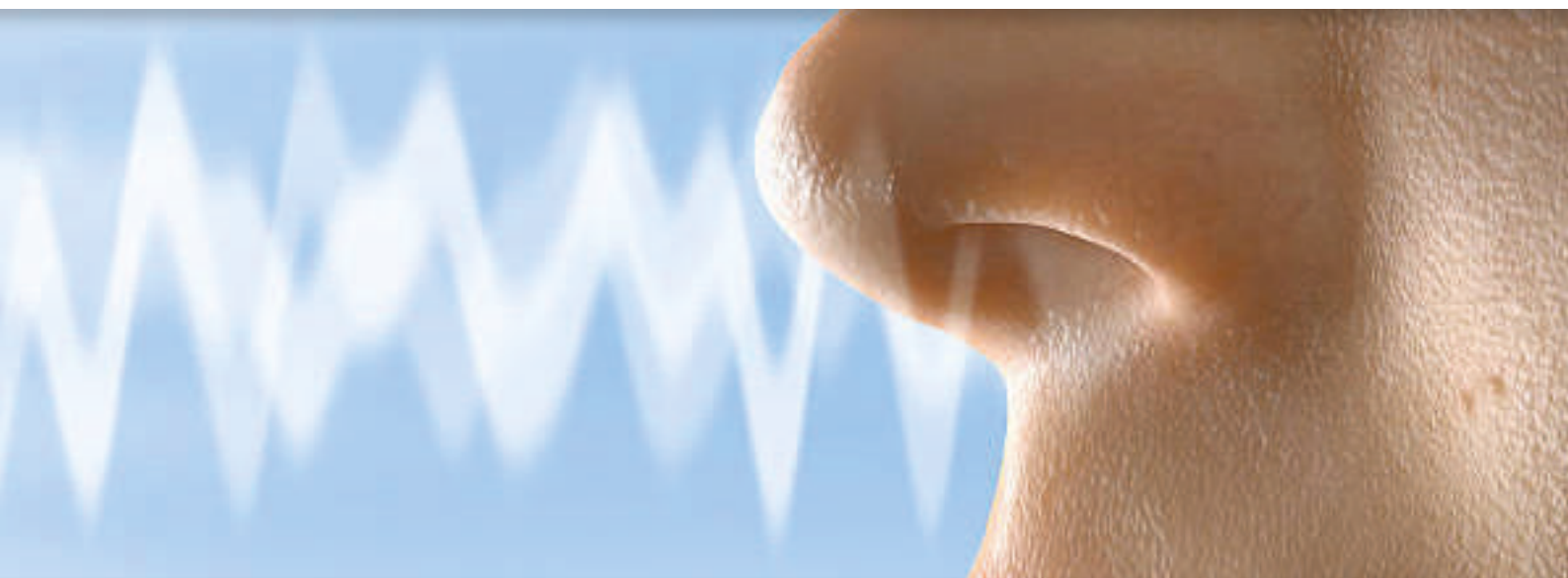


# Emissioni odorigene nella produzione del conglomerato

## Odour emissions during asphalt-mix production



### RIASSUNTO

Vengono riportate le presentazioni della seconda Agorà SITEB, durante Asphaltica 2023, fatte da 5 relatori e dedicate al problema degli odori nella produzione del conglomerato bituminoso. L'intervento di Ravaioli, Direttore di SITEB ha tracciato un quadro generale del problema e delle iniziative dell'Associazione per definirlo e mitigarlo, anche tramite gli accordi con due Università. La relatrice Rivilli del LOD ha poi descritto gli approcci metodologici per la misura degli odori, mentre Sangiorgi (UniBo) ha illustrato il progetto di ricerca SITEB/DICAM. Dugheri (UniFi-Pin) ha spiegato i termini dell'accordo con SITEB e quanto fatto fino ad ora per identificare un finger print olfattivo del conglomerato. Cipriano (RSE) ha messo in luce le attuali criticità della normativa e gli auspicati futuri sviluppi.

### SUMMARY

*During Asphaltica 2023, SITEB has organized an "Agorà" on the problem of odour emissions during asphalt-mix production. Five speakers have analyzed the problem from different points of view. It is important to know that SITEB has signed agreements with two Universities, finalized to the definition of the odour problem and to the method to mitigate it. Mr Ravaioli (SITEB) has introduced the theme and explained the SITEB actions in this field. The methodology aimed at the odour determination have been explained by LOD Director S. Rivilli. Prof Sangiorgi (UniBo) has then reported on its activities related to the SITEB/DICAM protocol. Mr Dugheri (UniFi-PIN) has presented the work carried out by its group and aimed to establish an olfactometric finger print for the asphalt-mix. Finally, Mr Cipriano has underlined the critical state of the present odour standard and regulations.*

## 1. Premessa

La seconda Agorà SITEB di Asphaltica (pure essa molto affollata) si è tenuta il giorno 4 maggio 2023 (Fig. 1). L'argomento delle emissioni odorigene nell'industria del conglomerato bituminoso è di grande interesse per tutta l'industria dell'asfalto e delle costruzioni stradali. SITEB ha intrapreso una coraggiosa e impegnativa iniziativa tendente a chiarire il problema delle emissioni odorigene, con la collaborazione di due Università. All'interno di SITEB, un apposito gruppo di lavoro lavora da tempo su questi temi. È una iniziativa coraggiosa e unica, come metodologia di approccio, a livello internazionale. Il seminario del 4 maggio è servito a fare il punto sull'attuazione (in corso) di questa iniziativa.

## 2. Intervento di Stefano Ravaioli (Direttore di SITEB)

Nel suo intervento Ravaioli ha tracciato un quadro generale del problema, spiegando le fasi della iniziativa SITEB. Preliminarmente ha fatto un quadro della situazione italiana relativamente a rete stradale e struttura dell'industria dell'asfalto, forte di 400 impianti di conglomerato bituminoso, che hanno prodotto, negli anni 2020-2022, oltre 31.000 tonnellate/anno di conglomerato.

