

**ARPAE EMILIA ROMAGNA
SEZIONE DI FERRARA**

**RAPPORTO METEO ANNUALE
PER LA QUALITÀ DELL'ARIA
PROVINCIA DI FERRARA - DATI 2018
Allegato A**



a cura di:

Arpae Emilia Romagna - Area prevenzione ambientale centro (dir. Stefano Forti)

Responsabilità scientifica:

Enrica Canossa - resp. Servizio Sistemi Ambientali

Giovanna Rubini –resp. Unità Specialistica Aria/CEM

Gruppo di lavoro:

M.Rita Mingozzi – resp. prov. Rete qualità dell'aria

Paola Leuci, Marco Tosi

Elaborazioni e testi

Sabina Bellodi

Per l'immagine di copertina si ringrazia G. Garasto

RAPPORTO METEO ANNUALE PER LA QUALITÀ DELL'ARIA
PROVINCIA DI FERRARA - DATI 2018
Allegato A

SOMMARIO

1.L'INFLUENZA DELLA MICROMETEOROLOGIA.....	2
2. ANALISI DELLE GRANDEZZE METEOCLIMATICHE.....	3
2.1. TEMPERATURA.....	3
2.2. INTENSITÀ E DIREZIONE DEL VENTO.....	6
2.3. PRECIPITAZIONI.....	8
3. CONFRONTO PM10 E METEO.....	12
4. GIORNI CRITICI.....	14

1. L'INFLUENZA DELLA MICROMETEOROLOGIA

I parametri meteorologici svolgono un ruolo determinante nell'evoluzione dell'inquinamento atmosferico. Gli episodi di inquinamento, infatti, sono governati da processi meteorologici che avvengono all'interno dello strato di atmosfera direttamente soprastante la superficie terrestre (strato limite o boundary layer) sia a scala regionale che locale.

Per quanto riguarda i processi a scala regionale risultano particolarmente rilevanti i fenomeni di stagnazione della massa d'aria, che avvengono quando l'aria permane per un certo periodo su una determinata regione d'origine (oceano, mare, continente o bacino aerologico) e di conseguenza assume caratteristiche tipiche di quella regione (ad es. aria calda e umida oceanica, fredda e secca continentale). Così, ad esempio, l'aria che risiede per un certo periodo sull'area padana, ricca di industrie, ad intensa attività umana ed elevato traffico si arricchisce di sostanze inquinanti quali ossidi di azoto e composti organici volatili che, oltre a produrre direttamente inquinamento, rappresentano potenziali precursori dell'inquinamento da ozono e da particolato.

Relativamente ai processi meteorologici che avvengono a scala locale, questi sono governati dal vento in prossimità della superficie e dalla differenza di temperatura tra il suolo e l'aria sovrastante, grandezze che determinano la diluizione o il ristagno degli inquinanti in atmosfera.

I più importanti fattori meteorologici che interessano i fenomeni di inquinamento atmosferico sono:

- **Temperatura:** sono importanti la sua evoluzione annuale, quella diurna nonché il profilo verticale;
- **Vento orizzontale** (velocità e direzione): generato dalla componente geostrofica e modificato dal contributo delle forze d'attrito del terreno e da effetti meteorologici locali, come brezze (di monte-valle o marine) o, come nel caso di una città, da circolazioni urbano-rurali;
- **Altezza di rimescolamento:** è un indicatore della capacità che ha la troposfera di disperdere gli inquinanti; indica indirettamente il volume all'interno del quale gli inquinanti emessi si concentrano;
- **Stabilità atmosferica:** è un indicatore della turbolenza atmosferica alla quale si devono i rimescolamenti dell'aria e, quindi, il processo di diluizione degli inquinanti;
- **Precipitazioni:** è importante il numero di giorni caratterizzati da quantità di pioggia ≥ 5 mm nonché l'entità cumulata mensile e annuale;
- **Inversione termica:** quota alla quale si verifica che la temperatura, anziché diminuire, aumenta con l'aumento dell'altezza. Essa determina anche l'altezza del PBL (Planetary Boundary Layer), porzione più bassa dell'atmosfera che comprende la parte di troposfera nella quale la struttura del campo anemologico risente dell'influenza della superficie terrestre e si estende fino a pochi chilometri di altezza;
 - **Movimenti atmosferici verticali:** spostamenti di masse d'aria in senso verticale, che in ambiente urbano sono dovuti principalmente a moti termoconvettivi.

Rispetto all'anno precedente, nel 2018, grazie alle condizioni meteo climatiche favorevoli alla dispersione degli inquinanti, sono diminuiti i superamenti giornalieri dei limiti di legge delle polveri. I giorni favorevoli all'accumulo di PM10 sono risultati i più bassi degli ultimi 5 anni e si sono registrati i valori più bassi degli ultimi 10 anni.

Nella stagione estiva il numero di giorni favorevoli alla formazione di ozono è stato tra i più alti dell'ultimo quinquennio e in linea con il 2017, anche a causa di temperature superiori alla media climatologica.

Nel capitolo che segue, si riportano alcune elaborazioni di dettaglio per il territorio ferrarese relative ai seguenti parametri meteorologici:

- temperatura (°C),
- velocità del vento (m/s) e direzione (gradi),
- precipitazioni (mm).

Le elaborazioni sono state ottenute a partire dai dati registrati presso alcune stazioni meteo dislocate sul territorio ferrarese e gestite dal Servizio Idro-Meteo-Clima, in particolare la stazione urbana di Ferrara, attiva da maggio 2004 (in via Paradiso n. 12).

2. ANALISI DELLE GRANDEZZE METEOCLIMATICHE

Inquadramento globale

Una stima provvisoria dell'anomalia della temperatura media in Italia sulla base dei dati aggiornati al mese di ottobre compreso, indica il 2018 come l'anno più caldo di tutta la serie storica di dati controllati ed elaborati dall'Ispra¹, ovvero dal 1961 (+1,77 °C rispetto al valore normale di riferimento 1961-1990)².

In base a studi che ricostruiscono il clima in un passato più remoto, si può affermare che in Italia il 2018 sia risultato essere l'anno più caldo da almeno 2 secoli circa: la temperatura media in Italia nel 2018 è stata sempre nettamente superiore al valore normale ad eccezione dei mesi di febbraio e marzo; i mesi relativamente più caldi sono stati gennaio e aprile, con anomalie di oltre 2,5 °C.

Nel quadro globale di mutamento climatico, nel mese di ottobre l'Italia è stata interessata da una serie di eventi meteorologici estremi che hanno investito tutto il territorio e che hanno determinato gravi conseguenze per la popolazione, l'ambiente e il territorio.

In particolare, il 19 ottobre una serie di eventi temporaleschi molto intensi ha colpito la Sicilia orientale, causando alluvioni e gravi danni alle abitazioni, alle strutture e al territorio di una vasta area, a fine ottobre un'ondata di maltempo più estesa e violenta ha investito tutta l'Italia da nord a sud, con venti di forte intensità. Diverse stazioni meteorologiche della rete nazionale hanno registrato velocità del vento dell'ordine di 100 km/h con raffiche fino a circa 180 km/h in montagna (Monte Cimone) e tra 140 e 150 km/h sul mare (Capo Carbonara e Capo Mele). Localmente, le reti regionali hanno rilevato valori di velocità del vento anche superiori, con raffiche fino a più di 200 km/h.

Le piogge sono cadute abbondantemente su quasi tutto il territorio nazionale, con tempi e intensità diverse nelle varie regioni.

2.1. Temperatura

Il 2018 è stato l'anno più caldo dal 1800 ad oggi per l'Italia caratterizzato da una anomalia di +1.58°C sopra la media del periodo di riferimento (1971-2000) (il precedente record era stato registrato nel 2015 con +1.44°C sopra la media)³.

A parte i mesi di febbraio (con un'anomalia negativa) e marzo (in media rispetto al trentennio di riferimento), tutti gli altri dieci mesi del 2018 hanno fatto registrare anomalie positive e nove di essi di oltre 1°C rispetto alla media.

Particolarmente eccezionali sono stati i mesi di gennaio (il secondo gennaio più caldo dal 1800 ad oggi con una anomalia di +2.37°C rispetto alla media) e aprile (il più caldo di sempre, con un'anomalia di +3.50°C rispetto alla media).

L'anomalia del 2018 vista nel contesto degli ultimi 220 anni di storia climatica dell'Italia, è l'ennesima conferma del fatto che si è in presenza di un cambiamento climatico importante per il nostro paese. Significativo è il fatto che tra i 30 anni più caldi dal 1800 ad oggi 25 siano successivi al 1990.

L'eccezionalità del 2018 non ha interessato solo l'Italia, l'anno appena concluso è risultato il più caldo da quando sono disponibili osservazioni anche per Francia, Svizzera, Germania e Austria⁴.

La temperatura media europea nel 2018 è stata una delle tre più alte mai registrate: l'estate è stata la più calda mai registrata, più di 1,3°C del solito; tutte le stagioni sono state più calde del solito, con la tarda primavera, l'estate e l'autunno che hanno visto temperature superiori di 1°C sopra la media⁵.

Si è osservato che in tutta Europa, c'è stato un aumento di quasi 2 °C dalla seconda metà del 19 ° secolo.

