

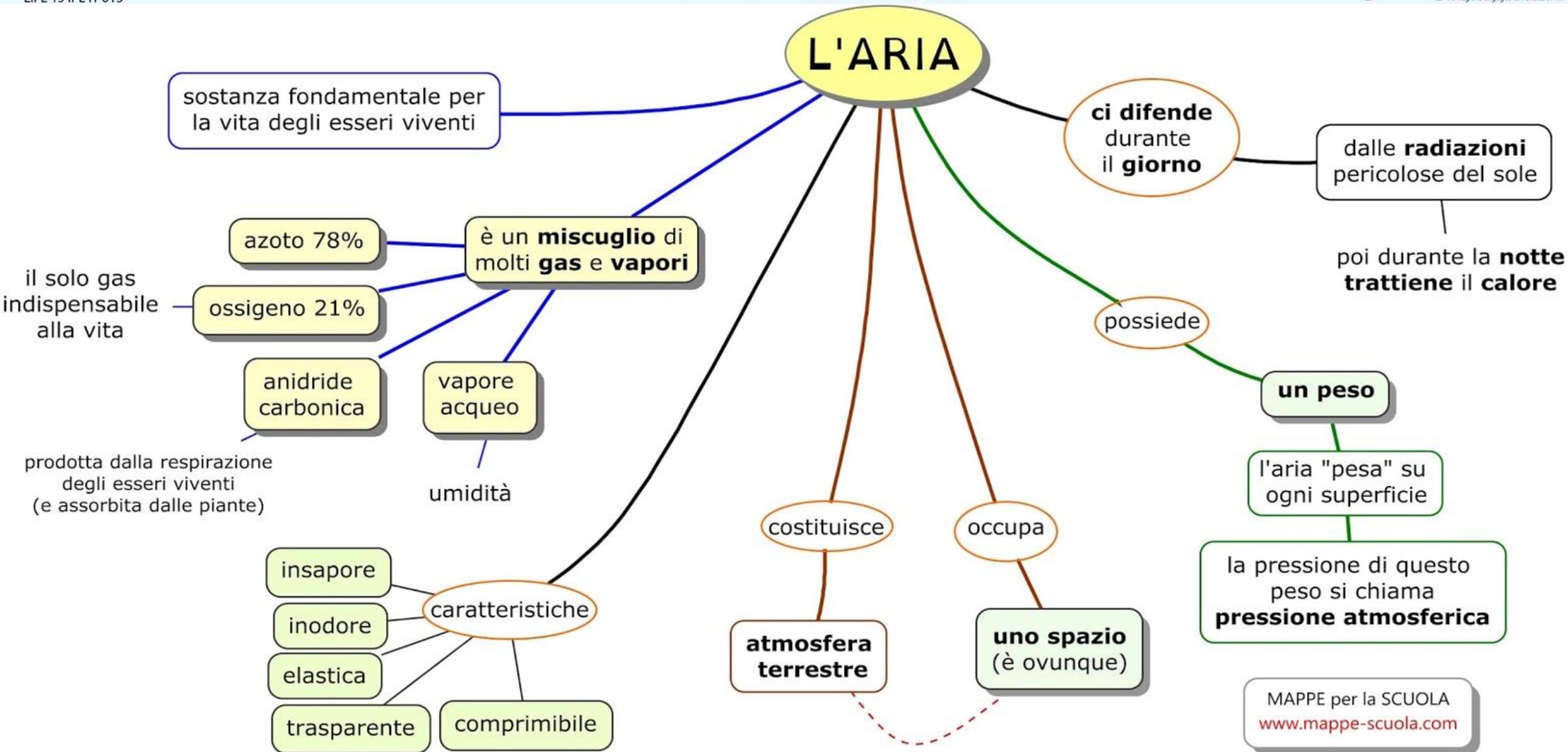


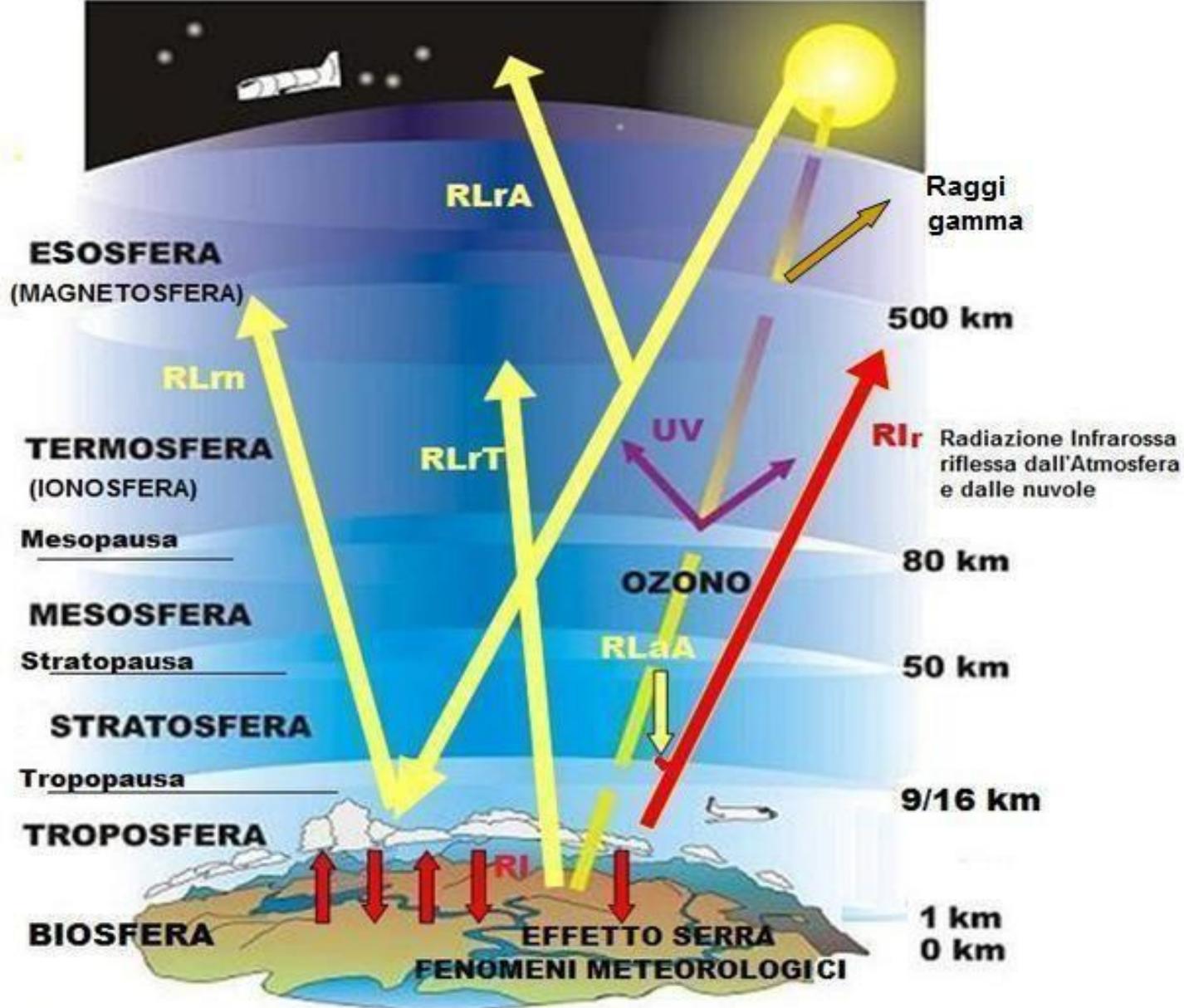
LIFE 15 IPE IT 013

INQUINAMENTO ATMOSFERICO & AIR QUALITY



...L'ARIA C'È, MA NON SI VEDE...





- RLrA** Radiazione Luminosa riflessa dall'Atmosfera
- RLrT** Radiazione Luminosa riflessa dalla Terra
- RLm** Radiazione Luminosa riflessa dalle nuvole
- RLaA** Radiazione Luminosa assorbita dall'Atmosfera
- RI** Radiazione Infrarossa intrapolata
- UV** Radiazione Ultravioletta riflessa

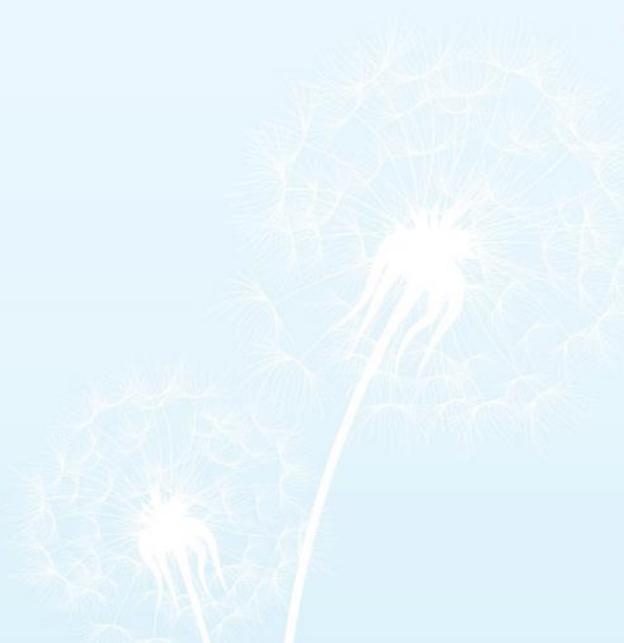


LIFE 15 IPE IT 013

Quanto respiriamo...

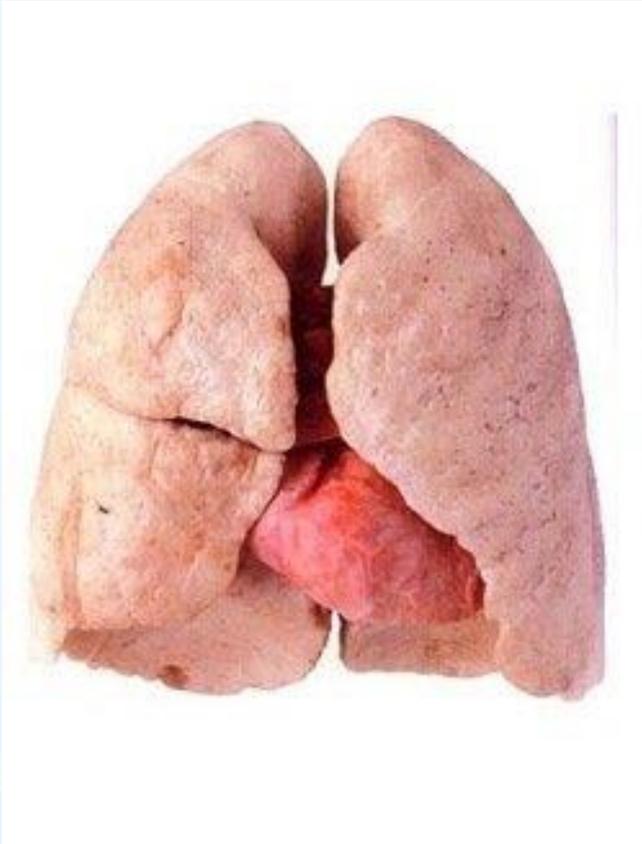


	IN TOTALE... 15 000 litri d'aria
	AL MINUTO... Respiriamo quindi circa 10 litri d'aria al minuto
	BEVENDO.. 1,5 litri a 2 litri di acqua al giorno per essere in buona salute

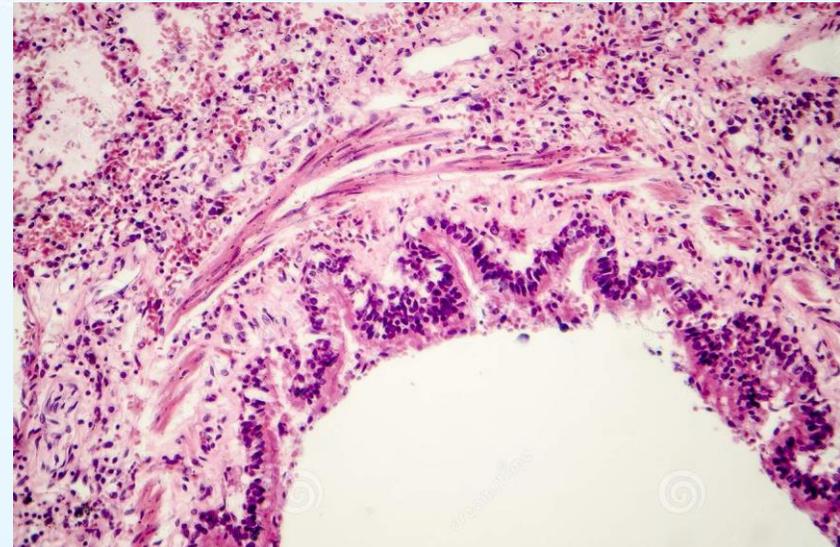


RESPIRAZIONE

Processo mediante il quale si realizza lo scambio gassoso fra l'organismo e l'ambiente, consistente principalmente nell'assunzione di aria ossigenata e nella eliminazione dell'anidride carbonica

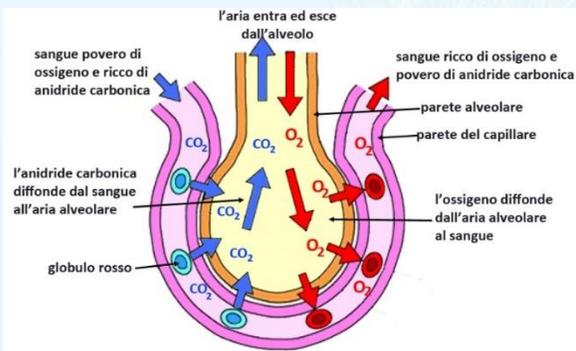
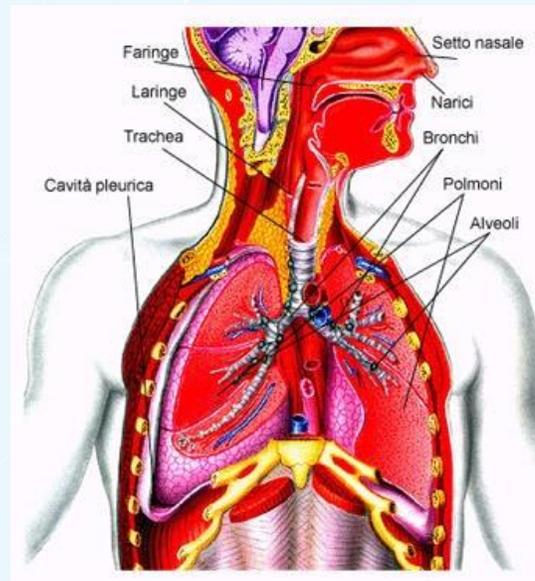
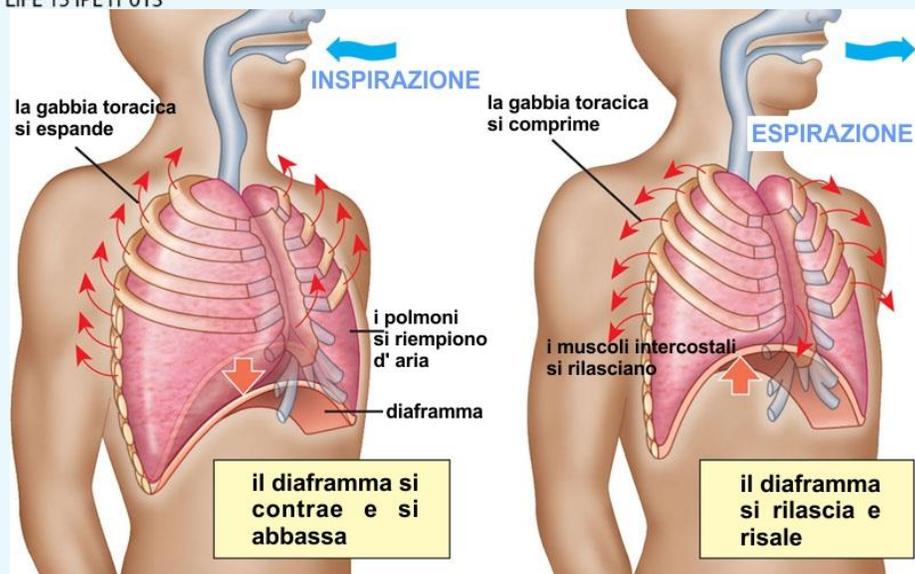


Polmone sano



Sezione trasversale del tessuto polmonare umano che mostra frammento del bronchiolo. (Foto al M.O.)

COME RESPIRIAMO?



La respirazione consiste nell'assunzione di ossigeno e nell'eliminazione di anidride carbonica e avviene in due fasi: inspirazione ed espirazione. Nella prima l'aria dopo aver attraversato le vie aeree superiori e i bronchi penetra negli alveoli polmonari, nella seconda i polmoni espellono l'aria. Il ritmo della respirazione   automatico, ma i muscoli coinvolti sono volontari e ogni loro contrazione   stimolata da impulsi nervosi.

Il nostro apparato respiratorio   in grado di ricambiare circa 8 litri di aria al minuto fino a arrivare ai 200 litri in condizioni di stress.



LIFE 15 IPE IT 013

Aria e Sport



Quando corriamo, pedaliamo o siamo in palestra, il nostro **metabolismo** si innalza e le richieste energetiche di molti organi aumentano.

Per garantire un maggior apporto di sangue, ossigeno e nutrienti ai tessuti, la **portata cardiaca** e la ventilazione polmonare aumentano.

L'aumento di ventilazione si realizza essenzialmente tramite:

- aumento della profondità del respiro
- aumento della **frequenza respiratoria**

Consumiamo fino a 7 volte più aria



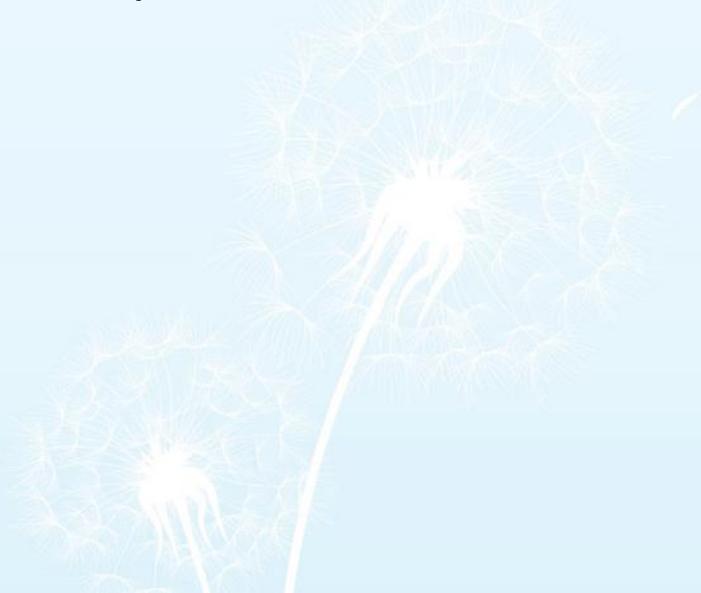


LIFE 15 IPE IT 013

COS'È L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO



L'inquinamento atmosferico si verifica quando gas, pulviscolo e fumo vengono rilasciati nell'atmosfera, rendendola nociva per gli esseri umani, per l'infrastruttura e per l'ambiente. L'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) classifica l'inquinamento atmosferico come il principale rischio ambientale per la salute in Europa. Nell'UE l'inquinamento atmosferico causa, in media, oltre 1 000 decessi prematuri al giorno, cifra che equivale a più di dieci volte il numero di persone che perdono la vita in incidenti stradali.





