

REGIONE TOSCANA
COMUNE DI MONTE ARGENTARIO

LABORATORIO



Via Sondrio, 2 - Udine
33100 (UD)

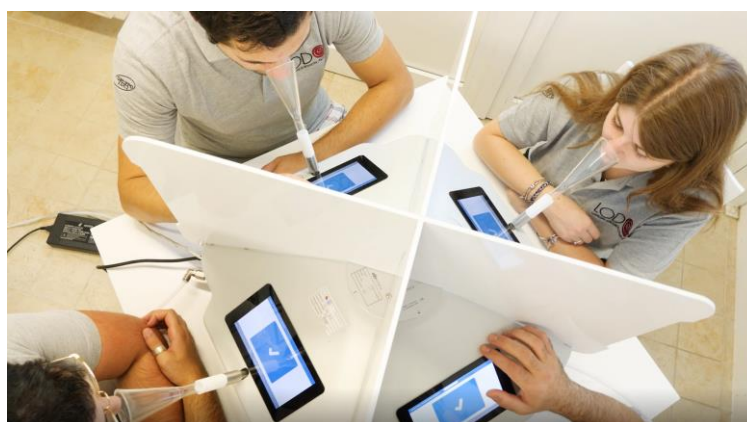
COMMITTENTE



Acquedotto del Fiora
Via G. Mameli, 10 - Grosseto
58100 (GR)

OGGETTO RELAZIONE

Misurazione concentrazione odore



Data	Revisione	Redatto	Verificato	Approvato
11.09.2023	00	Dott. Marco Basso 	Dott. Ing. Silvia Rivilli 	Responsabile Ufficio Tecnico Silvia Rivilli  

LOD RT 525/23

Sommario

Sommario	2
1. Premessa e presentazione.....	3
2. Introduzione.....	4
3. Descrizione dell'impianto.....	5
3.1 Indagine olfattometrica	7
3.2 Campionamento.....	7
3.3 Analisi in camera olfattometrica	15
4. Risultati	17
4.1 Analisi olfattometrica	17
4.2 Analisi chimiche	18
5. Valutazione dei risultati.....	23
5.2 Analisi chimica.....	28
6. Conclusioni.....	29
Allegato 1: Materiali e metodi per l'indagine olfattometrica.	31

1. Premessa e presentazione

Il Gruppo Luci è una realtà friulana nata nel 1951 che, in virtù dell'esperienza acquisita, progetta e sviluppa **soluzioni integrate per l'ambiente** a supporto delle aziende industriali e pubbliche, con un team dedicato all'accompagnamento delle aziende alla sostenibilità.

Grazie alla sinergia delle aziende che lo compongono, il Gruppo Luci propone soluzioni innovative, in un'**ottica di economia circolare**, con costanti investimenti in formazione, ricerca e sviluppo.

Fanno parte del Gruppo LUCI:

Gesteco - opera in diverse aree, tra cui bonifiche, smaltimento rifiuti, analisi di laboratorio, demolizioni, estrazione e lavorazione di materiali inerti, progettazione e costruzione di prefabbricati in calcestruzzo, il tutto con una particolare attenzione alla sostenibilità.

Labiotech - ricerca, sviluppa e installa tecnologie innovative per il miglioramento della qualità dell'aria e l'abbattimento degli odori. Si occupa di progettare e realizzare nuovi impianti, riattivare impianti esistenti, oltre a fornire consulenza tecnica e normativa.

LOD - laboratorio di Olfattometria Dinamica, si occupa di misurazione e monitoraggio degli odori. Il LOD è nato in collaborazione con l'Università degli Studi di Udine, caso emblematico del nostro approccio scientifico e innovativo.

Metaplas - impegnata nel recupero e riutilizzo di plastiche e legno.

Ecofarm - si occupa di ritiro, trasporto, stoccaggio e smaltimento di rifiuti sanitari, derivanti da attività ambulatoriali, mediche e affini, nel rispetto della normativa vigente.

Argesteco - azienda argentina specializzata nella consulenza ambientale, sostenibilità, formazione e audit ambientale.

