

La qualità dell'aria in provincia di Ferrara

report dati anno 2020

Arpae - Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna

Servizio Sistemi Ambientali – Area Prevenzione ambientale – Area Centro

Via Bologna, 534 | 44124 - Ferrara | tel 0532 234811 fax 0532 234820 **PEC aoofe@cert.arpa.emr.it**

Sede legale Via Po, 5 | 40139 Bologna | tel 051 6223811 PEC dirigen@cert.arpa.emr.it | www.arpa.emr.it | posta P.IVA
04290860370

SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ CERTIFICATO

CQY
CERTIQUALITY

UNI EN ISO **9001:2015**

a cura di: Arpae Emilia Romagna - Area Prevenzione Ambientale Centro

Responsabilità scientifica:

Enrica Canossa - resp. Servizio Sistemi Ambientali

Giovanna Rubini – resp. Unità Specialistica Aria/CEM

Carla Barbieri - IF Unità Coordinamento Valutazione Qualità dell'Aria

Gruppo di lavoro:

Carla Barbieri, Paola Leuci, Sabina Bellodi, M.Rita Mingozzi, Marco Tosi

rev 0 - giugno 2021

Sommario

Quadro generale	4
L'inventario delle emissioni	6
Emissioni in provincia di Ferrara	7
Emissioni nel comune di Ferrara	8
La rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria	14
La rete regionale di monitoraggio a Ferrara	15
La rete locale di monitoraggio a Ferrara	16
Progetto Prepair: Covid-19 e qualità dell'aria nel Bacino Padano	18
La qualità dell'aria a Ferrara	20
La situazione del 2020 in sintesi	20
La situazione in dettaglio	23
Polveri PM10	24
Limiti di legge	24
Analisi dei dati	24
Trend	29
Particolato PM2,5	32
Limiti di legge	32
Analisi dei dati	32
Trend	36
Metalli: nichel, arsenico, cadmio e piombo	39
Limiti di legge	39
Analisi dei dati	39
Trend	42
Benzo(a)pirene	45
Limiti di legge	45
Analisi dati	45
Trend	46
Ozono (O3)	47
Limiti di legge	47
Analisi dati	47
Trend	51
Biossido di Azoto NO2	54
Limiti di legge	54
Analisi dei dati	54
Trend	59
Benzene, Toluene, Etilbenzene e Xileni	61
Benzene	61

Limiti di legge	61
Analisi dati	61
Trend	63
Toluene, Etilbenzene e Xileni	64
Idrocarburi aromatici con campionatori passivi	65
Analisi dei dati	67
Trend	67
Monossido di Carbonio CO	70
Limiti di legge	70
Analisi dati	70
Trend	72
Ammoniaca NH3	74
Analisi dati	75
Trend	75
Indice sintetico della Qualità dell'aria (IQA)	77
Che cos'è	77
Analisi dei dati	77
Trend	78
Modalità di diffusione dei dati	80

Allegato A: La meteorologia in provincia di Ferrara - report anno 2020

Quadro generale



La regione Emilia-Romagna occupa la porzione sud orientale della Pianura Padana ed è delimitata dal fiume Po a nord, dal mare Adriatico a est e dalla catena Appenninica a sud. La fascia pianeggiante ha un'altitudine ovunque inferiore ai 100 m, con vaste aree al livello del mare nel settore orientale; le zone montuose sono caratterizzate da numerose piccole valli, che presentano generalmente un andamento parallelo tra loro e perpendicolare alla catena Appenninica.

Nelle regioni che compongono la pianura padana risiede circa il 40% del totale della popolazione italiana di cui la grande maggioranza si concentra nelle aree di pianura, dove la densità abitativa risulta tra le più alte d'Europa. Il territorio della pianura padana è quasi interamente antropizzato, mentre il resto del territorio è quasi completamente occupato da agricoltura e allevamenti intensivi. La pianura padana contribuisce a oltre il 50% del PIL nazionale; il suo tessuto produttivo è variegato e si basa su piccole e medie imprese distribuite sul territorio.

Questo quadro socio-economico e produttivo comporta un'elevata concentrazione di fonti di emissioni di inquinanti. L'urbanizzazione diffusa e il particolare modello di sviluppo economico necessitano di una consistente mobilità, che determina un'ulteriore fonte di emissioni inquinanti. I processi industriali, pur essendo sottoposti a rigide normative ambientali, comportano l'emissione in atmosfera di una grande varietà di composti chimici. Anche agricoltura e allevamento contribuiscono all'inquinamento atmosferico attraverso l'emissione di rilevanti quantità di ammoniaca e metano, che sono rispettivamente un precursore degli inquinanti secondari e un potente gas serra.

L'Emilia-Romagna è profondamente inserita in questo contesto sociale e produttivo. La regione è un elemento centrale del sistema di mobilità nazionale, sia per quel che riguarda la rete autostradale, sia per il trasporto ferroviario. Le industrie regionali sono prevalentemente di piccole e medie dimensioni e sono spesso raggruppate

in distretti produttivi, caratterizzati da un'elevata specializzazione: esempi di questa particolare organizzazione produttiva sono la produzione di ceramiche da arredamento e materiali da costruzione intorno a Modena, l'industria alimentare a Parma, la chimica di base a Ferrara e Ravenna, l'industria energetica a Piacenza e Ravenna.

La parte pianeggiante dell'Emilia-Romagna presenta suoli estremamente fertili ed è ampiamente sfruttata per l'agricoltura intensiva. L'allevamento è praticato con processi industriali e si concentra nei poli di Modena e Reggio per il settore suinicolo, e di Forlì-Cesena per quello avicolo.

Il Bacino Padano

Le condizioni meteorologiche e il clima dell'Emilia-Romagna sono fortemente influenzati dalla conformazione topografica della pianura padana: la presenza di montagne su tre lati rende questa regione una sorta di "catino" naturale, in cui l'aria tende a ristagnare.

Le condizioni meteorologiche influenzano i gas e gli aerosol presenti in atmosfera in molti modi: ne controllano il trasporto, la dispersione e la deposizione al suolo; influenzano le trasformazioni chimiche che li coinvolgono; hanno effetti diretti e indiretti sulla loro formazione. Alcune sostanze possono rimanere in aria per periodi anche molto lunghi, attraversando i confini amministrativi e rendendo difficile distinguere i contributi delle singole sorgenti emissive alle concentrazioni totali.

Ad esempio, nelle condizioni tipicamente estive con bassa ventilazione, intensa radiazione solare e presenza di un campo anticiclonico consolidato, gli strati atmosferici più vicini al suolo, a causa del loro riscaldamento risultano interessati da fenomeni di rimescolamento e da locali circolazioni d'aria. In tali condizioni, sull'intero territorio di pianura le masse d'aria sono chimicamente omogenee e favorevoli alla dispersione di inquinanti quali PM10 e NO₂, ma l'elevata radiazione solare favorisce la formazione di ozono, che si presenta a elevate concentrazioni su tutta l'area, con massimi locali dovuti al trasporto a piccola scala determinato dalle brezze.

Nel periodo invernale, la formazione di una vasta area anticiclonica stabile sul Nord Italia favorisce la formazione di condizioni di inversione termica nello strato atmosferico superficiale, in particolare nelle ore notturne.

In queste condizioni, che talvolta persistono per l'intera giornata, la dispersione degli inquinanti immessi in prossimità della superficie è fortemente limitata, determinando la formazione di aree inquinate in prossimità dei principali centri urbani; queste masse d'aria inquinate, rimanendo confinate prevalentemente alle aree urbane, portano alla formazione dei cosiddetti "pennacchi urbani".

Nelle stagioni di transizione, quali primavera e autunno, ma anche nel periodo invernale, sono frequenti le condizioni di tempo perturbato, determinate da condizioni generali di bassa pressione che si vengono a creare sull'area europea e mediterranea. Tra queste va ricordata la formazione di temporali in prossimità delle Alpi, la bora e i forti venti in prossimità del suolo nella parte orientale del bacino.

Nei mesi estivi si ha, invece, una minore influenza delle condizioni meteorologiche generali e prendono spesso il sopravvento fenomeni locali, quali i temporali, che si presentano con intensità diversa nelle varie zone del bacino padano adriatico. Tutte queste situazioni di tempo perturbato determinano, in generale, condizioni meteorologiche favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

L'inventario delle emissioni

Per comprendere il fenomeno dell'inquinamento atmosferico risulta fondamentale conoscere il carico emissivo degli inquinanti provenienti dalle diverse attività umane.

La stima quantitativa delle sostanze emesse dalle varie sorgenti, relativa dunque ai soli inquinanti di origine primaria, è realizzata utilizzando fattori di emissione medi e indicatori di attività integrati. Tali informazioni sono raccolte negli inventari delle emissioni, ovvero serie organizzate di dati relativi alla quantità di inquinanti introdotta in atmosfera da ciascuna fonte di emissione.

La metodologia di riferimento implementata dell'inventario regionale INEMAR è quella EMEP-CORINAIR contenuta nel documento ["EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2013"](#).

La classificazione delle emissioni secondo tale metodologia prevede l'impiego della codifica **SNAP** (Selected Nomenclature for sources of Air Pollution) e l'elaborazione delle stime in funzione di essa.

Le attività antropiche e naturali che possono dare origine ad emissioni in atmosfera sono ripartite in **11 macrosettori**:

1. MS1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili: comprende le emissioni associate alla produzione di energia su ampia scala mediante processi di combustione controllata in caldaie, turbine a gas e motori stazionari.
2. MS2 - Combustione non industriale: comprende le emissioni associate ai processi di combustione non di tipo industriale e principalmente finalizzati alla produzione di calore (riscaldamento).
3. MS3 - Combustione industriale: comprende le emissioni associate ai processi di combustione per la produzione in loco di energia necessaria all'attività industriale.
4. MS4 - Processi Produttivi: comprende le emissioni associate ai processi industriali non legati alla combustione.
5. MS5 - Estrazione e distribuzione di combustibili: comprende le emissioni dovute ai processi di produzione, distribuzione, stoccaggio di combustibile solido, liquido e gassoso e riguarda sia le attività sul territorio che quelle off-shore.
6. MS6 - Uso di solventi: comprende le emissioni prodotte dalle attività che prevedono l'utilizzo di prodotti contenenti solventi o la loro produzione.
7. MS7 - Trasporto su strada: include tutte le emissioni dovute alle automobili, ai veicoli commerciali leggeri e pesanti, ai motocicli, ciclomotori e agli altri mezzi di trasporto su gomma, comprendendo sia le emissioni dovute allo scarico sia quelle da usura dei freni, delle ruote e della strada.
8. MS8 - Altre sorgenti mobili e macchinari: comprende le emissioni prodotte dal traffico aereo, marittimo, fluviale, ferroviario e dai mezzi a motore non transitanti sulla rete stradale.
9. MS9 - Trattamento e smaltimento rifiuti: comprende le emissioni provenienti dalle attività di trattamento e smaltimento dei rifiuti.
10. Agricoltura e allevamenti: il macrosettore 10 comprende le emissioni prodotte da tutte le pratiche agricole quali coltivazioni e allevamenti.
11. Altre sorgenti e assorbimenti: il macrosettore 11 comprende le emissioni generate dall'attività fitologica di piante, arbusti ed erba, da fulmini, emissioni spontanee di gas, emissioni dal suolo e da vulcani, da combustione naturale e dalle attività antropiche quali foreste gestite e combustione dolosa di boschi.

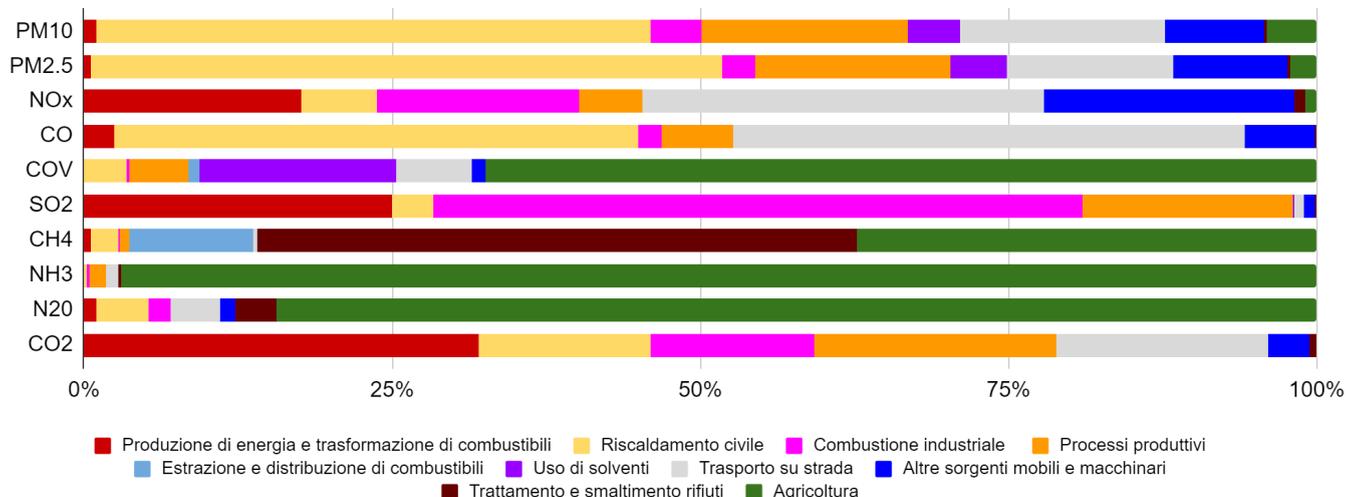
L'aggiornamento più recente dell'**inventario regionale delle emissioni in atmosfera** è relativo all'anno **2017**, l'intera pubblicazione è scaricabile all'indirizzo https://www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=3056&idlivello=1691

Dall'inventario regionale è possibile estrarre le stime delle emissioni della provincia di Ferrara.

Emissioni in provincia di Ferrara

MACROSETTORI		Emissioni (t/anno)									
		Polveri PM10	Polveri PM2.5	Ossidi di azoto NOx	Monossido di carbonio CO	Composti Organici Volatili COV	Biossido di zolfo SO2	Metano CH4	Ammoniacca NH3	Protossido di azoto N2O	Anidride carbonica CO2
MS1	Produzione di energia e trasformazione di combustibili	10	4	1329	227	5	124	77	1	5	1323602
MS2	Riscaldamento civile	433	428	461	3901	468	17	308	9	23	575270
MS3	Combustione industriale	41	22	1235	174	34	261	12	5	10	548126
MS4	Processi produttivi	161	132	384	534	653	85	100	52	0	809486
MS5	Estrazione e distribuzione di combustibili	0	0	0	0	130	0	1377	0	0	0
MS6	Uso di solventi	41	38	3	1	2186	0	0	0	0	0
MS7	Trasporto su strada	160	113	2456	3811	847	4	49	33	22	709675
MS8	Altre sorgenti mobili e macchinari	77	77	1526	517	155	5	3	0	6	137527
MS9	Trattamento e smaltimento rifiuti	2	2	65	17	4	1	6637	8	18	26335
MS10	Agricoltura	39	18	71	0	9249	0	5090	3553	453	0
MS11	Altre sorgenti e assorbimenti	0	0	0	0	655	0	0	0	0	-57083
Totale provincia Ferrara		963	835	7528	9180	14385	496	13652	3662	537	4072938

Provincia di Ferrara: ripartizione % delle emissioni dei principali inquinanti nei diversi macrosettore



- inquinamento da **polveri** primarie: il maggiore contributo è dovuto al riscaldamento civile (45 % PM10, 51% PM2.5) e al trasporto su strada (14% PM2.5, 17% PM10), seguiti dai Processi produttivi (16% PM2.5, 17% PM10). Per il **PM10** è preponderante l'apporto delle attività di combustione di biomasse legnose, dei mezzi

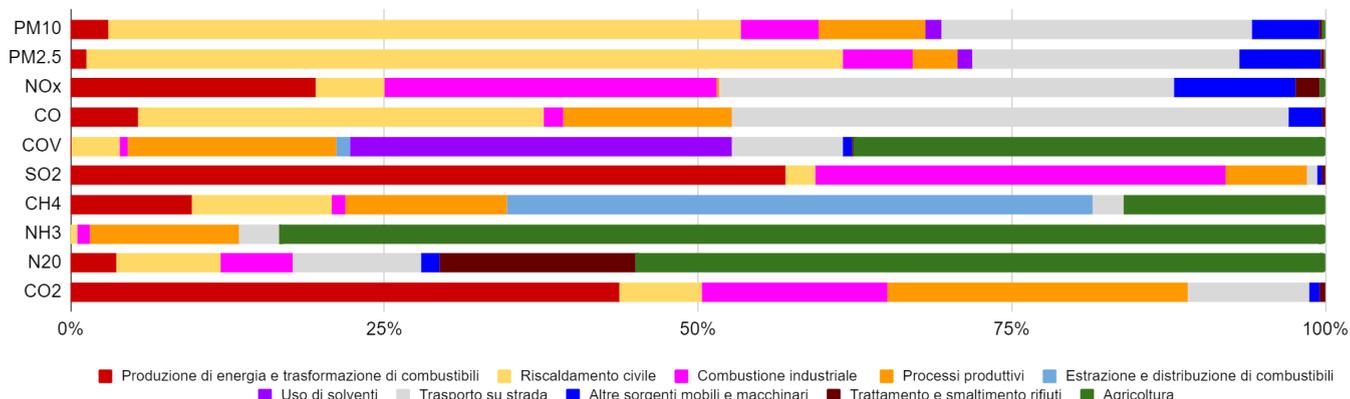
di trasporto ad alimentazione diesel, oltre ad usura di freni e pneumatici e abrasione del manto stradale prodotti da tutti i mezzi di trasporto

- **ossidi di azoto (NOx):** la fonte principale di ossidi di azoto è il trasporto su strada (33%), seguito dal trasporto dovuto ad altre sorgenti mobili (20%), dalla combustione nell'industria (16%), dal riscaldamento civile (6%);
- **monossido di carbonio (CO):** le fonti principali di monossido di carbonio sono il riscaldamento civile (43%), il trasporto su strada (42%) e i Processi produttivi (6%);
- **composti organici volatili non metanici COV,** derivano soprattutto dalle specie agricole e dalla vegetazione (64%) e dall'utilizzo di solventi nel settore industriale e civile (15%);
- **biossido di zolfo (SO₂)** è prodotto principalmente dalla combustione nell'industria (53%) e dalla produzione di energia e trasformazione (25%);
- **metano (CH₄),** deriva principalmente dal trattamento dei rifiuti (49%), dal settore classificato come agricoltura (37%) e dalla distribuzione del metano stesso e sue emissioni fuggitive (10%);
- **ammoniaca (NH₃)** deriva quasi completamente da pratiche agricole e zootecnia (97%);
- **protossido di azoto (N₂O)** è quasi interamente dovuto a coltivazioni e allevamenti (84%);
- **anidride carbonica (CO₂):** è prodotta principalmente dal macrosettore produzione di energia e trasformazione di combustibili (32%), dai processi produttivi (20%), dai trasporti stradali (17%), dal riscaldamento civile (14%) e da processi di combustione industriale (14%).

Emissioni nel comune di Ferrara

MACROSETTORI		Emissioni (t/anno)									
		Polveri PM10	Polveri PM2.5	Ossidi di azoto NOx	Monossido di carbonio CO	Composti Organici Volatili COV	Biossido di zolfo SO2	Metano CH4	Ammoniaca NH3	Protossido di azoto N2O	Anidride carbonica CO2
MS1	Produzione di energia e trasformazione di combustibili	8	3	527	183	2	117	75	0	3	1303004
MS2	Riscaldamento civile	125	124	148	1104	141	5	86	2	7	195132
MS3	Combustione industriale	15	12	717	54	21	67	8	4	5	440903
MS4	Processi produttivi	21	7	4	460	603	13	100	51	0	711486
MS5	Estrazione e distribuzione di combustibili	0	0	0	0	41	0	360	0	0	0
MS6	Uso di solventi	3	2	1	1	1102	0	0	0	0	0
MS7	Trasporto su strada	61	44	979	1517	322	2	19	14	9	287499
MS8	Altre sorgenti mobili e macchinari	13	13	262	90	27	1	0	0	1	23623
MS9	Trattamento e smaltimento rifiuti	0	0	52	9	3	1	0	0	13	14974
MS10	Agricoltura	1	0	12	0	1363	0	124	357	46	0
MS11	Altre sorgenti e assorbimenti	0	0	0	0	70	0	0	0	0	-12427
Totale Provincia Modena		248	205	2702	3417	3696	206	773	428	83	2964194

Comune di Ferrara: ripartizione % delle emissioni dei principali inquinanti nei diversi macrosettori



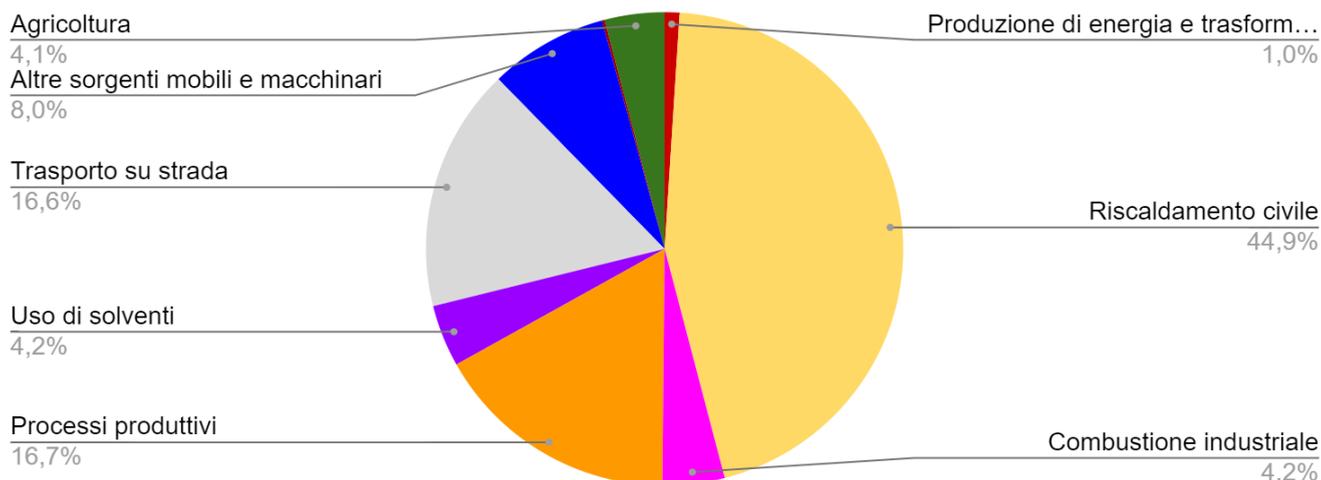
- inquinamento da **polveri primarie**: il maggiore contributo è dovuto al riscaldamento civile (50 % PM10, 60% PM2.5) e al trasporto su strada (25% PM10, 21% PM2.5), seguito dai Processi produttivi (8% PM10, 4% PM2.5). Per il **PM10** è preponderante l'apporto delle attività di combustione di biomasse legnose, dei mezzi di trasporto ad alimentazione diesel, oltre ad usura di freni e pneumatici e abrasione del manto stradale prodotti da tutti i mezzi di trasporto;
- **ossidi di azoto (NOx)**: la fonte principale di ossidi di azoto è il trasporto su strada (36%), seguito dalla combustione nell'industria (27%), dal trasporto dovuto ad altre sorgenti mobili (10%), dal riscaldamento civile (6%);
- **monossido di carbonio (CO)**: le fonti principali di monossido di carbonio sono il riscaldamento civile (32%), il trasporto su strada (44%) e i Processi produttivi (13%);
- **composti organici volatili non metanici COV**, derivano soprattutto da specie agricole e vegetazione (37%) e dall'utilizzo di solventi nel settore industriale e civile (30%) e dai processi produttivi (16%);
- **biossido di zolfo (SO₂)** è prodotto principalmente dalla produzione di energia e trasformazione di combustibili (57%) e dalla combustione nell'industria (33%);
- **metano (CH₄)**, deriva principalmente dalla distribuzione del metano stesso e dalle sue emissioni fuggitive (47%), dal settore classificato come agricoltura (16%) e dai processi produttivi (13%);
- **ammoniaca (NH₃)** deriva quasi completamente da pratiche agricole e zootecnia (83%) e dai processi produttivi (12%);
- **protossido di azoto (N₂O)** è quasi interamente dovuto a coltivazioni e allevamenti (55%), dal trattamento rifiuti (16%) e dal riscaldamento civile (8%);
- **anidride carbonica (CO₂)**: è prodotta principalmente dal macrosetto produzione di energia e trasformazione di combustibili (44%), dai processi produttivi (24%), da processi di combustione industriale (15%), dai trasporti stradali (10%) e dal riscaldamento civile (7%).

Emissioni totali	Emissioni (t/anno)									
	Polveri PM10	Polveri PM2.5	Ossidi di azoto NOx	Monossido di carbonio CO	Composti Organici Volatili COV	Biossido di zolfo SO2	Metano CH4	Ammoniaca NH3	Protossido di azoto N2O	Anidride carbonica CO2
Comune Ferrara	248	205	2702	3417	3696	206	773	428	83	2964194
Provincia Ferrara	963	835	7528	9180	14385	496	13652	3662	537	4072938
contributo % Comune Ferrara/Provincia Ferrara	25,8%	24,6%	35,9%	37,2%	25,7%	41,5%	5,7%	11,7%	15,4%	72,8%

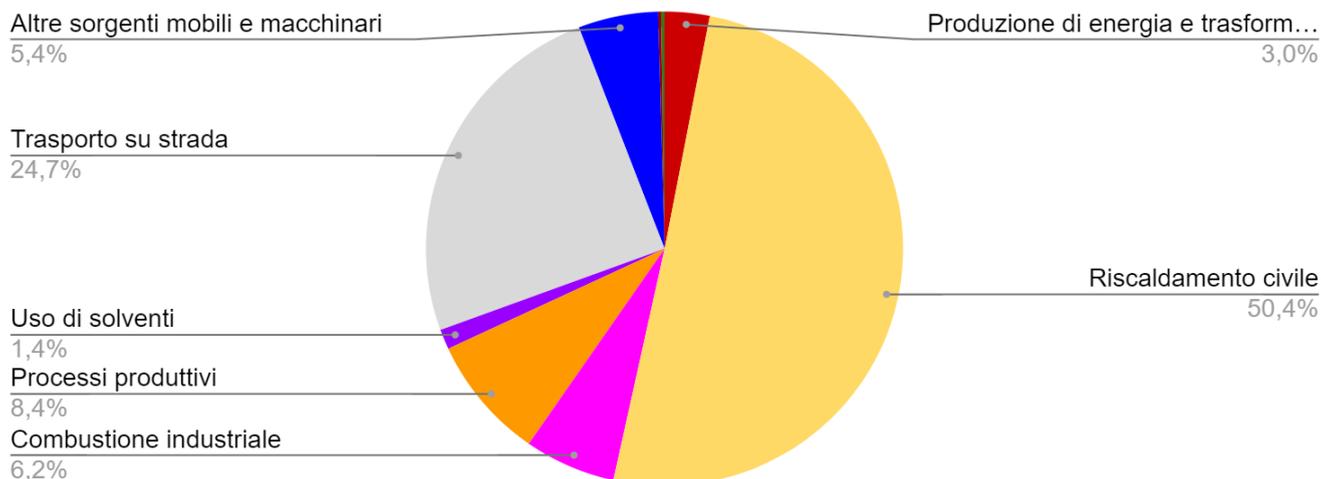
Il contributo del comune di Ferrara sulle emissioni dell'intera provincia risulta essere del 73% per l'anidride carbonica, 42% per anidride solforosa, del 37% per monossido di carbonio, del 36% per gli ossidi di azoto, intorno al 25% per le polveri e composti organici volatili, poco rilevante per ammoniaca (12%), protossido di azoto (15%) e metano (6%).

Emissioni di polveri PM10

Provincia di Ferrara: contributo % dei macrosettori alle emissioni di PM10



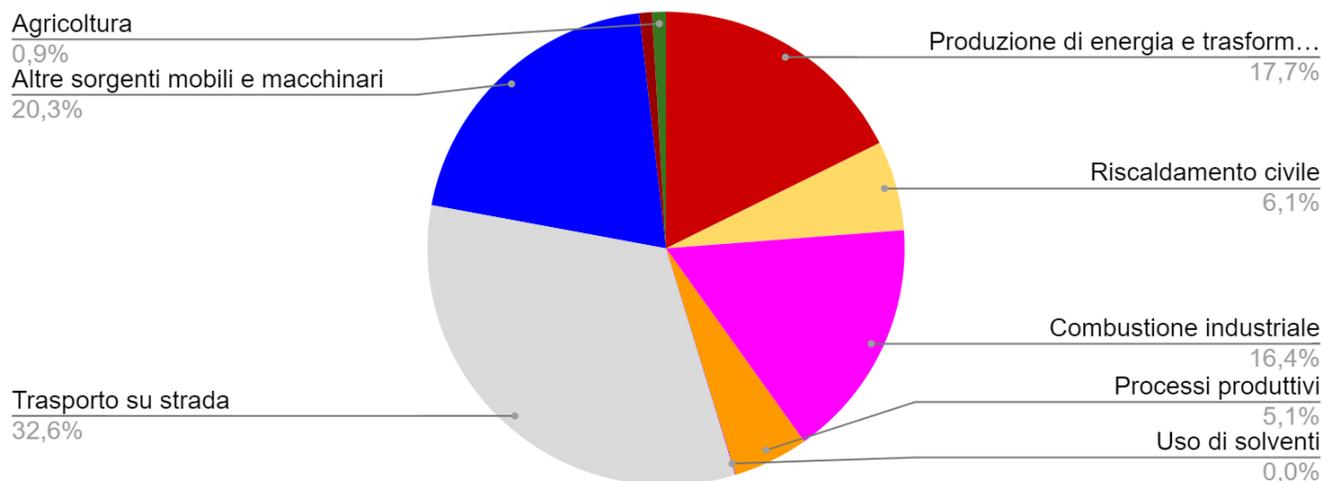
Comune di Ferrara: contributo % dei macrosettori alle emissioni di PM10



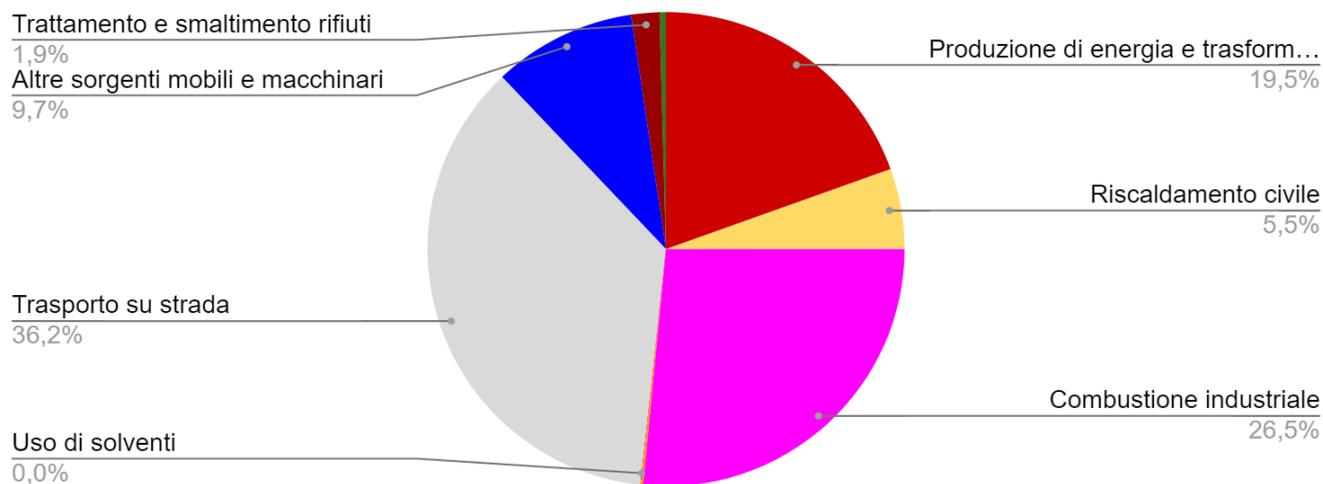
Se analizziamo le emissioni dei vari macrosettori, possiamo rilevare che la fonte principale di polveri PM10 è il Riscaldamento civile (Provincia di Ferrara 45%, Comune Ferrara 50%), seguito dal Trasporto su strada (Provincia di Ferrara 17%, Comune di Ferrara 25%) e dai Processi produttivi (Provincia di Ferrara 17%, Comune di Ferrara 8%).

Emissioni di ossidi di azoto

Provincia di Ferrara: contributo % dei macrosettori alle emissioni di NOX



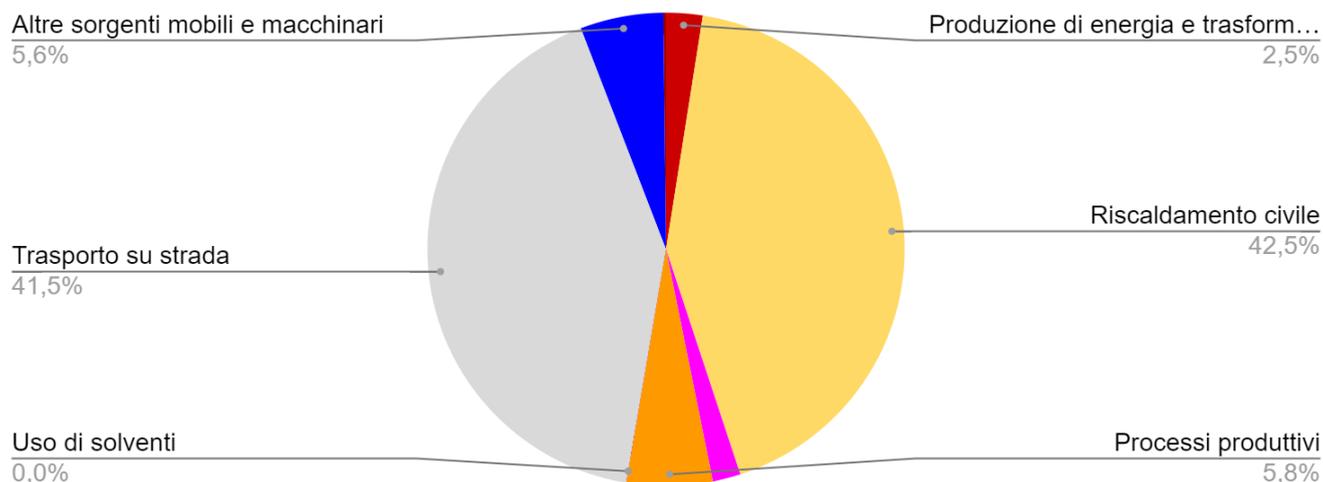
Comune di Ferrara: contributo % dei macrosettori alle emissioni di NOX



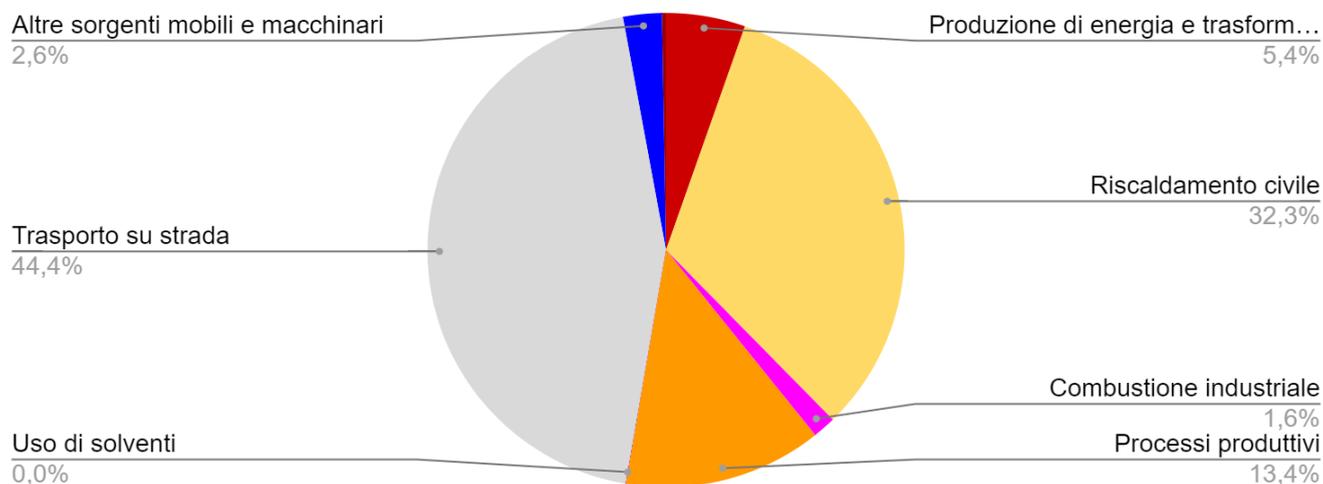
Se analizziamo le emissioni dei vari macrosettori, possiamo rilevare che la fonte principale di ossidi di azoto è il Trasporto su strada (Provincia di Ferrara 33%, Comune di Ferrara 36%) e da altre sorgenti mobili (Provincia di Ferrara 20%, Comune di Ferrara 10%) seguito dalla Produzione di energia e trasformazione di combustibili (Provincia di Ferrara 18%, Comune di Ferrara 20%), dalla Combustione industriale (Provincia di Ferrara 16%, Comune di Ferrara 27%).

