

POR FESR 2014 – 2020 FVG - AZIONE 4.1
Agenda Urbana T.E.M. - “Torre Eco Mob City Sensing”
“MONITORAGGIO AMBIENTALE CON RETE DI SENSORI
E INFORMAZIONE AMBIENTALE” (parte C)

Relazione tecnica a conclusione del periodo di monitoraggio, 30/09/2023

INTRODUZIONE

La presente relazione sintetizza il supporto tecnico fornito da Arpa FVG al piano di monitoraggio ambientale come previsto dall'azione 4.1 del progetto Agenda Urbana T.E.M. con particolare riferimento agli indicatori del piano. Il mezzo mobile di proprietà del Comune di Pordenone è stato operativo dal 1 gennaio al 30 giugno 2023 in via Piave a Pordenone, nei pressi dell'area oggetto di studio. Sono pertanto stati aggiornati gli indicatori per le stazioni di monitoraggio fisse presenti nell'area di interesse (Pordenone Centro in via Marconi e Porcia), oltre che quello del mezzo mobile nei 6 mesi di presenza in zona.

La serie dei dati raccolti dal Progetto mediante gli *smart sensors* è completa fino a settembre 2023, e si può confrontare con i dati raccolti dalle stazioni della rete ARPA FVG. Utili per ulteriori considerazioni anche i dati del primo semestre 2023, confrontabili con la stazione mobile gestita da ARPA FVG presente in via Piave.

TABELLE RIASSUNTIVE CON GLI INDICATORI DEL PROGETTO

La normativa vigente sulla qualità dell'aria fissa per le polveri sottili (PM₁₀) un limite al numero di giorni in un anno solare con concentrazioni medie superiori ai 50 microgrammi/m³ (µg/m³). Questo limite per anno solare è fissato a **35** giorni. Il progetto Agenda Urbana vuole utilizzare questo indicatore (numero di giorni con concentrazioni superiori ai 50 µg/m³) per valutare l'efficacia delle azioni proposte e realizzate. Si è ritenuto utile suddividere questo indicatore in trimestri al fine di valutare la variabilità intra-annuale dello stesso, la quale può fornire utili informazioni sui possibili effetti dei determinanti meteorologici sull'indicatore.

L'indicatore è riportato, per le diverse stazioni di monitoraggio, nella tabella seguente aggiornato al 30/09/2023.

Numero di giorni con concentrazioni di PM ₁₀ superiori a 50 µg/m ³ nei trimestri degli anni 2014 - 2023															
Anno	Pordenone					Porcia					Mezzo Mobile				
	Gen - Mar	Apr - Giu	Lug - Set	Ott - Dic	Annuale	Gen - Mar	Apr - Giu	Lug - Set	Ott - Dic	Annuale	Gen - Mar	Apr - Giu	Lug - Set	Ott - Dic	Annuale
2014	12	2	0	12	26	16	1	0	16	33	-	-	-	-	
2015	11	0	0	34	45	17	0	0	41	58	-	-	-	-	
2016	19	0	0	9	28	24	0	0	12	36	-	-	-	-	
2017	20	0	0	19	39	18	0	0	20	38	-	-	-	-	
2018	6	0	0	7	13	7	0	0	4	11	-	-	-	-	
2019	20	1	0	3	24	12	0	0	3	15	-	1	0	4	
2020	28	0	0	10	38	25	0	0	11	36	34	0	0	14	44
2021	17	0	0	3	20	14	0	0	7	21	-	-	-	-	
2022	12	0	0	5	17	15	0	0	7	22	-	-	-	-	
2023	18	0	0			18	0	0			16	0	-	-	

Come si evince dalla tabella sopra riportata, la variabilità annuale dell'indicatore è molto elevata così come la variabilità intra-annuale e stagionale. Nel complesso l'anno 2022 ha avuto un andamento simile al 2021, leggermente migliorativo a Pordenone città. Pare interessante notare come negli ultimi cinque anni, mediamente il numero di superamenti nell'ultimo trimestre degli anni sia stato inferiore a quello dei quinquenni precedenti in particolare grazie alla diminuzione dei superamenti nel mese di dicembre.

Questo potrebbe essere un effetto positivo dei cambiamenti climatici dato che l'ultimo mese dell'anno si è confermato essere un mese a carattere più autunnale che invernale.

Il primo trimestre dell'anno, comunque, si conferma come il periodo più critico ai fini del raggiungimento o superamento della soglia annuale di 35 eccedenze. I dati del 2023, pur non avendo completato il processo di validazione definitiva (manca la validazione consuntiva annuale), mostrano come febbraio 2023 sia stato un mese particolarmente favorevole al ristagno atmosferico con molti superamenti del valore limite, mostrando quanto sia importante monitorare con continuità il tema delle polveri sottili in città adottando tutte le possibili azioni atte a ridurre in maniera progressiva le emissioni in atmosfera delle polveri e dei loro precursori (in primis ossidi di azoto e ammoniaca) emessi dal traffico e dall'agricoltura.

