



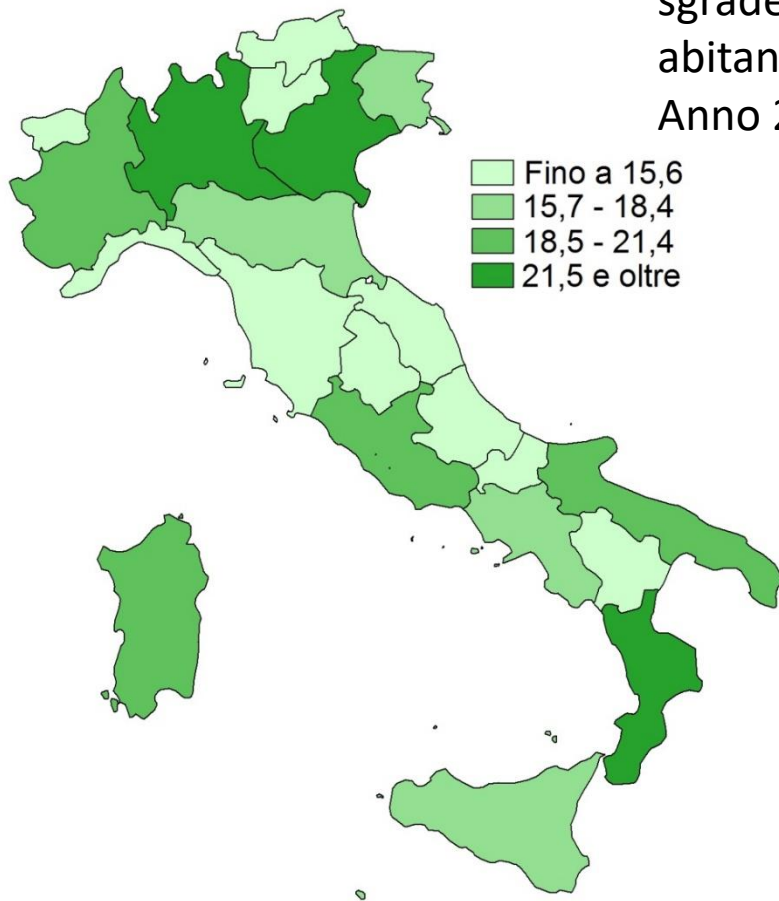
POLITECNICO
MILANO 1863

Approcci metodologici per la valutazione dell'impatto olfattivo

Prof. Dott. Ing. Selena Sironi

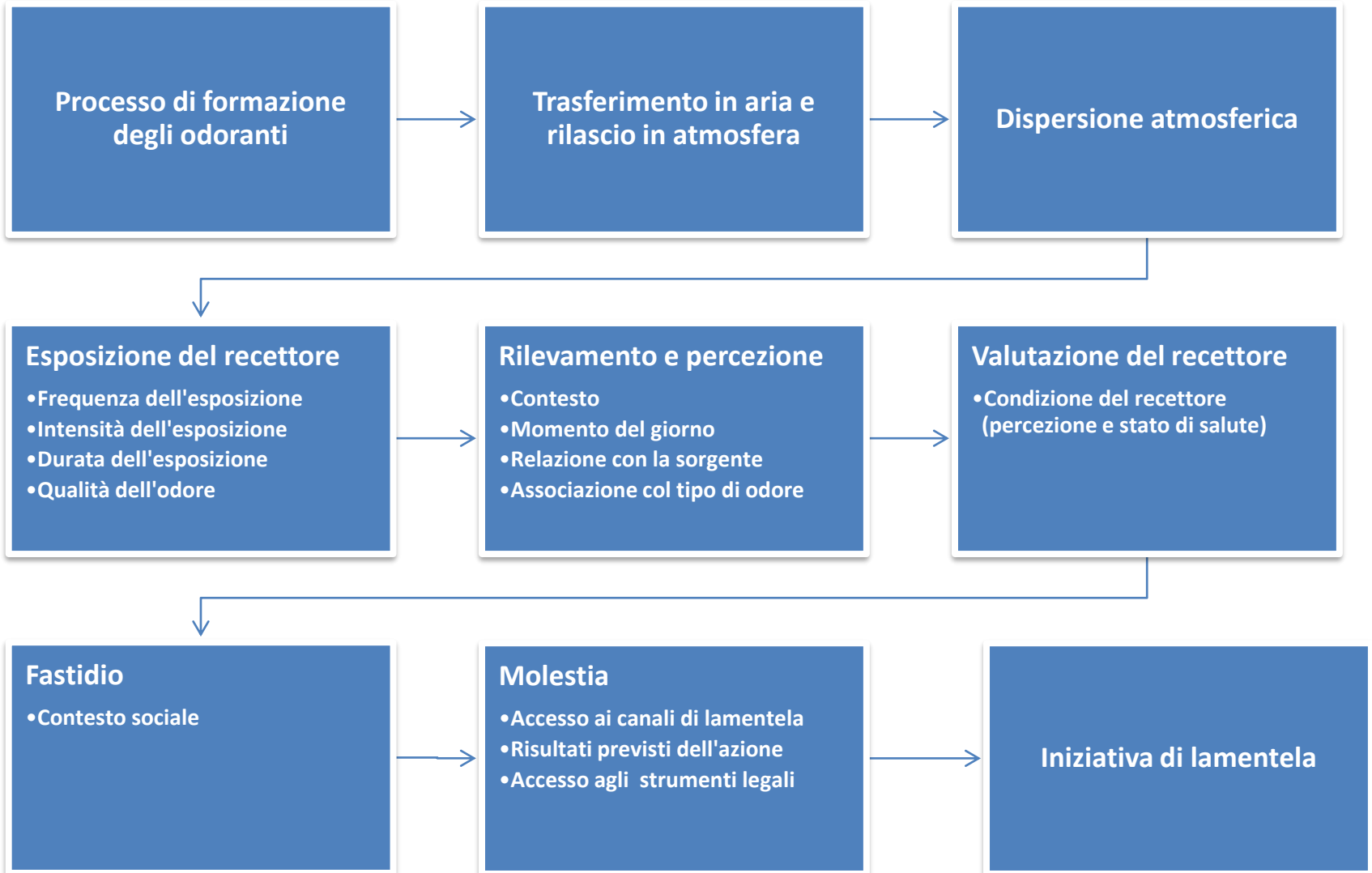
Molestie olfattive: un tema di sempre maggior interesse

