



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr,
Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Umwelt BAFU
Abteilung Luftreinhaltung und Chemikalien

Polveri fini PM2.5

Domande e risposte riguardanti caratteristiche,
emissioni, immissioni, effetti sulla salute e
misure

Ottobre 2024

Indice

<i>Caratteristiche</i>	2
<i>Emissioni</i>	5
<i>Immissioni</i>	6
<i>Valori limite di immissione</i>	8
<i>Conseguenze</i>	10
<i>Misure di riduzione</i>	14
<i>Bibliografia</i>	18

Caratteristiche

- **Come si formano le particelle?**

Si distingue tra particelle primarie, ovvero le particelle che si disperdono nell'aria in quanto tali, e particelle secondarie, ovvero le particelle che si formano nell'atmosfera a partire da precursori gassosi.

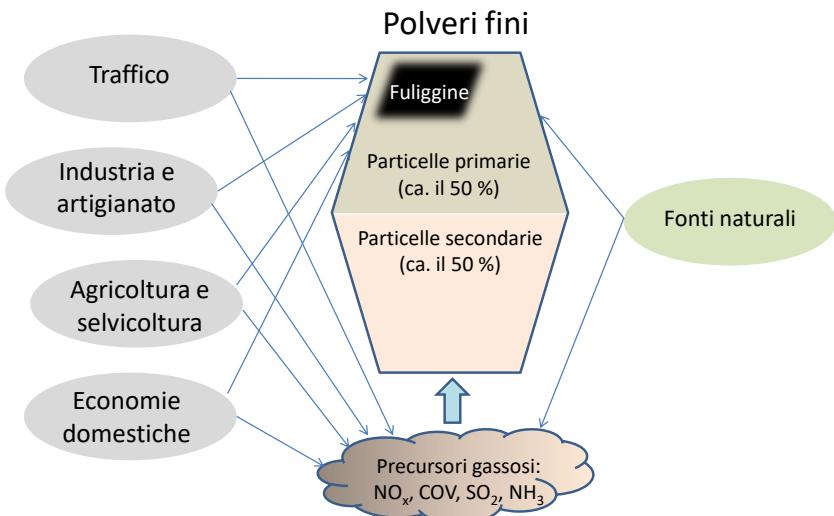


Figura 1 Rappresentazione schematica semplificata delle polveri fini presenti in Svizzera sotto forma di particelle primarie e secondarie e delle relative fonti. La fuliggine costituisce una parte delle polveri fini primarie.

Le particelle primarie generate da fonti antropiche durante i processi di combustione sono in prevalenza particelle ultrafini e fini con un diametro¹ inferiore a 0,3 µm (p. es. la fuliggine). Le particelle che si formano per abrasione o per messa in sospensione delle polveri hanno in genere un diametro superiore a 1-2 µm. Le fonti naturali comprendono i pollini, le spume marine, l'erosione del vento e i vulcani. Le particelle di dimensioni medie (comprese tra 0,1 e 1 µm) provengono per lo più da fonti secondarie e si formano per conversione gas-particella a partire dai precursori SO₂, NO_x, NH₃ e COVNM (composti organici volatili senza metano).

¹ **Diametro aerodinamico:** le particelle in sospensione nell'aria hanno forme e densità molto variabili; non è dunque semplice attribuire loro un diametro. Il diametro aerodinamico è una grandezza che si presta a descrivere tutta una serie di processi. Corrisponde al diametro che una particella sferica di densità pari a 1 g/cm³ dovrebbe presentare per avere la stessa velocità di sedimentazione in aria della particella considerata.

- **Qual è la composizione chimica del PM2.5²?**

La polvere è una miscela fisico-chimica complessa. Il PM2.5 è costituito da aerosol primario di combustione, abrasione e componenti secondari formati da precursori gassosi. La polvere turbinata, la nebbia marina e il materiale biologico sono costituiti principalmente da particelle grossolane e svolgono un ruolo minore nel PM2.5. Anche molti processi di abrasione generano prevalentemente particelle più grossolane.

Si possono distinguere i seguenti componenti importanti:

	Componenti	Precursori / Causa
Primari Componenti	Fuliggine (EC e materiale organico primario OM)	Processi di combustione, abrasione degli pneumatici
	Metalli pesanti	Combustione, produzione, usura di freni e pneumatici
	Polvere minerale	Abrasione stradale, cantieri, vortici di veicoli e vento, polvere del Sahara
Secondari Componenti	Solfato	Biossido di zolfo SO ₂
	Nitrato	Ossidi di azoto NO _x
	Ammonio	Ammoniaca NH ₃
	Materiale organico (MO)	Composti organici gassosi COVNM

Tabella 1 Composizione e fonti di PM2.5

In alcuni siti NABEL, alcuni componenti del particolato sono determinati in modo continuo o su base progettuale (cfr. Hüglin and Grange 2021). Riassumendo si può dire che poco meno della metà del PM2.5 è costituita da ammonio, nitrato e solfato, componenti che sui siti stradali e nella Svizzera meridionale sono pari a poco meno di un terzo. Se vi si aggiunge il materiale organico secondario (parte di MO), risulta una proporzione di aerosol secondario fino al 70% circa. Insieme, la fuliggine (carbonio elementare EC) e il materiale organico costituiscono un buon terzo del PM2.5, e sui siti stradali e nella Svizzera meridionale quasi la metà. La percentuale massica degli altri inquinanti esaminati (ad esempio polveri minerali, metalli pesanti) è molto esigua.

Le concentrazioni dei componenti secondari sono simile in tutto l'Altopiano. Secondo studi condotti in Ticino e nelle valli meridionali dei Grigioni (Hüglin 2012; Baltensperger 2013; Dällenbach 2017), tuttavia, la combustione del legno sembra giocare un ruolo ben più importante nell'inquinamento da particolato e nel suo contenuto di materiale organico sul versante meridionale delle Alpi.