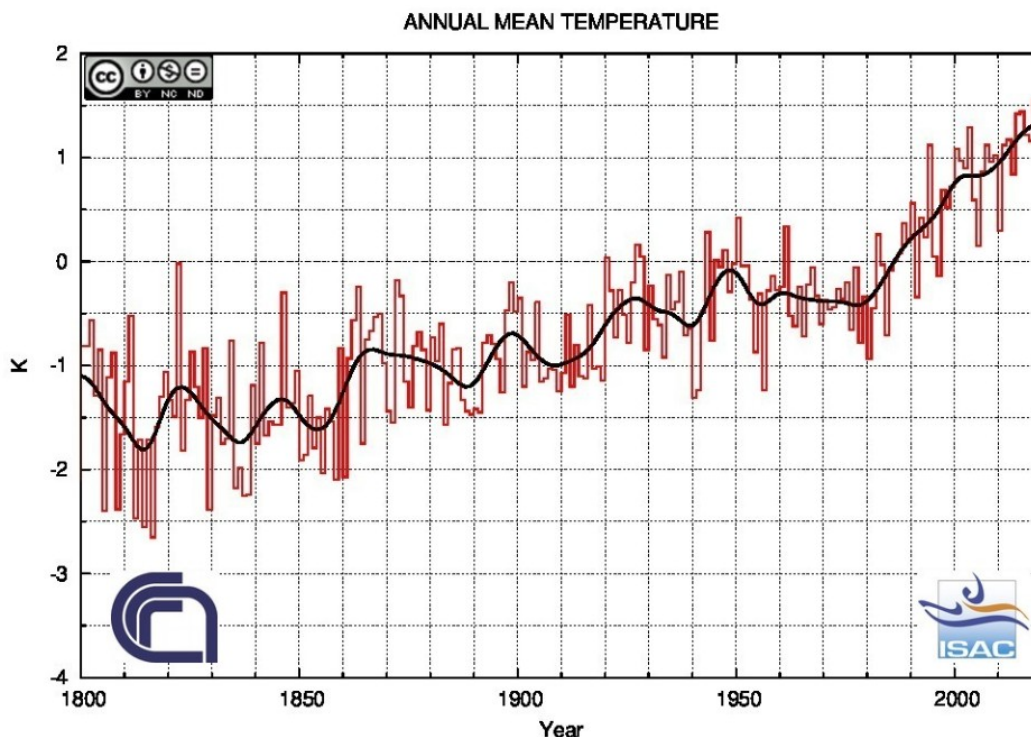
¹ISPR: Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - <http://www.isprambiente.gov.it/it>

²https://www.arpae.it/dettaglio_notizia.asp?id=10058&idlivello=1504#

³<http://www.isac.cnr.it/it/tags/temperature-32>

⁴<https://www.cnr.it/it/nota-stampa/n-8503/cnr-isac-2018-anno-piu-caldo-dal-1800-per-l-italia>

⁵<https://www.snpambiente.it/2019/04/09/copernicus-lo-stato-europeo-del-clima-2018/>



Andamento delle temperature a Ferrara

Analogamente a quanto registrato a livello nazionale, se si osservano i dati delle temperature medie mensili registrate presso la stazione urbana di Ferrara, si nota un delta negativo per i mesi di gennaio e marzo rispetto agli ultimi quattro anni e temperature superiori per i restanti mesi, in particolare aprile e maggio (superiori alle temperature registrate negli ultimi 4 anni) e a seguire luglio, inferiore solo all'anno 2015, agosto, settembre e ottobre e novembre (quest'ultimo con temperatura media inferiore al 2014).

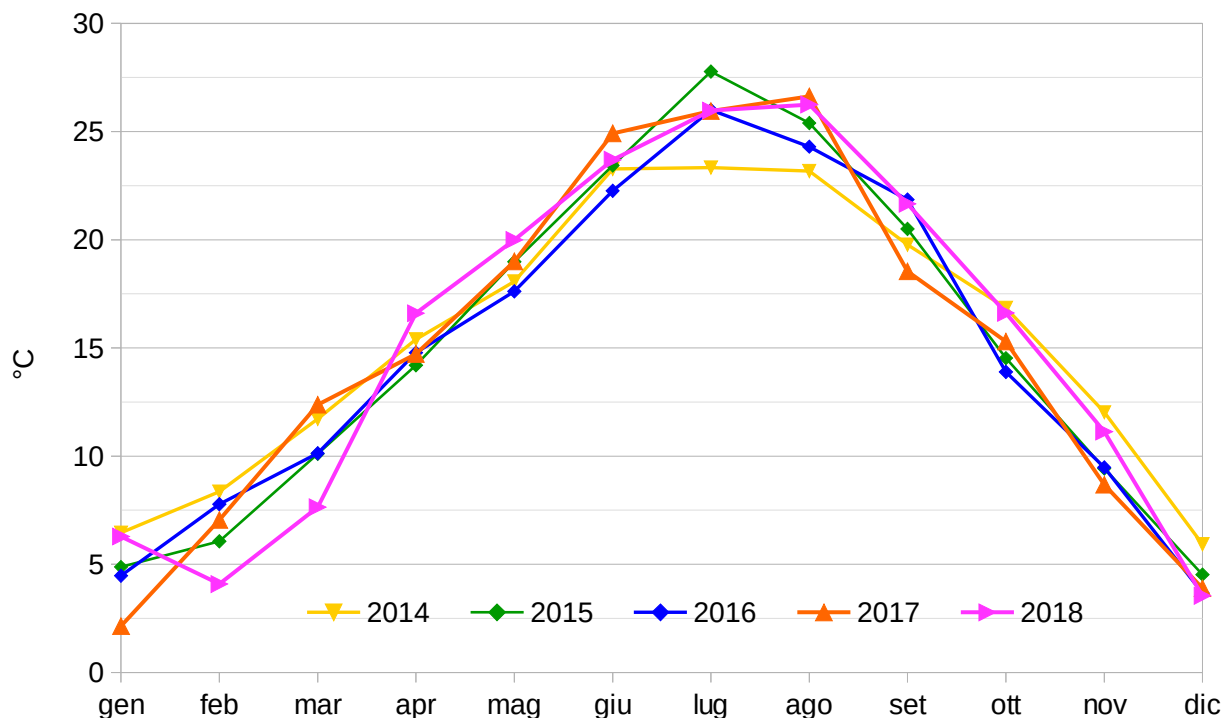
A livello regionale la temperatura media estiva del 2018 è stata pari a 22,7°C, 2 gradi in più rispetto alla media estiva del trentennio di riferimento 1961-1990 pari a 20.7 °C⁶.

In agosto si sono registrate temperature massime dell'ordine dei 38,5°C a Pontelagoscuro e oltre 37°C in altre stazioni della Regione in prossimità del fiume Po (nel 2017 nella medesima settimana si erano misurate temperature superiori ai 40 gradi in una trentina di siti di misura nella Regione).

Dal 18 luglio al 8 agosto e dal 19 agosto al 23 agosto si sono registrate presso le stazioni Ferrara urbana, Pontelagoscuro e Malborghetto, temperature medie giornaliere superiori ai 28°C, con valori massimi nelle due giornate del 30 luglio e 1 agosto.

⁶<http://www.euwatercenter.eu/estate-2018-ancora-caldo-record-emilia-romagna/>

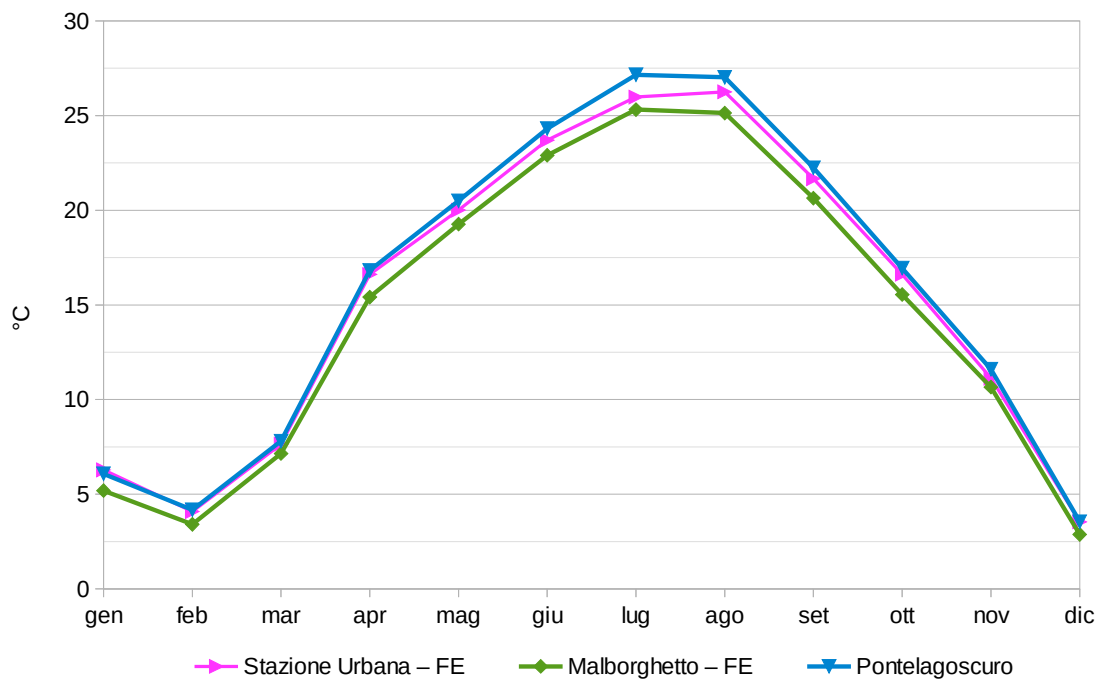
Stazione Urbana - Ferrara - Temperature medie mensili, anni 2014 - 2018



Nel seguente grafico sono riportate le temperature medie mensili registrate in tre diverse postazioni: le temperature nel centro urbano di Ferrara e quelle misurate presso la stazione di Pontelagoscuro, sono costantemente leggermente superiori a quelle rilevate nelle stazioni extraurbane di Malborghetto di Boara. Per quanto riguarda Ferrara, tale comportamento è dovuto all'effetto dell'isola di calore⁷ che si sviluppa nei centri urbani. La temperatura media annua del 2018 calcolata presso la stazione urbana di via Paradiso è stata di circa 15,5°C contro i circa 14,5°C di Malborghetto di Boara.