LBIT - distributore esclusivo di Labiotech sul mercato asiatico di attrezzature speciali per la protezione dell'ambiente, prodotti sanificanti, attrezzature meccaniche.

2. Introduzione

In data 23 e 24 agosto 2023 presso l'impianto di depurazione di Acquedotto del Fiora S.p.A. sito a Monte Argentario, in viale Acquedotto Leopoldino (GR), sono state effettuate delle indagini olfattometriche secondo la norma tecnica **UNI EN 13725:2022**, al fine di valutare la concentrazione ed il flusso di odore emessi dalle diverse sezioni dell'impianto.

In contemporanea sono state effettuate analisi chimiche in corrispondenza dei tre biofiltri e sono stati posti dei campionatori passivi nella zona scarico autobotti, al fine di valutare le concentrazioni dei parametri richiesti nell' **Allegato Tecnico AIA Det. n° 1119 - 23/05/2011**.

L'olfattometria dinamica è l'unica metodologia accettata a livello internazionale per la misurazione della concentrazione di odore (**European Commission – Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on the General Principles of Monitoring** - July 2003). Il Laboratorio di Olfattometria Dinamica (LOD) effettua l'analisi e lo studio degli odori presenti in campioni d'aria prelevati nelle più svariate condizioni ambientali. Un gruppo di persone selezionate (esaminatori) determina la soglia di rilevazione dell'odore contenuto nell'effluente campionato. Il numero delle diluizioni a cui l'odore diviene percepibile è espresso come indice della concentrazione di odore in: **Unità Odorimetriche per Metro Cubo (ou_e/m^3)**.¹

La misura dei parametri chimici monitorati e i rispettivi metodi di campionamento adottati sono riportati nella **Tabella 1**, coerente con le metodiche indicate in art. 271 comma 17 - D.Lgs. 152/06, come previsto nel Decreto autorizzativo dell'impianto.

Tabella 1: metodi di analisi chimica.

Parametro	Metodo
Parametri fluidodinamici	UNI 16911-1:2013
Acido Solfidrico (H_2S)	UNI 11574:2015
Ammoniaca (NH_3)	UNI EN ISO 21877:2020
Mercaptani	NIOSH 2542
Composti organici volatili (COV)	UNI CEN/TS 13649:2015

¹ **La norma UNI EN 13725:2022 riporta:** "L'unità odorimetrica europea (ou_e) è la quantità di odorante/i che, quando evaporata in $1 m^3$ di gas neutro in condizioni normali, provoca una risposta fisiologica (soglia di rivelazione) da un gruppo di prova equivalente a quella provocata da una massa di odore di riferimento europeo (EROM), evaporata in $1 m^3$ di gas neutro in condizioni normali. Un EROM, evaporato in $1 m^3$ di gas neutro in condizioni normali, è la massa di sostanza che provoca la risposta fisiologica D_{50} (soglia di rivelazione), valutata da un gruppo di prova di esperti di odore in conformità alla presente norma e che ha, per definizione, una concentrazione di $1 ou_e/m^3$... Esiste una relazione tra l' ou_e per l'odorante di riferimento e quello per ogni miscela di odoranti. Tale relazione è definita solo a livello della risposta fisiologica D_{50} , dove: **1 EROM \equiv 123 μg n – butanolo \equiv 1 ou_e per la miscela di odoranti**. Tale collegamento costituisce la base della rintracciabilità delle unità di odore di ogni odorante a quella dell'odorante di riferimento. Esso esprime a tutti gli effetti le concentrazioni di odore in termini di "equivalenti in massa dell'n – butanolo".

3. Descrizione dell'impianto

L'impianto di depurazione di Acquedotto del Fiora, sito in viale Acquedotto Leopoldino - Monte Argentario (GR), tratta le acque reflue urbane e i rifiuti liquidi non pericolosi. (**Figura 1**)

Lo stabilimento comprende la linea acque e la linea fanghi. Una parte delle sezioni di trattamento confluisce in tre unità di abbattimento degli odori, ciascuna costituita da un biofiltro.

Ogni biofiltro comprende diverse sezioni che sono illustrate in **Tabella 2**.