LIFE 15 IPE IT 013

GLI INQUINANTI NORMATI ALLE IMMISSIONI

Le motivazioni di una scelta



Rappresentativi della qualità dell'aria perché:

- Emessi/prodotti da una infinità di **sorgenti diffuse** nel territorio
- **Significativi** dal punto di vista sanitario
- Misurabili con continuità a **costi sostenibili** e con misure di qualità adeguata

DECRETO LEGISLATIVO 13 agosto 2010, n. 155

Lo **stato della qualità dell'aria** in Emilia-Romagna viene valutato, in attuazione della direttiva europea 2008/50/CE sulla qualità dell'aria ambiente, attraverso un sistema costituito dalle stazioni fisse, dai laboratori e unità mobili e dagli strumenti modellistici gestiti da **Arpae**.

INQUINAMENTO ATMOSFERICO

La presenza dell'uomo con le sue molteplici attività e la rapida industrializzazione hanno determinato una **immissione in atmosfera** di una rilevante quantità **di sostanze chimiche**, alcune già presenti in atmosfera ma in quantità decisamente inferiori, altre del tutto assenti e potenzialmente nocive all'uomo, alla flora ed alla fauna.

L'**inquinamento atmosferico** è il fenomeno di alterazione della normale composizione chimica dell'aria dovuto a:



La qualità dell'aria non dipende solo dalle emissioni inquinanti dipende altresì:

- dalla **prossimità alla fonte** e dall'**altitudine** alla quale vengono **emesse le sostanze inquinanti**;
- dalle **condizioni meteorologiche**, tra cui **vento** e **temperatura**;
- dalle **trasformazioni chimiche** (reazioni alla luce solare, interazioni tra le sostanze inquinanti);
- dalle **condizioni geografiche** (topografia).



LIFE 15 IPE IT 013

SORGENTI NATURALI



ERUZIONI VULCANICHE



EROSIONE SUOLO



INCENDI BOSCHIVI



SORGENTI ANTROPICHE

IMPIANTI INDUSTRIALI



TRAFFICO VEICOLARE



USO SOLVENTI



RISCALDAMENTO DOMESTICO



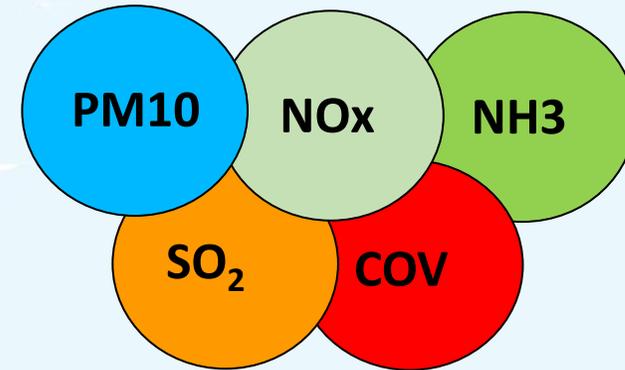
AGRICOLTURA-ALLEVAMENTO



GLI INQUINANTI ATMOSFERICI PRINCIPALI

Gli inquinanti primari

(PM10, ossidi di azoto, ammoniaca, ossidi di zolfo, composti organici volatili) sono quelli immessi **direttamente** dalle attività antropiche nell'aria ambiente



Gli **inquinanti secondari** si formano a seguito di reazioni chimico-fisiche da altri inquinanti

PM10
secondario

Il **PM10** in parte si forma in atmosfera attraverso complessi meccanismi chimico-fisici a partire da altre sostanze: **ossidi di azoto, ossidi di zolfo, composti organici volatili, ammoniaca.**

O₃

L'**ozono** si forma attraverso reazioni complesse dai composti organici volatili e NO_x grazie alla radiazione solare (**inquinante estivo**).

Il 65-70% del PM10 nella pianura padana è di origine secondaria

La normativa sulla qualità dell'aria stabilisce **valori limite** per NO₂, PM10, PM2.5, SO₂, CO, piombo, benzene e **valori obiettivo** per O₃, arsenico, nichel, cadmio e benzo(A)pirene

GLI INQUINANTI NELL'ARIA

Di seguito vengono rappresentati i principali inquinanti emessi nella bassa troposfera (parte di atmosfera dove vivono gli esseri umani), e i loro processi di trasporto e trasformazione

LEGENDA

Inquinante primario		Inquinante secondario	
Particolato primario	Metalli pesanti	Particolato secondario	
Ossidi d'azoto	Composti Organici Volatili	Ozono troposferico	
Benzo(a)pirene (IPA)	Ammoniaca		
Biossido di zolfo			
Monossido di carbonio			
Benzene			

1 EMISSIONI

Carico emissivo degli inquinanti di origine primaria, cioè provenienti direttamente da sorgenti antropiche e naturali

Le sorgenti

Fonti di emissione degli inquinanti



2 DISPERSIONE (TRASPORTO E TURBOLENZA)

L'inquinante si distribuisce nell'ambiente circostante



Trasporto dovuto all'azione del vento



Dispersione per effetto dei moti turbolenti

3 TRASFORMAZIONE (CHIMICA/FISICA)

FORMAZIONE INQUINANTI SECONDARI

I secondari, come ozono e particolato, sono gli inquinanti che si possono formare in atmosfera per reazioni chimico-fisiche che avvengono tra i primari, favorite da temperatura, umidità e radiazione solare



Radiazione solare

TRASFORMAZIONE INQUINANTI PRIMARI

Gli inquinanti primari possono seguire due percorsi

INQUINANTI PRIMARI INALTERATI

4 QUALITÀ DELL'ARIA (CONCENTRAZIONI INQUINANTI IN ATMOSFERA)

Gli impatti

Danni reali o potenziali all'uomo e all'ambiente per esposizione a concentrazioni di sostanze inquinanti

sull'ambiente

sull'uomo



Ozono troposferico (smog fotochimico)

Particolato secondario

Allo stato della qualità dell'aria contribuiscono entrambi i percorsi



LIFE 15 IPE IT 013

PRINCIPALI INQUINANTI ATMOSFERICI



- PM**
- Materiale particolato aerodisperso.
 - insieme eterogeneo di sostanze di diversa natura, particelle solide e liquide sospese in aria.
 - caratterizzato da una grande varietà di caratteristiche fisiche, chimiche, geometriche e morfologiche
 - **PM₁₀** particelle di diametro $\leq 10 \mu\text{m}$
 - **PM_{2,5}** particelle di diametro $\leq 2,5 \mu\text{m}$

PROCESSO DI GENERAZIONE

- Possono essere di origine primaria, emesse direttamente dalle sorgenti emmissive,
- si combinano in atmosfera tramite reazione chimico-fisiche tra inquinanti primari e altri composti

FONTI DI EMISSIONE

- **Origine naturale** (erosione venti sulle rocce, eruzioni vulcaniche, incendi boschivi)
- **Origine antropica** (combustione di combustibili solidi, carbone o legna, o distillati petroliferi). In questo caso il PM è emesso con i gas di scarico dei veicoli, dagli impianti per la produzione di energia, dai processi di combustione industriali, impianti di riscaldamento domestico.

- OZONO**
O₃
- Inquinante secondario
 - Si forma mediante processi fotochimici a partire da inquinanti precursori presenti in atmosfera
 - Le sue massime concentrazioni si osservano a distanza dalle sorgenti emmissive degli inquinanti primari

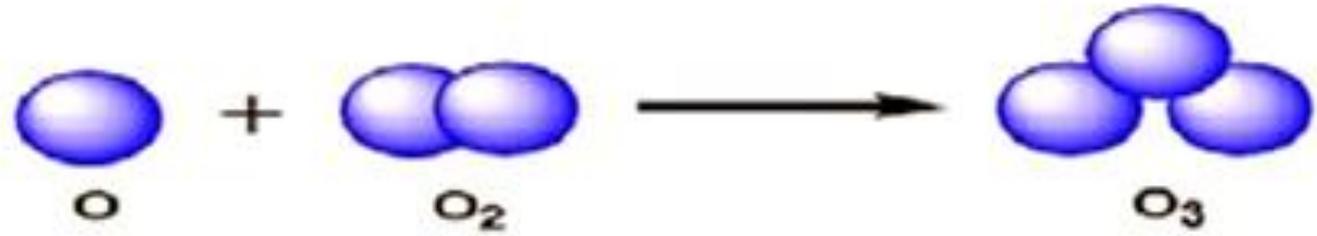
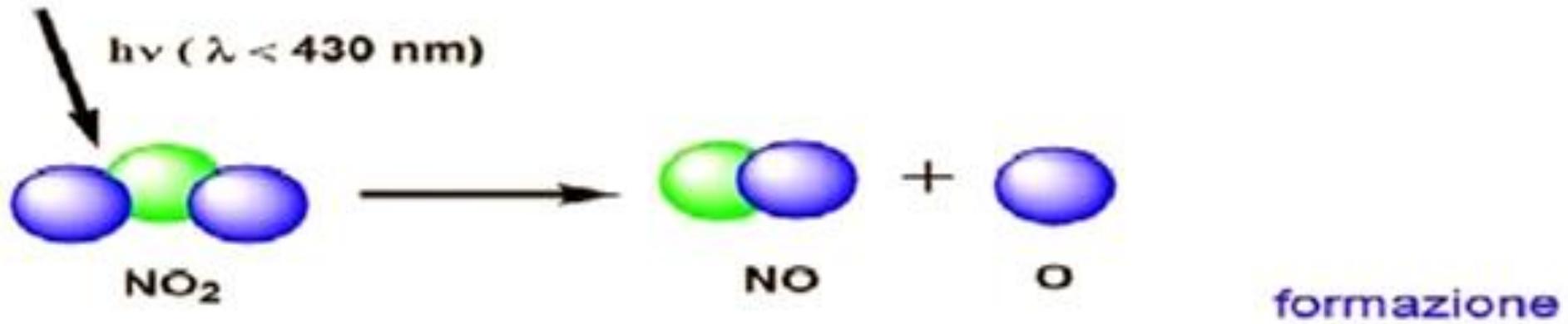
PROCESSO DI GENERAZIONE

Si forma in seguito a reazioni fotochimiche a partire da inquinanti primari: **NO_x e COV**. Le reazioni sono catalizzate dalla radiazione solare; questo rende O₃ un inquinante tipicamente estivo, con valori di concentrazione più elevati nelle estati più calde

FONTI DI EMISSIONE

È dovuto a inquinanti precursori

FORMAZIONE E DISTRUZIONE DELL'OZONO





LIFE 15 IPE IT 013

PRINCIPALI INQUINANTI ATMOSFERICI



NO_x

- Insieme dei due più importanti ossidi di azoto NO e NO₂
- Giocano un ruolo nella formazione di O₃
- Contribuiscono alla formazione di COV secondari provocando un aumento [PM₁₀ e PM_{2,5}]

PROCESSO DI GENERAZIONE

- NO si forma principalmente per reazione di N e O presenti in atmosfera (processo a elevata T)
- NO₂ si forma per ossidazione di NO e solo in parte viene emesso direttamente

FONTI DI EMISSIONE

Le maggiori sorgenti sono di natura antropica: Trasporti, impianti di produzione energia elettrica, impianti industriali e di riscaldamento civile. I veicoli diesel emettono invece direttamente, dai gas di scarico, quantitativi rilevanti di NO₂ (fino al 70%)

BENZO(A)PIRENE

Gli IPA idrocarburi policiclici aromatici sono un gruppo di composti organici formati da uno o più anelli benzenici. Il BaP è tra gli IPA, quello principalmente presente nel particolato e, pertanto, viene utilizzato come indicatore dell'intera classe.

PROCESSO DI GENERAZIONE

- Combustione incompleta di composti organici che avviene
- Impianti industriali (es: produzione-lavorazione grafite)
 - Impianti di riscaldamento
 - Veicoli a motore

FONTI DI EMISSIONE

Combustione residenziale di biomassa solida. Il BaP viene emesso in atmosfera quasi totalmente adsorbito sul materiale particolato e la sua emissione risulta variabile a seconda della sorgente del tipo e della qualità della combustione.



LIFE 15 IPE IT 013

PRINCIPALI INQUINANTI ATMOSFERICI



- SOx**
- **SO₂** naturale prodotto di **ossidazione** dello **zolfo** e dei composti che lo contengono. Nell'atmosfera $SO_2 \rightarrow SO_3$ (ossidazione)
 - **SO₂** e **SO₃** sono i principali imputati dell'inquinamento atmosferico da SOx e si caratterizzano per **l'assenza di colore**, per **l'odore pungente** e **elevata reattività a contatto con H₂O**.

PROCESSO DI GENERAZIONE SO₂ e SO₃ sono prodotti nelle reazioni di ossidazione per la combustione di materiali in cui sia presente S come impurità es: carbone, derivati petrolio e legna, che venivano utilizzati, anni fa, per la produzione di calore, vapore, energia elettrica e altro. S veniva adoperato come indicatore dell'inquinamento di origine umana.

FONTI DI EMISSIONE Emesso dal settore industriale che impiega combustibili fossili per la combustione o che si occupa della trasformazione di combustibili fossili.
In natura: Eruzioni Vulcaniche

CO Inquinante primario, incolore e inodore

PROCESSO DI GENERAZIONE

Combustione di combustibili con difetto di aria, cioè, quando il quantitativo di O₂ non è sufficiente per ossidare completamente le sostanze organiche.

FONTI DI EMISSIONE

- Origine naturale: combustioni e attività vulcaniche
- Origine antropica: traffico veicolare (gas di scarico veicoli benzina) combustione biomassa per il riscaldamento residenziale.

L'evoluzione tecnologica ha permesso di ridurre al minimo la presenza di questo inquinante in aria.



LIFE 15 IPE IT 013

PRINCIPALI INQUINANTI ATMOSFERICI



Benzene **C₆H₆**

Appartiene alla classe dei COV, a T ambiente passa da liquido a gassoso; è un costituente naturale del petrolio.

FONTI DI EMISSIONE

- Traffico, specialmente i veicoli a benzina
- Processi di combustione che utilizzano derivati del petrolio e uso di solventi contenenti benzene.

METALLI

- Costituenti naturali della crosta terrestre
- In atmosfera si trovano associati al PM
- Metalli oggetto di monitoraggio per A.Q.: Ni, Cd, As, Pb.

PROCESSO DI GENERAZIONE

Vengono immessi direttamente nell'ambiente e veicolati dal particolato

FONTI DI EMISSIONE

- Cd: processi industriali
- Ni: combustione
- As: attività estrattive, fusione dei metalli non ferrosi e combustione di combustibili fossili
- Pb: traffico veicolare, combustione processi industriali



LIFE 15 IPE IT 013

L'AMMONIACA INQUINA?

(AGRICOLTURA E ZOOTECNIA)



L'ammoniaca (NH_3) è l'unico **gas alcalino** presente in atmosfera a concentrazioni significative ed ha quindi un ruolo fondamentale nella **neutralizzazione dei gas acidi atmosferici** (principalmente, acido cloridrico, nitrico e solforico).

NH_3 + GAS ACIDI → **Sali di ammonio (componente secondaria del particolato)** conseguenze sull'ecosistema:

trasportati a distanze molto maggiori rispetto ai gas che li hanno generati

la metà dell'ammoniaca emessa si deposita nel raggio di pochi chilometri, mentre la restante metà viene trasportata sotto forma di **Sali di ammonio $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$** per centinaia di chilometri

Fonti emissioni NH_3 :

- dall'**allevamento del bestiame** (bovini, pollame, suini ed ovini)
- dall'uso di **fertilizzanti** per le coltivazioni (solfato, nitrato e fosfato di ammonio, urea) dalle **attività industriali** (produzione di **urea e fertilizzanti**, zuccherifici)
- dalle emissioni umane e degli animali domestici
- dalle **discariche** e dai **prodotti per uso domestico**
- **da autoveicoli equipaggiati con marmitte catalitiche**, sorgente che ha **notevolmente incrementato la concentrazione di ammoniaca nelle aree urbane** (C. Perrino et al., Atmospheric Environment 36 (2002) 5385-5394)



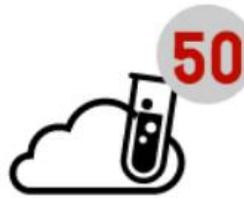
LIFE 15 IPE IT 013

VALORI LIMITE E VALORI OBIETTIVO PER LA QUALITÀ DELL'ARIA

PARAMETRI CRITICI



Limite giornaliero



Inferiore a 50 microgrammi/m³

In vigore dal 2005

Limiti annuali



Sfioramento del limite giornaliero per non più di 35 giorni l'anno

Concentrazione media annua entro i 40 microgrammi/m³



Ozono (O₃)

Definizione delle soglie

120

soglia obiettivo a lungo termine: esposizione fino a 120 microgrammi/m³, calcolato come massimo giornaliero della media mobile su 8 ore (media calcolata sui dati orari scegliendo un intervallo di 8 ore)

180

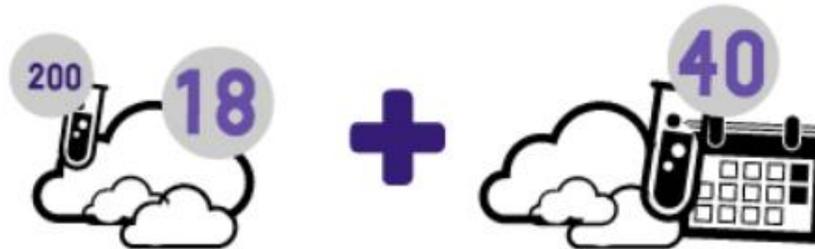
soglia informazione (rischi per la salute per soggetti sensibili): esposizione a 180 microgrammi/m³ per più di 1 ora

VALORE OBIETTIVO
Da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni

dal 2010

Biossido di azoto (NO₂)

Limiti annuali



Sfioramento del limite orario per non più di 18 volte l'anno

Concentrazione media annua entro i 40 microgrammi/m³



Limiti annuali



Concentrazione media annua entro i 25 microgrammi/m³

dal 2015

D.LGS. N. 155/2010 E GLI STANDARD DI QUALITÀ DELL'ARIA

MACROSETTORI EMISSIVI

MACROSETTORE 10
Agricoltura
(Coltivazioni, allevamenti...)

MACROSETTORE 11
Altre sorgenti e assorbimenti
(Emissioni naturali e assorbimento forestale...)

MACROSETTORE 8
Altre sorgenti mobili e macchinari
(Aerei, navi, mezzi agricoli...)

MACROSETTORE 9
Trattamento e smaltimento rifiuti
(Inceneritori, discariche...)

MACROSETTORE 1
Produzione energia e trasformazione combustibili
(Produzione energia elettrica, teleriscaldamento, raffinerie...)

MACROSETTORE 3
Combustione nell'industria
(Caldaje e forni per piastrelle, cemento, fusione metalli...)

MACROSETTORE 4
Processi produttivi
(Industria petrolifera, chimica, siderurgica, meccanica...)

MACROSETTORE 5
Estrazione e distribuzione combustibili
(distribuzione e stoccaggio benzina, gas...)

MACROSETTORE 6
Uso di solventi
(Produzione e uso di vernici, colle, plastiche...)

MACROSETTORE 2
Combustione non industriale
(Riscaldamento degli ambienti)

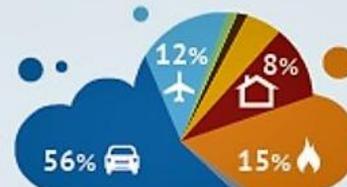
MACROSETTORE 7
Trasporto su strada
(Traffico di veicoli leggeri e pesanti...)

