

MOLESTIE OLFATTIVE, UN PROBLEMA COMPLESSO

Gestione, prevenzione e monitoraggio degli odori, quali prospettive

Il tema del controllo delle fonti di cattivo odore è molto complesso e coinvolge diversi aspetti. L'equazione presenza di odore uguale a tossicità non è esatta: si è di fronte a un problema che non riguarda necessariamente un impatto sulla salute dei cittadini in termini organici, ma è innegabile l'impatto che può avere sul benessere psicofisico e sulla qualità di vita delle persone. Coloro che sono sottoposti a ripetute molestie olfattive sono infatti più esposti a uno stress continuo prodotto dal fastidio e dal senso di frustrazione causato dalla situazione. Un secondo aspetto riguarda la difficoltà a stabilire un'oggettività della percezione dell'odore rispetto alla soggettività di chi lo percepisce.

Gli enti chiamati alla risoluzione del problema si muovono in un panorama legislativo non ben definito. Oltre a stabilire il metodo migliore per la stima della molestia olfattiva, un'attività complessa è anche l'individuazione della sorgente da cui proviene l'odore, che deve considerare le condizioni

meteorologiche e la direzione del vento nel momento della percezione dell'emissione. Tutto questo richiede il coinvolgimento della popolazione interessata dal disturbo olfattivo, ad esempio anche tramite l'utilizzo di app che favoriscano la partecipazione attiva.

Nel servizio sono illustrati alcuni casi studio sulla gestione degli inconvenienti sul territorio nazionale. Si racconta inoltre come si sono attrezzati i laboratori delle Agenzie ambientali al fine di definire procedure e metodi analitici per quantificare le emissioni odorigene, anche nella fase di emergenza sanitaria.

La sinergia tra attività sul campo e prevenzione è la chiave per evitare, sin dalle prime fasi di autorizzazione delle attività, possibili molestie olfattive. Una gestione oculata dei processi produttivi più impattanti da questo punto di vista può rivelarsi la strategia vincente per una serena convivenza tra attività produttive e contesti abitativi.

(DM)

IL DISTURBO OLFATTIVO, TRA AMBIENTE E SALUTE

IL TEMA DELLE MOLESTIE ODORIGENE, CHE POSSONO AVERE UN IMPATTO SUL BENESSERE PSICO-FISICO DELLE PERSONE, RIENTRA A PIENO NELL'AMBITO DELL'INTEGRAZIONE TRA IL SETTORE AMBIENTALE E QUELLO SANITARIO. UN CONVEGNO A OTTOBRE 2020 HA ANALIZZATO MOLTEPLICI ASPETTI E CRITICITÀ DEL MONITORAGGIO DEGLI ODORI.

L'integrazione tra il settore ambientale e quello sanitario è di fondamentale importanza per proteggere la salute dai rischi derivanti dalla contaminazione ambientale. Da tempo la Regione Emilia-Romagna e Arpae hanno avviato un percorso di collaborazione sul tema ambiente e salute, partecipando congiuntamente a diversi progetti finanziati dal Centro nazionale per la prevenzione e il controllo delle malattie, instaurando diverse collaborazioni, sia nell'ambito di studi di approfondimento conoscitivo, sia in riferimento ad attività più operative. Anche l'istituzione, nel 2018, di una *task force* regionale specificatamente dedicata ad approfondire le tematiche ambiente e salute si colloca in questa prospettiva, con l'obiettivo di rafforzare la rete costituita dai servizi territoriali che afferiscono ai Dipartimenti di sanità pubblica e ai Centri tematici di Arpae. Uno dei temi affrontati dalla *task force* regionale è quello delle molestie odorigene ed è stata messa a punto una procedura per la gestione di questi eventi che faciliti l'integrazione professionale e di competenze tra tutti i soggetti istituzionali per favorire la soluzione del problema. Frutto del lavoro congiunto tra enti è stata anche l'organizzazione del webinar *"Impatto e misurazione degli odori. Valutazione, monitoraggio e buone pratiche"*,

tenutosi il 28 ottobre 2020, anche allo scopo di presentare la procedura messa a punto. Gli interventi dei relatori di Arpae, dei Dipartimenti di sanità pubblica della Regione, del Dipartimento di epidemiologia del Lazio e Arpa Marche hanno descritto e approfondito il problema delle molestie olfattive dal punto di vista tecnico, degli effetti sanitari e delle esperienze di coinvolgimento della popolazione nella segnalazione. Come è noto, infatti, i cattivi odori rappresentano spesso una criticità di difficile superamento, soprattutto in contesti in cui si trovano a convivere attività produttive industriali e artigianali e insediamenti abitativi. Il disturbo olfattivo è un fenomeno particolarmente sentito dai cittadini, che può interferire negativamente sullo stato di benessere. Sebbene in generale non siano stati dimostrati effetti diretti sulla salute, i cattivi odori possono essere causa di indubbio e persistente fastidio per la popolazione. La loro presenza prolungata può alterare l'equilibrio psicofisico delle persone producendo uno stato di stress e ansia con disturbi correlati. Il punto chiave è che una sostanza odorigena non è necessariamente una sostanza tossica, anche se lo potrebbe essere in alcuni casi, e che una sostanza tossica non è necessariamente odorigena, quindi non è possibile fare assunzioni

sul rischio per la salute solo in base alla percezione di un odore. Nel corso del convegno sono state anche illustrate le difficoltà oggettive che complicano l'approccio all'inquinamento olfattivo e che ne hanno ritardato la regolamentazione rispetto ad altri settori della qualità dell'aria. Infatti l'odore è un fenomeno complesso da comprendere, non tanto per la vasta gamma di sostanze che lo producono, ma principalmente perché l'odore di un composto chimico dipende da vari aspetti: oggettivi propri della sostanza, soggettivi (fisiologici e psicologici) e ambientali (temperatura, pressione, vento ecc.). È stato dato spazio agli strumenti e tecniche di campionamento disponibili e sottolineato come una corretta comunicazione, accompagnata da un processo partecipativo e inclusivo, possa rappresentare uno strumento strategico per superare i conflitti generati dalle molestie odorigene. In sintesi, il tema delle molestie odorigene è un esempio paradigmatico della complessità che caratterizza il rapporto tra determinanti ambientali e effetti sulla salute e delle sfide associate ai processi di gestione di questa relazione.

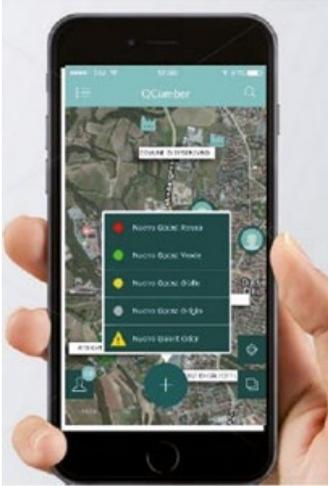
Paola Angelini

Servizio prevenzione collettiva e sanità pubblica, Regione Emilia-Romagna



FOTO: M. NERIERI - AUC REGIONE ER

FOCUS

PRATICHE DI CITIZEN ENGAGEMENT E CITIZEN SCIENCE
CONTRO GLI ODORI MOLESTI

Le molestie olfattive connesse alle emissioni odorigene rappresentano un problema sempre più sentito da cittadini, pubbliche amministrazioni e aziende. L'emissione di cattivi odori è strutturale per molti impianti come quelli per il trattamento e smaltimento di rifiuti, allevamenti e pratiche agricole connesse, industrie alimentari, industrie chimiche ecc. Il disturbo olfattivo che ne deriva è un fenomeno che può interferire con lo stato di benessere delle persone, generando lamentele e innescando conflitti che possono avere

ripercussioni anche sulle attività economiche, commerciali e turistiche del territorio in cui insiste il fenomeno. In questo contesto, è necessario che un'efficace gestione dell'evento odorigeno integri gli aspetti comunicativi e partecipativi per mantenere aperto il dialogo con tutti gli attori coinvolti nella risoluzione del problema. Il processo da intraprendere non è immediato né semplice, in quanto il tema odori si presenta complesso sotto diversi aspetti.

Innanzitutto, parliamo di un ambito delicato che è quello della salute umana. Nella maggior parte dei casi, i cattivi odori non sono associati a un reale rischio per la salute, sia per la loro natura raramente pericolosa, sia per le concentrazioni generalmente basse, ma possono causare effetti fisiologici avversi che inducono un generale stato di malessere. Inoltre, la caratterizzazione degli odori e il controllo dell'inquinamento olfattivo dipendono da molti fattori:

- l'identificazione della sostanza (o miscela) nella vasta gamma di sostanze potenzialmente odorifere
- la soggettività fisica e psicologica della percezione di un odore
- l'eventuale assuefazione, le concause ambientali, oltre alla complessità del sistema olfattivo.

Si tenga altresì presente che la percezione del rischio associata agli odori molesti risente della sensibilità soggettiva, di fattori fisici, di aspetti psicologici quali la storia personale, lo stato di salute in quel momento, la dipendenza economica dalla fonte di emissione. La percezione di un determinato odore come rischio per la salute è legata alla paura di rischio tossicologico, perché condizioni di cattivo odore vengono spesso associate a situazioni insalubri dell'aria.

A rendere ancora più complesso il quadro fino qui descritto, contribuiscono gli aspetti prettamente tecnici del tema trattato. Le molestie olfattive, come altri determinanti ambientali rilevanti per la salute della popolazione, necessitano di uno sforzo divulgativo nel modulare il contenuto informativo e la forma del racconto. Per essere efficaci, è fondamentale avvicinarsi ai bisogni del pubblico, adeguarsi alle sue conoscenze e rispondere alle domande che vengono poste, rispettando così il diritto delle persone di conoscere e di essere ascoltate.

Una dimensione strettamente correlata alla gestione e alla comunicazione del rischio è l'incertezza che, nel caso specifico degli odori, è legata alla scelta del metodo per stimare la molestia odorigena, alle soglie o limiti considerati accettabili, alle modalità adottate per intervenire in maniera

appropriata. Quando si parla di rischi per la salute, l'incertezza è inevitabile e deve essere comunicata, anche se il cervello umano tende a respingerla insieme a tutti quegli elementi che richiamano ambiguità e/o probabilità. Ed è proprio l'ammissione dell'incertezza, per altro insita in ogni sfera della nostra vita e non solo nelle valutazioni scientifiche, che rende più trasparente il dialogo tra le parti in gioco e più inclusiva la gestione della molestia odorigena o di altri eventi rischiosi per la salute. Comunicare l'incertezza è importante per evitare la formazione di un falso senso di sicurezza che può solo minare la fiducia nell'istituzione che comunica.

Tale mancanza di fiducia negli enti di controllo o chiamati a gestire e risolvere il problema, dichiarazioni non coerenti con le azioni intraprese, scarsità o assenza di benefici, mancanza di controllo personale sugli eventi rischiosi, maggiori danno per le categorie fragili (bambini e anziani) sono elementi che amplificano il senso di oltraggio e indignazione che i cittadini percepiscono, quando sottoposti a fenomeni ambientali che hanno conseguenze sulla salute o in generale sullo stato di benessere.

In sintesi, dunque, la variabilità delle sorgenti, la tipologia di emissione e la modalità di diffusione, nonché la stretta connessione con la soggettività della percezione umana rendono necessario non solo prediligere una combinazione di diversi strumenti di valutazione nell'analisi di un caso di molestia olfattiva, ma anche un approccio partecipativo nella sua gestione. Le esperienze di Arpa Sicilia (Nose), Arpa Marche (Odor.Net) e Arpa Umbria (progetto Multi-stakeholder) sono appunto alcuni esempi di *citizen engagement* tra i tanti attivati a livello nazionale. Prevedono la messa a disposizione dei cittadini di piattaforme dedicate con sistemi di segnalazione da remoto, mediante tablet o smartphone, per segnalare "in tempo reale" la presenza di cattivi odori, la tipologia, l'intensità, la presenza di eventuali sintomi e disturbi fisici. Ma in una visione più ampia rappresentano percorsi virtuosi di collaborazione e condivisione tra gli attori istituzionali e territoriali per raggiungere un'effettiva comprensione delle caratteristiche dei fenomeni odorigeni e quindi della loro valutazione e gestione.

In tale contesto diventa rilevante il ruolo del tecnico che conduce lo studio e ne deve comunicare i risultati. In primo luogo è responsabile della produzione di una conoscenza tecnica solida, accurata e corretta, trasparente in merito al disegno dello studio, ai risultati e loro interpretazione, aprendosi alla discussione scientifica e favorendo un processo che porti alla loro traduzione in azioni concrete insieme agli altri partner di progetto. Allo stesso tempo, per la buona riuscita della gestione partecipata del problema, deve porsi in una prospettiva di ascolto attivo delle esigenze conoscitive delle persone, ma anche dei dati, qualora disponibili, derivanti da percorsi di *citizen science*, favorire lo scambio tra i vari attori in gioco.

Con queste premesse, la partecipazione diventa condizione necessaria perché istituzioni, imprese e cittadini mettano a punto la migliore strategia di gestione del problema, verifichino i punti di forza e debolezza delle azioni e strumenti impiegati, condividano sistemi per prevenire o pre-allertare la popolazione rispetto a potenziali problemi di molestia olfattiva, verifichino insieme la coerenza delle azioni intraprese rispetto alle criticità segnalate.

Monica Soracase

Unità reportistica ambientale, Arpa Emilia-Romagna

ESPOSIZIONE A ODORIGENI E SALUTE, QUALE RAPPORTO

LE EMISSIONI ODORIGENE SONO MISCELE COMPLESSE DI COMPOSTI CHIMICI VOLATILI, LA CUI MISURAZIONE È PIUTTOSTO DIFFICILE. UNA REVISIONE DEGLI STUDI IN MATERIA, IN VIA DI PUBBLICAZIONE, EVIDENZIA L'ASSOCIAZIONE TRA ESPOSIZIONE AGLI ODORI E SALUTE DI RESIDENTI O LAVORATORI, MA VA CONSIDERATO IL RISCHIO DI BIAS.

Le emissioni odorigene provenienti dai siti industriali sono percepite come un importante problema di salute, sia dai residenti sia dai lavoratori, principalmente a causa della sensazione di *annoyance* (fastidio percepito) e irritazione psicologica che provocano (Sucker et al. 2001, Brancher et al. 2017, Bax et al. 2020). La maggior parte degli studi disponibili, per lo più condotti con approccio osservazionale, descrive gli effetti negativi per la salute e poco si sa sull'effettiva esposizione della popolazione interessata, probabilmente a causa dell'assenza di metodi standard per stimare la concentrazione delle sostanze odorigene a livello dei recettori. Le stime della frequenza, dell'intensità e del tono edonico degli odori nell'ambiente differiscono sostanzialmente tra i vari paesi soprattutto in termini di politiche adottate (Herr et al. 2009, Hayes et al. 2014, Brancher et al. 2020). La funzione olfattiva svolge un ruolo importante nel rilevamento dei pericoli nell'ambiente; i recettori olfattivi dell'epitelio nasale rilevano le sostanze chimiche (composti odoranti) in grado di indurre risposte diverse a seconda della quantità presente in aria. A concentrazioni elevate, i recettori odoranti possono inviare segnali attraverso il nervo olfattivo e trigemino al sistema nervoso centrale causando reazioni piacevoli oppure risposte negative. Gli odori sgradevoli, le muffe o la cattiva qualità dell'aria sono stati considerati come fattori ambientali scatenanti mal di testa, irritazione degli occhi e stanchezza insolita (Friedman et al. 2009). È importante notare che le risposte sensoriali degli individui possono variare a causa di fattori fisiologici, età o sesso, assuefazione in casi di esposizione ripetuta, rischio per la salute percepito, fattori sociali (Blanes-Vidal 2015, Kret et al. 2018).

Le emissioni odorigene sono generalmente miscele complesse di diversi composti chimici volatili ed è dunque difficile una loro misurazione.

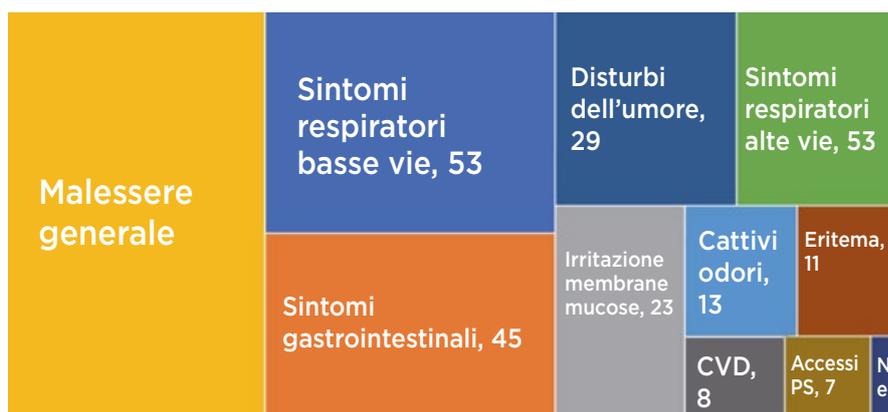


FIG. 1 SINTOMI PIÙ COMUNI
Studio dei disturbi da odore nella popolazione in relazione alla vicinanza alle sorgenti di emissioni odorigene.

Negli studi epidemiologici che valutano l'impatto sulla salute di questi inquinanti per stimare l'esposizione agli odorigeni vengono utilizzati diversi strumenti predittivi e osservazionali, tra questi i modelli di dispersione atmosferici (Brancher et al. 2020), la distanza dalla fonte (Hayes et al. 2014), la frequenza degli eventi odorosi (Bax et al. 2020), l'analisi dei composti chimici (Blanes-Vidal et al. 2014) e il monitoraggio dei reclami relativi alla risposta media di fastidio o alla percentuale di residenti molto infastiditi (Baldacci et al. 2015). Di recente è stata condotta una revisione sistematica per sintetizzare tutte le evidenze disponibili sull'associazione tra esposizione residenziale o professionale a breve e lungo termine all'inquinamento da odorigeni da fonti industriali e lo stato di salute della popolazione esposta. Il lavoro è in corso di pubblicazione ed è stato presentato al XLIII convegno dell'Associazione italiana di epidemiologia (Guadalupe Fernandez et al. 2019)

Metodi

La popolazione di interesse era costituita da persone di qualsiasi età che vivevano vicino a fonti industriali (impianti di produzione e trasformazione prodotti

chimici, petrolchimici, smaltimento e/o trattamento dei rifiuti o delle acque, cemento, produzione di energia, estrazione mineraria e metalli, produzione di pasta di cellulosa e carta, tessile, macelli e attività zootecniche) o da lavoratori esposti all'inquinamento da odorigeni per motivi professionali. Sono stati esclusi gli studi che valutavano gli effetti dell'esposizione a fonti di inquinamento *indoor* e gli studi che si concentravano principalmente sulle emissioni di composti tossici maleodoranti (poiché sarebbe stato difficile distinguere l'effetto dell'odore da quello tossico). Due revisori hanno vagliato indipendentemente i titoli e gli *abstract* dei lavori selezionati. Il testo completo degli studi potenzialmente ammissibili è stato recuperato per la valutazione e l'inclusione. Eventuali discrepanze relative all'inclusione o all'esclusione di un particolare studio tra i revisori sono state risolte attraverso la discussione da parte di un terzo revisore. Da ogni lavoro incluso nello studio sono stati estratti i dati relativi all'anno, al periodo di campionamento, alla regione o al paese in cui è stato effettuato, alla dimensione del campione (target, iscritti, tassi di *follow-up*) e alle caratteristiche della popolazione, alla descrizione del gruppo di riferimento e/o di controllo,



FOTO: L. BANZI - ANUSG REGIONE ER

alla definizione dell'esposizione (fonti di dati) e alla valutazione dell'esposizione (ad esempio distanza dalla struttura, fastidio degli odorigeni su una scala di 5 punti, valutazione degli odorigeni con modelli di dispersione), agli esiti (eventuali metodologie di definizione dell'esito), all'approccio statistico eseguito dagli autori per analizzare i dati (tipo di misura dell'effetto e intervallo di confidenza CI al 95%), eventuali confondenti (metodi utilizzati per misurarli e come sono stati considerati nell'analisi) e, ovviamente, i risultati. È stato valutato il *risk of bias* (Rob) di ogni studio, incluso con uno strumento sviluppato da Ntp/Ohat (Rooney et al. 2014; Ntp/Ohat 2019). La valutazione del Rob è stata fatta sul *bias* di selezione, sul confondimento, sulla classificazione dell'esposizione e dei risultati e sul *bias* di reporting. Infine, è stata condotta una metanalisi per valutare l'associazione tra esposizione a odorigeni industriali e principali esiti in studio.