² **PM2.5**: particelle con un diametro aerodinamico $\leq 2,5 \mu\text{m}$ (più precisamente: particelle che passano un ingresso con un'efficienza di separazione del 50% con un diametro aerodinamico di $2,5 \mu\text{m}$)

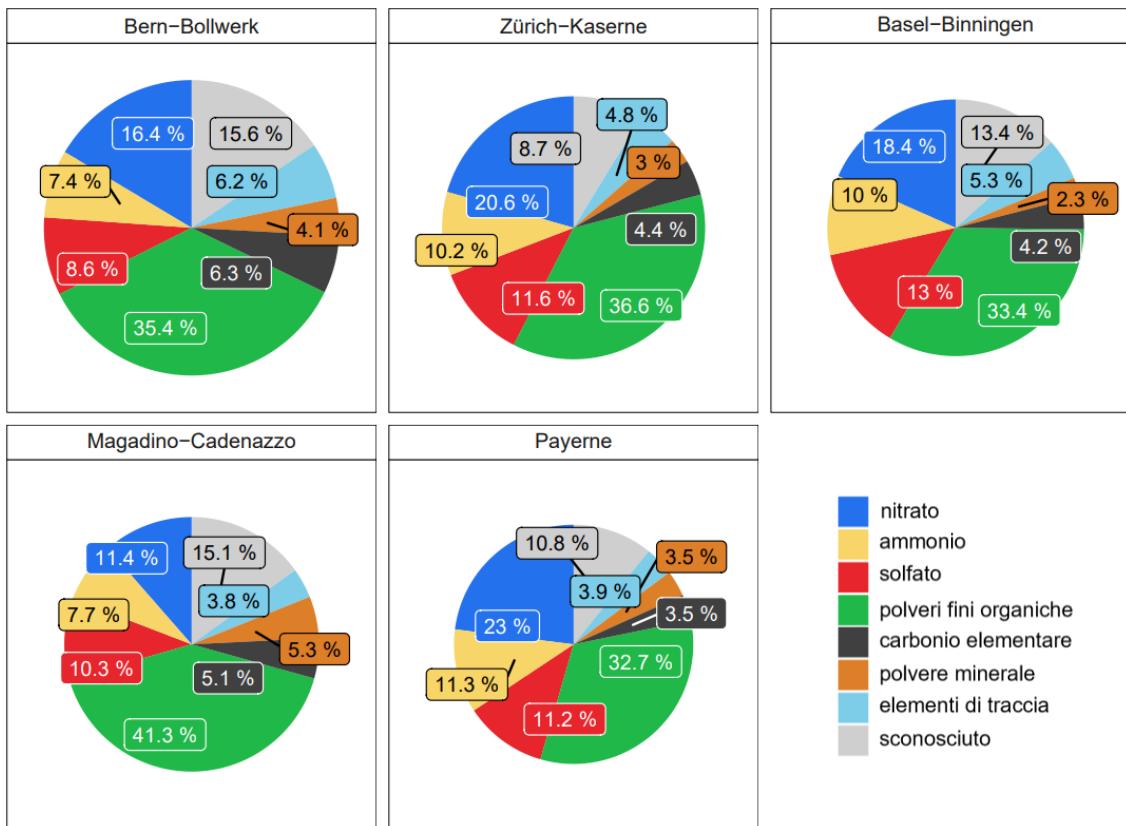


Figura 2 Composizione chimica media del PM_{2.5} nel 2018-2019 in cinque stazioni della Rete nazionale d'osservazione degli inquinanti atmosferici (NABEL). L'area dei cerchi è proporzionale alla concentrazione totale di PM_{2.5} registrata in ciascun sito: Bern-Bollwerk 14,0 µg m⁻³, Zürich-Kaserne 11,1 µg m⁻³, Basel-Binningen 10,6 µg m⁻³, Magadino-Cadenazzo 10,4 µg m⁻³, Payerne 9,2 µg m⁻³.

Figura di Hüglin and Grange 2021

Emissioni

- Quanto PM2.5 primario è emesso dalle varie fonti in Svizzera?

Le emissioni di PM2.5 primario in Svizzera ammontavano a poco meno di 7000 tonnellate nel 2022³ (UFAM, UNECE Submission 2024). La figura seguente mostra le quote dei vari gruppi di fonti in queste emissioni. Oltre all'industria e ai trasporti, anche l'agricoltura e la silvicultura contribuiscono alle emissioni. I sistemi di riscaldamento a legna nelle economie domestiche coprono solo una piccola parte del fabbisogno di calore ma hanno emissioni molto più elevate rispetto ai sistemi di riscaldamento a gasolio e a gas, che forniscono la parte del leone dell'energia termica. La figura non mostra le emissioni dovute agli incendi boschivi, che variano notevolmente di anno in anno.

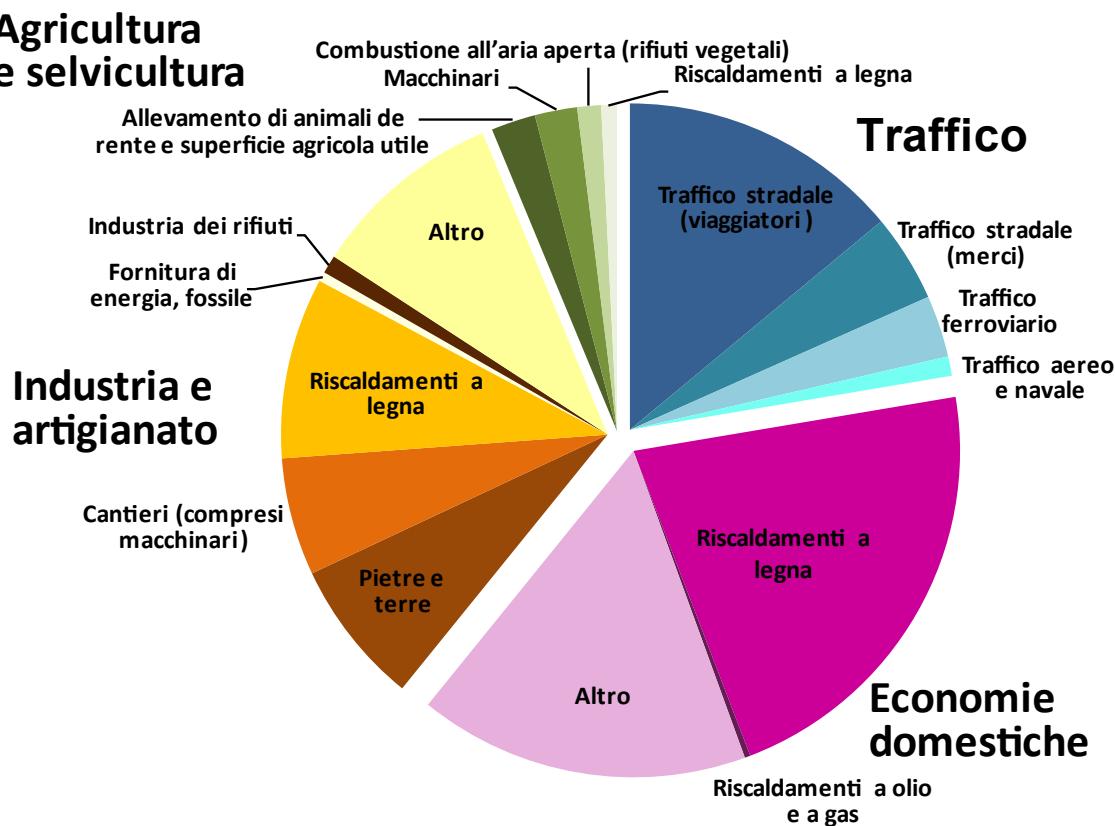


Figura 3 Quote delle diverse fonti di emissioni di PM2.5 primario in Svizzera nel 2022
(Fonte: UFAM, UNECE Submission 2024).