Durante la produzione sono percepibili odori caratteristici, dovuti all'emissione di tracce di composti organici volatili. Si sono registrate alcune segnalazioni di molestie olfattive collegate all'attività degli impianti. Nel 2021 SITEB ha costituito un gruppo di lavoro (GdL) denominato Emissioni Odorigini Asfalti. Scopo dell'iniziativa era: 1) avere un quadro cognitivo del problema a livello nazionale; 2) individuare i parametri di riferimento correlati alle emissioni odorigene; 3) delineare gli strumenti per la riduzione degli impatti; 4) redigere un documento tecnico di supporto alla divulgazione delle corrette informazioni sul tema. Già SITEB aveva pubblicato



Fig. 1 La presentazione introduttiva di Stefano Ravaioli

alcuni documenti sul tema, tra cui uno specifico su “Caratterizzazione e contenimento delle emissioni odorigene e atmosferiche”, che hanno costituito il punto di partenza.

Il GdL si articola in tre fasi: 1) Monitoraggio della situazione attuale; 2) Studio di correlazione tra sostanze e odori; 3) Studio delle tecnologie applicabili. Al monitoraggio hanno partecipato 75 impianti (di cui 17 nella Lombardia e 14 nel Veneto) di 16 regioni; trattasi di un campione pari al 20% del mercato. Il monitoraggio è organizzato in 5 fasi: A) Ubicazione e contesto territoriale; B) Caratteristiche dell'impianto; C) Utilizzo del fresato; D) Emissioni e vincoli di legge; D) Emissioni odorigene.

Il monitoraggio (fase A) è stato utile anche per avere una media panoramica sulle caratteristiche e lavorazioni degli impianti; è stato fatto con apposite schede. Il 73% degli impianti è situato in

aree produttive o industriali; il 27% è in aree con diversa destinazione (agricole, parchi, ecc.); il 19% è in prossimità di un centro abitato; 40 impianti su 75 hanno un ricettore sensibile a circa 300 m. La potenzialità oraria è mediamente 170 t/ora, mentre l'alimentazione è varia: olio BTZ (47%), metano (48%), GPL (5%). Il 32% è dotato di pannellature e tamponamenti completi; due sono all'interno di strutture prefabbricate.

Relativamente al fresato/granulato, la media nazionale di ri-utilizzo è del 30%. Nel presente caso, il 55% degli interpellati utilizza un quantitativo compreso tra il 20% e il 30%; il 19% dichiara un utilizzo tra il 30 e il 40%; il 6% si spinge oltre il 40%. Un deposito coperto del fresato è disponibile presso il 26% degli interpellati. Il 65% inserisce il fresato nell'anello di riciclaggio, il 36% usa il nastro a freddo nel mescolatore e il 18% usa un elevatore a caldo.

Relativamente a emissioni e limiti di legge (fase D) esiste una obiettiva difficoltà in quanto le varie Regioni hanno un comportamento difforme e impongono limiti differenti (e talvolta assurdi): COT tra 18 e 150; NOx tra 200 e 1000; SOx tra 8 e 1.700; CO tra 10 e 3.000; polveri < 20mg/Nmc; IPA < 0,1 mg/Nmc. Il 47 degli impianti interpellati sono dotati di sistemi di captazione aggiuntivi, oltre al normale filtro a maniche (es. carboni attivi e condensazione vapori).

La difformità dei dati e l'assenza di criteri e metodi di prelievo omogenei rendono difficile, se non impossibile, qualsiasi riscontro e anche l'individuazione di un valore medio di unità olfattometrica da suggerire o imporre. In pratica le variabili in gioco sono molte, anche non considerando le pur fondamentali diverse condizioni meteo-ambientali. È certo comunque che lavorando a basse temperature, con ridotte quantità di fresato (asciutto!). Le emissioni odorigene sono più basse. Per individuare valori più plausibili è indispensabile fare un rileva-

mento più significativo sulla base di un protocollo. Allo scopo è stata predisposta una scheda (Fig. 2) per le misure di olfattometria dinamica (EN 13725).

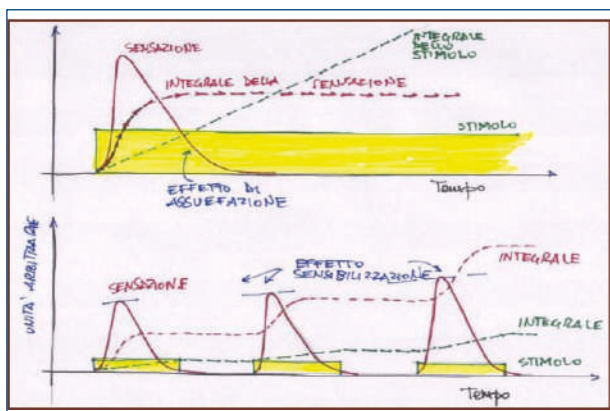
Fig. 2 Scheda protocollo SITEB per le misure di olfattometria dinamica

### 3. Intervento di Silvia Rivilli (Direttore Laboratorio Olfattometria Dinamica LOD)

Silvia Rivilli (Fig. 3) ha illustrato gli approcci metodologici per la quantificazione dell'impatto olfattivo, partendo dalla considerazione che la misura oggettiva della concentrazione di odore è possibile



Fig. 2 La presentazione di Silvia Rivilli (LOD)



**Fig. 4** Caratteristiche della percezione olfattiva delle persone

e relativamente semplice: esistono infatti metodi tecnici normati sia all'emissione che all'immissione (in ricaduta, sul territorio).

