



# collana ambiente

scheda  
informativa

# 23

L'ozono  
un inquinante  
tipicamente estivo



Sistema Nazionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente



**ARPAT**

Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana

REGIONE  
TOSCANA



**scheda  
informativa**

**23**

## **L'ozono** *un inquinante tipicamente estivo*

**maggio 2018**



Per suggerimenti e informazioni:  
Settore Comunicazione, informazione  
e documentazione

ARPAT, via Nicola Porpora, 22 - 50144 Firenze  
Tel. 055.32061 - Fax 055.3206324  
[urp@arpat.toscana.it](mailto:urp@arpat.toscana.it)

Stampa: Grafica Fonsor srl, Gragnano (NA)

Stampato su carta realizzata con cellulosa proveniente  
da foreste gestite in maniera corretta e responsabile

**A cura di**  
ARPAT,

Settore Centro regionale  
tutela qualità dell'aria (CRTQA)  
e

Settore Comunicazione,  
informazione e documentazione (SCID)

**Redazione e realizzazione grafica**

Francesca Baldi,  
Maddalena Bavazzano,  
Gabriele Rossi  
ARPAT, SCID



**Foto ARPAT**



*Indagine di gradimento  
su questa pubblicazione*

<u>Introduzione</u>	3
<u>Che cosa è l'ozono e dove si trova</u>	4
<u>Come si forma</u>	5
<u>Effetti benefici dell'ozono</u>	7
<u>L'ozono come inquinante</u>	8
<u>Gli effetti dell'ozono</u>	9
<u>Cosa fare per limitare l'inquinamento da ozono</u>	10
<u>Cosa fa ARPAT</u>	12
<u>Normativa di riferimento</u>	15

# Introduzione

Con l'arrivo dell'estate torna l'*allarme ozono*.  
Ma cos'è l'ozono di cui tanto si sente parlare e che relazioni ha con il cosiddetto *buco dell'ozono*?  
Come si origina e quali cause portano alla sua formazione? Quali sono i suoi principali effetti sull'ambiente e sulla salute umana?  
Cosa possiamo fare per limitare l'inquinamento da ozono e migliorare la qualità dell'aria? In questa scheda cerchiamo di rispondere alle principali domande, anche attraverso consigli e suggerimenti pratici.



## Che cosa è l'ozono e dove si trova



L'ozono è una molecola composta da tre atomi di ossigeno legati fra loro ( $O_3$ ). Si tratta di un gas incolore, fortemente instabile e dotato di un elevato potere ossidante.

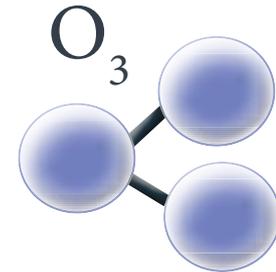
Si concentra prevalentemente nella **ozonosfera**, che rappresenta la parte più bassa della **stratosfera**, estesa tra i 15 e i 50-60 km dell'atmosfera terrestre.

La zona di massima concentrazione è intorno ai 30 km.

L'ozono è presente, generalmente in basse concentrazioni, anche nella **troposfera**, ossia la parte di atmosfera più vicina alla superficie terrestre che ha un'altezza media di 10 Km.



L'ozono è stato scoperto nel 1840 dallo scienziato tedesco Christian Friedrich Schönbein durante esperimenti di ossidazione ed elettrolisi nel corso dei quali il suo laboratorio si riempiva di un odore acre, simile a quello dell'aglio. Proprio per questo motivo, Schönbein chiamò la sostanza da lui scoperta "ozono", dal greco *ozein*, che significa "avere, mandare odore". Quando c'è veramente tanto ozono, si può quindi avvertirne l'odore.





L'ozono si forma in modo diverso a seconda dell'ambiente in cui si trova.

Nella **stratosfera** l'ozono si forma a partire dalla reazione dell'ossigeno  $O_2$  con l'ossigeno  $O$  che viene prodotto dalla scissione della molecola di ossigeno ad opera delle radiazioni ultraviolette (UV):  
 $(O_2 + UV \rightarrow O + O; O + O_2 \rightarrow O_3)$ .

