



collana ambiente

scheda
informativa

27

Biossido di azoto, inquinante atmosferico

scheda
informativa

27

Biossido di azoto, inquinante atmosferico

Dicembre 2022



ARPAT
Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana



Indagine di gradimento
su questa pubblicazione

Per suggerimenti e informazioni:
Settore Comunicazione, informazione
e documentazione

ARPAT, via del Ponte alle Mosse, 211 - 50144 Firenze
Tel. 055.32061 - Fax 055.3206324
urp@arpat.toscana.it

Stampa: Arti Grafiche Cardamone Srl - Decollatura (CZ)

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

A cura di:

Bianca Patrizia Andreini

Tiziana Cecconi

Fiammetta Dini

ARPAT - Settore Centro regionale
per la tutela della qualità dell'aria
(CRTQA)

Redazione e realizzazione grafica

Francesca Baldi,

Maddalena Bavazzano,

Gabriele Rossi,

ARPAT - Settore Comunicazione,
informazione e documentazione
(SCID)

Foto 

ARPAT
SNPA

Freepik.com
Pixabay.com

INDICE

Che cosa è il biossido di azoto e come si forma.....	4
Le fonti di emissione di biossido di azoto in città.....	7
Il biossido di azoto come precursore di altri inquinanti.....	9
Effetti sull'uomo e sull'ambiente.....	10
Cosa fare per limitare l'inquinamento da biossido di azoto.....	12
Un inquinante anche indoor.....	13
I valori limite del biossido di azoto.....	15
Cosa fa ARPAT.....	17
Validazione, verifica e archiviazione dei dati raccolti dalla Rete di monitoraggio.....	18
Risorse ARPAT.....	19

INTRODUZIONE

La qualità dell'aria rappresenta uno dei principali fattori che influenzano la qualità della vita, in particolare nei centri urbani, interessati dalla presenza di molteplici inquinanti, tra cui il biossido di azoto, un inquinante di natura primaria e secondaria che nelle città è riconducibile prevalentemente alle emissioni del traffico veicolare e, in misura minore, agli impianti di riscaldamento. Ma che cos'è il biossido di azoto e quali sono i processi che portano alla sua formazione? Quali sono inoltre gli effetti sulla nostra salute e cosa possiamo fare per limitare l'inquinamento e migliorare la qualità dell'aria?

Con questa scheda cercheremo di rispondere a queste domande e suggerire i comportamenti più adeguati per ridurre l'esposizione quotidiana al biossido di azoto. Un focus particolare infine è dedicato alle attività di monitoraggio di ARPAT.

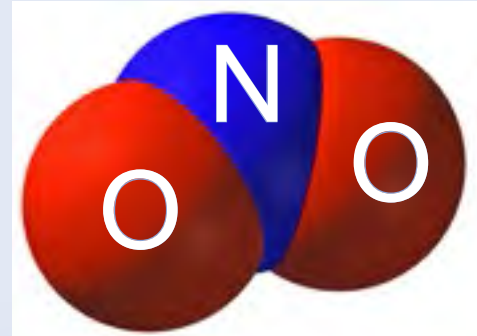
CHE COSA È IL BIOSSIDO DI AZOTO E COME SI FORMA

Il biossido di azoto (formula chimica NO_2) è una molecola composta da un atomo di azoto (**N**) e da due atomi di ossigeno (**O**).

In natura è presente sotto forma di gas di colore rosso bruno, dall'odore forte e pungente che, essendo più denso dell'aria, tende ad accumularsi e permanere a livello del suolo.

È un agente fortemente ossidante e in presenza di acqua forma soluzioni acide corrosive.

Il biossido è un inquinante prevalentemente secondario * e si forma a seguito dei processi di combustione, che innescano una reazione tra l'azoto e l'ossigeno dell'aria, ma vediamo meglio come funziona.



