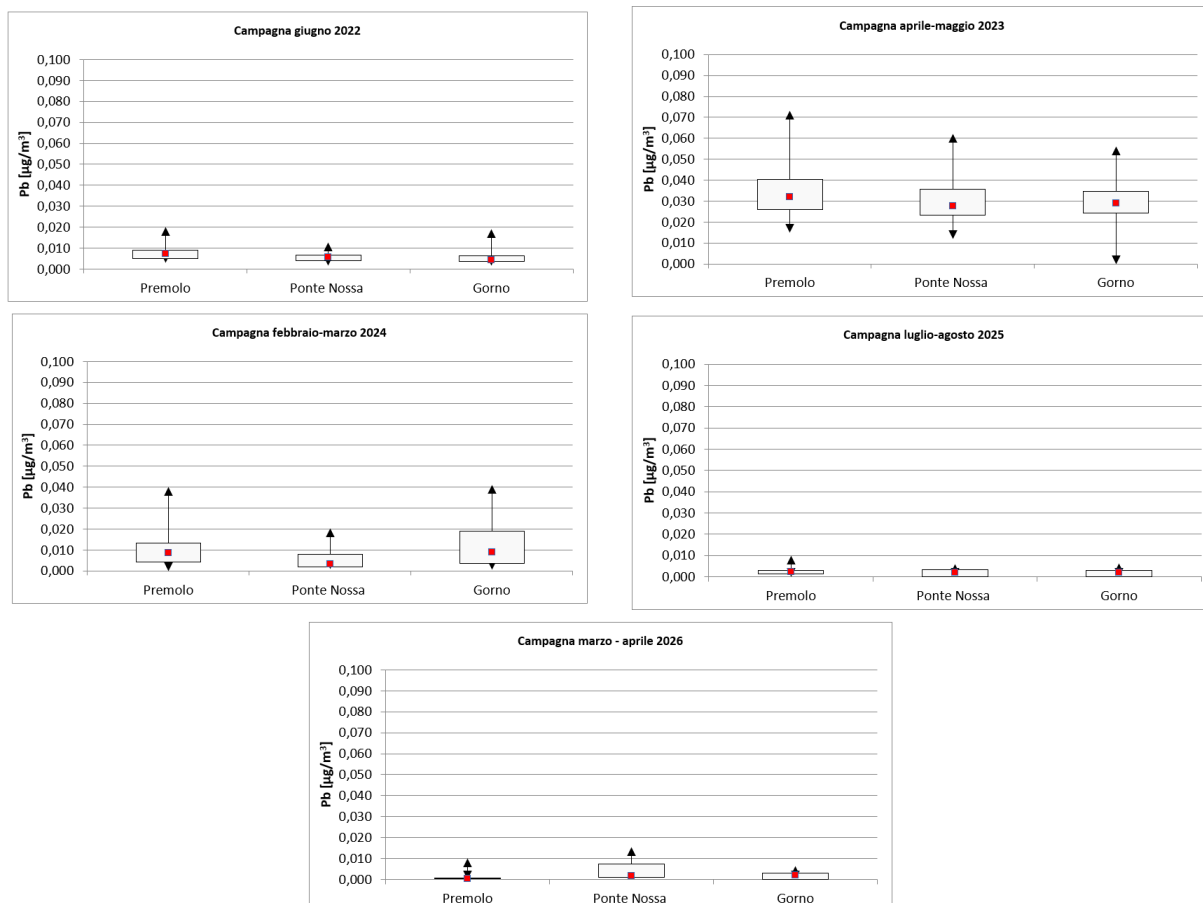


Figura 5.1.2/5. – Confronto tra le concentrazioni di Zinco (Zn) misurate nelle campagne effettuate dal 2022 al 2026 nelle tre stazioni. Il valore limite non è definito.

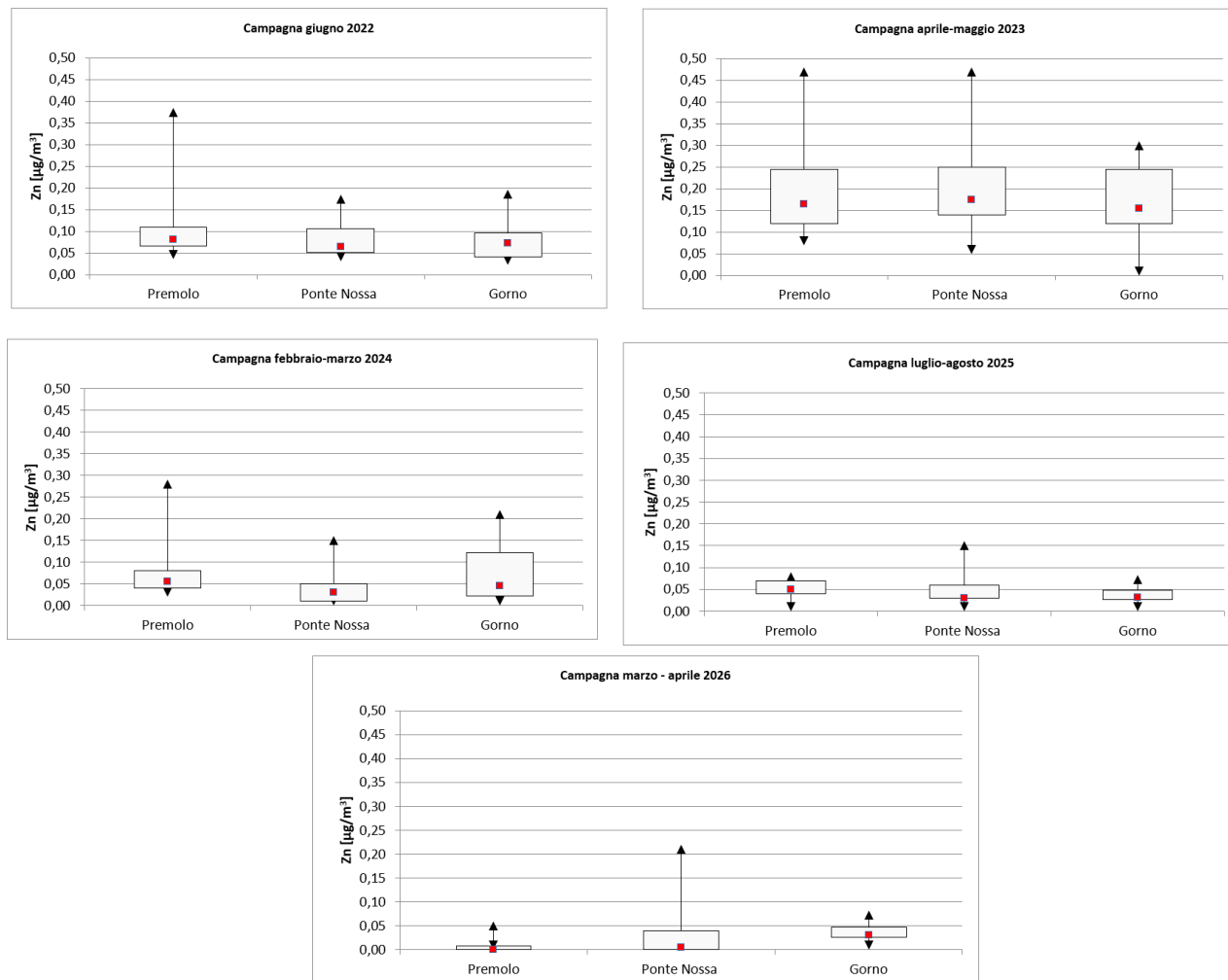


Figura 5.1.2/6. – Confronto tra le concentrazioni di Cadmio (Cd) misurato nelle campagne effettuate dal 2022 al 2026 nelle tre stazioni. Il Valore Obiettivo è di 5,0 ng/m³, riferito al tenore totale presente nelle frazione PM₁₀ del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile (molto superiore ai valori misurati e quindi non tracciato nel grafico).

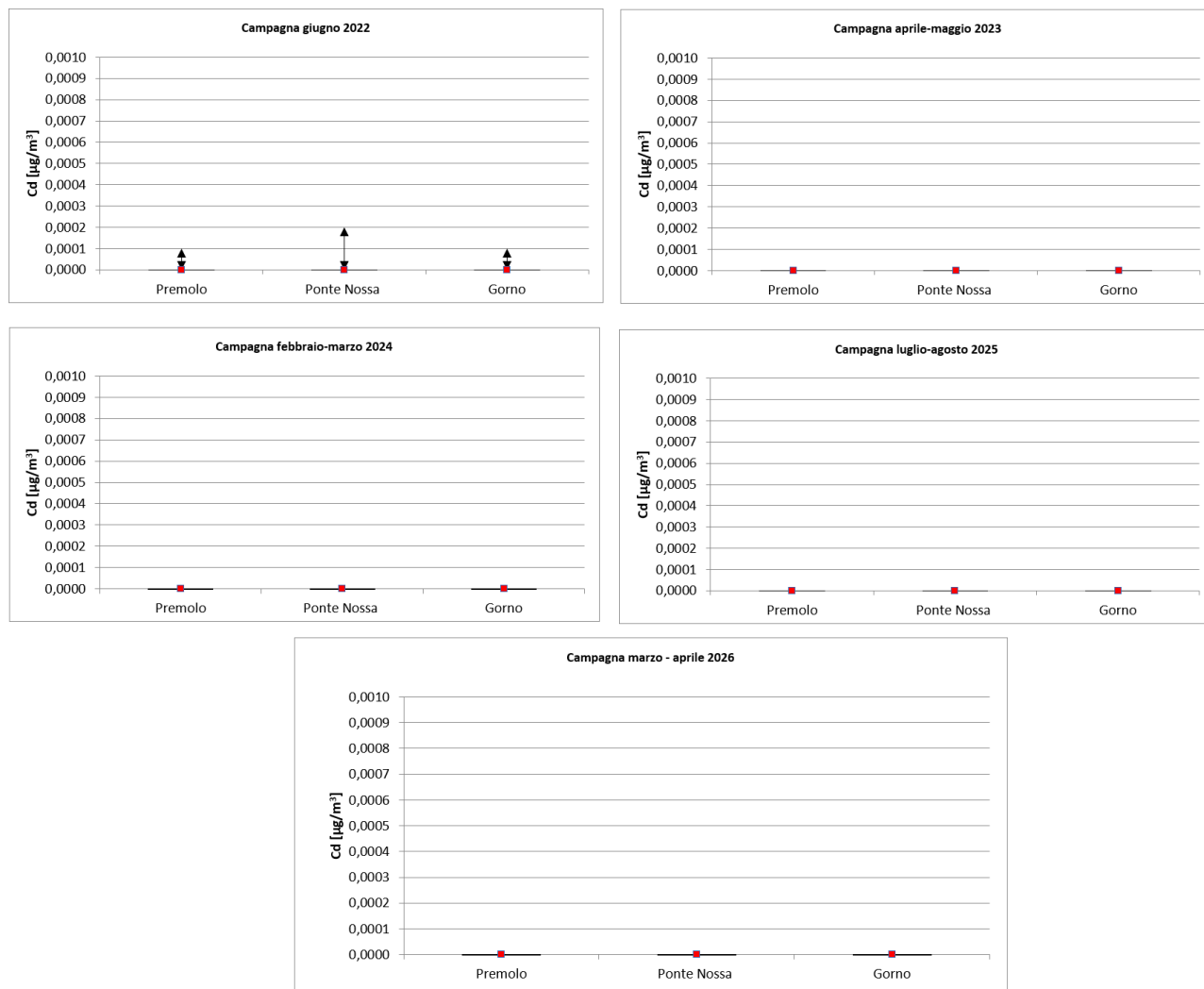


Figura 5.1.2/7 – Confronto tra le concentrazioni di Monossido di Carbonio (CO) nelle campagne effettuate dal 2021 al 2026 nelle tre stazioni. Il Valore Limite è di 10 mg/Nm³ come media su 8 ore nella giornata (linea rossa nella parte superiore del grafico).