Emissioni di monossido di carbonio

Provincia di Ferrara: contributo % dei macrosettori alle emissioni di CO



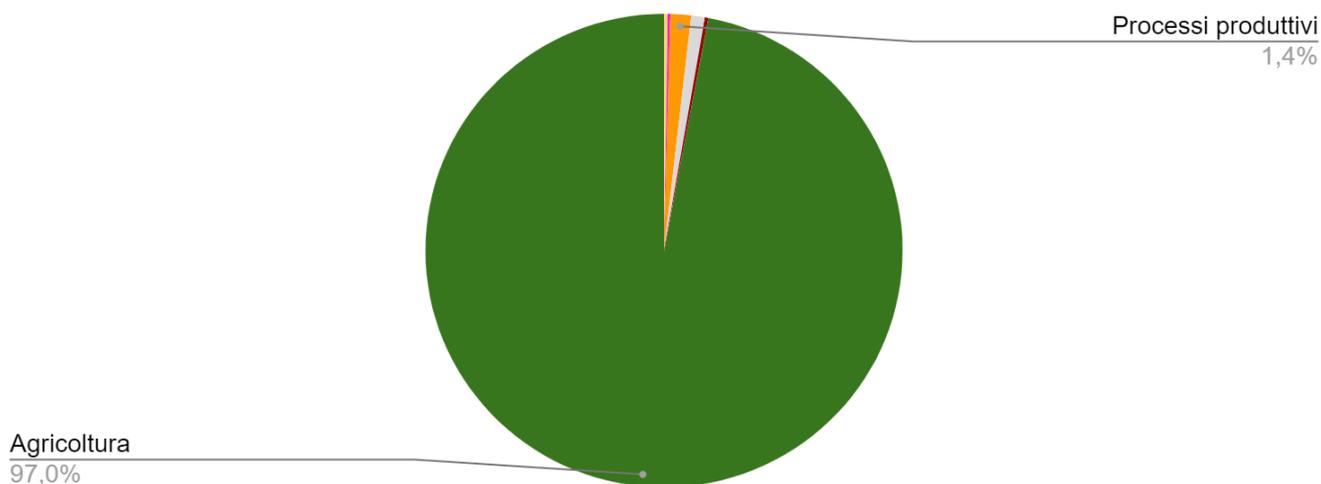
Comune di Ferrara: contributo % dei macrosettori alle emissioni di CO



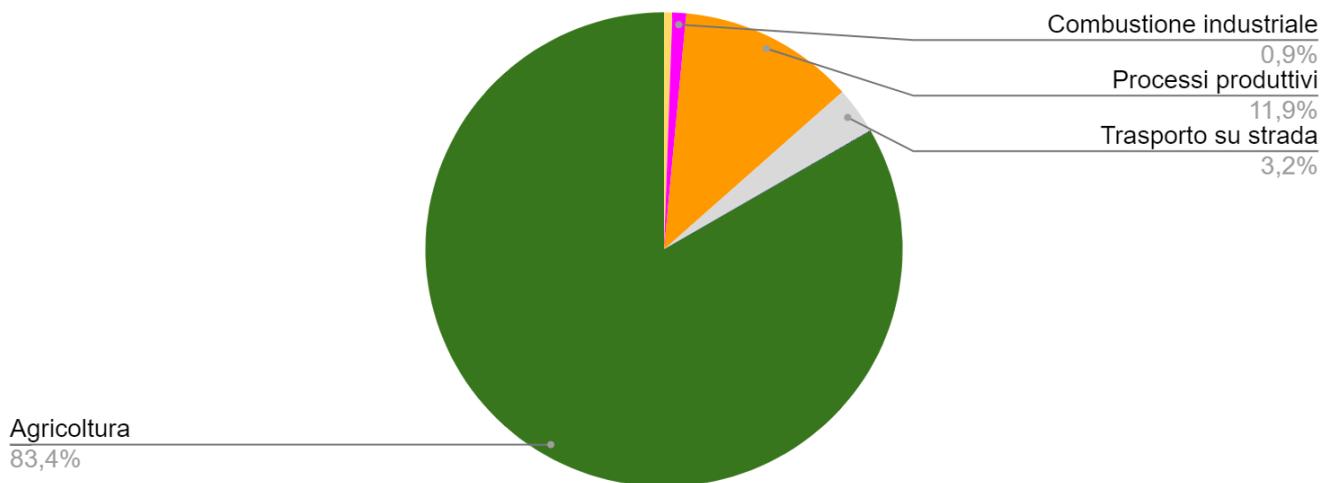
Se analizziamo le emissioni dei vari macrosettori, possiamo rilevare che la fonte principale di monossido di carbonio è il Riscaldamento civile (Provincia di Ferrara 43%, Comune di Ferrara 32%) seguito dal Trasporto su strada (Provincia di Ferrara 42%, Comune di Ferrara 44%) e da altre sorgenti mobili (Provincia di Ferrara 6%, Comune di Ferrara 3%), dai processi Produttivi (Provincia di Ferrara 6%, Comune di Ferrara 13%).

Emissioni di ammoniaca

Provincia di Ferrara: contributo % dei macrosettori alle emissioni di NH3



Comune di Ferrara: contributo % dei macrosettori alle emissioni di NH3



Se analizziamo le emissioni dei vari macrosettori, possiamo rilevare che la fonte principale di ammoniaca è l'Agricoltura (Provincia di Ferrara 97%, Comune di Ferrara 83%) e in parte molto inferiore anche il macrosettore dei Processi produttivi (Provincia di Ferrara 1%, Comune di Ferrara 12%).

La rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria

La valutazione delle qualità dell'aria in Emilia-Romagna viene attuata secondo un programma approvato dalla Giunta regionale con Deliberazione n. 2001/2011, avente per oggetto "il recepimento del Decreto Legislativo 13 agosto 2010 n. 155, attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa - approvazione della nuova zonizzazione e della nuova configurazione della rete di rilevamento e indirizzi per la gestione della qualità dell'aria."

La Delibera regionale riporta la suddivisione del territorio in quattro aree omogenee:

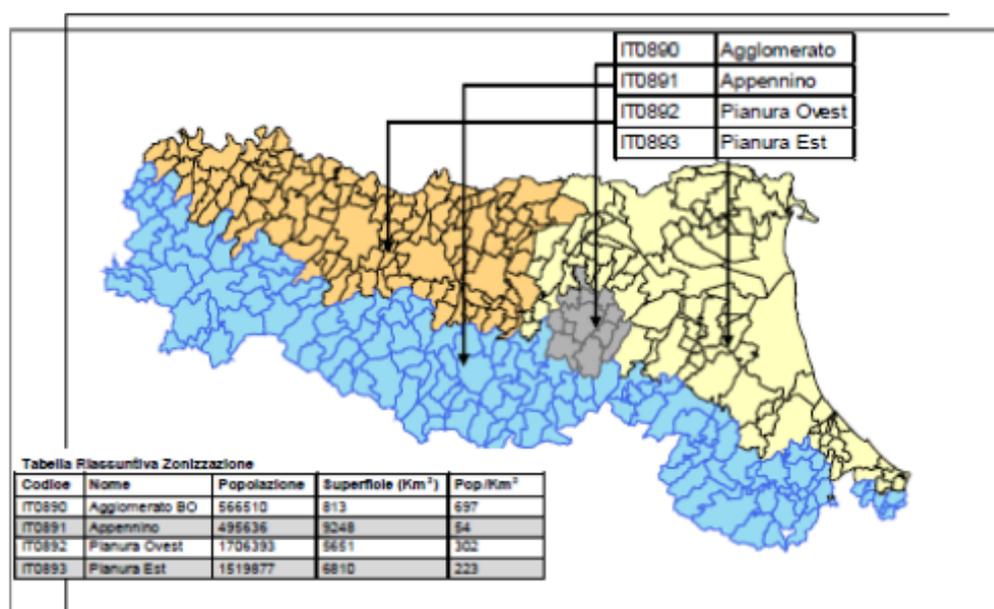
AGGLOMERATO DI BOLOGNA - zona costituita da un insieme di aree urbane avente una popolazione inferiore a 250000 abitanti, ma con una densità di popolazione per Km² superiore a 3000 abitanti.

PIANURA OVEST - porzione di territorio con caratteristiche meteo climatiche simili dove è elevato il rischio di superamento dei limiti di legge per alcuni parametri.

PIANURA EST - porzione di territorio con caratteristiche meteo climatiche simili dove è elevato il rischio di superamento dei limiti di legge per alcuni parametri.

APPENNINO - porzione di territorio dove i valori della qualità dell'aria sono inferiori ai parametri di legge

La zonizzazione definisce le unità territoriali sulle quali viene eseguita la valutazione della qualità dell'aria e alle quali si applicano le misure gestionali.



La rete regionale della qualità dell'aria (RRQA) dal primo gennaio 2013 è composta da 47 punti di misura in siti fissi ed è dotata di 176 analizzatori automatici. La rete è completata da 10 laboratori mobili e numerose unità mobili per la realizzazione di specifiche campagne di valutazione; a queste si affianca anche la rete meteorologica RIRER, all'interno della quale sono presenti 10 stazioni per la meteorologia urbana (MetUrb).

La rete della qualità dell'aria ha ottenuto nel 2005 la certificazione UNI EN ISO 9001, che da allora ha sempre mantenuto. Il sistema di controllo qualità, attraverso una sistematica azione di documentazione delle procedure, controllo e verifica, garantisce il mantenimento degli standard stabiliti dalla certificazione.

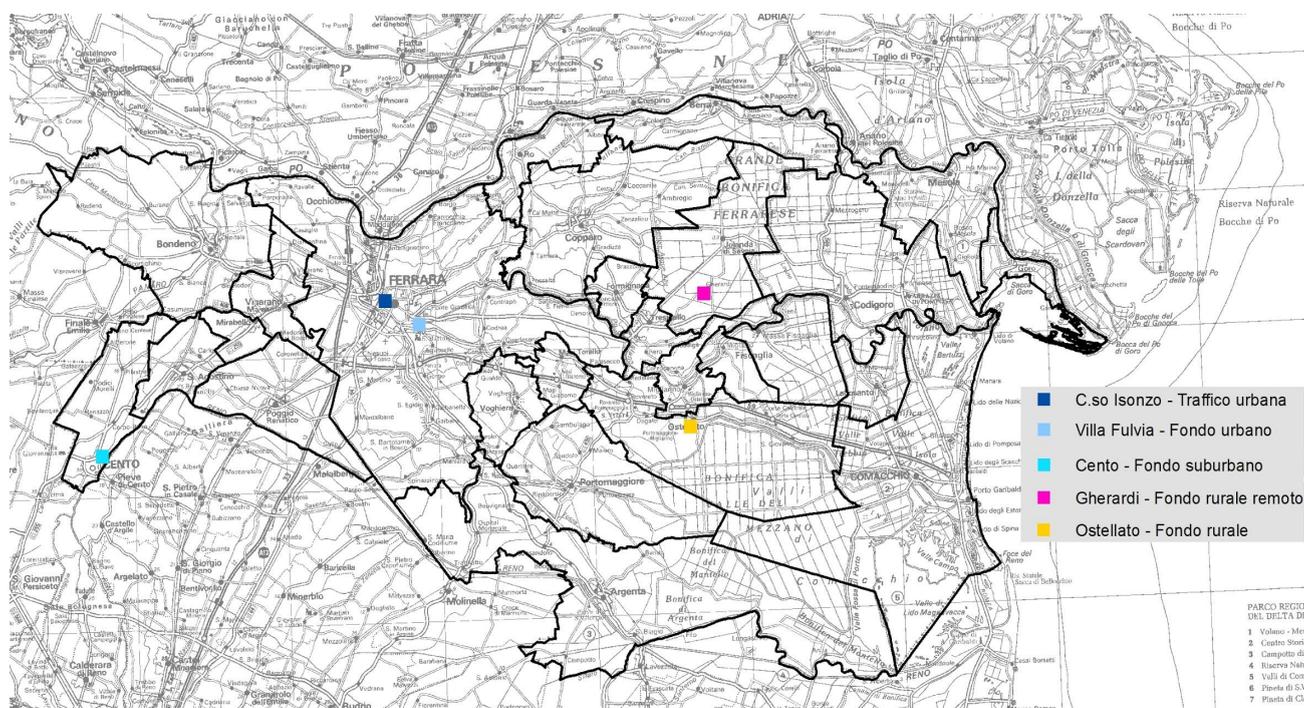
Gli inquinanti monitorati variano da stazione a stazione in dipendenza dalle caratteristiche di diffusione e dinamica chimico-fisica dell'inquinamento, della distribuzione delle sorgenti di emissione e delle caratteristiche del territorio. Si va dai 47 punti di misura per l'NO₂ ai 43 punti di misura per il PM10, mentre vengono progressivamente ridotti gli analizzatori che monitorano inquinanti la cui concentrazione è ormai al di sotto del limite di rilevabilità strumentale (esempio SO₂) o ampiamente al di sotto dei valori limite (esempio CO).

In parallelo aumenta la distribuzione territoriale dei punti di misura, che oggi vanno a coprire anche zone di fondo rurale e remoto, dato che le caratteristiche degli inquinanti si sono progressivamente modificate.

Oggi le forme più significative di inquinamento sono dovute a inquinanti secondari (come ozono e polveri fini e ultrafini), che tendono a interessare tutto il territorio e non solo le aree industriali e urbane immediatamente prossime ai punti di emissione.

La rete regionale di monitoraggio a Ferrara

Pianura Est	Argenta, Bondeno, Cento, Codigoro, Comacchio, Copparo, Ferrara, Fiscaglia, Goro, Jolanda di Savoia, Lagosanto, Masi Torello, Mesola, Ostellato, Poggio Renatico, Portomaggiore, Riva del Po, Terre del Reno, Tresignana, Vigarano Mainarda, Voghiera
-------------	--



STAZIONI	Ubicazione	Comune	Attiva dal	zona	tipo	CONFIGURAZIONE				
						NOX	O3	PM10	PM2.5	BTEX
C. ISONZO	Corso Isonzo	Ferrara	1990			X		X		X
VILLA FULVIA	Via delle Mandriole	Ferrara	2008			X	X	X	X	
CENTO	Via Parco del Reno	Cento	2007			X	X	X		
GHERARDI	Gherardi	Jolanda di Savoia	1998			X	X	X	X	
OSTELLATO	Via Strada Mezzano	Ostellato	2008			X	X		X	

Zona: Urbana Suburbana Rurale
 Tipo di Stazione: Traffico Fondo Industriale

Dal 1 gennaio 2020 la configurazione della rete regionale è stata modificata in seguito all'approvazione della DGR 1135/2019 "Approvazione del progetto di riesame della classificazione delle zone e degli agglomerati della Regione Emilia-Romagna ai fini della valutazione della qualità dell'aria"; in particolare per Ferrara è stato dismesso un analizzatore di monossido di carbonio prima presente presso la stazione di C. Isonzo.

La rete locale di monitoraggio a Ferrara

Le stazioni locali sono state collocate sul territorio con l'obiettivo di valutare eventuali impatti sulla qualità dell'aria prodotti nelle aree circostanti da specifiche fonti di emissione, come impianti industriali ed altre infrastrutture. I dati sono, quindi, indicativi della sola realtà monitorata, a differenza di quelli rilevati dalle stazioni della rete regionale di monitoraggio, collocate in modo tale da rappresentare l'intero territorio provinciale.

Nel territorio ferrarese le stazioni locali sono due: Barco e Cassana.

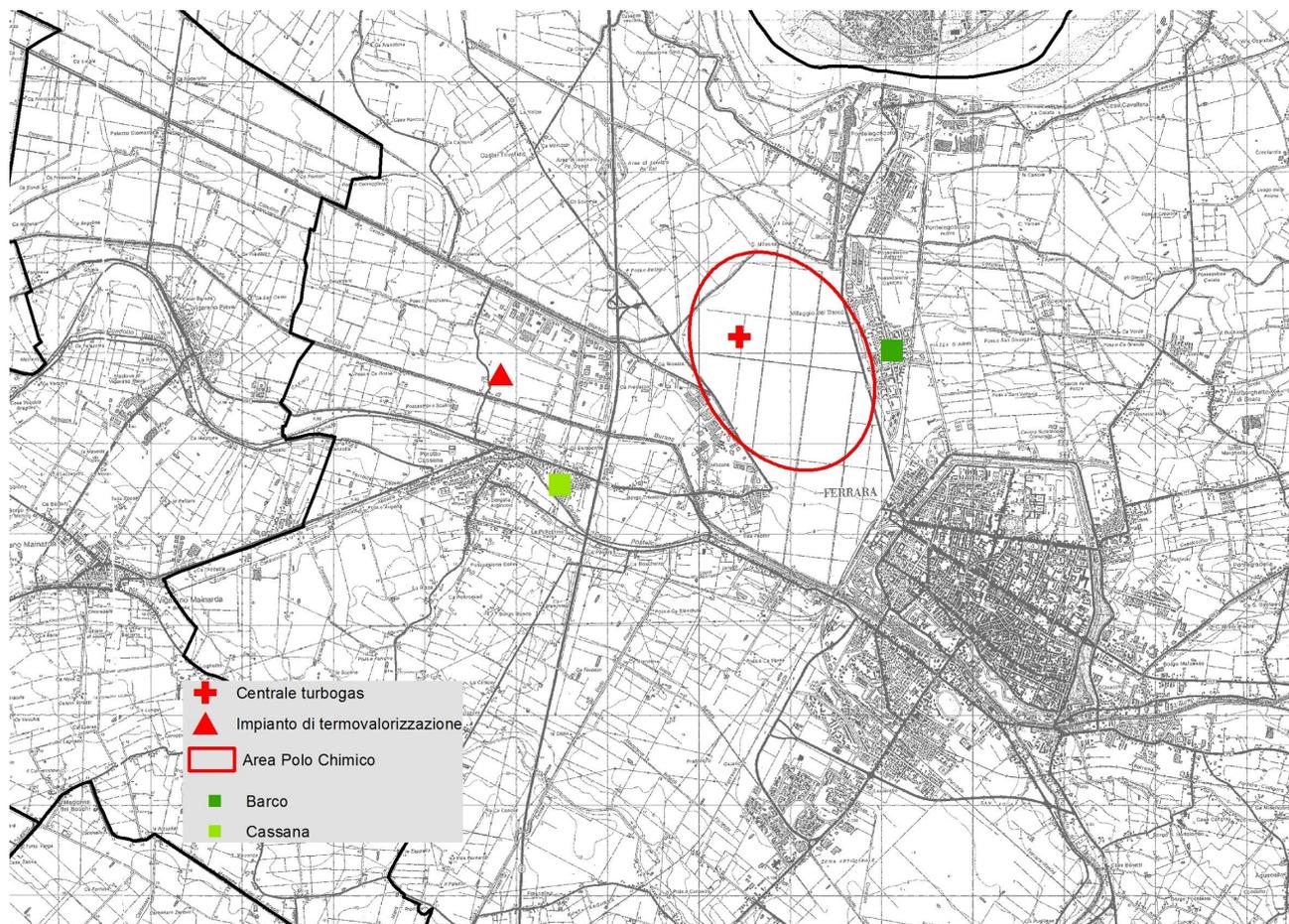
L'attuale stazione di monitoraggio della qualità dell'aria di **Barco** è entrata operativamente in funzione a partire da febbraio 2013. La stazione è nata a seguito degli accordi fra le amministrazioni locali (Comune e Provincia di Ferrara), le Società del Polo Chimico e Arpa, dopo un lungo e articolato percorso iniziato nel 2008 con un Accordo di Programma tra il Ministero dello Sviluppo Economico, la Regione Emilia Romagna, la Provincia, il Comune di Ferrara e le aziende coinsediate nel Polo Industriale e Tecnologico di Ferrara, con lo scopo di "attuare sistemi di controllo delle emissioni in atmosfera".

La precedente centralina, parte integrante della rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria di Ferrara, è stata spenta nel maggio 2009 e dismessa; le misure sono proseguite ininterrottamente fino a inizio 2013 attraverso il Laboratorio mobile di proprietà del Comune di Ferrara, gestito da Arpa.

La stazione di **Cassana** è entrata in funzione nel gennaio 2007, in adempimento a quanto previsto dal Decreto del Ministero delle Attività Produttive nell'atto di autorizzazione della centrale 'turbogas' di Ferrara. E' di proprietà della Società Enipower Ferrara che ha curato l'installazione della stazione e degli analizzatori automatici: monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO_x), PM10 e PM2.5.

Nel 2010, con l'attivazione da parte di HERAmbiente del Protocollo locale di sorveglianza ambientale collegato al termovalorizzatore di Ferrara, il sito di Cassana è entrato a far parte delle aree di monitoraggio collegata all'inceneritore. Nel 2011, a seguito della stipula di un'apposita convenzione tra Arpa, SEF e HERAmbiente, la gestione della centralina di Cassana è stata completamente affidata ad Arpa.

Entrambe le stazioni di Barco e Cassana, pur non essendo in certificazione, vengono gestite con modalità del tutto analoghe a quelle utilizzate per le stazioni della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria.



STAZIONI	Ubicazione	Comune	Attiva dal	zona	tipo	CONFIGURAZIONE					
						NOX	O3	PM10	PM2.5	CO	BTEX
BARCO	Parchetto Maragno	Ferrara	2013			X	X	X	X	X	X
CASSANA	Via Giacomo Franco - loc. Cassana	Ferrara	2010				X		X	X	X

Zona: Urbana Suburbana Rurale Stazione locale

Tipo di Stazione: Traffico Fondo Industriale

Progetto Prepair: Covid-19 e qualità dell'aria nel Bacino Padano

Nei primi mesi del 2020 la crisi sanitaria causata dalla pandemia COVID-19 e le conseguenti misure di contenimento adottate hanno generato una drastica e repentina riduzione di alcune tra le principali sorgenti di inquinamento atmosferico. Una condizione completamente inedita che, nella sua tragicità, ha creato un'occasione per studiare le complesse dinamiche della qualità dell'aria.

Il progetto Life Prepair (Po Regions Engaged to Policies of AIR)¹ ha analizzato il fenomeno in una delle aree più complesse d'Europa, quella del Bacino Padano, investigando l'andamento delle concentrazioni dei diversi inquinanti in relazione alla variazione delle emissioni ed alle condizioni meteorologiche (anche verificandole in rapporto agli anni precedenti). Per realizzarlo ci si è basati su una ampia serie di dati raccolti e condivisi tra le diverse realtà che partecipano al progetto.

Tre i principali aspetti presi in considerazione: l'analisi delle emissioni inquinanti dovuta all'impatto delle misure emergenziali sui diversi settori di attività (trasporti, industria, agricoltura, etc.), la variazione delle concentrazioni degli inquinanti misurate dalle stazioni di monitoraggio di tutto il bacino e, infine, i dati relativi alla situazione meteorologica che influenza profondamente l'accumulo o la dispersione degli inquinanti stessi.

Per stimare l'impatto delle misure di contenimento sulla qualità dell'aria che respiriamo, è stato messo a confronto lo scenario reale, elaborato a partire dalle misure delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria, con uno scenario ipotetico "no-lockdown", simulato con un modello chimico di trasporto e dispersione basato sui dati meteorologici del periodo e sulla stima delle emissioni di inquinanti che si sarebbe verificata in assenza di misure restrittive.

I principali risultati ottenuti hanno evidenziato quanto segue:

- gli inquinanti gassosi presi in considerazione, benzene e ossidi di azoto (NO_x), hanno mostrato cali importanti sia rispetto ai mesi di marzo 2016-2019 sia rispetto ai periodi precedenti il lockdown;
- tali decrementi hanno raggiunto valori fino al - 58% per l'NO e al -33% e -38% rispettivamente per benzene e NO₂. Il confronto con il periodo medio degli anni precedenti ha mostrato come le concentrazioni di questi gas presentino valori ampiamente inferiori alla media. In sintesi, per quanto riguarda gli inquinanti gassosi, tutti gli indicatori scelti confermano una riduzione importante dell'impatto sulle concentrazioni atmosferiche rispetto allo scenario "NO-COVID";
- il particolato – PM₁₀ e PM_{2.5} – presenta una dinamica complessa: i valori di PM₁₀ registrati dalle stazioni nel mese di marzo sono mediamente inferiori rispetto agli anni precedenti anche se con una diminuzione meno marcata rispetto agli inquinanti gassosi, pur con una rilevante diminuzione dei valori massimi;
- le frazioni PM₁₀ e PM_{2.5} variano in modo simile per tutto il mese di marzo, molto influenzate dalle condizioni meteorologiche, con valori minimi nei giorni ventilati e valori massimi nei giorni di stagnazione, condizione favorevole al loro accumulo. In queste condizioni (intorno al 13 e al 19 marzo), in alcune aree, sono stati osservati valori superiori al valore limite giornaliero (50 mg/m³);
- discorso diverso per il picco di concentrazione di PM₁₀ registrata a fine mese, causata da un trasporto di masse d'aria ricca di polvere dai deserti dell'area del Caspio.

Possiamo ipotizzare che la relativamente minore diminuzione del particolato rispetto agli inquinanti gassosi sia dovuta a una serie di concause quali: la presenza di quantitativi di inquinanti precursori, come l'ammoniaca derivante dall'agricoltura e dall'allevamento, in concentrazione sufficiente a produrre PM di origine secondaria. Allo

¹<https://www.lifeprepare.eu/>

stesso tempo l'aumento dei consumi di gas e di legna per riscaldamento domestico, in condizioni meteorologiche che hanno limitato la dispersione degli inquinanti, ha prodotto emissioni della componente primaria.

Questi primi risultati sembrano confermare la necessità di una strategia incentrata su interventi plurisettoriali e multi-inquinante a larga scala, con azioni mirate a ridurre sia le emissioni dirette che dei precursori delle PM. In questo senso i risultati dello studio, seppur preliminari, portano a confermare alcuni punti chiave della pianificazione adottata dalle Regioni e Province autonome del Bacino del Po nei propri piani di qualità dell'aria e negli accordi interregionali.

Per maggiori informazioni e aggiornamenti si rimanda al sito del progetto¹.

La qualità dell'aria a Ferrara

La situazione del 2020 in sintesi

Polveri PM10

Valore Limite giornaliero: 50 µg/m³ numero di superamenti media giornaliero max 35 volte/anno

Valore Limite annuale: 40 µg/m³



PM10 VALORE LIMITE GIORNALIERO: SUPERATO IN TUTTE LE STAZIONI

Nel 2020 nessuna stazione ha rispettato il valore imposto dalla normativa attestandosi al di sopra dei 35 superamenti.

Il trend del numero di superamenti, sebbene sia complessivamente in calo dal 2011 al 2020, rimane un indicatore ancora critico in particolare per le stazioni da traffico, lievemente più contenuto per quelle di fondo; rispetto ai dati del 2011 quelli del 2020 mostrano una riduzione percentuale media pari al 10%.



PM10 VALORE LIMITE ANNUALE : RISPETTATO IN TUTTE LE STAZIONI

Il valore limite della concentrazione media annuale di PM10 (40 µg/m³) è stato rispettato in tutte le stazioni di misura.

Dall'anno 2011 le medie annuali risultano inferiori al valore limite di 40 µg/m³ in tutte le stazioni della rete di monitoraggio.

Rispetto ai dati del 2011, quelli del 2020 mostrano una riduzione percentuale media pari al 19% particolarmente marcata soprattutto nel 2013, 2014, 2016 e 2018.

Polveri PM2,5

Valore Limite annuale: 25 µg/m³



PM_{2,5} VALORE LIMITE ANNUALE : RISPETTATO IN TUTTE LE STAZIONI

Il valore limite per la concentrazione media annuale di PM2.5 (25 µg/m³) è stato rispettato in tutte le stazioni di misura.

La natura prevalentemente secondaria di questo inquinante, quindi la sua elevata diffusione spaziale, si traduce in concentrazioni generalmente omogenee in tutte le stazioni di misura, anche se collocate in aree diverse e lontane fra loro.

Il trend delle medie annuali, dal 2011 fino al 2020, mostra dati sempre inferiori al Valore limite annuale e si può notare una lieve diminuzione negli anni delle concentrazioni; rispetto ai dati del 2011 quelli del 2020 mostrano una riduzione percentuale media pari al 24%.

Metalli

Nichel: Valore Obiettivo (media annua): 20,0 ng/m³

Arsenico: Valore Obiettivo (media annua): 6,0 ng/m³

Cadmio: Valore Obiettivo (media annua): 5,0 ng/m³

Piombo: Valore Limite (media annua): 500 ng/m³



Nichel, Arsenico, Cadmio e Piombo Valore Obiettivo e Valore Limite : RISPETTATO

Come indicato dal D.Lgs. 155/10 i metalli sono stati ricercati sul particolato PM10; la misura è effettuata presso la stazione della RRQA di C.Isonzo (stazione urbana da traffico) e la stazione locale di Barco (stazione urbana industriale).

Per tutti i metalli ricercati le concentrazioni medie annuali rilevate sono risultate ampiamente al di sotto dei valori di riferimento normativi.

Se si analizzano i trend delle medie annuali dal 2011 al 2020 delle stazioni di C. Isonzo e di Barco si può notare un calo evidente per tutti i metalli. Tutti i metalli hanno fatto registrare medie annuali non solo decisamente inferiori ai rispettivi valori obiettivo (per il Piombo si parla di valore limite) ma anche inferiori alla Soglia di Valutazione Inferiore (SVI) prevista dalla normativa, che corrisponde ad un basso livello di concentrazione, in cui le misure continuative non sono strettamente necessarie ma è sufficiente l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva.

Benzo(a)pirene

Valore Obiettivo media annua: 1,0 ng/m³



Benzo(a)pirene Valore Obiettivo: RISPETTATO

Come indicato dal D.Lgs. 155/10 il benzo(a)pirene è stato ricercato sul particolato PM10; la misura è effettuata presso le stazioni della RRQA di C.Isonzo (stazione urbana da traffico) e di Villa Fulvia (stazione urbana di fondo) e la stazione locale di Barco (stazione urbana industriale).

Le concentrazioni medie annuali rilevate risultano ampiamente al di sotto dei valori di riferimento normativi (1,0 ng/m³).

I dati dal 2011 al 2020 sono sempre risultati molto contenuti e lontani dal Valore Obiettivo: il trend evidenzia un leggero calo negli anni, fatta eccezione per Villa Fulvia dove si registra un lieve incremento.

Ozono O₃

Protezione della salute umana:

Soglia di Informazione: 180 µg/m³ (media oraria)

Soglia di Allarme: 240 µg/m³ (media oraria da non superare per più di 3 ore consecutive)

Valore Obiettivo: 120 µg/m³ (massimo giornaliero della media mobile su 8 ore da non superare più di 25 volte/anno civile come media su tre anni)

Protezione della vegetazione:

Valore Obiettivo: 18000 µg/m³*h (AOT40* : calcolata sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio) come media su 5 anni

*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



SOGLIA DI INFORMAZIONE ALLA POPOLAZIONE: SUPERATA IN DUE STAZIONI

Nel 2020 i superamenti della Soglia di Informazione sono stati da 2 a 4 ore, registrati in due stazioni (Gherardi e Ostellato) con valore massimo di 191 µg/m³ nel mese di agosto. I superamenti della Soglia di Informazione sono molto variabili negli anni e prevalentemente legati alla meteorologia che contraddistingue la stagione estiva, oltre che alla zona in cui è collocata la stazione; risulta quindi molto difficile stabilire un trend dei superamenti.



SOGLIA DI ALLARME: RISPETTATA

Nel 2020 in tutte le stazioni non risulta mai superata la Soglia di Allarme di 240 µg/m³.



VALORE OBIETTIVO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA: SUPERATO

Il trend dal 2011 al 2020 evidenzia una leggera diminuzione dei superamenti dell'Obiettivo a lungo termine (massima media mobile delle 8 ore pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) anche se si registrano sempre valori elevati rispetto al valore obiettivo.

PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE: PERMANE LA CRITICITÀ

La valutazione di questo indicatore, come sancito dal D.Lgs. 155/10, è limitata alle stazioni di fondo suburbano e rurale, quindi nel calcolo sono state considerate solo le stazioni di Cento, Gherardi e Ostellato.

Se si considerano i dati della stazione di Gherardi, dal 2011 al 2020 si può notare una certa stabilità come anche nella stazione di Cento, mentre il trend della stazione di Ostellato evidenzia un lieve aumento; i dati sono ancora alti e lontani dal valore di $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$, indicato dalla normativa per la protezione della vegetazione, a conferma della criticità che ancora esiste per questo inquinante.

Biossido di azoto NO_2

Valore Limite annuale: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore Limite orario: $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ numero di superamenti max 18 volte/anno

Soglia di Allarme: $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media oraria misurata per 3 ore consecutive)

PERMANE LA CRITICITÀ DEL BIOSSIDO D'AZOTO NELLE STAZIONI DA TRAFFICO

Nel 2020, il Valore Limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ risulta rispettato in tutte le stazioni.

Il trend delle medie annuali, dal 2011 al 2020, mostra complessivamente una diminuzione delle concentrazioni; rispetto ai dati del 2011, quelli al 2020 mostrano una riduzione percentuale media pari al 40%; il Valore Limite Annuale fissato a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ risulta da diversi anni rispettato da tutte le stazioni, anche se nella stazione da traffico di C. Isonzo questo indicatore risulta ancora critico, con valori in alcuni anni prossimi al Valore Limite.

Il Biossido di Azoto si configura come un inquinante critico più per i livelli medi che per gli episodi acuti, ma è comunque necessario mantenere sotto attento controllo questo inquinante, anche in considerazione del fatto che si tratta di un precursore sia di polveri che di O_3 .

VALORE LIMITE ORARIO E SOGLIA DI ALLARME: RISPETTATI

Il numero di superamenti del livello orario per la protezione per la salute umana di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (da non superare per più di 18 ore/anno) non risulta da tempo superato in nessuna stazione.

Benzene

Valore Limite annuale: $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

BENZENE VALORE LIMITE ANNUALE : RISPETTATO

I dati di benzene degli ultimi anni confermano che questo inquinante ha raggiunto livelli molto bassi, quindi non rappresenta una criticità.

Le concentrazioni medie annuali di Benzene confermano anche per il 2020 il trend in diminuzione.

Monossido di carbonio CO

Valore Limite: $10 \text{mg}/\text{m}^3$ (massima media mobile di 8 ore giornaliera)

MONOSSIDO DI CARBONIO VALORE LIMITE : RISPETTATO

Le concentrazioni di monossido di carbonio risultano basse e largamente inferiori al Valore Limite per la protezione della salute umana.

Il trend relativo al valore massimo della media mobile su 8 ore evidenzia una sostanziale stabilità dei valori misurati, tanto che questo inquinante allo stato attuale non presenta più alcuna criticità; per tale motivo l'attuale configurazione della Rete di Monitoraggio non prevede la misura del Monossido di Carbonio, che attualmente viene misurato solo nelle stazioni locali industriali.

Ammoniaca NH₃

Non sono previsti limiti di legge o valori soglia o obiettivo.

Il monitoraggio è effettuato presso la postazione di Mizzana-Via Traversagno, nel comune di Ferrara, nei pressi del Polo Chimico, mediante campionatori di tipo passivo (radielli).

Le concentrazioni mensili di ammoniaca misurate a Ferrara sono confrontabili e mediamente inferiori rispetto a quelle misurate a San Pietro Capofiume (Molinella, BO), stazione di fondo rurale della rete regionale di qualità dell'aria di Arpae; la media annuale risulta pari a 5,3 µg/m³ presso Mizzana e pari a 9,0 µg/m³ a S. Pietro Capofiume.

Complessivamente nel 2020 si è registrato un lieve decremento rispetto all'anno precedente.

IQA Indice sintetico della qualità dell'aria

Inquinante	Indicatore di riferimento	Valore
PM10	Media giornaliera	50 µg/m ³
O ₃	Valore massimo della media mobile su 8 ore	120 µg/m ³
NO ₂	Valore massimo orario	200 µg/m ³

Nel 2020, l'aria è risultata "Buona" o "Accettabile" in 270 giornate, corrispondenti a circa il 74% dell'anno. Per il restante periodo, 96 giornate (26%), la qualità dell'aria è risultata "Mediocre", "Scadente" o "Pessima", situazione determinata dal superamento di uno dei limiti sopra indicati.

L'indice di qualità dell'aria nel 2020 è risultato in linea rispetto agli anni precedenti, in particolare a partire dal 2015.

La situazione in dettaglio

In seguito viene presentata la qualità dell'aria a Ferrara, documentata attraverso l'utilizzo di serie pluriennali di dati, considerando sia lo stato di qualità dell'aria in quanto tale che le pressioni esercitate dall'uomo su tale matrice.

Gli inquinanti che verranno descritti nei capitoli successivi sono quelli indicati nel D.lgs. 155 del 2010: polveri (PM10 e PM2.5), metalli (nichel, arsenico, cadmio e piombo), benzo-a-pirene, ozono, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio; viene inoltre riportata anche l'ammoniaca.

L'analisi di ciascun inquinante prevede la presentazione tabellare dei dati, la rappresentazione tramite grafici box-plot, il confronto con i valori limite, l'andamento delle medie mensili e dei dati giornalieri, la settimana tipica e il giorno tipico (solo per gli inquinanti che hanno dati orari).

L'analisi grafica dei dati degli inquinanti verrà presentata separando le due reti, rete regionale e rete locale; per valutare meglio i livelli delle concentrazioni misurate presso le stazioni locali, ai grafici contenenti i dati di Barco e Cassana sono stati affiancati quelli della stazione da traffico di C. Isonzo (situata a 2-3 km dal polo Chimico e a 5 km dall'inceneritore) e quelli di Villa Fulvia, stazione di fondo urbano di Ferrara (situata a circa 6 km dal polo Chimico e a 8 km dall'inceneritore), posta in direzione sud-sud-est quindi in una zona che si stima non interessata direttamente dalle ricadute degli impianti citati.

Analogamente le stazioni di C. Isonzo e di Villa Fulvia sono prese come riferimento per visualizzare l'andamento degli inquinanti attraverso linee di tendenza visualizzate nei grafici dei trend, così da fornire una indicazione dell'andamento dei vari parametri negli anni, sia in un contesto che risente della fonte traffico (Isonzo) che in un contesto che non risente prioritariamente di una singola fonte di emissione specifica (V.Fulvia).