Famiglie che accusano problemi relativi a odori sgradevoli nella zona in cui abitano per regione
Anno 2014



Regioni	% Odori sgradevoli
Piemonte	18.6
Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste	10.2
Liguria	15.0
Lombardia	22.2
<i>Bolzano/Bozen</i>	14.0
<i>Trento</i>	9.7
Veneto	22.5
Friuli-Venezia Giulia	16.0
Emilia-Romagna	16.5
Toscana	14.5
Umbria	12.4
Marche	10.7
Lazio	19.3
Abruzzo	15.1
Molise	10.2
Campania	17.2
Puglia	20.6
Basilicata	13.1
Calabria	22.0
Sicilia	17.0
Sardegna	19.0
Italia	18.4

Schema molestia (Van Harreveld, 2001)



Approcci valutazione di impatto olfattivo

Utilizzo di esseri umani

- Olfattometria dinamica (EN 13725)
- Field Inspection (EN 16841)
- Segnalazioni da parte della popolazione residente

Strumenti analitici

- Analisi chimica con speciazione
- Analisi chimica non specifica
- Analisi gas singoli (H₂S, NH₃)
- Naso elettronico (IOMS)

Utilizzo di esseri umani

- **Olfattometria dinamica (EN 13725)**
- Field Inspection (EN 16841)
- Segnalazioni da parte della popolazione residente

Strumenti analitici

- Analisi chimica con speciazione
- Analisi chimica non specifica
- Analisi gas singoli (H₂S, NH₃)
- Naso elettronico (IOMS)

Olfattometria dinamica (EN 13725:2022)

È una tecnica sensoriale, che utilizza uno strumento di diluizione (olfattometro), per presentare un odore, a diversi livelli di concentrazione, in modo controllato a un gruppo di valutatori.

L'olfattometria dinamica consente di determinare la concentrazione di odore di un campione di aria odorosa relativa alla sensazione provocata dal campione direttamente su un pannello di persone opportunamente selezionate.



**ENDPOINT
SOLUTION**

Olfattometria dinamica (EN 13725)

La concentrazione di odore, espressa in unità di odore europeo per metro cubo (ou_E/m^3), è il numero di diluizioni con aria neutra necessarie per portare la concentrazione del campione alla concentrazione della soglia di rilevamento degli odori.

L'analisi viene effettuata presentando il campione al panel a concentrazioni crescenti mediante un olfattometro, fino a quando i componenti del panel iniziano a percepire un odore diverso dall'aria neutra di riferimento.

La concentrazione di odore viene quindi calcolata come media geometrica di almeno 12 valori di soglia di rilevamento degli odori di ciascun membro del panel.

La concentrazione di odore (ou_E/m^3) è statisticamente uguale al fattore di diluizione della soglia di percezione: cioè una concentrazione di $100 ou_E / m^3$ significa che il campione è stato diluito cento volte per raggiungere la soglia del panel.

Olfattometria dinamica (EN 13725)

L'**olfattometria dinamica** è il metodo **più utilizzato** per la quantificazione dell'odore e l'unico standardizzato dalla norma **EN 13725:2022**.



- Apposito strumento diluitore, chiamato olfattometro
- Camera olfattometrica: locale climatizzato, ventilato e insonorizzato
- Panel di esaminatori selezionati secondo definiti criteri di sensibilità ad un odorante di riferimento (n-butanolo) e ripetibilità

Misura da fare all'emissione!



UNI EN 13725:2022

Emissioni da sorgente fissa -
Determinazione della concentrazione di
odore mediante olfattometria dinamica e
della portata di odore