Distribuzione percentuale delle emissioni in atmosfera, per macrosettore (2013)

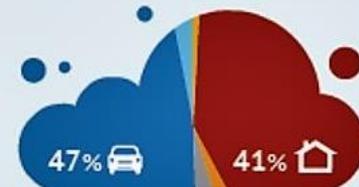
SO₂
(Biossido di zolfo)



NO_x
(Ossidi d'azoto)



CO
(Monossido di carbonio)



PM₁₀
(Particolato atmosferico)

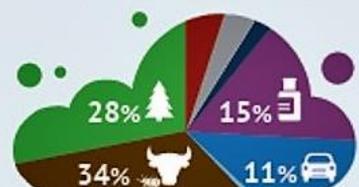


* di cui 99% da combustione di biomasse

NH₃
(Ammoniaca)



COV
(Composti Organici Volatili)



CO₂ eq
(Anidride carbonica equivalente)

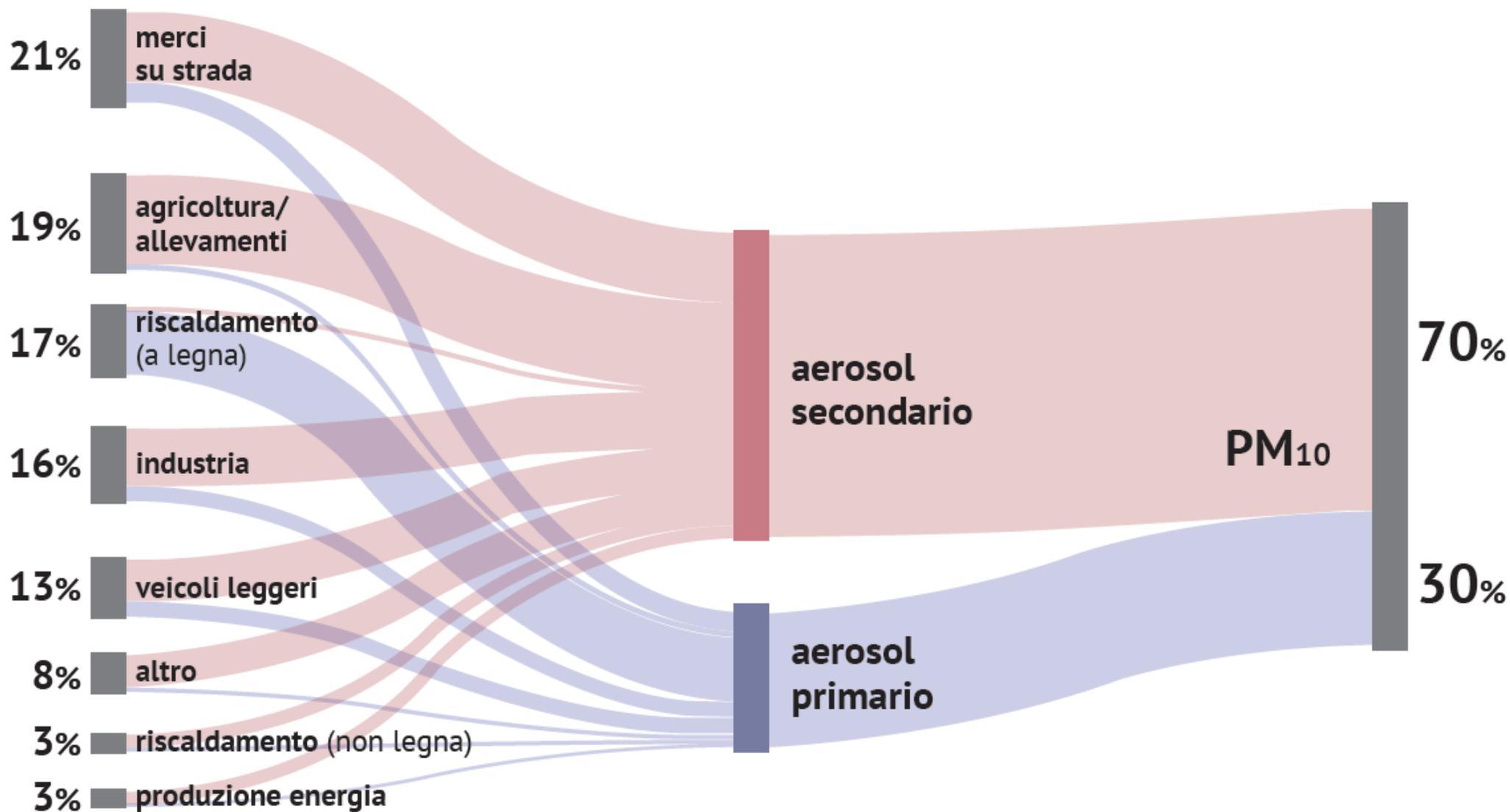


Legenda

- MACROSETTORE 1
- MACROSETTORE 2
- MACROSETTORE 3
- MACROSETTORE 4
- MACROSETTORE 5
- MACROSETTORE 6
- MACROSETTORE 7
- MACROSETTORE 8
- MACROSETTORE 9
- MACROSETTORE 10
- MACROSETTORE 11

FOCUS PM 10

Emissioni di “PM₁₀ equivalente” in Emilia-Romagna. La larghezza della banda è proporzionale al “PM₁₀ equivalente”



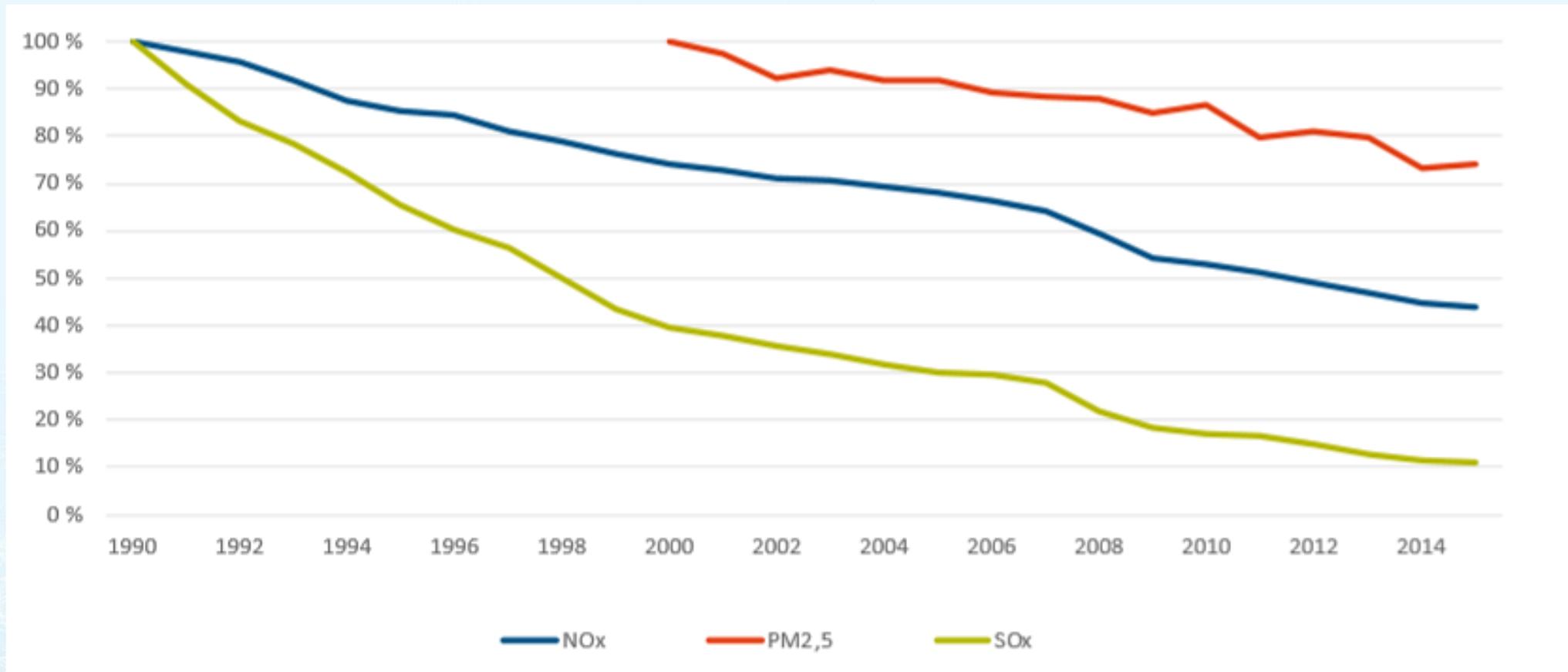


LIFE 15 IPE IT 013

Negli ultimi decenni le direttive e i regolamenti europei sulle emissioni hanno contribuito alla riduzione di inquinanti atmosferici emessi. Tra il 1990 e il 2015, le emissioni di SOX nell'UE sono diminuite dell'89 % e le emissioni di NOX del 56 %. Dal 2000, le emissioni di PM2,5 sono scese del 26 %17, come illustra il grafico.



Trend delle emissioni di inquinanti atmosferici dal 1990 (dal 2000 per il PM2,5) EMILIA-ROMAGNA



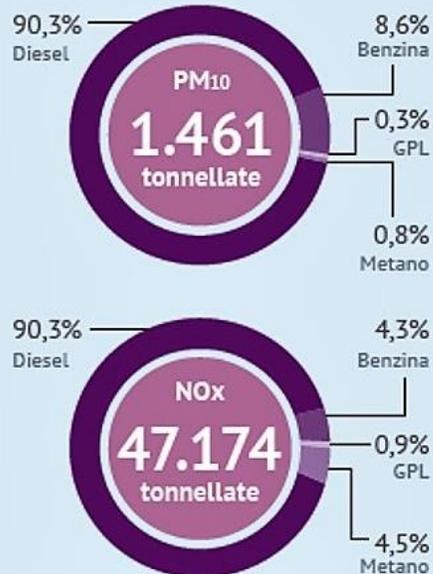
COSA EMETTONO I VEICOLI?

EMISSIONI INQUINANTI* (Inventario delle emissioni 2013) ED EFFICIENZA ENERGETICA

1 EMISSIONI ALLO SCARICO

Emissioni di diversi inquinanti, tra cui PM₁₀ e NO_x, prodotte nel processo di combustione interna al motore. Le emissioni sono di entità differente all'inizio della marcia del veicolo, prima dell'attivazione dei sistemi di abbattimento, che risultano efficaci solo quando raggiungono la temperatura di esercizio

Stime delle emissioni di PM₁₀ e NO_x per tipologia di combustibile



2 EMISSIONI DA EVAPORAZIONE

COV provenienti dall'evaporazione della frazione più volatile della benzina durante la marcia, nelle soste a motore caldo, a motore spento e a veicolo parcheggiato

3 EMISSIONI DA USURA

Polveri e alcuni metalli pesanti prodotti da abrasione meccanica di parti del veicolo (pneumatici, sistema frenante, frizione), nonché da usura della superficie stradale o da corrosione del telaio e della carrozzeria o altri componenti del veicolo



ABRASIONE DI PNEUMATICI



FRENI E FRIZIONE



USURA DEL MANTO STRADALE

*Emissioni riferite al parco veicoli regionale. I mezzi commerciali pesanti contribuiscono per un 29% alle emissioni di polveri e per un 52% a quelle di ossidi di azoto sul totale delle emissioni dovute ai trasporti stradali

**Il sistema di trasmissione di un veicolo a motore è il gruppo di componenti che trasferisce la potenza alle ruote motrici; comprende la trasmissione, l'albero e gli ingranaggi



LIFE 15 IPE IT 013

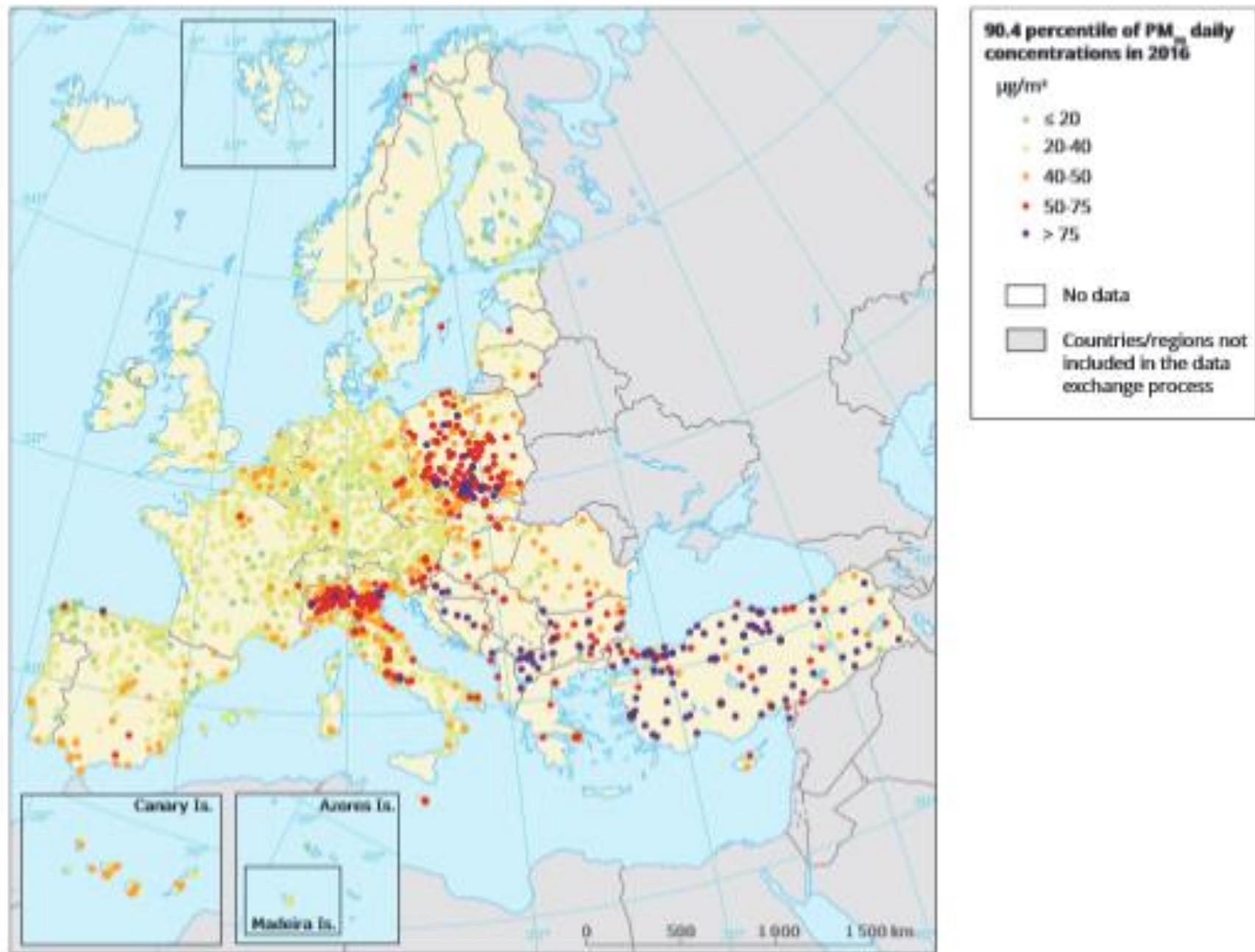


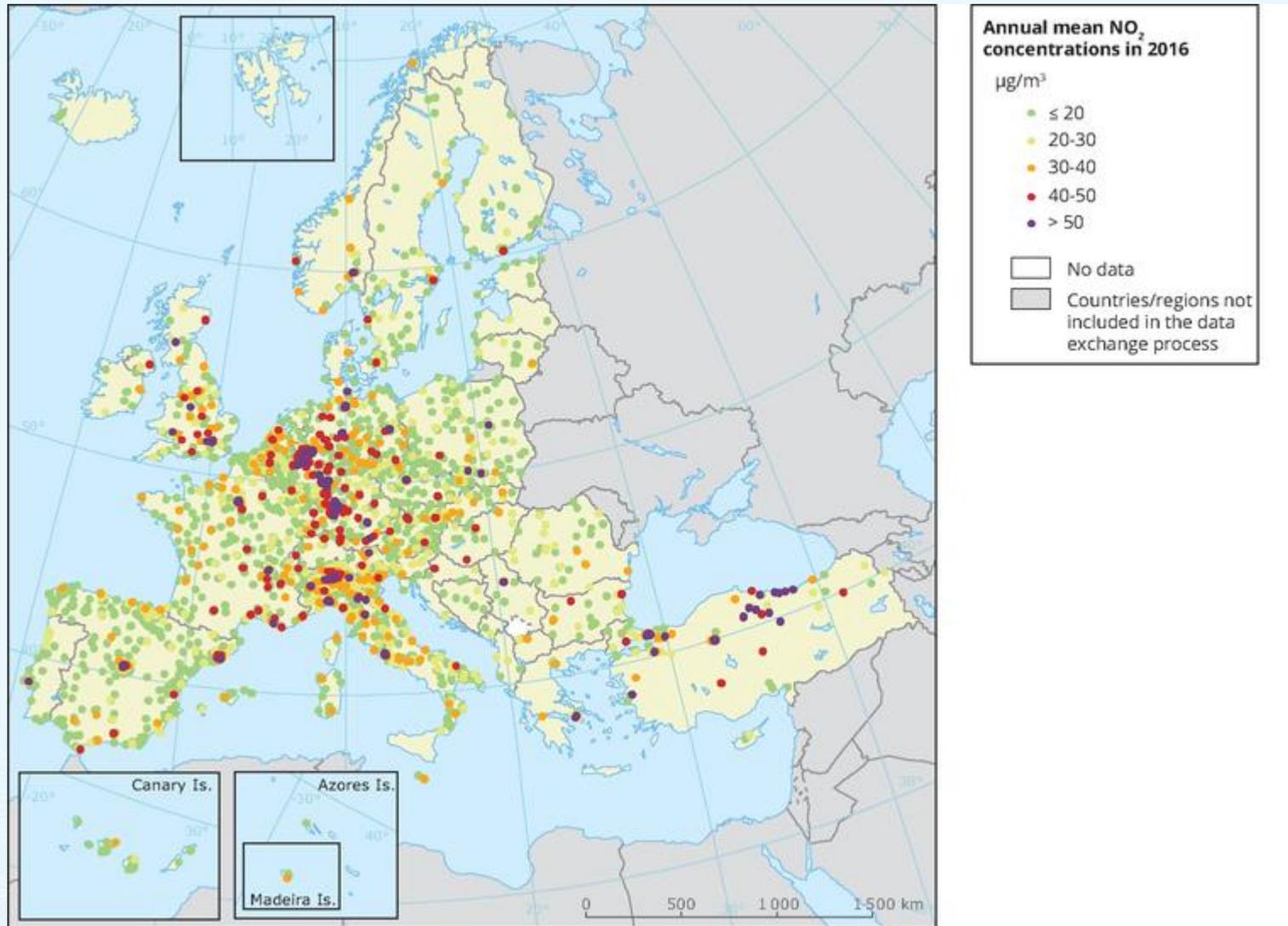
LA QUALITÀ DELL'ARIA – UNO SGUARDO PIÙ VICINO
Pianura Padana - Emilia Romagna