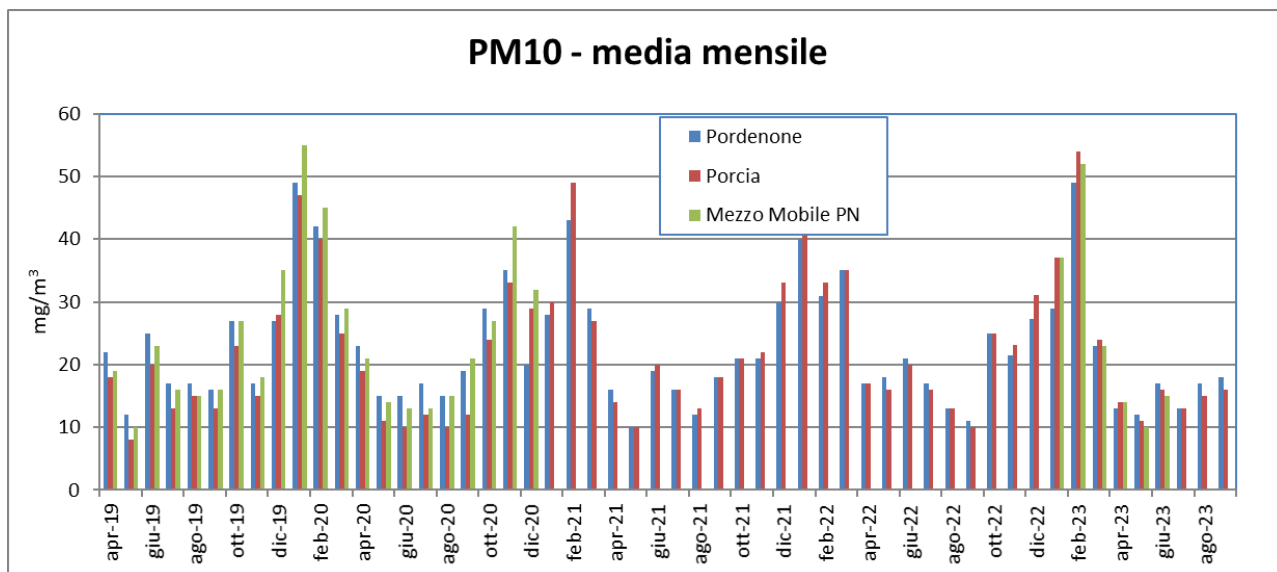
Seguono nel dettaglio le considerazioni relative alle diverse tipologie di inquinanti monitorate.

PM₁₀ - materiale particolato

Le stazioni di Porcia, Pordenone Centro e Pordenone via Piave in riferimento alle polveri sottili forniscono dati che hanno tra loro un andamento molto simili a riprova dell'ubiquitarità di questo inquinante particolarmente sensibile alle condizioni meteorologiche. Va comunque sottolineato che nell'ultimo anno a Pordenone Centro si è assistito ad un lieve miglioramento rispetto alle altre due postazioni di monitoraggio.

Concentrazione media mensile PM₁₀ (µg/m³)			
Mese	Pordenone	Porcia	Mezzo Mobile PN
Apr 19	22	18	19
Mag 19	12	8	10
Giu 19	25	20	23
Lug 19	17	13	16
Ago 19	17	15	15
Set 19	16	13	16
Ott 19	27	23	27
Nov 19	17	15	18
Dic 19	27	28	35
Gen 20	49	47	55
Feb 20	42	40	45
Mar 20	28	25	29
Apr 20	23	19	21
Mag 20	15	11	14
Giu 20	15	10	13
Lug 20	17	12	13
Ago 20	15	10	15
Set 20	19	12	21
Ott 20	29	24	27
Nov 20	35	33	42

Dic 20	20	29	32
Gen 21	28	30	-
Feb 21	43	49	-
Mar 21	29	27	-
Apr 21	16	14	-
Mag 21	10	10	-
Giu 21	19	20	-
Lug 21	16	16	-
Ago 21	12	13	-
Set 21	18	18	-
Ott 21	21	21	-
Nov 21	21	22	-
Dic 21	30	33	-
Gen-22	40	43	-
Feb-22	31	33	-
Mar-22	35	35	-
Apr-22	17	17	-
Mag-22	18	16	-
Giu-22	21	20	-
Lug-22	17	16	-
Ago-22	13	13	-
Set-22	11	10	-
Ott-22	25	25	-
Nov-22	21.5	23.2	-
Dic-22	27.3	31.1	-
Gen-23	29	37	37
Feb-23	49	54	52
Mar-23	23	24	23
Apr-23	13	14	14
Mag-23	12	11	10
Giu-23	17	16	15
Lug-23	14	13	-
Ago-23	17	15	
Set-23	18	16	

