

**MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA
COMUNE DI IMOLA
DISCARICA TRE MONTI
19 GIUGNO – 15 LUGLIO 2015**

Responsabile:

Andrea Mecati

Relazione tecnica a cura di:

Luca Malaguti

Hanno collaborato:

**Andrea Aldrovandi, Francesca Saveria Novelli,
Marco Trepiccione, Pamela Ugolini**

INDICE

PREMESSA	3
1. MODALITA' DI INTERVENTO E POSTAZIONE DI MONITORAGGIO	3
1.1 UBICAZIONE DELLA POSTAZIONE DI MONITORAGGIO	3
1.2 TEMPISTICA DELLA CAMPAGNA E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	4
2. MODALITA' DI CAMPIONAMENTO ED ELABORAZIONE DEI DATI	5
3. RISULTATI DELL'INDAGINE	7
3.1 OSSIDI DI AZOTO	7
3.2 OZONO	11
3.3 MONOSSIDO DI CARBONIO	15
3.4 PARTICOLATO PM10	16
3.5 PARTICOLATO PM2,5	20
3.6 IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	23
3.7 METALLI	27
3.8 PARAMETRI METEOROLOGICI	29
3.8.1 PRECIPITAZIONI	29
3.8.2 VENTO	31
4. CONCLUSIONI	34

ALLEGATO 1 – RIEPILOGO DATI LABORATORIO MOBILE

ALLEGATO 2 – RIEPILOGO DATI STAZIONI DELLA RETE DI MONITORAGGIO

PREMESSA

Nel novembre 2014 il Comune di Imola ha richiesto ad Arpa di effettuare due campagne di monitoraggio della qualità dell'aria, una estiva ed una invernale, presso gli impianti Tre Monti di gestione rifiuti e produzione biogas. Le due campagne sono state ideate con l'intento di fornire un quadro completo della qualità dell'aria nei dintorni dell'impianto, comprensivo delle variazioni causate dalla stagionalità delle condizioni meteorologiche.

La richiesta dei monitoraggi è scaturita dalle ripetute segnalazioni avanzate da cittadini residenti nella zona, che lamentavano emissioni maleodoranti provenienti dagli impianti. Le apparecchiature per il monitoraggio della qualità dell'aria non rilevano le sostanze responsabili dei cattivi odori, ma soltanto gli inquinanti principali, quelli per i quali la normativa fissa limiti di concentrazione e metodi di misura. Il Comune di Imola ed Arpa hanno tuttavia concordato di garantire alla cittadinanza un quadro conoscitivo il più completo possibile, almeno per quanto riguarda gli inquinanti più comuni. Per la realizzazione della campagna è stato concordato l'utilizzo di un laboratorio mobile, attrezzato per il monitoraggio della qualità dell'aria, di proprietà della Città Metropolitana di Bologna e da questa affidato ad Arpa.

I primi rilievi si sono svolti nel periodo estivo, tra il 19 giugno e il 15 luglio 2015, mentre la seconda campagna è stata fin dall'inizio programmata per ottobre-novembre 2015.

1. MODALITA' DI INTERVENTO E POSTAZIONE DI MONITORAGGIO

1.1 UBICAZIONE DELLA POSTAZIONE DI MONITORAGGIO

Il mezzo è stato collocato nel sito individuato e riportato in Figura 1, all'interno dell'area della discarica Tre Monti di Imola, presso la zona di uscita dei mezzi pesanti. La postazione scelta risulta essere in posizione elevata rispetto alle principali aree di trattamento dei rifiuti.

Il sito oggetto del monitoraggio sorge in area collinare a circa 200 metri s.l.m. in una zona prevalentemente agricola, dove sorgono abitazioni e casolari di tipo rurale e che si caratterizza per la presenza di campi coltivati e vigneti. La viabilità è sostanzialmente di tipo locale.

In questo scenario, la presenza della discarica rappresenta la principale sorgente di impatto potenziale per la qualità dell'aria, sia per le emissioni provenienti dalla stessa, sia per quanto concerne il traffico veicolare indotto (soprattutto di tipo pesante) derivante dal conferimento dei rifiuti in discarica.

Nelle immediate vicinanze dell'area individuata per il monitoraggio, sorgono un impianto di lavaggio ruote (utilizzato dai mezzi in uscita dalla discarica) ed un impianto, con almeno tre diversi camini, in cui possono occasionalmente essere bruciati parte dei gas prodotti dalla fermentazione dei rifiuti accumulati e stoccati nel sottosuolo.

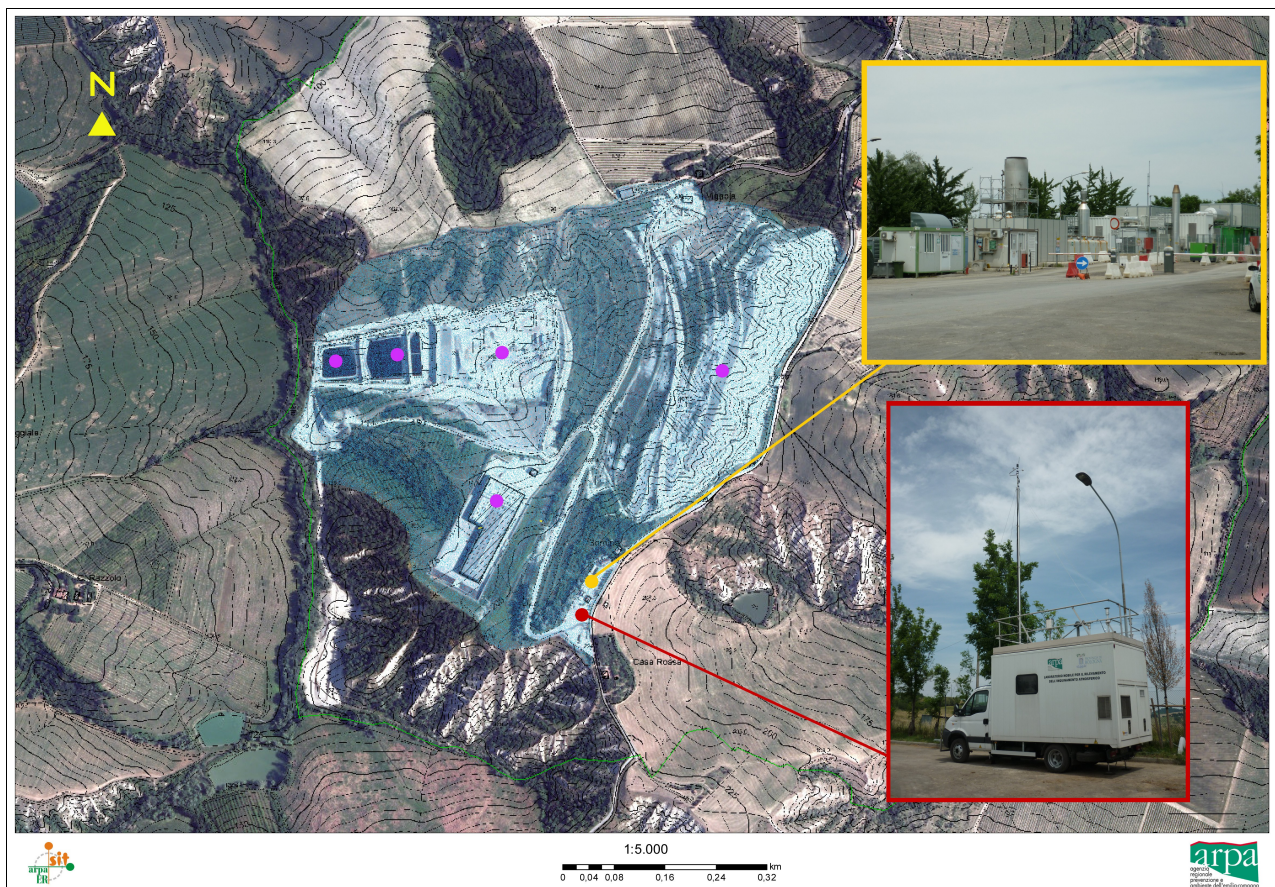


Figura 1 – Mappa del sito oggetto del monitoraggio con evidenziate l'area della discarica (in azzurro), la postazione del laboratorio mobile (in rosso), la zona con i camini dell'impianto di combustione dei gas (in arancione) e le aree dove vengono svolte le principali fasi di trattamento dei rifiuti (in viola).

1.2 TEMPISTICA DELLA CAMPAGNA E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La campagna di monitoraggio ha interessato il periodo compreso tra il 19 giugno ed il 15 luglio, per un totale di 27 giorni utili di raccolta dati.

La strumentazione impiegata sul laboratorio è stata la seguente:

- un analizzatore automatico di ossidi di azoto ($\text{NO}_2 - \text{NO}_x$);
- un analizzatore automatico di ozono (O_3);
- un analizzatore automatico di monossido di carbonio (CO);
- due campionatori gravimetrici sequenziali per materiale particolato PM_{10} ;
- un campionatore gravimetrico sequenziale per materiale particolato $\text{PM}_{2.5}$;
- una centralina meteo con sensori di direzione/velocità vento e pluviometro.

In aggiunta ai parametri monitorati direttamente con la strumentazione summenzionata, in occasione della presente campagna sono state effettuate dai laboratori di Arpa analisi specifiche, finalizzate alla determinazione degli idrocarburi policiclici aromatici (I.P.A.) e di metalli quali arsenico, cadmio, piombo e stagno, parametri previsti dalla normativa per le stazioni di monitoraggio. Queste specie chimiche vengono determinate sulla frazione di particolato PM₁₀ raccolto complessivamente durante le campagne. Per garantire una migliore copertura del periodo di monitoraggio si è scelto di effettuare il rilievo del PM₁₀ con due campionatori gravimetrici, l'uno destinato a raccogliere i filtri per la determinazione degli IPA e l'altro dedicato a quello dei metalli.



Figura 2 – Foto relativa all'installazione del Laboratorio Mobile nell'area di indagine.

2. MODALITA' DI CAMPIONAMENTO ED ELABORAZIONE DEI DATI

Per quanto concerne gli ossidi di azoto, l'ozono, il monossido di carbonio ed i parametri meteorologici sono stati rilevati valori medi orari, mentre le modalità di campionamento del particolato (PM₁₀ e PM_{2,5}) sono quelle stabilite dalla normativa che prevedono la misura della

concentrazione media giornaliera su 24 ore.

Le elaborazioni sono state sempre effettuate considerando l'ora solare.

Conformemente a quanto indicato dal D.Lgs. 155/2010, per le giornate durante le quali il numero di valori orari ottenuto è risultato inferiore a 18, cioè inferiore al 75% dei dati giornalieri, i valori massimo e medio della giornata non sono stati presi in considerazione ed i valori orari non sono stati utilizzati nell'elaborazione dei dati, in quanto non sufficientemente rappresentativi. Una media oraria al giorno risulta in ogni caso mancante per l'esecuzione del necessario controllo automatico di taratura, programmato sistematicamente durante le ore notturne.

Per il monitoraggio di I.P.A. (Idrocarburi Policiclici Aromatici) e metalli la determinazione, effettuata nei laboratori Arpa, è stata eseguita sull'intero set di filtri di particolato validati disponibili.

Per completare l'elaborazione dei dati, infine, sono stati eseguiti confronti con i valori acquisiti da alcune delle centraline fisse, facenti parte della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria (di seguito indicata come RRQA), presenti sul territorio della provincia di Bologna. In particolare sono state scelte a questo scopo:

- la stazione di Imola situata in via De Amicis, che pur essendo in pianura e di tipologia da traffico risulta comunque quella territorialmente più vicina all'area di indagine;
- le stazioni di fondo di via Chiarini a Bologna (fondo urbano) e di San Pietro Capofiume nel Comune di Molinella (fondo extra-urbano), tipologicamente più prossime, almeno in linea teorica, a quella della discarica Tre Monti che sorge in collina;
- le stazioni urbane da traffico di Porta San Felice a Bologna e di ambito residenziale di San Lazzaro di Savena che potrebbero rappresentare una sorta di "limite superiore" dei livelli dei vari inquinanti rispetto al sito monitorato.

Sono state invece generalmente escluse, per motivi diversi, la stazione di fondo remoto di Castelluccio e quella di fondo urbano di Giardini Margherita a Bologna. Nel primo caso la ragione è stata il peculiare contesto ambientale in cui sorge la cabina, a circa 900 metri di altezza s.l.m, mentre nel secondo caso problemi di alimentazione elettrica della stazione hanno originato periodi di assenza di dati, rendendo piuttosto problematica l'idea di confrontare i dati di Giardini Margherita con quelli della campagna.

In Figura 3 è riportata una mappa della provincia di Bologna con indicata l'ubicazione delle stazioni della rete e quella della discarica Tre Monti.

Si rimanda infine agli allegati alla presente relazione per una presentazione più dettagliata dei diversi dati acquisiti.

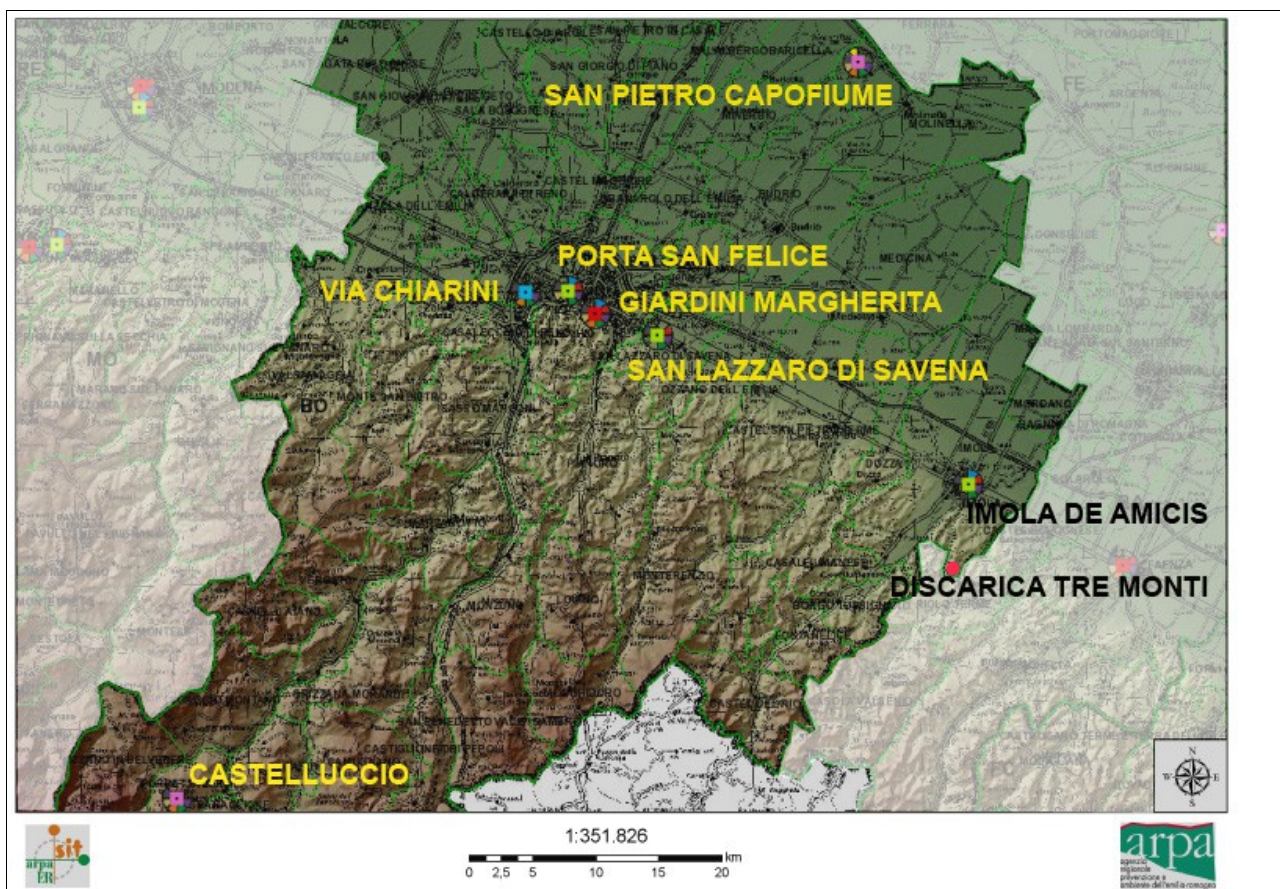


Figura 3 – Mappa con evidenziate l'area oggetto di indagine e le stazioni della rete regionale di monitoraggio ubicate sul territorio della Città Metropolitana di Bologna.

3. RISULTATI DELL'INDAGINE

3.1 OSSIDI DI AZOTO: NO_x , NO_2 , NO

Per quanto riguarda gli ossidi di azoto, i livelli delle concentrazioni orarie rilevate nel periodo della campagna presso la postazione all'interno della discarica Tre Monti non presentano valori critici, risultando in linea con gli andamenti stagionali tipici dell'inquinante (Figura 4).

Considerazioni analoghe si possono formulare prendendo in esame i valori medi e massimi giornalieri in particolare del biossido di azoto (Tabella 1 e Figura 5), le cui concentrazioni orarie risultano sempre nettamente inferiori al limite previsto dalla normativa per tale inquinante ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Nel caso delle medie giornaliere, addirittura, tutti i valori della campagna risultano inferiori alla soglia di quantificazione per il biossido di azoto ($12 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La soglia o limite di quantificazione è il più basso valore misurabile statisticamente distinguibile da zero.