L'odore è il primo segnale di un ambiente inquinato. Nel Testo Unico non esiste una definizione di odore, è solo stato inserito l'art. 272 bis con il D. Lgs.n° 183 del 15.11.2017, che però definisce solo l'inquinamento atmosferico, il quale costituisce una modifica dell'aria atmosferica tale da ledere (o da costituire un pericolo) la salute, compromettendo gli usi legittimi dell'ambiente. Non esiste una correlazione lineare tra concentrazione e intensità dell'odore: ad un picco di sensazione subentra, col tempo, l'assuefazione; a vari picchi subentra un effetto di sensibilizzazione (**Fig. 4**). Il cervello ha una certa influenza sulla percezione olfattiva.

### Misura oggettiva dell'odore

La misura della concentrazione dell'odore è possibile. Le analisi chimiche, anche se permettono di identificare determinati composti chimici e la loro concentrazione, non sono in grado di fornire una corretta correlazione con la concentrazione di odore; le criticità sono dovute a effetti di sinergia/mascheramento e alle soglie di rivelabilità (spesso le sostanze odorogene sono in concentrazioni non rilevabili).

La misura dell'odore è normata dalla UNI EN 13725 del 2022 (standard per la misurazione dell'odore). Il parametro ouE/mc è la quantità di odorante in un mc di gas neutro che provoca una risposta fisiologica (soglia di rilevazione) equivalente a quella provocata da un EROM (123 µg di n-butanolo) in un mc di gas neutro. I campioni di odore possono essere prelevati in qualsiasi tipologia di impianto e da qualsiasi sorgente emissiva, tramite apposite sacche di plastica o altri mezzi.

Dall'analisi olfattometrica, fatta da un panel di "fiutatori" si ottiene un numero che esprime la concentrazione di odore; esso indica quante volte si è dovuto diluire il campione per arrivare alla soglia di percezione: C od (ouE/mc).

Questo valore, moltiplicato per la portata oraria, dà la portata di odore in Nmc/h. Questa tecnica è riconosciuta a livello scientifico e normativo e sfrutta la sensibilità olfattiva degli esaminatori, più elevata di molti strumenti chimici; essa inoltre è un possibile input per la modellistica della dispersione e per l'addestramento dei nasi elettronici (IOMS). Gli svantaggi sono che essa serve per misure istantanee e consente solo di quantificare, ma non di qualificare l'odore; inoltre, misura l'emissione e non l'immissione (ricaduta).

Il naso elettronico (IOMS, Instrumental Odour Monitoring System) si basa su sensori capaci di riconoscere determinati odori (una volta "appresi" dallo strumento) e di ricondurli all'impianto che li provoca; in pratica, lavora come il sistema olfattivo umano. Non fa una analisi chimica della miscela analizzata, ma restituisce la sua impronta olfattiva. Esistono diversi tipi, che usano diversi sensori. Il naso elettronico rileva la presenza di odore e consente di realizzare analisi in continuo; inoltre, se correttamente addestrato, consente il riconoscimento e l'attribuzione dell'odore a una sorgente. Si tratta però di uno strumento molto complesso per

cui non esiste un iter normato per l'addestramento e per la successiva elaborazione dei dati.

### Dispersione e accettabilità

I modelli di dispersione servono poi a capire fin dove arriva l'impatto olfattivo; i programmi simulano l'emissione di sostanze inquinanti, utilizzando uno stato di fatto più uno predittivo. Si considerano piccoli pacchetti (puff) indipendenti dagli altri e liberi di diffondersi e di essere trasportati dal vento. Occorre disporre di un archivio meteo, della cartografia e dei campi di vento. Il riferimento è il DGR e LG regioni/ARPA. È questa l'unica tecnica per la valutazione predittiva di uno stabilimento, in grado di valutare la dispersione dell'odore su un territorio vasto e con diverse frequenze temporali. Si tratta però di una simulazione matematica che si basa su dati misurati e sulla capacità di un operatore, per cui è impossibile calcolare in modo certo l'incertezza dei risultati. Inoltre, il metodo non è normato per le misure odorigene.

Relativamente alla gestione delle segnalazioni. Il contributo della popolazione residente è fondamentale per l'accettabilità di un impianto sul territorio. Il problema è far sì che il contributo sia effettivamente proficuo ed esuli da condizionamenti psicologici, politici e di altra natura (Fig. 5). Esistono APP, tipo Geonose, a disposizione dei Comuni per ricevere le segnalazioni dei residenti, che valutano se l'intensità di odore è nulla, bassa, media o intensa. Con un costo praticamente nullo, tali APP creano un utile effetto psicologico, in quanto i cittadini si sentono coinvolti. Gli svantaggi derivano dal fatto che i dati ottenuti (occorre tempo) sono poco stabili e non scientifici. Geonose può essere proficuamente utilizzato anche nell'ambito di un monitoraggio del territorio, mediante esaminatori selezionati e addestrati. Il territorio è suddiviso in riquadri, tracciando una griglia con punti in cui si recano i segnalatori



Fig. 5 Il contributo della popolazione è spesso emotivo e non proficuo

per le rilevazioni. Si può così ottenere una mappa di esposizione agli odori, riconoscibili su un'area selezionata.

Riguardo la valutazione dell'accettabilità dell'impatto olfattivo causato da un qualsiasi impianto, è possibile fare riferimento alla linea guida tedesca "GIRL", Geruchsimmission-Richtlinie del 13 maggio 1998 sulle immissioni di odore (LAI, 2000), che stabilisce al 10% il limite di accettabilità di "ore di odore" all'anno che possono essere percepite dalla popolazione limitrofa, nel caso di zona residenziale o mista, mentre tale limite è fissato al 15% per zone industriali o agricole. I vantaggi sono la determinazione diretta dell'impatto olfattivo in termini di frequenza e la valutazione dell'immissione di un odore. Gli svantaggi derivano dalle difficoltà logistiche, dal costo elevato, dalla mancanza di valori nazionali di riferimento e dalla formazione di un pannello adeguato.