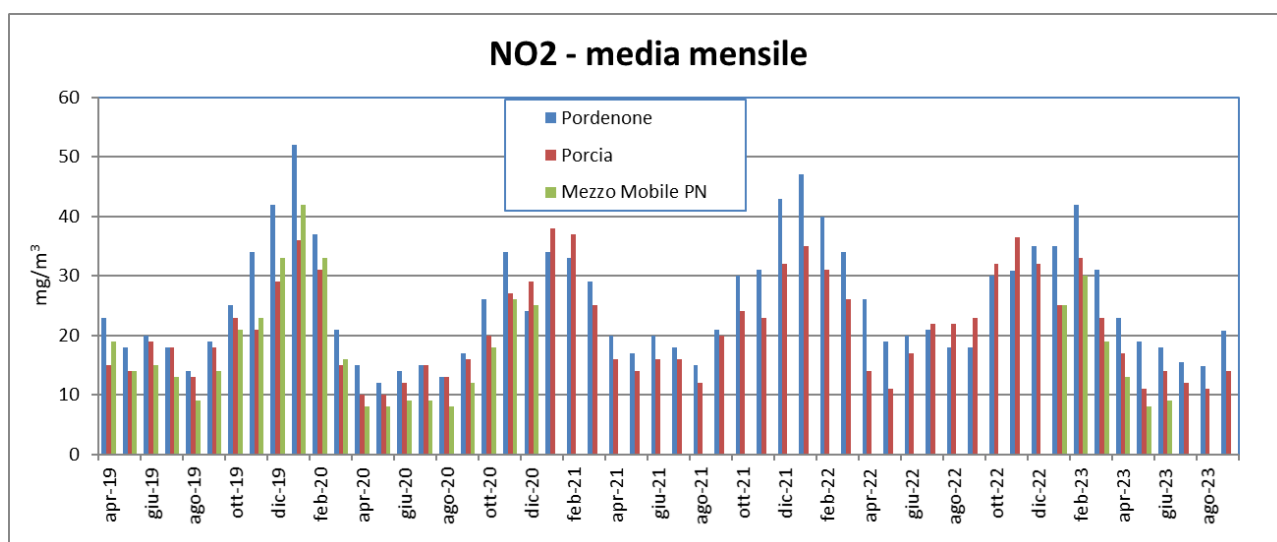


NO₂ – biossido d'azoto

Questo inquinante è direttamente legato alla combustione interna dei motori a scoppio degli automezzi per cui, meglio delle polveri, risulta un valido tracciante del traffico veicolare. L'andamento delle concentrazioni di NO₂ mostra in maniera molto chiara come la stazione di viale Marconi a Pordenone sia maggiormente impattata dal traffico rispetto alla postazione di Porcia anche se la differenza risulta più chiara, ancorché meno marcata, nel periodo estivo. I dati di via Piave mostrano una situazione migliore rispetto a via Marconi. Va anche ricordato come il biossido di azoto sia un precursore del particolato secondario.

Concentrazione media mensile NO₂ (µg/m³)			
Mese	Pordenone	Porcia	Mezzo Mobile PN
Apr 19	23	15	19
Mag 19	18	14	14
Giu 19	20	19	15
Lug 19	18	18	13
Ago 19	14	13	9
Set 19	19	18	14
Ott 19	25	23	21
Nov 19	34	21	23
Dic 19	42	29	33
Gen 20	52	36	42
Feb 20	37	31	33
Mar 20	21	15	16
Apr 20	15	10	8
Mag 20	12	10	8
Giu 20	14	12	9
Lug 20	15	15	9
Ago 20	13	13	8
Set 20	17	16	12
Ott 20	26	20	18
Nov 20	34	27	26
Dic 20	24	29	25
Gen 21	34	38	-
Feb 21	33	37	-
Mar 21	29	25	-
Apr 21	20	16	-
Mag 21	17	14	-
Giu 21	20	16	-
Lug 21	18	16	-
Ago 21	15	12	-
Set 21	21	20	-

Ott 21	30	24	-
Nov 21	31	23	-
Dic 21	43	32	-
Gen-22	47	35	-
Feb-22	40	31	-
Mar-22	34	26	-
Apr-22	26	14	-
Mag-22	19	11	-
Giu-22	20	17	-
Lug-22	21	22	-
Ago-22	18	22	-
Set-22	18	23	-
Ott-22	30	32	-
Nov-22	31	36	-
Dic-22	35	32	-
Gen-23	35	25	25
Feb-23	42	33	30
Mar-23	31	23	19
Apr-23	23	17	13
Mag-23	19	11	8
Giu-23	18	14	9
Lug-23	16	12	-
Ago-23	14.9	11	
Set-23	20.7	14	

