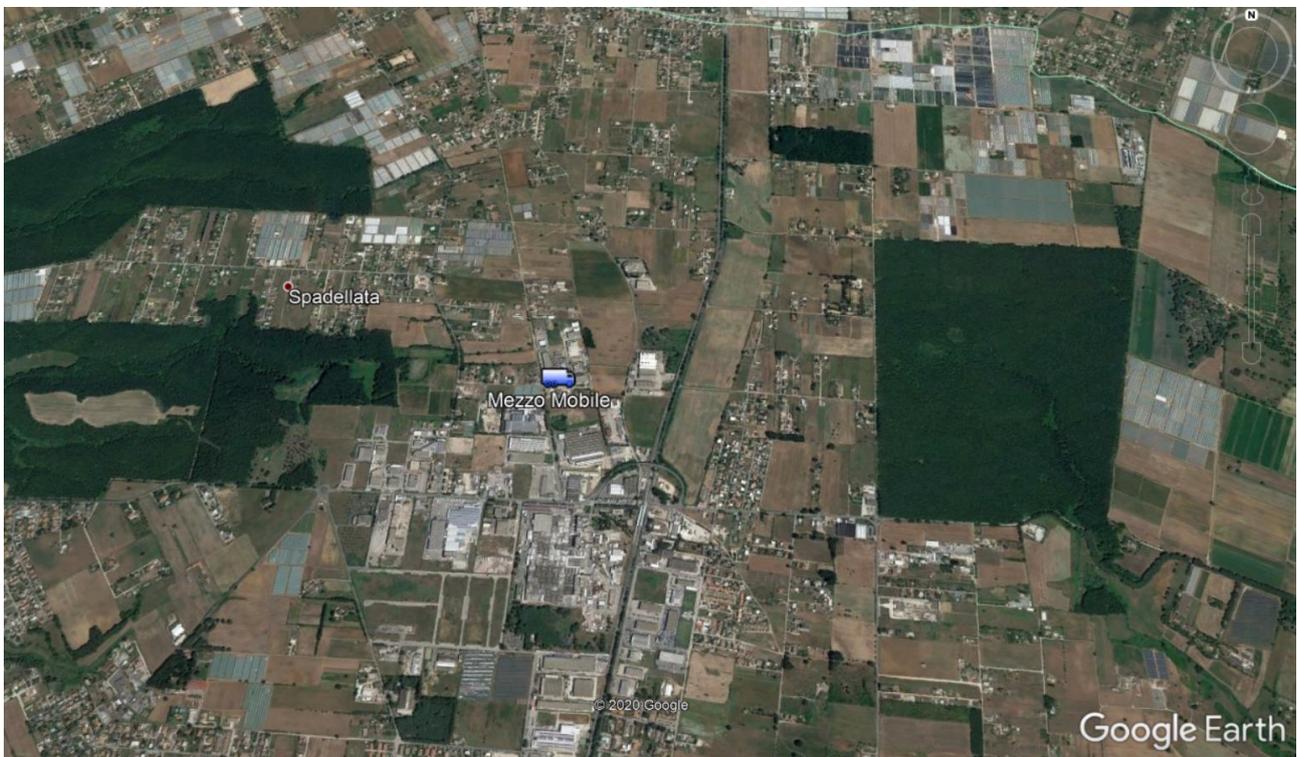




Monitoraggio odori in località Spadellata, Anzio

Periodo: 28 settembre – 29 ottobre 2020



12 gennaio 2021



A cura di:

- **ARPA Lazio**
Dipartimento Stato dell'Ambiente,

Servizio Qualità dell'Aria e Monitoraggio Ambientale degli Agenti Fisici

Unità centro regionale della qualità dell'aria

Unità aria e agenti fisici di Roma

Data redazione: 12 gennaio 2021





INDICE

1	PREMESSA	4
2	LA MOLESTIA OLFATTIVA	6
2.1	INTRODUZIONE.....	6
2.2	DEFINIZIONE DEL LIMITE OLFATTIVO O ODOUR THRESHOLD	7
3	CAMPIONAMENTO	8
3.1	STRUMENTAZIONE SCIENTIFICA SUL LABORATORIO MOBILE UTILIZZATO PER LA CAMPAGNA.....	8
3.2	PERIODO DI VALIDITÀ DEI DATI.....	9
4	GRAFICI	11
4.1	ANDAMENTO COMPOSTI ODORIGENI	11
5	STIMA DELL'IMPATTO ODORIGENO	18
5.1	METODO SPERIMENTALE PER DETERMINARE IL DISTURBO DI UNA MISCELA DI SOSTANZE ODORIGENE	18
5.2	NUMERO DI ORE PER OGNI EVENTO	21
5.1	ORE ODORE ISTOGRAMMI E ROSE	21
6	CONCLUSIONI	25
7	BIBLIOGRAFIA	27



1 Premessa

Alla luce degli esposti pervenuti dalla cittadinanza e della richiesta del comune di Anzio, l'ARPA Lazio ha eseguito, a partire dal 28/09/2020 e fino al 29/10/2020, un monitoraggio della qualità dell'aria con un mezzo mobile posizionato in via della Spadellata nel Comune di Anzio (nel punto di latitudine: 41.517787° e longitudine: 12.625367°).

L'Agenzia nell'ambito della campagna ha provveduto, oltre alla verifica di alcuni degli inquinanti previsti dal D.lgs. 155/2010 (i cui risultati sono illustrati in uno specifico report), a realizzare un monitoraggio sperimentale dell'inquinamento odorigeno, con lo scopo di quantificare, per quanto possibile, la molestia olfattiva percepita nel sito di misura.

Il laboratorio mobile è equipaggiato con alcuni sensori che misurano sostanze "potenzialmente" fonte di odori; nello specifico sono presenti: un analizzatore per la misura dell'acido solfidrico (H_2S), uno per la misura dell'ammoniaca (NH_3) e uno (vigi e-nose – Chromatothec) in grado di tracciare VOC e diversi composti di zolfo.

La molestia olfattiva, per sua natura, deriva inevitabilmente dalla presenza, nelle vicinanze della zona in cui essa viene percepita, di strutture, in genere industriali, che emettono una serie di specie chimiche odorigene in quantità tali da essere chiaramente percepite dal sistema olfattivo della popolazione residente. Questa emissione di sostanze odorigene può produrre o meno molestia a seconda delle capacità disperdente che la parte bassa dell'atmosfera presenta al momento dell'emissione.

L'esperienza maturata sulle molestie olfattive da parte delle varie istituzioni (ed anche da parte del mondo della ricerca) è oggettivamente molto limitata e frammentaria, sia sul fronte delle misure, che sul fronte dell'individuazione di parametri sintetici con cui quantificare le varie sostanze responsabili degli odori e il loro effetto a livello soggettivo. L'ARPA Lazio nel corso degli ultimi anni ha approfondito il tema, visto che le metodologie normalmente impiegate nel controllo sullo stato dell'aria non sono mai riuscite a dar conto del forte disagio mostrato dalla popolazione nelle situazioni di molestie olfattive intense e persistenti. Le varie esperienze hanno



mostrato un quadro proveniente dalle misure molto più ottimista rispetto al disagio provato dalla popolazione.

Il tema è molto complesso e di conseguenza il tentativo di definire una metodologia di misura costituisce un interessante tema di ricerca in continua evoluzione alla luce delle evidenze che emergono nel mondo dai diversi studi, dai risultati delle campagne sperimentali e ovviamente dall'evoluzione tecnologica della strumentazione.

Il presente report illustra a grandi linee la tematica dell'inquinamento odorigeno, descrive la metodologia sperimentale applicata ed i risultati ottenuti nella campagna di misura.



2 La molestia olfattiva

2.1 Introduzione

In maniera estremamente semplice, senza la pretesa di descrivere in termini rigorosi il problema dal punto di vista fisiologico, dalla letteratura scientifica è evidente come la sensazione di molestia olfattiva proceda nei termini seguenti:

- l'introduzione dell'aria ambiente nel corpo umano avviene in maniera discontinua e periodica attraverso una serie di atti respiratori. In ciascun atto, della durata di alcuni secondi, viene inalato un volume d'aria che viene fatta transitare attraverso il naso. Questo organo presenta la caratteristica peculiare di effettuare un'analisi chimica a risposta rapida che produce come risposta un impulso sensoriale che si estrinseca in una sensazione o di benessere (un profumo) o di molestia;
- l'aria inspirata viene quindi inviata all'apparato respiratorio che si incarica di estrarre da essa ciò di cui ha bisogno l'organismo, ma anche sostanze (inquinanti) potenzialmente ad esso dannose.

