

## Un'indagine a tutto campo sui fenomeni odorigeni a Terni

Caterina Austeri

*L'indagine olfattometrica sulla Conca Ternana ha studiato le attività produttive maggiormente significative in termini di pressioni ambientali*

Quello dei cattivi odori di origine industriale che, soprattutto nelle notti estive, si manifestano nella città di Terni è un problema annoso molto sentito dalla popolazione locale e chiama in causa un elemento particolarmente delicato del difficile equilibrio fra contesto urbano e sviluppo industriale. Dopo una prima campagna di monitoraggio della qualità dell'aria nelle zone della città in cui si erano verificate le situazioni di maggior disagio, che, però, non ha registrato significativi risultati, per fornire un'adeguata risposta al problema Arpa Umbria ha messo in campo negli ultimi due anni una strategia più mirata e complessa, che ha portato nel 2009 alla realizzazione di un'indagine olfattometrica e, l'anno successivo, ad una seconda indagine di carattere chimico e tossicologico. Per la realizzazione dello studio, l'Agenzia si è rivolta al Laboratorio Olfattometrico del Politecnico di Milano – struttura di riferimento in Italia per tutto ciò che concerne l'analisi dei fenomeni odorigeni – elaborando con essa un progetto che ha consentito di fornire risposte adeguate alla popolazione, offrendo al contempo all'Agenzia la possibilità di arricchire il proprio bagaglio tecnico di conoscenza sul fenomeno, rafforzandone il ruolo di supporto nell'individuazione delle più opportune azioni di contenimento e abbattimento delle emissioni odorigene degli impianti produttivi, da proporre in sede istruttoria nel rilascio delle autorizzazioni industriali. L'indagine ha avuto avvio con l'esame delle maggiori attività produttive presenti nella Conca Ternana, valutando l'apporto di ciascuna di esse in termini di emissioni odorigene, ed ha permesso di individuare le principali sorgenti negli stabilimenti ThyssenKrupp, Treofan, Terni En.A., A.S.M. e nel depuratore di reflui urbani comunale; attraverso l'applicazione di un modello matematico di dispersione atmosferica, ha quindi mostrato come queste emissioni ricadono sui recettori a livello del suolo. Successivamente, è stato approfondito l'aspetto relativo alla compo-

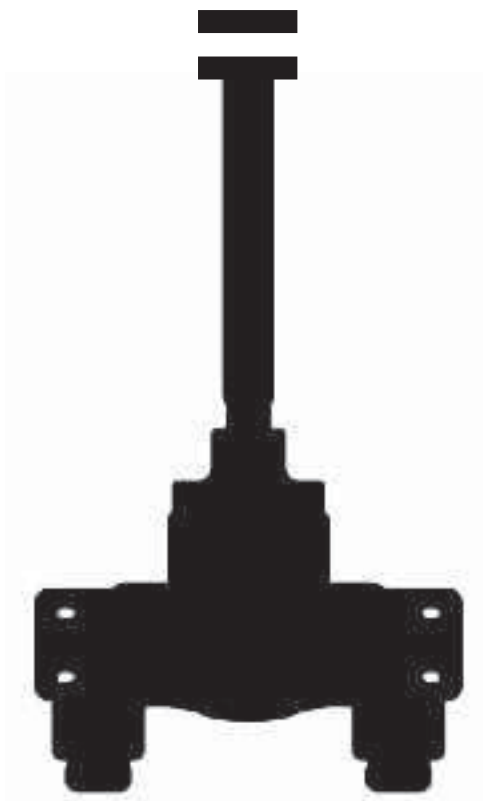
sizione chimica delle emissioni odorigene, caratterizzandole anche in base alla loro tossicità, con il supporto dell'Istituto "Mario Negri"; anche questa seconda indagine ha previsto l'applicazione di un modello per la simulazione della dispersione atmosferica delle sostanze odorigene ad effetto tossico, basata sull'indice di rischio (HI, Hazard Index). Lo studio ha mostrato come la ricaduta delle emissioni odorigene delle attività industriali sul territorio della Conca Ternana dia luogo a livelli massimi di HI al suolo di oltre un ordine di grandezza più bassi rispetto al valore critico, pertanto la tossicità associata agli odori risulta essere inferiore a quella che si pensa possa comportare rischi per le persone esposte.