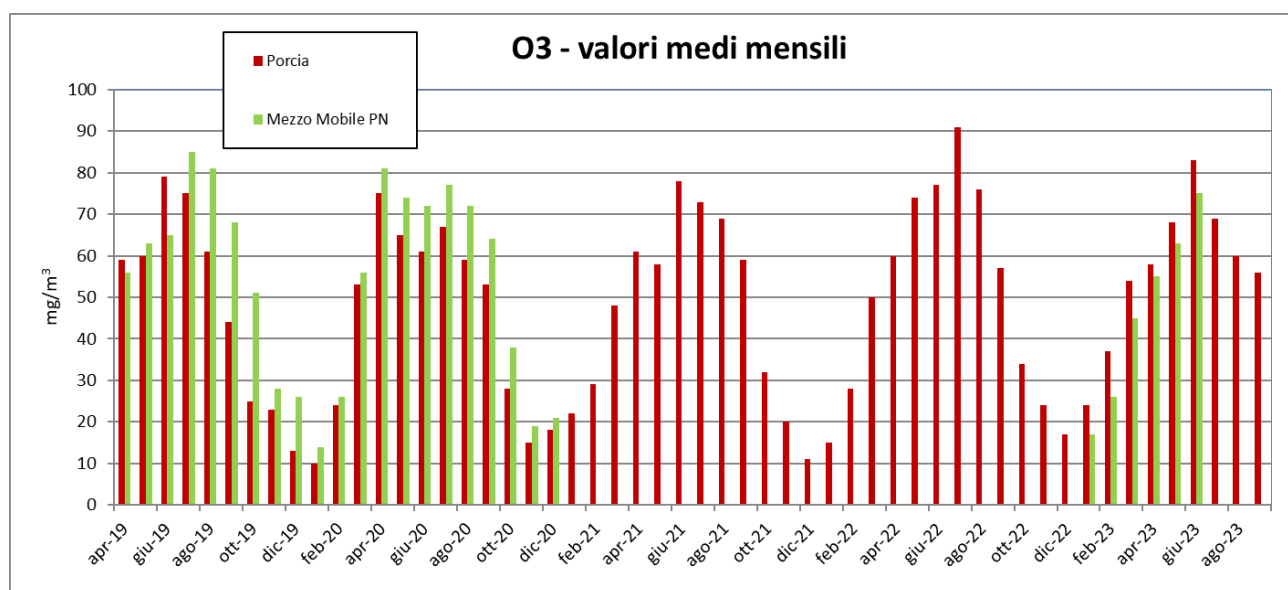


O₃ - ozono

A titolo esemplificativo vengono riportate di seguito anche le concentrazioni di ozono rilevate a partire da aprile 2019. Si ricorda che, proprio in quanto maggiormente impattata dal traffico, la stazione di viale Marconi a Pordenone non rileva le concentrazioni di ozono in quanto questo inquinante viene "consumato" dalle emissioni derivanti dai motori a scoppio e, ancorché metrologicamente corrette, le concentrazioni non sarebbero rappresentative dell'intera area del comune di Pordenone. L'andamento dei dati di via Piave nel 2023 è concordante con quello di Porcia, anche se i valori sono inferiori a differenza di quanto avveniva nel 2019 e 2020.

Concentrazione media mensile O₃ (µg/m³)		
Mese	Porcia	Mezzo Mobile PN
Apr 19	59	56
Mag 19	60	63
Giu 19	79	65
Lug 19	75	85
Ago 19	61	81
Set 19	44	68
Ott 19	25	51
Nov 19	23	28
Dic 19	13	26
Gen 20	10	14
Feb 20	24	26
Mar 20	53	56
Apr 20	75	81
Mag 20	65	74
Giu 20	61	72
Lug 20	67	77
Ago 20	59	72
Set 20	53	64
Ott 20	28	38
Nov 20	15	19
Dic 20	18	21
Gen 21	22	-
Feb 21	29	-
Mar 21	48	-
Apr 21	61	-
Mag 21	58	-
Giu 21	78	-
Lug 21	73	-
Ago 21	69	-
Set 21	59	-

