



Bollettino mensile della qualità dell'aria

2025 – GIUGNO

Provincia di Brindisi

*ARPA Puglia
UOC Centro Regionale Aria*

Sommario

| | |
|---|-----------|
| Le stazioni della qualità dell'aria nella provincia di Brindisi | 3 |
| Gli inquinanti monitorati | 4 |
| PM10 | 4 |
| PM2.5 | 5 |
| NO ₂ - biossido di azoto | 6 |
| O ₃ - Ozono | 7 |
| CO - monossido di carbonio | 8 |
| SO ₂ - biossido di zolfo | 9 |
| C ₆ H ₆ - benzene | 10 |
| Limiti normativi | 11 |
| Superamenti | 12 |
| STATISTICHE MENSILI | 13 |
| ANDAMENTI MENSILI | 18 |
| Bibliografia | 23 |

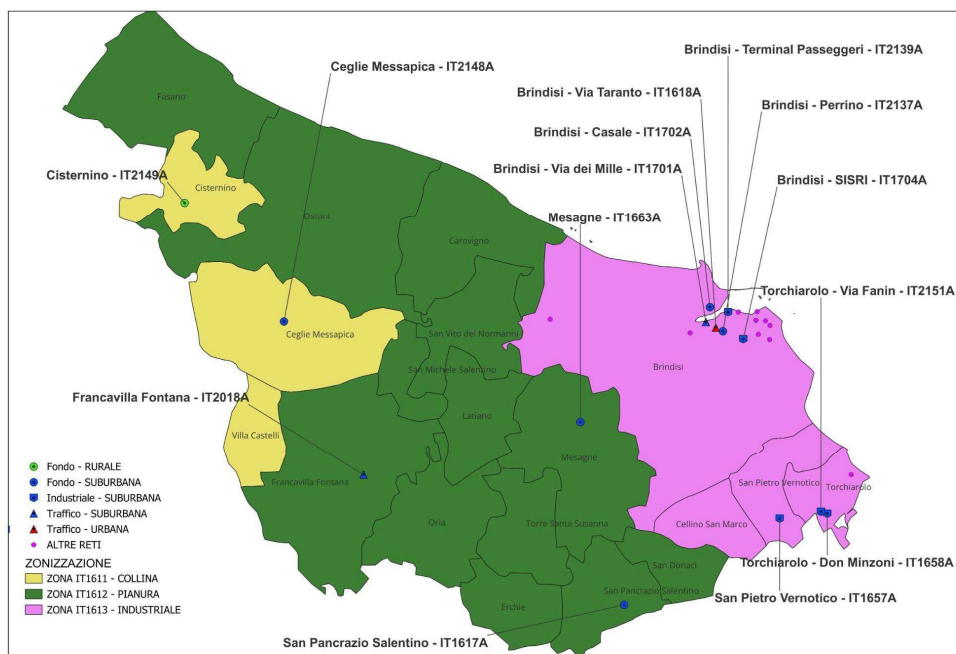
A cura dell'Ufficio Qualità dell'Aria

Le stazioni della qualità dell'aria nella provincia di Brindisi

In Provincia di Brindisi sono presenti n. 14 della Rete Regionale della Qualità dell'Aria (RRQA), istituita con D.G.R. n. 2420 del 16 dicembre 2013, e conforme ai criteri di localizzazione stabiliti dal D.Lgs. 13 agosto 2010, n. 155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", alle quali si aggiungono altre n. 2 stazioni fisse, che non fanno parte della rete europea, ma che rispettano i medesimi requisiti, ed integrano le misure puntuali previste per legge.

| <i>Comune</i> | <i>Denominazione</i> | <i>EU CODE</i> | <i>LAT N (WGS84)</i> | <i>LONG E (WGS84)</i> | <i>PM10</i> | <i>PM2.5</i> | <i>NO₂</i> | <i>CO</i> | <i>O₃</i> | <i>SO₂</i> | <i>C₆H₆</i> |
|-------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|-------------|--------------|-----------------------|-----------|----------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| Brindisi | Cappuccini | * | 40.630961 | 17.921792 | X | | X | X | | X | |
| | Casale | IT1702A | 40.650056 | 17.942583 | X | X | X | | X | | |
| | Perrino | IT2137A | 40.631314 | 17.954803 | X | | X | X | | X | |
| | SISRI | IT1704A | 40.624725 | 17.975050 | X | | X | X | | X | X |
| | Terminal Passeggeri | IT2139A | 40.645778 | 17.960694 | X | X | X | X | X | X | X |
| | Via dei Mille | IT1701A | 40.638806 | 17.937972 | X | | X | | | | X |
| | Via Taranto | IT1618A | 40.634258 | 17.947817 | X | X | X | | | | X |
| Ceglie M.ca | Ceglie Messapica | IT2148A | 40.649294 | 17.512708 | X | X | X | X | | X | X |
| Cisternino | Cisternino | IT2149A | 40.742794 | 17.415833 | X | | X | | X | X | |
| Francavilla Fontana | Via Filzi | IT2018A | 40.529511 | 17.588389 | X | | X | | | | X |
| Mesagne | Mesagne | IT1663A | 40.565444 | 17.808306 | X | | X | | | | |
| San Pancrazio Salentino | San Pancrazio Salentino | IT1617A | 40.423411 | 17.846389 | X | | X | | | | |
| San Pietro Vernotico | San Pietro Vernotico | IT1657A | 40.485600 | 18.005589 | X | | X | | | | |
| Torchiarolo | Don Minzoni | IT1658A | 40.488147 | 18.053558 | X | X | X | X | | X | X |
| | Lendinuso | * | 40.517433 | 18.079006 | X | | X | | | X | |
| | Via Fanin | IT2151A | 40.489675 | 18.047308 | X | X | X | | | X | |

* stazioni aggiuntive, non appartenenti alla RRQA



Gli inquinanti monitorati

PM10

Il PM10 è una frazione del particolato atmosferico che comprende tutte le particelle con un diametro aerodinamico uguale o inferiore a 10 micrometri. Si tratta di una miscela complessa di sostanze solide e liquide sospese nell'aria, derivanti da fonti sia naturali che antropiche. Tra le fonti naturali rientrano il sollevamento di polveri dal suolo, i pollini, le spore e il particolato marino, mentre tra quelle antropiche si annoverano le emissioni derivanti dalla combustione nei motori a combustione interna, dalle attività industriali, dal riscaldamento domestico e dall'usura di freni, pneumatici e asfalti.

Dal punto di vista chimico, la composizione del PM10 è estremamente variabile e dipende dal contesto geografico, stagionale e dalle sorgenti emissive prevalenti. Può includere metalli pesanti (come piombo, arsenico, nichel), composti organici complessi (ad esempio idrocarburi policiclici aromatici), solfati, nitrati, ammonio, polveri minerali e frammenti carboniosi. Proprio questa eterogeneità rende il PM10 un indicatore chiave nella valutazione della qualità dell'aria e del rischio per la salute umana.

Il comportamento del PM10 in atmosfera è determinato da fattori meteorologici e chimico-fisici. Può rimanere sospeso per tempi variabili - da poche ore fino a diversi giorni - e viene facilmente trasportato a distanze anche considerevoli, contribuendo al fenomeno del trasporto transfrontaliero dell'inquinamento atmosferico.