Polveri PM10

Il materiale particolato aerodisperso è un insieme eterogeneo di sostanze di diversa natura, particelle solide e liquide sospese in aria ambiente. È pertanto caratterizzato da una grande varietà di caratteristiche fisiche, chimiche, geometriche e morfologiche. Il termine PM10 identifica le particelle di diametro aerodinamico uguale o inferiore ai 10 µm. Con PM2.5 si intende invece la frazione fine del particolato con particelle aventi diametro aerodinamico uguale o inferiore a 2,5 µm.

Solo una parte dell'inquinamento da polveri è di origine primaria, ossia dovuta ai soli processi di trasporto e diffusione di polveri direttamente emesse dalle varie sorgenti inquinanti, mentre la parte più consistente (circa il 70%) è di origine secondaria, ovvero dovuta ai processi chimico-fisici che avvengono in atmosfera a partire dai precursori (NH₃, NO_x, SO₂, COV) emessi da trasporti, agricoltura, impianti per il riscaldamento domestico e dal comparto industriale (vedi Quadro conoscitivo Piano Aria Integrato Regionale 2020).

Limiti di legge

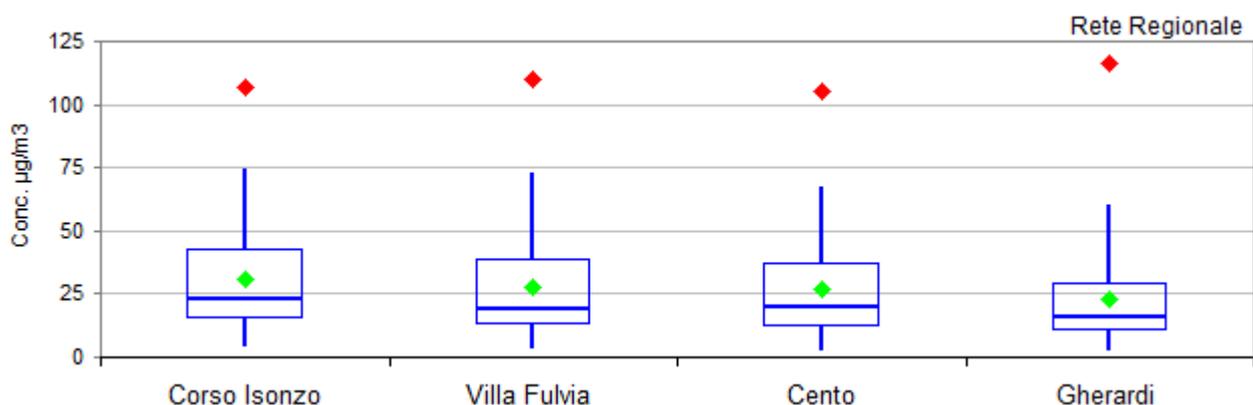
D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

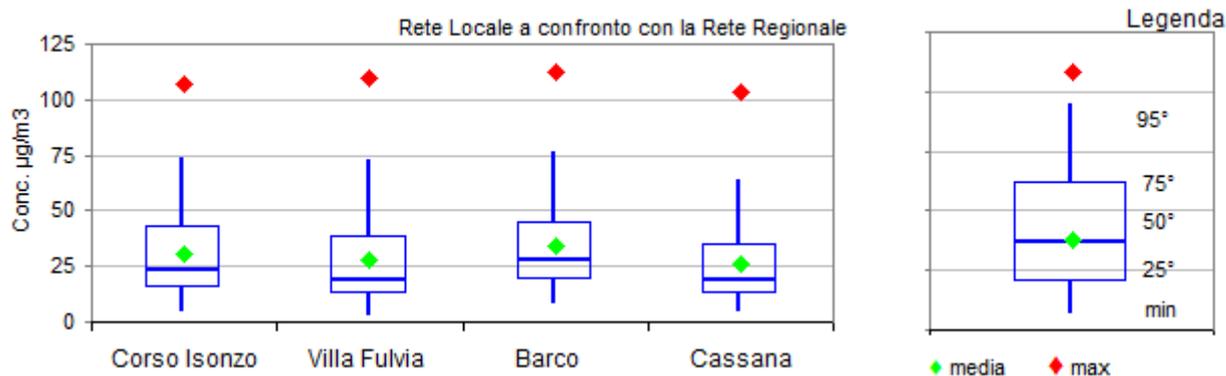
Valore Limite giornaliero (da non superare più di 35 volte/anno)	media giornaliera	50 µg/m ³
Valore Limite annuale	media annuale	40 µg/m ³

Analisi dei dati

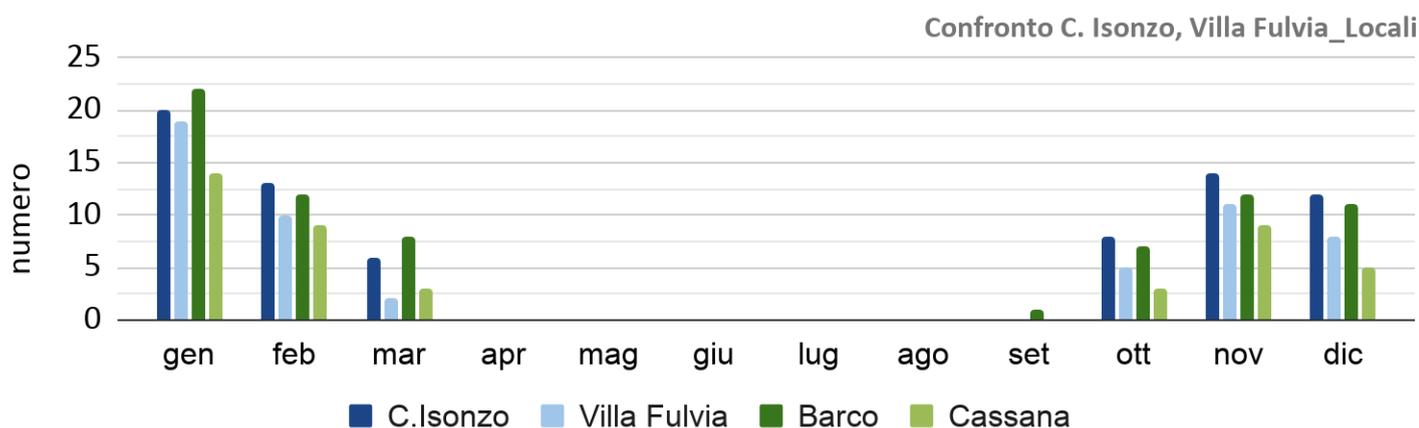
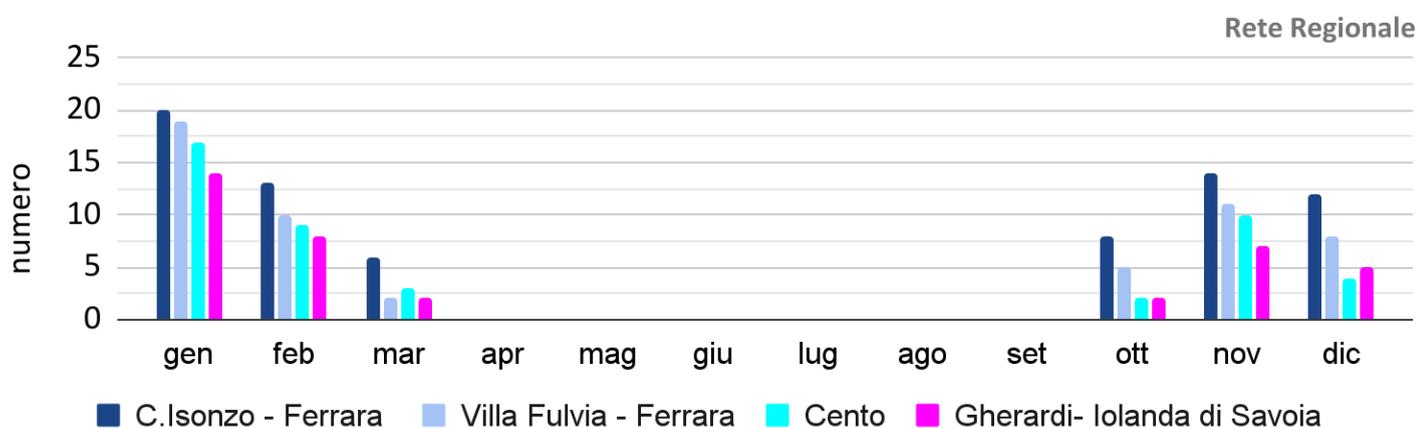
STAZIONI	Comune	zona	tipo	Dati Validi (%)	Concentrazioni (µg/m ³)							Media Annuale	N°Sup VL giornaliero
					Min	Max	25°	50°	75°	95°			
■ C.Isonzo	Ferrara			100	5	107	15	23	43	74	31	73	
■ Villa Fulvia	Ferrara			100	4	110	13	19	39	73	28	55	
■ Cento	Cento			94	3	105	12	20	37	67	27	45	
■ Gherardi	Jolanda di Savoia			99	3	116	10	16	29	60	23	38	
■ Barco	Ferrara			94	9	112	19	28	45	76	34	73	
■ Cassana	Ferrara			98	5	103	13	19	35	64	26	43	

■ Stazioni Locali ■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite





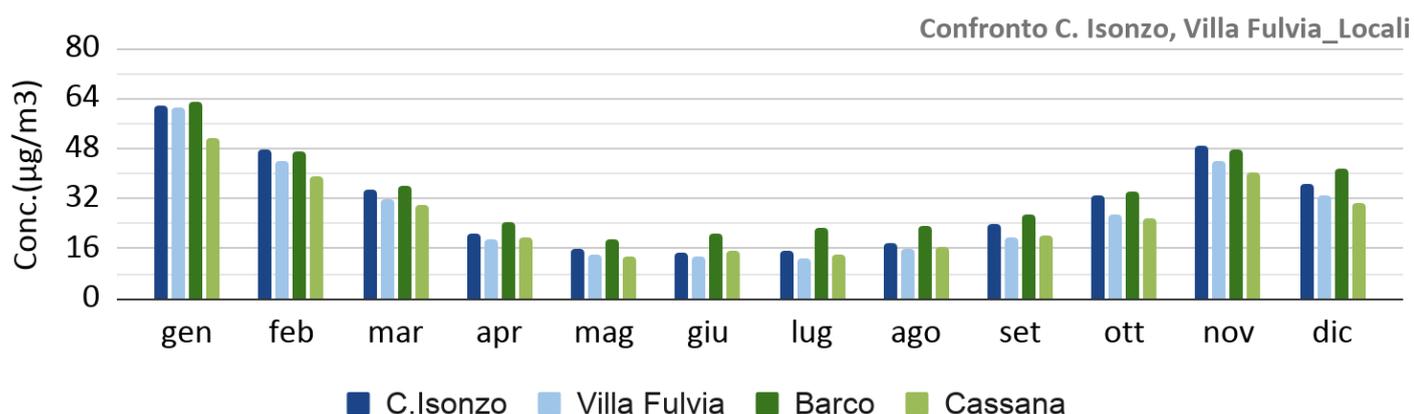
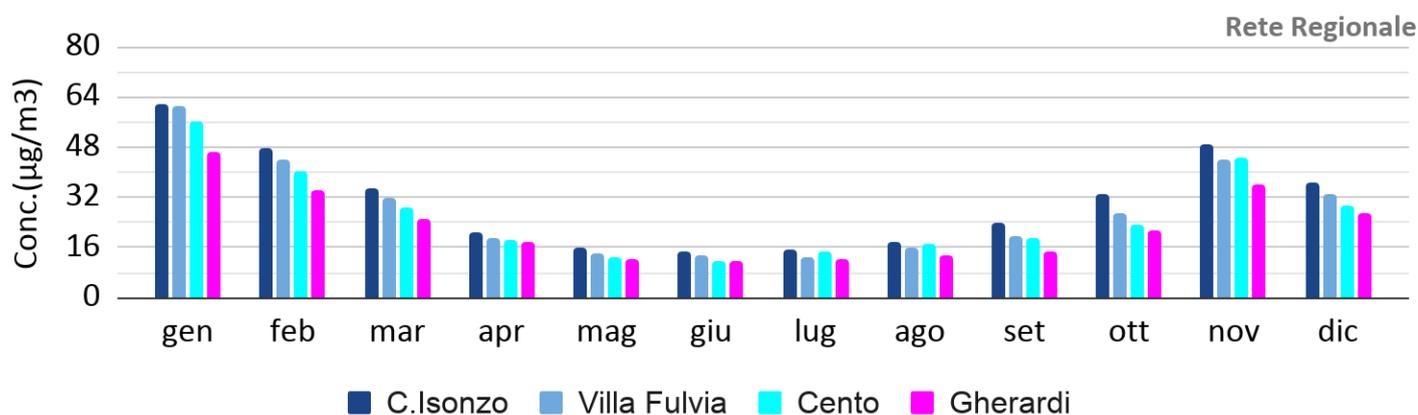
Superamenti del Valore Limite giornaliero di 50 µg/m³



Nella stagione invernale sono concentrati i superamenti del Valore Limite Giornaliero fissato a 50µg/m³; in particolare nel mese di gennaio le stazioni peggiori della Rete Regionale sono risultate essere C. Isonzo e Villa Fulvia rispettivamente con 20 e 19 superamenti, mentre per le Stazioni Locali è da segnalare Barco con 22 superamenti.

Se confrontiamo i dati annuali misurati nelle differenti tipologie di stazioni, si può notare che le maggiori criticità si registrano nella stazione da traffico di C. Isonzo dove sono stati registrati 73 giorni di superamento, contro i 55 giorni di Villa Fulvia, stazione di fondo urbano.

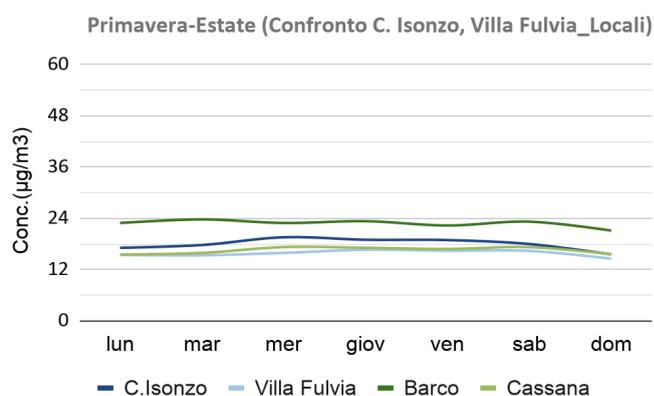
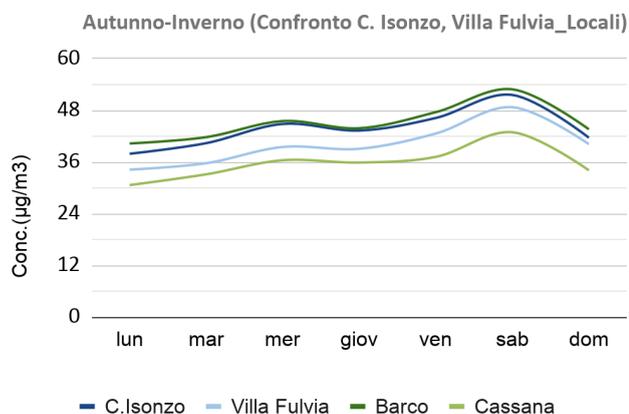
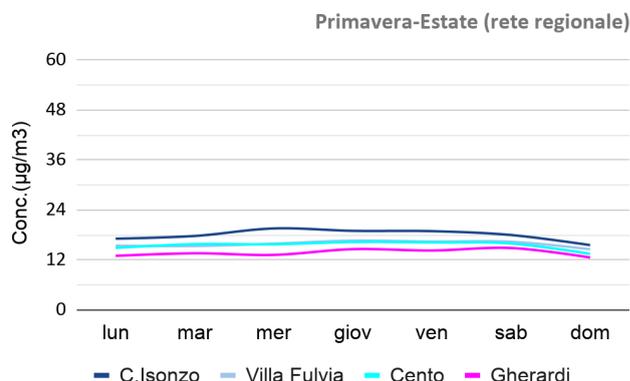
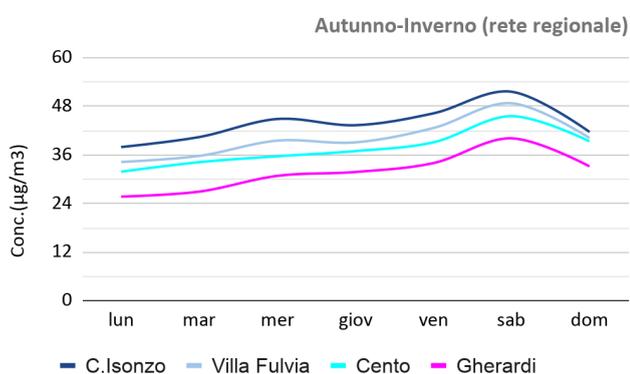
Andamento medie mensili



Dall'esame dei grafici emerge che i mesi maggiormente critici, sia per le stazioni della RRQA che per le Stazioni Locali, sono quelli invernali caratterizzati da elevata stabilità atmosferica, spesso inversione termica in quota, e da scarsa ventilazione: in questa situazione meteorologica si crea nei livelli atmosferici più bassi un unico strato di inquinamento diffuso e uniforme, dove la dispersione degli inquinanti emessi è fortemente limitata. Questo può determinare un marcato aumento delle concentrazioni che possono raggiungere valori molto elevati, anche a causa della formazione di particolato secondario per la trasformazione chimico-fisica degli inquinanti primari.

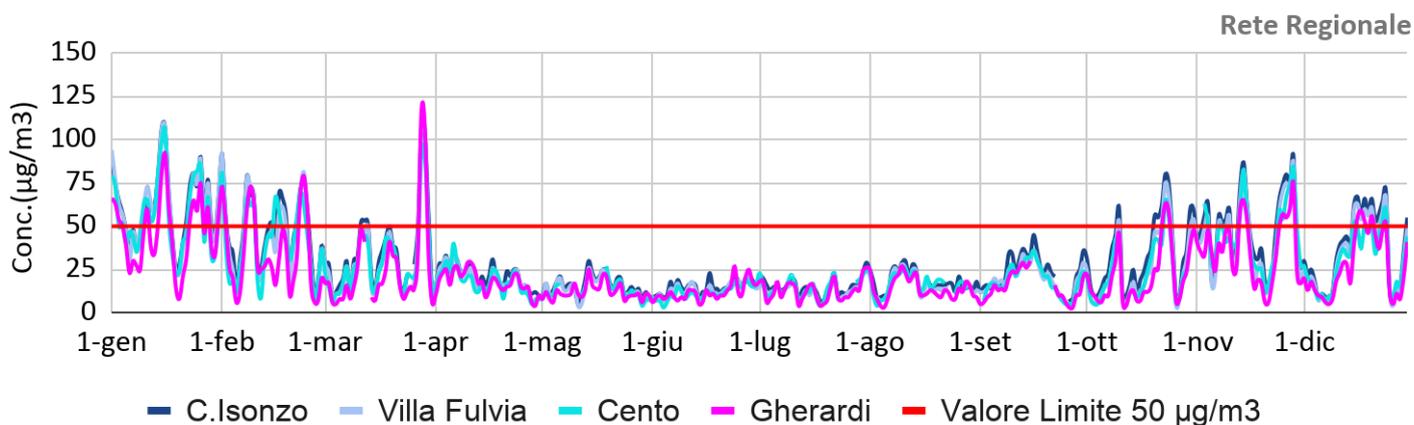
Nel 2020 le concentrazioni più alte di polveri PM10 sono state misurate nei mesi di gennaio, febbraio e novembre: a gennaio la media delle stazioni della RRQA è stata di 56 µg/m³ e quella delle stazioni locali è stata di 57 µg/m³, a febbraio la media è stata rispettivamente di 42 µg/m³ e di 43 µg/m³ e a novembre la media è stata rispettivamente di 43 µg/m³ e di 44 µg/m³.

Settimana tipo

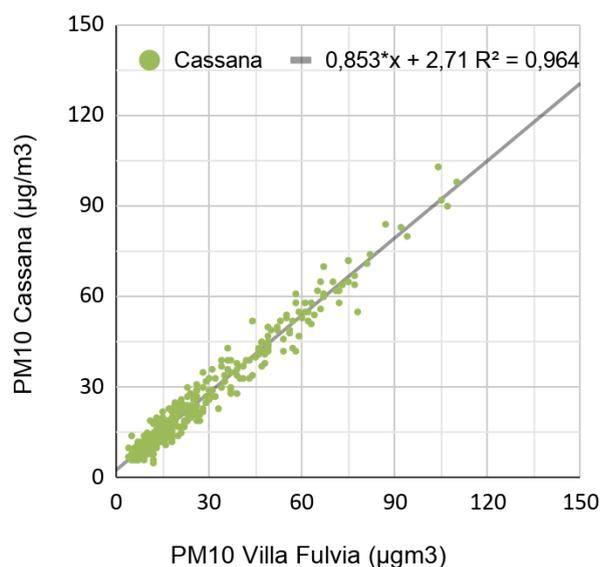
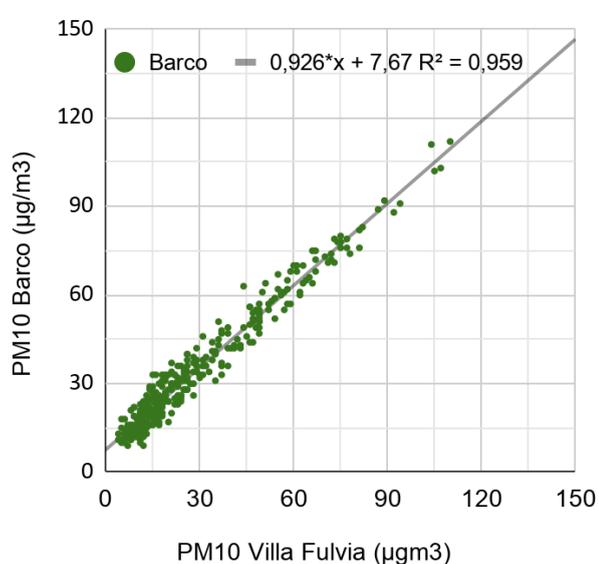
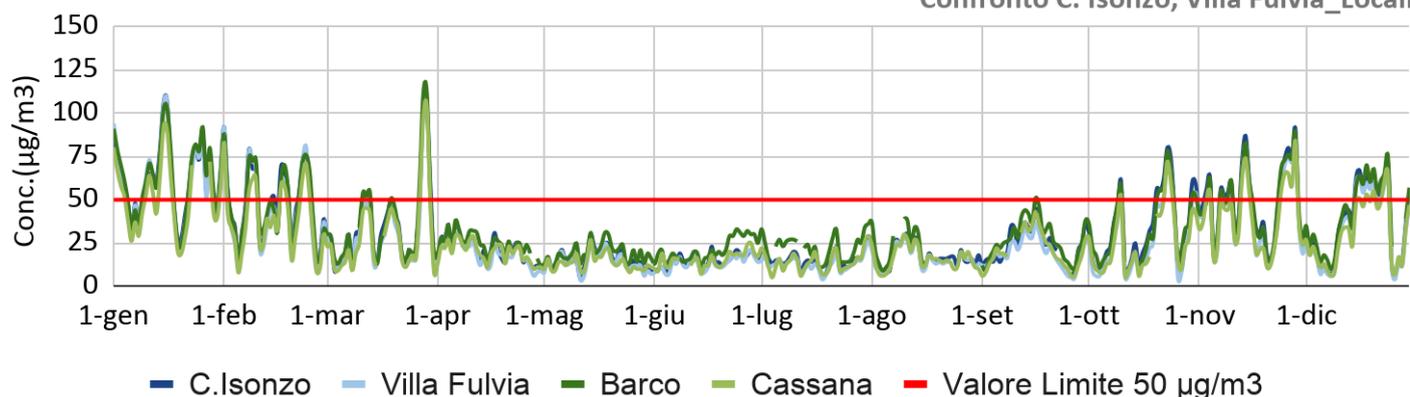


La settimana tipo nel periodo invernale mostra un incremento dal lunedì al sabato.

Dati Giornalieri



Confronto C. Isonzo, Villa Fulvia_Locali



Se si confrontano i dati delle stazioni della rete locale con quelli della stazione di fondo urbano di Villa Fulvia si osserva una marcata correlazione, con coefficienti R^2 superiori a 0,9 e livelli di concentrazione simili. Anche gli andamenti temporali e gli indicatori statistici rappresentati nei box plots non mostrano scostamenti significativi.

Tutte le stazioni presentano una media annuale di PM10 inferiore al Valore Limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

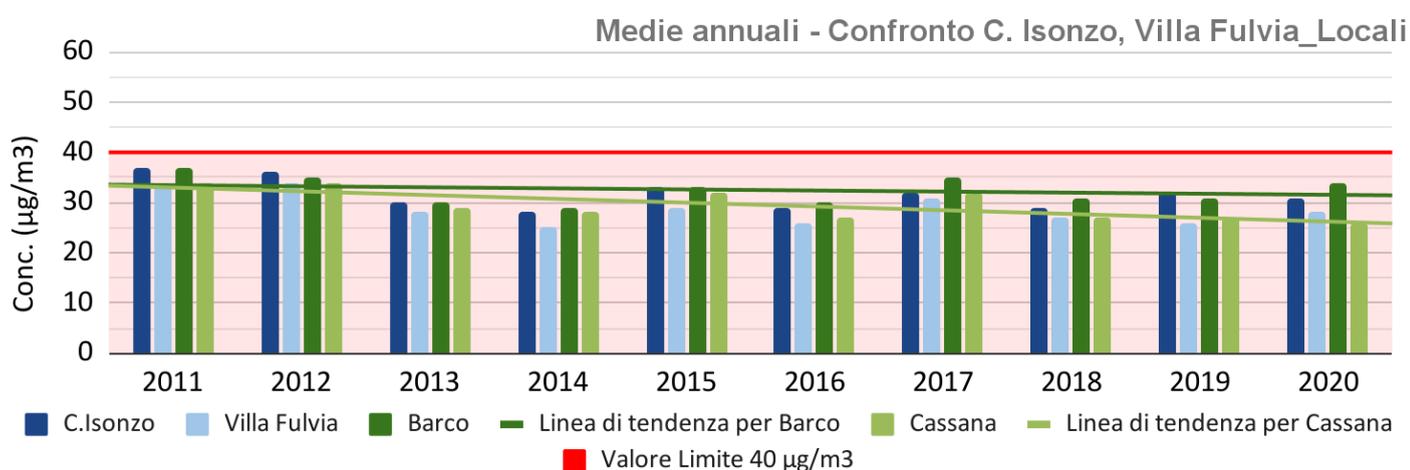
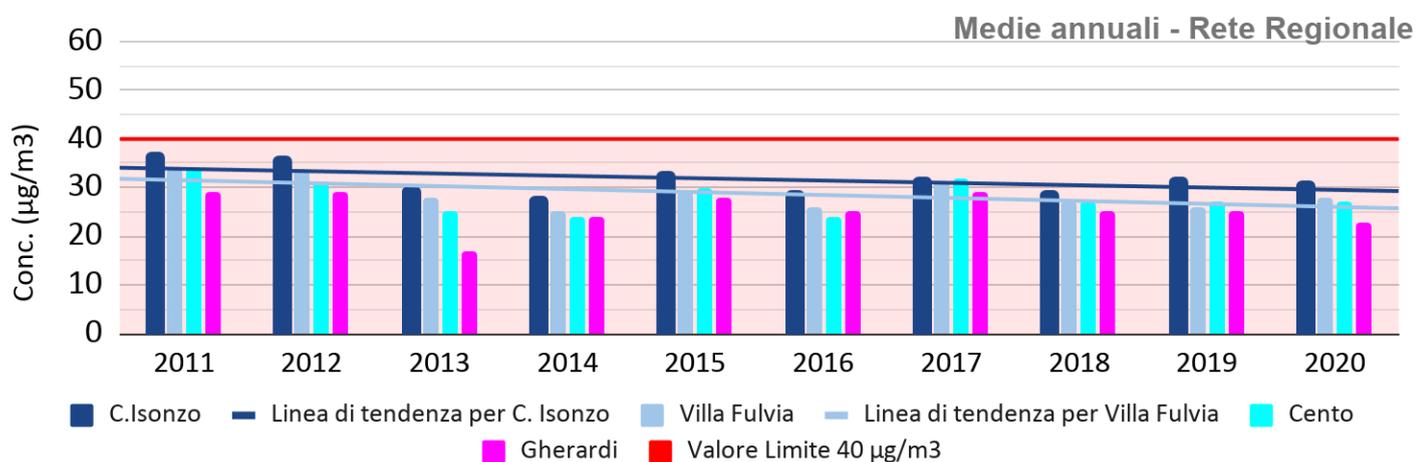
Invece i superamenti del Valore Limite giornaliero sono maggiori dei 35 consentiti in tutte le stazioni della rete regionale e della rete locale.

Trend

Medie annuali

STAZIONI	Comune	zona	tipo	Concentrazioni (µg/m³)									
				Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020
C.Isonzo	Ferrara	urbano	traffico	37	36	30	28	33	29	32	29	32	31
Villa Fulvia	Ferrara	urbano	verde	34	34	28	25	29	26	31	27	26	28
Cento	Cento	urbano	verde	34	31	25	24	30	24	32	27	27	27
Gherardi	Jolanda di Savoia	urbano	verde	29	29	17	24	28	25	29	25	25	23
Barco	Ferrara	urbano	industria	37	35	30	29	33	30	35	31	31	34
Cassana	Ferrara	urbano	industria	34	34	29	28	32	27	32	27	27	26

 Stazioni Locali
 ≤ Valore Limite 40 µg/m³
 > Valore Limite 40 µg/m³



Nell'ultimo decennio il Valore Limite Annuale fissato a 40 µg/m³ è stato rispettato in tutte le stazioni.

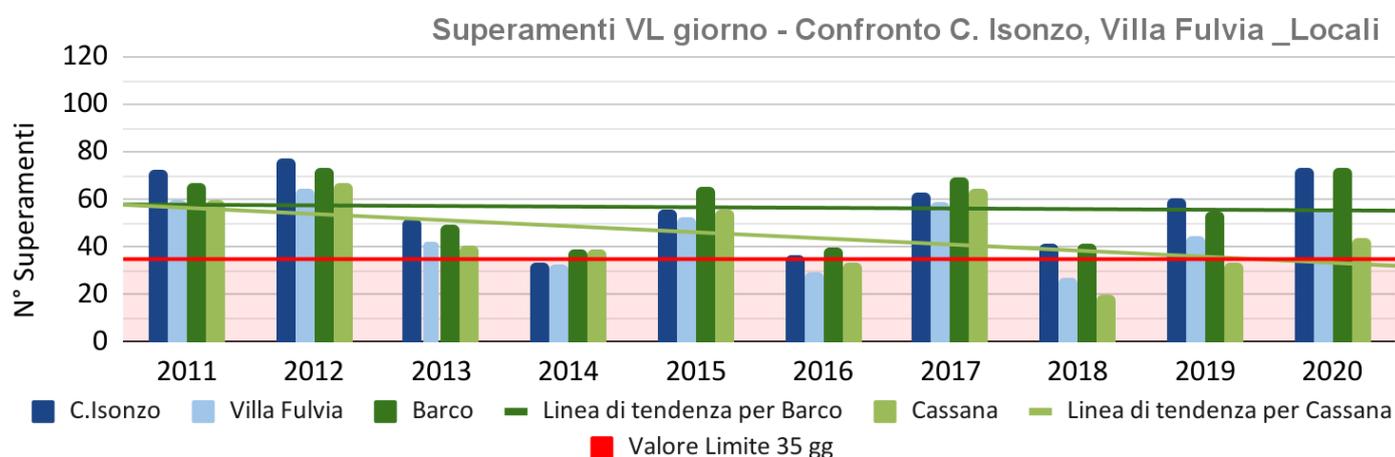
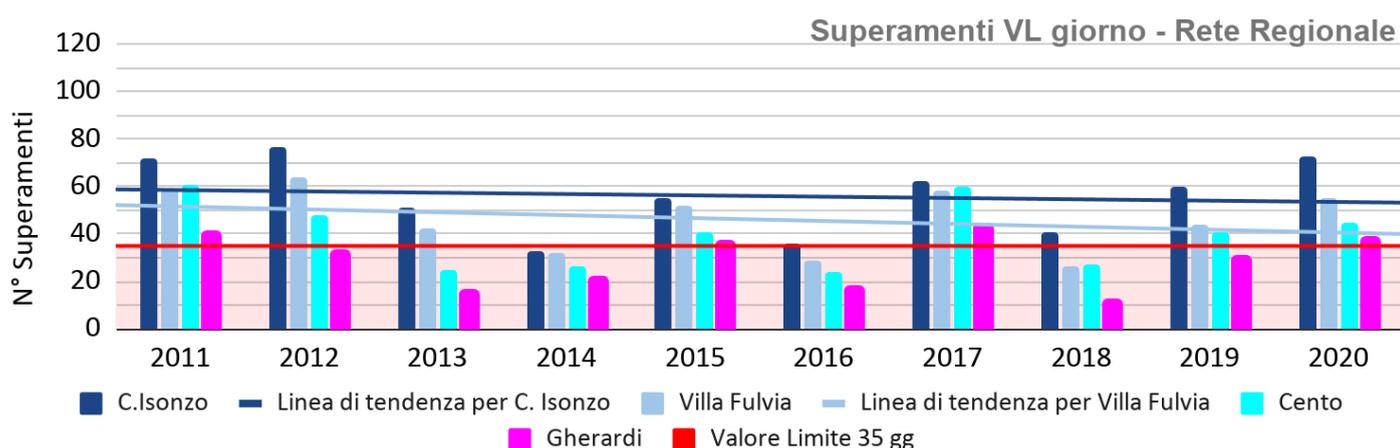
Il trend delle medie annuali delle stazioni della RRQA dal 2011 fino al 2020 mostra complessivamente una lieve diminuzione delle concentrazioni, particolarmente marcata soprattutto negli anni 2013, 2014 e 2016, 2018; rispetto ai dati del 2011 quelli al 2020 mostrano una riduzione percentuale media pari al 19%.

Anche per le stazioni Locali è possibile osservare un andamento analogo a quanto rilevato per le stazioni della Rete Regionale, con un lieve calo delle concentrazioni medie annuali; rispetto ai dati del 2011 quelli del 2020 mostrano una riduzione percentuale media pari al 16%; anche per le Stazioni Locali nel 2020 non si rilevano criticità a carico di questo indicatore.

Superamenti

STAZIONI	Comune	zona	tipo	Numero di giorni con superamento del Valore Limite giornaliero di 50 µg/m ³ /anno									
				Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020
C.Isonzo	Ferrara	urbano	traffico	72	77	51	33	55	36	62	41	60	73
Villa Fulvia	Ferrara	urbano	sfondo	59	64	42	32	52	29	58	26	44	55
Cento	Cento	urbano	sfondo	61	48	25	26	41	24	60	27	41	45
Gherardi	Jolanda di Savoia	urbano	sfondo	41	33	16	22	37	18	44	12	30	38
Barco	Ferrara	urbano	traffico	66	73	49	38	65	39	69	41	54	73
Cassana	Ferrara	urbano	traffico	59	66	40	38	55	33	64	19	33	43

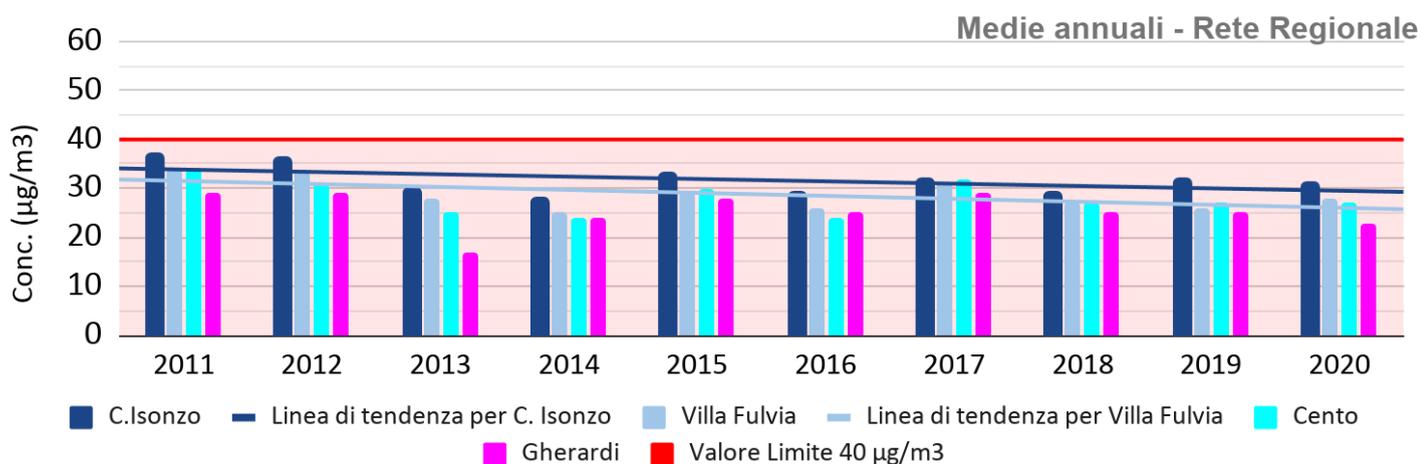
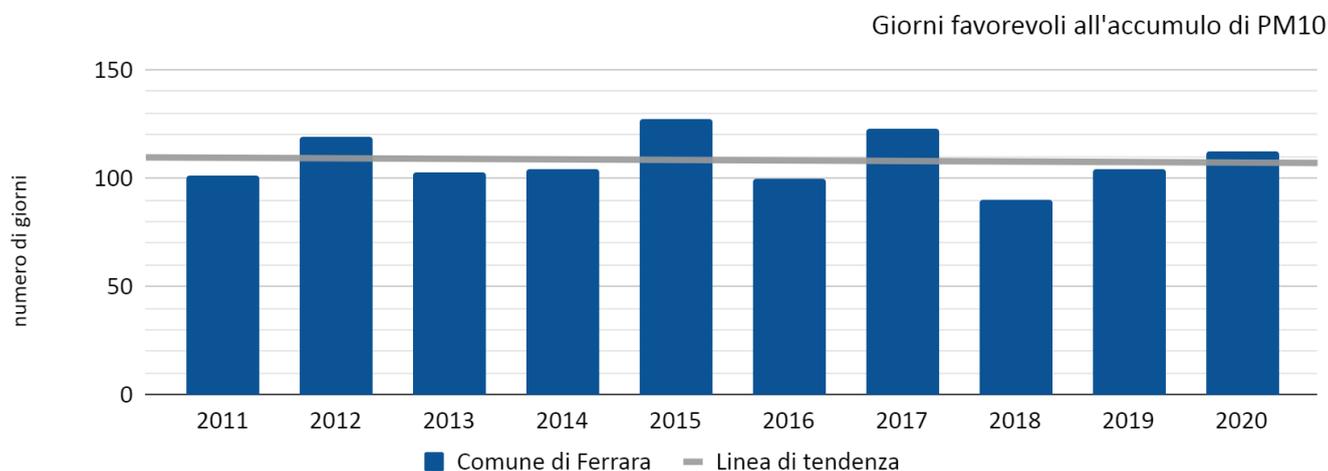
■ Stazioni Locali
 ■ ≤ Valore Limite 35 gg/anno
 ■ > Valore Limite 35 gg/anno



Il trend del numero di superamenti delle stazioni della RRQA, sebbene sia complessivamente in calo dal 2011 al 2020, rimane un indicatore ancora critico in particolare per le stazioni da traffico, lievemente più contenuto per quelle di fondo; rispetto ai dati del 2011 quelli del 2020 mostrano una riduzione percentuale media pari al 10%. Nel 2020 nessuna stazione ha rispettato il valore imposto dalla normativa attestandosi al di sopra dei 35 superamenti. Per quanto riguarda le Stazioni Locali questo indicatore si comporta secondo quanto già osservato per le stazioni della Rete Regionale; sebbene si noti un calo negli anni, questo indicatore rimane comunque critico anche per

questa tipologia di stazioni; rispetto ai dati del 2011 quelli del 2020 mostrano una riduzione percentuale media pari al 12%

Confronto Giorni critici e medie annuali PM10



Nel 2020, la percentuale di giornate favorevoli all'accumulo di PM10 (vedi allegato Meteo 2020 pag.12-13) calcolate nel periodo da gennaio a marzo e da ottobre a dicembre è pari al 65%; i mesi peggiori sono risultati gennaio, febbraio, novembre, ottobre e dicembre; l'anno è stato caratterizzato da condizioni più favorevoli all'accumulo rispetto agli ultimi due anni. Il numero di giorni critici varia da un minimo di 90 nel 2018 ad un massimo di 127 nel 2015, con un trend in lieve calo.