³ È importante notare che questi dati si basano su indagini, ipotesi e modellizzazioni complesse. In alcuni casi sono naturalmente associati a notevoli incertezze, che devono essere tenute in considerazione quando si utilizzano e si interpretano i dati. Molte aree vengono aggiornate regolarmente, il che significa che i dati degli anni precedenti non possono essere considerati definitivi.

Immissioni

- Qual è il carico medio annuo di PM2.5?

Le stazioni di misurazione della Rete nazionale d'osservazione degli inquinanti atmosferici (NABEL) nell'Altopiano hanno registrato valori medi annui molto simili per il PM2.5 negli anni 2021-2023. Nelle località rurali erano dell'ordine di 6-9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, nelle stazioni urbane o soggette a traffico si attestavano a 8-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In Ticino sono stati misurati valori di PM2.5 più elevati tra 9-12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Il rapporto medio a lungo termine tra PM2.5 e PM10 è di circa 0,70, tranne che nei canyon stradali e ai siti più secchi del Vallese.

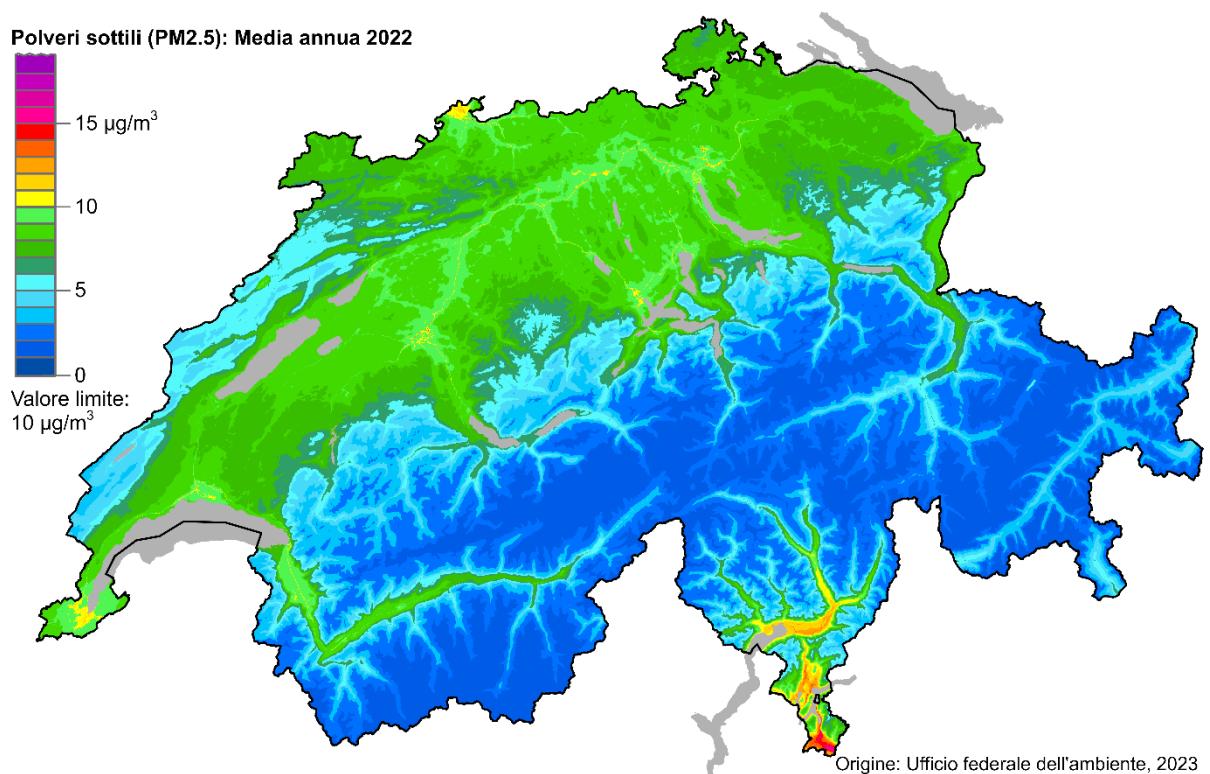


Figura 4 Media annua 2022 di PM2.5, calcolata a partire da una combinazione di valori misurati e di dati modello.

- **Come si è sviluppata l'esposizione al PM2.5 negli ultimi anni?**

Grazie alle misure di protezione dell'aria adottate dalla Confederazione, dai Cantoni e dai Comuni e all'applicazione dello stato dell'arte della tecnologia, le emissioni di inquinanti atmosferici sono state notevolmente ridotte. La rete NABEL rileva il PM2.5 dal 1998. Il grafico mostra il calo dell'inquinamento da polveri fini. Le fluttuazioni da un anno all'altro sono riconducibili alle condizioni climatiche dei singoli anni. Ulteriori informazioni sono disponibili nei [rapporti annuali e mensili di NABEL](#) (in tedesco e francese) e sul sito web dell'UFAM.