Fig. 6 Impianto tipico di produzione del CB

#### 4. Intervento di Cesare Sangiorgi (DICAM, Università di Bologna)

Il Prof Sangiorgi ha illustrato il progetto SITEB/DICAM sulle emissioni odorigene dei conglomerati bituminosi, focalizzando l'intervento sulle modalità esecutive e sui primi risultati raggiunti. Occorre chiarire che l'odore non è strettamente e univocamente correlabile alla presenza di sostanze tossiche. È un tono edonico (si pensi all'odore del pane o di un fiore). L'olfattometria dinamica (UNI EN 13725) è oggi l'unica metodologia accettata a livello internazionale per misurare l'impatto odorigeno, in termini di concentrazioni espresse come unità odorimetriche al metro cubo (OUE/mc). Va detto che tali unità hanno una tolleranza del 30%. La Regione Lombardia è la sola che ha fissato dei limiti alle emissioni odorigene, pari a 300 ouE/mc per gli impianti di compost. Tale limite è difficilmente applicabile agli impianti che trattano bitumi e conglomerati; un recente studio dell'Istituto Mario Negri,

fatto su 47 impianti di conglomerato bituminoso in Italia, indica un valore medio di 2500 uoE/mc, ottenuto da dati estremamente variabili, nell'intervallo 200-37.000.

#### Programma sperimentale

Il primo obiettivo del programma sperimentale era il campionamento degli odori in impianti produttivi di conglomerato, operanti in varie condizioni, determinando le unità odorimetriche medie emesse al camino. Il secondo obiettivo era la definizione e validazione di una procedura di campionamento delle emissioni odorigene emesse da conglomerati bituminosi (CB), sfruttando il volume d'aria interno a un forno standard.

I prelievi di odore degli impianti e dei vari CB (e loro costituenti) sono stati effettuati in 5 impianti, in Piemonte, Emilia e Trentino-Alto Adige. Gli impianti e le miscele CB differivano per vari aspetti e parametri funzionali.

| N° campione MISCELA | Tipo MISCELA (usura/base/binder...) | N° campione ODORE | Ora prelievo ODORE | T °C ambiente | % BITUME aggiunto * | % tot RAP | % RAP caldo (anello/tamburo) | % RAP Freddo (Mixer) | T °C Aggregati (out dryer) | T °C CB prodotto (out mixer) | Scarico camion SI/NO | Captaz. fumi ON/OFF | OUe/m <sup>3</sup> |
|---------------------|-------------------------------------|-------------------|--------------------|---------------|---------------------|-----------|------------------------------|----------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| 1                   | BINDER                              | 1                 | 10:49              | 31,2          | 3,8                 | 30        | 15                           | 15                   | 210                        | 171                          | NO                   | OFF                 | 7100               |
| 1                   | BINDER                              | 2                 | 10:50              | 31,2          | 3,8                 | 30        | 15                           | 15                   | 210                        | 168                          | NO                   | OFF                 | 9400               |
| 1                   | BINDER                              | 3                 | 10:53              | 31,2          | 3,8                 | 30        | 15                           | 15                   | 208                        | 167                          | NO                   | OFF                 | 9700               |
| 1                   | BINDER                              | 4                 | 11:00              | 31,2          | 3,8                 | 30        | 15                           | 15                   | 210                        | 164                          | NO                   | OFF                 | 8000               |
| 2                   | USURA                               | 5                 | 15:00              | 32,9          | 4,5                 | 30        | 15                           | 15                   | 200                        | 162                          | NO                   | OFF                 | 4800               |
| 2                   | USURA                               | 6                 | 15:01              | 32,9          | 4,5                 | 30        | 15                           | 15                   | 200                        | 160                          | NO                   | OFF                 | 3900               |
| 2                   | USURA                               | 7                 | 15:04              | 32,9          | 4,5                 | 30        | 15                           | 15                   | 206                        | 163                          | NO                   | OFF                 | 3200               |
| 2                   | USURA                               | 8                 | 15:05              | 32,9          | 4,5                 | 30        | 15                           | 15                   | 206                        | 162                          | NO                   | OFF                 | 4100               |

\* Il contenuto di legante aggiunto è riferito alla miscela.

Tab. 1 Risultati del campionamento su un impianto

### Campionamento odori in impianto

I punti di uscita delle emissioni odorigene di un impianto (Fig. 6) sono il camino, il mescolatore, il bruciatore, lo scarico sui camion. Aumentando gli schermi presenti nell'impianto (quali cofanatura e tunnel di scarico del camion) e migliorando i sistemi di aspirazione, si riducono le emissioni diffuse, ma aumentano le emissioni convogliate al camino. I campioni di aria sono stati prelevati al camino compilando apposite schede contenenti le caratteristiche dell'impianto e del prelievo, le condizioni atmosferiche, le caratteristiche del bitume e del CB (con o senza fresato). Esempi dei risultati sono riportati in Tabella 1. Le unità odorimetriche misurate nei

5 impianti sono molto variabili. Il grafico di Fig. 7 mostra che le misure variano in base al tipo di impianto, al CB prodotto, alla tipologia dei materiali costituenti, al contenuto di granulato, alla modalità di inserimento del granulato.