Andamento concentrazioni orarie ossidi di azoto (NO_x) campagna

Postazione: Discarica Tre Monti (Imola) - Periodo: 19/06/2015-15/07/2015

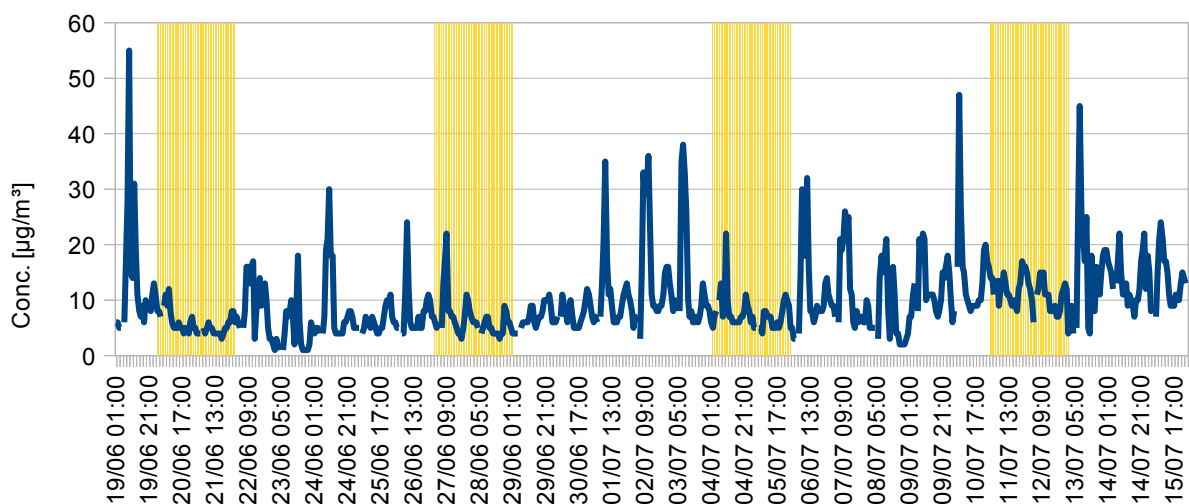


Figura 4 – Grafico con l'andamento orario delle concentrazioni di NO_x rilevate nel corso della campagna di monitoraggio

Tabella 1 – Sintesi dei dati giornalieri del biossido di azoto (NO₂) relativi alla campagna

Tre Monti – Imola		NO ₂ med	NO ₂ max	Tre Monti – Imola		NO ₂ med	NO ₂ max
Data	Giorno	µg/m ³	µg/m ³	Data	Giorno	µg/m ³	µg/m ³
19/06/2015	ven	< 12	33	03/07/2015	ven	< 12	26
20/06/2015	sab	< 12	< 12	04/07/2015	sab	< 12	15
21/06/2015	dom	< 12	< 12	05/07/2015	dom	< 12	< 12
22/06/2015	lun	< 12	< 12	06/07/2015	lun	< 12	19
23/06/2015	mar	< 12	13	07/07/2015	mar	< 12	19
24/06/2015	mer	< 12	18	08/07/2015	mer	< 12	13
25/06/2015	gio	< 12	< 12	09/07/2015	gio	< 12	15
26/06/2015	ven	< 12	14	10/07/2015	ven	< 12	30
27/06/2015	sab	< 12	15	11/07/2015	sab	< 12	13
28/06/2015	dom	< 12	< 12	12/07/2015	dom	< 12	< 12
29/06/2015	lun	< 12	< 12	13/07/2015	lun	< 12	33
30/06/2015	mar	< 12	< 12	14/07/2015	mar	< 12	18
01/07/2015	mer	< 12	20	15/07/2015	mer	< 12	18
02/07/2015	gio	< 12	27	Media Campagna		< 12	

Confronto andamenti valori medio e massimo giornaliero NO₂ campagna

Postazione: Discarica Tre Monti (Imola) - Periodo 19 giugno-15 luglio 2015

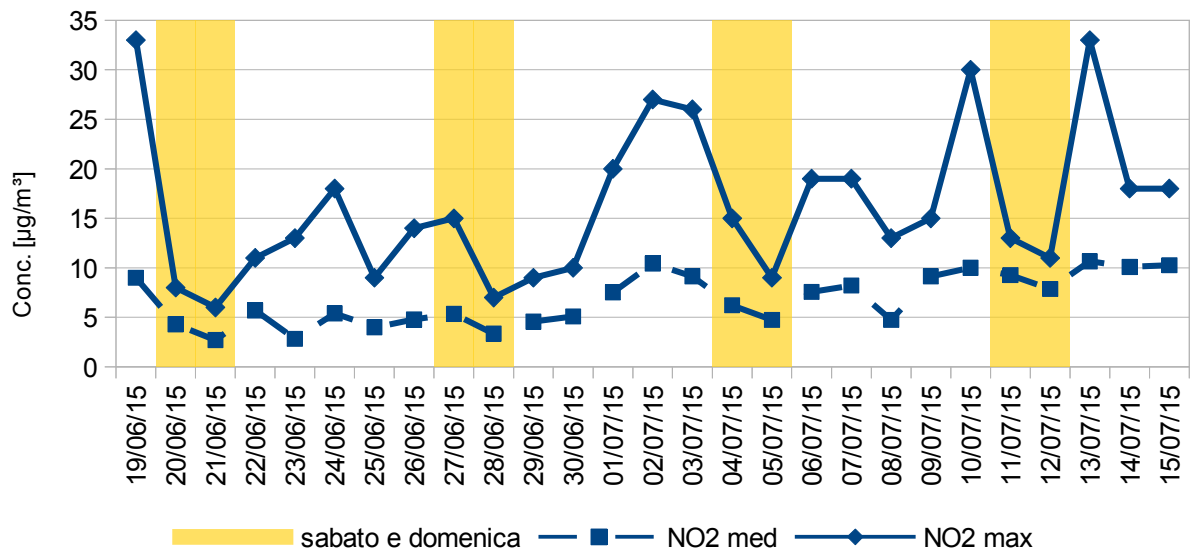


Figura 5 – Grafico con i valori di concentrazione medi e massimi di NO₂ relativi alla campagna

Confronto concentrazione media NO₂ periodo campagna con RRQA

Postazioni: Discarica Tre Monti, v. De Amicis (Imola), Porta S. Felice, v. Chiarini (Bologna), S. Pietro Capofiume (Molinella), S. Lazzaro di Savena, Castelluccio (Porretta Terme) - Periodo: 19/06-15/07/2015

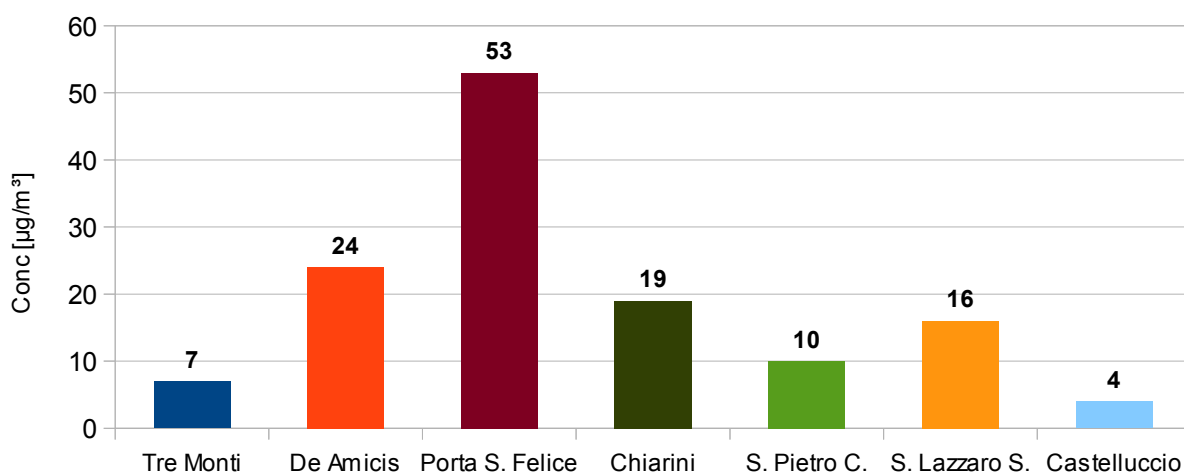


Figura 6 – Confronto tra le concentrazioni medie calcolate sul periodo della campagna per la postazione indagata e per alcune delle stazioni di monitoraggio della RRQA

Confronto andamenti valore massimo giornaliero NO₂ campagna rispetto a RRQA

Postazioni: discarica Tre Monti, v.De Amicis (Imola), Porta S.Felice, v.Chiarini (Bologna),
S.Pietro Capofiume (Molinella) - Periodo 19/06-15/07/2015

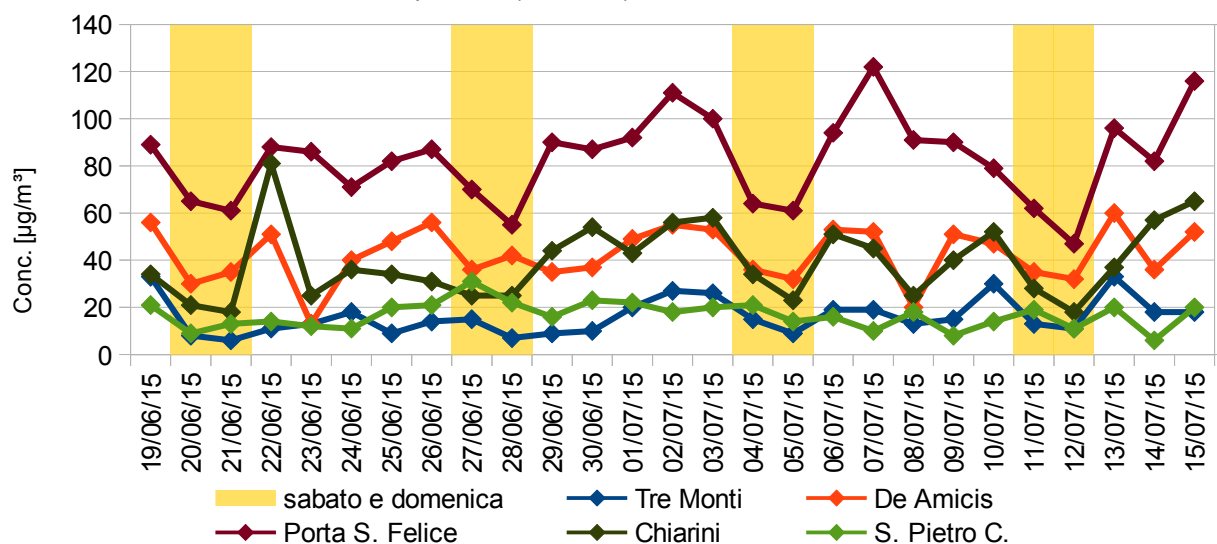


Figura 7 – Confronto tra gli andamenti delle concentrazioni massime giornaliere rilevate sulla postazione indagata e su alcune delle stazioni di monitoraggio della RRQA

Confronto andamenti valore medio giornaliero NO₂ campagna rispetto a RRQA

Postazioni: discarica Tre Monti, v.De Amicis (Imola), Porta S.Felice, v.Chiarini (Bologna),
S.Pietro Capofiume (Molinella) - Periodo 19/06-15/07/2015

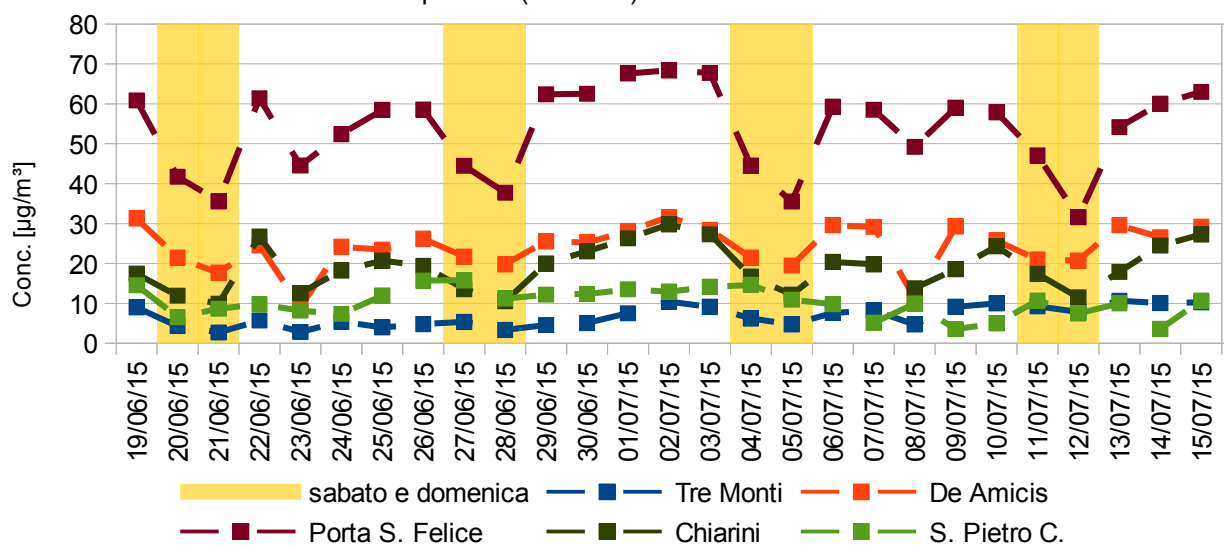


Figura 8 – Confronto tra gli andamenti delle concentrazioni medie giornaliere rilevate sulla postazione indagata e su alcune delle stazioni di monitoraggio della RRQA

La concentrazione media di biossido di azoto calcolata sull'intero periodo della campagna si assesta sul valore di $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, che confrontato con quelli elaborati allo stesso modo e sul medesimo periodo sui dati delle stazioni di rilevamento della rete di monitoraggio della qualità dell'aria, risulta superiore soltanto a quello della stazione di fondo remoto di Castelluccio (Porretta Terme) posto a oltre 900 metri di altezza s.l.m. (Figura 6).

Il confronto dei dati giornalieri (sia per la concentrazione massima che per quella media) su un più ridotto numero di stazioni campione evidenzia ulteriormente tale risultato (figure 7 e 8).

3.2 OZONO O_3

Relativamente all'ozono, inquinante tipico del periodo estivo in cui è stata svolta la campagna, i livelli orari rilevati presentano il classico andamento variabile tra le ore diurne e quelle notturne, peculiare delle specie che risentono degli effetti chimici che coinvolgono la radiazione solare (Figura 9).

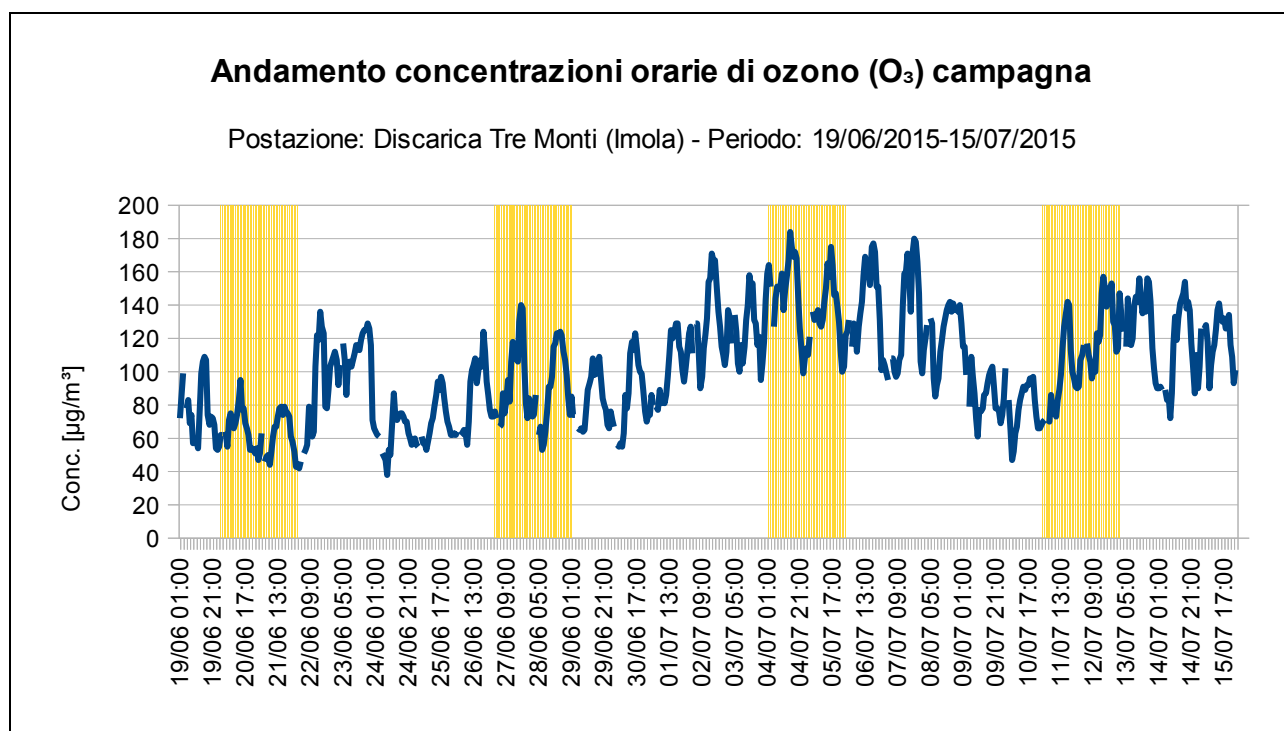


Figura 9 – Grafico con l'andamento orario delle concentrazioni di O_3 rilevate nel corso della campagna di monitoraggio

Nel periodo di indagine le concentrazioni orarie si sono mantenute quasi sempre al di sotto della soglia di informazione per l'ozono ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$), con l'eccezione della giornata del 4 luglio, mentre

ben 15 sono state le giornate in cui per la massima media mobile giornaliera calcolata sulle 8 ore, è stata superata la soglia dei $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del valore obiettivo previsto dalla normativa (Tabella 2 e Figura 10).

Tabella 2 – Sintesi dei dati giornalieri di ozono (O_3) relativi alla campagna

Tre Monti – Imola		O_3 med	O_3 max	O_3 max mm	Tre Monti – Imola		O_3 med	O_3 max	O_3 max mm
Data	Giorno	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Data	Giorno	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
19/06/15	ven	76	109		03/07/15	ven	125	158	139
20/06/15	sab	66	95	77	04/07/15	sab	149	184	168
21/06/15	dom	62	79	76	05/07/15	dom	135	175	156
22/06/15	lun	86	136	111	06/07/15	lun	140	177	166
23/06/15	mar	108	129	122	07/07/15	mar	130	180	165
24/06/15	mer	63	87	103	08/07/15	mer	124	142	145
25/06/15	gio	70	97	87	09/07/15	gio	88	115	134
26/06/15	ven	85	124	107	10/07/15	ven	79	102	92
27/06/15	sab	94	140	119	11/07/15	sab	94	142	121
28/06/15	dom	91	124	118	12/07/15	dom	124	157	146
29/06/15	lun	83	109	101	13/07/15	lun	131	156	146
30/06/15	mar	84	123	110	14/07/15	mar	113	154	142
01/07/15	mer	100	129	121	15/07/15	mer	118	141	133
02/07/15	gio	128	171	154	Media Campagna		102		

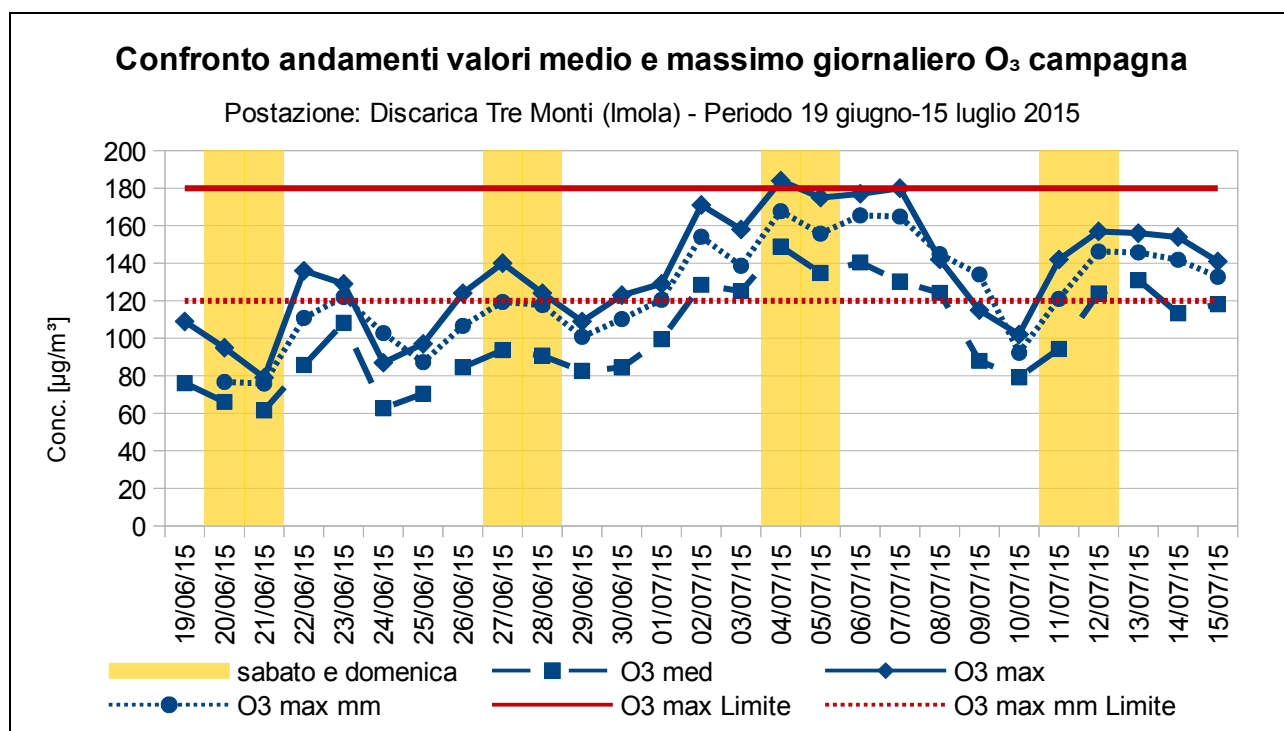


Figura 10 – Grafico con i valori di concentrazione medi e massimi di O_3 relativi alla campagna