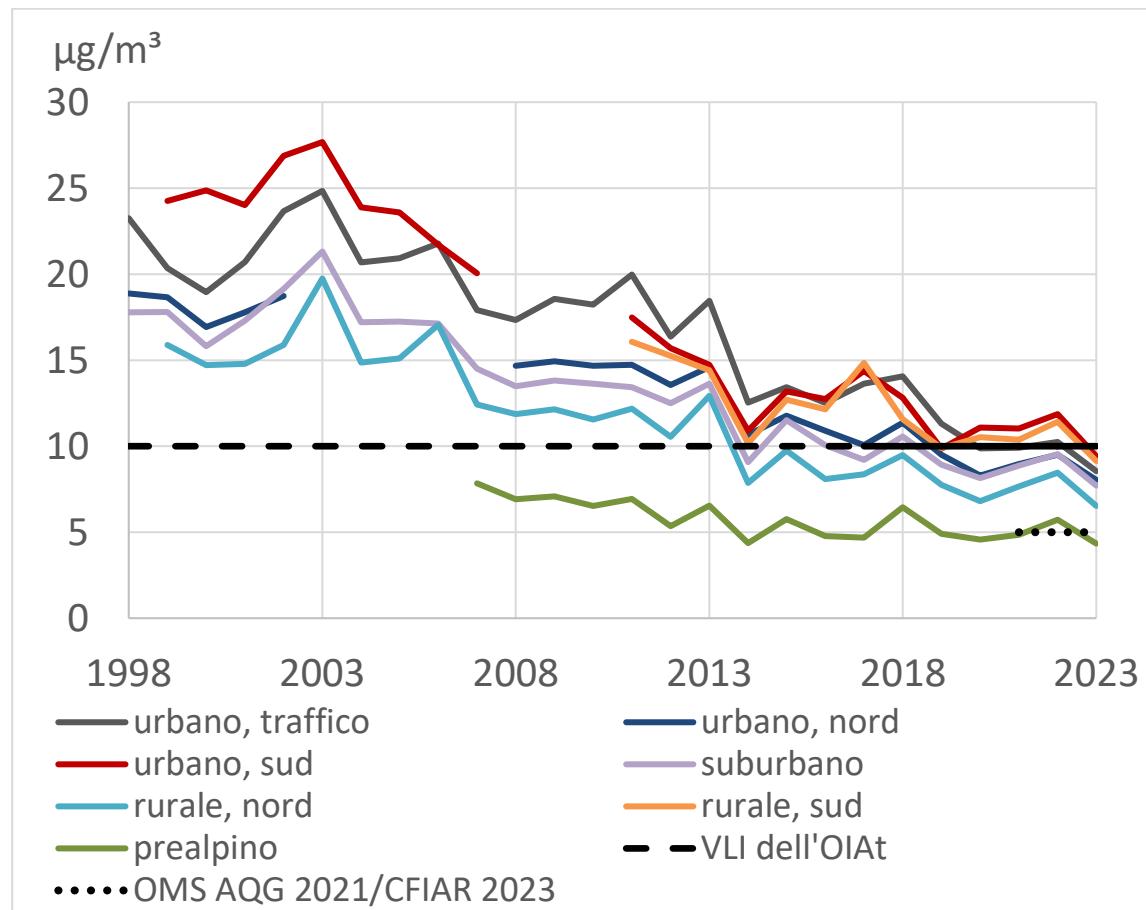


Figura 5 Evoluzione temporale del carico di PM2.5 (media annua) dalle misurazioni NABEL. Sono inoltre indicati il valore limite d'immissione (VLI) attualmente valido dell'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIAt) e il valore raccomandato dalla Commissione federale d'igiene dell'aria CFIAR, che corrisponde al valore guida per la qualità dell'aria (AQG) dell'Organizzazione Mondiale della Sanità OMS.

- **Come si diffondono gli inquinanti atmosferici?**

L'aria è in continuo movimento. La longevità del PM2.5 emesso localmente o formatosi nell'atmosfera ne consente il trasporto oltre confine. Il particolato proveniente dai Paesi limitrofi raggiunge la Svizzera, ma anche la Svizzera «esporta» PM2.5. Per tenere conto di questi aspetti, nell'ambito della Convenzione UNECE sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza sono in corso i negoziati per elaborare protocolli internazionali volti a ridurre le emissioni inquinanti in tutta Europa. La quota di PM2.5 importata in Svizzera varia da regione a regione.

Valori limite di immissione

- **Quali basi regolano la fissazione dei valori limite?**

La Svizzera stabilisce i valori limite d'immissione nell'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIAt)⁴ applicando i criteri della Legge sulla protezione dell'ambiente (LPAmb)⁵. Tiene conto dello stato delle conoscenze e delle raccomandazioni emanate dalle organizzazioni professionali, in particolare dell'Organizzazione mondiale della sanità (OMS). Secondo l'**OMS** esistono chiari legami tra l'inquinamento da particolato e una serie di effetti sulla salute, soprattutto le malattie respiratorie e cardiovascolari. Il Consiglio federale fissa i valori limite tenendo conto delle raccomandazioni della Commissione federale d'igiene dell'aria (CFIAR). Nel 2018, il Consiglio federale ha integrato nell'OIAt un valore limite di immissione relativo al particolato PM2.5. Il valore limite di 10 µg/m³ per la media annuale corrisponde alle raccomandazioni dell'OMS del 2005 (OMS 2006) ed integra i valori limite esistenti per il PM10.

Sulla base di un'analisi completa delle basi scientifiche, l'OMS ha abbassato i valori guida per diversi inquinanti atmosferici, tra cui il particolato PM2.5, nel 2021 (OMS 2021). La CFIAR raccomanda di modificare l'ordinanza contro l'inquinamento atmosferico per tenere conto dei valori guida dell'OMS del 2021, riducendo così il valore limite medio annuale per il PM2.5 a 5 µg/m³ e introducendo un valore limite medio giornaliero di 15 µg/m³, che può essere superato tre volte all'anno (CFIAR 2023). Il dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC sta attualmente esaminando le raccomandazioni della CFIAR.

- **Quali limiti medi annui per il PM2.5 si applicano negli altri Paesi?**

L'**UE** riconosce che obiettivi di qualità dell'aria adeguati devono tener conto delle norme, degli orientamenti e dei programmi pertinenti dell'OMS. L'obiettivo è raggiungere l'inquinamento zero per l'aria, l'acqua e il suolo entro il 2050 (Commissione europea 2021). A differenza della Svizzera, tuttavia, l'**UE** non ha fissato valori orientati agli effetti per il particolato, ma ha fissato valori limite giuridicamente vincolanti da raggiungere entro un determinato periodo di tempo, i quali sono integrati da un complesso sistema composto da valori obiettivo, impegni e obiettivi di riduzione all'esposizione. Nel 2024, l'**UE** ha abbassato il valore limite medio annuale per il PM2.5 a 10 µg/m³. Gli Stati membri hanno tempo fino al 2030 per raggiungere questi limiti più severi. A determinate condizioni, è possibile richiedere una proroga della scadenza.

In **Canada**, è in vigore dal 2020 un valore limite medio annuo di 8,8 µg/m³ per il PM2.5. Il valore non deve essere superato in media per tre anni.

Gli **Stati Uniti** hanno fissato un limite medio annuo di 9 µg/m³ nel 2023. Non può essere superato in media per tre anni.

L'**Australia** ha un valore limite medio annuo di 8 µg/m³. Tale valore dovrebbe essere ulteriormente ridotto nel 2025.

