# La qualità dell'aria nella Provincia di Modena:

# Report ozono

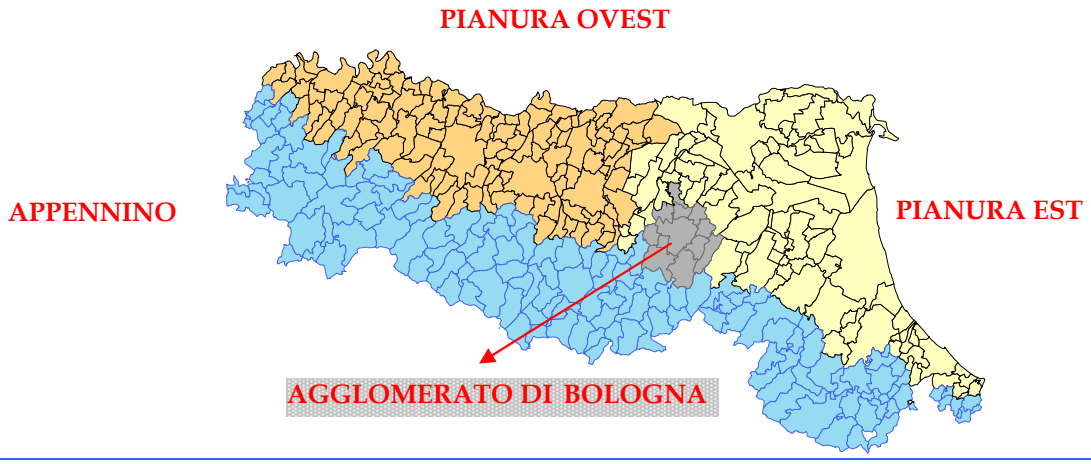
## Elaborazioni sui dati del periodo:

## 1 gennaio al 30 settembre 2014

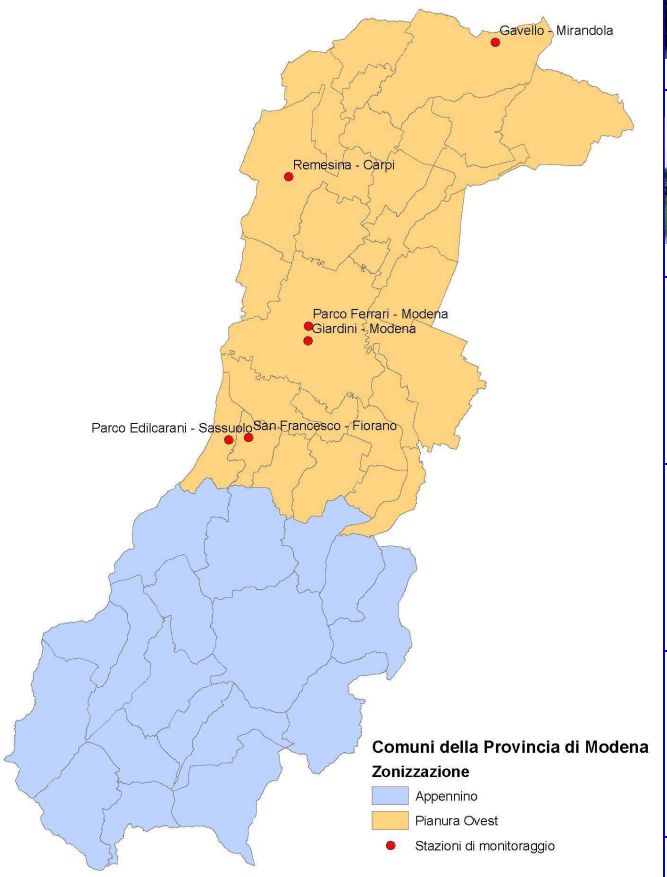
**La Rete Regionale di Monitoraggio della Qualità dell´Aria** dall'anno 2005 opera con un sistema di gestione per la qualità secondo la norma UNI EN ISO 9001:2008 *Sistemi di Gestione per la Qualità – Requisiti.*