LIFE 15 IPE IT 013

Map 3.1 Concentrations of PM₁₀, 2016 — daily limit value





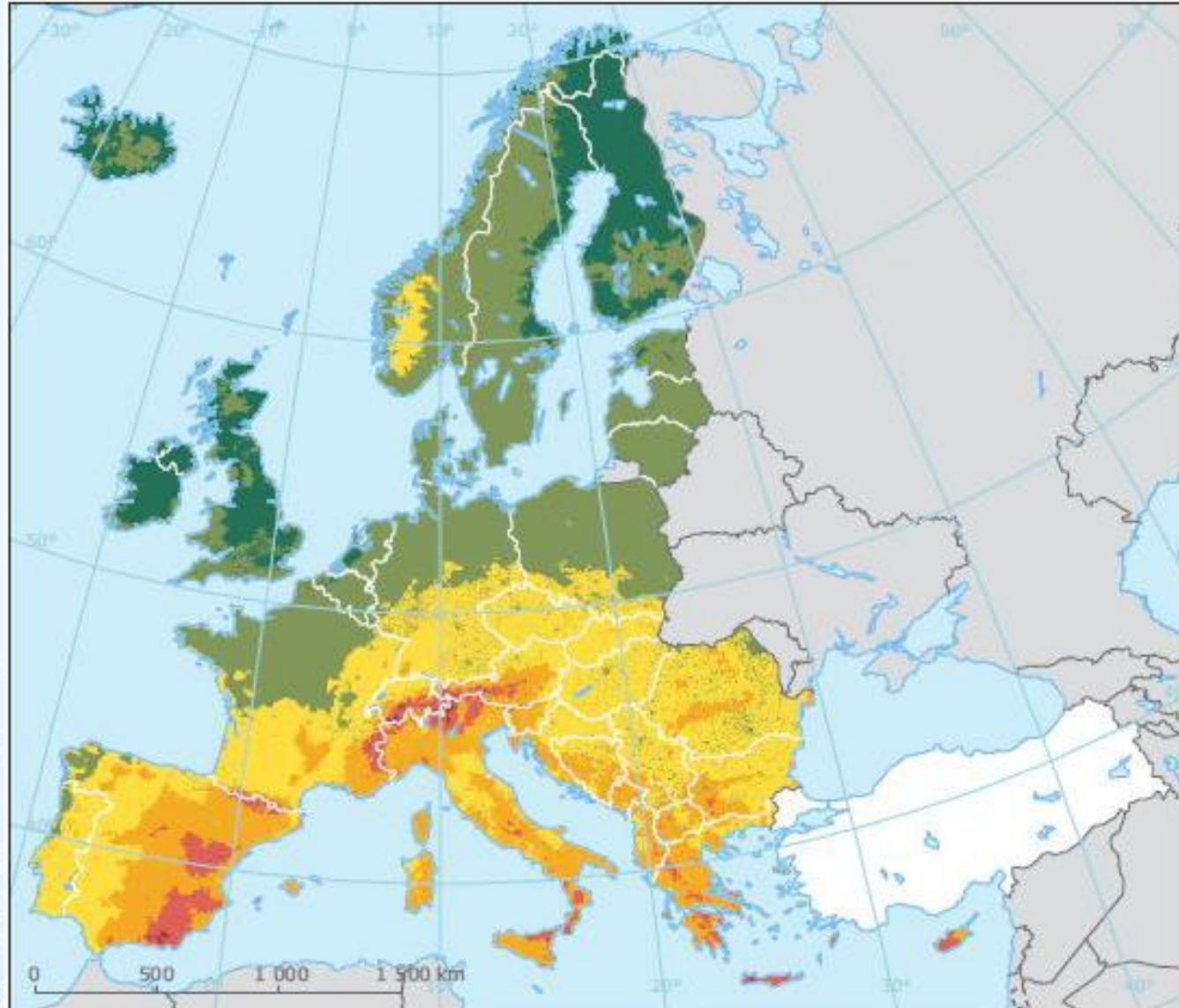
Annual mean NO₂ concentrations in 2016

Observed concentrations of NO₂ in 2016. The map shows the NO₂ annual mean concentrations. The dots in the last two colour categories indicate stations with exceedances of the annual limit value (40 µg/m³). Only stations with more than 75 % of valid data have been included in the map. The French overseas territories' stations are not shown in the map but can be found at <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/air-quality-statistics>



LIFE 15 IPE IT 013

OzoneSOMO35 2014



Ozone indicator SOMO35 in 2014

$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{days}$

≤ 2 000

2 000-4 000

4 000-6 000

6 000-8 000

8 000-10 000

> 10 000

No available data

Countries/regions not included in the data exchange process



LIFE 15 IPE IT 013

L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO: UNA PROBLEMATICATA DI AREA VASTA



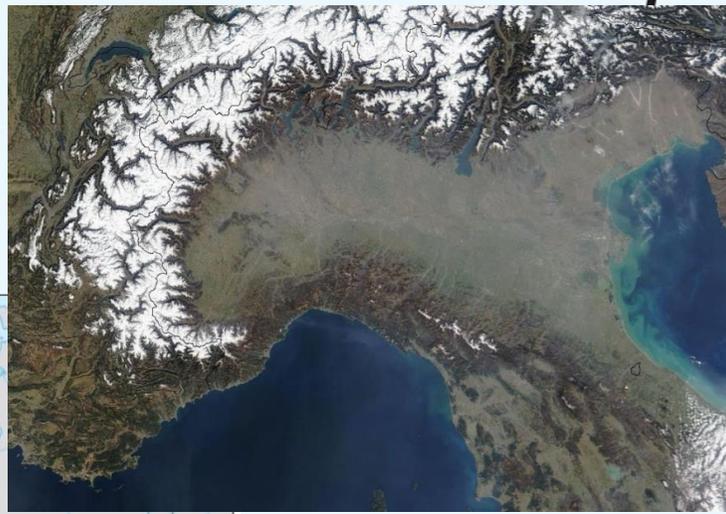
Pianura padana: dove vive il **40% della popolazione italiana** (23 milioni di persone) e dove si produce il **50% del Pil nazionale**

- Una condizione di criticità che risulta comune alle regioni del bacino padano a causa di particolari **condizioni orografiche e meteo climatiche**
- Richiede **interventi di rilevante entità, coordinati a tutte le scale** (nazionale, interregionale, regionale e locale)

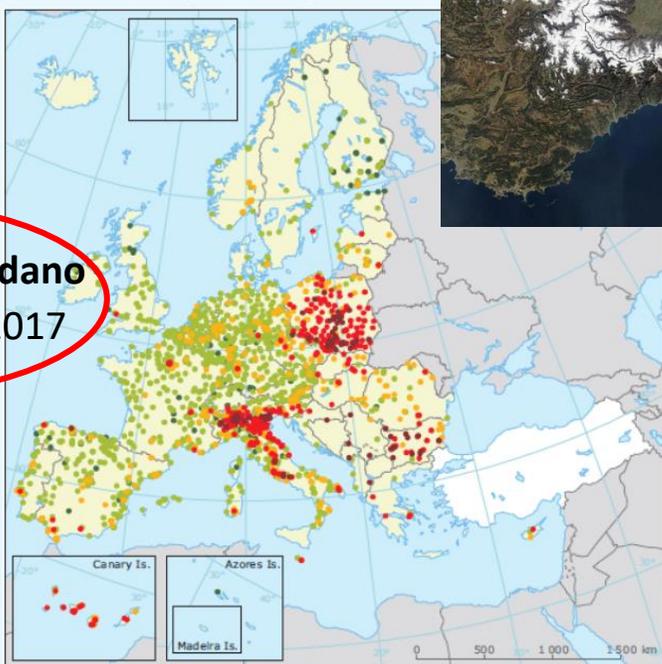
Accordi con i Comuni (2002-2015)

Accordi di bacino padano 2005, 2007, 2013 e 2017

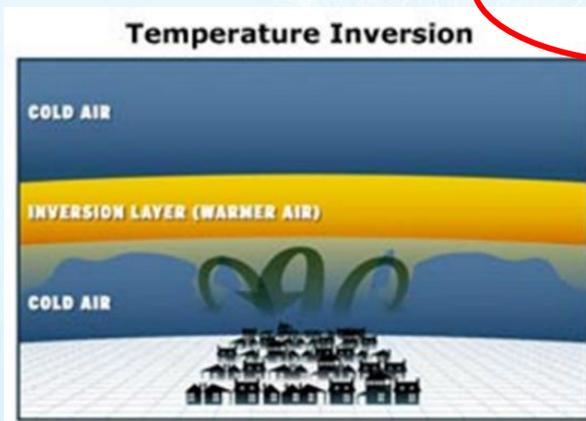
Piano regionale QA



Satellite Image of Northern Italy in the winter season (source: MODIS radiometer, NASA)



European Environmental Agency, Air Quality in Europe – 2017 Report PM10 VL giornaliero



Inversione della temperatura: un fenomeno naturale e ricorrente in autunno-inverno che provoca l'accumulo degli inquinanti. Si forma un grande reattore dove gli inquinanti reagiscono e producono nuove polveri secondarie

LA STAZIONE DI MISURA

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria è costituita da 47 stazioni, che rilevano la qualità dell'aria in continuo: 24 ore su 24, 365 giorni all'anno. I valori di inquinamento misurati dagli analizzatori sono trasmessi a un computer, che li archivia e li invia al centro unico di acquisizione dati di Arpa, dove vengono poi controllati e validati dagli operatori

CONTROLLO QUALITÀ DATI

I dati prodotti dalle stazioni di misura sono sottoposti a rigidi e costanti controlli di qualità del dato, che vengono effettuati dagli operatori Arpa attraverso svariate operazioni, alcune delle quali vengono eseguite da remoto e altre attraverso sopralluoghi in stazione

Fra questi controlli vi sono:

- Verifiche di taratura quotidiana della strumentazione
- Controlli sulla portata, la temperatura e altri parametri
- Verifica dei settaggi strumentali
- Controlli automatici del corretto funzionamento degli strumenti
- Attività di interconfronto fra strumentazioni analoghe
- Verifiche di incertezza

ANALIZZATORI PER PM₁₀ e PM_{2,5}

2

Le polveri così selezionate si depositano su un filtro in fibra di quarzo (o altro materiale)

3

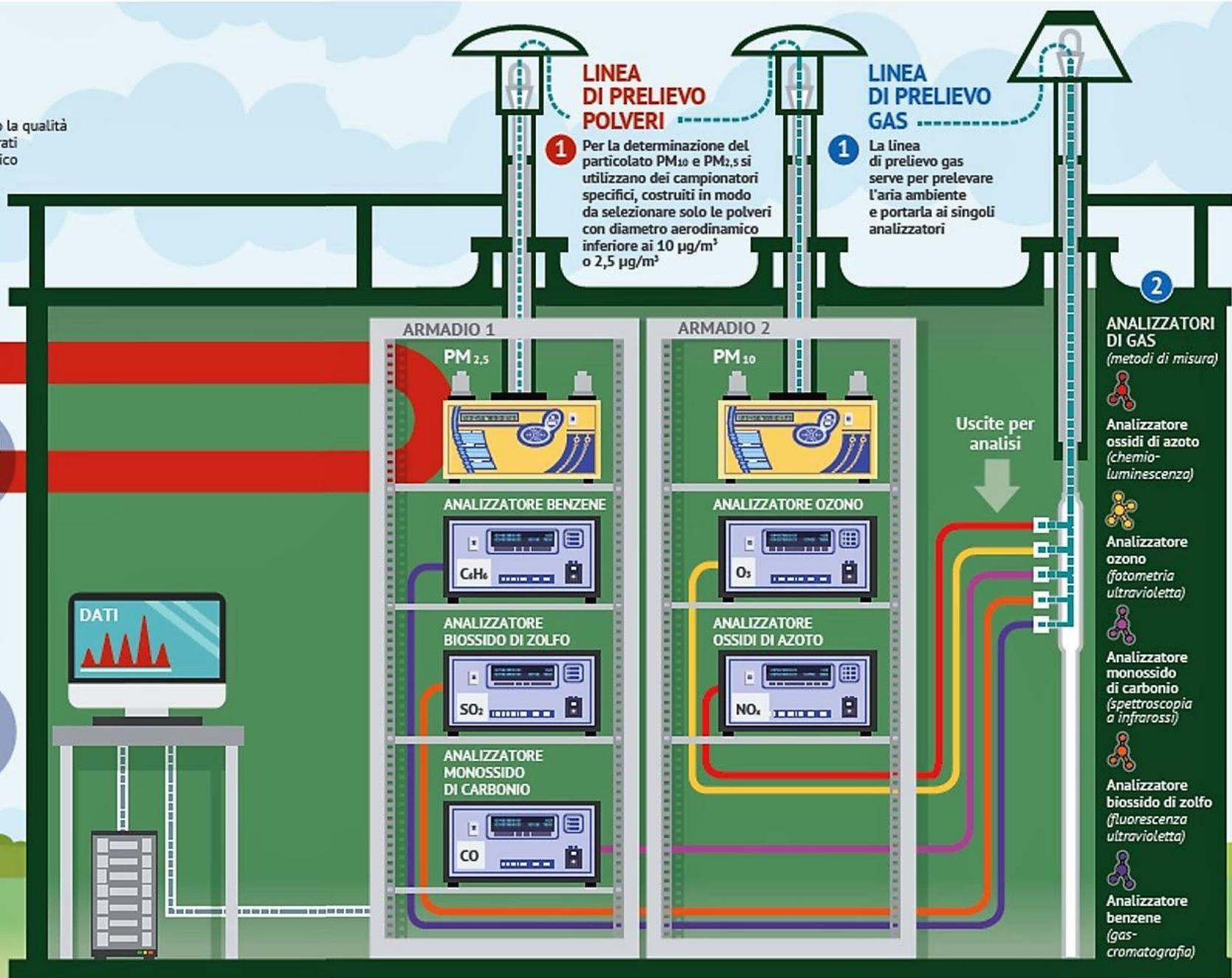
Il sistema automatico di determinazione della massa si basa sull'attenuazione di raggi beta

4

I filtri possono essere, poi, prelevati dall'operatore

5

E successivamente analizzati in laboratorio, per la determinazione analitica di IPA e metalli pesanti o altre sostanze chimiche



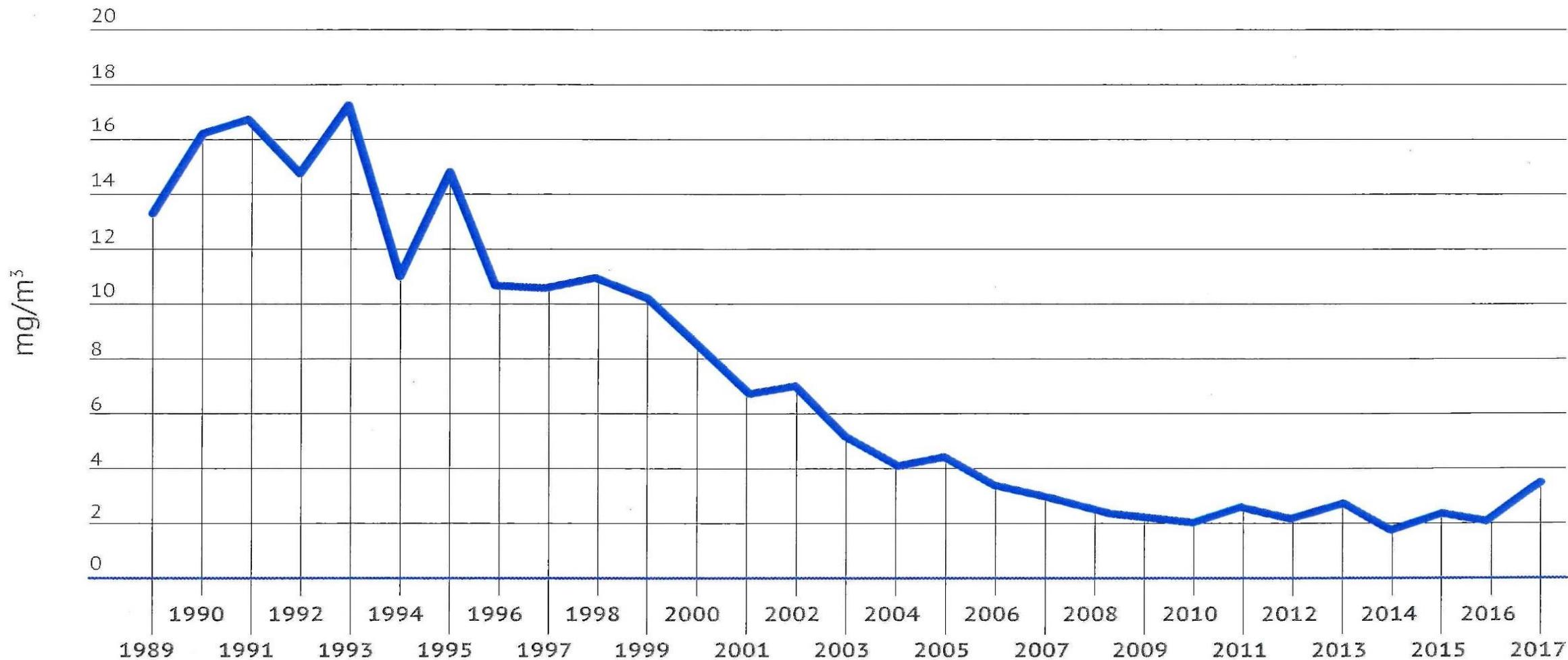


LIFE 15 IPE IT 013

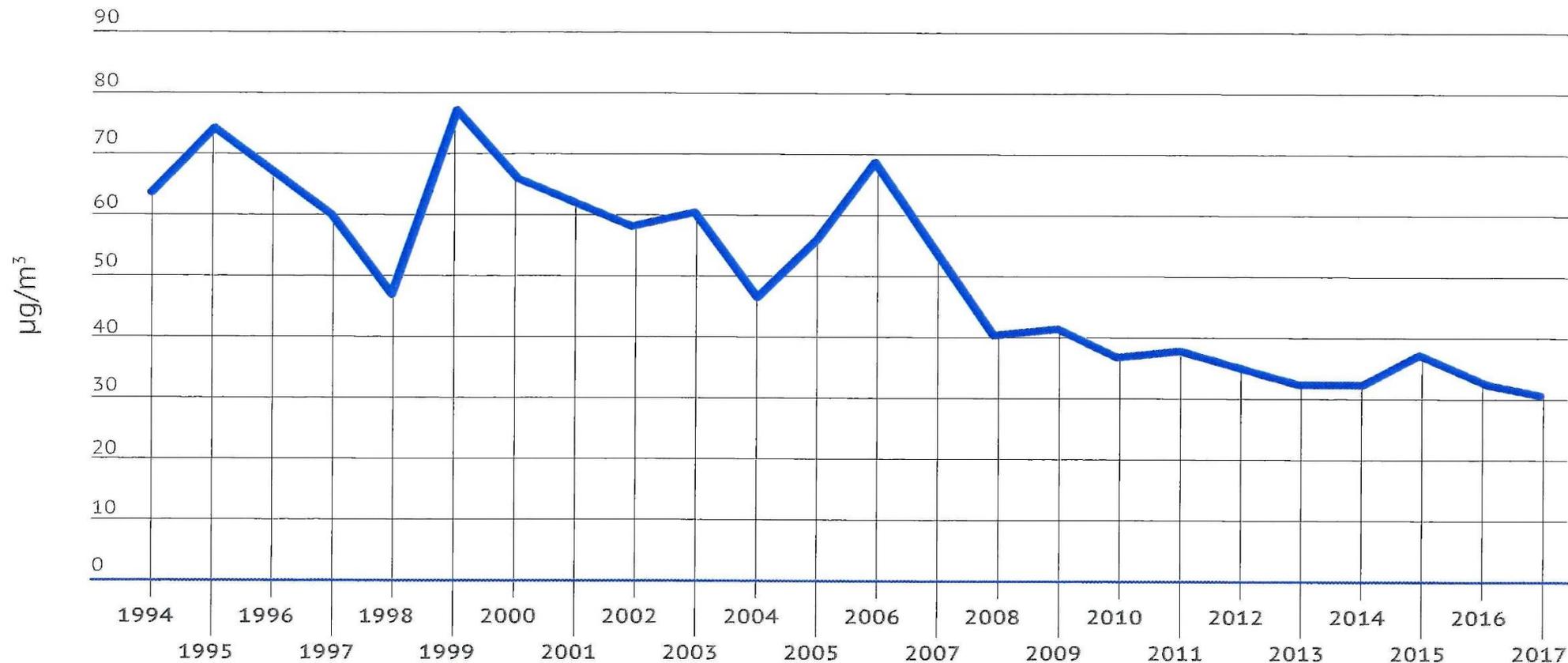
UNO SGUARDO D'INSIEME ALLA QUALITÀ DELL'ARIA: Analisi su lungo periodo (Emilia-Romagna)



Andamento dei massimi annui della media mobile su 8 ore del **monossido di carbonio** nella stazione di Reggio Emilia "Timavo"