Confronto andamenti valore medio giornaliero O₃ campagna rispetto a RRQA

Postazione: Discarica Tre Monti (Imola), Chiarini (BO), S. Pietro Capofume - Periodo 19 giugno-15 luglio 2015

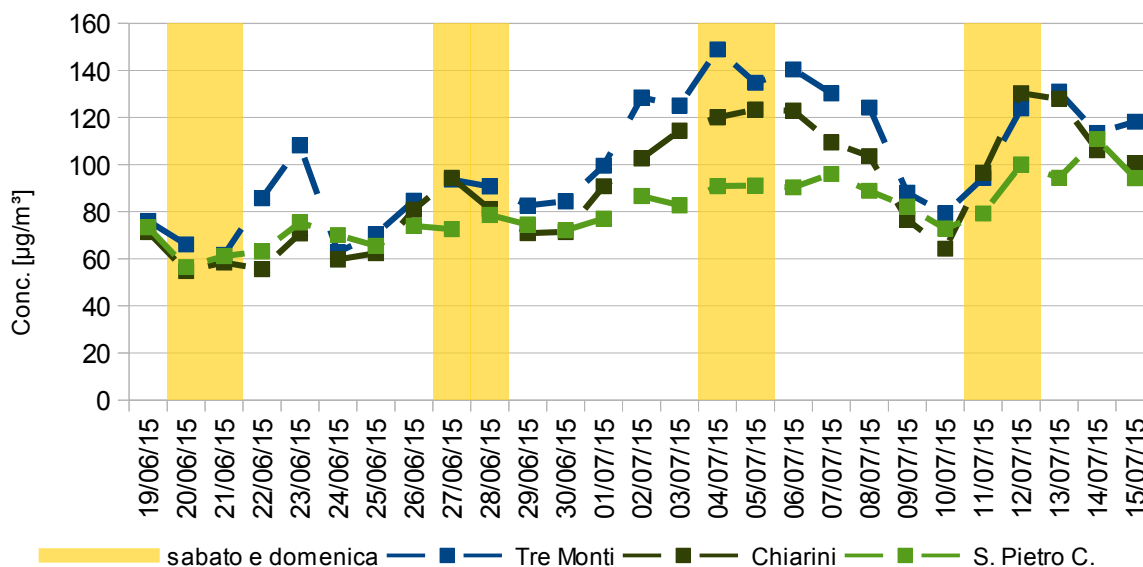


Figura 11 – Grafico con il confronto tra i valori medi giornalieri di O₃ della campagna e delle stazioni di via Chiarini (Bologna) e San Pietro Capofume (Molinella) della rete di monitoraggio

Confronto andamenti valore massimo giornaliero O₃ campagna rispetto a RRQA

Postazione: Discarica Tre Monti (Imola), Chiarini (BO), S. Pietro Capofume - Periodo 19 giugno-15 luglio 2015

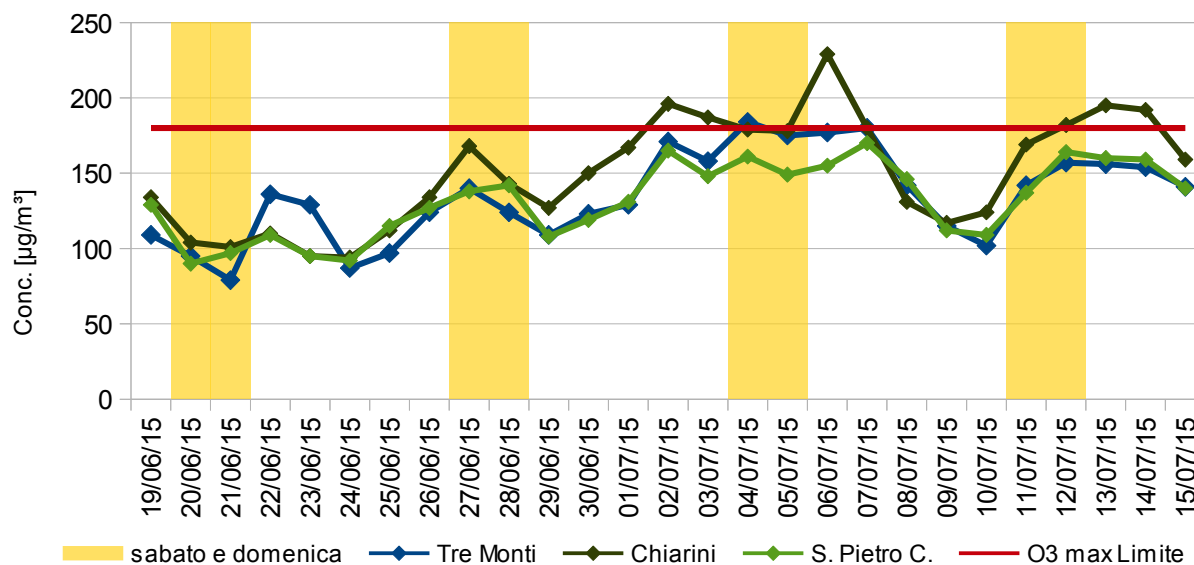


Figura 12 – Grafico con il confronto tra i valori massimi giornalieri di O₃ della campagna e delle stazioni di via Chiarini (Bologna) e San Pietro Capofume (Molinella) della rete di monitoraggio

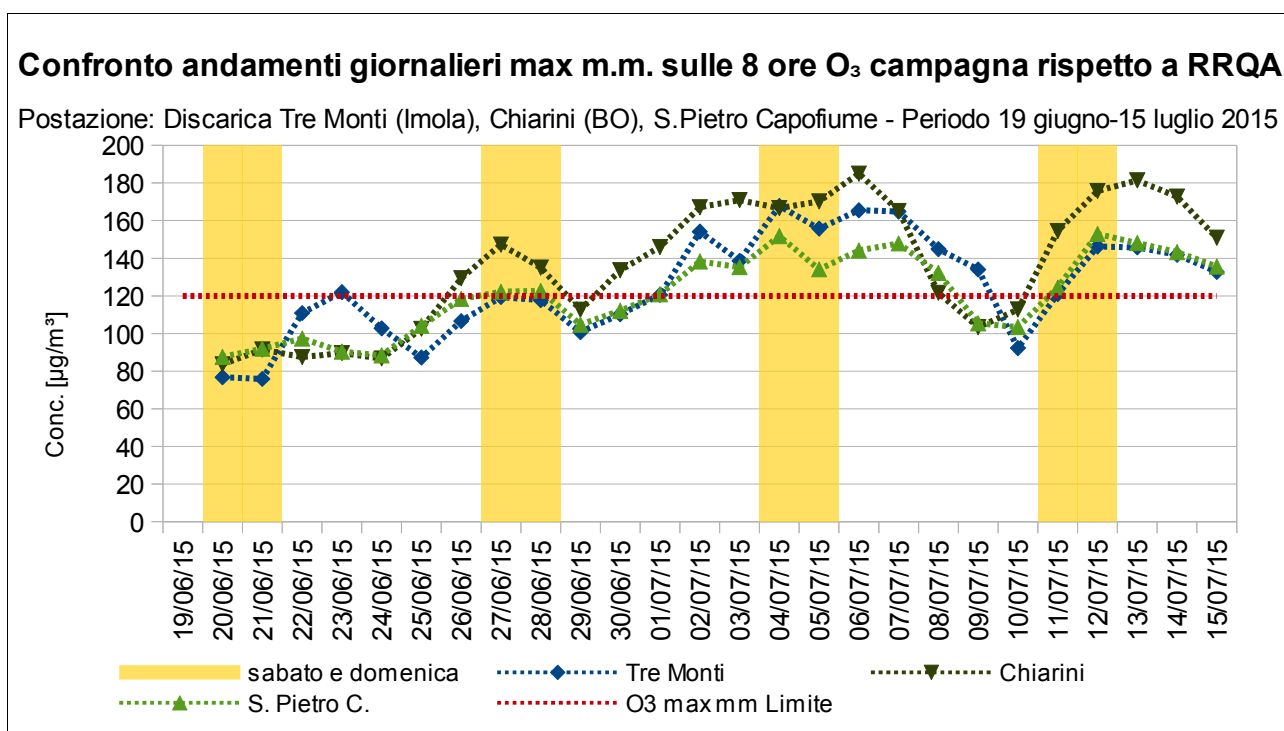


Figura 13 – Confronto tra i valori massimi giornalieri delle medie mobili sulle 8 ore di O₃ della campagna e delle stazioni di via Chiarini (Bologna) e San Pietro Capofume (Molinella)

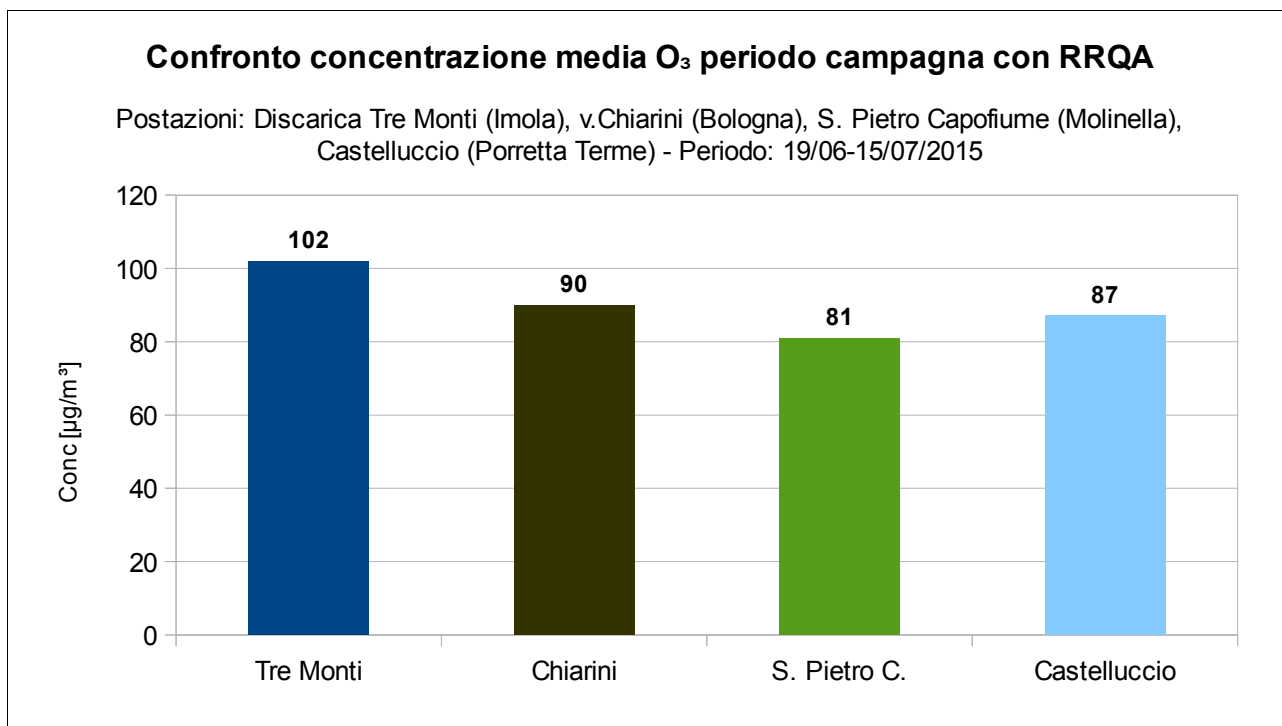


Figura 14 – Confronto tra le medie complessive del periodo di campagna tra la postazione Tre Monti e le stazioni della rete regionale individuate per l'ozono

Confrontando i livelli registrati nello stesso periodo nel sito indagato con quelli acquisiti su alcune delle stazioni fisse della RRQA, si osserva che mentre i valori giornalieri medi risultano spesso più alti nell'area della discarica che nelle stazioni di fondo sub-urbano di Bologna (via Chiarini) ed extra-urbano di San Pietro Capofiume (Figura 11), i valori massimi, sia quelli assoluti che quelli relativi alla media mobile calcolata su 8 ore, risultano sostanzialmente posizionarsi tra quelli delle due stazioni precedentemente citate (con quelli di Bologna che risultano i più elevati), come si può vedere dai grafici riportati nelle figure 12 e 13.

L'andamento delle medie giornaliere è ulteriormente confermato dal confronto tra tutte le centraline considerate delle medie complessive del periodo di misura (Figura 14).

3.3 MONOSSIDO DI CARBONIO CO

I livelli di monossido di carbonio, misurati durante la campagna di monitoraggio sul sito indagato, evidenziano un andamento a gradini (Figura 15), la cui causa è però probabilmente da ricercare in alcuni interventi effettuati sulla taratura giornaliera dello zero strumentale. Infatti, da anni i livelli di monossido di carbonio rilevati risultano molto prossimi al valore di zero, di conseguenza piccole variazioni di tale valore, all'interno del range di accettabilità dello stesso, possono provocare differenze evidenti nei valori orari da una giornata all'altra.

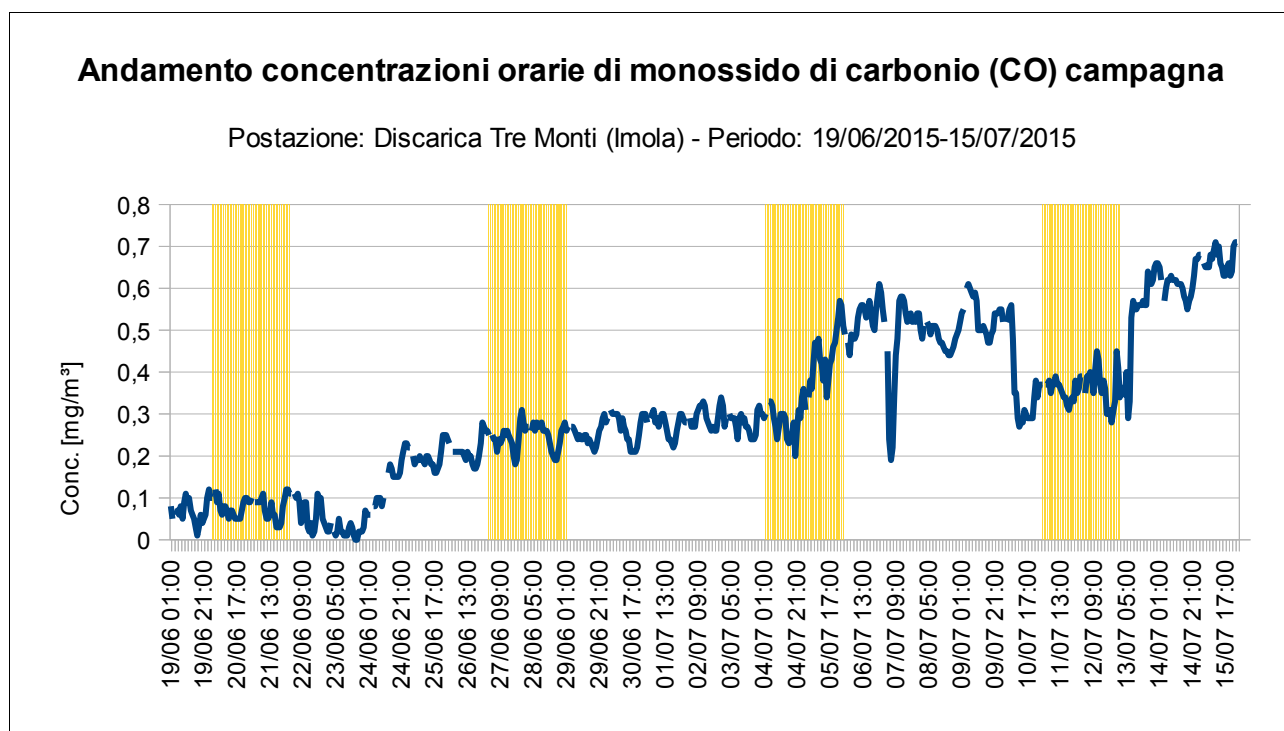


Figura 15 – Grafico con l'andamento orario delle concentrazioni di CO rilevate nel corso della campagna di monitoraggio

Va tuttavia evidenziato che, in generale, i valori sia orari che giornalieri misurati risultano assolutamente ben al di sotto dei limiti normativi previsti, come peraltro avviene anche sulle centraline di monitoraggio della rete regionale. Infatti tale inquinante ha smesso di essere una criticità dal punto di vista normativo-sanitario, mentre resta un parametro che riveste un qualche interesse negli ambiti urbani ed in particolare nelle postazioni da traffico. In tal senso, come si vede dal grafico riportato in Figura 16, si può osservare che i livelli del massimo giornaliero della media mobile calcolato su 8 ore (parametro su cui è fissato il riferimento normativo), rilevati presso la postazione della discarica di Imola, risultano in linea con quelli della stazione da traffico sita in via De Amicis, nella zona centrale dello stesso comune. A riprova di ciò le medie complessive relative al periodo della campagna sono state pari a $0,3 \text{ mg/m}^3$ (valore inferiore al limite di quantificazione) su entrambe le postazioni.