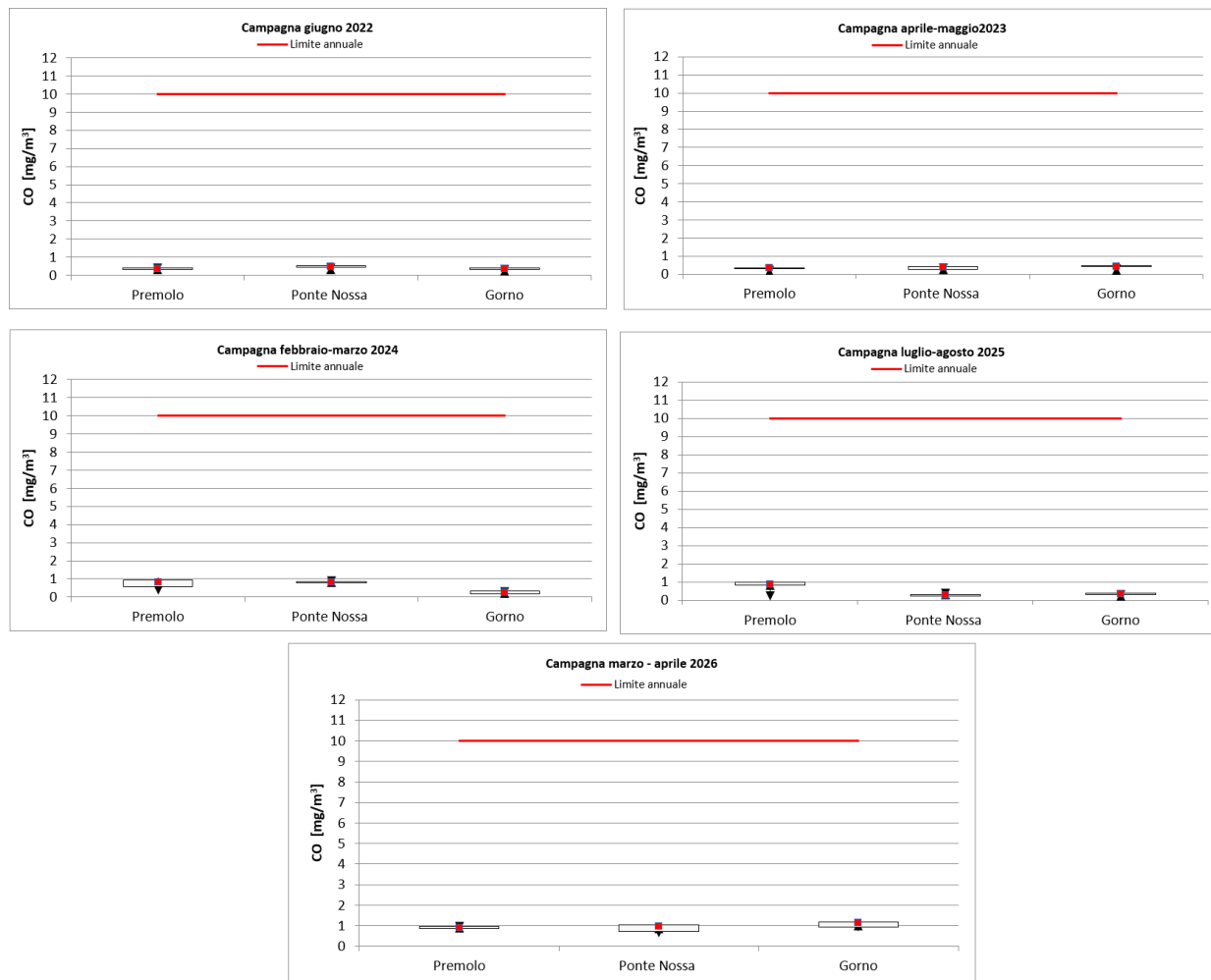


Figura 5.1.2/8 – Confronto tra le concentrazioni di Biossido di Azoto (NO₂) nelle campagne effettuate dal 2022 al 2026 nelle tre stazioni. Il Valore Limite è di 40 µg/Nm³ come media sull'anno civile (linea orizzontale blu).

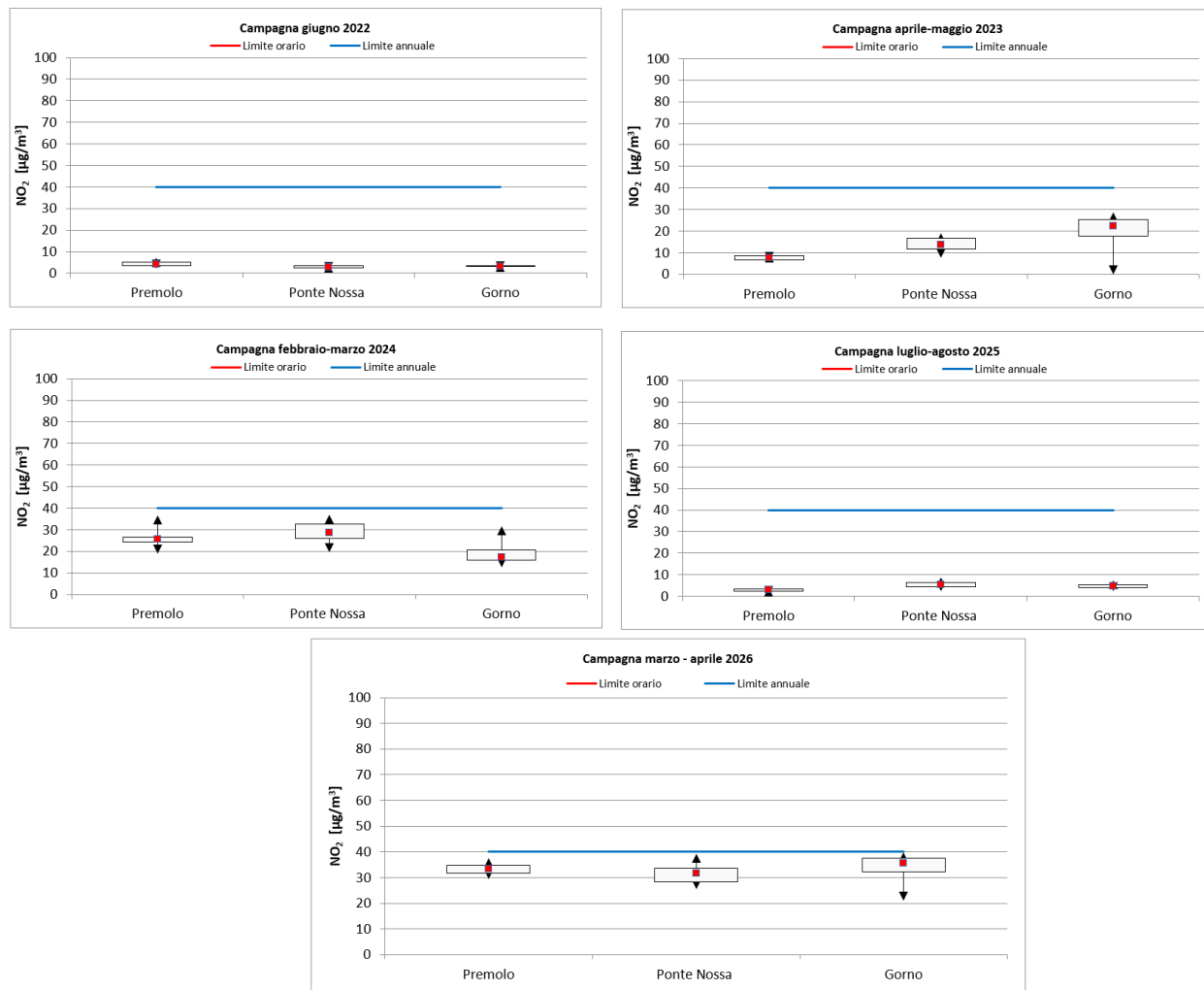


Figura 5.1.2/9 – Confronto tra le concentrazioni di Biossido di Zolfo (SO₂) misurate nelle campagne effettuate dal 2022 al 2026 nelle tre stazioni. Il Valore Limite previsto è di 125 µg/Nm³ (media giornaliera) da non superare per più di tre volte l'anno (molto superiore ai valori misurati e quindi non tracciato nel grafico).

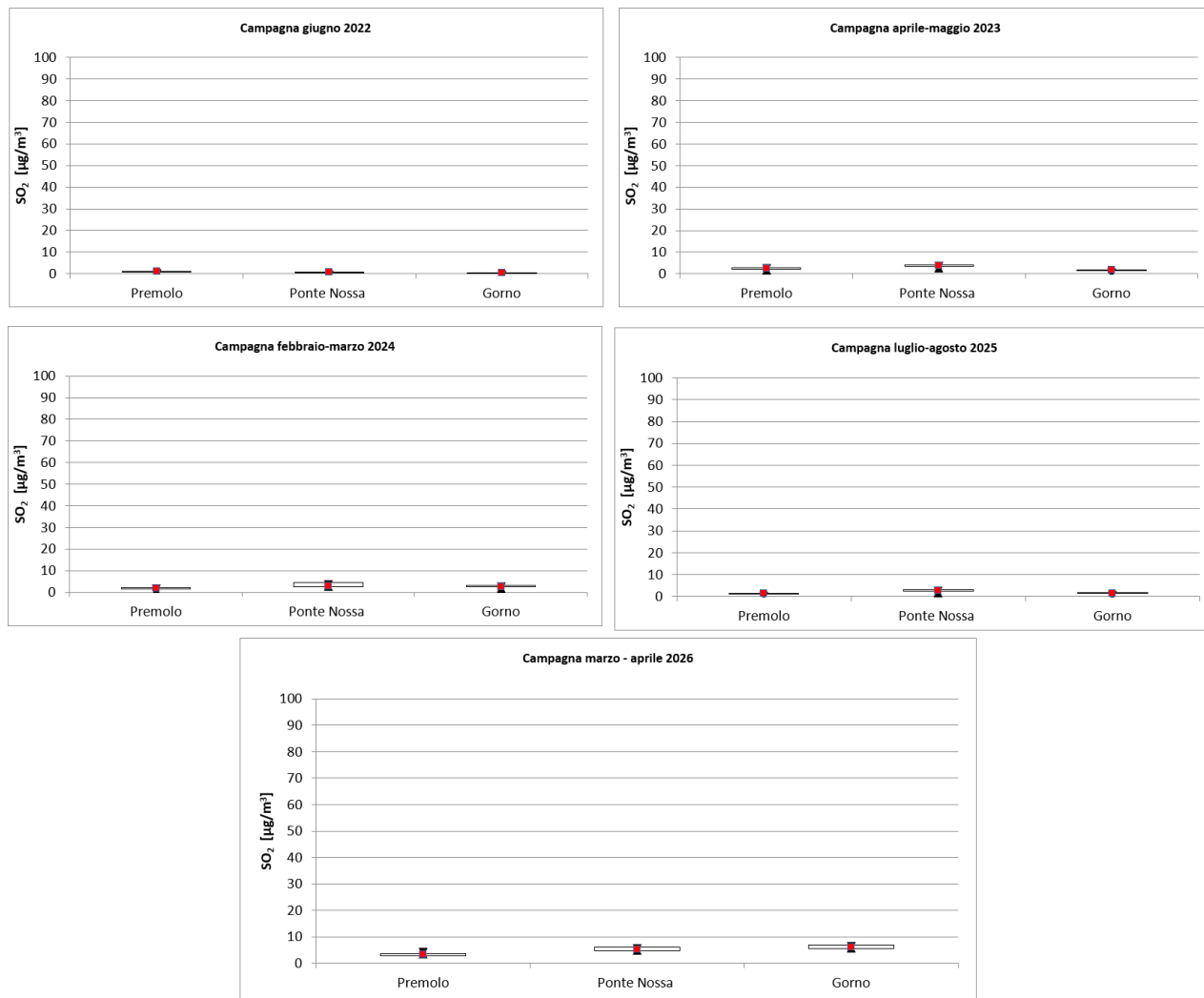


Figura 5.1.2/10 – Confronto tra le concentrazioni del Benzo(a)pirene nelle tre stazioni, misurate nelle campagne dal 2022 al 2026. Il Valore Obiettivo è di $1,0 \text{ ng/m}^3$, riferito alla concentrazione totale presente nella frazione PM_{10} del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

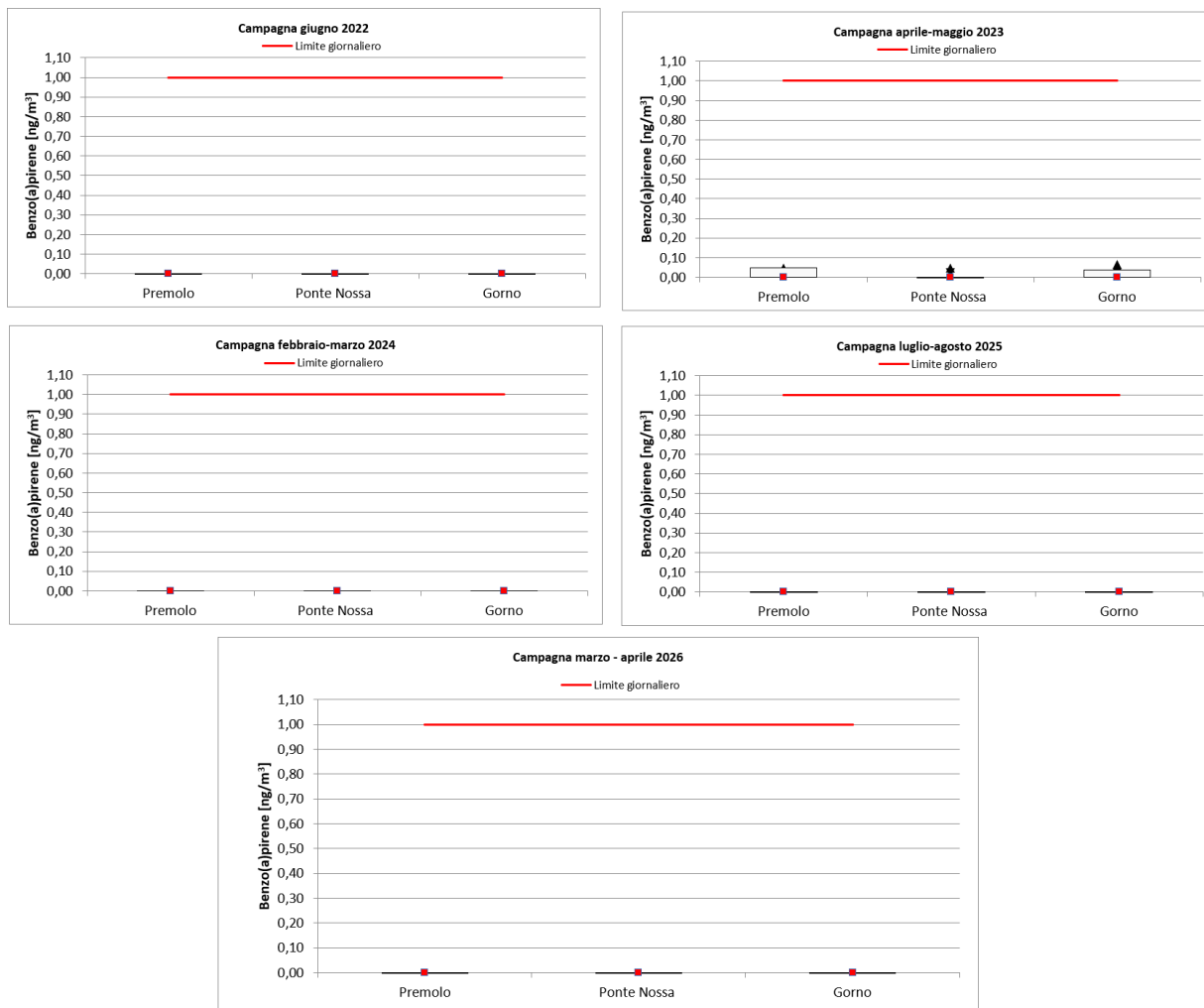


Figura 5.1.2/11. Variazioni delle concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀ nelle tre stazioni durante la campagna di marzo-aprile 2026. La linea orizzontale rappresenta il Valore Limite giornaliero di 50 µg/Nm³ che non deve essere superata per più di 35 volte l'anno civile. I cerchi pieni rappresentano i mm di pioggia caduti.