Dal punto di vista sanitario, il PM10 è oggetto di grande attenzione. Le particelle, una volta inalate, riescono a penetrare nelle vie respiratorie superiori e fino ai bronchi, dove possono causare irritazioni, infiammazioni croniche e aggravare patologie respiratorie preesistenti come asma e bronchite. Numerosi studi epidemiologici, tra cui quelli di Pope e Dockery (2006), hanno inoltre evidenziato una correlazione tra esposizione prolungata a PM10 e incremento della mortalità per cause cardiopolmonari. L'Organizzazione Mondiale della Sanità, nelle sue linee guida aggiornate nel 2021, ha ribadito che non esistono livelli sicuri di esposizione a questo tipo di particolato, fissando soglie di riferimento molto più stringenti rispetto a quelle attualmente previste dalla normativa europea.

In Europa, i limiti di qualità dell'aria per il PM10 sono stati inizialmente dalla Direttiva 2008/50/CE, che prevede un valore limite giornaliero pari a 50 microgrammi per metro cubo da non superare per più di 35 giorni all'anno, e un valore limite annuale di 40 microgrammi per metro cubo. Questi valori sono oggetto di revisione nell'ambito della nuova Direttiva (UE) 2024/2881, che punta a un maggiore allineamento con le evidenze sanitarie più aggiornate e le indicazioni dell'OMS.

Il PM10 rappresenta, quindi, un indicatore cruciale sia per le politiche ambientali che per la protezione della salute pubblica. Il suo monitoraggio sistematico, l'analisi della composizione chimica e l'uso di strumenti modellistici per valutarne la dispersione e l'origine rappresentano elementi fondamentali nei piani di risanamento della qualità dell'aria, come richiesto dai Programmi Regionali e Nazionali per la Qualità dell'Aria (PRQA e PNQA).

PM2.5

Il PM2.5, o particolato fine, è costituito da particelle con un diametro aerodinamico uguale o inferiore a 2,5 micrometri. A differenza del PM10, che include anche particelle più grossolane, il PM2.5 è molto più penetrante: può superare le barriere fisiologiche delle vie respiratorie superiori, raggiungendo gli alveoli polmonari e, in parte, entrando nel circolo sanguigno. Per questa ragione, è considerato il più pericoloso per la salute umana tra gli inquinanti atmosferici regolati.

Le particelle fini hanno origine prevalentemente secondaria, cioè si formano in atmosfera per reazioni chimiche che coinvolgono precursori gassosi come biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), ammoniaca (NH₃) e composti organici volatili (COV). Tuttavia, esistono anche sorgenti primarie, come la combustione in motori diesel, il riscaldamento a biomassa, le centrali termoelettriche e alcuni processi industriali. Le dimensioni ridotte permettono al PM2.5 di restare sospeso in atmosfera per periodi più lunghi rispetto al PM10 e di essere trasportato su distanze maggiori, influenzando aree molto più estese di quelle di emissione.

Dal punto di vista chimico, il PM2.5 è un vettore particolarmente efficiente di inquinanti, come metalli pesanti (piombo, cadmio, arsenico), diossine, furani, composti organici semivolatili, idrocarburi policiclici aromatici e frazioni ultrafini del carbonio elementare e organico. La loro superficie specifica elevata facilita l'adsorbimento di tali sostanze e ne favorisce la biodisponibilità una volta inalate.

I danni sanitari associati all'esposizione a lungo termine a PM2.5 sono documentati da un'ampia letteratura scientifica. Le particelle fini sono state correlate a malattie cardiovascolari, ictus, patologie polmonari croniche, diabete, disfunzioni cognitive e neurodegenerative, e persino a effetti avversi sullo sviluppo fetale. Studi chiave, come quelli del Global Burden of Disease e quelli pubblicati su riviste come The Lancet e Environmental Health Perspectives, indicano il PM2.5 come uno dei principali fattori di rischio ambientale a livello globale. L'OMS stima che milioni di morti premature ogni anno siano attribuibili all'esposizione a particolato fine.

A livello normativo, il PM2.5 è regolato dalla Direttiva 2008/50/CE, che fissa un valore limite annuale di 25 µg/m³. Tuttavia, l'OMS nelle sue Air Quality Guidelines del 2021 ha

raccomandato un valore molto più stringente: $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale, riconoscendo effetti negativi anche a concentrazioni molto basse. La nuova Direttiva (UE) 2024/2881, in fase di implementazione, recepisce parzialmente queste indicazioni, abbassando i limiti e introducendo obiettivi di riduzione dell'esposizione per la popolazione, una novità concettuale che riflette un approccio più proattivo alla tutela della salute pubblica.

Il PM_{2.5} è anche un indicatore chiave nei processi di modellazione atmosferica e valutazione integrata, in quanto riflette l'efficienza e la struttura del sistema energetico, dei trasporti e del riscaldamento urbano. Nei Programmi Regionali per la Qualità dell'Aria, il contenimento del PM_{2.5} rappresenta una delle priorità più urgenti, anche alla luce della componente transfrontaliera e del contributo da inquinamento di fondo, che limita l'efficacia delle sole misure locali.

NO₂ - biossido di azoto

Il biossido di azoto (NO₂) è un gas tossico di colore bruno-rossastro, pungente e fortemente ossidante, appartenente alla famiglia degli ossidi di azoto (NO_x). In atmosfera, l'NO₂ deriva principalmente dall'ossidazione dell'ossido di azoto (NO), che è il prodotto diretto della combustione ad alte temperature, in particolare nei motori a combustione interna e negli impianti termici. La sua presenza è quindi strettamente legata alle emissioni da traffico veicolare, specie nei contesti urbani, e ai grandi impianti industriali.

Dal punto di vista chimico-atmosferico, l'NO₂ ha un ruolo chiave nei processi fotolitici e nella formazione dell'ozono troposferico (O₃). Sotto irraggiamento solare, il NO₂ si dissocia producendo monossido di azoto (NO) e un atomo di ossigeno singoletto, che può reagire con O₂ per formare O₃. Inoltre, l'NO₂ contribuisce alla formazione di aerosol secondari, specialmente nitrati, e partecipa alla chimica dell'acidificazione e del bilancio radicalico in atmosfera.

Sul piano sanitario, l'NO₂ è stato ampiamente studiato per i suoi effetti respiratori acuti e cronici. L'esposizione, anche a basse concentrazioni, è associata a infiammazione delle vie respiratorie, aumento della reattività bronchiale, peggioramento dell'asma e aumento della sensibilità alle infezioni respiratorie. Diversi studi epidemiologici - come quelli del Committee on the Medical Effects of Air Pollutants (COMEAP) e dell'American Thoracic Society - hanno mostrato associazioni tra concentrazioni ambientali di NO₂ e incremento di ricoveri ospedalieri, mortalità cardiovascolare e malattie polmonari. L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) classifica il biossido di azoto come indicatore di un mix cancerogeno legato al traffico.

