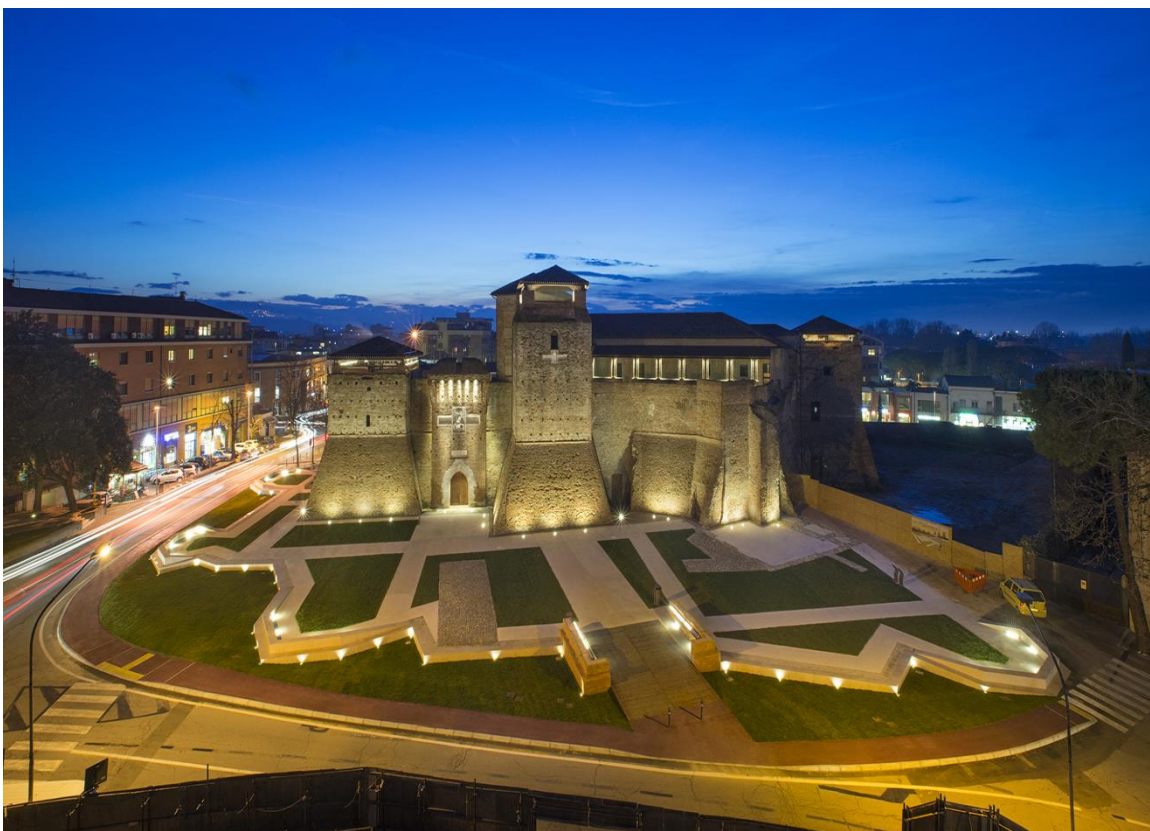


Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria Provincia di Rimini



Anno 2019

Luglio 2020

Arpae - Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna
Area Prevenzione Ambientale - Area Est.

Servizio Sistemi Ambientali - Sede di Rimini

Via Settembrini, 17/D 47923 Rimini | tel. 0541 319202 | aoorn@cert.arpa.emr.it

Servizio Sistemi Ambientali (SSA) APA Est - Responsabile *Patrizia Luciali*

Operatori SSA - Rete di Monitoraggio della qualità dell'aria (2019)

Cinzia Para

Daniele Foscoli

Testi e redazione del documento a cura di:

Cinzia Para

Daniele Foscoli

Roberto Vecchione

Indice

	<i>pag.</i>
1. La Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria	1
1.1 – La Rete Regionale per il monitoraggio della Qualità Aria (RRQA)	1
1.2 – La Rete regionale della provincia di Rimini	2
2. Analisi dei dati di qualità dell'aria	5
2.1 – Particolato PM10	5
2.2 - Particolato PM2.5	11
2.3 – Metalli (Ni, As, Cd e Pb)	15
2.4 - Ozono (O ₃)	17
2.5 – Biossido di azoto (NO ₂)	28
2.6 - Benzene (C ₆ H ₆)	34
2.7 – Monossido di carbonio (CO)	37
2.8 - IPA - Benzo(a)pirene	41
3. Aspetti meteorologici	43
3.1 - Temperatura	43
3.2 - Precipitazioni	45
3.3 - Velocità e direzione del vento	47
4. La qualità dell'aria in sintesi in Provincia	51

1. La Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria

1.1 – La Rete Regionale per il monitoraggio della Qualità Aria (RRQA)

La Regione Emilia Romagna ha iniziato nel 2005 una prima modifica della struttura della Rete Regionale di monitoraggio della Qualità dell'Aria (RRQA).

Successivamente, a seguito della zonizzazione regionale (operativa dal 2013) e per rendere la rete conforme ai requisiti delle nuove norme nazionali e regionali (DLgs 155/2010 e DGR 2001/2011), è stata necessaria una seconda revisione

La suddivisione del territorio regionale in zone omogenee dal punto di vista della qualità dell'aria (zonizzazione), ha comportato un nuovo assetto della RRQA e una ridefinizione della rete regionale in termini di numero di stazioni, della loro collocazione sul territorio e dotazione strumentale.

Attualmente la rete è composta da 47 stazioni di monitoraggio distribuite sul territorio come indicato nella mappa sotto riportata.



Dislocazione delle stazioni nella rete regionale - (DLgs 155/2010 e DGR 2001/2011)

La configurazione della rete è stata individuata in modo ottimale secondo i criteri di rappresentatività del territorio e di economicità del sistema di monitoraggio, considerando l'integrazione dei dati rilevati in siti fissi con i modelli numerici della diffusione, trasporto e trasformazione chimica degli inquinanti, come stabilito dalla normativa di riferimento (DLgs 155/2010).

La strumentazione installata è gestita secondo quanto previsto dal DM 30 marzo 2017, e i dati acquisiti sono sottoposti a procedure di validazione giornaliera, mensile e semestrale in conformità a quanto stabilito dal Sistema Gestione Qualità di Arpae. La rete di misura, infatti, è certificata secondo la norma UNI EN ISO 9001:2015.

I punti di campionamento sono finalizzati alla verifica del rispetto dei limiti:

- per la protezione della salute umana (stazioni di Traffico Urbano, Fondo Urbano, Fondo Sub Urbano) e
- per la protezione degli ecosistemi e/o della vegetazione (Fondo rurale).

L'adeguatezza della copertura territoriale della rete regionale afferente alla Provincia di Rimini è stata nuovamente considerata in occasione dell'annessione dei sette comuni dell'Alta Valmarecchia: nel corso del 2014, per completare il progetto di adeguamento della rete provinciale, è stata quindi installata una stazione di Fondo rurale nel Comune di San Leo.

1.2 – La Rete regionale della provincia di Rimini

La zonizzazione effettuata dalla Regione Emilia Romagna colloca parte del territorio della Provincia di Rimini nella zona “Appennino” (IT 08101) e parte nella zona “Pianura Est” (IT 08103).

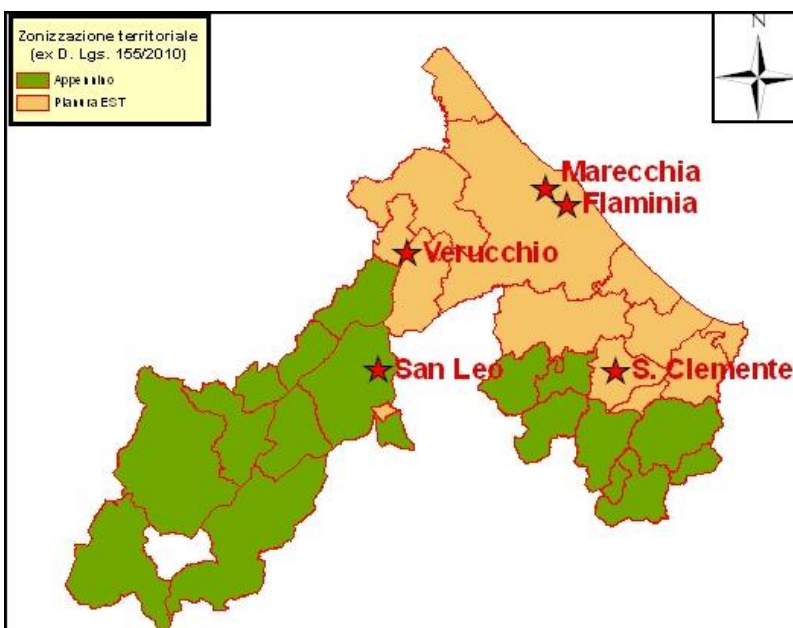
I 27 comuni della provincia (attualmente 25, a seguito della fusione di alcuni comuni) sono stati ripartiti nelle due zone:

ZONA Pianura EST IT 08103	Bellaria-Igea Marina, Cattolica, Coriano, Misano Adriatico, Poggio Berni ¹ , Riccione, RIMINI, San Clemente, San Giovanni in Marignano, Santarcangelo di Romagna, Verucchio
ZONA Appennino IT 08101	Casteldelci, Gemmano, Maiolo, Mondaino, Montefiore Conca, Montegridolfo, Montescudo-Monte Colombo ² , Morciano di Romagna, Novafeltria, Pennabilli, Saludecio, San Leo, Sant'Agata Feltria, Torriana ¹ , Talamello.

Note :

(1) Con L.R. Emilia Romagna n° 19 del 07/11/2013, a far data dal 01/01/2014, i due Comuni di Poggio Berni e Torriana si sono fusi nel nuovo Comune di Poggio Torriana. In merito alla zonizzazione attualmente i- in attesa di revisione - i territori dei due Comuni si trovano in due ZONE diverse.

(2) Con L.R. Emilia Romagna n° 21 del 23/11/2015, a far data dal 01/01/2016, i due Comuni di Montescudo e Monte Colombo si sono fusi nel nuovo Comune di Montescudo - Monte Colombo



Nella mappa, oltre all'attuale zonizzazione del territorio della provincia di Rimini, sono segnalate le posizioni delle stazioni di monitoraggio, mentre le tabelle sotto riportate riassumono la configurazione della rete, riportando per ogni stazione:

- la fotografia;
- il comune in cui è installata,
- la denominazione,
- la zona in cui si trova,
- qual è la tipologia e
- quali sono gli inquinanti monitorati.

	COMUNE	NOME STAZIONE	ZONA	TIPOLOGIA	INQUINANTI MONITORATI
	RIMINI	Parco Marecchia	Pianura Est IT 08103	Fondo Urbana (FU)	NO;NOx;NO2; O3;PM10;PM _{2.5}
	RIMINI	Via Flaminia	Pianura Est IT 08103	Traffico Urbana (TU)	NO;NOx;NO2; CO;BTX
	VERUCCHIO	Verucchio	Pianura Est IT 08103	Fondo Suburbana (FSub-U)	NO;NOx;NO2; O3;PM10
	S. CLEMENTE	S. Clemente	Pianura Est IT 08103	Fondo Rurale (F-Ru)	NO;NOx;NO2; O3;PM _{2.5}
	SAN LEO	San Leo	Appennino IT 08101	Fondo Rurale (F-Ru)	NO;NOx;NO2; O3;PM10

COMUNE	NOME STAZIONE	ZONA	TIPOLOGIA	PARAMETRI RILEVATI					
				PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x	CO	O ₃	BTX
RIMINI	Via Flaminia	Pianura Est (IT 08103)	Traffico Urbana (TU)	X		X	X		X
RIMINI	Parco Marecchia	Pianura Est (IT 08103)	Fondo Urbana (FU)	X	X	X		X	
VERUCCHIO	Verucchio	Pianura Est (IT 08103)	Fondo Suburbana (FSub-U)	X		X		X	
S. CLEMENTE	S. Clemente	Pianura Est (IT 08103)	Fondo Rurale (F-Ru)		X	X		X	
SAN LEO	San Leo	Appennino (IT 08101)	Fondo Rurale- (F-Ru)	X		X		X	

Integra il monitoraggio in continuo un laboratorio mobile la cui dotazione strumentale è :

	PARAMETRI RILEVATI					
	PM ₁₀	NO _x	CO	O ₃	BTX	Meteo/ Traffico
Laboratorio mobile	X	X	X	X	X	X

La rete della provincia di Rimini non è dotata dello strumento per il monitoraggio del biossido di zolfo – nonostante il DLgs 155/2010 fissi per tale inquinante limiti e livelli di attenzione e di allarme. Questo perché la valutazione della qualità dell'aria, effettuata su base regionale mediante tecniche di stima obiettiva¹, ha messo in evidenza come – viste le concentrazioni misurate/stimate - in nessuna zona sia necessario un punto di misura di SO₂. In realtà, data la presenza nell'area di Ravenna e Ferrara di lavorazioni chimiche industriali consistenti, in via cautelativa, è stato mantenuto un punto di misura a Ravenna, in corrispondenza di una stazione di fondo sub-urbano (Caorle), che negli ultimi anni ha fatto registrare valori pressoché sempre inferiori al limite di quantificazione (LQ). Per le altre zone la valutazione del SO₂ è eseguita utilizzando valori misurati in campagne effettuate con laboratori mobili e/o con stime obiettive.

¹ Le tecniche di stima obiettiva (o misure obiettive) sono metodi matematici per calcolare le concentrazioni da valori misurati in altre località e/o tempi, basati su conoscenze scientifiche della distribuzione delle concentrazioni (art.2 del DLgs 155/2010 e Allegato 1 al decreto). Un esempio è l'interpolazione lineare basata sull'ipotesi che l'andamento della concentrazione sia sufficientemente uniforme; un altro esempio è un modello di dispersione adattato per riprodurre concentrazioni misurate nel suo dominio.

2. Analisi dei dati di qualità dell'aria

Nei paragrafi che seguono sono riportati i risultati delle elaborazioni delle concentrazioni degli inquinanti monitorati nel 2019 nelle stazioni della rete fissa della Provincia di Rimini, il confronto con i limiti previsti dalla normativa ed il trend dell'ultimo quinquennio.

2.1 – Particolato PM₁₀

Il particolato è l'inquinante atmosferico che provoca i maggiori danni alla salute umana in Europa. È costituito da particelle così leggere che possono fluttuare nell'aria. Si tratta di particelle solide e liquide aventi diametro aerodinamico variabile fra 0,1 e circa 100 µm.

Il termine PM₁₀ identifica le particelle di diametro aerodinamico inferiore o uguale ai 10 µm (1 µm = 1 millesimo di millimetro). Le particelle PM₁₀ penetrano in profondità nei nostri polmoni con effetti negativi sulla salute: minore è la dimensione della particella, maggiore è la sua capacità di penetrazione nel sistema respiratorio.

Queste particelle possono essere costituite da diversi componenti chimici, principalmente solfati, nitrati, ammonio, e da una frazione carboniosa (nerofumo) dovuta specialmente alla combustione.

Anche alcuni metalli pesanti - come l'arsenico, il cadmio, il mercurio e il nickel - possono essere presenti nel particolato.

In generale, il materiale particolato di queste dimensioni è caratterizzato da lunghi tempi di permanenza in atmosfera e può, quindi, essere trasportato anche a grande distanza dal punto di emissione.

Il particolato PM₁₀ in parte è emesso direttamente dalle sorgenti in atmosfera (PM₁₀ primario) e, in parte, si forma in atmosfera attraverso reazioni chimiche fra altre specie inquinanti (PM₁₀ secondario).

Il PM₁₀ può avere sia un'origine naturale (erosione dei venti sulle rocce, eruzioni vulcaniche, auto combustione di boschi e foreste), sia antropica (combustioni e altro). Tra le sorgenti antropiche un importante ruolo è rappresentato dal traffico veicolare. Di origine antropica sono anche molte delle sostanze gassose che contribuiscono alla formazione di PM₁₀ secondario, come gli ossidi di zolfo e di azoto, i COV (Composti Organici Volatili) e l'ammoniaca.

LIMITI NORMATIVI - D.Lgs. 155 13/08/2010

Valore Limite giornaliero	numero di superamenti media giornaliera (max 35 volte/anno)	50 µg/m ³
Valore Limite annuale	media annua	40 µg/m ³

Le stazioni dotate di analizzatore automatico per il PM₁₀ nella Provincia di Rimini sono quattro:

- ➔ Traffico urbano (Flaminia),
- ➔ Fondo urbano (Parco Marecchia),
- ➔ Fondo sub-urbano (Verucchio) e
- ➔ Fondo rurale (San Leo).

Di seguito si riportano alcuni parametri statistici relativi ai dati rilevati presso queste quattro stazioni, nel corso del 2019.

PM₁₀ Elaborazioni statistiche dei dati rilevati nel 2019

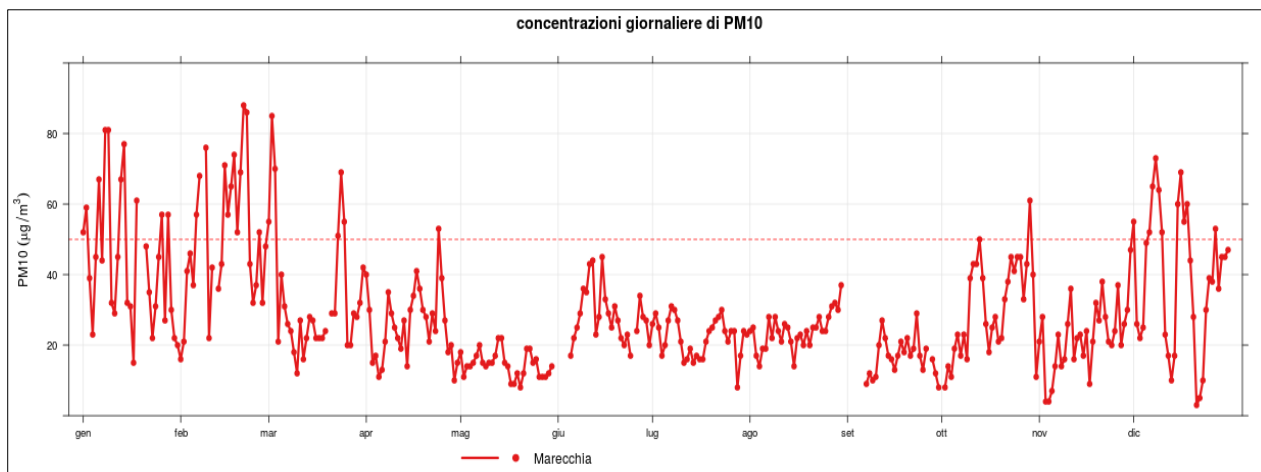
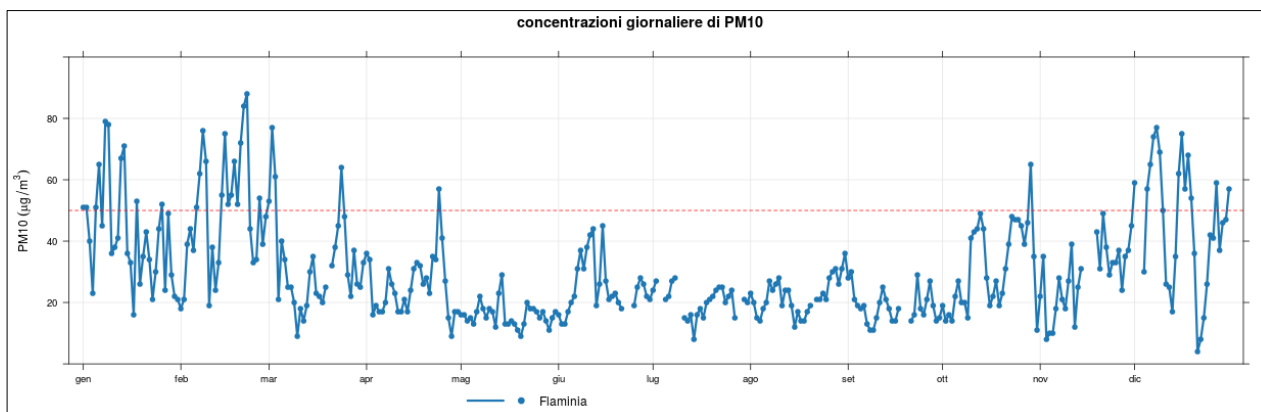
NOME STAZIONE		Statistiche PM ₁₀ - 2019								N° sup. 50 µg/m ³
		dati validi	Min	Max	Media	50°	90°	95°	98°	
		%	(µg/m ³)			Percentile (µg/m ³)				
Flaminia	TU	95	4	88	30	25	53	65	75	43
Parco Marecchia	FU	95	3	88	29	25	53	65	74	41
Verucchio	FSub-U	98	<3	60	19	16	33	44	53	10
San Leo	F- Ru	96	<3	49	14	12	25	32	40	0

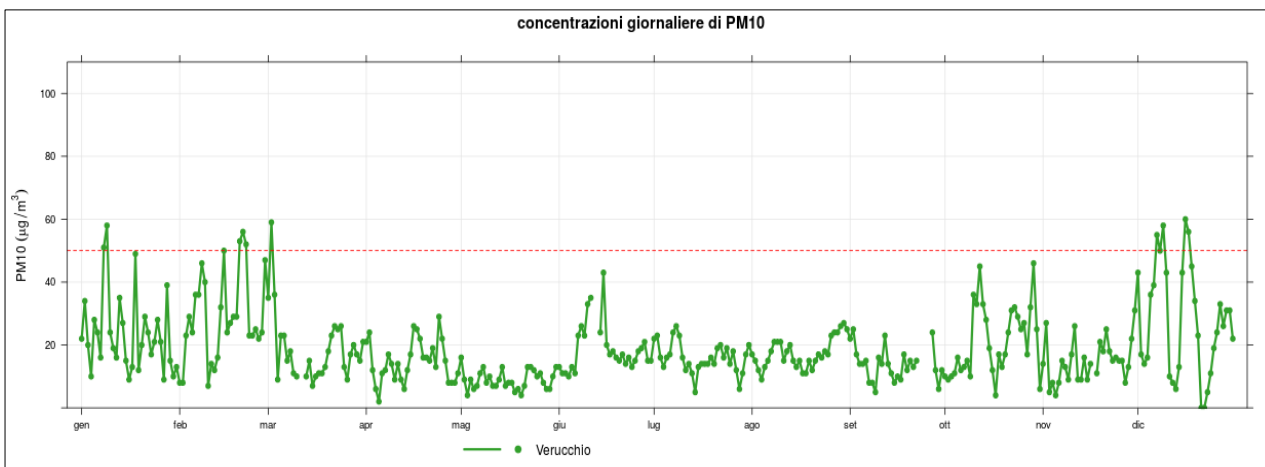
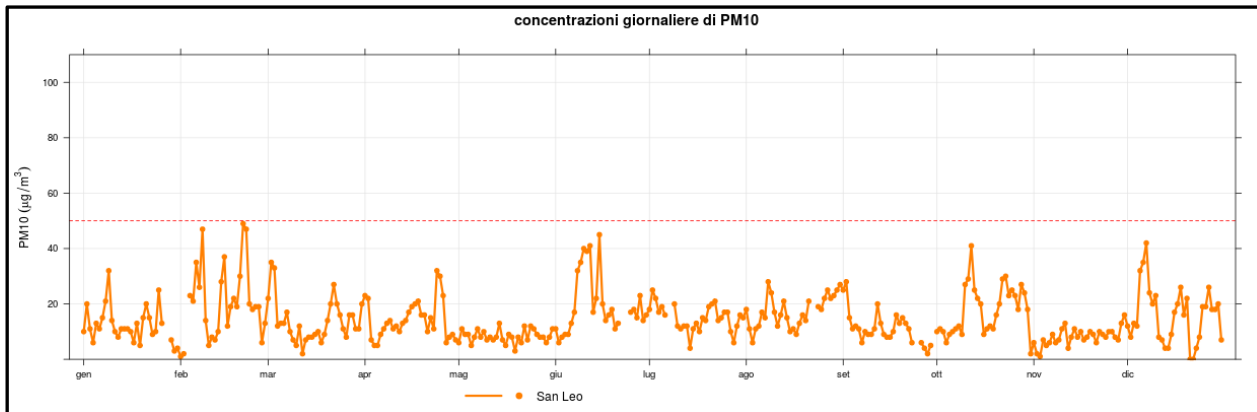
Mentre il limite previsto dal Dlgs 155/2010 per la media annuale è rispettato in tutte le postazioni (sebbene ci siano mesi caratterizzati da medie decisamente significative), il limite relativo al numero di giorni con superamento dei 50 µg/m³ non è rispettato nelle due stazioni in ambito urbano, traffico e fondo urbano (Flaminia e Marecchia), dove si contano nel 2019 rispettivamente 43 e 41 superamenti.