⁴ Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico, [RS 814.318.142.1](#)

⁵ Legge federale sulla protezione dell'ambiente, [RS 814.01](#)

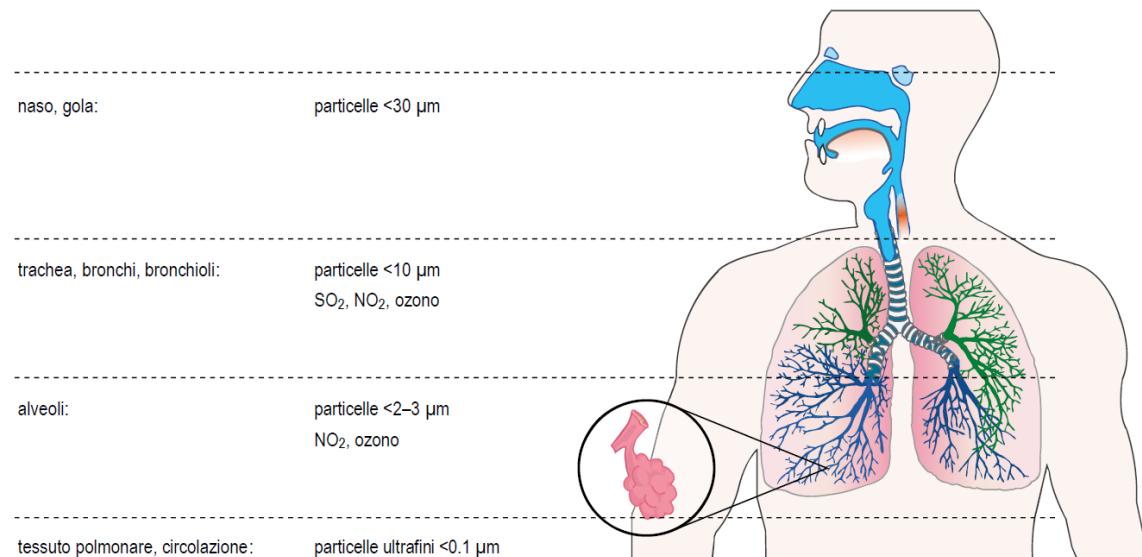
- **Come limitare gli ingredienti cancerogeni?**

Nel 2012, la Commissione dell'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (IARC) dell'OMS ha classificato la fuliggine diesel come cancerogena (cancerogeno di classe 1). Dall'ottobre 2013, la stessa classificazione si applica anche alle miscele di particelle in generale. Nell'ottica della tutela della salute, le concentrazioni di inquinanti cancerogeni devono essere mantenute al livello più basso possibile. Nel 2013, la Commissione federale digiene dell'aria ha raccomandato un obiettivo intermedio di riduzione dell'esposizione alla fuliggine cancerogena, costituita principalmente da particelle ultrafini, a un quinto (20%) entro dieci anni (CFIAR 2013). La concentrazione di fuliggine è ora nettamente diminuita, in particolare nei punti di maggior traffico (cfr. UFAM, [rapporto NABEL](#)).

Conseguenze

- **Come penetra nel corpo la polvere fine?**

Con ogni respiro, migliaia di particelle penetrano nelle nostre vie respiratorie. Mentre la maggior parte delle particelle viene espirata di nuovo, le altre si depositano nelle vie respiratorie e possono causare disagi e compromettere la salute. A differenza delle particelle più grandi, il PM2.5 penetra i bronchioli e gli alveoli sulla cui superficie si depositano.



[da: Inquinamento atmosferico e salute. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. 2014]

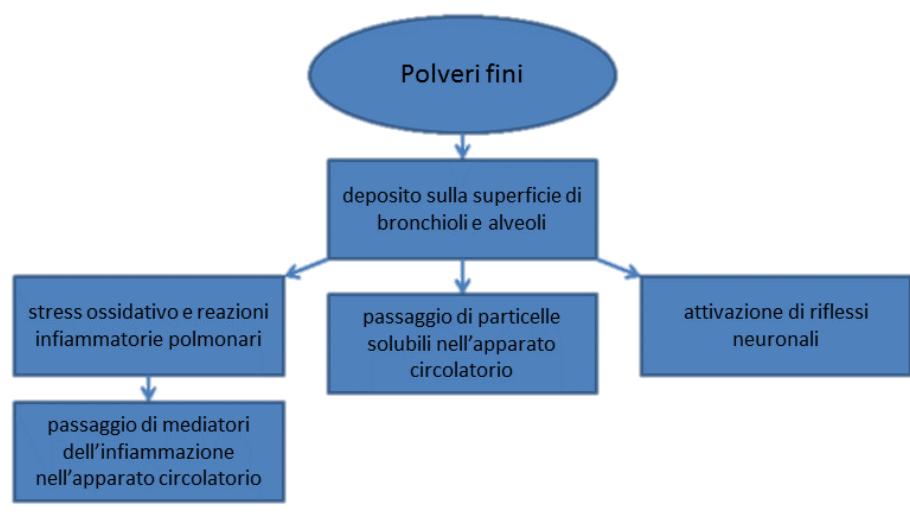
- **Come reagisce l'organismo umano alle polveri fini?**

Le particelle fini irritano a breve termine la mucosa nelle vie respiratorie e provocano una reazione di difesa infiammatoria con una maggiore formazione di muco. Ne conseguono difficoltà respiratorie come tosse, bronchite o, per le persone asmatiche, l'aumento degli attacchi di stress respiratorio.

Le mucose dei bronchi e dei bronchioli possiedono cellule vibratili la cui superficie è ricoperta di ciglia che rimuovono le particelle estranee. Gli alveoli polmonari ne sono invece privi e le particelle più piccole che vi giungono devono pertanto essere eliminate o dissolte mediante meccanismi di pulizia cellulare, i cosiddetti macrofagi. Le particelle ultrafini non vengono assorbite completamente dai macrofagi e possono quindi giungere nel sangue e in altri organi, e nel caso di donne incinte possono entrare nella circolazione sanguigna del feto.

I mediatori infiammatori formatisi negli organi respiratori innescano processi nelle pareti sanguigne e vascolari che possono portare a trombosi, arteriosclerosi e aumento della pressione del sangue. Nei giorni in cui le concentrazioni di PM2.5 sono più elevate si registra un calo delle funzioni polmonari delle persone, l'aumento dei ricoveri ospedalieri e dei decessi per malattie polmonari e cardiovascolari. Dal punto di vista sanitario, tuttavia, l'esposizione a lungo termine della popolazione a valori elevati di PM2.5 è ancora più significativa. Innumerevoli studi in tutto il mondo hanno dimostrato il nesso tra le elevate concentrazioni di PM2.5 a breve e a lungo termine e l'aumento dell'incidenza dei disturbi arrecati alla salute, in particolare delle malattie cardiovascolari, nella popolazione.