Risultati

Dei 5728 studi selezionati, 30 sono stati inclusi nell'analisi: 23 di tipo *cross-sectional* e 7 *temporal changes* (5 *case-crossover*, 2 *panel*) con una dimensione campionaria che variava da 15 a circa 58.000 esposti. Sono stati inclusi solo due studi occupazionali.

Per quanto riguarda la fonte industriale di esposizione, 12 erano su studi sulle operazioni di alimentazione animale, 10 studi sullo smaltimento di rifiuti (sia solidi che liquidi), 2 su impianti complessi e 6 su altre esposizioni industriali (ad esempio carta, impianti petrolchimici). Le informazioni sull'esposizione sono state ottenute più comunemente tramite indagini e questionari basati su scale Likert, mentre la distanza dalla fonte di esposizione è stata definita in modo eterogeneo tra gli studi.

In totale sono stati individuati 96 esiti diversi. I più comuni sono stati mal di

testa, nausea/vomito, irritazione agli occhi e tosse che sono anche quelli per i quali esiste una plausibilità biologica (figura 1). Tredici studi hanno valutato i disturbi da odore nella popolazione in relazione alla loro vicinanza alle industrie, alla percezione degli odori, alla frequenza o intensità degli odori e all'esposizione ad ammoniaca (NH₃).

In alcuni studi sono state individuate correlazioni significative tra i gruppi di esposizione (alta/bassa esposizione e confronto) e le categorie di preoccupazione ambientale (test χ^2). In generale la valutazione di esposizione ed esiti è stata considerata ad alto rischio di *bias* date le diverse classificazioni usate negli studi. Sette studi che non hanno tenuto conto di alcun confondente sono stati classificati a rischio di *bias* "decisamente alto".

La metanalisi ha messo in evidenza un'associazione positiva tra esposizione a odore industriale e mal di testa (OR pooled=1.17 (95% CI: [1.03-1.31]; I²=66.5%, p-value=0.004), nausea/vomito (OR pooled=1.16 (95% CI: [0.97-1.36]); I²=22.9%, p-value=0.233) e tosse (OR pooled=1.26 (95% CI: [1.11-1.45]); I²=55%, p-value=0.038).

Conclusioni

Dagli studi disponibili in letteratura si evidenzia un effetto dell'esposizione a odorigeni di origine industriale su mal di testa, nausea e tosse. Tuttavia, la qualità degli studi non consente di dare un giudizio adeguato e conclusivo circa l'effetto delle molestie olfattive. Sono dunque necessarie indagini condotte con un approccio che minimizzi il *risk of bias* che includano anche sottogruppi più vulnerabili quali bambini, anziani, donne in gravidanza, persone con patologie pregresse per comprendere meglio l'associazione tra le emissioni odorigeni industriali e gli effetti sulla salute umana.

**Victor Guadalupe Fernandez¹,
Lisa Bauleo², Manuela De Sario²,
Simona Vecchi², Paola Michelozzi²,
Carla Ancona²**

1. Departament de medicina preventiva i salut pública, facultat de Medicina, Universitat de València

2. Dipartimento di epidemiologia Ssr Lazio, Asl Roma 1

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Sucker K., R. Both and G. Winneke (2001), Adverse effects of environmental odours: Reviewing studies on annoyance responses and symptom reporting, *Water Science and Technology* 44(9): 43-51.
- [2] Brancher M., K.D. Griffiths, D. Franco and H. de Melo Lisboa (2017), A review of odour impact criteria in selected countries around the world, *Chemosphere* 168: 1531-1570.
- [3] Bax C., S. Sironi and L. Capelli (2020), How Can Odors Be Measured? An Overview of Methods and Their Applications, *Atmosphere* 11(1): 92.
- [4] Herr C.E.W., A. Zur Nieden, I. Kopka, T. Rethage, U. Gieler, T.F. Eikmann and N.I. Stilianakis (2009), Assessment of somatic complaints in environmental health, *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 212(1): 27-36.
- [5] Hayes J.E., R.J. Stevenson and R.M. Stuetz (2017), Survey of the effect of odour impact on communities, *Journal of Environmental Management* 204: 349-354.
- [6] Brancher M., W. Knauder, M. Piringger and G. Schaubberger (2020), Temporal variability in odour emissions: To what extent this matters for the assessment of annoyance using dispersion modelling, *Atmospheric Environment: X* 5: 100054.
- [7] Friedman D.I. and T. De Ver Dye (2009), Migraine and the environment, *Headache* 49(6): 941-952.
- [8] Blanes-Vidal V. (2015), Air pollution from biodegradable wastes and non-specific health symptoms among residents: Direct or annoyance-mediated associations?, *Chemosphere* 120: 371-377.
- [9] Kret J., L. Dalidowitz Dame, N. Tutlam, R. W. DeClue, S. Schmidt, K. Donaldson, R. Lewis, S. E. Rigdon, S. Davis, A. Zelicoff, C. King, Y. Wang, S. Patrick and F. Khan (2018), A respiratory health survey of a subsurface smoldering landfill, *Environmental Research* 166: 427-436.
- [10] Blanes-Vidal V., J. Baelum, E.S. Nadimi, P. Lofstrom and L.P. Christensen (2014), Chronic exposure to odorous chemicals in residential areas and effects on human psychosocial health: Dose-response relationships, *Science of the Total Environment* 490: 545-554.
- [11] Baldacci S., S. Maio, F. Martini, P. Silvi, G. Sarno, S. Cerrai, A. Angino, M. Fresta and G. Viegi (2015), Odor annoyance perception and health effects in an Italian general population sample, *European Respiratory Journal* 46(SUPPL. 59).

LA PREVENZIONE DEGLI ODORI IN FASE AUTORIZZATIVA

LA NORMATIVA NAZIONALE HA INTRODOTTTO DELLE DISPOSIZIONI DEDICATE ALLE EMISSIONI ODORIGENE. SU TALI INDICAZIONI E CON UN APPROCCIO PREVENTIVO, ARPAE HA ELABORATO UNA LINEA GUIDA PER LE VALUTAZIONI, IN FASE DI AUTORIZZAZIONE, DELLE POSSIBILI MOLESTIE OLFATTIVE PROVENIENTI DA ALCUNE TIPOLOGIE DI ATTIVITÀ PRODUTTIVE.

Il tema del monitoraggio, controllo e valutazione dell'impatto olfattivo prodotto da alcune realtà industriali è oggetto di sempre maggior attenzione da parte di Arpa, a oggi ente preposto al rilascio delle autorizzazioni ambientali e al controllo degli impianti in fase operativa. Di fronte alle numerose segnalazioni e richieste di intervento da parte della popolazione esposta, c'è la difficoltà nella valutazione complessiva dell'impatto dei fenomeni osmogeni a causa della mancanza di una legislazione ambientale specifica e di norme tecniche adeguate alla complessità del problema.

Il recepimento della direttiva europea 2015/2193 per la limitazione delle emissioni di inquinanti originati da alcune tipologie di impianti di combustione ha introdotto per la prima volta nel Dlg 152/06 una disposizione "dedicata" alle emissioni odorigene.

L'articolo 272 bis permette di fatto alla normativa regionale o alle autorizzazioni di prevedere misure per la prevenzione e la limitazione delle emissioni odorigene nei nuovi impianti in ragione delle caratteristiche di lavorazioni, della tipologia di attività e del contesto specifico in cui sono collocati.

Tale possibilità è ampliata agli impianti esistenti oggetto di rinnovo, riesame o modifica dell'autorizzazione in ragione di modifiche potenzialmente peggiorative a livello di emissioni odorigene o a pregresse e ripetute segnalazioni di odori.

In assenza di norme regionali specifiche, Arpa ha ritenuto necessario dotarsi di una linea guida di indirizzo operativo per fornire agli operatori dell'Agenzia gli strumenti per applicare nel modo più corretto e omogeneo possibile i principi introdotti dal sopra citato articolo.



1

Linea guida e modalità operative

Istanza autorizzativa

Le istanze di autorizzazione relative a impianti e attività ricadenti nel campo di applicazione della linea guida (impianti a potenziale rischio osmogeno quali, ad esempio, produzione di conglomerati bituminosi, lavorazione materie plastiche, allevamenti zootecnici, allevamenti larve di mosca carnaria, industria ceramica con applicazione di tecniche a stampa digitale, impianti di compostaggio, discariche, torrefazione caffè, produzione biogas da biomasse ecc.) dovranno essere corredate da una relazione tecnica contenente valutazione, descrizione e impatti delle potenziali fonti odorigene. In base alla consistenza dei potenziali impatti odorigeni sarà possibile richiedere due diversi livelli di approfondimento della relazione tecnica:

- relazione tecnica di livello 1 che prevede una serie di informazioni su

contesto territoriale, ciclo produttivo, caratterizzazione chimica e olfattometrica delle sorgenti emmissive, sistemi di abbattimento, accorgimenti gestionali e misure aggiuntive per eventi occasionali responsabili di molestia olfattiva

- relazione tecnica di livello 2 che prevede anche uno studio di impatto odorigeno con relativo modello matematico di simulazione.

Il rilascio del provvedimento autorizzativo

Sulla base della documentazione presentata dall'azienda all'interno del provvedimento autorizzativo si potranno prevedere:

- i valori limite di emissioni in concentrazione
- prescrizioni impiantistiche, tecniche e gestionali (ad esempio copertura vasche, sistemi di carico/scarico a tenuta, presidi di contenimento, trattamento fumi, svolgimento di operazioni odorigene in ambienti chiusi e in leggera depressione ecc.)

- prescrizioni per l'allontanamento di sorgenti odorigene rispetto ai recettori (revisione del *layout*, innalzamento del camino di emissione ecc.)
- criteri e procedure per la definizione di concentrazioni o portate massime di emissioni odorigene, da cui definire poi specifiche concentrazioni o portate massime di emissione odorigena espresse in unità odorimetriche (ouE/m³ o ouE/s). I limiti che vengono individuati in prima istanza vanno considerati "valori obiettivo" o "valori guida" e nel caso in cui questi vengano prescritti in autorizzazione, dovrà necessariamente essere previsto l'obbligo di monitoraggio da parte del gestore, per un periodo non inferiore ai 12 mesi.

Best practices per il contenimento delle emissioni odorigene

La "best practice" è l'insieme delle attività, procedure, comportamenti, abitudini che, organizzate in modo sistematico, possono essere prese come riferimento e riprodotte per favorire il raggiungimento dei risultati migliori in ambito aziendale, ingegneristico, sanitario, educativo ecc. Il contenimento e l'abbattimento delle emissioni odorigene è un tema caratterizzato da notevole complessità in quanto è strettamente legato alla conoscenza dei processi e delle specifiche fasi di lavorazione dalle quali le emissioni vengono generate. Si interviene a vari livelli, direttamente sulla sorgente e/o sul percorso di dispersione al recettore. In ogni caso, prevenire o controllare le emissioni odorigene alla sorgente rimane il metodo di controllo più diretto, nonostante possa essere difficile da realizzare e molto costoso in presenza di grandi sorgenti diffuse. In generale, le tecnologie per il trattamento delle emissioni odorigene possono essere classificate in tre categorie in considerazione del principio di azione:

- fisico: captazione, diluizione, adsorbimento fisico, mascheramento
- chimico: assorbimento con reazione chimica, ossidazione, incenerimento
- biologico: con *bio-scrubber*, *biotrickling*, bio-filtrazione.

Nelle nostre realtà industriali, i sistemi di abbattimento maggiormente utilizzati per il contenimento delle emissioni odorigene sono sicuramente:

- biofiltri: sistemi di biofiltrazione

basati sull'azione degradativa operata da microrganismi nei confronti di un ampio spettro di composti organici e inorganici. Tali microrganismi, che si sviluppano su un supporto di materiale legnoso dotato di una grande area superficiale, metabolizzano gli inquinanti contenuti nell'effluente gassoso trasformandoli in vapor d'acqua, anidride carbonica e biomassa tramite una reazione di ossidazione biologica con l'ossigeno contenuto nell'aria. La tecnologia della biofiltrazione trova applicazione in un range di industrie che generano emissioni odorigene di tipo organico (ad esempio impianti di compostaggio, allevamenti intensivi), sono molto versatili ma è fondamentale una corretta gestione dell'impianto che consiste nel controllo in continuo delle principali variabili di processo (umidità, temperatura, altezza del letto biologico)

- combustori: in questi impianti si sfrutta l'ossidazione termica o catalitica dei gas combustibili e degli odoranti mediante riscaldamento con aria o ossigeno in una camera di combustione nella quale è mantenuta una temperatura elevata (circa 600-700 °C) per un tempo di contatto sufficiente a completare la combustione ad anidride carbonica e acqua. La combustione delle sostanze organiche aerodisperse viene utilizzata per eliminare i contaminanti organici presenti nelle emissioni gassose industriali, che sono spesso la causa del disagio olfattivo. Questi impianti richiedono costi di investimento e di gestione elevati ma, se condotti nel modo corretto (mantenimento della temperatura ottimale per l'abbattimento di tutti gli inquinanti), permettono di ottenere ottimi risultati in termini di abbattimento delle emissioni odorigene.

Esiste, infine, sul mercato una serie di prodotti brevettati utilizzati per neutralizzare o mascherare gli odori attraverso nebulizzazione degli stessi nell'aria ambiente da trattare. Essi agiscono in modo da ridurre la risposta del naso umano alla molestia olfattiva, riducendo l'intensità dell'odore percepita (ad esempio prodotti enzimatici) o rendendolo più gradevole (come i deodorizzanti).

Nella pratica comune, in realtà, si è visto che questi prodotti non producono risultati efficaci e che addirittura, a volte, possono contribuire a causare ulteriore molestia olfattiva se usati a concentrazione troppo alta e/o in prossimità dei recettori.

Tra le *best practices* non sono da dimenticare tutte le operazioni di



2

gestione ordinaria e manutenzione programmata agli impianti (ad esempio pulizia dei piazzali, coperture dei cumuli, riduzione di permanenza dei prodotti o rifiuti sui piazzali) che, se messe in atto con le opportune frequenze, contribuiscono notevolmente alla riduzione degli impatti.

Conclusioni

Il contenimento delle emissioni odorigene risulta a tutt'oggi una problematica complessa da affrontare a causa della variabilità delle sorgenti omogenee e delle modalità di diffusione degli odori, nonché della stretta interazione con la soggettività della percezione umana. È pertanto necessario un approccio metodologico integrato che preveda la valutazione di tutti gli aspetti a più livelli, sia in termini tecnologici che gestionali.

Il contesto normativo attuale accresce l'esigenza del Sistema agenziale di procedere a un'armonizzazione e sistematizzazione delle procedure su scala nazionale e alla condivisione di percorsi metodologici applicabili al monitoraggio, al controllo e alla valutazione degli impatti su tutto il territorio nazionale.

Federica Forti, Andrea Bragalli, Maria Adelaide Corvaglia

Area prevenzione ambientale metropolitana, Arpa Emilia-Romagna

1 Impianto di biofiltrazione.

2 Impianto post-combustore termico.

TECNICHE D'INDAGINE E ANALISI DEGLI ODORI

L'OGGETTIVAZIONE DEGLI ODORI E LA LORO MISURA UNIVOCA È UN PROBLEMA IN BUONA PARTE ANCORA IRRISOLTO. LO STUDIO DELLE MALEODORAZIONI È COMPLESSO E RICHIEDE SPESSO L'IMPIEGO DI MOLTEPLICI TECNICHE DI STUDIO: CARATTERIZZAZIONE CHIMICA, INDAGINI SOCIALI CON IL COINVOLGIMENTO DEI CITTADINI, NASI ELETTRONICI.

Gli odori, anche in Emilia-Romagna, costituiscono uno dei più sentiti e rilevanti aspetti negativi di impatto ambientale di molte attività e impianti industriali. Poiché l'odore è determinato dalla risposta soggettiva delle cellule olfattive presenti nella sede del naso, stimolate dalla presenza di molecole gassose aerodisperse, l'oggettivazione degli odori e la loro misura univoca ed esaustiva è un problema in una buona parte ancora irrisolto, anche perché la sensibilità umana nella percezione degli odori spesso è superiore ai livelli di rilevanza delle tecniche di indagine disponibili. Nonostante le emissioni odorogene siano state recentemente oggetto di sviluppi legislativi specifici, l'assenza di parametri precisi di riferimento e di

confronto, non ancora definiti a causa della soggettività della percezione olfattiva e delle complicate modalità di determinazione degli odori nell'ambiente, rende assai problematica la valutazione oggettiva del disagio percepito. Lo studio delle maleodorazioni è generalmente complesso e richiede spesso l'impiego di molteplici tecniche di indagine. Generalmente risultano utili forme preliminari, come la cosiddetta indagine sociale che coinvolge direttamente i cittadini, o le simulazioni previsionali modellistiche, ma qualora non si riesca a dare la giusta evidenza del problema, è necessario ricorrere a tecniche più complesse quali l'analisi chimica, usata per indagare quantità e tipologia delle sostanze odorose, oppure l'analisi sensoriale in campo o direttamente

sulle sorgenti, usata per quantificare la percezione dell'odore, oppure i più recenti sistemi olfattivi elettronici (nasi elettronici) opportunamente predisposti e calibrati.

Le tecniche di indagine e monitoraggio degli odori

Data la peculiarità della percezione odorigena, non esiste una metodologia standard univoca di validità generale per affrontare le problematiche di odori, quanto piuttosto un approccio integrato che sfrutta un insieme di tecniche per riuscire a ottenere le informazioni utili. In generale le metodologie di monitoraggio possono essere raggruppate in due grandi categorie:

- metodologie di caratterizzazione delle fonti di odore, il cui scopo è l'identificazione, all'interno di contesti produttivi, dei cicli di lavorazione e delle sorgenti emissive di maggiore interesse olfattometrico. Fanno parte di tale categoria le indagini chimiche e olfattometriche
- metodologie di valutazione della risposta e dell'esposizione della popolazione sul territorio, che hanno l'intento di comprovare le segnalazioni e i reclami, di trovare attendibili correlazioni con le attività antropiche presenti e di dare informazioni sull'estensione geografica e/o temporale della problematica denunciata. Fanno parte di tale categoria le indagini che coinvolgono la popolazione (indagini sociali), i rilievi olfattometrici in campo, l'applicazione di strumenti matematici predittivi (modelli di ricaduta) e i monitoraggi con nasi elettronici.

Un recente documento tecnico del Sistema nazionale di protezione ambientale (delibera n. 38/2018) sullo stato dell'arte delle tecniche di monitoraggio degli odori, descrive queste tecniche in modo esaustivo.

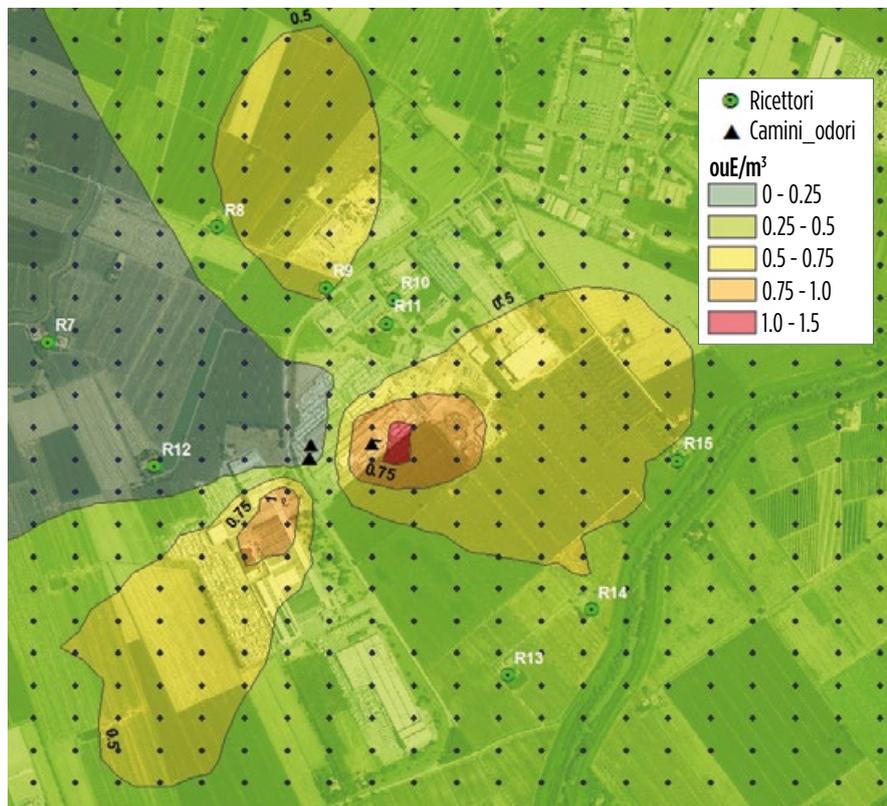


FIG. 1 MAPPE DI CONCENTRAZIONE
Esempio di simulazione modellistica di ricaduta degli odori al suolo.