Tabella 2: divisioni delle sezioni che confluiscono nei biofiltri

IDENTIFICATIVO	SEZIONE DI TRATTAMENTO
Biofiltro 1	Sezione di grigliatura fine
	Vasca di dissabbiatura/disoleatura
	Vasca di sollevamento liquami
	Sezione di trattamento extraflussi
	Vasche di equalizzazione
	Linea di trattamento biologico con biorulli
Biofiltro 2	Vasca di reazione anaerobica
	Vasca di reazione anossica
Biofiltro 3	Vasca di stabilizzazione aerobica fanghi
	Vasca di ispessimento fanghi

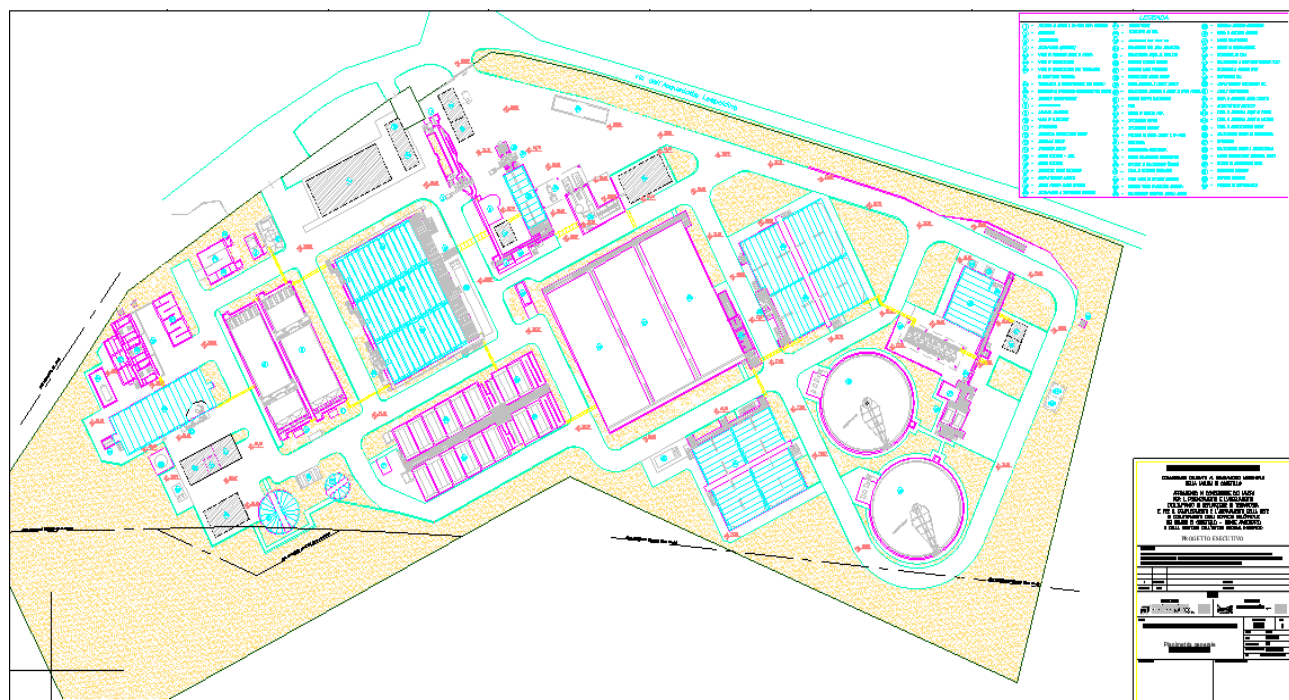


Figura 1: vista dall'alto dell'impianto.

4. Indagine olfattometrica

L'indagine olfattometrica si compone di:

- prelievo dei campioni alle sorgenti emissive;
- analisi in camera olfattometrica con olfattometro ed esaminatori selezionati;
- elaborazione statistica dei risultati.

Queste fasi sono descritte nel dettaglio nella norma tecnica **UNI EN 13725:2022 “Emissioni da sorgente fissa – Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica e della portata di odore”**. La norma, infatti, specifica un metodo per la determinazione oggettiva della concentrazione di odore di un campione gassoso, utilizzando l'olfattometria dinamica con esaminatori umani e la portata di odore emessa da sorgenti puntiformi, sorgenti superficiali con flusso indotto e sorgenti areali senza flusso indotto. Nel seguito verranno illustrate le varie fasi del lavoro.