L'entità del numero di superamenti della media giornaliera è evidenziata dai grafici che seguono, dove sono riportati:

- l'andamento dei valori medi giornalieri di PM₁₀ in ognuna delle quattro stazioni in cui tale inquinante viene misurato;
- la concentrazione che non deve essere superata per più di 35 volte in un anno (50 µg/m³ – linea tratteggiata rossa).

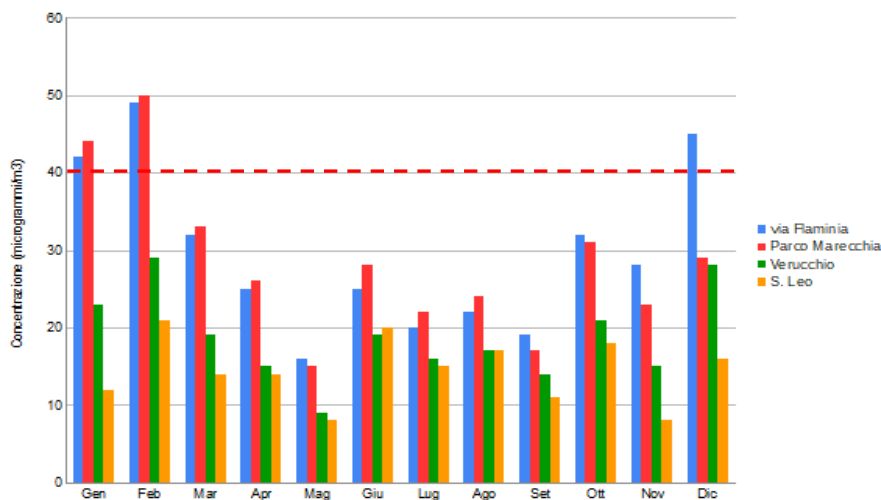
PM₁₀ Andamenti giornalieri: TU (Flaminia) – FU (Marecchia) F-Ru (San Leo) e Fsub-U (Verucchio)





PM₁₀ - medie mensili

Nel grafico a barre sono riportate le medie mensili del PM₁₀ in ogni postazione nel 2019, calcolate a partire dalle medie giornaliere.



Come per altri inquinanti (ad eccezione dell'O₃), la stagione invernale è quella più critica.

In realtà, le medie mensili aumentano anche in periodo estivo, in particolare nelle stazioni urbane; tale incremento è probabilmente associabile all'intensificarsi del traffico e all'incremento della componente secondaria del PM₁₀, componente originata da reazioni tra specie chimiche comunque riconducibili alle emissioni da traffico.

Le concentrazioni medie mensili più basse, in ogni stagione, si registrano nella stazione di Fondo rurale di San Leo, mentre valori decisamente più alti sono registrati nelle stazioni di Traffico urbano (Flaminia) e Fondo urbano (Parco Marecchia).

Durante il 2018 i mesi più critici erano stati gennaio e dicembre; nel 2019, oltre a gennaio e dicembre, è stato critico anche febbraio. In febbraio nelle stazioni urbane (Flaminia e Parco Marecchia) si sono registrati valori della media mensile pari a 49 e 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mentre, nello stesso mese, i superamenti della media giornaliera (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sono stati, rispettivamente, 14 e 12.

Valori della media giornaliera superiori a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sono stati registrati nella stazione di traffico (Flaminia) anche a marzo (4), ad aprile (1) e ad ottobre (1); analogamente nella stazione di fondo urbano (Parco Marecchia): 6 a marzo, 1 ad aprile e ottobre ed 11 a Dicembre.

PM₁₀ Serie storiche – alcune elaborazioni statistiche

PM₁₀ Serie storiche per stazione

Rimini Via Flaminia					
PM ₁₀ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	2015	2016	2017	2018	2019
minimo	9	5	5	<5	4
media	36	32	32	31	30
massimo	138	142	139	87	88
N. sup. 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	59	51	57	36	43
50° perc.	30	27	26	27	25
90° perc.	66	57	59	51	53
95° perc.	86	68	67	64	65
98° perc.	106	87	85	73	75
rendimento %	97	97	94	96	95

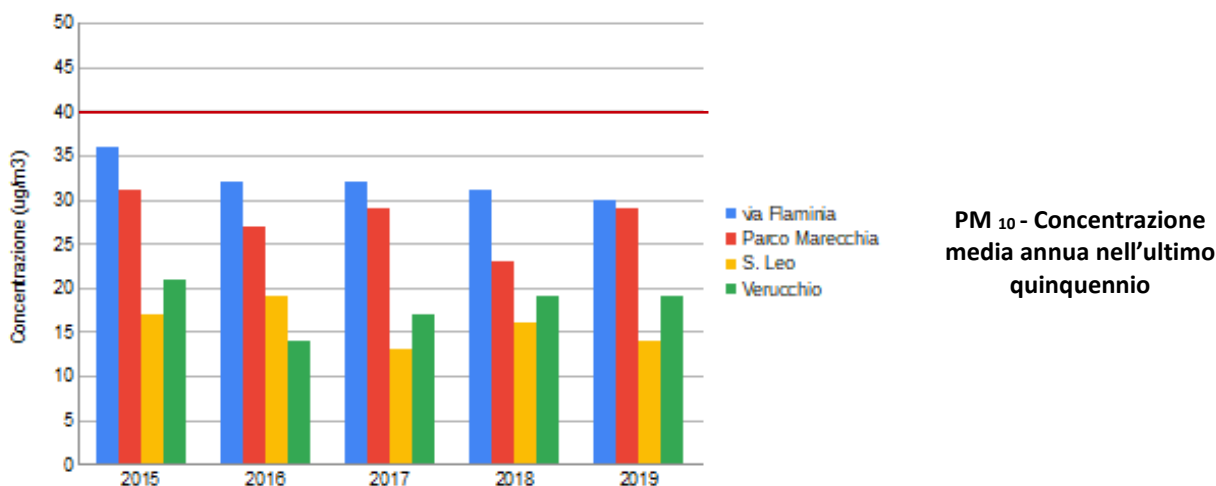
Rimini Parco Marecchia					
PM ₁₀ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	2015	2016	2017	2018	2019
minimo	8	<5	<5	<5	3
media	31	27	29	23	29
massimo	131	117	140	74	88
N. sup. 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	45	31	42	19	41
50° perc.	26	22	23	20	25
90° perc.	54	48	52	40	53
95° perc.	73	58	60	51	65
98° perc.	87	77	77	57	74
rendimento %	97	98	96	93	95

Verucchio					
PM ₁₀ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	2015	2016	2017	2018	2019
minimo	<5	<5	<5	<5	<3
media	21	19	22	16	19
massimo	80	75	153	57	60
N. sup. 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	14	8	14	6	10
50° perc.	18	16	17	15	16
90° perc.	36	36	39	27	33
95° perc.	46	42	47	34	44
98° perc.	50	52	65	45	53
rendimento %	98	96	99	98	98

San Leo					
PM ₁₀ [µg/m ³]	2015	2016	2017	2018	2019
minimo	<5	<5	<5	<5	<3
media	17	14	15	16	14
massimo	69	56	48	57	49
N. sup. 50 µg/m ³	3	1	0	4	0
50° perc.	15	12	13	15	12
90° perc.	32	27	27	27	25
95° perc.	37	32	31	34	32
98° perc.	43	37	39	45	40
rendimento %	97	94	93	95	96

Nelle due figure successive sono riportati gli andamenti nell'ultimo quinquennio dei due limiti fissati dalla normativa per il PM₁₀:

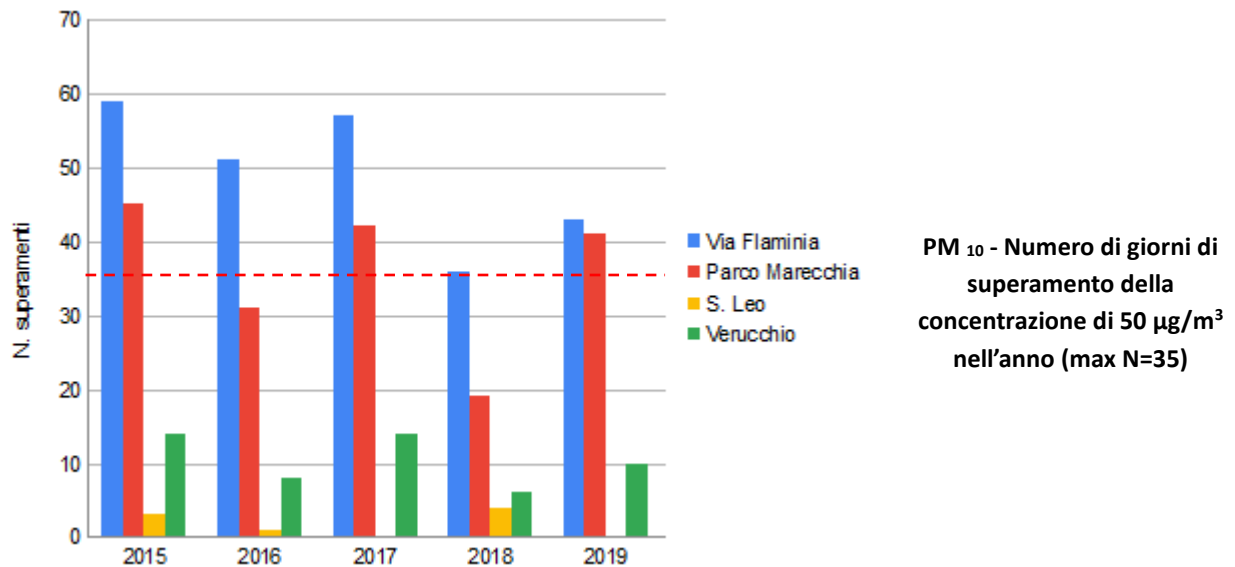
- Media annuale
- Numero di giorni di superamento della concentrazione di 50 µg/m³



La concentrazione media annuale di PM₁₀ nel 2019 è mediamente in linea con quella degli anni precedenti (in particolare con il 2017) e il limite normativo per questo parametro (40 µg/m³) è rispettato, anche quest'anno, in tutte le stazioni della rete, come del resto avviene già da diversi anni.

La stazione di Traffico Urbano di via Flaminia si conferma come quella caratterizzata da concentrazioni di particolato PM₁₀ più significative, anche se - nel 2019 - valori del tutto simili si riscontrano nella stazione di Fondo urbano (Parco Marecchia).

Le medie più basse - se si esclude il 2016 - si riscontrano, invece, nella stazione di Fondo rurale di San Leo, situata in zona collinare e distante da fonti antropiche di particolato primario.



Più critica la situazione per quanto riguarda l'altro limite di legge (media giornaliera): nella stazione di Traffico Urbano (Flaminia) il limite del numero di superamenti concessi, negli ultimi cinque anni, è stato sempre superato. A Parco Marecchia (F-U) la situazione è meno stabile e in alcuni anni (2016 e 2018) il limite è stato rispettato. Decisamente migliore la situazione nelle due stazioni di fondo (Sub-urbano e rurale) in cui il numero di superamenti risulta decisamente più contenuto (nel 2019 nella stazione S.Leo non si è verificato nessun superamento del valore di 50 µg/m³).

PM₁₀ Giudizio sintetico



Limite giornaliero



Inferiore a 50 microgrammi/m³

Limiti annuali



Sforamento del limite giornaliero per non più di 35 giorni l'anno

Concentrazione media annua entro i 40microgrammi/m³

Dai dati e dai grafici riportati si evince che, per questo inquinante, il rispetto del limite previsto dalla norma per il "Valore medio annuale (40 µg/m³)" non sembra rivestire aspetti di criticità, già dal 2015.

Altrettanto non si può dire per il rispetto del limite previsto per il numero di superamenti di 50 µg/m³ del "Valore medio giornaliero", che rappresenta una significativa criticità sia per la stazione di traffico urbano di Via Flaminia sia per il fondo urbano di Parco Marecchia.

2.2 - Particolato PM_{2.5}

L'inquinamento da particolato fine (PM_{2.5}, ossia particolato con un diametro minore di 2,5 micron) è composto da particelle solide e liquide così piccole che non solo penetrano in profondità nei nostri polmoni, ma entrano anche nel nostro flusso sanguigno, proprio come l'ossigeno. Queste particelle possono essere costituite da diversi componenti chimici tra cui alcuni metalli pesanti come l'arsenico, il cadmio, il mercurio e il nickel. La frazione carboniosa (nerofumo) costituisce uno dei componenti principali del particolato fine.

Un recente studio dell'Organizzazione mondiale della sanità («Rassegna delle prove sugli aspetti sanitari dell'inquinamento atmosferico») dimostra che l'inquinamento da particolato fine potrebbe essere un problema per la salute maggiore di quanto si pensasse in precedenza e, fra l'altro, rafforza il nesso di causalità tra PM_{2.5} e morti cardiovascolari e respiratorie.

E' originato sia per emissione diretta (particolato primario primario), sia per reazioni nell'atmosfera di composti chimici quali ossidi di azoto e zolfo, ammoniaca e composti organici (particolato secondario).

In generale, le sorgenti antropiche del particolato sono:

- la combustione di combustibili fossili (in particolare gasolio e carbone) e biomassa da parte di motori, riscaldamenti domestici, impianti industriali, inceneritori, centrali elettriche;
- le lavorazioni agricole;
- l'usura dei manti stradali, dei freni e delle gomme delle vetture.

Le fonti naturali, invece, sono sostanzialmente: aerosol marino, suolo risollevato e trasportato dal vento etc. Oltre l'80% della popolazione europea vive in città in cui le concentrazioni di PM sono superiori alle soglie di legge (al 1° gennaio 2015 doveva essere raggiunta una concentrazione massima, su base annuale, di 25 µg/m³; entro il 1° gennaio 2020 si dovrà raggiungere il valore soglia di 20 µg/m³).

L'impatto sulla salute del particolato è già ben documentato: gli effetti acuti sui sistemi respiratorio e cardiocircolatorio, derivanti da una breve esposizione a concentrazioni elevate di inquinanti, includono asma, polmonite, infarto, angina, scompensi; gli effetti cronici, derivanti da un'esposizione protratta nel tempo a concentrazioni anche contenute, includono tumori e malattie cardiorespiratorie.

LIMITI NORMATIVI - D.Lgs. 155 13/08/2010

Valore Limite (da valutare per la prima volta nel 2015)	media annua	25 µg/m ³
--	-------------	----------------------

Il PM_{2.5} nella Provincia di Rimini è misurato in due stazioni:

- ➔ Fondo urbano (Parco Marecchia - FU) e
- ➔ Fondo rurale (San Clemente – F-Ru).

Di seguito vengono riportati alcuni parametri statistici:

PM_{2.5} Elaborazioni statistiche dei dati rilevati nel 2019

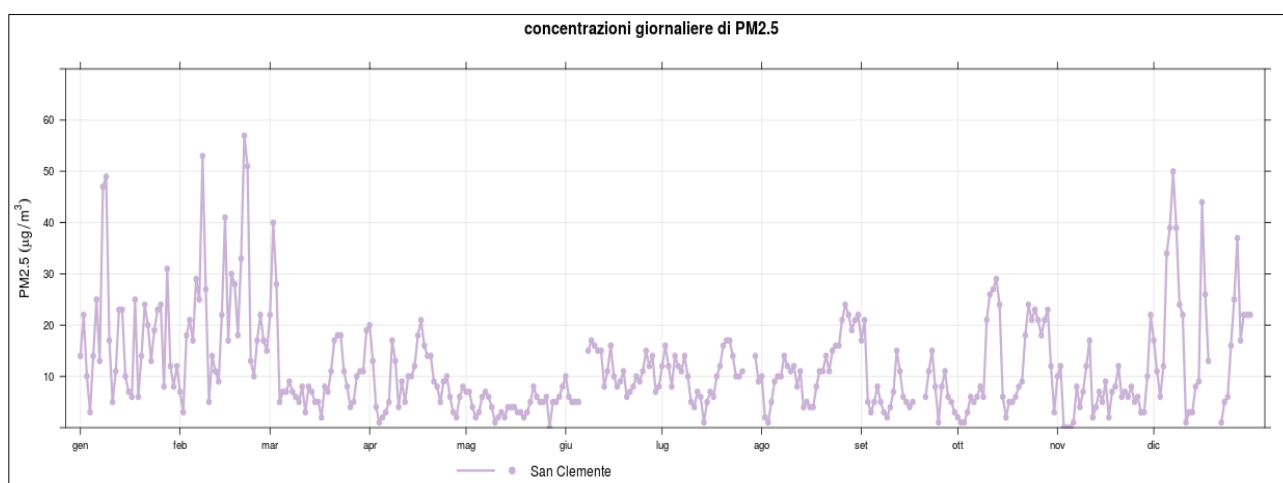
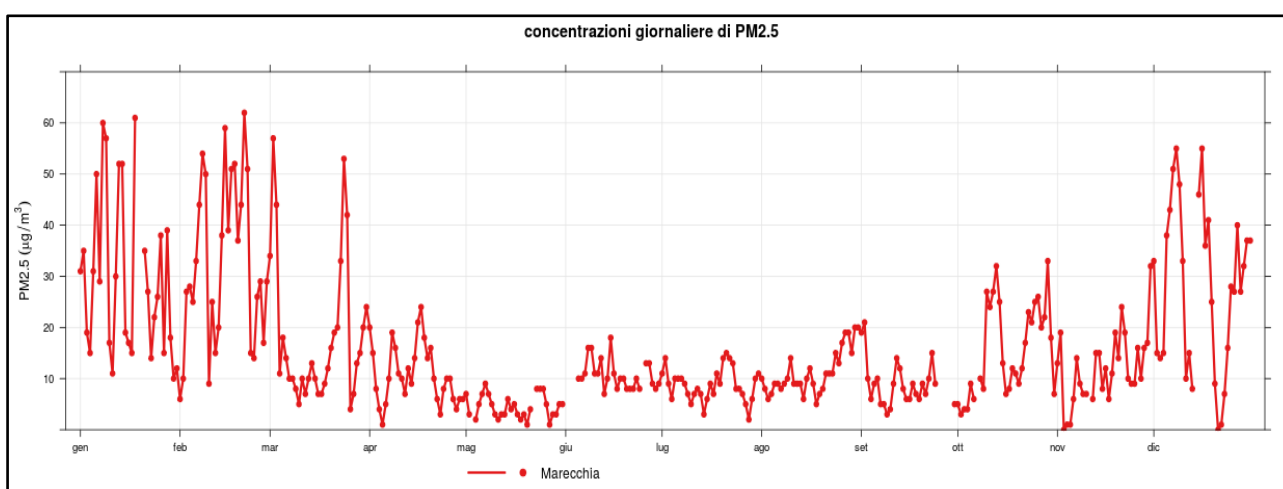
NOME STAZIONE		Statistiche PM _{2.5} - 2019								N° sup. 25 µg/m ³
		dati validi	Min	Max	Media	50°	90°	95°	98°	
		%	(µg/m ³)			Percentile (µg/m ³)				
Parco Marecchia	FU	95	<3	62	16	11	36	49	55	63
San Clemente	F-Ru	97	<3	57	12	9	23	28	41	26

Il limite previsto dal Dlgs 155/2010 come media annuale ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è rispettato in tutte le postazioni sebbene a Marecchia, nei mesi invernali, si siano riscontrati valori decisamente significativi.

Le concentrazioni medie annuali sono inferiori anche a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valore da raggiungere entro il 1° gennaio 2020.

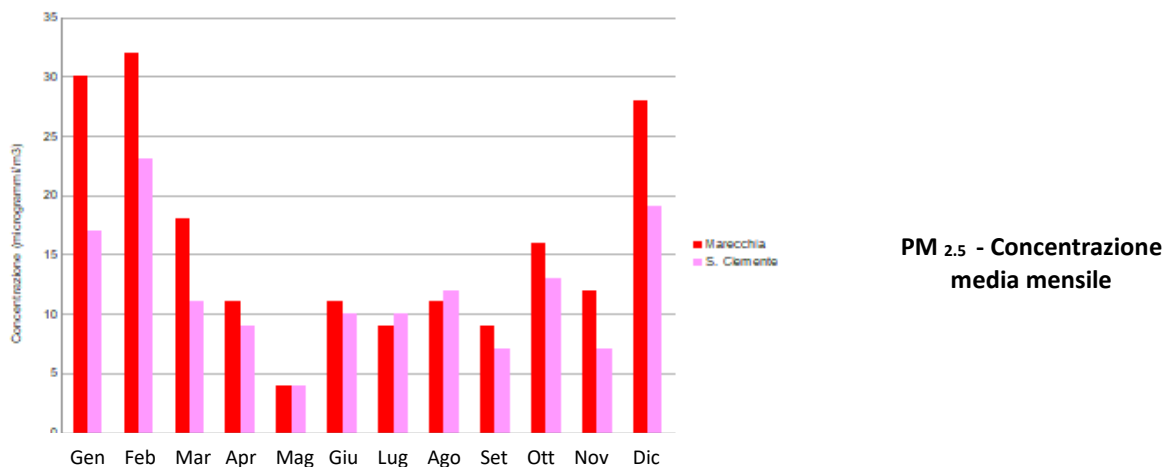
L'Organizzazione Mondiale della Sanità indica, come concentrazione media giornaliera da non superare mai, $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$; nei grafici che seguono - dove si mostra l'andamento dei valori medi giornalieri di $\text{PM}_{2.5}$ nella stazione di Fondo urbano e di Fondo rurale, si può vedere come il valore guida dell'OMS sia frequentemente superato durante il periodo invernale.

PM_{2.5} Andamenti giornalieri: i FU (Marecchia) e F-Ru (San Clemente)



PM_{2.5} - medie mensili

Nella figura seguente il grafico a barre indica la media mensile delle concentrazioni giornaliere misurate nelle due stazioni nel corso del 2019.



Anche per il PM_{2.5} la stagione invernale è quella più critica, sebbene le medie mensili tendono ad aumentare anche in periodo estivo, in particolare al fondo rurale (San Clemente) dove le concentrazioni medie dei mesi di maggio, giugno, luglio e agosto uguagliano o superano quelle del fondo urbano (Marecchia).

A Marecchia le medie mensili di gennaio, febbraio e dicembre sono superiori a 25 µg/m³ (rispettivamente 30, 32 e 28 µg/m³) e a febbraio anche San Clemente superiore a 20 µg/m³ (23 µg/m³).

In generale, comunque, nella stazione di fondo rurale si registrano valori più contenuti – sebbene significativi – rispetto al fondo urbano.

