

ARIA E SALUTE: UN ATLANTE PER LE DECISIONI E LA RICERCA

L'ATLANTE ARIA E SALUTE È UN PROGETTO NAZIONALE CHE MIRA A SUPPORTARE I PROCESSI DECISIONALI ISTITUZIONALI E FAVORIRE UNA MAGGIORE CONSAPEVOLEZZA PUBBLICA FORNENDO UNO STRUMENTO PER VALUTARE L'IMPATTO DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO SULLA SALUTE, CON DATI CONSOLIDATI E OMOGENEI IN TUTTA L'ITALIA

L'Italia subisce sistematicamente procedure di infrazione da parte della Commissione europea per il superamento dei livelli di inquinanti atmosferici in alcune aree del Paese dove si concentrano diverse fonti di emissioni e pressioni, per lo più antropiche, che hanno un impatto sulla qualità dell'aria: la forte urbanizzazione, le emissioni da industrie, allevamenti e agricoltura, la combustione di biomasse e la presenza di nodi e infrastrutture per i trasporti e la logistica [1]. Nell'ambito del miglioramento della qualità dell'aria e della mitigazione degli effetti dell'inquinamento sulla salute, la disponibilità delle informazioni e una loro efficace comunicazione sono elementi necessari per una pianificazione dello sviluppo del territorio e delle misure di miglioramento basata su conoscenze e livelli di priorità adeguati e condivisi [2, 3]. Il sistema attualmente manca di strumenti e meccanismi di governance regionale e nazionale che siano in grado di garantire nel momento giusto e alla scala adeguata la produzione di informazioni aggiornate di alta qualità sull'esposizione, sugli interventi, sugli esiti sanitari e sulle possibili relazioni causalì fra questi elementi [4]. L'elaborazione di queste informazioni nonché la loro comunicazione e condivisione con i decisorì politici e con la cittadinanza sono strategiche per la programmazione della prevenzione sanitaria e del territorio [5, 6]. Il progetto "Atlante aria e salute: uno strumento a supporto delle decisioni della ricerca" coinvolge 26 enti in 10 regioni (figura 1) ed è stato finanziato dal Ministero della Salute nell'ambito dell'investimento E.1 "Salute-ambiente-biodiversità clima" del Piano nazionale investimenti complementari al Pnrr (Pnc), tramite accordo di collaborazione sottoscritto tra il Ministero della salute e la Regione Emilia-Romagna. Il progetto vuole rispondere a questa esigenza con un atlante di copertura nazionale, costruito con dati consolidati e omogenei per tutto il paese, a cui si aggiungono

delle articolazioni regionali con approfondimenti basati su dati disponibili solo a un livello più locale.

Obiettivi

L'obiettivo dell'Atlante è supportare i processi decisionali aumentando la capacità di valutare l'impatto dell'inquinamento dell'aria sulla salute. Il progetto si articola in sei obiettivi specifici (figura 2). Il primo è la costruzione di cabine di regia per la governance e l'uso dei dati messi a disposizione dall'Atlante. Le cabine di regia includono tecnici e decisorì

e si propongono come strumento d'integrazione del Sistema nazionale prevenzione salute (Snps) con il Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (Snpa). L'obiettivo 2 è la costruzione dell'Atlante nazionale e di almeno tre declinazioni regionali. L'Atlante mostra la frazione di esiti sanitari attribuibile all'esposizione a inquinanti ambientali per cui il nesso causale sia accertato e quantificato dalla letteratura internazionale, e siano disponibili dati validi su tutto il territorio nazionale. Si possono stimare i casi attribuibili in differenti scenari futuri di inquinamento. Gli obiettivi 3, 4 e 5 rappresentano l'area di ricerca e sviluppo dell'Atlante: l'obiettivo 3 indaga possibili *outcome*