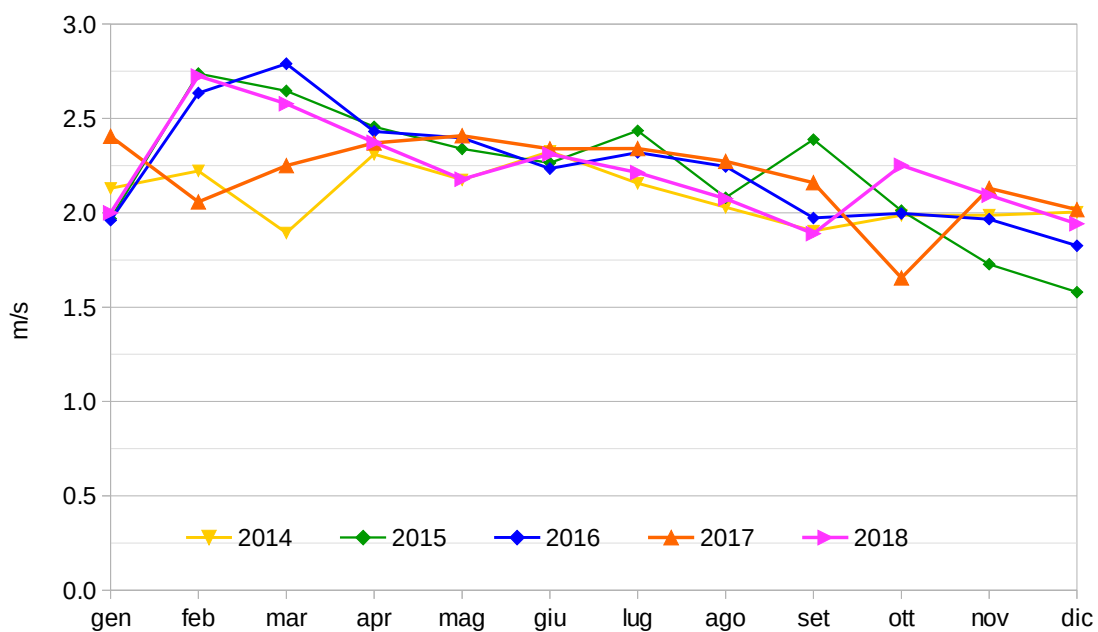
⁷ **Isola di calore:** progressivo surriscaldamento della bolla di aria calda che grava in continuazione al di sopra dei centri urbani. La cappa d'aria surriscaldata, di non più di 200-300 metri di spessore, costituisce una vera e propria isola più calda rispetto al circostante ambiente rurale. Tale surplus di calore attenua i rigori invernali ma nelle soleggiate e calde giornate estive trasforma le città delle medio-basse latitudini in una sorta di fornace. L'isola di calore trae origine dal particolare tessuto urbano, costituito in prevalenza da asfalto, calcestruzzo, mattoni e cemento, ovvero materiali che, rispetto alla copertura vegetale della campagna, assorbono in media il 10% in più di energia solare. Il surplus di calore solare immagazzinato dai manufatti cittadini viene poi riemesso per irraggiamento, ovvero sotto forma di energia nell'infrarosso, con conseguente surriscaldamento dell'aria che sovrasta la città. All'isola di calore dà un rilevante contributo anche il tipico assetto geometrico delle città, con strade relativamente strette rispetto alle dimensioni verticali degli edifici.

Stazioni a confronto - Temperature medie mensili, anno 2018



2.2. Intensità e direzione del vento

Stazione Urbana - Ferrara - Intensità del vento - medie mensili, anni 2014 - 2018



La rappresentazione delle intensità medie mensili del vento per il comune di Ferrara registrate dalla stazione urbana evidenzia valori molto bassi, pressoché quasi sempre inferiori a 2.5 m/s.

L'analisi dei dati registrati dalla stazione urbana per l'anno 2018 evidenzia che si sono verificate solo sei giornate con velocità media superiore ai 5 m/s, 33 giorni con velocità media compresa fra 3 e 5 m/s. Nel contempo sono stati registrati ben 191 giorni con velocità superiore ai 2 m/s e 174 giorni (48%) con velocità inferiore o uguale ai 2 m/s.

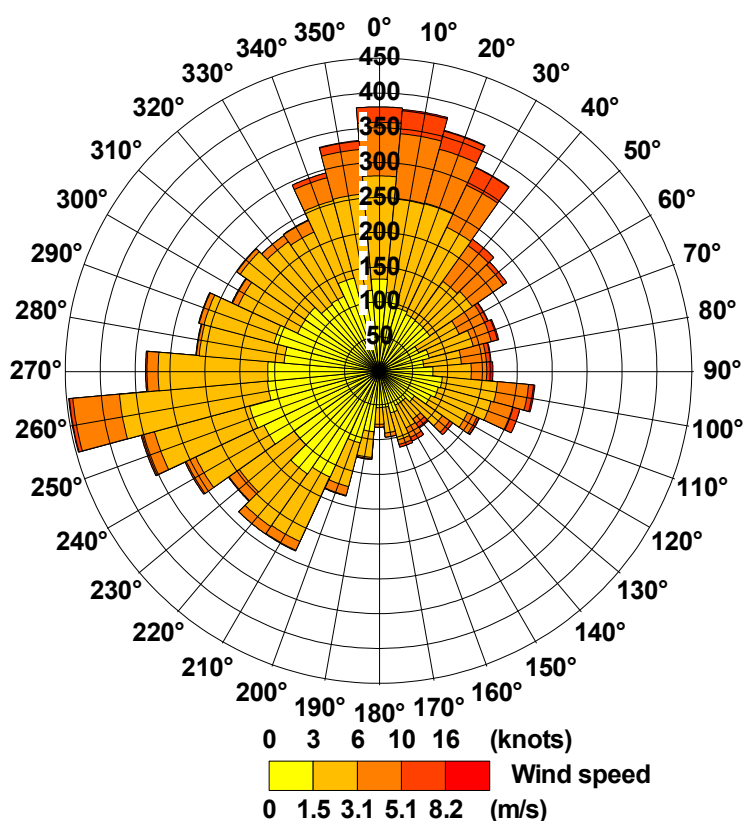
Nei grafici riportati al paragrafo delle precipitazioni è possibile osservare come in corrispondenza delle giornate caratterizzate da vento più intenso (3, 22, 23, 25, 26 febbraio, 18, 22 marzo, 25 settembre, 29 ottobre, 10 dicembre), il vento abbia contribuito a "spazzare via" le polveri accumulate nell'atmosfera, determinando una riduzione della concentrazione di PM10.

Di seguito si rappresenta la rosa del vento calcolata a partire dai dati della stazione di Malborghetto.

La rosa dei venti qui rappresentata è stata realizzata con il modello ADMS-URBAN⁸ a partire da dati orari di velocità e direzione del vento. Il modello ADMS usato per l'elaborazione della rosa dei venti considera come calme i valori di velocità del vento minori o uguali a 0.75 m/s.

Osservando la rosa dei venti, si nota una preponderanza delle componenti da N, NE, caratterizzate da un'intensità maggiore e dal settore Ovest.

Rosa dei venti, anno 2018 - stazione Malborghetto



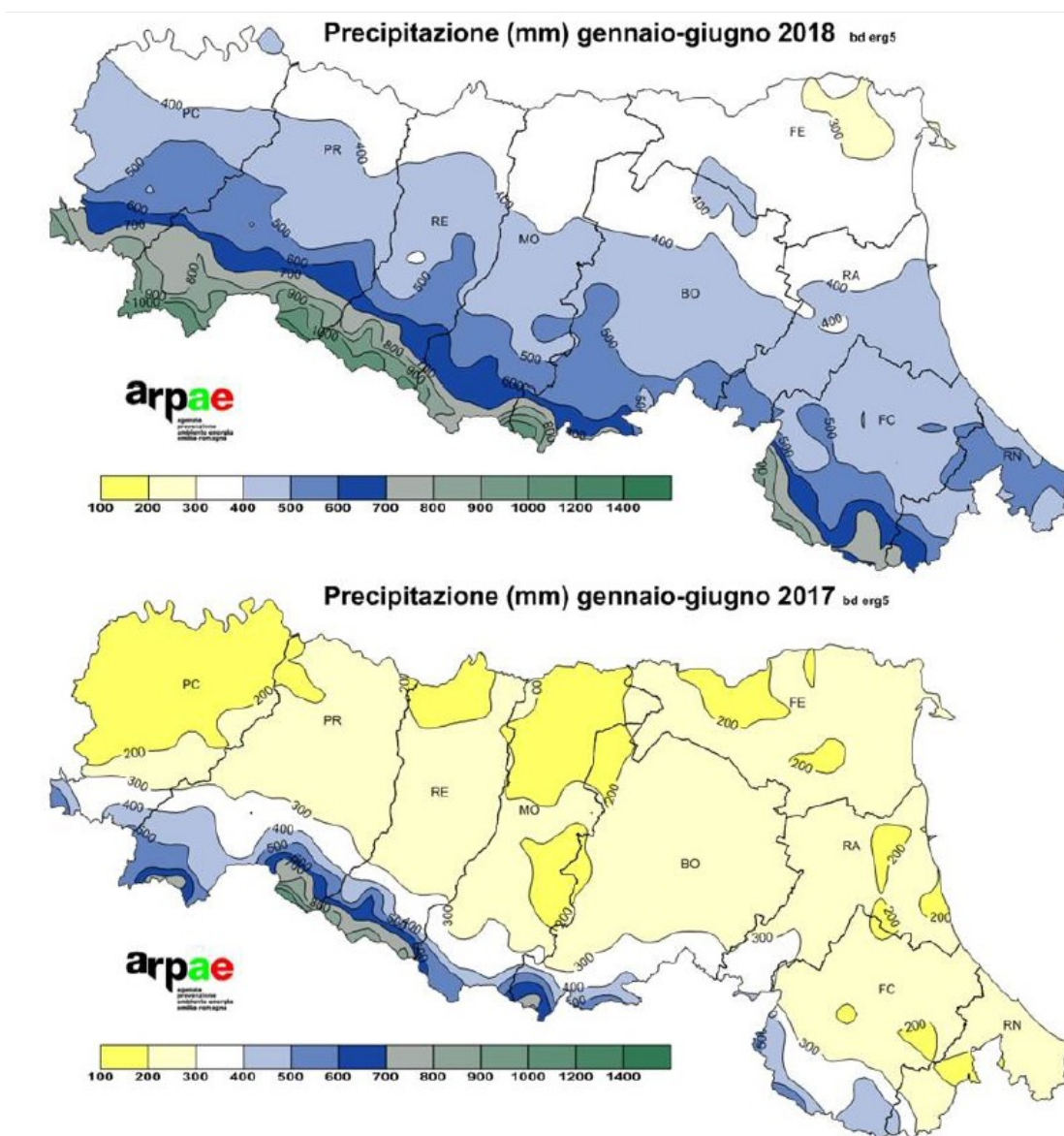
⁸ ADMS URBAN (versione 4.0.3 sviluppato dalla Cambridge Environmental Research Consultants - UK) è un modello analitico stazionario, eseguibile su PC, della dispersione in atmosfera di sostanze inquinanti rilasciate nelle aree urbane da differenti tipologie di sorgenti (puntuali, lineari, di aree e di volumi).