Quindi la sensazione di molestia derivante da una sostanza odorigena presente nell'aria (e la sua eventuale azione tossica) può derivare da un singolo atto respiratorio di breve durata, indicativamente 5 secondi. Perciò la vera differenza tra quantificare l'inquinamento atmosferico, per come definito dal D.Lgs.155/2010, e mettere in evidenza le molestie olfattive con la loro azione potenzialmente dannosa sta proprio nel tempo di osservazione (o meglio nel tempo di mediazione) oltre che nella tipologia di sostanze monitorate. Se, sulla scorta di quanto noto e codificato dalla norma, la pericolosità della presenza in atmosfera di particolato sottile, biossido di azoto, biossido di zolfo, ecc. può essere quantificata in termini di media oraria per gli inquinanti gassosi e media giornaliera per il materiale particolato, per quanto riguarda le sostanze odorogene è ragionevolmente necessario adottare tempi di mediazione più brevi, dell'ordine dei secondi. Sarebbe pertanto opportuno che, come già fatto per gli inquinanti tradizionali, le strutture sanitarie competenti individuassero tempi di mediazioni adeguati a quantificare il rischio o la molestia connessa alla presenza di tali sostanze, tra queste ad esempio è sicuramente da annoverare l'acido solfidrico (H_2S).

2.2 Definizione del limite olfattivo o Odour Threshold

Una sostanza odorosa può essere avvertita solo quando raggiunge una concentrazione minima, denominata soglia olfattiva (Odour Threshold-OT), al di sotto della quale non provoca alcuno stimolo nel sistema ricettivo.

Generalmente come soglia olfattiva si fa riferimento alla concentrazione minima di un composto odoroso che porta alla percezione dell'odore con una probabilità del 50% ovvero alla concentrazione di odorante che ha una probabilità dello 0,5 di essere rivelata nelle condizioni della prova.

Le soglie olfattive utilizzate per le sostanze monitorate in questa campagna (Tabella 1) sono state quelle determinate con il metodo "Triangle Odor Bag", e riportate nella pubblicazione "*Measurement of Odor Threshold by Triangle Odor Bag Method*" di Yoshio Nagata del Japan Environmental Sanitation Center [1] [2].

Il metodo con cui sono state ricavate è basato sulla diluizione ed è riconosciuto a livello internazionale dalla comunità scientifica. Per i VOCEqDMS, che tengono conto della concentrazione di diversi composti, ognuno con una diversa soglia, non è possibile reperire un valore univoco di riferimento.

Tabella 1: soglie olfattive utilizzate

specie	OT Nagata [ppb]
2 butil-sh n-Butyl mercaptane	0.0028**
etil-sh Ethyl mercaptane	0.0087
iso-butil-sh Isobutyl mercaptane	0.0068
iso-pro-sh Isopropyl mercaptane	0.006
metil-sh Methyl mercaptane	0.07
n-butyl-sh n-Butyl mercaptane	0.0028
n-prop-sh n-Propyl mercaptane	0.013

specie	OT Nagata [ppb]
DES Diethyl sulfide	0.033
DMS Dimethyl sulfide	3
DMDS Dimethyl disulfide	2.2
MES Methyl Ethyl Sulfide	1*
TBM tert. Butyl mercaptane	0.029
THT Tetrahydrothiophene	0.62

* Dato non reperibile da Nagata, valore tratto da fonte Arkema

** Dato non reperibile da Nagata, valore posto uguale a n-butyl-sh

STRUMENTAZIONE DEDICATA

specie	OT Nagata [ppb]	OT Nagata [ug/m3]
NH3 Ammonia	1500	1042
H2S Hydrogen sulfide	0.41	0.6

3 Campionamento

3.1 Strumentazione scientifica sul laboratorio mobile utilizzato per la campagna

La finalità principale della campagna era quella di stimare la molestia olfattiva percepibile nel sito di misura, la dotazione strumentale del mezzo mobile dell'ARPA Lazio ha consentito di effettuare sia questa stima, che la misura della concentrazione di alcuni degli inquinanti previsti dalla normativa per il controllo della qualità dell'aria (DLgs.155/2010). A questi dati sono stati affiancati quelli acquisiti dai sensori meteorologici presenti sul mezzo mobile.

Vengono di seguito presentati i dati chimici relativi alle sostanze odorigene rilevate dalle ore 13:00 del 28 settembre 2020 alle ore 10:00 del 29 ottobre 2020. In particolare sono state considerate le concentrazioni medie dei seguenti inquinanti:

- Ammoniaca (NH₃) (Teledyne API T201)
- Acido solfidrico (H₂S) (Teledyne API T101)
- Total VOC (Composti organici Volatili) (Vigi E-NOSE Chromatotech)
- Composti odorigeni dello zolfo (Vigi E-NOSE Chromatotech)

La presenza di ammoniaca in aria è stata misurata utilizzando uno strumento basato sul principio chimico della chemiluminescenza, in pratica si tratta di un normale analizzatore per gli ossidi di azoto (NO), identico a quelli normalmente utilizzati nelle reti di monitoraggio, abbinato ad un convertitore in grado di trasformare NH₃ in NO. Lo strumento restituisce le concentrazioni in aria di ammoniaca, ossido di azoto e biossido di azoto. Il tempo di risposta di questo analizzatore, secondo quanto dichiarato dal costruttore è di 340 secondi.

Per la misura dell'acido solfidrico a concentrazioni normalmente rilevate in aria è stato usato un analizzatore basato sulla fluorescenza ultravioletta, lo stesso sistema utilizzato e previsto nel D.lgs 155/ 2010 per l'anidride solforosa (SO₂). Lo strumento è dotato di un catalizzatore settato a 315° C che converte H₂S in SO₂. Il suo tempo di risposta, secondo quanto dichiarato dal costruttore, è di 140 secondi ed è lo strumento più "veloce" tra quelli utilizzati, in grado di evidenziare variazioni di

concentrazione anche piuttosto rapide. Solitamente questo analizzatore viene utilizzato, nell'analisi dei dati, per la stima dell'entità della fluttuazione attorno al valore medio orario delle concentrazioni rilevate durante le campagne di misura. Tuttavia, a differenza di quanto avvenuto nei precedenti accertamenti, come si vedrà più avanti, nel corso di questa specifica campagna, alla luce dei risultati ottenuti per i vari inquinanti, come strumento "a risposta rapida" si è scelto di utilizzare l'analizzatore dell' NH_3 .

I composti dello zolfo e i Composti Organici Volatili totali (Total VOC) sono stati misurati con un unico strumento equipaggiato con due diversi sistemi di rilevamento. I primi sono quantificati da un gascromatografo dotato di rivelatore elettrochimico e capace di discriminare diverse sostanze contenenti zolfo (alcuni mercaptani, solfuri e tioeteri). I VOC totali sono invece rilevati da un PID (rivelatore a fotoionizzazione), la misura effettuata da questo rivelatore contiene al suo interno il contributo di diverse sostanze organiche volatili, lo strumento non è comunque in grado di discriminarle una dall'altra, si tratta di fatto di una sommatoria di concentrazioni per cui, tra l'altro, non è possibile determinare una ben definita soglia di odore. Come indicazione del costruttore, la sensibilità del PID viene testata tramite utilizzo di dimetilsolfuro (DMS) e pertanto nel presente documento la misura di VOC totali è indicata come VOC equivalenti DMS (VOCe_qDMS).

Questo analizzatore fornisce due misure (una per i composti dello zolfo e una per i VOCe_qDMS) ogni venti minuti.

3.2 [Periodo di validità dei dati](#)

La campagna di misura è stata effettuata dal 29/09/2020 al 30/10/2020, nel corso della campagna di misura, si sono verificate alcune sospensioni dell'alimentazione elettrica e alcuni problematiche legate al funzionamento della strumentazione di bordo. Tabella 2 sono riportati nel dettaglio gli orari di inizio e fine dell'assenza di dati e le sostanze interessate.

Dalle	Alle	Sostanza
-------	------	----------

22:00 del 29-09-20	10:00 del 30-09-20	VOCeqDMS, composti zolfo
10:00 del 01-10-20	15:00 del 01-10-20	VOCeqDMS, composti zolfo
Inizio campagna	16:00 del 08-10-20	H ₂ S
22:00 del 03-10-20	12:00 del 05-10-20	VOCeqDMS
18:00 del 06-10-20	10:00 del 07-10-20	VOCeqDMS
17:00 del 07-10-20	08:00 del 10-10-20	VOCeqDMS
08:00 del 25-10-20	20:00 del 25-10-20	VOCeqDMS
03:00 del 27-10-20	10:00 del 27-10-20	VOCeqDMS
21:00 del 27-10-20	08:00 del 28-10-20	VOCeqDMS

Tabella 2: intervalli temporali di assenza dati durante la campagna effettuata a Anzio (RM).

In questi intervalli temporali, a causa della mancata presenza del contributo di uno o più degli inquinanti odorigeni monitorati, è possibile che la molestia olfattiva sia stata in parte sottostimata.