A livello normativo, l'NO₂ è regolato dalla Direttiva 2008/50/CE, con:

- un valore limite orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte l'anno;
- un valore limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'OMS, nelle linee guida 2021, raccomanda un valore annuale drasticamente inferiore: 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sulla base delle evidenze di rischio anche a concentrazioni precedentemente ritenute sicure. La nuova Direttiva (UE) 2024/2881 è in linea con un trend di abbassamento progressivo dei limiti normativi, riflettendo l'urgenza di contenere l'impatto sanitario delle emissioni urbane, in particolare nei contesti scolastici, ospedalieri e residenziali.

Dal punto di vista tecnico, il monitoraggio dell' NO_2 avviene tramite analizzatori chemiluminescenti, e l'interpretazione dei dati richiede l'integrazione con modelli di dispersione, dati meteorologici e inventari emissivi ad alta risoluzione. L' NO_2 , essendo un inquinante primario e secondario al tempo stesso, rappresenta anche un parametro guida per la valutazione degli impatti delle zone a basse emissioni (LEZ) e delle strategie di decarbonizzazione della mobilità.

O₃ - Ozono

L'ozono troposferico (O_3) è un inquinante secondario, ossia non viene emesso direttamente da sorgenti antropiche o naturali, ma si forma in atmosfera attraverso reazioni fotochimiche complesse, che coinvolgono precursori gassosi come ossidi di azoto (NO_x), composti organici volatili (COV), monossido di carbonio (CO) e radiazione solare. Questo lo distingue nettamente dall'ozono stratosferico, che svolge un ruolo protettivo schermando le radiazioni UV: l'ozono a bassa quota è dannoso sia per la salute umana sia per l'ambiente.

La sua formazione è tipicamente diurna e massima nei mesi estivi, favorita da condizioni di forte irraggiamento solare, temperature elevate e stagnazione atmosferica, specialmente in aree urbane e suburbane con elevate emissioni veicolari. Le reazioni principali coinvolgono l' NO_2 che, in presenza di luce, si dissocia liberando un atomo di ossigeno che si combina con l'ossigeno molecolare per formare ozono. In condizioni di bassa concentrazione di NO, l'ozono tende ad accumularsi.

Dal punto di vista sanitario, l'ozono è un gas fortemente ossidante e irritante, che agisce principalmente sull'apparato respiratorio. L'esposizione acuta può causare bruciore agli occhi, irritazione delle vie aeree, riduzione della funzionalità polmonare, e in soggetti sensibili (bambini, anziani, asmatici) può indurre crisi respiratorie. A lungo termine, può contribuire allo sviluppo di malattie respiratorie croniche e aumentare la morbilità e mortalità cardiovascolare. Studi come quelli pubblicati su Environmental Health Perspectives e The Lancet Planetary Health hanno dimostrato correlazioni tra esposizione a ozono e ospedalizzazioni per insufficienza respiratoria anche in contesti non urbani.

In ambito normativo, l'ozono è regolato dalla Direttiva 2008/50/CE che stabilisce:

- un valore obiettivo per la protezione della salute di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media massima giornaliera su 8 ore, da non superare più di 25 giorni/anno come media triennale;
- una soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e una soglia di allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) per la popolazione.

Le linee guida dell'OMS del 2021 sono molto più stringenti e propongono $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ su 8 ore come livello massimo raccomandato.

Dal punto di vista ambientale, l'ozono ha anche effetti fitotossici: danneggia i tessuti vegetali, riduce la fotosintesi e influisce negativamente sulla produttività agricola e sulla biodiversità forestale. L'indicatore AOT40 (accumulated ozone exposure over a threshold of 40 ppb) è impiegato per valutare l'impatto sugli ecosistemi.

La complessità della sua dinamica - influenzata da chimica non lineare, trasporto atmosferico, bilanci radicalici e feedback climatici - rende l'ozono un inquinante "critico" anche per la valutazione dell'efficacia delle politiche ambientali. Infatti, la riduzione delle emissioni di NO_x in contesti urbani può, paradossalmente, comportare un aumento delle concentrazioni di ozono a causa della diminuzione dell'effetto di "titolazione" dell' NO . Questo fenomeno impone l'adozione di strategie integrate per il controllo sia dei NO_x sia dei COV, come evidenziato nei lavori del Task Force on Hemispheric Transport of Air Pollution e nel Gothenburg Protocol.

CO - monossido di carbonio

Il monossido di carbonio (CO) è un gas incolore, inodore, insapore e altamente tossico, prodotto principalmente dalla combustione incompleta di materiali contenenti carbonio. Le principali fonti antropiche in ambito urbano includono i motori a combustione interna, in particolare quelli alimentati a benzina, il riscaldamento domestico inefficiente e alcune attività industriali. A livello atmosferico, il CO ha anche una componente naturale (es. incendi boschivi, emissioni vulcaniche) ma è prevalentemente di origine antropica nelle aree densamente popolate.

Dal punto di vista chimico-atmosferico, il CO è un inquinante primario, ma riveste anche un ruolo strategico nella chimica troposferica: interagisce con radicali ossidanti come l' $\text{OH}\cdot$, influenzando la capacità ossidativa dell'atmosfera e la formazione secondaria di ozono. Inoltre, è un tracciante utile per il trasporto di inquinanti in atmosfera, grazie alla sua relativa stabilità (tempo di vita atmosferico di settimane fino a mesi).

Gli effetti sulla salute umana sono particolarmente gravi, poiché il CO compete con l'ossigeno per il legame con l'emoglobina nel sangue, formando carbossiemoglobina (COHb) e riducendo l'apporto di ossigeno ai tessuti. Anche basse concentrazioni possono provocare cefalea, nausea, debolezza, mentre l'esposizione a concentrazioni elevate può

indurre perdita di coscienza e morte per anossia. L'OMS considera il CO una minaccia importante, soprattutto negli ambienti chiusi o scarsamente ventilati, e ha stabilito limiti di esposizione molto restrittivi (ad esempio, 10 mg/m³ per una media su 8 ore).

In ambito normativo, la Direttiva 2008/50/CE stabilisce per il CO un valore limite di 10 mg/m³ come media su 8 ore mobili, che non deve essere superato in nessuna stazione di rilevamento. Le concentrazioni ambientali di CO sono generalmente in calo in Europa negli ultimi decenni, grazie al miglioramento dei motori, all'introduzione di catalizzatori e alla progressiva elettrificazione dei trasporti.

Tuttavia, il CO continua a essere monitorato nei centri urbani e lungo le grandi arterie stradali come indicatore del traffico veicolare e come supporto alla valutazione integrata dell'esposizione. È anche un parametro importante nei modelli di dispersione urbana e nei sistemi di allerta precoce, in quanto la sua presenza può segnalare condizioni di scarsa ventilazione o inversione termica, particolarmente critiche in ambito invernale.

Dal punto di vista tecnico, la misura del CO avviene mediante analizzatori ad assorbimento infrarosso non dispersivo (NDIR), in grado di fornire dati in continuo con elevata sensibilità e affidabilità.

SO₂ - biossido di zolfo

Il biossido di zolfo (SO₂) è un gas incolore, dall'odore pungente e irritante, prodotto principalmente dalla combustione di combustibili fossili ad alto contenuto di zolfo, come carbone e olio combustibile, e da alcuni processi industriali (es. produzione di cemento, raffinazione del petrolio, metallurgia non ferrosa). È anche emesso naturalmente da attività vulcaniche e da sorgenti geotermiche, ma nelle aree antropizzate è quasi sempre di origine industriale.