*Ente certificatore da maggio 2014 è SGS ITALIA S.p.A.*

## La nuova zonizzazione del territorio Emilia Romagna ai sensi del D.L.155/2010




## Le stazioni della Rete Regionale situate sul territorio della provincia di Modena




| | |
|---|---|
| | Stazione: GIARDINI - traffico |
| | Ubicazione: Via Giardini 543 - Modena |
| | Anno attivazione 1990 |
| | Inquinanti monitorati: NOx, CO, BTX, $PM_{10}$ |
| | Stazione: PARCO FERRARI - fondo urbano |
| | Ubicazione: Parco Ferrari - Modena |
| | Anno attivazione 2005 |
| | Inquinanti monitorati: NOx, $O_3$, $PM_{10}$, $PM_{2.5}$ |
| | Stazione: REMESINA - fondo suburbano |
| | Ubicazione: Via Remesina - Carpi |
| | Anno attivazione 1997 |
| | Inquinanti monitorati: NOx, $O_3$, $PM_{10}$ |
| | Stazione: GAVELLO - fondo rurale |
| | Ubicazione: Via Gazzi –loc. Gavello - Mirandola |
| | Anno attivazione 2008 |
| | Inquinanti monitorati: NOx, $O_3$, $PM_{2.5}$, $PM_{10}$, |
| | Stazione: SAN FRANCESCO - traffico |
| | Ubicazione: Circ. San Francesco – Fiorano |
| | Anno attivazione 2007 |
| | Inquinanti monitorati: NOx, CO, BTX, $PM_{10}$ |
| | Stazione: PARCO EDILCARANI - fondo urbano |
| | Ubicazione: Parco Edilcarani - Sassuolo |
| | Anno attivazione 2010 |
| | Inquinanti monitorati: NOx, $PM_{10}$, $PM_{2.5}$, $O_3$ |

**Secondo D.L. n.155 del 13/8/2010, allegato VIII, le stazioni scelte per la misura dell'ozono in aria ambiente sono quelle di fondo urbano, di fondo suburbano e di fondo rurale, quindi per la rete di Modena, Parco Ferrari a Modena, Remesina a Carpi, Gavello a Mirandola e Parco Edilcarani a Sassuolo.**

## Caratteristiche principali

L'ozono (formula chimica $O_3$), è un gas di colore azzurro pallido, di peso molecolare circa doppio rispetto a quello dell'aria, che assorbe fortemente la radiazione solare UV (ultravioletta) nella regione spettrale da 200 a 350 nm e debolmente attorno a 600 nm risultando quindi un formidabile schermo di protezione per le temibili radiazioni ultraviolette pericolose per le forme di vita del nostro pianeta.

Nella troposfera non vi sono emissioni significative di ozono prodotte dall'uomo e l'ozono presente è di origine secondaria, ovvero prodotto naturalmente da reazioni fotochimiche che coinvolgono direttamente l'ossigeno atmosferico, reazioni amplificate dagli inquinanti immessi direttamente in atmosfera dall'uomo (precursori).

Nelle aree popolate del pianeta interessate dalla presenza di inquinanti primari di origine umana il principale meccanismo di produzione dell'ozono è costituito dal processo chimico-fisico che da origine allo smog fotochimico.

I principali precursori dell'ozono di origine antropica sono gli ossidi di azoto e le molecole incombuste di idrocarburi emessi dagli scarichi dei veicoli a combustione interna. Anche i solventi e altri composti organici volatili (COV) partecipano alla produzione di ozono.

Affinché questo composto si formi a livello del suolo con velocità apprezzabili, devono essere soddisfatte alcune condizioni:

- le sorgenti dei precursori devono emettere alte quantità di ossido di azoto, idrocarburi ed altri COV (ad esempio una situazione di alto traffico cittadino);
- alta temperatura e irraggiamento solare;
- l'aria deve rimanere relativamente poco rimescolata affinché i reagenti non siano diluiti.

Le più alte concentrazioni di ozono si registrano nelle ore di massimo irraggiamento solare dei mesi estivi, proprio perché alcune delle reazioni per la produzione di questo inquinante hanno la radiazione come fattore accelerante fondamentale.

L'ozono è un composto altamente ossidante ed aggressivo. In conseguenza di questa sua natura chimica, sebbene possa essere trasportato anche a grande distanza dalle masse d'aria in movimento, non permane a lungo in atmosfera. In effetti, nelle aree urbane, dove è maggiore l'inquinamento atmosferico, l'ozono si forma e reagisce con elevata rapidità (i composti primari che partecipano alla sua formazione sono gli stessi che possono causarne una rapida distruzione). Se l'ozono prodotto in area urbana viene rimosso fisicamente per trasporto verso aree suburbane e rurali, 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. Va' inoltre considerato che nelle aree caratterizzate da forte presenza di vegetazione vi è la produzione naturale di alcheni (pinene, limonene, isoprene) che sono fra i più reattivi precursori di ozono.

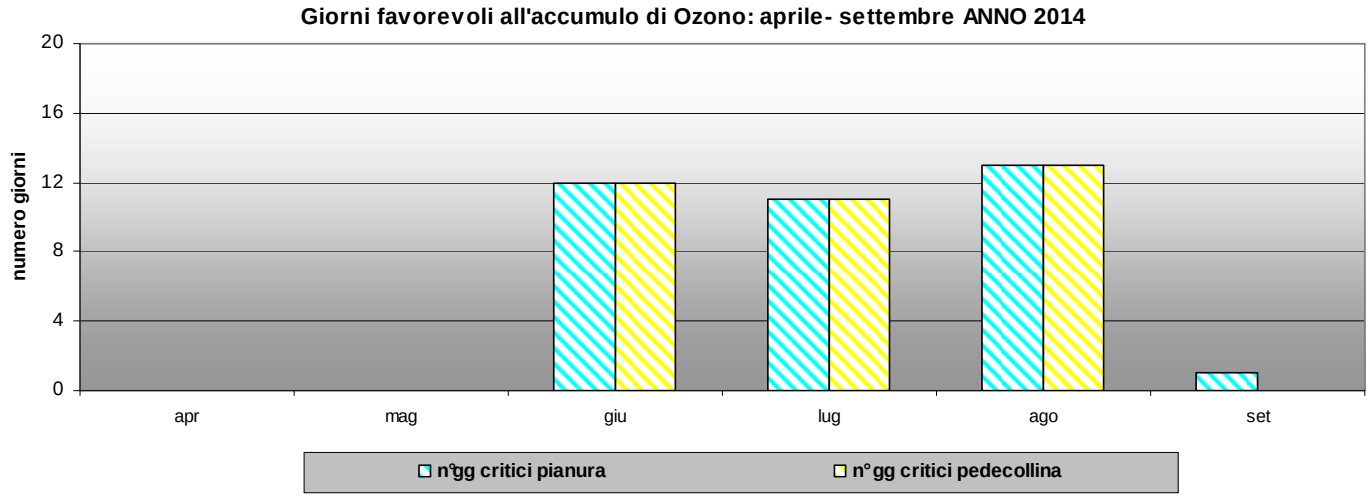
### LIMITI NORMATIVI - D.Lgs. 155 13/08/2010