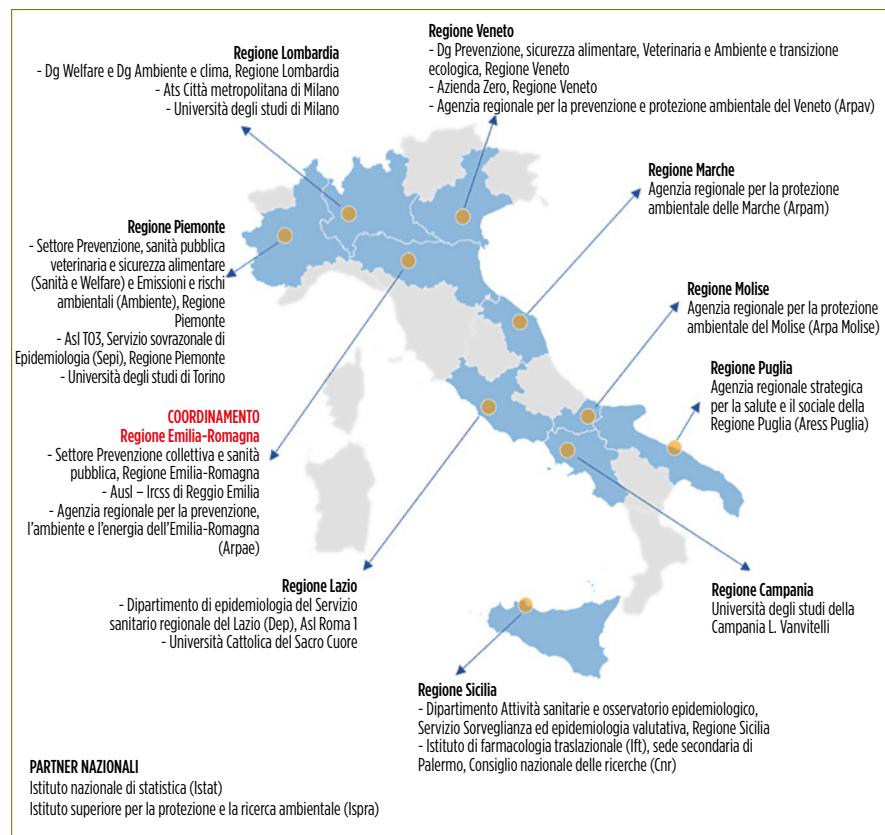


FIG. 1 PROGETTO ATLANTE

Elenco dei 26 partner del progetto "Atlante aria e salute". Il progetto è coordinato dalla Regione Emilia-Romagna (Dipartimento di prevenzione e sanità pubblica) e dall'Azienda unità sanitaria locale - Istituto di ricovero e cura a carattere scientifico (Ausl-Ircss) di Reggio Emilia.

di salute correlati all'inquinamento atmosferico e nuovi inquinanti o misure dell'inquinamento ambientale che siano associati agli esiti di salute da inserire in un prossimo futuro nell'Atlante; l'obiettivo 4, con un serie di casi studio, valuta la funzionalità e utilità dell'Atlante sviluppato nell'obiettivo 2 e la validità dei possibili nuovi esiti e inquinanti proposti dall'obiettivo 3; l'obiettivo 5 indaga le interazioni fra inquinamento e condizioni di fragilità sociale e clinica attraverso il *linkage* delle informazioni di esposizione con gli studi longitudinali dell'Istat. Infine, l'obiettivo 6 riguarda la formazione specifica degli operatori Srps e Srpa per l'uso dell'Atlante e la disseminazione ai possibili utilizzatori.

Maggiori dettagli sono disponibili sul sito www.atlanteariasalute.it.

Metodologia adottata

La definizione dei contenuti dell'Atlante

I contenuti dell'Atlante sono stati definiti con un approccio co-creativo informato da una revisione della letteratura e della

sitografia per individuare le precedenti esperienze simili (*figura 3*) [14, 15].

La revisione della sitografia

Una ricerca sistematica, utilizzando i principali motori di ricerca con parole chiave predefinite e con un approccio standardizzato per misurare la saturazione dei nuovi siti individuati, ci ha portato a identificare 8 esempi di Atlanti che illustrano gli effetti dell'inquinamento sulla salute. Due siti presentano solo informazioni qualitative sull'impatto a breve termine dell'inquinamento rilevato in tempo reale, mentre gli altri presentano gli effetti a lungo termine, per lo più presentati come frazione attribuibile della mortalità. Di questi, solo un sito presenta anche stime di riduzione dell'impatto nel futuro, nessuno permette all'utente di impostare degli scenari futuri.

Il delphi round

Sono stati condotti due round delphi, ponendo domande su fonte dati, disaggregazione territoriale, esposizioni e risultati sanitari (valutati per la certezza dell'associazione con l'esposizione, importanza per la salute pubblica e

accuratezza delle informazioni), strategie per il calcolo della frazione attribuibile e scenari controfattuali. I risultati sono stati discussi in riunioni online e di persona con esperti e stakeholder fino al raggiungimento di un accordo. Al primo round hanno partecipato membri interni del gruppo di lavoro; la partecipazione al secondo round è stata estesa ad altri stakeholder e rappresentanti di regioni non coinvolte nell'atlante.