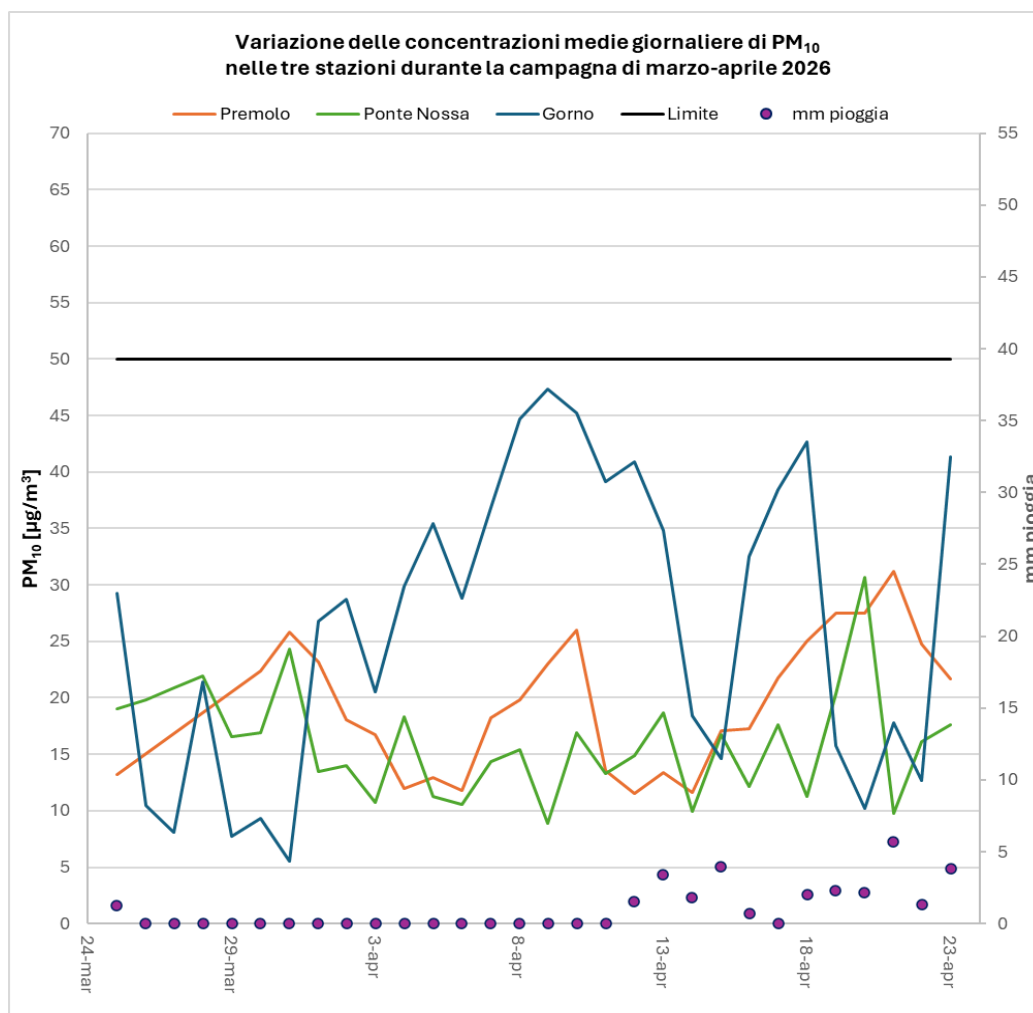


Figura 5.1.2/12 - Variazioni delle concentrazioni medie giornaliere di PM_{2,5} nelle tre stazioni durante la campagna di marzo-aprile 2026. Il Valore Limite come media sull'anno civile è 25 µg/Nm³: si è deciso di effettuarne una rappresentazione in figura (linea nera) allo scopo di confronto qualitativo con gli andamenti medi rilevati nelle stazioni. I cerchi pieni rappresentano i mm di pioggia caduti.

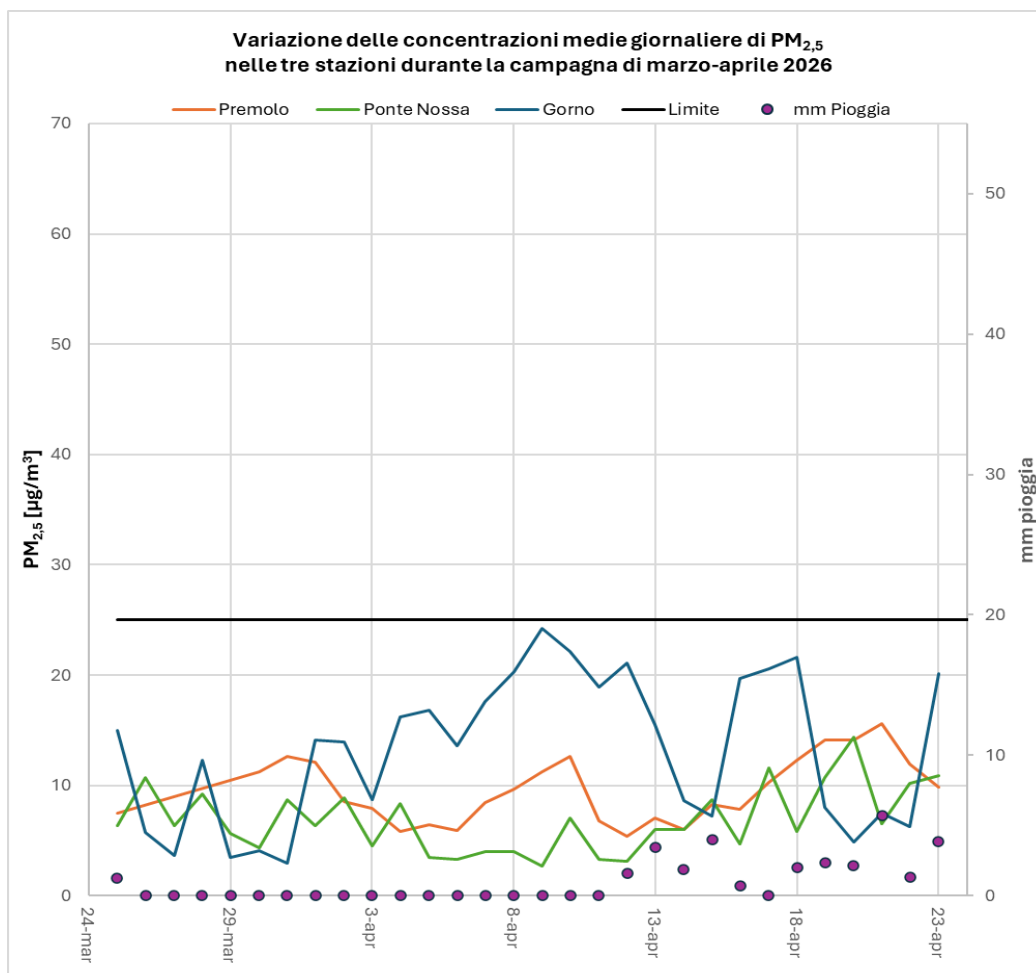


Figura 5.1.2/13 - Variazioni delle concentrazioni medie giornaliere di Monossido di Carbonio (CO) nelle tre stazioni durante la campagna di marzo-aprile 2026. Il Valore Limite da considerarsi su media giornaliera su 8 ore è 10 mg/Nm³, superiore ai valori misurati e quindi non riportato nel grafico. I cerchi pieni rappresentano i mm di pioggia caduti.

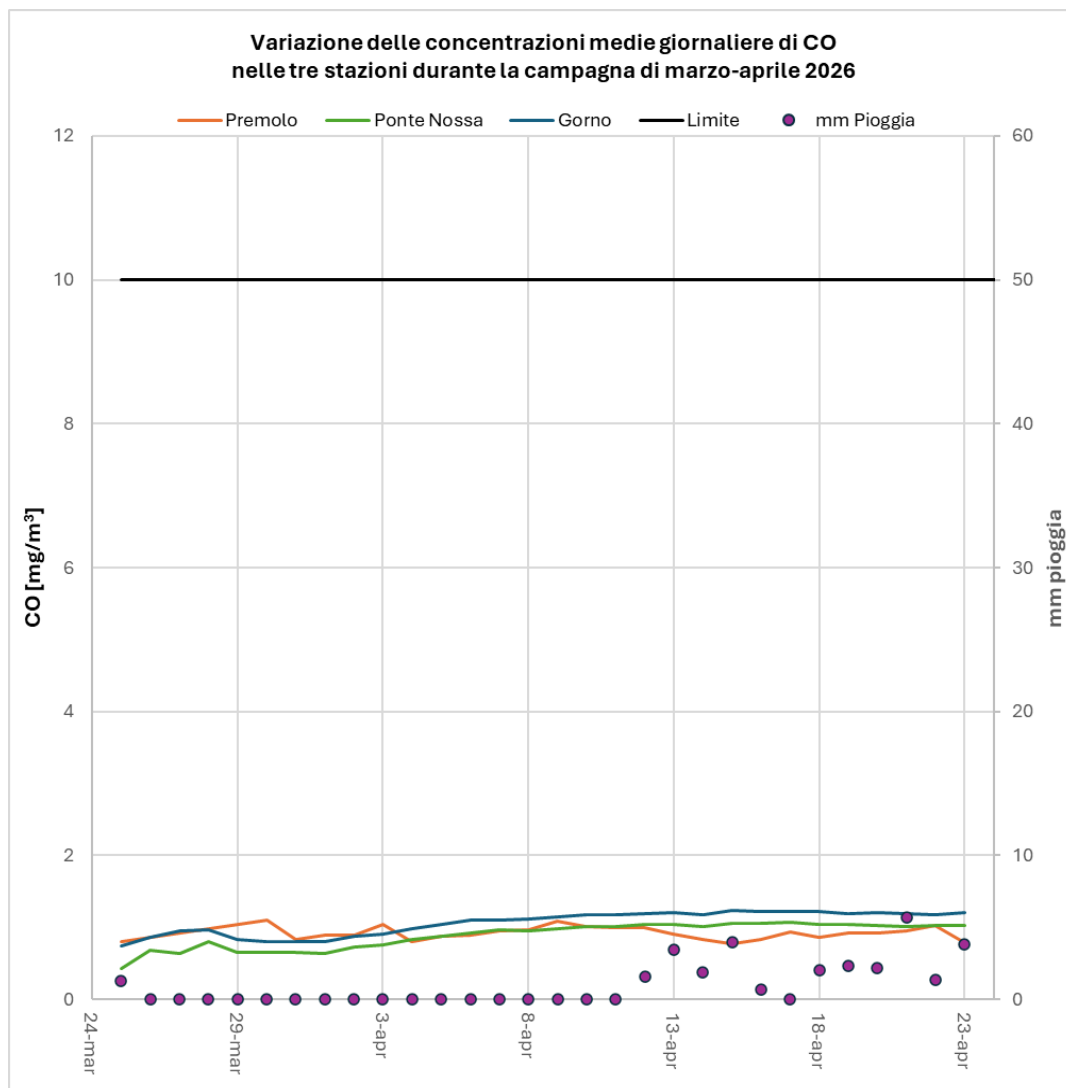


Figura 5.1.2/14 - Variazioni delle concentrazioni medie giornaliere di Biossido di Azoto (NO₂) nelle tre stazioni durante la campagna di marzo-aprile 2026. Non è definito Valore Limite giornaliero per gli NO₂, mentre il Valore Limite Orario di 200 µg/Nm³ è molto superiore ai valori misurati. I cerchi pieni rappresentano i mm di pioggia caduti.