Dal punto di vista chimico, il SO₂ è un gas fortemente solubile in acqua e altamente reattivo: una volta emesso in atmosfera, può subire ossidazione e dare origine a acido solforico (H₂SO₄), contribuendo alla formazione di piogge acide e di particolato secondario solfatico, soprattutto nella frazione fine (PM_{2.5}). Questa reattività rende il SO₂ un precursore chiave nei processi di acidificazione e nella formazione di aerosol secondari in presenza di umidità, ammoniaca e ossidanti atmosferici.

Gli effetti sulla salute umana sono ben documentati. Il SO₂ è un irritante delle mucose respiratorie, e l'esposizione acuta provoca broncocostrizione, difficoltà respiratoria e infiammazione. È particolarmente pericoloso per soggetti asmatici, bambini e anziani. A lungo termine, può aggravare patologie respiratorie croniche e contribuire all'incremento della mortalità per cause cardiopolmonari. L'OMS ha stabilito soglie molto basse per l'esposizione a breve termine: 500 µg/m³ per 10 minuti come valore guida, basandosi su evidenze di broncocostrizione anche a concentrazioni inferiori.

Sul piano normativo, il SO₂ è regolato dalla Direttiva 2008/50/CE, che stabilisce:

- un valore limite orario di 350 µg/m³, da non superare più di 24 volte l'anno;
- un valore limite giornaliero di 125 µg/m³, da non superare più di 3 volte l'anno.

Negli ultimi decenni, le concentrazioni atmosferiche di SO₂ in Europa sono notevolmente diminuite grazie alla desolforazione dei combustibili, alla transizione energetica e all'introduzione di impianti di abbattimento specifici (scrubber, torri a umido, deSOx) nelle centrali termoelettriche e negli impianti industriali.

Dal punto di vista tecnico-operativo, il monitoraggio del SO₂ avviene con strumenti basati su fluorescenza ultravioletta (UVF), che garantiscono sensibilità elevata e risposta rapida, fondamentali in caso di episodi acuti o nelle reti di monitoraggio di prossimità a impianti industriali.

Il SO₂ è anche un indicatore chiave nei modelli di valutazione dell'impatto emissivo delle aree portuali, delle raffinerie e delle centrali a carbone. Nei programmi regionali per la qualità dell'aria (PRQA), rappresenta un parametro spesso critico nei pressi di poli energetici o aree industriali integrate, ed è soggetto a valutazioni integrative tramite modellistica di dispersione, inventari emissivi dettagliati e valutazioni di impatto sanitario.

C₆H₆ - benzene

Il benzene (C₆H₆) è un idrocarburo aromatico volatile, liquido a temperatura ambiente, altamente infiammabile, con un odore dolciastro e una struttura ad anello esagonale planare costituita da sei atomi di carbonio legati da legami π delocalizzati. È uno dei più semplici e rappresentativi composti organici aromatici, ma soprattutto è un inquinante ambientale e un cancerogeno riconosciuto per l'uomo (classe 1 IARC).

In atmosfera, il benzene è prevalentemente un inquinante primario, emesso direttamente da sorgenti antropiche. Le fonti principali sono:

- la combustione incompleta di combustibili fossili (traffico veicolare, soprattutto motori a benzina senza catalizzatore o con catalizzatori degradati),
- evaporazione di carburanti e solventi organici,
- raffinerie, depositi di carburante, e impianti petrolchimici.

In contesto urbano, il benzene è considerato un marker del traffico veicolare, in particolare laddove sono ancora diffuse le auto a benzina o vi è scarsa manutenzione del parco veicolare. Può anche essere presente indoor per l'uso di materiali edilizi, prodotti per la pulizia e fumo di tabacco.

Dal punto di vista tossicologico, il benzene è altamente pericoloso per la salute umana, soprattutto per i suoi effetti ematotossici e cancerogeni. L'esposizione cronica può portare a danni al midollo osseo, anemia aplastica, leucemia mieloide acuta (AML) e altre neoplasie ematologiche. L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) lo ha classificato nel Gruppo 1 (cancerogeno certo per l'uomo) già nel 1982, con conferme successive. Anche a basse concentrazioni, il benzene è associato a effetti genotossici, ossia danni diretti al DNA. Dal punto di vista normativo, il benzene è regolato dalla Direttiva 2008/50/CE, che stabilisce un valore limite annuale di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, da misurarsi come concentrazione media annuale in siti di fondo urbano. Questo valore, sebbene superiore alle soglie ritenute sicure da parte dell'OMS, riflette un compromesso politico e tecnico sulle possibilità di abbattimento emissivo nei centri urbani europei. Le linee guida dell'OMS (2000) non fissano un valore soglia di esposizione sicura, ma propongono un approccio a rischio lineare senza soglia, stimando un aumento del rischio di leucemia anche per concentrazioni inferiori al $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La misurazione del benzene avviene solitamente mediante campionamento attivo con preconcentrazione su adsorbenti (come Tenax o carbone attivo) e successiva analisi in GC-MS, oppure in tempo reale mediante sistemi automatici basati su gascromatografia con rilevamento a ionizzazione di fiamma (GC-FID).

Dal punto di vista modellistico, il benzene presenta una vita media atmosferica di alcune ore o giorni, a seconda della concentrazione di radicali $\text{OH}\cdot$, con cui reagisce determinando la sua rimozione. La sua persistenza relativa, rispetto ad altri COV, lo rende utile per analisi di source apportionment e valutazione dell'esposizione urbana cumulativa. Infine, il benzene è oggetto di particolare attenzione nei PRQA e nelle AIA di impianti industriali, con obblighi di monitoraggio specifici nelle zone a rischio di contaminazione e lungo le principali direttrici di traffico.

Limiti normativi

| Inquinante | descrizione | elaborazione | Valore normativo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Superamenti consentiti |
|-------------------------------|------------------------|------------------------|---|---------------------------|
| PM10 | limite giornaliero | Media giornaliera | 50 | 35 anno |
| | limite annuale | Media giornaliera | 40 | - |
| PM2.5 | limite annuale | Media giornaliera | 25 | - |
| NO ₂ | limite orario | Media oraria | 200 | 18 anno |
| | limite annuale | Media giornaliera | 40 | - |
| O ₃ | Soglia di informazione | Media oraria | 180 | - |
| | Soglia d'allarme | Media oraria | 240 | - |
| | Valore obiettivo | Massima media mobile 8 | 120 | 75 tre anni |
| CO | limite giornaliero | Massima media mobile 8 | 10.000 | - |
| SO ₂ | limite giornaliero | Media giornaliera | 125 | 3 anno |
| | limite orario | Media oraria | 350 | 24 anno |
| C ₆ H ₆ | limite annuale | Media giornaliera | 5 | - |

Superamenti

Dal confronto con i limiti normativi validi nel periodo di osservazione si riscontra quanto segue.