### L'INDAGINE OLFATTOMETRICA

La prima indagine olfattometrica sulla Conca Ternana è stata svolta nel 2009, in collaborazione con il Politecnico di Milano - Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "Giulio Natta", ed in particolare con il Laboratorio Olfattometrico.

#### *L'olfattometria dinamica*

*La misura olfattometrica si basa sull'identificazione della cosiddetta "soglia di odore" da parte di un gruppo selezionato di soggetti utilizzati come annusatori (panel); per soglia di odore si intende quella condizione di diluizione del campione tale che almeno il 50% dei panelist ne percepisce l'odore. La concentrazione di odore di un campione, misurata in unità odorimetriche al metro cubo ( $ou_e/m^3$ ), in pratica viene valutata diluendo inizialmente il campione con aria esente da odore (aria "neutra"), quindi sottoponendolo a progressive concentrazioni secondo rapporti noti campione/aria neutra: il rapporto di diluizione per cui si raggiunge la soglia di odore rappresenta la concentrazione di odore del campione. Ad esempio, se il rapporto di diluizione per cui un campione raggiunge la soglia di odore è pari a 1:2.000, cioè il 50% dei panelist percepisce*



*L'odore del campione quando questo è diluito in aria neutra 2.000 volte, allora la concentrazione di odore associata a quel campione sarà di 2.000 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>. Lo strumento utilizzato per la determinazione della concentrazione di odore è l'olfattometro, che consente la diluizione del campione secondo rapporti noti, la presentazione del campione ai panelist e la registrazione delle risposte. La Norma EN 13725:2003, recepita in Italia come UNI EN 13725:2004, "Qualità dell'aria - Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica", definisce e standardizza le procedure ed il metodo di analisi, rendendo la misura olfattometrica un metodo affidabile e consolidato.*

L'indagine ha preso in considerazione le attività produttive della zona maggiormente significative in termini di pressione ambientale ed ha avuto avvio con l'esecuzione di tavoli tecnici aziendali e di sopralluoghi presso gli impianti, finalizzati all'analisi dei cicli produttivi e delle materie prime/prodotti lavorati, per l'identificazione delle possibili sorgenti di odore e, quindi, alla definizione delle emissioni da campionare. Gli stabilimenti coinvolti sono stati raggruppati in tre poli a collocazione geografica omogenea (Fig. 1):

(a) Polo siderurgico, collocato a Est rispetto al centro città: stabilimento ThyssenKrupp - Acciai Speciali Terni, in particolare l'area Acciaieria (produzione di acciaio con forni elettrici) e area PIX (laminazione a freddo, ricottura, trattamenti superficiali di coils in acciaio inossidabile, ecc.); impianto di gestione delle scorie di acciaieria ILSERV; depuratori IDAPIX e SIDA di TKL-AST.

(b) Polo chimico, collocato a Sud-Ovest rispetto al centro città: stabilimenti Basell (produzione di polipropilene), Meraklon, Meraklon Yarn e Treofan (lavorazione del polipropilene), Novamont (produzione di polimero termoplastico biodegradabile); depuratore consortile Polymer, a servizio degli impianti del polo chimico.

Figura 1 - Localizzazione degli impianti coinvolti nell'indagine olfattometrica



(c) Polo energetico e dei rifiuti, collocato a Nord-Ovest rispetto al centro città: impianto di trasferimento e selezione dei Rifiuti Solidi Urbani di A.S.M., impianti di coincenerimento Printer e Terni En.A., depuratore comunale di reflui civili "Terni 1" gestito da A.S.M.; mattatoio comunale (situato in prossimità del centro città), gestito da Butcher Service S.r.l.

Identificate le possibili sorgenti di odore, nel giugno 2009 ha avuto inizio la fase di campionamento.