| | | |
|---|---|---|
| **Protezione della salute umana** | | |
| **Soglia di Informazione** | media oraria | **180 µg/m³** |
| **Soglia di Allarme** | media oraria da non superare per più di **3 ore consecutive** | **240 µg/m³** |
| **Valore Obiettivo** | massimo giornaliero della media mobile su 8 ore da non superare più di **25 volte/anno civile come media su tre anni** | **120 µg/m³** |
| **Protezione della vegetazione** | | |
| **Valore Obiettivo** | AOT40 * (calcolata sulla base dei valori di 1 ora) da maggio a luglio come **media su 5 anni** | **18000 µg/m³*h** |

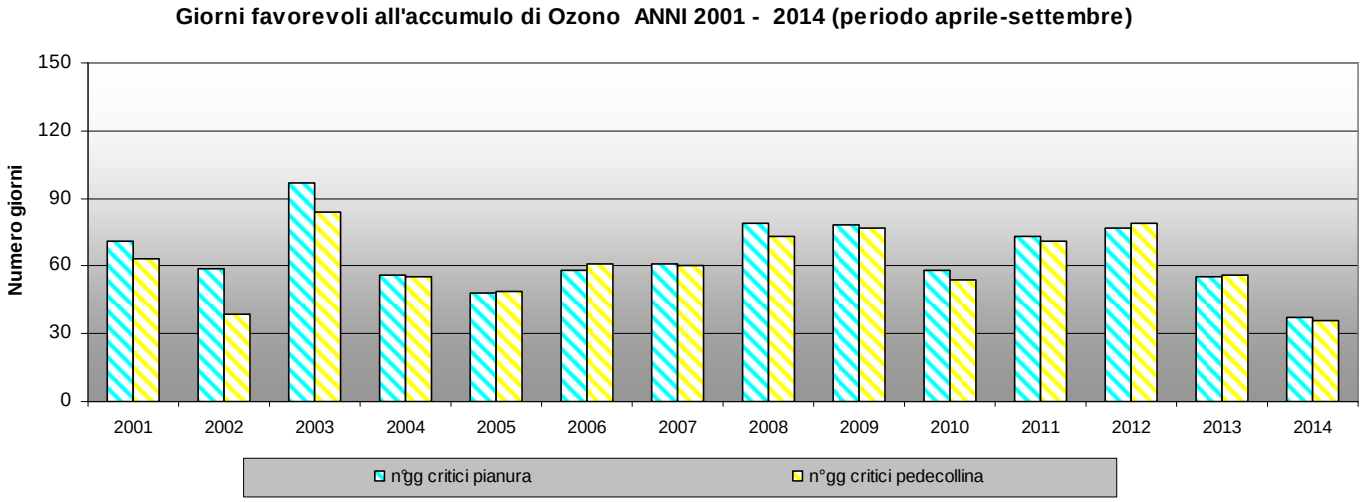
*: esposizione cumulata di ozono al di sopra della soglia di 40 ppb (parti per miliardo = 80 µg/m³) calcolata da maggio a luglio dalle ore 8 alle ore 20 (indicatore che l'Unione Europea utilizza per la protezione della vegetazione).

# Giorni favorevoli all'accumulo di Ozono

| Giorni favorevoli all'accumulo dell'Ozono ($O_3$): primavera ed estate - anno 2014 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Aprile | Maggio | Giugno | Luglio | Agosto | Settembre |
| Numero giorni critici Pianura | 0 | 0 | 12 | 11 | 13 | 1 |
| Numero giorni critici Pedecollina | 0 | 0 | 12 | 11 | 13 | 0 |




| Giorni favorevoli all'accumulo dell'Ozono ($O_3$): primavera ed estate, 2001 - 2014 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| Numero giorni critici Pianura | 71 | 59 | 97 | 56 | 48 | 58 | 61 | 79 | 78 | 58 | 73 | 77 | 55 | 37 |
| Numero giorni critici Pedecollina | 63 | 39 | 84 | 55 | 49 | 61 | 60 | 73 | 77 | 54 | 71 | 79 | 56 | 36 |