PM10 - limite giornaliero

Sono stati registrati i seguenti superamenti del valore limite giornaliero:

- in data 13 giugno nella centralina di Brindisi - Via dei Mille con $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- in data 20 giugno nella centralina di Cisternino con $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$

NO₂ - limite orario

Nessun superamento

O₃ - Soglia di informazione

Nessun superamento

O₃ - Soglia d'allarme

Nessun superamento

SO₂ - limite giornaliero

Nessun superamento

STATISTICHE MENSILI

Tabella n. 1 - PM10 (dati giornalieri)

| Comune | Denominazione | EU CODE | % dati validi | min | max | med | 50° | 90° | 95° | 98° |
|-------------------------|-------------------------|------------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Brindisi | Cappuccini | * | 100 | 10 | 40 | 22 | 32 | 34 | 40 | 40 |
| | Casale | IT1702A | 90 | 15 | 31 | 23 | 24 | 29 | 31 | 31 |
| | Perrino | IT2137A | 96 | 8 | 35 | 23 | 23 | 31 | 35 | 35 |
| | SISRI | IT1704A | 93 | 5 | 38 | 20 | 19 | 32 | 38 | 38 |
| | Terminal Passeggeri | IT2139A | 87 | 15 | 33 | 23 | 2 | 31 | 33 | 33 |
| | Via dei Mille | IT1701A | 92 | 7 | 54 | 22 | 18 | 35 | 54 | 54 |
| | Via Taranto | IT1618A | 97 | 12 | 36 | 24 | 24 | 32 | 36 | 36 |
| | Ceglie M.ca | Ceglie Messapica | IT2148A | 100 | 10 | 34 | 21 | 20 | 32 | 34 |
| Cisternino | Cisternino | IT2149A | 63 | 14 | 64 | 28 | 24 | 46 | 64 | 64 |
| Francavilla Fontana | Via Filzi | IT2018A | 90 | 14 | 46 | 27 | 28 | 37 | 46 | 46 |
| Mesagne | Mesagne | IT1663A | 100 | 9 | 36 | 22 | 22 | 35 | 35 | 36 |
| San Pancrazio Salentino | San Pancrazio Salentino | IT1617A | 100 | 12 | 46 | 27 | 26 | 41 | 44 | 46 |
| San Pietro Vernotico | San Pietro Vernotico | IT1657A | 97 | 12 | 43 | 22 | 22 | 29 | 43 | 43 |
| Torchiarolo | Don Minzoni | IT1658A | 97 | 14 | 37 | 25 | 25 | 34 | 37 | 37 |
| | Lendinuso | * | 65 | 12 | 35 | 22 | 21 | 33 | 35 | 35 |
| | Via Fanin | IT2151A | 90 | 7 | 41 | 22 | 21 | 35 | 41 | 41 |

* stazioni aggiuntive, non appartenenti alla RRQA

Tabella n. 2 - PM2.5 (dati giornalieri)

| <i>Comune</i> | <i>Denominazione</i> | <i>EU CODE</i> | <i>% dati validi</i> | <i>min</i> | <i>max</i> | <i>med</i> | <i>50°</i> | <i>90°</i> | <i>95°</i> | <i>98°</i> |
|---------------|----------------------|----------------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Brindisi | Casale | IT1702A | 90 | 7 | 22 | 14 | 14 | 19 | 22 | 22 |
| | Terminal Passeggeri | IT2139A | 87 | 7 | 22 | 13 | 13 | 18 | 22 | 22 |
| | Via Taranto | IT1618A | 97 | 7 | 22 | 14 | 13 | 21 | 22 | 22 |
| Ceglie M.ca | Ceglie Messapica | IT2148A | 86 | 9 | 26 | 15 | 14 | 21 | 26 | 26 |
| Torchiarolo | Don Minzoni | IT1658A | 97 | 7 | 21 | 14 | 14 | 20 | 21 | 21 |
| | Via Fanin | IT2151A | 79 | 3 | 15 | 11 | 11 | 15 | 15 | 15 |

Tabella n. 3 - NO₂ Biossido di azoto (dati orari)

| <i>Comune</i> | <i>Denominazione</i> | <i>EU CODE</i> | <i>% dati validi</i> | <i>min</i> | <i>max</i> | <i>med</i> | <i>50°</i> | <i>90°</i> | <i>95°</i> | <i>98°</i> |
|-------------------------|-------------------------|----------------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Brindisi | Cappuccini | * | 97 | 3 | 90 | 16 | 12 | 31 | 38 | 49 |
| | Casale | IT1702A | 88 | <1 | 53 | 8 | 6 | 17 | 22 | 31 |
| | Perrino | IT2137A | 73 | 6 | 30 | 12 | 10 | 24 | 30 | 30 |
| | SISRI | IT1704A | 89 | 1 | 63 | 10 | 8 | 19 | 28 | 28 |
| | Terminal Passeggeri | IT2139A | 90 | <1 | 99 | 14 | 8 | 32 | 48 | 70 |
| | Via dei Mille | IT1701A | 98 | 1 | 76 | 17 | 15 | 31 | 41 | 48 |
| | Via Taranto | IT1618A | 100 | 1 | 88 | 13 | 9 | 27 | 41 | 62 |
| Ceglie M.ca | Ceglie Messapica | IT2148A | 98 | 2 | 37 | 10 | 8 | 18 | 22 | 27 |
| Cisternino | Cisternino | IT2149A | 87 | 1 | 23 | 5 | 4 | 10 | 14 | 16 |
| Francavilla Fontana | Via Filzi | IT2018A | 98 | 2 | 52 | 9 | 7 | 17 | 22 | 28 |
| Mesagne | Mesagne | IT1663A | 98 | <1 | 33 | 6 | 4 | 11 | 15 | 23 |
| San Pancrazio Salentino | San Pancrazio Salentino | IT1617A | 98 | 1 | 26 | 6 | 5 | 10 | 12 | 13 |
| San Pietro Vernotico | San Pietro Vernotico | IT1657A | 98 | 2 | 50 | 6 | 5 | 10 | 14 | 19 |
| Torchiarolo | Don Minzoni | IT1658A | 77 | 1 | 43 | 8 | 7 | 15 | 19 | 27 |
| | Lendinuso | * | 97 | 1 | 30 | 8 | 6 | 16 | 19 | 21 |
| | Via Fanin | IT2151A | 97 | 1 | 36 | 7 | 5 | 14 | 19 | 27 |

* stazioni aggiuntive, non appartenenti alla RRQA

Tabella n. 4 - CO Monossido di carbonio (dati orari)

| <i>Comune</i> | <i>Denominazione</i> | <i>EU CODE</i> | <i>% dati validi</i> | <i>min</i> | <i>max</i> | <i>med</i> | <i>50°</i> | <i>90°</i> | <i>95°</i> | <i>98°</i> |
|---------------|----------------------|----------------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Brindisi | Cappuccini | * | 96 | 0.1 | 1.3 | 0.6 | 0.6 | 0.9 | 1.0 | 1.0 |
| | Perrino | IT2137A | 89 | <0.1 | 0.6 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| | SISRI | IT1704A | 96 | 0.1 | 0.8 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| | Terminal Passeggeri | IT2139A | 99 | <0.1 | 0.6 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.5 |
| | Via Taranto | IT1618A | 88 | <0.1 | 0.8 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.6 |
| Ceglie M.ca | Ceglie Messapica | IT2148A | 83 | 0.3 | 1.0 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Torchiarolo | Don Minzoni | IT1658A | 70 | <0.1 | 1.1 | 0.3 | 0.2 | 0.9 | 1.0 | 1.0 |