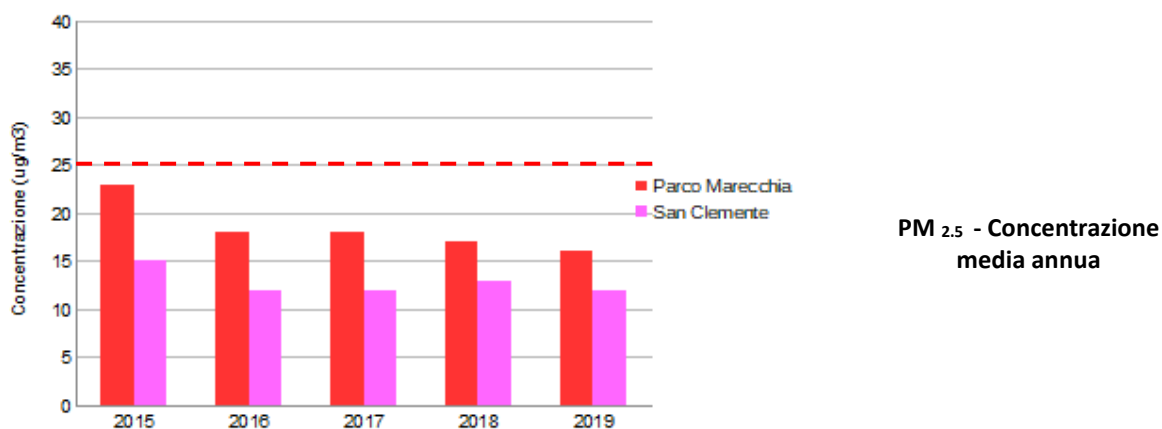
PM_{2.5} Serie storiche - alcune elaborazioni statistiche

PM_{2.5} Serie storiche per stazione

Rimini – Parco Marecchia					
PM _{2.5} [µg/m ³]	2015	2016	2017	2018	2019
minimo	<5	<5	<5	<5	<3
media	23	18	18	19	16
massimo	115	106	122	71	62
50° perc.	17	14	13	13	11
90° perc.	46	38	40	34	36
95° perc.	66	49	49	45	49
98° perc.	80	68	68	48	55
rendimento %	96	95	96	89	95

San Clemente					
PM _{2.5} [µg/m ³]	2015	2016	2017	2018	2019
minimo	<5	<5	<5	<5	<3
media	15	12	12	13	12
massimo	82	59	59	63	57
50° perc.	11	9	8	10	9
90° perc.	32	25	28	25	23
95° perc.	45	35	34	31	28
98° perc.	57	44	42	40	41
rendimento %	97	98	99	98	97

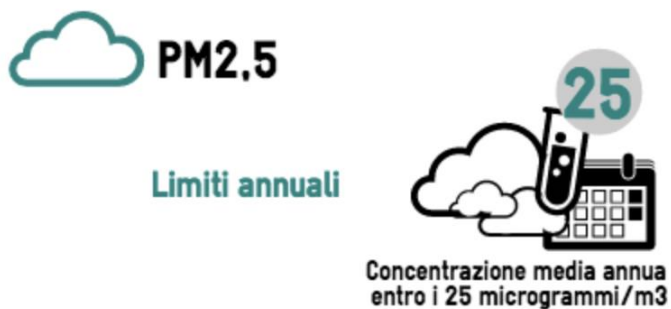
Nella figura successiva è riportato l'andamento, nell'ultimo quinquennio, dell'indicatore delle concentrazioni di PM_{2.5} usato come limite (media annuale):



Nel 2019 la concentrazione media annuale di PM_{2.5} nelle due postazioni è mediamente in linea con quelle degli anni precedenti e il limite normativo per questo parametro (25 µg/m³) è rispettato.

La stazione di Fondo Urbano (Parco Marecchia) si conferma come quella caratterizzata da concentrazioni di particolato PM_{2.5} più elevate, rispetto a San Clemente (F-Ru). Inoltre, mentre nella postazione di fondo rurale il dato è praticamente stabile, in quella di fondo urbano si intravede un leggero trend in diminuzione.

PM_{2.5} Giudizio sintetico



I dati indicano, per questo inquinante, che il rispetto del limite previsto dalla norma per il “Valore medio annuale” al 2015 (25 µg/m³) (fase1) non sia critico, e neppure il rispetto del limite previsto per il “Valore medio annuale” al 2020 (attualmente ipotizzato dal D.Lgs. 155/10 a 20 µg/m³) (fase 2).

Si sottolinea, però, che - rispetto ai valori guida indicati dall'OMS - il particolato (PM₁₀ e PM_{2.5}) rappresenta, nel territorio provinciale, un elemento di criticità, soprattutto in relazione agli effetti sanitari accertati di questo inquinante a concentrazioni anche molto basse.

2.3 – Metalli (Ni, As, Cd e Pb)

Nel particolato atmosferico sono presenti metalli di varia natura. I principali sono cadmio (Cd), zinco (Zn), rame (Cu), nichel (Ni), piombo (Pb), arsenico (As) e ferro (Fe).

Tra i metalli che sono stati oggetto di monitoraggio, quelli a maggiore rilevanza sotto il profilo tossicologico sono il nichel, l'arsenico, il cadmio e il piombo. I composti del nichel e del cadmio sono classificati, dalla Agenzia internazionale di ricerca sul cancro, come cancerogeni per l'uomo. Per il piombo è stato evidenziato un ampio spettro di effetti tossici, in quanto tale sostanza interferisce con numerosi sistemi enzimatici.

I metalli presenti nel particolato atmosferico provengono da una molteplice varietà di fonti: il cadmio e lo zinco sono originati prevalentemente da processi industriali; il rame e il nichel provengono dalla combustione; il piombo dalle emissioni autoveicolari. Il ferro proviene dall'erosione dei suoli, dall'utilizzo di combustibili fossili e dalla produzione di leghe ferrose.

In particolare, il piombo di provenienza autoveicolare è emesso quasi esclusivamente da motori a benzina, nei quali è contenuto sotto forma di piombo tetraetile e/o tetrametile con funzioni di antidetonante. Negli agglomerati urbani tale sorgente rappresenta, pressoché, la totalità delle emissioni di piombo e la granulometria dell'aerosol che lo contiene si colloca quasi integralmente nella frazione respirabile (PM₁₀). L'adozione generalizzata della benzina "verde" (0,013 g/l di Pb), dall'1 gennaio 2002, ha portato una riduzione delle emissioni di piombo del 97%; in conseguenza di ciò è praticamente trascurabile il contributo della circolazione autoveicolare alla concentrazione in aria di questo metallo.

LIMITI NORMATIVI - D.Lgs. 155 13/08/2010

Arsenico: Valore Obiettivo	media annua	6,0 ng/m ³
Cadmio: Valore Obiettivo	media annua	5,0 ng/m ³
Nichel: Valore Obiettivo	media annua	20,0 ng/m ³
Piombo: Valore Limite	media annua	0,5 µg/m ³

La determinazione dei metalli viene effettuata su un campione di filtri "mensile". Le prove vengono condotte sui filtri utilizzati per la determinazione giornaliera del PM₁₀ presso Parco Marecchia (FU) nell'arco di ogni singolo mese.

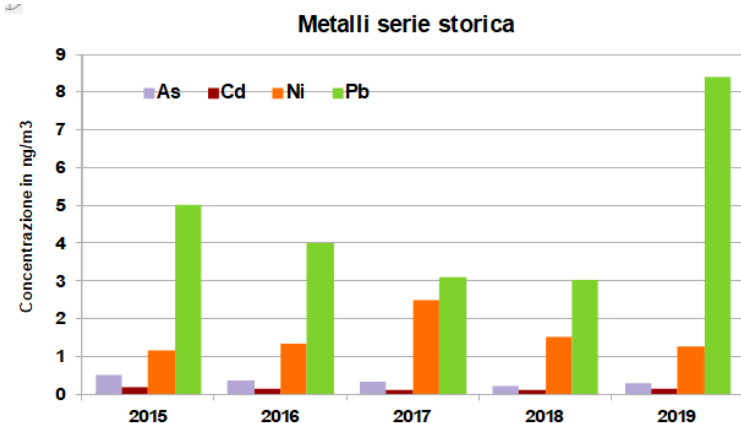
Di seguito si riportano le medie annuali relative all'esito delle determinazioni dei metalli eseguite sui filtri PM₁₀ campionati mensilmente presso la stazione di Parco Marecchia.

	As (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Pb (ng/m ³) (*)
Media annuale	0,3	0,1	1,2	3,6

(*) Per omogeneità con gli altri metalli, la concentrazione di piombo è espressa in ng/m³, sebbene il limite normativo sia espresso in µg/m³: 0,5 µg/m³ = 500 ng/m³

Le concentrazioni determinate per questi inquinanti in atmosfera risultano sempre da un minimo di uno a due ordini di grandezza inferiori rispetto ai limiti previsti dalla norma.

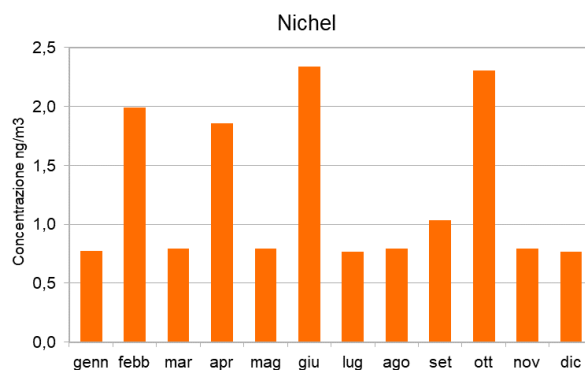
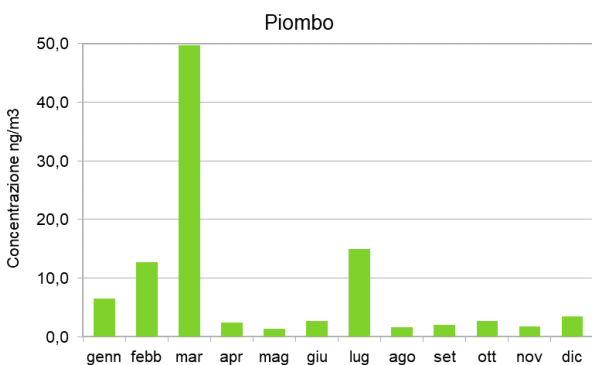
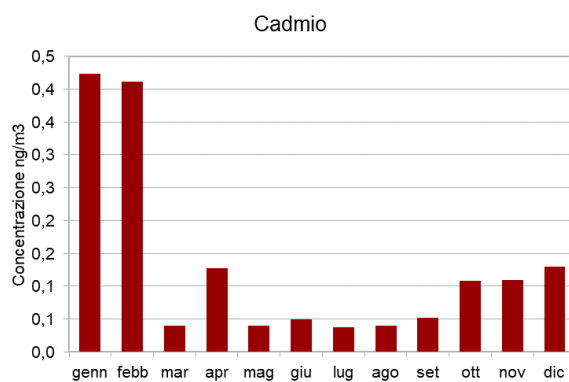
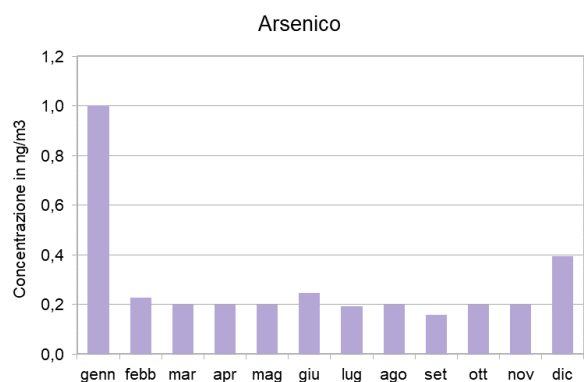
Nelle figure successive vengono riportati gli andamenti dei valori registrati per questi indicatori nell'ultimo quinquennio presso la postazione di misura.



Metalli - Concentrazione media annua nell'ultimo quinquennio a Parco Marecchia (Fondo Urbano)

In generale, la diminuzione delle concentrazioni rilevate per questi inquinanti nei quattro anni precedenti (ad eccezione del Nichel nel 2017) non è stato confermato nel 2019, anno in cui si evidenzia un sensibile aumento, in particolare del piombo.

Nelle figure successive vengono riportati gli andamenti dei valori mensili registrati per questi indicatori nel corso del 2019.



Anche nel caso dei metalli, in genere, i valori di concentrazione maggiore sono associabili principalmente ai mesi invernali.

Inoltre, sebbene nella stagione estiva siano particolarmente basse, si intravede una tendenza all'innalzamento della concentrazione nella parte centrale del periodo.

Metalli Giudizio sintetico

Per tutti i metalli ricercati nel particolato nell'anno 2019 le concentrazioni medie risultano in aumento rispetto ai dati rilevati negli anni precedenti (in particolare il piombo), sebbene ampiamente inferiori ai limiti di legge. Non si riscontrano particolari criticità per questi inquinanti anche se, considerata la classificazione di alcuni di essi da parte dello IARC, si consiglia di continuare nell'attività di monitoraggio.

2.4 Ozono (O₃)

L'ozono è un componente gassoso dell'atmosfera, molto reattivo e aggressivo.

Mentre negli strati alti dell'atmosfera terrestre (stratosfera) aiuta a proteggere la vita sulla terra, creando uno scudo protettivo che filtra i raggi ultravioletti del sole, negli strati bassi dell'atmosfera (troposfera), se è presente a concentrazioni elevate a seguito di situazioni d'inquinamento, provoca disturbi irritativi all'apparato respiratorio e danni alla vegetazione.

L'ozono è un inquinante secondario e si produce per interazione tra i composti organici volatili (COV), gli ossidi di azoto (inquinanti primari) e l'ossigeno dell'aria sottoposti all'irradiazione solare.

Pertanto, durante i mesi estivi, l'immissione di inquinanti primari prodotti da attività umane (traffico, processi di combustione, solventi delle vernici, evaporazione di carburanti, etc..) favorisce la produzione di un eccesso di ozono, rispetto alle quantità altrimenti presenti in natura.

LIMITI NORMATIVI - D.Lgs. 155 13/08/2010

Protezione della salute umana		
Soglia di Informazione	media oraria	180 µg/m ³
Soglia di Allarme	media oraria da non superare per più di 3 ore consecutive	240 µg/m ³
Valore Obiettivo	massimo giornaliero della media mobile su 8 ore da non superare più di 25 volte/anno civile come media su tre anni	120 µg/m ³
Protezione della vegetazione		
Valore Obiettivo	AOT40 * (calcolata sulla base dei valori di 1 ora) da maggio a luglio come media su 5 anni	18000 µg/m ³ *h

*Per AOT40 si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e 80 µg/m³ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le ore 8:00 e le 20:00 nel periodo maggio- luglio

Per questa sua natura secondaria e per consentire al ciclo di produzione di compiersi, l'ozono si misura "lontano" dalle emissioni degli inquinanti primari, in particolare in corrispondenza di stazioni di fondo. Nella rete di Rimini viene misurato nelle quattro stazioni di fondo presenti nel territorio provinciale: Parco Marecchia (F-U), Verucchio (F-Sub U), San Clemente (F-Ru) e a San Leo (F- Ru).

Di seguito vengono riportati alcuni parametri statistici relativi alle concentrazioni orarie misurate presso queste stazioni nel corso del 2019:

NOME STAZIONE		Statistiche O ₃ - 2019						
		dati validi	Min	Max	50°	90°	95°	98°
		%	(µg/m ³)		Percentile (µg/m ³)			
Parco Marecchia	FU	100	<8	188	45	103	116	129
Verucchio	FSub-U	100	<8	185	57	101	116	131
San Clemente	F-Ru	100	<8	178	71	105	117	131
San Leo	F- Ru	100	<8	169	61	94	105	118

e le elaborazioni previste dalla normativa: valore obiettivo per la protezione della vegetazione, per la protezione della salute umana e soglie di informazione e di allarme:

NOME STAZIONE		Valori obiettivo / soglie - O ₃ - 2019						
		AOT40 vegetazione 2019	AOT40 vegetazione media 5 anni	N° giorni con sup.prot. salute 120 µg/m ³		N° sup. soglia inform. 180 µg/m ³		N° sup. soglia allarme 240 µg/m ³
		(µg/m ³ *h)		2019	media 3 anni	ore	giorni	ore
Marecchia	FU	25809	26846	36	43	2	1	0
Verucchio	FSub-U	23359	25309	40	40	5	3	0
San Clemente	F-Ru	24274	26262	32	40	0	0	0
San Leo	F- Ru	11090	15752	15	28	0	0	0

Nel 2019 il limite per la protezione della salute umana (superamento della media massima giornaliera su 8 h di 120 µg/m³ per più di 25 giorni, calcolata come media degli ultimi tre anni) è stato superato in 3 delle 4 stazioni di fondo in cui l'inquinante si misura: nella stazione di Fondo sub-urbano (Verucchio, 40 giorni), Fondo urbano (Marecchia, 36 giorni) e in una delle due stazioni di fondo rurale (San Clemente, 32 giorni), mentre nell'altra i giorni con superamento si sono limitati a 15.

Il numero di giorni di superamento dei 120 µg/m³ nell'ultimo triennio, insieme alla media del numero di superamenti (riferimento legislativo), è riportato in figura:



da cui risulta che nessuna stazione rispetti il valore obiettivo per la protezione della salute umana, sebbene nel 2019 il numero di superamenti a San Leo sia inferiore a 25.

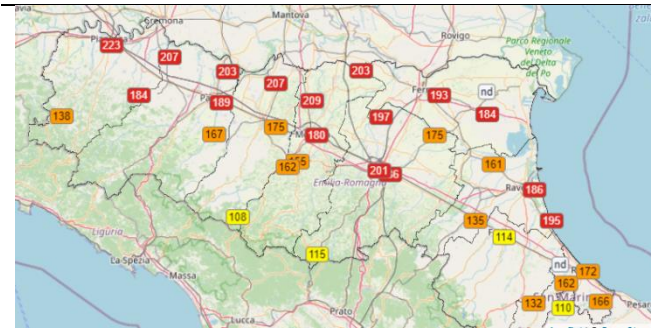
La stazione di fondo rurale di San Leo, invece, è l'unica stazione che rispetti il valore obiettivo per la protezione della vegetazione (AOT40).

Per quanto riguarda gli episodi acuti, la soglia di informazione (180 µg/m³) è stata superata in una giornata nella stazione di fondo urbano e tre nella stazione di fondo rurale: 27 giugno, 2 e 26 luglio, così come mostrato in tabella, mentre la soglia di allarme (240 µg/m³) non è mai stata raggiunta.

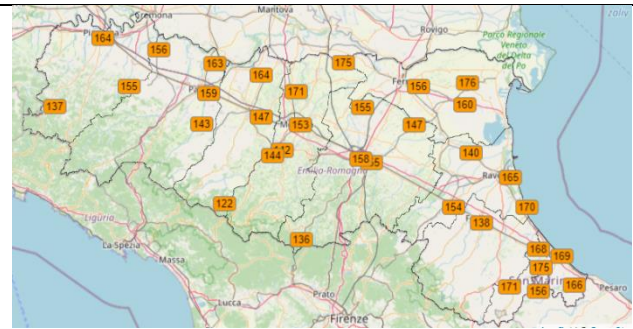
giorno di sup.	Marecchia FU	Verucchio FSubU
27 giugno 2019	2 ore	2 ore
2 luglio 2019		2 ore
26 luglio 2019		1 ora

Negli stessi giorni si sono riscontrati superamenti della soglia di informazione (massima concentrazione oraria maggiore o uguale a 180 µg/m³) anche in altre postazioni della regione, in particolare nella postazioni di fondo di Ravenna e di Forlì (le reti delle tre province afferiscono e sono gestite da Arpae - Area Prevenzione Ambientale Est):

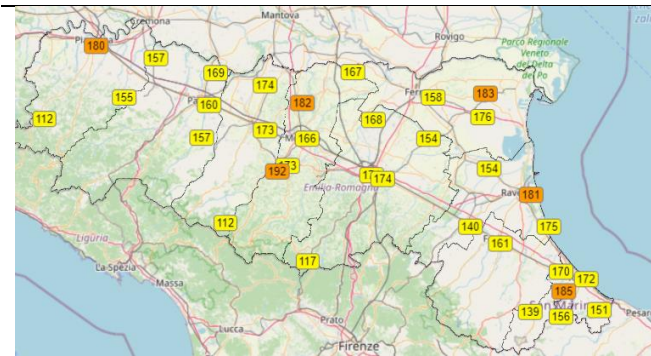
27 giugno 2019



2 luglio 2019



26 luglio 2019



Ozono – Massimo orario misurato in tutte le stazioni della rete regionale nei giorni di superamento a Rimini

Il D.Lgs n. 155/10 prevede un sistema di sorveglianza dell'inquinamento da ozono in tutto il territorio nazionale, indicando *valori obiettivo, obiettivi a lungo termine, soglia di informazione e soglia di allarme*.

In particolare il decreto introduce, quando si registra un superamento della soglia di informazione (o di allarme), l'obbligo di avvisare in modo tempestivo il pubblico relativamente a:

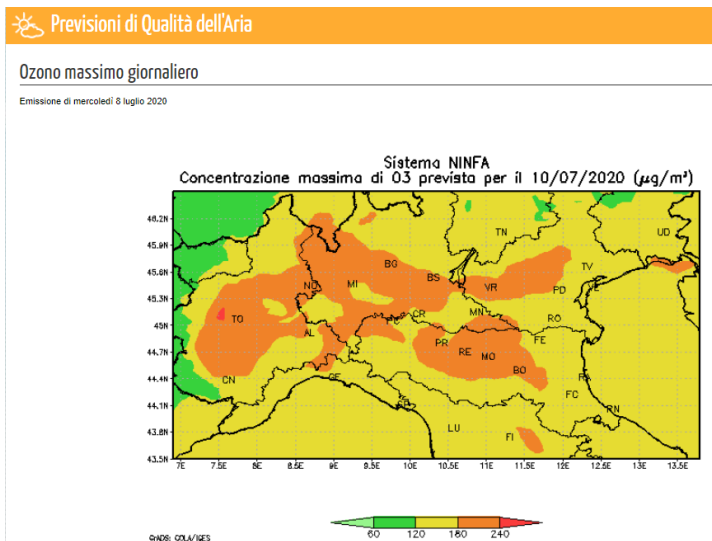
- superamenti registrati (località, tipo di soglia superata, data, ora di inizio e durata del fenomeno, concentrazione oraria più elevata e concentrazione media più elevata sulle 8 ore);
- previsioni sull'evoluzione del fenomeno con l'indicazione dell'area geografica prevedibilmente interessata dai superamenti;
- informazioni sui settori colpiti della popolazione e sui possibili effetti sulla salute e sulla condotta raccomandata (informazione sui gruppi di popolazione a rischio; descrizione dei sintomi riscontrabili gruppi di popolazione a rischio; precauzioni che i gruppi interessati devono prendere; riferimenti per ottenere ulteriori informazioni);
- informazioni sulle azioni preventive per la riduzione dell'inquinamento e/o per la riduzione dell'esposizione all'inquinamento con l'indicazione dei principali settori cui si riferiscono le fonti e delle azioni raccomandate per la riduzione delle emissioni.

Durante il periodo estivo la homepage del sito istituzionale di Arpae (<https://www.arpae.it/>) riporta in evidenza i dati di ozono rilevati dalle stazioni di monitoraggio dell'aria. Vi è poi una pagina che riassume la situazione a livello regionale (<https://apps.arpae.it/qualita-aria/bollettino-ozono/>), in fondo alla quale è possibile linkare ad altre pagine del sito che forniscono indicazioni su:

- effetti sulla salute dell'ozono;
- gruppi di popolazione a rischio;
- precauzioni da prendere in caso di concentrazioni significative di ozono;
- normativa di riferimento;

forrendo, in tal modo, l'informazione su scala ampia e nel più breve tempo possibile.