Rappresentazione tridimensionale della molecola di NO_2

* *Un inquinante secondario è una sostanza che non viene emessa in atmosfera direttamente da una sorgente (camino, tubo di scarico auto, ecc...), come avviene ad esempio per il monossido di carbonio (CO), che infatti è un tipico inquinante primario; l'inquinante secondario, invece, si forma direttamente in atmosfera a seguito di reazioni chimiche tra sostanze già presenti nell'aria.*

Tutti i processi di combustione, sia antropici che naturali, producono un aumento della temperatura. Alte temperature (a prescindere da cosa stia bruciando, ciò che conta è la temperatura raggiunta) innescano una reazione tra l'ossigeno e l'azoto presenti in atmosfera con la formazione di monossido di azoto (**NO**), un composto anch'esso considerato inquinante.



una molecola di azoto + una molecola di ossigeno
→ due molecole di monossido di azoto
Reazione innescata dalle alte temperature



Il monossido di azoto, una volta formato, si diffonde in atmosfera dove reagisce velocemente con l'ossigeno portando alla formazione di ossidi di azoto più complessi, tra cui il biossido di azoto.

Schematicamente possiamo dire che il biossido si forma attraverso la seguente reazione in cui due molecole di monossido di azoto reagiscono con l'ossigeno formando due molecole di biossido di azoto:



Mentre la reazione di formazione del monossido di azoto si innesca solo in presenza di alte temperature, la reazione di formazione del biossido è possibile anche a temperature più basse per cui, una volta introdotto NO in atmosfera, questo si trasformerà, con il tempo, tutto in NO₂.

Pertanto il biossido di azoto può essere considerato un prodotto secondario dei processi di combustione e in generale di tutti quelli che producono un

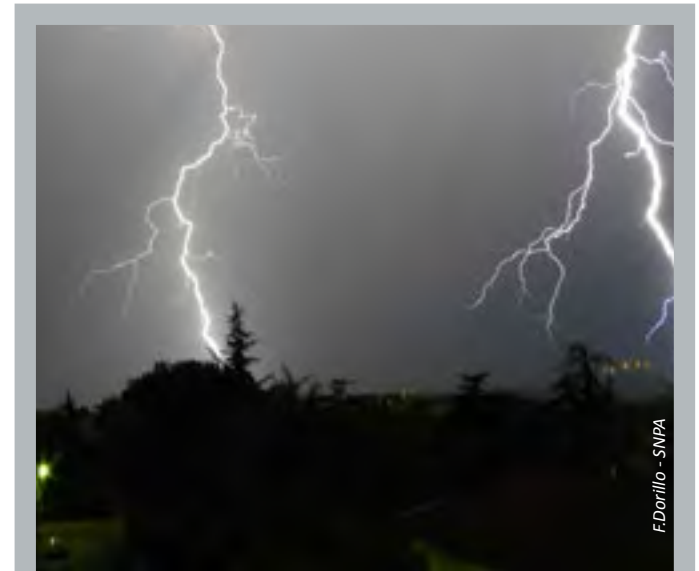
riscaldamento dell'aria, come fulmini, archi elettrici, saldature, ecc.

Sebbene in misura nettamente inferiore alla norma, il biossido di azoto nel periodo estivo si forma anche da reazioni fotochimiche secondarie che avvengono in atmosfera e a cui partecipa anche l'ozono.

Dopo essersi formati tuttavia gli ossidi di azoto permangono in atmosfera solo per pochi giorni perché vengono rimossi da reazioni che portano alla costituzione di acidi e sostanze organiche.



G. Sarlu - SNPA



F. Dorillo - SNPA

LE FONTI DI EMISSIONE DI BIOSSIDO DI AZOTO IN CITTÀ



La maggiore fonte di emissione di biossido di azoto in ambito urbano è, come detto, il traffico veicolare. La presenza di NO_2 è infatti principalmente legata agli scarichi dei veicoli (in particolare con motori diesel) che sono il prodotto della combustione del carburante usato.

La quantità di emissioni dipende anche dalle caratteristiche del motore e dalla modalità del suo utilizzo (velocità, accelerazione, ecc.).

In generale, la presenza di biossido di azoto aumenta quando il motore lavora ad elevato numero di giri (arterie urbane a scorrimento veloce, autostrade, ecc.). Infatti quando i veicoli sono a regime di marcia sostenuta e in fase di accelerazione, la produzione di biossido di azoto si incrementa all'aumentare del rapporto aria/combustibile, cioè quando è maggiore la disponibilità di ossigeno per la combustione.