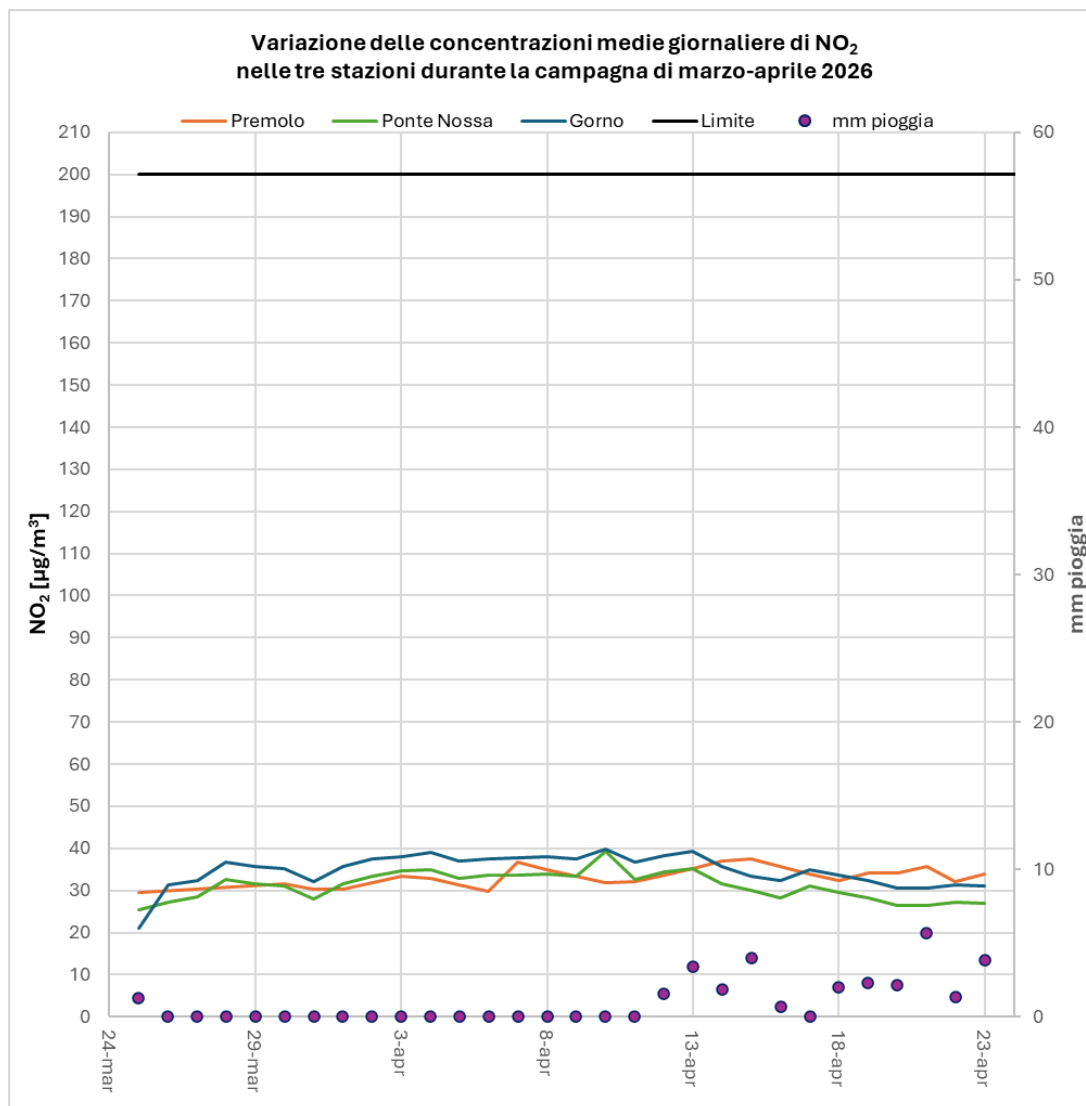
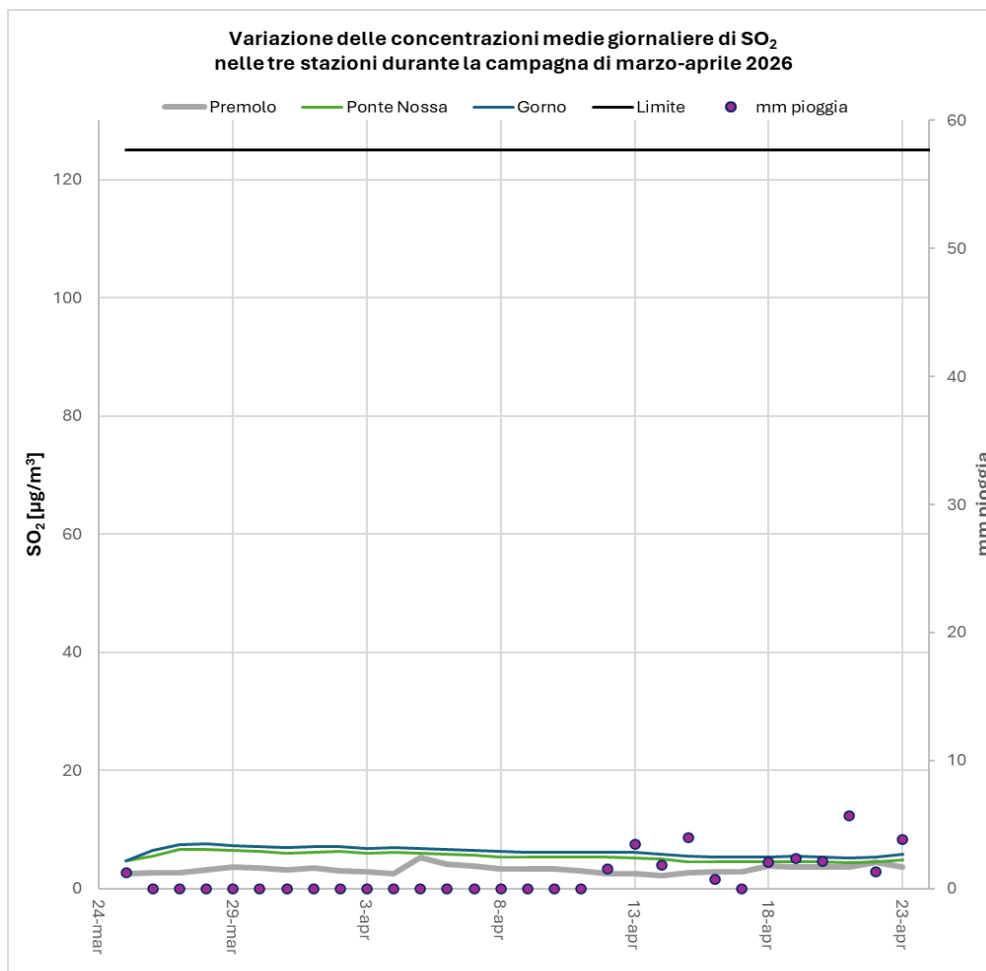


Figura 5.1.2/15 - Variazioni delle concentrazioni medie giornaliere di Biossido di Zolfo (SO₂) nelle tre stazioni durante la campagna di marzo-aprile 2026. Il valore limite da non superare più di 3 giorni in un anno è di 125 µg/Nm³, molto superiore ai valori misurati e quindi non tracciato. I cerchi pieni rappresentano i mm di pioggia caduti.