La media delle misure è di poco superiore alle 4.000 uoE/mc. Le misure contengono picchi connessi a specifici sistemi di aspirazione che convogliano le emissioni diffuse al camino. L'aumento del contenuto di granulato di CB (fresato), se da un lato riduce l'impatto ambientale dovuto alla produzione degli stessi conglomerati, dall'altro aumenta le emissioni odorigene al camino. Escludendo specifici sistemi di aspirazione (non frequenti oggi negli

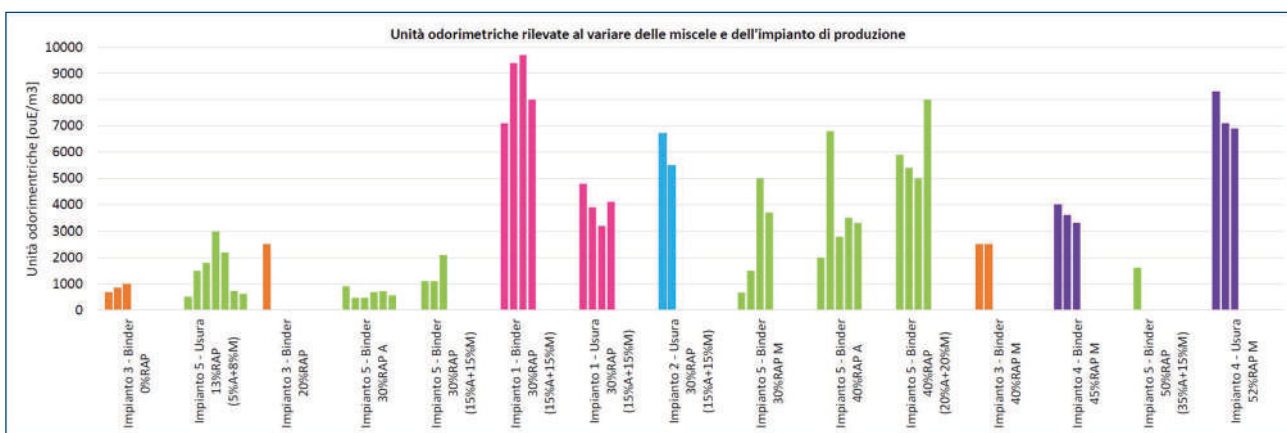
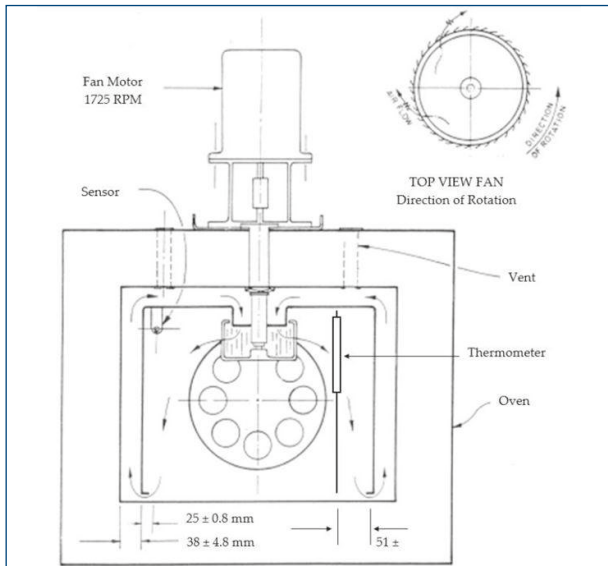


Fig. 7 Risultati del campionamento in impianto



**Fig. 8** Schema funzionale del forno per la prova di rolling thin film

impianti italiani), la media delle misure in impianto scende a circa 3900 uoE/mc, che comunque è oltre 10 volte il valore imposto in Lombardia per gli impianti di compostaggio. In generale le unità odorimetriche aumentano quando si introduce il fresato al mescolatore, rispetto all’anello.

**Prelievo odori in laboratorio: definizione della modalità operativa**

Per “produrre” odori in laboratorio a partire dal CB e dai materiali ad esso collegati, si è pensato di utilizzare il Rolling Thin Film Oven e cioè una apparecchiatura convenzionale con procedure già standardizzate (**Fig. 8**). La procedura è stata adattata allo scopo presente, mantenendo i bicchieri con i campioni a 163°C e campionando l’odore dopo 15 minuti, attraverso il vent (sfiato) superiore, dopo aver spento la ventola del forno. L’incremento delle emissioni odorigene correlato all’aumento del fresato nel CB è confermato anche dai prelievi fatti in laboratorio. Il confronto tra misurazioni di laboratorio e in impianto sembra fattibile a grandi linee, ma necessita di ulteriori approfondimenti. Il preliminare

studio di campionamento degli odori in laboratorio è risultato essere efficace per la determinazione degli odori, soprattutto tra i materiali costituenti. Sebbene siano necessari ulteriori approfondimenti per validare la procedura e le quantità di materiali da sottoporre a test, il sistema proposto potrebbe rappresentare un metodo aggiuntivo per ottimizzare la ricetta del CB e la scelta dei costituenti.

**4. Intervento di Stefano Dugheri (Università di Firenze/Polo Università Città di Prato)**

Nell’ottobre 2022 è stato firmato un importante accordo di ricerca denominato FIN.E.ODOR, finanziato da SITEB, coinvolgendo i ricercatori dell’Università di Firenze (Medicina del Lavoro) e PIN (Polo Universitario Città di Prato) sul tema delle emissioni odorigene relative ad impianti di produzione di conglomerati e membrane bituminose; in particolare, la