2.3. Precipitazioni

L'anno 2018 è iniziato in modo decisamente diverso dal precedente: tra gennaio e giugno infatti le precipitazioni medie regionali sono state pari a circa 530 mm, decisamente superiori rispetto ai circa 287 mm dei primi sei mesi 2017. Le temperature medie del primo semestre 2018 sono invece risultate inferiori di circa 0,6 °C rispetto allo stesso periodo dell'anno scorso⁹.

Il primo semestre 2018 ha in parte attenuato le preoccupazioni sorte a fine anno 2017, relative alle carenze idriche e al cattivo stato delle riserve idriche (falde e invasi) grazie agli apporti pluviometrici decisamente rilevanti.

Le figure che seguono, mostrano la grande diversità di precipitazioni tra il primo semestre dei due anni a confronto.

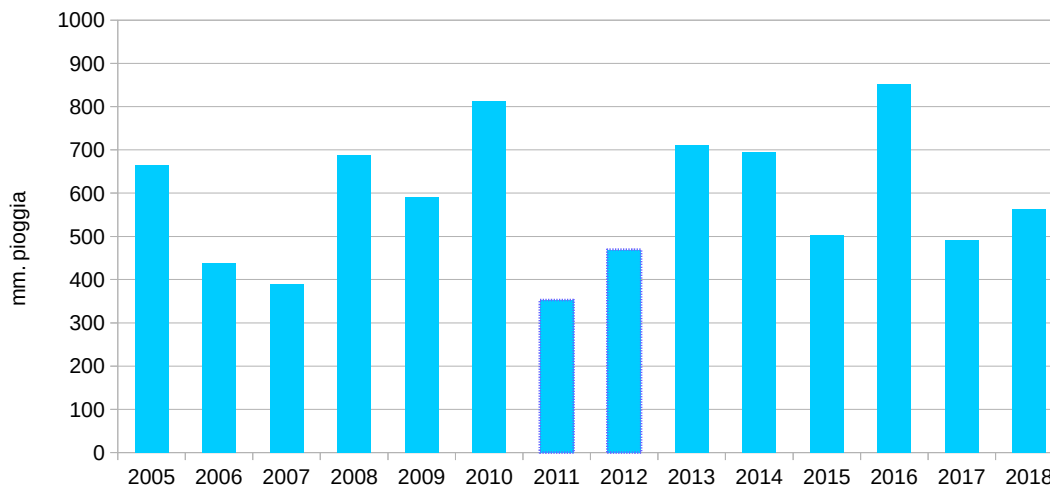


La media sul territorio regionale delle precipitazioni del primo semestre 2018 è stata di 530 mm, con punte ben superiori lungo il crinale appenninico e un minimo inferiore ai 300 mm solo su una piccola parte del ferrarese; a confronto la media delle precipitazioni del primo semestre 2017 risultò pari a 287 mm, con valori superiori a 300 mm solo in prossimità del crinale appenninico, con vaste aree sotto i 200mm.

⁹https://www.arpae.it/dettaglio_notizia.asp?id=9744&idlivello=32

L'analisi dei dati registrati presso la stazione urbana di Ferrara ha evidenziato per l'anno 2018 un totale annuo di precipitazioni superiore ai 560 mm¹⁰.

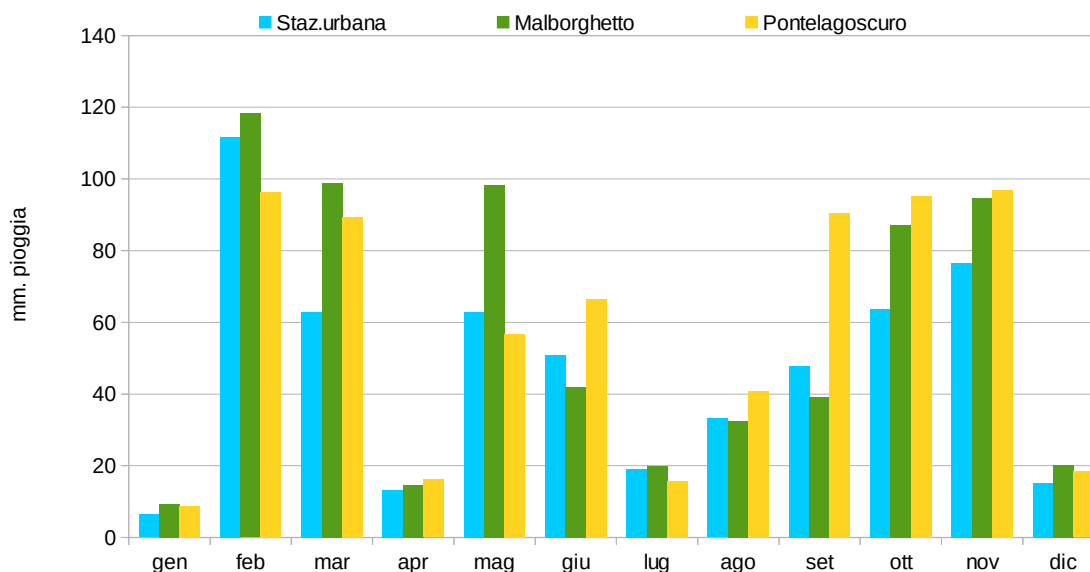
Trend precipitazioni totali annue (mm) – Ferrara



Per una valutazione più completa si riportano nel grafico che segue le precipitazioni cumulate¹¹ mensili della stazione urbana di Ferrara a confronto con quelle delle stazioni di Malborghetto e Pontelagoscuro.

Dal grafico risulta evidente come le precipitazioni si siano maggiormente concentrate nei mesi di febbraio, marzo, maggio, ottobre e novembre con precipitazioni cumulate superiori ai 60 mm. Nei mesi di aprile, luglio e dicembre si sono registrate precipitazioni cumulate mensili inferiori ai 20 mm, i quali sono risultati i più siccitosi.

Andamento delle precipitazioni cumulate mensili (mm) in tre stazioni pluviometriche

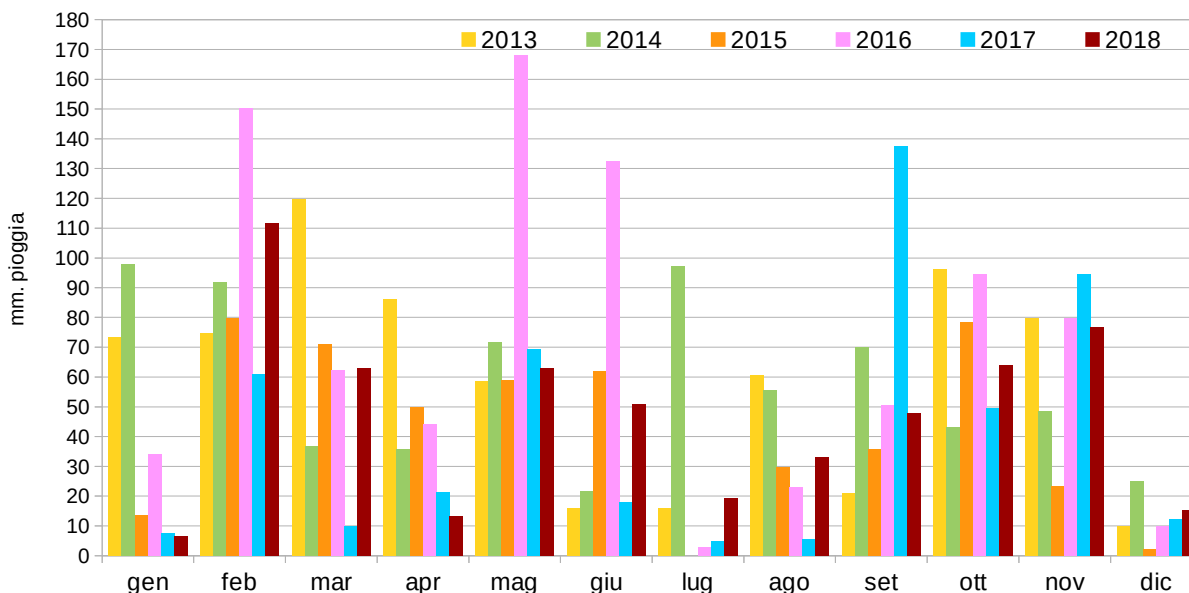


¹⁰Si sottolinea che i dati del 2011 e 2012 sono probabilmente sottostimati, a causa di malfunzionamenti tecnici e delle intense precipitazioni nevose.