Nella **troposfera**, l'ozono si forma a causa di una reazione chimica tra i cosiddetti "precursori", sostanze inquinanti immesse nell'atmosfera in luoghi e tempi anche lontani. Si tratta in particolare di:

- **ossidi di azoto ( $NO_x$ )**, principalmente emessi dal traffico veicolare e dalla produzione di energia e calore

- **composti organici volatili (COV)**, provenienti dai solventi utilizzati per la verniciatura, lo sgrassaggio, la pulizia di tessuti e superfici.

La reazione chimica tra i precursori avviene grazie all'aiuto della luce solare che ha la funzione di "catalizzatore", cioè accelera lo svolgimento della reazione.



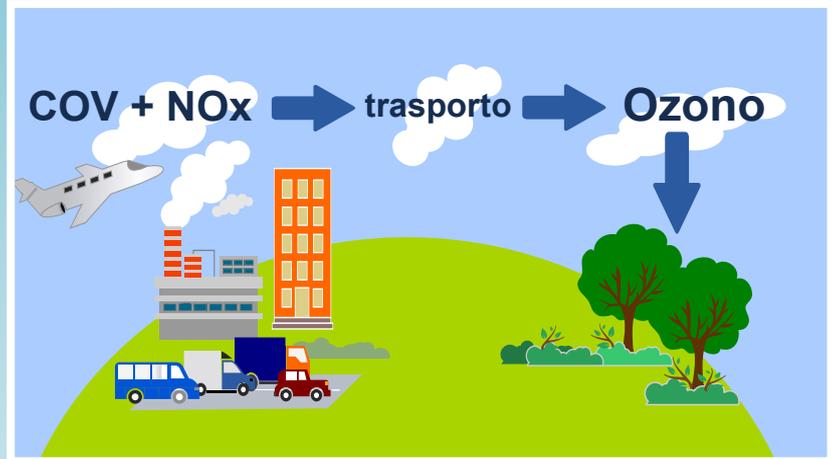


L'ozono è quindi un *inquinante secondario*, ossia non prodotto direttamente dall'attività antropica bensì originato dalle reazioni fotochimiche di inquinanti primari emessi sia dalle attività dell'uomo, che da processi naturali. Tra le sostanze che stimolano la formazione dell'ozono ci sono infatti anche precursori di tipo naturale, come sostanze organiche volatili molto reattive prodotte da boschi e foreste.

Tali caratteristiche fanno sì che, solitamente, le concentrazioni di ozono siano più basse nelle aree caratterizzate da maggiori emissioni (es. i principali centri urbani o le aree più industrializzate) e più alte nelle aree meno inquinate, ma particolarmente soleggiate (es. in mare aperto) o con molte emissioni di composti organici volatili (es. i boschi in montagna).



Come appena indicato, l'ozono - un inquinante secondario - non lo troviamo in elevate concentrazioni nelle vicinanze delle fonti di emissione principali dei centri urbani, ma tende ad accumularsi nelle zone periferiche dove gli inquinanti primari vengono trasportati dal vento.

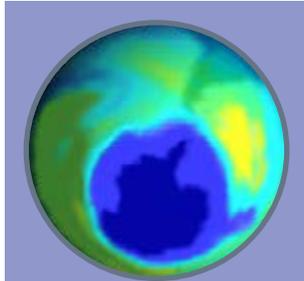




La presenza di ozono è molto utile perché costituisce una barriera protettiva rispetto alla radiazione ultravioletta del Sole, mitigando il passaggio di raggi solari di lunghezza d'onda tali da risultare potenzialmente pericolosi per la salute umana e anche per l'ambiente.

La riduzione dello strato di ozono nella stratosfera, meglio conosciuta come *buco dell'ozono*, può

avvenire per opera della radiazione ultravioletta e di alcune specie chimiche in grado di reagire con l'ozono, che viene scomposto attraverso la sottrazione di un atomo di ossigeno. Tali specie hanno origine dalla reazione sia di sostanze gassose naturalmente presenti nell'atmosfera, sia di inquinanti di origine antropica.



*Il buco dell'ozono visto dallo spazio*

L'ozono presenta caratteristiche tipiche dei **gas serra\***, tuttavia, a differenza dei comuni gas ad effetto serra (es. metano, anidride carbonica ecc.) trattiene l'energia proveniente dal Sole piuttosto che dalla superficie terrestre.

