



Programmi sulla Qualità dell'aria

Appunti delle Lezione

Autore(i)/Organizzazione(i):

Anders Östman (Novogit AB)

Licenza



<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Versione

Versione 1.0

Data: Aprile 2024

Risultati di apprendimento

Al termine di questa lezione, lo studente dovrà essere in grado di

- Spiegare i motivi delle politiche europee “European Clean Air Policies”.
- Descrivere le componenti di base della Direttiva UE “Ambient Air Quality”
- Descrivere le azioni che potrebbero ridurre l'inquinamento atmosferico nelle città.
- Descrivere la struttura di base delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria attuali e future.

Requisiti in entrata

Nessun requisito specifico richiesto



Sintesi

L'argomento di questa lezione è la qualità dell'aria e il modo in cui questo tipo di problemi viene affrontato dalle politiche della UE. Vengono descritte le misure sulla qualità dell'aria e le strategie di monitoraggio a livello europeo. Viene inoltre descritta la rete europea che fornisce misurazioni in tempo quasi reale della qualità dell'aria. La lezione è un'introduzione all'esercizio sugli allarmi dei sensori per il monitoraggio della qualità dell'aria.

Carico di lavoro previsto

8 diapositive con i contenuti didattici della lezione, 1 ora di lezione, 0,1 ECTS (ECVET)

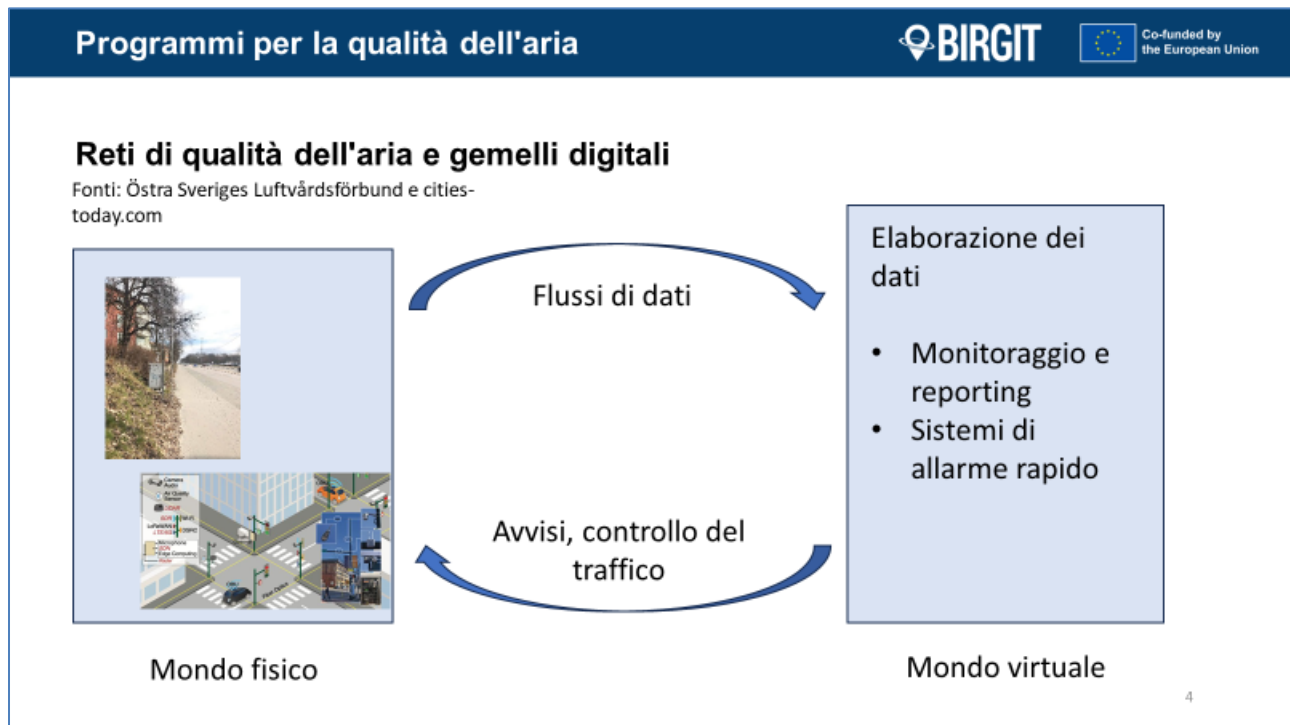
Finanziato dall'Unione europea. Le opinioni espresse appartengono, tuttavia, al solo o ai soli autori e non riflettono necessariamente le opinioni dell'Unione europea o dell'Agenzia esecutiva europea per l'istruzione e la cultura (EACEA). Né l'Unione europea né l'EACEA possono esserne ritenute responsabili.