¹¹Per un approfondimento sulle precipitazioni si rimanda al sito https://www.arpae.it/documenti.asp?parolachiave=sim_annali&cerca=si&idlivello=64 in cui sono reperibili gli annali idrologici contenenti misure e osservazioni a livello di bacino della Regione Emilia Romagna.

Il seguente grafico mette a confronto la precipitazione cumulata mensile negli ultimi sei anni: si osserva come i mesi di gennaio e aprile 2018 siano stati i più siccitosi in assoluto rispetto agli stessi mesi degli anni precedenti; le precipitazioni di settembre e novembre sono confrontabili con quelle del 2016. Le precipitazioni di febbraio 2018 sono state le più abbondanti rispetto alle cumulate mensili degli anni precedenti ad esclusione del 2016.

Precipitazione cumulata mensile - stazione urbana di Ferrara



Per quanto riguarda il dato cumulato mensile delle precipitazioni registrate presso la stazione urbana di Ferrara, si osserva:

- I giorni 1 e 2 febbraio il nord Italia è stato interessato da precipitazioni: sino al 2 febbraio queste precipitazioni hanno assunto carattere nevoso sui rilievi a quote superiori a 500-600 m; nell'ultima fase dell'evento, ovvero nelle prime ore del mattino di sabato 3, l'apporto di correnti di nordest al suolo con l'ingresso di aria fredda sulla pianura padana sino ai bassi strati ha determinato un abbassamento delle temperature a valori prossimi allo zero cui ha avuto seguito l'estensione delle precipitazioni nevose sino al suolo¹². Le precipitazioni sono proseguite sino al mattino del 3 febbraio, e hanno interessato maggiormente la parte centro-orientale della regione. A Ferrara (stazione urbana) nelle giornate dal 1 al 3 febbraio sono caduti 34 mm di pioggia.
- Nelle giornate dal 21 al 24 Febbraio una circolazione depressionaria con massa d'aria fredda in quota, ha provocato pioggia e neve nel settore centro orientale della regione. In montagna si sono verificati disagi dovuti alla neve, in particolare dall'Appennino modenese al riminese, in pianura allagamenti a Viserba frazione di Rimini¹³. A Ferrara nelle giornate dal 21 al 24 febbraio sono caduti circa 32 mm di pioggia.
- Il periodo dal 25 al 28 febbraio 2018 nella regione Emilia-Romagna è stato caratterizzato da nevicate deboli anche in pianura e da un forte abbassamento delle temperature che raggiunge il suo culmine nella notte del 27/2. Nelle prime ore del 25/2 si assiste allo svilupparsi dell'evento iniziato il giorno precedente e ancora a carattere di pioggia in pianura e neve in quota. A partire dalla prima mattina del 25/2 le precipitazioni si estendono su tutto il territorio regionale in particolare nella parte centro-orientale per tutta la mattinata.¹⁴

¹² https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/meteo/radar/rapporti/rapporto_meteo_20180202-03.pdf

¹³ https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/meteo/radar/rapporti/rapporto_meteo_20180221-24.pdf

¹⁴ https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/meteo/radar/rapporti/rapporto_meteo_20180225-28.pdf

- Dal 10 al 12 marzo la Regione è stata interessata da precipitazioni che, dall'inizio del fenomeno, si sono presentate più intense e diffuse. L'effetto complessivo di queste precipitazioni e dello scioglimento definitivo fino a quote collinari del manto nevoso, hanno portato a consistenti innalzamenti dei livelli idrometrici su tutti i corsi d'acqua, in particolare nei tratti vallivi di Enza, Secchia e Reno e a frane e smottamenti in diverse aree della Regione. Nella mattinata del 10 marzo precipitazioni deboli, in ingresso dal settore occidentale della Regione, hanno attraversato il territorio regionale, con spostamento verso nord-est sino ad interessare tutto il territorio nella giornata dell'11 marzo¹⁵. A Ferrara (stazione urbana) nelle giornate dal 10 al 12 marzo sono caduti circa 20 mm di pioggia.
- Nelle giornate 7-8 giugno intensi sistemi temporaleschi hanno interessato la regione Emilia-Romagna provocando smottamenti e allagamenti di strade e sottopassi in particolare nel reggiano, modenese e bolognese e alberi e rami divelti nel ferrarese¹⁶. A Ferrara (stazione urbana) nella sola giornata dell'8 giugno sono caduti circa 44 mm di pioggia e si è registrata una velocità massima oraria superiore ai 15 m/s (tale vento è classificato "vento forte" nella scala di Beaufort)¹⁷.
- La giornata del 7 settembre è stata caratterizzata da precipitazioni intense e localizzate che hanno raggiunto valori significativi a partire dal pomeriggio. Molte stazioni pluviometriche che si trovano nella Regione centroorientale, hanno misurato quantitativi orari superiori a 20 mm, e molte le stazioni che hanno misurato una precipitazione cumulata nei 15 minuti superiore ai 10 mm, come ad esempio la stazione di Mirabello (FE). A Ferrara (stazione urbana) nella giornata 7 settembre sono caduti oltre 25 mm di pioggia¹⁸.
- Le giornate 17 e 18 settembre 2018 sono state interessate da fenomeni temporaleschi diffusi che hanno provocato allagamenti localizzati in varie località della regione e la caduta di rami di alberi e smottamenti di fango¹⁹. Ad Argenta il giorno 17/09 è stata misurata una pioggia cumulata superiore ai 60 mm (stazione di Bassarone Cassa, Argenta (FE)). A Ferrara (stazione urbana) nella giornata 17 settembre sono caduti oltre 20 mm di pioggia.

Considerando le precipitazioni registrate presso la stazione urbana di Ferrara, complessivamente nel 2018, si sono registrate 32 giornate con precipitazione cumulata superiore ai 5 mm²⁰, dato in linea con il 2017 (29 giornate) e il 2015 (34 giornate) e inferiore rispetto a quanto rilevato negli anni: 2016 - 46 giornate, 2014 - 44 giornate, 2013 - 42 giornate. Le giornate con precipitazioni cumulate superiori ai 10 mm, da associarsi a fenomeni temporaleschi e di perturbazioni atmosferiche a larga scala che possono avere efficacia certa nella rimozione degli inquinanti atmosferici, sono state 23, di gran lunga superiori a quelle del 2017 (14 giornate) e inferiori a quelle del 2016 (30 giornate). Queste giornate sono state: 7 a febbraio, 3 a marzo, 2 a maggio, 1 a giugno, 1 ad agosto, 2 a settembre, 3 ad ottobre e 4 a novembre.

¹⁵ https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/meteo/radar/rapporti/rapporto_meteo_idro_20180310-12.pdf

¹⁶ https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/meteo/radar/rapporti/rapporto_meteo_20180607-08.pdf

¹⁷ La scala di Beaufort è una misura empirica (quindi non una misura esatta standardizzata per convenzione) della forza del vento misurata in 12 "gradi" o "numeri".

¹⁸ https://www.arpae.it/dettaglio_documento.asp?id=7247&idlivello=64

¹⁹ https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/meteo/radar/rapporti/rapporto_meteo_20180917-18.pdf

²⁰ Alcune indagini, ancora preliminari, suggeriscono che le precipitazioni inizino ad operare una qualche rimozione degli inquinanti atmosferici al di sopra dei 5 mm al giorno. Tale rimozione dipende però fortemente sia dal tipo di inquinante che dalla intensità del fenomeno meteorologico (pioggia prolungata o meno, intensa o meno). Le precipitazioni superiori ai 5 mm al giorno si possono quindi considerare di una qualche efficacia nella rimozione degli inquinanti atmosferici.