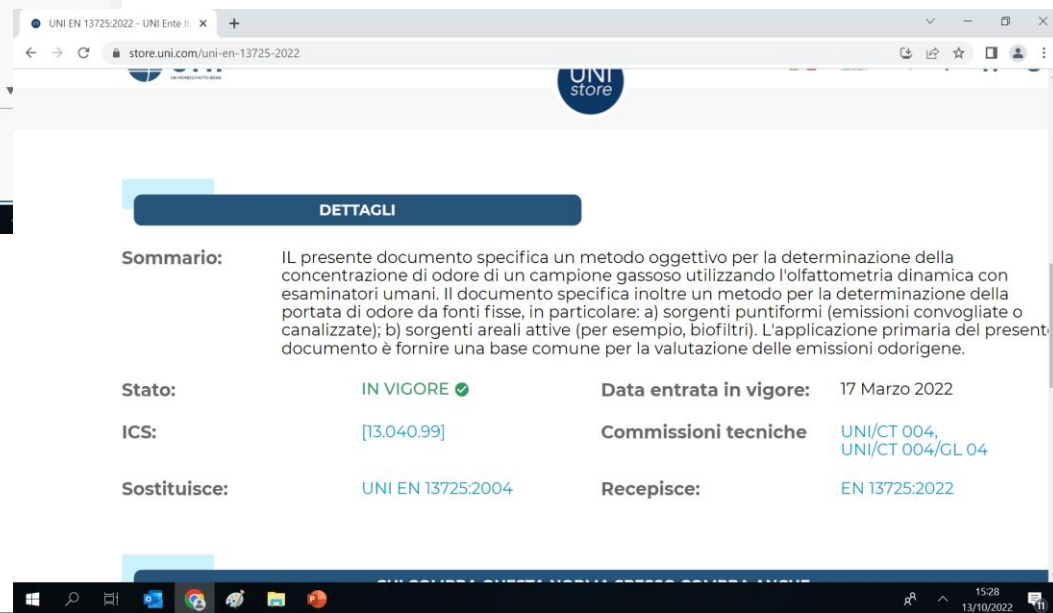
Data Disponibilità: 17 marzo 2022

Formato: PDF

Quantità: 1 Lingua: 


[Clicca per la preview](#)

[Aggiungi ai preferiti](#)



DETTAGLI

Sommario: IL presente documento specifica un metodo oggettivo per la determinazione della concentrazione di odore di un campione gassoso utilizzando l'olfattometria dinamica con esaminatori umani. Il documento specifica inoltre un metodo per la determinazione della portata di odore da fonti fisse, in particolare: a) sorgenti puntiformi (emissioni convogliate o canalizzate); b) sorgenti areali attive (per esempio, biofiltri). L'applicazione primaria del presento documento è fornire una base comune per la valutazione delle emissioni odorigene.

Stato:	IN VIGORE 	Data entrata in vigore:	17 Marzo 2022
ICS:	[13.040.99]	Commissioni tecniche	UNI/CT 004, UNI/CT 004/GL 04
Sostituisce:	UNI EN 13725:2004	Recepisce:	EN 13725:2022

Il campionamento di sorgenti complesse

- La valutazione della concentrazione di odore passa dalla fase di campionamento che, in caso di sorgenti non convogliabili, non sempre è banale.
- Tipologie di sorgenti odorigene complesse su cui non vi è dettaglio tecnico nella norma:
 - superfici areale quiescenti (es. vasche di depurazione);
 - superfici areali bollenti (es. vasche biologiche);
 - cumuli porosi;
 - superfici di discarica;
 - serbatoi a tetto galleggiante;
 - etc

Olfattometria dinamica (EN 13725)



- Tecnica riconosciuta e normata
- Valutazione «endpoint» dell'effetto olfattivo
- Sensibilità alta (per definizione fino alle OTV)
- Possibile implementazione di modelli di dispersione atmosferica

- Sola quantificazione, nessuna qualificazione
- Impossibilità di misure in continuo
- Elevata (ma non troppo) incertezza di misura (valutare ordine di grandezza)

Approcci valutazione di impatto olfattivo

Utilizzo di esseri umani

- Olfattometria dinamica (EN 13725)
- **Field Inspection (EN 16841)**
- Segnalazioni da parte della popolazione residente

Strumenti analitici

- Analisi chimica con speciazione
- Analisi chimica non specifica
- Analisi gas singoli (H₂S, NH₃)
- Naso elettronico (IOMS)

Field Inspection (EN 16841:2016)

La **EN 16841:2016** Parte 1 (Grid method) e Parte 2 (Plume method) è stata pubblicata nel novembre 2016 – riprende vecchia VDI3940

*“This European Standard supplement the dynamic olfactometry method described in **EN 13725 which is generally only suitable for measurement of odour emissions at source** as the practical lower detection limit is typically $\geq 10 \text{ ou}_e/\text{m}^3$, and.” **cannot be applied directly to determine odour exposure in the field***

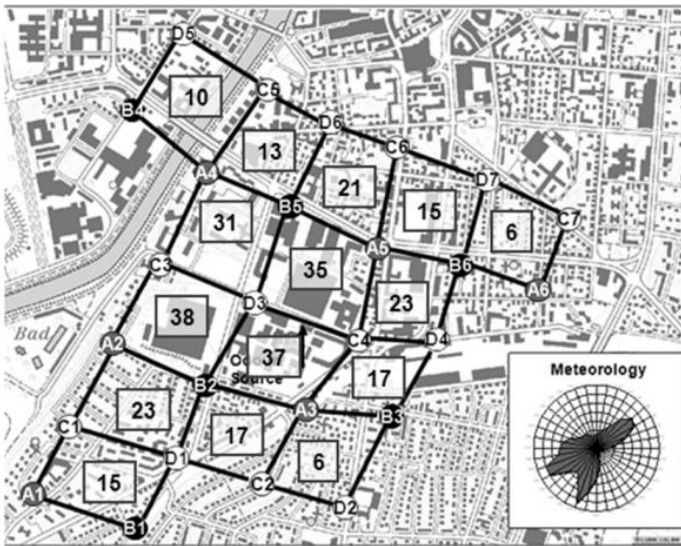
*“The methods for measuring odour presented in this European Standard make direct use of the effect of odorants on the human sense of smell. **The standard involves the use of qualified human panel members in the field** to directly assess the presence of recognizable odour in ambient air, and provide data that can be used to characterize odour exposure in a defined assessment area.”*

Field Inspection (EN 16841)

Campagne olfattometriche condotte sul campo con un panel di esaminatori addestrati