Contenuto della lezione

Reti di monitoraggio della qualità dell'aria e Digital Twins	4
La politica “Aria Pulita” dell'Unione Europea	5
Direttiva europea sulla qualità dell'aria ambiente	6
Limiti di PM2.5	7
Miglioramento della qualità dell'aria urbana	8
La piattaforma AEA “Air Quality Download Services”	10
Case study: Rete svedese di monitoraggio della qualità dell'aria	11
Iniziative locali	12
Riferimenti	13

Reti di monitoraggio della qualità dell'aria e Digital Twins



Nella precedente lezione sugli standard delle reti di sensori, l'attenzione si è concentrata sui sensori e su come accedere alle loro misure. In questa lezione ci concentreremo su come utilizzare i dati e per quali scopi, con un'attenzione specifica ai dati sulla qualità dell'aria.

I limiti degli inquinanti atmosferici sono specificati in varie normative europee e nazionali. I dati provenienti dai sensori vengono raccolti ed elaborati e presentati in vari rapporti sullo stato dell'arte. Il numero di sensori in una città è spesso piuttosto limitato, da uno a pochi. Se le soglie di inquinamento vengono superate, devono essere attuate delle azioni. Questo processo è spesso piuttosto lento e i rapporti sullo stato di avanzamento sono generalmente pubblicati una volta all'anno.

Grazie ai recenti sviluppi nelle tecnologie dei sensori, il prezzo e la disponibilità di diversi sensori che misurano la qualità dell'aria sono migliorati notevolmente, anche se l'accuratezza delle letture dei sensori può essere ridotta. Ad esempio, IKEA vende sensori di qualità dell'aria da utilizzare nelle soluzioni Smart Home. Di conseguenza, diverse città stanno prendendo in considerazione l'utilizzo di reti di misurazione della qualità dell'aria per valutare costantemente la qualità dell'aria e controllare il traffico. Si possono quindi inviare avvisi ai viaggiatori affinché prendano percorsi alternativi o cambino la modalità del veicolo in modalità elettrica.

Ma prima di approfondire l'argomento, diamo un'occhiata alle norme sulla qualità dell'aria.



La politica “Aria Pulita” dell'Unione Europea

Programmi per la qualità dell'aria



Politiche UE per l'aria pulita

- 300 000 morti premature causate ogni anno dal particolato fine
- Obiettivo UE: riduzione del 55% entro il 2030
- Il costo economico dell'inquinamento atmosferico supera i 330 miliardi di euro
- Visione di inquinamento zero per il 2050
- Politiche principali
 - Standard di qualità dell'aria (Direttiva sulla qualità dell'aria ambiente) - soglie per l'inquinamento atmosferico
 - Impegni nazionali di riduzione (Direttiva NEC)
 - Cooperazione internazionale (Obiettivi di sviluppo sostenibile)
 - Inquinamento atmosferico da settori chiave (regolamenti UE) - energia, trasporti, agricoltura, industria, rifiuti, ecc.