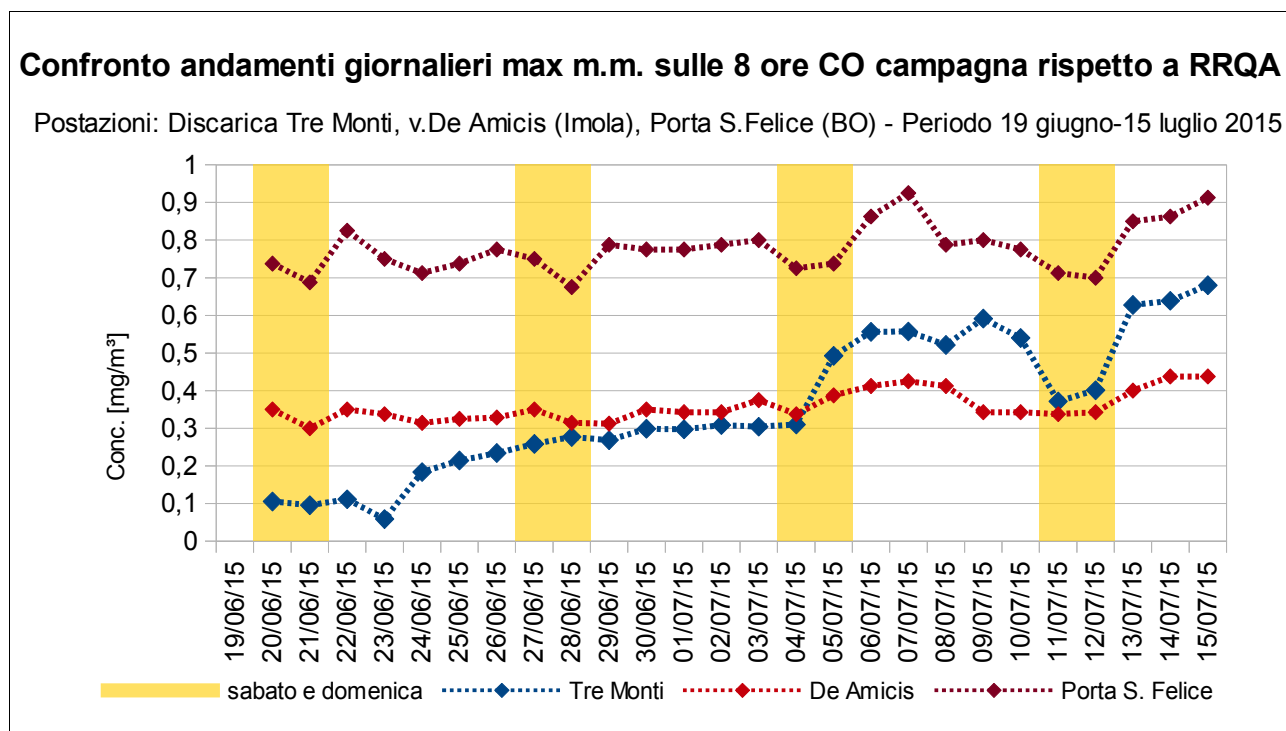


Figura 16 – Confronto tra i valori massimi giornalieri delle medie mobili sulle 8 ore di CO rilevate nel periodo della campagna sulla postazione Tre Monti e su quelle di via De Amicis (sempre a Imola) e di Porta San Felice (Bologna)

3.4 PARTICOLATO PM₁₀

Le concentrazioni di particolato PM₁₀ rilevate durante la campagna di monitoraggio sui due campionatori gravimetrici utilizzati, sono risultate sempre in accordo, con valori che hanno mostrato lievi differenze del tutto compatibili con le incertezze strumentali, come si evidenzia

anche dalla Figura 16 e dalla Tabella 3. Le medie complessive dei due sistemi sono risultate le stesse.

Per tutto il periodo della campagna non sono stati rilevati superamenti del limite giornaliero per il PM₁₀ previsto dalla normativa, fatto peraltro del tutto prevedibile considerata la stagione in cui sono state eseguite le misure.

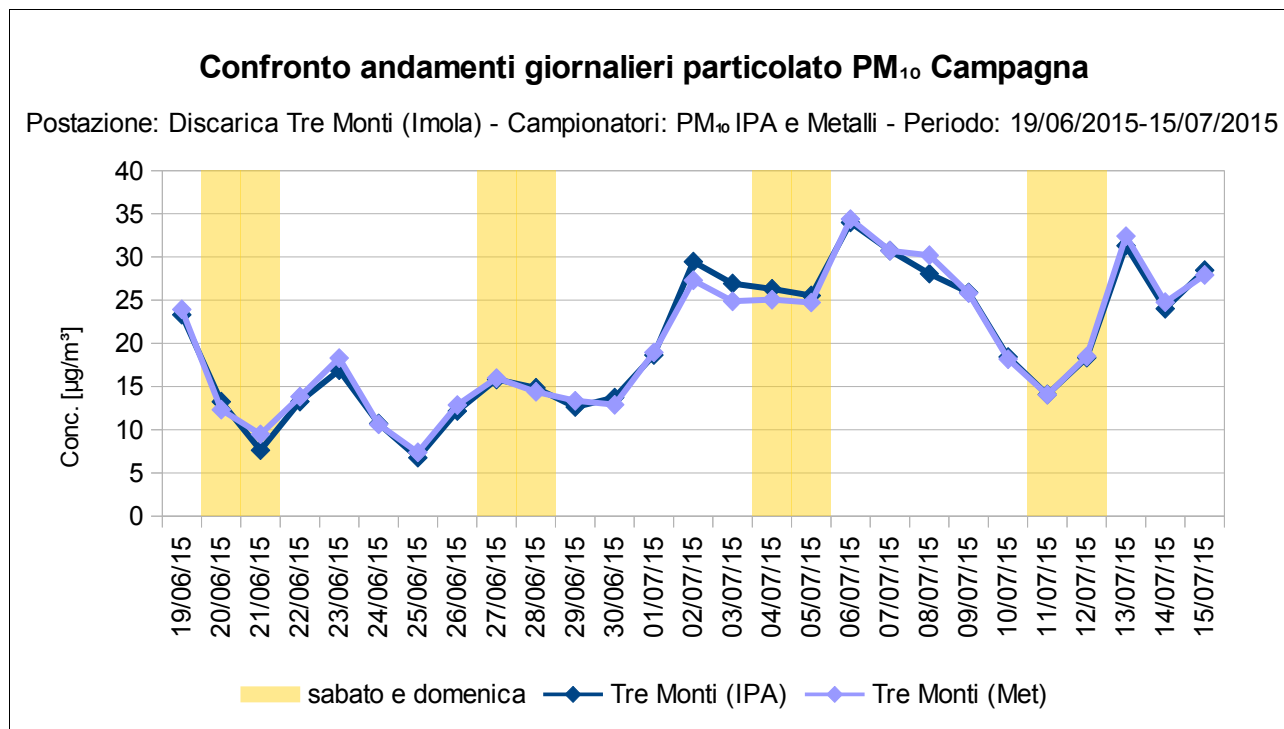


Figura 17 – Andamento dei livelli giornalieri di PM₁₀ per i due campionatori utilizzati nella campagna

Tabella 3 – Riepilogo dei valori di concentrazione giornaliera di PM₁₀ rilevata nel corso della campagna alla discarica Tre Monti dai due campionatori utilizzati

Tre Monti – Imola	PM10-IPA	PM10-MET	Tre Monti – Imola	PM10-IPA	PM10-MET	Tre Monti – Imola	PM10-IPA	PM10-MET
Data	Giorno	µg/m³	Data	Giorno	µg/m³	Data	Giorno	µg/m³
19/06/15	ven	23	28/06/15	dom	15	07/07/15	mar	31
20/06/15	sab	13	29/06/15	lun	13	08/07/15	mer	28
21/06/15	dom	8	30/06/15	mar	14	09/07/15	gio	26
22/06/15	lun	13	01/07/15	mer	19	10/07/15	ven	18
23/06/15	mar	17	02/07/15	gio	29	11/07/15	sab	14
24/06/15	mer	11	03/07/15	ven	27	12/07/15	dom	18
25/06/15	gio	7	04/07/15	sab	26	13/07/15	lun	31
26/06/15	ven	12	05/07/15	dom	26	14/07/15	mar	24
27/06/15	sab	16	06/07/15	lun	34	15/07/15	mer	28

Nel prosieguo della relazione, per motivi di opportunità e tenuto conto della tipologia del supporto filtrante impiegato, per il confronto dei dati con quelli acquisiti da stazioni fisse della RRQA, presenti sul territorio bolognese, si è scelto di utilizzare i livelli di PM_{10} misurati da uno soltanto dei due strumenti utilizzati sul laboratorio mobile, quello deputato a produrre i campioni destinati all'analisi degli IPA. In questo ambito si può evidenziare che i livelli misurati presso la discarica risultano (sia come media che quasi sempre come dato puntuale) superiori a quelli misurati nella stazione più vicina, che è quella urbana di Imola, ubicata in viale De Amicis e afferente alla tipologia da traffico (Figura 18).

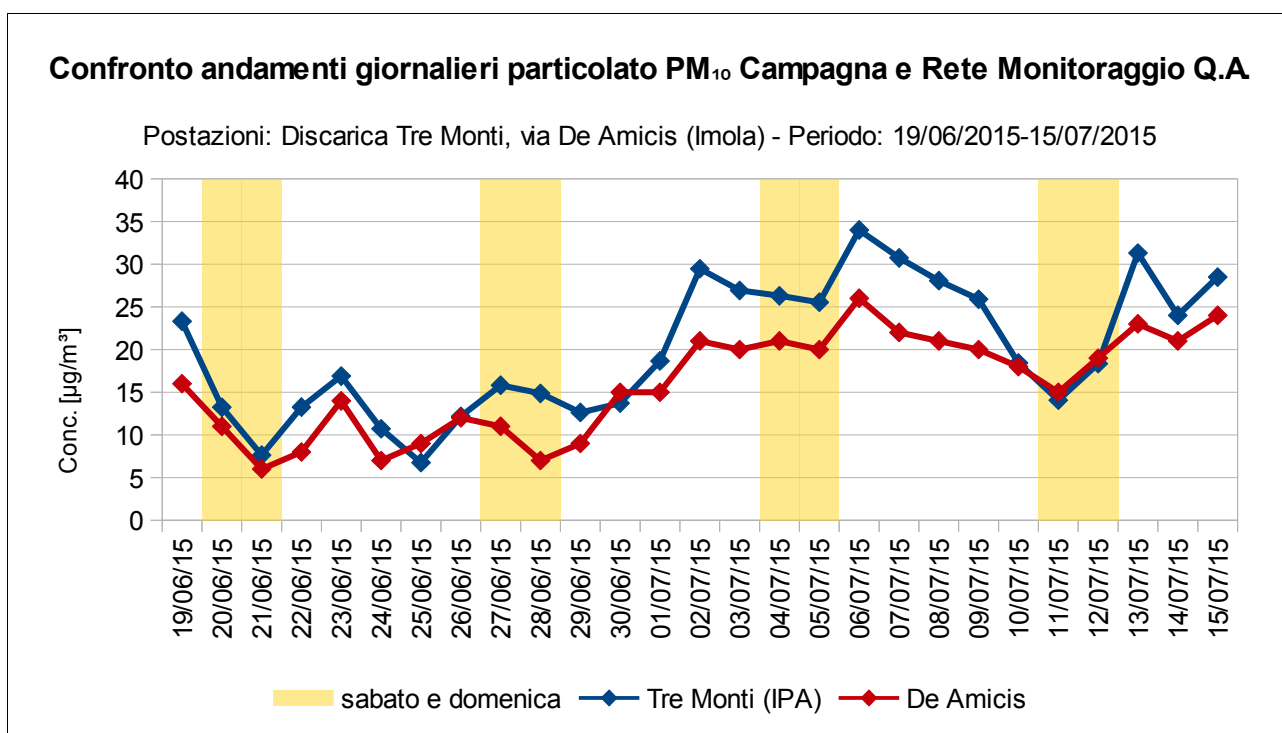


Figura 18 – Confronto dei livelli giornalieri di PM_{10} tra la postazione Tre Monti e quella di via De Amicis ubicata nell'area urbana di Imola

Va rilevato che, in generale, i valori osservati in località Tre Monti non si discostano molto dall'andamento di altre stazioni della rete di monitoraggio sparse sul territorio bolognese, tra cui ad esempio quelle urbane da traffico di Porta San Felice a Bologna e San Lazzaro di Savena (Figura 19), o quelle di fondo, urbano o rurale, di via Chiarini a Bologna o San Pietro Capofiume a Molinella (Figura 20). Tuttavia la differenza con l'andamento della stazione più prossima risulta, al di là dell'entità della stessa, non trascurabile, come conferma anche il confronto tra le varie medie riferite al periodo della campagna (Figura 21). Questo dato risulta abbastanza interessante soprattutto in considerazione del contesto ambientale collinare in cui è stata effettuata la campagna.

Confronto andamenti giornalieri particolato PM₁₀ Campagna e Rete Monitoraggio Q.A.

Postazioni: Discarica Tre Monti (Imola), Porta S. Felice (BO), S. Lazzaro Savena - Periodo: 19/06/2015-15/07/2015

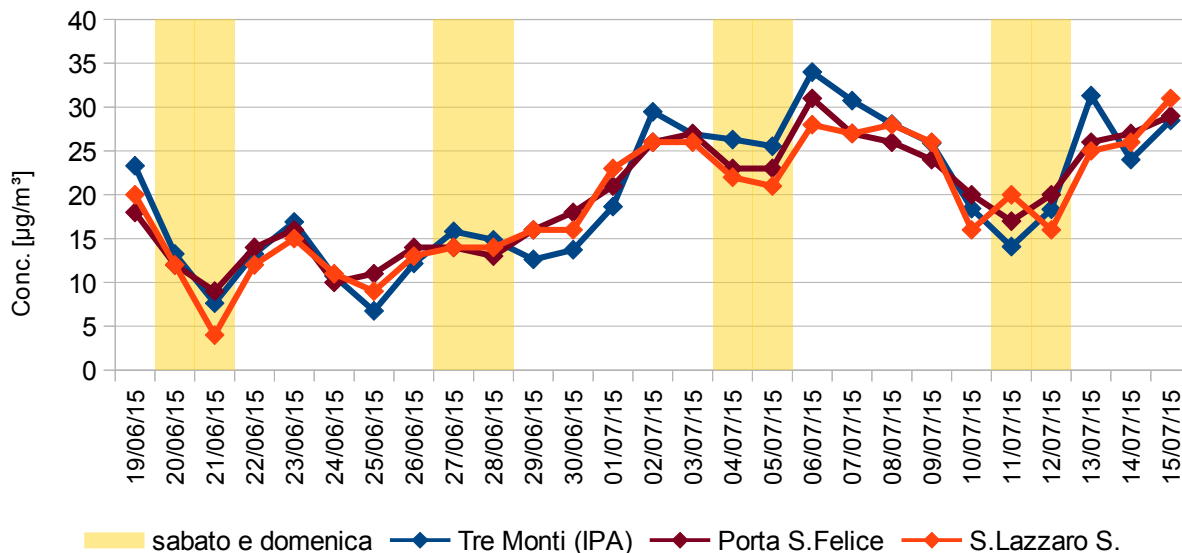


Figura 19 – Confronto dei livelli giornalieri di PM₁₀ tra la postazione Tre Monti e quelle urbane di Porta San Felice a Bologna e via Poggi a San Lazzaro di Savena

Confronto andamenti giornalieri particolato PM₁₀ Campagna e Rete Monitoraggio Q.A.

Postazioni: Discarica Tre Monti (Imola), via Chiarini (BO), S. Pietro Capofiume (Molinella) - Periodo: 19/06/2015-15/07/2015

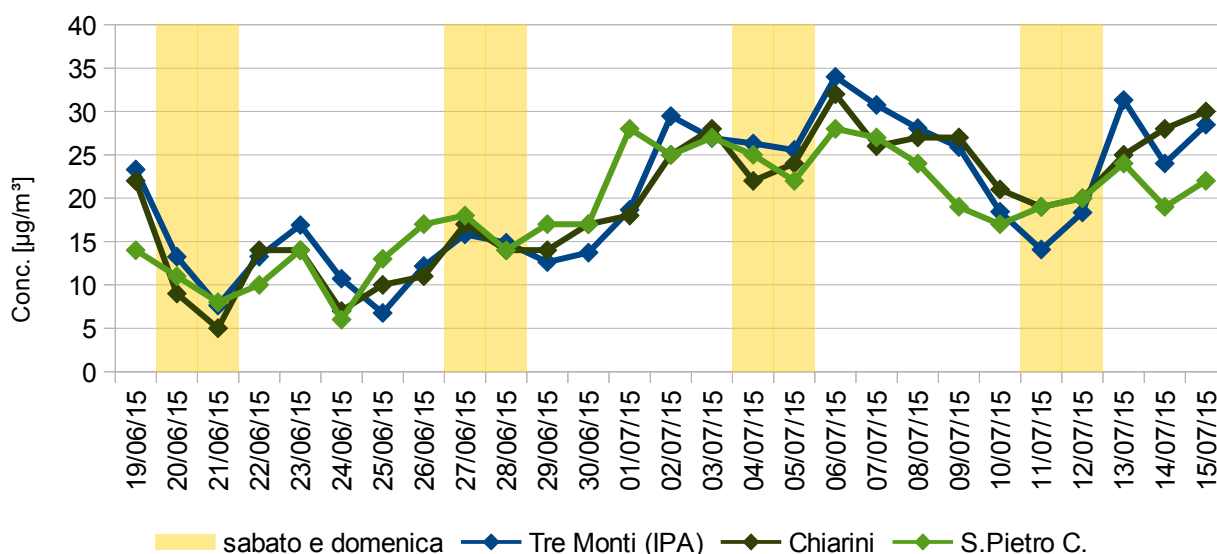


Figura 20 – Confronto tra i livelli giornalieri di PM₁₀ della postazione Tre Monti con quelle di fondo di via Chiarini a Bologna e San Pietro Capofiume nel comune di Molinella

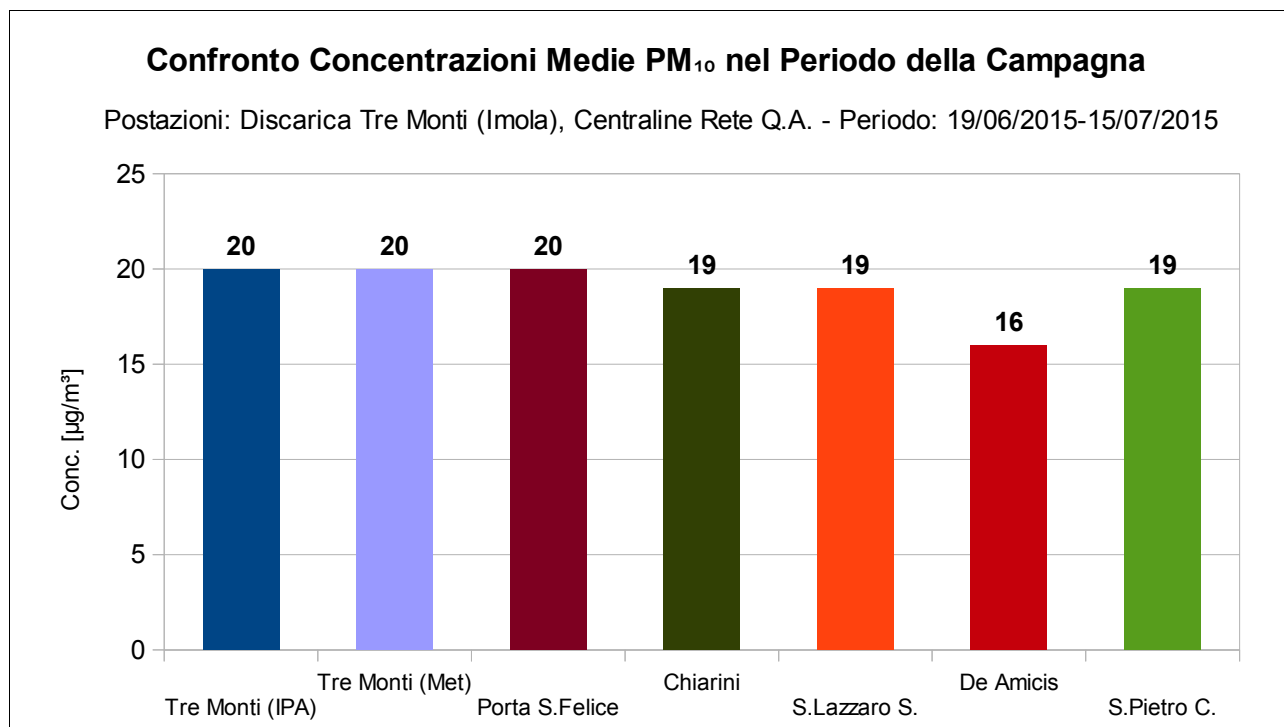


Figura 21 – Confronto tra le medie globali del periodo per il PM₁₀ tra la postazione Tre Monti e quelle delle cabine della rete regionale della Qualità dell'Aria precedentemente individuate

Considerando il contesto ambientale in cui sorge l'area di indagine, si può ipotizzare che il contributo del traffico veicolare indotto dal conferimento del materiale in discarica risulti significativo nella determinazione dei livelli riscontrati. Un ulteriore contributo deriva forse anche dalla presenza dei bruciatori dei gas prodotti dal processo di “digestione” dei rifiuti stoccati. Tali elementi risultano infatti piuttosto vicini alla zona in cui è stato posizionato il laboratorio mobile per i rilievi.