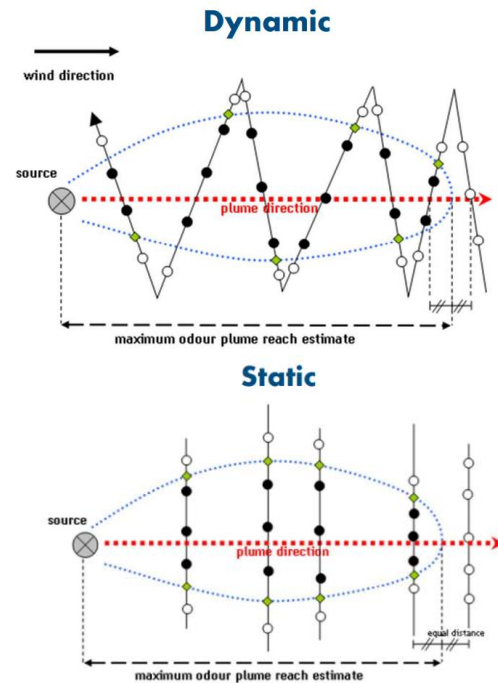
Grid method

Indagine di lunga durata (6 mesi-1 anno) al fine di ottenere una mappa di esposizione ad odori riconoscibili su un'area selezionata (frequenza)



Plume method

Metodo di breve durata (10 o più indagini di qualche ora con differenti condizioni meteo) per determinare l'estensione dell'odore riconoscibile da una sorgente



L'output della misura di campo

- L'obiettivo non è determinare la concentrazione, perché il concetto di concentrazione di odore si applica in senso stretto solo all'emissione
- Il metodo (grid) restituisce l'esposizione all'odore (frequenza percentuale), NON il disturbo olfattivo e NON la molestia olfattiva.
- Lo scopo del metodo (plume) è determinare l'estensione dell'impatto, piuttosto che la magnitudo dell'impatto ai ricettori sensibili. Può essere impiegata per valutare la bontà di una simulazione modellistica

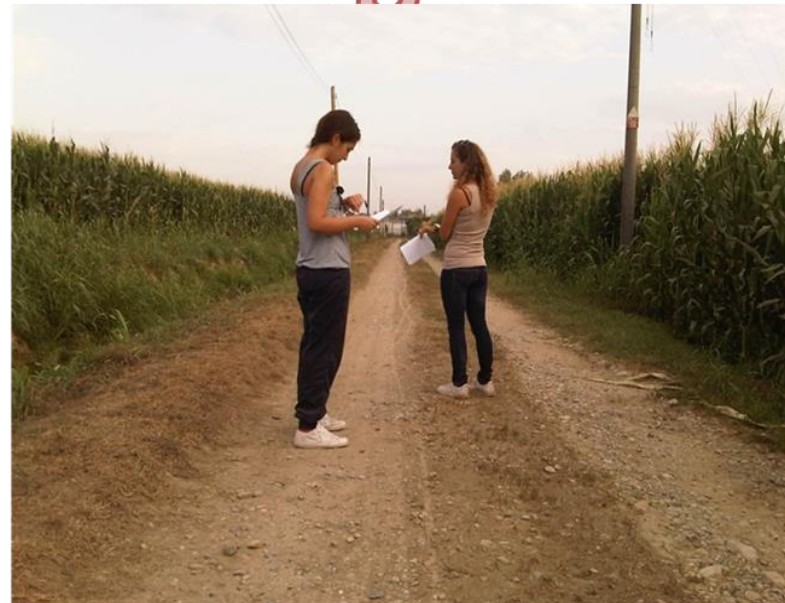
Impiego di panel esterno al contesto odorigeno



Il panel addestrato impiegato per le analisi di campo deve rispettare i requisiti della EN13725 ed essere OGGETTIVO (non coinvolto direttamente): non può essere parte della popolazione residente poiché coinvolto nel contesto locale.

METODO ONEROSO (circa 100k)

I percorsi di avvicinamento del panel alla sorgente



Field Inspection (EN 16841)



- Determinazione diretta dell'impatto olfattivo in termini di frequenza di occorrenza o area di impatto dell'odore presso il ricettore
- Possibilità di confronto dei risultati con altre metodiche (modellazione)
- Difficoltà logistiche legate alla programmazione delle indagini: indagini notturne, individuazione percorsi di camminamento (plume method)
- Difficoltà di formazione di un panel adeguato, reperibile e non direttamente coinvolto
- Elevato costo(grid method)
- Mancanza di valori accettabilità di riferimento

Approcci valutazione di impatto olfattivo

Utilizzo di esseri umani

- Olfattometria dinamica (EN 13725)
- Field Inspection (EN 16841)
- **Segnalazioni da parte della popolazione residente**

Strumenti analitici

- Analisi chimica con speciazione
- Analisi chimica non specifica
- Analisi gas singoli (H₂S, NH₃)
- Naso elettronico (IOMS)

Esistono diverse tipologie di coinvolgimento della popolazione residente



Regione Lombardia

- 44 -

Bollettino Ufficiale

Serie Ordinaria n. 8 - Lunedì 20 febbraio 2012

Allegato A: modello di scheda di rilevazione del disturbo olfattivo

Segnalatore		Foglio n.	
Indirizzo	Comune	Cod. segnalat. (1)	

Segnalazioni delle percezioni di odori

Data (2)	Ora inizio	Ora fine	Intensità (3)	Note (caratteristiche del disturbo)

SCHEDA DI RILEVAZIONE PER MOLESTIE OLFATTIVE

ENTE COMPETENTE: <input type="checkbox"/> COMUNE di <input type="checkbox"/> ASL n° Provincia					
RILEVATORE: <input type="checkbox"/> pubblico ufficiale (generalità) <input type="checkbox"/> cittadino (generalità)					
POSIZIONE DEL RILEVAMENTO (indirizzo)					
MESE			ANNO		FIRMA:
GIORNO	ORA	Presenza*	Tipologia odore**	Durata	Condizioni meteo***