L'OMS ha esaminato in modo approfondito gli effetti delle particelle di fuliggine (black carbon; BC) sulla salute («Health Effects of Black Carbon», OMS 2012). Il rapporto giunge alla conclusione che gli effetti della fuliggine sul sistema respiratorio e cardiovascolare sono sufficientemente provati. È inoltre sempre più evidente che le particelle ultrafini hanno un effetto nocivo sulla salute. Nelle sue linee guida sulla qualità dell'aria 2021 (WHO global air quality guidelines, OMS 2021), tuttavia, l'OMS ha valutato i dati disponibili come insufficienti per stabilire valori indicativi per la fuliggine (black carbon) e le particelle ultrafini. Tuttavia, raccomanda di misurare la loro concentrazione nell'aria e di adottare misure per ridurre l'inquinamento.



Vie respiratorie	Cuore, circolazione e sangue
<ul style="list-style-type: none"> • Infiammazione della mucosa • Cambiamento della composizione del muco • Disturbo delle funzioni delle ciglia • Contrazione muscolare dei bronchi • Gonfiore delle mucose 	<ul style="list-style-type: none"> • Infiammazione della parete vascolare • Cambiamento delle funzioni della parete vascolare • Formazione di placche rinforzata • Coagulazione del sangue • Disturbi al sistema di conduzione del cuore

- **Conseguenze di un aumento a breve termine dell'inquinamento da particolato e di un'esposizione eccessiva a lungo termine:**

Il [grafico interattivo](#) del Centro di documentazione sull'inquinamento atmosferico e la salute (LUDOK) fornisce una panoramica delle conseguenze a breve e a lungo termine dell'inquinamento atmosferico.

Le conseguenze di un'esposizione elevata a breve termine comprendono l'aumento della mortalità per malattie cardiovascolari e respiratorie, l'ipertensione arteriosa, il deterioramento delle condizioni dei pazienti affetti da asma e broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO), l'aumento delle emergenze dovute a malattie cardiovascolari, BPCO e respiratorie, il deterioramento della funzionalità polmonare, l'aritmia cardiaca.

Le conseguenze di un'esposizione costantemente eccessiva al particolato sono un aumento della mortalità per malattie cardiovascolari e respiratorie, cancro ai polmoni, BPCO e asma, lo sviluppo di cancro ai polmoni, effetti dannosi sul sistema cardiovascolare (arteriosclerosi, pressione alta, variabilità del ritmo

cardiaco, coagulazione del sangue), sul sistema nervoso e sulle vie respiratorie (asma, bronchite, infiammazione delle vie respiratorie, riduzione della funzione polmonare).

La riduzione dell'inquinamento atmosferico mediante misure di tutela della qualità dell'aria consente di osservare anche miglioramenti sul piano sanitario (ERS 2010).

- **Ci sono persone più sensibili all'inquinamento atmosferico?**

Non tutti i gruppi di persone reagiscono con la stessa sensibilità agli effetti degli inquinanti atmosferici: i bambini e le persone anziane e malate corrono rischi maggiori. Anche la predisposizione genetica incide sul modo, più o meno sensibile, di reagire all'inquinamento atmosferico.

- **Che conseguenze ha l'inquinamento atmosferico per la popolazione svizzera e che vantaggi offre la riduzione delle concentrazioni di PM2.5?**

Uno studio congiunto condotto da igienisti dell'aria, epidemiologi ed economisti ha calcolato gli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute della popolazione svizzera (anno di base 2010), scegliendo come indicatore principale il PM10 ed esaminando al contempo anche gli effetti degli ossidi di azoto, ozono escluso. Ogni anno, in Svizzera, circa 2.200 persone muoiono prematuramente a causa dell'inquinamento atmosferico, con la conseguente perdita di circa 25.000 anni di vita (ARE 2018). Lo studio valuta i costi sanitari annuali a circa 6,5 miliardi di franchi.

Secondo un nuovo studio svizzero (Castro 2023), la riduzione del valore medio annuo del PM2.5 a 5 µg/m³ - in linea con il valore indicativo 2021 dell'OMS e con le raccomandazioni della CFIAR 2023 avrebbe i seguenti effetti positivi sulla salute della popolazione svizzera (rispetto alla situazione del 2019):

- circa 2.200 decessi prematuri in meno;
- circa 9.000 casi di BPCO evitati
- circa 5.000 casi di demenza evitati all'anno

- **L'inquinamento atmosferico nel centro città è più pericoloso per la salute rispetto ad altri luoghi?**

In linea di principio, gli effetti sulla salute aumentano con il livello di inquinamento da particolato. L'inquinamento da polveri fini è generalmente più elevato nelle aree fortemente popolate, motivo per cui si prevedono maggiori effetti sulla salute.

L'OMS osserva che gli aerosol di combustione svolgono un ruolo molto importante. Le particelle provenienti dalla combustione di biomassa (ad es. legno) hanno un potenziale tossico simile a quello delle particelle prodotte dalla combustione di combustibili fossili (ad es. gasolio).

- **Come proteggersi dalle ripercussioni sulla salute del particolato diffuso nell'aria che respiriamo?**

Poiché il PM2.5 è distribuito in modo relativamente omogeneo sia nel tempo che nello spazio, la prevenzione degli effetti sulla salute deve iniziare alla fonte, riducendo quindi le emissioni di inquinanti atmosferici.

- **Che rilevanza hanno questi dati per la politica di protezione dell'aria?**

Le misure di riduzione dell'inquinamento da polveri fini sono efficaci, poiché promuovono il miglioramento della salute della popolazione. Queste misure dovrebbero tuttavia riguardare tutti gli ordini granulometrici, ovvero sia le particelle grossolane sia quelle fini e ultrafini. Particolare attenzione va prestata alle particelle di fuliggine, che sono cancerogene (CFIAR 2013, CFIAR 2023).

- **Dove ottenere informazioni più dettagliate sugli effetti sulla salute?**

Informazioni supplementari sono disponibili sul sito dell'Ufficio federale dell'ambiente [Effetti dell'inquinamento atmosferico](#) e presso il Centro di documentazione sull'inquinamento atmosferico e la salute [LUDOK](#).

Misure di riduzione

Oltre alle misure a livello cantonale, nazionale e internazionale, il comportamento di mobilità e di consumo di ogni individuo contribuisce a ridurre l'inquinamento da particelle.