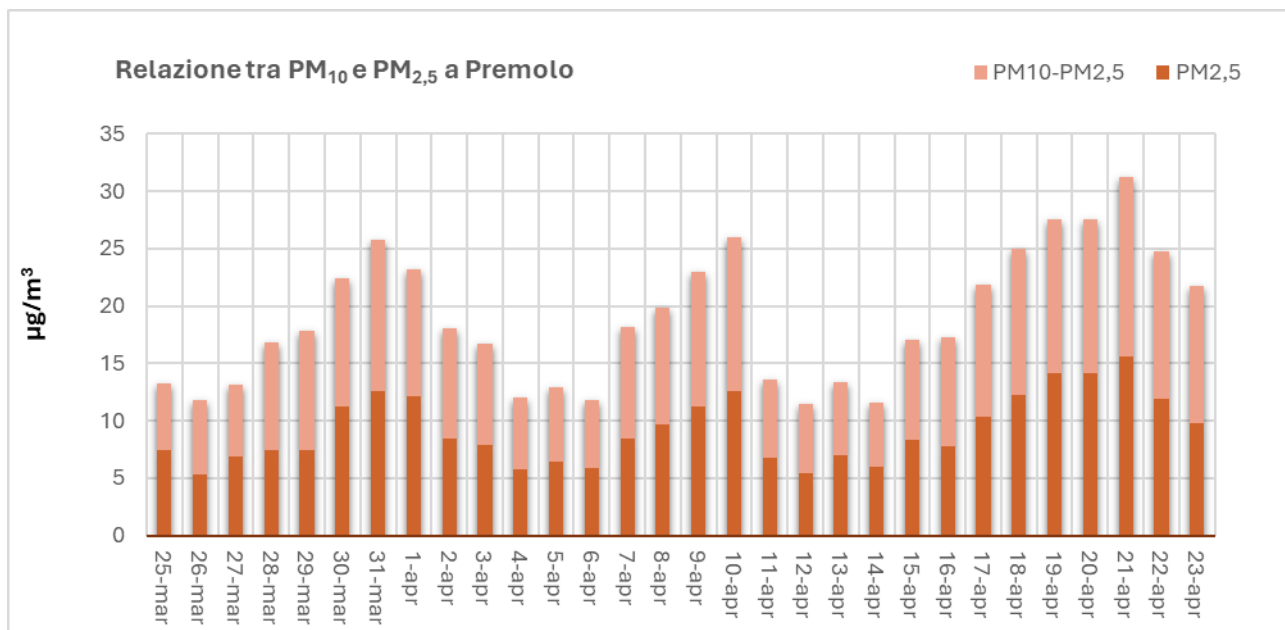


Figura 5.1.2/16 Premolo- Relazione tra PM₁₀ e PM_{2,5}

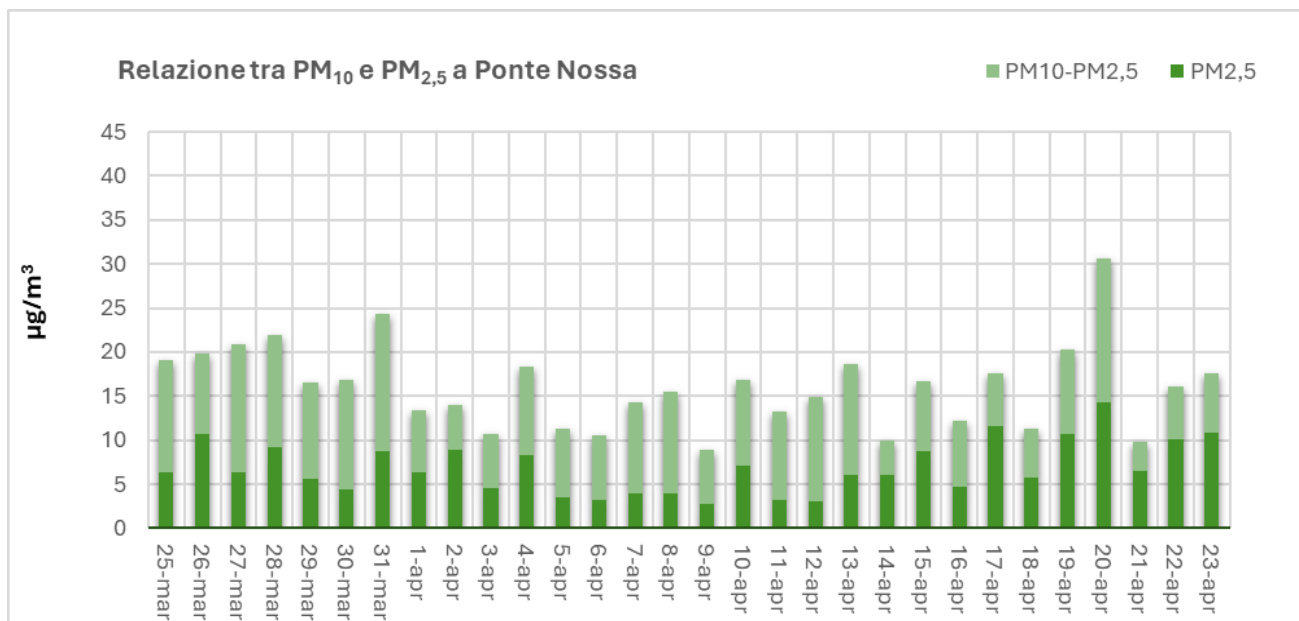


Figura 5.1.2/17 Ponte Nossia- Relazione tra PM₁₀ e PM_{2,5}

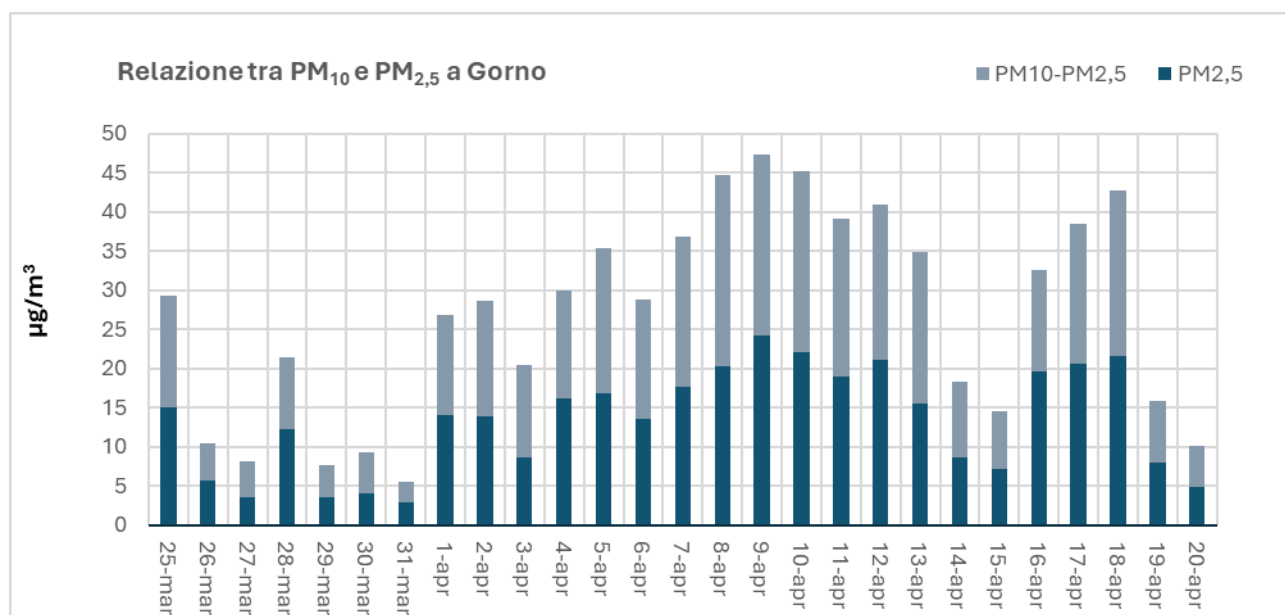


Figura 5.1.2/18 Gorno- Relazione tra PM₁₀ e PM_{2,5}

5.1.3. Rappresentazione grafica q-q Plot

I diagrammi Q-Q plot delle concentrazioni di una sostanza campionata aiutano a stabilire, all'interno della distribuzione dei dati, la presenza di una sola o di più tipologie di emissione (o popolazioni) della stessa sostanza. Nelle figure dalla 5.1.3/1 alla 5.1.3/10 sono riportate le elaborazioni in grafico Q-Q plot delle diverse sostanze analizzate, confrontando le distribuzioni rilevate nelle campagne effettuate negli anni dal 2022 al 2026, raggruppando i dati delle tre postazioni. I valori inferiori al limite di rilevabilità sono stati posti uguali a zero; il segmento riportato nei diagrammi rappresenta la distribuzione teorica normale (gaussiana).

Dall'analisi emerge che:

- **PM₁₀**: nella campagna estiva del 2025 i valori si dispongono in maniera piuttosto aderente alla distribuzione normale, confermando una popolazione omogenea e l'assenza di contributi anomali. Al contrario, nelle campagne invernali (es. febbraio–marzo 2024) si osservano code più marcate e scostamenti sistematici dalla normalità, indice di variabilità aggiuntiva legata a condizioni meteorologiche più stabili e ad accumulo di emissioni locali, la campagna 2026 si colloca, anche in questo caso, in una situazione intermedia tra gli andamenti della campagna invernale del 2024 e quelli della campagna primaverile del 2023.

Gas (CO, NO₂, SO₂, Benzene):

- **CO:** i Q–Q plot suggeriscono che i dati appartengono a **una sola popolazione**, senza evidenze di differenze significative tra le stazioni di monitoraggio. Pertanto, non risultano distinzioni rilevanti tra Gorno, Ponte Nossà e Premolo, si evidenziano un dato che si discosta dalla normale ma esse è riferito unicamente a una misura puntuale (25/03 Ponte Nossà) e pertanto non risulta indicativo della presenza di più popolazioni.
 - **NO₂ e SO₂:** anche in questo caso i Q–Q plot indicano la presenza di **una sola popolazione** di valori; le differenze tra stazioni (Premolo, Ponte Nossà e Gorno) non risultano statisticamente significative.
 - **Benzene:** i dati mostrano una lieve deviazione rispetto alla normale, con una coda superiore accentuata, indicando valori più variabili, influenzati dalle differenze tra le stazioni con valori puntuali leggermente più alti per la stazione di Gorno rispetto a quelle di Premolo e Ponte Nossà. La differenza, soprattutto in termini di valori medi risulta comunque trascurabile e non può indicare la presenza di una seconda popolazione.
-
- **Metalli pesanti (Zn, Cu, Ni, Fe, Pb):** sono stati elaborati solo i parametri per i quali almeno il 50% dei dati risultava sopra il limite di quantificazione.
 - **Zinco (Zn):** i valori mostrano una dispersione evidente attorno alla retta della normale, senza tuttavia indicare la presenza di due popolazioni distinte; la variabilità sembra piuttosto legata a condizioni locali o a episodi puntuali, inoltre per tale inquinante 36 misurazioni su 90 (40%) sono risultate inferiori al limite di quantificazione influenzando l'elaborazione statistica, ne deriva che solo i pochi valori superiori al LOQ contribuiscono a definire la distribuzione, disponendosi coerentemente con la normale nei quantili alti.
 - **Rame (Cu):** segue bene la distribuzione normale, fatta eccezione per un valore anomalo (il più elevato), riconducibile alla stazione di Gorno.
 - **Piombo (Pb):** i valori si discostano in maniera evidente dalla normale indicando pertanto un'importante variabilità tra la stazione di Premolo, che risulta avere valori generalmente più bassi, rispetto alle altre due stazioni di Gorno e Ponte Nossà. Anche in questo caso risulta opportuno puntualizzare che 37 misurazioni su 90 (circa il 40%) risultano inferiori al limite di quantificazione influenzando quindi la distribuzione dei dati, ne deriva che solo i pochi valori superiori al LOQ contribuiscono a definire la distribuzione, disponendosi coerentemente con la normale nei quantili alti.
 - **Ferro (Fe):** l'andamento mostra scostamenti rispetto alla normale con code particolarmente accentuate evidenziando, anche in questo caso, la presenza di una variabilità significativa tra le stazioni monitorate con valori minori registrati per il sito di Premolo rispetto a quelli delle stazioni di Gorno e Ponte Nossà.

- **Nichel (Ni):** il Q–Q plot mostra un allineamento dei punti con la retta teorica, ma con una concentrazione marcata sulla parte destra del grafico. Questo comportamento non è indice di una seconda popolazione, bensì dell'effetto legato ai numerosi valori prossimi al limite di quantificazione, che tendono a collocarsi tutti nella parte bassa della distribuzione e non generano una variabilità apprezzabile. Ne deriva che solo i pochi valori superiori al LOQ contribuiscono a definire la distribuzione, disponendosi coerentemente con la normale nei quantili alti.

Nel complesso, dunque, le campagne confermano una buona omogeneità per il particolato e per i gas, mentre per alcuni metalli emergono differenze legate a condizioni locali: si rilevano scostamenti dalle distribuzioni gaussiane soprattutto nello zinco, piombo e nel nichel, che riflettono variabilità intrinseche e valori prossimi al limite di quantificazione, più che differenze sistematiche tra le stazioni, mentre per quanto riguarda il ferro si evidenzia una differenza tra la postazione di controllo di Premolo rispetto ai monitoraggi relativi a Gorno e Ponte Nossia. In linea generale la stazione di Premolo ha registrato valori minori di concentrazione dei vari metalli che sembrano pertanto **legati a condizioni locali**.

Figura 5.1.3/1 - Diagramma q-q plot delle concentrazioni delle PM₁₀ misurate nelle campagne dal 2022 al 2026

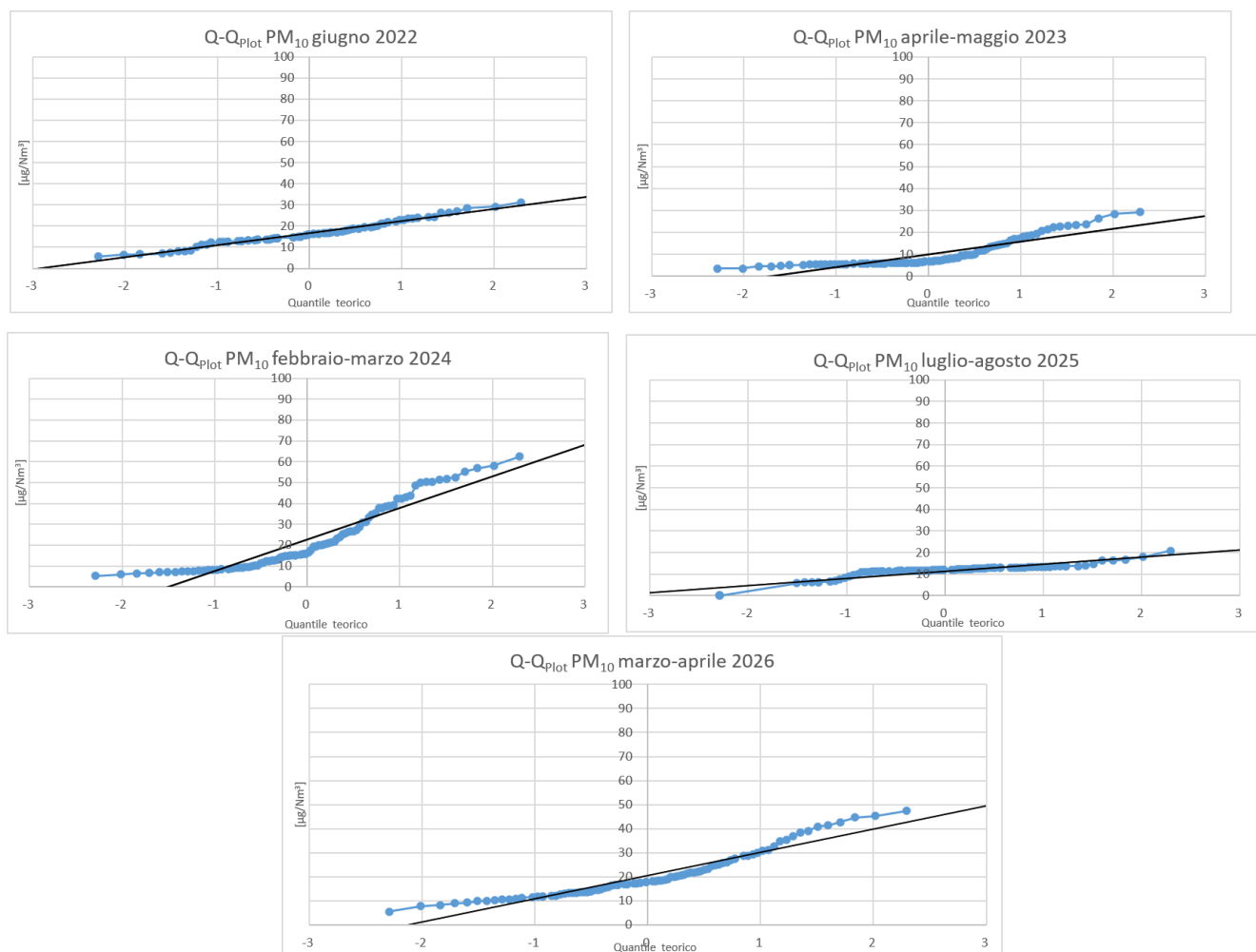


Figura 5.1.3/2 - Diagramma q-q plot delle concentrazioni del Monossido di Carbonio (CO) nelle campagne dal 2022 al 2026

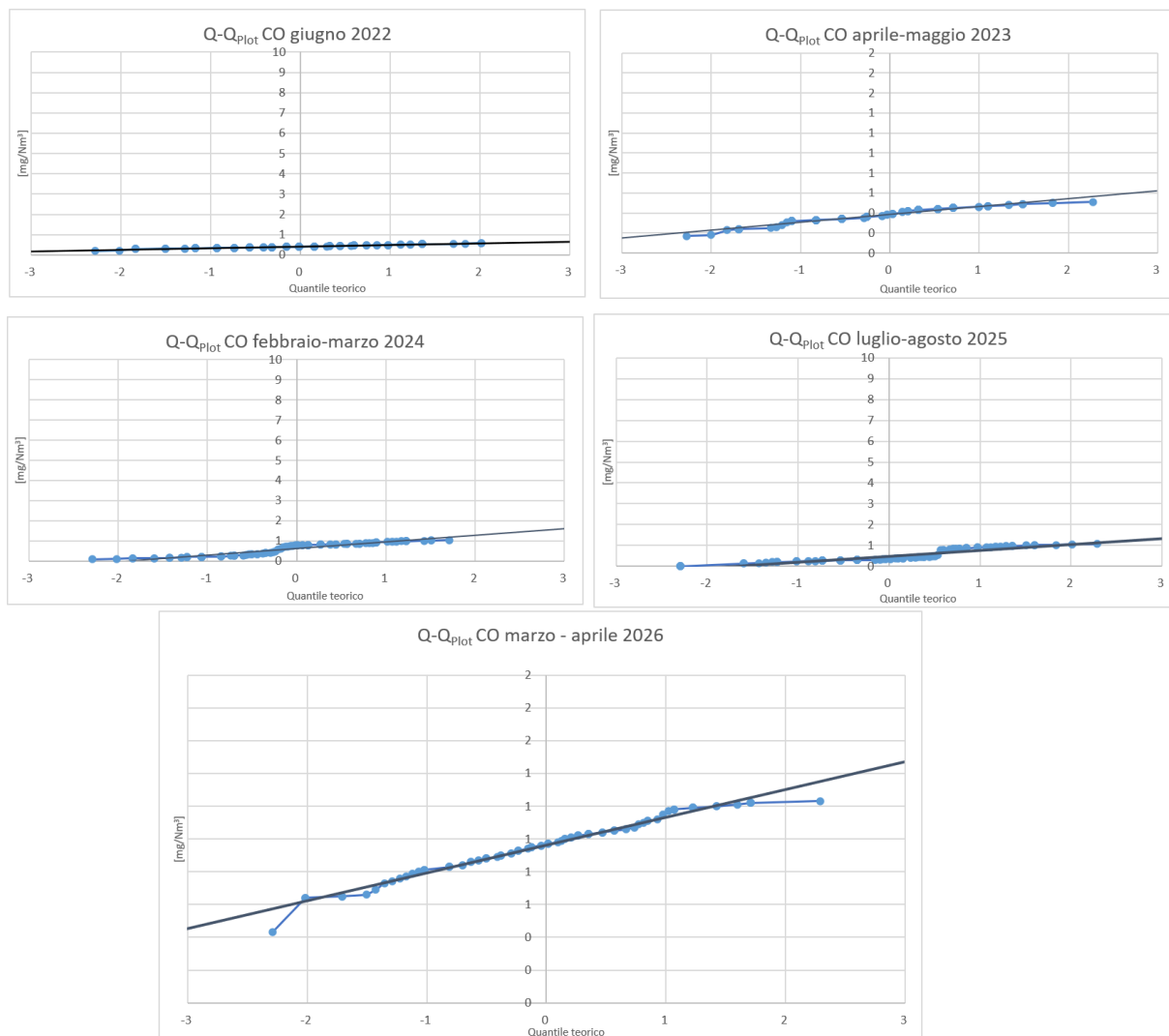


Figura 5.1.3/3 - Diagramma q-q plot delle concentrazioni di Biossido di Zolfo (SO_2) misurate nelle campagne dal 2022 al 2026