* Altissima 6, Alta 5, Media 4, Bassa 3, Scarsa 2, Minima 1, Nulla 0

** pungente P, acre A, ecc

***sereno, nuvoloso, pioggia,vento, neve, grandine, temp. indicativa



GEONOSE®

L'istruzione, la costanza di registrazione e la gestione dei dati



Il cittadino deve essere istruito mediante assemblee pubbliche alla compilazione dei questionari e l'uso di APP. I dati devono essere registrati per periodi di tempo sufficientemente lunghi e devono essere interpretati (validazione dati con meteo). Demotivazione sui tempi lunghi

TEMPI LUNGHY (6 mesi)

Popolazione residente



- Costo basso o nullo
- Utile per coinvolgere la cittadinanza (effetto psicologico)

- Difficoltà di gestione
- Scarsa stabilità scientifica dei dati
- Mancanza di valori accettabilità di riferimento
- Possibilità di bias
- Lunghi tempi di risposta

Approcci valutazione di impatto olfattivo

Utilizzo di esseri umani

- Olfattometria dinamica (EN 13725)
- Field Inspection (EN 16841)
- Segnalazioni da parte della popolazione residente

Strumenti analitici

- **Analisi chimica con speciazione**
- Analisi chimica non specifica
- Analisi gas singoli (H₂S, NH₃)
- Naso elettronico (IOMS)

Analisi chimica con speciazione

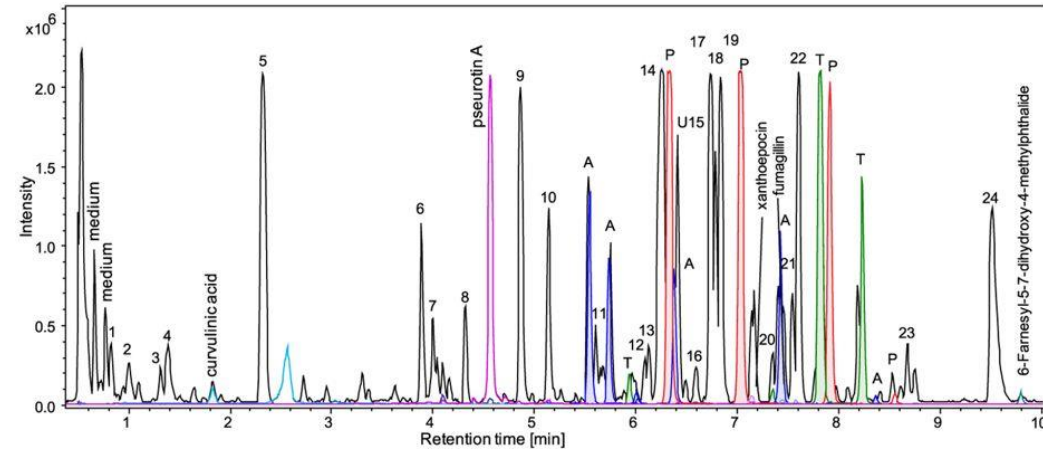
Tra i metodi analitici, il sistema più utilizzato per misurare i composti odorosi è la gascromatografia accoppiata alla spettrometria di massa (GC-MS).

Utile per alcuni impianti anche implementazione con altri rilevatori (PFPD per composti solforati, HPLC per aldeidi)

Il principio del metodo gascromatografico è la separazione del componente di una miscela in base alla loro affinità con un supporto presente in una colonna attraverso la quale i flussi dell'analita trasportati dalla corrente gassosa.

L'identificazione, ed eventuale quantificazione, dei picchi del cromatogramma, rappresentativi delle diverse sostanze separate che costituiscono la miscela odorosa indagata, viene effettuata grazie alla spettrometria di massa.

Analisi chimica con speciazione e OAV



Odour activity value

$$OAV = \frac{m_i}{OTV_i}$$

$$C_{od} \approx \sum_i OAV_i = \sum_i \frac{m_i}{OTV_i}$$

La somma degli OAV di una miscela odorigena, è proporzionale alla sua concentrazione di odore????

Più no che si

OTV H2S (Murnane et al. 2013)