4.1 Campionamento

In data 23 e 24 agosto 2023, in accordo con il Cliente, sono stati effettuati 20 prelievi in corrispondenza delle principali sorgenti dell'impianto.

In particolare, le superficie estese emissive (biofiltro 1, 2 e 3) sono stati idealmente suddivisi in sezioni ed in ciascuna di esse sono stati rilevati i parametri fisici (velocità dell'effluente, temperatura e umidità) effettuando così una mappatura della superficie; successivamente sono stati prelevati i campioni odorigeni, campionando nelle sezioni più rappresentative, in modo da ottenere una visione omogenea del biofiltro. In questo impianto, l'area dei biofiltri 2 e 3 presenta un'area troppo piccola per attuare una divisione in sezioni, mentre il biofiltro 1 è stato suddiviso come riportato nello schema sottostante.

Il campionamento sul biofiltro è avvenuto con una cappa statica a base piramidale e una pompa di aspirazione, in conformità a quanto riportata dalla **D.G.R. 15 febbraio 2012 - n. IX/3018 Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno della Regione Lombardia**.

In giallo sono sottolineate le aree dove sono stati prelevati i campioni.

AREA 8 Velocità: 0,7 m/s Temperatura: 36,8 °C Umidità: 54,8 %	AREA 7 Velocità: 0,6 m/s Temperatura: 37,1 °C Umidità: 55,1 %
AREA 6 Velocità: 0,7 m/s Temperatura: 37,1 °C Umidità: 55,8 %	AREA 5 Velocità: 0,8 m/s Temperatura: 36,7 °C Umidità: 54,7 %
AREA 3 Velocità: 0,6 m/s Temperatura: 37,5 °C Umidità: 56,3 %	AREA 4 Velocità: 0,8 m/s Temperatura: 37,6 °C Umidità: 55,6 %
AREA 2 Velocità: 0,7 m/s Temperatura: 37,3 °C Umidità: 56,2 %	AREA 1 Velocità: 0,8 m/s Temperatura: 37,2 °C Umidità: 56,5 %



I campionamenti chimici sono stati condotti secondo le modalità espresse in **Tabella 1** in concomitanza con il prelievo olfattometrico.

In particolare, sono stati prelevati:

- 1 campione a monte del biofiltro 1 (**Figura 2**);



Figura 2: monte biofiltro 1.

- 4 campioni a valle del biofiltro (**Figura 3**);



Figura 3: valle biofiltro 1.

- 1 campione a monte del biofiltro 2 (**Figura 4**);



Figura 4: monte biofiltro 2.

- 3 campioni a valle del biofiltro 2 (**Figura 5**);



Figura 5: valle biofiltro 2.

- 1 campione a monte del biofiltro 3 (**Figura 6**);



Figura 6: monte biofiltro 3.

- 3 campioni a valle del biofiltro (**Figura 7**);



Figura 7: valle biofiltro 3.

- 1 campione sul pozzetto arrivo liquami (**Figura 8**);



Figura 8: pozzetto arrivo liquami.

- 1 campione sul cassone del grigliato (**Figura 9**);



Figura 9: cassone del grigliato.

- 1 campione sulla vasca di dissabbiatura (**Figura 10**);



Figura 10: vasca di dissabbiatura.

- 1 campione sulla vasca di ossidazione (**Figura 11**);



Figura 11: vasca di ossidazione.

- 1 campione sulla vasca di sedimentazione secondaria (**Figura 12**);



Figura 12: vasca di sedimentazione secondaria.