Per il coinvolgimento degli stakeholder e dei potenziali utenti è stato adottato un approccio misto che includeva interviste agli stakeholder, questionari strutturati e due focus group con stakeholder (tecnici, decisorи, associazioni di cittadini e pazienti). Sebbene questa fase del processo di consultazione degli utenti sia stata condotta a livello della regione Emilia-Romagna ha fornito spunti e risultati fondamentali per lo sviluppo e la progettazione dell'Atlante nazionale. Le 8 interviste e gli 8 questionari online (per chi non ha potuto effettuare l'intervista) a tecnici e decisorи, così come il primo focus group, hanno indagato i bisogni conoscitivi e le aspettative rispetto al progetto. Il secondo focus

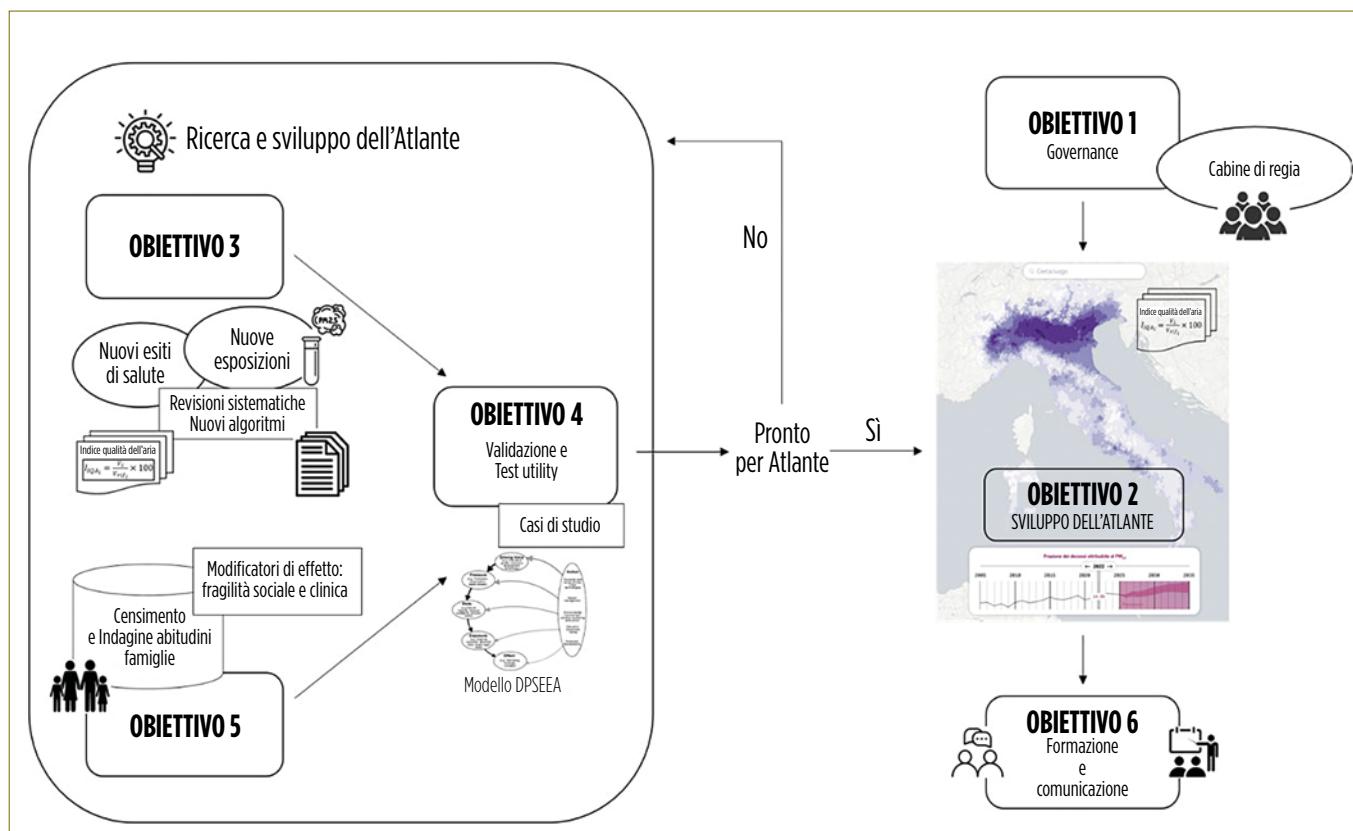


FIG. 2 OBIETTIVI

Sinossi degli obiettivi del progetto e dei loro collegamenti funzionali. A destra della figura è raffigurato l'obiettivo 2 (lo sviluppo dell'Atlante) verso il quale convergono tutti gli altri obiettivi. L'obiettivo 1 mira a istituire cabine di regia regionali per l'interpretazione dei dati e dei risultati a supporto della governance. L'obiettivo 3 si concentra sulla ricerca e sullo sviluppo del sistema, individuando nuovi esiti di salute e inquinanti da includere in futuro nell'Atlante. L'obiettivo 5 mira ad arricchire gli studi longitudinali sui determinanti socioeconomici della salute, realizzati dall'Istituto nazionale di statistica, integrando i dati di esposizione ambientale legati al luogo di residenza dei soggetti. Una coorte include tutti i registrati nel Censimento della popolazione e delle abitazioni del 2011 (59.227.313 individui), l'altra include le National health interview survey (edizioni 2000, 2005 e 2013, ciascuna composta da un campione di circa 120.000 individui), con informazioni dettagliate su fattori legati allo stile di vita, condizioni socioeconomiche e stato di salute. Le due coorti sono state seguite per mortalità. L'obiettivo 4 attraverso dei casi studio, valuta la funzionalità dell'Atlante e valida i nuovi contenuti proposti dagli obiettivi 3 e 5. I casi studio sono stati analizzati basandosi sul modello del Dpseea. Infine, l'obiettivo 6 riguarda la formazione dei potenziali utenti e la diffusione dell'Atlante.

group ha discusso il prototipo dell'atlante già realizzato, commentando le modalità comunicative, le possibilità d'interazione, ma anche chiedendo il razionale delle scelte sui contenuti.

Il ruolo delle cabine di regia regionali

L'ultimo passaggio del processo di co-creazione dell'atlante è stato la presentazione del prototipo di atlante alle cabine di regia regionali. Negli incontri sono state descritte le finalità dell'atlante e le potenzialità di utilizzo a livello regionale e locale. I componenti delle cabine di regia hanno commentato e suggerito possibili miglioramenti.