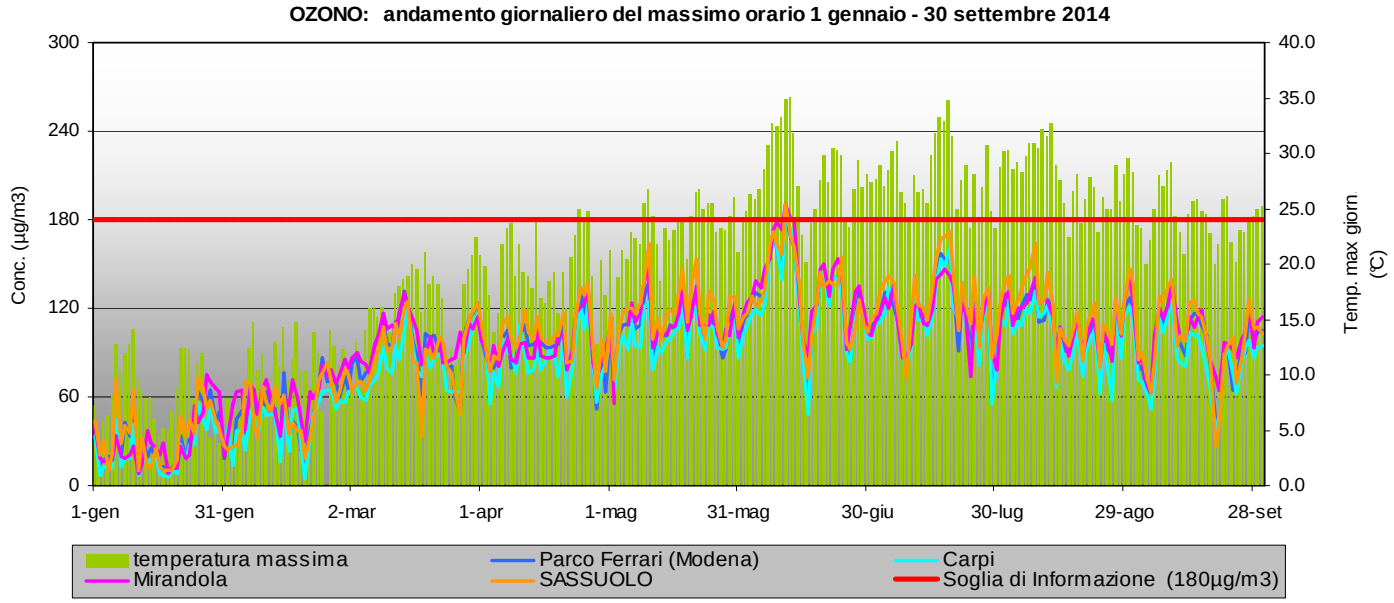

L'indicatore scelto per identificare le giornate favorevoli alla formazione di ozono troposferico è il superamento di 29°C della temperatura massima giornaliera. Si tratta di un indicatore molto semplice, che non esaurisce certo la complessità delle interazioni tra meteorologia, chimica e trasporto dell'ozono.
Dall'esame del grafico relativo all'andamento mensile dei giorni critici per l'ozono, si nota che nel 2014 il mese con i picchi più alti di temperatura è stato agosto, dove per 13 giorni la temperatura ha superato i 29°C.
La variabilità negli anni di questo indicatore, evidenzia valori in media attorno a 65 giorni critici, con un picco di 91 nel 2003 e valori tra 70 e 80 negli anni 2008, 2009, 2011 e 2012.
Nel 2014 i giorni favorevoli all'accumulo di Ozono sono stati 37, molto inferiori alla media degli ultimi 10 anni.

# Ozono ($O_3$)

## Confronto con i livelli indicati dal D.L. 155/10 per la protezione della salute umana

### O3: concentrazioni e confronto con le Soglie di Informazione e di Allarme (1gennaio - 30 settembre 2014)

| STAZIONI RETE REGIONALE | | | Dati validi (%) | Concentrazioni (µg/m³) | | | | | | | n° ore di sup. Soglia di Informazione | n° gg di sup. Soglia di Informazione |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | min | media | max | 50° | 90° | 95° | 98° | | |
| Parco Ferrari | MODENA | fondo | 100% | < 10 | 51 | 185 | 43 | 105 | 118 | 132 | 3 | 1 |
| Remesina | CARPI | fondo | 100% | < 10 | 46 | 182 | 41 | 96 | 111 | 125 | 2 | 1 |
| Gavello | MIRANDOLA | fondo | 100% | < 10 | 53 | 190 | 50 | 108 | 120 | 134 | 3 | 1 |
| Parco Edilcarani | SASSUOLO | fondo | 100% | < 10 | 61 | 190 | 58 | 111 | 125 | 141 | 3 | 1 |
| ≤ Soglia informazione | | | | | | | | | | | > Soglia informazione | |




Il grafico sopra riportato, confronta i dati di Ozono (orari massimi giornalieri) misurati nelle diverse stazioni, con la Soglia di Informazione di 180 µg/m³ e mette in relazione questi con la temperatura massima giornaliera di Modena (dato della stazione meteo urbana di via Santi n.40).