4 Grafici

4.1 Andamento composti odorigeni

Nei grafici seguenti sono rappresentati gli andamenti dei composti odorigeni misurati durante il monitoraggio. Quando presente, viene riportata anche la “soglia di odore”



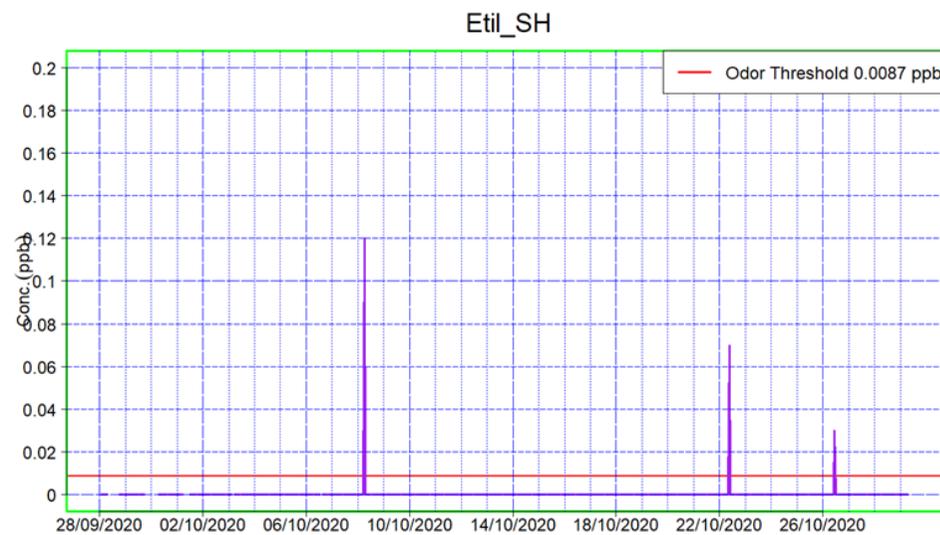
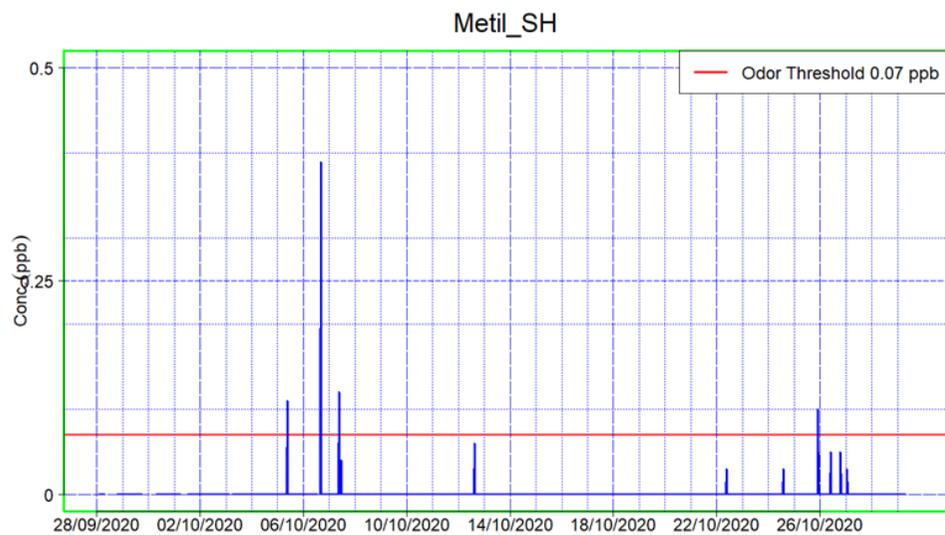
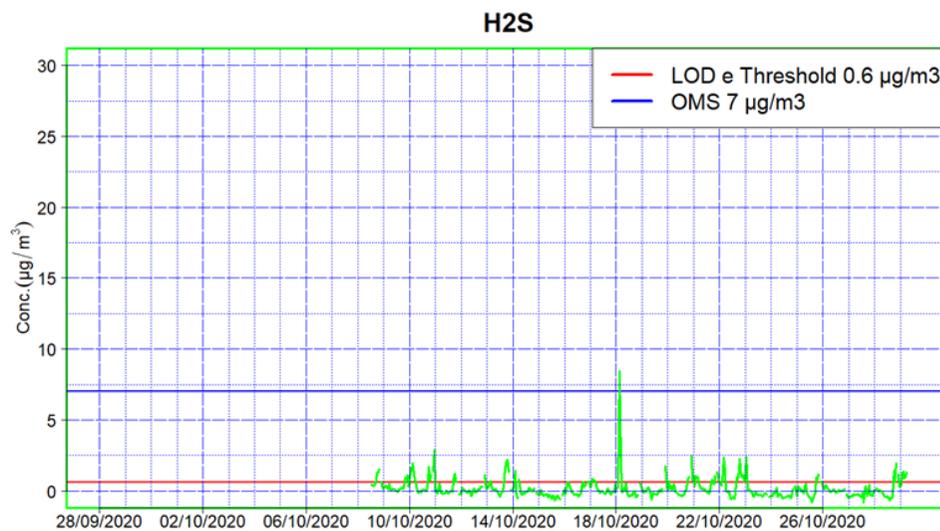
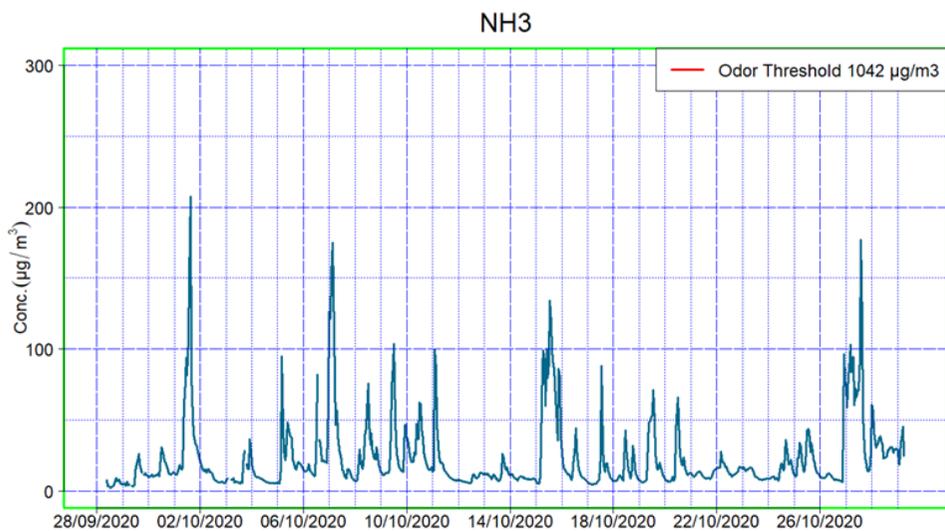


Figura 1: grafici della campagna di misura a Loc. Spadellata, Anzio (RM) per ammoniaca, l'acido solfidrico, il metil-mercaptano, l'etil-mercaptano;