In questo ambito potrebbero poi aver avuto un ruolo importante anche le condizioni climatiche che andremo ad esaminare in seguito (paragrafo 3.8).

Il risultato evidenziato rimane comunque un punto di interesse da approfondire nella campagna di monitoraggio che si svolgerà in periodo invernale.

3.5 PARTICOLATO PM_{2,5}

Relativamente al particolato PM_{2,5}, le considerazioni da fare non si discostano troppo da quelle appena viste per la frazione più grossolana del PM₁₀.

Gli andamenti delle concentrazioni giornaliere e delle medie complessive del periodo, risultano del tutto in accordo tra loro, come si può osservare in Figura 22 e Tabella 4.

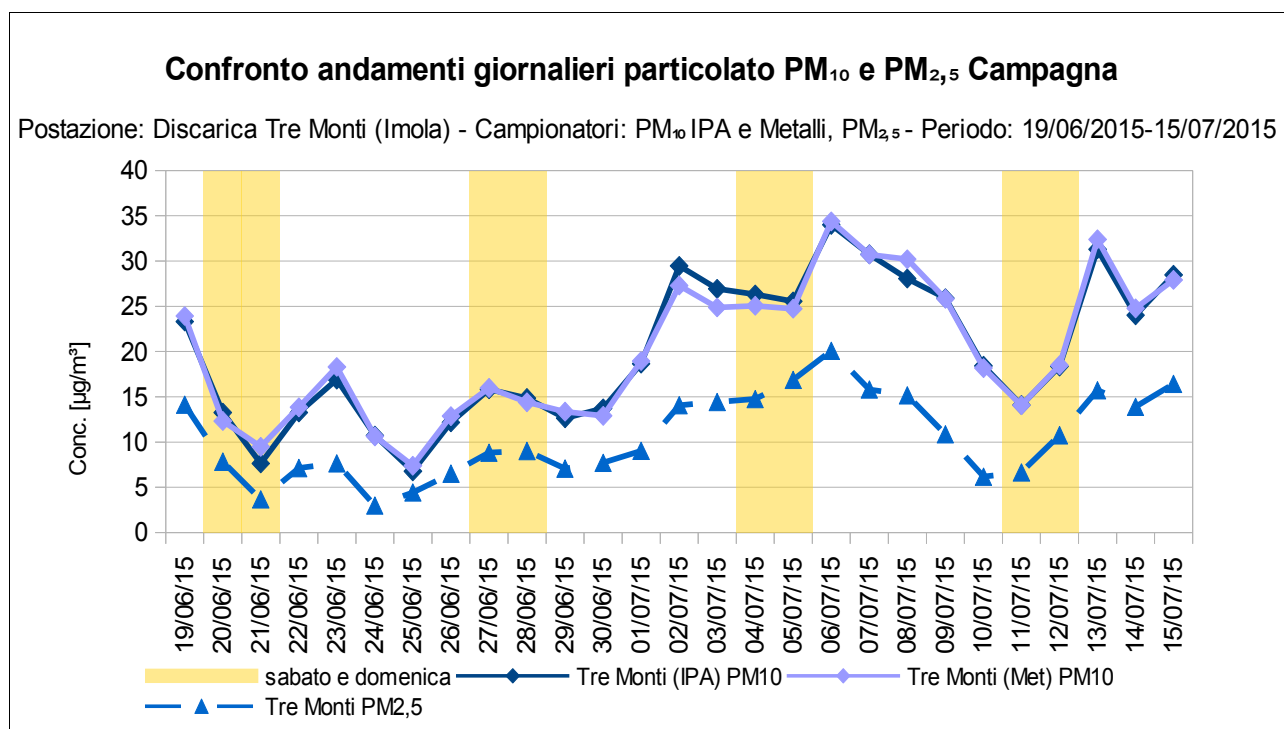


Figura 22 – Andamento dei livelli giornalieri di PM_{2,5} confrontati con gli analoghi dei due campionatori di PM₁₀ utilizzati per la campagna nella la postazione Tre Monti

Tabella 4 – Riepilogo dei valori di concentrazione giornaliera di PM_{2,5} rilevata nel corso della campagna alla discarica Tre Monti

Tre Monti – Imola			Tre Monti – Imola			Tre Monti – Imola		
Data	Giorno	PM2,5 µg/m³	Data	Giorno	PM2,5 µg/m³	Data	Giorno	PM2,5 µg/m³
19/06/15	ven	14	28/06/15	dom	9	07/07/15	mar	16
20/06/15	sab	8	29/06/15	lun	7	08/07/15	mer	15
21/06/15	dom	< 5	30/06/15	mar	8	09/07/15	gio	11
22/06/15	lun	7	01/07/15	mer	9	10/07/15	ven	6
23/06/15	mar	8	02/07/15	gio	14	11/07/15	sab	7
24/06/15	mer	< 5	03/07/15	ven	14	12/07/15	dom	11
25/06/15	gio	< 5	04/07/15	sab	15	13/07/15	lun	16
26/06/15	ven	7	05/07/15	dom	17	14/07/15	mar	14
27/06/15	sab	9	06/07/15	lun	20	15/07/15	mer	16

Il confronto con altre stazioni della rete dove è rilevato il PM_{2,5}, indica valori sostanzialmente identici tra ambiti e contesti piuttosto diversi (Figura 23). Tale dato è tuttavia in linea con la particolare tendenza all'ubiquità storicamente osservata per il PM_{2,5} nella pianura Padana, in particolare nel periodo estivo. Ciò è ulteriormente confermato dal grafico riportato in Figura 24, relativo alle medie globali del periodo della campagna calcolate per le tre postazioni messe a confronto.

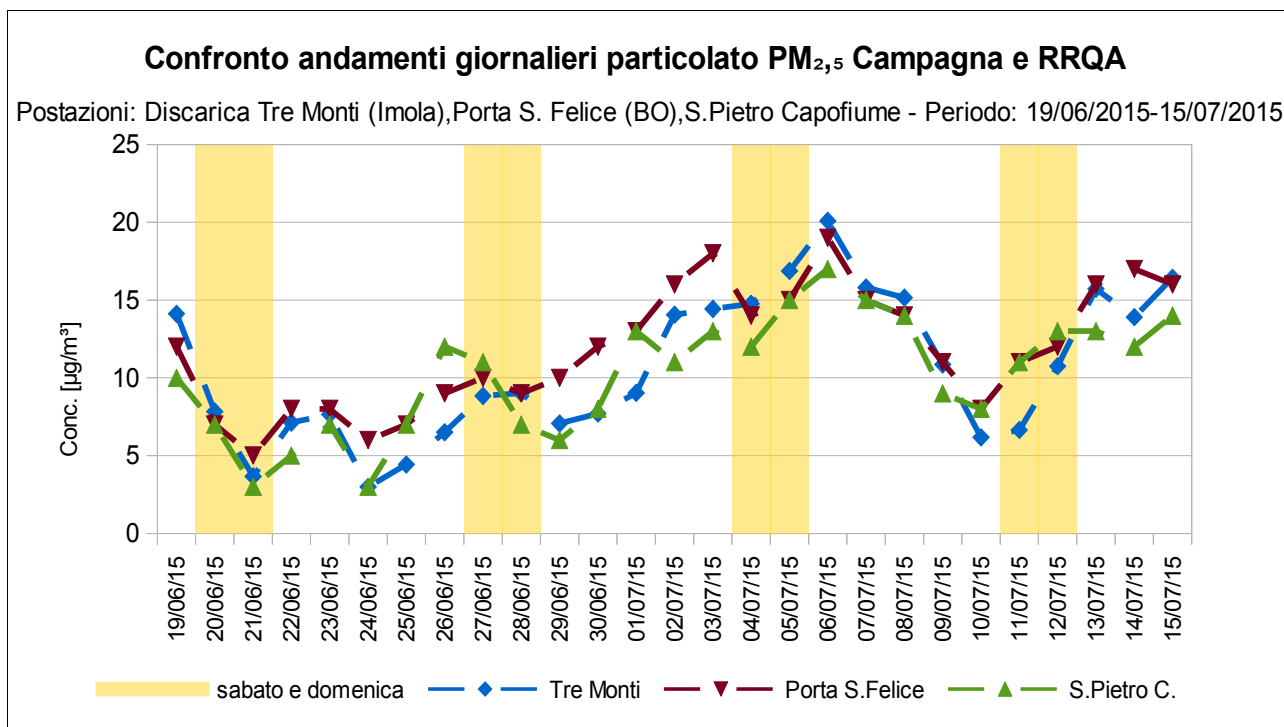


Figura 23 – Confronto tra le concentrazioni giornaliere per il PM_{2,5} rilevate nelle postazioni della discarica Tre Monti e delle stazioni di Porta San Felice a Bologna e San Pietro Capofiume

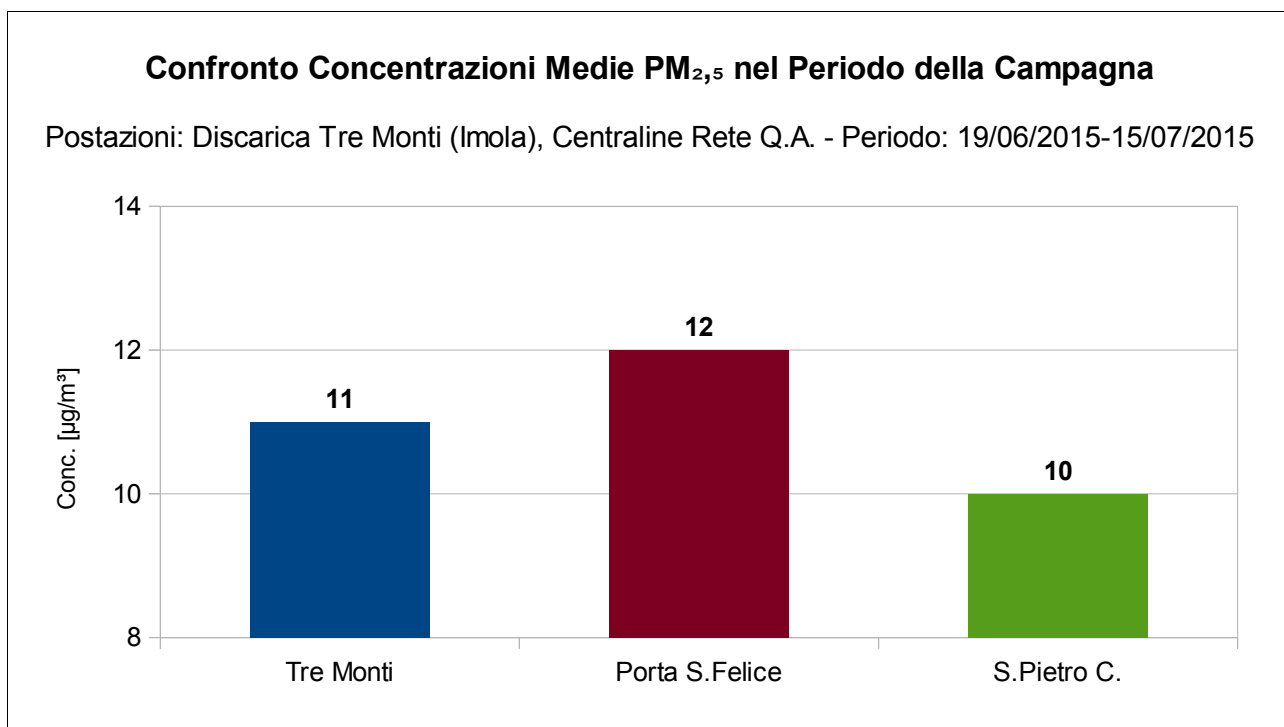


Figura 24 – Confronto delle medie globali del periodo per il PM_{2,5} tra la postazione Tre Monti e quelle di Porta San Felice e San Pietro Capofiume

Leggermente più marcata, anche se non troppo significativa, risulta la differenza tra le varie postazioni del rapporto $PM_{2,5}/PM_{10}$ (Figura 25).

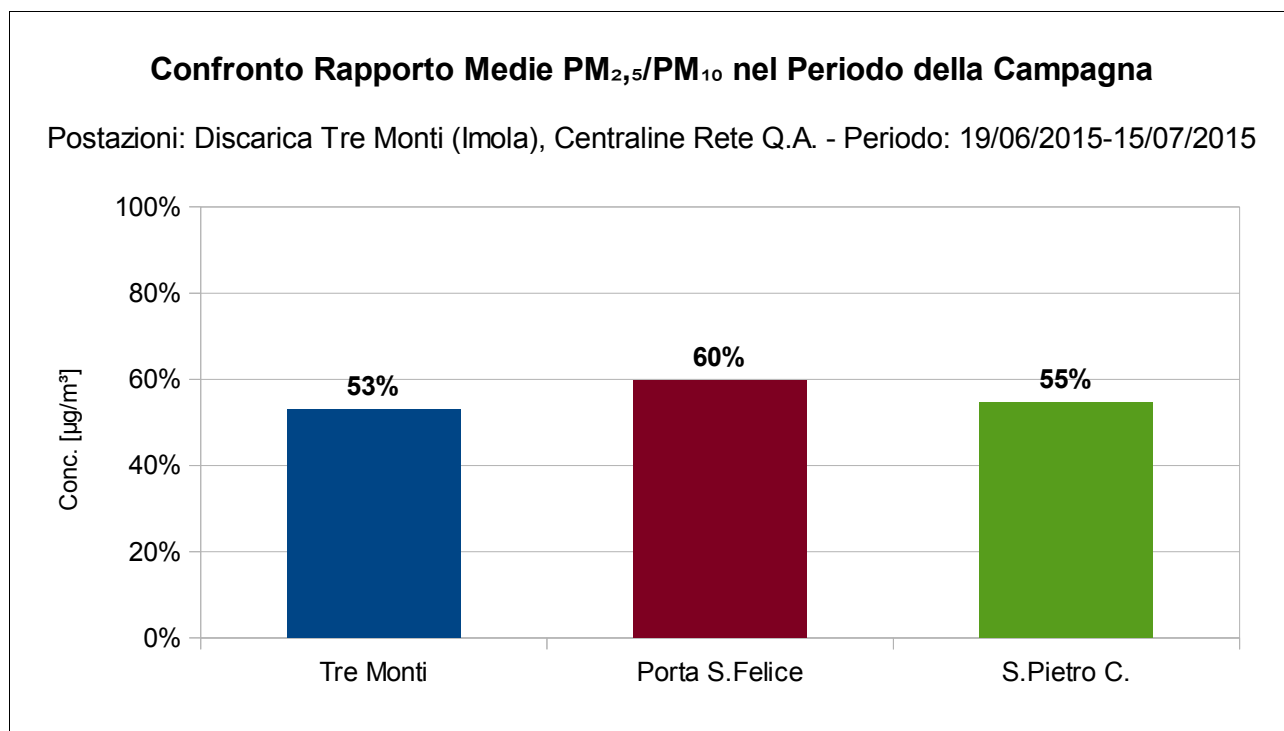


Figura 25 – Confronto tra i rapporti del particolato $PM_{2,5}/PM_{10}$ per le diverse postazioni indicate

3.6 IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI I.P.A.

Gli idrocarburi policiclici aromatici vengono determinati come frazione del particolato depositato sui filtri utilizzati per la misura del PM_{10} . Generalmente i dati raccolti nelle campagne di monitoraggio, relativi a poco più di una ventina di composti di questo genere, vengono espressi come concentrazioni relative all'intero periodo di campagna o su base mensile, qualora la copertura dei dati sia sufficientemente rappresentativa (come avviene ad esempio per le cabine della rete di monitoraggio). Per la campagna in oggetto si è proceduto aggregando i filtri in un unico campione.

Relativamente a quanto rilevato in discarica Tre Monti, i livelli di concentrazione dei diversi IPA sono rimasti tutti su valori inferiori a $0,01 \text{ ng/m}^3$ ed in particolare per il benzo(a)pirene, che è l'unico composto di questa categoria ad avere un limite normativo (1 ng/m^3), seppur riferito all'intero periodo annuale (Figura 26). Tali valori sembrano essere del tutto in linea con quanto atteso sulla base della stagione in cui si sono svolte le misure.

Oltre al benzo(a)pirene, altri composti sono indicati con particolare interesse nella normativa. Un dettaglio sui loro dati di concentrazione è fornito in Figura 27.