- 1 campione sulla vasca di accumulo finale (**Figura 13**);

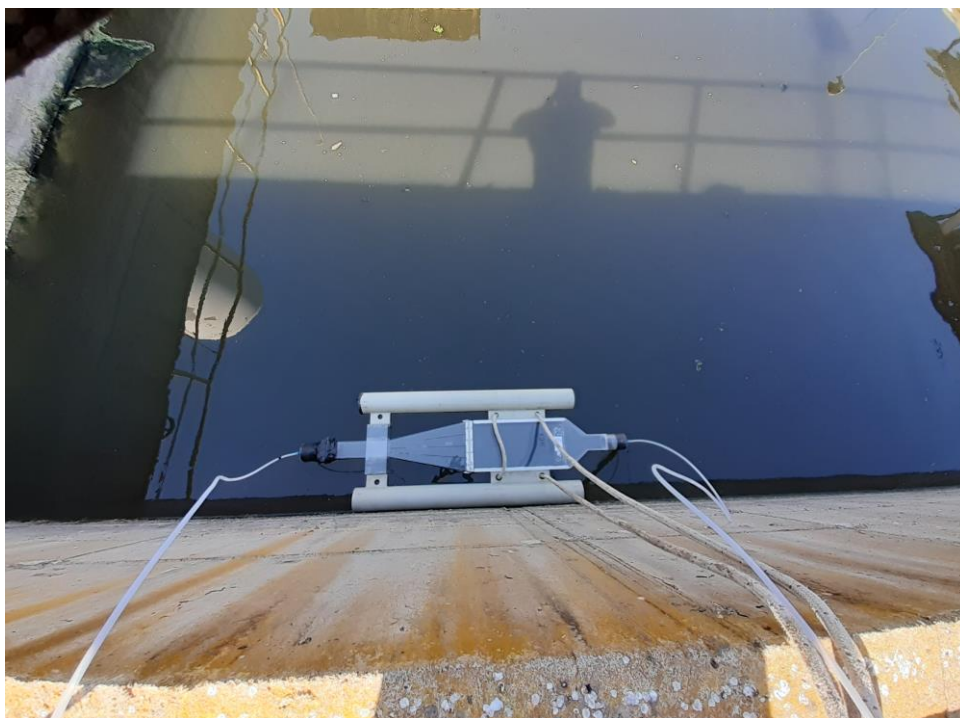


Figura 13: vasca di accumulo finale.

- 1 campione sul cassone disidratazione fanghi (**Figura 14**).



Figura 14: cassone disidratazione fanghi.

3.1 Analisi in camera olfattometrica

Il giorno successivo al campionamento, i campioni olfattometrici sono stati analizzati dal gruppo di prova secondo i requisiti della norma **UNI EN 13725**.

É stato utilizzato un Olfattometro Mod. T 08 EVO (**Figura 15**) dove sono operative quattro postazioni che contemporaneamente permettono agli esaminatori la relativa misurazione. Sono stati utilizzati degli esaminatori che hanno identificato il numero necessario a far giungere l'odore alla "soglia di odore".



Figura 15: analisi in camera olfattometrica.

5 Risultati

4.1 Analisi olfattometrica

La seguente tabella riporta i risultati delle analisi dei campioni prelevati in termini di concentrazione di odore.

Nel caso del campione 19 “Vasca di accumulo” risulta essere sotto il limite di quantificazione, quindi viene riportato il valore del LoQ.

Tabella 3: sintesi dei risultati dell’indagine olfattometrica

Numero campione	Denominazione campione	Tipologia prelievo	Ora prelievo	c _{od} (ou _E /m ³)
1	Monte Biofiltro 1	Prelievo puntuale da condotto	15:50	1.700
2	Valle Biofiltro 1 I	Prelievo da superficie estesa emissiva	15:24	260
3	Valle Biofiltro 1 II	Prelievo da superficie estesa emissiva	15:30	260
4	Valle Biofiltro 1 III	Prelievo da superficie estesa emissiva	15:37	140
5	Valle Biofiltro 1 IIII	Prelievo da superficie estesa emissiva	15:46	98
6	Monte Biofiltro 2	Prelievo puntuale da condotto	14:47	1.300
7	Valle Biofiltro 2 I	Prelievo da superficie estesa emissiva	14:30	70
8	Valle Biofiltro 2 II	Prelievo da superficie estesa emissiva	14:35	150
9	Valle Biofiltro 2 III	Prelievo da superficie estesa emissiva	14:41	160
10	Monte Biofiltro 3	Prelievo puntuale da condotto	14:52	150
11	Valle Biofiltro 3 I	Prelievo da superficie estesa emissiva	14:05	230
12	Valle Biofiltro 3 II	Prelievo da superficie estesa emissiva	14:12	87
13	Valle Biofiltro 3 III	Prelievo da superficie estesa emissiva	14:17	110
14	Pozzetto arrivo liquami	Prelievo da superficie estesa non emissiva	8:20	110.000
15	Cassone grigliato	Prelievo da superficie estesa non emissiva	8:45	1.400