Se si confrontano i trend si nota che pur essendo entrambi in calo, quello dei giorni favorevoli alla diffusione degli inquinanti è decisamente meno marcato rispetto al trend delle medie annuali; questo disaccoppiamento è un primo segnale che fa ipotizzare che le misure messe in campo per limitare l'inquinamento atmosferico in questi ultimi 10 anni stiano dando i primi risultati positivi.

Particolato PM2,5

Per particolato fine si intendono tutte le particelle solide o liquide sospese nell'aria con dimensioni microscopiche e quindi respirabili. Il PM2,5 è definito come il materiale particolato con un diametro aerodinamico medio inferiore a 2.5 micron ($1\mu\text{m} = 1$ millesimo di millimetro). Esso è originato sia per emissione diretta (particelle primarie), che per reazioni nell'atmosfera di composti chimici quali ossidi di azoto e zolfo, ammoniaca e composti organici (particelle secondarie).

Le sorgenti del particolato possono essere antropiche e naturali. Le fonti antropiche sono riconducibili principalmente ai processi di combustione quali: emissioni da traffico veicolare, utilizzo di combustibili (carbone, combustibili liquidi, legno, rifiuti, rifiuti agricoli), emissioni industriali (cementifici, fonderie, miniere). Le fonti naturali, invece, sono principalmente aerosol marino, suolo risollevato e trasportato dal vento, etc.

Limiti di legge

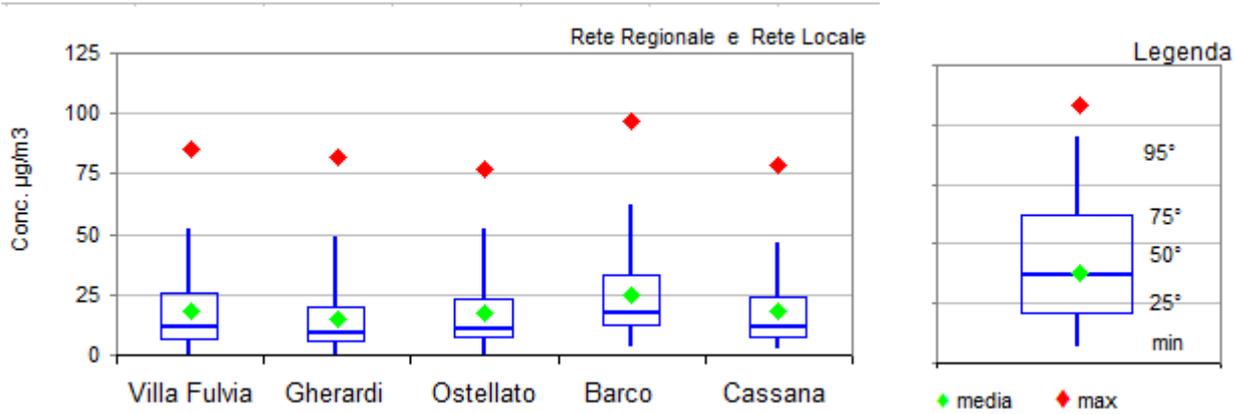
D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

Valore Limite annuale	media annuale	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
-----------------------	---------------	-----------------------------

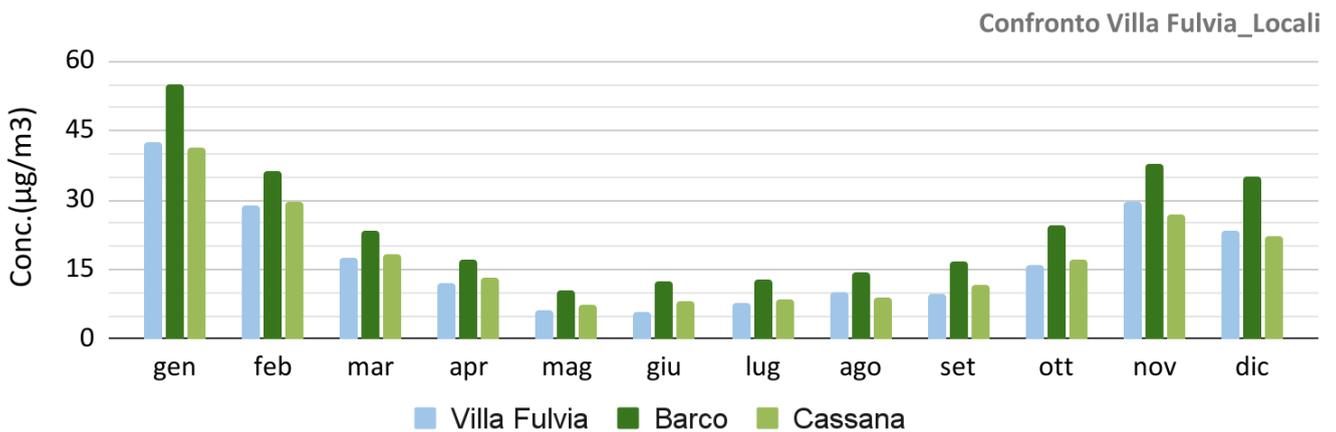
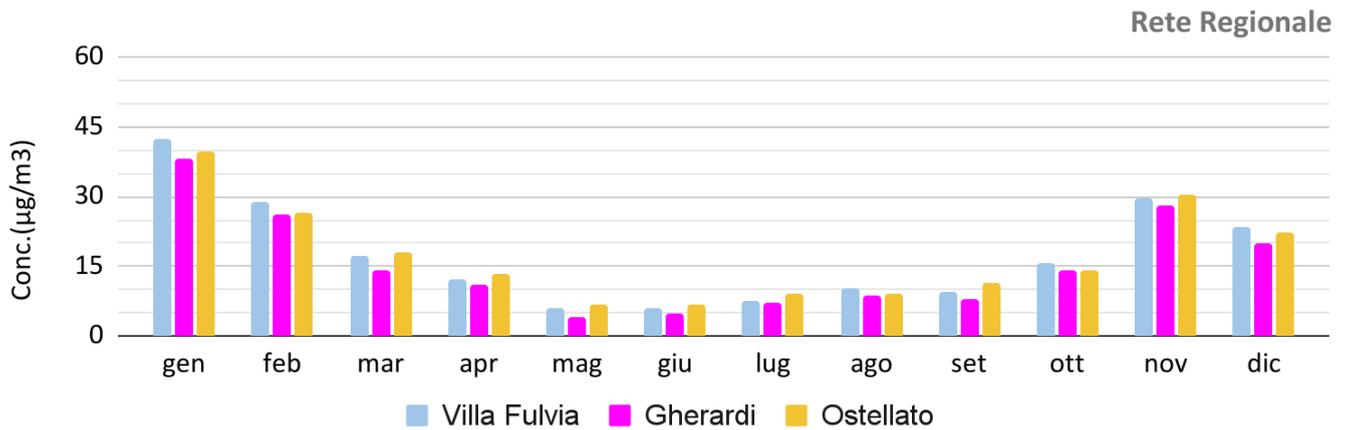
Analisi dei dati

STAZIONI	Comune	zona	tipo	Dati Validi (%)	Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
					Min	Max	25°	50°	75°	95°	Media Annuale
 Villa Fulvia	Ferrara			93	3	85	6	12	26	52	18
 Gherardi	Jolanda di Savoia			96	3	82	5	9	20	49	15
 Ostellato	Ostellato			99	3	77	7	11	23	52	17
 Barco	Ferrara			94	4	97	12	17	33	62	25
 Cassana	Ferrara			99	4	79	7	12	24	46	18

 Stazione locale
  \leq Valore Limite
 $>$ Valore Limite



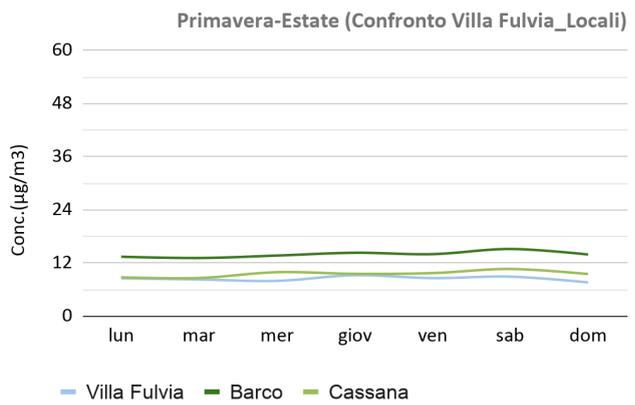
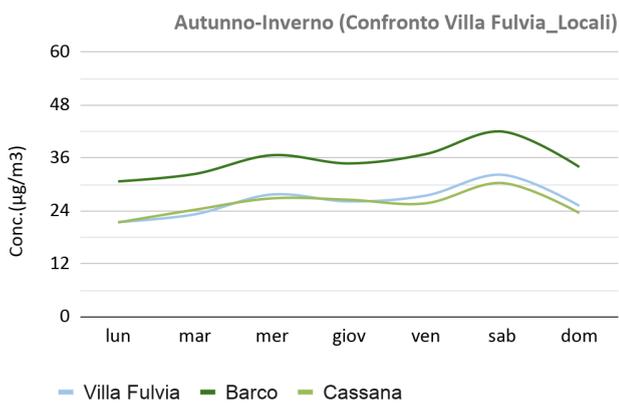
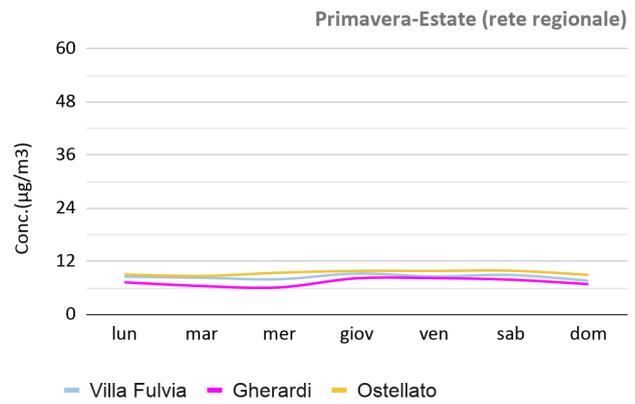
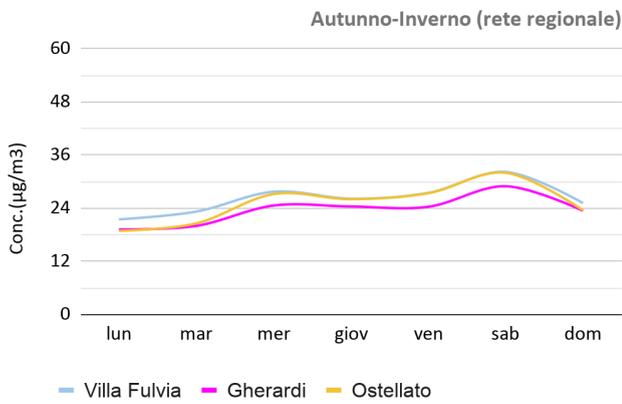
Andamento medie mensili



Come già osservato per le polveri PM10, anche le polveri PM2,5 risultano più elevate nella stagione autunnale/invernale rispetto a quella estiva, quando il maggior rimescolamento dell'atmosfera favorisce la dispersione degli inquinanti; il massimo valore dell'anno nelle stazioni RRQA è stato misurato a Villa Fulvia il 15 gennaio (85 µg/m³) mentre nella stazione locale di Barco tale valore è stato rilevato il 16 gennaio (97 µg/m³).

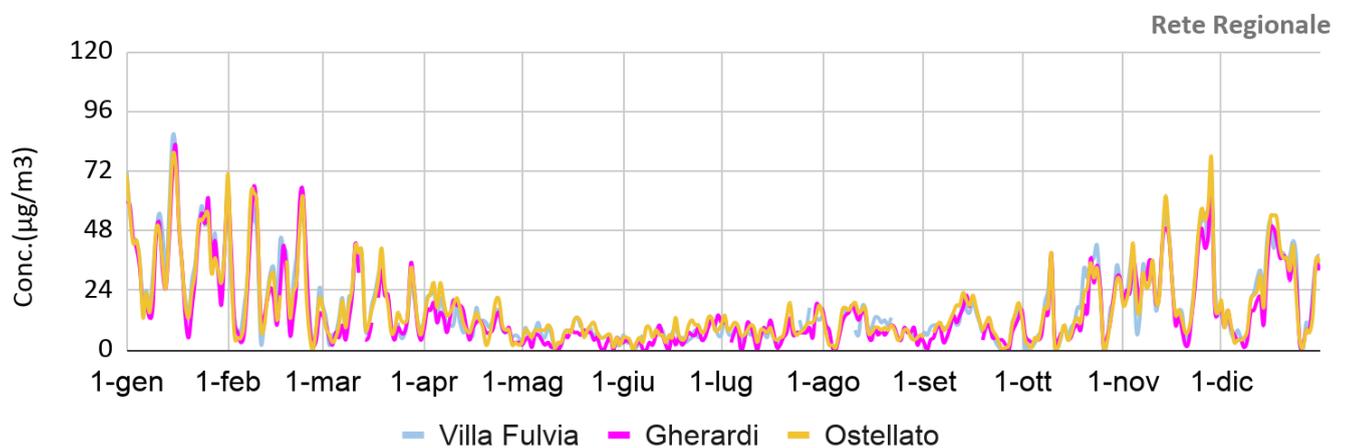
Il mese più critico è stato gennaio che ha registrato una media complessiva per le stazioni RRQA di 40 µg/m³, analogamente alle stazioni locali di Barco e Cassana la cui media mensile di gennaio è risultata 48 µg/m³.

Settimana Tipo

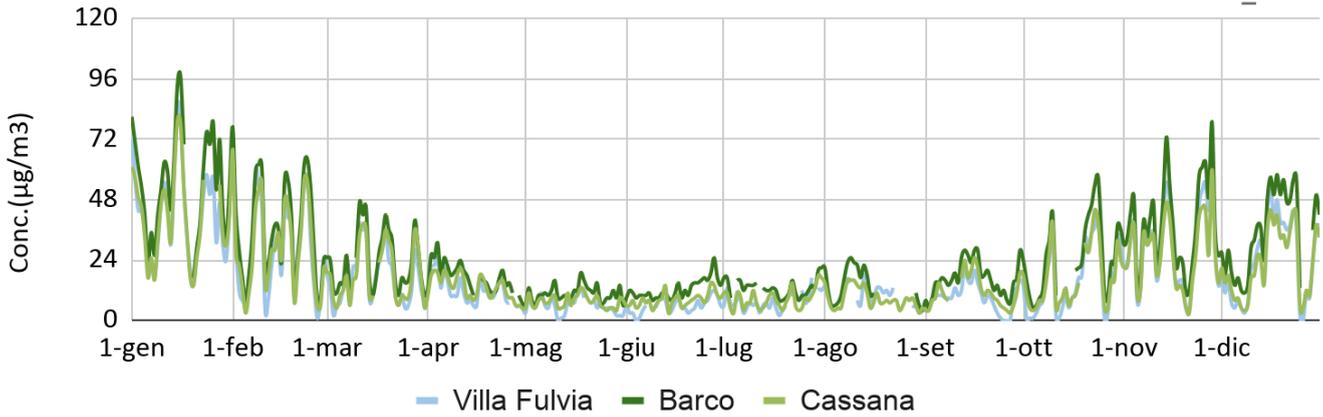


La settimana tipo nel periodo invernale mostra un incremento dal lunedì al sabato.

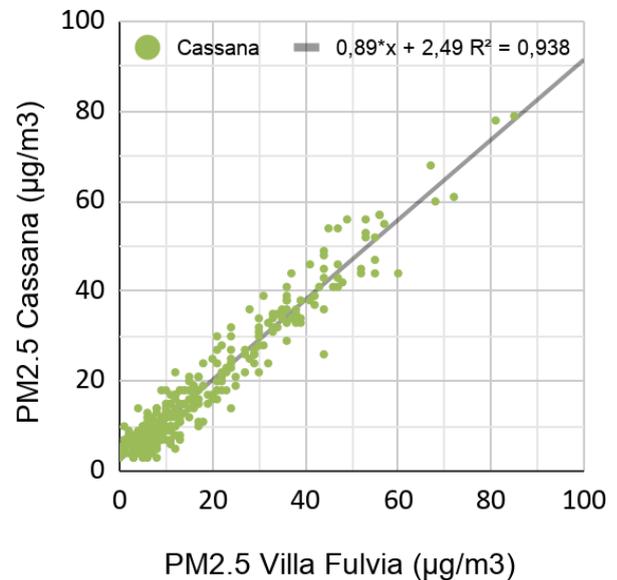
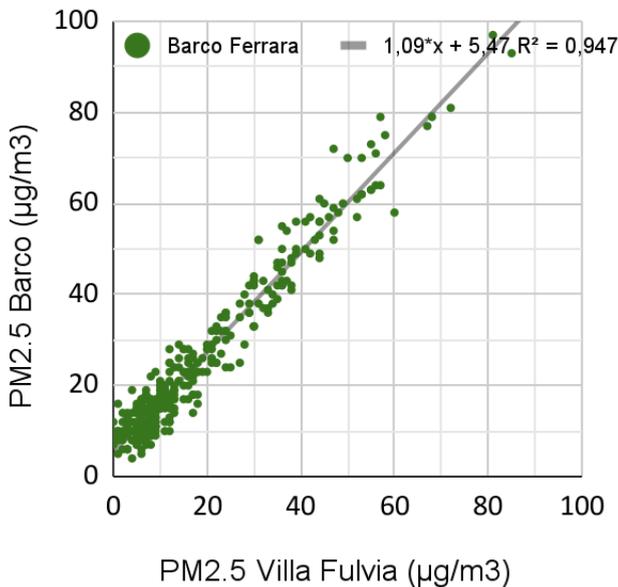
Dati Giornalieri



Confronto Villa Fulvia_Locali



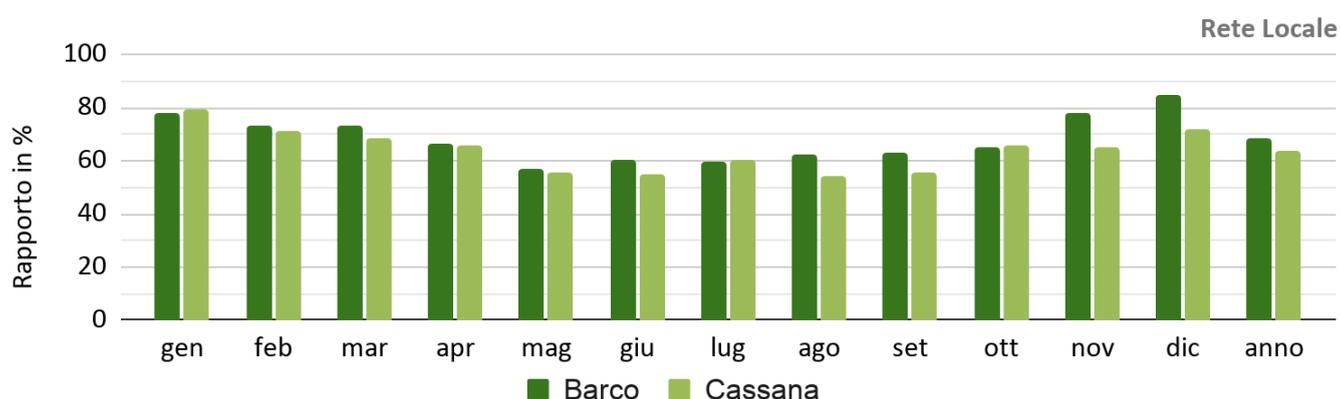
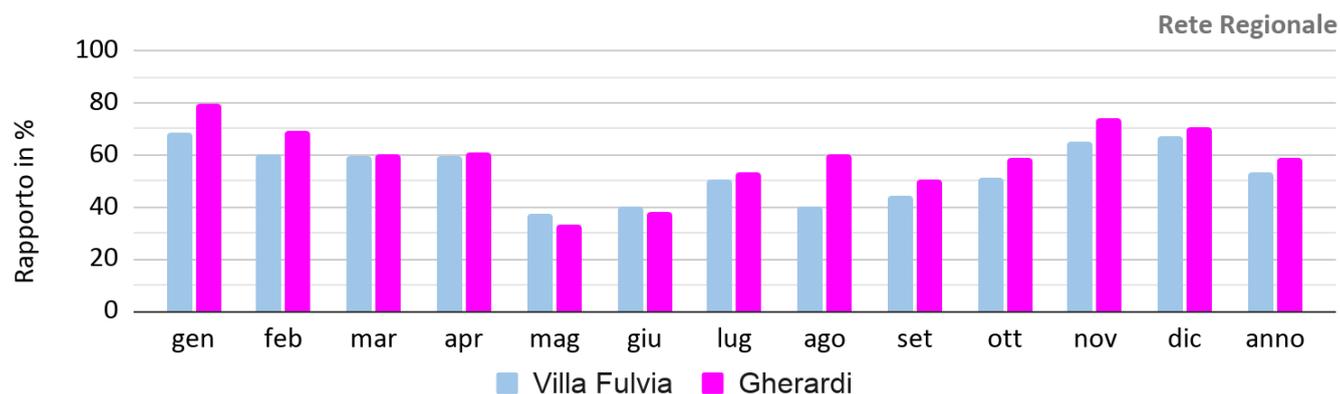
La natura prevalentemente secondaria di questo inquinante, quindi la sua elevata diffusione spaziale, si traduce in concentrazioni generalmente omogenee in tutte le stazioni di fondo.



Se si confrontano i dati delle stazioni della rete locale, Barco e Cassana, con quelli della stazione di fondo urbano di Villa Fulvia si osserva una marcata correlazione con coefficienti R^2 superiori a 0,9, anche se il livello medio di Barco risulta superiore a quello della stazione di fondo.

Nel 2020 tutte le stazioni rispettano il Valore Limite annuale di 25 µg/m3, benchè Barco arrivi a raggiungere tale valore.

Rapporto PM2.5/PM10



Dall'osservazione del rapporto tra i dati di PM_{2,5} e PM₁₀ misurati nella stessa stazione emergono variazioni nei diversi mesi dell'anno; in particolare nella stagione invernale tale rapporto è più elevato (69% media Stazioni RRQA e 76% media Stazioni Locali) mentre nella stagione estiva appare più contenuto (47% media Stazioni RRQA e 59% Stazioni Locali). Dall'osservazione dei grafici si rileva che le stazioni che presentano una percentuale più elevata di polveri PM_{2,5} rispetto al dato di PM₁₀ sono quella di fondo rurale remoto di Gherardi per la Rete Regionale (59%) e la Stazione Locale di Barco (68%).

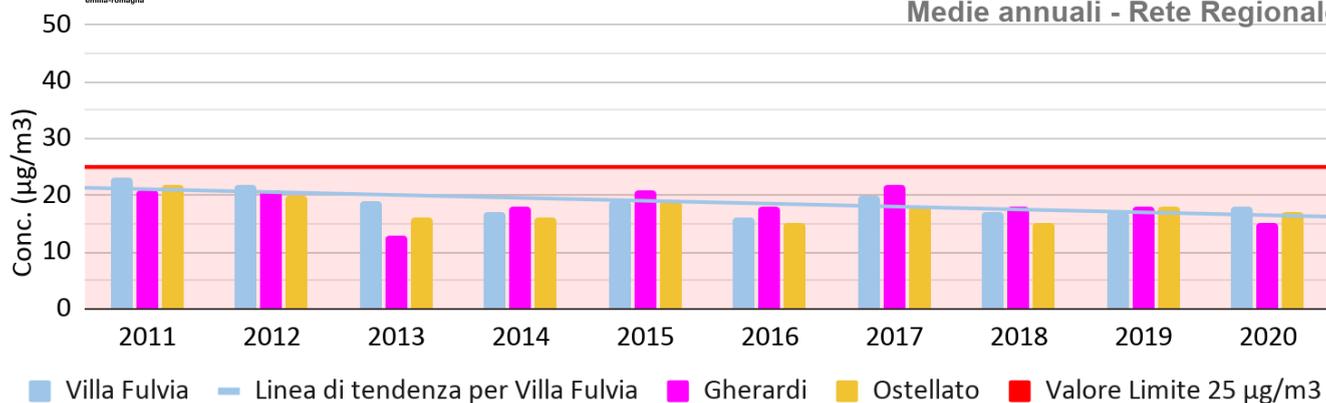
Trend

Medie annuali

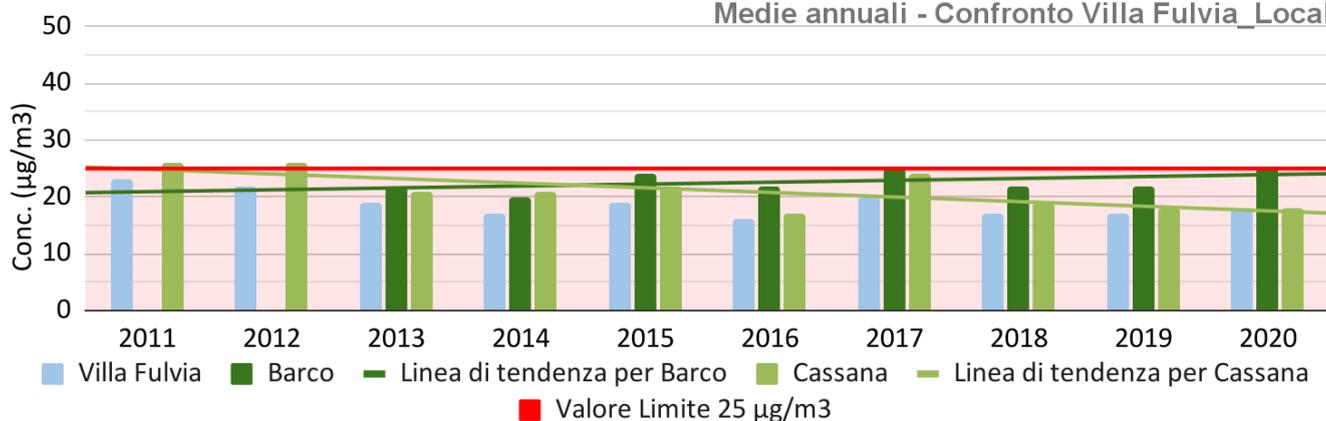
STAZIONI	Comune	zona	tipo	Concentrazioni (µg/m ³)										
				Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020	
Villa Fulvia	Ferrara			23	22	19	17	19	16	20	17	17	18	
Gherardi	Jolanda di Savoia			21	21	13	18	21	18	22	18	18	15	
Ostellato	Ostellato			22	20	16	16	19	15	18	15	18	17	
Barco	Ferrara					22	20	24	22	25	22	22	25	
Cassana	Ferrara			26	26	21	21	22	17	24	19	18	18	

■ Stazioni Locali
 ■ ≤ Valore Limite 25 µg/m³
■ > Valore Limite 25 µg/m³

Medie annuali - Rete Regionale



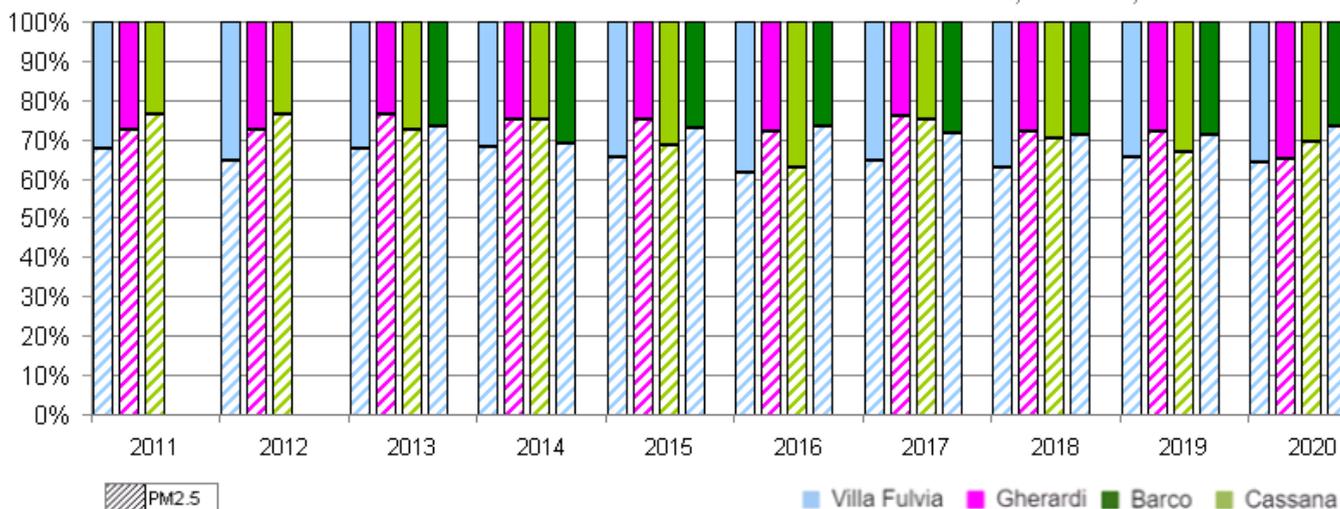
Medie annuali - Confronto Villa Fulvia_Locali



Il trend delle medie annuali delle stazioni della RRQA, dal 2011 fino al 2020, mostra dati sempre inferiori al Valore limite annuale e si può notare una lieve diminuzione delle concentrazioni; rispetto ai dati del 2011 quelli del 2020 mostrano una riduzione percentuale media pari al 24%.

Per quanto riguarda le Stazioni Locali, le concentrazioni di PM_{2,5} registrate a Cassana negli anni evidenziano variazioni significative analoghe a quelle registrate nella rete, mentre nella stazione di Barco, i cui dati sono disponibili a partire dal 2013, si registrano variazioni meno marcate e che evidenziano un lieve aumento negli anni. A Cassana rispetto ai dati del 2011 quelli del 2020 mostrano una riduzione percentuale media pari al 31% invece a Barco rispetto ai dati del 2011 quelli del 2020 mostrano un incremento percentuale medio pari al 14%.

Confronto PM2,5 - PM10, anni 2011-2020



Dal grafico sopra, che riporta una sovrapposizione dell'andamento del PM10 e del PM2.5 negli anni, si osserva che in tutte le centraline la frazione "fine" del PM10 (cioè quella inferiore a 2.5 micron) costituisce la frazione preponderante, contribuendo, in termini di massa, ad oltre il 60% della massa totale del PM10. Il rapporto tra le due frazioni dimensionali è maggiore in inverno (70-80%) in virtù delle maggiori emissioni di particolato fine derivante sia da processi di combustione (es. riscaldamento domestico, combustioni industriali, traffico) che da processi di formazione di particolato secondario, favoriti proprio in inverno dalle particolari condizioni meteo climatiche (stabilità atmosferica persistente).

Metalli: nichel, arsenico, cadmio e piombo

I metalli sono costituenti naturali della crosta terrestre. In atmosfera si trovano essenzialmente associati al particolato e spesso sono presenti a seguito di emissioni provenienti da diversi tipi di attività industriali. Tra i metalli oggetto di monitoraggio per la qualità dell'aria, quelli normati sono: il nichel (Ni), il cadmio (Cd), l'arsenico (As) e il piombo (Pb).

Nichel, cadmio e arsenico rivestono particolare rilevanza igienico-sanitaria, data la loro accertata cancerogenicità, secondo la classificazione dell'Agenzia internazionale di ricerca sul cancro (IARC), in quanto classificati in categoria 1. 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 si origina prevalentemente da processi industriali, il nichel proviene dalla combustione, mentre le maggiori fonti antropogeniche dell'arsenico sono le attività estrattive, la fusione di metalli non ferrosi e la combustione di combustibili fossili; alle emissioni di piombo contribuisce ancora il traffico veicolare (nonostante l'impiego generalizzato della benzina verde da oltre 15 anni), nonché la combustione nei processi industriali.