In ragione dell'origine fotochimica di questo inquinante, che si forma in atmosfera in presenza di radiazione solare, gli andamenti dei massimi orari giornalieri, mostrano valori più elevati nei mesi estivi in cui l'irraggiamento insieme alla temperatura è maggiore.

L' 11 giugno è stato l'unico giorno dell'estate 2014, dove i valori orari hanno superato la Soglia di Informazione, giornata caratterizzata da un temperatura media di 29°C e un massimo di 35°C, condizione particolarmente favorevole alla formazione di questo inquinante.

Sotto vengono indicate le ore di superamento della soglia di Informazione con i relativi dati orari:

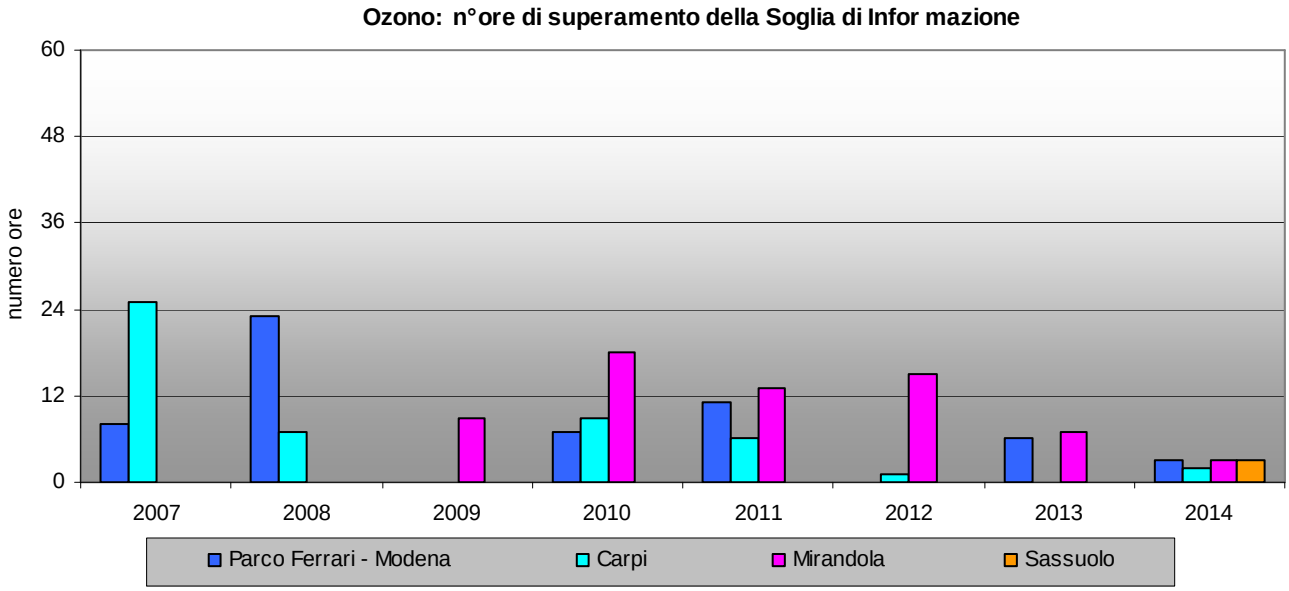
| Data | Parco Ferrari MODENA Max oraria (µg/m3) | | Remesina CARPI Max oraria (µg/m3) | | Gavello MIRANDOLA Max oraria (µg/m3) | | Parco Edilcarani SASSUOLO Max oraria (µg/m3) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11/06/14 | | | | | Ore 13 | 190 | | |
| 11/06/14 | Ore 14 | 185 | | | Ore 14 | 189 | Ore 14 | 184 |
| 11/06/14 | Ore 15 | 182 | | | Ore 15 | 185 | Ore 15 | 190 |
| 11/06/14 | Ore 16 | 182 | Ore 16 | 182 | | | | |
| 11/06/14 | | | Ore 17 | 181 | | | Ore 17 | 181 |
| **N° ore di superamento della Soglia di Informazione** | **3** | | **2** | | **3** | | **3** | |

La Soglia di Allarme (240 µg/m³ ) non è mai stata superata.