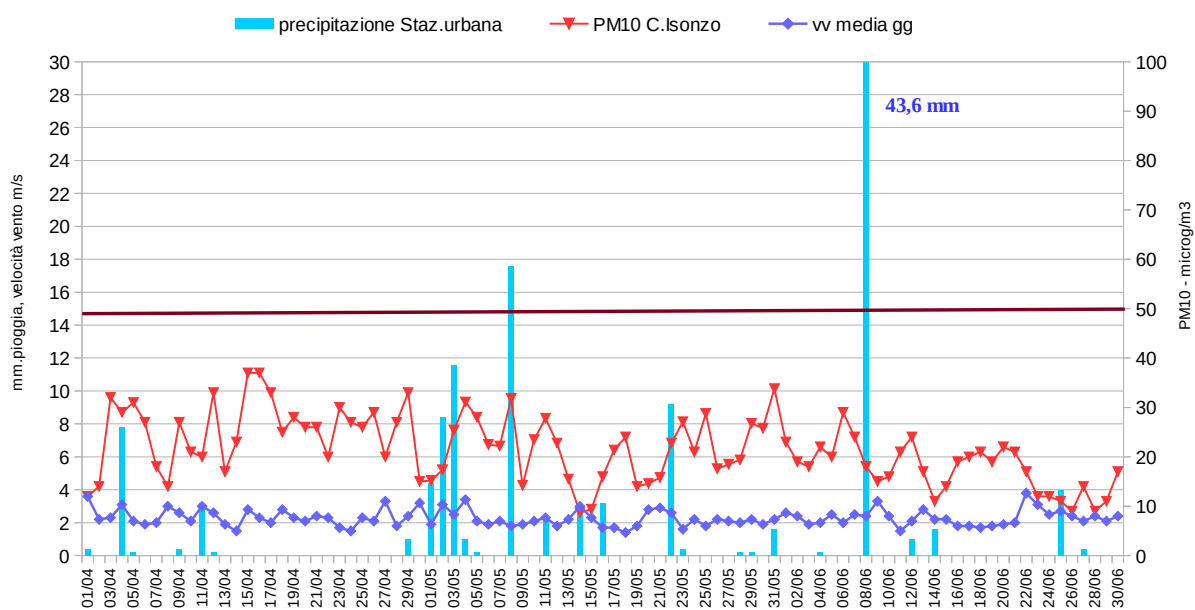
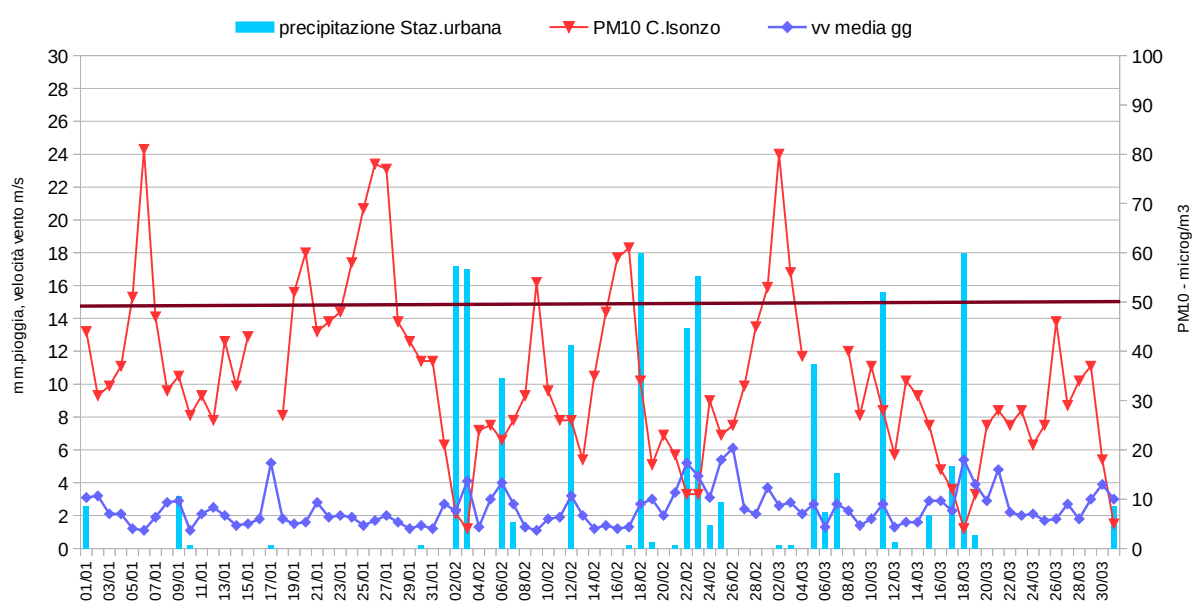
3. Confronto PM10 e METEO

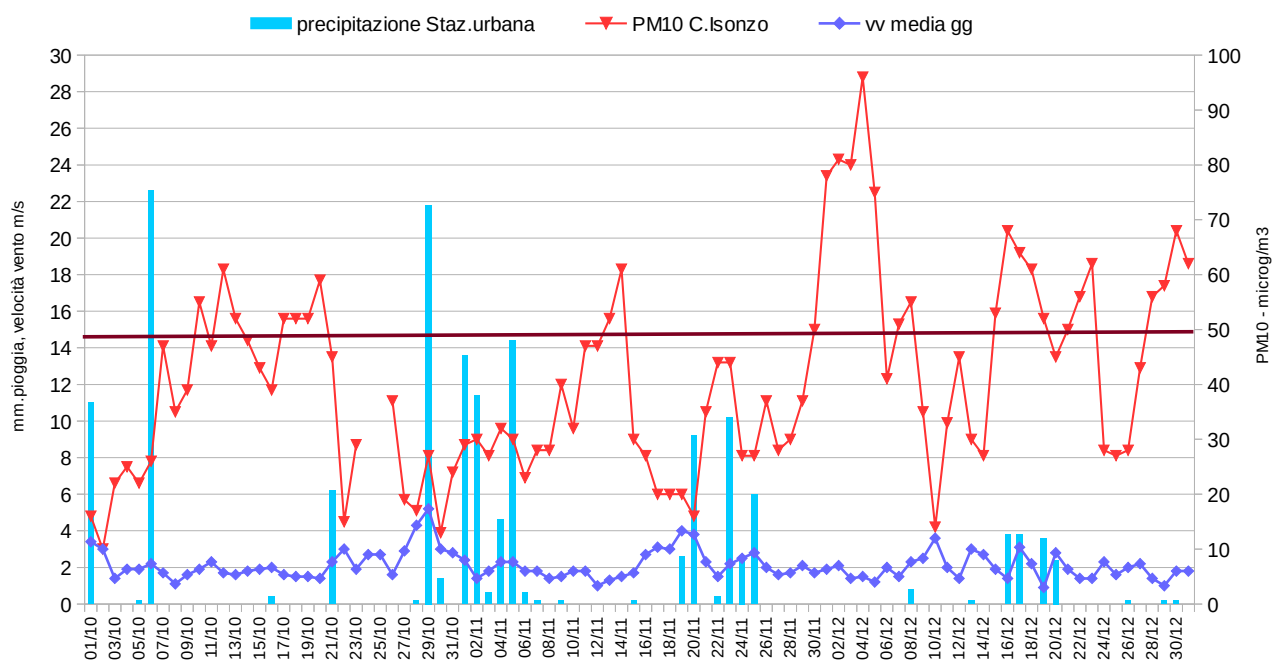
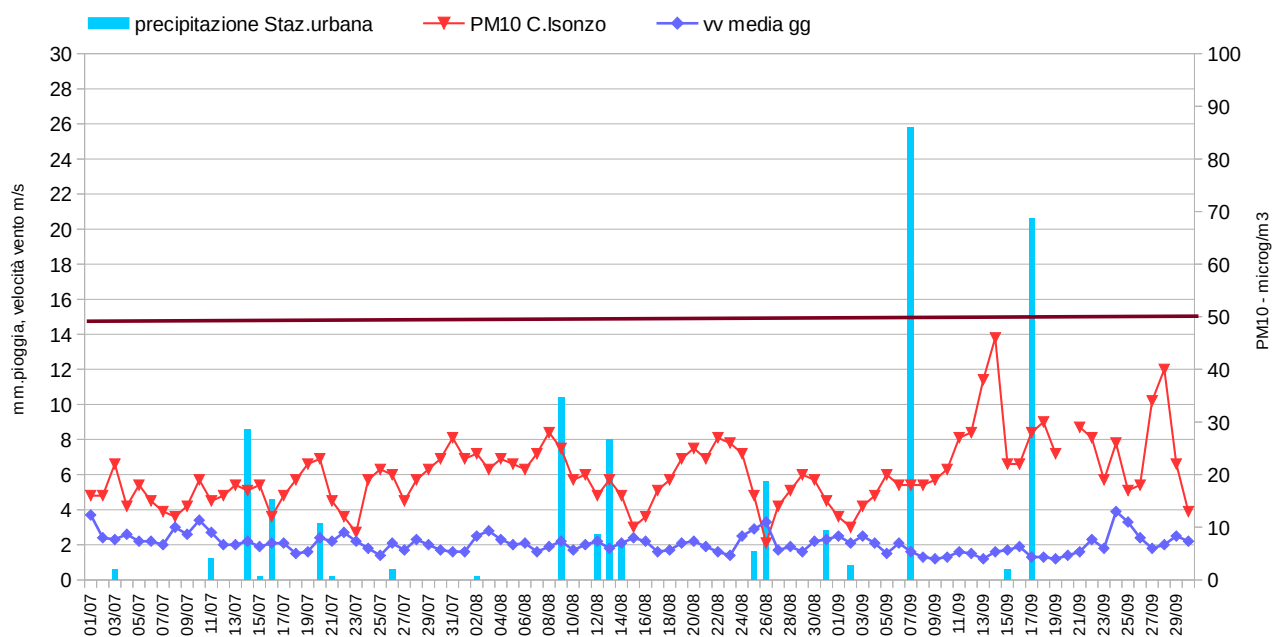
Nei grafici seguenti, relativi ai quattro trimestri dell'anno 2018, è riportato l'andamento della concentrazione giornaliera di PM10 misurata a Corso Isonzo, a confronto con due grandezze meteo potenzialmente influenti sulla concentrazione dell'inquinante: precipitazioni e ventosità.

La ventosità, come già detto in precedenza è stata bassa in tutti i mesi, per un totale di 326 giorni caratterizzati da una velocità media giornaliera inferiore o uguale ai 3 m/s, di cui 174 giorni caratterizzati da una velocità media giornaliera inferiore o uguale ai 2 m/s.

L'effetto di dilavamento dell'atmosfera (e del PM10) da parte della pioggia, si può osservare nei grafici in particolare nelle giornate 2-3 febbraio, 12 febbraio, periodo 18-26 febbraio caratterizzato da presenza di precipitazioni e da velocità del vento superiore ai 3 m/s, 10-12 marzo, 18 marzo, 8 maggio, 8 giugno, 29 ottobre, periodo dal 18 al 25 novembre.

PM10 a confronto con precipitazione cumulata giornaliera e vento medio - Ferrara, anno 2018





4. GIORNI CRITICI

Di seguito sono riportati alcuni dati meteorologici utili a valutare il numero di giorni critici, ovvero favorevoli all'accumulo del PM10 d'inverno e alla formazione di Ozono d'estate, per ogni mese dell'anno per la città urbana di Ferrara.

Per **“giornate favorevoli all'accumulo di PM10”** si intendono quei giorni in cui l'indebolirsi della turbolenza nei bassi strati dell'atmosfera determina condizioni di stagnazione. Segnatamente si tratta di giorni in cui si verificano contemporaneamente due condizioni:

- l'indice di ventilazione (definito come il prodotto fra altezza media dello strato rimescolato e intensità media del vento) è inferiore a $800 \text{ m}^2/\text{s}$;
- le precipitazioni sono assenti ($< 0.3 \text{ mm}$).