Indagini con modelli matematici di simulazione della ricaduta di odore

Rappresentano tipicamente strumenti di valutazione preventiva, finalizzati alla verifica dell'eventuale impatto generato da attività/impianti in progetto o da loro modifiche sostanziali.

Per un efficace utilizzo di questi strumenti matematici, che simulano il percorso degli odori (trattati come inquinanti gassosi) dalla sorgente fino ai possibili ricettori attraverso complicati algoritmi di calcolo (figura 1), è fondamentale la conoscenza sia dei livelli di odore generati dalle attività in progetto, che possono essere stimati sulla base delle caratteristiche emissive di impianti simili esistenti e operanti sul territorio, sia delle caratteristiche meteorologiche dell'area di interesse nella quale si colloca l'azienda.

Le valutazioni sulle possibili ricadute presso i ricettori sono effettuate generalmente considerando il valore del 98° percentile della concentrazione oraria di picco di odore, presupponendo quindi che, in presenza di sorgenti odorogene, un effetto di maleodorazione che si manifesta per meno del 2% del tempo (corrispondente a 15 ore/mese) sia da ritenere poco significativo.

Indagini sociali e rilievi olfattivi in campo

La verifica completa sull'impatto odorigeno di una o più fonti diverse è attività complessa e onerosa, e spesso è necessario attivare percorsi conoscitivi preliminari che consentono di monitorare l'entità del disagio e di valutare la reale necessità di approfondimenti più impegnativi. Da questo punto di vista, nessuno meglio della popolazione coinvolta può essere fonte di notizie. La cosiddetta indagine sociale, ben descritta nell'atto normativo della Regione Lombardia (Dgr 3018/2012), coinvolge direttamente i cittadini che risiedono o lavorano nelle aree in cui le maleodorazioni sono avvertite. Con la collaborazione delle autorità locali, ai cittadini che su base volontaria partecipano all'indagine, è chiesto di compilare quotidianamente, per periodi solitamente compresi tra 1 e 3 mesi, una scheda di rilevazione delle maleodoranze percepite.

1 Esempio di sessione analitica in olfattometria dinamica secondo la norma UNI EN 13725.

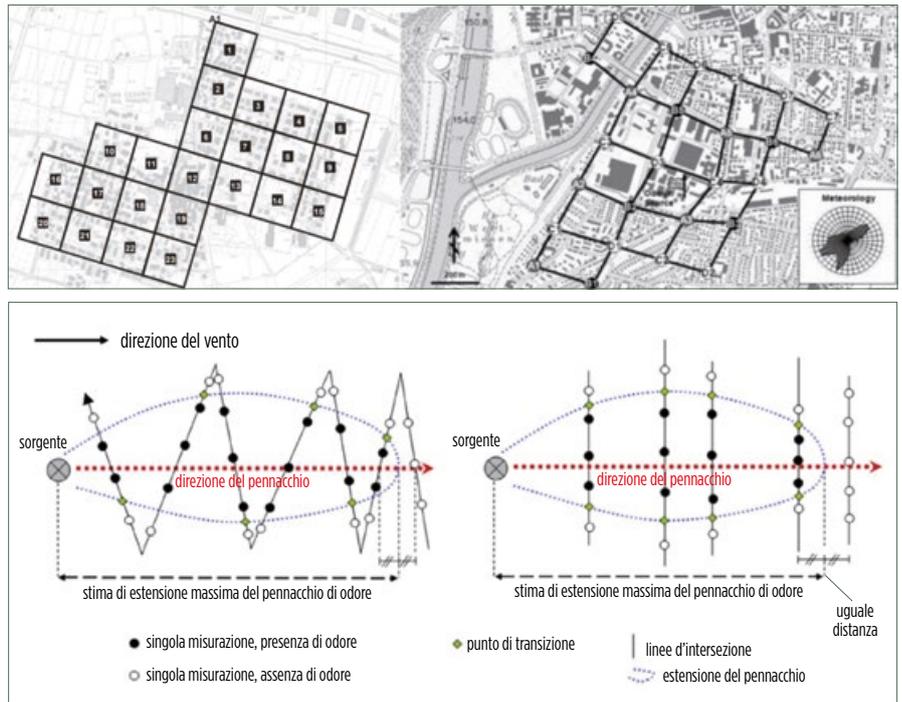


FIG. 2 RILIEVI OLFATTIVI

Rilievi olfattivi in campo: norme UNI EN 16841-1 (metodo a griglia, sopra) e UNI EN 16841-2 (metodo del pennacchio, sotto).



1

L'insieme delle annotazioni costituisce la base per successive elaborazioni e l'analisi degli eventi permetterà, pur in via approssimata, di stimare l'incidenza dei periodi di odore nell'arco temporale di durata dell'indagine e le prevalenti direzioni di provenienza delle maleodorazioni.

Indagini in campo più lunghe e complesse, effettuate da personale addestrato, sono descritte nelle recenti norme UNI EN 16841-1 (metodo a griglia) e UNI EN 16841-2 (metodo del pennacchio) (figura 2).

Tali norme descrivono in modo preciso le modalità per ottenere una fotografia della presenza di odori su un territorio (16841-1) o per individuare l'effettiva ricaduta di un pennacchio di odore generato da sorgente emissiva (16841-2), utile anche a validare gli esiti di modelli di ricaduta.

Analisi chimica della miscela di sostanze che determinano l'odore

L'analisi chimica fornisce una conoscenza quali/quantitativa dei composti di maggior interesse presenti nel gas, ma non consente, di norma, precise considerazioni sull'impatto odorigeno: difficilmente, data la complessità delle miscele, i risultati delle analisi possono essere tradotti in termini di intensità dell'odore, gradevolezza ecc. Le analisi chimiche vengono eseguite focalizzando l'attenzione sulle categorie di composti di interesse ambientale e sanitario caratterizzate da bassa soglia olfattiva e che, in base alle conoscenze su cicli produttivi e sulle attività antropiche che caratterizzano le zone interessate al problema, possono essere presenti in determinate circostanze.

Analisi in olfattometria dinamica secondo la norma UNI EN 13725

Le tecniche sensoriali o di “olfattometria dinamica” consistono nel presentare l’aria odorosa, diluita con aria inodore, a un gruppo di persone selezionate (panel) per registrarne le sensazioni risultanti: tale misura ha principalmente l’obiettivo di determinare la concentrazione di odore con l’aiuto dell’olfatto umano come sensore. Contrariamente all’analisi chimica, quella olfattometrica non fornisce l’identificazione di una sostanza o di un gruppo di sostanze, bensì permette di determinare le unità di odore della miscela gassosa, “numerizzando” in modo oggettivo la sensazione generata dalla molestia olfattiva. Tramite l’elaborazione delle risposte del panel (è possibile arrivare a stimare il numero di diluizioni necessarie affinché l’odore non venga più percepito (soglia olfattiva) e da qui si giunge alla concentrazione, in unità di odore al metro cubo, del campione in esame (UO/mc).

Sistemi olfattivi elettronici o “nasi elettronici”

Sono dispositivi potenzialmente in grado di simulare il processo mentale di memorizzazione e riconoscimento tipici del sistema olfattivo umano. L’abbinamento di un sistema olfattivo elettronico alle precedenti tecniche di indagine, è il naturale completamento dei rilievi possibili in merito alle problematiche di odore. Gli obiettivi nell’utilizzo di tali sistemi sono solitamente molteplici ma, in via prioritaria, essi sono utilizzati per identificare la sorgente di emissione dell’odore e per quantificare l’intensità del disagio in termini temporali.

Stefano Forti

Responsabile laboratorio multisito, Arpa Emilia-Romagna



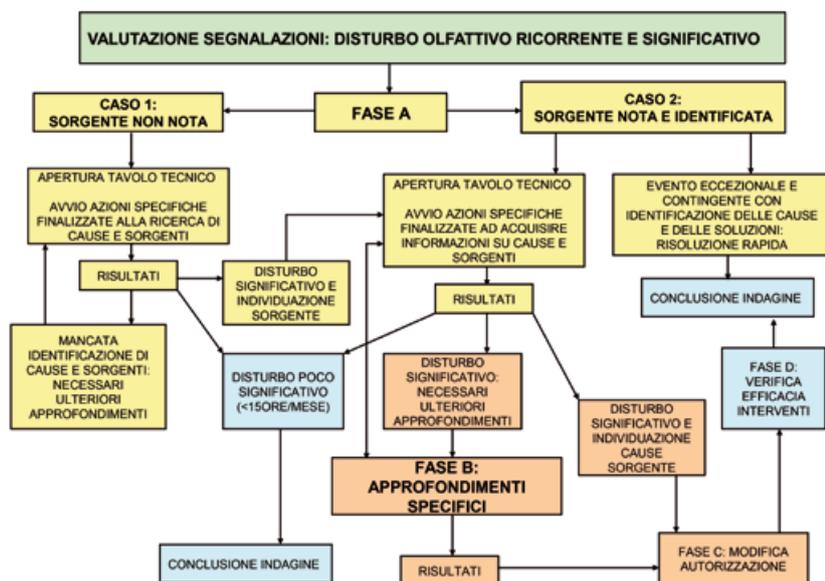
MITIGAZIONE DELL’IMPATTO ODORIGENO

LA LINEA GUIDA DI ARPAE EMILIA-ROMAGNA SUGLI ODORI COME STRUMENTO PER LE AUTORIZZAZIONI E LA VIGILANZA

La linea guida di Arpa Emilia-Romagna Lg 35/2018 “Indirizzo operativo sull’applicazione dell’art. 272bis del Dlgs 152/2006” è un documento elaborato dall’Agenzia per l’ambiente al fine di prevenire o contenere/risolvere problematiche sugli odori. L’approccio preventivo è da applicare in fase autorizzativa con precise prescrizioni tecniche destinate agli impianti con un potenziale impatto odorigeno. La prevenzione degli odori si attua anche attraverso piani di contenimento finalizzati a un’attenta gestione dei processi che potrebbero essere fonte di emissioni odorigene. In sede di autorizzazione può inoltre essere valutata una specifica localizzazione per l’installazione

degli impianti lontano da possibili ricettori sensibili. Nel caso in cui la molestia olfattiva sia già un problema sentito, il documento individua due casi: sorgente nota e sorgente non nota. Nel primo caso, la situazione può risolversi abbattendo le emissioni con impianti di abbattimento delle sostanze odorigene (scrubber, biofiltri ecc.) o rivedendo la gestione delle attività a possibile impatto odorigeno dello stabilimento. Nella maggior parte dei casi, la situazione si risolve con esito positivo. Se la sorgente invece è ignota, sono avviate specifiche azioni finalizzate a individuare cause e sorgenti. Questa ricerca può durare anche parecchio tempo. Quando si sarà riusciti a

individuare l’origine dell’odore, in base alle valutazioni e ai risultati ottenuti, si procede alla distinzione tra disturbo significativo o poco significativo. In quest’ultimo caso, l’indagine si ritiene conclusa, altrimenti si cercherà di definire le possibili mitigazioni per l’impatto odorigeno. L’allegato 2 alla linea guida è un riferimento specifico per il contenimento degli odori nel comparto ceramico, filiera industriale molto diffusa sul territorio emiliano-romagnolo. È del 19 dicembre 2017 l’entrata in vigore del decreto attuativo che ha inserito nel Dlgs n. 152/2006 l’articolo 272-bis, il quale stabilisce che la “normativa regionale o le autorizzazioni possono prevedere misure per la prevenzione e la limitazione delle emissioni odorigene degli stabilimenti”. Tali misure possono consistere nella definizione di valori limite di emissione, portate volumetriche o flussi di massa, riferiti sia a specifiche sostanze (espressi in concentrazione) sia in unità odorimetriche o olfattometriche al metro cubo. (DM)



UMBRIA, LA SPERIMENTAZIONE DEL CONTROLLO INTEGRATO

ARPA UMBRIA HA INTENSIFICATO LA PROPRIA ATTIVITÀ SULLE MOLESTIE OLFATTIVE PERCEPITE DAI CITTADINI, DOTANDOSI DI NASI ELETTRONICI E SISTEMI DI CAMPIONAMENTO ATTIVABILI DA REMOTO IN SEGUITO ALLE SEGNALAZIONI. L'INTEGRAZIONE DI PIÙ STRUMENTI È NECESSARIA PER UNA MIGLIORE ANALISI DI UN PROBLEMA COMPLESSO.

Il processo olfattivo e le risposte comportamentali si sviluppano a diversi livelli nell'organismo, partendo dalle cavità nasali sino al cervello. L'olfatto umano è capace di discriminare circa 10.000 odoranti differenti; tale capacità tende a diminuire significativamente con l'invecchiamento (negli adulti over 70 è dimezzata rispetto all'adolescente) e con alcune patologie. Le principali caratteristiche degli odori che rendono la misura dell'impatto odorigeno una materia molto complessa sono:

- soglia o, meglio, soglie legate alla rilevabilità, al riconoscimento, alla sensazione di fastidio
- intensità, correlata alla concentrazione
- diffusibilità o pervasività
- tono edonico, ovvero la classificazione degli odori per famiglie o per struttura.

In Umbria la presenza di cattivi odori connessi alle attività produttive è sempre più percepita come aggressiva dalla popolazione, che ritiene peggiorata la qualità della vita nelle proprie residenze soprattutto in prossimità di attività che generano maleolenze olfattive di origine organica.

Arpa Umbria già da alcuni anni si occupa di indagare questo tema, cercando di rispondere alle pressanti richieste dei cittadini, generalmente raccolti in comitati. Queste dinamiche hanno anche tendenzialmente portato a una maggiore attenzione degli enti in fase di autorizzazione di nuove realtà produttive, mentre la mancanza di una normativa nazionale in materia ha creato e continua a creare difficoltà nell'affrontare tale problema per quelle realtà produttive già presenti sul territorio.

Un tema complesso, dunque, sul quale l'attività di Arpa Umbria è andata negli ultimi mesi intensificandosi sia in termini quantitativi che qualitativi, investendo innanzitutto sull'innovazione tecnologica. L'Agenzia si è infatti dotata di sistemi di campionamento degli odori

(olfattometria dinamica) e sistemi sensoriali (nasi elettronici), distribuiti sperimentalmente in alcune realtà del territorio regionale.

Nel caso dell'olfattometria dinamica, sono stati acquisiti sistemi in grado di effettuare campioni di aria in condizioni conformi a quanto previsto dalla norma UNI EN 13725:2004, così da poter essere analizzati da un laboratorio di olfattometria dinamica fornendo una analisi del campione in termini di unità odorimetriche/m³ (laddove 1 OU è la quantità di odorante che, diluita in 1 m³ di aria esente da odore, corrisponde a uno stimolo appena percettibile per l'olfatto umano).

Peculiarità di questo strumento è la possibilità di attivarlo in remoto tramite sms, così che l'operatore Arpa può effettuare il prelievo dell'aria nell'arco di pochissimi minuti dal momento della segnalazione da parte dell'utente presso cui è installato.

A fianco di tale sistema di campionamento, sono state acquisite anche attrezzature che sfruttano tecniche senso-strumentali, comunemente noti come "nasi elettronici". Si tratta di sistemi multisensori in grado di effettuare analisi in continuo dell'aria ambiente, una classificazione qualitativa dell'aria analizzata (attribuzione a una specifica classe olfattiva) e una stima della concentrazione di odore. Essi però non valutano direttamente l'odore, ma registrano variazioni nella composizione dell'aria, correlate alla presenza di molecole odorigene; per fare ciò, necessitano di uno specifico addestramento all'area indagata. I due strumenti possono, però, essere messi in comunicazione fra loro.

Particolare attenzione è stata data in questo ambito allo sviluppo e alla messa a punto del progetto "q-Odor Tool Platform", una piattaforma per la gestione integrata delle problematiche di molestie olfattive rilevate sul territorio.

Da poco conclusosi, il progetto ha



avuto come obiettivo principale quello di verificare la correlazione tra le variabili operative/gestionali aziendali e la percezione delle emissioni olfattive segnalate dai cittadini.

Iniziato nell'agosto 2020, ha previsto l'installazione di due "nasi elettronici". Questi strumenti, opportunamente tarati, sono stati in grado di captare sostanze odorigene in tempo reale e le informazioni ricavate sono confluite in una piattaforma web dedicata. Parte fondamentale dello studio è stato il coinvolgimento dei cittadini che, utilizzando "q-Odor Tool 4.0", hanno fatto pervenire le proprie segnalazioni, così da integrare e implementare lo studio. Nei corso dei mesi sono stati organizzati poi degli incontri per informare la popolazione locale sugli sviluppi e le novità del progetto.

Lo studio ha evidenziato che in una materia come l'odore, ancora poco indagata, la misura e la valutazione sono molto legate alla percezione umana: la possibilità di utilizzare più risorse (indagine sociologica, strumentazione, modellistica) fornisce informazioni integrabili che permettono un'analisi del problema più ampia. Rimane da rimarcare, infine, la necessità di dotare il paese di una normativa nazionale unica di riferimento.

Monica Angelucci

Servizi Fisici Arpa Umbria

LA PARTECIPAZIONE ATTIVA DEI CITTADINI NEL MONITORAGGIO

UNA VOLTA INDIVIDUATA LA SORGENTE DA CUI PROVENGONO LE MOLESTIE OLFATTIVE, È IMPORTANTE LA COLLABORAZIONE DEI CITTADINI COINVOLTI. GRAZIE AL MONITORAGGIO DEI SEGNALANTI, GLI ENTI PREPOSTI HANNO MAGGIORI STRUMENTI PER LA RISOLUZIONE DEL PROBLEMA, COME DIMOSTRA IL MONITORAGGIO A BORGO VAL DI TARO (PR).

Da gennaio 2017 è emerso a Borgo Val di Taro (PR) un problema di emissioni odorigene con molte segnalazioni agli enti locali. La sorgente dei disagi è stata ipotizzata essere un'industria ceramica, Laminan Spa. Due le motivazioni: l'utilizzo di inchiostri organici e il fatto che le segnalazioni fossero iniziate in concomitanza con l'avvio dell'attività. Le segnalazioni sono spesso state accompagnate da sintomi come bruciore agli occhi, nausea, rossore e prurito cutaneo, che in un certo numero di casi hanno portato ad accessi al pronto soccorso. Si sono organizzati da subito dei comitati di cittadini, e nell'ambito della Conferenza dei servizi il Servizio autorizzazioni e concessioni (Sac) di Arpa ha avviato il procedimento di sospensione dell'autorizzazione integrata ambientale (Aia). La ditta, di sua iniziativa, ha sospeso temporaneamente la produzione, per riprendere con prodotti lievemente pigmentati (aprile 2017) in attesa di arrivare all'installazione di filtri a carboni attivi (luglio 2017).

Ausl e Arpa hanno inizialmente eseguito un'analisi sulle segnalazioni spontanee pervenute fra gennaio e novembre 2017, dalle quali è emerso un quadro di difficile lettura, in quanto, ad esempio, non sembrano sempre così evidenti le correlazioni tra meteorologia e possibili ricadute degli inquinanti, così come l'incidenza tra manufatti messi in produzione e segnalazioni, sebbene alcune classi di prodotti sembrano dare situazioni di criticità maggiori.

A fronte di questa prima analisi dei dati Ausl e Arpa, in accordo con il sindaco, hanno deciso di attivare un percorso di valutazione delle molestie olfattive basato su una metodologia definita e condivisa. In assenza di una normativa regionale e nazionale, si è concordato di considerare come riferimento la Dgr 15 febbraio 2010 della Regione Lombardia, che propone un monitoraggio del disturbo olfattivo allo scopo di definire possibili ulteriori attività di indagine. Si è attivato

quindi un monitoraggio basato sulla compilazione di una scheda di rilevazione da parte di un campione di cittadini, il cui scopo principale è stato quello di valutare gli impatti olfattivi sulla popolazione residente nell'area e nel periodo oggetto di indagine.