Limiti di legge

D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

Nichel	Valore Obiettivo	media annuale	20 ng/m ³
Arsenico	Valore Obiettivo	media annuale	6 ng/m ³
Cadmio	Valore Obiettivo	media annuale	5 ng/m ³
Piombo	Valore Limite	media annuale	500 ng/m ³

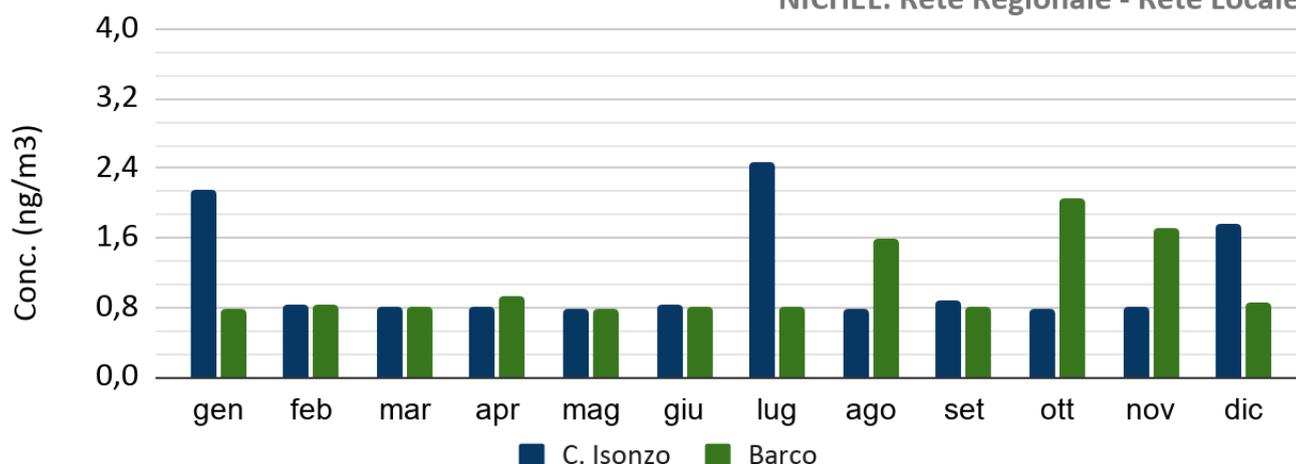
Analisi dei dati

Nichel

STAZIONI	Comune	zona	tipo	Dati Validi (%)	Concentrazioni (ng/m ³)		
					Min	Max	Media Annuale
 C.Isonzo	Ferrara			100	0,772	2,470	1,136
 Barco	Ferrara			100	0,775	2,066	1,061

 Stazioni Locali  ≤ Valore Obiettivo  > Valore Obiettivo

NICHEL: Rete Regionale - Rete Locale

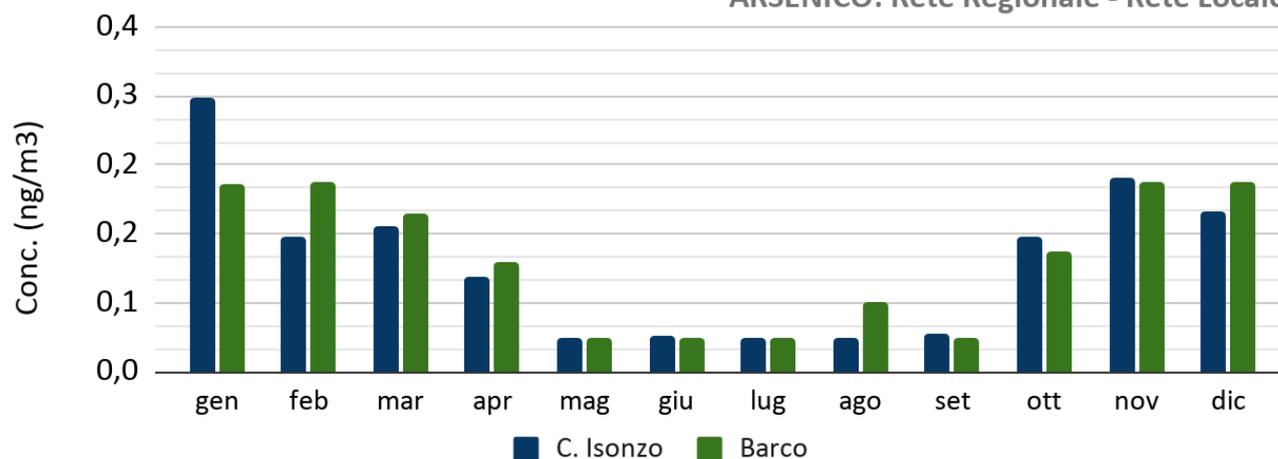


Arsenico

STAZIONI	Comune	zona	tipo	Dati Validi (%)	Concentrazioni (ng/m ³)		
					Min	Max	Media Annuale
C.Isonzo	Ferrara			100	0,193	0,973	0,437
Barco	Ferrara			100	0,194	0,705	0,415

 Stazioni Locali
 ≤ Valore Obiettivo
 > Valore Obiettivo

ARSENICO: Rete Regionale - Rete Locale

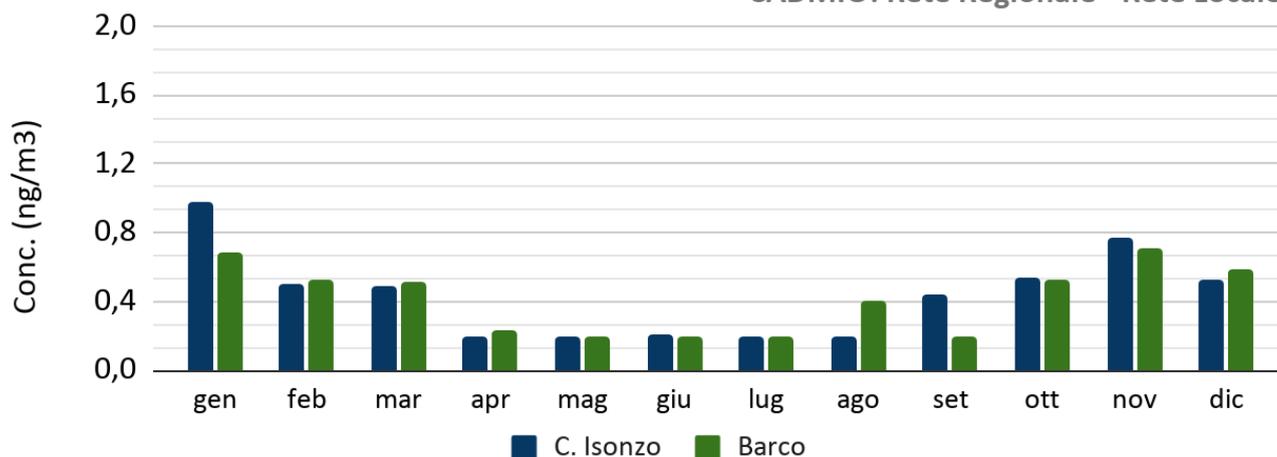


Cadmio

STAZIONI	Comune	zona	tipo	Dati Validi (%)	Concentrazioni (ng/m ³)		
					Min	Max	Media Annuale
C.Isonzo	Ferrara			100	0,038	0,318	0,127
Barco	Ferrara			100	0,039	0,221	0,131

 Stazioni Locali
 ≤ Valore Obiettivo
 > Valore Obiettivo

CADMIO: Rete Regionale - Rete Locale

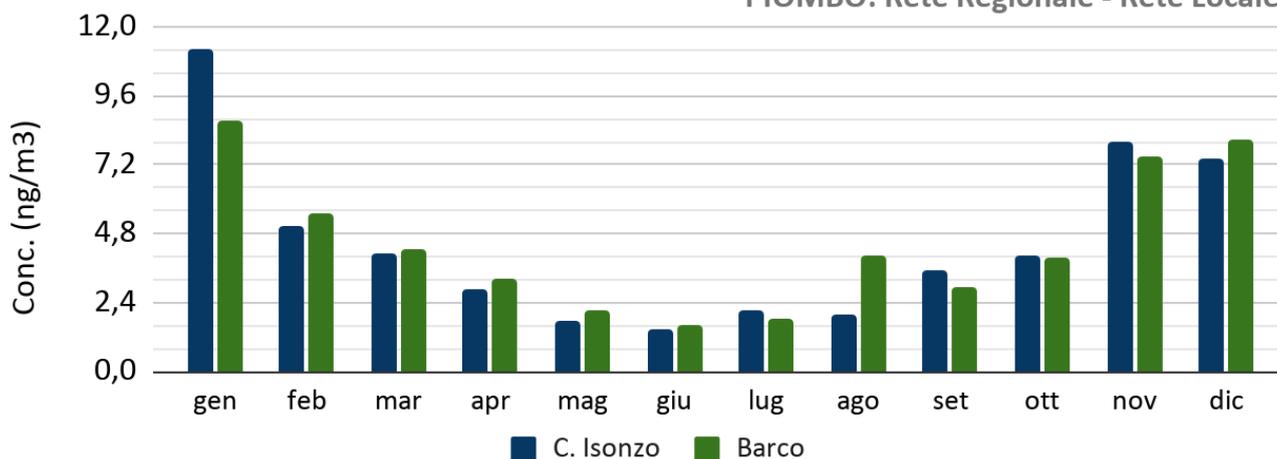


Piombo

STAZIONI	Comune	zona	tipo	Dati Validi (%)	Concentrazioni (ng/m³)		
					Min	Max	Media Annuale
■ C.Isonzo	Ferrara			100	1,453	1,635	4,463
■ Barco	Ferrara			100	11,231	8,731	4,476

■ Stazioni Locali ■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite

PIOMBO: Rete Regionale - Rete Locale



Arsenico, cadmio e piombo presentano medie mensili che seguono l'andamento delle polveri, con concentrazioni più alte nei mesi invernali, mentre il nichel non ha un andamento stagionale tipico.

Le concentrazioni più alte, rispettivamente a C.Isonzo e a Barco, sono state misurate per il nichel a luglio e ottobre con valori di 2,470 e 2,066 ng/m³, per l'arsenico a gennaio e novembre con valori di 0,973 e 0,705 ng/m³, per il cadmio a gennaio e febbraio con valori di 0,318 e 0,221 ng/m³ e per il piombo in entrambe le stazioni a gennaio con valori di 11,231 e 8,731 ng/m³.

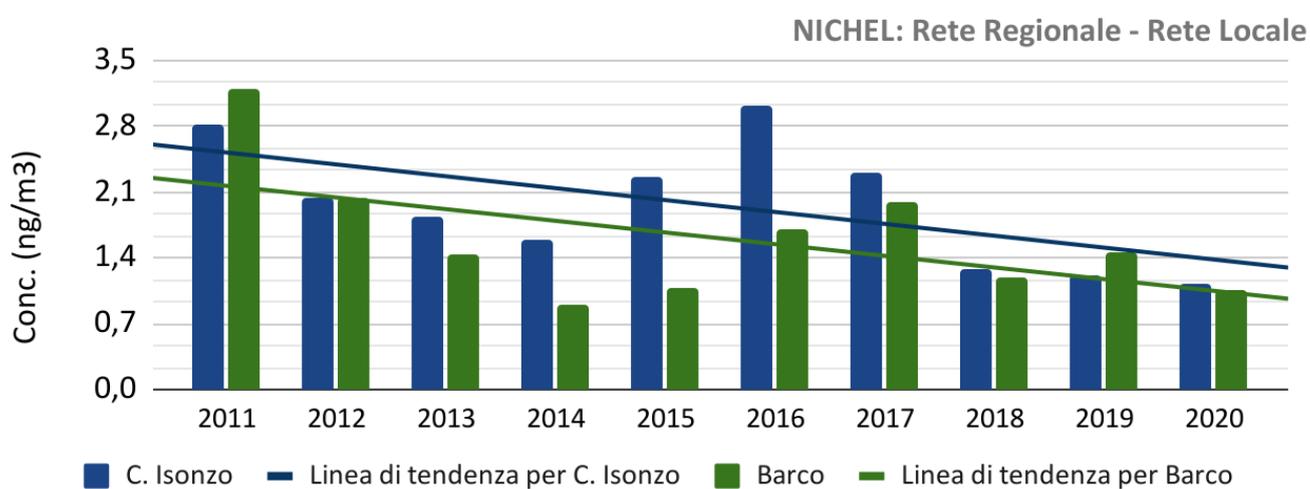
Sia le concentrazioni mensili che quelle annuali misurate, soprattutto per i piombo, risultano molto basse e lontane dai limiti o valori obiettivo indicati dalla normativa, per cui questi inquinanti non risultano critici per quanto riguarda la qualità dell'aria.

Trend

Nichel

STAZIONI	Comune	zona	tipo	Concentrazioni (ng/m ³)									
				Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020
■ C.Isonzo	Ferrara			2,814	2,052	1,848	1,621	2,260	3,018	2,340	1,282	1,221	1,136
■ Barco	Ferrara			3,200	2,039	1,033	0,872	1,080	1,699	1,972	1,203	1,471	1,061

■ Stazioni Locali ■ ≤ Valore Obiettivo 20 ng/m³ ■ > Valore Obiettivo 20 ng/m³

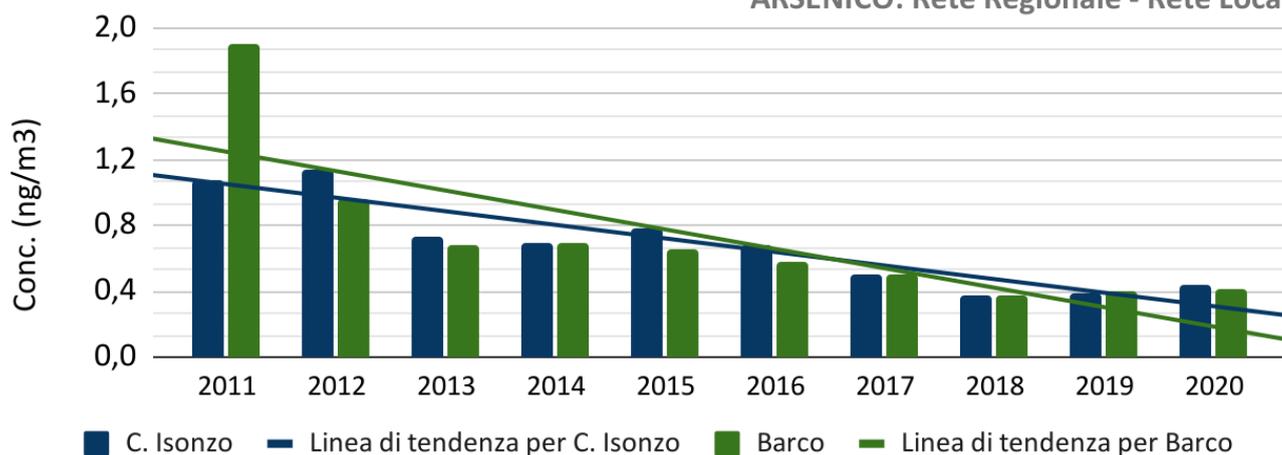


Arsenico

STAZIONI	Comune	zona	tipo	Concentrazioni (ng/m ³)									
				Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020
■ C.Isonzo	Ferrara			1,078	1,148	0,734	0,738	0,778	0,676	0,549	0,372	0,384	0,437
■ Barco	Ferrara			1,900	0,959	0,695	0,682	0,657	0,585	0,501	0,379	0,396	0,415

■ Stazioni Locali ■ ≤ Valore Obiettivo 6 ng/m³ ■ > Valore Obiettivo 6 ng/m³

ARSENICO: Rete Regionale - Rete Locale

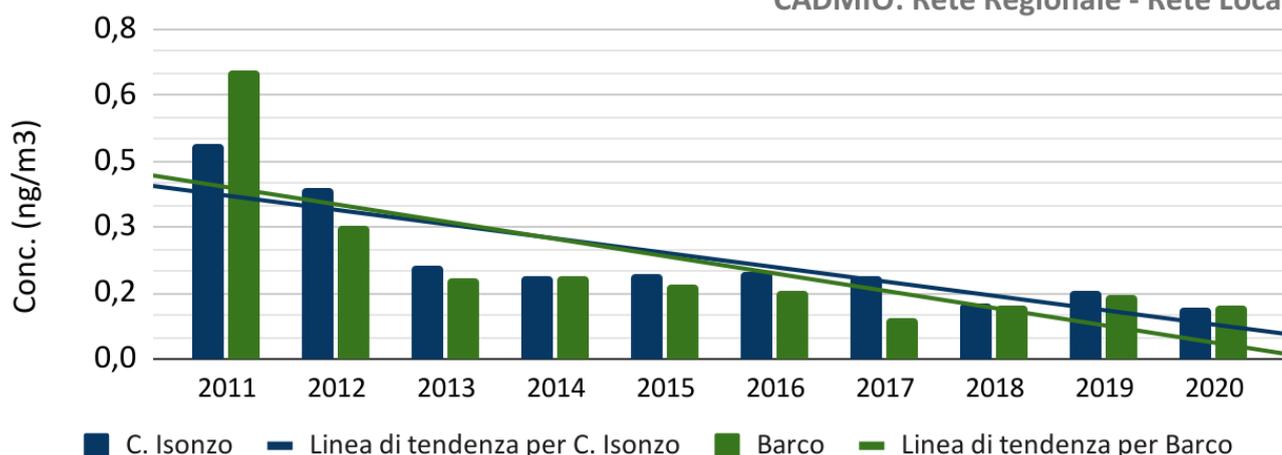


Cadmio

STAZIONI	Comune	zo na	tipo	Concentrazioni (ng/m ³)									
				Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020
■ C.Isonzo	Ferrara			0,520	0,415	0,227	0,186	0,205	0,214	0,158	0,133	0,164	0,127
■ Barco	Ferrara			0,700	0,324	0,175	0,164	0,182	0,165	0,148	0,132	0,157	0,131

 Stazioni Locali
 ≤ Valore Obiettivo 5 ng/m³
 > Valore Obiettivo 5 ng/m³

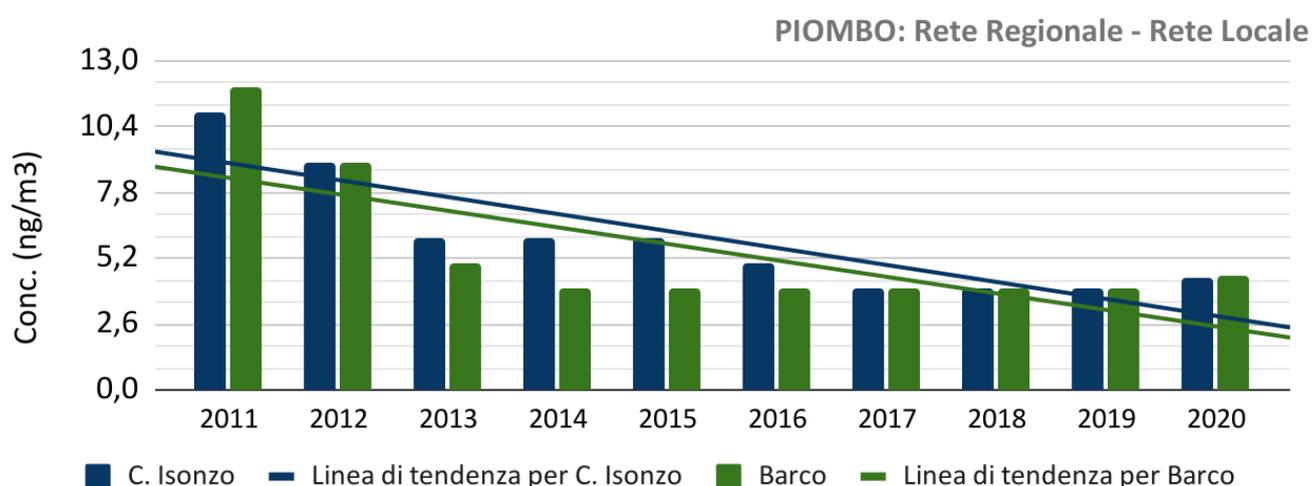
CADMIO: Rete Regionale - Rete Locale



Piombo

STAZIONI	Comune	zona	tipo	Concentrazioni (ng/m ³)									
				Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020
■ C. Isonzo	Ferrara			10,983	8,932	6,048	5,714	6,127	4,823	4,216	4,242	4,348	4,463
■ Barco	Ferrara			12,200	8,694	4,344	3,962	4,188	3,742	3,986	4,291	4,197	4,476

■ Stazioni Locali
 ■ ≤ Valore Limite 500 ng/m³
■ > Valore Limite 500 ng/m³



Se si analizzano i trend delle medie annuali dal 2011 al 2020 delle stazioni di C. Isonzo e di Barco si può notare un calo evidente per tutti i metalli.

Tutti i metalli hanno fatto registrare medie annuali non solo decisamente inferiori ai rispettivi valori obiettivo (per il Piombo si parla di valore limite) ma anche inferiori alla Soglia di Valutazione Inferiore (SVI) prevista dalla normativa, che corrisponde ad un basso livello di concentrazione in cui le misure continuative non sono strettamente necessarie, ma è sufficiente l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva.

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 (B(a)P), 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.

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: la IARC ha classificato in particolare il benzo(a)pirene (B(a)P) come cancerogeno per l'uomo (categoria 1).

Gli idrocarburi policiclici aromatici sono contenuti nel carbone e nei prodotti petroliferi (particolarmente nel gasolio e negli oli combustibili), quindi si ritrovano anche nelle emissioni degli autoveicoli (sia diesel, che benzina).

Una elevata quota delle emissioni di BaP proviene dalla combustione residenziale di biomassa solida. Il benzo(a)pirene viene emesso in atmosfera quasi totalmente adsorbito sul materiale particolato e la sua emissione risulta molto variabile a seconda del tipo di sorgente nonché del tipo e della qualità della combustione.

Limiti di legge

D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

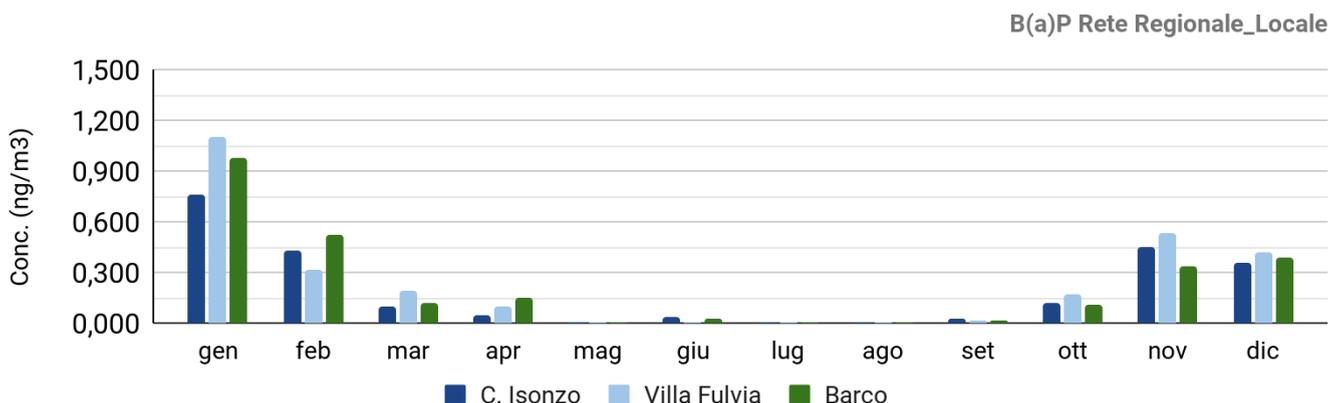
Valore Obiettivo	media annuale	1 ng/m ³
------------------	---------------	---------------------

Analisi dati

STAZIONI	Comune	zona	tipo	Dati Validi (%)	Concentrazioni (µg/m ³)		
					Min	Max	Media Annuale
■ C.Isonzo	Ferrara			100	0,0030	0,7631	0,1964
■ Villa Fulvia	Ferrara			100	0,0030	1,1044	0,2403
■ Barco	Ferrara			100	0,0030	0,9785	0,2244

■ Stazioni Locali ■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite

Andamento medie mensili



Le medie mensili di benzo(a)pirene presentano un andamento stagionale simile a quello delle polveri, più alte nei mesi invernali.

Il dati più alti sono quelli di gennaio (pari a 0,7631 ng/m³ nella stazione di C. Isonzo, 1,1044 ng/m³ a Villa Fulvia e 0,9785 ng/m³ a Barco), quelli più bassi sono quelli di maggio, luglio e agosto, perlopiù inferiori al limite di rilevabilità.

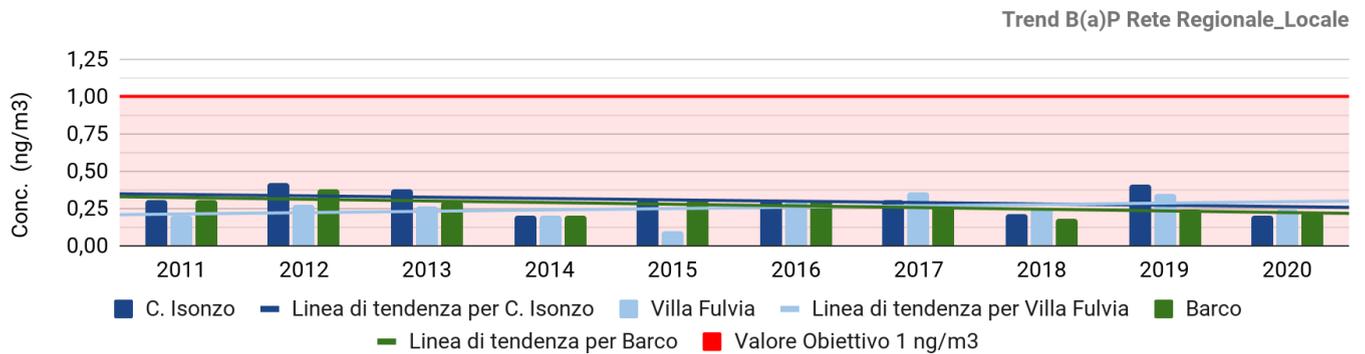
La media annuale in tutte le stazioni è comunque ampiamente inferiore al Valore Obiettivo di 1 ng/m³.

Trend

Medie annuali

STAZIONI	Comune	zona	tipo	Concentrazioni (ng/m ³)									
				Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020
C.Isonzo	Ferrara			0,3000	0,4188	0,3766	0,2000	0,3000	0,3000	0,3013	0,2120	0,4122	0,1964
Villa Fulvia	Ferrara			0,2000	0,2692	0,2623	0,2000	0,1000	0,3000	0,3570	0,2565	0,3412	0,2403
Barco	Ferrara			0,3000	0,3748	0,2919	0,2000	0,3000	0,3000	0,2939	0,1821	0,2469	0,2244

 Stazioni Locali
 ≤ Valore Limite 1 ng/m³
 > Valore Limite 1 ng/m³



I dati dal 2011 al 2020 sono sempre risultati molto contenuti e lontani dal Valore Obiettivo: il trend evidenzia un leggero calo dei dati negli anni considerati, fatta eccezione per Villa Fulvia invece dove si registra un lieve incremento, che si ipotizza dovuto alla combustione di biomassa per riscaldamento domestico.

Ozono (O₃)

L'ozono è un componente gassoso dell'atmosfera, molto reattivo e aggressivo. Negli strati alti dell'atmosfera terrestre (stratosfera) è di origine naturale e aiuta a proteggere la vita sulla terra, creando uno scudo protettivo che filtra i raggi ultravioletti del sole.

L'ozono troposferico (O₃) è un inquinante secondario, che si forma mediante processi fotochimici a partire da inquinanti precursori presenti in atmosfera, trasportati e diffusi da venti e turbolenza atmosferica. Proprio per questo le sue massime concentrazioni si osservano a distanza dalle sorgenti emmissive degli inquinanti precursori, nelle zone suburbane e rurali, anche dell'Appennino.

Le reazioni fotochimiche che portano alla generazione dell'ozono avvengono a partire da inquinanti precursori presenti in atmosfera: ossidi di azoto e composti organici volatili. Le reazioni sono catalizzate dalla radiazione solare; questo rende l'ozono un inquinante tipicamente estivo, con valori di concentrazione più elevati nelle estati contrassegnate da alte temperature

Limiti di legge

D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

Soglia di Informazione SI	media oraria	180 µg/m ³
Soglia di Allarme SA	media oraria	240 µg/m ³
Obiettivo a lungo termine OLT	massima media mobile 8 ore	120 µg/m ³
Valore Obiettivo VO	massima media mobile 8 ore pari a 120 µg/m ³ da non superare più di 25 volte come media di 3 anni	25
AOT 40	Per AOT40 si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m ³ e 80 µg/m ³ , da maggio a luglio, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le ore 8:00 e le 20:00 nel periodo maggio- luglio	18000

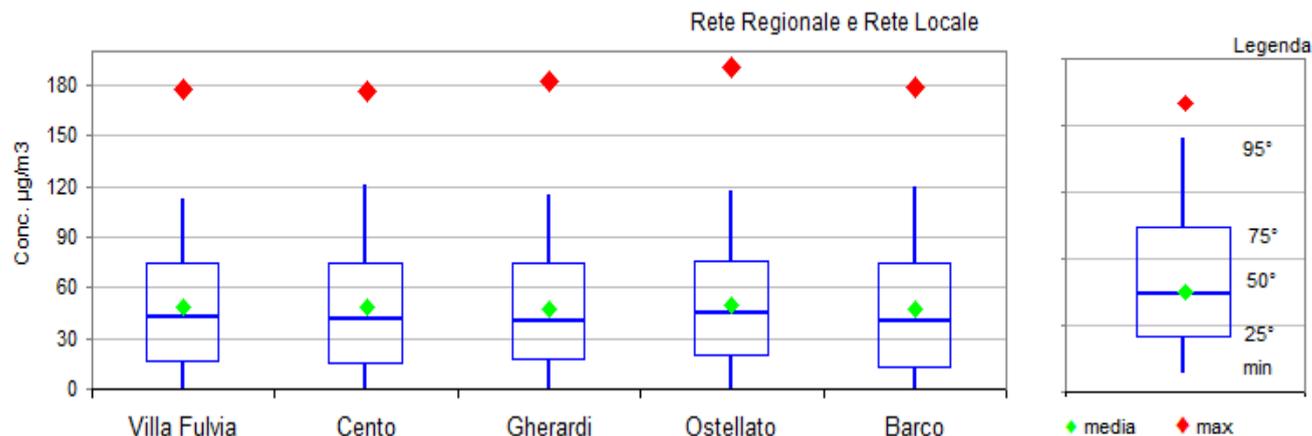
Analisi dati

STAZIONI	Comune	zona	tipo	Dati validi (%)	Concentrazioni (µg/m ³)						Superamenti		
					Min	Max	25°	50°	75°	95°	SI (ore)	SI (giorni)	OLT (giorni)
 Villa Fulvia	Ferrara			100	0	177	15	43	74	113	0	0	27
 Cento	Cento			100	0	176	14	42	75	121	0	0	48*
 Gherardi	Jolanda di Savoia			93	0	182	16	40	74	115	2	1	32
 Ostellato	Ostellato			99	0	191	19	45	76	117	4	1	41
 Barco	Ferrara			99	0	179	12	40	75	119	0	0	42

 Stazioni Locali

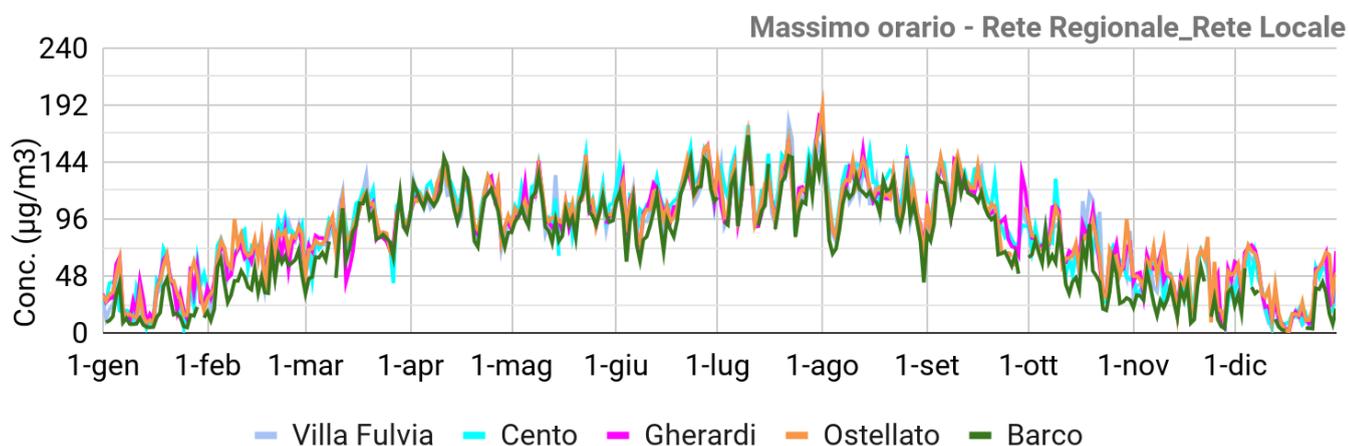
 ≤ Soglia/Obiettivo  > Soglia/Obiettivo

* Copertura temporale inferiore a quella richiesta nell'Allegato VII D.Lgs. 155/2010 Valori obiettivo e obiettivi a lungo termine per l'ozono; ne deriva una possibile lieve sottostima del numero dei superamenti



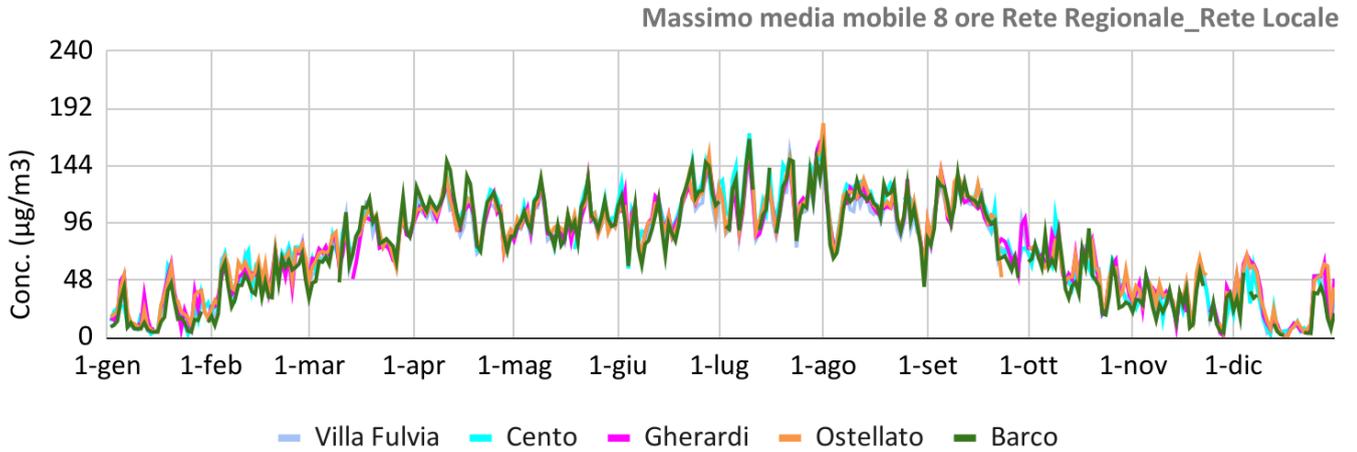
Superamenti della Soglia di Informazione

STAZIONI	Comune	zona	tipo	Superamenti (numero ore)												
				Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	
Villa Fulvia	Ferrara			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cento	Cento			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gherardi	Jolanda di Savoia			0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Ostellato	Ostellato			0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
Barco	Ferrara			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

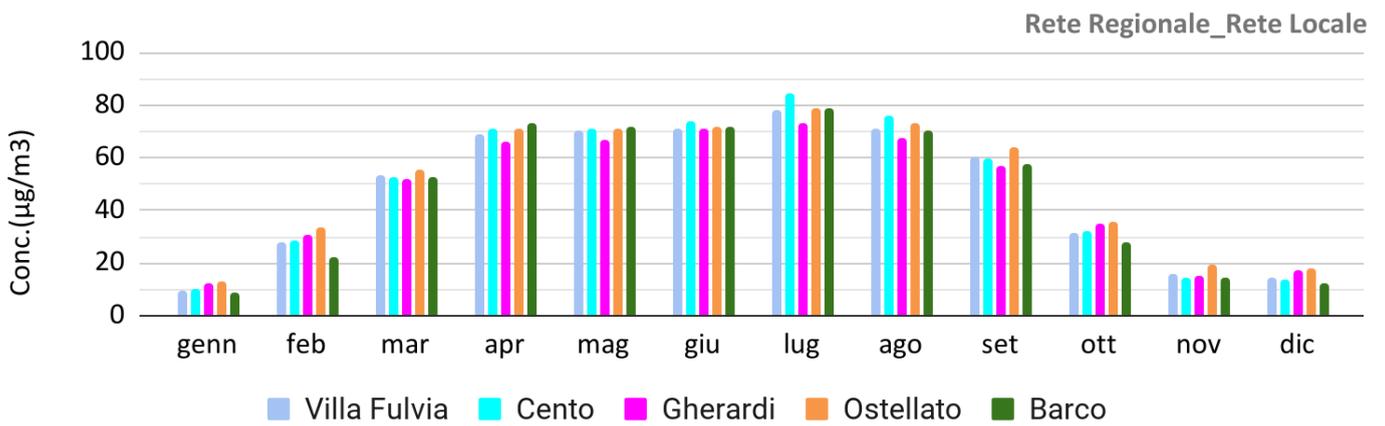


Superamenti Obiettivo a Lungo Termine

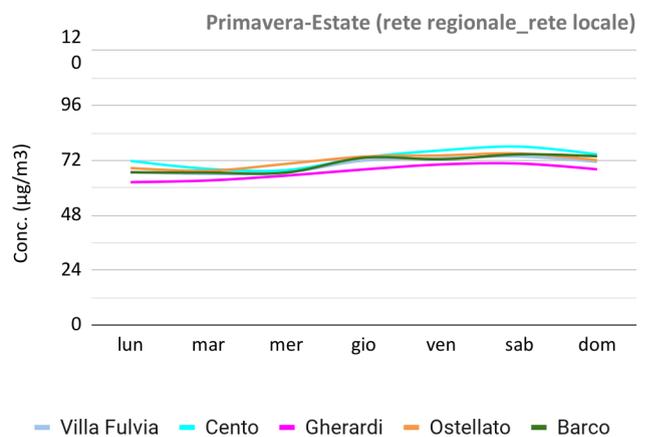
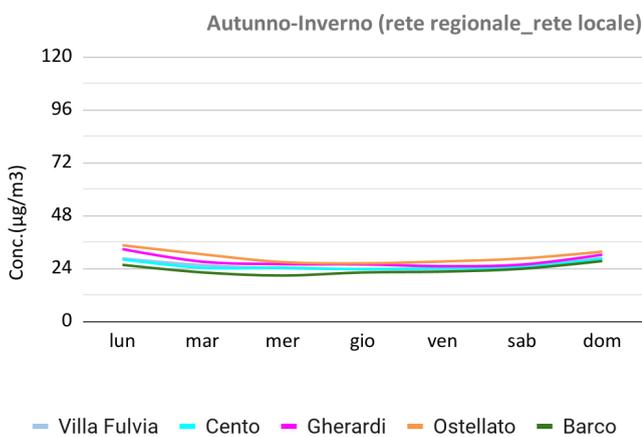
STAZIONI	Comune	zona	tipo	Superamenti (giorni)											
				Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Villa Fulvia	Ferrara			0	0	0	2	2	4	11	3	5	0	0	0
Cento	Cento			0	0	0	3	3	9	16	12	5	0	0	0
Gherardi	Jolanda di Savoia			0	0	0	2	2	6	12	5	5	0	0	0
Ostellato	Ostellato			0	0	0	2	2	6	15	9	7	0	0	0
Barco	Ferrara			0	0	0	6	2	8	13	8	5	0	0	0



Andamento medie mensili



Settimana Tipo



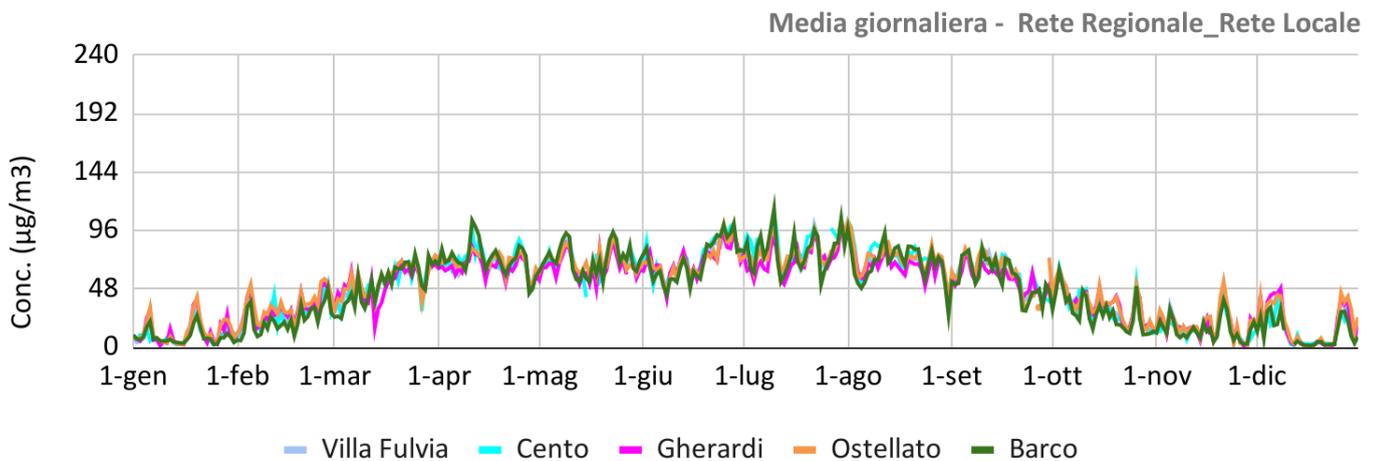
In ragione dell'origine fotochimica di questo inquinante, i massimi valori vengono registrati nei mesi estivi e nelle ore centrali della giornata, in cui l'irraggiamento - insieme alla temperatura - è maggiore.