## O3: trend del n° di ore di superamento della Soglia di Informazione anni dal 2007 al 2014

| STAZIONI RETE REGIONALE | | | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | Dal 1 gen al 30 set 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parco Ferrari | MODENA | fondo | 8 | 23 | 0 | 7 | 11 | 0 | 6 | 3 |
| Remesina | CARPI | fondo | 25 | 7 | 0 | 9 | 6 | 1 | 0 | 2 |
| Gavello | MIRANDOLA | fondo | | | 9 | 18 | 13 | 6 | 6 | 3 |
| Parco Edilcarani | SASSUOLO | fondo | | | | | | | | 3 |

≤ Valore Soglia di Informazione  > Valore Soglia di Informazione




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

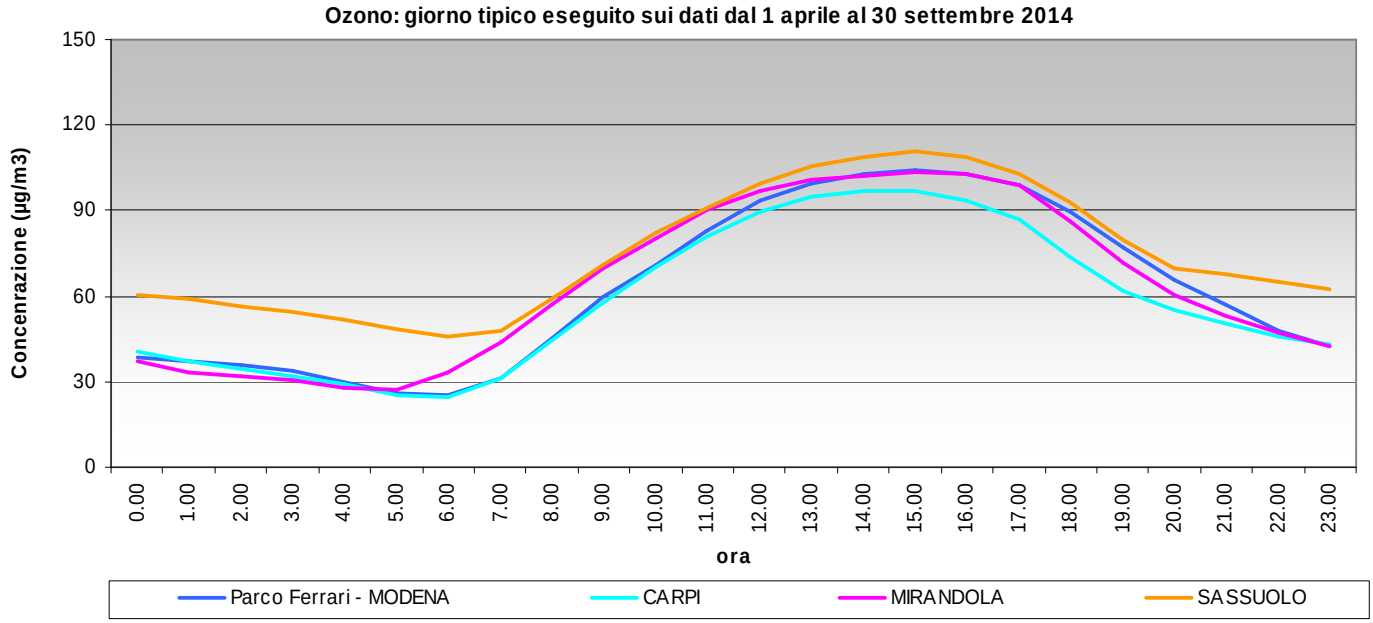
## O3: n° superamenti del Valore Obiettivo - 1gennaio - 30 settembre 2014

| STAZIONI RETE REGIONALE | | | apr | mag | giu | lug | ago | set | n° superamenti | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | 1 gen - 3 0 set 2014 | Media anni 2012/2013/ 1gen-30set14 |
| Parco Ferrari | MODENA | fondo | 0 | 3 | 15 | 7 | 2 | 0 | 27 | 54 |
| Remesina | CARPI | fondo | 0 | 0 | 12 | 6 | 0 | 0 | 18 | 42 |
| Gavello | MIRANDOLA | fondo | 0 | 4 | 17 | 6 | 5 | 1 | 33 | 57 |
| Parco Edilcarani | SASSUOLO | fondo | 1 | 8 | 15 | 14 | 8 | 0 | 46 | 46 |
| ≤ Valore obiettivo | | > Valore obiettivo | | | | | | | Valore Obiettivo | 25 |

Nella tabella sono riportati i superamenti del Valore Obiettivo (massimo giornaliero della media mobile su 8 ore) avvenuti nei mesi critici per l'ozono (da aprile a settembre).

Come emerge, il mese più critico dell'anno 2014 è stato giugno, con mediamente 15 giornate di superamento, a seguire luglio con 8.

Le stazioni con il maggior numero di superamenti sono quella di fondo rurale situata a Mirandola (33 giorni di superamento) posizionata in pianura e quella di fondo urbano di Sassuolo (46 giorni di superamento) in pedecollina, a conferma del fatto che nelle aree con minore inquinamento da ossido di azoto (NO), l'ozono acquista un tempo di vita maggiore e si accumula, raggiungendo valori di concentrazione più elevati.




Inoltre, come si evince dal numero di superamenti e dal grafico del "giorno tipico", la zona pedecollinare è più critica rispetto a quella di pianura.