Al momento dell'emissione, come già accennato, gran parte degli ossidi di azoto è in forma di NO , che viene poi ossidato in atmosfera dall'ossigeno e più rapidamente dall'ozono, dando luogo al biossido di azoto.

Altre fonti importanti sono gli impianti di riscaldamento civili e industriali.

Rilevanti, tra i numerosi processi industriali che danno origine al biossido sono le centrali per la produzione di energia.

Anche i gas di scarico delle navi e degli aerei, comunque sempre in relazione all'uso di qualche combustibile, contribuiscono alla produzione di NO_2 , naturalmente risultando meno significativi in ambiente urbano.

È importante ricordare che il biossido di azoto può essere originato anche da:

- processi produttivi senza combustione, come ad esempio l'utilizzo e la produzione di acido nitrico, la produzione di fertilizzanti azotati, processi di saldatura;
- sorgenti naturali (incendi, fulmini, eruzioni vulcaniche, attività di alcune specie di batteri).

Anche in questi casi il processo chimico è il medesimo, ovvero attraverso l'ossidazione di NO in atmosfera.



IL BIOSSIDO DI AZOTO COME PRECURSORE DI ALTRI INQUINANTI



V.Balducci - SNPA



ARPAT

In quanto fortemente reattivi, gli ossidi di azoto nell'aria danno vita a una serie complessa di reazioni chimiche che portano alla formazione di altri inquinanti.

Il biossido di azoto, in particolare, ha un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico (un particolare inquinamento dell'aria, tipico del periodo estivo, che si produce nelle giornate caratterizzate da condizioni meteorologiche di stabilità e di forte irradiazione solare).

Costituisce infatti la sostanza intermedia di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari pericolosi, come l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso, gli alchilnitriti, i perossiacetilnitriti, ecc.

Inoltre, il biossido di azoto, attraverso la reazione chimica con l'ammoniaca rilasciata dalle attività agricole e zootecniche, forma nitrato di ammonio che può essere uno dei principali componenti delle particelle fini, in particolare del PM_{2,5}.

EFFETTI SULL'UOMO E SULL'AMBIENTE

L'ampia diffusione e la comprovata tossicità del biossido di azoto ne fanno un inquinante particolarmente impattante sulla salute umana; esercita il suo effetto tossico principalmente sugli occhi, sulle mucose e sui polmoni. In particolare è responsabile di specifiche patologie a carico dell'apparato respiratorio come bronchiti, allergie, irritazioni, edemi polmonari.

I soggetti più a rischio sono i bambini e le persone già affette da patologie dell'apparato respiratorio (asmatici o affetti da bronchite cronica), nonché i soggetti residenti in prossimità di strade ad alta densità di traffico in ragione di esposizioni di lunga durata.



Gli effetti del biossido di azoto si manifestano generalmente parecchie ore dopo l'esposizione, per cui le persone spesso non si rendono conto che il loro malessere è dovuto all'aria inquinata.

Si può ritenere uno degli inquinanti atmosferici più pericolosi, anche per la salute dell'ambiente, perché gli inquinanti generati dalle reazioni fotochimiche secondarie una volta formati, possono depositarsi

al suolo per via umida (ad esempio le piogge acide) o secca, provocando danni alla vegetazione (rallentamento del processo di fotosintesi, senescenza e caduta delle foglie più giovani) e a edifici e monumenti (invecchiamento accelerato in molti casi irreversibile di materiali lapidei e corrosione di metalli).



COSA FARE PER LIMITARE L'INQUINAMENTO DA BIOSSIDO DI AZOTO

Per ridurre le concentrazioni di biossido di azoto, si devono prevedere azioni che riducano le emissioni di monossido di azoto, attraverso una diminuzione delle combustioni, in qualsiasi ambito esse si generino. Poiché però la fonte principale di ossidi di azoto è il traffico, pesante e leggero, il modo più efficace per limitarne le concentrazioni in atmosfera è ridurre il

traffico veicolare o imporre l'uso di motorizzazioni Euro 6 munite di dispositivi per l'abbattimento di NO_2 . Anche i veicoli elettrici, pur presentando emissioni di particolato di poco inferiori a quelle dei veicoli con motori termici, contribuiscono al miglioramento della qualità dell'aria per il biossido di azoto.