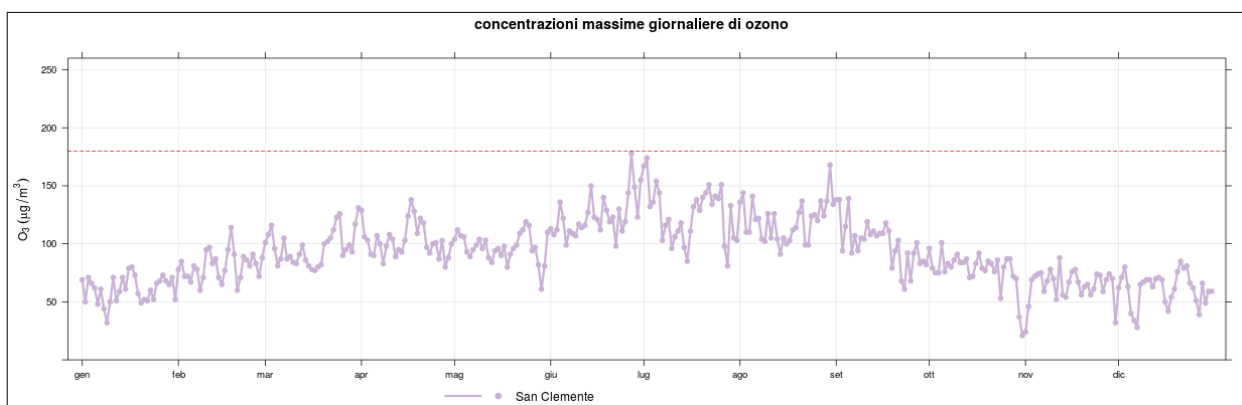
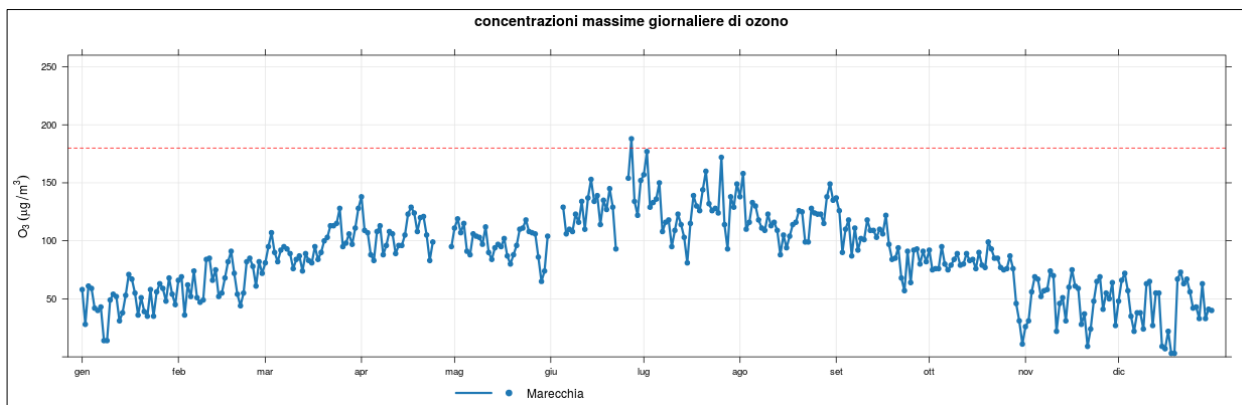
Sempre nel sito di Arpa ([link: https://www.arpae.it/sim/?qualita_aria/previsioni_aria_nord&inquinante=o3](https://www.arpae.it/sim/?qualita_aria/previsioni_aria_nord&inquinante=o3)) è possibile avere indicazioni sulle previsioni della concentrazione oraria massima giornaliera di ozono su base regionale.

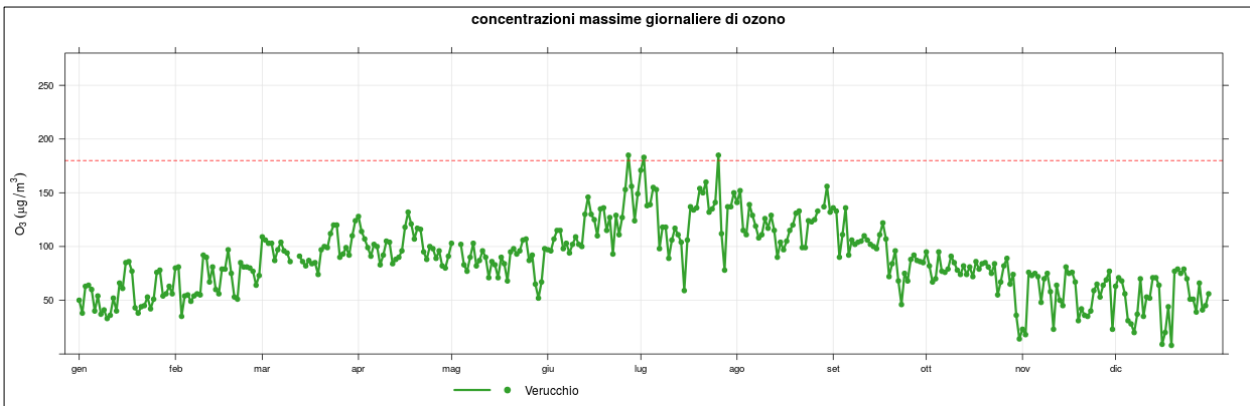
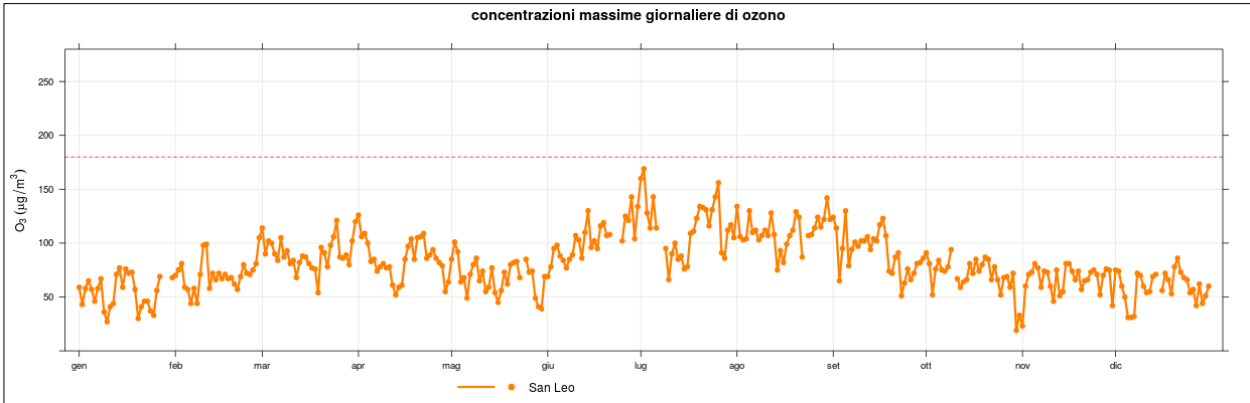


Di seguito si riportano i grafici che mostrano l'andamento, nel corso del 2019, di due parametri significativi per l'O₃

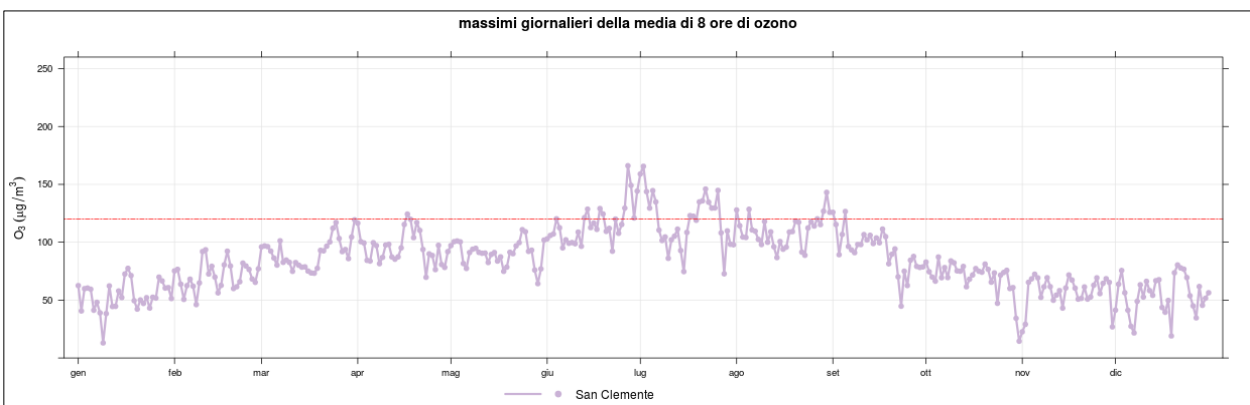
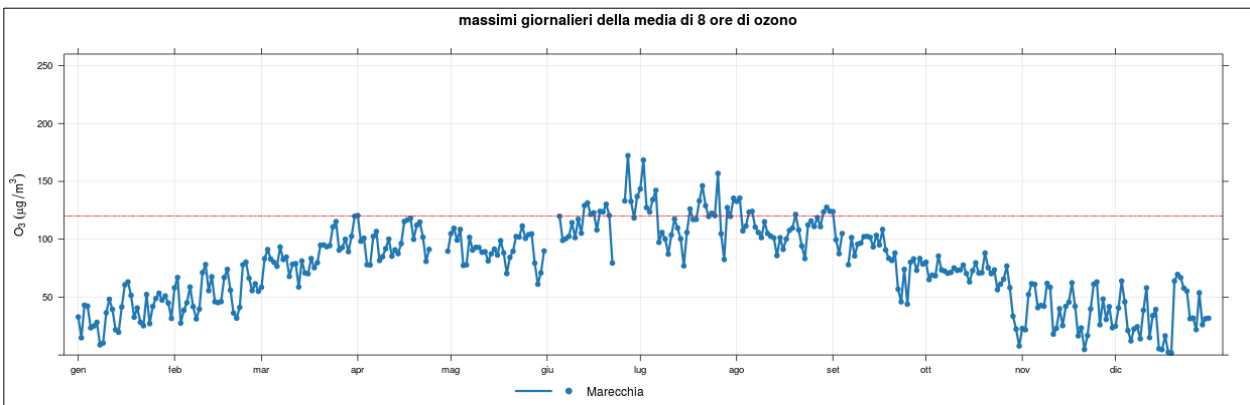
- la concentrazione oraria massima giornaliera;
- la concentrazione massima giornaliera della media di 8 ore.

O₃ – Concentrazioni massime orarie giornaliere -2019





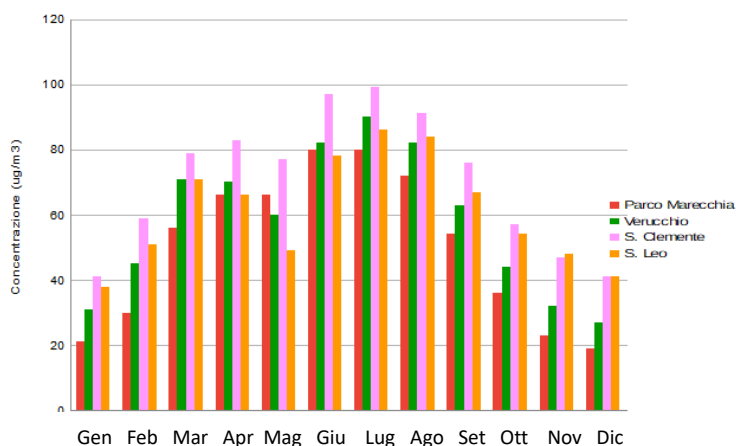
O₃ –Concentrazioni massime giornaliere della media di 8 ore -2019





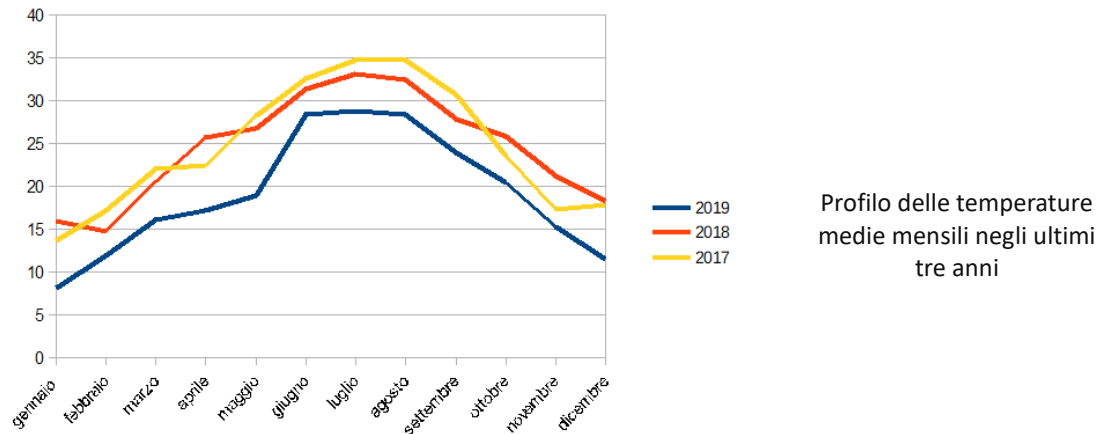
O₃ (Ozono) – Medie mensili 2019 e giorno tipico

In figura è riportato il grafico a barre delle concentrazioni medie mensili di Ozono nel 2019:



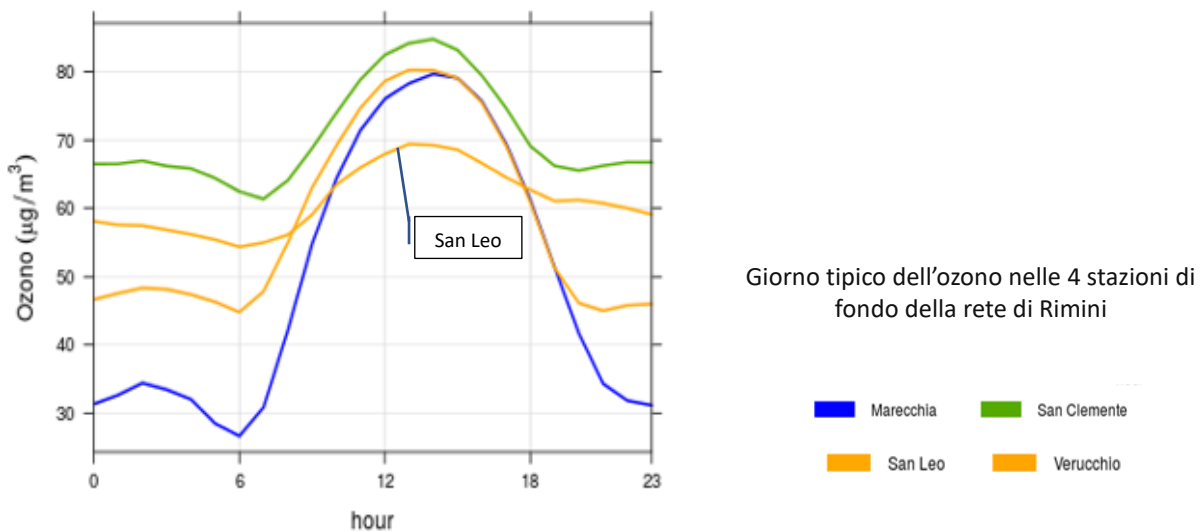
Risulta evidente che, in controtendenza rispetto agli altri inquinanti, la stagione più critica per l'O₃ sia l'estate e, in tutte le stazioni, i valori medi mensili più alti si registrano in questo periodo.

La stazione in cui i valori risultano più alti, anche nei mesi meno caldi, è il fondo rurale di San Clemente, Se si mette in relazione la concentrazione media mensile di ozono con le temperature medie mensili (grafico sotto), si nota una stretta correlazione tra l'aumento delle temperature, causato dal forte irraggiamento solare che favorisce anche la reazione fotochimica alla base della formazione di questo inquinante, e l'aumento delle concentrazioni medie registrate di ozono.



Il grafico che segue mostra il giorno tipico dell'ozono calcolato con i dati rilevati nelle diverse stazioni: si confermano, a tutte le ore, i valori più alti nella stazione di fondo rurale di San Clemente.

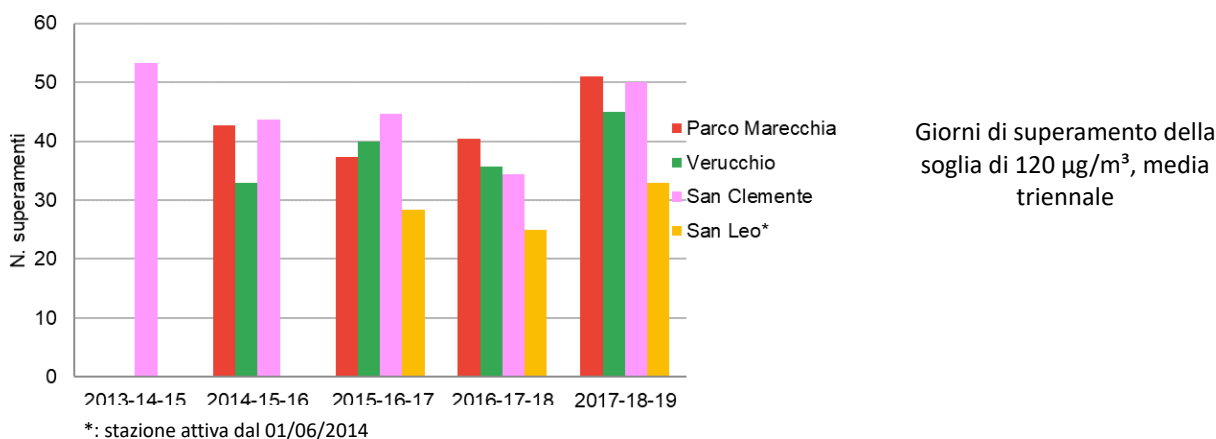
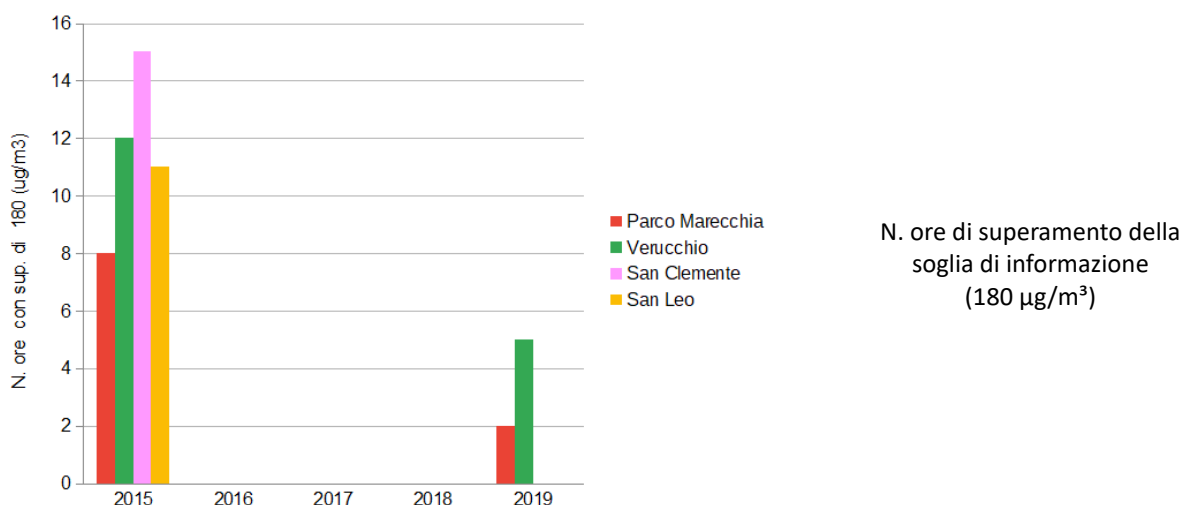
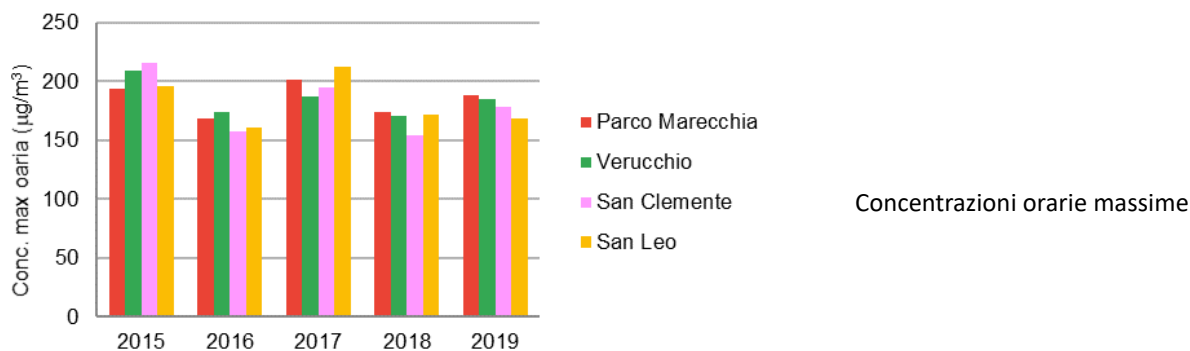
La stazione di fondo urbano (Marecchia) e l'altra di fondo rurale (Verucchio) presentano una curva a campana molto simile, ma a Marecchia i valori diminuiscono molto più speditamente - fino ad un minimo inferiore a $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ alle 6 del mattino - per poi aumentare altrettanto rapidamente e raggiungere concentrazioni coincidenti con Verucchio dalle 14 alle 19. Nelle stazioni di fondo diverse dal fondo urbano, le concentrazioni più basse del giorno tipico non scendono mai al di sotto di $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



O₃ - Serie storiche

Nelle figure successive sono riportati gli andamenti nell'ultimo quinquennio presso le quattro postazioni di misura del:

- valore massimo della media oraria e
- numero di ore di superamento della Soglia di Informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$);
- numero medio in tre anni di giorni con superamento della concentrazione obiettivo per la protezione della salute umana ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - calcolata come media di 8 ore).



L'ultimo grafico riporta il trend nel periodo 2013 – 2019 del *Valore obiettivo per la protezione della salute umana*, calcolato secondo quanto indicato dal DLgs 155/2010. Il decreto, infatti, prevede che il valore obiettivo² sia da considerarsi raggiunto qualora la concentrazione di 120 µg/m³ (calcolata come media massima giornaliera su 8 ore) non sia superata più di 25 volte per anno civile, come media su tre anni³.

² Livello obiettivo: livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita (art.1 – D.L.gs 155/2010)

³ Il raggiungimento dei valori obiettivo è stato valutato nel 2013, con riferimento al triennio 2010-2012, per la protezione della salute umana e, successivamente ogni anno con riferimento al triennio precedente.

Il grafico evidenzia come la situazione, nell'ultimo triennio, sia peggiorata: il contributo del numero di superamenti 2019 (invece di quelli del 2016) ha fatto sensibilmente aumentare la media in tutte le postazioni e, con riferimento al 2019, nessuna postazione rispetta il il valore obiettivo per la protezione della salute umana.

Durante il 2019 i valori registrati per questi indicatori hanno mostrato un aumento in tutte le stazioni rispetto a quanto rilevato nel corso degli anni precedenti.

Con l'introduzione dell' altro indicatore previsto dal DLgs 155/2010 - *Valore obiettivo per la protezione della vegetazione (espresso come AOT₄₀⁴)* il legislatore ha inteso tutelare anche le piante, i boschi, i parchi e le aree verdi nelle città e le foreste con il *Valore obiettivo per la protezione delle foreste* (analogo al AOT40 per la vegetazione ma calcolato con i dati misurati dal 1 aprile al 30 settembre).

Infatti, il caldo, assieme a scarse o assenti precipitazioni, è il fattore che – permettendo condizioni favorevoli alla formazione dello di ozono troposferico - causa conseguenze negative a tutti gli esseri viventi, comprese le piante coltivate e spontanee che, oltre a non aver modo di sottrarsi al fattore di stress idrico, sono dotate di scarsi meccanismi di filtro e di detossificazione. L'ozono, assorbito dalle piante attraverso gli stomi presenti nelle foglie, provoca un'induzione di senescenza precoce, causata da un'alterazione dell'integrità e della funzionalità delle membrane cellulari, la riduzione dell'attività di fotosintesi clorofilliana, e la conseguente compromissione della capacità depurativa dell'aria da parte della vegetazione.

Il raggiungimento del *Valore obiettivo per la protezione della vegetazione* (AOT₄₀ ≤ 18.000 µg/m³ * h come media su cinque anni, valutato la prima volta nel 2015 con riferimento quinquennio 2010-2014) è calcolato utilizzando i dati di concentrazione misurati nelle stazioni di tipo sub-urbano e rurali, mentre il *valore obiettivo per la protezione delle foreste* viene calcolato con riferimento ai dati delle stazioni di fondo remoto (non presenti nella rete di Rimini).

A parte alcuni problemi strumentali che, nel 2015, non hanno consentito di calcolare l'AOT40 per le stazioni di Verucchio (Fondo Suburbano) e San Leo (Fondo rurale), nell'ultimo quinquennio (2015 - 2019) l'unica stazione per la quale non è disponibile il set completo di dati per il calcolo del AOT₄₀ al 2019 è il fondo rurale di San Clemente. Infatti nel 2016 il rendimento dello strumento che misura l'Ozono nel periodo maggio-giugno è stato inferiore al 90% richiesto (precisamente 81%). Per calcolare comunque l'AOT40 al 2019 i dati mancanti del 2016 sono stati stimati a partire dalle correlazioni dei dati presenti con le concentrazioni di ozono misurate nelle altre stazioni della rete:

AOT ₄₀ [µg/m ³ * h] – Valore obiettivo per la protezione della media di 5 anni (18.000 µg/m ³ * h)		2018 (2014 – 2018)	2019 (2015 – 2019)
San Clemente	F-Ru	28.278	26.262
Verucchio	F-SubU	25.202	25.309
San Leo	F-Ru	n.d. ⁽¹⁾	15.752

Nota 1 - la stazione è stata attiva dal 01/06/2014

Nel 2019, analogamente agli anni precedenti, si confermata la criticità di questo parametro nei confronti dei valori indicati dal D.Lgs. 155/2010 e il valore obiettivo è abbondantemente superato sia a Verucchio che a San Clemente.