5

La qualità dell'aria è migliorata nell'Unione Europea (UE) negli ultimi decenni. Dal 2000, il PIL dell'UE è cresciuto del 32%, mentre le emissioni dei principali inquinanti atmosferici sono diminuite dal 10% al 70% a seconda dell'inquinante. Tuttavia, nella maggior parte degli Stati membri, la qualità della vita dei cittadini dell'UE rimane ostacolata, poiché gli standard di qualità dell'aria non sono ancora rispettati. La situazione è particolarmente grave nelle aree urbane, dove vive la maggior parte degli europei (CE, 2018. Un'Europa che protegge: aria pulita per tutti). Nel 2021 sono stati stimati 300.000 decessi prematuri dovuti alle polveri sottili solo in Europa, con un costo annuale di oltre 300 miliardi di euro.

L'UE ha avviato diverse iniziative volte a ridurre l'inquinamento atmosferico. Nel 2008 è stata adottata la Direttiva sulla qualità dell'aria ambiente, che specifica le soglie per diversi tipi di inquinanti atmosferici. Sono state attuate anche altre legislazioni comunitarie complementari, ad esempio relative agli inquinanti atmosferici provenienti da settori specifici come il trasporto stradale, l'energia, ecc.

La Direttiva 2008/50/EC sulla qualità dell'aria ambiente è attualmente in fase di revisione, dove gli obiettivi degli inquinanti atmosferici vengono adeguati per armonizzarsi meglio con le norme internazionali (più severe) sulla qualità dell'aria. Queste modifiche sono anche in linea con la visione dell'inquinamento zero, che prevede una riduzione continua degli inquinanti atmosferici.



La Direttiva EU sulla Qualità dell'Aria Ambiente

Programmi per la qualità dell'aria



Direttiva europea sulla qualità dell'aria ambiente

- Direttiva 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 21 maggio 2008, relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.
- Norme per la valutazione della qualità dell'aria ambiente in relazione a biossido di zolfo, biossido di azoto e ossidi di azoto, particolato, piombo, benzene e monossido di carbonio
 - Soglie
 - Procedure
 - Densità dei punti di campionamento
- Piani per la qualità dell'aria
- Informazioni e rapporti
- Attuazione, sanzioni, ecc.

6



La Direttiva europea sulla qualità dell'aria ambiente è entrata in vigore nel 2008. Si occupa dei principali inquinanti atmosferici di quel periodo e specifica le soglie di concentrazione, le procedure di misurazione della qualità dell'aria, la densità dei punti di campionamento e molti altri aspetti.

Si può notare che l'anidride carbonica non è elencata tra gli inquinanti atmosferici tossici. Tuttavia, poiché la CO₂ è importante per le politiche sul cambiamento climatico, sono stati sviluppati ulteriori schemi di monitoraggio separati per la CO₂ e i gas serra correlati, come il metano (CH₄).

La direttiva richiede inoltre agli Stati membri di riferire annualmente sulla qualità dell'aria. Questi rapporti sono raccolti dall'Agenzia europea dell'ambiente (AEA) e pubblicati sul sito web dell'AEA. Questo schema di rendicontazione viene attuato anche a livello nazionale e di conseguenza, nel migliore dei casi, le decisioni politiche vengono prese su base annuale. Tuttavia, poiché le nuove tecnologie consentono di ottenere informazioni migliori e più frequenti, possono essere prese in considerazione anche altre azioni. Tuttavia, queste non si riflettono nelle legislazioni attuali. Tuttavia, come già detto, la direttiva sulla qualità dell'aria ambiente è attualmente in fase di revisione (2024).