I superamenti della Soglia di Informazione sono stati da 2 a 4 ore, distribuiti nei seguenti giorni: 31 luglio e 1 agosto. Il massimo valore di 191 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato misurato a Ostellato la mattina del giorno 1 agosto.

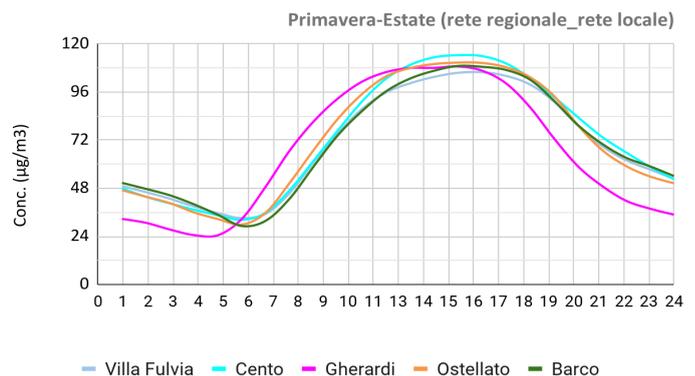
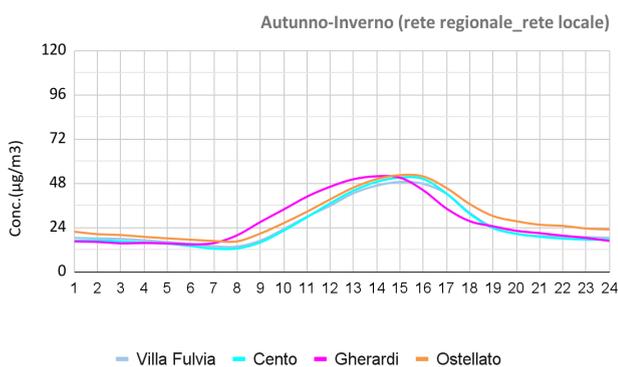
I superamenti dell'Obiettivo a lungo termine (massima media mobile delle 8 ore pari a 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sono stati da 2 a 16 giorni, distribuiti soprattutto nei mesi di luglio (14 gg) e agosto (8 gg), meno nei mesi di maggio (2 gg) e aprile (3 gg).

Non risulta invece mai superata la Soglia di Allarme di 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dati giornalieri



Giorno Tipo



Le rappresentazioni del giorno tipo evidenziano che le concentrazioni risultano più elevate nelle ore pomeridiane della giornata poco dopo le ore di massima insolazione e nelle stagioni calde, caratterizzate da un maggiore numero di giorni in cui è più attiva l'azione della luce solare. Le condizioni di alta pressione e di scarsa ventilazione favoriscono il ristagno degli inquinanti ed il loro accumulo. I profili del giorno tipo sono paragonabili sia in estate che in inverno, con valori marcatamente più elevati nel primo caso.

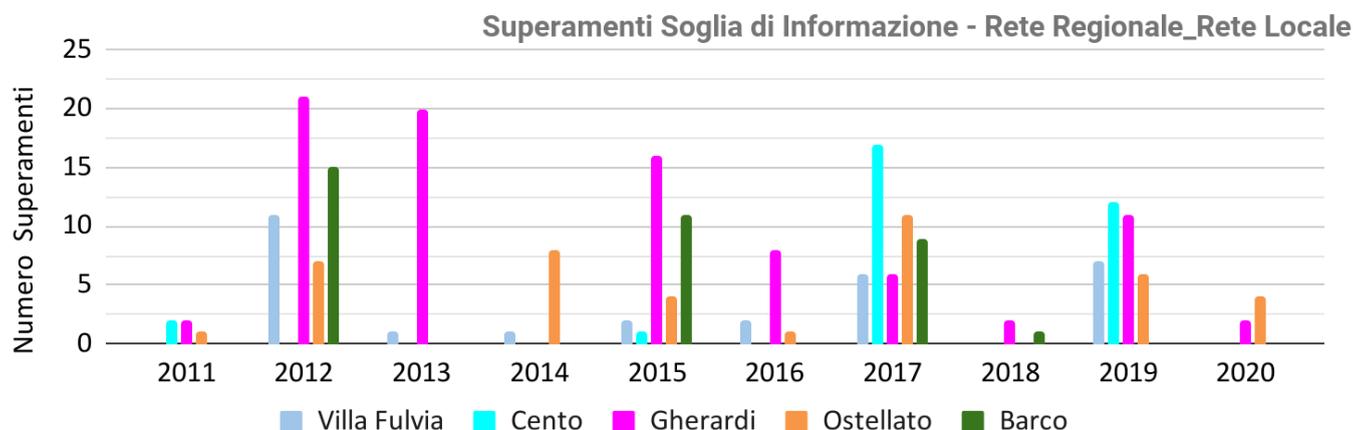
I valori più elevati solitamente vengono registrati dalle stazioni di fondo rurale di Gherardi e di Ostellato: questo accade in quanto l'ozono prodotto in area urbana viene rimosso fisicamente per trasporto verso aree suburbane e rurali, e in questo modo acquista un tempo di vita superiore a causa del minore inquinamento da ossido di azoto (NO) e può accumularsi raggiungendo valori di concentrazione superiori a quelli urbani. Inoltre in suddette aree, caratterizzate da forte presenza di vegetazione, vengono naturalmente prodotti composti organici, come pinene, limonene, isoprene, che sono fra i più reattivi precursori di ozono.

Trend

Numero di superamenti della Soglia di Informazione

STAZIONI	Comune	zona	tipo	Numero di ore con superamento della Soglia Informazione									
				Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020
Villa Fulvia	Ferrara	🏢	🌿	0	11	1	1	2	2	6	0	7	0
Cento	Cento	🏠	🌿	2	0	0	0	1	0	17	0	12	0
Gherardi	Jolanda di Savoia	🌳	🌿	2	21	20	nd	16	8	6	2	11	2
Ostellato	Ostellato	🌳	🌿	1	7	0	8	4	1	11	0	6	4
Barco	Ferrara	🏢	⚙️	0	15	nd	nd	11	0	9	1	0	0

 Stazioni Locali
 ≤ Soglia
 > Soglia



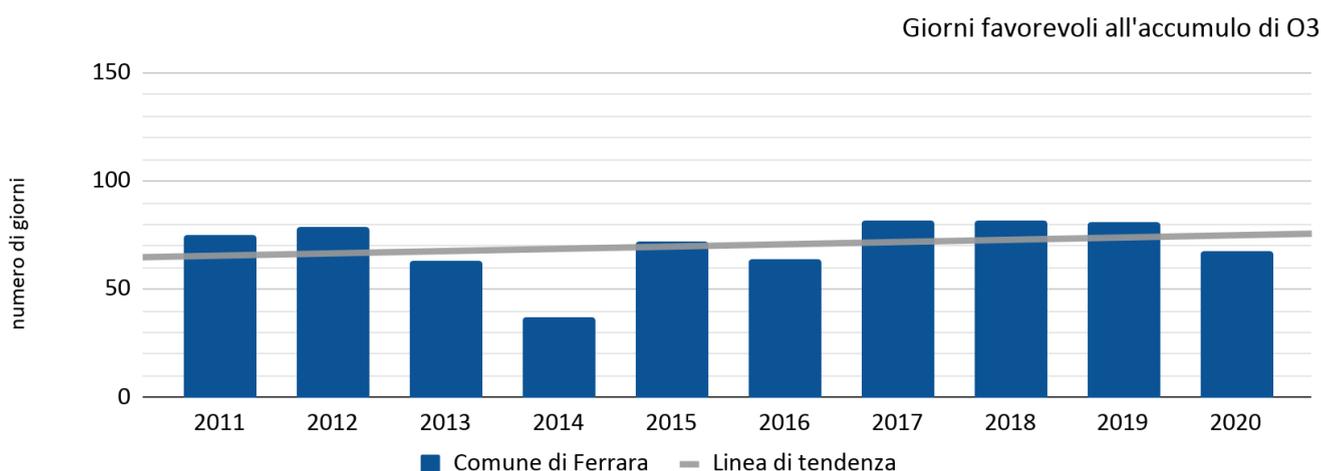
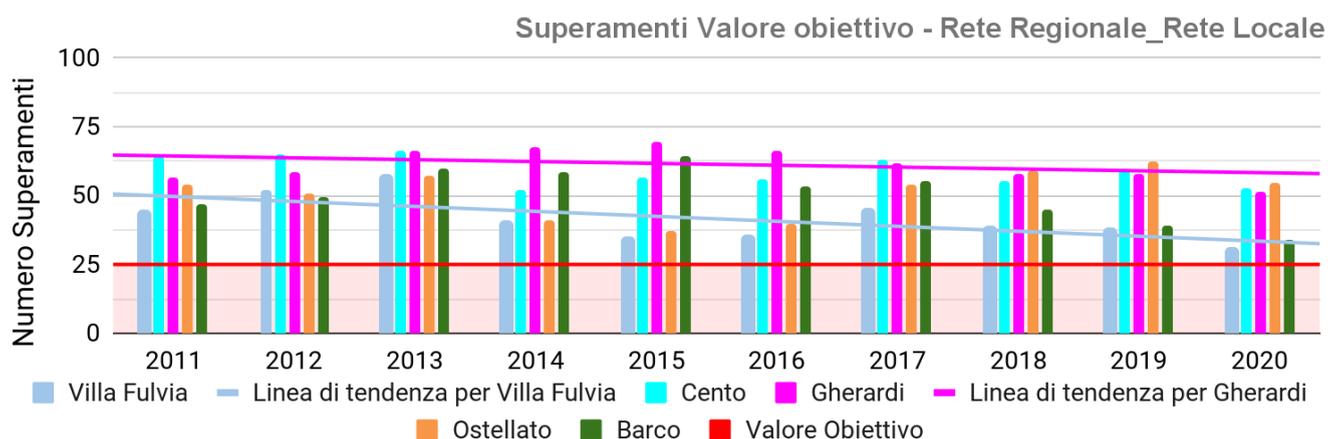
I superamenti della Soglia di Informazione sono molto variabili negli anni e prevalentemente legati alla meteorologia che contraddistingue la stagione estiva, oltre che alla zona in cui è collocata la stazione; risulta quindi molto difficile stabilire un trend dei superamenti.

Numero di giorni di superamento del Valore Obiettivo

STAZIONI	Comune	zona	tipo	Numero di giorni di superamento del Valore Obiettivo (media 3 anni)									
				Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020
Villa Fulvia	Ferrara	🏢	🌿	44	52	57	41	34	35	45	39	38	31
Cento	Cento	🏠	🌿	65	65	66	52	56	56	63	55	60	53

■ Gherardi	Jolanda di Savoia			57	58	66	68	70	67	62	58	58	51
■ Ostellato	Ostellato			54	51	57	41	37	40	54	59	62	55
■ Barco	Ferrara			47	49	60	59	65	54	55	45	39	34

 Stazioni Locali
 ■ ≤ Valore Obiettivo
 ■ > Valore Obiettivo



Nel grafico precedente vengono riportati i superamenti del Valore Obiettivo (numero di superamenti dell'Obiettivo a Lungo Termine mediati su 3 anni) a confronto con il Valore Obiettivo di 25 superamenti, massimo indicato dalla normativa per la protezione della salute umana. Il trend dal 2011 al 2020 evidenzia una diminuzione dei superamenti, in particolare per la stazione urbana di fondo di Villa Fulvia, anche se si registrano in tutte le stazioni sempre valori elevati rispetto al valore obiettivo.

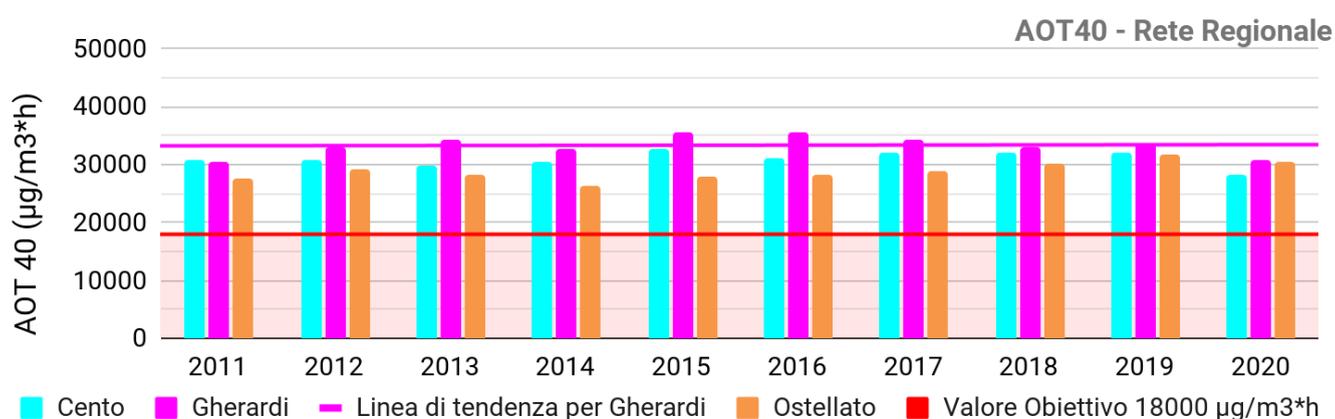
Per quanto riguarda le giornate favorevoli alla formazione di ozono (vedi allegato Meteo 2020 pag.12-13) i mesi più critici nel 2020 sono risultati luglio, agosto e settembre, seguiti da giugno. Si può notare che negli anni il numero di giorni favorevoli all'accumulo varia da un minimo di 37 nel 2014 ad un massimo di 82 nel 2017 e 2018; il trend considerato è in lieve aumento a causa degli anni 2017, 2018 e 2019, mentre nel 2020 si osserva una variazione in calo del numero di giorni favorevoli alla formazione di ozono rispetto agli ultimi tre anni.

In generale, i livelli di Ozono sono ancora troppo elevati rispetto ai limiti imposti dalla normativa; a causa della natura di questo inquinante la criticità risulta molto più complessa rispetto ad altri inquinanti. L'unico approccio possibile, volto ad un miglioramento, è quello individuato dal PAIR 2020 che prevede una riduzione delle concentrazioni dei precursori dell'ozono, come indicato nelle Norme tecniche di Attuazione del Piano.

AOT 40

STAZIONI	Comune	zona	tipo	AOT40 (µg/m³h) media di 5 anni									
				Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020
 Cento	Cento			30712	30959	29927	30573	32823	31153	32186	32215	31959	28383
 Gherardi	Jolanda di Savoia			30475	33149	34280	32834	35664	35682	34277	32973	33533	30794
 Ostellato	Ostellato			27694	29183	28162	26338	27994	28278	28887	30179	31627	30471

■ ≤ Valore Obiettivo
 ■ > Valore Obiettivo



La valutazione di questo indicatore, come definito dal D.Lgs. 155/10, è limitata alle stazioni di fondo suburbano e rurale, quindi nel calcolo sono state considerate solo le stazioni di Cento, Gherardi e Ostellato.

Nella tabella e nel grafico vengono riportati, per ciascuna stazione, i valori di AOT40 come media di 5 anni (minimo 3 anni), dato da confrontare con il Valore Obiettivo di 18000 µg/m³h come richiesto dalla normativa.

Se si considerano i dati della stazione di Gherardi, dal 2011 al 2020 si può notare una certa stabilità come anche nella stazione di Cento, mentre il trend della stazione di Ostellato è in lieve aumento; i dati sono ancora lontani dal valore di 18000 µg/m³h, indicato dalla normativa per la protezione della vegetazione, a conferma della criticità che ancora esiste per questo inquinante.

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), gas bruno di odore acre e pungente.

Gli ossidi di azoto giocano un ruolo fondamentale nella formazione dell'ozono e contribuiscono anche alla formazione di aerosol organico secondario, determinando un aumento della concentrazione di PM10 e PM2,5.

L'ossido di azoto (NO) si forma principalmente per reazione dell'azoto contenuto nell'aria con l'ossigeno atmosferico in processi che avvengono a elevata temperatura. Il biossido di azoto (NO₂) si forma prevalentemente dall'ossidazione del monossido di azoto (NO) e solo in minima parte viene emesso direttamente.

Limiti di legge

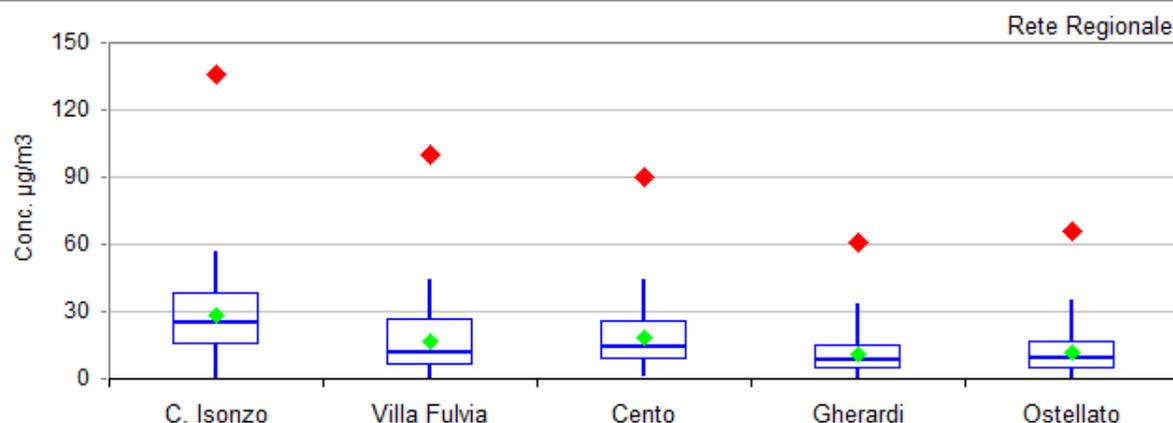
D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

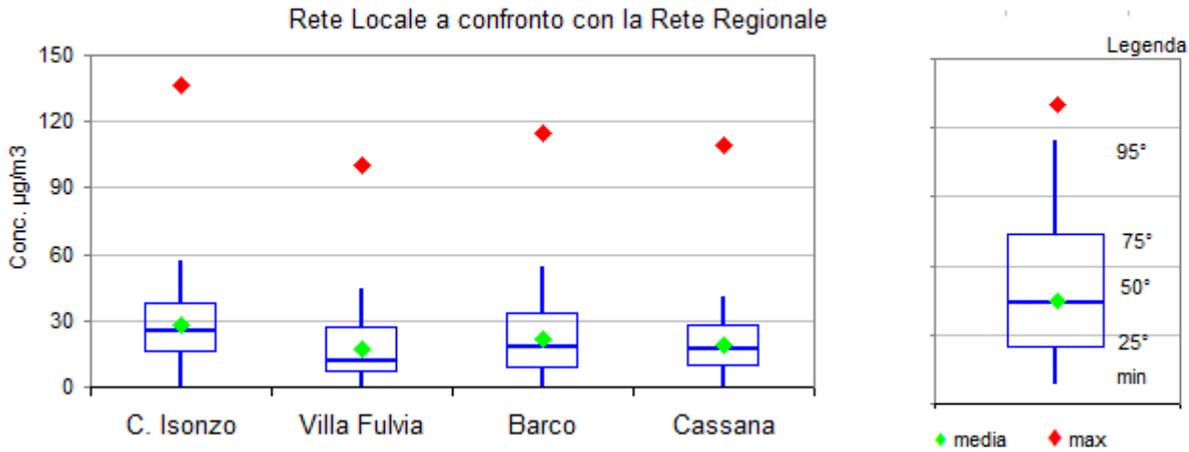
Valore Limite orario (da non superare più di 18 volte/anno)	media oraria	200 µg/m ³
Soglia di Allarme	media oraria (misurata per 3 ore consecutive)	400 µg/m ³
Valore Limite annuale	media annuale	40 µg/m ³

Analisi dei dati

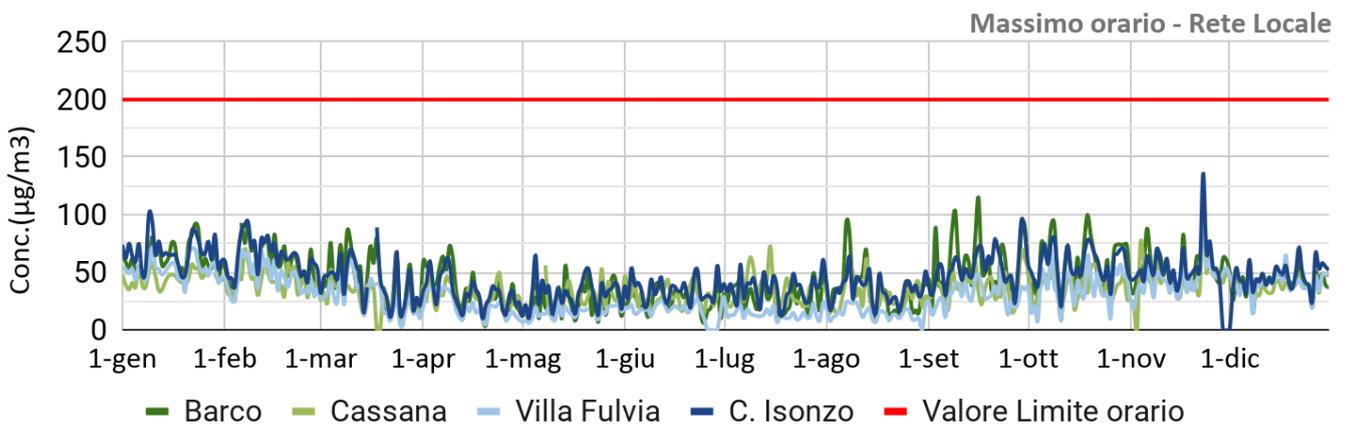
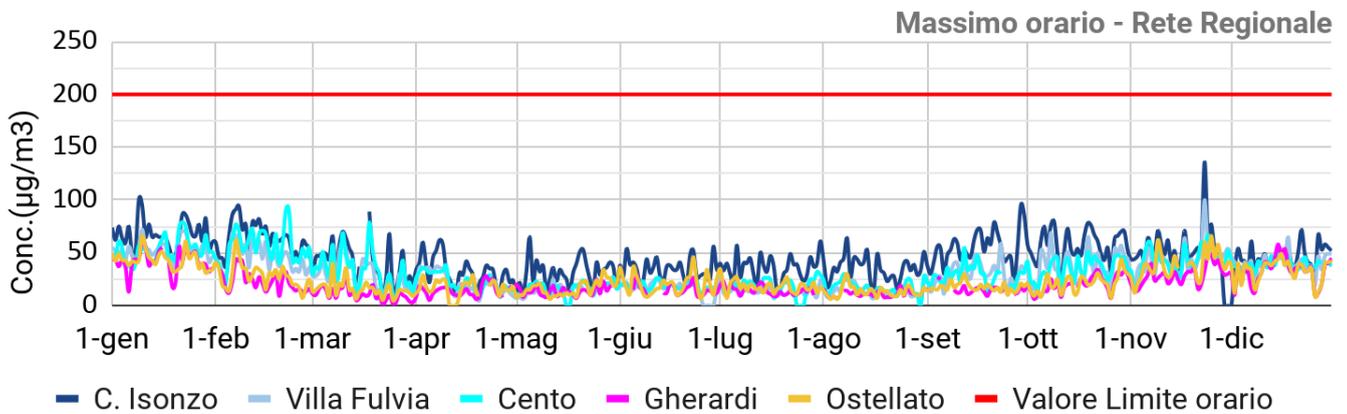
STAZIONI	Comune	zona	tipo	Dati validi (%)	Concentrazioni (µg/m ³)							
					Min	Max	25°	50°	75°	95°	Media Annuale	N°Sup VL giornaliero
■ C.Isonzo	Ferrara			100	0	136	15	25	38	57	28	0
■ Villa Fulvia	Ferrara			100	0	100	6	12	27	44	17	0
■ Cento	Cento			100	2	90	8	14	26	44	18	0
■ Gherardi	Jolanda di Savoia			100	0	61	4	8	15	33	11	0
■ Ostellato	Ostellato			100	0	66	4	9	17	35	12	0
■ Barco	Ferrara			100	0	115	8	18	33	54	22	0
■ Cassana	Ferrara			100	0	109	9	17	28	41	19	0

■ Stazioni Locali
 ■ ≤ Valore Limite
 ■ > Valore Limite





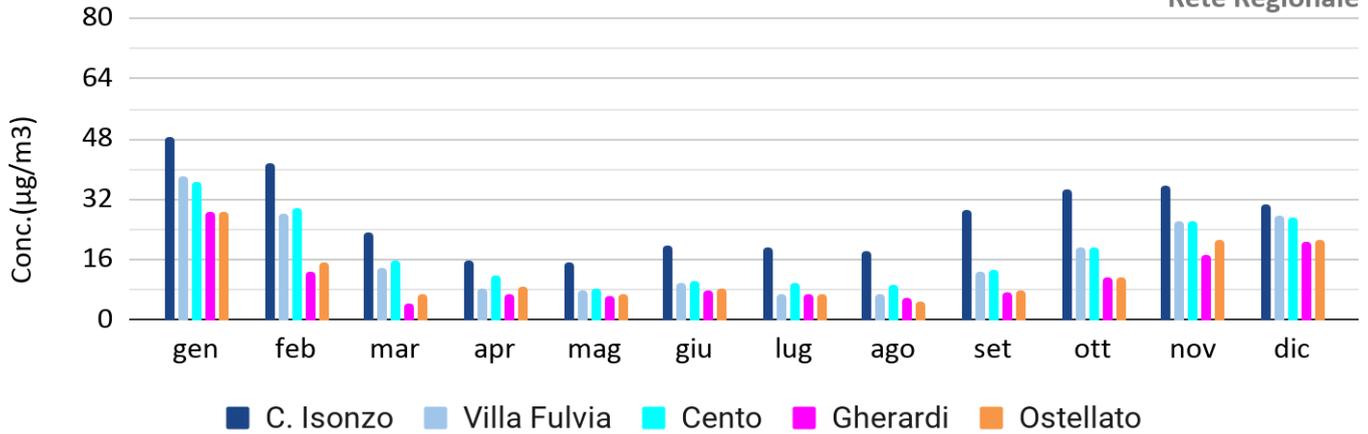
Superamenti del valore limite orario



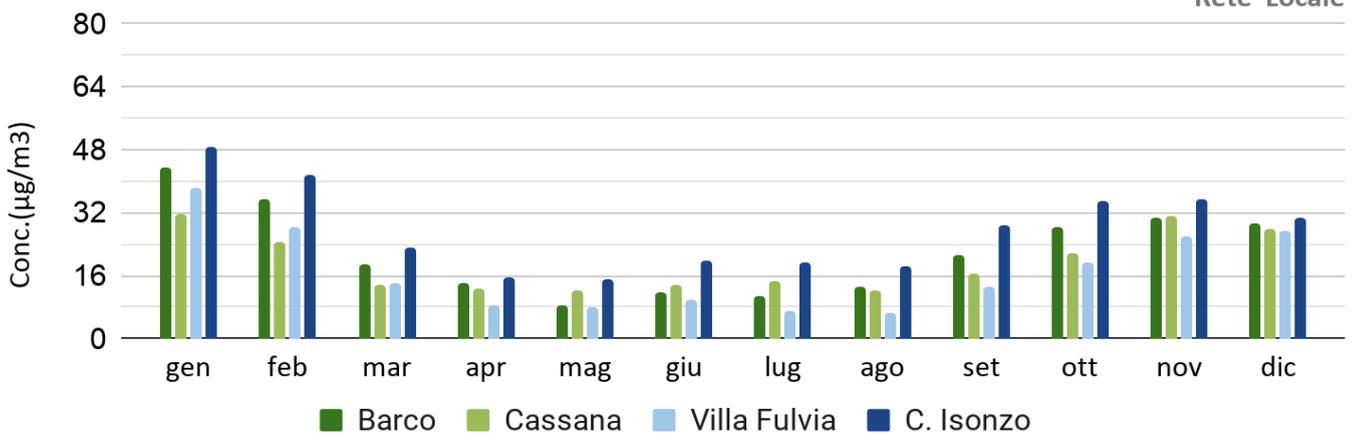
Il Valore Limite Orario fissato a 200 µg/m³ viene rispettato da tutte le stazioni della rete regionale così come dalle stazioni locali.

Andamento dati mensili

Rete Regionale



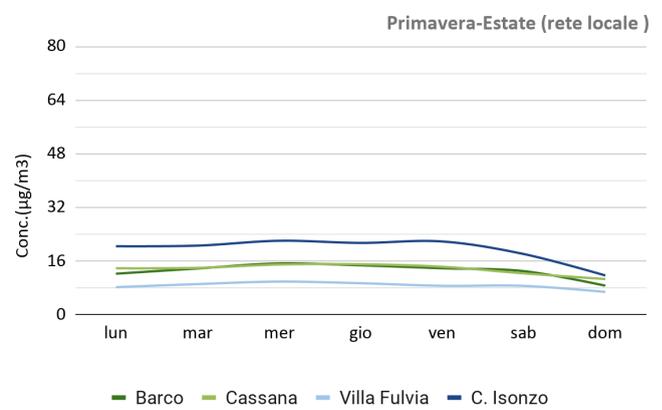
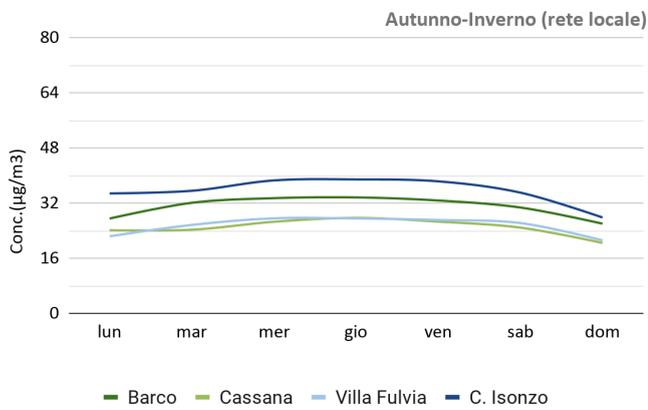
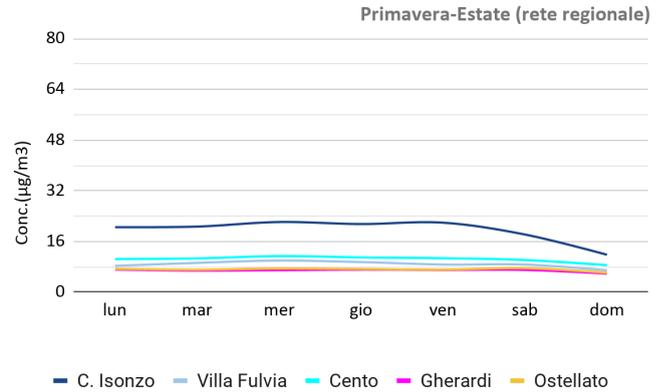
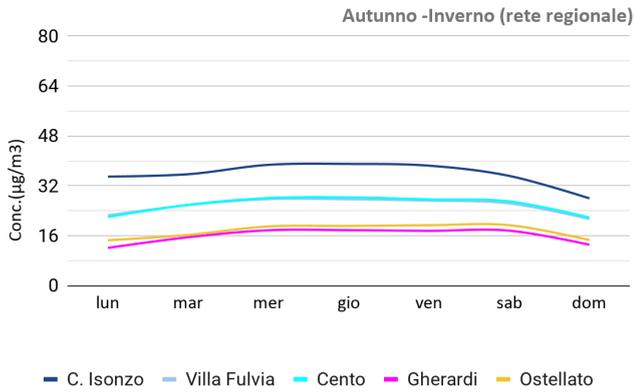
Rete Locale



Dall'esame dei grafici riportati emerge che la stagione più critica per il biossido di azoto è quella invernale quando la stabilità atmosferica favorisce l'accumulo degli inquinanti. Nella stagione primaverile/estiva si osserva una riduzione generale dei livelli di Biossido d'Azoto favorita anche da un rallentamento delle attività legato alle ferie estive.

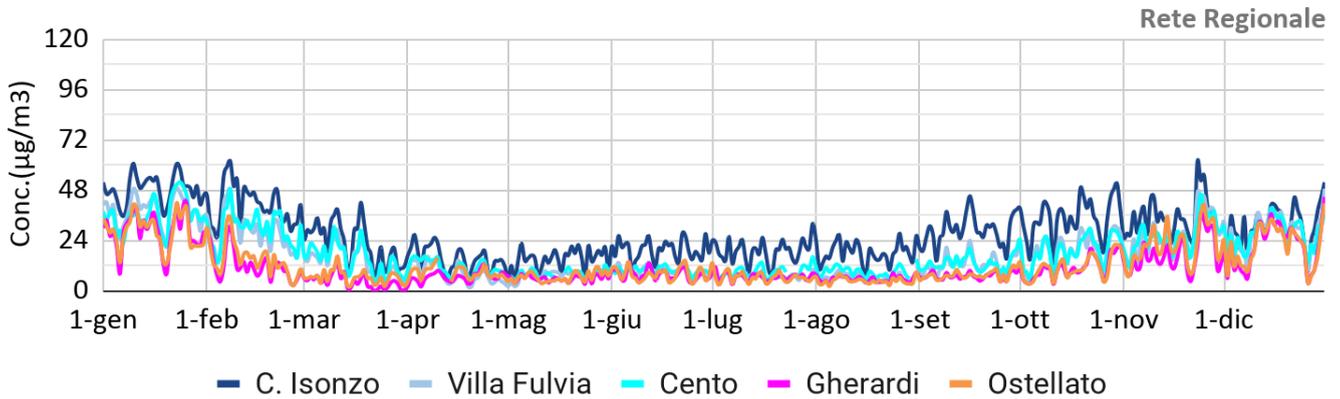
Il mese peggiore è risultato gennaio con una media complessiva per le stazioni della Rete Regionale di 36 µg/m³ e la stazione dove si registrano i valori più alti risulta quella maggiormente interessata dai transiti veicolari ossia la stazione da traffico di C. Isonzo, con una media mensile a gennaio pari a 49 µg/m³; fra quelle locali si distingue Barco che nel mese di gennaio ha misurato un valore medio mensile pari a 44 µg/m³.

Settimana tipo

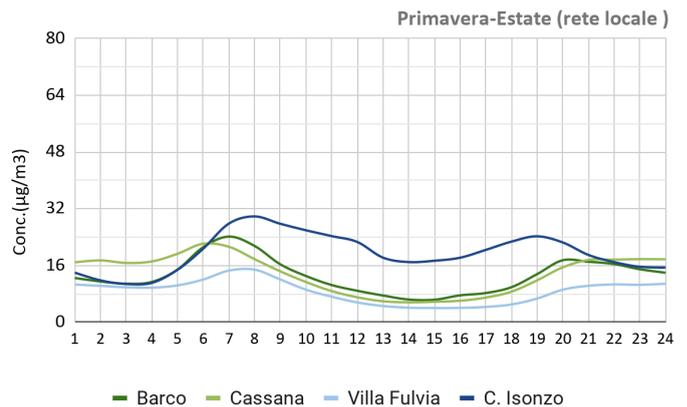
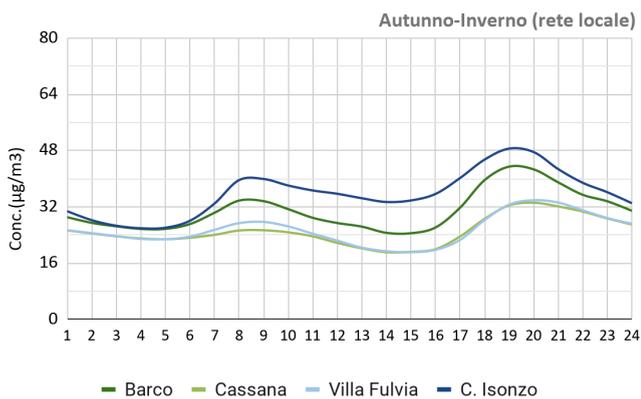
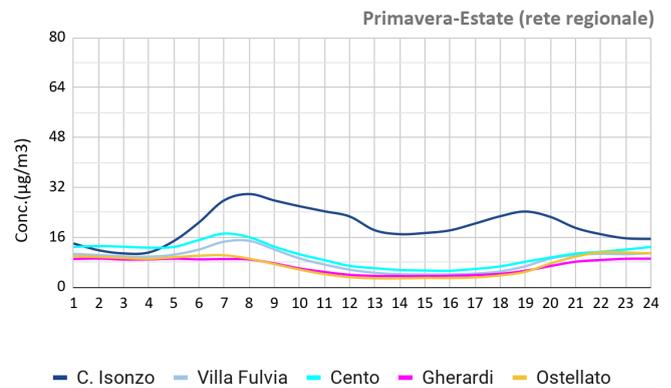
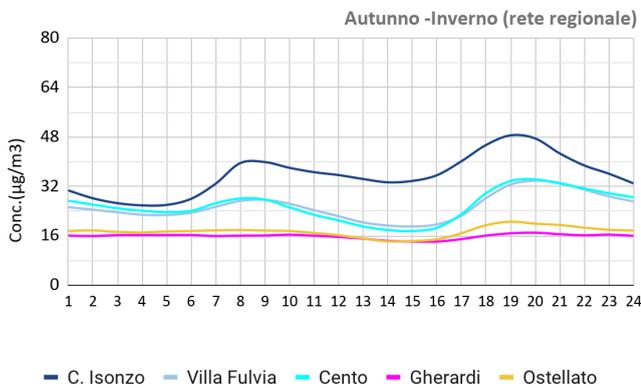


La settimana tipo mostra sia per la rete regionale che per quella locale, un lieve accumulo progressivo fino alle giornate di mercoledì e giovedì, per poi calare prevalentemente la domenica; questa condizione è leggermente più evidente nella stazione da traffico di C. Isonzo.