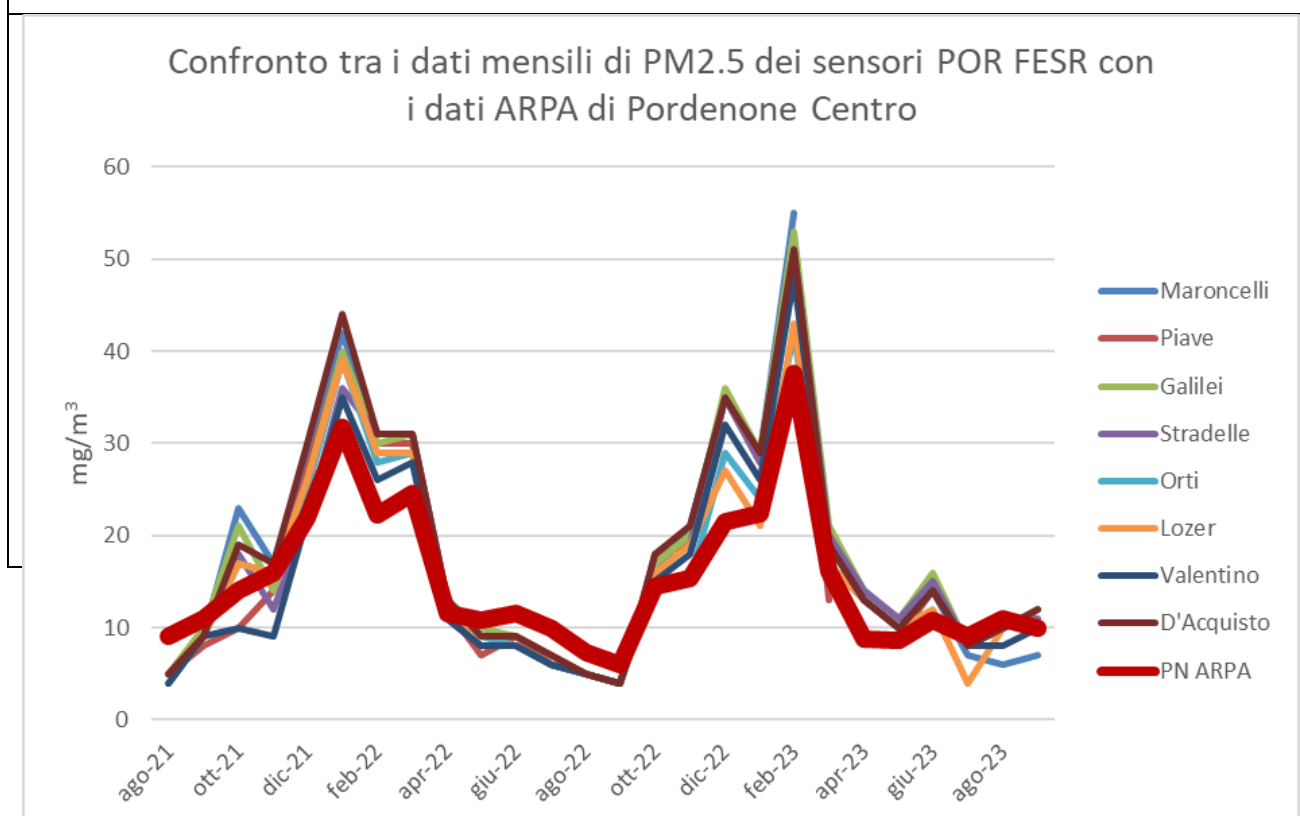
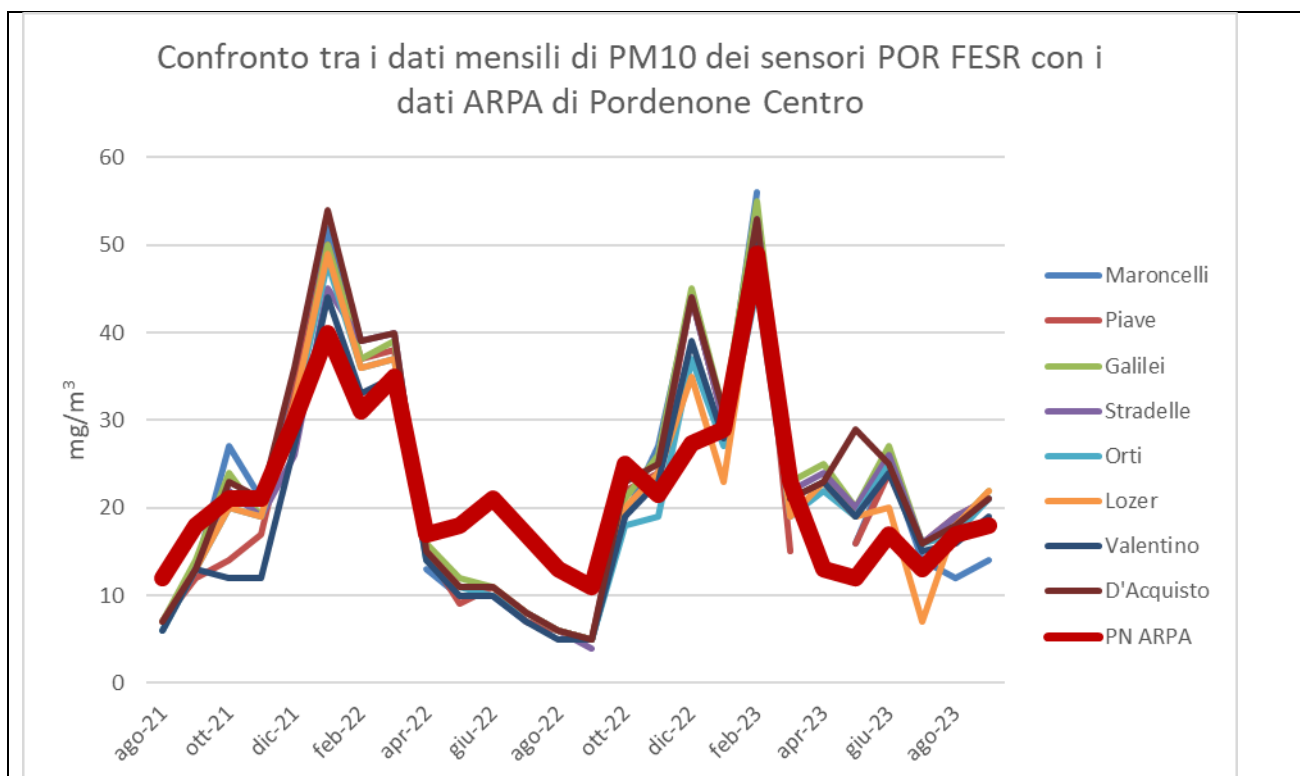
Ott 21	32	-
Nov 21	20	-
Dic 21	11	-
Gen-22	15	-
Feb-22	28	-
Mar-22	50	-
Apr-22	60	-
Mag-22	74	-
Giu-22	77	-
Lug-22	91	-
Ago-22	76	-
Set-22	57	-
Ott-22	34	-
Nov-22	24	-
Dic-22	17	-
Gen-23	24	17
Feb-23	37	26
Mar-23	54	45
Apr-23	58	55
Mag-23	68	63
Giu-23	83	75
Lug-23	69	-
Ago 23	60	-
Set 23	56	-