*\* I **gas serra** sono sostanze gassose in grado di assorbire la radiazione infrarossa proveniente dalla superficie terrestre contribuendo al fenomeno denominato comunemente "effetto serra".*



Un esempio di sostanze di origine antropica in grado di ridurre lo strato naturale di ozono è rappresentato dai **clorofluorocarburi** – un tempo utilizzati come propellenti per aerosol (es. nelle bombolette spray) - il cui utilizzo è per legge (protocollo di Montreal) fortemente limitato.



## L'ozono come inquinante

Come già accennato, l'ozono si trova anche nella troposfera in basse concentrazioni, tranne nelle aree in cui la presenza di alcuni inquinanti chimici, in concomitanza di forte irradiazione solare, può indurne la formazione. Si assiste così ad un aumento della concentrazione in aria dell'ozono, che diventa quindi un **inquinante atmosferico**.

### *Un inquinante tipicamente estivo*

Le concentrazioni di ozono sono influenzate da diverse variabili meteorologiche, come l'intensità della radiazione solare, la temperatura, la direzione e la velocità del vento: ecco perché nel corso delle stagioni si osservano continue variazioni nei valori di ozono.

Nei periodi tardo-primaverili ed estivi, le particolari condizioni di alta pressione, le elevate temperature e la scarsa ventilazione favoriscono il ristagno e

l'accumulo degli inquinanti e il forte irraggiamento solare innesca una serie di reazioni fotochimiche che determinano concentrazioni di ozono più elevate rispetto al livello naturale, compreso tra 20 e 80 mg/m<sup>3</sup> (microgrammi per metro cubo di aria).

I valori massimi sono raggiunti nelle ore più calde della giornata, dalle 12 alle 18, per poi scendere durante le ore notturne. Al contrario, in inverno si registrano le concentrazioni più basse.





La presenza di elevati livelli di ozono danneggia la salute umana, quella degli animali e delle piante, deteriora i materiali e riduce la visibilità in quanto è irritante per gli occhi.

Essendo una sostanza gassosa, l'ozono penetra in profondità nel nostro sistema respiratorio.

Inoltre, è fortemente ossidante e interagisce con le mucose e i tessuti organici irritandoli e favorendo la formazione di radicali liberi, che possono a loro volta entrare nel sistema circolatorio.

Mentre al momento non sono ancora ben note le conseguenze "croniche", derivanti cioè da una lunga esposizione a basse concentrazioni di ozono, tra gli effetti "acuti" si devono ricordare le irritazioni agli occhi, al naso, alla gola e all'apparato respiratorio e la tosse.

In ogni caso i rischi dipendono dalla concentrazione di ozono presente e dalla durata dell'esposizione. Gli effetti dell'ozono sono inoltre



contraddistinti da forti differenze individuali e gli eventuali disturbi sanitari non hanno carattere cumulabile, ma tendono a cessare con l'esaurirsi del fenomeno di concentrazione acuta di ozono.

***I soggetti particolarmente a rischio sono:***  
bambini, donne in gravidanza, anziani, chi svolge attività lavorativa o fisica all'aperto, persone asmatiche, con patologie polmonari o cardiache.



L'ozono è, fra gli inquinanti atmosferici, quello che svolge una marcata azione fitotossica nei confronti degli organismi vegetali - ovvero in grado di danneggiarli o ucciderli - con effetti immediatamente visibili di necrosi fogliare ed altri meno visibili come alterazioni enzimatiche e riduzione dell'attività di fotosintesi.



## Cosa fare per limitare l'inquinamento da ozono



Un comportamento consapevole del cittadino e l'adozione di politiche nazionali ed internazionali volte alla riduzione degli ossidi di azoto e delle sostanze organiche volatili possono avere effetti benefici sull'eccessiva concentrazione di ozono nell'aria.

Ciascuno può contribuire, riducendo ad esempio l'uso dell'auto e generalmente gli sprechi di energia, ma anche utilizzando vernici all'acqua invece di quelle al solvente, e limitando la quantità di smacchiatori e solventi che si usano in casa.

### *E per difendersi dall'esposizione all'ozono?*

Oltre a moderare l'attività fisica, bisogna scegliere le ore giuste per muoversi: i momenti migliori della giornata sono le prime ore del mattino (preferibilmente non oltre le 10) e le ore più fresche della serata (dopo le 18). Chi svolge attività lavorativa o fisica all'aperto è bene che eviti di intensificare gli sforzi durante le ore più calde. Piccoli accorgimenti utili a tutti, in particolare ai soggetti più a rischio, sono di camminare piuttosto che correre, di pedalare lentamente in zone a bassa circolazione di traffico e di evitare in ogni caso inutili sforzi fisici.