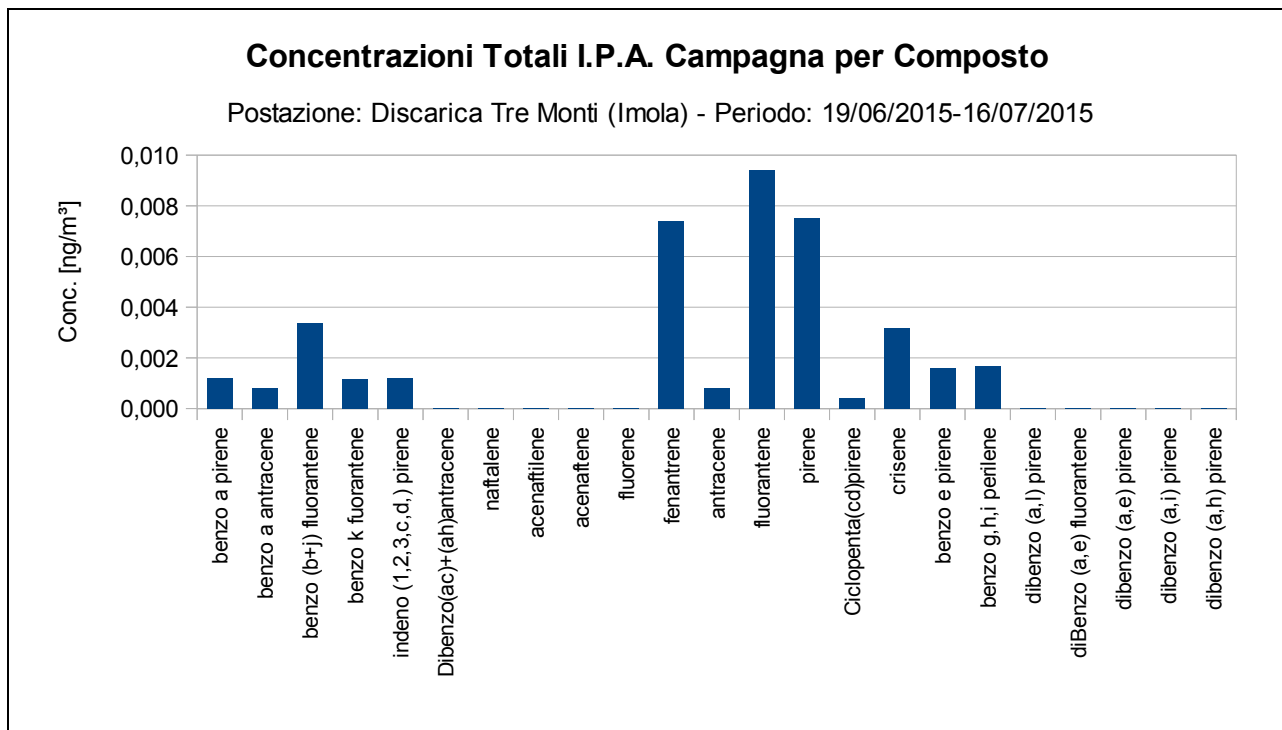


Figura 26 – Concentrazioni dei vari IPA misurati nella campagna presso la discarica Tre Monti

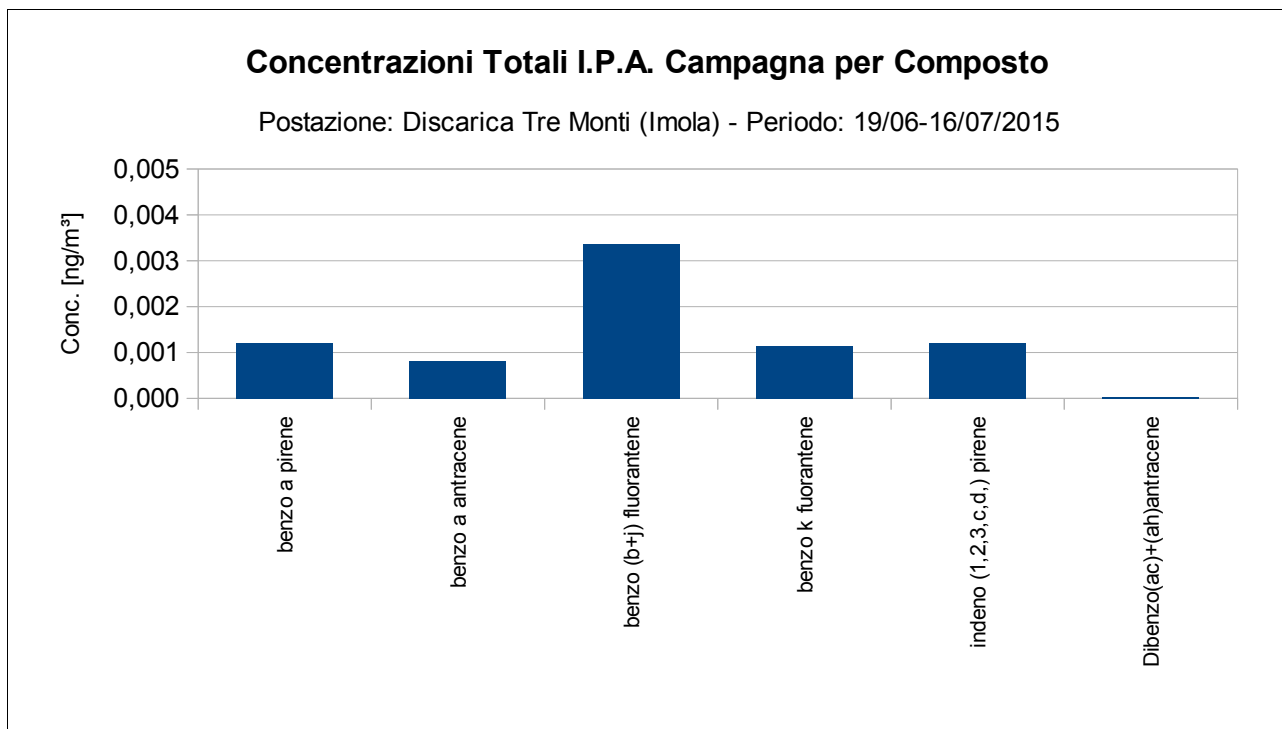


Figura 27 – Dettaglio sulle concentrazioni degli IPA Di interesse indicati dalla normativa

Per procedere al confronto dei valori rilevati alla Tre Monti con quelli misurati sulle stazioni della rete di monitoraggio, è stato necessario operare una sorta di media pesata tra i livelli relativi ai mesi di giugno e luglio di queste ultime.

Infatti, mentre per i filtri della campagna, svolta a cavallo dei mesi suddetti, è stato fatto un unico campione del periodo, per le stazioni della rete i filtri vengono aggregati in campioni su base mensile. Di conseguenza, per poter operare un qualche tipo di confronto (anche se gravato di una certa serie di approssimazioni) si è appunto scelto di procedere come detto.

La metodologia di confronto appena descritta è stata seguita per le stazioni di Porta San Felice e San Pietro Capofiume. Come si può osservare dai confronti grafici riportati in Figura 28 e Figura 29 (quest'ultima è solamente un dettaglio della figura precedente, ristretto ai sei idrocarburi di interesse normativo), i livelli misurati presso la discarica Tre Monti si pongono a metà strada tra quelli di Porta San Felice (stazione urbana da traffico di Bologna) e quelli di San Pietro Capofiume (stazione di fondo rurale).

Questo dato è interessante dal momento che, nonostante la posizione collinare dell'area di indagine (che dovrebbe garantire condizioni simili a quelle di un fondo), le concentrazioni dei vari inquinanti risultano non troppo diverse da quelle di un contesto urbano piuttosto impattato dal traffico, che è una delle principali fonti di IPA. Probabilmente la presenza di un intenso passaggio di mezzi pesanti connesso, con le attività della discarica (soprattutto nell'area in cui era installato il mezzo mobile) rende ragione dei risultati osservati.

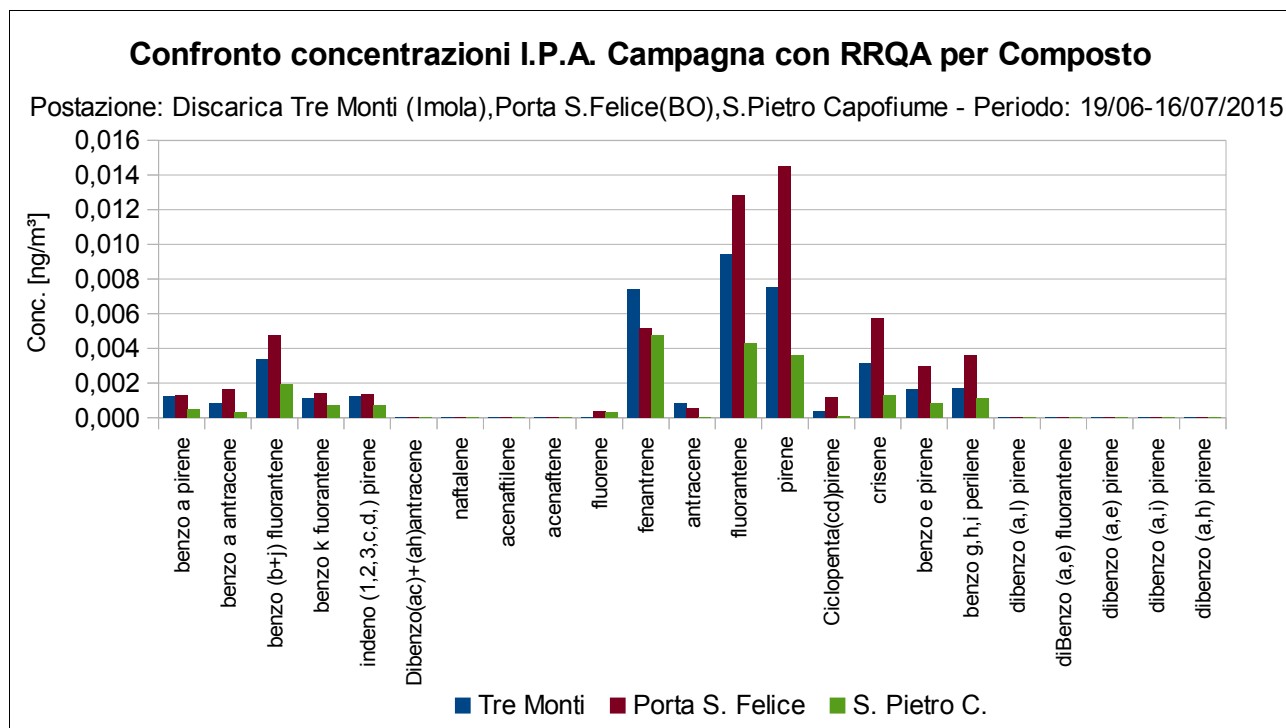


Figura 28 – Confronto tra le concentrazioni degli IPA rilevati alla postazione Tre Monti e sulle stazioni della rete regionale di Porta San Felice a Bologna e San Pietro Capofiume

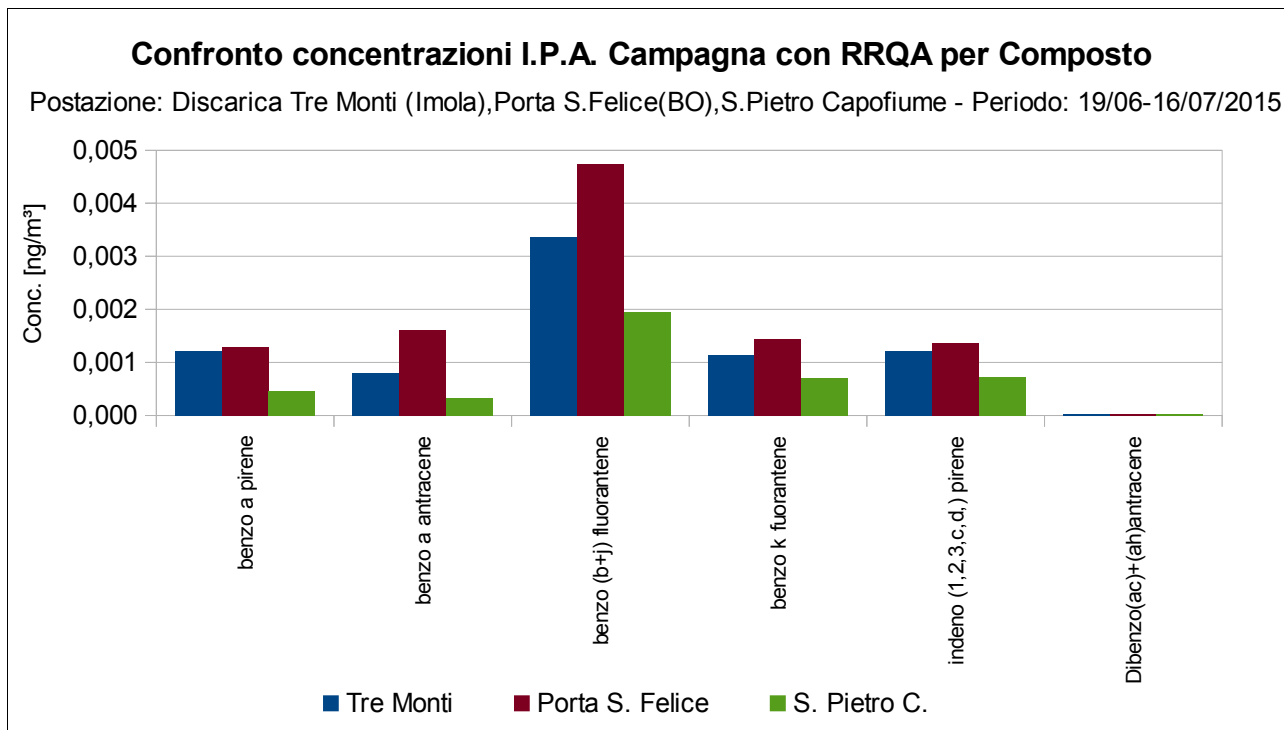


Figura 29 – Dettaglio sul confronto delle concentrazioni degli IPA di interesse indicati dalla normativa

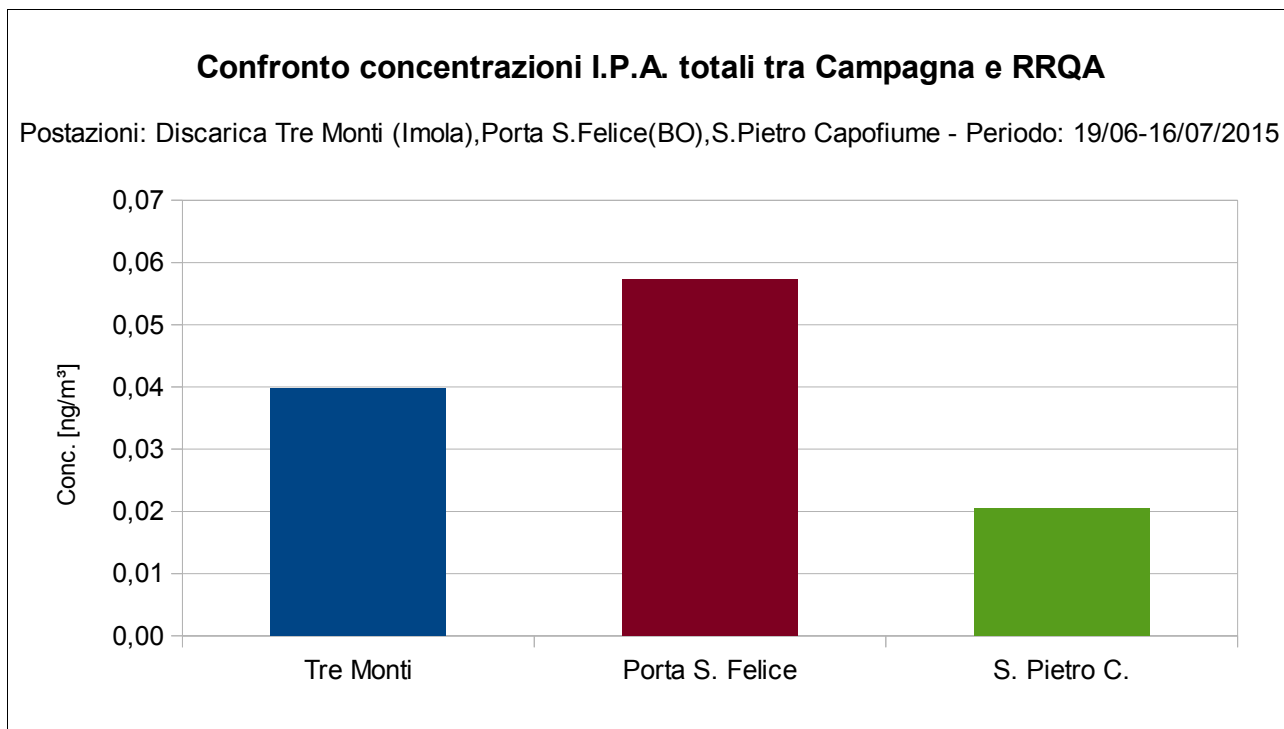


Figura 30 – Confronto tra le concentrazioni degli IPA totali rilevati alla postazione Tre Monti e sulle stazioni della rete regionale di Porta San Felice a Bologna e San Pietro Capofiume

Passando a considerare le concentrazioni totali di IPA, si può osservare che, ancora una volta, il valore complessivo della campagna viene a trovarsi tra quello della stazione di Porta San Felice e quello di San Pietro Capofiume (Figura 30), anche se si parla comunque di valori piuttosto contenuti, al di sotto di $0,1 \text{ ng/m}^3$.

Un ulteriore conferma di quanto finora osservato si ha dal confronto tra le percentuali di presenza di IPA sul PM_{10} accumulato (Figura 31).

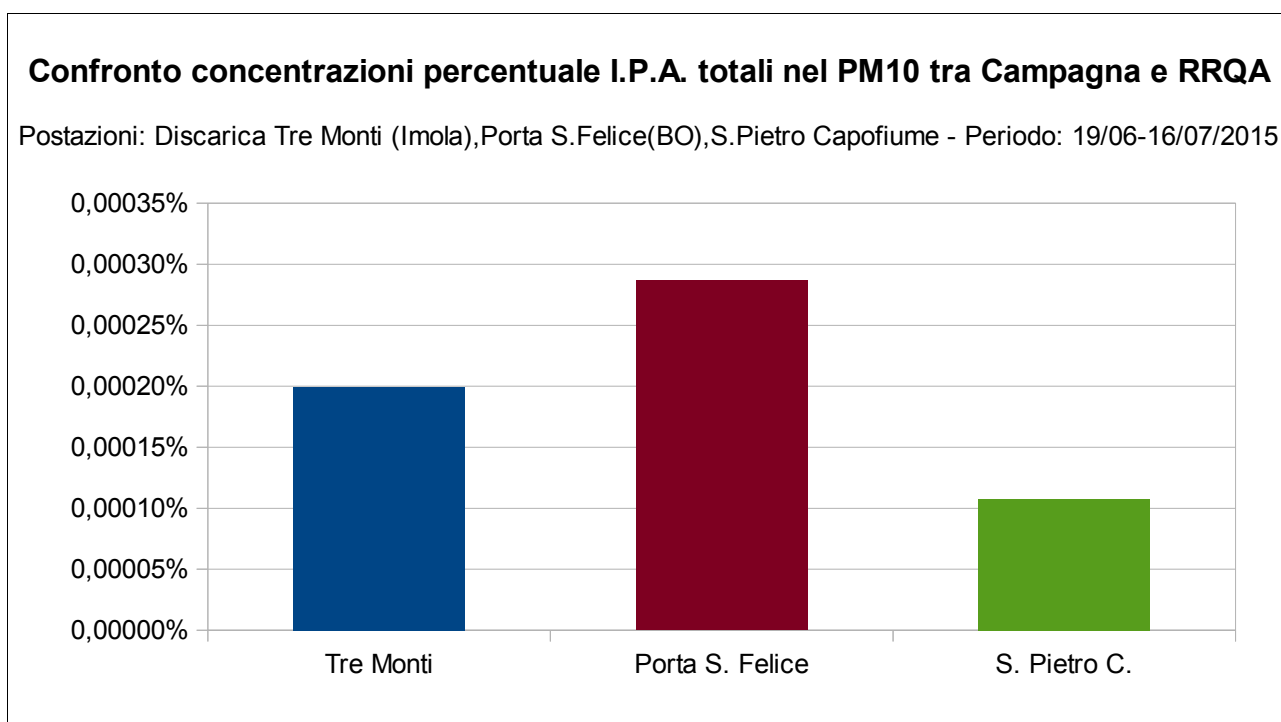


Figura 31 – Confronto tra le percentuali di concentrazione degli IPA totali rispetto al PM_{10} rilevati alla postazione Tre Monti e sulle stazioni della rete regionale di Porta San Felice a Bologna e San Pietro Capofiume

3.7 METALLI: As, Cd, Ni, Pb

Analogamente a quanto visto per gli IPA, i metalli vengono determinati come frazione del particolato raccolto sui filtri utilizzati per la misura del PM_{10} .