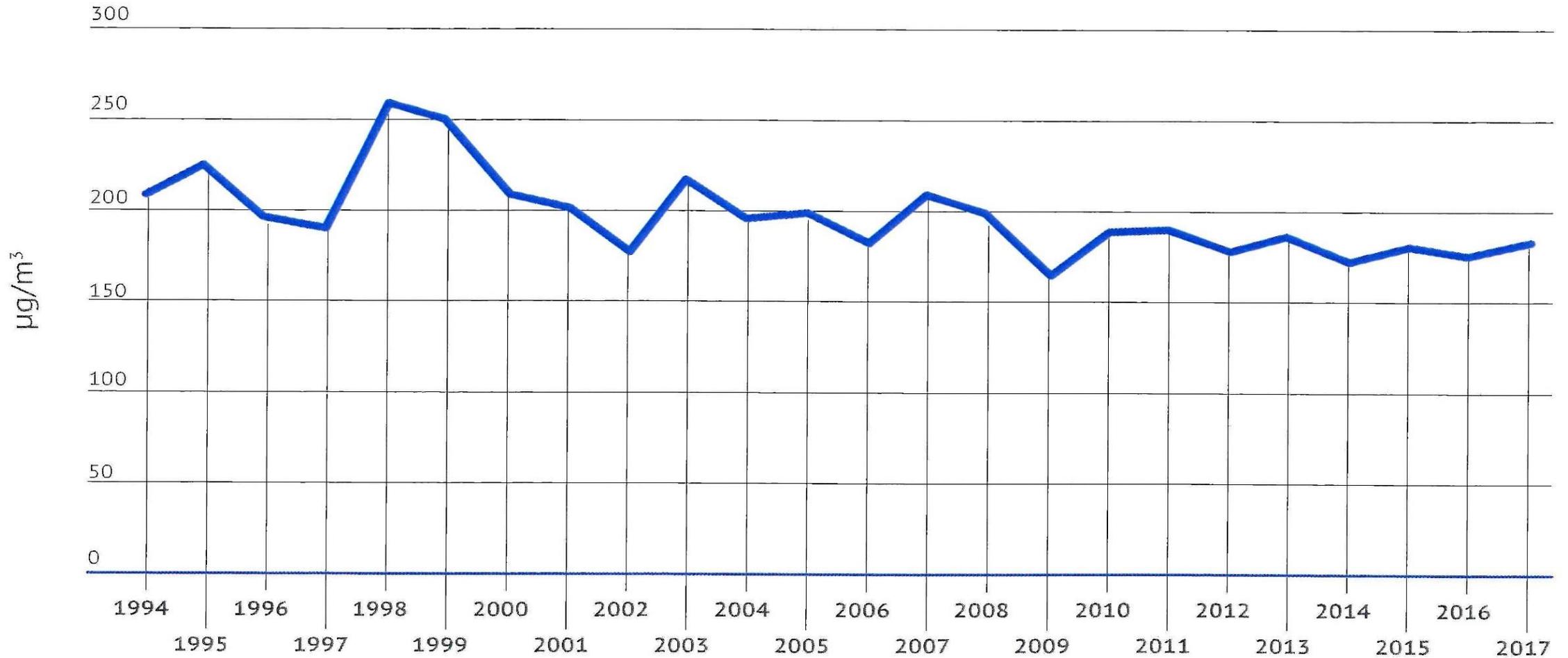
Andamento della media annua di **biossido di azoto** nella stazione di Ravenna "Zalamella"



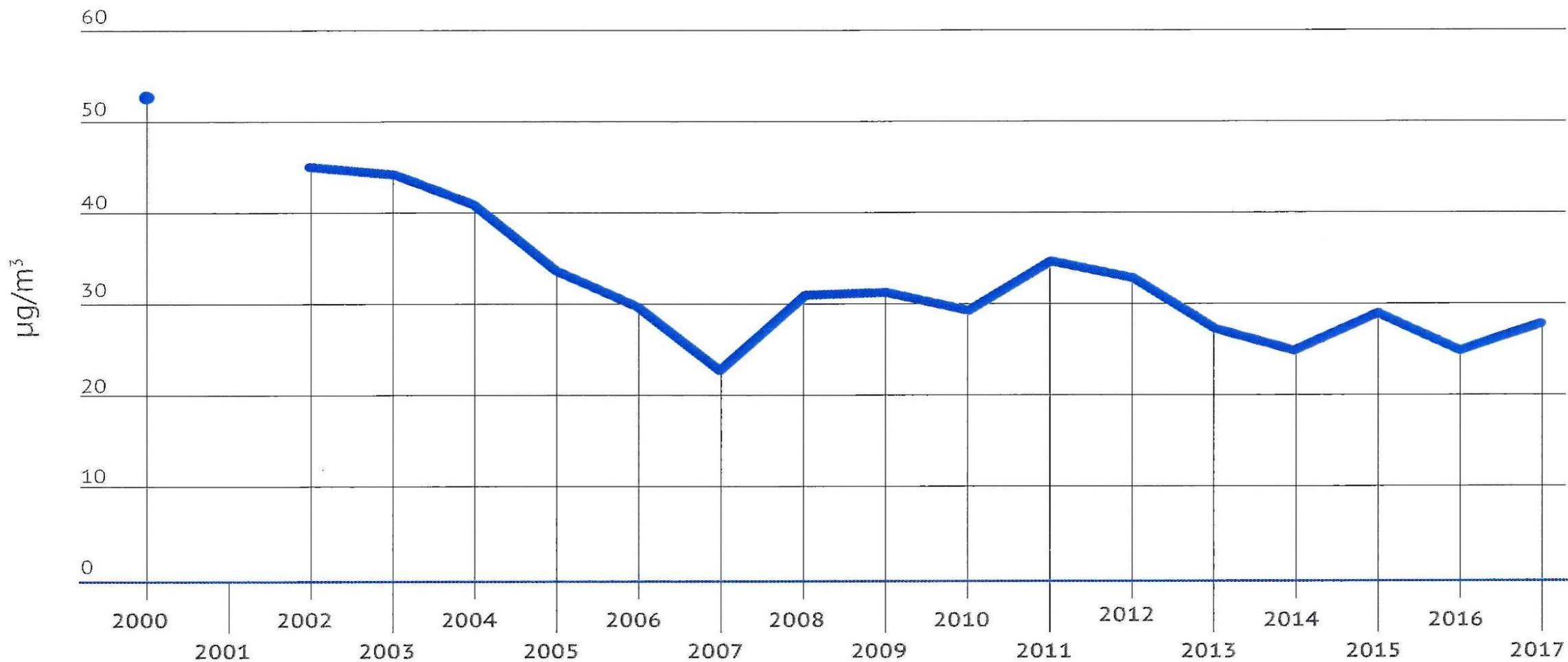
La serie storica più lunga disponibile per l'ozono è quella rilevata dalla stazione di fondo di "S. Lazzaro" (Reggio Emilia). L'andamento mostra oscillazioni

interannuali di ozono (figura 32), attribuibili alle naturali fluttuazioni della componente stagionale. Non è possibile evincere alcuna tendenza.

Andamento dei massimi annui della media mobile su 8 ore dell'**ozono** nella stazione di Reggio Emilia "S. Lazzaro"



Andamento della media annua di PM_{10} nella stazione di Ravenna "Zalamella"





LIFE 15 IPE IT 013

EMILIA-
ROMAGNA

Il 2017 in sintesi



27/43 (PM10)

Il valore limite giornaliero di PM10 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato superato oltre 35 giorni (numero massimo definito dalla normativa vigente) in 27 delle 43 stazioni della rete regionale



43/43 (PM10)

La media annua di PM10 è stata inferiore ai limiti di legge ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in tutte le 43 stazioni regionali



2/24 (PM2,5)

Il valore limite annuale di PM2,5 ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato superato in 2 delle 24 stazioni che lo misurano



100% (altri inquinanti)

I valori di biossido di zolfo, benzene e monossido di carbonio, sono rimasti entro i limiti di legge in tutte le stazioni di rilevamento



2/47 (NO2)

La media annua del biossido di azoto è stata superiore ai limiti di legge ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in 2 stazioni su 47

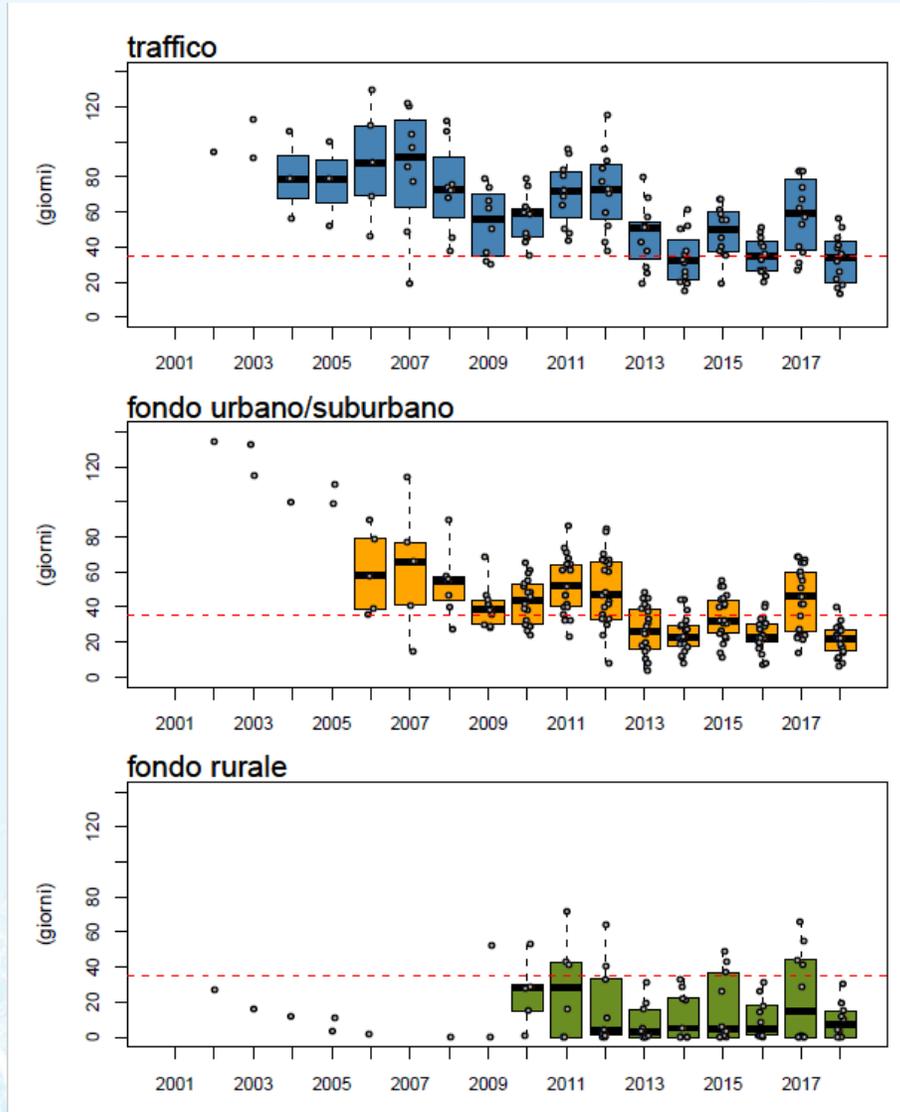


LIFE 15 IPE IT 013

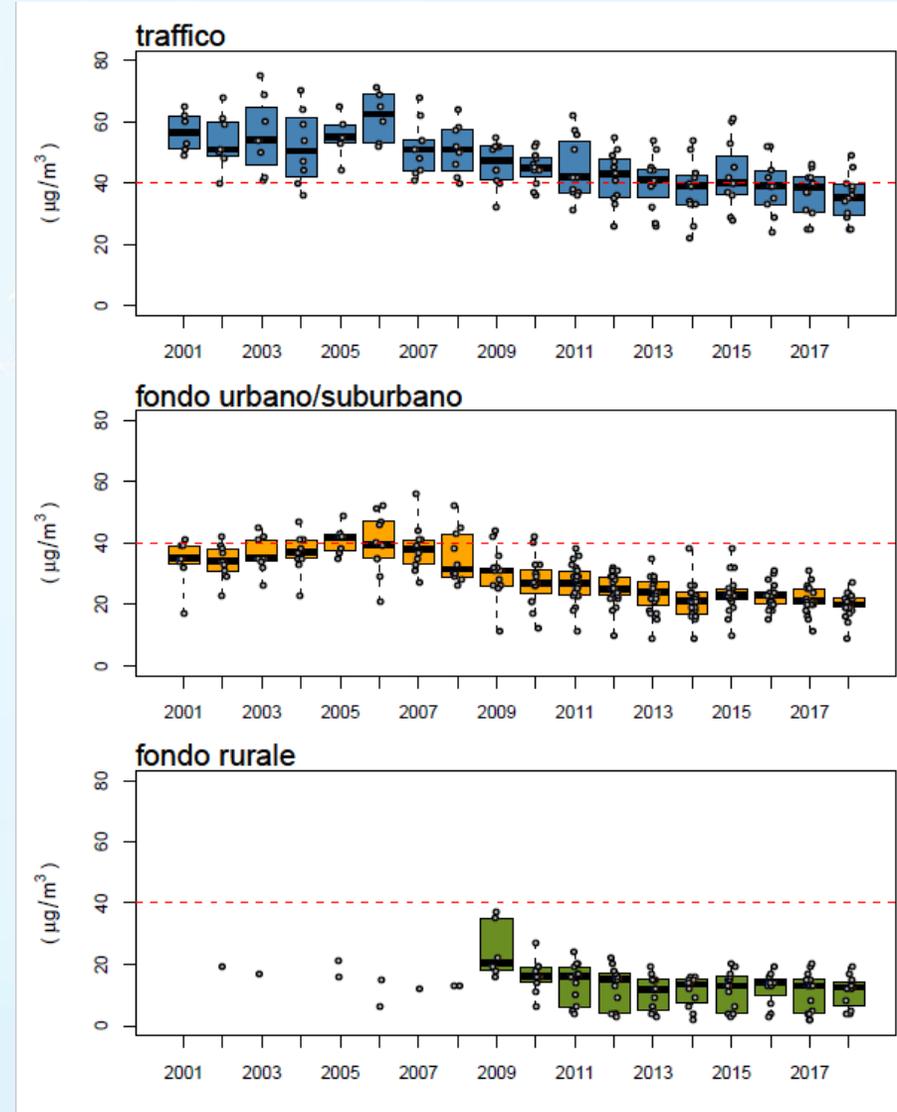
Gli andamenti di qualità dell'aria per PM10 e NO2



PM10 (2001–2018)
superamenti giornalieri



Biossido di azoto (2001–2018)
media annua





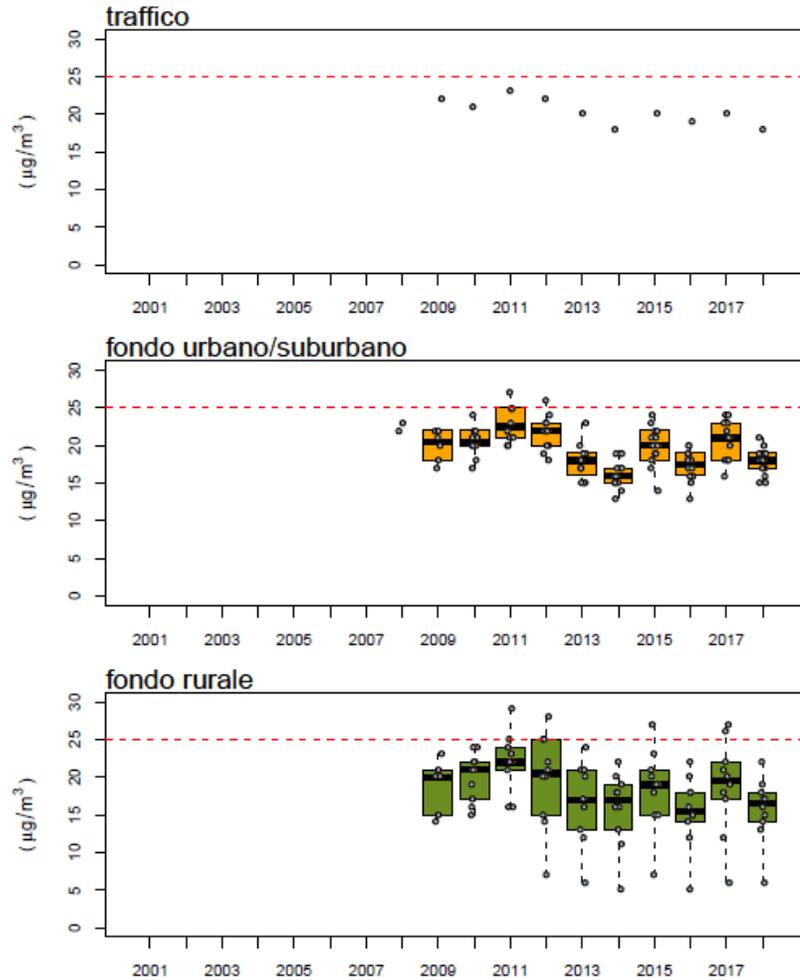
LIFE 15 IPE IT 013

Gli andamenti di qualità dell'aria per PM 2.5 e ozono



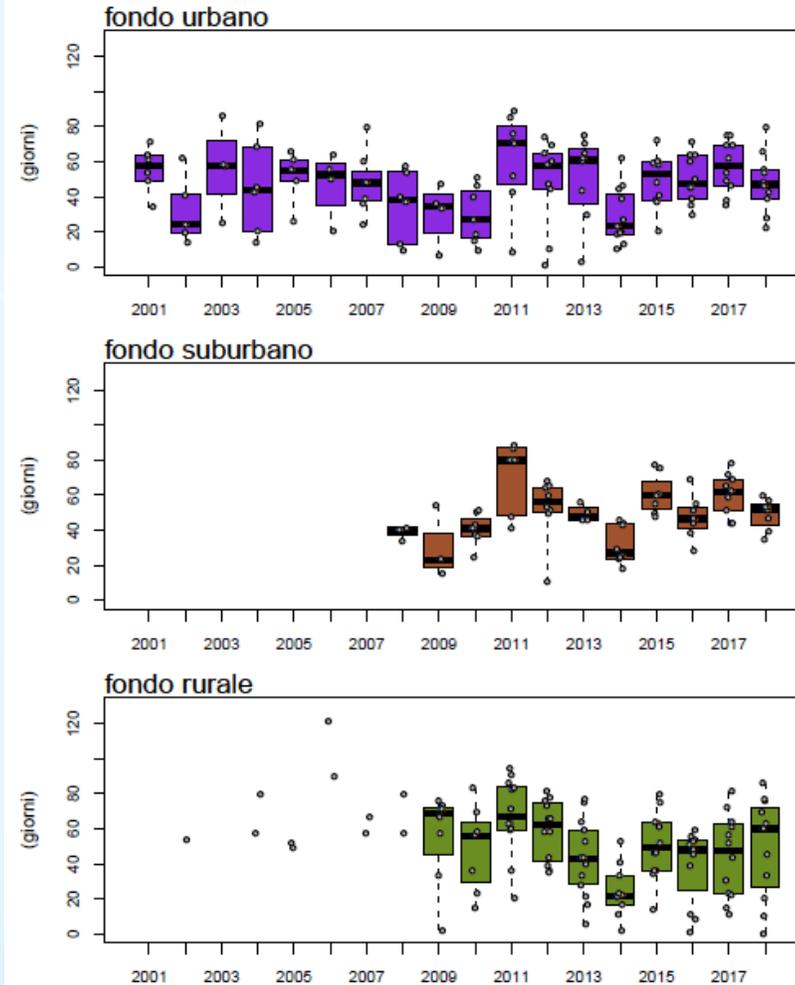
PM2.5 (2001-2018) media annua

tutte le stazioni regionali (escluse industriali), divise per tipologia



ozono (2001-2018) superamenti max media 8 ore

tutte le stazioni regionali di fondo, divise per tipologia

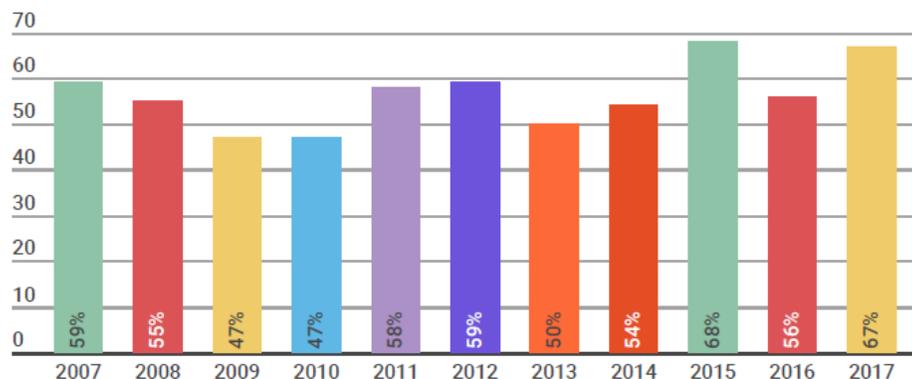




LIFE 15 IPE IT 013

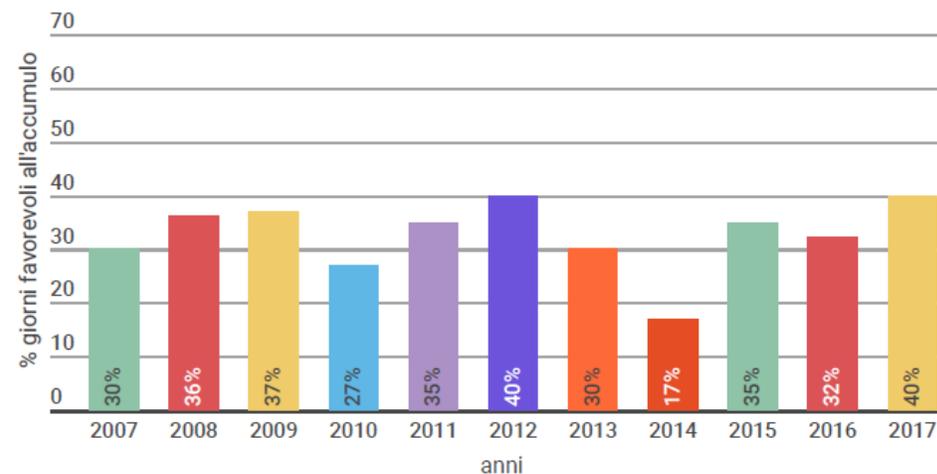
PM10: giorni favorevoli all'accumulo

% di giorni favorevoli (per le condizioni meteo) all'accumulo di PM10; % calcolata sul totale dei giorni del periodo gennaio-marzo e ottobre-dicembre per ciascun anno (2007-2017)