Dati Giornalieri

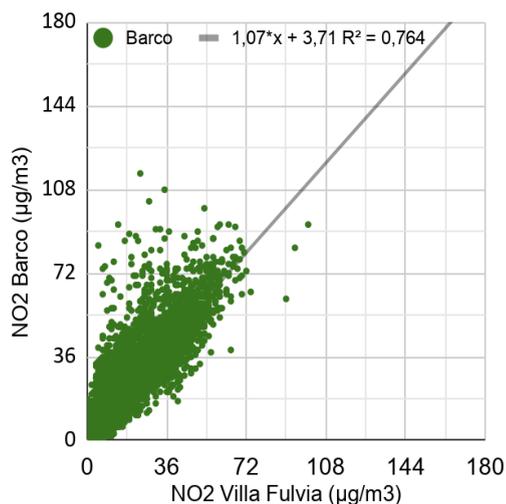
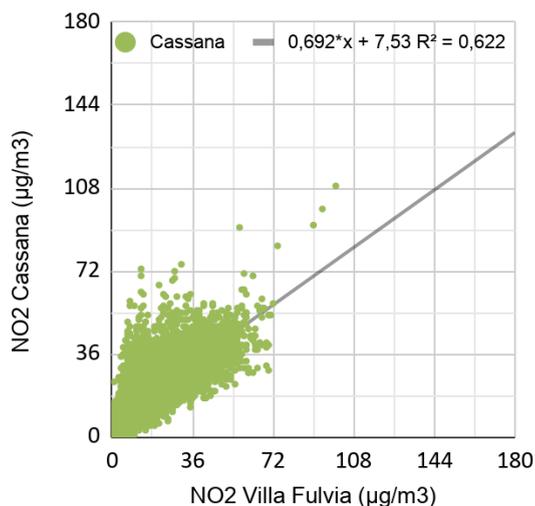


Giorno Tipo



Il giorno tipo mostra generalmente un doppio picco nelle ore mattutine e serali in corrispondenza di un numero maggiore di transiti veicolari relativi ai trasferimenti casa/lavoro; sono escluse da questo comportamento le stazioni di fondo rurale di Gherardi e Ostellato, collocate lontano da fonti di emissioni dirette, i cui dati appaiono piuttosto contenuti e senza variazioni significative nella giornata. Il picco è maggiormente evidente nella stazione da traffico di C. Isonzo.

Anche per le Stazioni Locali il giorno tipo mostra un doppio picco nelle ore mattutine e serali in corrispondenza di un numero maggiore di transiti veicolari relativi ai trasferimenti casa/lavoro, con livelli superiori a Barco.



Se si confrontano i dati orari delle stazioni della rete locale con quelli della stazione di fondo urbano di Villa Fulvia, si osserva una correlazione debole con coefficienti R^2 inferiori a 0,8 e dati molto dispersi intorno alla linea di tendenza; questa differenza può essere dovuta alla diversa modulazione del traffico e delle altre fonti locali presso le stazioni di monitoraggio.

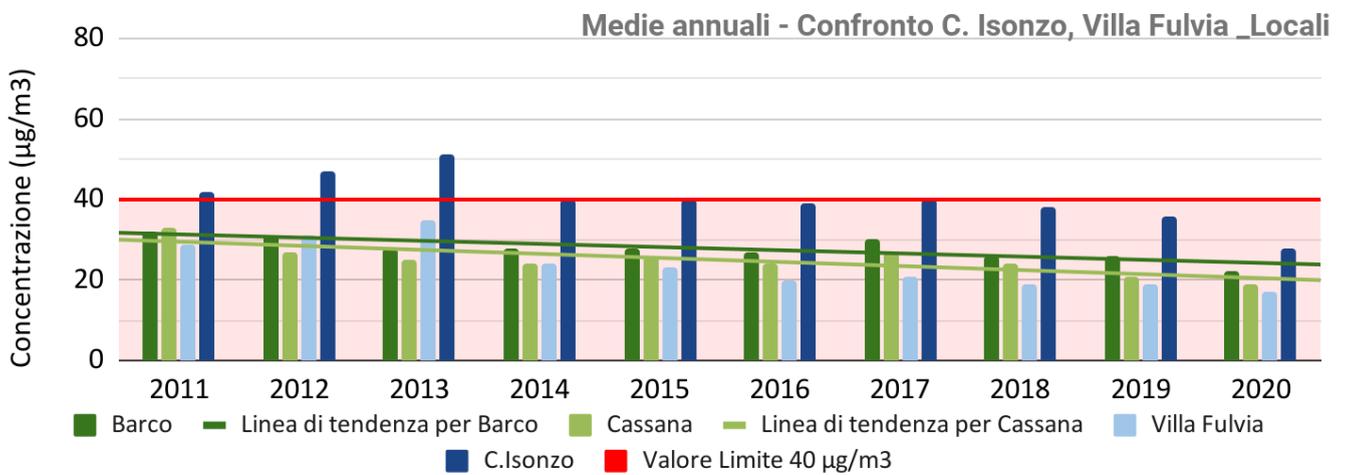
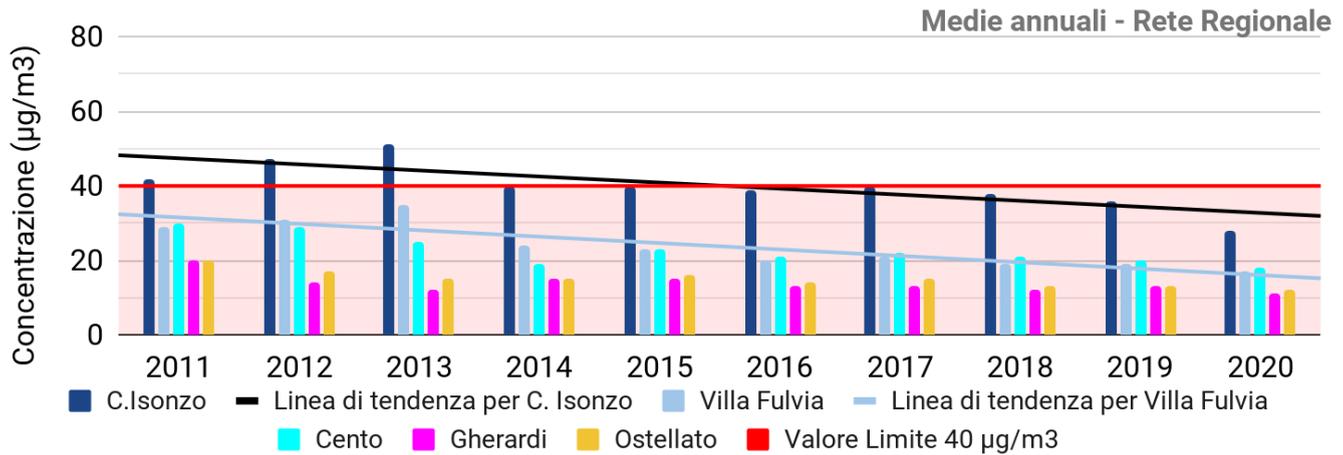
Gli andamenti temporali e gli indicatori statistici rappresentati nei box plots non mostrano comunque scostamenti significativi con quanto si rileva nella stazione di Villa Fulvia, seppur Barco risulti essere quella con i dati più alti tra le stazioni locali.

Trend

Medie annuali

STAZIONI	Comune	zona	tipo	Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)									
				Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020
C.Isonzo	Ferrara			42	47	51	40	40	39	40	38	36	28
Villa Fulvia	Ferrara			29	31	35	24	23	20	21	19	19	17
Cento	Cento			30	29	25	19	23	21	22	21	20	18
Gherardi	Jolanda di Savoia			20	14	12	15	15	13	13	12	13	11
Ostellato	Ostellato			20	17	15	15	16	14	15	13	13	12
Barco	Ferrara			32	31	28	28	28	27	30	26	26	22
Cassana	Ferrara			33	27	25	24	26	24	27	24	21	19

 Stazioni Locali
 \leq Valore Limite $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 $>$ Valore Limite $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Il Valore Limite annuale di 40 µg/m³ risulta rispettato in tutte le stazioni della Rete Regionale e in tutte le stazioni locali.

Il trend delle medie annuali, dal 2011 al 2020, mostra complessivamente una diminuzione delle concentrazioni; rispetto ai dati del 2011 quelli del 2020 mostrano una riduzione percentuale media pari al 40%; il Valore Limite Annuale fissato a 40 µg/m³ risulta da diversi anni rispettato da tutte le stazioni, anche se nella stazione da traffico di C. Isonzo questo indicatore risulta ancora critico, con valori in alcuni anni prossimi al Valore Limite. Per quanto riguarda le stazioni di fondo rurale di Gherardi e di Ostellato le concentrazioni medie annuali appaiono sempre piuttosto contenute e non si osservano variazioni significative negli anni per questo inquinante.

Analogo andamento si osserva per le Stazioni Locali che evidenziano una riduzione delle concentrazioni: rispetto ai dati del 2011 quelli del 2020 mostrano una riduzione percentuale media pari al 37%; con valori leggermente più alti nella stazione industriale di Barco.

Benzene, Toluene, Etilbenzene e Xileni

Il benzene (C₆H₆) appartiene alla classe dei composti organici volatili, infatti a temperatura ambiente volatilizza assai facilmente, cioè passa dalla fase liquida a quella gassosa; è un costituente naturale del petrolio e ha un caratteristico odore aromatico pungente.

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) classifica il benzene come sostanza cancerogena di classe I, in grado di produrre varie forme di leucemia. La classe I corrisponde ad una evidenza di cancerogenicità per l'uomo di livello "sufficiente".

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 totale (benzina verde) o parziale (benzina super) dei composti del piombo.

Benzene

Limiti di legge

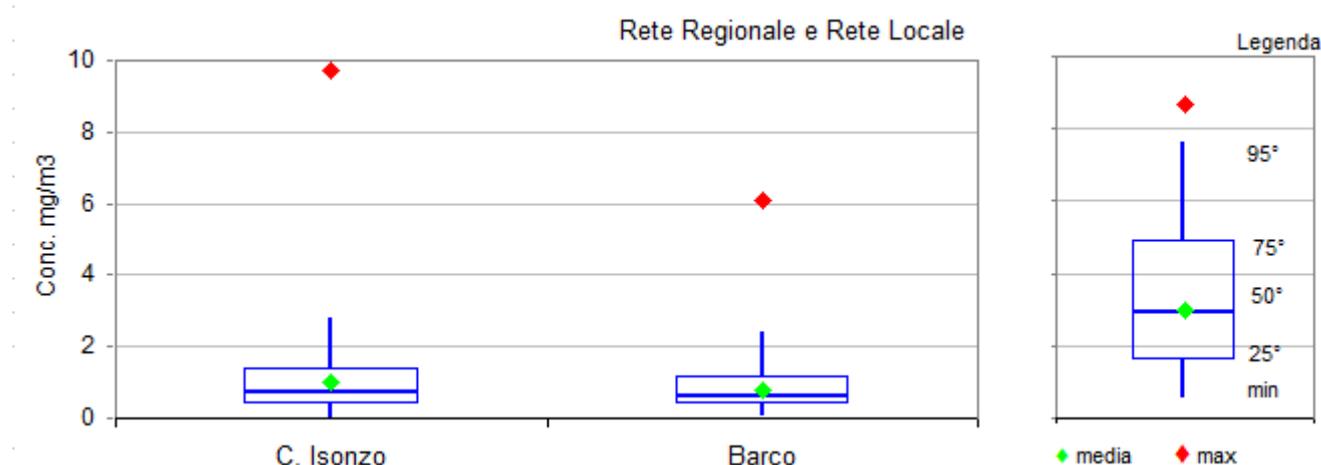
D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

Valore Limite annuale	media annuale	5 µg/m ³
-----------------------	---------------	---------------------

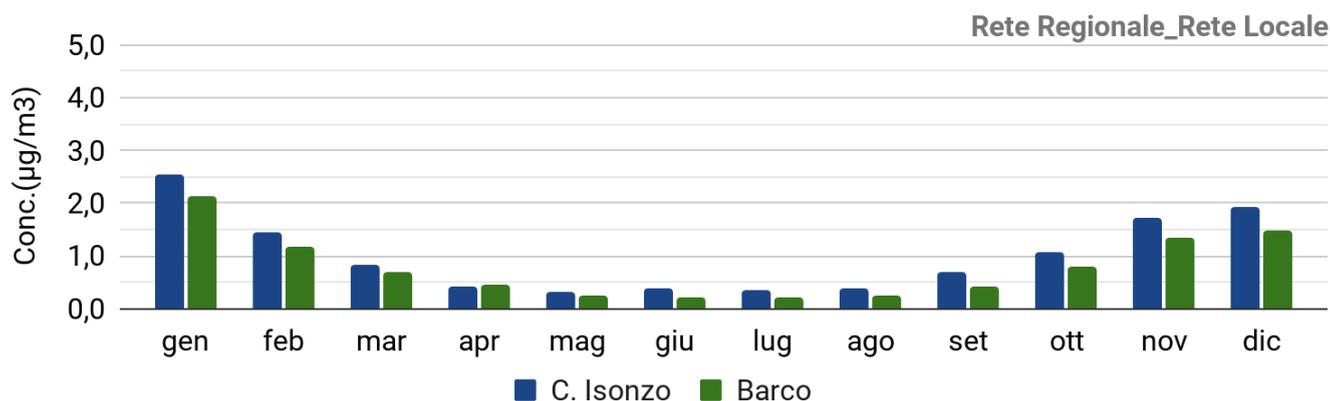
Analisi dati

STAZIONI	Comune	zona	tipo	Dati validi (%)	Concentrazioni (µg/m ³)						
					Min	Max	25°	50°	75°	95°	Media Annuale
■ C.Isonzo	Ferrara			97,6	0	9,7	0,4	0,7	1,4	2,8	1,0
■ Barco	Ferrara			100	0	6,1	0,3	0,5	1,1	2,3	0,8

■ Stazioni Locali ■ ≤ Valore Limite ■ > Valore Limite



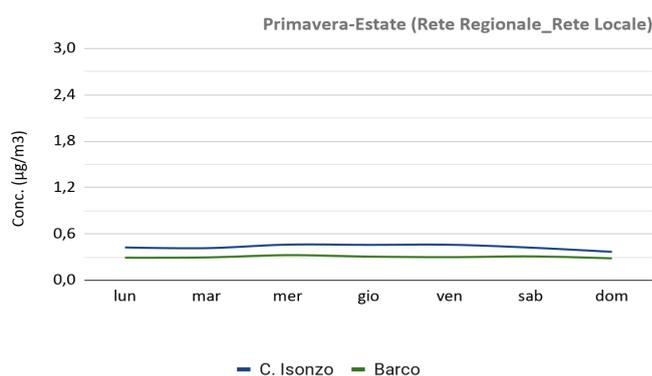
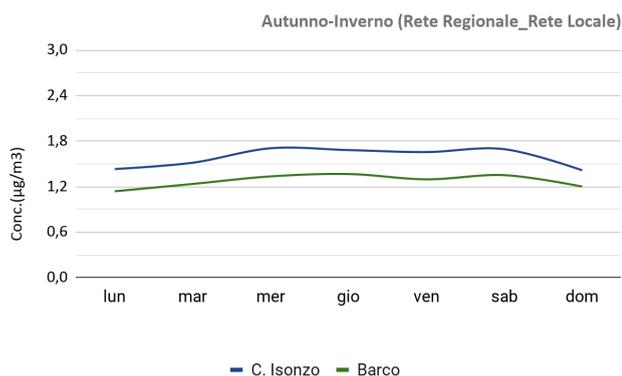
Andamento medie mensili



Dall'esame dei grafici emerge che la stagione invernale è quella che si rileva maggiormente critica; nei mesi estivi i livelli di Benzene risultano estremamente bassi e prossimi al limite di rilevabilità strumentale.

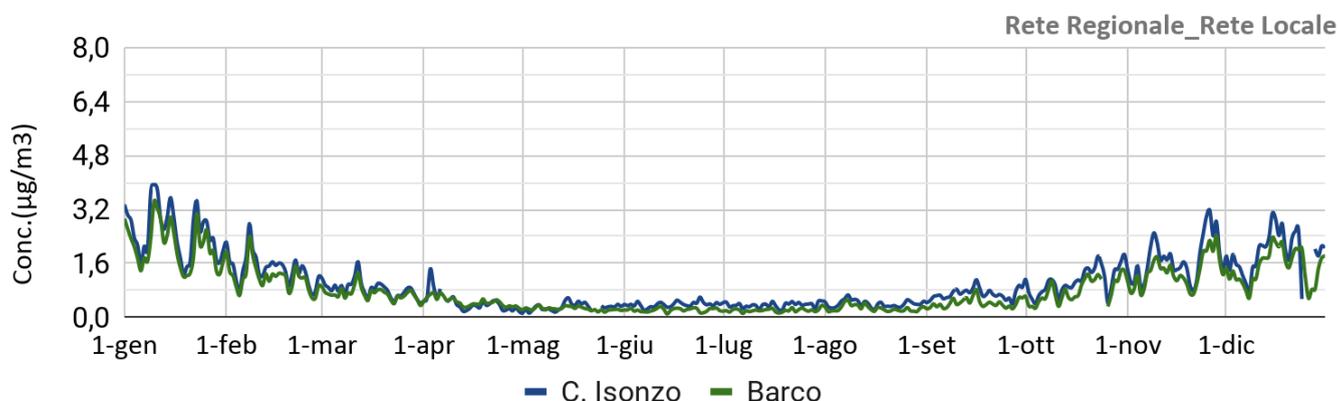
Le stazioni di C. Isonzo e Barco mostrano concentrazioni analoghe di Benzene, con valori leggermente più alti nella centralina da traffico di C. Isonzo.

Settimana tipo

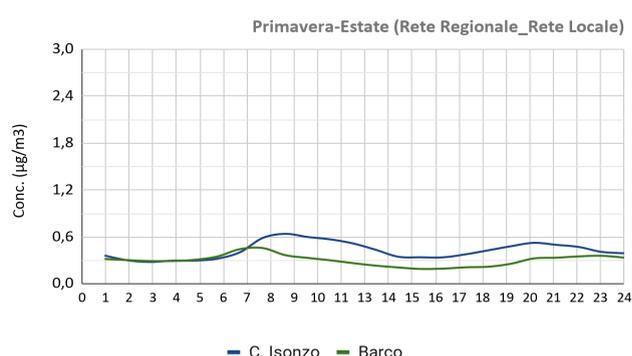
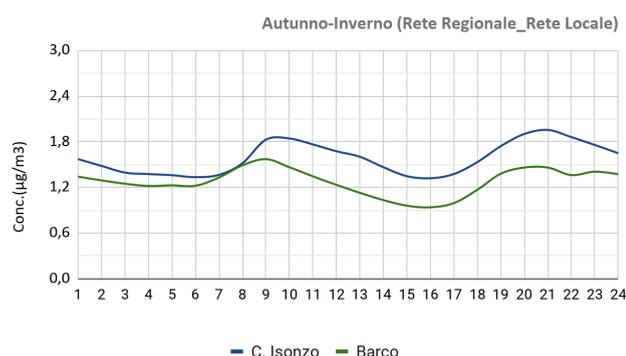


La settimana tipo non mostra differenze sostanziali nelle diverse giornate.

Dati giornalieri



Giorno Tipo



Il giorno tipo autunno-invernale evidenzia generalmente un doppio picco corrispondente alle ore mattutine e serali caratterizzate da maggiori transiti veicolari legati agli spostamenti casa - lavoro. Tale andamento, evidente per la stazione da traffico di C. Isonzo, risulta leggermente più contenuto per la stazione di Barco.

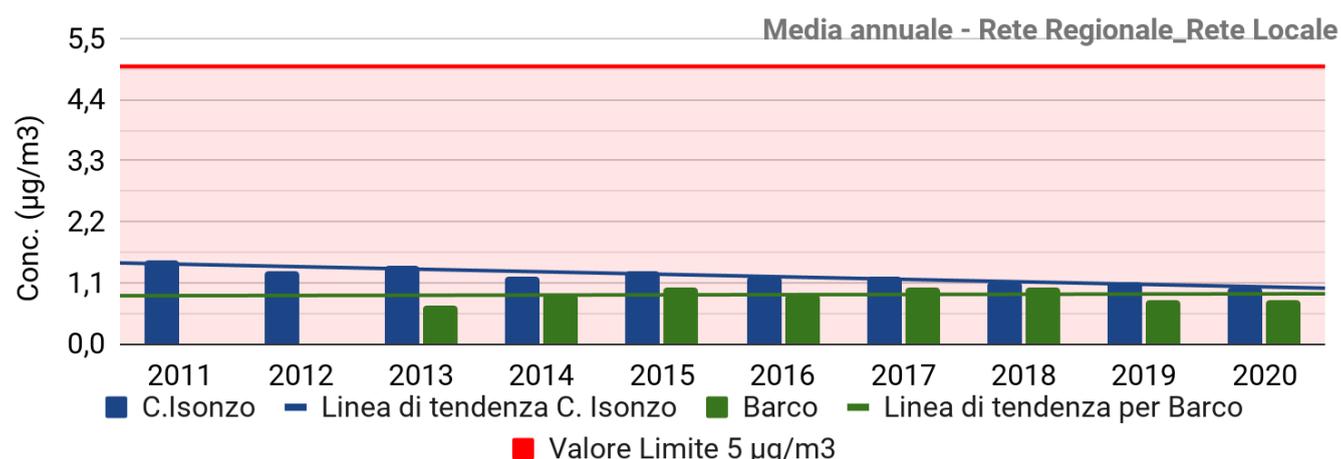
Il Valore Limite Annuale fissato in $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ risulta ampiamente rispettato in entrambe le stazioni.

Trend

Medie annuali

STAZIONI	Comune	zona	tipo	Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)									
				Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020
■ C.Isonzo	Ferrara			1,5	1,3	1,4	1,2	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1
■ Barco	Ferrara			nd	nd	0,7	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0	0,8	0,8

■ Stazioni Locali ■ \leq Valore Limite $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ■ $>$ Valore Limite $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Le concentrazioni medie annuali di Benzene confermano anche per il 2020 il trend in diminuzione, in particolare per la stazione di C. Isonzo e, dal 2015, anche per Barco (per questa stazione si segnala che i dati partono dal 2013); non si segnalano criticità a carico di questo inquinante che ha ormai raggiunto livelli molto contenuti rispetto al Valore Limite Annuale.

Toluene, Etilbenzene e Xileni

Di seguito si riportano alcune elaborazioni sui dati di altri composti aromatici analizzati presso le stazioni di C. Isonzo e Barco: si precisa che per Toluene, Etilbenzene e Xileni la normativa italiana non prevede Valori Limite in aria ambiente. Nella tabella seguente si riportano alcuni riferimenti internazionali sui livelli di esposizione.

Valori Guida Internazionali

Composto	Valore Guida	Periodo	Fonte
Toluene	260 µg/m ³	media settimanale	WHO - Air Quality Guide lines - Anno 2000
Etil Benzene	*RfC: 1000 µg/m ³	media 24 ore	EPA – Integrated Risk Information System - Anno 1991
Xileni	4800 µg/m ³	media 24 ore	WHO – International Programme of Chemical Safety - Anno 1997
	870 µg/m ³	media annuale	

*RfC= Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure

STAZIONI	Comune	zona	tipo	parametro	Dati validi (%)	Concentrazioni (µg/m ³)						
						Min	Max	25°	50°	75°	95°	Media Annuale
■ C.Isonzo	Ferrara			Toluene	97	0	49,7	1,1	2,1	3,8	7,5	2,8
				Etilbenzene	95	0	7,9	0,2	0,4	0,7	1,4	0,5
				Xileni	97	0	32,3	0,8	1,7	3,1	6,5	2,3
■ Barco	Ferrara			Toluene	100	0	29,7	0,5	1,1	2,6	5,5	1,8
				Etilbenzene	89	0	10,7	0,1	0,2	0,5	0,9	0,3
				Xileni	98	0	57,9	0,3	0,8	1,8	4,4	1,4

■ Stazioni Locali

Dall'esame dei dati emerge che la stazione di C. Isonzo presenta dati di toluene, etilbenzene e xileni lievemente più alti rispetto alla stazione di Barco, in analogia con il benzene.

I dati misurati sono molto lontani dai valori Guida Internazionali.

Idrocarburi aromatici con campionatori passivi

Oltre al monitoraggio in automatico di BTEX attraverso le stazioni di C. Isonzo (RRQA) e Barco(stazione locale), nel 2020 sono state realizzate due campagne di misura tramite campionatori passivi.

I campionatori passivi sono sistemi che non richiedono l'utilizzo di pompe di aspirazione, ma adsorbono gli inquinanti per effetto della diffusione dei gas nell'aria. I campionatori vengono posizionati ad un'altezza di circa 2,5 m dal suolo, in capannine appositamente allestite per proteggerli dalla pioggia, mantenendo comunque la libera circolazione dell'aria nell'intorno del campionario.

Nel comune di Ferrara sono attivi monitoraggi tramite campionatori passivi dal 1999.

Si tratta di campionamenti in 35 Punti per 4 mesi all'anno (da settembre-dicembre); inoltre in area urbana centrale entro le mura in corso Giovecca è attivo un campionamento che copre l'intero anno con misure medie settimanali. nei 35 punti i campionamenti vengono effettuati di norma all'inizio del mese, nei mesi di settembre, ottobre, novembre e dicembre di ogni anno e forniscono indicazioni significative sulla qualità dell'aria di varie zone relativamente al benzene, inquinante strettamente legato alle emissioni da traffico veicolare, e agli altri idrocarburi aromatici (toluene, etilbenzene e xileni).

La scelta delle postazioni di misura della campagna è stata effettuata, con qualche minima variazione negli anni, di concerto con il Dipartimento di Sanità Pubblica dell'Azienda USL di Ferrara contemperando più esigenze: fornire una rappresentazione sufficientemente dettagliata del centro cittadino, che è la zona dove si attendono le concentrazioni più elevate e nello stesso tempo è caratterizzata dal maggior gradiente spaziale; presidiare nodi importanti della viabilità cittadina all'interno e all'esterno delle mura; estendere la zona di monitoraggio alla prima periferia, per raccogliere alcune informazioni su località che non sono monitorate dalla rete di rilevamento fissa. A ciò va aggiunto il vincolo di individuare un numero di siti e di campioni tecnicamente gestibile con le risorse disponibili. I punti di misura coincidono con situazioni "hot spot" corrispondenti ai nodi importanti per la viabilità urbana; ogni punto di misura è in realtà rappresentativo di un'area piuttosto limitata intorno ad esso, cogliendo principalmente la pressione delle emissioni ad esso vicine.

Di seguito è riportata la distribuzione spaziale dei punti di misura, il cui indirizzo è dettagliato nella tabella a corredo della mappa.

Mappa dei punti di campionamento degli idrocarburi aromatici (anno 2020)



Punti di campionamento degli idrocarburi aromatici, anno 2020

n	Postazione	18	C.so Porta Mare / P.zza Ariostea
1	Largo Castello	19	Via S. Pietro ang. Via C. Mayer
2	Via Palestro	20	Rotatoria Via Comacchio
3	Via Montebello	21	Pontelagoscuro Via Savonuzzi
4	C.so Giovecca	22	Via E. I° D'Este / Facoltà di Giurisprudenza
5	Via Scienze ang Via Giuoco del Pallono	23	Via P. Reno ang Via C. Mayer ang Via Ripagrande
6	Via Porta Reno ang.Via Cortevicchia	24	Cassana Pesa Pubblica
7	Via S.Stefano ang. Via Garibaldi	25	C.so Martiri della Libertà ang. Via Cairoli
8	Via Armari	26	P.zza Municipale ang. Via Garibaldi
9	Centralina Arpa C.so Isonzo	27	Centralina Arpa Via Bologna
10	Largo Barriere ang. Viale Cavour	28	Centralina Arpa P.le S. Giovanni
11	Rotatoria MOF/Macello	29	Via Bologna ang. Via Darsena ang. Via Volano
12	Centralina Arpa Barco	30	Via Porta Romana ang Via XX Settembre
13	Centro Sociale Anziani Via Canapa	31	Via S. Giacomo Zona FF.SS.
14	Rotatoria Ipercoop Via Bologna	32	Centralina Mizzana
15	ACI Via Padova	33	Cassana Centralina Rilevamento SEF
16	Via A.Ducale ang. Via Foro Boario	34	Centralina Arpa Via Bellonci
17	P.zza.le Mdaglie d'oro	35	Centralina Arpa Villa Fulvia

Analisi dei dati

Benzene

PUNTO DI MISURA	Comune	Durata	Dati Validi (%)	Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
				Min	Max	Media Annuale
C. Giovecca	Ferrara	anno	100	0,1	3,1	1,1
C. Giovecca	Ferrara	4 settimane	100	0,9	2,4	1,7
35 punti di misura	Ferrara	4 settimane	100	0,5	2,7	1,5

Toluene

PUNTO DI MISURA	Comune	Durata	Dati Validi (%)	Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
				Min	Max	Media Annuale
C. Giovecca	Ferrara	anno	100	0,1	6,5	2,8
C. Giovecca	Ferrara	4 settimane	100	2,6	4,9	4,0
35 punti di misura	Ferrara	4 settimane	100	1,1	21,2	3,6

Etilbenzene

PUNTO DI MISURA	Comune	Durata	Dati Validi (%)	Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
				Min	Max	Media Annuale
C. Giovecca	Ferrara	anno	100	0,1	1,3	0,5
C. Giovecca	Ferrara	4 settimane	100	0,5	0,9	0,7
35 punti di misura	Ferrara	4 settimane	100	0,1	1,4	0,6

Xileni

PUNTO DI MISURA	Comune	Durata	Dati Validi (%)	Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
				Min	Max	Media Annuale
C. Giovecca	Ferrara	anno	100	0,7	6,4	2,9
C. Giovecca	Ferrara	4 settimane	100	2,4	3,9	3,3
35 punti di misura	Ferrara	4 settimane	100	0,5	6,3	2,6

Va ricordato che, così come per il benzene, anche la presenza di toluene, xileni ed etilbenzene nell'aria trova una forte fonte nel traffico, sia a causa delle emissioni degli idrocarburi incombusti che a causa delle emissioni evaporative dai serbatoi o durante le operazioni di rifornimento presso i distributori di carburante.

Ad eccezione del benzene, per gli altri inquinanti non esistono a tutt'oggi nella normativa nazionale valori limite nell'aria, ma l'OMS indica un valore medio settimanale di toluene da non superare pari a $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tale valore non è mai stato raggiunto in nessuna delle postazioni di misura (il valore massimo settimanale misurato è stato di $21,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Per gli altri idrocarburi aromatici (etilbenzene e xileni) le linee guida OMS riportano valori guida dell'ordine dei mg/m^3 , cioè superiori di alcuni ordini di grandezza rispetto ai valori misurati.

Trend

Medie annuali Benzene

PUNTO DI MISURA	Comune	Concentrazioni $\mu\text{g}/\text{m}^3$									
		Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020
C. Giovecca (anno)	Ferrara	2,4	1,8	1,7	1,4	1,7	1,4	1,5	1,4	1,3	1,1
C. Giovecca (4 settimane)	Ferrara	3,0	3,3	2,0	1,7	2,0	1,6	2,0	1,4	1,5	1,7
35 punti di misura	Ferrara	2,7	3,3	2,1	nd	nd	nd	1,8	1,3	1,3	1,5

Dal 2014 al 2016, per problemi di natura tecnica e organizzativa, non è stato possibile effettuare i campionamenti pertanto i dati non sono disponibili.

I risultati raccolti nel corso degli anni indicano che tale monitoraggio, benché limitato temporalmente, costituisce in senso generale una buona indicazione del trend delle concentrazioni medie annuali nei siti di campionamento. Nello specifico, per il 2020, il confronto tra il valore medio annuale misurato in C.so Giovecca (pari a $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e la media del periodo settembre-dicembre nello stesso sito (pari a $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) fa ritenere che la campagna estesa ai 35 punti abbia fornito valori sufficientemente indicativi del livello medio annuale di benzene nelle varie postazioni.

La seguente tabella, che riporta le medie annuali delle singole postazioni per gli anni 1999– 2013 e 2017-2020, indica l'andamento di tale inquinante nelle zone esaminate. Per una più facile lettura i dati in tabella sono rapportati al valore limite annuale (pari a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e risultano di colore verde in caso di rispetto del valore e di colore arancione in caso di superamento. Tuttavia è importante precisare che questa tipologia di indagini fornisce dati di tipo 'indicativo', caratterizzati da valori di incertezza superiori a quelli previsti per le misure con analizzatori automatici in continuo (vedi D.Lgs. 155/2010, Allegato 1, Obiettivi di qualità).

La media annuale della rete di 35 punti è di $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore che corrisponde ad un incremento del 15,4% rispetto alla concentrazione media dei 35 punti ottenuta per l'anno 2019, pari a $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$); quindi nell'autunno-inverno del 2020, tenendo conto del grado di incertezza delle misure indicative, si è registrato un leggero incremento dei valori rilevati rispetto agli ultimi anni. Tale dato non è però confermato da quello dell'analogia rilevazione effettuata con una copertura su base annuale nella postazione di Corso Giovecca, che ha presentato invece un leggero decremento rispetto all'anno 2019 (passando da un valore pari a $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2019 a $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2020).

L'esame dei dati si presta a diverse osservazioni, sia sotto il profilo spaziale che temporale: va in ogni caso sempre considerato che i valori sono frutto sia della pressione del traffico locale (entità e tipo) sia della conformazione dei luoghi e della loro ventilazione, sia di più generali condizioni meteo stagionali.

Nel 2020 per il benzene tutti i valori medi rilevati risultano inferiori al valore limite annuale (pari a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Andamento del benzene 1999 – 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

anno	Punti di campionamento																																			Media	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
1999	6,5	3,7	5,8	7,5	4,4	3,4	5,3		6,2	8,8	3,1	4,6	5,2	5,6	4,8	8,0	6,4		8,9	6,9		4,7		4,3			3,9	5,1									5,6
2000	5,5	3,0	4,9	6,9	3,9	2,3	6,0	7,1	7,3	6,3	2,4	3,2	3,6	4,6	3,7	6,4	4,9	10,8	7,3	4,6	2,7	3,5	3,7	3,5	2,5	2,2	3,1	4,1	7,7	5,2	7,3					4,8	
2001	4,6	3,3	5,3	5,8	3,9	3,1	6,3	7,7	6,1	6,6	3,0	3,9	3,9	5,0	4,4	7,9	4,7	11,8	7,2	5,9	3,2	4,0	4,2	3,8	3,1	2,7	3,8	4,0	8,2	6,2	7,7					5,2	
2002	4,8	2,9	5,0	6,6	3,7	2,9	5,6	6,9	6,2	6,6	3,1	3,7	4,0	5,7	3,8	7,1	5,0	10,1	6,7	5,3	3,3	3,9	3,9	3,9	2,8	2,6	3,3	4,8	7,8	5,1	6,7					5,0	
2003	3,3	1,9	3,3	5,0	2,7	1,7	3,7	3,7	4,6	4,0	2,3	2,3	2,6	3,8	2,3	5,0	3,8	7,3	3,7	3,7	2,1	2,7	2,8	2,6	2,1	1,7	2,4	4,9	3,5	3,7	4,9					3,4	
2004	4,0	2,5	3,6	4,9	3,3	2,4	3,7	4,5	3,6	5,0	2,7	2,9	3,5	4,1	2,8	6,3	4,1	7,4	4,2	3,5	2,7	2,9	3,2	3,9	2,6	2,1	3,0	3,1	3,7	4,0	5,3					3,7	
2005	2,8	2,1	3,0	3,5	2,5	1,8	2,9	3,5	3,2	3,7	2,1	2,4	2,7	3,0	2,6	4,5	3,1	5,7	4,0	3,2	2,2	2,5	2,7	2,8	2,0	1,8	2,3	1,9	2,9	3,1	4,8	1,7				2,9	
2006	2,6	1,9	3,3	2,5	2,5	1,9	2,7	3,0	2,9	3,5	2,0	2,3	2,8	2,9	2,5	3,9	3,0	5,0	3,4	2,9	2,2	2,4	2,6	2,5	1,9	2,0	2,3	2,0	3,3	3,0	3,0	1,6	1,9			2,7	
2007	2,6	2,4	2,5	3,3	2,4	1,9	2,5	2,9	2,6	3,3	2,0	2,1	2,5	2,7	2,3	3,6	2,9	4,6	3,2	2,9	2,4	2,5	2,6	3,1	1,9	1,9	2,3	2,3	3,2	2,9	3,5	1,7	1,6			2,6	
2008	2,4	2,5	2,6	3,1	2,3	1,9	2,4	2,8	2,5	3,1	1,9	2,0	2,3	2,5	2,3	3,7	3,1	4,6	3,2	2,9	2,1	2,3	2,4	2,5	1,8	1,8	2,2	1,8	3,1	2,7	3,2	1,6	1,5			2,5	
2009	2,3	2,2	2,6	3,0	2,3	1,9	2,6	2,9	2,2	3,0	2,0	2,4	2,3	2,3	2,2	3,1	2,9	3,0	3,3	2,7	2,1	2,2	2,4	2,3	1,5	1,5	2,3	2,5	2,8	2,4	3,1	1,7	1,6			2,4	
2010	2,4	2,3	2,6	3,0	2,2	2,0	2,7	3,0	2,6	3,0	2,1	2,0	2,3	2,5	2,3	3,4	3,2	3,7	3,3	2,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,0	2,1	2,3	2,5	3,0	2,8	3,1	1,9	1,8	1,9	1,8	2,5	
2011	2,3	3,0	3,3	3,0	2,2	2,0	3,3	3,5	2,6	3,2	2,2	2,3	2,7	2,7	1,2	4,2	2,6	3,5	3,0	2,9	2,5	2,6	2,8	3,3	2,4	2,6	2,5	2,0	3,3	3,0	3,5	2,4	2,3	2,1	1,9	2,7	
2012	3,5	2,6	3,9	3,3	3,3	3,0	3,9	4,2	3,4	3,6	3,0	3,3	3,9	4,3	3,2	4,1	3,5	5,0	3,6	3,8	3,0	3,4	2,6	3,7	2,7	1,7	3,2	3,3	3,7	4,4	3,4	2,0	2,7	2,1	2,1	3,3	
2013	2,4	2,1	1,9	2,0	1,9	1,9	2,8	2,6	2,0	1,7	1,7	2,1	2,0	1,8	2,2	2,4	2,0	2,9	1,4	2,2	2,0	1,2	2,1	2,0	1,6	1,7	2,6	2,0	3,0	2,7	2,2	2,9	1,7	1,1	1,5	2,1	
2014 2016																																				nd	
2017	1,6	1,8	2,1	2,0	1,7	1,4	2,0	1,9	1,7	2,0	1,5	1,4	1,5	1,8	1,7	2,2	1,8	3,2	2,0	1,9	1,5	1,5	1,6	1,6	1,3	1,3	1,8	1,6	2,4	2,4	2,0	1,5	1,4	1,4	1,6	1,8	
2018	1,2	1,3	1,3	1,4	1,3	1,0	1,4	1,5	1,2	1,5	1,0	1,1	1,1	1,3	1,1	1,5	1,3	2,2	1,3	1,2	1,0	1,2	1,2	1,1	1,0	1,1	1,3	1,3	1,5	1,8	1,4	1,0	0,9	1,0	1,1	1,3	
2019	1,2	1,3	1,3	1,5	1,3	1,1	1,4	1,5	1,2	1,4	1,0	1,1	1,4	1,4	1,2	1,6	1,4	2,3	1,5	1,5	1,1	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	1,4	1,2	1,6	2,0	1,4	1,1	1,0	1,1	1,1	1,3	
2020	1,4	1,6	1,5	1,7	1,5	1,3	1,6	1,7	1,6	1,7	1,2	1,4	1,5	1,5	1,4	1,8	1,6	2,1	1,7	1,7	1,3	1,4	1,5	1,5	1,2	1,3	1,5	1,4	1,6	2,1	1,6	1,4	1,2	1,4	1,3	1,5	

■ \leq Valore Limite ■ $>$ Valore Limite

Monossido di Carbonio CO

Il monossido di carbonio è un tipico prodotto derivante dalla combustione, è un gas incolore e inodore.