### I rilievi olfattometrici

I campionamenti di effluente gassoso, secondo i criteri dell'olfattometria, si distinguono in tre tipologie, in funzione delle caratteristiche della sorgente emissiva da campionare:

- 1) Sorgenti puntuali, in cui l'emissione avviene attraverso un camino: per il campionamento dell'effluente gassoso viene impiegata una pompa a depressione meccanica che fa fluire il gas da campionare all'interno di una sacca di raccolta (bag);
- 2) Sorgenti areali, quali, ad esempio, vasche dei depuratori o cumuli di rifiuti: non essendo in questo caso presente un flusso gassoso convogliato, si utilizza una specifica cappa, detta "wind", posta sopra la superficie del liquido o del solido, all'interno della quale viene inviata aria neutra, con lo scopo di simulare l'azione del vento sulla superficie liquida o solida. Il campione di gas, in uscita dalla "wind", viene prelevato con le stesse modalità di quelle per le sorgenti puntuali (aspirazione pompa e riempimento bag);

3) Sorgenti diffuse, per le quali non è individuabile un punto o una superficie specifica di emissione; in questo caso si effettua un campionamento di aria ambiente, impiegando la stessa apparecchiatura utilizzata per le sorgenti puntuali.

Sono stati prelevati 50 campioni gassosi sottoposti, nella giornata successiva al prelievo, a prova olfattometrica presso il Laboratorio Olfattometrico del Politecnico di Milano, dotato di un Olfattometro Ecoma Mod. TO8, conforme alla norma UNI EN 13725:2004, munito di 4 postazioni di saggio contemporaneo degli odori e comandato da PC.

### Odour Emission Rate (OER)

Per la valutazione dell'entità di un'emissione odorigena, oltre al valore di concentrazione di odore, si fa riferimento anche a parametri che tengono conto del flusso emesso dalla sorgente. Nel caso di sorgenti puntuali, si considera la portata di odore OER (Odour Emission Rate), calcolata come prodotto fra la concentrazione di odore e la portata di effluente gassoso emessa dal camino, ed espressa in  $ou_E/s$ . Nel caso di sorgenti areali non dotate di flusso proprio, utilizzando le leggi che descrivono il trasferimento di materia dalla fase liquida alla fase gas per effetto della corrente in transito sul pelo libero del liquido (leggi dello strato limite di Prandtl, per valutare l'entità dell'emissione odorigena si considera il flusso specifico di odore SOER (Specific Odour Emission Rate), espresso in  $ou_E/s \cdot m^2$ , che rappresenta la concentrazione di odore emessa per unità di tempo e per unità di superficie da una sorgente areale lambita da una corrente d'aria; il SOER, moltiplicato per la superficie totale della sorgente, permette di ottenere, in analogia con le sorgenti puntuali, la portata di odore OER, espressa in  $ou_E/s$ .

Come è possibile notare in figura 2, rispetto al totale delle sorgenti considerate il polo siderurgico è responsabile del 51% della portata odorigena totale, il polo chimico del 29% e il polo energetico e dei rifiuti del 20%. La figura successiva indica le sorgenti maggiormente responsabili dell'emissione di odore all'interno dei singoli poli industriali.

### Il modello emissivo

Le sorgenti odorogene caratterizzate da una concentrazione di odore uguale o superiore a  $100 ou_E/m^3$  sono state considerate come dati in ingresso ad un modello matematico di dispersione atmosferica, che ha calcolato le concentrazioni di odore nell'aria ambiente a livello del suolo. La scelta di non prendere in esame le sorgenti a minor concentrazione odorigena è motivata dal fatto che valori di concentrazione inferiori a  $100 ou_E/m^3$  sono caratteristici di un'aria ambiente urbana inodore. La simulazione si è basata sui dati meteorologici relativi all'anno 2008, ed è stata applicata in un dominio spaziale di  $8 \times 8$  km, tale da ricomprendere la città di Terni e le zone industriali considerate, con un punto (recettore) ogni 200 m. Dato l'elevato numero di sorgenti, sono state effettuate tre modellazioni separate, una per ciascuno

Figura 2 - Distribuzione delle portate odorogene (OER) dei poli industriali

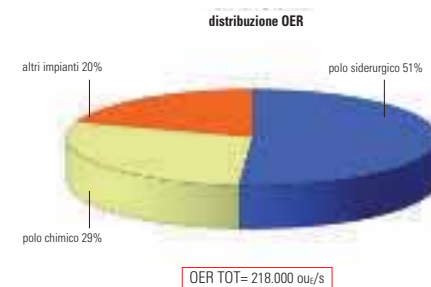


Figura 3 - Distribuzione delle portate odorogene (OER) per singolo polo industriale