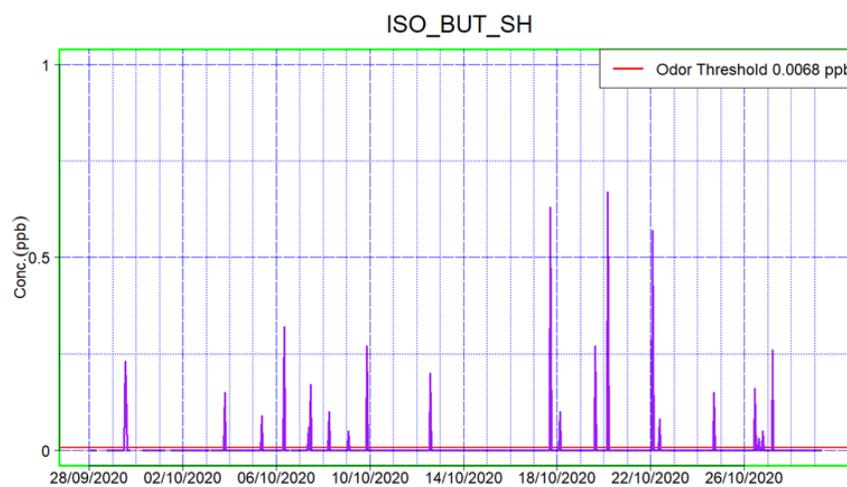
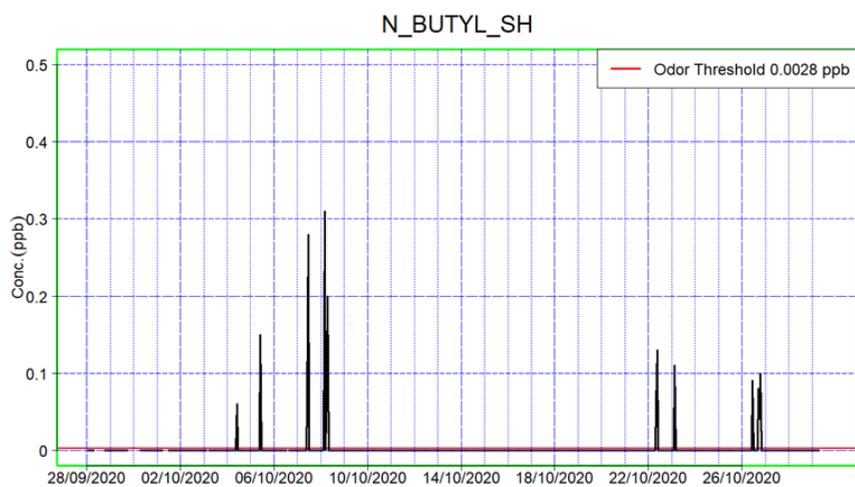
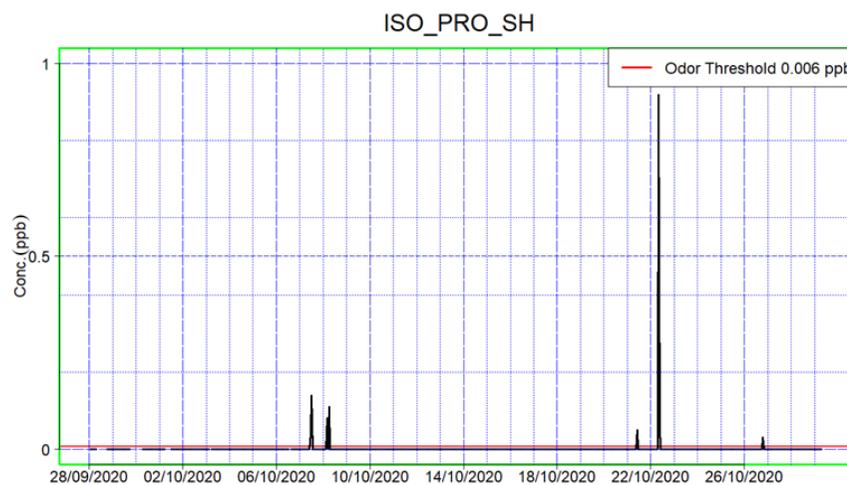
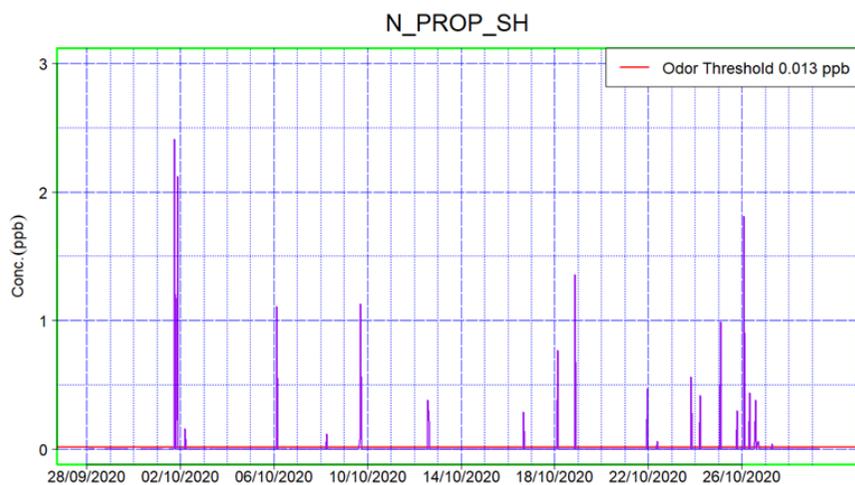


Figura 2: grafici della campagna di misura a Loc. Spadellata, Anzio (RM) per N-propil-mercaptano, iso-propil-mercaptano, N-butil-mercaptano, iso-butil-mercaptano;

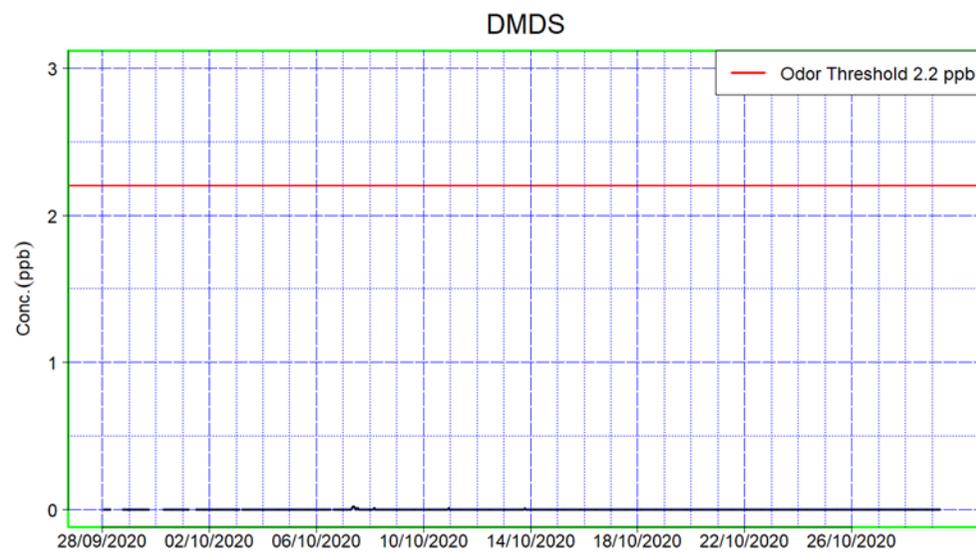
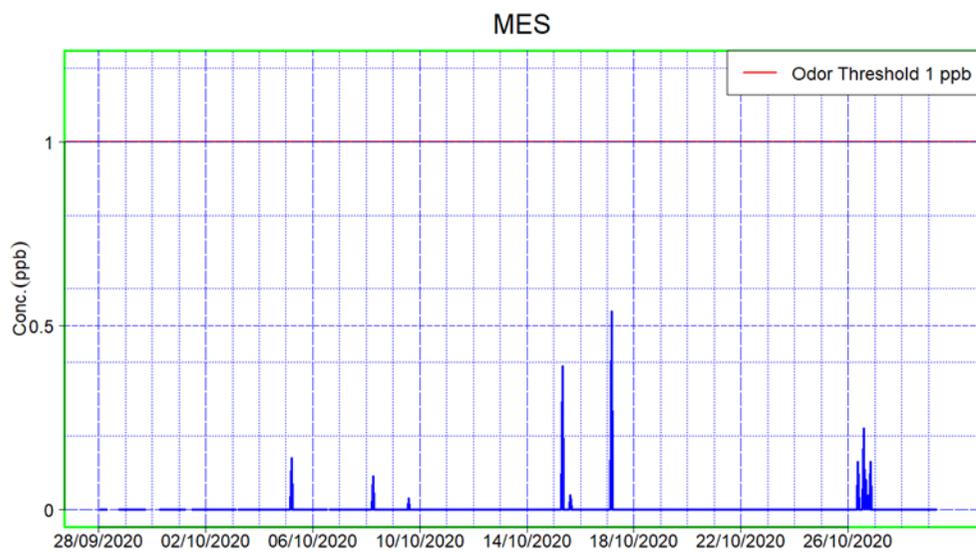
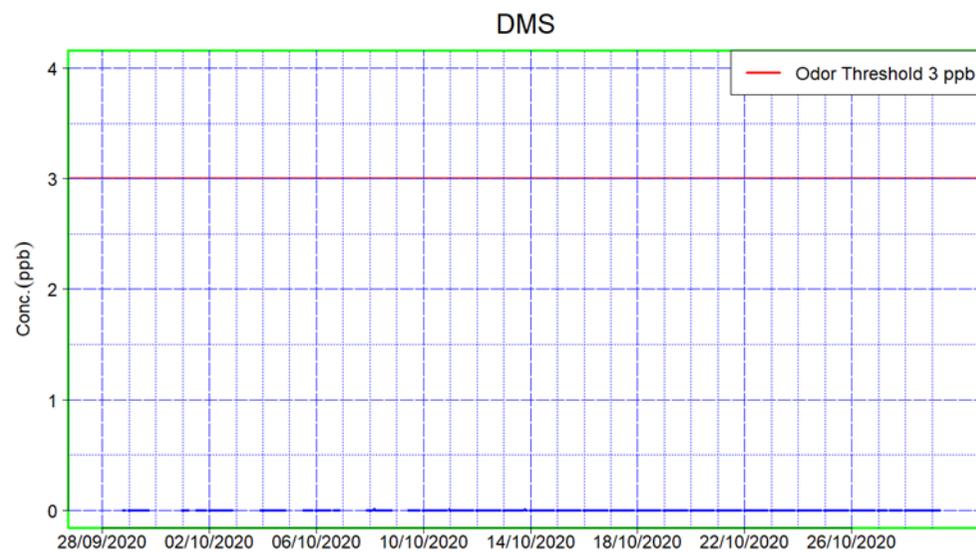
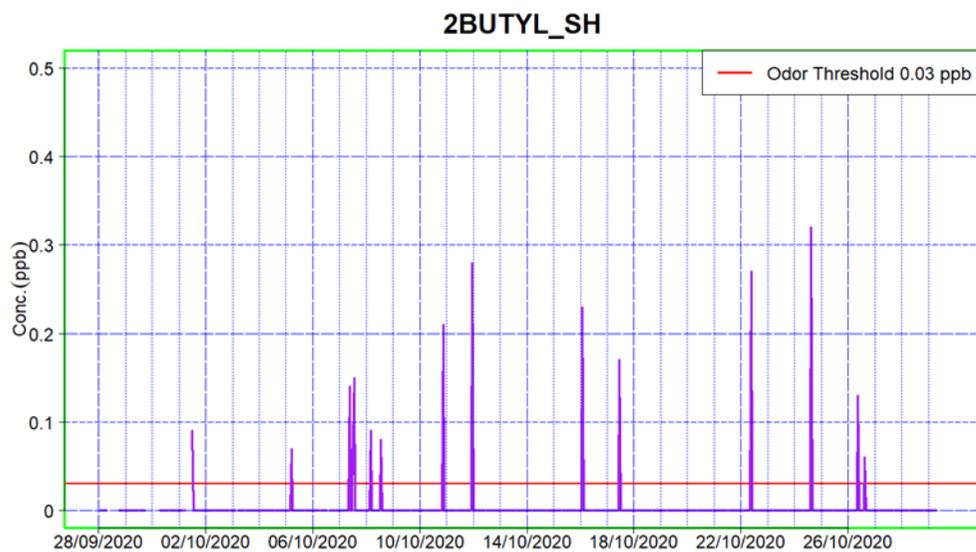