I limiti di PM2.5

Programmi per la qualità dell'ariaCo-funded by
the European Union

Limiti di PM 2,5

- PM2,5 (Particelle 2,5 μm) = Particelle (aerosol) con dimensioni massime di 2,5 μm .
- Direttiva sulla qualità dell'aria (2008) - misurazioni in stazioni fisse nelle aree urbane
 - Media annuale: 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- OMS (2021)
 - Media su 24 ore: 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superare più di 4 volte nell'arco di un anno civile.
 - Media annuale: 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Direttiva sulla qualità dell'aria rivista
 - Adottato dal Parlamento europeo il 2023-09-13, ma non ancora dagli Stati membri.
 - Raccomandazioni dell'OMS entro il 2035

7

Un esempio che indica che l'attuale Direttiva sulla qualità dell'aria sta diventando obsoleta è rappresentato dalle soglie di concentrazione degli inquinanti atmosferici. In questa sede esamineremo più da vicino le soglie di concentrazione per un inquinante chiave, ovvero il Particolato PM2.5. Le sostanze particolari sono piccole particelle, spesso chiamate aerosol. In questo caso, la loro dimensione massima è di 2,5 micrometri. Respirare livelli non salutari di PM2,5 può aumentare il rischio di problemi di salute come malattie cardiache, asma e basso peso alla nascita.

Quando si specificano i limiti, come la soglia massima di concentrazione degli inquinanti atmosferici, è necessario bilanciare i costi di attuazione con l'impatto sulla salute. Nel 2008, l'UE ha ritenuto che una media annuale di 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fosse un livello superiore appropriato di concentrazione di PM2,5. Molti Paesi hanno quindi specificato linee guida nazionali, basate su una media di 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nel 2021, l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha specificato altri livelli appropriati, questa volta interamente basati sull'impatto sulla salute umana, sulla base di studi scientifici. Come si può vedere nella diapositiva, i limiti massimi sono molto inferiori rispetto alla direttiva europea del 2008. Ad esempio, la media annuale della concentrazione di PM2,5 è considerata, dal punto di vista della salute umana, pari a 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a differenza dei 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ indicati nella Direttiva sulla qualità dell'aria.

Questo e altre iniziative hanno portato a una revisione della Direttiva sulla qualità dell'aria, attualmente in corso. Nel settembre 2023, il Parlamento europeo ha votato "Sì" alla direttiva sulla qualità dell'aria. Tuttavia, anche i governi degli Stati membri (Consigli dei ministri) devono essere d'accordo e sono loro, in quanto rappresentanti degli Stati membri, a dover pagare per l'attuazione della direttiva rivista. La nuova proposta di direttiva sulla qualità dell'aria si basa sulle soglie dell'OMS, che dovrebbero essere raggiunte nel 2035. Ma quali azioni dobbiamo intraprendere per rispettare queste nuove soglie?



Miglioramento della qualità dell'aria urbana

Programmi per la qualità dell'aria



Migliorare la qualità dell'aria nelle città

- Il traffico stradale è responsabile del 56% delle emissioni di NOx e del 23% delle emissioni di PM2,5 a Parigi (2018). Altre importanti fonti di emissioni di PM2,5 sono il riscaldamento (legna, olio, ...), le macchine mobili non stradali (NRMM) (macchine da costruzione, navigazione interna, ecc.) e i siti industriali.
- Pianificazione della qualità dell'aria (nessuno strumento comune per valutare l'impatto dei piani di qualità dell'aria). Sono necessari migliori strumenti di modellazione e previsione
- Monitoraggio della qualità dell'aria (hot spot, microsensori, smart home (IKEA Vindriktning))
- Gestione della qualità dell'aria
 - Piantare alberi,
 - Reindirizzare e regolare il traffico
 - Veicoli nuovi (elettrici, Euro 6, ecc.)
 - Zone a basse emissioni (LEZ), Zone a emissioni zero (ZEZ)
 - Avvisi ai veicoli ibridi per passare alla modalità elettrica

8

Se guardiamo specificamente al PM2,5, notiamo che i problemi maggiori sono nelle città. Il motivo principale è il traffico stradale. Ma anche il consumo di energia (riscaldamento) è un fattore importante, almeno a livello europeo.

Ma cosa fare? Purtroppo, dobbiamo prima affrontare alcuni problemi scientifici. Il primo è che attualmente è piuttosto difficile stimare l'impatto sulla qualità dell'aria di diverse attività e piani. Abbiamo bisogno di migliori strumenti di modellazione e previsione. Modellazione significa "se facciamo questo, allora questo accadrà". E previsione significa anche "se non facciamo nulla, questo accadrà".