Una corretta alimentazione può dare una mano al nostro organismo per sopportare meglio gli effetti dell'esposizione all'ozono.

Può aiutare in tal senso una dieta ricca di sostanze antiossidanti come la vitamina C, la vitamina E e il selenio che si trovano in una grande varietà di cibi (ad esempio verdura e frutta

fresca, soprattutto quella colorata).

Ricordiamoci poi che all'interno degli edifici le concentrazioni di ozono possono essere anche dimezzate rispetto a quelle riscontrate all'esterno. Se si presentano quindi i sintomi (bruciore alla gola, lacrimazione..) è meglio rientrare in casa.

Sostanza antiossidante	Alimenti che la contengono
<b>VITAMINA C</b>	pomodori, patate, cavoli, verdure a foglia verde, agrumi, meloni
<b>VITAMINA E</b>	uova, noci, asparagi, olio d'oliva, di arachidi
<b>SELENIO</b>	pollo, molluschi, tonno e pesce in genere





La concentrazione di ozono in Toscana viene monitorata attraverso la Rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria gestita da ARPAT.

Per il monitoraggio dell'ozono il territorio regionale è stato suddiviso in 4 zone omogenee sulla base di determinate caratteristiche (principalmente altitudine e vicinanza alla costa).

### Zona collinare montana

Zona coincidente con la zona collinare montana per gli inquinanti di cui all'Al. V D.Lgs 155/2010.

### Zona delle pianure costiere

Riunisce tutte le pianure collegate da una continuità territoriale con la costa; è data dall'unione della Zona costiera e della Zona Valdarno Pisano e Piana Lucchese della zonizzazione per gli inquinanti dell'Al. V D.Lgs 155/2010.

### Zona delle pianure interne

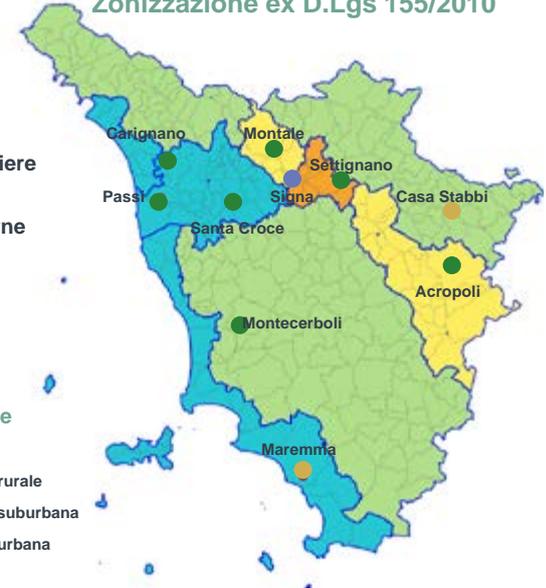
La zona riunisce tutte le pianure situate all'interno della Toscana. Rispetto alla zonizzazione dell'Al. V è ottenuta dall'unione dell'agglomerato di Firenze, della Zona Prato Pistoia e della Zona Valdarno Aretino e Val di Chiana.



### Ubicazione centraline

- Zona tipo rurale (yellow circle)
- Zona tipo suburbana (green circle)
- Zona tipo urbana (blue circle)

## Zonizzazione ex D.Lgs 155/2010



### Agglomerato di Firenze

Presenta caratteristiche omogenee dal punto di vista del sistema di paesaggio, con alta densità di popolazione e, di conseguenza, di pressioni in termini emissivi derivanti prevalentemente dal sistema della mobilità pubblica e privata e dal condizionamento degli edifici e non presenta contributi industriali di particolare rilevanza. Comprende, racchiusi in un'unica piana, i centri urbani di Firenze e dei comuni contigui (Area omogenea fiorentina) per i quali Firenze rappresenta un centro attrattore.



Centraline della Rete regionale

I dati relativi all'ozono, misurati attraverso le 10 centraline della Rete regionale, vengono elaborati quotidianamente da ARPAT e messi a disposizione della comunità il giorno successivo tramite il Bollettino ozono.

L'aggiornamento on-line viene effettuato dal lunedì al venerdì alle ore 13,00 (i dati del fine settimana vengono pubblicati il lunedì successivo).