Figura 3: grafici della campagna di misura di Loc. Spadellata, Anzio (RM) per 2-butyl mercaptano, dimetil-solfuro, metil-etil-solfuro, dimetil-disolfuro;

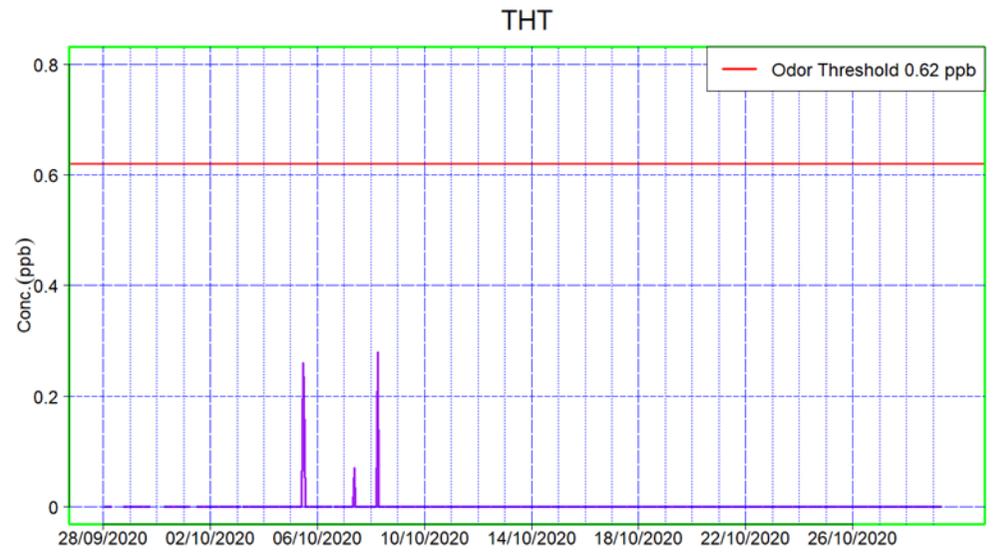
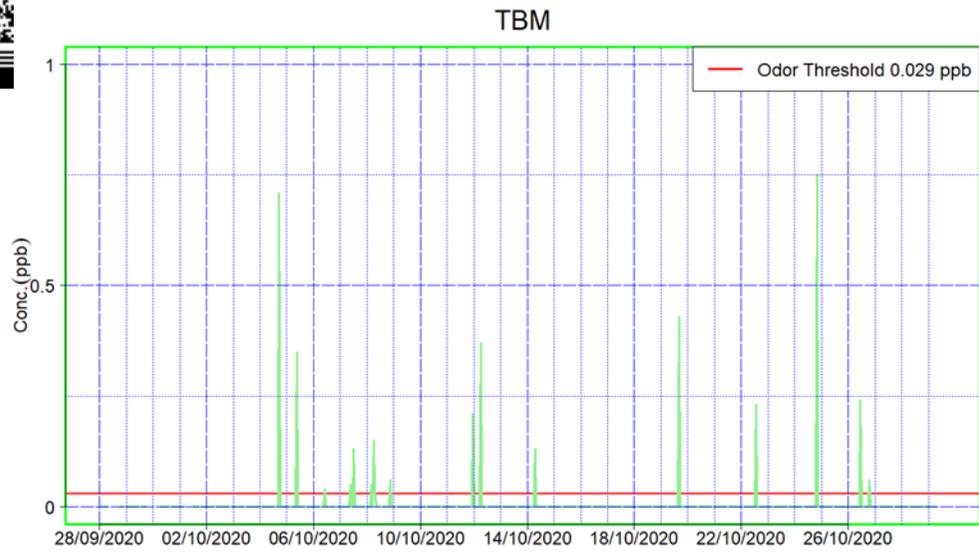


Figura 4: grafici della campagna di misura di Loc. Spadellata, Anzio (RM) per terz-butyl-mercaptano e tetra idro tiofene

Nel grafico dell'H₂S è stata indicata la linea di 7µg/m³ per fornire un riferimento del livello a cui le Linee Guida WHO "Air Quality Guidelines for Europe" [4] individuano, per questa sostanza, la soglia al di sotto della quale dovrebbero restare le concentrazioni, misurate con un periodo di mediazione di 30 minuti, al fine di non provocare disturbo alla popolazione esposta.

Nella Tabella 3 è sinteticamente riportato il numero di ore in cui le medie orarie delle varie sostanze odorigene misurate durante il monitoraggio hanno superato la rispettiva soglia di odore di Nagata. Tuttavia, come illustrato in precedenza, il valore medio orario, utilizzato normalmente come indicatore nelle campagne di misura della qualità dell'aria per gli inquinanti previsti dal d.lgs.155/2010, potrebbe non essere indicativo per la quantificazione della molestia olfattiva. Infatti in questo caso appare necessario utilizzare tempi di mediazione molto più brevi, anche dell'ordine di alcuni secondi, così da mettere in evidenza eventuali picchi di limitata durata temporale.

Tabella 3: Superamenti delle soglie di odore (OT) registrati per le medie orarie delle varie sostanze odorigene durante la campagna di misura.

SOSTANZA	ORE VALIDE	N° Sup OT	% Sup OT
DMDS	689	0	0.0
METHYL-SH	689	4	0.6
ETHYL-SH	689	2	0.3
DMS	689	0	0.0
ISO-PRO-SH	689	5	0.7
TMB	689	13	1.9
N-PROP-SH	689	23	3.3
MES	689	0	0.0
2-BUTYL-SH	689	15	2.2
THT	689	0	0.0
DES	689	21	3.0
N-BUTYL-SH	689	13	1.9
ISO-BUT-SH	689	22	3.2
H ₂ S	475	81	17.1
NH ₃	737	0	0.0

È necessario precisare che i valori tabulati sono comunque riferiti a sostanze pure; in presenza di miscele le diverse sostanze possono interagire in maniera complessa, dando origine ad effetti di additività, sinergia e antagonismo, schematicamente:

- additività: $R_{AB} = R_A + R_B$



- sinergia: $R_{AB} > R_A + R_B$
- antagonismo: $R_{AB} < R_A + R_B$

dove R_A e R_B rappresentano la soglia di percettibilità di due sostanze pure, mentre R_{AB} è la soglia di percezione della miscela ottenuta combinando le due sostanze.

Per quanto riguarda le concentrazioni di NH_3 appare interessante effettuare un confronto con quelle rilevate nelle stazioni di misura della rete regionale M. Grecia e Fermi situate nella città di Roma, in aree densamente abitate e caratterizzate da elevato traffico veicolare e attività antropiche di varia natura. Nella Tabella 4: Tabella 4 sono riportate le concentrazioni medie, la deviazione standard e i valori massimi registrati nelle due stazioni di Roma e in via della Spadellata durante il periodo del monitoraggio. Si può osservare che le concentrazioni di ammoniaca nel sito in cui è stata effettuata la campagna di misura, nonostante in nessuna delle ore la media oraria abbia superato la soglia di odore, risultano più alte sia in termini medi che di valore massimi e molto più variabili rispetto a quelle rilevate nello stesso periodo nell'area urbana di Roma.