La durata del monitoraggio è stata di tre mesi, dal 5 marzo al 5 giugno 2018. Per ciascun partecipante è stato assicurato l'anonimato mediante attribuzione di un codice identificativo.

Per la valutazione dei risultati emersi è stata considerata sia la correlazione delle segnalazioni con i dati meteo-climatici che l'indicatore del numero di ore segnalate sul totale di ore monitorate.

Risultati

Il numero dei partecipanti previsto era 60, ma a causa delle difficoltà riscontrate nel reclutamento si è arrivati a 59.

Nel gruppo dei "segnalanti" il 73% si è rifiutato di partecipare adducendo come motivazione principale di ritenerla un'indagine inutile; in questo gruppo alla fine sono stati reclutati 15 partecipanti rispetto ai 20 previsti. Nel gruppo dei "non-segnalanti" il rifiuto è stato del 59%, con la motivazione prevalente del non essere interessati. Quindi per avere un adeguato numero di partecipanti, il gruppo dei non segnalanti è stato portato a 44 segnalatori rispetto ai 40 inizialmente previsti. I persi al *follow-up* sono in totale 8 (4 "segnalanti" e 4 "non segnalanti"). In conclusione, 51 è il numero finale di schede.

Di queste, 12 sono risultate nulle, in conformità con il protocollo dalla Regione Lombardia, per diversi motivi: non leggibilità, eventi che non rientravano nella casistica del quesito di ricerca, numero di segnalazioni che risultavano anomale rispetto alle altre schede e incompletezza nell'orario della percezione odorigena.

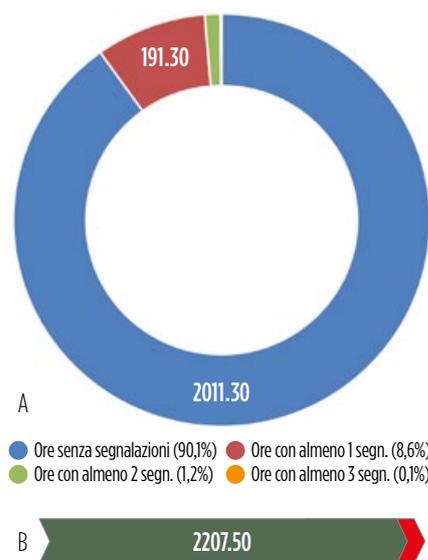


FIG. 1 SEGNALAZIONI RISPETTO AI VENTI

A) Totale ore monitorate, suddivisione tra ore di monitoraggio con segnalazioni e ore senza segnalazioni

B) Totale ore monitorate, suddivisione tra ore di monitoraggio compatibili con la direzione del vento (rosso) e resto delle ore (verde).

Delle 51 schede, 17 (33,3%) sono risultate prive di segnalazioni; di queste, uniformemente distribuite nel territorio, una sola è di soggetto "segnalante".

Alla luce di quanto sopra, sono state 22 le schede con dati analizzabili, di cui 7 di soggetti "segnalanti" (il 47% del loro gruppo) e 15 di soggetti "non segnalanti" (il 34% del loro gruppo).

Dalla valutazione delle 22 schede su un totale di 2.232 ore di monitoraggio, gli eventi segnalati corrispondono a un totale di 254 ore di annotazione che, tenuto conto dei periodi concomitanti, diventano 220 ore. Le ore di annotazione di odore provengono da 114 segnalazioni: 10 segnalatori da soli rappresentano l'83% di tutte le segnalazioni e più del 92% del tempo segnalato. La suddivisione del totale ore monitorate, in ore con segnalazioni a confronto con le ore senza segnalazioni, mostra che solo l'1,3% del periodo di monitoraggio è risultato avere più di una segnalazione concomitante (figura 1A).

La figura 1B rappresenta il totale delle ore in cui le segnalazioni di disturbo olfattivo erano associate anche al criterio della compatibilità dei venti, in rapporto al totale delle ore monitorate: solo l'1,1% del tempo totale di monitoraggio ha registrato segnalazioni di disturbo compatibili con la direzione dei venti. Le intensità di disturbo sono ripartite equamente, con una leggera predominanza dell'intensità massima; mentre per la tipologia di odore, oltre l'80% riferisce odore di plastica/gomma bruciata (tabelle 1 e 2).

Conclusioni

La Dgr Lombardia stabilisce che se la frazione di tempo rilevata tramite le annotazioni dei volontari supera il 2%, il problema delle emissioni odorigene sia da ritenere meritevole di valutazioni più approfondite.

Considerando come "compatibili con la direzione del vento" quelle segnalazioni che includessero, nella loro durata totale, anche un solo evento di 10 minuti compatibile; approssimando a 10 minuti quelle con durata inferiore, si ottiene una leggera sovrastima delle ore complessive di disagio.

Dall'analisi dei dati risulta che vi sono state segnalazioni di odore per il 9,8% del tempo totale.

174 eventi (1,3% del periodo di monitoraggio) sono riconducibili a più segnalazioni concomitanti, mentre quelli compatibili con la direzione del vento sono 148 (1,1% del tempo totale di

TAB. 1
INTENSITÀ ODORI

Le intensità del disturbo delle molestie olfattive.

INTENSITÀ RILEVATA		
Intensità 1	28	25%
Intensità 2	33	29%
Intensità 3	43	38%
non specificato	10	9%

TAB. 2
TIPOLOGIE ODORI

Descrizione delle tipologie di molestie olfattive percepite dai segnalanti.

TIPOLOGIA DI ODORE RISCONTRATO		
Forti odori molesti non meglio specificati	10	9%
Plastica/gomma bruciata	93	82%
Legno bruciato e simili	4	4%
non specificato	7	6%

monitoraggio); il numero degli eventi che presentano segnalazioni multiple e sono anche compatibili con la direzione del vento, è pari a 0. Seguendo quindi i criteri di validazione della Dgr della Regione Lombardia, il disturbo olfattivo incide per una percentuale di tempo inferiore al 2%.

L'elevato numero di segnalazioni effettuate da poche persone, la bassa percentuale di segnalazioni concomitanti con la direzione del vento e la difficoltà nel reperire il campione potrebbero essere sintomo di sfiducia, nonché dell'exasperazione e conflittualità presente nel territorio di Borgo Val di Taro al momento dell'indagine. Tutto ciò porta a pensare a come l'influenza dei contesti sociali possa riuscire a condizionare la corretta esecuzione di metodi di indagine scientificamente validati. L'avvio di un percorso come

quello descritto deve essere intrapreso celermente e non può prescindere da momenti di condivisione preliminare con la popolazione per una decisione partecipata sull'opportunità o meno dell'indagine. Questo percorso, oltre a raccogliere dati tecnico-scientifici, dovrebbe essere anche un modo per aprire canali di comunicazione interrotti e contribuire a ricreare fiducia.

Elisa Mariani¹, Rosanna Giordano¹, Luca Grilli¹, Paola Angelini², Eriberto De' Munari³, Davide Mazza³, Silvia Violanti³, Cristina Marconi³

1. Dipartimento di sanità pubblica Ausl Parma
2. Uo Ambiente e salute, Servizio Prevenzione collettiva e sanità pubblica, Regione Emilia-Romagna
3. Area prevenzione ambientale Ovest, sede di Parma, Arpae Emilia-Romagna



UN MONITORAGGIO INNOVATIVO CON LA APP ODORNET

L'AGENZIA PER L'AMBIENTE DELLE MARCHE, IN COLLABORAZIONE CON L'AMMINISTRAZIONE DI FALCONARA MARITTIMA, HA PREDISPOSTO UN PIANO PER IL MONITORAGGIO DELLE MOLESTIE OLFATTIVE NELL'AREA COMUNALE. I DATI SONO STATI OTTENUTI DALLE MISURE PROVENIENTI DAI NUOVI DISPOSITIVI DI CAMPIONAMENTO E CON IL COINVOLGIMENTO ATTIVO DEI CITTADINI.

La città di Falconara Marittima ha sempre rappresentato, dal punto di vista ambientale, un caso importante e complesso per la presenza di diverse pressioni ambientali di origine antropica concentrate all'interno o in prossimità dell'area urbana densamente popolata. Nel suo territorio sono infatti presenti, oltre a rilevanti infrastrutture viarie, anche diverse attività industriali, tra cui due impianti di trattamento rifiuti, un depuratore di acque reflue e un impianto petrolifero, in possesso di Aia statale, classificato anche impianto a rischio di incidente rilevante (Rir).

A seguito di incontri avvenuti tra Arpam e amministrazione comunale di Falconara Marittima, aventi come oggetto la problematica delle molestie olfattive avvertite dalla popolazione e l'implementazione di specifiche azioni di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico nel territorio, l'Agenzia si è resa disponibile alla stesura e all'elaborazione di un piano di monitoraggio e controllo delle immissioni "odorigene" correlate alla presenza di composti organici volatili (Cov) nell'aria ambiente che impattano sul territorio falconarese. Arpam ha pertanto predisposto il "Sistema di controllo e monitoraggio delle immissioni odorigene nel comune di Falconara Marittima". Il sistema è basato sul monitoraggio in tempo reale delle molestie olfattive in città attraverso l'utilizzo di una semplice app per smartphone e tablet denominata "Odor. Net ArpaMarche".

L'uso di questa applicazione, utilizzata dai cittadini, permette di acquisire dati con metodi innovativi, e promuove la trasparente collaborazione tra cittadini e istituzioni, anche attraverso forme puntuali di informazione, come l'invio di newsletter e la pubblicazione di report periodici sugli esiti delle attività di monitoraggio svolte.

Le informazioni fornite attraverso l'utilizzo dell'applicazione, disponibile

FIG. 1
ODOR.NET

Schema del funzionamento del sistema basato sulla app Odor.Net ArpaMarche.

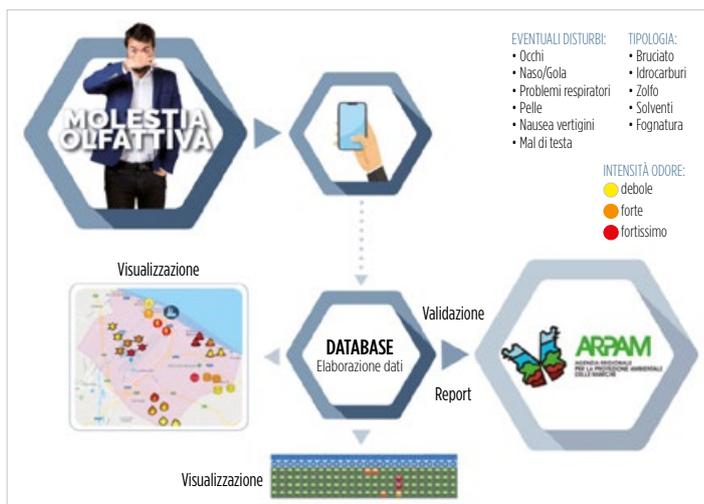
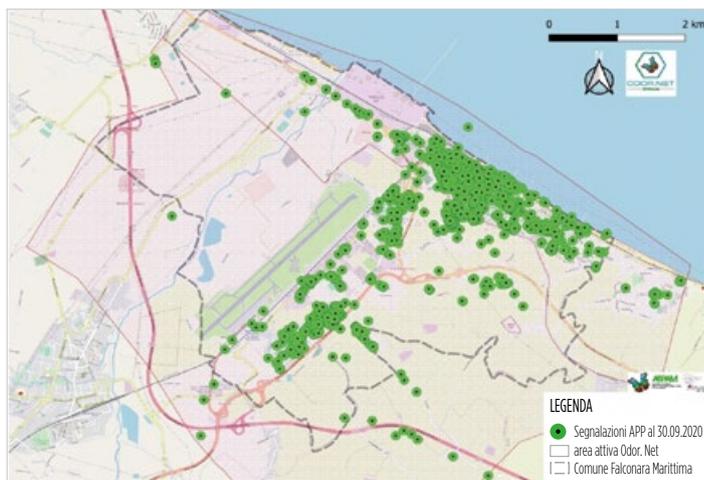


FIG. 2
SEGNALAZIONI

Distribuzione spaziale delle segnalazioni al 30 settembre 2020.



a partire dal 22 giugno 2019, e relative all'intensità dell'odore percepito (debole, forte, fortissimo), alla sua tipologia (idrocarburi, zolfo, solventi ecc.), alla eventuale presenza di sintomi sanitari, all'orario e alla posizione convergono in una banca dati consultabile dai cittadini in una piattaforma dedicata (figura 1). Il sistema è stato successivamente integrato con l'installazione sul territorio di sei dispositivi di campionamento attivabili in remoto e automaticamente per la stima quali-quantitativa delle sostanze chimiche associate ai disturbi avvertiti dalla cittadinanza e segnalati tramite

l'applicazione. Tali postazioni sono completamente operative dai primi di luglio 2020 (foto). Nel periodo 22 giugno 2019 - 30 settembre 2020 gli utenti registrati sul territorio (coloro, cioè, che hanno provveduto ad attivare la app) risultano 340. Nello stesso periodo, le segnalazioni effettuate tramite app sono state 2.157 (in figura 2 la distribuzione spaziale), per una media di circa 140 al mese, confermando utilità e funzionalità dell'applicazione. I recettori che hanno utilizzato l'app almeno una volta sono stati 153, mentre

119 sono state le segnalazioni inviate dal singolo utente più attivo.

I giorni in cui sono pervenute almeno 3 segnalazioni sono stati 247, di cui 65 con più di 10 segnalazioni.

Nel 66% dei casi, il disturbo odorigeno percepito e segnalato è stato riferito a idrocarburi, seguito in percentuali molto minori da zolfo (8%), bruciato e solventi (7%) e fognatura (1%); l'11% delle segnalazioni, invece, indica come "altro" la natura dell'odore percepito.

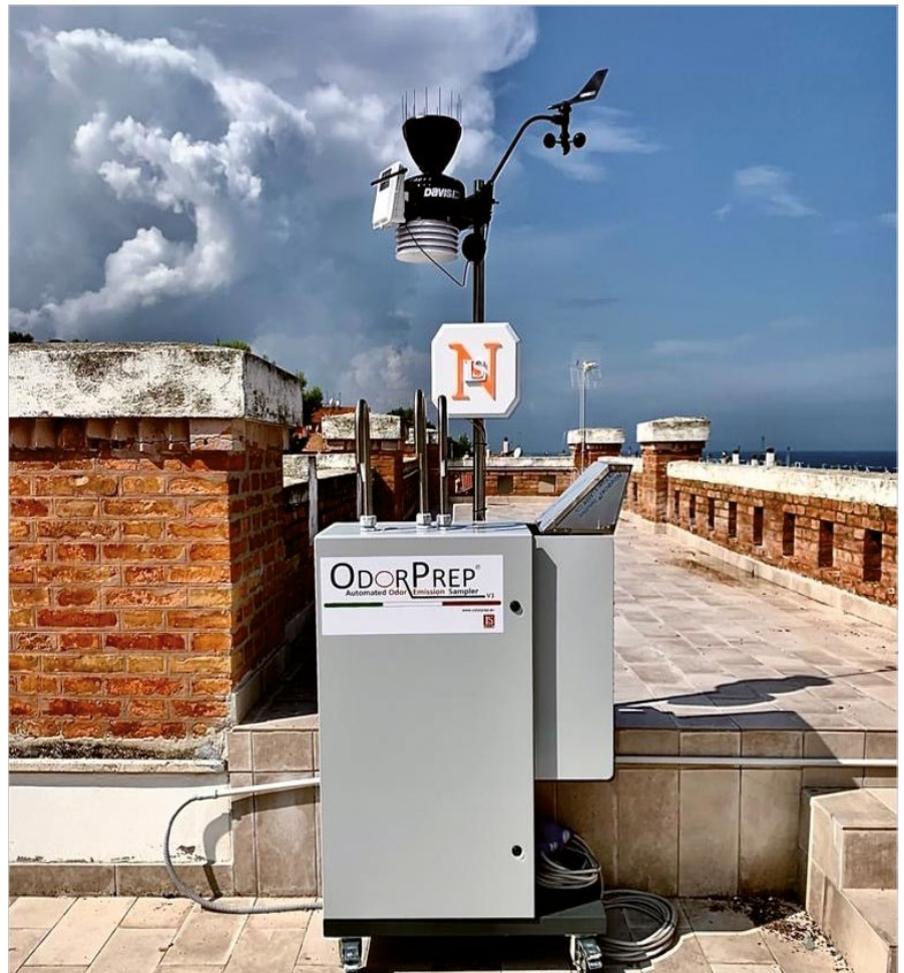
L'intensità è stata percepita come forte nel 51% dei casi, fortissima nel 33% e debole nel restante 16%. In quasi metà dei casi sono stati segnalati disturbi correlati al fenomeno odorigeno, che hanno riguardato nella maggior parte (44%) le prime vie respiratorie.

La direzione del vento associata al maggior numero di segnalazioni risulta essere da N (25% dei casi), seguita da NNO (10%) e da O (9%); il 43% delle segnalazioni pervenute quindi si riferisce a venti del settore NNO-N-NNE.

Nell'obiettivo di individuare le cause dei fenomeni segnalati e la correlazione ai processi produttivi, il progetto continua a garantire la messa a sistema dei dati dando loro un valore scientifico e statisticamente significativo sul quale gli enti preposti potranno basarsi per le decisioni conseguenti.

Durante il periodo trascorso dalla messa in funzione operativa, l'intera rete si è attivata 10 volte a seguito di episodi di molestie olfattive segnalate dai cittadini sentinella: 2 eventi sono occorsi nel mese di luglio, 2 ad agosto e 6 nel mese di settembre. Tali eventi hanno interessato l'area urbana interna di Castelferretti per sei volte e l'area urbana prospiciente la costa per le restanti quattro.

In occasione degli eventi citati, l'agenzia ha elaborato i dati provenienti dagli analizzatori posti nelle tre centraline afferenti alla rete regionale della qualità dell'aria (Rrqa) ubicate a Falconara, ha analizzato i parametri forniti dalle centraline meteo e dai sensori Pid, strumento che permette di monitorare in tempo reale la somma delle sostanze organiche (Tvoc) presenti in atmosfera e di cui sono dotate tutte le 6 postazioni Odor.Net. Tali elaborazioni, assieme ai risultati analitici eseguiti sull'aria ambiente contenuta nelle sacche di cui sono dotati i campionatori e che si sono attivate automaticamente a seguito delle segnalazioni, sono stati oggetto di report specifici inviati agli enti competenti e pubblicati sul sito dell'agenzia.



1

I risultati di laboratorio ottenuti sui campioni d'aria ambiente prelevati automaticamente dalla strumentazione installata sul territorio hanno permesso di individuare e quantificare, per ognuno degli eventi, mediamente 50 sostanze organiche volatili sulle 91 ricercate; di queste, circa la metà riportano concentrazioni superiori a $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tra cui acetone, pentano, esano, toluene, benzene ecc.) in numero e concentrazioni differenti a seconda del caso specifico e descritti in dettaglio nelle pagine dei rispettivi report.

Sotto il profilo tossicologico, è bene sottolineare che, trattandosi di composti volatili dispersi nell'aria ambiente, l'esposizione umana avviene principalmente per via inalatoria e che gli effetti sulla salute associabili all'esposizione a tali inquinanti possono essere distinti in cronici (a lungo termine) o acuti (a breve termine); in generale, gli effetti cronici possono manifestarsi dopo un'esposizione prolungata a livelli di concentrazione anche modesti, mentre gli effetti acuti sono associabili a un'esposizione di breve durata (ore, giorni) ma a concentrazioni di inquinanti relativamente più elevate.

Sebbene i limiti normativi e i valori di qualità e di riferimento siano stimati su un diverso periodo di mediazione rispetto alle concentrazioni rilevate, espressione di una misura istantanea, il loro confronto, pur nella consapevolezza di una valenza puramente informativa, ha mostrato in generale il rispetto dei valori della letteratura consultata per tutte le sostanze di interesse.