UN INQUINANTE ANCHE INDOOR

Il biossido d'azoto è tra gli inquinanti più comuni dell'aria indoor, specialmente in Italia, dove si usa quasi esclusivamente gas, sia per il riscaldamento, sia per cucinare.

Le principali fonti sono costituite infatti da stufe e radiatori a gas privi di scarico, tuttavia non trascurabili sono anche gli apporti di radiatori a oli combustibili e il fumo di tabacco. L'esposizione a questo composto può risultare, in assenza di adeguata ventilazione, anche superiore a quella dell'aria esterna.

Nelle abitazioni si riscontrano generalmente concentrazioni inferiori a $0,1 \text{ mg/m}^3$, sebbene si possono raggiungere livelli più elevati (superiori a $0,2 \text{ mg/m}^3$), soprattutto durante la cottura di cibi con stufe a gas o con l'uso di stufe a cherosene per il riscaldamento.



Pixel - Pixabay.com



Alexa - Pixabay.com



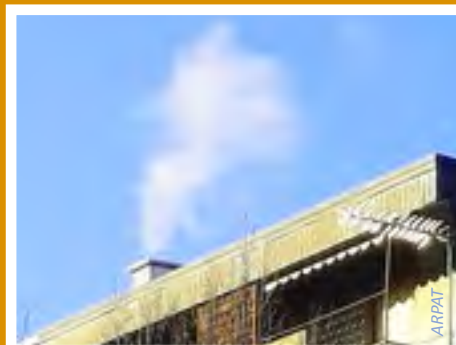
Pixabay.com

Per ridurre l'esposizione a biossido di azoto in ambiente domestico, si possono invece adottare queste misure*:

- Ventilare bene la cucina;
- Quando si cuoce usare l'estrattore d'aria con scarico all'esterno (cappe aspiranti);
- Far controllare e pulire regolarmente, da personale esperto, i sistemi di riscaldamento (caldaie, canne fumarie e camini);
- Far eseguire periodicamente, sempre da tecnici specializzati, la manutenzione dei sistemi di ventilazione;
- Non fumare negli ambienti chiusi.

* **Fonte:** *Ministero della salute*

https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_opuscoliPoster_283_ulterioriallegati_ulterioreallegato_0_alleg.pdf





I VALORI LIMITE DEL BISSIDO DI AZOTO

Il Decreto legislativo n.155 del 13 agosto 2010, stabilisce i valori limite per la tutela della salute umana per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di azoto:

- **Valore limite orario per la protezione della salute umana:** la media oraria di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non deve essere superata più di 18 volte in un anno.
- **Valore limite annuale per la protezione della salute umana:** la media annuale non deve superare i $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- **Soglia di allarme:** si raggiunge quando le concentrazioni medie orarie superano il valore di $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per 3 ore consecutive.



La concentrazione in aria del biossido di azoto viene espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ovvero microgrammi di molecole di NO_2 per metro cubo di aria campionata riportata alle “condizioni normali”, ma cosa significa?

Poiché il biossido di azoto è un gas, la sua densità e quindi il valore della sua concentrazione in aria dipende dalle condizioni di temperatura e pressione atmosferiche al momento della misura.

Dal momento che temperatura e pressione atmosferiche variano continuamente nel corso della giornata e durante le stagioni, le misure non possono essere confrontate direttamente né tra di loro né con i valori limite, perché riferite a condizioni ambientali differenti.