L'indice è stato messo a punto dal Servizio Idro-Meteo-Clima di ARPAE²¹, che ha selezionato le soglie applicando il metodo statistico degli alberi di classificazione, calibrato con i valori di PM10 misurati. Si noti che l'indicatore non tiene conto della direzione del vento e potrebbe perciò rivelarsi poco significativo sulla fascia costiera o in presenza di fonti emissive puntuali, condizioni in cui la direzione del vento incide particolarmente sull'accumulo o la dispersione degli inquinanti.

I mesi invernali sono i più critici per l'accumulo di particolato atmosferico, in particolare a causa delle condizioni meteorologiche (stagnazione negli strati bassi dell'atmosfera) e dell'elevato utilizzo di riscaldamento e automobili.

Nel 2018 le concentrazioni di polveri in Emilia Romagna sono state inferiori a quelle osservate nel 2017 ed in linea con quelle registrate nel 2016, tra le più basse di tutta la serie storica.

Il numero di stazioni con più di 35 superamenti del valore limite giornaliero è stato il più basso degli ultimi 10 anni (7 stazioni nel 2018 contro le 8 del 2016 e 2014). Il superamento dei 35 giorni (numero massimo di superamenti del valore limite giornaliero di PM10, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definito dalla norma), è stato raggiunto per la prima volta il 26 ottobre nella stazione da traffico di Reggio Emilia “Timavo”, mentre nel 2017 a fine ottobre erano già 18 le stazioni che superavano il valore limite giornaliero.

Nel 2018 solamente 7 stazioni hanno superato il valore limite giornaliero di PM10 per oltre 35 giorni, mentre nel 2017 ammontavano a 27 stazioni: Il numero massimo di superamenti è stato registrato nella stazione di Reggio Emilia/Timavo (56), seguita da Modena/Giardini (51), Parma/Montebello (45), Ferrara/Isonzo (41), Parma/Cittadella (40), Fiorano Modenese/Circ. San Francesco (39), e Rimini/Flaminia (36).

Il valore limite di legge relativo ai superamenti giornalieri per il PM10 nelle stazioni della Rete Regionale è stato invece rispettato nelle province di Piacenza, Bologna, Forlì-Cesena, Ravenna.

In tutte le stazioni la media annua di PM10 è stata inferiore ai $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ previsti dalla norma e il dato conferma il trend positivo degli ultimi anni (gli ultimi superamenti di questo limite, verificatisi in tre stazioni, risalgono al 2012).

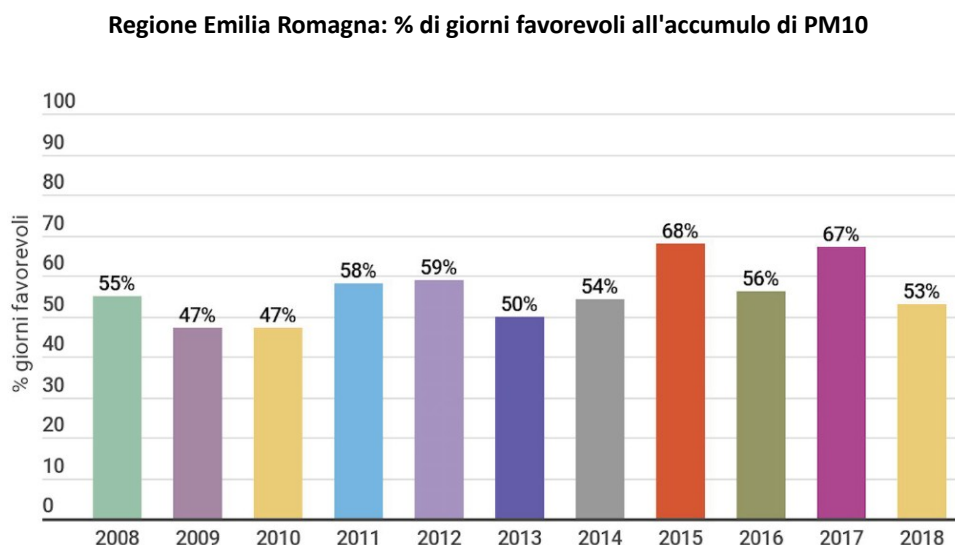
Anche la media annuale di PM2.5 nel 2018 è stata inferiore al valore limite della normativa ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$), a differenza di quanto avvenuto nel 2017 in cui il valore limite era stato superato in due stazioni sulle 24 che lo misurano.

²¹L'indice è stato calcolato utilizzando il dataset meteorologico LAMA (Limited Area Meteorological Analysis) che viene implementato a partire da simulazioni operative del modello meteorologico COSMO e da osservazioni della rete meteorologica internazionale (dati GTS). COSMO è un modello meteorologico ad area limitata (dominio $2000 \times 2000 \text{ km}^2$), non idrostatico, attualmente sviluppato dai servizi meteorologici di Germania, Svizzera, Italia, Grecia e Polonia, raggruppati nel consorzio COSMO. È il modello di riferimento italiano per le previsioni del tempo a breve termine. Il dataset LAMA copre un'area di $1200 \times 1200 \text{ km}^2$, corrispondente alla parte centrale del dominio di COSMO.

Nel periodo estivo (aprile-settembre) l'ozono ha superato il valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di 1 anno) in 25 stazioni delle 29 che hanno rilevato un numero di dati sufficienti per il calcolo dell'indicatore. La quasi totalità delle stazioni che rileva ozono ha oltrepassato i 25 superamenti nella media sugli ultimi 3 anni del valore obiettivo.

La soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ orari) è stata superata in 16 stazioni. Tali valori sono inferiori rispetto a quelli registrati nel 2017, anno in cui 26 stazioni superarono la soglia di informazione almeno per un'ora.

Nella figura che segue è riportata per la Regione Emilia Romagna la % di giorni favorevoli (per le condizioni meteo) all'accumulo di PM₁₀; % calcolata sul totale dei giorni del periodo gennaio-marzo e ottobre-dicembre per ciascun anno (2008-2018).



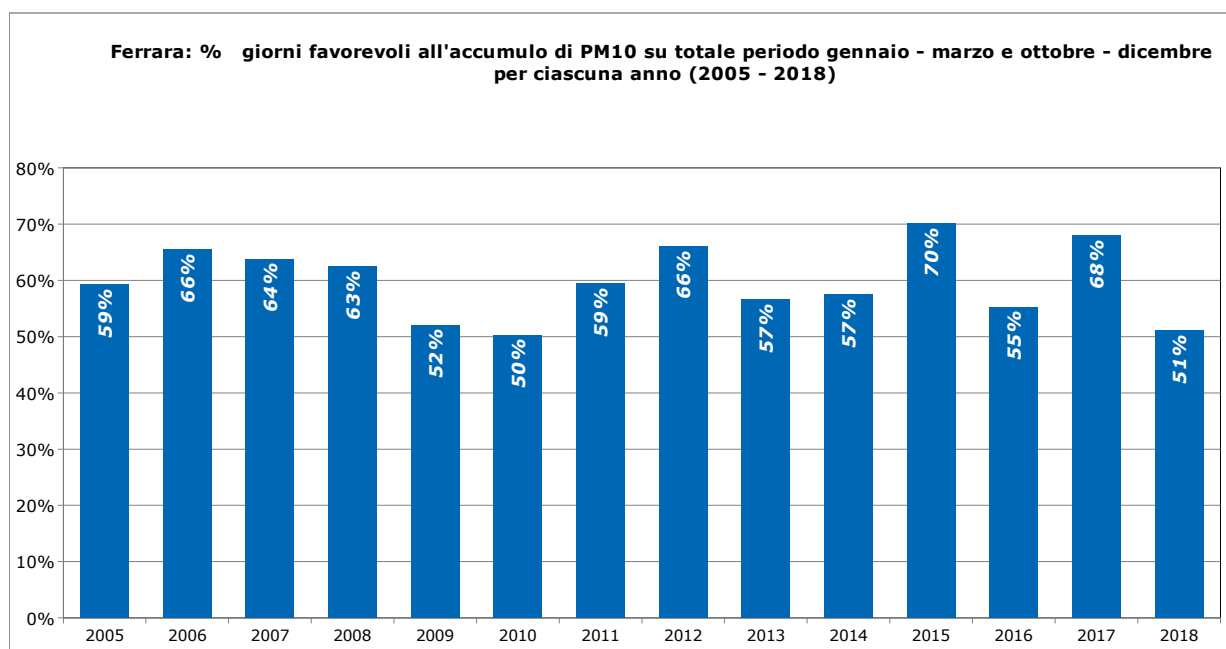
Il grafico relativo alla percentuale di giorni favorevoli all'accumulo di PM₁₀ sul totale dei giorni del periodo invernale da gennaio a marzo e da ottobre a dicembre per il comune di Ferrara, è coerente con quello riportato per la Regione.