Ozono: giorni critici

% di giorni favorevoli (per le condizioni meteo) al superamento della soglia di legge (2007-2017)





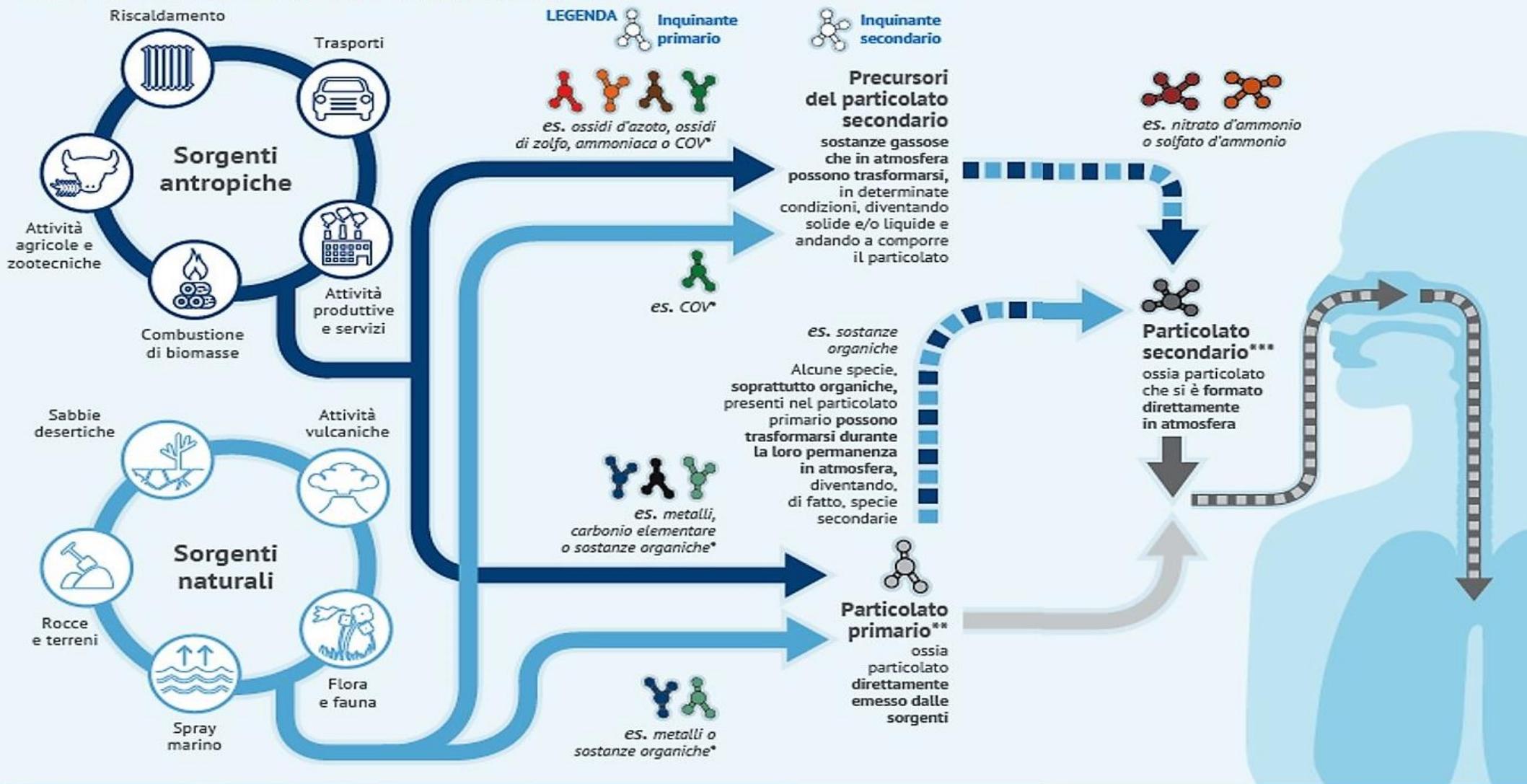
LIFE 15 IPE IT 013



DANNI ALLA SALUTE E AMBIENTE

COSA RESPIRIAMO?

IL PERCORSO DEL PARTICOLATO, DALLA FORMAZIONE ALL'INALAZIONE



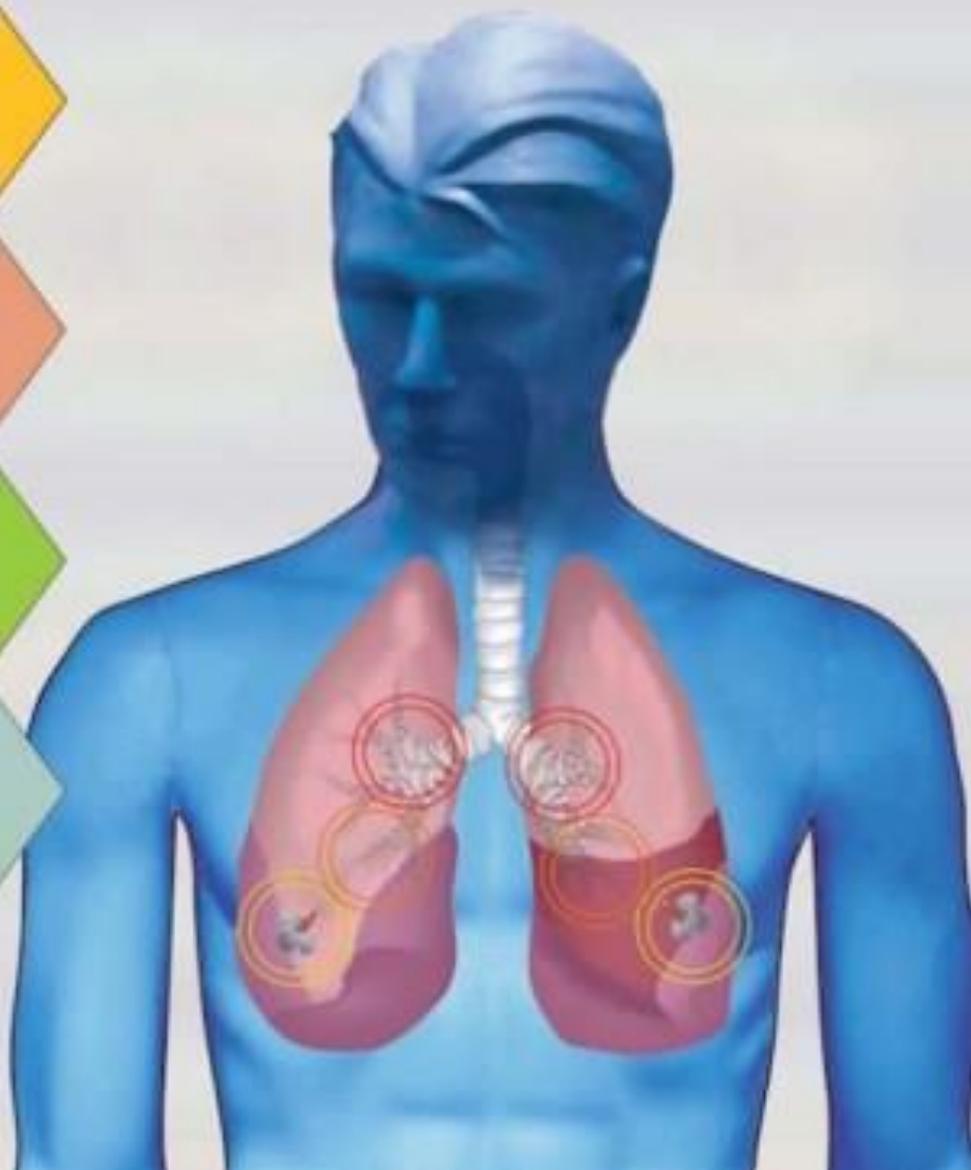
* Le sostanze organiche e i COV (Composti Organici Volatili) prodotti dalle sorgenti antropiche possono essere notevolmente diversi da quelli prodotti dalle sorgenti naturali ** Particolato primario composto prevalentemente da Metalli, IPA, tra cui Benzo(a)pirene, Sostanze organiche, Carbonio elementare, Sali, Materiale cristallo, Acqua *** Vedi testo pag. 34

Allergeni e
particolato

Sostanze chimiche
e odori

Batteri e virus

Inquinamento da
traffico e industrie



Effetti sulla salute

A breve termine

- reazioni allergiche
- infezioni oculari (congiuntivite)
- irritazione a naso e gola
- bronchiti
- polmoniti
- mal di testa e nausea
- difficoltà respiratorie
- reazioni cutanee (eczemi)
- attacchi di asma

A lungo termine

- malattie respiratorie croniche
- cancro ai polmoni
- malattie cardiache
- danni cerebrali e neurologici
- danni agli organi interni
(p.es. fegato e reni)



LIFE 15 IPE IT 013

O₃

- **Infiammazioni a polmoni e bronchi**
- **Riduce la capacità** delle piante di eseguire la **fotosintesi**, **indebolisce** la loro **crescita e riproduzione**.



PM₁₀ - PM_{2,5}

- **dimensioni maggiori** provocano effetti di **irritazione e infiammazione del tratto superiore delle vie aeree**,
- **dimensioni minori** (inferiori a 5-6 micron) possono **provocare e aggravare malattie respiratorie**.
- correlazione tra presenza di polveri fini e patologie dell'apparato respiratorio e cardiovascolare.

Nel **2013 AIRC** (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) ha classificato il particolato come **cancerogeno** di classe 1 (correlazione tra **esposizione a PM e cancro nell'uomo**)

CO

- **riduzione** della capacità del sangue di **trasportare ossigeno** dai polmoni alle cellule del corpo per via della sua forte affinità con lo ione ferro dell'emoglobina rispetto all'ossigeno. → Ipossia, emicrania, sonnolenza e difficoltà respiratorie.

NO₂

Diminuzione funzionalità polmonare

- Aumento suscettibilità a malattie respiratorie
- Cambiamenti negli ecosistemi acquatici e marini: acidificazione ed eutrofizzazione → perdita biodiversità



LIFE 15 IPE IT 013

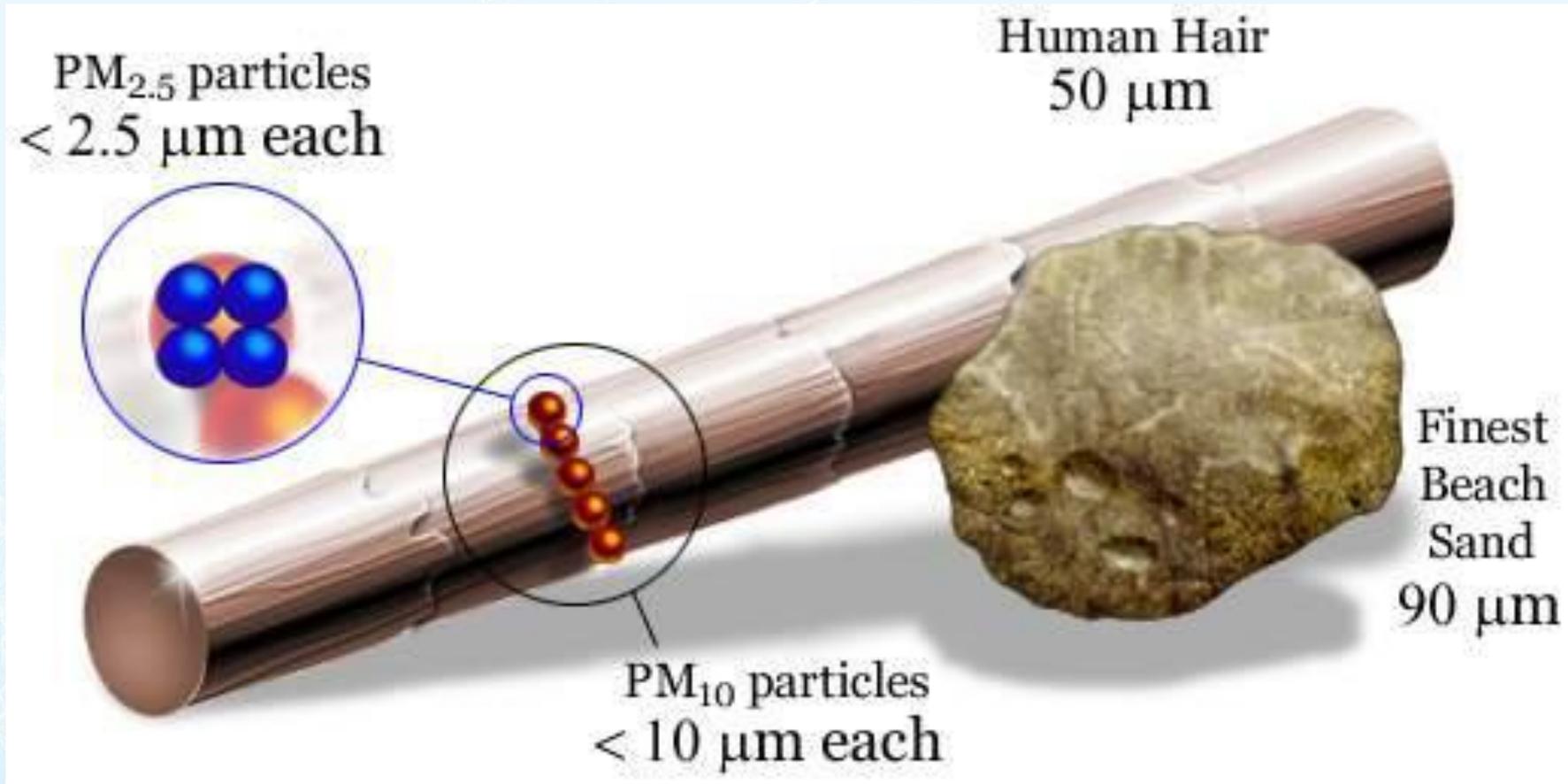
...ABOUT PM...



PM10: frazione *inalabile*, in grado di penetrare nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe).

PM2,5: frazione *respirabile*, in grado di giungere nelle vie aeree più profonde (trachea, bronchi, alveoli polmonari).

Valore limite PM10 = 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ su 24h





LIFE 15 IPE IT 013

BENZO(A)PIRENE

classificato in **categoria 1 da AIRC**, ritenuto un buon indicatore di rischio cancerogeno (**carcinoma polmonare**) per l'intera classe dei composti policiclici aromatici.

BENZENE

esposizione cronica  **potenziale cancerogenicità** sul sistema emopoietico (sul **sangue**) classificato (**AIRC**) come sostanza **cancerogena** di classe I, in grado di produrre diverse forme di **leucemia**.

METALLI

- **Ni, Cd, As**  **cancerogeni**, classificati in categoria 1 dalla **IARC**.
- **Pb** effetti tossici in quanto **interferisce** con numerosi **sistemi enzimatici**.