Numero campione	Denominazione campione	Tipologia prelievo	Ora prelievo	c _{od} (ou _E /m ³)
16	Vasca di dissabbiatura	Prelievo da superficie estesa non emissiva	9:16	13.000
17	Vasca di ossidazione	Prelievo da superficie estesa non emissiva	9:45	180
18	Vasca sedimentazione secondaria	Prelievo da superficie estesa non emissiva	16:13	150
19	Vasca di accumulo finale	Prelievo da superficie estesa non emissiva	16:43	< LoQ (LoQ = 107 ou _E /m ³)
20	Cassone disidratazione fanghi	Prelievo da superficie estesa non emissiva	10:11	280

4.2 Analisi chimiche

Si riportano nelle **Tabella 4** e **5** i risultati delle analisi chimiche.

I valori riportati sono la media delle tre misurazioni condotte per ogni biofiltro.

Tabella 4: sintesi dei risultati delle analisi chimiche del biofiltro.

Parametri	Biofiltro 1	Biofiltro 2	Biofiltro 3
Ammoniaca (NH ₃) (mg/Nm ³)	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Idrogeno Solforato (H ₂ S) (mg/Nm ³)	< 1	< 1	< 1
Metilmercaptano (mg/Nm ³)	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Etilmercaptano (mg/Nm ³)	< 0.5	< 0.5	< 0.5
n-butilmercaptano (mg/Nm ³)	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Idrogeno solforato e mercaptani (mg/Nm ³)	< 3	< 2.5	< 2.5
Tabella D Sommatoria Composti Classe I (mg/Nm ³)	< 0.7	< 0.7	< 0.7
Tabella D Sommatoria Composti Classe II (mg/Nm ³)	< 0.7	< 0.7	< 0.7
Tabella D Sommatoria Classi I+II (mg/Nm ³)	< 0.7	< 0.7	< 0.7

Parametri	Biofiltro 1	Biofiltro 2	Biofiltro 3
Tabella D Sommatoria Composti Classe III (mg/Nm ³)	< 0.7	< 0.7	< 0.7
Tabella D Sommatoria Classi I+II+III (mg/Nm ³)	< 0.7	< 0.7	< 0.7
Tabella D Sommatoria Composti Classe IV (mg/Nm ³)	< 0.7	< 0.7	< 0.7
Tabella D Sommatoria Classi I+II+III+IV (mg/Nm ³)	< 0.7	< 0.7	< 0.7
Tabella D Sommatoria Composti Classe V (mg/Nm ³)	2,4	< 0.7	< 0.7
Tabella D Sommatoria Classi I+II+III+IV+V (mg/Nm ³)	2,4	< 0.7	< 0.7

Tabella 5: sintesi dei risultati delle analisi chimiche dei punti ambiente.