Dai grafici del numero dei superamenti mensili e delle medie di PM₁₀ mensili calcolate per la stazione di Corso Isonzo, si osserva:

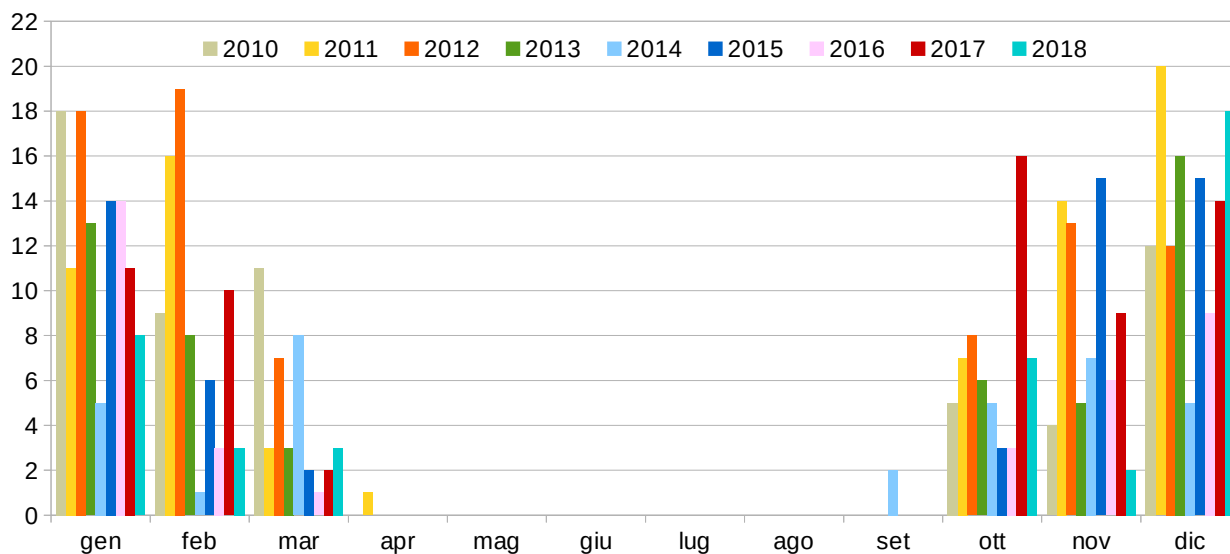
- una rilevante riduzione del numero dei superamenti del limite giornaliero di PM₁₀ rispetto al 2017, e una riduzione rispetto agli altri anni soprattutto nei mesi di gennaio, febbraio, ottobre, novembre e dicembre: il maggior numero dei superamenti si è concentrato nei mesi di gennaio, ottobre e dicembre;
- medie mensili inferiori rispetto a quelle del 2017, ad esclusione dei mesi di settembre e dicembre e valori confrontabili con le medie mensili del 2014: è nel mese di dicembre che si è riscontrato un maggior numero di superamenti del limite giornaliero (8), con concentrazioni giornaliere misurate superiori a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nel 2018 si sono registrati a Corso Isonzo:

- 41 giorni con valori di concentrazione di PM₁₀ superiore ai $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (nel 2017 erano 62 e nel 2016 erano 36, mentre nel 2015 erano 55);
- 9 giorni con valori di concentrazione di PM₁₀ superiore ai $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (nel 2017 erano 32 e nel 2016 erano 12, mentre nel 2015 erano 24);
- concentrazione massima misurata pari a $96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dato del 4/12/2018).

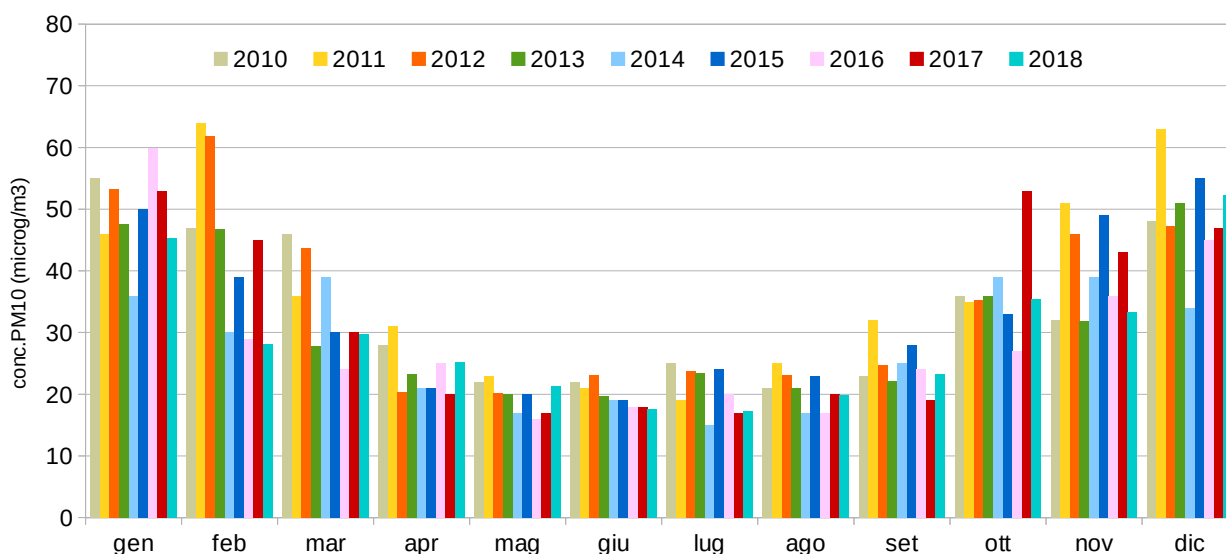


PM10 - Corso Isonzo - Numero di superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m3 per anno



	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
num.sup/anno	74	85	97	74	66	59	72	77	51	33	55	36	62	41

PM10 - Corso Isonzo - concentrazione media mensile di PM10 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – 2010-2018



Considerando l'indicatore del numero dei giorni favorevoli all'accumulo di PM10, si osserva un numero consistente nei mesi di gennaio (22), novembre (16) e dicembre (20) seguiti, in ordine decrescente di numero, da febbraio e marzo (10 e 11) e settembre e ottobre (11).

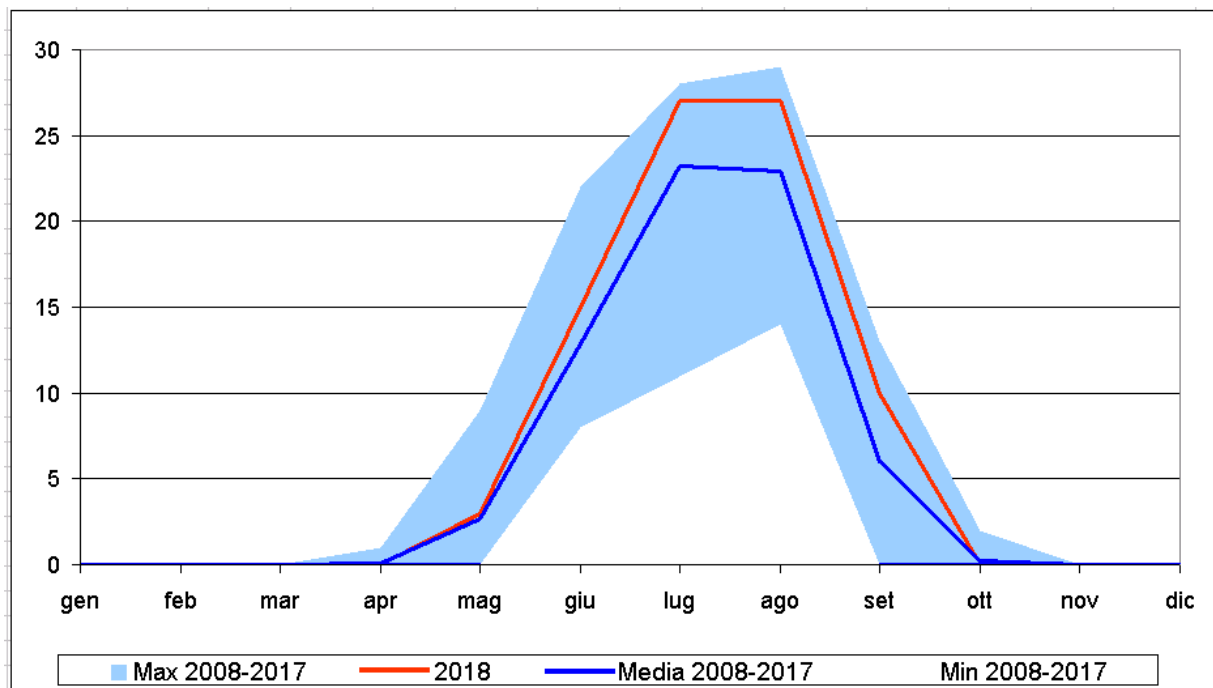
Anche per il periodo estivo è stato messo a punto l'indicatore **“giornate favorevoli alla formazione di ozono”**, ovvero giornate in cui la temperatura massima è maggiore di 29°C : in tal caso i mesi estivi di giugno, luglio e agosto sono da considerarsi mesi critici per l'inquinante in esame in quanto caratterizzati da una radiazione solare globale più intensa, da un numero maggiore di ore di insolazione diurna e da temperature elevate.

E' un indicatore molto semplice, elaborato dal Servizio Idro Meteo Clima di ARPAE, che non esaurisce certo la complessità delle interazioni tra meteorologia, chimica e trasporto dell'ozono, ma che si pone l'obiettivo di valutare la criticità del semestre estivo dal punto di vista meteorologico rispetto alla formazione di ozono nei bassi strati dell'atmosfera.

L'estate del 2018, analogamente a quella del 2017, ha presentato un maggior numero di giornate favorevoli alla formazione di ozono rispetto agli ultimi 12 anni: i mesi più critici in termini di giornate favorevoli alla formazione di ozono sono stati luglio e agosto.

Tale situazione trova riscontro nel numero dei superamenti del valore obiettivo per la salute umana ($120 \text{ g}/\text{Nm}^3$) come evidenziato nella tabella che segue.

Numero di giorni favorevoli alla formazione di ozono - confronto 2018 con anni precedenti - Ferrara



Numero di giorni critici per la formazione di Ozono suddivisi per anno - Ferrara

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
num.giorni critici/anno	43	58	67	79	73	54	77	79	63	37	72	64	82	82

O3 - Numero di superamenti del valore obiettivo per la salute umana (120 g/m³) per anno

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Villa Fulvia					36	27	69	60	43	19	41	45	49	22
Cento						41	88	65	46	46	77	44	69	53
Ostellato					68	23	71	58	43	23	46	51	64	63
Gherardi	49	91	58	35	71	36	63	76	59		80	53	52	69