

# VALUTARE L'ESPOSIZIONE DEI CITTADINI ALL'INQUINAMENTO

COME STIMARE LA POPOLAZIONE ESPOSTA A CONCENTRAZIONI ELEVATE DI INQUINANTI IN ARIA, DOVE NON SONO DISPONIBILI MISURE LOCALI? TECNICHE GEOSTATISTICHE INTEGRANO LE SIMULAZIONI DEI MODELLI CHIMICI E DI TRASPORTO CON I DATI DELLA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.

La normativa europea chiede agli amministratori una valutazione attenta della qualità dell'aria sul territorio, come premessa indispensabile per la gestione delle criticità e la pianificazione delle politiche di intervento. Sempre di più è richiesto che i dati delle centraline siano integrati con strumenti modellistici, per identificare le aree di superamento e per conoscere la qualità dell'aria anche lontano dai siti di misura.

La catena Ninfa+Pesco produce valutazioni quotidiane e annuali con un dettaglio di 1 km su tutto il territorio regionale. Questo sistema modellistico, implementato da Arpa Emilia-Romagna, tiene conto delle complesse dinamiche dell'inquinamento atmosferico, e lavora perciò su tre livelli – Europa, Nord Italia, Emilia-Romagna – con un dettaglio via via crescente.

Il modello europeo si chiama Prev'Air ed è gestito dall'Istituto francese dell'ambiente industriale e dei rischi, Ineris. Prev'Air simula la qualità dell'aria di tutta Europa, con un dettaglio di 50 km.

Le valutazioni di Prev'Air sono elaborate dal modello Ninfa<sup>1</sup>, che introduce informazioni di maggiore dettaglio e simula così la qualità dell'aria del Nord Italia, con una risoluzione di 5 km. Questi modelli riproducono i principali fenomeni che riguardano gli inquinanti atmosferici: emissione, diffusione, trasporto, reazioni chimiche, deposizioni. A loro volta, le simulazioni di Ninfa sono ulteriormente elaborate dal modello Pesco<sup>2</sup>, che le integra con le misure delle centraline di fondo della rete di monitoraggio, raggiungendo infine un dettaglio di 1 km per tutto il territorio regionale.

A questo punto, è possibile stimare l'esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico partendo da queste valutazioni, incrociando le informazioni sulle concentrazioni di fondo così stimate con gli strati informativi ad alta risoluzione relativi alla

FIG. 1  
PM<sub>2.5</sub>

Esempio di valutazione realizzata con la catena Ninfa+Pesco: concentrazioni medie di PM<sub>2.5</sub> nel 2012 in Emilia-Romagna.

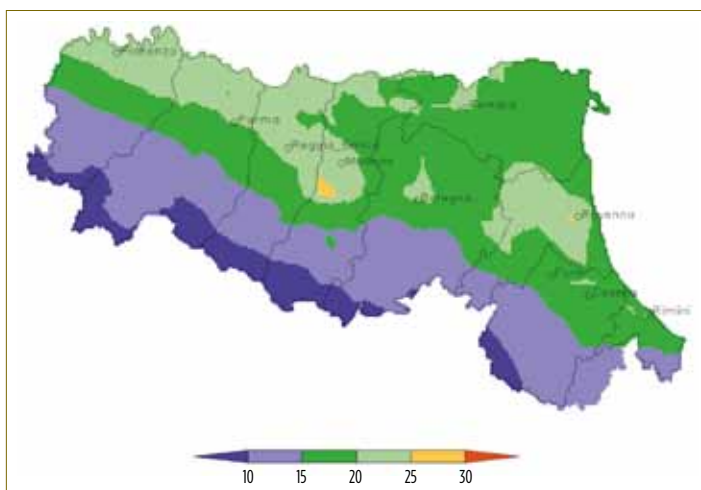
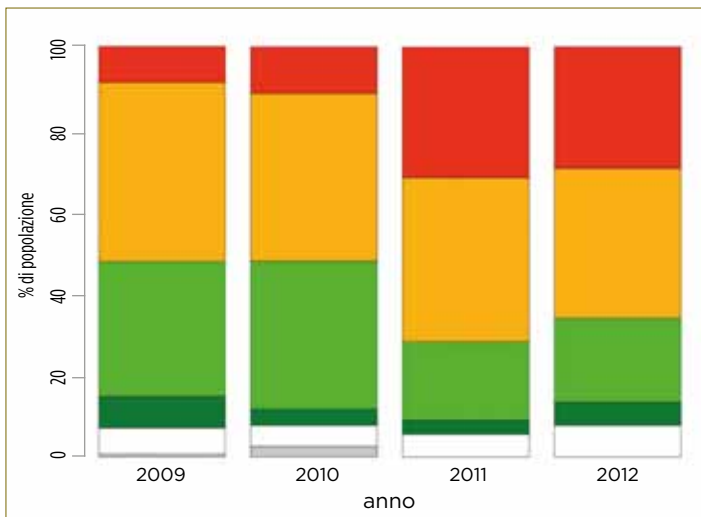


FIG. 2  
POPOLAZIONE ESPOSTA

Esempio di valutazione realizzata con la catena Ninfa+Pesco: popolazione (%) esposta a superamenti giornalieri del limite di 50 µg/m<sup>3</sup> per il PM<sub>10</sub>.