Le misure dell'inquinante fanno riferimento ai limiti individuati dalla normativa.

<http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/bollettini/index/ozono/>



### Le soglie di concentrazione

A causa degli effetti dell'ozono sull'uomo e sulla vegetazione, la normativa italiana ha posto differenti soglie alle concentrazioni:

- **Valore obiettivo:** non più di 25 gg all'anno con medie calcolate su otto ore consecutive superiori a  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , come media su 3 anni;
- **Valore obiettivo per la protezione della vegetazione:**  $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media su 5 anni, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio;
- **Soglia di informazione:**  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  media massima oraria;
- **Soglia di allarme:**  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  media massima oraria.



Nelle stagioni calde (maggio-settembre) ARPAT e LaMMA realizzano anche un bollettino che riporta i dati sulle concentrazioni di ozono misurate il giorno precedente, tramite la Rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria, e fornisce un'indicazione sulla tendenza per il giorno in corso e quello successivo basata sulla previsione di alcuni parametri meteo, come temperatura, irraggiamento solare e vento. Il servizio di previsioni e la relativa mappa vengono aggiornati dal lunedì al venerdì dal 1 maggio al 15 settembre entro le ore 11.00. Il bollettino presenta una scala per livelli di criticità:

-  Molto elevata (superamento soglia di allarme)
-  Elevata (superamento soglia di informazione),
-  Media (superamento del valore obiettivo)
-  Nessuna (nella norma).



[http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/mappa\\_ozono\\_lamma](http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/mappa_ozono_lamma)

**Direttiva 2008/50/CE**

del Parlamento europeo e del Consiglio, del 21 maggio 2008, relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

**D.Lgs 155/2010 e s.m.i.**

Attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

**D.M. 29.11.2012**

Individuazione delle stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria previste dall'articolo 6, comma 1, e dall'articolo 8, commi 6 e 7 del D.Lgs 155/2010.



Nella  
stessa  
collana:

1. **Polveri atmosferiche**, *marzo 2004*
2. **Le acque minerali naturali**, *settembre 2004*
3. **Amianto**, *marzo 2005*
4. **VIA - Valutazione di Impatto Ambientale**,  
*novembre 2006*
5. **Radon**, *marzo 2007*
6. **Qualità dell'aria: pollini e licheni**, *novembre 2007*
7. **Acque potabili**, *dicembre 2008*
8. **Le processionarie del pino e della quercia.**  
**Indicazioni operative e precauzioni**  
**da adottare**, *dicembre 2008*
9. **Impianti di telecomunicazione in città**,  
*dicembre 2009*
10. **I grandi vertebrati marini**, *novembre 2010*
11. **Il monitoraggio marino-costiero: il Poseidon**,  
*maggio 2011*
12. **Campi elettromagnetici a bassa frequenza:**  
**elettrodotti e cabine elettriche**, *novembre 2011*
13. **Inquinamento acustico**, *dicembre 2012*
14. **Polveri atmosferiche**, *dicembre 2012*
15. **Microinquinanti organici**, *settembre 2013*
16. **AIA - Autorizzazione Integrata Ambientale**,  
*dicembre 2013*
17. **Stabilimenti a rischio di incidente rilevante**,  
*dicembre 2014*
18. **Monitoraggio della qualità delle acque**  
**dolci superficiali**, *giugno 2015*
19. **La balneazione**, *luglio 2015*
20. **La biodiversità**, *giugno 2016*
21. **Bonifiche**, *ottobre 2017*
22. **Gli impianti geotermoelettrici**, *marzo 2018*

Per collegarsi alla  
pagina Web  
delle Schede  
informative ARPAT



**ARPAT**

**Agenzia regionale  
per la protezione  
ambientale della  
Toscana**

**Direzione generale  
via N. Porpora, 22  
50144 Firenze**

*Per informazioni e  
segnalazioni ambientali:*  
**urp@arpat.toscana.it**

*Per trasmissione di  
documenti con  
valore legale di invio:*

**arpat.protocollo@  
postacert.toscana.it**

**Centralino unico  
per tutti i Dipartimenti  
ARPAT della Toscana:**

**tel. 055.32061  
fax 055.3206324**

**Numero verde:  
800 800400**

**www.arpat.toscana.it  
https://twitter.com/  
arpatoscana**