L'attuale sistema di stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria si basa sulla Direttiva sulla qualità dell'aria del 2008. Questa strategia di monitoraggio si basava sul monitoraggio degli hot spot, ossia dei luoghi in cui si prevedono alte concentrazioni di inquinanti atmosferici. A causa della diminuzione delle soglie di accettabilità, indotta dall'OMS, potrebbe essere necessario creare ulteriori stazioni di monitoraggio. Inoltre, abbiamo uno sviluppo nel settore della tecnologia dei sensori e delle abitazioni *smart*. Il monitoraggio della concentrazione di PM2,5 è interessante anche per chi desidera migliorare il proprio ambiente domestico. Di conseguenza, aziende come IKEA vendono apparecchiature (sensori e software) che consentono ai loro clienti di monitorare la qualità dell'aria interna. A differenza della tradizione IKEA, non è necessario assemblare i pezzi da soli. Il tutto viene consegnato in un'unica scatola 😊.

Se poi consideriamo nello specifico cosa si può fare per il traffico stradale, che è una delle principali fonti di riduzione della qualità dell'aria, si possono individuare le seguenti azioni, viste da un punto di vista urbanistico.



1. Il riorientamento del traffico è un modo ovvio per iniziare, riducendo il traffico intorno ai punti nevralgici. In che misura ciò riduca l'intera emissione di PM_{2,5} deve essere studiato.
2. L'utilizzo di modelli di auto più recenti ridurrà certamente la quantità di emissioni. Le auto elettriche, in linea di principio, non hanno emissioni di PM_{2,5}. Sono in arrivo anche nuove normative sui motori, come l'impegno a rispettare lo standard Euro 6 per i carburanti.
3. Esiste anche la possibilità di istituire zone in cui non è consentito circolare con determinati tipi di veicoli.
4. In caso di superamento di soglie, è possibile inviare avvisi ai viaggiatori, chiedendo loro di prendere percorsi alternativi o di passare alla modalità elettrica.
5. La piantumazione di alberi non riduce le emissioni del traffico, ma ha altri impatti positivi sulla qualità dell'aria.

Va tuttavia notato che, sebbene esistano alcune soluzioni, non esistono metodi standardizzati per stimare il loro impatto complessivo sulla qualità dell'aria, applicando questo tipo di misure.



La piattaforma AEA “Air Quality Download Services”

Programmi per la qualità dell'aria

  Co-funded by
the European Union

Servizio di download della qualità dell'aria dell'AEA



**Air Quality
Download Service**

Filters
Filter to download specific data

Countries:

Cities:

Pollutants:

Datasets:

☒ List of URLs

[Metadata](#) [Vocabulary](#) [Documentation](#)

Download Service provides access to air quality measurements time series. You can filter and download the verified data (EQA) reported by countries by 30 September each year for the previous year and the most recent unverified data transmitted continuously (up To Date/UTD/ETA).

The selected time series will be downloaded as zipped Parquet files. Each file contains a complete time series at a monitor location (Sampling Point). The filename corresponds to the Identifier (localid) of the Sampling Point. Verified and UTD time series for the same Sampling Point are provided in separate files.

The measurement start and end time indicated the Parquet files for hourly data and variable (var) measurements are converted to UTC+1 time zone, daily values are instead delivered in the time zone reported by countries. Monitoring site metadata can be downloaded using the metadata link at the bottom of the page. Additional information on data elements presented as controlled codes can be accessed using the vocabulary link at the bottom of this page.

Data extracts are limited to 300MB. If more is needed, please use the "List of URLs" checkbox to download the data afterwards.