⁴ **AOT40 per la protezione della vegetazione** - Per AOT40 (espresso in µg/m³ * h) si intende la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ (ovvero 40 parti per miliardo di O₃) e 80 µg/m³ nel periodo da maggio a luglio, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00: AOT₄₀ = Σ ([O₃]_i - 80) dove ([O₃]_i) sono le concentrazioni orarie, in µg/m³, misurate tra le 8 e le 20 dal 1 maggio al 31 luglio

O₃ Serie storiche per stazione

Parco Marecchia – Stazione di Fondo Urbana					
O₃ (µg/m³)	2015	2016	2017	2018	2019
minimo	<10	<10	<10	<10	<8
media	51	46	53	51	50
massimo	194	169	201	174	188
N. sup. prot. umana	37	29	46	46	36
N. sup. soglia inf.	3	0	5	0	2
N. sup. soglia allarme	0	0	0	0	0
AOT40	n.d.	21161	n.d.	28014	25809
50°	46	41	48	44	45
90°	106	99	109	109	103
95°	119	111	121	122	116
98°	134	126	136	134	129
rendimento %	94	95	95	97	100

Verucchio– Stazione di Fondo Sub-urbana					
O₃ (µg/m³)	2015	2016	2017	2018	2019
minimo	<10	<10	<10	<10	<8
media	58	55	63	57	58
massimo	209	174	187	171	185
N. sup. prot. umana	48	48	44	35	40
N. sup. soglia inf.	4	0	7	0	5
N. sup. soglia allarme	0	0	0	0	0
AOT40	30071	17815	31274	23619	23359
50°	57	54	62	56	57
90°	107	98	106	103	101
95°	123	109	120	115	116
98°	140	127	138	129	131
rendimento %	94	92	95	96	100

San Clemente – Stazione di Fondo Rurale					
O₃ (µg/m³)	2015	2016	2017	2018	2019
minimo	<10	<10	<10	<10	<8
media	75	61	75	67	71
massimo	216	157	195	154	178
N. sup. prot. umana	64	14	56	33	32
N. sup. soglia inf.	7	0	5	0	0
N. sup. soglia allarme	0	0	0	0	0
AOT40	35401	n.d.	32985	22583	24274
50°	80	63	75	89	71
90°	117	95	112	106	105
95°	130	105	124	117	117
98°	144	119	139	126	131
rendimento %	93	92	95	96	100

San Leo – Stazione di Fondo Rurale					
O ₃ (µg/m ³)	2015	2016	2017	2018	2019
minimo	<10	<10	<10	<10	<8
media	53	46	61	58	61
massimo	196	161	212	172	169
N. sup. prot. umana	36	6	43	26	15
N. sup. soglia inf.	3	0	5	0	0
N. sup. soglia allarme	0	0	0	0	0
AOT40	21609	6726	21671	n.d.	11090
50°	47	42	56	55	61
90°	101	80	103	95	94
95°	119	92	123	112	105
98°	140	107	141	127	118
rendimento %	94	91	93	92	100

O3 (Ozono) Giudizio sintetico



Ozono (O3)

Definizione delle soglie

120

soglia obiettivo a lungo termine:
 esposizione fino a 120
 microgrammi/m³, calcolato come
 massimo giornaliero della media
 mobile su 8 ore (media calcolata sui
 dati orari scegliendo un intervallo di
 8 ore)

180

soglia informazione (rischi per la
 salute per soggetti sensibili):
 esposizione a 180 microgrammi/m³
 per più di 1 ora

Nel 2019 si sono registrate giornate particolarmente critiche per l'ozono: non solo si sono verificati superamenti della soglia del valore obiettivo di 120 µg/m³ in tutte le stazioni, ma anche alcuni superamenti della soglia di informazione della popolazione (nella stazione di Fondo urbana e in quella di Fondo sub-urbana, dove la densità di popolazione esposta è maggiore). Non ci sono stati superamenti della soglia di allarme (240 µg/m³).

In generale, si può concludere che l'ozono continua a rappresentare – nel periodo estivo – una significativa criticità per il nostro territorio e, in generale, per tutto il bacino padano.

2.5 – Biossido di azoto (NO₂)

Con il termine NO_x viene indicato genericamente l'insieme dei due più importanti ossidi di azoto a livello di inquinamento atmosferico, ossia: l'ossido di azoto (NO) e il biossido di azoto (NO₂).

L'ossido di azoto (NO) si forma principalmente per reazione dell'azoto contenuto nell'aria (circa 70%) con l'ossigeno atmosferico in processi che avvengono a elevata temperatura e si converte spontaneamente in NO₂ reagendo con l'ossigeno dell'aria.

Le principali sorgenti di NO₂ sono i gas di scarico dei veicoli a motore, gli impianti di riscaldamento e alcuni processi industriali. Tale inquinante contribuisce alla formazione dello smog fotochimico, delle piogge acide ed è tra i precursori di alcune frazioni significative del PM₁₀.

LIMITI NORMATIVI - DL 155 13/08/2010

Valore Limite orario per la Protezione della Salute Umana	media oraria da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m ³
Valore Limite annuale per la Protezione della Salute Umana	media annua	40 µg/m ³
Soglia di Allarme	media oraria misurata per 3 ore consecutive	400 µg/m ³

Gli ossidi di azoto vengono misurati in tutte le stazioni della rete provinciale.

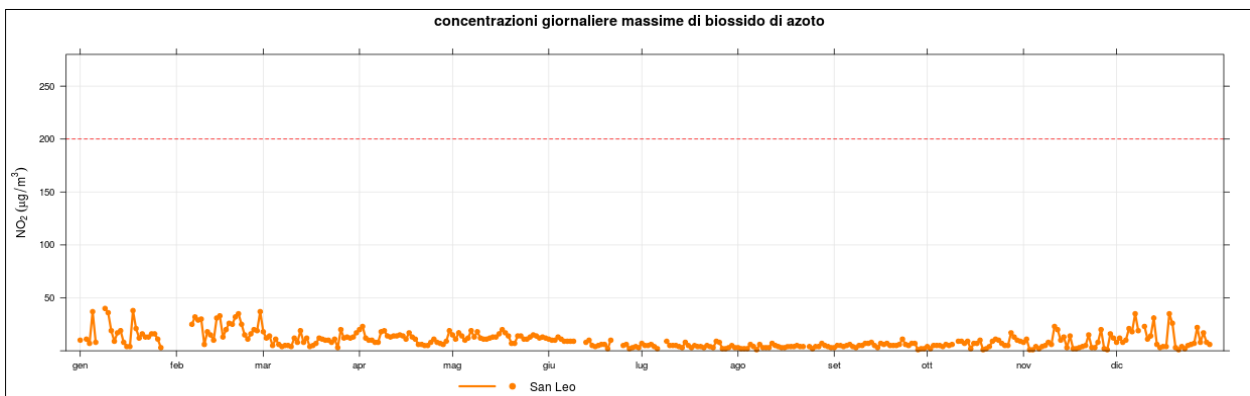
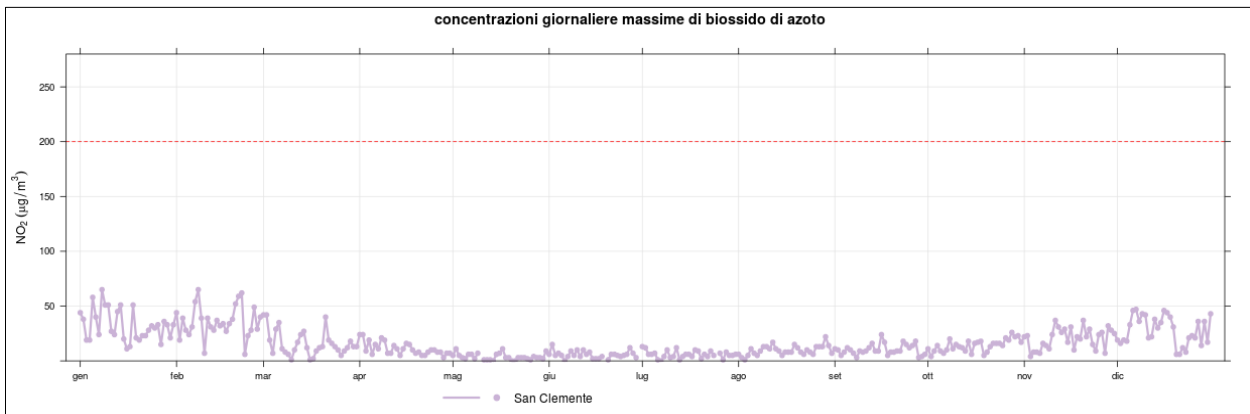
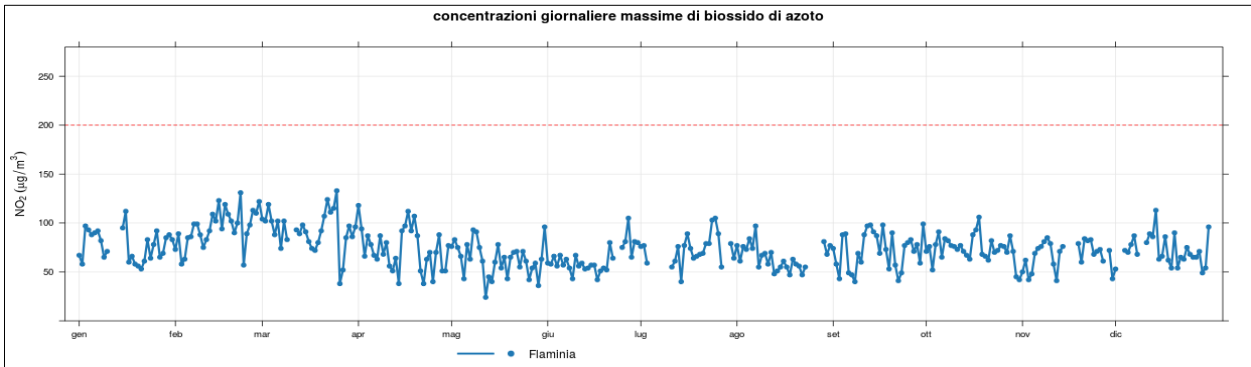
Di seguito si riportano alcuni parametri statistici relativi alle concentrazioni di biossido di azoto (NO₂) rilevate presso le stazioni nel corso dell'anno.

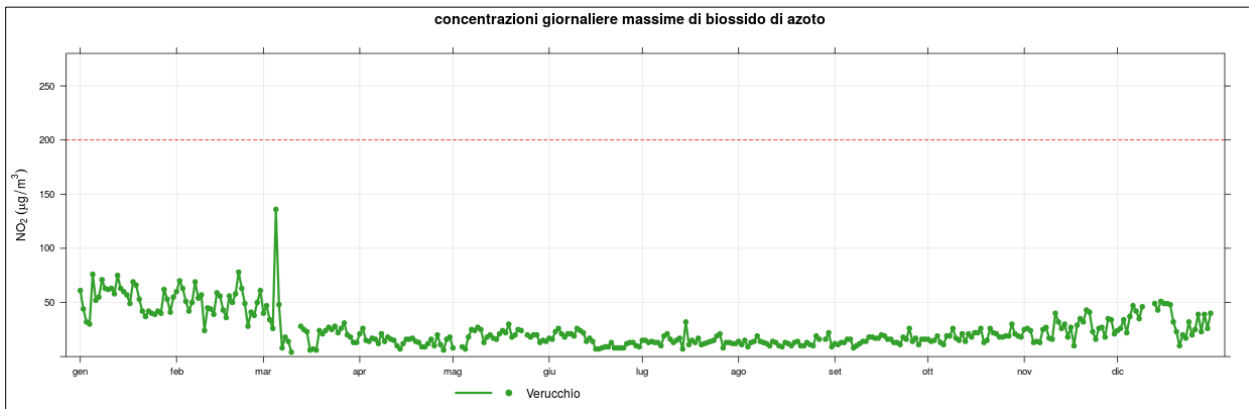
NO₂ Elaborazioni statistiche dei dati rilevati nel 2019

NOME STAZIONE		Statistiche NO ₂ - 2019								N° sup. orari
		dati validi	Min	Max	Media	50°	90°	95°	98°	
		%	(µg/m ³)			Percentile (µg/m ³)				
Flaminia	TU	97	<8	133	42	39	68	78	89	0
Parco Marecchia	FU	98	<8	146	21	17	44	52	64	0
Verucchio	FSub-U	100	<8	136	13	9	29	40	50	0
San Clemente	F-Ru	100	<8	65	<8	<8	19	26	37	0
San Leo	F- Re	98	<8	45	<8	<8	11	14	20	0

Il limite previsto dal Dlgs 155/2010 per la media annuale (40 µg/m³) non è rispettato nella stazione di Traffico Urbano Flaminia, mentre nelle altre postazioni le medie risultano decisamente più contenute. In due postazioni, San Clemente e San Leo (F-Ru e F-Ru), le medie annuali risultano inferiori al limite di quantificazione strumentale (8 µg/m³): infatti ben il 78% e il 76% rispettivamente dei dati misurati è inferiore a 8 µg/m³. Non ci sono stati, invece, superamenti dell'altro limite previsto dalla normativa sulla concentrazione media oraria: i valori massimi orari misurati sono abbondantemente inferiori a 200 µg/m³ in tutte le postazioni, anche a Flaminia.

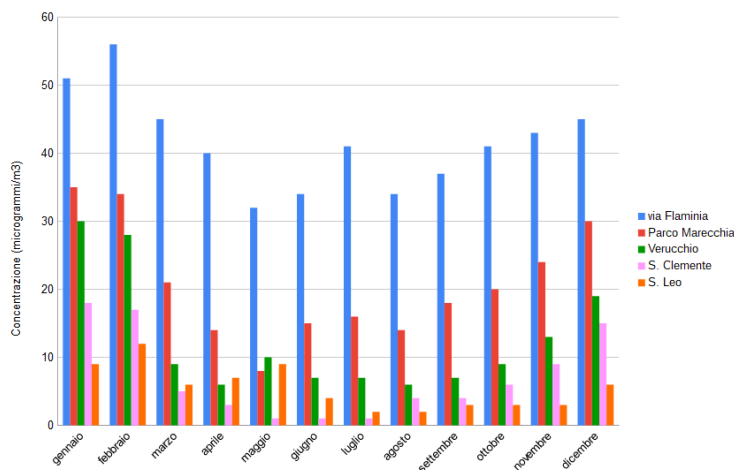
NO₂ – Andamento delle concentrazioni massime orarie nella giornata





NO₂ Analisi delle medie mensili, trend settimanale e giornaliero

In figura sono riportate le medie mensili registrate in ogni stazione nel corso del 2019:



NO₂ - Concentrazione media mensile - 2019

In ogni stazione i valori medi mensili più alti si registrano nei mesi invernali, periodo in cui, ad una maggiore attivazione delle fonti emissive (riscaldamento domestico) si uniscono condizioni meteorologiche che tendono a contrastare la diffusione/diluizione dell'inquinante (altezza dello strato di rimescolamento inferiore). Nella stazione da traffico (Flaminia) le concentrazioni medie mensili sono costantemente e decisamente più elevate durante tutto l'anno. Solo in meno della metà dei mesi la concentrazione media mensile scende al di sotto del valore di 40 µg/m³ e solo in alcuni mesi in primavera ed estate – quando vi è una maggiore ventilazione – si registrano concentrazioni più basse del limite annuale.

Per visualizzare l'andamento giornaliero di un inquinante si può far ricorso al grafico del «giorno tipico». Il giorno tipico si calcola effettuando la media dei dati rilevati alla stessa ora del giorno in un determinato periodo, questo per tutte le 24 ore che costituiscono la giornata: rappresenta quindi un ipotetico giorno "medio" che permette di evidenziare situazioni ricorrenti e minimizzare le fluttuazioni casuali.

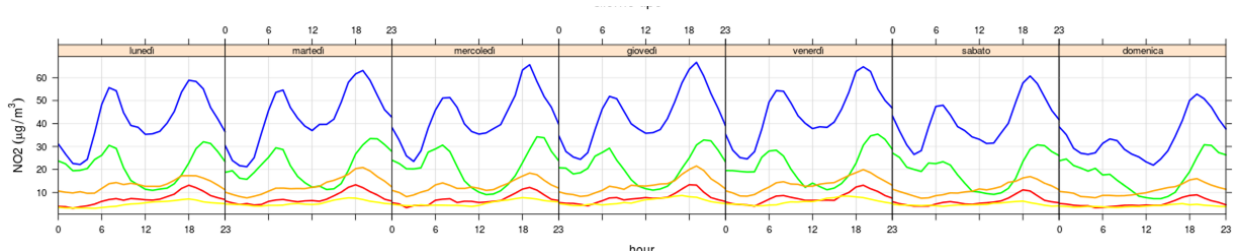
Per gli ossidi di azoto sono stati calcolati, e riportati in grafico:

- la settimana dei giorni tipici;
- il giorno tipico;
- la settimana tipica (a partire dalle medie giornaliere).

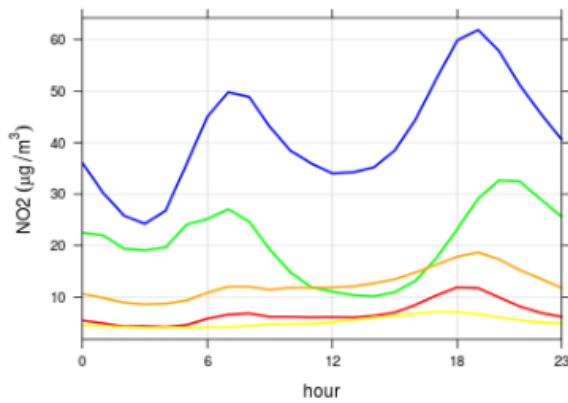
Il giorno tipico, che quindi riproduce l'evoluzione oraria tipica dell'inquinante nell'arco della giornata, evidenzia – in particolare nelle stazioni urbane - picchi di concentrazione di NO₂ alle ore 7-8 e alle 18-19 . La settimana tipo indica una sensibile diminuzione delle concentrazioni nel weekend, il sabato e la domenica (prefestivo e festivo).

■ Flaminia ■ Marecchia ■ San Clemente ■ San Leo ■ Verucchio

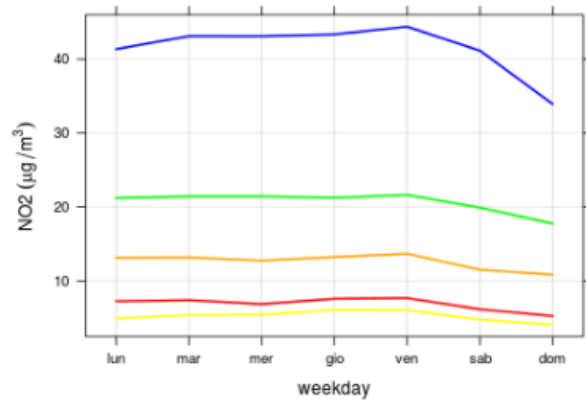
a) settimana dei giorni tipo



b) il giorno tipo



c) settimana tipo



NO₂Serie storiche– alcune elaborazioni statistiche

NO₂ Serie storiche per stazione

Via Flaminia					
NO ₂ (µg/m ³)	2015	2016	2017	2018	2019
minimo	<12	<12	<12	<12	<8
media	45	44	40	39	42
massimo	129	152	129	127	133
50°	44	43	39	37	39
90°	73	71	65	64	68
95°	83	80	74	72	78
98°	91	90	83	83	89
rendimento %	94	93	95	95	97

Parco Marecchia					
NO ₂ (µg/m ³)	2015	2016	2017	2018	2019
minimo	<12	<12	<12	<12	<8
media	24	23	24	19	21
massimo	110	108	121	107	146
50°	20	19	19	16	17
90°	49	47	49	40	44
95°	59	55	58	47	52
98°	71	65	69	55	64
rendimento %	94	95	95	94	98

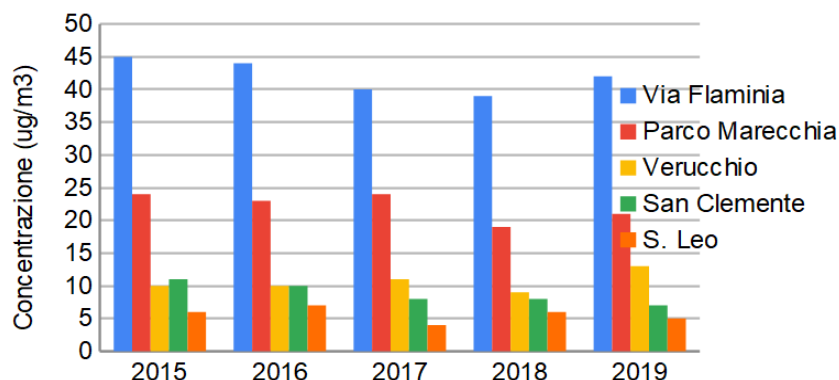
Verucchio					
NO ₂ (µg/m ³)	2015	2016	2017	2018	2019
minimo	<12	<12	<12	<12	<8
media	10	10	11	9	13
massimo	57	55	63	71	136
50°	6	7	7	8	9
90°	23	25	24	22	29
95°	29	30	33	29	40
98°	36	37	43	37	50
rendimento %	93	80	95	97	100

San Clemente					
NO ₂ (µg/m ³)	2015	2016	2017	2018	2019
minimo	<12	<12	<12	<12	<8
media	11	10	8	8	<8
massimo	69	66	66	71	65
50°	7	6	5	5	<8
90°	26	24	18	21	19
95°	34	32	26	29	26
98°	43	40	35	37	37
rendimento %	93	78	93	95	100

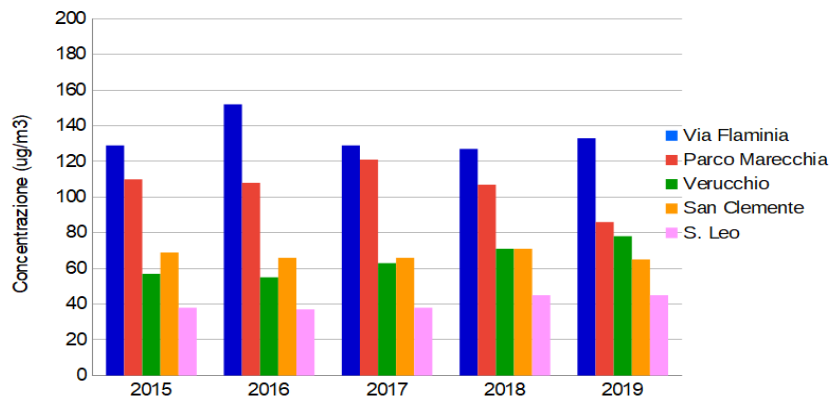
San Leo					
NO ₂ (µg/m ³)	2015	2016	2017	2018	2019
minimo	<12	<12	<12	<12	<8
media	6	7	4	6	<8
massimo	38	37	38	45	45
50°	6	4	3	4	<8
90°	13	18	8	11	11
95°	17	20	11	15	14
98°	22	25	17	21	20
rendimento %	90	73	88	88	98

Nelle figure successive sono riportati gli andamenti nell'ultimo quinquennio degli indicatori:

- media annuale delle concentrazioni di NO₂, parametro che coincide con il limite per la protezione della salute umana (40 µg/m³) e
- concentrazione massima oraria di NO₂ nell'anno, che fornisce indicazioni sull'altro valore limite, numero di superamenti della concentrazione media oraria di 200 µg/m³ (inferiore a 18); infatti è ormai da diversi anni che la concentrazione massima oraria di NO₂ non supera i 200 µg/m³ in nessuna delle postazioni della rete.