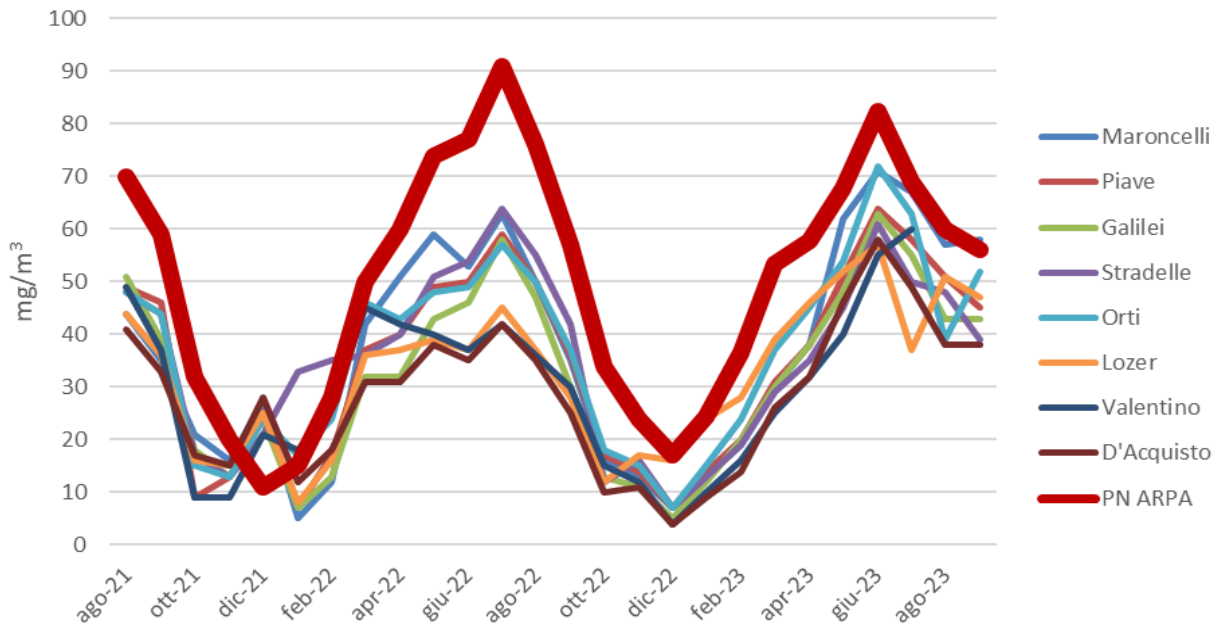
Proprio alla luce della sua sensibilità “in negativo” al traffico, questo inquinante può essere utilizzato come indicatore degli impatti delle emissioni dei motori a combustione interna legati al traffico. Il valore di Porcia può essere utilizzato come riferimento anche per le stazioni installate nell’ambito del progetto Agenda Urbana T.E.M.