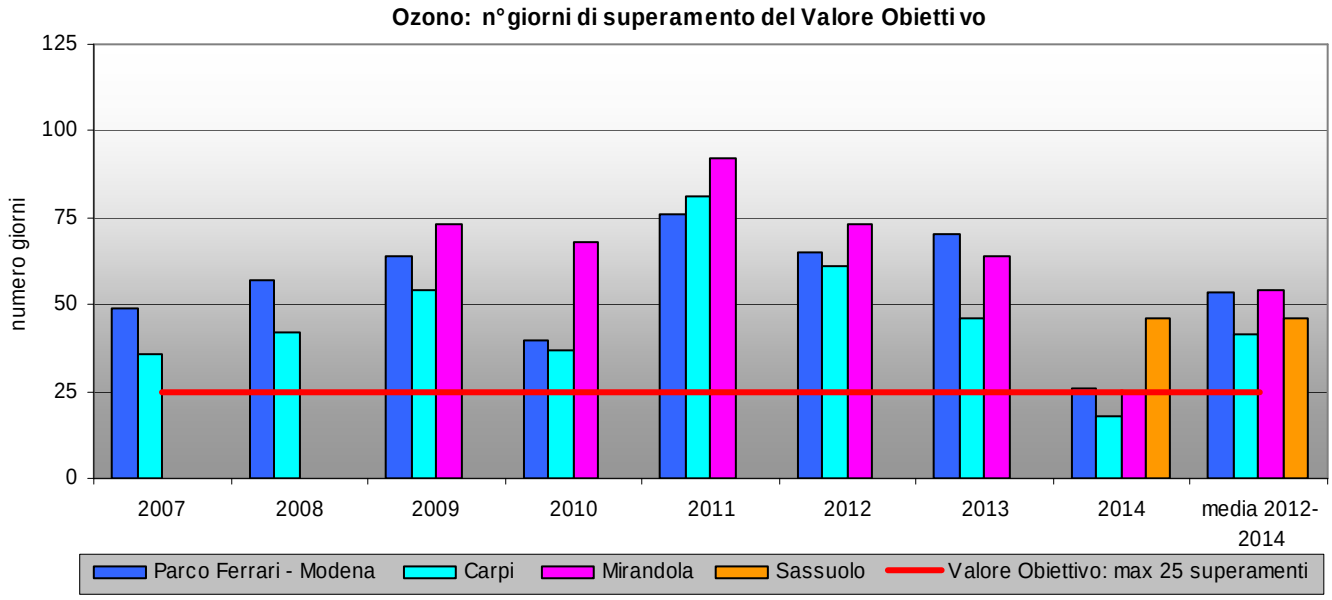
Questo fenomeno è probabilmente dovuto al fatto che nelle zone pedecollinari, nelle ore notturne, si instaura la brezza di monte, un vento periodico freddo-asciutto che discende dai monti alle valli, particolarmente accentuato nei mesi estivi, che può portare, in alcuni casi, ozono che proviene dagli strati alti dell'atmosfera. Quest'ultimo, si può accumulare insieme a quello prodotto da reazioni fotochimiche, e contribuisce a valori, soprattutto notturni, più elevati in collina rispetto alla pianura.

Questo fenomeno è evidente per la stazione di Parco Edilcarani dalle ore 21 della sera alle 6 del mattino, dove le concentrazioni di ozono differiscono dai valori misurati dalle altre stazioni di circa 20µg/m3.

## O3: trend del n° di superamenti del Valore Obiettivo – anni dal 2007 al 2014

| STAZIONI RETE REGIONALE | | | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | Dal 1 gen al 30 sett 2014 | n° superamenti Valore Obiettivo (media anni 2012/2013/ 1gen-30set2014) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parco Ferrari | MODENA | fondo | 49 | 57 | 64 | 40 | 76 | 65 | 70 | 27 | **54** |
| Remesina | CARPI | fondo | 36 | 42 | 54 | 37 | 81 | 61 | 46 | 18 | **42** |
| Gavello | MIRANDOLA | fondo | | | 73 | 68 | 92 | 73 | 64 | 33 | **57** |
| Parco edilcarani | SASSUOLO | | | | | | | | | 46 | **46** |

≤ Valore Obiettivo  > Valore Obiettivo




Nel grafico vengono riportati i superamenti del Valore Obiettivo (massimo giornaliero della media mobile su 8 ore) a partire dal 2007 e i superamenti mediati su 3 anni (relativi agli anni 2012/13/14) da confrontare con il Valore Obiettivo per la protezione della salute umana (massimo 25 superamenti per anno civile come media di tre anni).

Se si analizzano i dati, gli andamenti mostrano, per la Zona di Pianura, livelli quasi sempre più elevati nella stazione di fondo rurale di Mirandola, rispetto a quella di fondo suburbano di Carpi e a quella di fondo urbano di Modena; questo è sicuramente dovuto al fatto che questo inquinante trasportato nelle aree suburbane e rurali, acquista un tempo di vita superiore a causa del minore inquinamento.

Gli anni con un numero maggiore di superamenti sono il 2011 e a seguire, il 2009 e il 2012, anni in cui la stagione estiva è stata particolarmente calda e quindi adatta alla formazione di ozono, come evidenziato dai trend dei giorni favorevoli all'accumulo di ozono (pag.4).