I risultati analitici scaturiti dalle analisi dei campioni prelevati durante gli eventi, assieme alle valutazioni meteorologiche, ci impegnano ad accrescere le informazioni disponibili, così da permettere l'associazione di determinate sostanze presenti in aria con i processi produttivi insistenti nell'area di studio e quindi determinare le cause delle molestie olfattive avvertite dalla popolazione.

Miriam Sileno

Arpa Marche

RIFERIMENTI

<https://www.arpa.marche.it/progetti-aria>

<https://odornet.arpa.marche.it/>

IN PUGLIA CONTROLLI PIÙ MIRATI GRAZIE AL SISTEMA WEB-BASED

LE PROCEDURE CODIFICATE PER LA VALIDAZIONE E IL TRATTAMENTO DELLE SEGNALAZIONI DI EMISSIONI ODORIGENE DA PARTE DELLA POPOLAZIONE SONO IL PRIMO STRUMENTO IN POSSESSO DALL'AGENZIA PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE PER ATTIVARE AZIONI DI INTERVENTO CHE IDENTIFICHINO LA POTENZIALE SORGENTE ODORIGENA.

Le lamentele dei cittadini, relative a situazioni di disagio causate da emissioni odorigene, sono registrate con frequenza sempre maggiore, sia a causa dell'aumentata sensibilità della popolazione, sia della prossimità delle aree urbanizzate alle zone industriali. La valutazione delle segnalazioni di disturbo e di molestia olfattiva rappresenta, dunque, una problematica rilevante per gli enti di controllo. Essa richiede quindi una gestione basata su procedure codificate di validazione e trattamento delle segnalazioni della popolazione, tali da renderle un indicatore utile e oggettivo. In Puglia, la legge regionale 32/2018 "Disciplina in materia di emissioni odorigene", ha introdotto un sistema *web-based*, gestito da Arpa Puglia, di recepimento delle segnalazioni provenienti dall'intero territorio regionale. L'Agenzia ha il compito di assicurare la gestione delle segnalazioni di disturbo olfattivo e di individuare le eventuali sorgenti mediante la definizione di uno specifico protocollo operativo (Dgr 805/2019). In tale protocollo è indicato l'approccio adottato per la valutazione delle segnalazioni (modalità di recepimento, elaborazione, individuazione di eventi ricorrenti) e per l'attivazione di procedure di approfondimento e azioni di intervento per l'individuazione della/e potenziale/i sorgente/i, da attuarsi nell'ambito di specifici tavoli tecnici che coinvolgono gli enti territorialmente interessati (figura 1). Il sistema è stato attivato nel mese di dicembre 2019 e prevede la compilazione, da parte degli utenti, di un modulo online accessibile attraverso il sito istituzionale di Arpa Puglia¹. Tramite il portale è possibile effettuare la registrazione automatica delle informazioni riportate nel form e la loro raccolta, ordinata e sistematizzata in un database funzionale alla successiva elaborazione. Il modulo online è strutturato nelle seguenti sezioni:

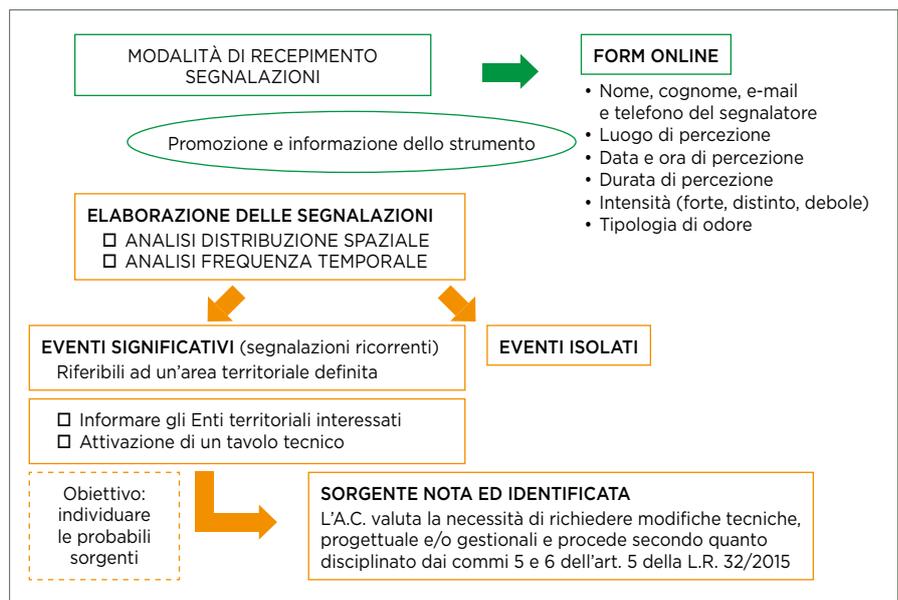


FIG. 1 PROTOCOLLO OPERATIVO ODORI

Schematizzazione del protocollo operativo per la gestione delle segnalazioni di disturbo olfattivo (Dgr Regione Puglia n. 805 del 2/5/2019, intesa ai sensi dell'art. 5 della L. n. 32/2018 "Disciplina in materia di emissioni odorigene").

- dati anagrafici
- localizzazione dell'evento odorigeno
- data e ora di inizio/data e ora di fine evento percepito
- intensità dell'odore su una scala T di tre livelli (debole, distinto, forte)
- descrizione dell'odore (caratteristiche qualitative con possibilità di scelta tra varie alternative)
- note (possibilità di indicare la presunta provenienza della molestia olfattiva percepita).

Le segnalazioni sono oggetto di una verifica preliminare di congruenza mirata al controllo di eventuali anomalie nella compilazione dei campi richiesti (ad esempio segnalazioni replicate, indicazioni generiche riguardo la definizione temporale e spaziale dell'evento, incongruenza in date e orari, errori di digitazione). Successivamente, le segnalazioni ritenute valide sono elaborate su base mensile, al fine di valutare la sussistenza di situazioni di potenziale molestia olfattiva, con specifico riferimento a:

- analisi della distribuzione spaziale
- analisi della frequenza temporale delle segnalazioni registrate
- individuazione di eventi isolati
- individuazione di eventi significativi.

Nel periodo gennaio-ottobre 2020 sono state registrate complessivamente 1.711 segnalazioni, di cui 1.446 ritenute valide e oggetto di elaborazioni successive. Gli eventi analizzati hanno consentito di evidenziare la ricorrenza di problematiche di molestia olfattiva in alcuni territori e di procedere alla richiesta di attivazione di due tavoli tecnici presso gli enti territoriali interessati, di cui uno attualmente attivo. Il sistema così predisposto rappresenta, pertanto, uno strumento molto utile per effettuare una valutazione di *screening* in merito a situazioni meritevoli di indagine sull'intero territorio regionale. Parallelamente, per realtà territoriali locali già caratterizzate da note criticità osmogene e per le quali sono necessarie informazioni di dettaglio, Arpa Puglia



FOTO: GREG - FULCRY - CC BY

ha sperimentato l'efficacia di applicazioni per dispositivi mobili, appositamente sviluppate da singoli Comuni. Queste app consentono ai cittadini residenti l'invio, in modo semplice e tempestivo, delle informazioni necessarie per l'identificazione dell'evento osmogeno (data e orario, posizione di avvenuta percezione mediante coordinate spaziali, intensità dell'odore percepito, descrizione dell'odore percepito). Nell'ambito di specifiche convenzioni con i Comuni che hanno implementato tali applicazioni, Arpa Puglia effettua la valutazione e l'elaborazione delle informazioni raccolte mediante app e trasmesse periodicamente all'Agenzia. Le segnalazioni validate dopo una verifica di congruenza sono sistemate in una tabella sinottica nella quale, oltre alle informazioni fornite direttamente dalla app, sono riportati i dati meteo validati e misurati dalla centralina meteo gestita da Arpa Puglia. Per gli eventi considerati critici e rilevanti sono redatte mappe per la visualizzazione spaziale delle segnalazioni, correlate con il dato di direzione e velocità del vento e con la geolocalizzazione degli impianti presenti sul territorio che, sulla base dell'analisi dei documenti autorizzativi, presentano possibili sorgenti ed emissioni odorigene critiche. La presenza di molteplici attività industriali sul territorio caratterizzate da potenziali sorgenti odorigene rappresenta un elemento di complessità per questa tipologia di indagini, in quanto a un singolo evento odorigeno denunciato dai cittadini potrebbe essere associato il contributo di più sorgenti industriali.

Nel seguito, si mostrano gli esiti dell'attività che l'Agenzia sta conducendo in collaborazione con un Comune pugliese per la gestione delle segnalazioni registrate da app. A partire dal 1 marzo 2019, sono state elaborate un totale di 4.456 segnalazioni, delle quali, dopo la verifica di congruenza, 4.430 sono

risultate validabili (figura 2). Su base mensile, sono stati individuati gli episodi odorigeni ritenuti rilevanti e su di essi è stato condotto un ulteriore approfondimento. Dall'analisi dei dati fin qui raccolti è stato possibile clusterizzare le informazioni. Nello specifico, si è rilevato che gli eventi odorigeni segnalati hanno una frequenza quasi giornaliera per i primi mesi di monitoraggio del 2019, con maggiori criticità nel periodo estivo e in condizioni di calma di vento. Dall'integrazione dei dati di direzione del vento, registrati nell'intervallo corrispondente alle segnalazioni durante gli eventi critici, con la geolocalizzazione delle stesse, è stata individuata l'area di provenienza delle emissioni odorigene. Infine, da un confronto tra i dati relativi ai mesi omologhi del 2019 e del 2020 si è evidenziato un decremento del numero di segnalazioni pervenute e una riduzione degli eventi critici (figure 3 e 4), in parte associati all'adozione di specifiche azioni e modifiche impiantistiche messe in

atto dai gestori degli impianti ritenuti probabili cause degli eventi odorigeni segnalati anche in seguito alle attività di controllo messe in atto dall'Agenzia. In sintesi, come mostrato, l'impiego di strumenti di gestione delle segnalazioni web-based e la loro informatizzazione consente di effettuare un'accurata indagine sito-specifica e di definire i contorni spazio-temporali del fenomeno allo scopo di individuarne le sorgenti più probabili. Ciò permette agli enti di predisporre e attuare azioni di controllo mirate sugli impianti critici.

Lorenzo Antonio Angiuli, Magda Brattoli, Luigi Di Bitonto, Annalisa Marzocca, Antonio Mazzone, Domenico Gramegna, Vito Bruno

Arpa Puglia, centro regionale aria

NOTE

¹ <http://cloud.arpa.puglia.it/Odori/segnalazione-eventi-odorigeni>.

FIG. 2
SEGNALAZIONI VALIDE

Andamento delle segnalazioni di eventi odorigeni durante il periodo di studio (marzo 2019-ottobre 2020). Numero di segnalazioni valide ricevute mensilmente.

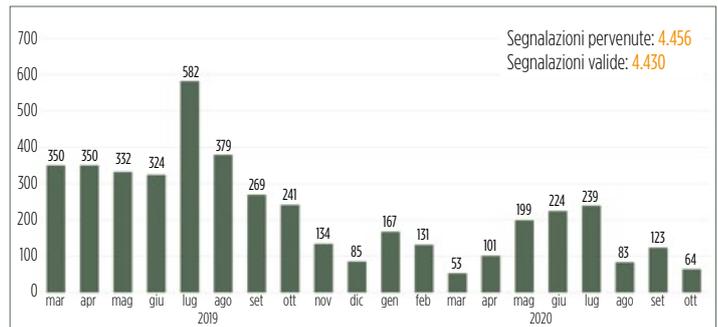


FIG. 3
MONITORAGGIO MARZO 2019 - OTTOBRE 2020

Confronto del numero di segnalazioni pervenute nei mesi da marzo a ottobre nelle annualità 2019 e 2020. Dettaglio sulla percentuale di riduzione del fenomeno registrata.

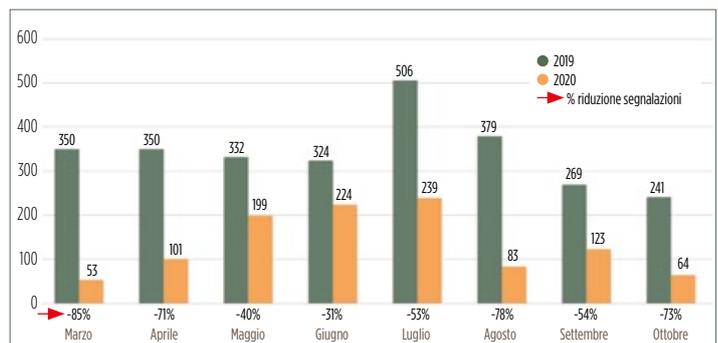
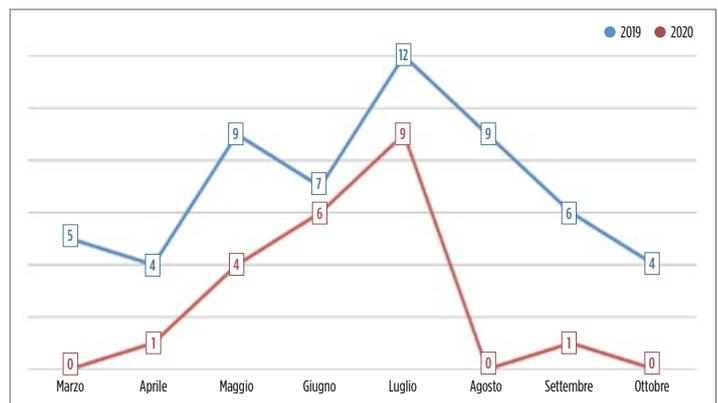


FIG. 4
EVENTI CRITICI

Riduzione degli eventi critici registrati nelle singole mensilità da marzo a ottobre 2020 in relazione alle corrispondenti mensilità del 2019.



ARPA PUGLIA

PROCEDURE OPERATIVE PER LA SICUREZZA DELL'OLFATTOMETRIA NEL PERIODO DI EMERGENZA SANITARIA

Le restrizioni alla mobilità delle persone e alle attività imposte dal Dpcm del 9 marzo 2020, causate dall'emergenza sanitaria da Sars-Cov-2, hanno portato alla sospensione delle attività del laboratorio olfattometrico di Arpa Puglia, gestito dal Centro regionale aria. Dopo il *lockdown*, ai fini della ripresa dell'operatività del laboratorio non è stata sufficiente l'implementazione delle misure di prevenzione e riduzione del contagio normalmente previste dal documento di valutazione dei rischi (Dvr) dell'Agenzia, seppur opportunamente integrato (quali la misura della temperatura corporea, l'igienizzazione delle superfici, l'installazione di presidi di igienizzazione per le mani, l'imposizione dell'uso delle mascherine e del distanziamento fisico tra le persone). La specificità della misura e degli ambienti deputati alla misura olfattometrica, infatti, hanno richiesto un approfondimento maggiore che è stato possibile realizzare mediante sopralluoghi con i responsabili della sicurezza, modifiche gestionali e strutturali dell'assetto della camera di misura, allestimento di procedure operative più restrittive. La natura delle sorgenti di prelievo del campione e le possibili implicazioni nella trasmissione del virus meritano una specifica trattazione e, pertanto, non sono oggetto del focus del presente articolo.

Nel laboratorio olfattometrico di Arpa Puglia, la camera olfattometrica (figura 1) è allestita con l'olfattometro Olfasense - mod. TO Evolution® a 6 postazioni, dotato di un sistema di paratie che isola fisicamente gli esaminatori nella loro porzione di spazio, e prevede due postazioni fisse, di cui una per il *panel leader*, dotata di *device* informatico connesso all'olfattometro per la gestione dell'analisi, e l'altra (opzionale) per il rappresentante di parte, che ha la facoltà di assistere all'analisi dei propri campioni; pertanto, il numero di persone contemporaneamente presenti nella stanza olfattometrica durante l'analisi è, in condizioni di normale gestione, pari a massimo 8 unità. Il condizionamento è assicurato da un sistema termoregolato a ventilazione forzata, calibrato sulle dimensioni della stanza, in grado di effettuare un adeguato numero di ricambi d'aria e il controllo dei parametri microclimatici (temperatura, umidità, concentrazione di CO₂), mediante il *software* di gestione che interfaccia i sensori allocati nel laboratorio, così come previsto dalla norma di riferimento UNI EN 13725:2004 ("Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica").

Al fine di valutare l'operatività del laboratorio nel periodo di emergenza sanitaria, è stato individuato il miglior assetto atto a garantire il rispetto delle misure di sicurezza anti-contagio, sulla base dei seguenti aspetti potenzialmente critici:

- distanze tra gli occupanti la camera olfattometrica
 - trasmissibilità del virus per effetto del sistema di ventilazione e condizionamento.
- Relativamente alle distanze, benché durante l'intera durata della

sessione analitica gli esaminatori risultino impediti nel contatto fisico dal sistema di paratie frontali e laterali dell'olfattometro, nel periodo di vigenza delle norme anti-contagio da Sars-Cov-2, per garantire condizioni di maggior tutela, l'Agenzia ha adottato la configurazione di lavoro ridotta a 4 esaminatori (il minimo richiesto dalla norma tecnica di riferimento UNI EN 13725, per la validità della misura), al fine di rispettare la distanza di sicurezza (>1m) tra gli operatori, riducendo così a 6 il numero massimo di persone presenti contemporaneamente nella stanza olfattometrica durante l'analisi.

Per la valutazione della trasmissibilità del virus è stato adottato come guida il rapporto Iss Covid-19, n. 33/2020 ("Indicazioni sugli impianti di ventilazione/climatizzazione in strutture comunitarie non sanitarie e in ambienti domestici in relazione alla diffusione del virus Sars-Cov-2", versione del 25 maggio

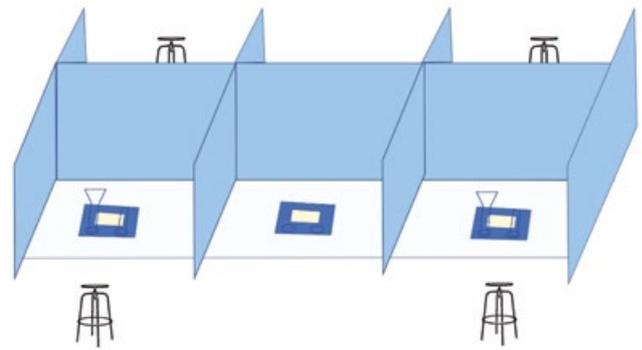


FIG. 1 LABORATORIO OLFATTOMETRICO
Laboratorio olfattometrico di Arpa Puglia, configurazione a 4 esaminatori.

Probabilità	Condizione nella regione/province autonome
Molto bassa	Nessun nuovo caso negli ultimi 5 giorni
Bassa	Trend dei casi stabile, $R^* \leq 1$, nessun aumento di numero o dimensione dei focolai
Moderata	Trasmissione diffusa gestibile con misure locali (cosiddette "zone rosse", accesso controllato)
Alta	Trasmissione diffusa non gestibile con misure locali

*Rt: tasso di contagiosità dopo l'applicazione delle misure atte a contenere il diffondersi della malattia.

TAB. 1 PROBABILITÀ DI TRASMISSIONE DEL VIRUS
Tabella 8 del Dm Salute del 30/04/2020.

TAB. 2 LIVELLI DI RISCHIO

Livelli di rischio in ambiente in relazione alla modalità di utilizzo e alla probabilità di presenza di un soggetto positivo al Sars-CoV-2, estratto dalla tabella 9 del Rapporto Iss Covid-19 n. 33/2020.

		Probabilità di presenza di un soggetto infetto			
		Molto bassa	Bassa	Moderata	Alta
Utilizzo di mascherine con presenza di personale preposto alla vigilanza del corretto utilizzo	1. Ambiente con postazioni assegnate e mobilità limitata a ingresso/uscita. Occupanti abituali, in assenza di nuovi soggetti	Molto basso	Molto basso	Basso	Moderato
	2. Ambiente con postazioni assegnate e mobilità limitata a ingresso/uscita. Presenza di occupanti occasionali	Molto basso	Basso	Moderato	Moderato
	3. Ambiente con mobilità libera, nel rispetto della distanza interpersonale. Occupanti abituali, in assenza di nuovi soggetti	Molto basso	Basso	Moderato	Alto
	4. Ambiente con mobilità libera, nel rispetto della distanza interpersonale. Presenza di occupanti occasionali	Molto basso	Moderato	Alto	Molto alto
	5. Attività che non consentono il rispetto della distanza interpersonale	Le condizioni di rischio richiedono una specifica valutazione			

2020), redatto dal gruppo di lavoro ambiente-rifiuti Covid-19, al fine di individuare le raccomandazioni operative per la gestione degli impianti di climatizzazione in relazione alla necessità di controllare il rischio di trasmissione di Sars-Cov-2. La procedura messa a punto dal rapporto Iss prevede tre step:

- 1) individuazione del livello di probabilità di diffusione del contagio
- 2) individuazione del livello di rischio
- 3) definizione delle raccomandazioni operative relative alla gestione del sistema di condizionamento.