Parametri	Conferimento e trattamento rifiuti esterni	Vasca di equalizzazione (Zona uffici)	Zona ispessitore fanghi e magazzino
Ammoniaca (come NH ₃) (µg/m ³)	< 5	< 5	< 5
Acido solfidrico (come H ₂ S) (µg/m ³)	13	< 5	< 5
COMPOSTI ORGANICI VOLATILI			
1,1,1-Tricloroetano (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,2,4-Trimetilbenzene (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,2-Dicloroetano (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,4-DICiclorobenzene (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1-Metossi-2-propanolo (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
2-Butossietanolo (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
2-Etossietanolo (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
2-Etossietilacetato (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Parametri	Conferimento e trattamento rifiuti esterni	Vasca di equalizzazione (Zona uffici)	Zona ispessitore fanghi e magazzino
2-Metossietanolo mg/m ³	< 0,01	< 0,01	< 0,01
2-Metossietilacetato (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Acetone (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Acetonitrile (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Acrilonitrile (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Alcol benzilico (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzene (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cicloesano (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cicloesanone (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Clorobenzene (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cloroformio (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Diaceton-alcole (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Diclorometano (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Etanolo (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Etere etilico (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Etilacetato (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Parametri	Conferimento e trattamento rifiuti esterni	Vasca di equalizzazione (Zona uffici)	Zona ispessitore fanghi e magazzino
Etilbenzene (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Isobutanolo (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Isoottano (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Isopropilbenzene (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
m-Xilene (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Metanolo (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Metil-ter-Butiletere (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Metilacetato (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Metiletilchetone (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Metilisobutilchetone (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
n-Eptano (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
n-Esano (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
n-Propilbenzene (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
o-Xilene (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
p-Xilene (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Propilacetato (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Parametri	Conferimento e trattamento rifiuti esterni	Vasca di equalizzazione (Zona uffici)	Zona ispessitore fanghi e magazzino
sec-Butanolo (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Stirene (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
ter-Butanolo (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tetracloroetilene (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tetracloruro di carbonio (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tetraidrofurano (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Toluene (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tricloroetilene (mg/m ³)	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Il simbolo “<” sta a significare che l'inquinante ricercato è al di sotto del limite di rilevabilità strumentale.

6 Valutazione dei risultati

In **Tabella 6** vengono calcolati i valori di media geometrica² dei valori di concentrazione di odore rilevati a valle del biofiltro.

Tabella 6: media geometrica campioni prelevati a valle.

Tipologia emissione	c _{od} (ou _E /m ³)	Media geometrica c _{od} (ou _E /m ³)
Valle Biofiltro 1 I	260	180
Valle Biofiltro 1 II	260	
Valle Biofiltro 1 III	140	
Valle Biofiltro 1 IIII	98	
Valle Biofiltro 2 I	70	120
Valle Biofiltro 2 II	150	

² Ricordiamo che il valore “media geometrica c_{od}” riportato in tabella è dato dalla formula:

$$C = \sqrt[n]{C_1 \cdot \dots \cdot C_i \cdot \dots \cdot C_n}$$

come previsto dalla norma **UNI EN 13725**, dove n è il numero di campioni prelevati e C_i il valore di concentrazione di odore misurato per il campione i-esimo. Questo perché “l'intensità ... si riferisce alle intensità percepite della sensazione di odore. L'intensità aumenta in funzione della concentrazione. Questa interdipendenza può essere descritta come una funzione logaritmica derivata in via teorica secondo Weber e Fechner ...”. Dal punto di vista matematico, quindi, la media aritmetica di logaritmi è pari alla media geometrica, secondo la formula:

$$\frac{\sum_L \log Z_{ITE}}{L} = \frac{\log Z_{ITE} * Z_{ITE} * \dots}{L} = \log(\Pi Z_{ITE})^{\frac{1}{L}}$$

Dove:

Z_{ITE} è pari alla concentrazione di odore (la sensibilità olfattiva è ripartita normalmente con il logaritmo degli indici di diluizione e quindi anche con il logaritmo delle concentrazioni presenti all'uscita dall'olfattometro)

L è il numero di risposte ottenute.

La media geometrica viene utilizzata per rappresentare un set di misure di concentrazione di odore in quanto risulta essere più rappresentativa dell'intensità olfattiva media riferita alle stesse misure. Questo aspetto dipende dal fatto che l'intensità è funzione logaritmica della concentrazione di odore, ovvero I = log (C). A partire da questa considerazione, dovendo determinare il valore di concentrazione relativo all'intensità media, in termini matematici si ha:

$$\log C = \frac{1}{n} \sum_n \log C_i = \log \left(\prod_n C_i \right)^{\frac{1}{n}}$$

da cui:

$$C = \left(\prod_n C_i \right)^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot \dots \cdot C_n}$$

che non è altro che la definizione di media geometrica.