Gli elementi normati che vengono ricercati sono l'arsenico (As), il cadmio (Cd), il nichel (Ni) ed il piombo (Pb). I dati raccolti nelle campagne di monitoraggio vengono espressi come concentrazioni relative all'intero periodo di campagna o su base mensile, qualora la copertura dei dati sia sufficientemente rappresentativa (come avviene ad esempio per le stazioni della rete di monitoraggio). Per la campagna in oggetto si è proceduto aggregando i filtri in un unico campione.

Per tutti i parametri rilevati, le concentrazioni (riportate in Figura 32) risultano al di sotto dei livelli normativi (seppur questi ultimi siano riferiti all'intero periodo annuale) di almeno un ordine di grandezza.

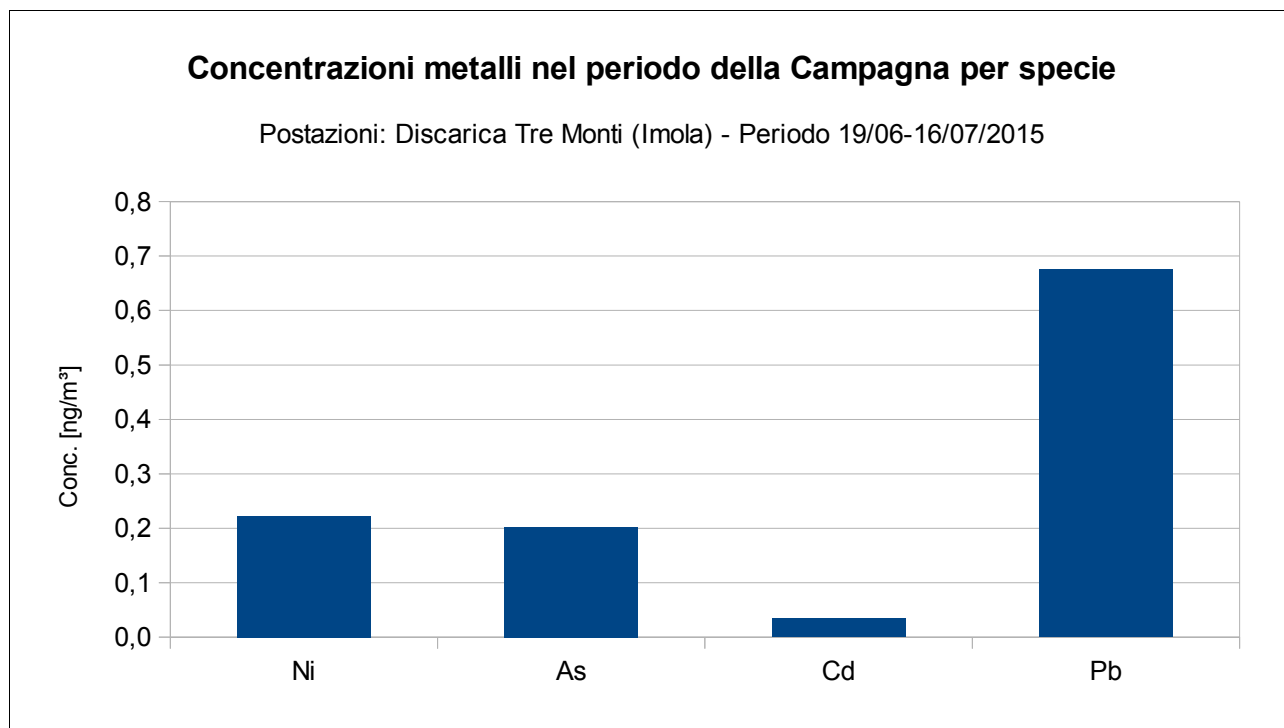


Figura 32 – Concentrazioni dei vari metalli misurati nella campagna presso la discarica Tre Monti

Il confronto con la rete di monitoraggio della qualità dell'aria deve essere fatto con la stazione di fondo urbano di Bologna di Giardini Margherita, che è il riferimento provinciale individuato per tale tipologia di parametri.

Come evidenziato in precedenza, la stazione di Giardini Margherita ha avuto diversi problemi di alimentazione elettrica nel periodo della campagna, e ciò ha portato a invalidare diverse giornate di campionamento su tutti i parametri rilevati. Tuttavia la necessità di produrre un valore annuale per i metalli, come previsto dalla normativa, ha portato a individuare comunque dei campioni di entità e significatività accettabile sia per il mese di giugno che per quello di luglio. Di conseguenza, procedendo poi come già visto per gli IPA, è stato possibile stimare le concentrazioni dei metalli sulla stazione di Giardini Margherita per un periodo relativamente paragonabile con quello della campagna.

Da tale confronto, riportato in Figura 33, si può osservare che i livelli delle concentrazioni di metalli presenti nell'area di indagine risultano inferiori agli analoghi valori della stazione di Bologna Giardini Margherita. Ciò si accorda sostanzialmente con i diversi contesti ambientali e le diverse ubicazioni delle due postazioni.

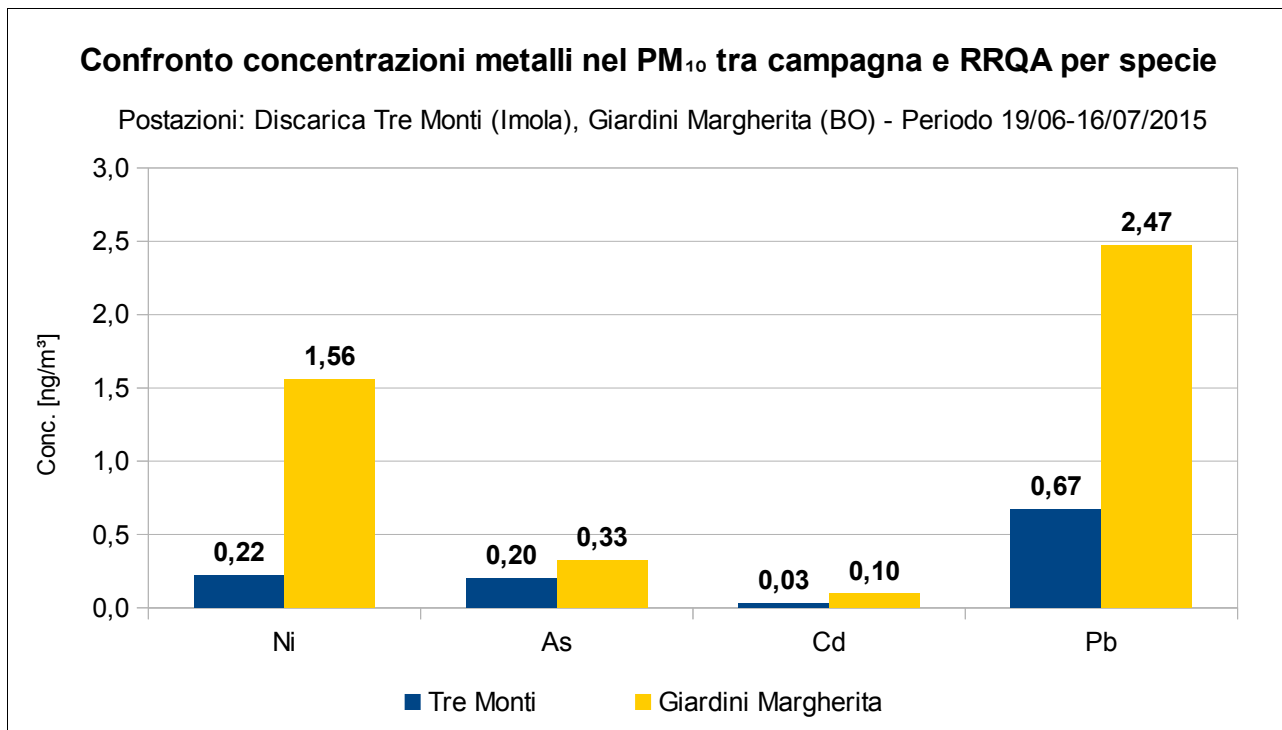


Figura 33 – Confronto tra le concentrazioni dei metalli indicati rilevati nella postazione Tre Monti e sulla stazione della rete regionale di Giardini Margherita a Bologna

3.8 PARAMETRI METEOROLOGICI

In base alla dotazione del mezzo mobile impiegato, i parametri meteo che sono stati acquisiti nel corso della campagna sono: precipitazioni, direzione e velocità vento.

Quelli rilevati sono i parametri che possono avere un impatto rilevante sulla diffusione e la dispersione degli inquinanti in atmosfera, sia di quelli gassosi che del particolato.

Altri parametri non rilevati ricoprono un ruolo più o meno preminente per alcuni inquinanti specifici. È il caso ad esempio della radiazione solare per l'ozono o dell'altezza di rimescolamento per le varie frazioni di particolato.

Di seguito vengono presentati i valori misurati per i vari parametri rilevati e analizzati le eventuali influenze degli stessi sui livelli di concentrazione osservati per i diversi inquinanti.

3.8.1 PRECIPITAZIONI

Il periodo di misura è stato caratterizzato da alcuni eventi piovosi che si sono concentrati nella prima parte della campagna (mese di giugno) e hanno visto una certa rilevanza, considerata la stagione, in particolare nella giornata del 24 giugno dove sono caduti 17 mm di pioggia. In generale comunque ha prevalso il bel tempo, anche se complessivamente i millimetri di pioggia

raccolti al suolo sono stati 32,4 (Figura 34).

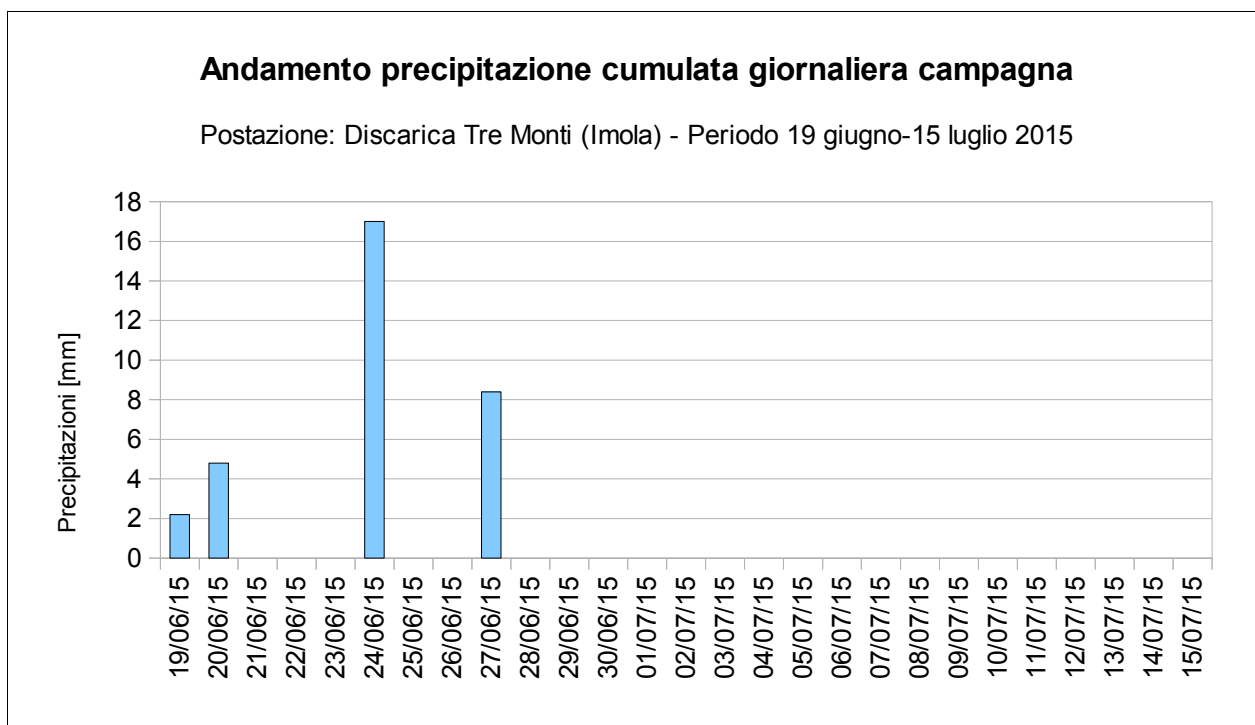


Figura 34 – Andamento giornaliero delle precipitazioni cumulate presso la postazione Tre Monti

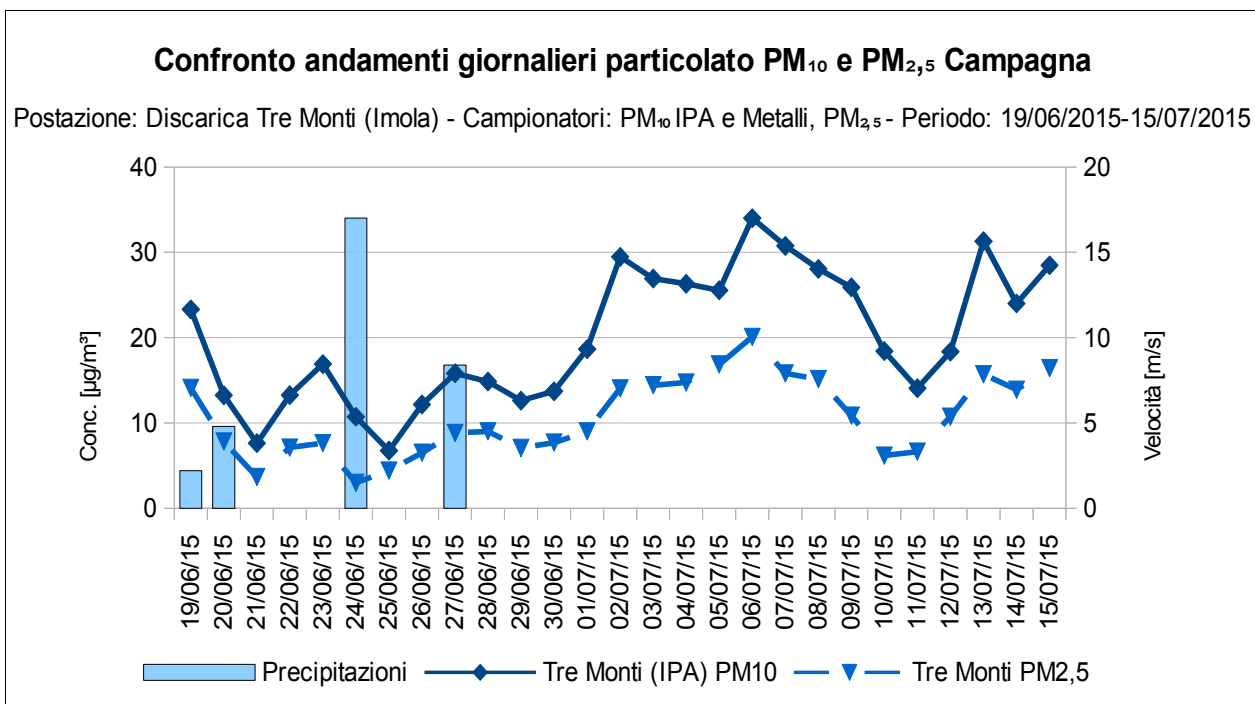


Figura 34 – Confronto tra gli andamenti giornalieri delle precipitazioni cumulate e delle concentrazioni di particolato PM₁₀ e PM_{2,5} rilevati presso la postazione Tre Monti

Un confronto con i livelli delle concentrazioni di particolato PM_{10} e $PM_{2.5}$ non evidenzia la presenza di particolari correlazioni, probabilmente anche per via del fatto che i rovesci occorsi durante la campagna, seppur talvolta piuttosto intensi, hanno avuto uno sviluppo temporale abbastanza limitato.

3.8.2 VENTI

Per quanto riguarda il regime della ventilazione relativo alla campagna di monitoraggio, è possibile elaborare una rosa dei venti complessiva, ottenendo il diagramma riportato in Figura 35.

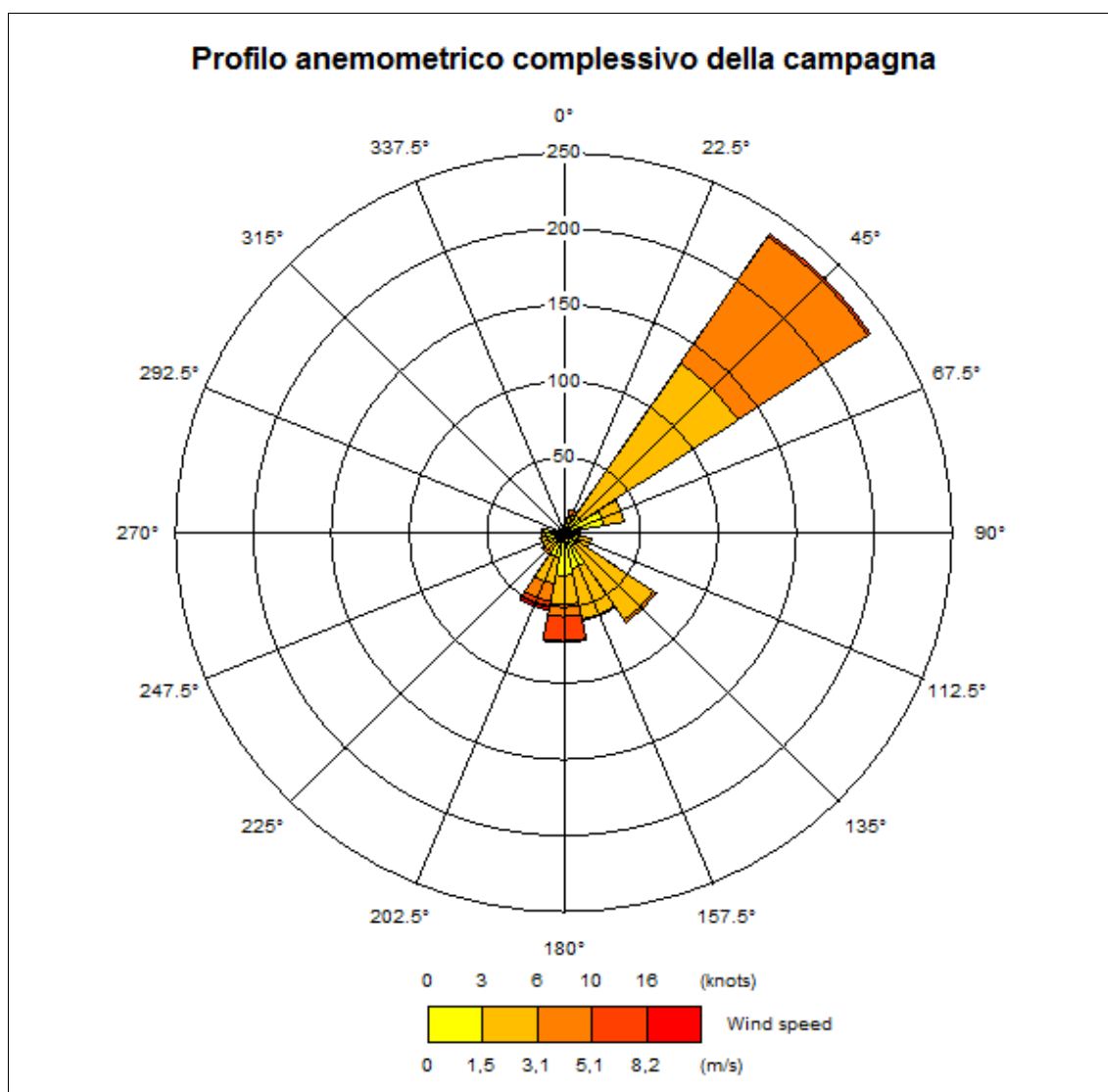


Figura 35 – Profilo anemometrico globale della campagna rilevato presso la discarica Tre Monti

Dall'analisi del grafico si può rilevare che nell'area di indagine la direzione prevalente di provenienza del vento è quella di nord-est, seguita da una quota minoritaria delle componenti della direzione sud.