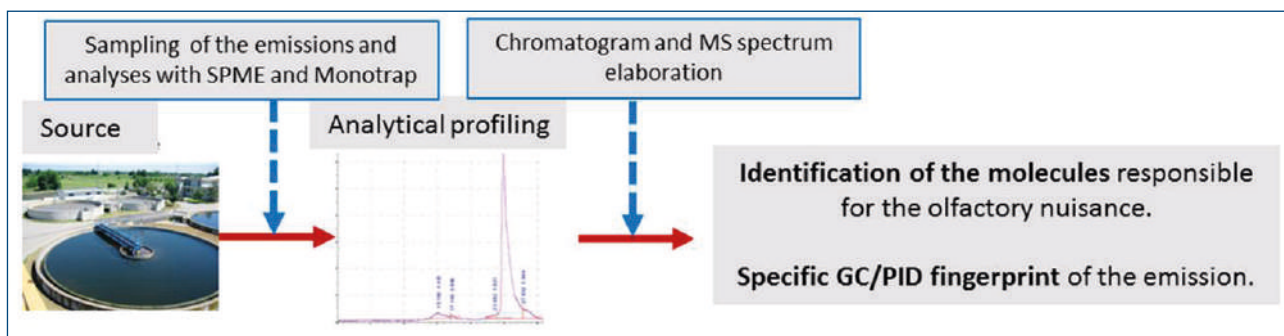


**Progetto di Ricerca FIN.E.ODOR. al via**

Firmato il 6 – Ottobre – 2022, presso la sede del PIN (Polo Universitario Tecnologico Città di Prato), un importante accordo di ricerca denominato FIN.E.ODOR, che vedrà SITEB strettamente impegnato con i ricercatori dell’Università di Firenze (Medicina del Lavoro) e del PIN sul tema delle emissioni odorigene relative ad impianti di produzione di conglomerati e membrane bituminose. Il progetto di ricerca avrà una durata di 12 mesi durante i quali i ricercatori piezzeranno nasi elettronici presso un certo numero di impianti, invieranno capsule VIAL a tutti gli associati che vorranno collaborare, analizzeranno i dati per arrivare alla definizione di un fingerprint olfattivo di riferimento e elaboreranno modelli matematici di ricaduta.

**Fig. 9** Il Presidente Turrini e il Direttore Ravaoli di SITEB alla firma del contratto con UniFI e PIN



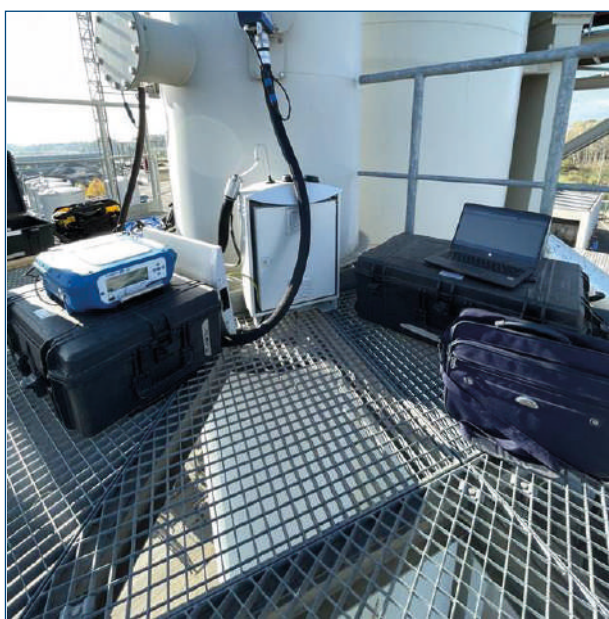


**Fig. 10** Lo schema di campionamento e analisi

cooperazione tendeva ad arrivare alla definizione di un finger-print olfattivo di riferimento (**Fig. 9**). L'ambizioso progetto comprende 5 fasi, sotto illustrate.

### Le fasi del progetto

**Fase 1.** Consiste nella creazione del profilo analitico della molestia olfattiva mediante tecniche analitiche dette di secondo livello, come gascromatografia (GC) accoppiata allo spettrometro di massa (MS) e rivelatori PID a fotoionizzazione e PFPD, per identificare le molecole responsabili della molestia



**Fig. 11** Il GC Pyxis, portatile e carrier-gas-free

olfattiva. Il campionamento viene fatto con dispositivi SPME, SPME-Arrow e MonoTrap (**Fig. 10**).

**Fase 2.** Il profilo analitico ottenuto nella fase 1 con strumentazione di secondo livello viene usato per "l'addestramento" di uno strumento definito "di primo livello" (PyxisGC di Pollution) costituito da una apparecchiatura con tecnologia MEMS, accoppiata a un PID. PyxisGC è un gascromatografo "carrier-gas-free" che permette il monitoraggio remoto di BTEX (benzene, toluene, etil-benzene e xileni). Tale strumento è trasportabile, robusto, alimentato a batteria e con controllo remoto (**Fig. 11**).

**Fase 3.** Vengono registrate le correlazioni tra i valori di concentrazione delle sostanze (identificate nella Fase 1) e le risultanze dello strumento di primo livello, con le Unità Odorimetriche (UO). Questa correlazione viene poi utilizzata per trasformare la risposta di PyxisGC in UO. Tramite questa correlazione, lo strumento di primo livello sarà in grado di fornire in continuo una stima del disturbo, espressa direttamente in UO.

**Fase 4.** Lo strumento di primo livello viene posizionato dove serve. Viene controllata la capacità dello strumento di stimare il contributo della sorgente in esame sul disturbo odorigeno complessivo, essendo probabile la presenza di altri composti provenienti da fonti diverse.

**Fase 5.** Esposomica e monitoraggio mediante il dispositivo MonoTrap, nella sua versione indossabile

che verrà distribuita ai recettori e alla popolazione, in prossimità della sorgente, per valutare il valore di concentrazione delle molecole potenzialmente responsabili della molestia olfattiva (approccio esposimetrico) (Fig. 12).