NO₂ - Concentrazione media annua nell'ultimo quinquennio



NO₂ - Concentrazione massima oraria nell'anno

NO₂ Giudizio sintetico

Biossido di azoto (NO₂)

Limite orario



Inferiore a 200 microgr/m³ per non più di 1 ora

Limiti annuali



Sforamento del limite orario per non più di 18 volte l'anno



Concentrazione media annua entro i 40 microgrammi/m³

Nel 2019 le concentrazioni di biossido di azoto risultano superiori a quelle degli ultimi due anni, sia come media annuale, sia come massimo orario, nelle stazioni urbane e sub urbane, invertendo così un timido trend in diminuzione che sembrava in via di consolidamento (soprattutto nelle medie annuali).

Gli NO₂ continuano a rappresentare una criticità nel territorio, non tanto con riferimento alle concentrazioni di breve periodo (il limite orario è rispettato da diverso tempo), quanto per quello di lungo periodo: la stazione Flaminia (TU) è una delle 4 stazioni, delle 47 che misurano l'NO₂ a livello regionale, in cui è stato superato il limite sulla media annuale (40 µg/m³).

2.6 - Benzene (C₆H₆)

Il benzene è una sostanza chimica liquida e incolore, dal caratteristico odore aromatico pungente. A temperatura ambiente volatilizza assai facilmente, cioè passa dalla fase liquida a quella gassosa.

L'effetto più noto dell'esposizione cronica riguarda la potenziale cancerogenicità del benzene sul sistema emopoietico (cioè sul sangue). L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) classifica il benzene come sostanza cancerogena di classe I, cioè con una evidenza di cancerogenicità per l'uomo di livello "sufficiente", ed in grado di produrre varie forme di leucemia. Per questo motivo l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) non fornisce un valore guida per il benzene: essendo un accertato cancerogeno non viene indicata una concentrazione in aria, associata a tempi di esposizione, al di sotto della quale non sono attesi effetti avversi per la salute, secondo le evidenze scientifiche disponibili.

In passato il benzene è stato ampiamente utilizzato come solvente in molteplici attività industriali e artigianali: produzione di gomma, plastica, inchiostri e vernici, nell'industria calzaturiera, nella stampa a rotocalco, nell'estrazione di oli e grassi etc.. La maggior parte del benzene oggi prodotto (85%) trova impiego nella chimica come materia prima per numerosi composti secondari, a loro volta utilizzati per produrre plastiche, resine, detergenti, fitofarmaci, intermedi per l'industria farmaceutica, vernici, collanti, inchiostri, adesivi e prodotti per la pulizia. Il benzene è, inoltre, contenuto nelle benzine, nelle quali viene aggiunto, insieme ad altri composti aromatici, per conferire le volute proprietà antidetonanti e per aumentare il "numero di ottani", in sostituzione dei composti del piombo.

LIMITI NORMATIVI - D.Lgs. 155 13/08/2010

Valore Limite	media annua	5 µg/m³
----------------------	--------------------	---------------------------

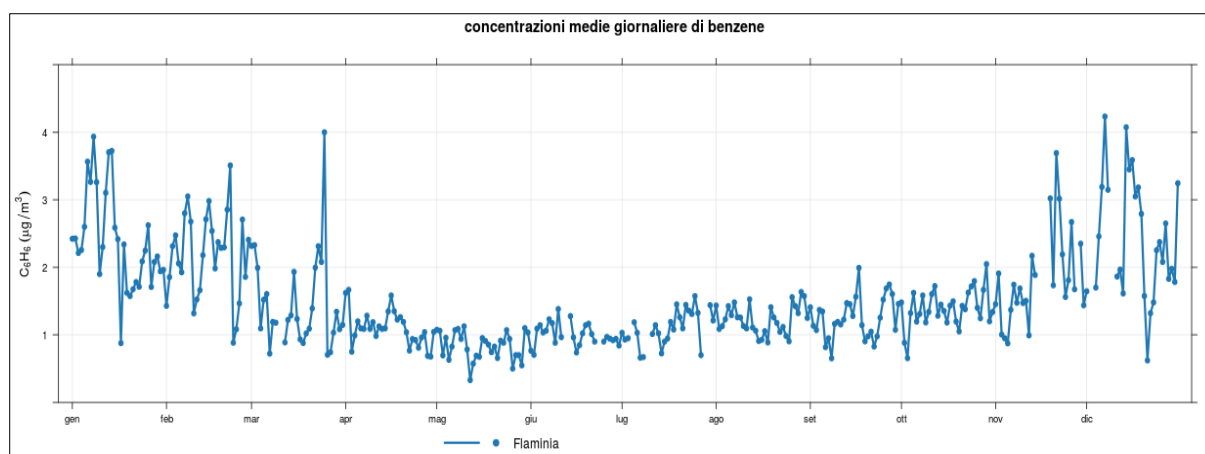
Considerato che la fonte principale di benzene nelle nostre città è riconducibile alle emissioni dei veicoli, l'analizzatore automatico per il monitoraggio del benzene è nella stazione di traffico urbano (Flaminia).

Di seguito vengono riportati i parametri statistici relativi ai dati rilevati presso questa stazione nel corso del 2019.

C₆H₆- Elaborazioni statistiche dei dati rilevati nel 2019

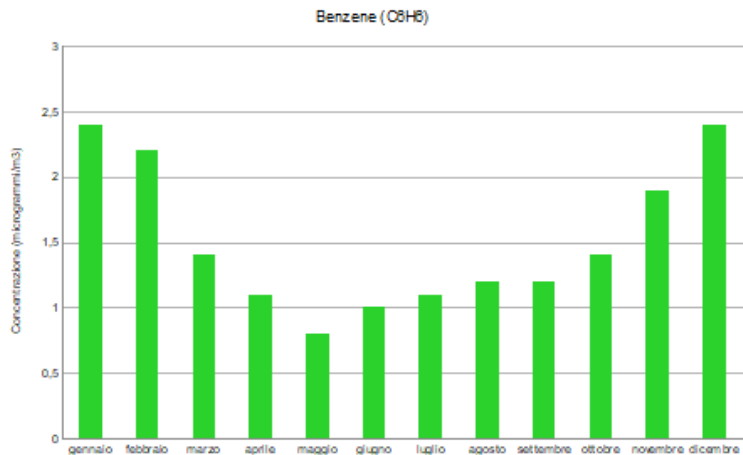
NOME STAZIONE		Statistiche C ₆ H ₆ - 2019							
		dati validi	Min	Max	Media	50°	90°	95°	98°
		%	(µg/m ³)			Percentile (µg/m ³)			
Flaminia	TU	98	<0,1	12,2	1,5	1,2	3,0	4,0	5,2

C₆H₆ (Benzene) Andamento giornaliero



C₆H₆ - Analisi delle medie mensili, trend settimanale e giornaliero

Nella figura seguente vengono invece riportati gli andamenti delle medie mensili registrati nella stazione nel corso del 2019.



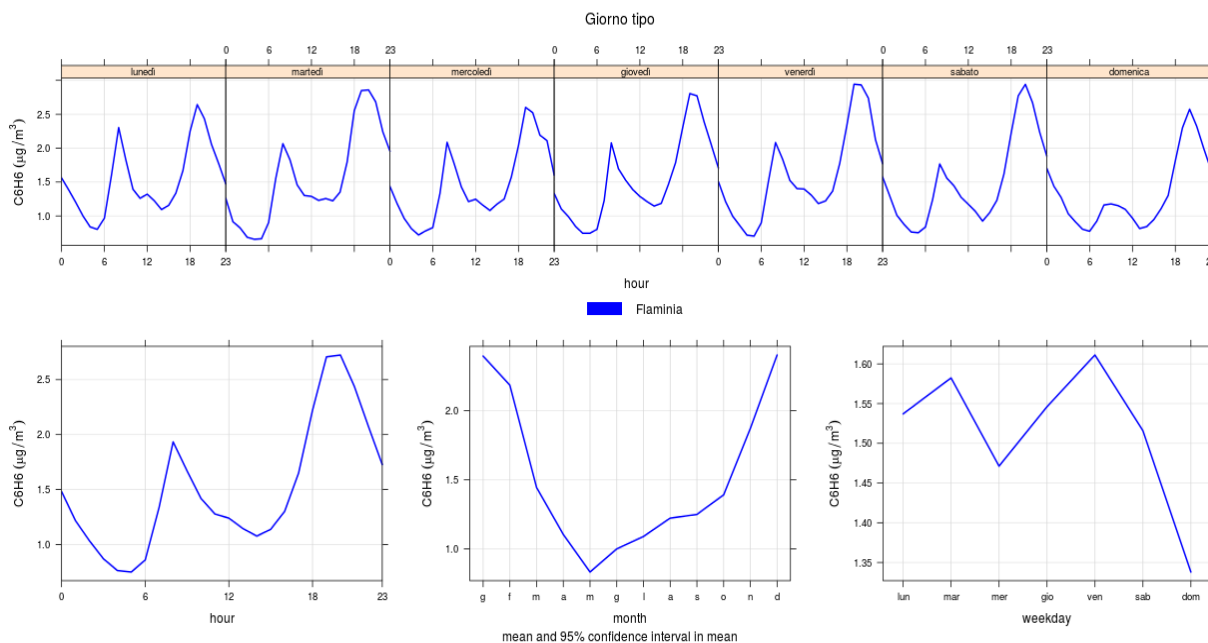
C₆H₆ - Concentrazione media mensile - 2019

Anche per il benzene, la stagione invernale è quella in cui si registrano le concentrazioni maggiori: concorrono a questa situazione sia una altezza di rimescolamento mediamente più bassa, sia un aumento di traffico legato al periodo di apertura delle scuole (la maggior parte all'interno del centro urbano).

La tendenza all'innalzamento delle concentrazioni registrata anche in nei mesi centrali del periodo estivo è probabilmente associabile alla presenza di traffico più intenso dovuto ai flussi turistici.

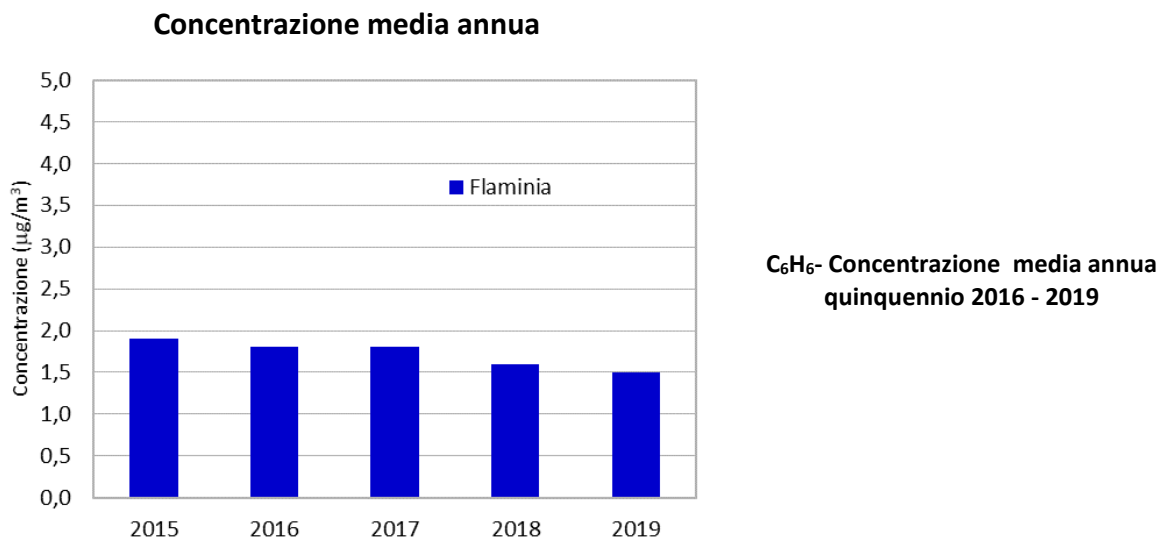
Invece nei mesi primaverili e autunnali, a cui è associata una maggiore ventilazione, si registrano concentrazioni più basse.

I grafici seguenti mostrano, con le stesse modalità già viste per l'NO₂, l'andamento del valore medio orario dei singoli giorni della settimana, l'andamento medio giornaliero, indipendentemente dal giorno della settimana, l'andamento del valore della media mensile e l'andamento del valore medio dei singoli giorni della settimana, del Benzene nella stazione di Via Flaminia. Interessante notare il brusco calo dei valori nel fine settimana. Come per l'NO₂, il Benzene è un tipico inquinante da traffico e la domenica è evidente la sua diminuzione.



C₆H₆ Serie storica

Nella figura successiva vengono riportati gli andamenti dei valori registrati nell'ultimo quinquennio per la media annuale, indicatore previsto dalla norma.



Durante il quinquennio 2015-2019 si è registrata una tendenza in lieve diminuzione del valore medio della concentrazione annuale e con valori ben inferiori al limite di riferimento di 5 µg/m³

C₆H₆ Serie storica Via Flaminia

Via Flaminia					
C ₆ H ₆ (µg/m ³)	2016	2017	2018	2018	2019
minimo	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	<0,1
media	1,8	1,8	1,6	1,6	1,5
massimo	23,2	10,4	10,2	10,2	12,2
50°	1,4	1,4	1,2	1,2	1,2
90°	3,5	3,4	2,9	2,9	3
95°	4,6	4,5	3,9	3,9	4
98°	6,5	5,9	5	5	5,2
rendimento %	89	93	96	96	98

C₆H₆ (Benzene) Giudizio sintetico

Le elaborazioni statistiche relative ai dati 2019 indicano per il benzene una concentrazione media annua pari a 1.5 µg/m³, valore che rispetta ampiamente il limite di legge (fissato a 5 µg/m³). Il dato, inoltre, è in linea con quanto riscontrato negli anni precedenti, con trend in lieve diminuzione.

Poiché più del 2% delle concentrazioni orarie (quindi più di 175 dati in un anno) sono superiori a 5 µg/m³ (alcune superano anche i 10 µg/m³) ed il benzene è un accertato cancerogeno, l'attenzione sul monitoraggio di questo inquinante è opportuno rimanga alta.

2.7 – Monossido di carbonio (CO)

Il CO (Monossido di Carbonio) è un tipico prodotto derivante dalla combustione; è incolore e inodore. Il Monossido di Carbonio si forma durante la combustione in difetto di aria e, cioè, quando il quantitativo di ossigeno non è sufficiente per ossidare completamente le sostanze organiche.

A bassissime dosi il CO non è pericoloso, ma già a livelli di concentrazione nel sangue pari al 10-20% il soggetto avverte i primi sintomi dovuti all'esposizione di monossido di carbonio, quali lieve emicrania e stanchezza.

La principale sorgente di CO è storicamente rappresentata dal traffico veicolare (circa l'80% delle emissioni a livello mondiale), essendo presente, in particolare, nei gas di scarico dei veicoli a benzina.

La concentrazione di CO emessa dagli scarichi dei veicoli è strettamente connessa alle condizioni di funzionamento del motore: si registrano concentrazioni più elevate con motore al minimo e in fase di decelerazione, condizioni tipiche di traffico urbano intenso e rallentato. La continua evoluzione delle tecnologie utilizzate ha comunque permesso di ridurre al minimo la presenza di questo inquinante in aria.

LIMITI NORMATIVI - D.Lgs. 155 13/08/2010

Valore Limite	massima media mobile di 8 ore giornaliera	10 mg/m³
----------------------	--	----------------------------

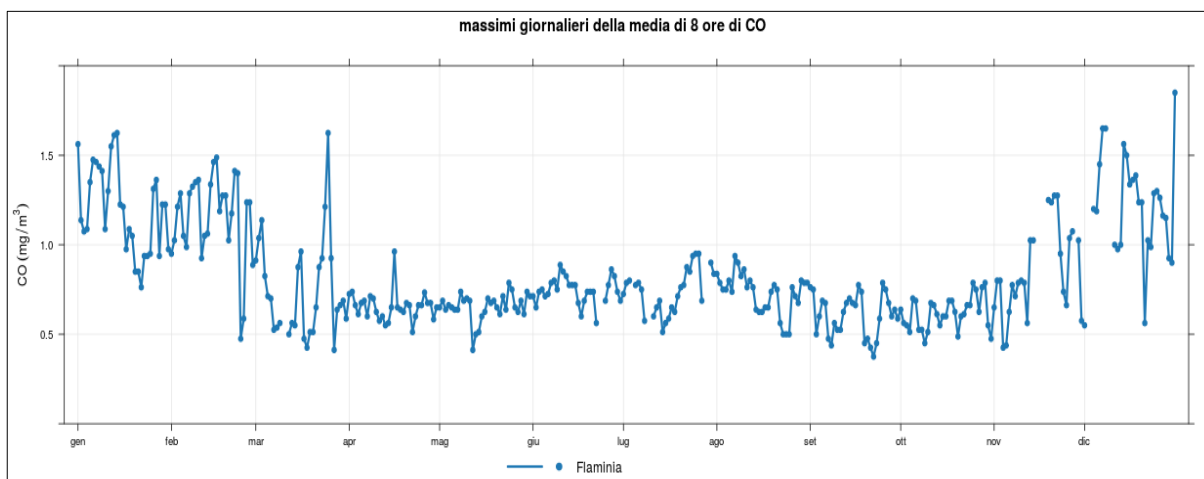
Considerato che la fonte principale di CO nelle nostre città è riconducibile alle emissioni dei veicoli, l'analizzatore automatico per il monitoraggio di questo inquinante, così come quello del benzene, è nella stazione di traffico urbano (Flaminia).

Di seguito vengono riportati i parametri statistici relativi ai dati rilevati presso questa stazione nel corso del 2019.

CO (Monossido di carbonio) Elaborazioni statistiche dei dati annuali

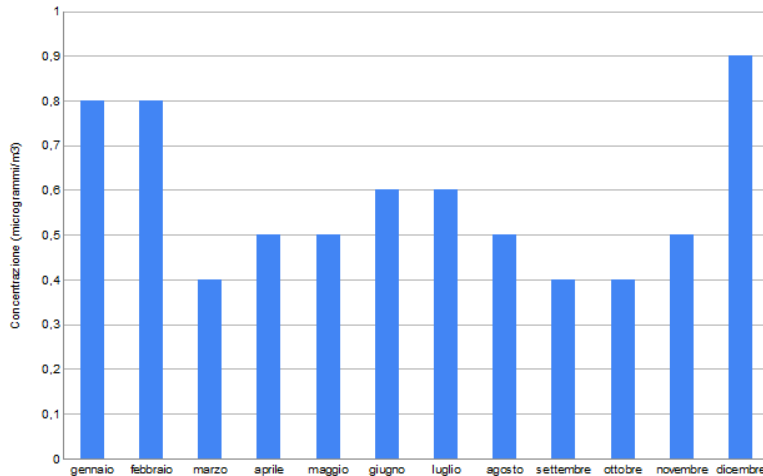
NOME STAZIONE		Statistiche CO - 2019								
		dati validi	Min	Max	Media	50°	90°	95°	98°	Superamenti
		%	(µg/m ³)			Percentile (µg/m ³)				N°
Flaminia	TU	100	<0,4	2,7	0,6	0,5	1,0	1,2	1,4	0

CO (Monossido di carbonio) Andamenti giornalieri



CO Analisi delle medie mensili, trend settimanale e giornaliero

Nella figura seguente vengono invece riportati gli andamenti delle medie mensili registrati nella stazione nel corso del 2019.

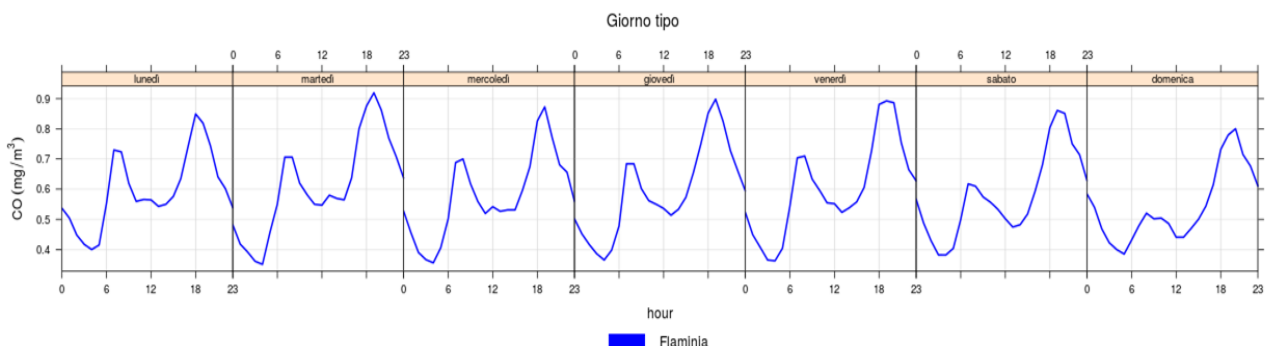


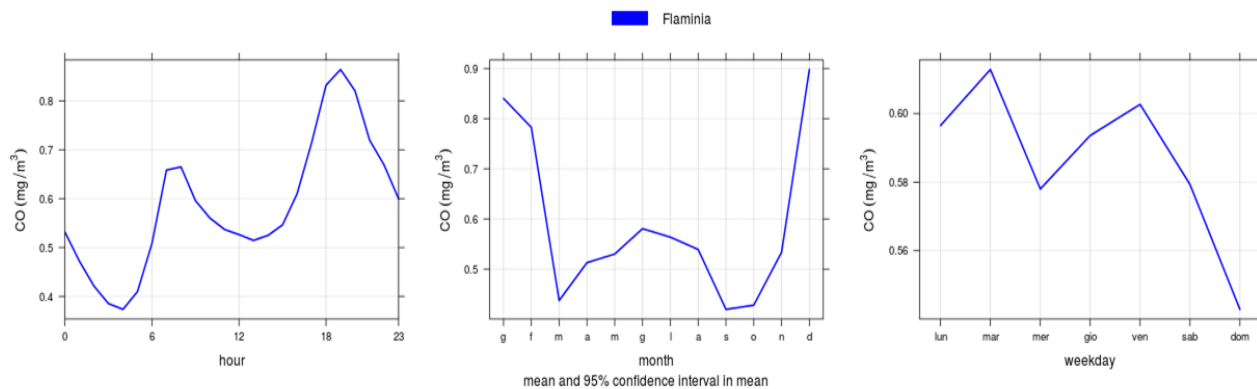
CO - Concentrazione media mensile - 2019

L'andamento delle concentrazioni medie mensili è simile a quello del benzene, anche se per il CO è più evidente l'innalzamento delle concentrazioni anche in nei mesi centrali del periodo estivo, a riprova della buona correlazione fra concentrazioni di CO e traffico (di cui il monossido di carbonio si conferma un ottimo tracciante).

I grafici seguenti mostrano, con le stesse modalità di altri inquinanti già discussi, l'andamento del valore medio orario dei singoli giorni della settimana, l'andamento medio giornaliero, indipendentemente dal giorno della settimana, l'andamento del valore della media mensile e l'andamento del valore medio dei singoli giorni della settimana, del Monossido di carbonio nella stazione di Via Flaminia. Le differenze apparentemente significative nell'arco della giornata e nel corso della settimana sono comunque molto vicine al limite strumentale di rilevabilità.

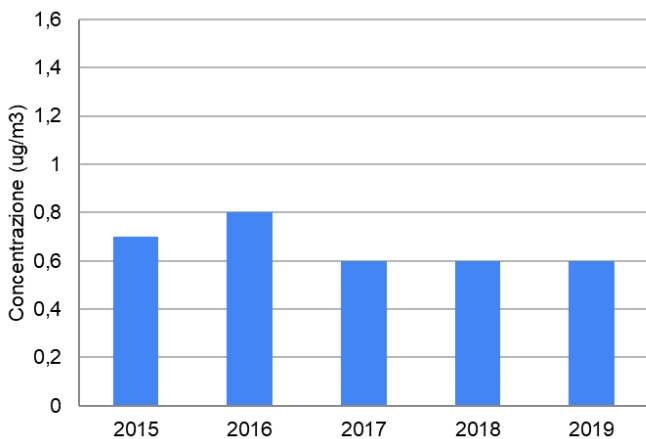
L'andamento, molto simile a quello del Benzene, evidenzia valori estremamente bassi. Interessante notare il brusco calo dei valori nel fine settimana. Come per l'NO₂ e il Benzene, il CO è un tipico inquinante da traffico e nel fine settimana (domenica) è evidente la sua diminuzione.