* *stazioni aggiuntive, non appartenenti alla RRQA*

Tabella n. 5 - O₃ Ozono (dati orari)

| <i>Comune</i> | <i>Denominazione</i> | <i>EU CODE</i> | <i>% dati validi</i> | <i>min</i> | <i>max</i> | <i>med</i> | <i>50°</i> | <i>90°</i> | <i>95°</i> | <i>98°</i> |
|---------------|----------------------|----------------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Brindisi | Casale | IT1702A | 77 | 18 | 148 | 93 | 96 | 121 | 131 | 140 |
| | Terminal Passeggeri | IT2139A | 98 | 4 | 137 | 80 | 84 | 111 | 118 | 127 |
| Cisternino | Cisternino | IT2149A | 86 | 28 | 155 | 100 | 99 | 133 | 140 | 144 |

Tabella n. 6 - SO₂ Biossido di zolfo (dati orari)

| Comune | Denominazione | EU CODE | % dati validi | min | max | med | 50° | 90° | 95° | 98° |
|--------------|---------------------|---------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Brindisi | Cappuccini | * | 98 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | Perrino | IT2137A | 97 | 1 | 5 | 4 | 3 | 5 | 5 | 5 |
| | SISRI | IT1704A | 94 | <1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | Terminal Passeggeri | IT2139A | 91 | 1 | 14 | 3 | 3 | 4 | 4 | 7 |
| Ceglie M.ca | Ceglie Messapica | IT2148A | 98 | <1 | 10 | 3 | 3 | 5 | 6 | 6 |
| Cisternino | Cisternino | IT2149A | 85 | <1 | 14 | 2 | 2 | 4 | 6 | 7 |
| Torchiariolo | Don Minzoni | IT1658A | 53 | 1 | 16 | 5 | 5 | 6 | 7 | 11 |
| | Lendinuso | * | 96 | <1 | 12 | 3 | 3 | 5 | 5 | 6 |
| | Via Fanin | IT2151A | 97 | 1 | 10 | 3 | 3 | 5 | 5 | 7 |

* stazioni aggiuntive, non appartenenti alla RRQA

Tabella n. 7 - C₆H₆ Benzene (dati orari)

| Comune | Denominazione | EU CODE | % dati validi | min | max | med | 50° | 90° | 95° | 98° |
|---------------------|---------------------|---------|---------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Brindisi | SISRI | IT1704A | 83 | <0.1 | 6.9 | 0.4 | 0.2 | 0.7 | 1.2 | 2.1 |
| | Terminal Passeggeri | IT2139A | 84 | <0.1 | 7.7 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 1.3 |
| | Via dei Mille | IT1701A | 85 | <0.1 | 3.6 | 0.4 | 0.3 | 0.7 | 0.9 | 1.5 |
| | Via Taranto | IT1618A | 97 | 0.1 | 4.6 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 1.3 |
| Ceglie M.ca | Ceglie Messapica | IT2148A | 98 | <0.1 | 3.3 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.8 |
| Francavilla Fontana | Via Filzi | IT2018A | 82 | <0.1 | 5.4 | 0.5 | 0.4 | 0.7 | 1.2 | 1.8 |
| Torchiariolo | Don Minzoni | IT1658A | 90 | <0.1 | 8.9 | 0.4 | 0.3 | 0.8 | 1.1 | 1.7 |