Fig. 12 Monitoraggio mediante dispositivo indossabile MonoTrap

### Finger print odorigeno del conglomerato bituminoso

Il sistema Pixis è stato “addestrato” con il profilo odorigeno del bitume, ponendo il bitume e il conglomerato, scaldati a 180°C, in prossimità del condotto di ingresso-campioni. Ne risultano tracciati GC-MS con picchi caratteristici. Si è poi installato il sistema Pyxis in prossimità dell’area di scarico del conglomerato dell’impianto. Un Pyxis è stato usato anche per rilevare e circoscrivere in tempo reale eventuali molestie olfattive percepite dai recettori insistenti nell’area di interesse (Fig. 13), affiancando al profilo caratteristico della sorgente di emissione, la misura delle unità olfattometriche. La curva di Fig. 14 sovrappone le curve del conglomerato (laboratorio) con il profilo dell’emissione diffusa: almeno tre picchi sono comuni.

Per caratterizzare il fondo odorigeno in sito, è stato installato Pyxis e fatte analisi olfattometriche dinamiche a spot, al fine di definire la soglia di odore



Fig. 13 Pyxis posizionato presso un potenziale ricettore

sito-specifica che non è avvertita come molestia olfattiva. La curva di Fig. 15 mostra i picchi caratteristici identificati. È stata fatta poi una elaborazione matematica delle dinamiche cromatografiche.

I picchi scelti come traccianti per l’identificazione degli odori provenienti dal conglomerato (*finger print*) sono il benzene, il toluene, l’etilbenzene e lo

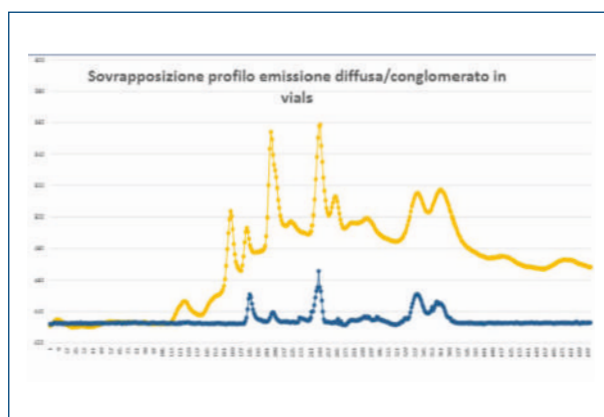
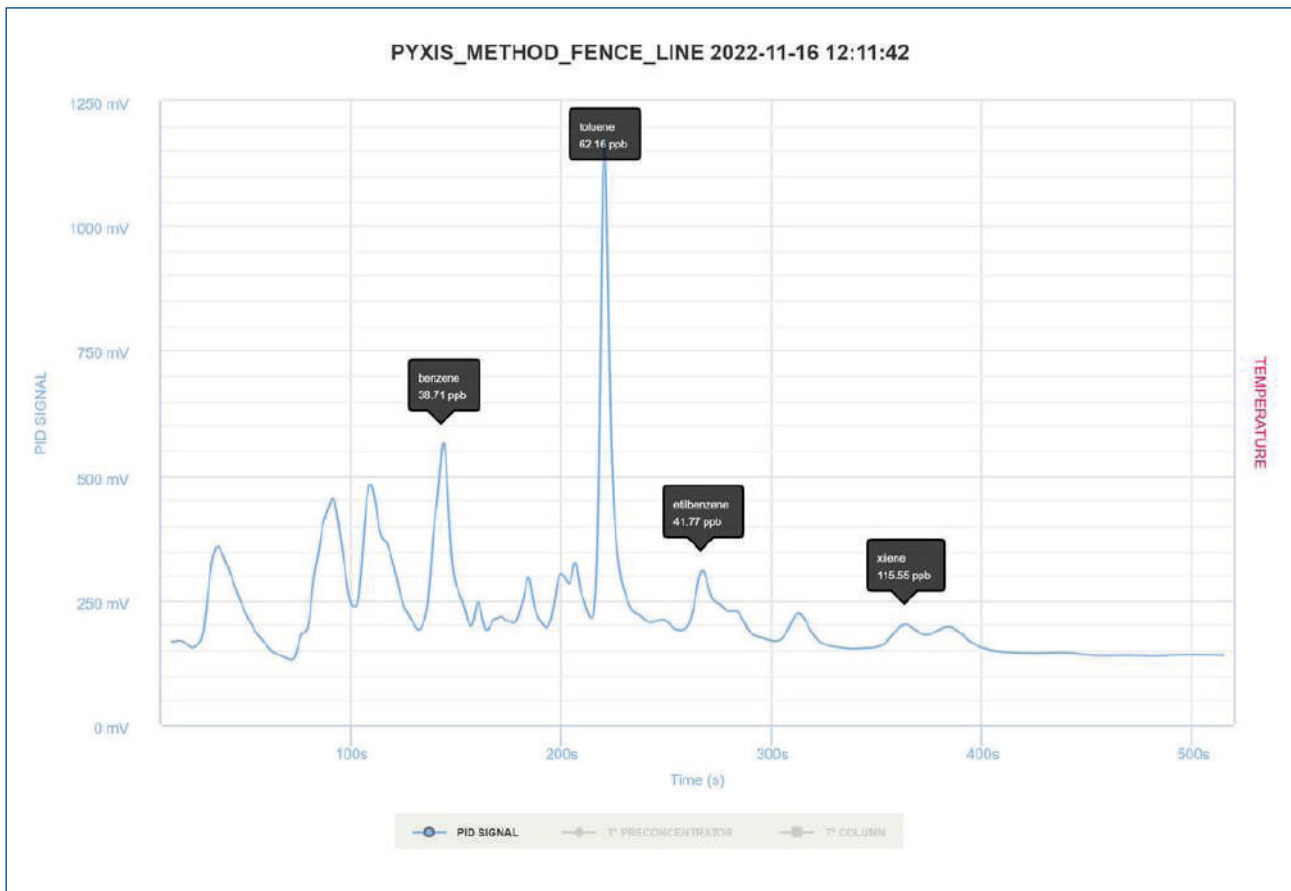


Fig. 14 Sovrapposizione della curva ottenuta da Pyxis con quella di emissione del conglomerato fatta in laboratorio



**Fig. 4** Grafico GC-MS con identificazione dei picchi di benzene, toluene (picco maggiore), etilbenzene e xilene. Le concentrazioni sono di poche decine di ppb (parti per miliardo)

xilene, rilevabili tramite Pyxis. Ulteriori validazioni serviranno a confermare questi risultati.