Tabella 4: Valore medio, incertezza e valore massimo delle concentrazioni di NH_3 presso il sito di misura e nelle stazioni Fermi e M. Grecia nella città di Roma

SOSTANZA	Media	σ	MAX
Fermi	12	4	13
M. Grecia	5	2	24
Anzio-Spadellata	23	20	208





5 Stima dell'impatto odorigeno

5.1 Metodo sperimentale per determinare il disturbo di una miscela di sostanze odorigene

Il metodo sperimentale utilizzato, basato su ricerche documentate da letteratura scientifica attuale, si prefigge di quantificare per ognuna delle ore in cui è durata la campagna di misura, l'**intensità di odore**, proprietà che esprime la forza dello stimolo olfattivo e ne rappresenta l'effetto.

L'intensità di odore quindi porta un'informazione complementare rispetto alla concentrazione e tra di essi esiste una sostanziale differenza: la concentrazione è una misura della quantità di odore presente nella miscela gassosa, mentre l'intensità è una **misura della grandezza della sensazione che lo stimolo genera, venendo rilevato e interpretato dal sistema olfattivo**.

Sebbene concettualmente diverse, concentrazione ed intensità di odore sono grandezze correlate: solitamente, tanto più elevata è la concentrazione dell'odorante, tanto più intensa è la sensazione che genera. Analogamente a quanto avviene per altri sensi, come vista e udito, la relazione tra grandezza dello stimolo e intensità non è lineare ma logaritmica.

Esistono diverse funzioni matematiche che illustrano questa dipendenza, alcuni studi hanno riscontrato che la miglior corrispondenza tra quanto calcolato e quanto rilevato sperimentalmente attraverso tecniche di olfattometria dinamica è data dalla seguente relazione:

$$RELAZIONE DI WEBER-FECHNER: OI = k_1 \log_{10} (C/OT) + k_2$$

dove OI è l'intensità di odore, C la concentrazione dell'odorante, OT la concentrazione alla soglia di percezione, k_1 e k_2 i coefficienti di Weber-Fechner, caratteristici dell'odorante, da determinare sperimentalmente.

La scala di intensità di odore cui si fa riferimento è quella riportata nella Tabella 5 che segue.

Tabella 5: Scala ASTM dell'intensità di odore

Intensità di odore	Descrizione	
0	Nessun odore percepito	No odor
1	Odore debole	Odor slight



Intensità di odore	Descrizione	
2	Odore rilevante e discernibile	Odor noticeable
3	Odore forte	Odor strong
4	Odore molto forte	Odor very strong
5	Odore intollerabile	Odor unbearable

Poiché tuttavia nelle situazioni reali le sostanze odoranti sono sempre presenti in miscela, si pone la necessità di determinare l'intensità di odore della miscela odorigena che le varie sostanze formano. In letteratura scientifica sono documentati alcuni metodi di conversione per i quali i ricercatori hanno riscontrato una corrispondenza accettabile con metodi di determinazione alternativi condotti parallelamente. Uno di questi metodi è citato nell'articolo "*Conversion of the chemical concentration of odorous mixtures into odour concentration and odour intensity: a comparison of methods*" da Wu et al. (2016) [3] e consiste nel:

1. Determinare i contributi olfattivi di ogni composto rilevato (Odour Activity Value, OAV), come rapporto tra la concentrazione e la relativa soglia di percezione (Odour Threshold, OT):
Per l' i -esima sostanza che compone la miscela vale la relazione

$$OAV_i = \frac{C_i}{OT_i}$$

(la concentrazione della sostanza e la relativa soglia devono essere espresse in unità di misura coerenti in modo che l' OAV_i risulti adimensionale);

2. Sommare tra loro i singoli contributi OAV_i per determinare il $SOAV$ ovvero l'Odour Activity Value dell'intera miscela:

$$SOAV = \sum OAV_i$$

Il $SOAV$ di una miscela è proporzionale in prima approssimazione alla sua concentrazione di odore;





3. Calcolare l'intensità di odore (Odor Intensity, OI) della miscela attraverso la legge di Weber-Fechner assumendo il coefficiente moltiplicativo del logaritmo k_1 pari a 1 e il coefficiente additivo k_2 pari a 0,5

$$OI = \log_{10}(SOAV) + 0.5$$

Coerentemente al procedimento sopra esposto, si è proceduto pertanto a calcolare per ogni ora valida della campagna e per ogni sostanza discriminata dal gascromatografo il Valore di Attività Odorosa (OAV) a dividere il valore medio orario della concentrazione del composto con la relativa Soglia Olfattiva (OT).

I VOC quantificati dal PID, componente della strumentazione del Vigi-e-nose, a livello olfattivo, sono stati equiparati al DMS come da indicazioni della casa costruttrice.

Operativamente, pertanto, per ogni ora valida della campagna, è stato determinato un $SOAV$ che tenesse conto del contributo degli OAV di tutte le sostanze elencate al paragrafo 2.2 oltre ai $VOCEqDMS$.

Come sottolineato in precedenza ed ampiamente trattato nel documento *“La molestia olfattiva. Fenomenologia, criticità e protocollo sperimentale di misura”* [5] il valor medio orario di una grandezza non è rappresentativo del disturbo che percepisce il naso umano che inspira tipicamente ogni 5 secondi. Per tener conto di questo aspetto e valutare la possibilità che durante l'ora una molestia olfattiva sia percepita più volte anche per brevi momenti, è quindi necessario correggere il valor medio orario del $SOAV$ e calcolarne il valore di picco ($SOAV_p$) definito come il 99° percentile della distribuzione che rappresenta l'andamento di tale grandezza nell'ora. Il $SOAV_p$ viene utilizzato per la determinazione dell'Intensità di Odore OI della miscela attraverso la legge di Weber Fechner sopra citata. Lo strumento utilizzato allo scopo di ricostruire la distribuzione di probabilità delle sostanze sospese in aria, nell'ipotesi che si comportino statisticamente tutte nello stesso modo, è solitamente quello che misura l' H_2S in quanto dotato della risposta più rapida tra gli analizzatori a disposizione dell'Agenzia. Tuttavia in questa particolare campagna, poiché la deviazione standard oraria di questo inquinante è risultata dello stesso ordine di grandezza del rumore di fondo sullo zero dell'analizzatore e considerato che le concentrazioni mostrate dall' H_2S hanno raramente superato il limite di rilevabilità, considerare le sue fluttuazioni avrebbe potuto fortemente limitare



la significatività della stima, e quindi si è ritenuto più funzionale allo scopo utilizzare il dato dell'NH₃, che per quanto abbia un tempo di riposta superiore, ha messo in evidenza un andamento più variabile rispetto all'acido solfidrico con picchi di concentrazione anche elevati rispetto al valore medio. Inoltre mentre le concentrazioni di ammoniaca hanno mostrato valori sensibilmente superiori a quelli riscontrati normalmente in aria ambiente, per quanto riguarda l'acido solfidrico le concentrazioni sono in linea con quelle rilevate normalmente in aria, che secondo quanto riportato in letteratura hanno valori di background nel range 0,15-0,46 µg/m³ e possono arrivare a 1 µg/m³ in ambiente urbano [8]. E' stata quindi ricostruita la distribuzione di probabilità di NH₃ all'interno dell'ora e, attraverso i parametri che la descrivono, è stata utilizzata per ricavare dal SOAV orario il SOAV di picco.

5.2 Numero di ore per ogni evento

Nella tabella sotto riportata vengono indicate in quantità e in percentuale rispetto al totale delle ore valide della campagna ai fini del calcolo dell'intensità di odore (706 ore), le ore corrispondenti a ciascuna delle classi individuate dalla scala ASTM degli odori. Le intensità di odore in tabella 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.