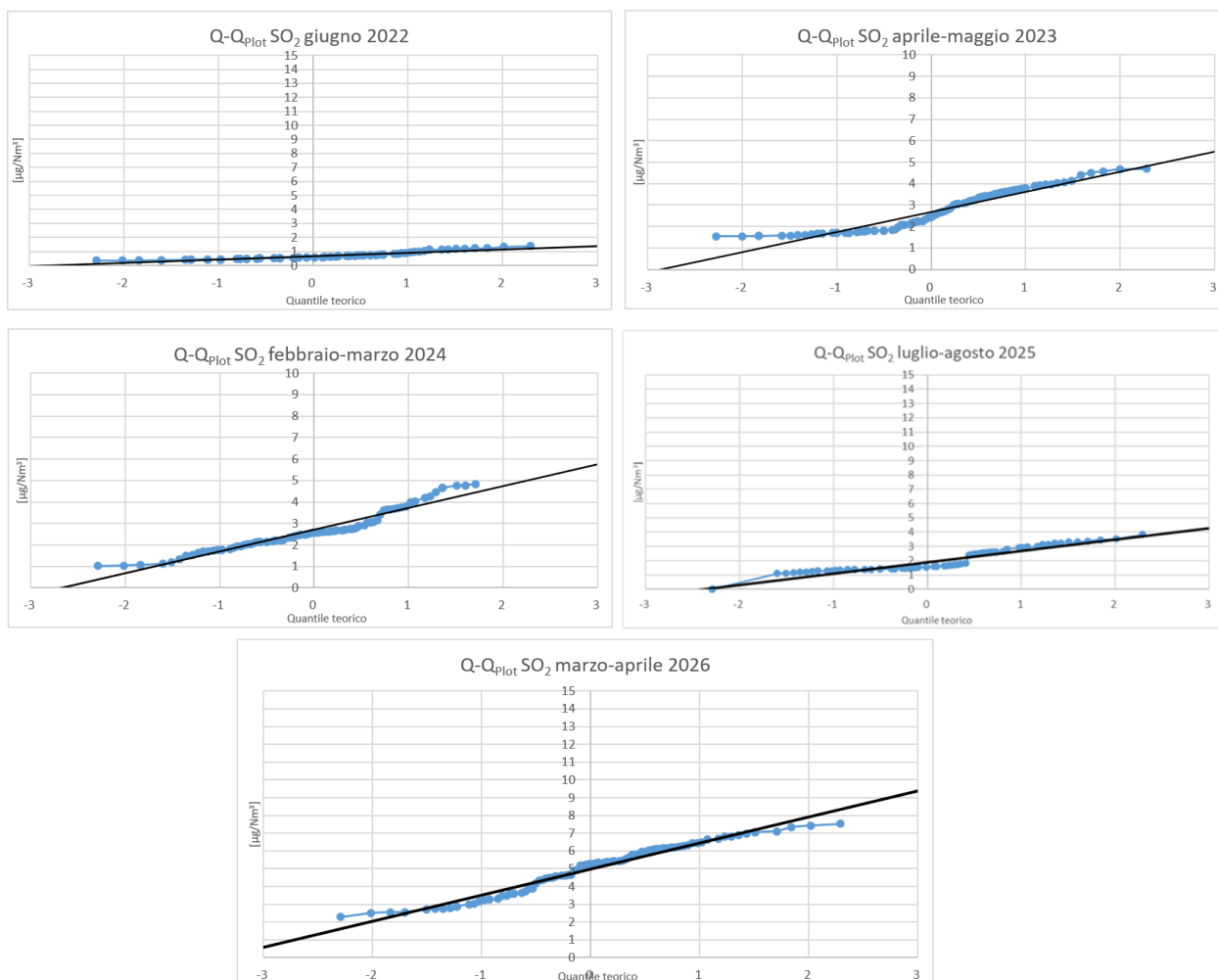


Figura 5.1.3/4 - Diagramma q-q plot delle concentrazioni di Benzene misurate nelle campagne dal 2022 al 2026

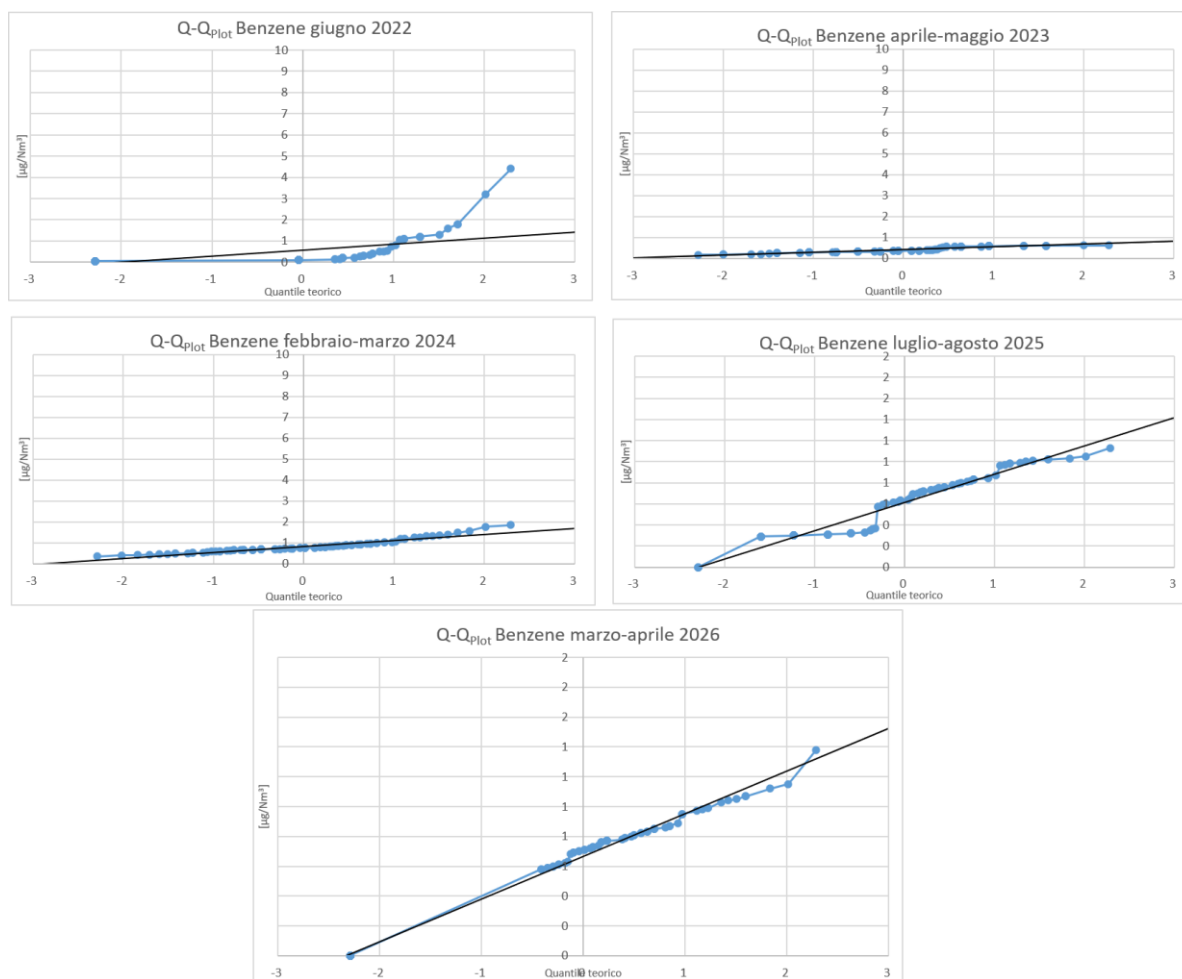


Figura 5.1.3/5 - Diagramma q-q plot delle concentrazioni di Biossido di Azoto (NO_2) misurate nelle campagne dal 2022 al 2026

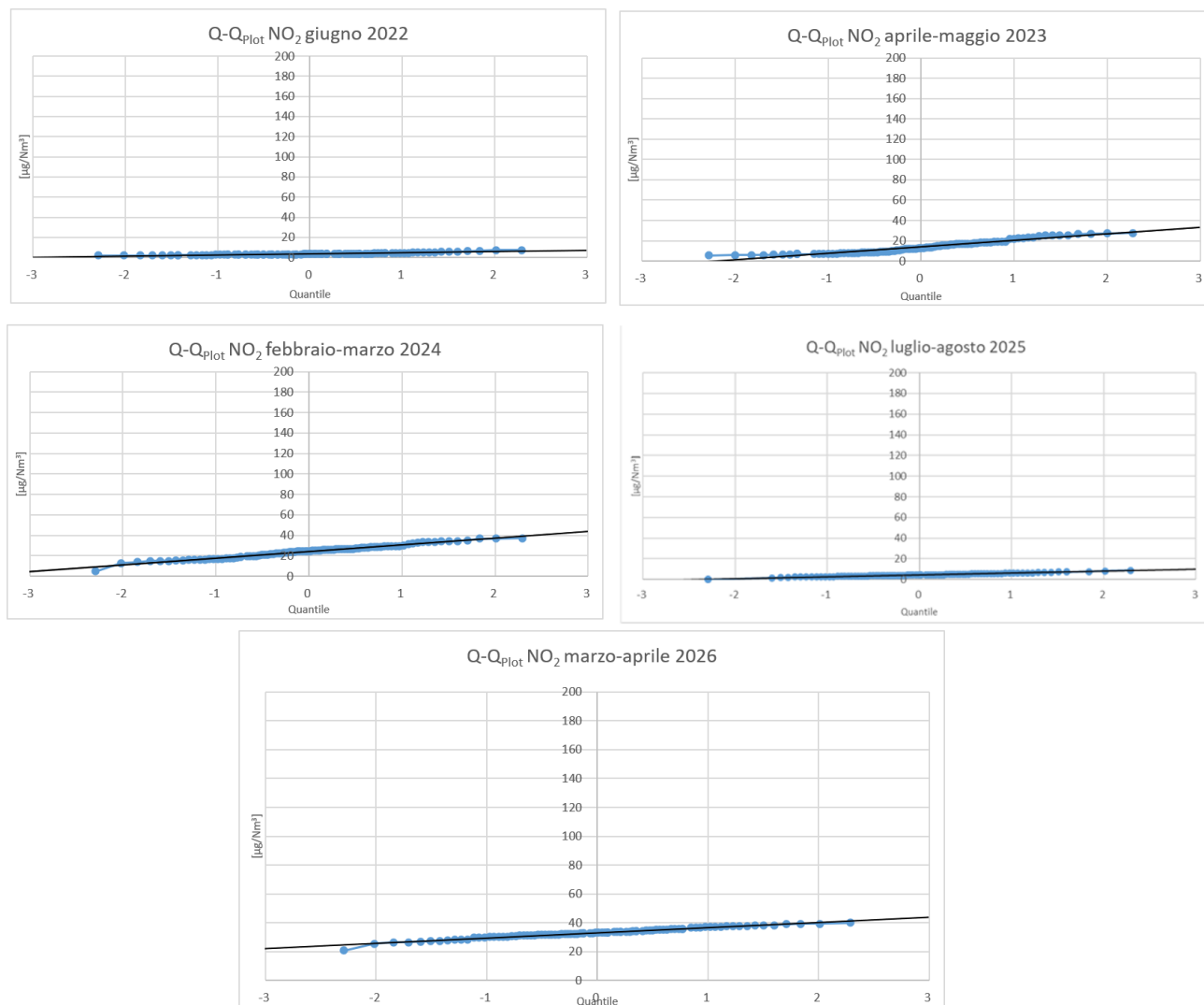


Figura 5.1.3/6 - Diagramma q-q plot delle concentrazioni di Zinco misurate nelle campagne dal 2022 al 2026