CONFRONTO TRA I DATI DEL PROGETTO AGENDA URBANA T.E.M, E QUELLI DI ARPA FVG

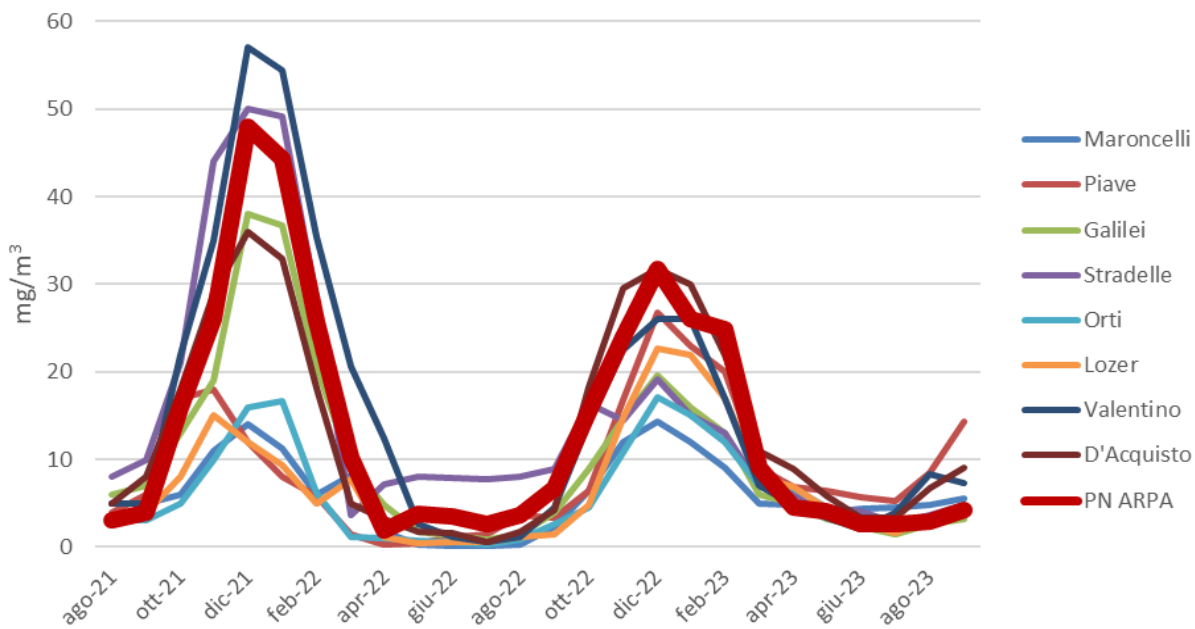
Di seguito si riportano i grafici comparativi dei parametri monitorati dalle stazioni del progetto Agenda Urbana e quelli delle stazioni di Pordenone Centro e di Porcia relativamente agli inquinanti PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, NO e O₃. I dati si riferiscono alle medie mensili del periodo considerato dal progetto.