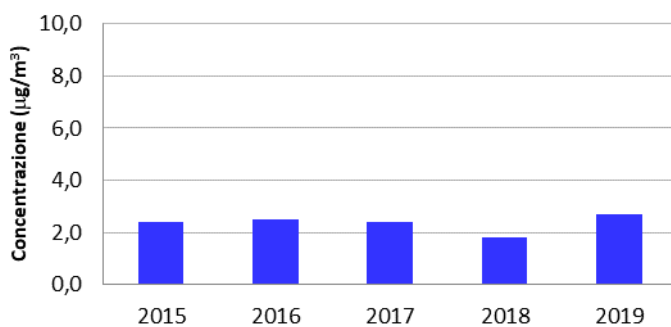


CO - Serie storica

Le figure riportano il valore medio annuo e la massima concentrazione su 8 ore (indicatore previsto dalla normativa) nell'ultimo quinquennio per il CO nella postazione di traffico urbano (Flaminia):



**CO - Concentrazione
 media annua
 quinquennio 2016 - 2019**



**CO - Max Concentrazione
 media su 8 h
 quinquennio 2016 - 2019**

Nel quinquennio si sono registrate sempre concentrazioni medie annuali molto basse e costanti nel tempo. Il trend relativo al valore massimo della media mobile su 8 ore nell'ultimo quinquennio indica come per questo inquinante la situazione non presenti criticità: non si sono mai registrati superamenti del valore limite previsto per la media su otto ore.

Sebbene nel 2019 si registri una lieve tendenza all'innalzamento della concentrazione, questa rimane comunque ben al di sotto del limite previsto dal D.Lgs. 155/2010.

CO Serie storica Via Flaminia

Via Flaminia					
CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2015	2016	2017	2018	2019
minimo	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0,4
media	0,7	0,8	0,6	0,6	0,6
massimo	3,6	3,4	2,4	2,7	2,7
max 8h	2,4	2,5	2,4	1,8	2,3
50°	0,6	0,7	0,5	0,5	0,5
90°	1,2	1,2	0,9	0,9	1
95°	1,4	1,4	1,1	1,1	1,2
98°	1,8	1,7	1,4	1,4	1,4
rendimento %	94	94	95	95	100

CO - Giudizio sintetico

Il 2019 ha visto valori massimi di CO in linea con quelli registrati negli anni precedenti.

Il valore massimo della media di 8 ore si posiziona a circa un quarto del valore limite.

Le concentrazioni orarie di CO sono spesso inferiori al limite di quantificazione strumentale ($0.4 \text{ mg}/\text{m}^3$), soprattutto d'estate, rendendo l'inquinante quantificabile praticamente solo nella stagione invernale.

I grafici e i dati sopra riportati indicano come le concentrazioni di CO, relativamente al rispetto del limite previsto dalla norma per il "Valore massimo della media mobile giornaliera su 8 ore", non rappresentino un fattore di criticità.

2.8 - IPA - Benzo(a)pirene

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) costituiscono un numeroso gruppo di composti organici formati da uno o più anelli benzenici. In generale, si tratta di sostanze solide a temperatura ambiente, scarsamente solubili in acqua, degradabili in presenza di radiazione ultravioletta e altamente affini ai grassi presenti nei tessuti viventi.

Il composto più studiato e rilevato è il benzo(a)pirene, e presenta una struttura con cinque anelli aromatici condensati. È una delle prime sostanze delle quali si è accertata la cancerogenicità ed è stata, quindi, utilizzata come indicatore dell'intera classe di composti policiclici aromatici. In particolare, nove persone su centomila esposte a una concentrazione di 1 ng/m³ di Benzo(a)pirene sono a rischio di contrarre il cancro, concentrazione dalla quale è stato individuato il limite proposto.

Gli idrocarburi policiclici aromatici sono contenuti nel carbone e nei prodotti petroliferi (particolarmente nel gasolio e negli oli combustibili).

Essi vengono emessi in atmosfera come residui di combustioni incomplete in alcune attività industriali (cokerie, produzione e lavorazione grafite, trattamento del carbon fossile) e nelle caldaie (soprattutto quelle alimentate con combustibili solidi e liquidi pesanti); inoltre sono presenti nelle emissioni degli autoveicoli (sia diesel, che benzina). In generale l'emissione di IPA nell'ambiente risulta molto variabile a seconda del tipo di sorgente, del tipo di combustibile e della qualità della combustione.

La presenza di questi composti nei gas di scarico degli autoveicoli è dovuta sia alla frazione presente come tale nel carburante, sia alla frazione che per pirosintesi ha origine durante il processo di combustione.

Così come per As, Cd e Ni, anche per il B(a)p, il decreto propone un valore obiettivo al 31/12/2012.

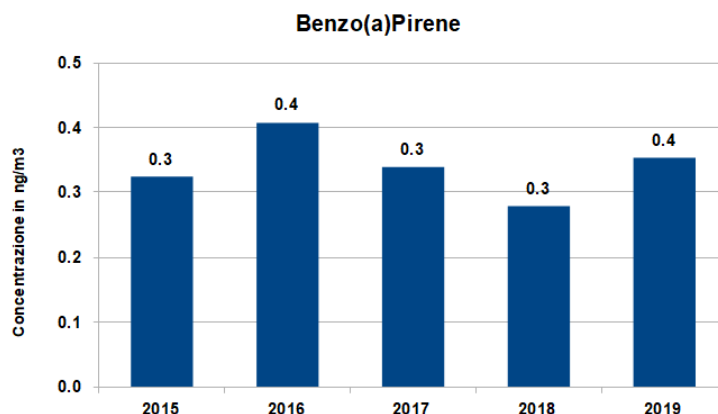
LIMITI NORMATIVI - D.L.gs 155 13/08/2010

Valore Obiettivo	media annua	1,0 ng/m ³
------------------	-------------	-----------------------

La determinazione del Benzo(a)pirene viene effettuata su un campione di filtri raccolti nel corso di un mese. Le analisi sono effettuate sui filtri utilizzati per la determinazione giornaliera del PM₁₀ nella stazione di fondo urbano (Parco Marecchia). La media annuale, effettuata a partire dalle medie mensili, è pari a:

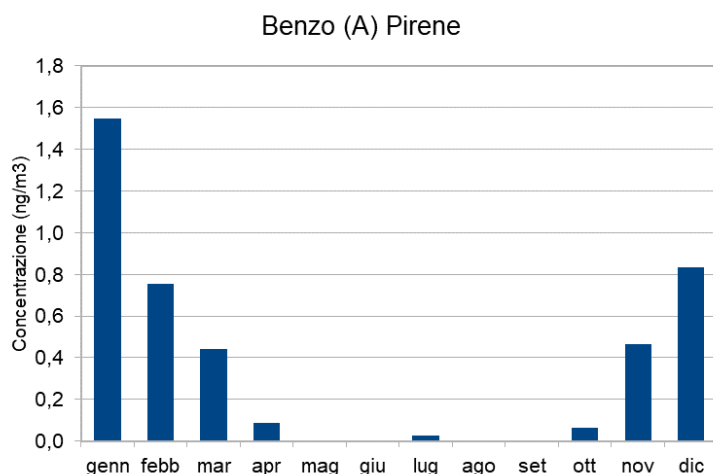
	B(a)P (ng/m³)
Media annuale	0,4

La concentrazione del BaP nel 2019 è meno della metà di quanto previsto come obiettivo dalla normativa. Nella figura successiva si riporta l'andamento delle concentrazioni medie annue di B(a)P rilevate nel PM₁₀ di parco Marecchia negli ultimi 5 anni: le concentrazioni nel quinquennio mostrano una continua e modesta variazione dei valori rilevati rispetto ad un valore mediano, pari a circa 0,35 ng/m³.



Anche per questo inquinante – misurato sul PM₁₀ - l'andamento delle concentrazioni medie mensili (grafico successivo) mostra valori di concentrazione maggiore nei mesi invernali.

Durante il 2019 i mesi più critici sono stati Gennaio, Febbraio e Dicembre; a Gennaio la concentrazione media mensile è stata una volta e mezzo il valore obiettivo.



Benzo(a)Pirene - Giudizio sintetico

Il valore obiettivo di 1 ng/m³ viene rispettato nella stazione di Parco Marecchia nel 2019.

Le concentrazioni dell'ultimo quinquennio sono stabili e contenute ma, data la classificazione di questo inquinante come accertato cancerogeno e le "punte" che si riscontrano nei mesi invernali, è necessario proseguire nel monitoraggio per verificare che non si instaurino processi che portino ad un peggioramento della situazione.

3. Aspetti meteorologici

La Provincia di Rimini, non particolarmente estesa, occupa la fascia costiera più meridionale della Romagna, con un entroterra costituito da un settore pianeggiante nella zona nord esteso anche diversi chilometri, in progressiva riduzione procedendo verso sud fino a scomparire nelle zone di Riccione e Cattolica e una fascia collinare e montuosa appenninica.

Il clima è tra quello temperato sublitoraneo per la vicinanza al mare e quello temperato sub continentale per la vicinanza con la Pianura Padana.

Il vento tipico è il Garbino o Libeccio che discende dai monti e porta le temperature a picchi di 38 o 40 gradi con tassi di umidità molto bassi.

La piovosità annua è di circa 754 mm distribuita nel corso dell'anno, anche se l'inverno resta la stagione più asciutta.

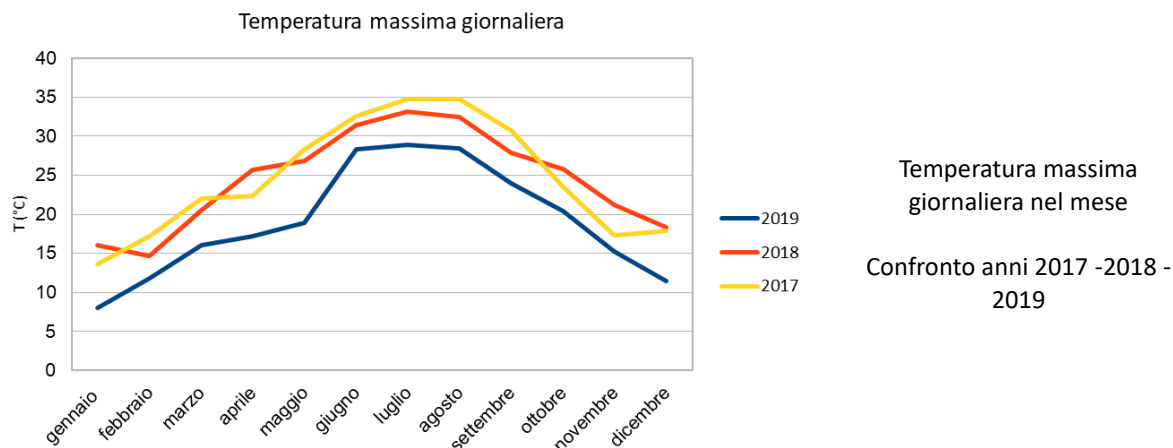
Le condizioni meteorologiche interagiscono in vari modi con i processi di formazione, dispersione, trasporto e deposizione degli inquinanti ed alcuni indicatori meteorologici possono essere posti in relazione con tali processi. In particolare:

- La **temperatura dell'aria**: ad elevate temperature sono, in genere, associati elevati valori di ozono, mentre basse temperature, durante il periodo invernale, sono spesso correlate a condizioni di inversione termica che tendono a confinare gli inquinanti in prossimità della superficie e quindi a fare aumentare le concentrazioni misurate.
- Le **precipitazioni e la nebbia** influenzano la deposizione e la rimozione umida di inquinanti. L'assenza di precipitazioni e di nubi riduce la capacità dell'atmosfera di rimuovere, attraverso i processi di deposizione umida e di dilavamento, gli inquinanti, in particolare le particelle fini.
- **L'intensità del vento** influenza il trasporto e la diffusione degli inquinanti; elevate velocità del vento tendono a favorire la dispersione degli inquinanti immessi vicino alla superficie.
- La **direzione del vento** influenza in modo diretto la dispersione degli inquinanti.

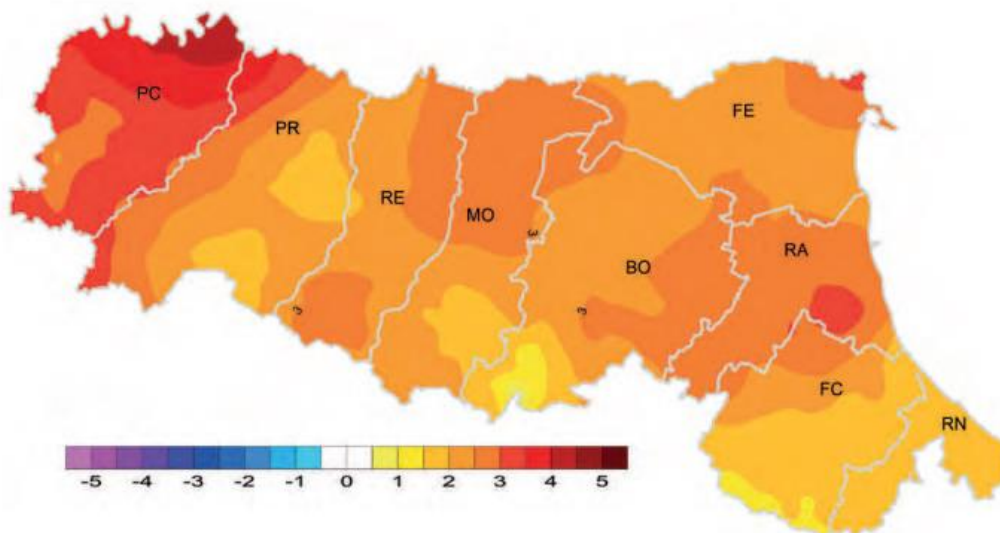
Di seguito viene riportata una breve analisi di questi indicatori regionale (dati SIMC) e provinciale; quest'ultima elaborazione utilizza, fra l'altro, i dati della stazione meteo urbana di p.zza Gramsci a Rimini, oltre a quella di Pennabilli (collina) per la direzione e velocità del vento.

3.1 - Temperatura

In figura sono riportate le temperature massime giornaliere nel mese, rilevate dalla stazione di Rimini durante il 2019, messe a confronto con quelle dei due anni precedenti.



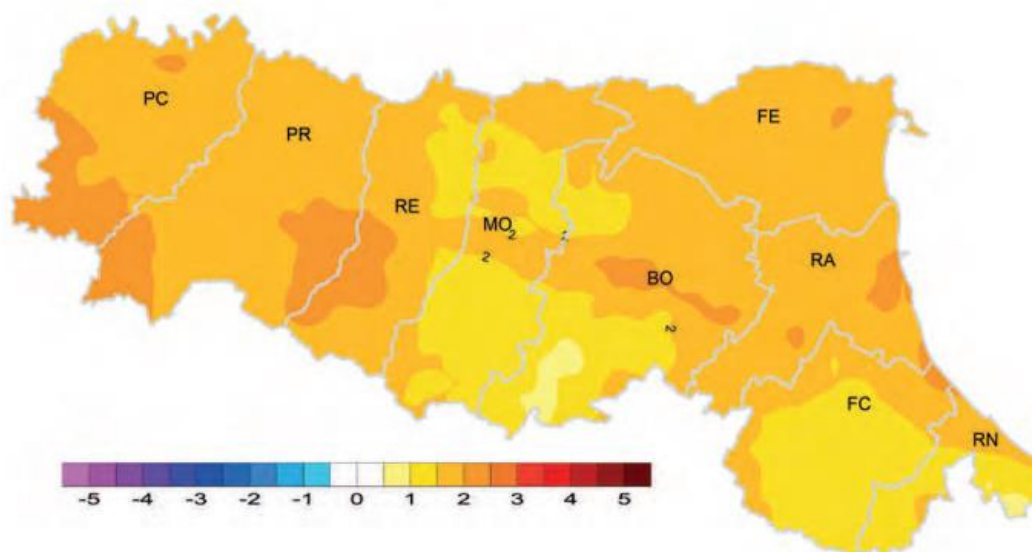
Gli andamenti dei massimi di temperatura durante il 2017 e 2018 sono molto simili, mentre nel 2019 si sono registrate temperature decisamente inferiori in tutti i mesi, tanto è vero che la temperatura media annuale del 2017 e 2018, di circa 24°C, è scesa, nel 2019, a 19,1°C (quasi 5°C in meno rispetto agli anni precedenti). Se si considerano le anomalie della media annua della temperatura massima del 2019, calcolate rispetto al 1961-1990, queste sono state positive su tutta la regione (mappa sotto), con valori più alti nella parte settentrionale della provincia di Piacenza (fino +4 °C). Nella provincia di Rimini la media annuale del 2019, nonostante sia inferiore rispetto ai due anni precedenti, risulta superiore di circa 2 gradi rispetto al clima 1961-1990 .



Anomalia della media della **temperatura massima** (°C) dell'anno 2019 rispetto al clima 1961-1990

Anche la distribuzione spaziale dei valori medi annui di temperatura media, registrati nel 2019 in regione, ha mostrato valori compresi tra 7 e 15 °C e, nella provincia di Rimini tra 11,6 e 15.1 °C .

Si sono osservati valori positivi di anomalia su tutta la regione, compresi tra +1 e +2,5 °C. Le anomalie più intense sono state registrate principalmente sull'Appennino occidentale e nella zona confinante tra le province di Parma e Reggio Emilia, mentre nella provincia di Rimini il valore di anomalia della temperatura media, nel 2019 rispetto al clima 1961- 1990, è compreso fra 1,0 e 1,9 °C.



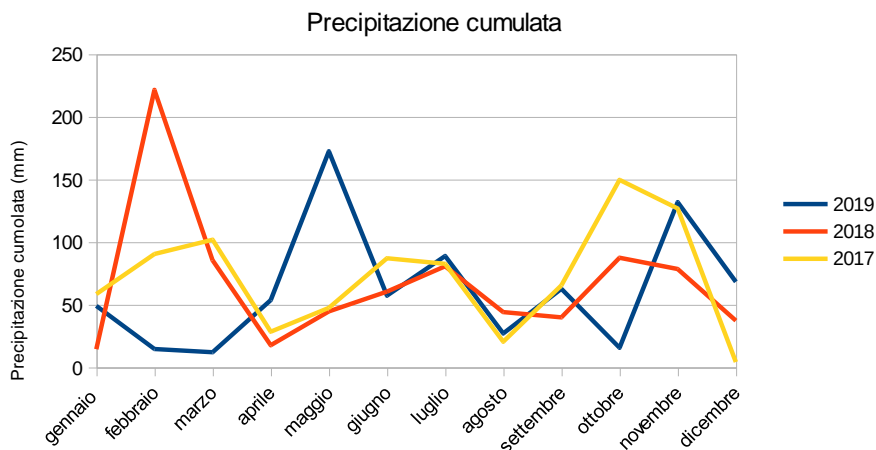
Anomalia della **temperatura media** (°C) dell'anno 2019 rispetto al clima 1961-1990

Di seguito si riportano i valori climatici della temperatura media nei comuni della provincia di Rimini:

COMUNE	T _{med} 2019 (°C)	Anomalia T _{med} (1961-1990)
BELLARIA-IGEA MARINA	14,9	1,9
CASTELDELCI	11,6	1,5
CATTOLICA	15,1	1,6
CORIANO	14,6	1,4
GEMMANO	14,1	1,1
MAIOLO	13,1	1,4
MISANO ADRIATICO	14,9	1,5
MONDAINO	14,5	1,0
MONTE COLOMBO	14,4	1,2
MONTEFIORE CONCA	14,4	1,0
MONTEGRIDOLFO	14,9	1,2
MONTESCUDO	14,1	1,1
MORCIANO DI ROMAGNA	14,8	1,3
NOVAFELTRIA	13,3	1,3
PENNABILLI	12,2	1,4
POGGIO BERNI	14,6	1,6
RICCIONE	15,0	1,6
RIMINI	14,8	1,6
SALUDECIO	14,6	1,1
SAN CLEMENTE	14,7	1,3
SAN GIOVANNI IN MARIGNANO	14,9	1,4
SAN LEO	13,5	1,3
SANT'AGATA FELTRIA	14,8	1,8
SANTARCANGELO DI ROMAGNA	11,6	1,3
TALAMELLO	13,5	1,2
TORRIANA	14,1	1,3
VERUCCHIO	14,2	1,4

3.2 - Precipitazioni

Le precipitazioni cumulate mensili registrate a Rimini nel corso del 2019, confrontate con quelle del 2017 e 2018:

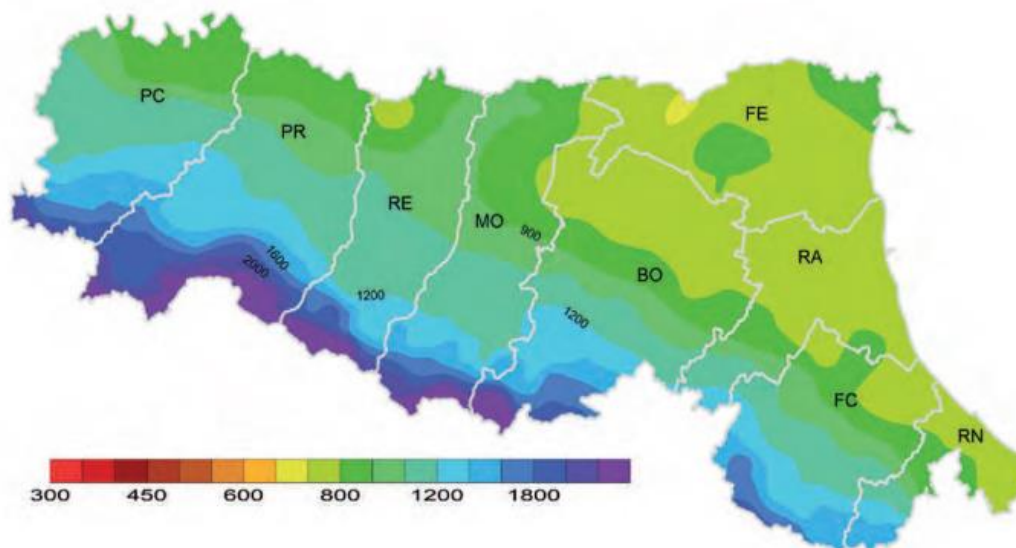


Rispetto al 2017 e 2018 l'intensità dei fenomeni di pioggia è stata generalmente inferiore, fatta eccezione per i mesi di Maggio e Novembre. L'intensità delle precipitazioni costituisce una situazione favorevole alla

rimozione degli inquinanti, mentre in un periodo più secco viene favorito l'accumulo, in particolare in condizioni di scarsa ventilazione, come accade spesso nei mesi invernali.

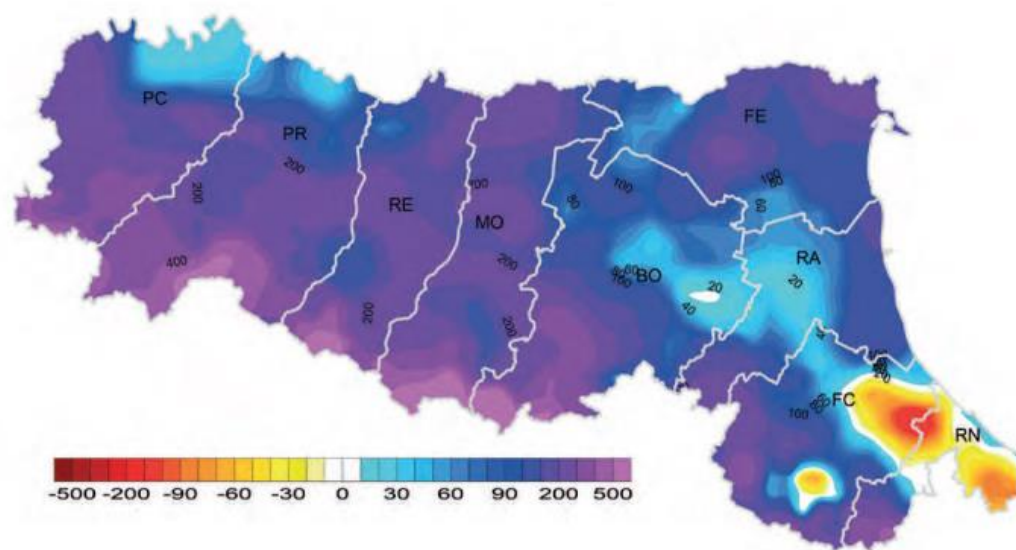
A livello regionale, la distribuzione spaziale della precipitazione cumulata annuale, nel 2019, varia tra circa 700 mm (nella pianura della Romagna) e 2.400 mm (sull'Appennino).