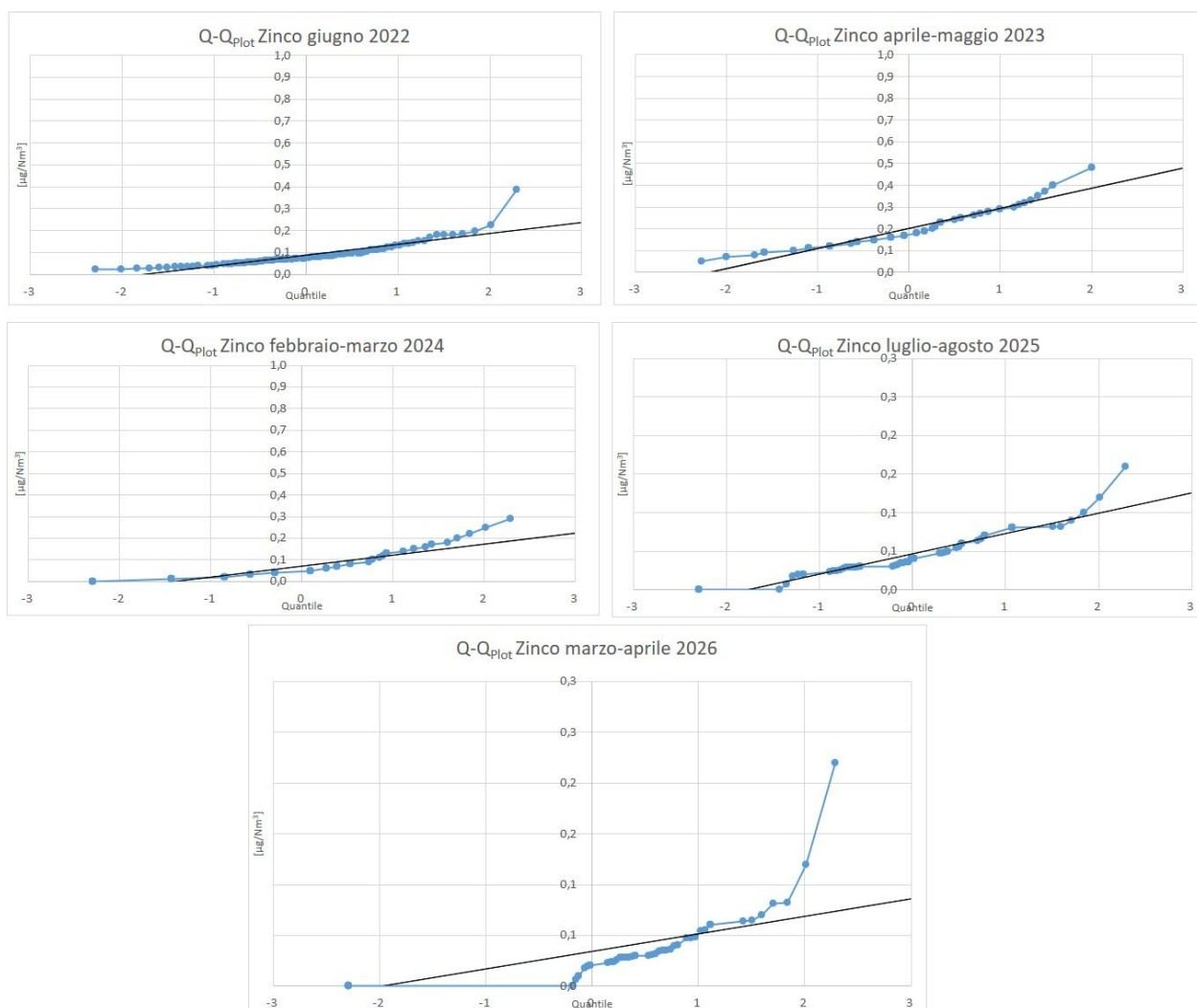


Figura 5.1.3/7 - Diagramma q-q plot delle concentrazioni di Rame misurate nelle campagne dal 2022 al 2026

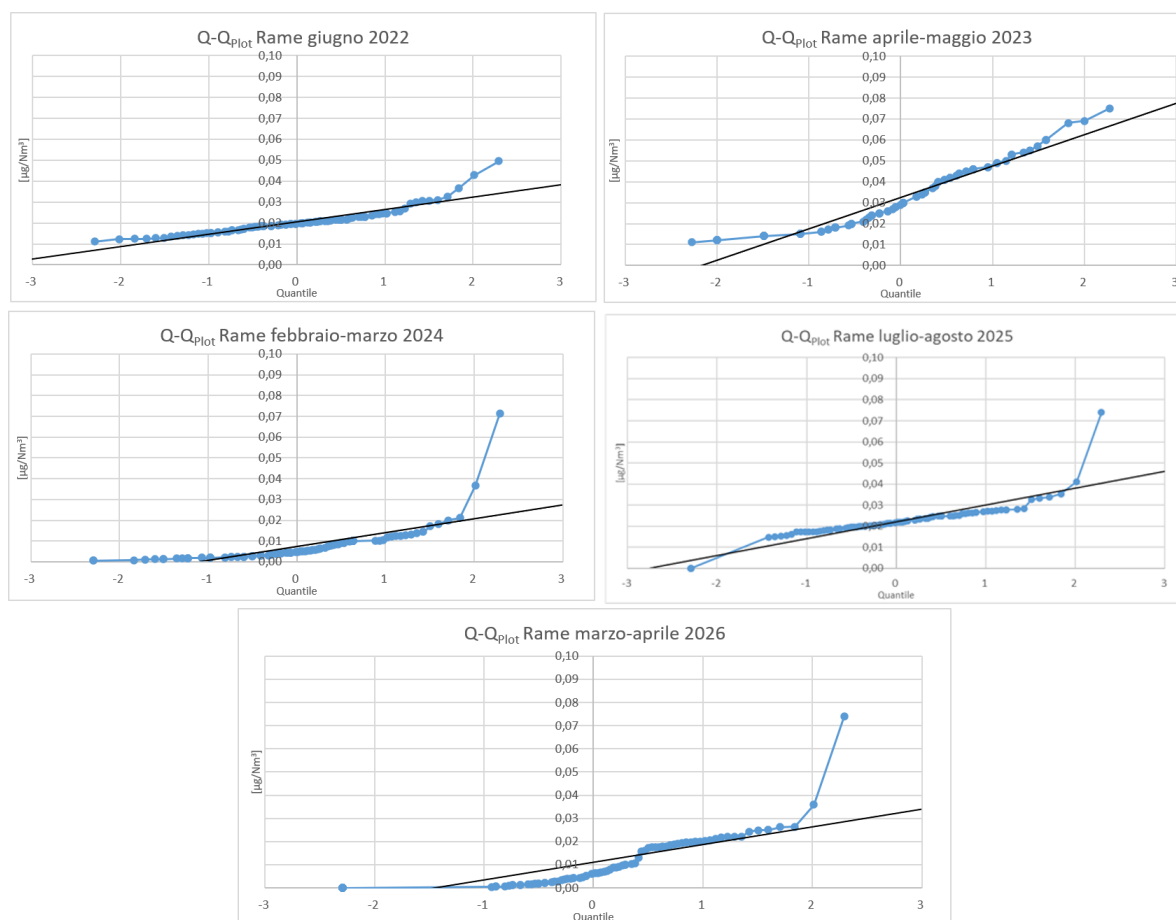


Figura 5.1.3/8 - Diagramma q-q plot delle concentrazioni di Piombo misurate nelle campagne dal 2022 al 2026

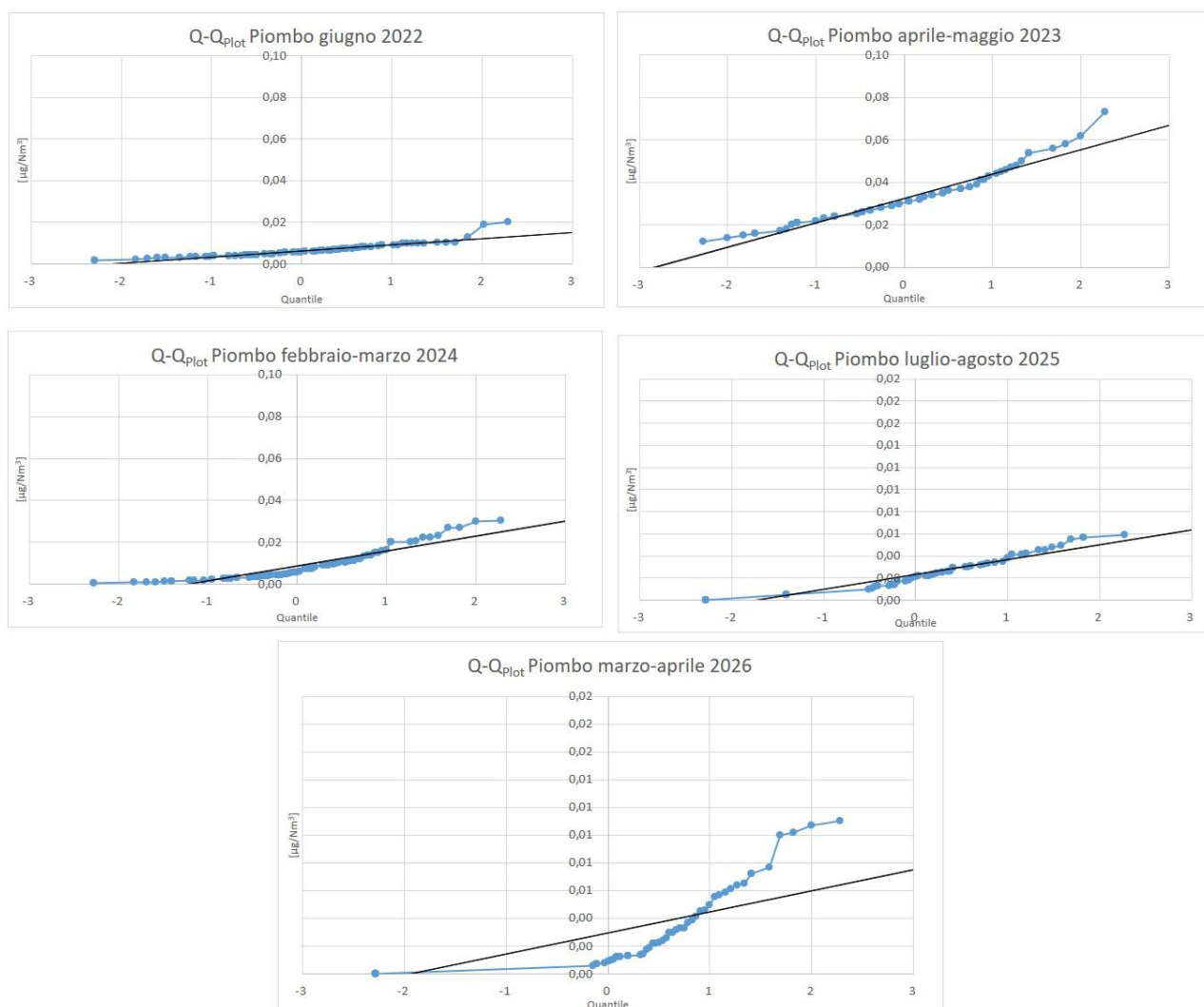


Figura 5.1.3/9 - Diagramma q-q plot delle concentrazioni di Ferro misurate nelle campagne dal 2022 al 2026