La costruzione degli algoritmi

Sulla base delle evidenze di letteratura sulle relazioni fra inquinamento e esiti di salute [16, 17], di una metodologia consolidata [18] e delle indicazioni emerse dal delphi, un gruppo di lavoro ha impostato gli algoritmi per il calcolo dell'esposizione pesata per la popolazione (Pwe) e della frazione attribuibile nelle situazioni reali, cioè per ogni anno di cui sono disponibili i dati osservati di inquinamento e di mortalità. Inoltre, il gruppo ha deciso di utilizzare le proiezioni Istat per il calcolo della Pwe negli scenari futuri.

Risultati

Il processo di definizione dei contenuti, attraverso il delphi e le riunioni plenarie, ha portato alla scelta delle fonti dati (statistiche di routine su mortalità e ospedalizzazione; mappe di esposizione di 1×1 km con medie annuali da un modello esistente basato su immagini satellitari e misurazioni a terra sviluppate in progetti precedenti)[19, 20].

In progetto precedenti (19, 20). Il dettaglio geografico concordato per le stime dell'impatto sulla salute è il comune. PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ e O₃ sono risultati gli unici inquinanti con sufficiente armonizzazione del dato; il PM₁₀ è stato considerato ridondante rispetto al PM_{2,5}, mentre l'O₃ è stato escluso per la difficoltà a rappresentare la sua stagionalità nelle mappe. La popolazione considerata è quella maggiore di 30 anni, popolazione target delle funzioni concentrazione-risposta disponibili dalla letteratura. Gli effetti a breve termine, che rappresentano mediamente il 10% del carico totale attribuibile all'inquinamento atmosferico, non sono a oggi stati inclusi perché le medie annue di esposizione non costituiscono l'indicatore più idoneo per questa stima. Sono inclusi mortalità e ospedalizzazioni per cause naturali,

malattie cardiovascolari, cerebrovascolari, respiratorie e cancro ai polmoni. Il calcolo della frazione di mortalità attribuibile per inquinante si basa sulla funzione dose risposta fornita dalle revisioni sistematiche dell'Organizzazione mondiale della sanità applicate alla Pwe [18]. La frazione attribuibile, invece,

viene calcolata per i livelli attuali di concentrazioni, considerando come controfattuale una concentrazione media pari a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il $\text{PM}_{2,5}$ e $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per l' NO_2 , che rappresentano il valore soglia delle attuali indicazioni Oms [18]. Le stesse formule permettono di calcolare la frazione attribuibile in diversi scenari