* stazioni aggiuntive, non appartenenti alla RRQA

ANDAMENTI MENSILI

Figura n. 1 - PM10 medie giornaliere

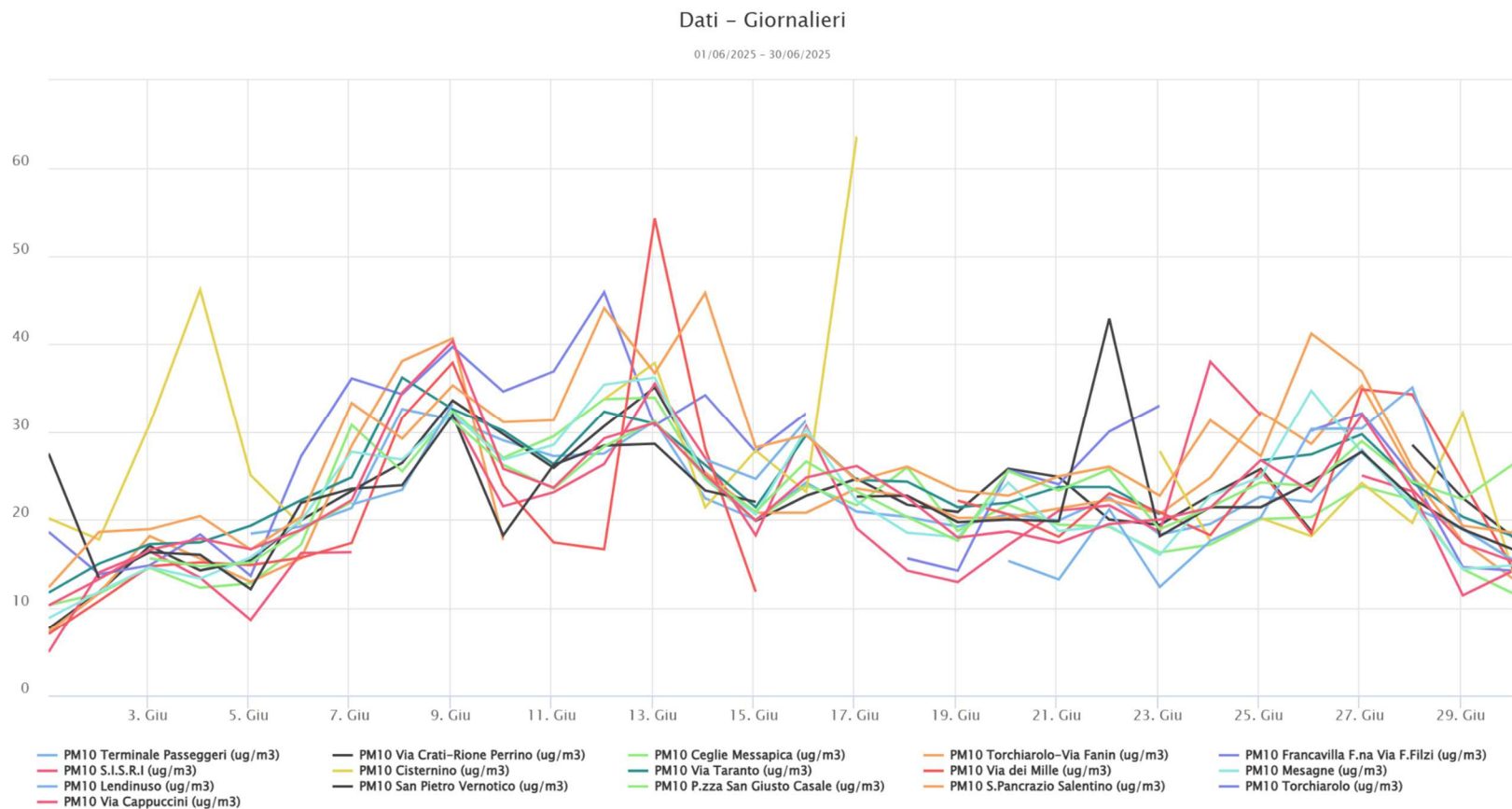


Figura n. 2 - PM2.5 medie giornaliere

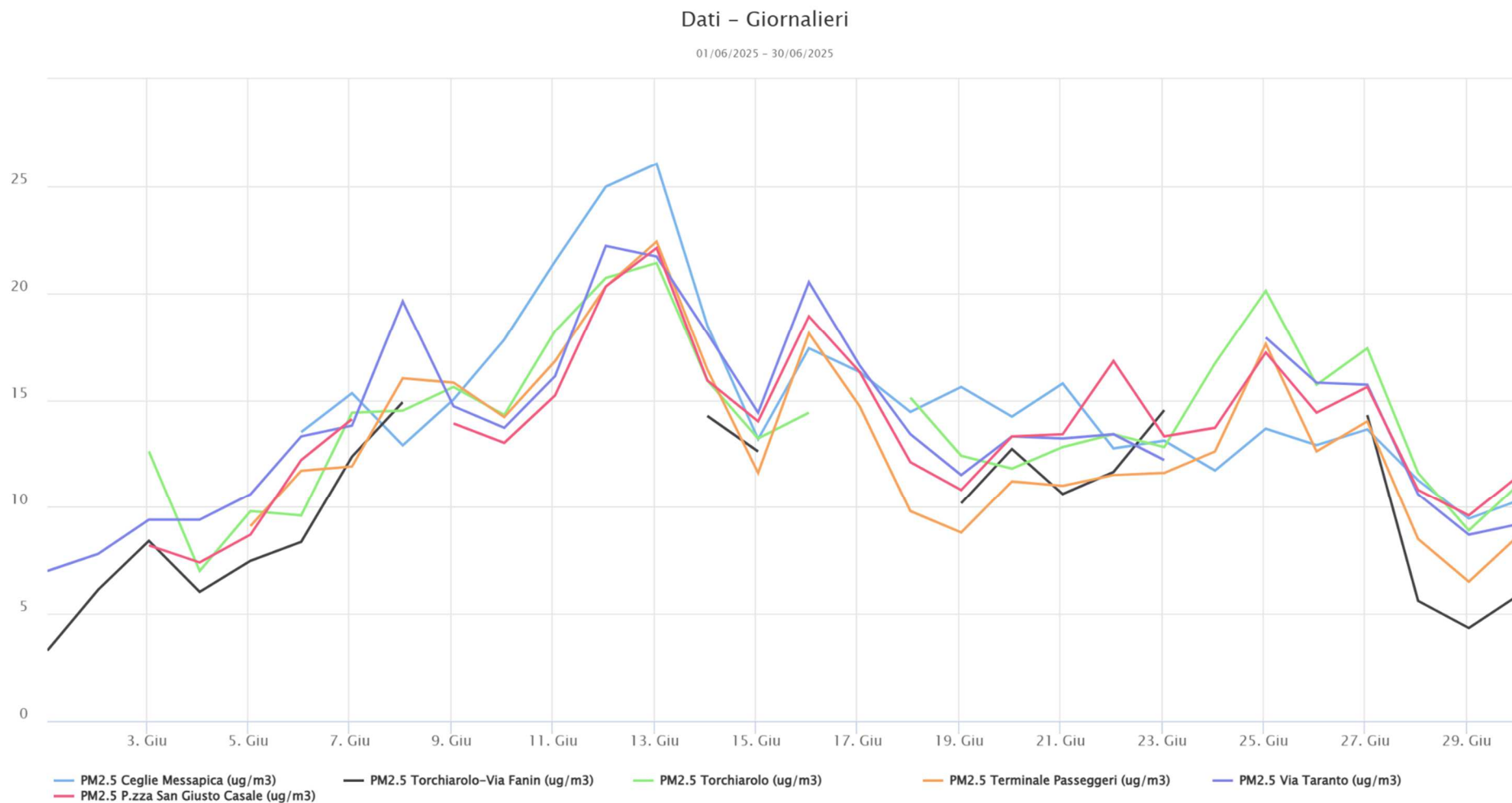


Figura n. 3 - NO2 Massimo orario giornaliero

Dati - Giornalieri (Max)