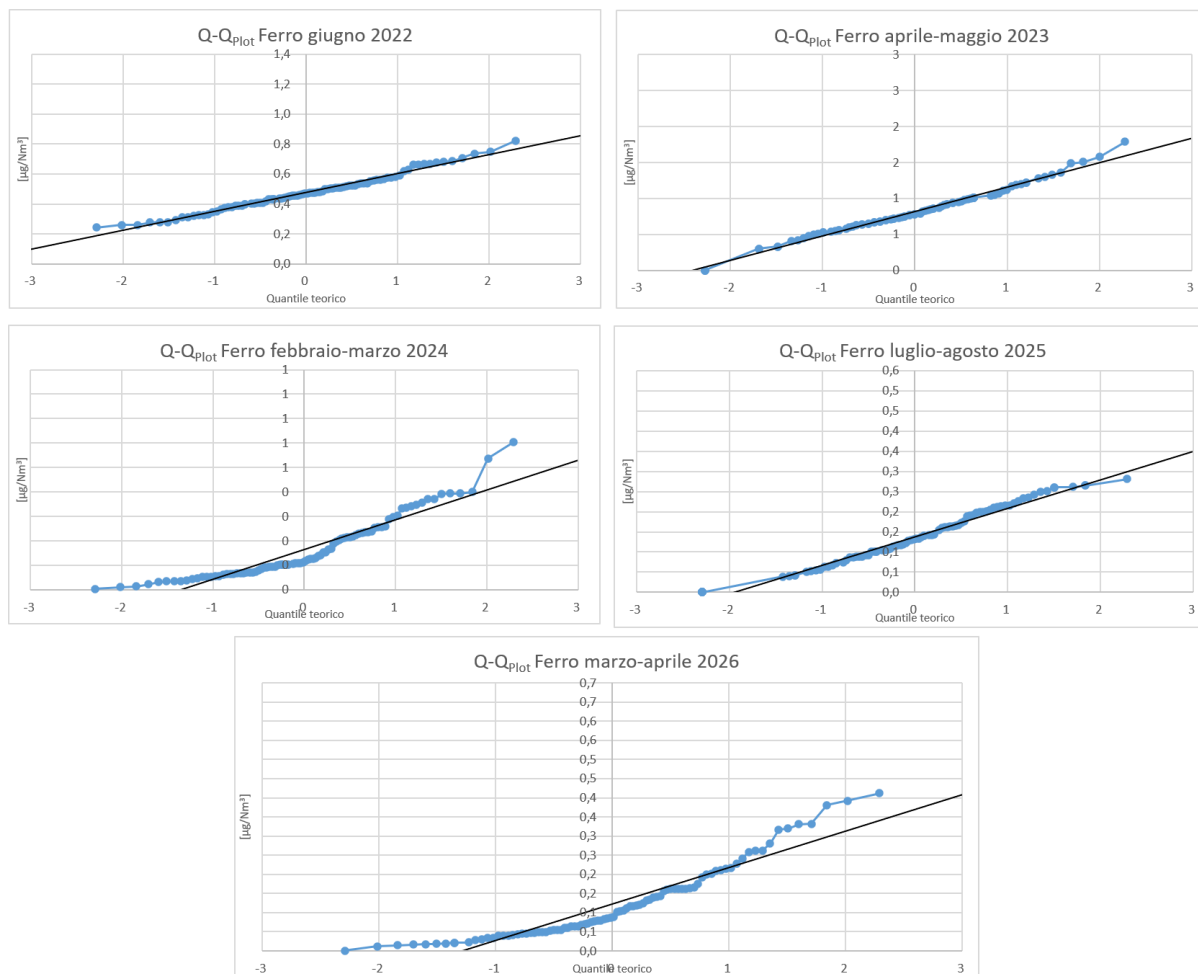
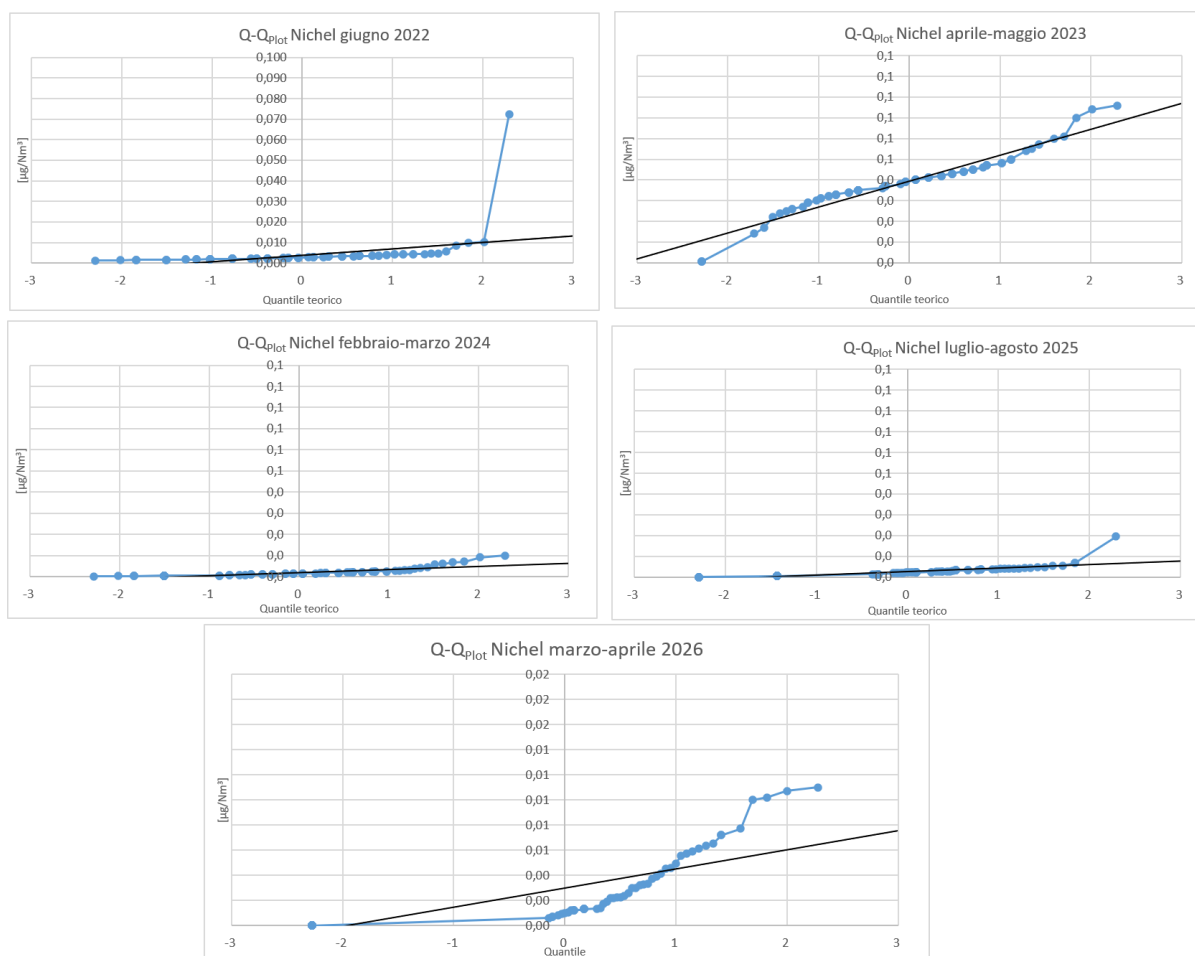


Figura 5.1.3/10 - Diagramma q-q plot delle concentrazioni di Nichel misurate nelle campagne dal 2022 al 2026



5.1.4. Gli IPA

5.1.4.1. Introduzione

Nel corso della campagna di misura le concentrazioni di tutti gli IPA monitorati sono risultate **costantemente inferiori al limite di quantificazione strumentale (0,02 ng/m³)**. In tali condizioni non è possibile procedere con analisi statistiche o con valutazioni di correlazione tra i diversi congeneri (es. Benzo(a)pirene, Indeno(1,2,3-cd)pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Benzo(a)antracene). Pertanto, per la presente campagna si può concludere che la presenza di IPA nell'area di studio è **trascurabile** e non rappresenta un contributo significativo alla qualità dell'aria locale.

5.1.4.2. Origine degli IPA nell'area di studio.

Durante la campagna di misura le concentrazioni degli IPA sono risultate **al di sotto del limite di quantificazione in tutte le stazioni e in tutti i giorni di monitoraggio**. Questo risultato evidenzia l'assenza di un contributo apprezzabile da sorgenti tipiche di tali composti, come combustioni incontrollate, traffico veicolare intenso o processi industriali rilevanti.

La mancanza di dati sopra il LOQ non consente l'elaborazione di regressioni o analisi di correlazione fra i diversi congeneri (Benzo(a)pirene, Indeno(1,2,3-cd)pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Benzo(a)antracene).

In termini interpretativi, si può ritenere che la **presenza di IPA nell'area di studio sia marginale e riconducibile esclusivamente a contributi diffusi e di fondo**, senza evidenza di sorgenti puntuali rilevanti.

6. CONCLUSIONI

Dalle analisi e dalle elaborazioni riportate nella presente relazione, anche nella campagna di monitoraggio di marzo-aprile 2026 si conferma il mantenimento dei livelli di concentrazione degli inquinanti al di sotto dei rispettivi limiti legislativi nelle aree dei Comuni di Premolo, Ponte Nossa e Gorno.

La campagna primaverile in esame ha evidenziato che i valori di concentrazione del **Benzene** nelle tre località di monitoraggio sono risultati sempre inferiori al valore limite annuale ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). In maniera analogo anche per i metalli pesanti al di sotto delle soglie limite annuali.

Per quanto riguarda le concentrazioni di **Piombo e Zinco**, è opportuno ribadire le seguenti osservazioni, già approfondite nei paragrafi dedicati:

- i due metalli mostrano una relazione proporzionale, con un indice di correlazione medio (R^2) intorno a 0,7, valore inferiore a quello osservato nelle campagne invernali (es. 2024) ma più coerente con quanto già rilevato nella campagna primaverile del 2023;
- i valori assoluti restano molto contenuti: il piombo, rispetto al limite normativo di $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ha raggiunto un massimo giornaliero di $0,015 \mu\text{g}/\text{m}^3$, corrispondente a circa un cinquantesimo del limite;
- il rapporto medio Pb/Zn si attesta intorno a 1/7, con variazioni tra le stazioni (da circa 1/7 a Gorno a circa 1/8 a Premolo e 1/6 a Ponte Nossà). Tali valori risultano simili al valore tipico del camino pari a circa 1/10, va inoltre considerato che sia per lo zinco che per il piombo circa il 40% delle osservazioni eseguite sono risultate inferiori al limite di quantificazione.

Non si evidenziano correlazioni significative tra i metalli (Pb, Zn, Cu) e il **Benzene**, confermando che le sorgenti di questi inquinanti sono tra loro indipendenti.

Relativamente ai **macroinquinanti** (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, CO, NO_2 , SO_2), i dati mostrano che:

- non si sono registrati superamenti dei limiti giornalieri per il PM_{10} ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) né per gli altri parametri normati;
- le medie di periodo risultano inferiori ai valori prescrittivi per le medie annuali ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per PM_{10} , $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per $\text{PM}_{2.5}$, $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ per CO, $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per NO_2);
- Le concentrazioni rilevate si dispongono, in linea di massima, in una situazione intermedia tra i valori riscontrati nella campagna invernale nel 2024 e quella primaverile del 2023, indicando ancora un contributo incisivo sia delle condizioni meteorologiche più stabili (inversioni termiche, minore ventilazione e scarsa dispersione) sia delle emissioni aggiuntive dovute al riscaldamento domestico, che elevano i livelli di particolato e gas come, ad esempio, i livelli di NO_2 .

Dall'analisi dei **grafici Box-Whiskers** e dei **Q-Q plot**, emerge che la variabilità dei macroinquinanti nella campagna 2026 è contenuta e generalmente compatibile con distribuzioni normali. Per i metalli, invece, si registrano differenze più marcate tra le stazioni, anche influenzate dalla presenza di molti valori al di sotto dei limiti di rilevabilità. Nello specifico **Zinco e Piombo** mostrano valori discostanti dalla normale con una coda destra accentuata principalmente dovuti alla presenza di un notevole numero di dati prossimi ai limiti di quantificazione (circa 40%), il **Ferro** rileva una migliore coerenza con l'andamento della distribuzione normale ma presente comunque una coda a destra accentuata indicando una differenza tra i valori misurati presso la stazione di Premolo, inferiori rispetto agli altri, e quelli delle postazioni di Gorno e Ponte Nossà, il **Rame** segue un andamento sostanzialmente regolare con un unico valore anomalo, il **Nichel**, infine, presenta una distribuzione asimmetrica, con molti valori coincidenti al limite di quantificazione e una coda destra più marcata.

Sono infine state eseguite delle valutazioni puntuali sulle giornate di rilevamento dei dati più discostanti dalla normale, come meglio specificato in calce:

- Nei giorni **26/03; 02/04 e 20/04** si registrano per la stazione di Ponte Nossà valori di **Piombo** più alti rispetto agli andamenti rilevati nell'intera campagna di monitoraggio, situazione simile si ha per lo **Zinco** che registra valori più elevati nelle giornate del **02/04 e 20/04**.

Per tale motivo si è provveduto a calcolare i rapporti di correlazione **Zn/Pb** per le giornate in esame che sono risultati pari a **4,1** per il 26/03; **7,8** per il 02/04 e **16,8** per il 20/04. Si evidenzia pertanto che per i giorni 26/03 e 02/04 il valore del rapporto Zn/Pb risulta inferiore a quello medio di riferimento del camino pari a circa 12,7, mentre per il 20/04 tale valore risulta superiore a quello del camino. Nelle giornate esaminate inoltre la direzione preponderante del vento era rispettivamente **SE, E-SE ed E-SE** escludendo pertanto una potenziale influenza da parte dell'impianto in quanto la centralina risulta posizionata a nord-est dell'impianto e per essere considerata sottovento, i venti sarebbero dovuti provenire da sud-ovest.

- Il giorno **26/03** è stato inoltre rilevato per la stazione di Gorno un valore di **Rame** elevato rispetto a quanto registrato durante il monitoraggio.

È stata quindi eseguita anche in questo caso una valutazione del rapporto **Zn/Cu** per la giornata specifica, il valore rilevato risulta decisamente basso e pari a **0,88**, la direzione del vento risultava **O-SO**. Poiché la stazione di monitoraggio di Gorno risulta posizionata ad ovest rispetto allo stabilimento per poter essere influenzata dal medesimo i venti sarebbero dovuti provenire da est e pertanto è possibile escludere l'influenza dell'impianto.

Nel complesso, i risultati confermano quanto osservato nelle campagne precedenti: le emissioni dello stabilimento di Pontenossa contribuiscono in maniera marginale ai livelli di PM₁₀, PM_{2.5} e, più in generale, alle concentrazioni di macro e microinquinanti. Le differenze osservate tra le stazioni e le deviazioni dalle distribuzioni gaussiane sono attribuibili principalmente a condizioni locali e a sorgenti diffuse di fondo, più che a un'unica fonte puntuale. Le condizioni meteorologiche si confermano come fattore determinante nell'influenzare il valore degli inquinanti rilevati.

Il monitoraggio, pertanto, conferma un livello di concentrazione degli inquinanti rilevati compatibile con il baseline orografico e le condizioni altimetriche di fondovalle montano per il periodo stagionale verificato.

Il Chimico responsabile del Laboratorio