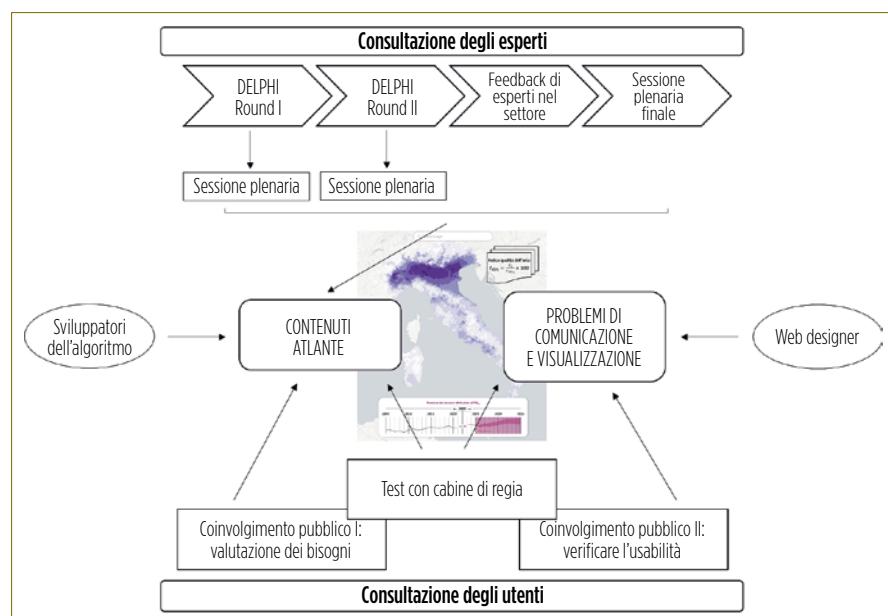


FIG. 3 PROCESSO DI CO-CREAZIONE

Sinossi del processo di co-creazione adottato nel progetto Atlante. L'indagine delphi, utilizzata per definire i contenuti tecnici dell'Atlante, è rappresentata nella parte in alto della figura. La parte in basso della figura riporta le azioni messe in atto per coinvolgere gli utenti non tecnici, compresi i decisori pubblici e rappresentanze dei cittadini, individuando le loro esigenze informative e il modo migliore per comunicarle.



futuri di possibile riduzione degli inquinanti.

L'Atlante sarà un sito web pubblico con due sezioni, una esplicativa (*figura 4*) e una esplorativa (*figura 5*). La sezione esplicativa, con brevi testi e mappe animate, spiega cosa si può trovare nell'atlante e come è stato costruito. Il visitatore è guidato attraverso il percorso che porta dalla misura delle concentrazioni degli inquinanti al calcolo della Pwe per comune e infine al calcolo della frazione dei decessi attribuibili all'inquinamento. Nella sezione esplorativa, il visitatore può calcolare la Pwe per gli inquinanti inclusi e la frazione attribuibile per ognuno degli *outcome* selezionati, osservare i trend dal 2016 alla rilevazione più recente e restringere gli ambiti territoriali. Spostando il cursore temporale nel futuro e selezionando uno degli scenari futuri predefiniti può vedere quanti decessi attribuibili all'inquinamento sono associati con i diversi scenari di diminuzione degli inquinanti. Infine, il visitatore ha la possibilità di costruire scenari personalizzati scegliendo il livello di concentrazione medio annuo dell'inquinante da raggiungere e l'anno in cui verrà raggiunto. Le declinazioni regionali dell'Atlante integrano i dati nazionali con esiti che non è possibile quantificare a livello nazionale in modo armonizzato, ad esempio l'incidenza del tumore del polmone da registro tumori o inquinanti che non sono raccolti in modo omogeneo sul territorio nazionale, come ad esempio il *black carbon*. Inoltre, presentano scenari futuri previsti dai piani aria regionali, mostrando gli scenari di riduzione delle concentrazioni basate sulle specifiche politiche regionali di riduzione, permettendo una stima della riduzione dei relativi impatti sulla salute. Il prototipo dell'Atlante è stato presentato sia nei focus group con gli utenti sia nelle prime riunioni con le cabine di regia che hanno fornito feedback sulle modalità di comunicazione, che verranno implementati nella versione definitiva.