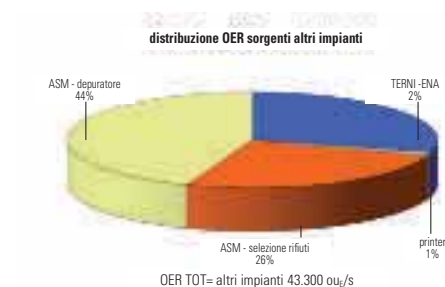
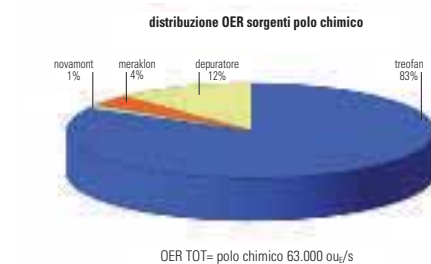
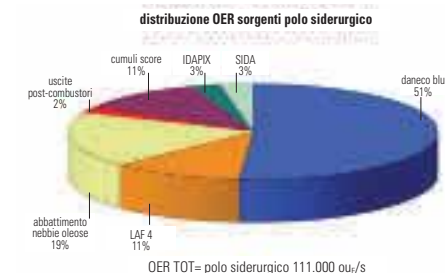






Figura 4 - Mappa del 98° percentile della concentrazione di picco di odore relativa al polo siderurgico (le concentrazioni sono espresse in  $ou_E/m^3$ )



Figura 5 - Mappa del 98° percentile della concentrazione di picco di odore relativa al polo chimico (le concentrazioni sono espresse in  $ou_E/m^3$ )



Figura 6 - Mappa del 98° percentile della concentrazione di picco di odore relativa al polo energetico e dei rifiuti (le concentrazioni sono espresse in  $ou_E/m^3$ )



Figura 7 - Mappa del 98° percentile della concentrazione di picco di odore relativa al polo siderurgico (le concentrazioni sono espresse in  $ou_E/m^3$ )



Figura 8 - Mappa del 98° percentile della concentrazione di picco di odore relativa al polo chimico (le concentrazioni sono espresse in  $ou_E/m^3$ )



Figura 9 - Mappa del 98° percentile della concentrazione di picco di odore relativa al polo energetico e dei rifiuti (le concentrazioni sono espresse in  $ou_E/m^3$ )

dei tre poli industriali precedentemente illustrati. Il modello di dispersione ha restituito i percentili di ordine 98 su base annua delle concentrazione di picco di odore, espressa in  $ou_E/m^3$ , per ogni recettore del dominio spaziale.

#### *Criteri di accettabilità delle emissioni odorigene*

*I risultati della simulazione sono espressi attraverso il 98° percentile della concentrazione di picco in accordo con quanto indicato nella linea guida dell'Agenzia Ambientale del Regno Unito relativa ai criteri per la valutazione dell'accettabilità di esposizione agli odori (cioè in mancanza di una equivalente normativa italiana). La concentrazione di odore al 98° percentile rappresenta il valore percepito per il 2% delle ore in un anno. Ad esempio, se presso un recettore il 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco è pari ai  $3 ou_E/m^3$ , significa che la concentrazione massima di odore avvertita presso quel recettore risulta, per il 98% delle ore dell'anno, inferiore a  $3 ou_E/m^3$ . La normativa inglese cui si è fatto riferimento fissa diversi limiti di accettabilità di un odore in funzione della sua gradevolezza: nel caso di odori gradevoli, quali quelli provenienti ad esempio da una panetteria o da un impianto di torrefazione del caffè, è accettabile una concentrazione di odore fino a  $6 ou_E/m^3$  (espressa come 98° percentile della concentrazione di picco); nel caso di odori sgradevoli, quali ad esempio quelli provenienti da un allevamento intensivo o da un impianto di compostaggio, la concentrazione massima accettabile è pari a  $1,5 ou_E/m^3$  (sempre espressa come 98° percentile della concentrazione di picco).*

I dati di output del modello, rappresentati nelle mappe mostrano le isoplete relative al 98° percentile della concentrazione oraria di picco di odore.

La prima serie di mappe (figg. 4-6), rappresentata ad una scala compresa tra  $1,5$  e  $6 ou_E/m^3$ , secondo i limiti indicati dalla linea guida inglese, mostra l'impatto dei singoli poli industriali sulla città; la seconda serie di mappe (figg. 7-9), rappresentata ad una scala compresa tra  $5$  e  $50 ou_E/m^3$ , ha invece lo scopo di mettere in evidenza le sorgenti odorigene di maggiore impatto.