La zona della provincia di Rimini, insieme a quella della pianura della Romagna, registra bassi valori assoluti di piovosità.



Precipitazioni totali annue (mm), anno 2019

Inoltre, se si considera la mappa dell'anomalia di precipitazione regionale si evidenzia che, rispetto ad una distribuzione quasi omogenea di anomalie positive su tutto il territorio regionale (cioè la pioggia caduta nel 2019 risulta superiore alla media del periodo 1961-1990), alcune aree isolate delle province di Rimini e Forlì-Cesena costituiscono delle singolarità, con anomalie decisamente positive. Nella provincia di Rimini si sono registrati anche 103 mm di pioggia in meno nel 2019 rispetto alla media 1961 – 1990 nel comune di Poggio Berni (Mappa e tabella a seguire).



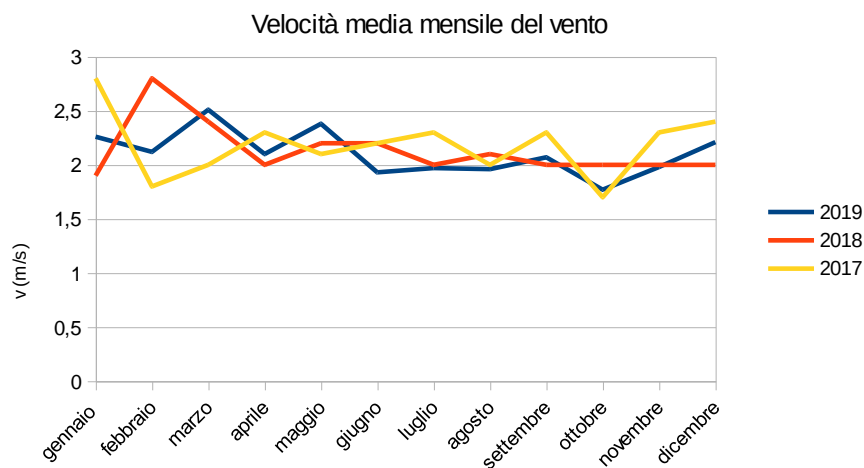
Anomalia delle precipitazioni totali (mm) dell'anno 2019 rispetto al clima 1961-1990

Questo dato risulta correlato al numero di giorni piovosi: in alcune zone della provincia di Rimini si registrano lievi anomalie negative locali, di circa -5 giorni.

Di seguito si riportano i valori climatici della precipitazione nei comuni della provincia di Rimini:

COMUNE	Prec. 2019 (mm)	Anomalia Prec (1961-1990)
BELLARIA-IGEA MARINA	778	-27
CASTELDELCI	1476	305
CATTOLICA	750	11
CORIANO	778	-35
GEMMANO	790	-64
MAIOLO	1047	88
MISANO ADRIATICO	743	-15
MONDAINO	773	-72
MONTE COLOMBO	770	-71
MONTEFIORE CONCA	761	-84
MONTEGRIDOLFO	727	-94
MONTESCUDO	808	-49
MORCIANO DI ROMAGNA	729	-77
NOVAFELTRIA	1059	105
PENNABILLI	1318	271
POGGIO BERNI	811	-103
RICCIONE	753	15
RIMINI	775	-23
SALUDECIO	741	-74
SAN CLEMENTE	745	-64
SAN GIOVANNI IN MARIGNANO	739	-23
SAN LEO	908	6
SANT'AGATA FELTRIA	761	22
SANTARCANGELO DI ROMAGNA	1476	116
TALAMELLO	1035	90
TORRIANA	855	-44
VERUCCHIO	836	-47

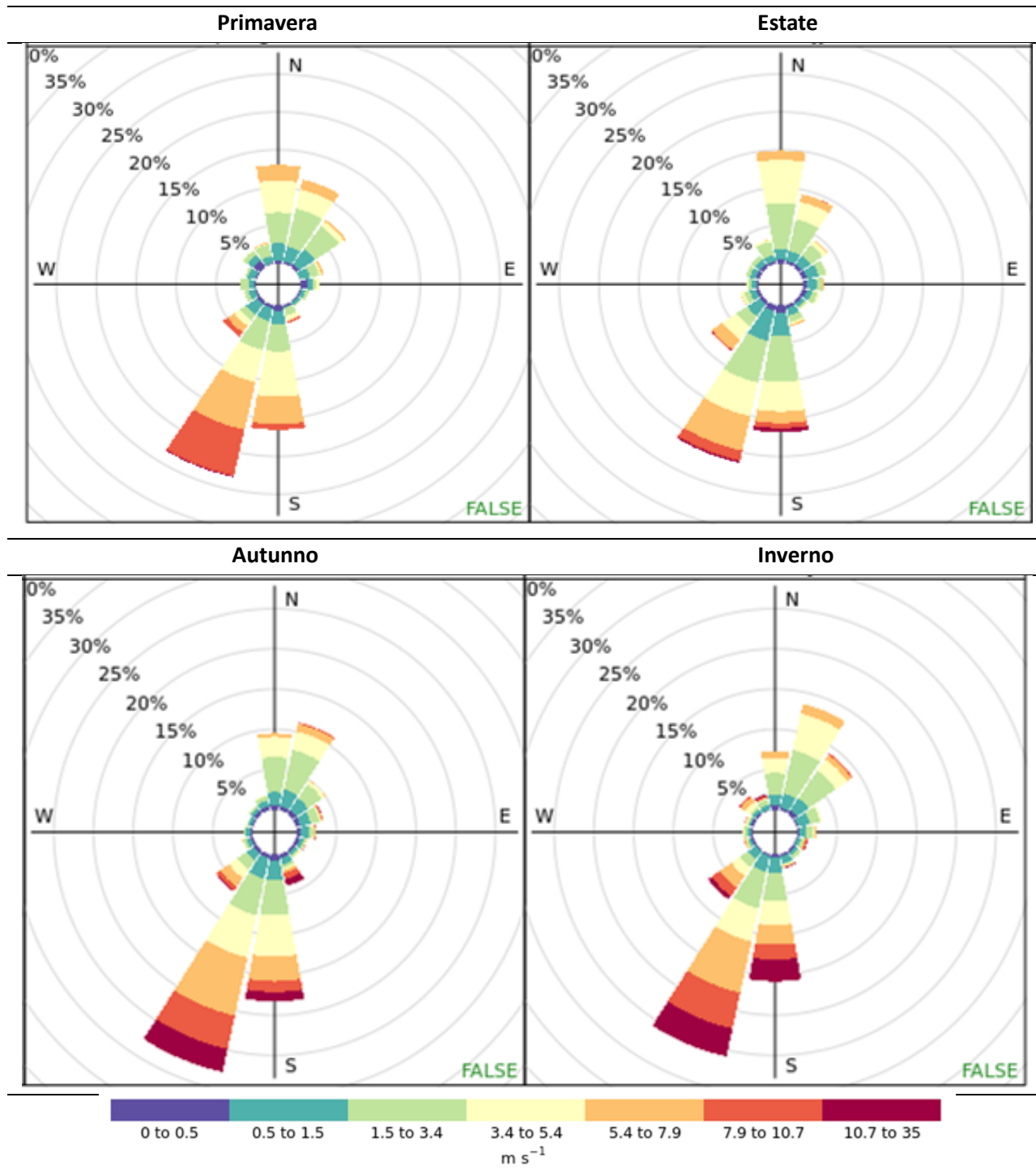
3.3 - Velocità e direzione del vento



La figura riporta la velocità media mensile del vento nell'ultimo triennio, rilevata dalla stazione di Rimini. Gli andamenti risultano simili, con velocità generalmente basse, più sostenute nei mesi invernali.

Nei riquadri sottostanti sono riportate le rose dei venti⁵ stagionali in due stazioni della provincia, una in zona collinare (Pennabilli) e l'altra sulla costa (Rimini).

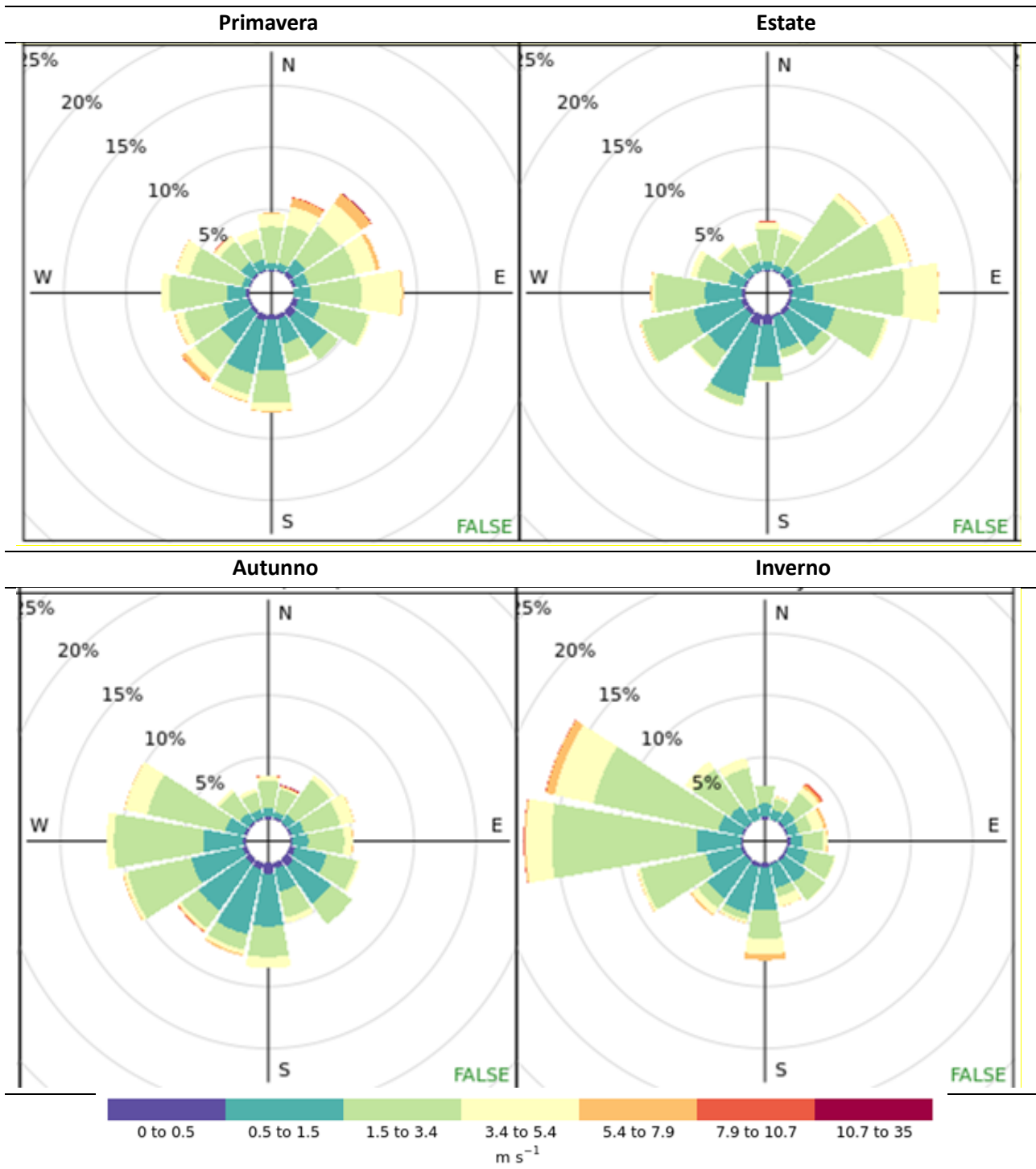
PENNABILLI



Frequenza percentuale della direzione del vento e relative classi di velocità (m/s)

⁵ La **rosa dei venti** è uno strumento grafico di analisi statistica per dati direzionali, che consente di rappresentare in maniera sintetica la distribuzione delle velocità del vento per direzione di provenienza in un determinato luogo. Si tratta di un grafico polare in cui per ciascuna direzione i bracci sono colorati con bande corrispondenti alle classi di velocità del vento. La lunghezza dei bracci varia in funzione della frequenza dei venti in ciascuna direzione.

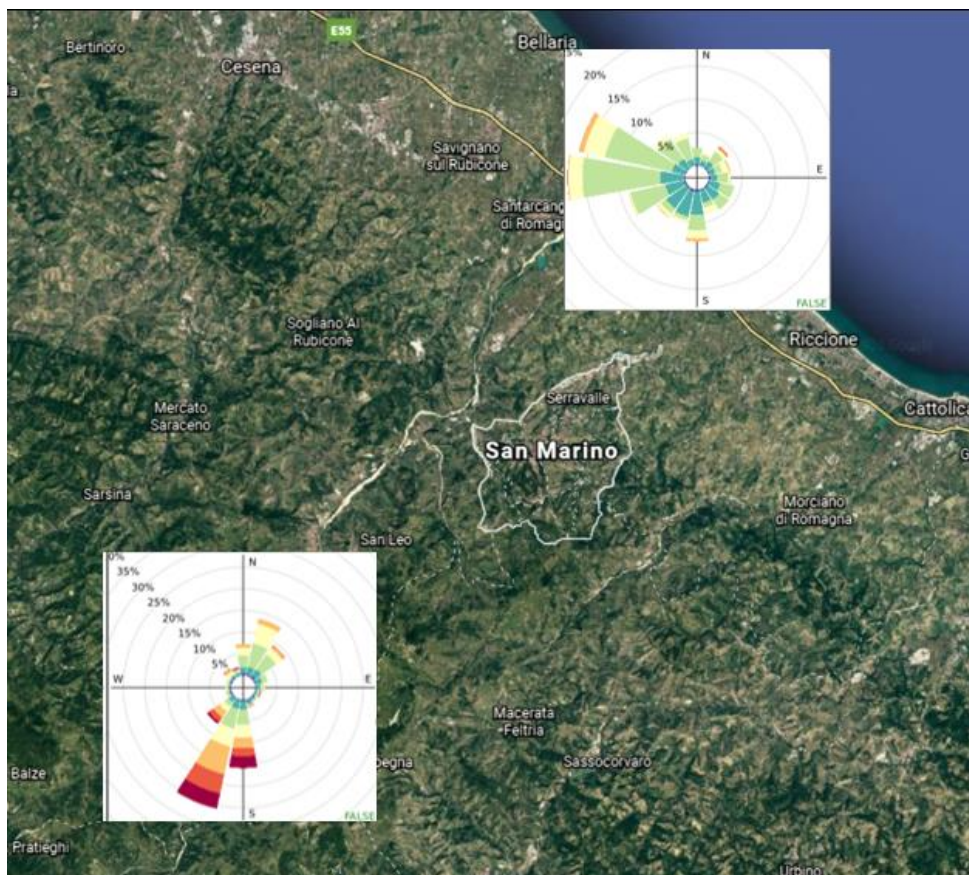
RIMINI



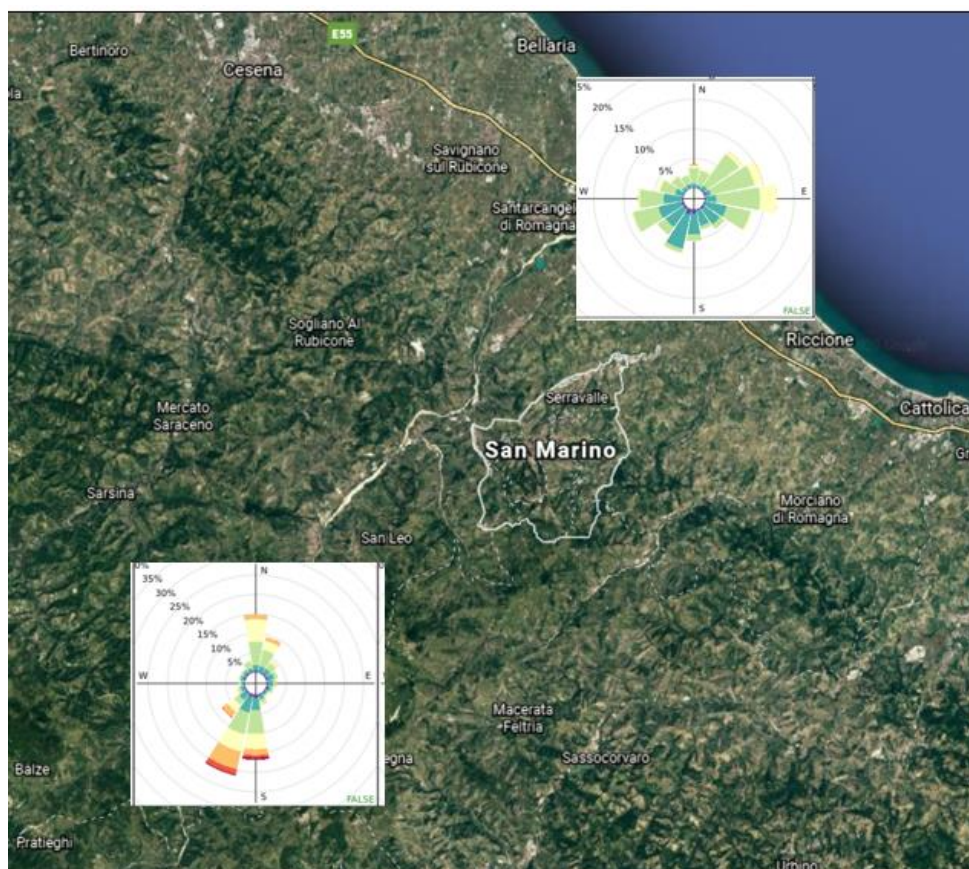
Frequenza percentuale della direzione del vento e relative classi di velocità (m/s)

In zona collinare le rose appaiono molto simili nelle quattro stagioni, con venti più sostenuti nella stagione autunnale e invernale; a Rimini, invece, le rose mostrano una maggiore variabilità stagionale dovuta principalmente ai fenomeni di brezza che si instaurano nelle diverse stagioni vicino alla costa. La rosa dei venti nelle due stagioni, inverno ed estate, nelle due postazioni risulta molto diversa, sia in termini di intensità del vento (velocità) sia di direzione prevalente: in inverno la direzione prevalente di provenienza del vento a Rimini è da O-ONO, mentre a Pennabilli è S-SSO; in estate mentre quella di Pennabilli non varia sensibilmente, a Rimini è più distribuita nelle diverse direzioni, con una prevalenza dal settore N-E (brezza di mare).

INVERNO



ESTATE



4. La qualità dell'aria in sintesi in Provincia

PM ₁₀	
<i>Stato attuale</i>	Il valore limite sulla media annuale, previsto dalla norma già dal 01 gennaio 2005, è rispettato su tutto il territorio provinciale. Il numero di superamenti del valore limite sulla media giornaliera, sempre previsto dalla norma dal 01 gennaio 2005, è invece superato presso la stazione Urbana da Traffico di Via Flaminia e presso la stazione di Fondo Urbano di Parco Marecchia. I monitoraggi condotti confermano la criticità di questo indicatore in una buona parte del territorio provinciale compreso nella Zona Pianura Est (IT08103).
<i>Trend</i>	Dal 2015, per gli indicatori associati all'inquinante si registrano valori che oscillano, per le diverse postazioni di misura, attorno a valori caratteristici del sito. Questo andamento può essere associato anche alle condizioni meteo che si manifestano nei diversi anni e che hanno favorito.
PM 2.5	
<i>Stato attuale</i>	Il valore limite previsto dalla norma per la media annuale, in vigore già dal 01 gennaio 2005, è rispettato su tutto il territorio provinciale.
<i>Trend</i>	Nell'ultimo quinquennio, anche per questo parametro le concentrazioni sembrano oscillare attorno a valori caratteristici delle singole postazioni di misura. Al limite, nel quinquennio, sembra manifestarsi una leggera tendenza alla diminuzione.
As, Cd, Ni, Pb	
<i>Stato attuale</i>	Per Arsenico, Cadmio e Nichel le concentrazioni medie annuali rilevate nel 2019 sono ampiamente inferiori ai singoli "Valore Obiettivo" previsti dalla norma già dal 31 dicembre 2012. Per il Piombo le concentrazioni rilevate sono al di sotto del "Valore Limite" previsto dalla norma già dal 01 gennaio 2005.
<i>Trend</i>	Per tutti i metalli ricercati, il trend in diminuzioni che si era verificato dal 2015 al 2018 non è stato confermato nel 2019, in ogni caso le concentrazioni sono inferiori ai valori limite. Quindi, nonostante le modeste variazioni osservate nel quinquennio, si associa a tutti questi indicatori un trend stabile.
O ₃	
<i>Stato attuale</i>	Durante il 2019, in tutto il territorio, non è mai stata superata la "Soglia di Allarme", mentre la "Soglia di informazione della popolazione" è stata superata 2 volte presso la stazione di Parco Marecchia e 5 volte presso la stazione di Verucchio. Relativamente ai valori obiettivo calcolati come medie poliennali non è stato rispettato il "Valore obiettivo per la protezione della salute umana", previsto dalla norma. Anche il "Valore obiettivo per la protezione della vegetazione", previsto dalla norma a partite dal 01 gennaio 2010 con riferimento al quinquennio 2010 - 2014, sebbene calcolato solo presso una stazione, manifesta criticità.
<i>Trend</i>	Nonostante nel quinquennio i valori degli indicatori abbiamo mantenuto complessivamente una certa costanza, gli andamenti in ogni caso mostrano che i livelli di Ozono appaiono ancora troppo elevati rispetto ai limiti imposti dalla normativa. Considerando poi la sua natura secondaria, legata alle complesse reazioni fotochimiche tra gli altri precursori presenti in atmosfera, la riduzione dei livelli di concentrazione di questo inquinante risulta più complessa rispetto ad altri, pertanto, attribuiamo al trend un giudizio negativo.

NO₂	
<i>Stato attuale</i>	Il rispetto del “Valore orario per la Protezione della salute Umana”, previsto dalla norma già dal 01 gennaio 2010, non riveste aspetto di criticità. Mentre il rispetto del limite, previsto sempre dal 01 gennaio 2010, per il “Valore annuale per la Protezione della salute Umana” rappresenta ancora un fattore di criticità, ma solo limitatamente alla stazione di traffico urbano Via Flaminia.
<i>Trend</i>	In generale, durante il quinquennio i valori rilevati presso le diverse postazioni di misura presentano una certa costanza. Visto questo andamento e dato che specificamente per il “Valore annuale per la Protezione della salute Umana” si continua a registrare una criticità, con valori che nel quinquennio sono stati leggermente inferiori o superiori a quanto consentito dalla norma, si ritiene di poter attribuire all’indicatore un trend stabile.
C₆H₆	
<i>Stato attuale</i>	Per il 2019 il valore medio annuo riscontrato risulta ampiamente inferiore al limite previsto dalla norma già a partire dal 01 gennaio 2010.
<i>Trend</i>	Nell’ultimo quinquennio, successivamente al 2015 i valori rilevati per la concentrazione media annuale, mostrano una lenta e graduale tendenza alla diminuzione e un assestamento nell’intorno di un valore che, in particolare, nell’ultimo periodo è praticamente costante. Nonostante questo, vista la particolare tossicità di questo inquinante non si ritiene di attribuire all’indicatore un trend positivo.
CO	
<i>Stato attuale</i>	Durante il 2019 i valori riscontrati risultano ampiamente inferiori a quanto previsto dalla norma per il massimo della media mobile giornaliera su 8 ore già a partire dal 01 gennaio 2010.
<i>Trend</i>	Nell’ultimo quinquennio il valore max della concentrazione media su otto ore mostra una modesta variazione attorno ad un valore molto basso. Nell’ultimo triennio poi si è registrato anche un leggero calo del valore del parametro, ma vista l’entità e i valori molto vicini al limite di rilevazione, si considera irrilevante e si associa a questo indicatore un trend stabile
B(a)P	
<i>Stato attuale</i>	Per il 2019 il valore medio annuo riscontrato risulta ampiamente inferiore a quanto indicato come “Valore obiettivo” dalla norma già dal 31 dicembre 2012.
<i>Trend</i>	Nell’ultimo quinquennio, si registrano valori che sembrano manifestare una stabilità. In particolare sembrano oscillare rispetto ad un valore mediano che, in ogni caso, è molto inferiore al limite previsto a riguardo dalla norma.