Tabella 7: distribuzione delle ore della campagna di misura rispetto alla scala ASTM

Scala ASTM	Intensità di odore	Ore [numero]	Ore [%]
da nessun odore a debole	0 -1	98	13,9%
da debole a discernibile	1 - 2	167	23,7%
da discernibile a forte	2 - 3	441	62,4%
da forte a molto forte	3 - 4	0	0%
da molto forte a intollerabile	4 - 5	0	0%

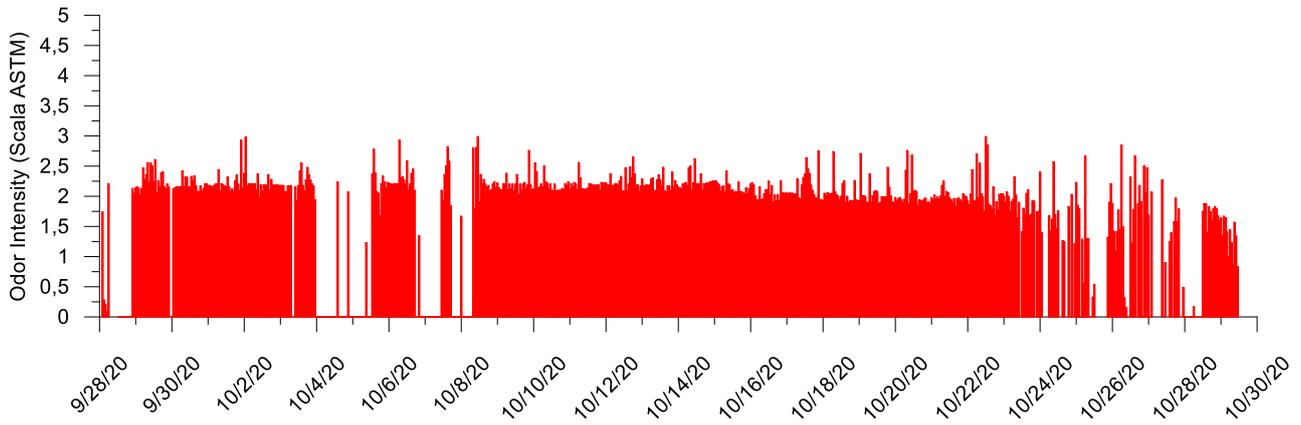
5.1 Ore odore istogrammi e rose

Il grafico che segue rappresenta l'andamento nel tempo dell'Intensità di odore ricavata applicando la legge di Weber Fechner (con coefficienti rispettivamente di 1 e 0.5) al SOAV_p.

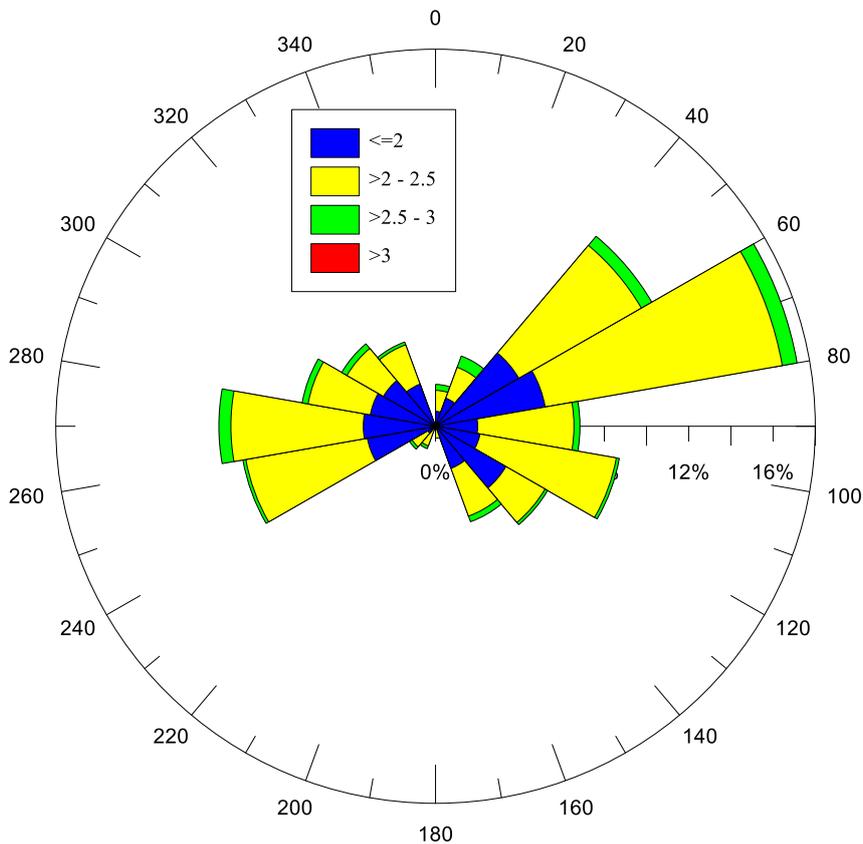




Vengono rappresentate solo le ore valide della campagna (il formato della data nell'asse delle ascisse è mm/gg/aa)



Al fine di individuare la direzione di provenienza degli odori si è rappresentata l'intensità di odore in funzione della direzione dei venti registrati, per ogni ora della campagna, dalla strumentazione presente nel mezzo mobile. Dal grafico si desume una uniformità di provenienza dalle varie direzioni.



Si riporta di seguito la rosa delle intensità di odore sovrapposto all'ortofoto (la rosa dei venti riportata nel grafico va considerata solo ai fini della direzione e non delle distanze).

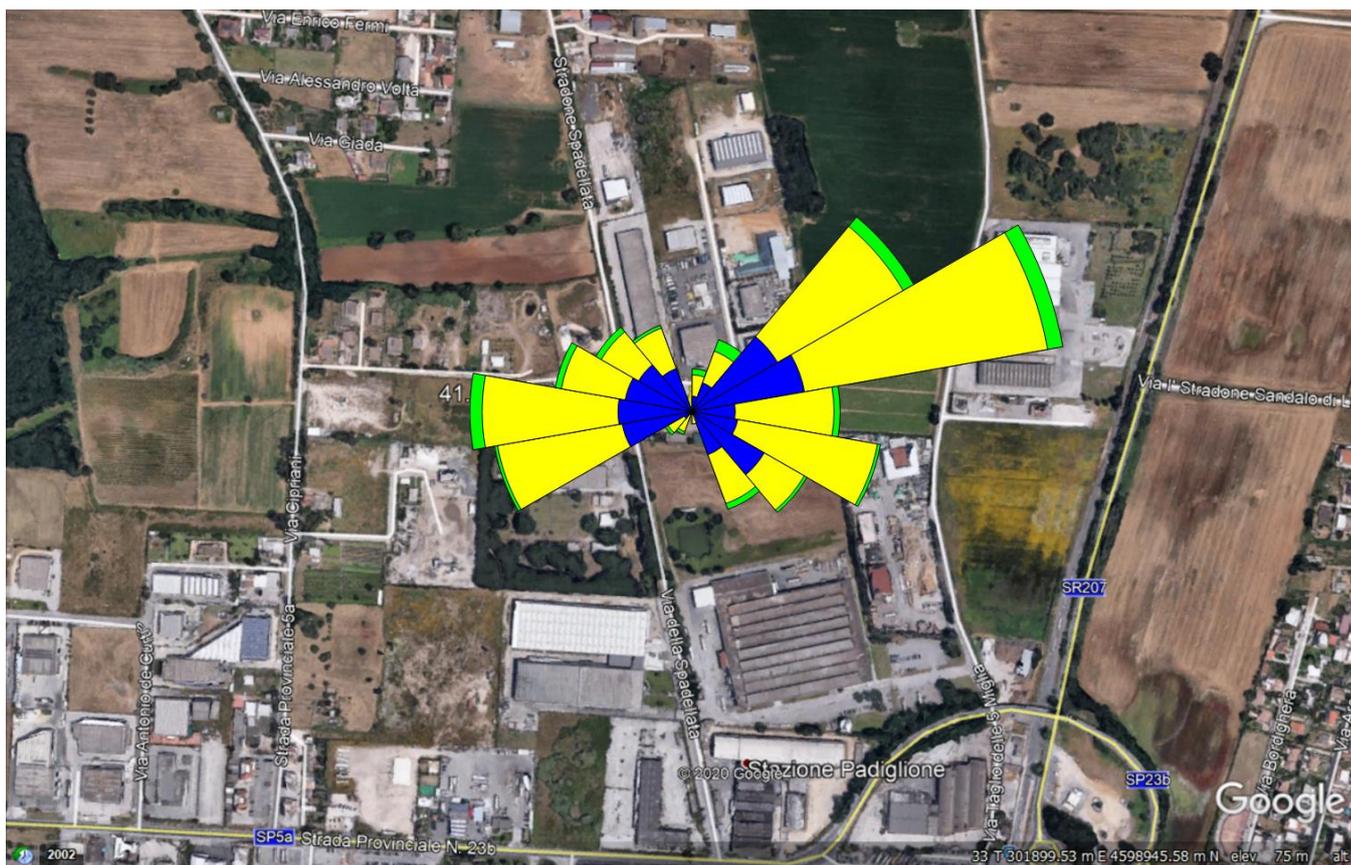


Figura 5: rosa delle intensità di odore sovrapposto all'ortofoto

Per verificare la provenienza dell'ammoniaca che è stata registrata dall'analizzatore, si riporta di seguito (Figura 6: rosa delle concentrazioni di picco dell'NH₃) il grafico delle sue concentrazioni di picco (in ppb) al variare della direzione del vento. I valori più elevati per questo inquinante sembrano provenire dal settore OVEST e SUD-OVEST.