SO₂

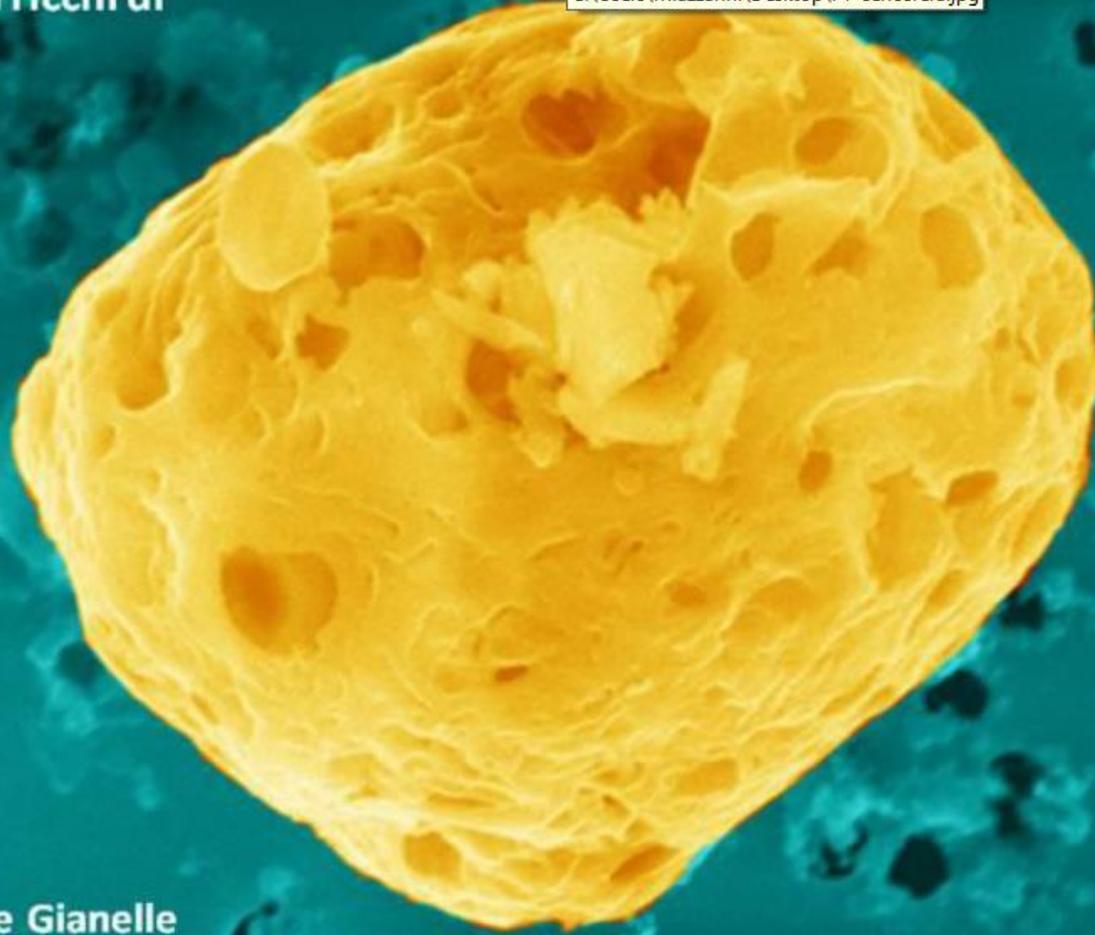
- **Irritazione vie respiratorie - occhi.**
- **Patologie dell'apparato respiratorio**



LIFE 15 IPE IT 013

Cenosfera: particella carboniosa che si può formare durante una combustione di combustibili ricchi di zolfo

C:\Users\mlazzarini\Desktop\F1-cenosfera.jpg



Autore: Vorne Gianelle

**ARPA**
Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia
Dipartimento di Milano

1 μ m





LIFE 15 IPE IT 013



Agglomerato di particelle
nanometriche organiche
emesse da un veicolo con
motore diesel

Autore: Vorne Gianelle



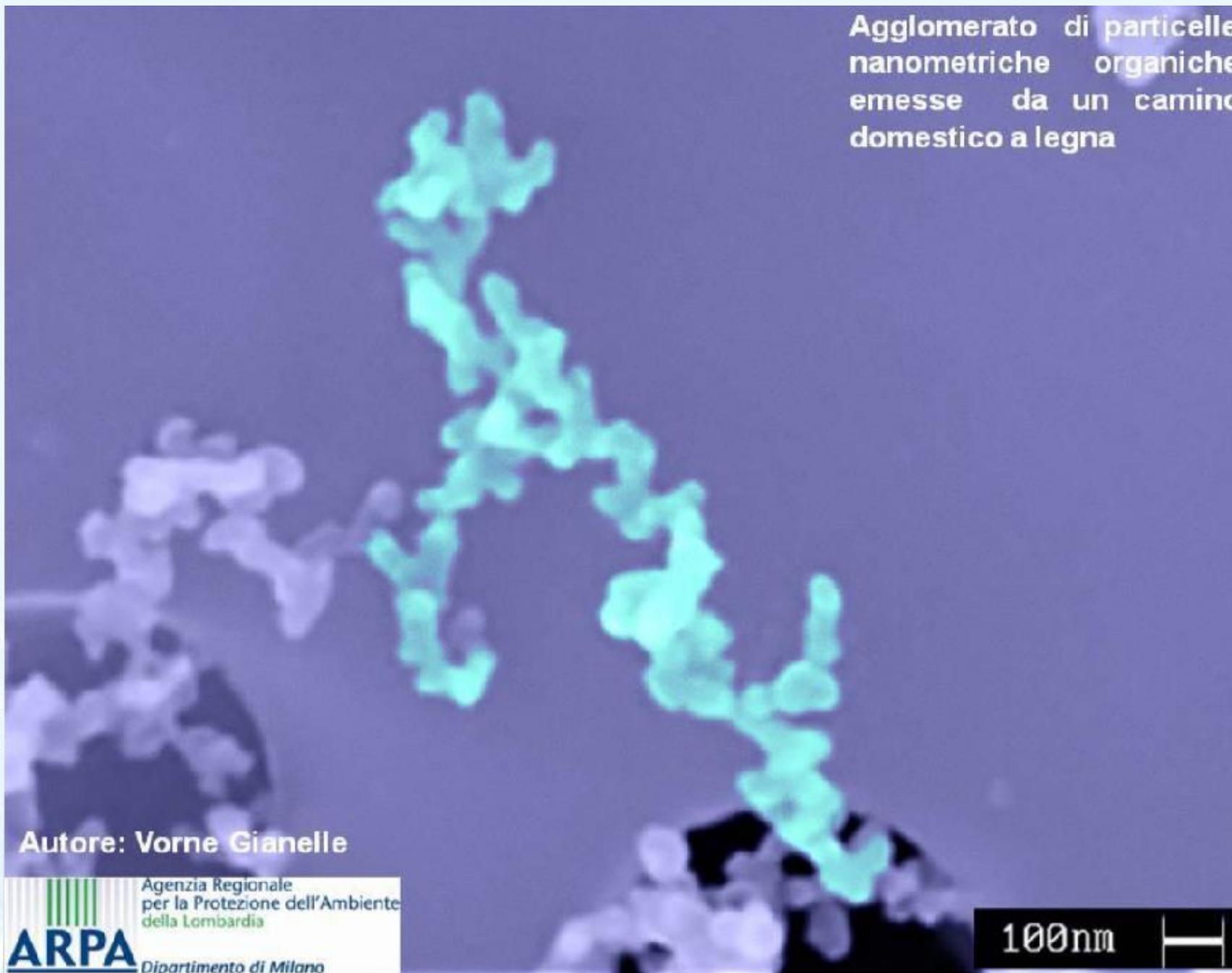
100nm 



LIFE 15 IPE IT 013



Agglomerato di particelle
nanometriche organiche
emesse da un camino
domestico a legna



Autore: Vorne Gianelle



100nm

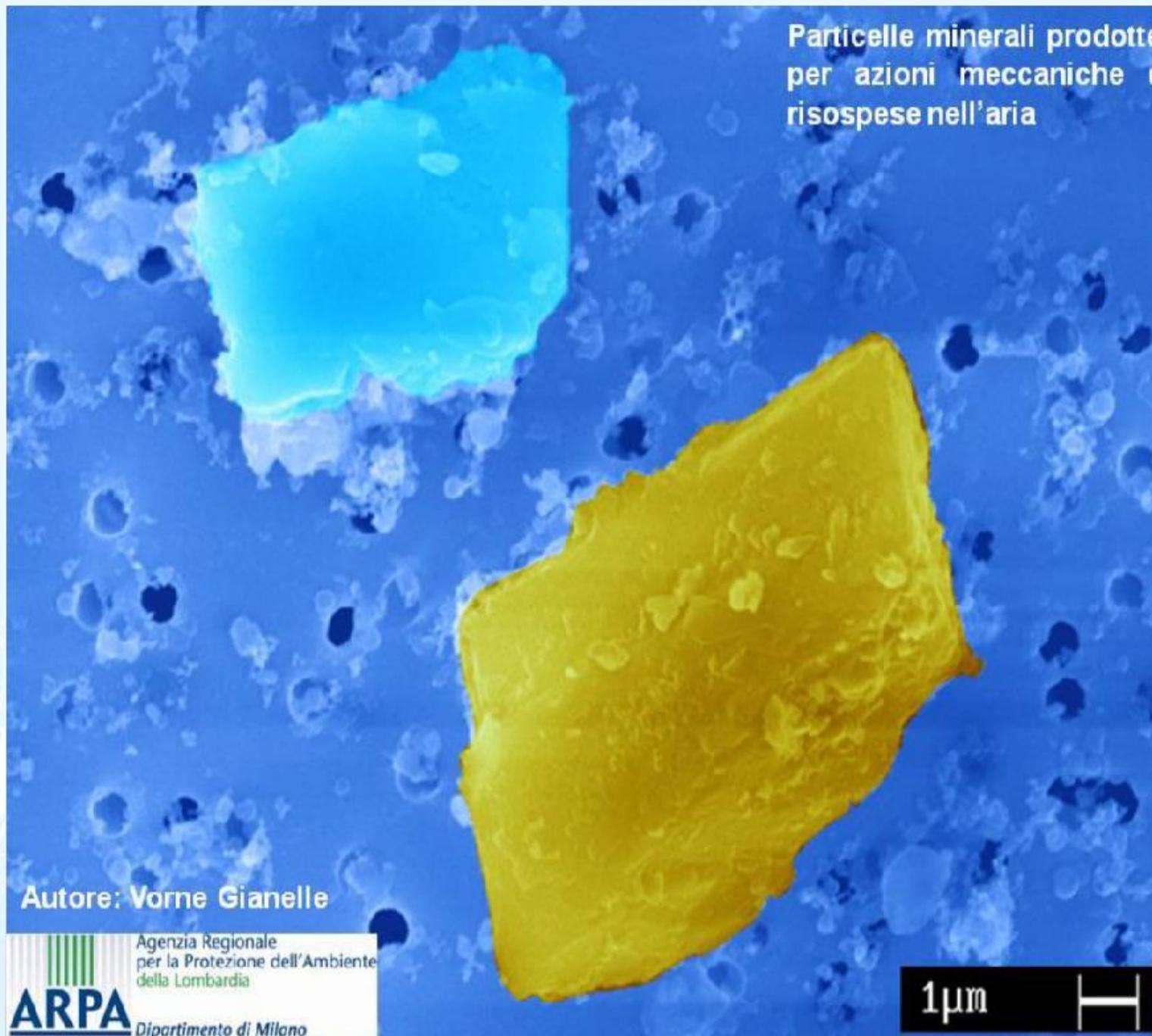




LIFE 15 IPE IT 013



Particelle minerali prodotte
per azioni meccaniche e
risospese nell'aria



Autore: Vorne Gianelle



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Dipartimento di Milano

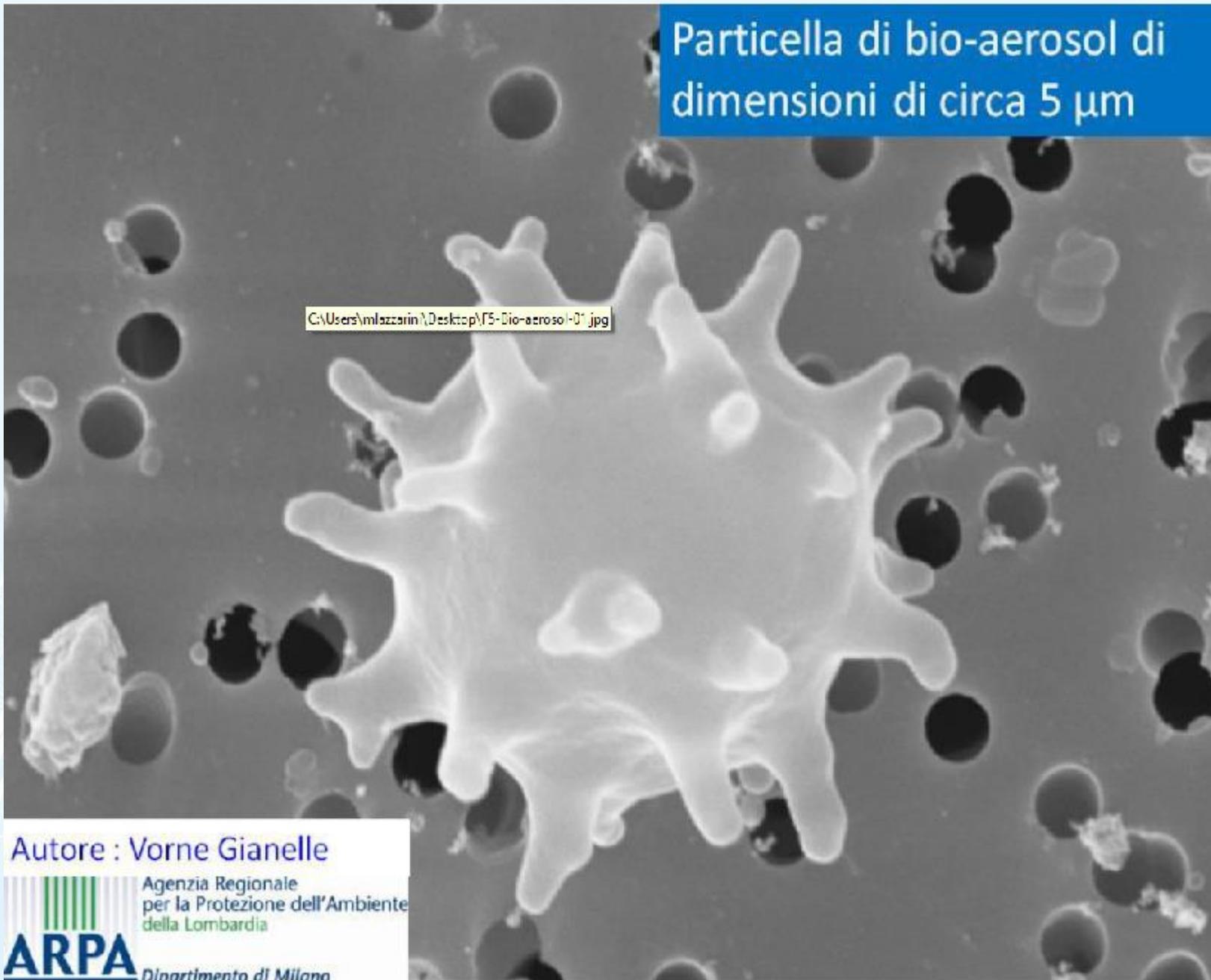
1 μ m





LIFE 15 IPE IT 013

Particella di bio-aerosol di
dimensioni di circa 5 μm



C:\Users\mlazzarin\Desktop\F5-Bio-aerosol-01.jpg

Autore : Vorne Gianelle



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Dipartimento di Milano



LIFE 15 IPE IT 013

...ALCUNE STIME ...



- L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) stima che l'**inquinamento atmosferico ambientale** causa nel mondo circa **3.7 milioni di decessi all'anno**, 800.000 solo in Europa; esso è responsabile di **6.3 milioni di anni di vita persi e del 3% della mortalità cardio-respiratoria**.
- In un recente processo di revisione della letteratura scientifica sui principali inquinanti, l'OMS ha raccomandato alla Unione Europea **politiche urgenti di contenimento delle emissioni e standard di qualità dell'aria più stringenti** (progetto REVIHAAP, www.euro.who.int).
- L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro dell'OMS ha recentemente stabilito che esistono prove sufficienti della **cancerogenicità del particolato atmosferico** (PM10 e PM2.5) in particolare per il **cancro del polmone**.
- Un recente rapporto dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha stimato inoltre che nel 2010 l'inquinamento atmosferico in Europa è costato in termini di morti premature e di malattie circa **1.600 miliardi di dollari**, cifra quasi **equivalente a un decimo del prodotto interno lordo dell'UE nel 2013**.



LIFE 15 IPE IT 013

Morti premature attribuibili all'esposizione a particolato sottile (PM2,5), ozono (O3) e biossido di azoto (NO2) nel 2012 in 40 paesi europei e nell'UE-28.

DATI ITALIA



PM2,5: 59.500 mila morti premature

O3: 3.300 mila morti premature

NO2: 21.600 morti premature

Paese	PM2.5	O3	NO2
Austria	6 100	320	660
Belgio	9 300	170	2 300
Bulgaria	14 100	500	700
Croazia	4 500	270	50
Cipro	790	40	0
Repubblica ceca	10 400	380	290
Danimarca	2 900	110	50
Estonia	620	30	0
Finlandia	1 900	60	0
Francia	43 400	1 500	7 700
Germania	59 500	2 100	10 400
Grecia	11 100	780	1 300
Ungheria	12 800	610	720
Irlanda	1 200	0	0
Italia	59 500	3 300	21 600
Lettonia	1 800	0	90
Lituania	2 300	80	0
Lussemburgo	250	10	60
Malta	200	20	0
Paesi Bassi	10 100	200	2 800
Polonia	44 600	1 100	1 600
Portogallo	5 400	320	470
Romania	25 500	720	1 500
Slovacchia	5 700	250	60

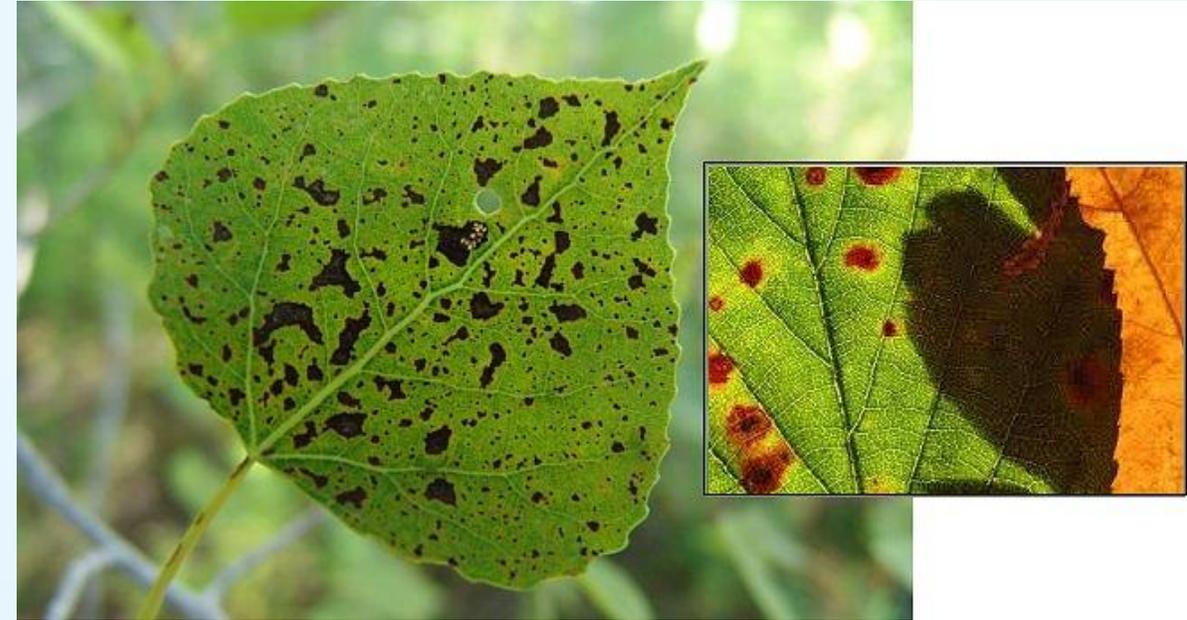
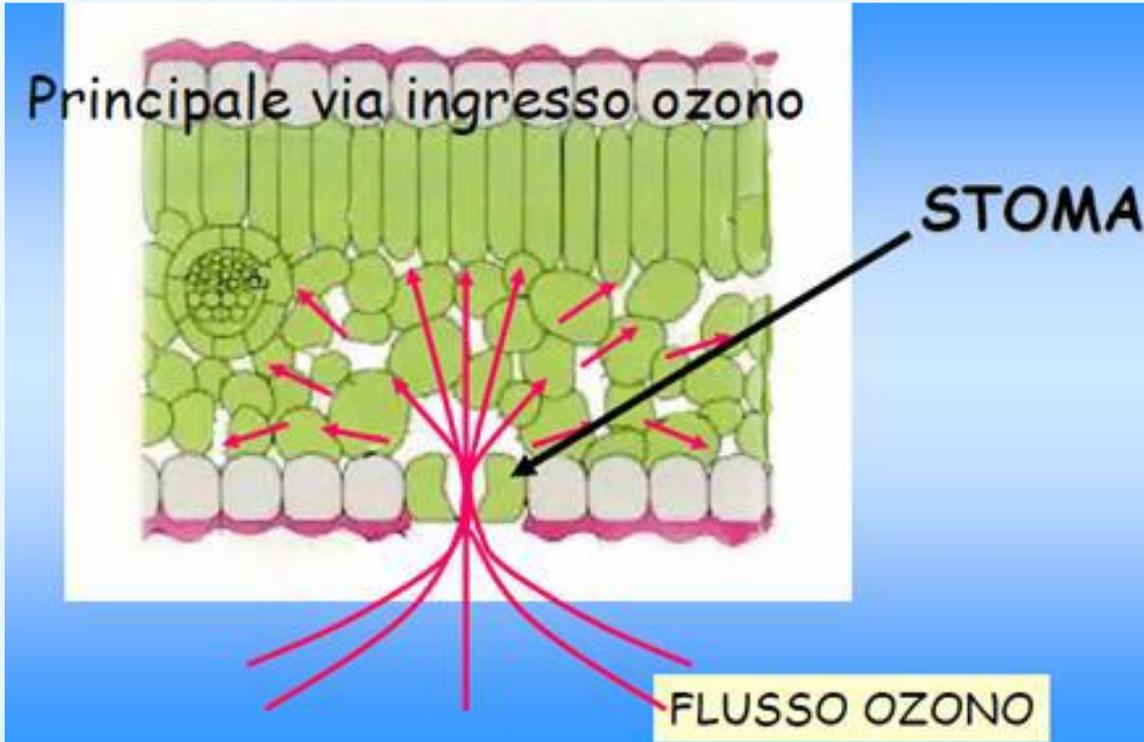


QUALI SONO GLI EFFETTI DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO SULLA VEGETAZIONE?