#	Chemical Name	Source	Type of Threshold	Odor Thresholds	
				mg/m ³	ppm
162	Hydrogen Sulfide cont.	Bedborough & Trott 1979	d	0.0036	0.0026
		Brunekreef & Harssema 1980		0.0011 - 0.0024	0.00079 - 0.0017
		Anon. 1980	d	0.0007	0.0005
		Anon. 1980	r	0.0078	0.0056
		Thiele et al 1981		0.0013 - 0.0053	0.00093 - 0.0038
		Thiele 1982		0.0028	0.062
		Naus 1982	d	0.1	0.072
		Naus 1982	r	5	3.6
		Jensen & Flyger 1983		0.0038 - 0.0067	0.0027 - 0.0048
		Kobal & Thiele 1983		0.0022	0.0016
		Bahmuller 1983		0.0014 - 0.023	0.001 - 0.017
		Moriguchi et al 1983	d	0.0007	0.0005
		Bahmuller 1984		0.0012 - 0.0073	0.00086 - 0.0052
		Thiele 1984		0.0018	0.0013
		Roos et al 1985	d	0.00085 - 0.00105	0.00061 - 0.00075
		Roos et al 1985	d	0.0004 - 0.00043	0.00029 - 0.00031
		Don 1986	d	0.0004 - 0.00043	0.00029 - 0.00031
		Hoshika et al 1993	d	0.0004 - 0.00043	0.00029 - 0.00031
		Randebroek 1986		0.0096	0.0069
		Heeres et al 1986		0.0004 - 0.0052	0.00029 - 0.0037
		Dollnick et al 1988		0.00166	0.0012
		Winneke et al 1988		0.0015 - 0.0026	0.0011 - 0.0019
		Hermans 1989		0.000056 - 0.001545	0.00004 - 0.0011
		Nagy 1991	d	0.0055	0.0039
		Hoshika et al 1993	d	0.0007	0.0005
		Lotsch et al 1997		0.14 - 2.8	0.10 - 2
		Mannebeck & Mannebeck 2002	d	0.000491 - 0.000946	0.00035 - 0.00068
		Nagata 2003	d	0.00057	0.00041
		Greenman et al 2004		0.022	0.0157
		McGinley & McGinley 2004		0.00070 - 0.003	0.0005 - 0.0022
McGinley & McGinley 2004	r	0.00064 - 0.0013	0.00046 - 0.00093		
McGinley & McGinley 2004	d	0.00057 - 0.00142	0.00041 - 0.0010		
McGinley & McGinley 2004	r	0.00071 - 0.0032	0.00051 - 0.0023		
Glindeermann et al 2006	d	0.001	0.00072		

Analisi chimica con speciazione



- Tecnica storica, riconosciuta, ripetibile
 - Possibilità di determinazione singole specie (analisi di impatto sanitario)
 - Possibilità di analisi all'emissione ed al recettore
 - Possibile implementazione di modelli di dispersione atmosferica
 - Aiuto nella scelta dei presidi ambientali
- Correlazione non diretta con concentrazione di odore
 - Necessaria elevata capacità tecnica
 - Spesso le soglie di rilevabilità sono >> delle OTV
 - Necessaria calibrazione precisa (molto tempo)

Approcci valutazione di impatto olfattivo

Utilizzo di esseri umani

- Olfattometria dinamica (EN 13725)
- Field Inspection (EN 16841)
- Segnalazioni da parte della popolazione residente

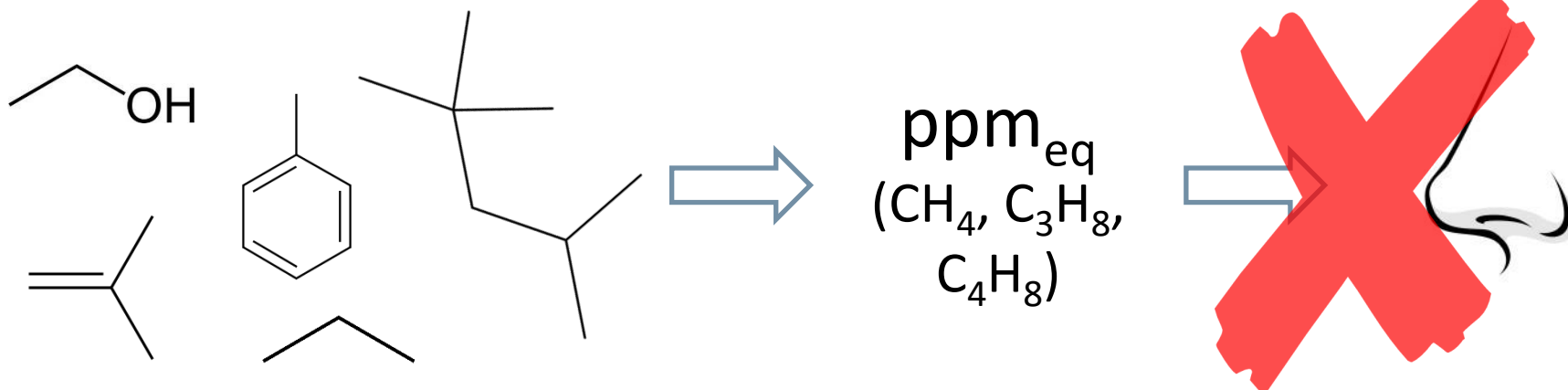
Strumenti analitici

- Analisi chimica con speciazione
- **Analisi chimica non specifica**
- Analisi gas singoli (H₂S, NH₃)
- Naso elettronico (IOMS)

Analisi chimica non specifica

La classe dei composti organici volatili, (COV) o VOC (Volatile Organic Compounds), comprende diversi composti chimici formati da molecole contenenti atomi di carbonio, dotate di gruppi funzionali diversi, aventi comportamenti fisici e chimici differenti, ma caratterizzati da una certa volatilità.

I sensori di COV (FID o PID) sono in grado di dare un'idea della concentrazione totale di composti organici, ma che è aspecifica, non massiva e espressa in ppm (o ppb) equivalenti.