### **I risultati dell'indagine olfattometrica**

Dalla prima serie di mappe (Figg. 4-6) è evidente l'influenza sulla città di Terni delle sorgenti odorigene, che se lette nell'ottica inglese evidenzerebbero una non accettabilità dell'insieme degli impianti esistenti per molti dei recettori, soprattutto collocati nel centro della città, dove l'impatto totale delle emissioni odorigene è dato dalla somma degli impatti dei tre singoli poli. La seconda serie di mappe permette di visualizzare le sorgenti, all'interno di ogni polo industriale, che danno un maggior contributo all'impatto odorigeno: i camini che disperdono le emissioni primarie dei forni elettrici dell'Acciaieria e i depuratori di acque reflue a servizio dello stabilimento siderurgico (fig. 7); un impianto di lavorazione del polipropilene (azienda Treofan) e il depuratore consortile Polymer (fig. 8); i cumuli di pulper non disidratato in stoccaggio presso l'impianto Terni En.A. e il depuratore di reflui civili comunale (fig. 9). La simulazione conferma dunque la consistenza delle segnalazioni ricevute dai cittadini, mostrando che l'impatto degli odori prodotto dall'insieme delle attività produttive esistenti non soddisfa i criteri di accettabilità (secondo la normativa inglese), in varie zone del centro città. Utilizzando le segnalazioni dei cittadini, pervenute all'Agenzia nello stesso anno della simulazione (2008), ed in particolare le informazioni relative al luogo e all'ora in cui i cittadini stessi percepivano un qualche fenomeno di molestia olfattiva, è stata condotta una "validazione" del modello, applicandolo agli eventi segnalati. Per 6 delle 7 segnalazioni ricevute, l'applicazione del modello in quella particolare ora del giorno in cui il cittadino lamentava presenza di odori presso un preciso punto del territorio ha permesso di individuare quale fosse la specifica causa di quell'episodio. Tale approccio ha confermato la validità del modello di dispersione atmosferica utilizzato, pur non potendo evidentemente dar luogo ad alcun intervento risolutivo del fenomeno lamentato, essendo stato condotto a posteriori.

### **L'INDAGINE CHIMICA E TOSSICOLOGICA 2010**

Resi pubblicamente noti i risultati dell'indagine sulle emissioni odorigene e sul loro impatto nel territorio cittadino, la richiesta della cittadinanza è stata quella di conoscere l'eventuale pericolosità per la salute delle emissioni odorigene; anche per dare una risposta a tale legittimo interrogativo, l'Agenzia ha dato seguito all'indagine, sempre in collaborazione con il Politecnico di Milano, approfondendo

l'aspetto relativo alla composizione chimica delle emissioni risultate più consistenti dal punto di vista olfattometrico e, con il supporto dell'Istituto "Mario Negri", caratterizzandole anche in base alla loro tossicità. L'indagine ha previsto l'applicazione di un modello per la simulazione della dispersione atmosferica delle sostanze odorigene ad effetto tossico, basata sull'indice di rischio (HI, Hazard Index). L'impostazione di questa seconda indagine ha ricalcato quella della precedente: sono stati presi in esame gli stessi impianti produttivi – considerando eventuali modifiche nei cicli produttivi occorse nel frattempo – e, tra le sorgenti già caratterizzate olfattometricamente, sono state campionate e sottoposte ad analisi chimica quelle maggiormente significative in termini di portata di odore OER (Odour Emission Rate), secondo il criterio:

OER  $\geq$  1.000 ou<sub>E</sub>/s, per sorgenti puntuali e areali dotate di flusso proprio; OER  $\geq$  500 ou<sub>E</sub>/s (nelle condizioni di campionamento), per sorgenti areali non dotate di flusso proprio. L'indagine ha previsto anche il prelievo di alcuni campioni di aria ambiente, allo scopo di valutare la qualità dell'aria in alcuni punti specifici della città.

#### **La valutazione chimica delle emissioni odorigene**

Nel maggio 2010 sono stati prelevati - con le stesse modalità utilizzate per l'indagine olfattometrica 2009 - un totale di 26 campioni di gas, che sono stati successivamente inviati al Dipartimento Ambiente e Salute dell'Istituto "Mario Negri" per l'analisi chimica.