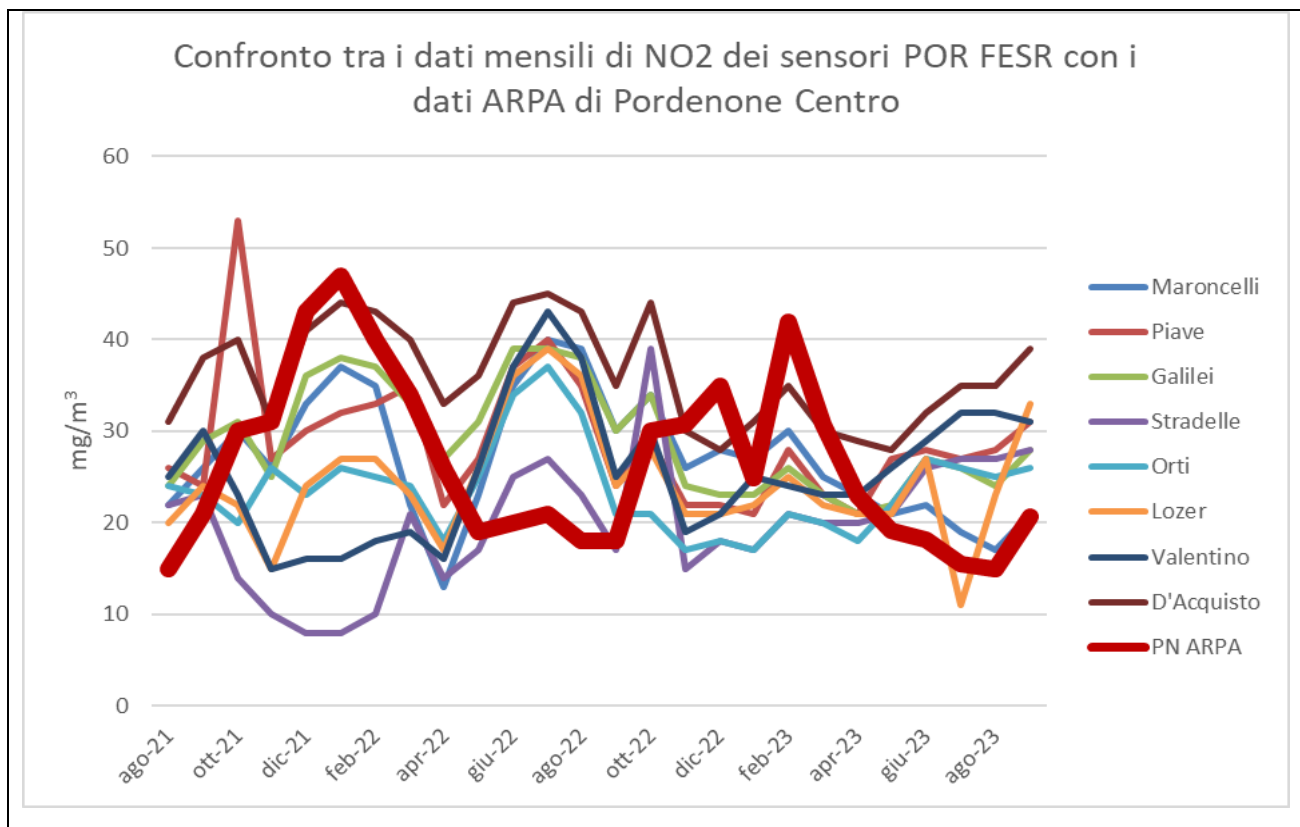


Confronto tra i dati mensili di O3 dei sensori POR FESR con i
dati ARPA di Porcia



Confronto tra i dati mensili di NO dei sensori POR FESR con i
dati ARPA di Pordenone Centro





CONCLUSIONI

I grafici sopra riportati evidenziano relativamente ai parametri PM_{10} e $PM_{2.5}$ un andamento sostanzialmente simile in quanto fortemente modulato dalla meteorologia ma con una chiara sovrastima dei valori misurati dai sensori smart rispetto a quelli delle stazioni di ARPA FVG anche se, nei mesi primaverili/estivi per quanto concerne il solo parametro PM_{10} , questo trend viene invertito.

Per quanto riguarda l'inquinante O_3 si osserva un profilo abbastanza coerente fra le varie stazioni che però risulta essere sottostimato dagli *smart sensors* rispetto a quello misurato dalle stazioni di ARPA FVG.

Questi differenti comportamenti potrebbero essere dovuti al fatto che, a differenza degli analizzatori certificati di ARPA FVG gestiti in conformità alle indicazioni tecniche stabilite dalla norma vigente (Decreto Direttoriale 30 marzo 2016), i sensori smart non possiedono dei dispositivi atti ad eliminare l'interferenza chimica dovuta alla presenza dell'umidità atmosferica che risulta essere un interferente di tipo additivo per il materiale particolato PM_{10} e $PM_{2.5}$ (favorisce la sovrastima) e sottrattivo per la misura dell'ozono (favorisce la sottostima).

Relativamente al parametro NO_2 (inquinante normato e con dei riferimenti di legge relativi alle concentrazioni) la relazione tra i valori di riferimento registrati dall'Agenzia e quelli forniti dai sensori smart risulta molto più confusa e non coerente. Decisamente migliore è la relazione tra i valori del monossido di azoto (NO) misurati da ARPA e quelli forniti dagli *smart sensors*. Questo aspetto risulta interessante in quanto, pur non essendo il monossido di azoto normato (non esistono limiti di legge), l'esperienza maturata dall'Agenzia ha mostrato come questo inquinante sia molto legato alle sorgenti, in particolare può essere utilizzato come indicatore di vicinanza alle sorgenti emissive quali il traffico stradale delle vetture a combustione interna.

In conclusione, pur se i sensori smart non possono essere utilizzati ai fini di valutare il rispetto dei limiti di legge previsti per la qualità dell'aria, possono avere comunque una funzione sociale volta ad aumentare la consapevolezza della popolazione nei confronti dell'inquinamento atmosferico, del suo rapporto con le sorgenti emissive (in primis traffico e riscaldamento domestico), oltre che dell'importanza del fattore meteorologico nella modulazione dei livelli di concentrazione sia su tempi brevi (ore e giorni) che lunghi (variabilità interannuale).

Quest'ultimo aspetto risulta di particolare importanza soprattutto per chi deve occuparsi di sviluppare le politiche di miglioramento della qualità dell'aria. Infatti, anche se l'obiettivo finale è quello della continua e progressiva riduzione delle concentrazioni degli inquinanti, il monitoraggio dell'efficacia del processo (piani e programmi) deve avvenire individuando degli indicatori che siano maggiormente legati alle emissioni. In questo contesto, oltre alle misure degli inquinanti in aria ambiente, fondamentale risulta il monitoraggio degli indicatori di efficacia delle misure quali ad esempio la riduzione nelle percorrenze delle vetture o del loro numero, l'aumento della mobilità lenta, la riduzione nei consumi energetici per il riscaldamento etc. Questi indicatori, non essendo direttamente collegati alla variabilità

meteorologica, possono fornire indicazioni più utili nel medio periodo per l'eventuale rimodulazione delle misure di mitigazione per la riduzione dell'inquinamento atmosferico.

Riferimenti Bibliografici e Sitografici

[1] Decreto Legislativo 155/2010

http://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie_generale/caricaDettaglioAtto/originario;jsessionid=RqUBItZNf9QbxWQkpZlcDA...ntc-as4-guri2b?atto.dataPubblicazioneGazzetta=2010-09-15&atto.codiceRedazionale=010G0177&elenco30giorni=false

[2] Stima dell'inquinamento da traffico veicolare

http://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00004900/4949-serafini.zip/at_download/file