Conclusioni e prospettive

L'Atlante, nel mostrare l'impatto sulla salute dell'inquinamento atmosferico, vuole favorire una maggiore consapevolezza pubblica e supportare processi decisionali informati da parte delle istituzioni. La visualizzazione di dati previsionali è una metodologia chiave per rendere accessibili e facilmente comprensibili modelli predittivi complessi.

L'Atlante, nella sua scelta di completa trasparenza e accessibilità ai dati, mira anche a rafforzare la fiducia nei dati scientifici e a stimolare un maggiore coinvolgimento su una tematica di

rilevante impatto per la salute pubblica. Il progetto, inoltre, esplorando attraverso i casi-studio inquinanti non convenzionali e esiti di salute meno indagati, vuole fornire alla comunità scientifica elementi per

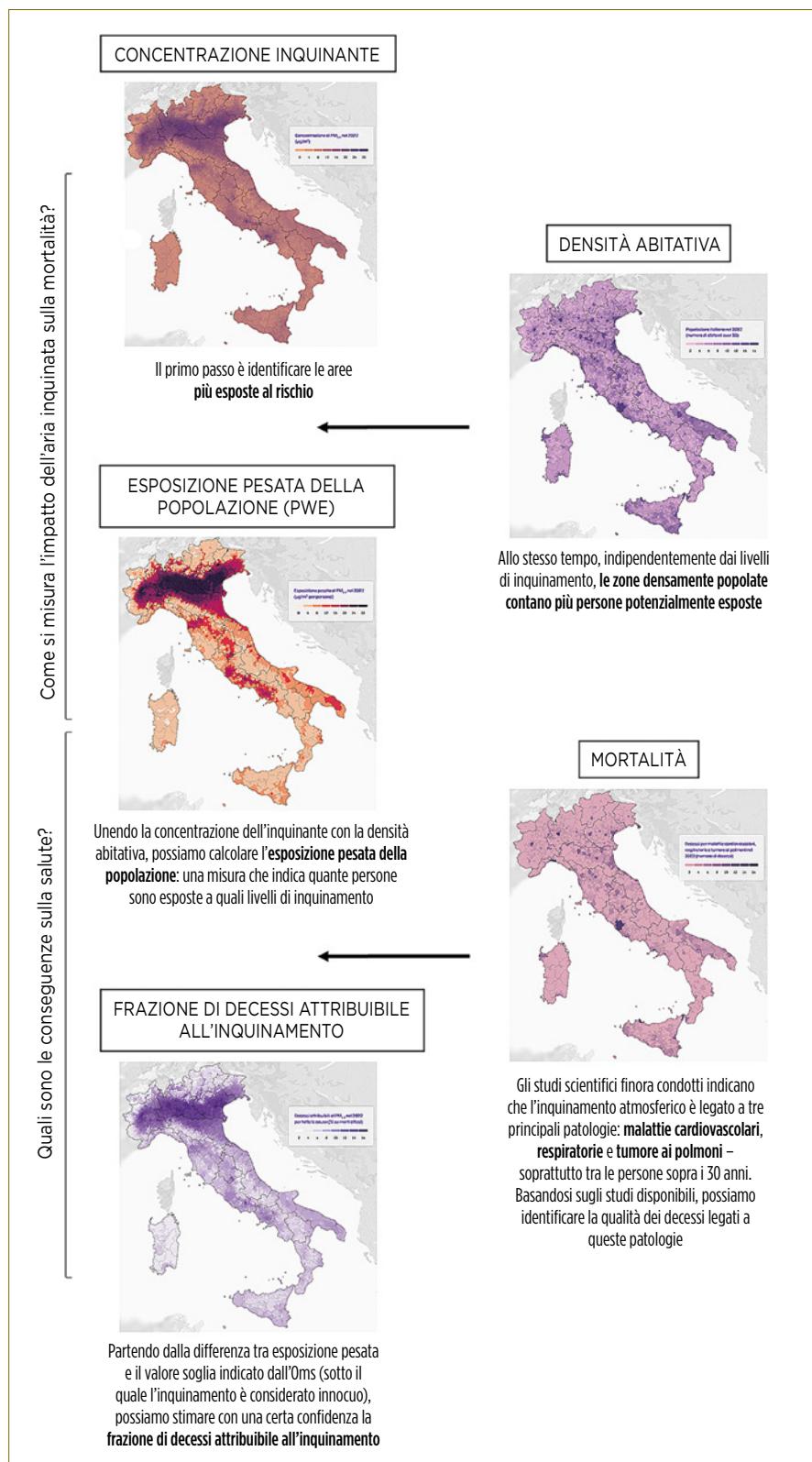


FIG. 4 SEZIONE ESPPLICATIVA SITO WEB

Schema della sezione esplicativa dell'Atlante. La sezione mostra come viene misurato l'impatto dell'inquinamento sulla mortalità combinando la concentrazione di uno specifico inquinante in una data area con la densità abitativa nella medesima area ottenendo così l'esposizione pesata della popolazione (Pwe) ovvero il numero di persone esposte a un dato livello di inquinamento. Nel passaggio successivo si introducono i dati di mortalità per una data patologia per stimare il numero di decessi attribuibili all'inquinamento.