Il documento propone di costruire la matrice di rischio relativa alla trasmissione del virus Sars-Cov-2 attraverso gli impianti di condizionamento. Tale matrice trova la sua definizione nei criteri epidemiologici correlati allo stato di diffusività del virus tra la popolazione su base regionale (indice Rt) e sulla tipologia di occupanti gli ambienti climatizzati in riferimento al Dm Salute 30/04/2020 (tabella 1).

A partire dalla probabilità di trasmissione del virus, è stato possibile definire il "livello di rischio in ambiente in relazione alla modalità di utilizzo e alla probabilità di presenza di un soggetto positivo al Sars-Cov-2", in funzione della tipologia del sistema di condizionamento di cui è dotato il laboratorio e conseguentemente le specifiche raccomandazioni operative da applicare in relazione al livello di rischio. In funzione dei limiti di implementazione di tali raccomandazioni sul sistema presente nel nostro laboratorio, sono stati presi in considerazione solo i primi tre scenari di probabilità di trasmissione:

- livello di probabilità "molto bassa"
- livello di probabilità "bassa"
- livello di probabilità "moderata".

Nel primo caso, cioè quando sul territorio regionale non viene registrato alcun caso negli ultimi 5 giorni o quando si verifica la condizione $Rt \leq 1$, il livello di rischio di trasmissione del virus (tabella 2) individuabile per il laboratorio olfattometrico di Arpa Puglia in corrispondenza della tipologia di ambiente ("Ambiente con postazioni assegnate e mobilità limitata a ingresso/uscita. Presenza di occupanti occasionali"), risulta essere "molto basso" (se la probabilità della presenza di un soggetto infetto, di cui al Dm Salute, è definita "molto bassa") oppure "basso" (se la probabilità è "bassa"). Da tale scenario scaturiscono le raccomandazioni operative (tabella 3) per un utilizzo appropriato dell'impianto di climatizzazione. Per la tipologia di impianto di climatizzazione presente in laboratorio, dotato di 3 canali di aspirazione dell'aria (ricircolo da camera olfattometrica, ricircolo dal corridoio, aspirazione dall'esterno), assimilabile alla categoria predefinita "impianti di ventilazione e/o climatizzazione centralizzato (Uta) con aspirazione da altri ambienti", esse sono: esercizio alla massima portata d'aria che garantisca una velocità in ambiente inferiore a 2 m/s, esclusione di eventuale ricircolo. Le raccomandazioni indicate hanno richiesto approfondimenti e misure condotte nel laboratorio olfattometrico, atte a realizzare le modifiche richieste e a verificare i seguenti aspetti:

- inibizione delle prese d'aria del ricircolo, dalla camera olfattometrica e dal corridoio
- misura dei parametri microclimatici della camera

olfattometrica (temperatura, concentrazione CO₂, livello di umidità), in condizioni di inibizione totale del ricircolo)

- misura della velocità dell'aria nella camera olfattometrica. La misura dei parametri microclimatici, monitorati con i sensori in dotazione del laboratorio e collocati stabilmente nella camera olfattometrica hanno evidenziato una sostanziale analogia dei valori e degli andamenti di ciascun parametro, registrati in condizioni di inibizione delle linee di ricircolo, rispetto alla condizione ordinaria (ricircolo attivo) e, quindi, le condizioni microclimatiche previste dalla norma di riferimento (UNI EN 13725:2004) risultano rispettate durante l'analisi anche in condizioni di inibizione del ricircolo. Tale condizione è stata verificata sia in assenza di esaminatori, sia durante le sessioni di misura in presenza del *panel* nella configurazione ridotta a 4 unità. Anche la velocità dell'aria nella camera olfattometrica, misurata opportunamente in più punti della stanza, e lungo il suo profilo in altezza, con apposita sonda (termo-anemometro, testo - mod. 405i, *smart probe*) è risultata essere inferiore, al massimo della ventilazione, a 2 m/s. Pertanto, a valle delle modifiche implementate al sistema di condizionamento e delle misure di velocità dell'aria effettuate, le raccomandazioni previste dal documento Iss, sono state ritenute soddisfatte.

Quando la probabilità di trasmissione del virus è determinata come "moderata" (scenario in cui "la trasmissione è gestibile con misure locali - cosiddette zone rosse, accesso controllato"), il livello di rischio individuato per il nostro laboratorio è "moderato" e le raccomandazioni di gestione previste per il sistema di condizionamento prevedono misure ancora più restrittive sulla velocità dell'aria nella stanza (non deve essere superiore a 1 m/s), rispetto al caso precedente. Tale condizione è stata verificata agendo manualmente sul livello di ventilazione nella camera olfattometrica, limitandolo a un valore massimo impostabile dal pannello di controllo. Anche in tale scenario, la verifica del mantenimento delle condizioni microclimatiche nella camera olfattometrica, in assenza e in presenza di persone, in analogia con quanto condotto nel caso precedente, ha dato esito positivo. L'approccio appena illustrato, proposto dai tecnici del laboratorio olfattometrico al datore di lavoro e al Rspg, ha consentito di riprendere l'attività laboratoriale non appena le restrizioni del *lockdown* nazionale lo hanno permesso. Naturalmente, le procedure gestionali e di accesso al laboratorio sono state integrate da misure di prevenzione e riduzione del contagio, come l'indicazione del percorso per l'accesso in sicurezza, la presa visione del codice comportamento e di tutti gli elementi indispensabili per osservare le adeguate misure di sicurezza, la dotazione di appositi Dpi e la fornitura di dispenser igienizzanti, igienizzazione delle superfici prima e dopo la sessione analitica, l'igienizzazione dei filtri del sistema di condizionamento.

**Lorenzo Antonio Angiuli,
Magda Brattoli, Luigi Di Bitonto, Annalisa Marzocca,
Antonio Mazzone, Domenico Gramegna**

Centro regionale aria, Arpa Puglia

TAB. 3
RACCOMANDAZIONI
OPERATIVE

Raccomandazioni operative per i sistemi di condizionamento, estratto tabella 10 Rapporto Iss Covid-19 n. 33/2020.

Tipologia di impianto	Rischio basso o molto basso	Rischio moderato	Rischio alto o molto alto
Impianto di ventilazione e/o climatizzazione centralizzato (UTA) a servizio di un unico ambiente, con aspirazione dallo stesso	Esercizio alla massima portata d'aria che garantisca una velocità in ambiente inferiore a 2 m/s Esclusione di eventuale ricircolo	Esercizio alla massima portata d'aria che garantisca una velocità in ambiente inferiore a 1 m/s Esclusione di eventuale ricircolo	Esercizio alla massima portata d'aria che garantisca una velocità in ambiente inferiore a 0,5 m/s Esclusione di eventuale ricircolo
Ventilconvettore o similare in ambiente con più occupanti, uno per volta	Esercizio ordinario	Esercizio a velocità (portata) ridotta che garantisca una velocità in ambiente inferiore a 2 m/s	Esercizio a velocità (portata) ridotta che garantisca una velocità in ambiente inferiore a 2 m/s
Ventilconvettore o similare in ambiente con più occupanti	Esercizio a velocità (portata) ridotta che garantisca una velocità in ambiente inferiore a 2 m/s	Esercizio a velocità (portata) ridotta che garantisca una velocità in ambiente inferiore a 1 m/s	Esercizio a velocità (portata) ridotta che garantisca una velocità in ambiente inferiore a 0,5 m/s

IL PROTOCOLLO SPERIMENTALE SUGLI ODORI DI ARPA LAZIO

PER RISPONDERE ALLE RICHIESTE D'INTERVENTO DOVUTE ALLA PRESENZA DI MALEODORANZE NEL TERRITORIO, ARPA LAZIO HA DEFINITO E AVVIATO DA ALCUNI ANNI LA SPERIMENTAZIONE DI UN PROTOCOLLO DI MISURA. LA MOLESTIA OLFATTIVA VIENE STIMATA CON UN METODO EMPIRICO A PARTIRE DALLE MISURE IN CONTINUO CON STRUMENTI DEDICATI.

Arpa Lazio, per la verifica del disturbo odorigeno presso i ricettori, ha intrapreso da alcuni anni un approccio di tipo analitico. Nella prima fase della sperimentazione, la strumentazione utilizzata era quella di cui erano già equipaggiati i mezzi mobili dell'Agenzia per il monitoraggio della qualità dell'aria ai sensi del Dlgs n.155/2010. Successivamente è stato attrezzato un laboratorio mobile dedicato, equipaggiato con uno strumento che misura la concentrazione dei composti ridotti dello zolfo (con tecnica gascromatografica Gc-Ed) e quantifica i Voc (attraverso un Pid), un analizzatore di H₂S (UV-fluorescence, uno di NH₃ (chemiluminescence) e strumentazione meteorologica.

I dati acquisiti durante le campagne di misura vengono elaborati secondo un protocollo che prevede due fasi. Nella prima vengono effettuati dei confronti tra le medie orarie delle varie sostanze monitorate e le rispettive soglie di odore, cercando di individuare anche, con l'ausilio dei dati meteo, la direzione di provenienza dei vari composti. Nella seconda fase, per ogni ora della campagna di misura, si quantifica l'intensità di picco di odore della miscela delle sostanze analizzate per arrivare a stimare l'effetto dello stimolo olfattivo che la miscela provoca al naso umano.

A oggi, con il laboratorio mobile dedicato, sono state elaborate le misure di due campagne effettuate secondo questa metodologia: una nel comune di Aprilia in provincia di Latina, dove il mezzo mobile è stato posizionato in una zona industriale, e l'altra in provincia di Roma, nel comune di Colonna in prossimità di un centro abitato.

Nel dettaglio, le sostanze monitorate in continuo, con risoluzione dell'ordine dei ppb, sono state: NH₃, voc, H₂S e altri composti dello zolfo (ad esempio etil-mercaptano, N-propil-mercaptano, iso-propil-mercaptano, N-butil-mercaptano, iso-butil-mercaptano, 2-butil mercaptano,

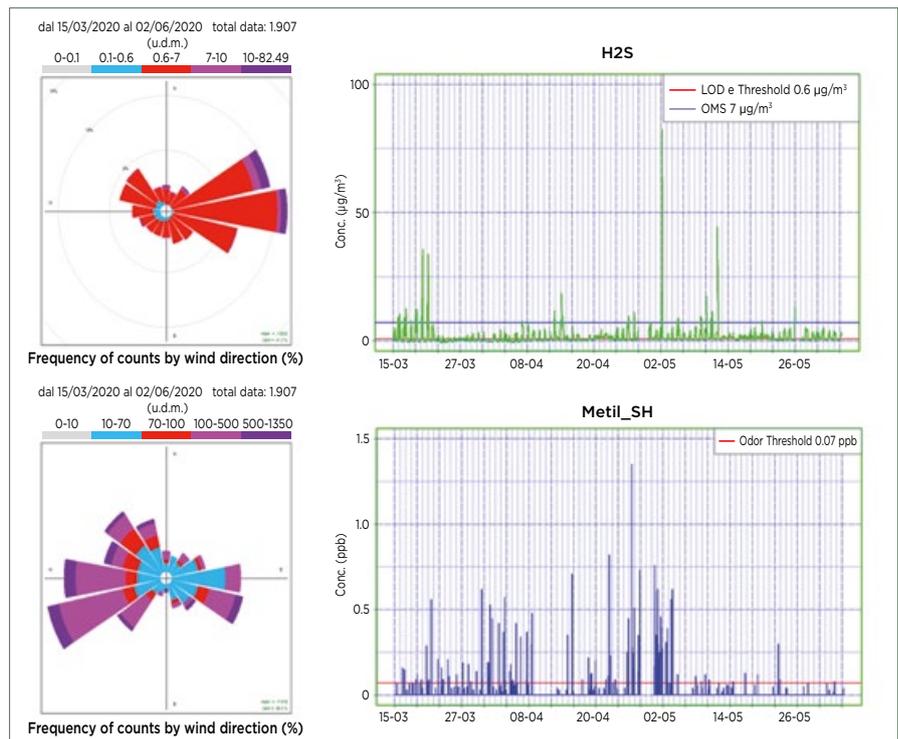


FIG. 1 ROSE DEI VENTI
Esempi di rose dei venti e andamenti temporali per singoli composti.

dimetil-solfuro, metil-etil-solfuro e dimetil-disolfuro). Preliminarmente, durante le campagne di misura, ogni giorno da remoto sono stati validati i dati provenienti dal mezzo mobile e, con periodicità settimanale, durante tutta la campagna e per tutti i composti monitorati, sono stati prodotti e analizzati i grafici della tipologia di quelli di seguito rappresentati, solo a titolo di esempio, in figura 1, che hanno permesso di individuare i composti più significativi in quel particolare contesto e la loro provenienza. Questa analisi preliminare è utile a fornire prime indicazioni sul fenomeno odorigeno oggetto di studio, ma non tiene conto né dell'effetto globale dei composti presenti contemporaneamente in miscela, né del fatto che il naso umano inspira e quindi percepisce la presenza di un odore circa ogni 5 secondi.

Analogamente a quanto avviene per altri sensi, come vista e udito, la relazione tra grandezza dello stimolo e intensità non è lineare, ma logaritmica. La scala di intensità di odore cui fa riferimento il metodo descritto è la scala Astm, i cui valori vanno da 0 (nessun odore percepito) a 5 (odore intollerabile). Alcuni studi [1] hanno riscontrato che la miglior corrispondenza tra quanto calcolato e quanto rilevato sperimentalmente attraverso tecniche di olfattometria dinamica è data dalla relazione di Weber-Fechner che, se applicata a una miscela, può essere scritta in questa forma:

$$OI = k_1 \log_{10} (\sum C_i / OT_i) + k_2$$

dove OI è l'intensità di odore, C_i la concentrazione dell'i-esimo odorante, OT_i la relativa concentrazione alla soglia di percezione, k₁ e k₂ i coefficienti che con buona approssimazione

assumono il valore rispettivamente di 1 e 0,5. La sommatoria dei vari C_i/OT_i è normalmente indicata come Soav. Le soglie olfattive utilizzate sono quelle determinate da Nagata [2].

È fondamentale osservare, come ampiamente trattato in Sozzi et al. [3], che, quando si tratta di odori, il valore medio di una grandezza mediato sul tempo di 1 ora non è rappresentativo del disturbo che percepisce il naso umano. Per tener conto di questo aspetto, al posto del valor medio orario del Soav, all'interno della formula di Weber-Fechner, è stato utilizzato il suo valore di picco (Soavp), definito come il 99° percentile della distribuzione che ne rappresenta l'andamento nell'ora. Lo strumento utilizzato allo scopo di ricostruire le fluttuazioni delle sostanze sospese in aria, nell'ipotesi che si comportino statisticamente tutte nello stesso modo, è quello che misura l'H₂S, che tra tutta la strumentazione in dotazione è quello con il tempo di risposta più rapido (dell'ordine delle decine di secondi).

L'intensità di odore, in funzione del tempo, dell'indagine realizzata nell'area industriale in provincia di Latina è riportata in *figura 2*. Nel periodo di misura (1.837 ore valide), si è calcolata la frequenza degli eventi in ciascuna delle fasce individuate dalla scala Astm: il 26,2% degli eventi sono risultati di intensità da discernibile a forte (482 ore), l'1,2% con intensità di odore da forte a molto forte (22 ore) e in un 1 ora della campagna l'odore è risultato intollerabile. Le intensità di odore sono state calcolate utilizzando il concetto di intensità di picco, pertanto il valore assegnato a ogni singola ora non sta a significare che la percezione della molestia sia stata rilevata durante tutta l'ora, ma che durante la stessa la molestia si sia verificata con una certa probabilità. La rappresentazione del tipo a rosa dei venti ha permesso di stabilire che la direzione dei venti, durante le ore in cui l'intensità di odore è significativa, risulta prevalentemente dal quadrante Est, come visibile nella *figura 3*. Le campagne attualmente in corso e quelle che saranno realizzate in futuro permetteranno di raccogliere una quantità di dati fondamentale per il consolidamento e lo sviluppo del modello utilizzato.

La metodologia sperimentata presenta il grande vantaggio di basarsi su un monitoraggio in continuo, con la possibilità di verificare da remoto la situazione in tempo reale durante tutta la campagna di misura. Si fonda inoltre su misure di concentrazione che, nei limiti

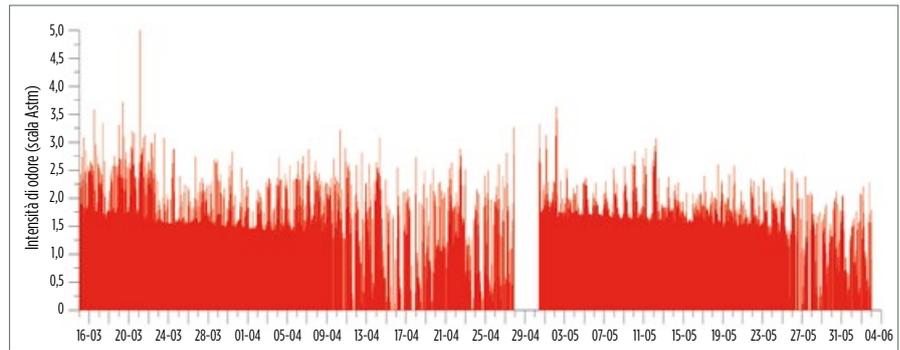


FIG. 2 INTENSITÀ DI ODORE
Andamento nel tempo dell'intensità di odore, anno 2020 (scala Astm).

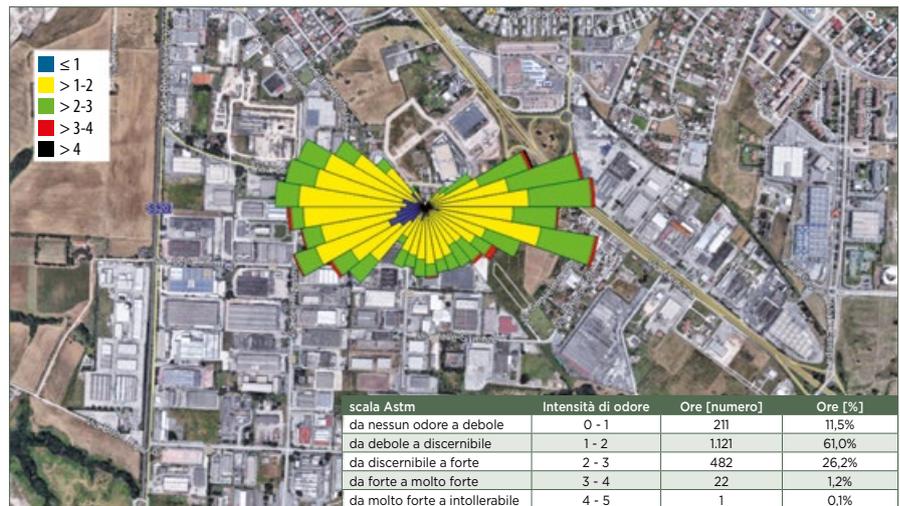


FIG. 3 FREQUENZA ODORE
Rosa dei venti e tabella di frequenza dell'intensità do odore (scala Astm).

delle tipologie delle sostanze misurabili a basse concentrazioni, sono dati oggettivi e portano con sé informazioni legate alle sostanze che provocano il disturbo e alla loro provenienza, grazie alla valutazione integrata con i dati meteorologici. Restano da risolvere le incertezze legate alla determinazione delle soglie olfattive che entrano nel calcolo dell'intensità di odore in maniera preponderante. Nel futuro potrà essere utile affiancare alle campagne di misura in continuo un monitoraggio sistematico del disturbo olfattivo mediante l'utilizzo di questionari da somministrare a un campione predeterminato di popolazione residente, al fine di confrontare il disturbo avvertito dai cittadini con le stime dell'inquinamento odorigeno. La possibilità di stimare, con il protocollo messo a punto dall'Arpa Lazio, fenomeni di inquinamento odorigeno generati da diverse sorgenti è legata alla possibilità di misurare, con elevate frequenze, un set sempre più ampio di sostanze. Per questo motivo l'Agenzia ha programmato di integrare la strumentazione del laboratorio mobile con un analizzatore che permetta la determinazione diretta dei Btex. L'Arpa Lazio, alla luce dei positivi risultati

raggiunti, intende continuare il percorso di sviluppo e sperimentazione del protocollo di misura anche attraverso specifiche collaborazioni, sia all'interno del Snpa, che con le università ed enti di ricerca.