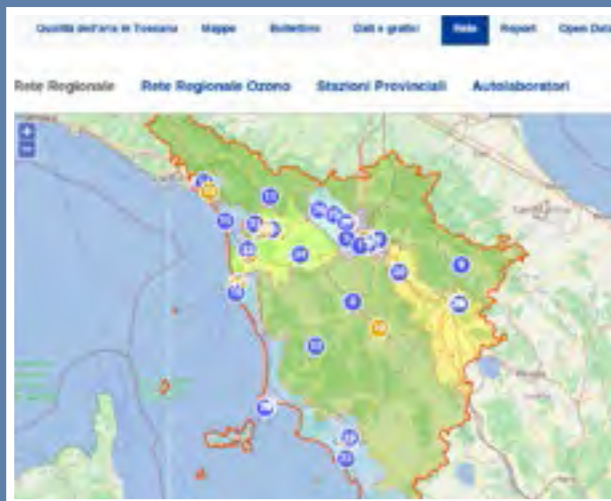
Per rendere confrontabili tra loro le concentrazioni atmosferiche di NO_2 rilevate in qualsiasi condizione di temperatura e pressione, i valori ottenuti devono essere normalizzati, cioè riportati alle condizioni cosiddette “normali”, definite convenzionalmente da una temperatura di $20\text{ }^\circ\text{C}$ e da una pressione di $1013,25\text{ hPa}$ (un’atmosfera).



COSA FA ARPAT

ARPAT gestisce i sistemi di rilevamento della qualità dell'aria in Toscana, assicura il corretto funzionamento tecnico della [Rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria](#), e raccoglie i dati effettuandone più livelli di validazione. La Rete, gestita da ARPAT, al 2022 conta 37 stazioni distribuite sul territorio della Toscana che effettuano misure dei principali inquinanti dell'aria ambiente in continuo, ovvero 24 ore al giorno senza interruzione; 36 stazioni misurano il biossido di azoto. La misurazione per il biossido, che fa riferimento ai limiti di concentrazione individuati dalla normativa, viene restituita come concentrazioni medie orarie.

I massimi medi orari giornalieri di NO_2 sono pubblicati, previa validazione degli operatori del settore, sul bollettino della qualità dell'aria - disponibile a partire dalle ore 13 nella sezione ["Qualità dell'aria"](#) del sito Web di ARPAT - che riporta il valore orario massimo acquisito nel corso della giornata precedente in ciascuno dei singoli siti di monitoraggio. Nella stessa sezione sono riportati in tempo reale anche i dati orari acquisiti dalle stazioni della Rete di monitoraggio, attraverso una procedura automatica che si aggiorna di ora in ora e pubblica i dati in seguito a una validazione automatica esclusivamente strumentale.



VALIDAZIONE, VERIFICA E ARCHIVIAZIONE DEI DATI RACCOLTI DALLA RETE DI MONITORAGGIO

Un primo livello di validazione consente la pubblicazione del dato nel bollettino giornaliero, con lo scopo di fornire un'informazione regolare e aggiornata. La costante attività di verifica della qualità dei dati prodotti assicura poi la possibilità di effettuare controlli più approfonditi.

Nel corso dell'anno l'Agenzia è infatti impegnata in una continua attività di gestione e validazione dei dati raccolti quotidianamente, fondata sull'utilizzazione di strumenti statistici da impiegare su serie di dati

riferite a lunghi periodi (trimestrali e/o annuali).

Proprio grazie all'affidabilità e attendibilità di questi dati è possibile calcolare i valori di riferimento su base annuale, da confrontare con i limiti normativi, ed elaborare i rapporti sulla qualità dell'aria - disponibili sul sito Web di ARPAT, sempre alla sezione "Qualità dell'aria" - che rappresentano un prezioso supporto di conoscenza per le decisioni delle amministrazioni competenti su possibili azioni di risanamento o mantenimento della qualità dell'aria.



RISORSE ARPAT



Sito Web di ARPAT - Sezione qualità dell'aria

<https://www.arp.at.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria>

Bollettino Rete regionale

<https://www.arp.at.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/bollettini/index/regionale/>

Bollettino stazioni provinciali

<https://www.arp.at.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/bollettini/index/provinciali/>

Archivio storico dati orari

https://www.arp.at.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/archivio_dati_orari





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**, *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*
23. **L'Ozono**, *maggio 2018*
24. **I depuratori di reflui urbani**, *giugno 2020*
25. **La Marine Strategy in Toscana**, *giugno 2021*
26. **VIA - Valutazione di Impatto Ambientale**, *aprile 2022*

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
ambientali:
urp@arpat.toscana.it

Per la 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](https://twitter.com/arpatoscana)