Le analisi sono state effettuate presso il Laboratorio Spettrometria di massa dell'Istituto, con l'utilizzo di un gascromatografo/spettrometro di massa, sui campioni gassosi preconcentrati con la tecnica di microestrazione in fase solida. La strategia utilizzata ha fornito la caratterizzazione chimica dei campioni odorigeni, offrendo una visione d'insieme di gran parte delle sostanze contenute in ciascuno di essi. Tale approccio presenta tuttavia dei limiti: il metodo di campionamento è ottimizzato per la caratterizzazione degli odori e per l'analisi olfattometrica, e permette l'analisi delle sostanze organiche volatili fino a livelli di circa 1 ppb; sostanze inorganiche o sostanze presenti in ultratracce, che necessitano campionamenti ad alto volume, e/o purificazioni specifiche (ad esempio diossine) non vengono rilevate; la determinazione della concentrazione delle sostanze presenti nei campioni è di tipo semiquantitativo; il metodo di analisi utilizzato non permette infine di quantificare,

oltre ai composti inorganici menzionati, il particolato, i metalli ed il bioaerosol. I risultati dell'analisi chimica sui campioni analizzati hanno evidenziato una grande eterogeneità nella composizione dei campioni, un fatto del tutto normale data la grande varietà delle sorgenti presenti nei tre poli industriali considerati, che spaziano dalle lavorazioni siderurgiche, a quelle chimiche, al trattamento dei rifiuti, alla depurazione dei reflui.

#### **Valutazione tossicologica delle emissioni odorigene**

Effettuata la caratterizzazione chimica dei campioni odorigeni, sulla base delle sostanze rilevate in ciascuno di essi è stata stimata la loro tossicità. La grande eterogeneità delle sostanze identificate nei singoli campioni rendeva troppo complessa un'analisi del rischio delle ricadute dei singoli composti identificati, e analogamente difficile individuare dei composti, specifici per ogni emissione, che fungessero da traccianti. Perciò, al fine di valutare il rischio di tossicità associato alle sorgenti emissive monitorate, è stato introdotto un indice che permette di valutare la tossicità di un'emissione nel suo complesso.

#### ***L'indice di Rischio Hazard Index (HI) e Toxicity Emission Rate (TER)***

*L'Indice di Rischio, Hazard Index (HI), associato ad un campione è definito come la sommatoria dei rapporti fra la concentrazione analitica di ciascun composto rilevato nel campione e la relativa RfC (EPA Reference Concentration). I valori di RfC rappresentano la concentrazione di inquinante che può essere inalata nell'arco di una vita senza provocare rischi o effetti negativi sulla popolazione. L'HI, essendo un rapporto fra concentrazioni, è un numero adimensionale. Tuttavia, in analogia alla definizione di concentrazione di odore, che rappresenta il rapporto di diluizione per cui si raggiunge la soglia di odore, espressa in "unità odorimetriche" al metro cubo, è stata attribuita all'HI l'unità di misura definita "unità di tossicità" al metro cubo (tu/m<sup>3</sup>). L'indice HI rappresenta dunque la concentrazione di tossicità di un campione, pesata sul potenziale tossicologico (RfC) dei singoli composti ad effetto tossico in esso contenuti. Per il calcolo dell'HI sono stati utilizzati non i limiti di tossicità TLV TWA (Threshold limit value, time weighted average), che rappresentano la concentrazione di composto tossico alla quale un lavoratore può essere esposto durante la sua vita lavorativa, assunta per convenzione di 8 ore al giorno, per 5 giorni alla settimana*



e per 50 settimane l'anno, bensì i valori di RfC dell'EPA, che rappresentano la concentrazione di inquinante che può essere inalata nell'arco di una vita senza provocare rischi o effetti negativi sulla popolazione (anche su sottogruppi particolarmente sensibili della popolazione). Sulla base di questa definizione appare evidente come i valori di RfC siano di qualche ordine di grandezza inferiori rispetto ai valori di TLV TWA per il medesimo composto. Per questo motivo, l'utilizzo degli RfC per il calcolo dell'HI consente una valutazione più cautelativa dei potenziali rischi tossicologici associati alle emissioni considerate. Per come è definito l'HI, in un campione caratterizzato da un valore di  $HI < 1$  ciascuna sostanza è presente a concentrazione inferiore rispetto al pertinente valore di riferimento, e la somma di tutte le sostanze presenti nel campione, pesata rispetto ai relativi valori di RfC, è inferiore al livello che può dare luogo ad un rischio per la salute umana. Tale considerazione è basata comunque sulla semplificazione per cui il meccanismo di azione tossica non sia di interazione fra i composti, ma di semplice additività della risposta. In analogia alla valutazione olfattometrica delle emissioni, per cui ad ogni sorgente emissiva viene associata la relativa portata di odore (OER, espressa in  $ou_e/s$ ), anche nel caso della valutazione tossicologica delle emissioni è possibile associare ad ogni sorgente emissiva, oltre alla "concentrazione di tossicità", rappresentata dall'Hazard Index, anche una "portata di tossicità", attraverso il parametro definito Toxicity Emission Rate (TER), espresso in  $tu/s$ .