Antonio Amoroso, Laura Bennati, Alessandro D. Di Giosa, Stefano Listrani

Arpa Lazio

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Wu C., Liu J., Zhao P., Piringner M., Schauburger G., 2016, "Conversion of the chemical concentration of odorous mixtures into odour concentration and odour intensity: a comparison of methods", *Atmos. Environ.*, 127, 283-292.
- [2] Nagata Y., 2003, "Measurements of odor threshold by triangle odor bag method", *Odor measurements review*, Ministry of Environment, Japan, pp. 118-127.
- [3] Sozzi R., Bennati L., Bolignano A., 2018, *La molestia olfattiva. Fenomenologia, criticità e protocollo sperimentale di misura*, Arpa Lazio Report/Aria_07.

L'APPROCCIO INTEGRATO DI ARPA BASILICATA

L'AGENZIA AMBIENTALE HA APPLICATO UN APPROCCIO INTEGRATO ALLA VALUTAZIONE DELLA MOLESTIA OLFATTIVA PRODotta DA UN IMPIANTO DI TRATTAMENTO DEL PETROLIO-GREGGIO. IL CONTRASTO AGLI ODORI HA TROVATO UN SUPPORTO LEGISLATIVO DA PARTE DELLA REGIONE, CHE HA PREDISPOSTO UNA SPECIFICA NORMA REGIONALE.

La qualità dell'ambiente passa anche dall'attenzione sull'odore, in particolare per l'esposizione sempre più pressante dell'industrializzazione a discapito della salubrità dell'aria. Dall'entrata in vigore dell'art. 227 bis del codice dell'ambiente, l'Arpab ha inserito tra le proprie azioni prioritarie il tema della valutazione e gestione delle molestie olfattive. Lo studio dell'origine e della dispersione degli odori e dei metodi di misura e di abbattimento sono oggetto di legiferazione regionale: attualmente con la Regione Basilicata si sta predisponendo una specifica norma in materia per valutare la frequenza e l'entità, determinare le aree interessate e considerare le misure di mitigazione dell'inquinamento olfattivo.

In Basilicata l'emissione di odori in atmosfera è, tra le altre, riconducibile alle attività da impianto petrolifero, perché qui si trova il giacimento *on-shore* più grande d'Europa.

Pertanto l'Arpab ha avviato il monitoraggio dell'impatto olfattivo dell'impianto di primo trattamento del petrolio greggio nel territorio della valle del Sauro (nel comune di Corleto Perticara, in provincia di Potenza). L'impianto, di proprietà della Total E&P Italia spa, ha una capacità di trattamento del greggio estratto pari a 60.000 barili/giorno ed effettua la separazione e il trattamento delle diverse componenti: con la fase acquosa, la fase oleosa e la fase gas. È stato valutato che le emissioni gassose provenienti dall'impianto possono provenire da diverse tipologie di sorgenti: convogliate (da camini), diffuse (da serbatoi di stoccaggio e sistemi di caricamento) e fuggitive (da flange, valvole di sicurezza, compressori, pompe e valvole di regolazione).

Data la complessità dell'impianto, la numerosità dei punti di emissione degli odori e la continuità dei processi che in esso avvengono, l'Agenzia lucana di protezione dell'ambiente ha ritenuto che

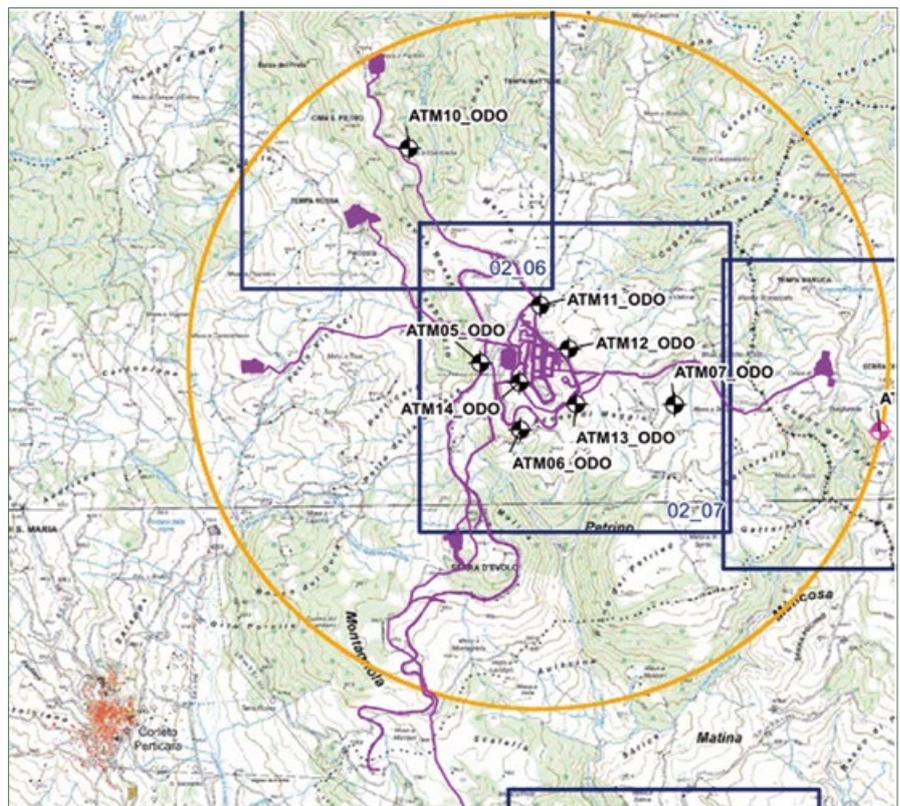


FIG. 1 STAZIONI DI MONITORAGGIO

Posizionamento delle stazioni di monitoraggio della componente emissioni odorogene nell'impianto petrolifero in comune di Corleto Perticara (PZ).

fosse opportuno prescrivere al gestore un monitoraggio costante dell'odore con un approccio integrato per prevedere l'impiego simultaneo di un modello di dispersione dell'odore, di sensori dedicati e di valutatori umani. È stata, inoltre, prescritta la caratterizzazione chimica qualitativa e quantitativa della miscela di sostanze odorogene emessa alle sorgenti e rilevata ai recettori che, con buona approssimazione, può essere impiegata anche come misura indiretta dell'odore. Il sistema di monitoraggio è costituito da quattro analizzatori multi-sensore installati al perimetro del Centro olio Tempa Rossa e da altri quattro installati presso i ricettori sensibili più significativi, tutti preventivamente calibrati mediante analisi olfattometriche e in grado di produrre un dato di



concentrazione di odore in unità olfattometriche per metro cubo. L'Arpab ha ritenuto indispensabile prevedere la presenza di 4 centraline di monitoraggio intorno all'impianto affinché, nel momento in cui si manifestasse l'evento odorigeno, si riesca a circoscrivere la zona dell'impianto da cui è partita l'emissione molesta indipendentemente dalla direzione del vento.

La possibilità di installare un numero significativo di centraline lungo il perimetro dell'impianto è legata alla scelta innovativa di applicare, all'impianto stesso, un modello di dispersione dell'odore che operi in modalità detta di *retromodelling*. Infatti i dati sull'odore, registrati dalle centraline, servono ad alimentare il modello che attraverso degli algoritmi proprietari è in grado di ricostruire in tempo reale le portate di odore delle sorgenti che hanno prodotto l'emissione e di generare il pennacchio di odore.

Il vantaggio di questa metodologia risiede nel fatto che è in grado di fornire, al gestore e all'ente di controllo, i dati di ricaduta di odore in tempo reale e senza soluzione di continuità, raccolti durante l'intero arco temporale della simulazione e rappresentati sulla mappa come curve di isoconcentrazione di odore espresse in ouE/m^3 .

Il gruppo di centraline poste ai recettori sensibili assolve, invece, alla funzione di verifica dell'accuratezza del modello ovvero di conferma del dato stimato di odore ai recettori quando questi vengono raggiunti dal pennacchio di odore. Questa funzione è garantita dalla presenza all'interno di ogni centralina di un analizzatore multi-sensore e da un sistema di campionamento dell'aria per l'analisi *off-line* dell'odore eseguita in olfattometria dinamica secondo la norma UNI EN ISO 13725:2004.

I dati raccolti ai recettori durante la fase di *training* del modello vengono reimpiegati per migliorare il modello stesso che sarà applicato a regime nella fase di esercizio dell'impianto. Dal confronto tra i valori di ricaduta di odore e i criteri di accettabilità ai recettori previsti nella normativa regionale di prossima emanazione, l'Arpab potrà valutare la presenza e il livello dell'impatto olfattivo dell'impianto ed eventualmente potrà imporre migliorie all'impianto stesso per ridurne l'impatto sia in termini gestionali che tecnologici. Come anticipato, ognuna delle 8 centraline è completata da un campionatore di aria (*OdorPrep*) multicanale, in grado di convogliare l'aria su sacca (per la determinazione

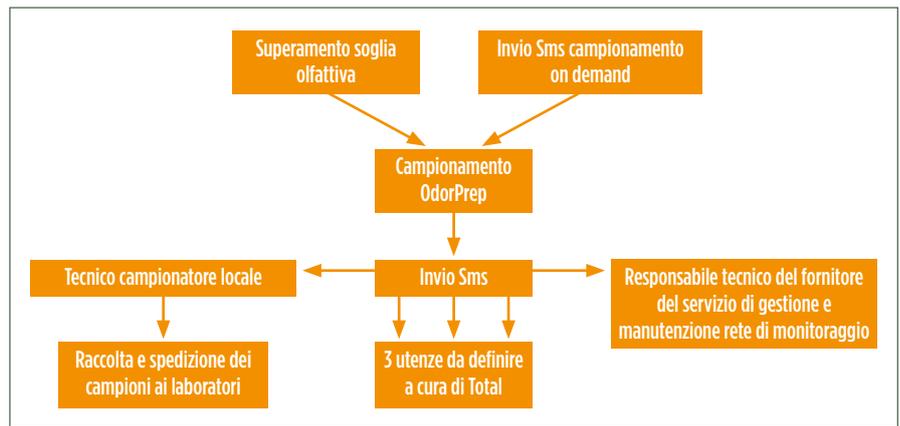


FIG. 2 CAMPIONAMENTO
Schema a blocchi del processo di gestione del campionamento odori.

TAB. 1
INQUINANTI
ODORIGENI

Flussi di massa degli inquinanti odorigeni.

Inquinante	Convogliate flusso di massa (t/anno)	Diffuse flusso di massa (t/anno)	Fuggitive flusso di massa (t/anno)	Totale (t/anno)
Sov	12,90	4	11,2	28,1
SO ₂	873,68	-	-	873,68

delle unità odorogene in olfattometria dinamica) e su fiale adsorbenti e *canister* (per la successiva speciazione chimica). Tale campionatore multicanale è configurato per eseguire rilievi automatizzati dell'aria al verificarsi di un evento olfattivo di una certa importanza. Il campionamento viene attivato dal naso elettronico al superamento di un valore soglia di odore che verrà definito dall'Arpab dopo un periodo di *training* stimato in circa quattro mesi a partire dalla data di messa in esercizio del Centro Olio. Il progetto, complesso e innovativo, prevede anche una fase di analisi chimica alle sorgenti (che ha una funzione conoscitiva del quadro emissivo) e ai recettori sensibili (che è propedeutica sia per studi sul destino degli inquinanti gassosi che per la valutazione del rischio legato all'esposizione a sostanze osmogene).

Per una calibrazione fine del sistema di monitoraggio degli odori sono previsti anche sopralluoghi da parte di valutatori selezionati per la conferma in campo del pennacchio di odore generato dal *software* in applicazione della metodologia normata UNI EN 16841-2:2017 (*Aria ambiente – determinazione dell'odore in aria ambiente mediante indagine in campo – parte 2: metodo del pennacchio*).

Gli altri due aspetti associati all'impiego dei nasi elettronici di cui Arpab ha tenuto conto nell'impostazione del monitoraggio sono il fenomeno dell'invecchiamento dei sensori, il cosiddetto *aging*, e l'influenza dei parametri "meteo", "umidità" e "temperatura" sulla risposta dei sensori. Per normalizzare i risultati in termini di concentrazione di odore rispetto

all'influenza di queste due variabili è stato prescritto al gestore lo studio di correlazione statistica tra la risposta dei sensori impiegati e l'andamento dei fattori meteorologici (temperatura e umidità) e quello della modifica della risposta dovuta al fenomeno di invecchiamento dei sensori. Sulla base dell'esito di questo studio verrà valutata l'adozione di specifici fattori correttivi nei coefficienti di ponderazione presenti nelle equazioni alla base delle risposte dei nasi elettronici sia in termini di capacità di riconoscimento delle impronte olfattive che di quantificazione dell'odore. Sebbene non siano considerate patogene, le emissioni odorogene sono causa di fastidio per la popolazione residente nelle vicinanze di tali impianti perché l'emanazione di odori sgradevoli comporta un'alterazione della qualità della vita delle persone. La definizione di una normativa regionale *ad hoc* permetterà di poter disporre di un sistema di misura che possa dare una risposta quali-quantitativa a un fenomeno acuto una volta approfondite le cause che determinano l'insorgenza degli odori nei diversi comparti e con modalità operative utili per evitare o limitare al minimo il manifestarsi dell'inquinamento olfattivo.

Giuseppe Anzilotta¹, Achille Palma²,
Maria Fasano³

- Arpa Basilicata
1. Chimico
2. Direttore tecnico scientifico
3. Ufficio stampa

OLFATTOMETRIA DINAMICA E SICUREZZA IN ARPA PIEMONTE

LE ATTIVITÀ DEL LABORATORIO OLFATTOMETRICO E L'ATTENZIONE PRIMARIA ALLA SICUREZZA DEL PANEL DI ESAMINATORI PER L'OLFATTOMETRIA DINAMICA, UNA TECNICA ANALITICA FONDAMENTALE PER UNA MIGLIOR PRESENZA E LA TUTELA DEL TERRITORIO, CON UN COINVOLGIMENTO IN PRIMA PERSONA DEL PERSONALE INCARICATO DELL'ANALISI.

Il laboratorio olfattometrico di Arpa Piemonte, nato nel 2012, si è occupato sin da subito del delicato aspetto della sicurezza occupazionale del *panel* di esaminatori impiegati nell'olfattometria dinamica, tecnica di elezione nell'indagine sugli odori, sulla base della norma UNI EN 13725/2004. La tecnica prevede l'utilizzo di nasi umani per la rilevazione dell'odore e non consente l'impiego di dispositivi di protezione individuale facciali (v. foto). Nel 2017, dopo aver maturato l'esperienza di alcuni anni di attività e grazie a una preziosa collaborazione con l'Istituto Mario Negri di Milano, è stata revisionata la procedura interna che disciplina l'analisi e la valutazione del rischio di esposizione degli operatori, la U.R.P.T. 122 "Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica".

La procedura prevede che la sicurezza occupazionale del *panel* venga gestita su tre livelli operativi:

- valutazione dell'idoneità fisica del personale da parte del medico competente
- valutazione del rischio di esposizione a sostanze chimiche o cancerogene dei campioni da sottoporre ad analisi
- stesura di un'istruttoria per la valutazione di fattibilità delle determinazioni olfattometriche.

La valutazione dell'idoneità fisica prevede l'esclusione di soggetti allergici o intolleranti – requisito richiesto già nel bando di selezione del personale – l'applicazione del protocollo sanitario Arpa Piemonte per i lavoratori esposti potenzialmente a rischio chimico/biologico (mediante analisi iniziale del sangue, delle urine e spirometria) e colloquio individuale con il medico competente, che analizza lo stato di salute del soggetto, eventuali allergie pregresse, reazioni a sostanze irritanti o sensibilizzanti e conferisce l'idoneità fisica allo svolgimento della mansione. Lo strumento adottato da Arpa



1

Piemonte per valutare il rischio di esposizione occupazionale del *panel*, e quindi la fattibilità dell'analisi olfattometrica, parte da un'attenta raccolta di tutte le informazioni inerenti al ciclo produttivo, al fine di individuare e caratterizzare le emissioni oggetto di studio. La fase successiva consiste nella vera e propria valutazione del rischio di esposizione, eseguita secondo i principi dello *human health risk assessment*, secondo la metodologia della *US National Academy of Science* (Nas, 1983), una procedura che permette di identificare, analizzare e caratterizzare i potenziali effetti avversi per la salute umana associati all'esposizione a sostanze pericolose.

Il calcolo del rischio di esposizione si basa sui principi del caso peggiore ("worst case") e della esposizione massima ragionevolmente possibile (Rme, *reasonable maximum exposure*) che prevede, in relazione ai parametri di esposizione, l'assunzione di valori conservativi al fine di pervenire a risultati

cautelativi per la tutela della salute umana.

Per il calcolo, la procedura prevede due approcci metodologici, da valutare caso per caso in base al sito oggetto di indagine.

Il primo approccio prevede l'utilizzo del *Risk assessment information system* (Rais), un software ideato dal Dipartimento dell'energia statunitense (Doe) disponibile online all'indirizzo https://rais.ornl.gov/cgi-bin/prg/RISK_search?select=chem.

In base ai parametri di interesse (tipologia di scenario espositivo, matrici ambientali, parametri tossicologici e chimici) il software calcola il rischio chimico/cancerogeno attraverso l'elaborazione degli *input* che caratterizzano l'esposizione.

Per l'olfattometria si utilizza lo scenario *indoor* e si considera un'esposizione di tipo cronico.

1 Camera olfattometrica durante una seduta di analisi.

La composizione della miscela a cui si vuole esporre il *panel* è ottenuta attraverso un campionamento dedicato, svolto nelle condizioni più gravose del ciclo produttivo. L'analisi di caratterizzazione chimica dei campioni prelevati è eseguita da Arpa Piemonte principalmente mediante il metodo EPA TO 15 GC-MS con criofocalizzazione. Come *input* al software Rais si utilizzano i dati dell'analisi chimica e i dati documentali (ad esempio i valori limite di emissione in atmosfera). In genere è prevista l'analisi di più campioni prelevati da diverse sorgenti del sito di indagine, pertanto nella valutazione del rischio si considera una miscela ideale composta da tutte le sostanze identificate, al valore massimo di concentrazione.

Gli altri *input* richiesti dal software sono i parametri di esposizione: *E_f* (frequenza dell'esposizione = 10 giorni/anno), *E_t* (tempo di esposizione = 0,2 ore/giorno, ottenuto considerando 12 campioni per seduta di analisi olfattometrica e tenendo conto del tempo tecnico di somministrazione dei campioni), *E_d* (durata dell'esposizione = 7 anni, valore assunto come durata massima di svolgimento della mansione).

Dall'elaborazione dei dati inseriti, il software Rais restituisce i valori di rischio non cancerogeno (*inhalation Hq*) e di rischio cancerogeno (*inhalation risk*) per i campioni in esame. Tali valori vanno confrontati con le soglie di accettabilità previste dal Dlgs 152/2006 per i siti contaminati, proposte e condivise a livello internazionale all'interno delle procedure di *risk assessment*, applicate anche ad altre matrici per le quali si vuole verificare la presenza o meno di un rischio per i soggetti esposti. Tali soglie corrispondono a 1×10^{-6} per la singola sostanza cancerogena, 1×10^{-5} per più sostanze cancerogene e 1 per le sostanze non cancerogene. Se i valori di rischio ottenuti dal software risultano superiori ai valori soglia, è necessario adottare una diluizione minima del campione da sottoporre al *panel*, sufficiente a garantire il rispetto dei valori di soglia di riferimento. In *tabella 1* sono riportati i valori di rischio ottenuti dall'applicazione del calcolo mediante Rais su diverse tipologie di impianti.

Il secondo approccio di calcolo dei valori di rischio si basa sulla procedura adottata dall'Istituto di ricerche farmacologiche Mario Negri, che storicamente si occupa di tossicologia e salute. Questo approccio si basa su uno studio [1] che esamina l'esposizione professionale a sostanze potenzialmente tossiche per i lavoratori

TAB. 1
METODO RAIS

Esempi di applicazione del metodo Rais (Risk assessment information system).