Il CO si forma durante la combustione in difetto di aria, 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, 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 notevolmente la presenza di questo inquinante in aria.

Dal 2020 questo inquinante non viene più misurato nelle stazioni della rete regionale ma solo in quelle locali di Barco e Cassana.

Limiti di legge

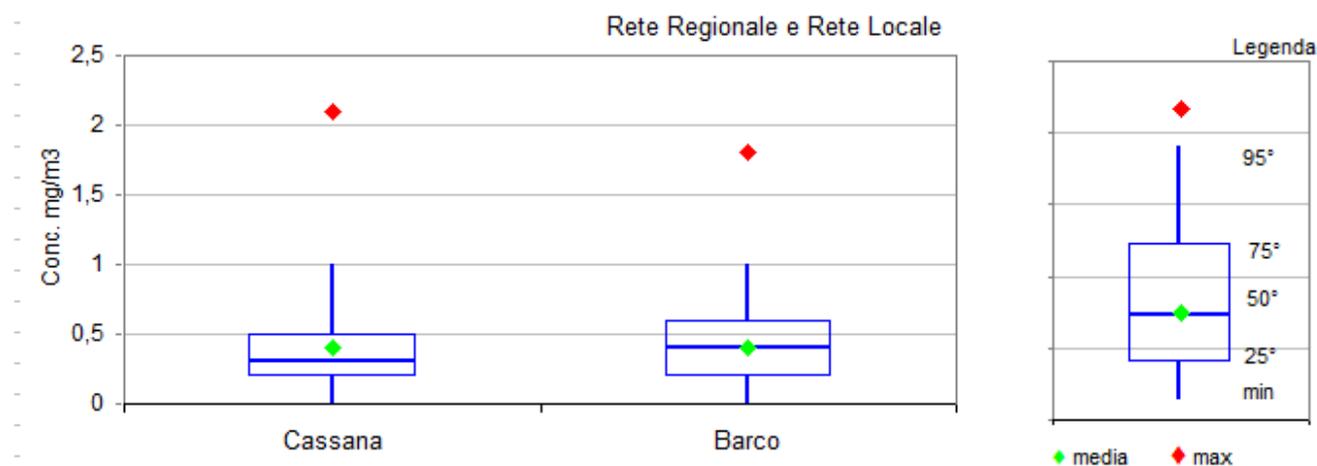
D. Lgs. 155 del 13/8/2010 - Direttiva UE 2008/50/CE

Valore Limite orario	massima media mobile 8 ore	10 mg/m ³
----------------------	----------------------------	----------------------

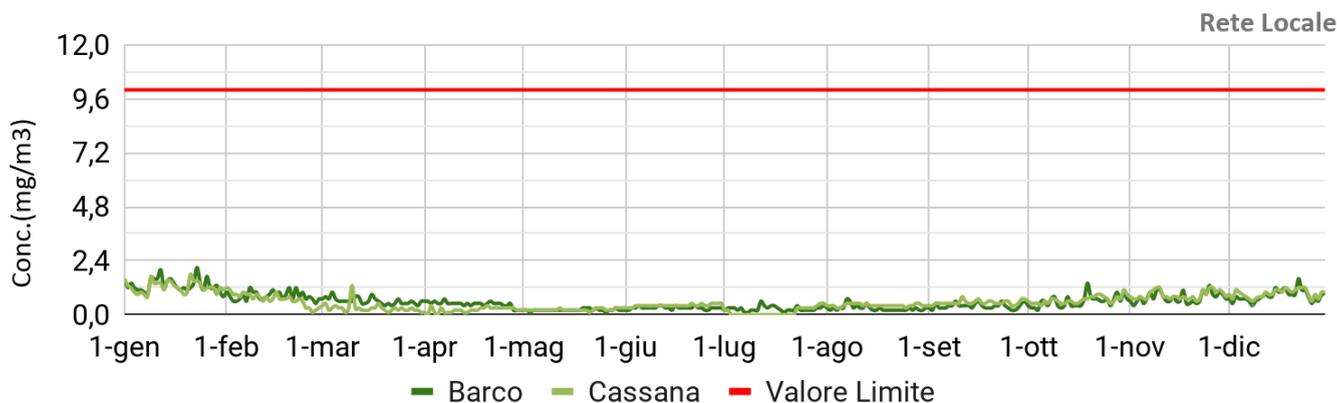
Analisi dati

STAZIONI	Comune	zona	tipo	Dati validi (%)	Concentrazioni (mg/m ³)							
					Min	Max	25°	50°	75°	95°	media	Massima media mobile 8 ore (mg/m ³)
■ Barco	Ferrara			100	0	2,1	0,2	0,3	0,5	1,0	0,4	2,1
■ Cassana	Ferrara			89,8	0	1,8	0,2	0,4	0,6	1,0	0,4	1,8

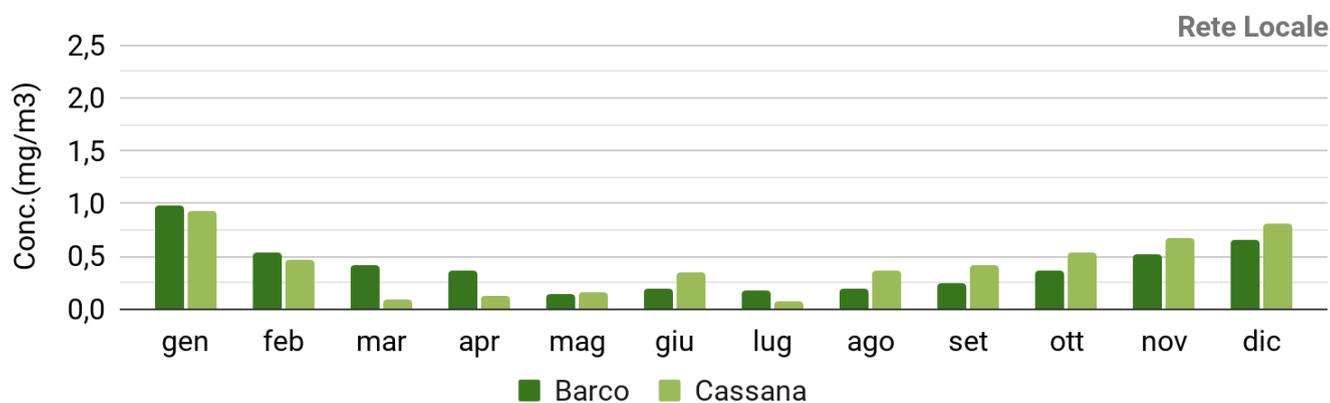
■ Stazioni Locali
 ■ ≤ Valore Limite
 ■ > Valore Limite



Superamenti

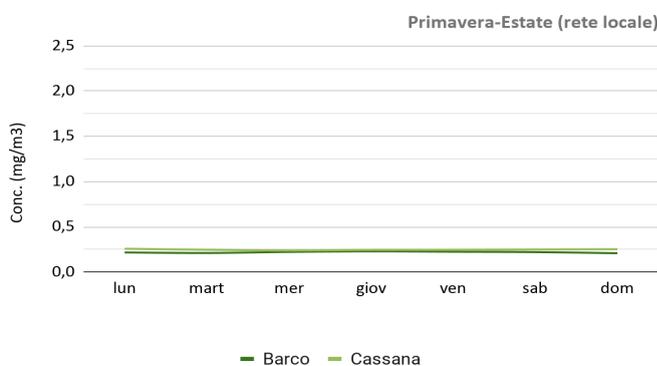
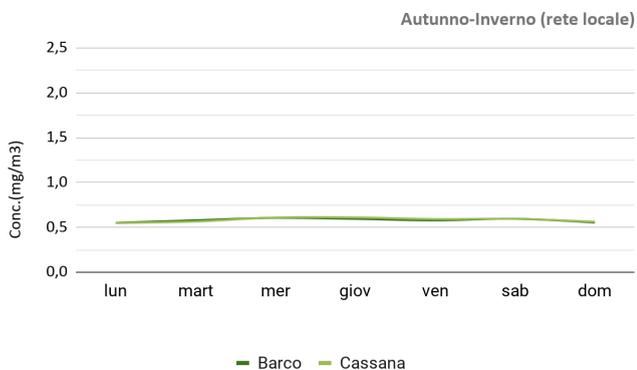


Andamento medie mensili

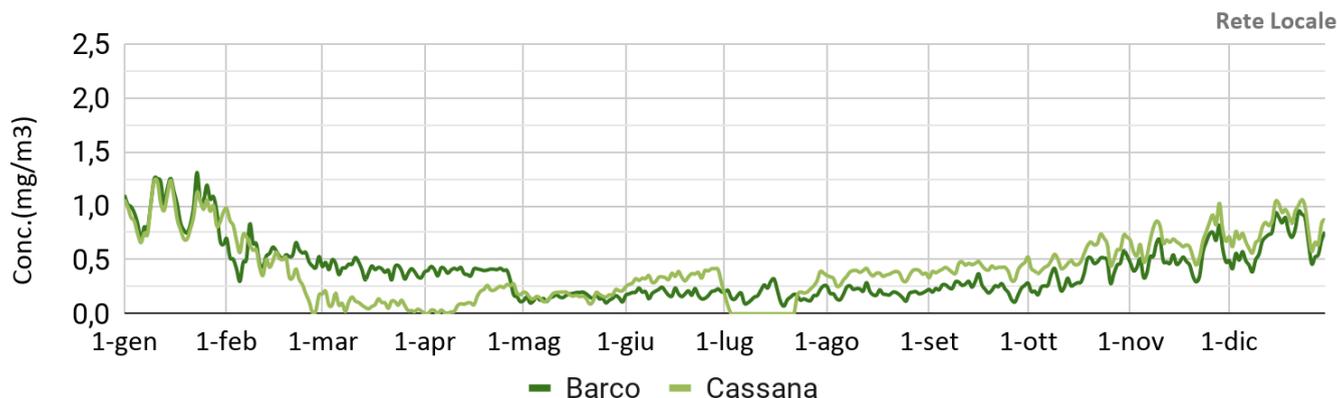


I mesi in cui si registrano i dati più alti di monossido di carbonio sono quelli invernali, caratterizzati da elevata stabilità atmosferica, spesso con inversione termica in quota e scarsa ventilazione: queste condizioni sono sfavorevoli per la dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Settimana tipo



Dati Giornalieri



Giorno tipo

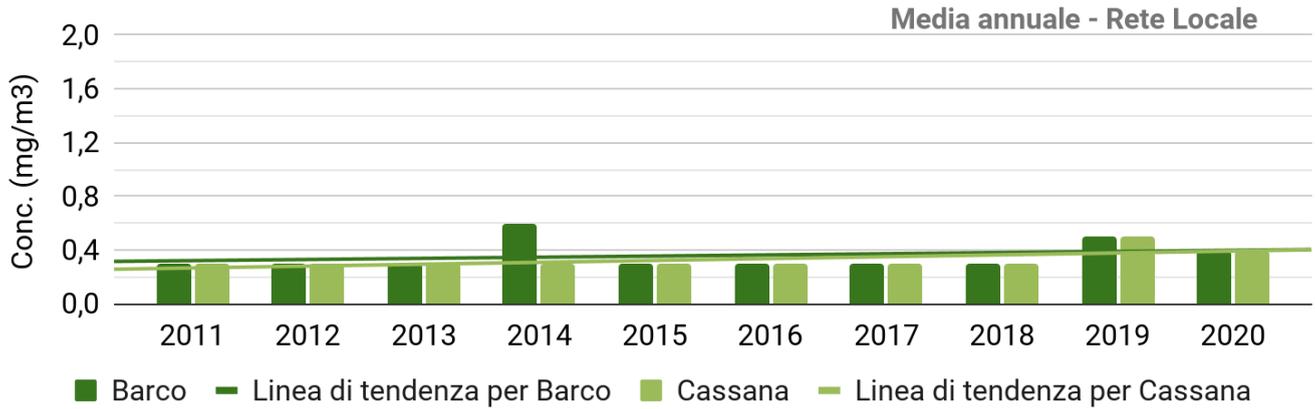


Il grafico del giorno tipo nella stagione Autunno-Inverno presenta due lievi picchi, al mattino e alla sera, nelle ore di maggior transito veicolare; con un lieve calo nelle ore centrali.

Trend

Medie annuali

STAZIONI	Comune	zona	tipo	Concentrazioni (mg/m ³)										
				Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020	
■ Barco	Ferrara			0,3	0,3	0,3	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,4
■ Cassana	Ferrara			0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,4
■ Stazioni Locali														



Il trend relativo alla media annuale evidenzia una sostanziale stabilità dei valori misurati, tanto che questo inquinante, allo stato attuale, non presenta più alcuna criticità e, in considerazione di questo, l'attuale configurazione della Rete di Monitoraggio non prevede più la misura del monossido di carbonio.

Anche il Valore Limite Annuale pari a 10 mg/m³ calcolato come massima della media mobile delle 8 ore risulta ampiamente rispettato in tutto il periodo del trend; nel 2020 tale indicatore è risultato pari a 2.1 mg/m³ per la stazione di Barco e 1.8 mg/m³ per la stazione di Cassana. Non si rilevano pertanto criticità a carico di questo inquinante.

Ammoniaca NH3

L'ammoniaca (NH₃) è un gas incolore tossico, dall'odore pungente caratteristico, solubile in acqua, presente nell'aria soprattutto nelle aree circostanti ad allevamenti animali intensivi. È fondamentale nel ciclo del ricambio chimico del suolo, perché fornisce l'azoto, uno dei tre elementi nutrizionali principali delle piante e degli animali.

L'ammoniaca è emessa quasi esclusivamente dalle pratiche agricole e di zootecnia e in minor misura da traffico e attività industriali. È un inquinante importante, detto "primario", poiché attraverso vari processi può portare alla formazione di nuovo particolato in atmosfera, detto particolato "secondario".

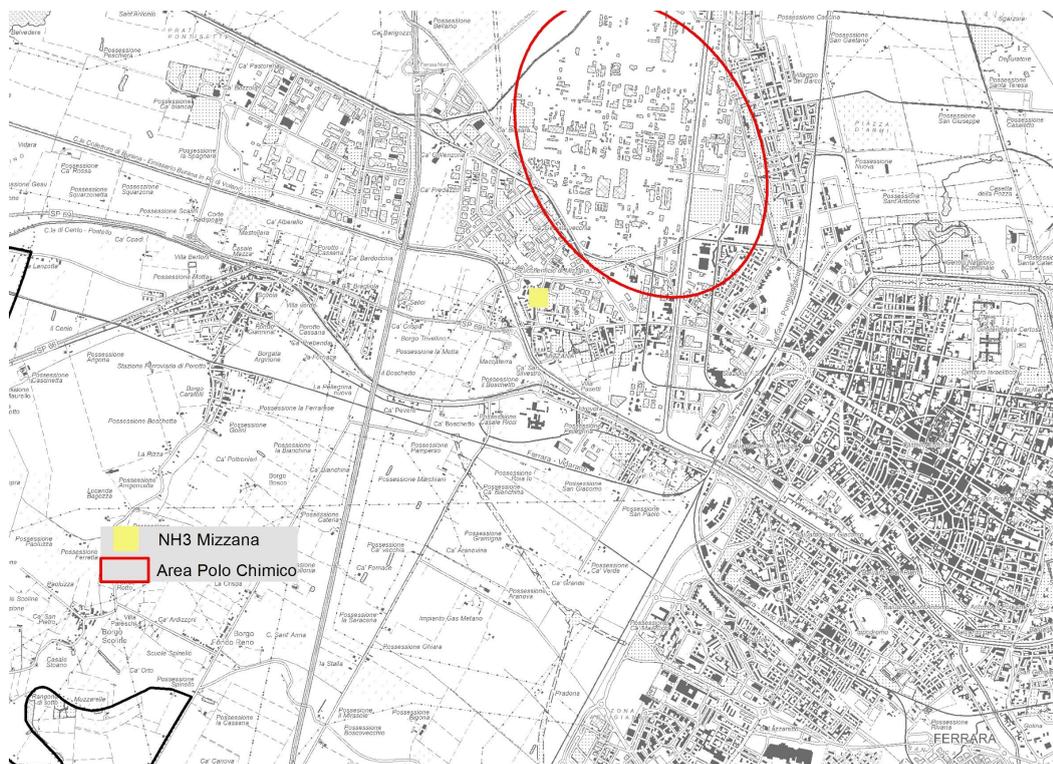
L'ammoniaca può provocare irritazione alle vie respiratorie, acidificazione ed eutofizzazione dell'ambiente.

Ad oggi non sono previsti limiti di legge o valori soglia o obiettivo.

Ai monitoraggi richiesti dalla normativa, per volontà del Comune, della Provincia e dell'AUSL di Ferrara, da tempo si è aggiunto il monitoraggio dell'ammoniaca, effettuato routinariamente dal 1989 presso la postazione di Mizzana-Via Traversagno, nel comune di Ferrara nei pressi del Polo Chimico dove è presente un'importante azienda autorizzata ad emettere ammoniaca e urea.

Le modalità operative del monitoraggio hanno seguito nel tempo diverse strategie in conseguenza dell'evoluzione delle disponibilità analitiche e gestionali, in ogni caso la rappresentatività dei campioni è da ritenersi riferita ad informazioni sul livello "medio" e sul trend delle immissioni e non alle variazioni di breve durata, che il campionamento passivo non è in grado di cogliere.

La misura attuale utilizza campionatori passivi del tipo di quelli impiegati per il monitoraggio degli idrocarburi aromatici. La metodica, che è stata mutuata da una precedente indagine svolta dal CNR a Ferrara, ha consentito la copertura temporale completa dal 2008 al 2014, attraverso l'effettuazione di campioni medi mensili, sempre presso la stazione di Mizzana. Da agosto 2015 si è resa necessaria un'ulteriore variazione delle modalità operative del monitoraggio in conseguenza dell'evoluzione delle disponibilità analitiche. La nuova metodologia prevede l'utilizzo di un tipo diverso di campionatori passivi anch'essi effettuati con campionamenti medi mensili.

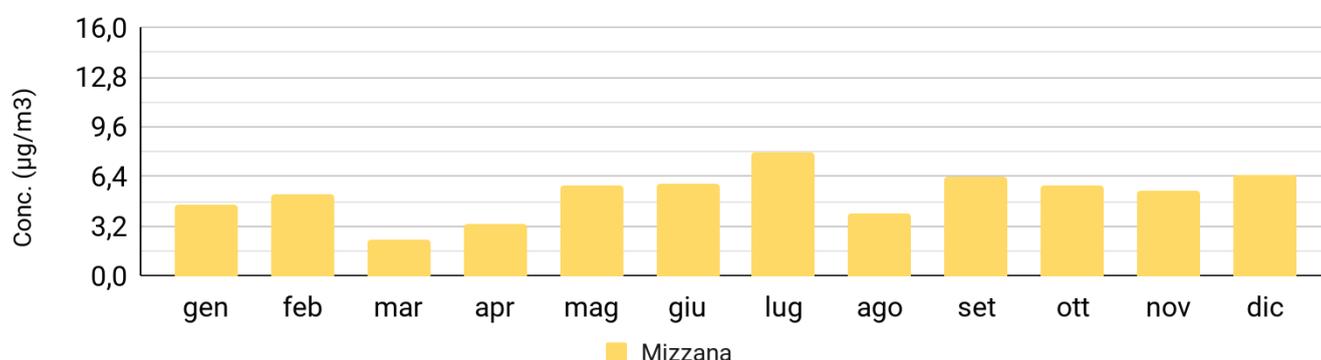


Analisi dati

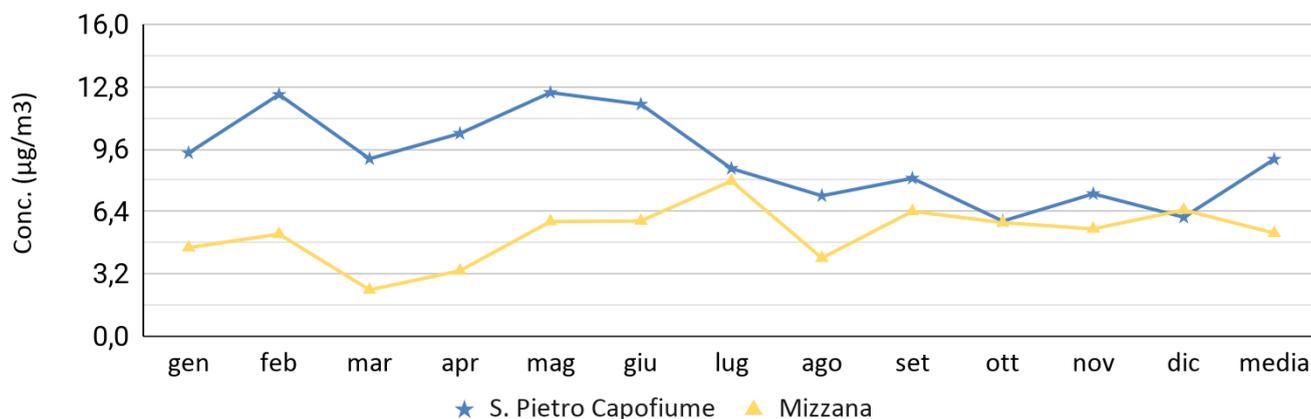
PUNTO DI MISURA	Comune	Dati Validi (%)	Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
			Min	Max	Media Annuale
Mizzana	Ferrara	100	2,4	8,0	5,3
S. Pietro Capofiume	Molinella (BO)	100	5,9	12,5	9,1

Andamento medie mensili

NH3 Mizzana



NH3: Mizzana _ S. Pietro Capofiume



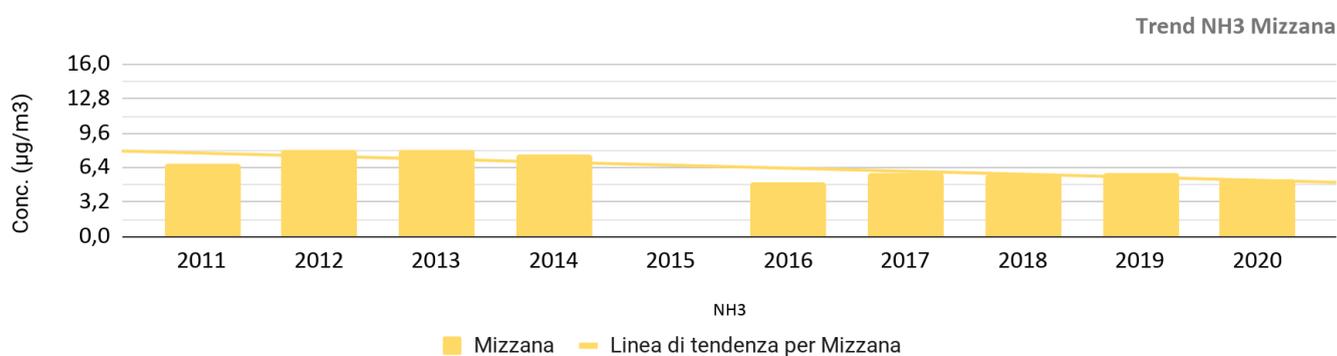
Le concentrazioni mensili di ammoniaca misurate a Ferrara sono confrontabili e mediamente inferiori rispetto a quelle misurate a San Pietro Capofiume (Molinella, BO), stazione di fondo rurale della rete regionale di qualità dell'aria di Arpae; la media annuale risulta pari a 5,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ presso Mizzana e 9,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a S. Pietro Capofiume. Si precisa che le misurazioni effettuate a San Pietro Capofiume hanno una maggiore precisione perché rilevate mediante un analizzatore in continuo con dati orari per tutto l'anno.

L'andamento delle medie mensili di NH_3 presenta variazioni non collegate ad una specifica stagionalità. Viste le caratteristiche del sito di monitoraggio di Ferrara, si può ipotizzare che i dati rilevati risentano sia di fonti di inquinamento diversificate presenti nell'intorno della postazione di monitoraggio (un "fondo"), sia di fonti di origine industriale (presenza di un'importante azienda autorizzata ad emettere ammoniaca), sia del traffico (l'ammoniaca è prodotta dalle emissioni dei veicoli, soprattutto quelli di più recente costruzione), nonché dell'influenza delle emissioni di ammoniaca derivanti dalle pratiche agrozootecniche (uso di fertilizzanti ed emissioni da allevamenti), tutte emissioni variamente modulate dalla meteorologia.

Trend

Medie annuali

PUNTO DI MISURA	Comune	Concentrazioni $\mu\text{g}/\text{m}^3$									
		Anno 2011	Anno 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020
Mizzana	Ferrara	6,8	8,0	8,1	7,6	n.d.	5,1	5,9	5,8	5,9	5,3



Complessivamente nel 2020 si è registrato un lieve decremento rispetto all'anno precedente con una media annuale 2020 pari a $5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Indice sintetico della Qualità dell'aria (IQA)

Che cos'è

L'inquinamento atmosferico è un importante fattore di rischio per la salute umana. Al fine di fornire informazioni in modo semplice e immediato sul livello qualitativo dell'aria che si respira, Arpae Emilia-Romagna, sulla base di precedenti esperienze attuate anche in altre regioni europee, ha realizzato un **Indice di Qualità dell'Aria (IQA)** che rappresenta sinteticamente lo stato dell'inquinamento atmosferico.

Gli inquinanti solitamente inclusi nella definizione degli indici di qualità dell'aria sono quelli che hanno effetti a breve termine, quali il monossido di carbonio (CO), il biossido di azoto (NO₂), l'ozono (O₃), il biossido di zolfo (SO₂), il particolato (PTS, PM10 o PM2,5 a seconda delle dimensioni). Gli indici trovano applicazione nella comunicazione quotidiana alla popolazione per evitare esposizioni a concentrazioni di inquinanti che possano dare effetti sanitari immediati, prevalentemente di tipo cardiovascolare o respiratorio.

L'indice realizzato per l'Emilia-Romagna considera, tra gli inquinanti con effetti a breve termine, il PM10, l'NO₂ e l'O₃, in quanto sono quelli che nella nostra regione presentano le maggiori criticità. Sono stati invece esclusi il CO e l'SO₂ le cui concentrazioni, negli ultimi decenni, hanno subito una drastica diminuzione, tanto da essere ormai stabilmente e ampiamente sotto i limiti di legge.

Per ogni inquinante viene calcolato un sottoindice, ottenuto dividendo la concentrazione misurata per il relativo limite previsto dalla legislazione per la protezione della salute umana (nel caso di più limiti si è scelto il più basso) e moltiplicando il valore ottenuto per 100.

In linea con l'approccio adottato dalla maggior parte degli indici utilizzati a livello internazionale, si è scelto di definire il valore dell'indice sintetico come il valore del sottoindice peggiore

La tabella che segue riporta i limiti che sono stati utilizzati per il calcolo dei tre sottoindici.

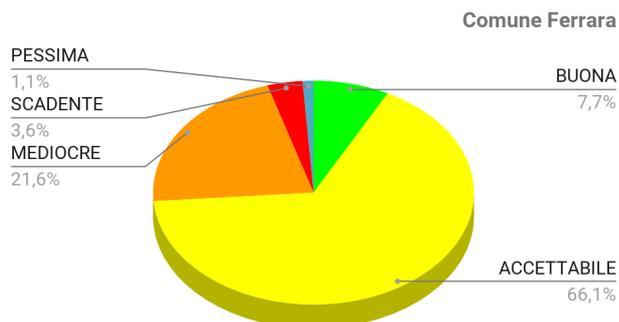
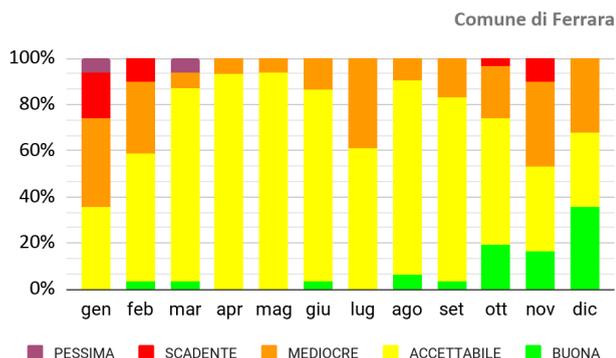
L'IQA qui rappresentato è stato calcolato mediando i dati delle stazioni collocate nel comune di Ferrara.

La scelta è dovuta al fatto che essendoci in ogni capoluogo lo stesso numero e tipologia di stazione, l'IQA di ogni provincia è confrontabile con le altre della regione Emilia Romagna.

Inquinante	Indicatore di riferimento	Valore
PM10	Media giornaliera	50 µg/m ³
O ₃	Valore massimo della media mobile su 8 ore	120 µg/m ³
NO ₂	Valore massimo orario	200 µg/m ³

Analisi dei dati

Classe di qualità	Scala cromatica	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	IQA
BUONA	<50	0	1	1	0	0	1	0	2	1	6	5	11	28
ACCETTABILE	50-99	11	16	26	28	29	25	19	26	24	17	11	10	242
MEDIOCRE	100-149	12	9	2	2	2	4	12	3	5	7	11	10	79
SCADENTE	150-199	6	3	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	13
PESSIMA	>200	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4



La qualità dell'aria nell'anno 2020 è risultata:

- **“Buona”, per un totale di 28 giornate corrispondenti al 7,7% dell'anno.**
 I mesi che hanno presentato il maggior numero di giornate con qualità “Buona”, sono stati dicembre con 11 giorni, seguono ottobre con 6 gg e novembre con 5 gg.
- **“Accettabile”, per un totale di 242 giornate corrispondenti al 66,1% dell'anno.**
 I mesi che hanno presentato il maggior numero di giornate con qualità “Accettabile” sono stati maggio con 29 gg, aprile con 28 gg e marzo e agosto con 26 gg.
- **“Mediocre”, per un totale di 79 giornate corrispondenti al 21,6 % dell'anno.**
 I mesi con il numero maggiore di giornate di qualità “Mediocre” sono stati gennaio e luglio, entrambi con 12 gg, novembre con 11 gg e dicembre con 10 gg. Nei mesi invernali ciò che rende la qualità dell'aria “Mediocre” sono gli alti valori di polveri PM10 che superano il Valore Limite giornaliero, mentre in estate la situazione è dovuta agli alti livelli di ozono che spesso superano il valore obiettivo di 120 µg/m³.
- **“Scadente”, per un totale di 13 giornate corrispondenti al 3,6 % dell'anno.**
 Il mese con alcune giornate con una qualità dell'aria “Scadente” è stato gennaio con 6 gg, seguono febbraio e novembre entrambi con 3 gg e ottobre con 1gg.
- **“Pessima”, per un totale di 4 giornate corrispondente al 1,1% dell'anno.** L'aria è risultata “Pessima” 2 gg a gennaio e 2 gg a marzo, giorni in cui sono stati registrati valori elevati delle polveri (106 e 107 µg/m³ rispettivamente il 15/01/2020 e il 16/01/2020 e 107 e 103 µg/m³ rispettivamente il 28/03/2020 e il 29/03/2020, valori misurati presso la stazione di Villa Fulvia).

Nel 2020, l'aria è risultata “Buona” o “Accettabile” in complessivamente 270 giornate, corrispondenti a circa il 74% dell'anno. Per il restante periodo, 96 giornate (26%), la qualità dell'aria è risultata “Mediocre”, “Scadente” o “Pessima”, situazione determinata dal superamento di uno dei limiti sopra indicati.

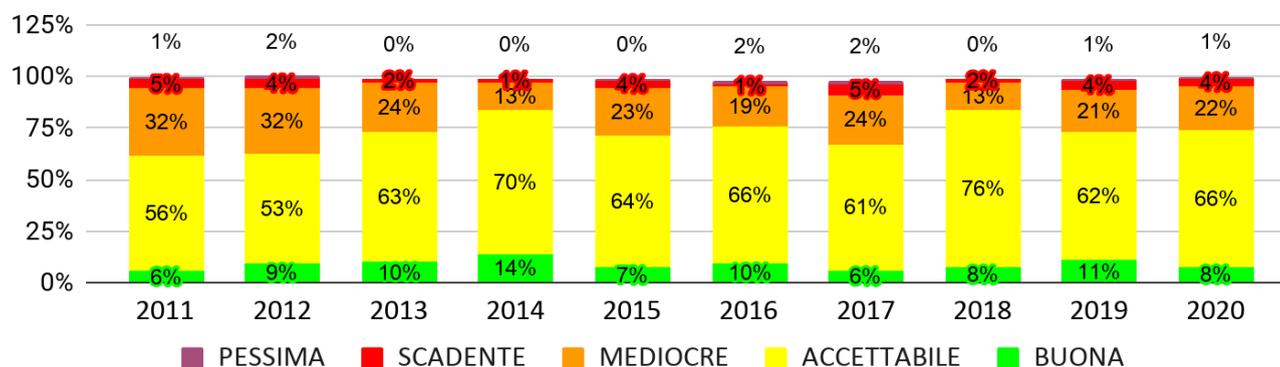
Nei mesi di gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre e dicembre, il valore dell'indice sintetico, scelto come valore del sottoindice peggiore, è determinato principalmente dai livelli di PM10, inquinante critico invernale.

Nei mesi di maggio, giugno, luglio, agosto e settembre, il valore dell'indice sintetico è determinato principalmente dai livelli di O₃, inquinante critico estivo.

I mesi con la migliore qualità dell'aria sono stati marzo, aprile, maggio e agosto.

In primavera la circolazione delle masse d'aria favorisce la diffusione degli inquinanti e nel contempo la temperatura, insieme all'irraggiamento solare, non ha ancora raggiunto i livelli estivi, quindi in questo periodo la maggior parte delle giornate risulta di qualità “Buona” o “Accettabile”; nel 2020 solo in 10 giornate è risultata “Mediocre” e in 2 giornate “Pessima”.

Trend



L'indice di qualità dell'aria nel 2020 è risultato in linea rispetto agli anni precedenti, in particolare a partire dal 2015.

Modalità di diffusione dei dati

I dati della Qualità dell'aria sono pubblicati da Arpae Emilia-Romagna ogni giorno sulla pagina web dedicata alla qualità dell'aria <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria> in cui sono riportati i dati delle stazioni e le mappe di valutazione e previsione quotidiane su tutto il territorio regionale.

La sezione "Situazione riassuntiva regionale" riporta anche i livelli giornalieri e le statistiche riepilogative relative al superamento dei limiti in ciascuna stazione [Arpae - Qualità dell'aria: situazione riassuntiva regionale](#).

I dati giornalieri vengono pubblicati previa validazione da parte degli operatori qualificati; nei fine settimana e nei giorni festivi i dati sono pubblicati previo controllo automatico ma senza validazione da parte dell'operatore per cui possono subire variazioni a seguito del processo di validazione nel primo giorno lavorativo.

Il sito [Liberiamo l'Aria](#), aggiornato quotidianamente durante il periodo invernale, riporta le informazioni relative ai provvedimenti emergenziali e le informazioni aggregate a livello provinciale relative al superamento del valore limite giornaliero per PM10.

Infine i dati sono disponibili anche in modalità open data al link <https://dati.arpae.it>.