Come nel caso della portata di odore OER, il calcolo del TER dipende dalla tipologia della sorgente emissiva:

- per sorgenti puntuali o areali dotate di flusso proprio il TER dipende dalla portata volumetrica dei gas emessi;
- per sorgenti areali senza flusso proprio il TER dipende dalla velocità del vento che lambisce la superficie emissiva.

I risultati del calcolo di HI mostrano come alcuni campioni gassosi siano caratterizzati da  $HI > 1$ ; va tuttavia evidenziato che tali valori di HI sono quelli relativi alla sorgente emissiva, pertanto non rappresentativi di ciò che ricade al suolo e che può essere inalato dalla popolazione; al contrario tutti i campioni di aria ambiente prelevati in zona urbana presentano valori di HI di un ordine di grandezza inferiore rispetto a 1. Facendo un confronto tra i valori di HI calcolati per ogni campione e le concentrazioni di odore relative agli stessi campioni, si osserva (fig. 10) che non esiste un rapporto di correlazione significativo tra i due parametri: si può cioè

Figura 10 - Correlazione tra concentrazione di odore e Hazard Index

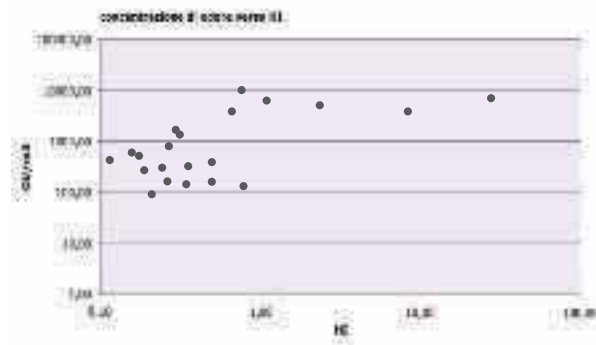


Figura 11 - Distribuzione del TER dei poli industriali considerati

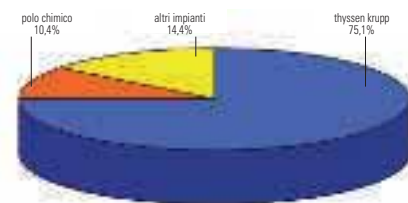


Figura 12 - Distribuzione del TER per singolo polo industriale (siderurgico, chimico, energetico e rifiuti)

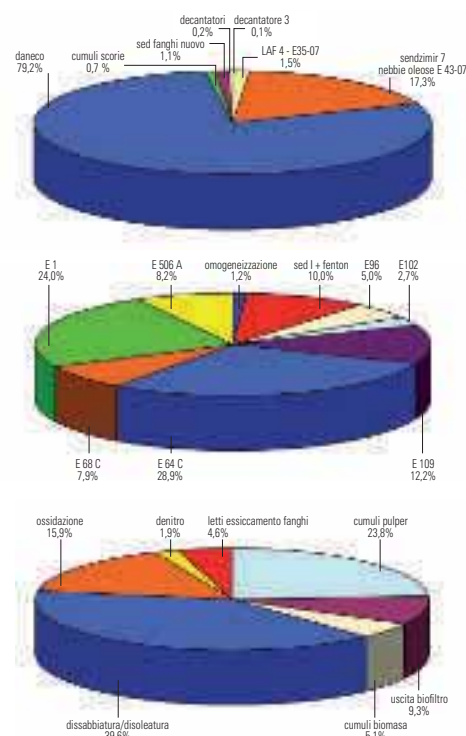




Figura 13 - Mappa dei massimi dei valori di HI orari relativi al polo siderurgico (espresso in  $tu/m^3$ )