Tipo di impianto	Inhalation Hq (rischio non cancerogeno)	Inhalation risk (rischio cancerogeno)
Trattamento carcasse animali	0,214	9,98 exp ⁻⁹
Discarica rifiuti non pericolosi	0,048	4,52 exp ⁻⁹
Trattamento cfb di rifiuti speciali pericolosi e non pericolosi	1,3	2,92 exp ⁻⁷
Compostaggio	0,143 - 0,313	2,39 exp ⁻⁸
Discarica rifiuti pericolosi e non pericolosi	7,27	2,57 exp ⁻⁷
Stampaggio materie plastiche a iniezione, soffiaggio e rotazione	0,151	3,52 exp ⁻⁹
Depuratore acque - lavorazione materie origine animali	3,88	9,98 exp ⁻⁹
Fonderia ghisa - seconda fusione	2,68	2,97 exp ⁻⁵

TAB. 2
METODO ISTITUTO MARIO NEGRI

Esempio di applicazione del metodo adottato dall'Istituto Mario Negri [1].

Tipologia di campionamento	Categoria	Rischio non cancerogeno	Rischio cancerogeno
Discariche (presenza di gas di discarica)	1	2026	4,7 × 10 ⁻⁷
Digestione anaerobica di materiale organico			
Impianto di trattamento di acque reflue (wwtp)	2	110	2,5 × 10 ⁻⁷
Impianti di compostaggio	3	141	2,5 × 10 ⁻¹²
Trattamento di rifiuti solidi urbani (msw)			
Separazione di rifiuti solidi urbani/pre-trattamento			
Fonderie	4	286	2,5 × 10 ⁻⁶
Processi generali di combustione			
Allevamento del bestiame	5	2842	-
Trattamento di rifiuti di origine animale	6	2205	-
Raffinerie/petrochimici/depositi petroliferi e gas	7	1	3,8 × 10 ⁻⁷
Aria ambiente	8	-	-

impegnati nelle attività di olfattometria dinamica e suggerisce una metodologia per la definizione delle procedure di sicurezza per i lavoratori stessi. Per le più comuni categorie di impianti o processi di trattamento odorigeni fornisce valori di rischio cancerogeno e non cancerogeno ottenuti mediante l'applicazione di algoritmi di calcolo sugli esiti di numerose indagini a cui ha potuto attingere l'Istituto Mario Negri, offrendo un interessante riferimento bibliografico da utilizzare senza una preventiva caratterizzazione chimica delle emissioni sito-specifiche, abbreviando notevolmente i tempi di indagine (*tabella 2*).

Come ultima fase, la procedura Arpa U.RP.T. 122 prevede che le valutazioni eseguite per ogni singola indagine siano riportate nella modulistica predisposta dalla procedura interna Arpa per l'istruttoria, siano trasmesse semestralmente al medico competente e infine archiviate.

Dal 2017 a oggi, nelle 44 istruttorie completate, è stata sempre dimostrata la fattibilità delle analisi olfattometriche nel rispetto della sicurezza occupazionale del *panel* per l'esposizione a rischio chimico e cancerogeno.

Irene Davi¹, Massimiliano Pereno¹, Clemente Porporato¹, Maurizio Di Tonno², Antonella Pannocchia³

Arpa Piemonte

1. Laboratorio olfattometrico
2. Responsabile struttura semplice vigilanza 1
3. Responsabile territoriale Piemonte nord ovest

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] Davoli E., Zuccato E., Bianchi G., Palmiotto M., Il Grande M., Bonati S., Rossi A., "Dynamic olfactometry and potential sample toxicity. Guidelines for a safe occupational health approach", *Chemical Engineering Transactions*, 2012;30:7-12.

IL PROGETTO NOSE DI ARPA SICILIA E CNR-ISAC

IL PROGETTO NOSE PER LA GESTIONE DELLE SEGNALAZIONI DI MOLESTIE OLFATTIVE IN SICILIA METTE IN ATTO UN'EFFICACE INTEGRAZIONE TRA APPROCCIO OSSERVAZIONALE E ANALISI MODELLISTICA. IL CITTADINO DIVIENE SENSORE ATTIVO E LE SUE RILEVAZIONI SI COORDINANO CON I DATI METEOROLOGICI E LE ANALISI CHIMICHE E OLFATTOMETRICHE DEI CAMPIONI RACCOLTI.

Il progetto Nose nasce nel 2019 dalla collaborazione tra Arpa Sicilia e Cnr-Isac e si sviluppa per supportare la gestione delle problematiche ambientali legate alle molestie olfattive nel territorio siciliano dove insistono tre aree a elevato rischio di crisi ambientale (Aerca), in cui il disturbo olfattivo è continua fonte di disagio per la popolazione locale. Il progetto è stato attuato, in una prima fase sperimentale, nel comprensorio siracusano dove è presente il polo petrolchimico più grande d'Europa; successivamente si è esteso anche nell'Aerca del comprensorio del Mela (ME) e nella macro-area di Catania. La web-app Nose, che si basa sulla tecnologia definita Pwa (*progressive web-app*, accessibile tramite browser all'indirizzo <https://nose-cnr.arpa.sicilia.it/>), permette di raccogliere in tempo reale e in forma anonima le segnalazioni georeferenziate delle molestie olfattive percepite dai cittadini; quando le segnalazioni superano una definita soglia critica, scatta l'attività di campionamento dell'aria, eseguita attraverso l'utilizzo di canister. Attualmente il campionamento avviene in modo manuale, ma il *know-how* finora acquisito nella gestione del Nose ha consentito di elaborare efficaci valutazioni analitiche (es. *cluster analysis*) dirette all'individuazione dei siti più idonei per l'installazione di campionatori automatici. Tali campionatori, da installare a breve, saranno tarati affinché al superamento delle soglie di segnalazione prefissate prelevino idonei campioni di aria, confinati in apposite sacche di contenimento, su cui eseguire la caratterizzazione chimica delle specie inquinanti unitamente all'analisi olfattometrica. Il progetto Nose integra efficacemente l'approccio osservazionale con quello modellistico (figura 1) e pertanto richiede la stretta collaborazione del cittadino che assume, rispetto al progetto, il ruolo strategico di "sensore attivo".

Sperimentalmente, è stato osservato che più è grande il numero di utenti (sensori) che afferiscono a un'area di riferimento, maggiore è il dettaglio d'informazioni che il Nose riesce a estrapolare.

I dati e i metadati di *input* che alimentano il sistema Nose nel suo complesso sono rappresentati dall'integrazione delle seguenti matrici informative:

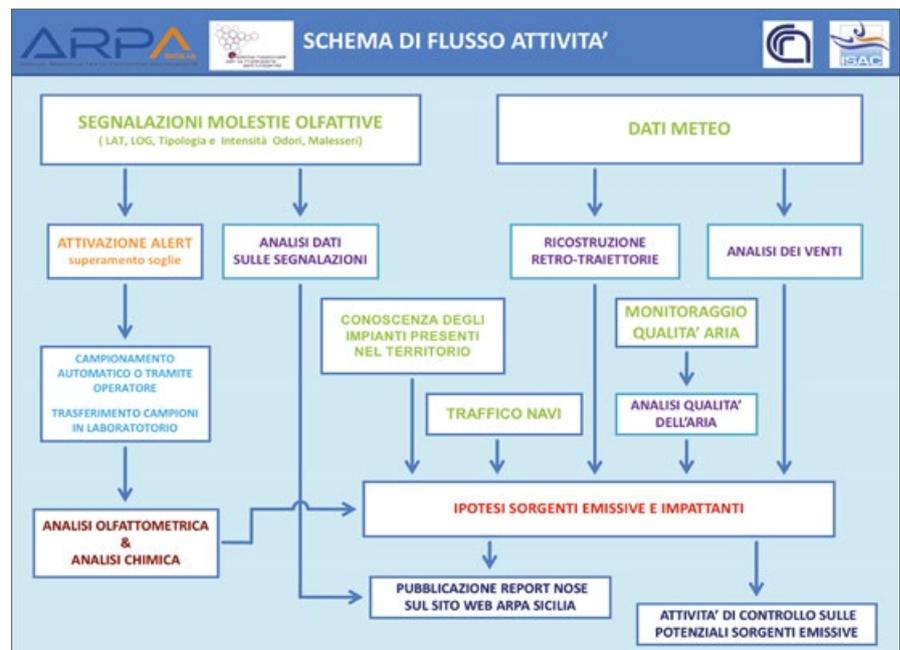


FIG. 1 FLUSSO DI ATTIVITÀ
Schema di flusso delle attività, integrazione dell'approccio osservativo con quello modellistico.

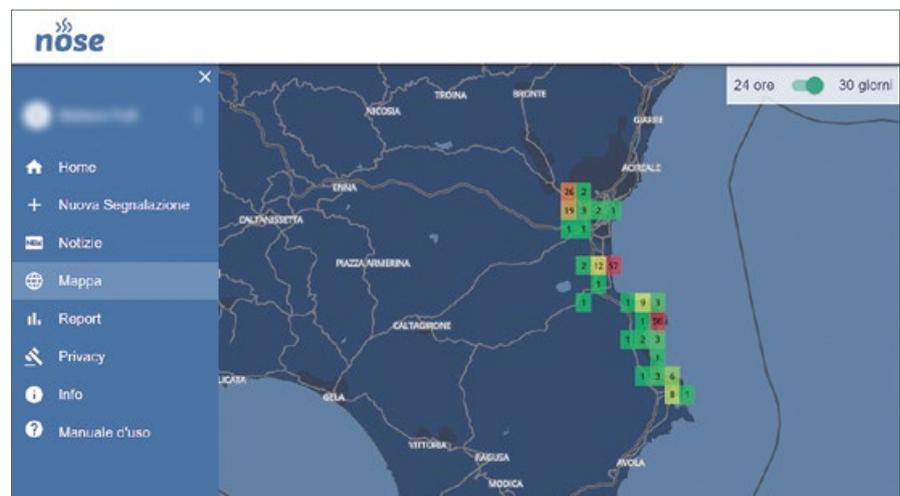


FIG. 2 SEGNALAZIONI NOSE
La mappa di Nose mostra il numero di segnalazioni geo-localizzate in funzione dell'area considerata.

- le segnalazioni dei cittadini che, dall'avvio del progetto fino a ottobre 2020 ammontano a 12.100
- i dati di qualità dell'aria monitorati dalla rete fissa (in particolare quelli riguardanti gli idrocarburi non metanici, l'idrogeno solforato e il benzene)
- le analisi chimiche e olfattometriche dei campioni raccolti a seguito delle segnalazioni dei miasmi
- le informazioni sul traffico navale nel porto di Augusta
- i dati meteorologici utili per le valutazioni anemologiche.

Le elaborazioni modellistiche si fondano sulla realizzazione di una previsione spaziale giornaliera dei campi di vento, di pressione (e in generale di tutti le variabili scalari dipendenti) con un livello di alta risoluzione basata sulla modellistica Isac: dalle segnalazioni dei cittadini, tramite il modello meteorologico Moloch, la web-app riproduce le cosiddette "retro-traiettorie", cioè le polilinee che identificano, a ritroso, il percorso compiuto dalle masse d'aria a partire dall'area bersaglio costituita dall'insieme delle segnalazioni. L'innovazione del sistema Nose è certamente legata alla ricostruzione in *near real time* della fluidodinamica delle masse d'aria che attraversano il dominio di interesse, e ciò con specifico riferimento al moto bidimensionale orizzontale che si sviluppa a 10 e 100 metri di quota. In altre parole, a partire dalle segnalazioni pervenute alla web-app Nose, il modello è in grado di fornire, in tempo reale, la migliore approssimazione delle traiettorie compiute dalle masse d'aria immerse nel campo atmosferico, tracciando il loro percorso all'indietro per 3 ore, partendo dall'istante e dalla posizione georeferenziata delle segnalazioni. La web-app consente inoltre anche ai cittadini-utenti di monitorare in tempo reale le segnalazioni e il contesto nel quale esse avvengono, tramite la mappa (figura 2) e i report pubblicati sulla stessa app.

La fruibilità delle informazioni costituisce un altro passaggio cruciale del progetto Nose, particolarmente significativo nelle attività di *citizen science*. Alcune informazioni sono infatti pubbliche e accessibili a tutti gli utenti in tempo reale; l'elaborazione dei dati a valle dell'analisi di tutti i dati di *input* (dati di monitoraggio di qualità dell'aria, analisi chimiche e olfattometriche ecc.) vengono poi riportati in un report, consultabile sul sito istituzionale di Arpa Sicilia (<https://www.arpa.sicilia.it/temi-ambientali/aria/nose-network-for-odour-sensitivity/>).

Il Nose al suo primo anno di attività

Nell'Aerca di Siracusa, nei primi 12 mesi di attività (da settembre 2019 a settembre 2020) sono state raccolte circa 6.500 segnalazioni (figura 3) che si sono concentrate soprattutto nei mesi primaverili e autunnali; nello stesso periodo si sono verificati gli eventi più significativi segnalati alla web-app Nose. La tipologia di odore percepito maggiormente nell'Aerca di Siracusa e nel comprensorio del Mela è stata ricondotta spesso agli idrocarburi, mentre nella macroarea catanese ai rifiuti, in coerenza con la tipologia di impianti

presenti nei differenti territori: raffinerie nelle Aerca e discariche di rifiuti nel catanese.

Il modello delle retro-traiettorie, nell'ambito progetto Nose, ha trovato una sua prima applicazione nell'Aerca di Siracusa dove, a seguito di 83 segnalazioni pervenute da Melilli nei giorni 1-4 aprile 2020 si è reso utile per stimare la relazione sorgente-recettore. La mappa di figura 4 riporta la visualizzazione delle retro-traiettorie per l'area in cui è stato registrato il maggior numero di segnalazioni. Le analisi di direzione e intensità del vento hanno evidenziato, per le ore

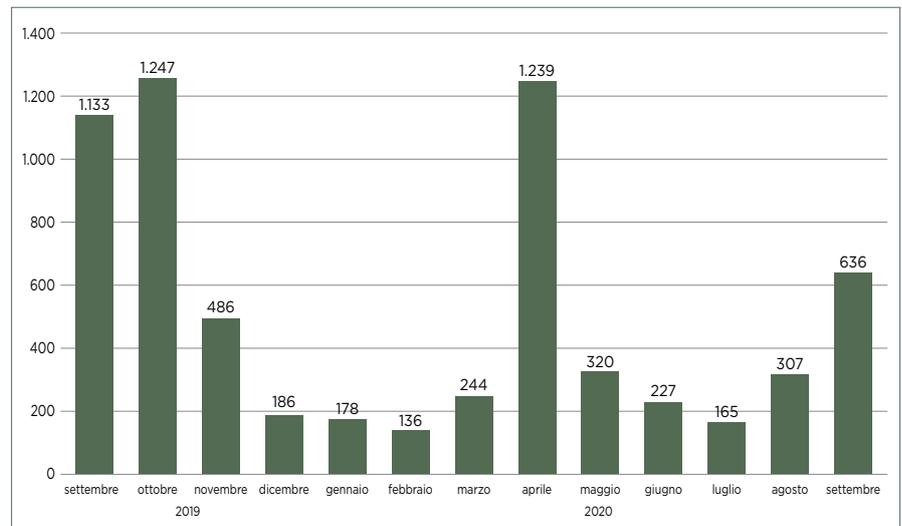


FIG. 3 SEGNALAZIONI AERCA SIRACUSA
Andamento del numero di segnalazioni mensili complessive pervenute tramite web-app Nose dal comprensorio dell'Aerca di Siracusa nel periodo settembre 2019-settembre 2020.



FIG. 4 SEGNALAZIONI MELILLI
Geolocalizzazione delle segnalazioni pervenute alla web-app Nose tra le ore 16 del 1 aprile e le ore 18 del 4 aprile 2020 nell'area di Melilli.

interessate dall'evento, masse d'aria provenienti dal settore nord orientale. Sulla base delle indicazioni fornite dalla retro-traiettorie sono stati eseguiti campionamenti d'aria a mezzo canister nell'aree ipotizzate come sorgenti. I risultati dei campioni di aria prelevati hanno rilevato elevate concentrazioni di composti organici volatili (ad esempio btx) presenti nei prodotti derivati dal petrolio, consentendo d'individuare la sorgente del miasmo avvertito. Inoltre, l'evento del 30-31 agosto 2020, percepito soprattutto dai cittadini di Priolo (79 segnalazioni), ha evidenziato, come spesso accade, che le segnalazioni coincidono o sono immediatamente successive ai picchi di concentrazione di idrocarburi non metanici.

In figura 5 si riporta il grafico delle concentrazioni di idrocarburi non

metanici rilevate dalla stazione di monitoraggio della qualità dell'aria Priolo tra il 30 e il 31 agosto, in cui si raggiunge una concentrazione media oraria superiore a 3.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Conclusioni

Le potenzialità del progetto e l'efficacia nell'individuazione delle sorgenti emmissive e quindi nelle successive attività di controllo, sono certamente molto promettenti. Sono allo studio modifiche per valutare possibili sviluppi riguardanti la stima della relazione sorgente-recettore: prima tra tutte la possibilità d'interfaciare il sistema direttamente con le misure eseguite da Arpa sul territorio e le informazioni riguardanti il traffico portuale, quindi

aumentare la risoluzione spaziale del modello meteorologico, riducendo il passo di griglia da 1.250 metri a 500 metri sull'intera area di interesse. Altri aspetti riguardano la possibilità di integrare in Nose un modello lagrangiano di dispersione in grado di simulare, durante particolari eventi di interesse, la diffusione di emissioni odorigene derivanti da sorgenti puntuali, lineari e areali.

Anna Abita¹, Gino Beringheli¹, Paolo Bonasoni², Emiliano D'Accardi¹, Stefania Gilardoni³, Vincenzo Infantino¹, Tony Christian Landi², Alfredo Lucarelli¹, Giuseppe Madonia¹, Piero Malguzzi², Giorgio Resci⁴, Silvia Trini Castelli²

1. Arpa Sicilia
2. Cnr-Isac
3. Cnr-Isp
4. Inkode soc. coop.

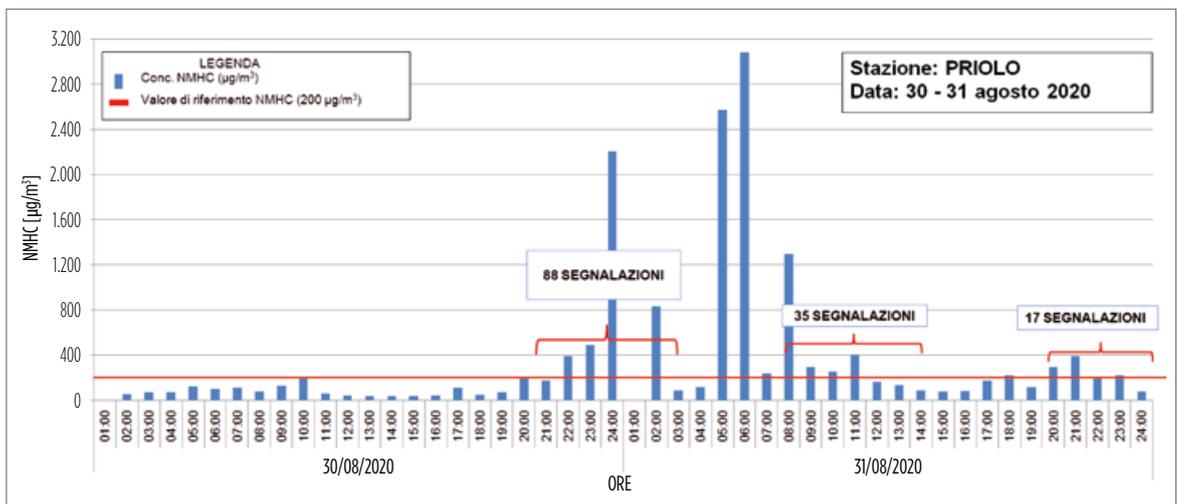


FIG. 5
MONITORAGGIO
PRIOLO

Andamento delle concentrazioni di Nmhc nella stazione di Priolo nelle giornate del 30 e 31 agosto 2020 e numero di segnalazioni pervenute tramite la web-app Nose nella stessa giornata.