Le intensità dei venti risultano abbastanza variabili con un intervallo di valori rilevato compreso sostanzialmente tra 1 e 11 m/s, con una media globale di circa 2,4 m/s (Figura 36).

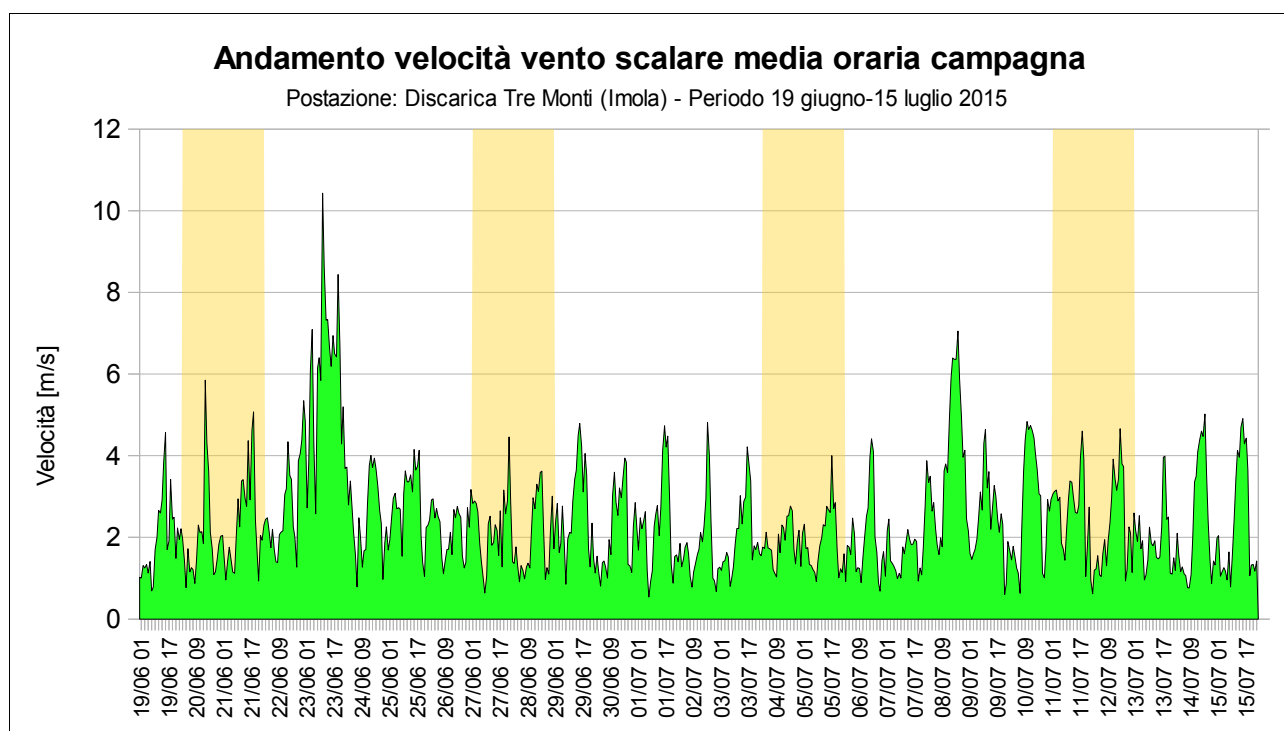


Figura 36 – Diagramma delle velocità medie scalari orarie rilevate sul sito nel corso della campagna

Purtroppo dal confronto di tali risultati con il posizionamento del laboratorio mobile (Figura 1), si può osservare che quasi mai la direzione prevalente del vento è quella dove sono dislocate quelle che, potenzialmente, sono le principali sorgenti inquinanti presenti in discarica. L'unica eccezione è rappresentata dalla zona dei cumuli di tombamento che si trova in effetti proprio in direzione nord-est rispetto al laboratorio mobile, ma che rappresenta una eventuale sorgente emissiva di rilevanza relativamente minore. Va comunque evidenziato che il diagramma mostra le prevalenze orarie medie e non certo il riepilogo delle direzioni di provenienza del vento di ogni singolo istante. Tale risultato si riflette comunque anche sulle considerazioni riguardanti eventuali contributi della velocità del vento nella determinazione dei livelli degli inquinanti. Infatti come si può osservare dai grafici di confronto riportati in Figura 37 e Figura 38, non sembrano evidenziarsi particolari correlazioni tra l'andamento della velocità del vento e le concentrazioni degli inquinanti, se non per quanto riguarda una certa tendenza all'accumulo in condizioni di basso regime di ventilazione, come peraltro è abbastanza scontato aspettarsi.

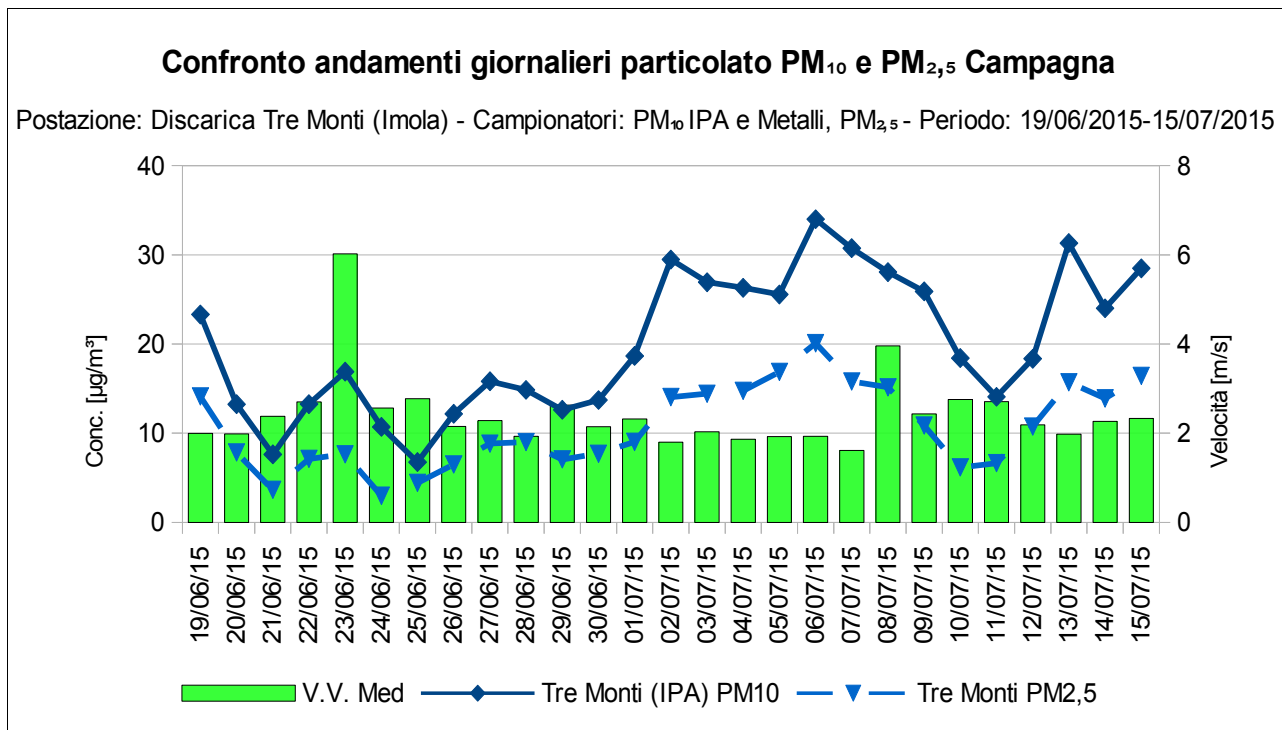


Figura 37 – Confronto tra gli andamenti delle velocità medie scalari giornaliere e i livelli di particolato PM₁₀ e PM_{2,5} rilevati sul sito nel corso della campagna

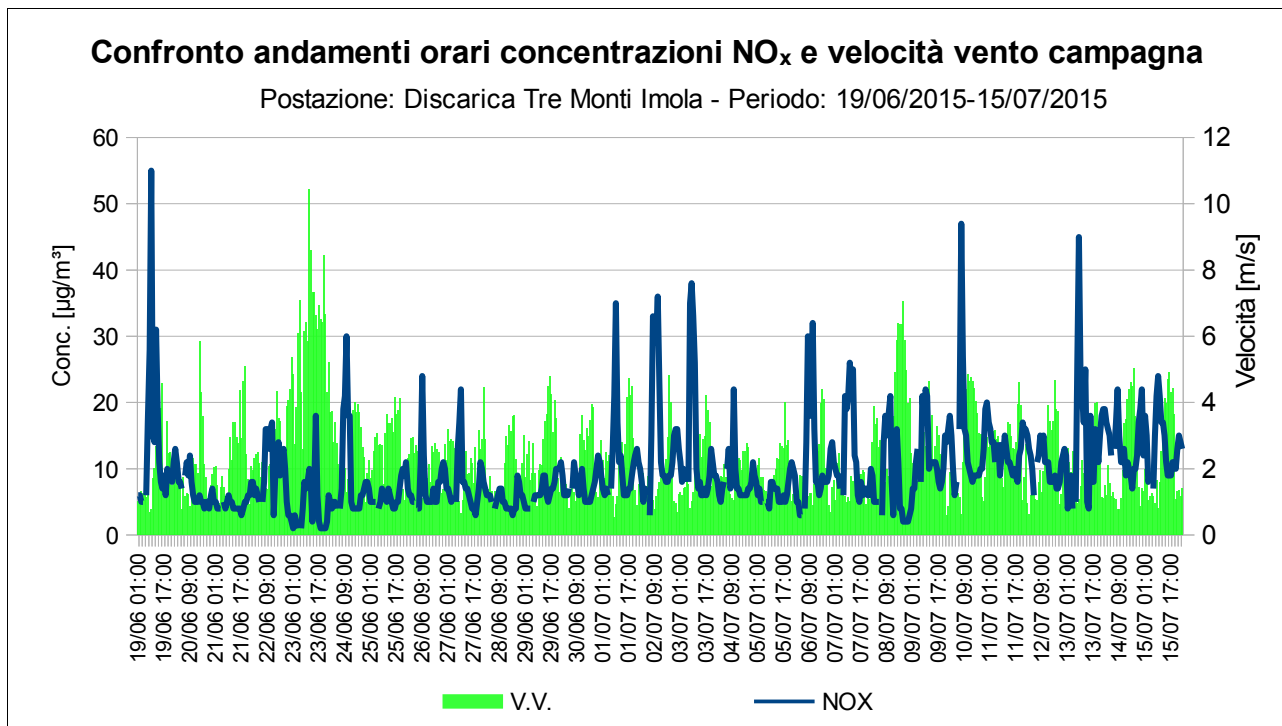


Figura 38 – Confronto tra gli andamenti orari delle velocità medie scalari e i livelli di NO_x

4. CONCLUSIONI

Dai dati rilevati presso gli impianti di trattamento rifiuti Tre Monti, e dalle relative considerazioni esposte nei capitoli precedenti, si possono trarre le seguenti conclusioni, suddivise secondo la tipologia degli inquinanti.

Ozono- O₃

Nel corso dell'intera campagna di monitoraggio, l'ozono è stato l'unico parametro per il quale sono stati superati limiti di concentrazione, previsti dalla normativa sulla qualità dell'aria. Ciò è del tutto in linea con le condizioni meteorologiche caratteristiche della stagione estiva, che causano elevati livelli di questo inquinante. In dettaglio, il 4 luglio è stata superata la soglia di attenzione, fissata per la media oraria a 180 µg/m³, mentre in 15 occasioni è stato superato il valore obiettivo per la media mobile su 8 ore, pari a 120 µg/m³.

L'ozono deriva da complessi processi chimici innescati dalla radiazione solare, e non è quindi strettamente connesso alla prossimità di emissioni rilevanti. La postazione presso gli impianti Tre Monti, confrontata con stazioni della rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria (RRQA), ubicate nel comune di Bologna e in quello di Molinella, ha evidenziato spesso sia concentrazioni medie giornaliere più elevate, sia concentrazioni massime orarie più basse. Ciò va posto in connessione con la diversa collocazione dei siti in cui si sono svolti i monitoraggi, siti in cui possono incidere diversamente, a seconda dei momenti, il sopraggiungere di ozono originato altrove, la formazione di ozono ad opera di processi fotochimici, o la rimozione dell'ozono da parte del vento, qualora provenga da zone meno inquinate. Di conseguenza le consistenti concentrazioni medie, rilevate presso gli impianti Tre Monti, vanno considerate come una caratteristica del luogo durante il periodo del monitoraggio, piuttosto che una conseguenza di specifiche emissioni presenti in zona.

PM₁₀

Il particolato PM₁₀ ha evidenziato concentrazioni più elevate presso il sito oggetto di indagine che presso la postazione della RRQA di Viale De Amicis, a Imola. Ciò appare a prima vista curioso, vista l'ubicazione di quest'ultima a lato di una delle principali vie della città. Estendendo però il confronto ad altre stazioni della rete regionale di monitoraggio, si nota una maggiore somiglianza con i dati rilevati presso gli impianti Tre Monti, sia negli andamenti delle medie giornaliere, sia nelle medie relative all'intera durata della campagna di misura.

Il quadro complessivo che emerge da questi confronti è di forte somiglianza tra postazioni con caratteristiche molto diverse: una stazione da traffico, quella di Porta San Felice a Bologna, una stazione di fondo, quella di Via Chiarini all'estrema periferia di Bologna, una stazione di fondo rurale, quella di San Pietro Capofiume, e appunto l'impianto di trattamento dei rifiuti Tre Monti. L'unico sito che si distingue è proprio quello imolese di Viale De Amicis, mediamente caratterizzato da concentrazioni leggermente inferiori rispetto a tutti gli altri. Si tratta di una situazione inusuale

per questa postazione, monitorata da molti anni, e rappresenta una fluttuazione difficile da interpretare, che potrebbe essere dovuta ad un periodo di specificità delle condizioni microclimatiche, peculiare dell'area urbana di Imola. In questa sede importa però notare come, nell'area oggetto di indagine, le concentrazioni siano state simili a quelle, mediamente prossime tra loro, misurate in altri siti sia da traffico che di fondo. I livelli registrati durante la campagna di monitoraggio sono tutti decisamente contenuti, se paragonati ai limiti posti dalla normativa per le concentrazioni media giornaliera e media annuale; ciò appare in linea con l'andamento stagionale tipico del PM_{10} , che raggiunge le concentrazioni più elevate durante i mesi invernali.

$PM_{2,5}$

L'andamento delle medie giornaliere di particolato $PM_{2,5}$, riscontrato presso gli impianti Tre Monti, mediamente non differisce molto da quelli registrati dalla stazione da traffico della RRQA di Porta San Felice, a Bologna, e da quella di fondo rurale di San Pietro Capofiume. Le medie sul periodo della campagna sono molto simili tra loro, tutte attestare su livelli pari a meno della metà del valore obiettivo, stabilito dalla normativa per la media annuale. Le concentrazioni di $PM_{2,5}$, come quelle di PM_{10} , raggiungono i valori più elevati durante i mesi invernali, quindi non stupisce che nei tre siti considerati si riscontrino livelli decisamente modesti.

La relativa uniformità nella distribuzione del $PM_{2,5}$, dovuta al carattere in buona misura secondario di questo inquinante, rende ragione della prossimità dei livelli misurati nei tre siti considerati, nonostante questi siano nettamente diversi tra loro per ubicazione e tipologia.

Biossido di azoto - NO_2

Le concentrazioni di biossido di azoto misurate presso gli impianti Tre Monti sono state assai modeste, tanto che tutte le medie giornaliere risultano inferiori al limite di quantificazione dello strumento. Si tratta di valori irrilevanti, peraltro pienamente plausibili se si considera che questo inquinante raggiunge i livelli più elevati durante l'inverno. Le concentrazioni rilevate risultano basse anche se confrontate con quelle registrate dalle stazioni della RRQA del bolognese, e mediamente risultano comprese tra quelle rilevate dalla stazione di fondo rurale di San Pietro Capofiume, e quelle misurate a 900 metri di quota dalla stazione di Castelluccio, nel comune di Porretta Terme.

Monossido di carbonio - CO

Il biossido di carbonio ha evidenziato valori molto contenuti, sia presso gli impianti Tre Monti che presso le due stazioni da traffico della RRQA ubicate a Imola, in viale De Amicis, e a Bologna a Porta San Felice. In particolare, nel sito oggetto di indagine le concentrazioni sono risultate per lo più sotto al limite di quantificazione, ma va sottolineato che pure a Porta San Felice, dove sono stati rilevati i valori più elevati, le concentrazioni medie sulle 8 ore sono state permanentemente inferiori a un decimo del valore limite, fissato a $10\text{mg}/\text{m}^3$. Anche se il monossido di carbonio raggiunge i livelli più elevati durante l'inverno, il confronto con le stazioni della RRQA indica come anche presso gli impianti Tre Monti, analogamente a quanto riscontrato da anni dalla RRQA, il CO rappresenti ormai un parametro assai lontano dal costituire una criticità.

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

In linea di massima le concentrazioni riscontrate presso gli impianti Tre Monti sono comprese tra quelle rilevate presso la stazione da traffico della RRQA di Porta San Felice, a Bologna, e quelle della stazione di fondo rurale di San Pietro Capofiume. In tutti e tre i siti si tratta per tutti i composti di valori assai contenuti, molto inferiori al centesimo di nanogrammo per metro cubo. L'unico limite posto dalla normativa riguarda la concentrazione media annua del benzo(a)pirene, ed è pari a $1\text{ng}/\text{m}^3$. Questo limite, da diversi anni, viene rispettato con ampio margine anche presso la stazione di Porta San Felice, pur esposta alle emissioni di un intenso traffico veicolare.

Anche se i livelli di IPA più elevati vengono registrati durante l'inverno, il confronto con i dati della RRQA indica un inquinamento da IPA confrontabile con quello, molto basso, presente in altre parti del territorio.

Arsenico (As), Cadmio (Cd), Nichel (Ni) e Piombo (Pb).

Le concentrazioni di As, Cd, Ni e Pb rilevate presso gli impianti Tre Monti sono paragonabili, o addirittura molto inferiori, rispetto a quelle riscontrate presso la stazione di fondo della RRQA di Giardini Margherita, a Bologna. Tutti i valori sono assai inferiori ai rispettivi limiti, fissati dalla normativa per la media annua. Da anni la stazione di Giardini Margherita registra il rispetto di tali limiti con ampio margine.

Bologna, 26 gennaio 2016