Numero di giorni di superamento del limite

- n.d.
- < 10
- 10-20
- 20-35
- 35-50
- > 50



popolazione residente. Per individuare le aree di superamento degli standard di qualità dell'aria, e quindi valutare il numero di cittadini esposti, pari al totale dei residenti in quelle aree, facciamo riferimento ai cinque indicatori, calcolati su base annuale, descritti nella *tabella 1*. I risultati delle valutazioni sono aggiornati ogni anno dal 2009 e divulgati nell'Annuario dei dati ambientali e nel report annuale sulla qualità dell'aria in Emilia-Romagna (disponibili su [www.arpa.emr.it](http://www.arpa.emr.it)). Inoltre, sul sito di

Arpa Emilia-Romagna, i dati sono disponibili comune per comune, in forma tabellare<sup>3</sup>. Nella *tabella 2* riportiamo i risultati aggregati per zone. Le differenze tra un anno e un altro non si possono interpretare come tendenze statisticamente significative, vista la copertura limitata a 4 anni, quanto piuttosto come oscillazioni interannuali legate alle differenti condizioni meteorologiche. È bene tenere presente quali sono le limitazioni di questo approccio.

Innanzitutto, la popolazione esposta è stimata sulla base dei dati di residenza, pertanto non si tiene conto degli spostamenti casa-lavoro, del tempo trascorso al lavoro o in luoghi diversi durante il tempo libero. Nell'analisi non è inclusa la popolazione che vive sul territorio regionale senza residenza, e al contrario è inclusa la popolazione residente che in realtà vive fuori regione. Inoltre ci si basa sulle concentrazioni *outdoor*, non su quelle *indoor* alle quali in effetti siamo per lo più esposti. Infine, la catena modellistica ricostruisce le concentrazioni di fondo sul territorio, alle quali di fatto localmente si aggiungono contributi emissivi e situazioni di accumulo che determinano i cosiddetti *hot-spot*, piccole aree a elevata criticità.

A bordo strada, ad esempio, si misurano spesso concentrazioni più alte rispetto alle concentrazioni di fondo. Specifiche categorie professionali o sociali possono essere particolarmente esposte a questi *hot-spot*, specie per gli inquinanti caratterizzati da forti gradienti spaziali (biossido di azoto più del  $PM_{10}$ ,  $PM_{10}$  più del  $PM_{2.5}$ ). Dunque soprattutto le stime dell'esposizione al biossido di azoto sono probabilmente sottostimate, date le caratteristiche della distribuzione spaziale di tale inquinante, per il quale la componente locale ha un peso importante<sup>4</sup>.

**Giovanni Bonafè, Marco Deserti**

Arpa Emilia-Romagna

**NOTE**

<sup>1</sup> [http://bit.ly/Arpa\\_Ninfa](http://bit.ly/Arpa_Ninfa)

<sup>2</sup> [http://bit.ly/Ninfa\\_Pesco](http://bit.ly/Ninfa_Pesco)

<sup>3</sup> [http://bit.ly/valutazioni\\_comuni](http://bit.ly/valutazioni_comuni)

<sup>4</sup> G. Bonafè, M. Stortini, E. Minguzzi e M. Deserti, "Postprocessing of a CTM with observed data: Downscaling, unbiasing and estimation of the subgrid scale pollution variability", in A. Syrakos, J.G. Bartzis e S. Andronopoulos (a cura di), *Proceedings of the 14th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes*, pp. 302-306, 2011. Paper: <http://goo.gl/o8je4> Poster: <http://goo.gl/4FjbM>.

**TAB. 1**  
INDICATORI

Indicatori, calcolati su base annuale, utilizzati per individuare le aree di superamento degli standard di qualità dell'aria, e quindi valutare il numero di cittadini esposti.

Inquinante	Indicatore annuo	Valore limite o target
$PM_{10}$	numero di superamenti giornalieri della soglia di $50 \mu g/m^3$	35 superamenti giornalieri
$PM_{10}$	media annuale	$40 \mu g/m^3$
$PM_{2.5}$	media annuale	$25 \mu g/m^3$
biossido di azoto	media annuale	$40 \mu g/m^3$
ozono	massimo giornaliero della media mobile su 8 ore: numero di superamenti della soglia di $120 \mu g/m^3$	25 superamenti giornalieri



**TAB. 2**  
POPOLAZIONE ESPOSTA

Valutazione dell'esposizione della popolazione dell'Emilia-Romagna ai diversi inquinanti dal 2009 al 2012.



- agglomerato di Bologna
- Appennino
- pianura est
- pianura ovest

Inquinante	Indicatore annuo	Zona	Popolazione totale	Popolazione esposta a valori oltre il limite			
				2009	2010	2011	2012
$PM_{10}$	n. di superamenti	agglomerato di Bologna	566.510	360.000	400.000	460.000	340.000
		Appennino	495.636	97	0	3.500	110
		pianura est	1.519.877	320.000	470.000	950.000	920.000
		pianura ovest	1.706.393	1.400.000	1.200.000	1.400.000	1.400.000
$PM_{10}$	media annuale	agglomerato di Bologna	566.510	0	0	0	0
		Appennino	495.636	0	0	0	0
		pianura est	1.519.877	0	0	0	0
		pianura ovest	1.706.393	4.100	0	0	0
$PM_{2.5}$	media annuale	agglomerato di Bologna	566.510	0	0	0	0
		Appennino	495.636	0	0	0	0
		pianura est	1.519.877	0	0	5.500	3.000
		pianura ovest	1.706.393	0	0	44.000	46.000
$NO_2$	media annuale	agglomerato di Bologna	566.510	77.000	53.000	0	84.000
		Appennino	495.636	300	0	0	0
		pianura est	1.519.877	17.000	0	0	0
		pianura ovest	1.706.393	180.000	120.000	3.400	7.200
Ozono	n. di superamenti	agglomerato di Bologna	566.510	280.000	380.000	530.000	440.000
		Appennino	495.636	370.000	370.000	370.000	360.000
		pianura est	1.519.877	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000
		pianura ovest	1.706.393	1.500.000	1.500.000	1.600.000	1.500.000