01/06/2025 - 30/06/2025

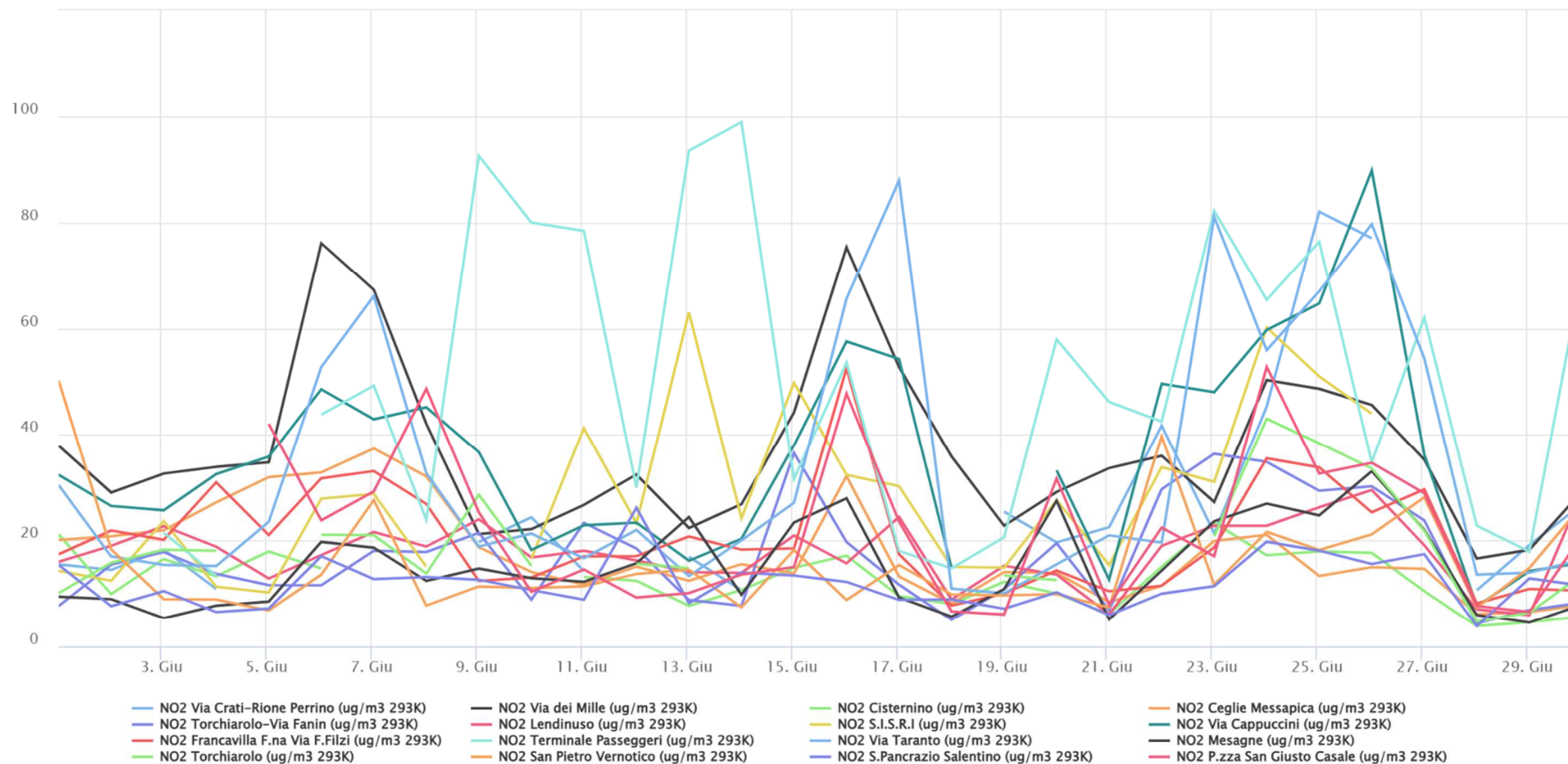


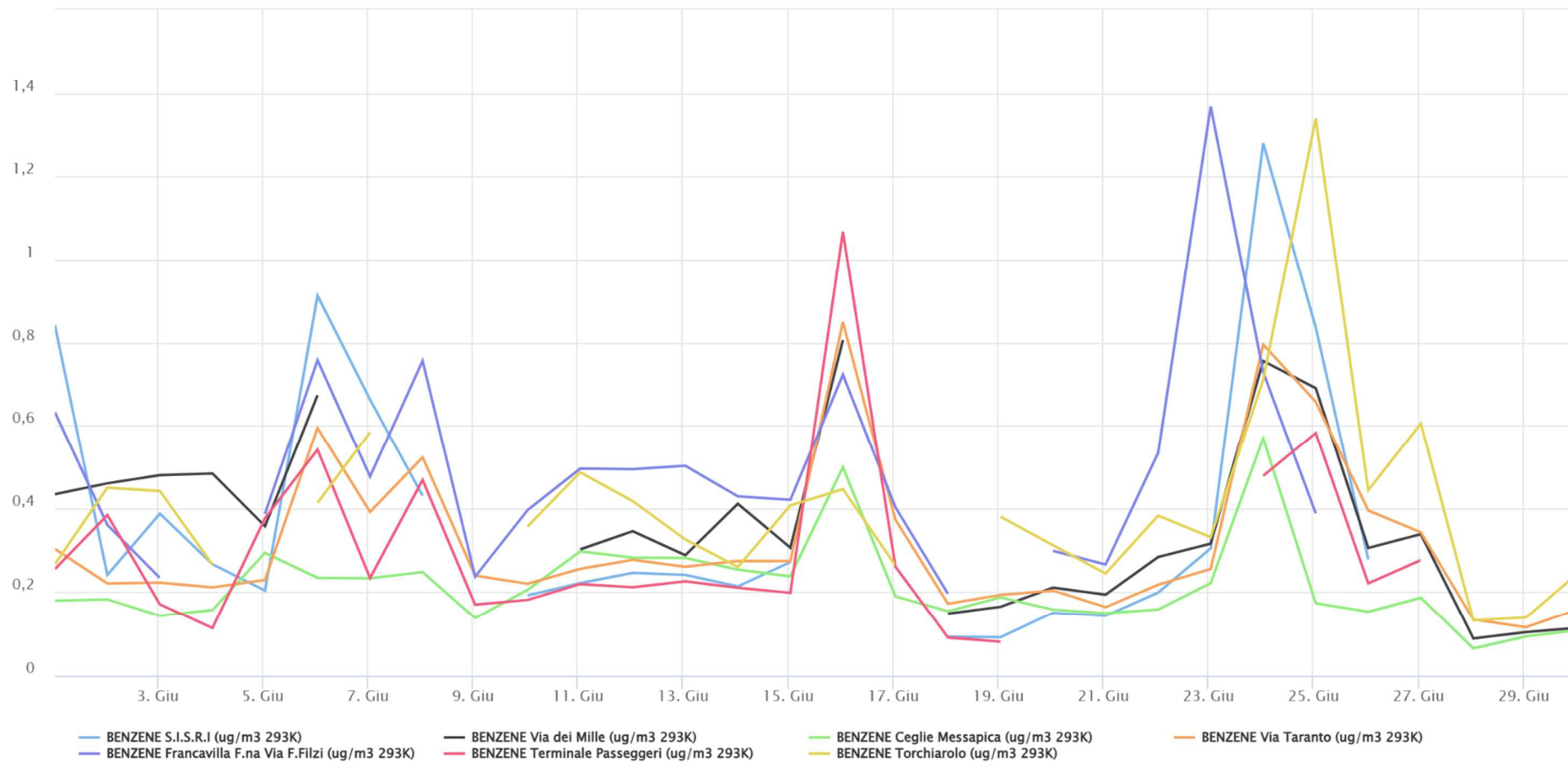
Figura n. 4 - O3 Massimo media mobile 8 ore



Figura n. 5 - Benzene medie giornaliere

Dati - Giornalieri

01/06/2025 - 30/06/2025



Bibliografia

World Health Organization. (2021). WHO Global Air Quality Guidelines: Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. WHO. <https://www.who.int>

Pope, C. A., & Dockery, D. W. (2006). Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 56(6), 709-742. <https://doi.org/10.1080/10473289.2006.10464485>

European Environment Agency. (2023). Air quality in Europe - 2023 report. EEA Report No 18/2023. <https://www.eea.europa.eu>

Health Effects Institute. (2019). Nitrogen Oxides: Recent findings in epidemiological studies and future research needs. HEI Special Report 21.

Committee on the Medical Effects of Air Pollutants (COMEAP). (2018). Associations of long-term average concentrations of nitrogen dioxide with mortality. UK Department of Health.

Monks, P. S., Archibald, A. T., Colette, A., et al. (2015). Tropospheric ozone and its precursors from the urban to the global scale from air quality to short-lived climate forcer. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 15(15), 8889-8973. <https://doi.org/10.5194/acp-15-8889-2015>

Sicard, P., De Marco, A., Agathokleous, E., et al. (2020). Amplified ozone pollution in cities during the COVID-19 lockdown. *Science of The Total Environment*, 735, 139542. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139542>

World Health Organization. (2010). WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. WHO Regional Office for Europe.

Raub, J. A., Mathieu-Nolf, M., Hampson, N. B., & Thom, S. R. (2000). Carbon monoxide poisoning—a public health perspective. *Toxicology*, 145(1), 1-14. [https://doi.org/10.1016/S0300-483X\(99\)00217-6](https://doi.org/10.1016/S0300-483X(99)00217-6)

Brunekreef, B., & Holgate, S. T. (2002). Air pollution and health. *The Lancet*, 360(9341), 1233-1242. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)11274-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(02)11274-8)

European Environment Agency (2023). Air pollutant emissions data viewer. <https://www.eea.europa.eu>

IARC (International Agency for Research on Cancer). (2012). Benzene. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 100F.

Snyder, R. (2012). Leukemia and benzene. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 9(8), 2875-2893. <https://doi.org/10.3390/ijerph9082875>

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). (2007). Toxicological Profile for Benzene. U.S. Department of Health and Human Services.