- **Qual è la strategia svizzera per la riduzione del particolato?**

La riduzione dell'inquinamento da polveri fini richiede una riduzione delle emissioni sia delle polveri fini emesse principalmente, sia dei precursori inquinanti anidride (solforosa, ossidi di azoto, ammoniaca, composti organici volatili).

Nel piano di lotta contro l'inquinamento atmosferico (Consiglio federale svizzero 2009), sono stati stimati i seguenti inquinanti atmosferici, la cui riduzione delle emissioni in Svizzera è necessaria per raggiungere gli obiettivi di protezione (valori limite d'immissione e carichi critici). Nel caso delle polveri fini, l'obiettivo si riferisce al PM10, poiché l'OIAT, all'epoca, conteneva valori limite di immissione solo per questa massa di polveri fini.

Sostanza nociva	Necessaria riduzione delle emissioni rispetto al 2005
Anidride solforosa SO ₂	Prevenire un nuovo aumento, misure precauzionali
Ossidi di azoto NO _x	ca. 50%
Composti organici volatili COVNM	ca. 20-30%
Polveri fini PM10 (primarie)	ca. 45%
Ammoniaca NH ₃	ca. 40%
sostanze cancerogene (ad es. fuliggine diesel)	per quanto tecnicamente possibile e proporzionato

Tabella 2 Riduzioni delle emissioni necessarie per conseguire gli obiettivi sanitari e ambientali esistenti nel 2009. In Svizzera, le immissioni di PM2.5 e PM10 sono strettamente correlate. La riduzione delle immissioni di PM2.5 e PM10 negli ultimi anni si è verificata al contempo in quasi tutte le località svizzere. Le misure svizzere di controllo dell'inquinamento atmosferico sono state quindi di pari importanza ed effetto per il PM2.5 e il PM10. In media, le immissioni di PM2.5 rappresentano circa il 70 per cento delle immissioni di PM10.

Per affrontare le fonti di emissione di particolato primario, in particolare gli impianti di riscaldamento a legna e caminetti occorrono ulteriori misure. Gli inquinanti precursori gassosi (NO_x, COVNM, SO₂) vengono ridotti nell'ambito delle strategie esistenti contro l'ozono, l'acidificazione e l'eutrofizzazione.

Particolare enfasi è posta sulla riduzione della fuliggine, che contribuisce al PM2.5, e deve pertanto essere ridotta il più possibile a causa delle sue proprietà cancerogene. È altresì importante che vengano attuate le riduzioni delle emissioni di fuliggine diesel delle macchine agricole e di ammoniaca previste dagli obiettivi ambientali per l'agricoltura (UFAM / UFAG 2008).

Nel caso del particolato secondario, il trasporto transfrontaliero di sostanze inquinanti svolge un ruolo non trascurabile. Oltre alla riduzione delle emissioni in Svizzera, una notevole riduzione delle sostanze inquinanti all'estero è quindi un prerequisito per la protezione della salute e dell'ambiente.

- Qual è la strategia per la riduzione del particolato a livello internazionale?**

Nell'ambito della Convenzione sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza UNECE (CLRTAP), nel 2019 è entrato in vigore il Protocollo di Göteborg ([RS 0.814.327](#)) riveduto che impegna le parti a ridurre ulteriormente le emissioni di biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), composti organici volatili (COV), ammoniaca (NH₃) e particolato primario (PM2.5) (tab. 3) applicando la migliore tecnologia disponibile.

	SO ₂	NO _x	COV	NH ₃	PM2.5
Svizzera	21%	41%	30%	8%	26%
Unione europea (UE27) + Gran Bretagna	59%	42%	28%	6%	22%

Tabella 3 Impegni per la riduzione delle sostanze inquinanti tra il 2005 e il 2020 nell'ambito del protocollo di Göteborg riveduto

Ulteriori significativi miglioramenti della qualità dell'aria sono stati raggiunti grazie all'attuazione del Protocollo di Göteborg riveduto. Tuttavia, questi impegni devono essere considerati solo come un obiettivo intermedio, poiché gli obiettivi di protezione internazionale fissati dall'OMS richiedono ulteriori riduzioni di tutti gli inquinanti. Le emissioni di NH₃, in particolare, sono state ridotte solo in misura limitata. Occorre ridurle ulteriormente adottando misure supplementari nell'agricoltura.

- Quali ulteriori impegni internazionali di riduzione delle emissioni sono importanti?**

Nell'ambito della Direttiva NEC⁶ (UE 2016), gli Stati membri dell'UE si sono impegnati a ridurre ulteriormente e in modo significativo le loro emissioni inquinanti entro il 2030. Si può quindi presumere che l'UE otterrà ulteriori miglioramenti significativi della qualità dell'aria, di cui beneficerà anche la Svizzera.

	SO ₂	NO _x	COV	NH ₃	PM2.5
Germania	58 %	65 %	28 %	29 %	43 %
Francia	77 %	69 %	52 %	13 %	57 %
Italia	71 %	65 %	46 %	16 %	40 %
Austria	41 %	69 %	36 %	12 %	46 %
UE (27) + Gran Bretagna	79 %	63 %	40 %	19 %	49 %

Tabella 4 Impegni dell'UE e dei paesi confinanti con la Svizzera per la riduzione degli inquinanti tra il 2005 e il 2030 in conformità con la direttiva NEC

⁶ [Direttiva \(UE\) 2016/2284](#)

- **Quali misure ha adottato finora la Svizzera e quali riduzioni delle emissioni ne sono conseguite?**

Dall'entrata in vigore della legislazione sulla lotta contro l'inquinamento atmosferico, la Confederazione, i Cantoni e i Comuni hanno adottato una serie di misure per ridurre le emissioni di particolato e dei suoi precursori, come ad esempio:

- la riduzione del tenore di zolfo nei combustibili e carburanti (diesel e benzina) e la riduzione al minimo del tenore di piombo nella benzina;
- l'introduzione di sistemi di purificazione dei gas di scarico come le marmitte catalitiche, i filtri antiparticolato diesel e il sistema SCR (selective catalytic reduction) per i veicoli stradali e l'inasprimento dei valori limite dei gas di scarico e di emissione per altri veicoli e macchinari, per gli impianti di riscaldamento, l'industria e il commercio;
- i valori limite di emissione per i forni e altri impianti stazionari nell'industria, nel commercio e nelle abitazioni, in base all'attuale stato dell'arte
- la tassa sui COV introdotta nel 2000 incoraggia l'industria e il commercio a ridurre le emissioni, in particolare sviluppando prodotti a basso tenore di solventi (ad es. lacche e vernici);
- La tassa sul traffico pesante commisurata alle prestazioni, con differenziazione in base alle emissioni di inquinanti atmosferici, l'espansione e la promozione del trasporto pubblico e della mobilità elettrica contribuiscono a una mobilità a basse emissioni.
- Le norme sullo spandimento a basse emissioni di letame liquido e la copertura delle strutture di stoccaggio dei liquami, nonché le misure di costruzione di stalle all'avanguardia, contribuiscono alla riduzione delle emissioni di ammoniaca in agricoltura.