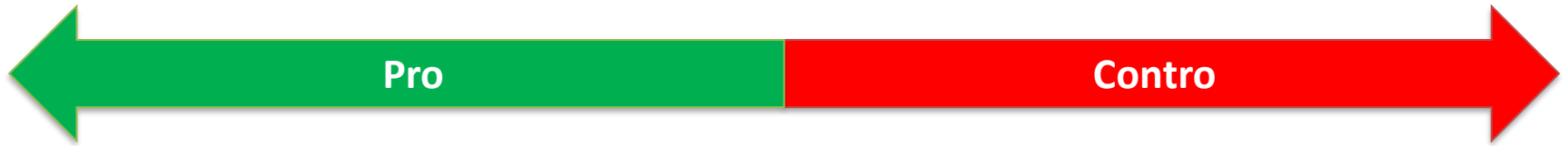
Analisi chimica non specifica



Analisi chimica non specifica: RESPONSE FACTORS

Chemical name	Formula	CAS no.	IE, eV	Lamp Type (RF)			notes
				11.7 eV	10.6 eV	10 eV	
Isoeugenol	C10H12O2	97-54-1	-9	NA	0.4	NA	
Isoflurane	C3H2ClF5O	26675-46-7	-11	50	ZR	ZR	
Isoheptane	C7H16	591-76-4	9.84	NA	1.2	NA	
Isojasmone	C11H18O	95-41-0	-9	NA	0.7	NA	
Isomenthone	C10H18O	1196-31-2	9.86	NA	0.6	NA	
Isononanal	C9H18O	5435-64-3	-9.6	0.5	0.9	1.4	
Isononanol	C9H20O	3452-97-9	-9.8	1	1.5	NA	
Isooctane	C8H18	540-84-1	9.86	0.51	1.1	3.2	
Isooctanol	C8H18O	26952-21-6	-9.8	1	1.7	NA	
Isopentane	C5H12	78-78-4	10.32	4	4	ZR	
Isopentanol	C5H12O	137-32-6	9.86	0.8	2.0	6	
Isopentene	C5H10	563-46-2	9.12	NA	0.8	NA	
Isophorone	C9H14O	78-59-1	9.07	1.1	0.8	1.0	
Isophorone diisocyanate	C12H18N2O2	4098-71-9	-9	NA	0.6	NA	
Isoprene	C5H8	78-79-5	8.85	0.57	0.9	1	
Isopropanol	C3H8O	67-63-0	10.17	2	4.0	25	
Isopropanolamine	C3H9NO	78-96-6	~ 9.6	NA	1.5	NA	S V X
Isopropoxyethanol, 2-	C5H12O2	109-59-1	-10.3	0.8	1.2	1.5	
Isopropyl acetate	C5H10O2	108-21-4	9.99	1.1	2.4	8	
Isopropyl chloroformate	C4H7O2Cl	108-23-6	-10.2	NA	1.6	NA	
Isopropyl mercaptan	C3H8S	75-33-2	9.15	NA	0.6	NA	
Isopropyl nitrite	C3H7NO2	541-42-4	10.23	NA	4.0	NA	
Isopropylamine	C3H9N	75-31-0	8.72	1	1	1	S V X
Isopropylaminoethanol, 2-	C5H13NO	109-56-8	-9	NA	2	NA	
Isopropylcyclohexane	C9H18	696-29-7	9.33	0.53	0.7	1.1	
Isopropylglycol acetate	C7H14O2	19234-20-9	-9.5	NA	1.2	NA	
Isothiazole	C3H3NS	288-16-4	9.55	NA	3	NA	
Isovaleraldehyde	C5H10O	590-86-3	9.72	0.8	1.3	1.5	
Isovaleric Acid	C5H10O2	503-74-2	-10.2	1.6	5.5	25	
Isoxazole	C3H3NO	288-14-2	9.96	NA		NA	
Jasmal	C11H22O3	1322-17-4	-9	NA	1.4	NA	
Jasmone, cis-	C11H16O	488-10-8	-9	NA	0.5	NA	
Jet Fuel Jp-4			-9	0.42	0.8	0.7	
Jet Fuel Jp-5			-9	0.46	0.7	0.6	
Jet Fuel Jp-8			-9	0.32	0.7	0.6	
		8008-20-					

Analisi chimica non specifica



- Possibilità di fare misure al recettore
 - Bassi costi, semplicità di utilizzo (PID)
 - Possibilità per controllo emissioni accidentali o fuggitive (sorgenti idrocarburiche)
- Impossibile correlazione con concentrazione di odore (diversi RF, diverse OTV)
 - Impossibilità di riconoscere sorgente (molti interferenti, no speciazione)
 - Dipendenza risultati da tipologia di strumento e sensore

Approcci valutazione di impatto olfattivo

Utilizzo di esseri umani

- Olfattometria dinamica (EN 13725)
- Field Inspection (EN 16841)
- Segnalazioni da parte della popolazione residente

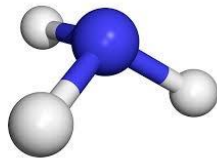
Strumenti analitici

- Analisi chimica con speciazione
- Analisi chimica non specifica
- **Analisi gas singoli (H₂S, NH₃)**
- Naso elettronico (IOMS)

Analisi gas singoli

L'analisi di gas inorganici al recettore è un approccio efficace nei casi in cui sia possibile evidenziare sostanze chimiche, a bassa OTV, ad esempio **idrogeno solforato o ammoniaca**, che possano essere **traccianti** e rappresentative della particolare emissione odorigena di interesse (gas di discarica, rifiuti cartiera, allevamenti...)