Diminuzione fotosintesi clorofilliana

Clorosi e necrosi fogliare

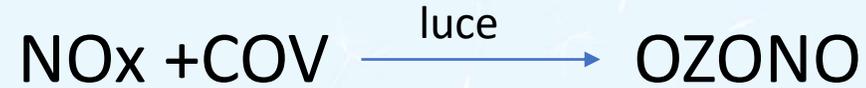


Alterazione membrane cellulari



LIFE 15 IPE IT 013

PIANTE E OZONO



L'**ozono** così formato nella troposfera rappresenta oggi una **seria minaccia per gli ecosistemi forestali**, ma anche per le **coltivazioni**, risultando un **potente agente inquinante** che induce reazioni negli organismi vegetali: **senescenza precoce** causata da un'**alterazione** dell'integrità e della funzionalità delle **membrane cellulari**.

Condizioni **meteorologiche** favorevoli alla **formazione di ozono e smog fotochimico** (foschia che si verifica quando le emissioni derivanti dalla combustione di combustibili fossili reagiscono con la luce solare):

- **alta radiazione solare**
- **elevata temperatura**
- **presenza di specifici inquinanti atmosferici.**
- **scarse precipitazioni**



Conseguenze su **piante coltivate e spontanee**,

- **stress idrico**
- **riduzione dell'aspettativa di vita** (piante con età superiore a 100 anni).



LIFE 15 IPE IT 013

ALTRE CONSEGUENZE - EFFETTI



Assottigliamento dello strato di ozono

La presenza di clorofluorocarburi (CFC) nell'atmosfera assottiglia **strato di ozono (stratosferico)**.



Aumentano i raggi dannosi che arrivano al suolo e ciò può causare **melanomi, carcinomi, problemi agli occhi** delle persone troppo esposte.

Effetti sulla fauna selvatica

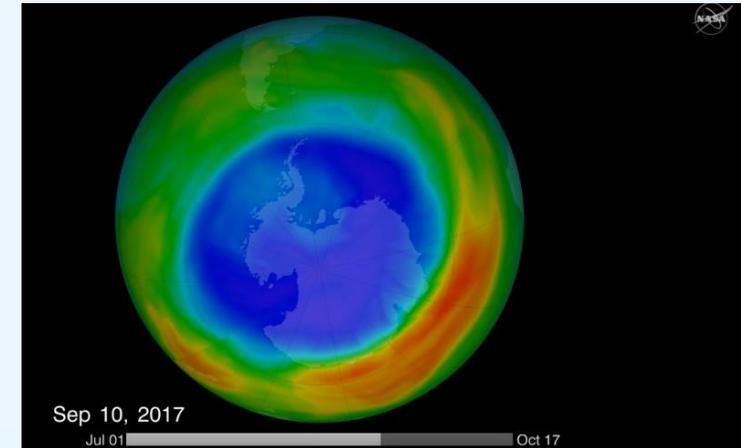
- Infezioni - intossicazioni a causa di cibo e acqua contaminati.
- Modifica del loro habitat → Migrazioni
- Contaminazione o morte di **piante**, che possono venire ingerite dalla fauna selvatica.

Eutrofizzazione e Acidificazione ecosistemi

Abbondante rilascio in atmosfera di composti dello **zolfo (S)** e dell'**azoto (N)** derivati dai processi di combustione di carbone e petrolio o dall'uso di fertilizzanti nel settore agricolo



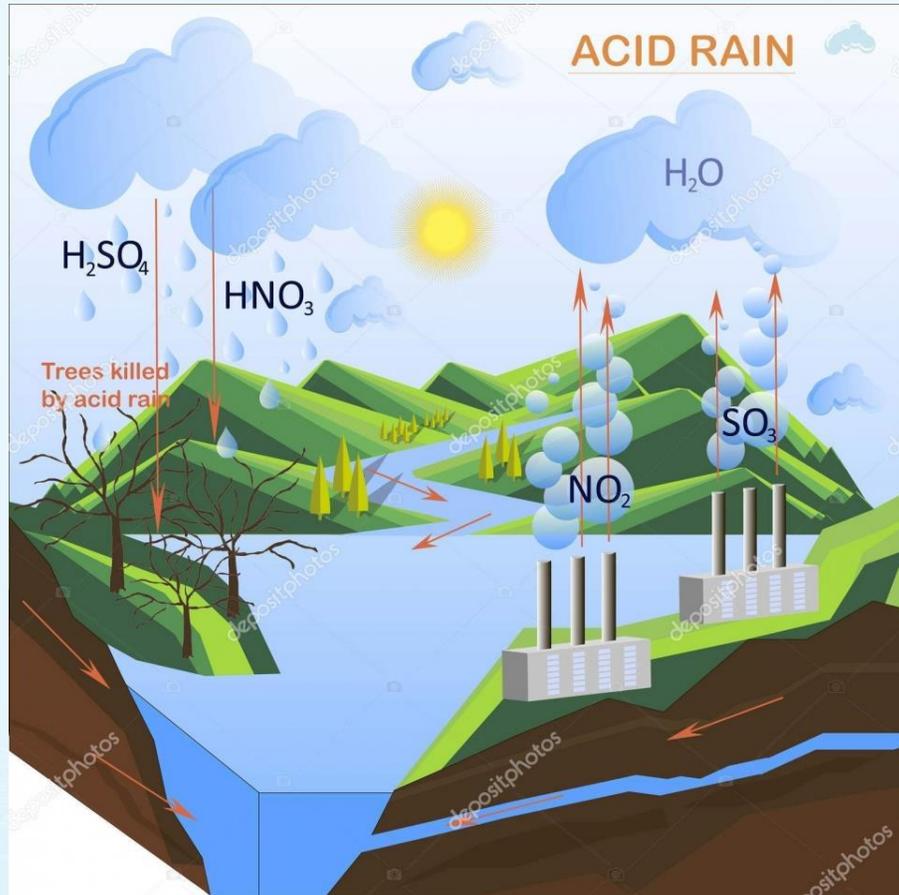
- eccessiva proliferazione di biomassa vegetale (microalghe)
- modifiche di habitat e perdita di biodiversità



EFFETTI SU VEGETAZIONE E MANUFATTI

Piogge acide

ricaduta dall'atmosfera sul suolo di particelle acide che si originano principalmente a partire da SO_2 e NO_x



Azione delle piogge acide su di una foresta dell'Europa Settentrionale e su un monumento





LIFE 15 IPE IT 013

Piano Aria Integrato Regionale

PAIR 2020



Contiene le misure per il risanamento della qualità dell'aria, per ridurre i livelli degli inquinanti sul territorio regionale, rientrare nei valori limite fissati dall'UE e salvaguardare la salute della popolazione.

È necessario **agire** nei **settori** che contribuiscono all'inquinamento atmosferico e al cambiamento climatico, sviluppando politiche e misure coordinate ai vari livelli di governo locale, regionale, nazionale e in particolare nel bacino padano.





TRASPORTO PUBBLICO

rinnovo del parco autobus, potenziamento del trasporto pubblico locale del 10% e del servizio ferroviario del 20%



160 milioni €

sostituzione di almeno 600 autobus entro il 2020

MOBILITÀ SOSTENIBILE

raggiungimento del 20% degli spostamenti urbani in bicicletta, 10% di veicoli elettrici o ibridi e 20% di aree verdi in città

aumento delle aree pedonali, ZTL e "zone 30"



14 milioni €

mobilità ciclabile, aree pedonali, ZTL, "zone 30" e infomobilità



6,7 milioni €

mobilità elettrica e potenziamento rete pubblica di ricarica



2 milioni €

sostituzione di veicoli commerciali diesel più inquinanti per artigiani e imprese

TRAFFICO

riduzione del 20% del traffico nelle aree urbane, limitazioni alla circolazione dei veicoli più inquinanti (da ottobre a marzo) nei centri abitati con più di 30.000 abitanti e nell'agglomerato di Bologna

ENERGIA E RISCALDAMENTO

riduzione delle emissioni da produzione e consumo di energia



67 milioni €

efficienza energetica degli edifici pubblici e delle attività produttive

divieto di utilizzo dei camini "aperti" o a bassa efficienza alimentati a legna sotto i 300 metri di altitudine (da ottobre a marzo)

obbligo di chiusura delle porte degli edifici con accesso al pubblico per evitare dispersioni termiche

divieto di installazione e di utilizzo di impianti per la climatizzazione invernale ed estiva negli spazi comuni degli edifici (garage, scale ecc.)

AGRICOLTURA

riduzione delle emissioni di ammoniaca da agricoltura e allevamenti



53 milioni €

copertura vasche di stoccaggio delle deiezioni, adeguamento ricoveri per animali, pratiche efficienti di distribuzione degli effluenti, modifiche alla dieta degli animali



LIFE 15 IPE IT 013

PROGETTO PREPAIR



Progetto Life sulla qualità dell'aria, l'Emilia-Romagna è capofila 18 partner – tra cui tutte le Regioni del Bacino Padano – con un budget di 17 milioni di euro, 10 cofinanziati dall'Europa

Dura 7 anni: 1/2/2017 to 31/01/2024

Partners:

6 Regions

Region Emilia-Romagna; Region Lombardy, Region Piedmont, Region Veneto; Autonomous Province of Trento; Region Friuli Venezia Giulia;

7 Environment Agencies

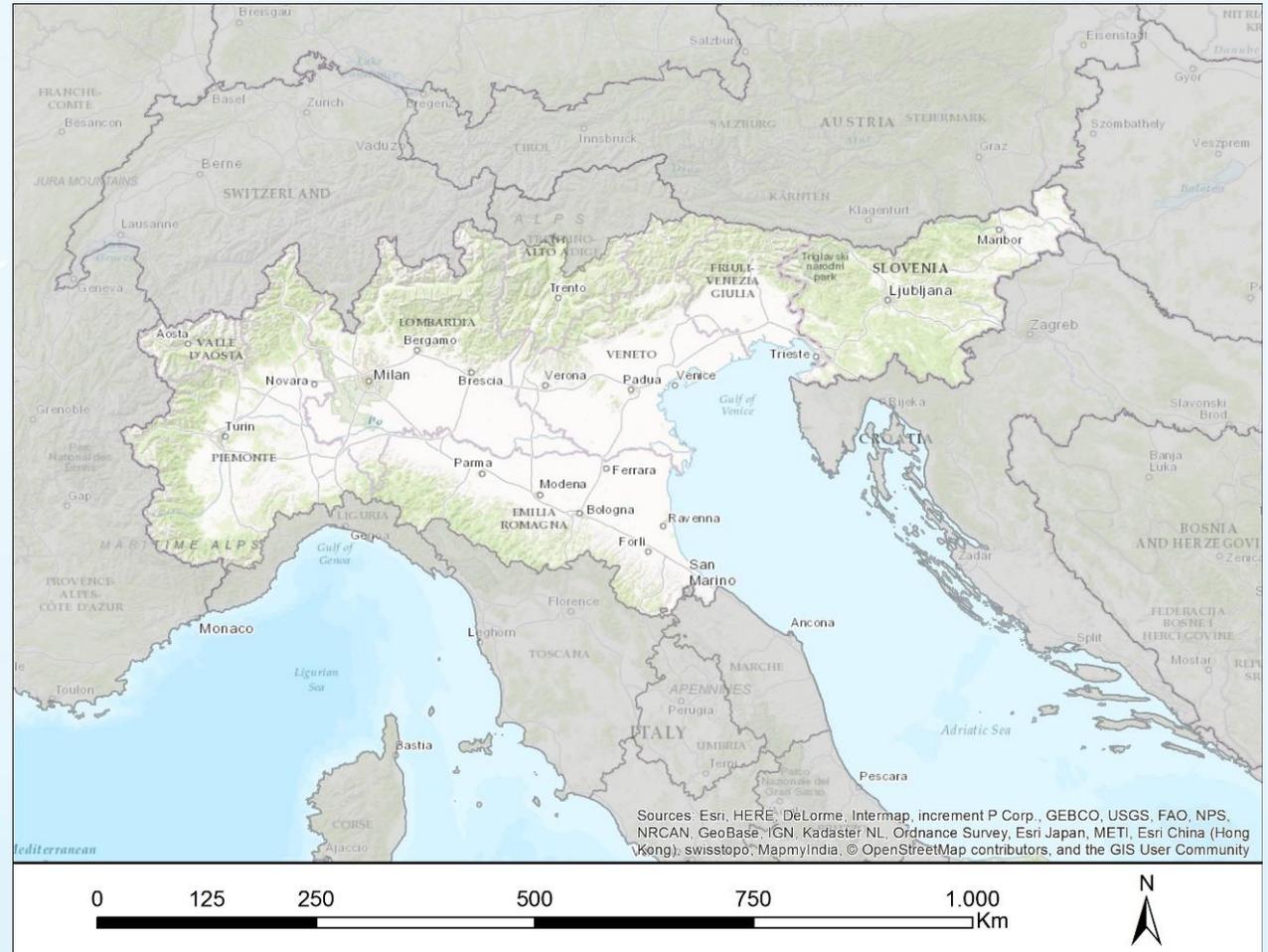
ARPAE Emilia-Romagna, ARPA Lombardy, ARPA Piedmont, ARPA Veneto, ARPA Valle d'Aosta, ARPA Friuli Venezia Giulia, Slovenian Environment Agency.

3 Municipalities

Bologna, Turin and Milan;

2 Private non-commercial agencies

ERVET; Lombardy Foundation for the Environment (FLA)





LIFE 15 IPE IT 013

PREPAIR: OBIETTIVI



- Supportare la piena implementazione dei Piani di qualità dell'aria (AQPs) e delle misure dell'Accordo di Bacino Padano su una scala territoriale più ampia nei settori:
 - agricoltura
 - trasporti
 - biomasse per uso domestico
 - efficienza energetica
- Creare una **infrastruttura permanente di condivisione dei dati** per il monitoraggio, la valutazione della qualità dell'aria e delle misure attuate
- Valutare e ridurre il trasporto di inquinanti attraverso il Nord Adriatico
- Istituire una **piattaforma permanente di governance** composta dalle amministrazioni che gestiscono le politiche di qualità dell'aria, le Agenzie ambientali, le Autorità di gestione dei fondi complementari e gli stakeholder





PROGETTO PREPAIR



Obiettivo: informare, sensibilizzare, promuovere nuovi stili di vita

Ambiti di intervento:

- realizzazione di una **piattaforma permanente per la condivisione dei dati**, il monitoraggio e la valutazione della qualità dell'aria nel bacino padano, comprensiva anche degli effetti dell'inquinamento transfrontaliero Italia-Slovenia
- **Agricoltura:** sviluppo di uno **strumento** comune di **valutazione** delle **misure per ridurre le emissioni degli allevamenti**; diffusione delle **buone pratiche per l'utilizzo dei fertilizzanti**, anche attraverso l'elaborazione di un sistema di assistenza agli agricoltori per limitare lo spandimento nei periodi a maggior rischio di accumulo di inquinanti in atmosfera.
- **Biomasse:** azioni di **formazione** sono indirizzate ai **professionisti del settore** per la **progettazione**, la **manutenzione** e il **controllo degli impianti di combustione a biomassa per uso domestico**
- **Energia:** azioni per il risparmio energetico destinate a enti locali, operatori economici e cittadini
- **Trasporti:** elaborare strumenti comuni per supportare la **mobilità pubblica, elettrica e ciclabile**, oltre alla gestione razionale delle merci, anche attraverso l'adozione di azioni pilota e dimostrative.



LIFE 15 IPE IT 013

BIBLIOGRAFIA e FONTI



- <https://it.depositphotos.com/118400274/stock-illustration-air-pollution-from-factories-on.html>
- <https://www.mappe-scuola.com/2011/12/laria-mappa-concettuale.html>
- <http://www.meteone.it/site/rubriche-approfondimento/climatologia/clima-didattica/889-stratwarming-e-atmosfera-terrestre-parte-1.html>
- https://www.google.it/search?q=respirazione+definizione&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwidycjr-v7gAhXHGEwKHa_EB4UQ_AUIDigB&biw=1920&bih=963#imgsrc=ABlewEg0WXVOMM:
- <https://it.dreamstime.com/sezione-trasversale-del-tessuto-polmonare-umano-che-mostra-bronchiolo-e-gli-alveoli-image109140489>
- <http://www.istologia.unige.it/page13/page35/page38/>
- <https://www.medimagazine.it/quanto-occorre-polmoni-dei-fumatori-per-rigenerarsi/>
- https://www.google.it/search?biw=1097&bih=550&tbm=isch&sa=1&ei=ofSJXMaMtXPgwfP7JXADQ&q=atmosfera&oq=+atmosfera&gs_l=img.1.0.35i39j0l9.71657.77589..79802...0.0..0.68.235.4.....1....1..gws-wiz-img.....0i10j0i8i30.jfKzRf_h48Y#imgsrc=BQ94zU3bZxZWDM:
- <https://issuu.com/arpaer/docs/report-aria-2018>
- <https://it.depositphotos.com/150911028/stock-illustration-scheme-of-the-acid-rain.html>
- http://riducareflui.venetoagricoltura.org/dmdocuments/scheda_emissioni_2015-09.pdf
- http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_2368_allegato.pdf
- <https://www.eea.europa.eu/downloads/c60c5e10f8c44fd59c54faec4a1df158/1461254126/morti-premature-attribuibili-allinquinamento-atmosferico.pdf>
- <http://www.arpat.toscana.it/notizie/arpatnews/2018/096-18/gli-effetti-dellozono-sulla-vegetazione>
- <https://www.inquinamento-italia.com/inquinamento-atmosferico-gli-effetti-sull-ambiente-coltive-alberi-animali-selvatici/>



LIFE 15 IPE IT 013



<http://www.palladio-tv.it/internet/EcologiaSpeciale/Acqua-1/eutrofizzazione.jpg>

<http://www.arp.atoscana.it/documentazione/presentazioni-convegni/lucarelli-porcari-04032019.zip>

https://www.google.it/search?q=pianura+padana+inquinamento&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiy7eKqgJPhAhURsKQKHZL4DYQQ_AUIDigB&biw=1280&bih=642#imgrc=uJB0w3fl-rxAJM:

<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2018>

https://www.arpae.it/mobile/dettaglio_notizia.asp?id=5633&idlivello=3

https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/mare/progetto_mare/eutrofizzazione.htm

Documentazione e slide dal sito «Self-Pa» corso Prepared Formatori

«La qualità dell'aria in Emilia-Romagna Edizione 2018»; Deserti Marco, Raffaelli Katia, Carbonara Carmen, Ramponi Lucia et. al.



With the contribution of the LIFE Programme of the European Union

LIFE 15 IPE IT 013



Grazie per l'attenzione

www.lifepreparepair.eu – info@lifepreparepair.eu



REGIONE DEL VENETO



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO



Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto



ARPA FVG
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia



ARSO ENVIRONMENT
Slovenian Environment Agency



Comune di Bologna



Comune di Milano



CITTA' DI TORINO



Emilia-Romagna Valorizzazione Economica Territorio



Fondazione Lombardia per l'Ambiente