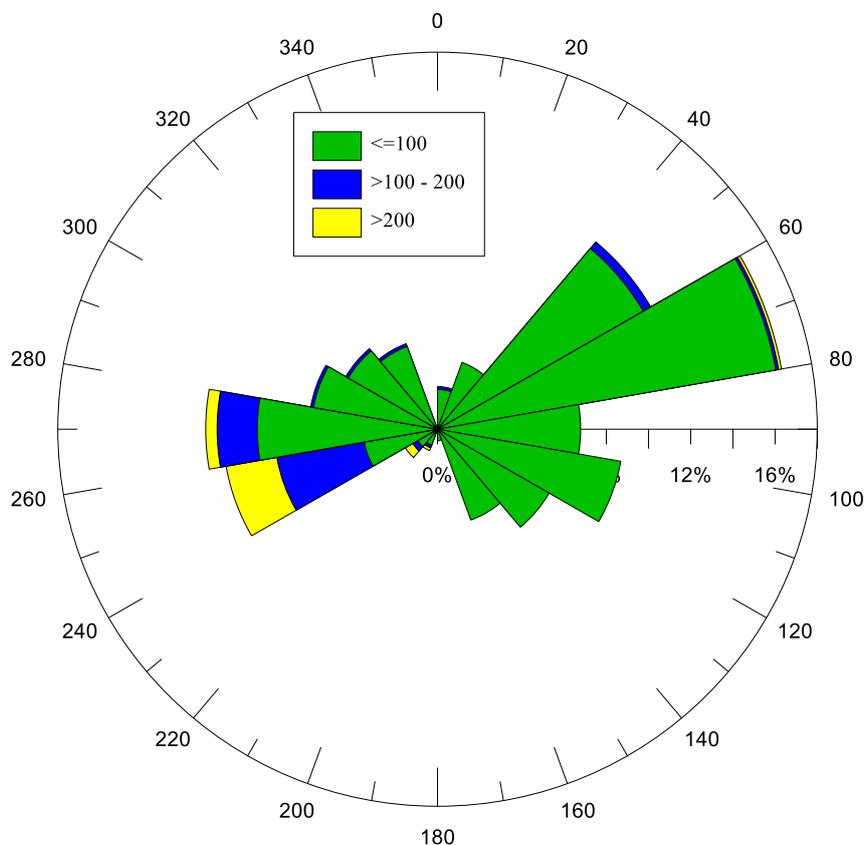


Figura 6: rosa delle concentrazioni di picco dell'NH3

La strumentazione a disposizione dell'Agenzia non è in grado di misurare la presenza e la quantità di tutte le sostanze odorigene potenzialmente presenti in atmosfera.

Nel caso specifico, in cui sono state misurate concentrazioni significative di ammoniaca, altri composti non rilevati come ad esempio le ammine [6] (che hanno una soglia di odore molto inferiore rispetto all'ammoniaca stessa) potrebbero essere presenti nell'aria di misura. Le ammine sono composti maleodoranti, queste, così come l'ammoniaca possono essere presenti nei gas di scarico derivanti da diversi settori industriali. Possono provenire, ad esempio, da emissioni dei mercati ittici, impianti di produzione animale, industrie alimentari e industrie di trattamento della carne, impianti per il trattamento di rifiuti e fanghi, impianti di compostaggio e forni per ristoranti. L'ammoniaca e le ammine sono presenti anche nei gas di biomassa da combustione [7].





6 Conclusioni

L'ARPA Lazio ha eseguito, a partire dal 29 settembre 2020 e fino al 30 novembre 2020, un monitoraggio della qualità dell'aria, in loc. Spadellata nel Comune di Anzio (RM) (nel punto di latitudine: 41.517787° e longitudine: 12.625367°).

L'Agenzia, nell'ambito della campagna, realizzata con un mezzo mobile, ha provveduto, oltre alla verifica di alcuni degli inquinanti previsti dal d.lgs. 155/2010, il cui rispetto non assicura l'assenza di odori molesti, a realizzare un monitoraggio sperimentale dell'inquinamento odorigeno.

La mancanza di un quadro normativo con riferimenti specifici ed adeguati alla complessità della problematica dell'impatto olfattivo, comporta l'insorgere di molteplici difficoltà nel valutare compiutamente l'effetto dei fenomeni osmogeni, in termini sia qualitativi che quantitativi.

Poiché l'odore è una risposta soggettiva ad una stimolazione delle cellule olfattive, presenti nella sede del naso, da parte di molecole gassose, l'oggettivazione degli odori e la loro misura univoca ed esaustiva, in particolare per miscele complesse e con più componenti, è un problema in buona parte ancora irrisolto, anche perché la sensibilità umana nella percezione degli odori spesso si dimostra superiore ai limiti di rilevabilità delle tecniche analitiche tradizionali.

Per tale motivo, non è identificabile un metodo esaustivo per la misura degli odori, ma è spesso necessario ricorrere ad un insieme di indagini e di tecniche, tra loro complementari per riuscire ad ottenere il maggior numero di informazioni possibili.

L'ARPA Lazio ha avviato una serie di attività sperimentali per la definizione di un protocollo di misura che, mediante l'utilizzo di analizzatori "in continuo" di inquinanti gassosi, provi a evidenziare la presenza di fenomeni di inquinamento odorigeno. Il protocollo di misura è in corso di verifica attraverso l'esecuzione di campagne di misura ed il confronto con le altre Agenzia del Sistema nazionale di protezione dell'ambiente.

Applicando il protocollo, nel presente report sono stati rappresentati i grafici delle concentrazioni delle singole sostanze misurate dalla strumentazione presente sul mezzo mobile, con l'evidenza della soglia olfattiva di ciascuna, e la tabella con il numero di eventi in cui si registra un superamento della stessa.





Appare interessante notare che durante la campagna sono state rilevate delle concentrazioni di ammoniaca in aria piuttosto elevate, almeno rispetto ai valori misurati nello stesso periodo in stazioni di monitoraggio da traffico della rete regionale situate nell'aria urbana di Roma. Le concentrazioni medie orarie di questo inquinante, durante il monitoraggio, sono comunque rimaste sempre al di sotto della relativa soglia di odore. Durante la campagna, vista la strumentazione a disposizione dell'Agenzia, non è stato possibile misurare le concentrazioni di tutte le sostanze odorigene teoricamente presenti assieme all'ammoniaca, quali le ammine.

Inoltre per valutare l'effetto odorigeno delle sostanze non singolarmente, ma tenendo conto della loro coesistenza in miscela, è stata stimata con un metodo sperimentale e per ogni ora valida della campagna, l'intensità di odore della miscela, il cui valore è confrontabile con una scala a 5 valori che va da odore inesistente a odore intollerabile (fonte ASTM).

Dalle risultanze dello studio si registrano, nel periodo di misura (706 ore valide ai fini del calcolo dell'intensità di odore), **un 62,4% di eventi con intensità di odore da discernibile a forte (441 ore durante le quali la molestia si è verificata con una certa probabilità), un 23.7 % da debole a discernibile (167 ore), un 13.9 % da nessun odore ad odore debole (98 ore), in nessuna ora della campagna l'intensità di odore è stata stimata nella fascia tra odore forte e molto forte né all'ultimo livello della scala (da molto forte a intollerabile).**

È opportuno ribadire che 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.





7 Bibliografia

- [1] Nagata Y. (2003a): *Odor intensity and odor threshold value.* – Journal of Japan Air Cleaning Association **41**, 17-25
- [2] Nagata Y. (2003b): *Measurements of odor threshold by triangle odor bag method. Odor measurements review.* – Ministry of Environment (MOE), Japan, pp. 118-127
- [3] Wu C., J Liu, P. Zhao, M. Piringer, G. Schauburger (2016): *Conversion of the chemical concentration of odorous mixtures into odour concentration and odour intensity: a comparison of methods* – Atmos. Environ. **127**, 283-292
- [4] World Health Organization Regional Office for Europe Copenhagen (2000): *Air Quality Guidelines for Europe* - WHO Regional Publications, European Series, No. 91
- [5] Sozzi R., Bennati L., Bolignano A. (2018): *La molestia olfattiva. Fenomenologia, criticità e protocollo sperimentale di misura* – ARPA Lazio Report/Aria_07
- [6] Zheng J., Ma Y., Chen M., Zhang Q., Wang L., Khalizov A.F., Yao L., Wang Z., Wang X., Chen L. (2015): *Measurement of atmospheric amines and ammonia using the high resolution time-of-flight chemical ionization mass spectrometry*, Atmospheric Environment **102** (2015) 249-259 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.12.002>)
- [7] Busca G., Pistarino C. (2003): *Abatement of ammonia and amines from waste gases: a summary*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries **16** (2003) 157–163 (doi:10.1016/S0950-4230(02)00093-1)
- [8] Osseini M., Osseini A. (2014): *Hydrogen Sulfide*. In: Wexler, P. (Ed.), *Encyclopedia of Toxicology*, 3rd edition vol 2. Elsevier Inc., Academic Press, pp. 971–974.