Affinché possa essere identificato un parametro surrogato dell'odore, è necessario che il rapporto tra la concentrazione del parametro surrogato e la concentrazione odorigena sia relativamente costante e conosciuto



Analisi gas singoli

Analizzatori fino alla soglia olfattiva (ppb):

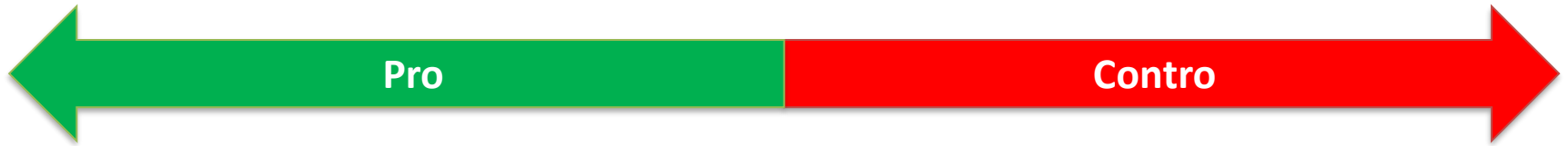
- Analizzatori di H_2S a lamina d'oro
- Analizzatori di NH_3 a chemiluminescenza



Possibilità dell' utilizzo di celle elettrochimiche (molto più economiche) ma hanno elevati limiti di rilevabilità => poco utili per la valutazione di odore al recettore. Problema interferenti



Analisi gas singoli



- Possibilità di fare misure al recettore
- Possibilità per controllo emissioni accidentali (ove presente gas tracciante)

- Difficile correlazione con concentrazione di odore
- Necessità di sorgente con particolare tipologia di emissione
- Dipendenza risultati da tipologia di strumento e sensore

Approcci valutazione di impatto olfattivo

Utilizzo di esseri umani

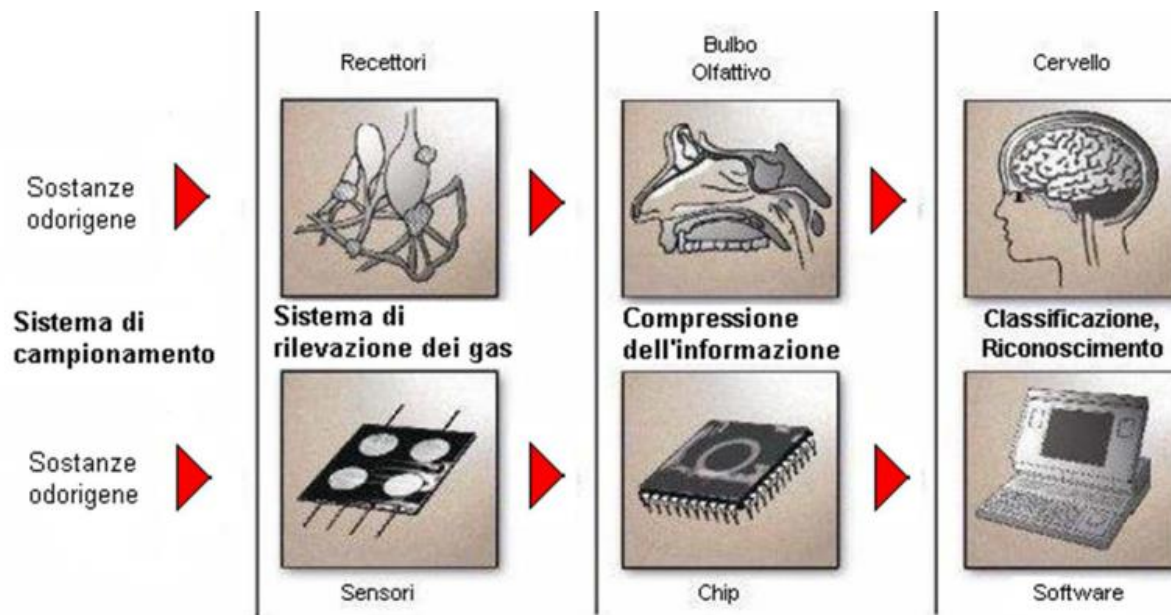
- Olfattometria dinamica (EN 13725)
- Field Inspection (EN 16841)
- Segnalazioni da parte della popolazione residente

Strumenti analitici

- Analisi chimica con speciazione
- Analisi chimica non specifica
- Analisi gas singoli (H₂S, NH₃)
- **Naso elettronico (IOMS)**

Naso elettronico (IOMS)

Il naso elettronico è uno strumento progettato per simulare l'olfatto umano, che caratterizza una miscela odorigena nella sua totalità. Pertanto, il naso elettronico non fa un'analisi chimica della miscela analizzata, bensì fornisce la sua **impronta olfattiva**.



Tecnologie molto varie!

UNI 11761:2019 (IOMS Instrumental Odour Monitoring System)

Lavori del CEN TC 264 WG41 su questo tema.

E' di recente emanazione la norma UNI 11761:2019 che specifica i requisiti minimi tecnici che la strumentazione IOMS deve avere per essere ritenuta affidabile (oggi in revisione).

Nella norma sono considerati tre tipi di monitoraggio degli odori:

- in aria ambiente ("al ricettore");
- in emissione ("alla sorgente");
- al confine di impianto ("a bordo impianto").

Le grandezze prodotte

Gli strumenti possono fornire indicazioni circa

- La presenza/assenza di odore (misurazione di tipo A);
- La qualità della miscela (la tipologia/classe odorigena di odore) (misurazione di tipo B),
- La quantità di odore (misura di tipo C) correlata con la concentrazione di odore (misurata con EN 13725 in ou/m³)

Il produttore deve garantire che lo strumento abbia buone performance

- In laboratorio su composti scelti a partire dagli attesi in campo
- In campo su miscele reali eseguendo test di verifica a valle dell'addestramento nella fase di monitoraggio

Naso elettronico (IOMS)



- Analisi in continuo
- Rilevazione della presenza di odore
- Riconoscimento/classificazione dell'odore (sorgente)
- Possibilità di confronto dei risultati con altre metodiche

- Per il momento, assenza di una normativa tecnica di riferimento specifica (WG 41 CEN)
- Assenza di limiti normativi di riferimento
- Complessità dello strumento: necessità della definizione di procedure precise per l'impiego (addestramento e elaborazione dati)