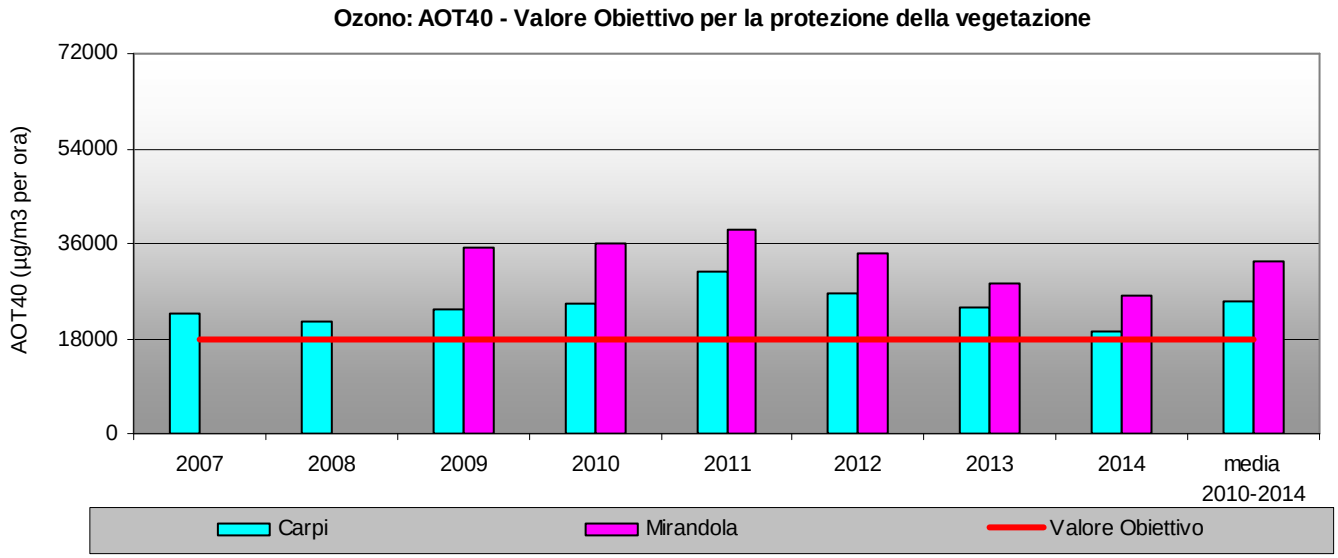
L'anno 2014, anno con un'estate atipica, presenta il minor numero di superamenti almeno per la zona di pianura degli ultimi 10 anni; per quanto riguarda la pedecollina non ci sono sufficienti dati per la valutazione di un trend.

**Come evidenziato dai grafici, in tutti gli anni esaminati, i superamenti del Valore Obiettivo sono più del doppio rispetto ai 25 consentiti, e non si nota un avvicinamento a tale valore, a conferma della criticità che ancora esiste per questo inquinante.**

# Confronto con i livelli indicati dal DL 155/10 per la protezione della vegetazione

## O3: trend AOT40 – anni dal 2007 al 2014

| STAZIONI RETE REGIONALE | | | AOT40 (µg/m3 h) | | | | | | | | AOT40 (media anni 2010-2014) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | |
| Remesina | CARPI | fondo | 22702 | 21152 | 23642 | 24590 | 30817 | 26628 | 23822 | 19321 | 25036 |
| Gavello | MIRANDOLA | fondo | | | 35116 | 35993 | 38568 | 34217 | 28569 | 26234 | 32716 |
| ≤ Valore Obiettivo | | | > Valore obiettivo | | | | | Valore Obiettivo | | | 18000 |




La valutazione di questo indicatore, come imposto dal D.Lgs. 155/10 è limitata alle stazioni di fondo suburbano e rurale, quindi nel calcolo sono state considerate solo le stazioni situate a Carpi e Mirandola.

Nel trend vengono riportati i valori di AOT40 a partire dall'anno 2007; inoltre, i valori sono stati mediati su 5 (anni 2010-2014) per poter confrontare il dato con il Valore Obiettivo di 18000 µg/m$^3$ h (da valutare a partire dal 2015).

L'anno dove si sono registrati i dati più elevati è il 2011, anno peggiore anche per i superamenti del Valore Obiettivo per la protezione della salute umana; la stagione estiva dell'anno 2011 è stata particolarmente calda e quindi adatta alla formazione di ozono, come evidenziato dai trend dei giorni favorevoli all'accumulo di ozono.

Per quanto riguarda AOT40, l'anno 2014 per la zona di pianura, è stato migliore degli anni precedenti grazie al fatto che la stagione estiva non è stata calda.

**I valori di AOT40 sono ovunque e in tutti gli anni esaminati superiori a 18000 µg/m$^3$ h, anche in questo caso, non si nota un avvicinamento al Valore Obiettivo di 18000 µg/m$^3$ h stabilito per la protezione della vegetazione, (da valutare a partire dal 2015), a conferma della criticità che ancora esiste per questo inquinante.**