Figura 14 - Mappa dei massimi dei valori di HI orari relativi al polo chimico (espresso in  $tu/m^3$ )



Figura 15 - Mappa dei massimi dei valori di HI orari relativi al polo chimico (espresso in  $tu/m^3$ )

affermare che, per le sorgenti considerate, non esiste una relazione univoca tra odore e tossicità, ovvero un'emissione odorigena non è necessariamente tossica, così come un composto tossico non necessariamente viene avvertito come molestia olfattiva. La figura 11 illustra come il polo siderurgico apporti, rispetto al totale delle sorgenti considerate, il 75% del TER, il polo chimico il 10,5% ed il polo energetico e dei rifiuti il 14,5%. Scendendo nel dettaglio, la figura sottostante (fig. 12) indica le sorgenti maggiormente responsabili dell'emissione di sostanze odorigene ad effetto tossico all'interno dei singoli poli industriali.

### Il modello emissivo

Per valutare la ricaduta delle emissioni odorigene ad effetto tossico sulla popolazione è stato applicato un modello di dispersione atmosferica che, elaborando i dati di TER relativi alle sorgenti esaminate, i dati meteorologici ed i dati di profilo del terreno, ha calcolato come le emissioni ricadono sul territorio della città.

Il modello di simulazione ha elaborato i dati sugli stessi domini considerati nell'applicazione del modello dell'anno prima: spaziale (Conca Ternana, territorio di 8 x 8 km, con un recettore ogni 200 m) e temporale (anno 2008); le attività produttive sono state raggruppate secondo i tre poli industriali già definiti; come nel caso precedente, sono state effettuate tre modellazioni separate, dato l'elevato numero di sorgenti. Il modello di dispersione ha restituito tre mappe, ciascuna delle quali relativa ad uno dei poli industriali oggetto di studio, con le isoplete corrispondenti ai massimi dei valori di HI orari. Si è deciso di riportare le mappe dei valori massimi al fine di effettuare una valutazione delle peggiori condizioni.

### I risultati dell'indagine tossicologica

Dalle figure precedenti è possibile osservare come la ricaduta delle emissioni odorigene delle zone industriali sulla città di Terni sia tale da dare luogo a livelli di HI massimi al suolo di oltre un ordine di grandezza inferiori rispetto al valore critico pari a 1. La simulazione della dispersione delle emissioni delle sostanze ad effetto tossico, secondo l'approccio qui presentato, sembra evidenziare una tossicità, associata agli odori, inferiore a quella che si pensa possa dare luogo a rischi per le persone esposte.

### Riferimenti Bibliografici

- Monitoraggio QA per esposti molestie olfattive anno 2007, *L. Mascelloni, M. Castellani - ARPA Umbria*
- Norma EN 13725:2003, recepita in Italia come UNI EN 13725:2004, *Qualità dell'aria - Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica*
- Rapporto ENEA *Tecnologie emergenti e gestione degli odori nel compostaggio*, 2001
- Rilievi olfattometrici - Campagna di misurazione del 08-11/06/2009, *S. Sironi, L. Capelli, P. Centola, M. Rink - Politecnico di Milano, Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "Giulio Natta" - Laboratorio Olfattometrico*
- Studio di impatto mediante simulazione della dispersione atmosferica, *P. Centola, S. Sironi, L. Capelli - Politecnico di Milano, Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "Giulio Natta" - Laboratorio Olfattometrico*, luglio 2009
- IPPC-H4. Integrated Pollution Prevention and Control - Draft. Horizontal guidance for Odour. Part 1 - Regulation and Permitting, *UK Environmental Agency*, 2002
- Valutazione delle emissioni in aria della zona industriale di Terni. Caratterizzazione delle emissioni ed immissioni di odore, *E. Davoli - Istituto di ricerche farmacologiche Mario Negri*, ottobre 2010  
[http://www.epa.gov/risk\\_assessment/glossary.htm](http://www.epa.gov/risk_assessment/glossary.htm)
- Valutazione di tossicità delle emissioni odorigene mediante simulazione della dispersione atmosferica, *P. Centola, S. Sironi, L. Capelli - Politecnico di Milano, Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "Giulio Natta" - Laboratorio Olfattometrico*, settembre 2010