valutare la correlazione tra esposizione ed esito in situazioni in cui tale legame non è pienamente compreso. L'integrazione di competenze e ruoli, di strumenti e di metodologie che questo progetto ha messo in atto può fungere da paradigma delle relazioni da strutturare per una efficace integrazione dei Snps con il Snpa e gli altri enti che hanno un ruolo nel sistema ambiente e salute.

**Paola Angelini¹, Elena Davoli^{2,3},
Paolo Giorgi Rossi³**

1. Assessorato politiche per la salute, Regione Emilia-Romagna
2. Clinical and experimental medicine PhD program, department of biomedical, metabolic, and neural sciences, Università di Modena e Reggio Emilia
3. Servizio di epidemiologia, Azienda unità sanitaria locale - Istituti di ricovero e cura a carattere scientifico di Reggio Emilia

Progetto realizzato con il supporto tecnico e finanziario dal Ministero della Salute-Pnc
Prev-A-2022-12376

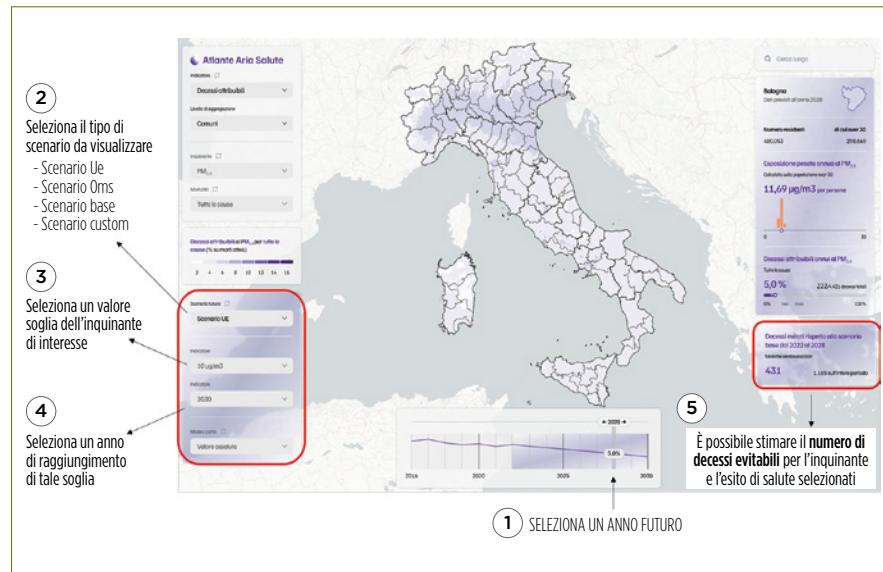


FIG. 5 SEZIONE ESPLORATIVA SITO WEB

Schema che mostra la sezione esplorativa dell'Atlante, dove è possibile vedere le stime di decessi evitabili in diversi scenari di riduzione dell'inquinamento nel futuro.

È possibile selezionare il tipo di scenario da visualizzare: gli scenari di riduzione secondo le indicazioni dell'Ue e le soglie dell'Oms e visualizzare le stime di decessi che si eviterebbero rispetto al mantenimento dei livelli di inquinante attuali.

L'utente può anche definire uno scenario custom impostando un valore dell'inquinante di interesse da raggiungere e l'anno in cui dovrebbe essere raggiunto ottenendo la stima dei decessi risparmiati.