- Ricerca dei dati sulla qualità dell'aria in qualsiasi paese/città più grande
- Dati comunicati dai paesi entro il 30 settembre di ogni anno
- Dati disponibili in file Apache Parquet (formato di file open-source)

Fonte: <https://discomap.eea.europa.eu/map/fme/AirQualityExport.htm>

9

These data sets are more suitable for following up the implementation measures carried out by the member states. The data sets are less suitable for smart city or digital twins purposes.

Il servizio “*EEA Air Quality Download Service*” fornisce un buon riferimento generale per la progressione delle misurazioni della qualità dell'aria effettuate negli Stati membri dell'UE. Si basa sui rapporti annuali degli Stati membri e contiene, ad esempio, dati giornalieri dettagliati provenienti da diverse stazioni di monitoraggio. I link ai set di dati sono forniti in un file CSV, ma i dati giornalieri sono forniti attraverso un formato di file open source chiamato “Parquet”.

Questi set di dati sono più adatti per seguire le misure di implementazione realizzate dagli Stati membri. I set di dati sono meno adatti per l'utilizzo in *smart city* o *Digital Twins*.



Case study: Network svedese sul monitoraggio della qualità dell'aria



Secondo la Direttiva sulla qualità dell'aria, ogni Stato membro europeo deve istituire una rete nazionale di stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria. La rete svedese è di proprietà dell'Agenzia svedese per la protezione dell'ambiente, ma è gestita da accordi di subappalto. In ogni caso, i dati provenienti da queste stazioni di monitoraggio sono resi disponibili attraverso i servizi OGC WMS, WFS e SWE. Ciò significa che possiamo monitorare la qualità dell'aria in molte città svedesi quasi in tempo reale. Tuttavia, la densità della rete di sensori è limitata e molte città hanno solo una (o in alcuni casi nessuna) stazione di monitoraggio della qualità dell'aria.



Iniziative Locali

Programmi per la qualità dell'aria

 Co-funded by
the European Union

Caso di studio: Città di Bristol
Fonte: <https://www.smartcitiesworld.net/news/bristol-reports-10-per-cent-improvement-in-air-quality-9811>



- Il governo nazionale ha chiesto alla città di Bristol di ridurre l'inquinamento da NO₂
 - Auto più pulite tariffa ridotta per l'ingresso in città
 - Trasporti pubblici modernizzati
- 170 stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria (off-line)
- Dopo 1 anno, riduzione del 10-15 % dell'inquinamento da NO₂.

11

La città di Bristol è un esempio di come le autorità locali possono affrontare il problema della cattiva qualità dell'aria. Il governo nazionale ha imposto alla città di ridurre il più rapidamente possibile l'inquinamento da NO₂. Questa direttiva si basava sul rapporto annuale sulla qualità dell'aria.

La città ha quindi deciso di attuare una serie di misure, ad esempio istituendo pedaggi stradali con tariffe ridotte per le auto meno inquinanti e modernizzando il sistema di trasporto pubblico. Inoltre, sono state create diverse stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria. Queste stazioni, tuttavia, non erano collegate a letture on-line, quindi dovevano essere visitate una per una.

Le misurazioni della qualità dell'aria hanno dimostrato che le misure attuate hanno avuto effetto e che è stato possibile osservare una riduzione del 10% dell'inquinamento da NO₂.



Fonti

EC, 2008. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0050>

EC, 2018. A Europe that protects: Clean Air for All. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0330>).

EC, 2023. EU Clean Air Policy. https://environment.ec.europa.eu/topics/air_en.

EEA, 2022. Sources and emissions of air pollutants in Europe. <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2022/sources-and-emissions-of-air>

EuroCities, 2022. Hope is in the air (quality). <https://eurocities.eu/wp-content/uploads/2022/04/Eurocities-policy-statement-on-air-quality-AAQ-directives.pdf>

SmartCitiesWorld, 2024 Bristol reports 10 percent improvement in air quality. <https://www.smartcitiesworld.net/news/bristol-reports-10-per-cent-improvement-in-air-quality-9811>

WHO, 2021. Global Air Quality Guidelines. <https://iris.who.int/handle/10665/345334>.