### **Intervento di Domenico Cipriano (RSE - Dip. Sviluppo Sostenibile e Fonti Energia)**

L'odore è una materia molto complessa ed estesa, che va dalla ricerca di malattie alla determinazione della qualità dei vini. In questo caso è fondamentale ridurre il perimetro di quello che si va ad affrontare, per evitare fraintendimenti. Si devono comunque considerare alcuni aspetti, soprattutto il diritto dei cittadini a non essere infastiditi e il diritto degli impianti a lavorare. Si deve andare oltre

la contrapposizione salute-ricchezza, conciliando ambiente, salute e attività produttive, combattendo da una parte la "tentazione" degli impianti a inquinare e dall'altra la sindrome NIMBY (nulla nel mio giardino, ovvero vicino a me).

Occorre rimarcare alcuni concetti che non sono nella normativa attuale. La definizione va meglio specificata, parlando di "molestia olfattiva prodotta da ambito industriale", molestia che provoca una alterazione della qualità dell'aria di natura non tossica o irritante, ma percepibile. Si assume che l'odore non abbia effetti tossici, altrimenti si applicano le leggi sull'inquinamento dell'aria. Il Italia il principale riferimento per le molestie odorigene è il

Dispositivo dell'art. 272 bis del Codice dell'ambiente, Parte quinta, Titolo 1.

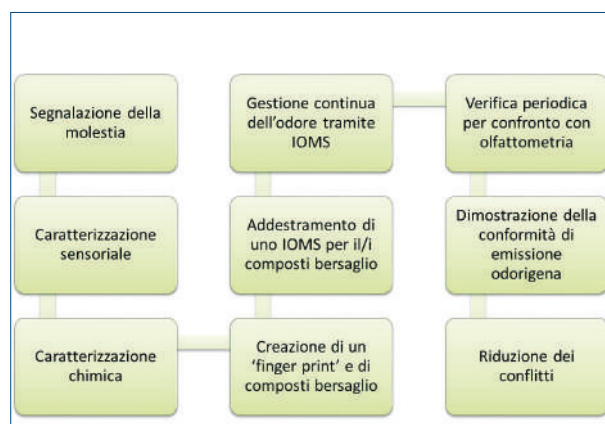
Art.1: la normativa regionale può prevedere misure per la prevenzione e la limitazione delle emissioni odorigene degli stabilimenti, con potere di stabilire valori limite più severi per le emissioni odorigene (in mg/Nmc), con le modalità previste all'art. 271, inclusa la prescrizione di piani di contenimento. Le portate massime e le concentrazioni di emissioni odorigene vengono espresse in unità odorimetriche (ouE/mc o ouE/s). Le principali norme tecniche in essere o allo studio sulla valutazione delle molestie olfattive sono:

- » P2520.1 (USA)-Standard for Baseline Performance for Odour Analysis Devices Systems
- » UNI 11761: 2019 (Italia)-Emissioni e qualità dell'aria: Determinazione degli odori tramite IOMS (naso elettronico)
- » CEN/TC 264/WG 41 (EU)-Emissions and ambient air: Instrumental odour monitoring
- » UNI EN 13725: 2022 (Italia)-Emissioni da sorgente fissa: Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica e determinazione della portata di odore.

Quest'ultima norma è di fatto obbligatoria, ma presenta molte carenze; ad esempio, per questa norma i panettieri e pasticceri sono fuori legge, perché non si parla di odori buoni o cattivi, ma solo di odore. I limiti di queste soluzioni (legali e tecniche) sono: 1) non c'è la possibilità di distinguere la natura della molestia (fogna, bruciato, solventi, brioches, ecc.); 2) non è chiaro il fatto che la gestione "sanitaria" della qualità dell'aria NON è di competenza degli odori; 3) non c'è un metodo per validare le rimostranze dei cittadini e cercare possibili cause (carattere edonico); 4) non esiste il concetto di "fondo odorigeno pre-esistente". Una proposta di gestione e risoluzione dei problemi è mostrata in **Fig.16**. La

segnalazione da parte dei cittadini va verificata; la prima verifica è sensoriale. Se la segnalazione è verificata e c'è l'indicazione del tipo di puzza, si mettono in atto misure mirate per definire il problema e le cause. Si usa poi uno IOMS tarato sui composti bersaglio, per verificare la gravità del problema e imporre ( e verificare) le misure di mitigazione. Non potendo escludere la verifica sensoriale, questa si fa periodicamente con la unica norma di riferimento (che si spera venga aggiunta).

Il relatore mostra esempi di curve (GC) di corrispondenza tra misure di qualità dell'aria ed emissioni, a dimostrazione che è possibile tracciare quello che un impianto emette; occorre fare attenzione al fatto che non c'è una completa corrispondenza, perché in aria ci sono sostanze non emesse dall'impianto (e viceversa). Negli spettri ci sono almeno 50 picchi diversi, per cui trovarne 5 di riferimento potrebbe essere una buona indicazione di *finger print* (se i picchi ci sono, derivano dall'impianto). Cosa manca da fare? Manca una corrispondenza puntuale con le analisi olfattometriche. In conclusione, con l'utilizzo di nasi elettronici e di opportuni *finger print*, è possibile pensare a monitoraggi di lungo periodo, capaci di garantire i diritti della cittadinanza, la salubrità e la redditività degli impianti.



**Fig. 16** Proposta di gestione dei problemi di molestia odorigena