Tra il 1990 e il 2022 le emissioni svizzere di anidride solforosa sono diminuite del 91 per cento, quelle dei composti organici volatili del 75 per cento, degli ossidi di azoto del 62 per cento e di ammoniaca del 22 per cento. Il calo del PM2.5 primario è stato del 76 per cento.

- **Quali misure ha adottato finora l'UE?**

L'UE ha stabilito e gradualmente inasprito le norme sulle emissioni di gas di scarico per le varie categorie di veicoli e macchine. Dette norme vengono adottate in contemporanea dalla Svizzera. Le prescrizioni sulle emissioni degli impianti industriali e dei grandi impianti di combustione sono state inasprite o richiedono l'utilizzo della migliore tecnologia disponibile. Esistono normative sull'efficienza energetica e sul controllo dell'inquinamento atmosferico per l'immissione sul mercato di impianti di combustione di tutti i tipi di combustibile. Il contenuto inquinante di combustibili e carburanti è stato limitato. La Direttiva Decopaint limita il contenuto di solventi nei prodotti. La Direttiva Nitrati riduce le emissioni di azoto in agricoltura. In Germania viene attuata attraverso l'ordinanza sui fertilizzanti, che limita l'applicazione di azoto e richiede metodi di applicazione a basse emissioni per ridurre le emissioni di ammoniaca. Tutte queste misure porteranno nei prossimi anni ad un'ulteriore significativa riduzione delle emissioni di particolato e di inquinanti gassosi.

- **Quali altre misure sono necessarie in Svizzera?**

In molte aree esistono già norme rigorose per il controllo dell'inquinamento atmosferico. Occorre prestare grande attenzione alla loro coerente applicazione. Esiste un potenziale in particolare nelle seguenti aree:

- Sostituzione graduale dei vecchi impianti di combustione a legna con elevate emissioni inquinanti con impianti moderni ad alta efficienza e basse emissioni di inquinanti;
- Sostituzione degli impianti di combustione a combustibile fossile e a biomassa con pompe di calore;
- Sostituzione graduale dei motori diesel nel settore off-road con motori più recenti dotati di filtri antiparticolato e tecnologie SCR o equivalenti. In particolare, ciò include anche i veicoli agricoli, le navi e i motori stazionari.
- Elettromobilità e promozione della stessa, ampliamento dell'infrastruttura di ricarica;
- Introduzione del previsto standard di emissioni Euro 7;
- Riduzione delle emissioni di ammoniaca nell'agricoltura (attuazione coerente delle norme sulla copertura del deposito di letame e sullo spargimento di letame a basse emissioni, misure di riduzione delle emissioni nella costruzione di stalle, alimentazione del bestiame a ridotto contenuto proteico);
- Aggiornamento regolare delle norme sull'inquinamento atmosferico in linea con lo stato dell'arte per tutte le fonti di inquinamento atmosferico.

Bibliografia

- ARE, Externe Kosten und Nutzen des Verkehrs in der Schweiz, Methodische Grundlagen und Zahlen für das Jahr 2015 (Infras, Ecoplan), Bundesamt für Raumentwicklung, Bern (2018).
- Baltensperger, U. et al., „Holzfeuerungen: eine bedeutende Quelle von Feinstaub in der Schweiz“, Schweiz Z Forstwes 164 (2013) 420-427
- [Castro, A., Quantifizierung des Gesundheitsnutzens der neuen Luftqualitätsleitlinien der Weltgesundheitsorganisation in der Schweiz, Swiss TPH, Allschwil \(2023\).](#)
- CFIAR ([Commissione federale d'igiene dell'aria, Le polveri fini in Svizzera, Berna \(2013\).](#)
- CFIAR ([Commissione federale d'igiene dell'aria\), I nuovi valori indicativi 2021 dell'OMS sulla qualità dell'aria e il loro significato per l'ordinanza federale contro l'inquinamento atmosferico, Berna \(2023\)](#)
- COMMISSIONE EUROPEA, COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE COM(2021) 400 final, Un percorso verso un pianeta più sano per tutti, Piano d'azione dell'UE: "Verso l'inquinamento zero per l'aria, l'acqua e il suolo", [resource.html \(europa.eu\)](#)
- Consiglio federale, [Rapporto. Strategia concernente i provvedimenti di igiene dell'aria adottati dalla Confederazione, FF2009 5723](#)
- Dällenbach, K., [Quellenzuordnung von organischem Aerosol mit massenspektrometrischen Filteranalysen, Paul Scherrer Institut, Villigen \(2017\)](#)
- ERS (European Respiratory Society), Qualità dell'aria e Salute. Lausanne (2010).
- Hüglin, C. and Grange, S., [Chemical characterisation and source identification of PM10 and PM2.5 in Switzerland, Empa, Dübendorf \(2021\)](#)
- Hüglin, C., Gianini, M., Gehrig, R., [„Chemische Zusammensetzung und Quellen von Feinstaub“, EMPA, Dübendorf 2012](#) (con riassunto in italiano).
- [Legge sulla protezione dell'ambiente \(LPAmb\) del 7 ottobre 1983 \(RS 814.01\) Stato 1° gennaio 2024](#)
- [OMS 2006: WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide - Global update 2005. World Health Organization 2006.](#)
- [OMS, Health Effects of Black Carbon, World Health Organization \(2012\)](#)
- [OMS Global air quality guidelines 2021. World Health Organization \(2021\)](#)
- [Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico \(OIA\) del 16 dicembre 1985 \(stato del 1° gennaio 2024\).](#)
- UFAM, [Jahres- und Monatsberichte NABEL](#) (in tedesco e francese).
- [UFAM / UFAG 2008, Umweltziele Landwirtschaft Umweltwissen Nr. 0820, Bundesamt für Umwelt, Bern, \(2008\)](#) (in tedesco e francese).

- [UFAM, Emissioni totali di inquinanti atmosferici in Svizzera](#) und [UNECE submission \(2024\)](#) (in inglese).
- UE, Direttiva (UE) 2016/2284 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 14 dicembre 2016, concernente la riduzione delle emissioni nazionali di determinati inquinanti atmosferici [Direttiva - 2016/2284 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)