IL RUOLO DI ARPAE EMILIA-ROMAGNA, ARPA VENETO E ARPA MARCHE

Arpaem Emilia-Romagna

Arpaem è Unità operativa del progetto e supporta il coordinamento regionale nei diversi obiettivi. Partecipa al confronto con gli stakeholder regionali attraverso le azioni del Centro di etica ambientale (Cea), sub contractor di Arpaem, che ha organizzato attività di comunicazione ai cittadini sull'impatto della qualità dell'aria sulla salute, e di networking con i professionisti della sanità. All'interno dell'obiettivo 2 partecipa alla definizione dei contenuti degli Atlanti nazionale e regionale. Coordina un gruppo di lavoro operativo (GdL Analisi) per la omogeneizzazione e la costruzione dei dataset ambientali demografici e sanitari utili alle analisi di impatto e alla implementazione dell'Atlante nazionale. Per la realizzazione degli Atlanti regionali partecipa agli incontri con gli operatori per la definizione dei contenuti e delle modalità di valutazione dei benefici di salute derivanti dall'applicazione delle politiche regionali, quali i Piani di risanamento della qualità dell'aria.

È responsabile dell'obiettivo 3 "Ricerca e sviluppo del monitoraggio", per il quale sono stati fatti approfondimenti sugli inquinanti non convenzionali e gli esiti di salute non consolidati, in collaborazione con Ispra e con Ats Milano. È stato completato il censimento dei dati disponibili sugli inquinanti non convenzionali e finalizzato un report ("Caratterizzazione chimico fisica del materiale particolato in Italia") che contiene un quadro sintetico sulle conoscenze della caratterizzazione chimico-fisica del particolato in Italia, riportando il quadro legislativo, i metodi di campionamento e analisi, gli effetti sulla salute, e l'attuale situazione di disponibilità di dati.

Per quanto riguarda gli esiti non consolidati, ha collaborato con l'Unità operativa Ats Milano, per la realizzazione di un corso rivolto ai partecipanti del progetto, i quali sono in seguito stati coinvolti nella revisione sistematica sugli outcome non convenzionali.

In collaborazione con le Unità operative responsabili degli obiettivi 4 e 5 sta sviluppando i casi studio della regione Emilia-Romagna, definendone anche i percorsi metodologici (modello Dpseea Who-Eea). Partecipa alle attività del gruppo di lavoro per la definizione delle indagini epidemiologiche e

l'acquisizione dei dati su cui effettuare le analisi.

Ha partecipato alla definizione e attuazione di percorsi formativi rivolti a operatori interni al progetto e del Sistema Snps-Snpa.

Arpa Veneto

Arpav applica la metodologia progettuale al caso specifico della regione Veneto attraverso la realizzazione delle seguenti attività:

- mappatura dettagliata: spazializzazione delle concentrazioni di inquinanti atmosferici ottenuta combinando l'inventario regionale delle sorgenti emissive con la modellistica di dispersione atmosferica e la densità di popolazione
- verifica di coerenza con la programmazione: definizione di scenari allineati ai documenti di pianificazione regionali (Piano regionale di tutela e risanamento dell'atmosfera e Piani di settore collegati) per creare uno strumento di valutazione che consideri l'effetto delle politiche a livello regionale, nazionale ed europeo
- valutazione degli effetti sanitari: in stretta collaborazione con Azienda Zero, stima dei possibili effetti sanitari conseguenti alla realizzazione degli scenari espositivi controllati. Il progetto mira a creare un sistema di supporto alle decisioni robusto e condiviso che quantifica gli effetti ambientali e sanitari delle politiche, dei piani e dei programmi nella gestione dell'inquinamento atmosferico della Regione Veneto.

Arpa Marche

Arpam contribuisce in tre ambiti principali:

- monitoraggio ambientale avanzato: Arpam è responsabile della rilevazione di inquinanti non convenzionali, come PM₁₀ e black carbon, particolarmente rilevanti per la valutazione degli effetti sulla salute respiratoria e cardiovascolare
- supporto alla governance: partecipa alla gestione tecnico-scientifica del progetto, contribuendo al coordinamento tra enti regionali e nazionali e alla definizione delle metodologie operative
- valutazioni di impatto sanitario: collabora alla stima degli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute, attraverso l'analisi di dati epidemiologici e ambientali, con particolare attenzione ai gruppi vulnerabili e alle aree urbane critiche.