Tipologia emissione	c_{od} (ou _E /m ³)	Media geometrica c_{od} (ou _E /m ³)
Valle Biofiltro 2 III	160	130
Valle Biofiltro 3 I	230	
Valle Biofiltro 3 II	87	
Valle Biofiltro 3 III	110	

Nel seguente grafici, sono riportati i valori presenti nella **Tabella 3**.

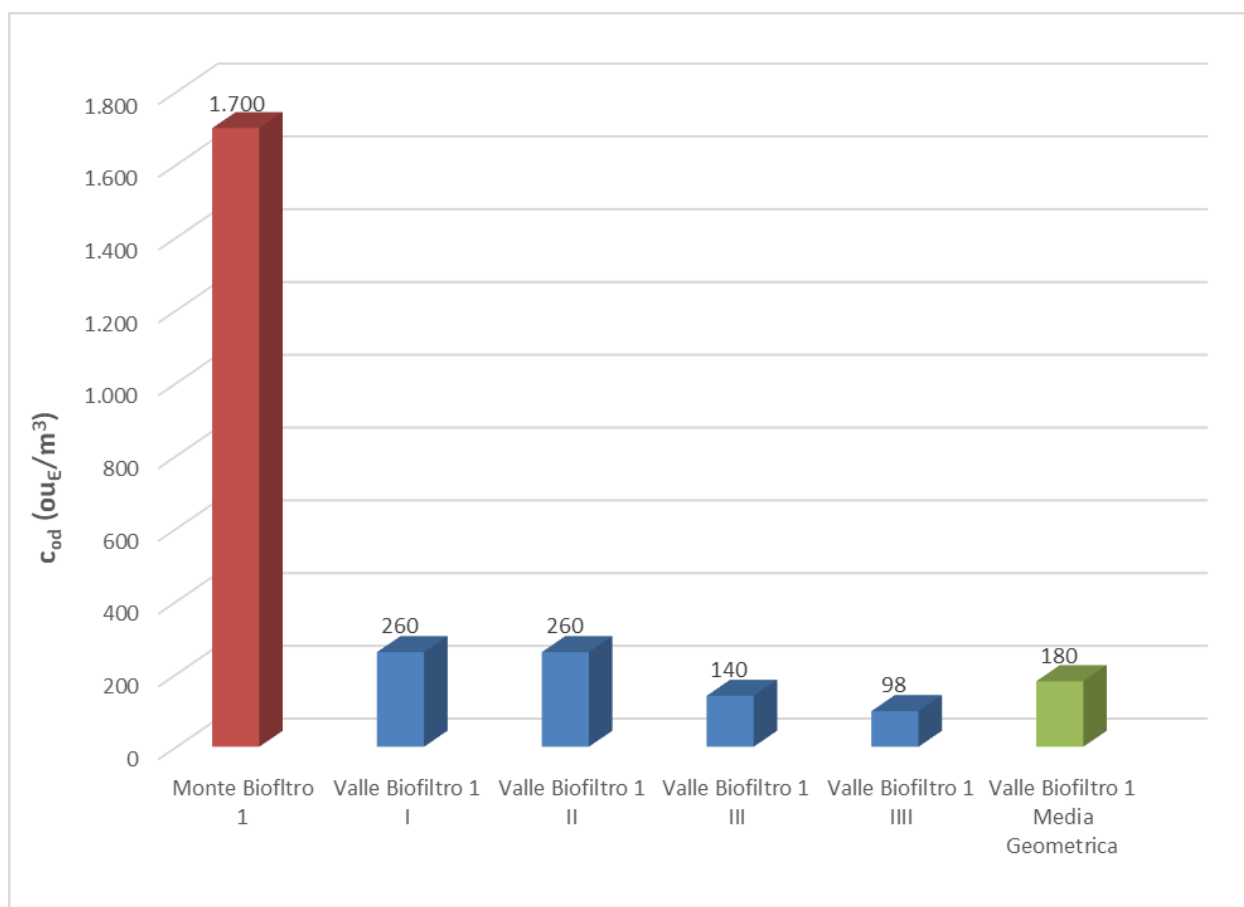


Figura 16: dati del Biofiltro 1 dell'analisi olfattometrica.

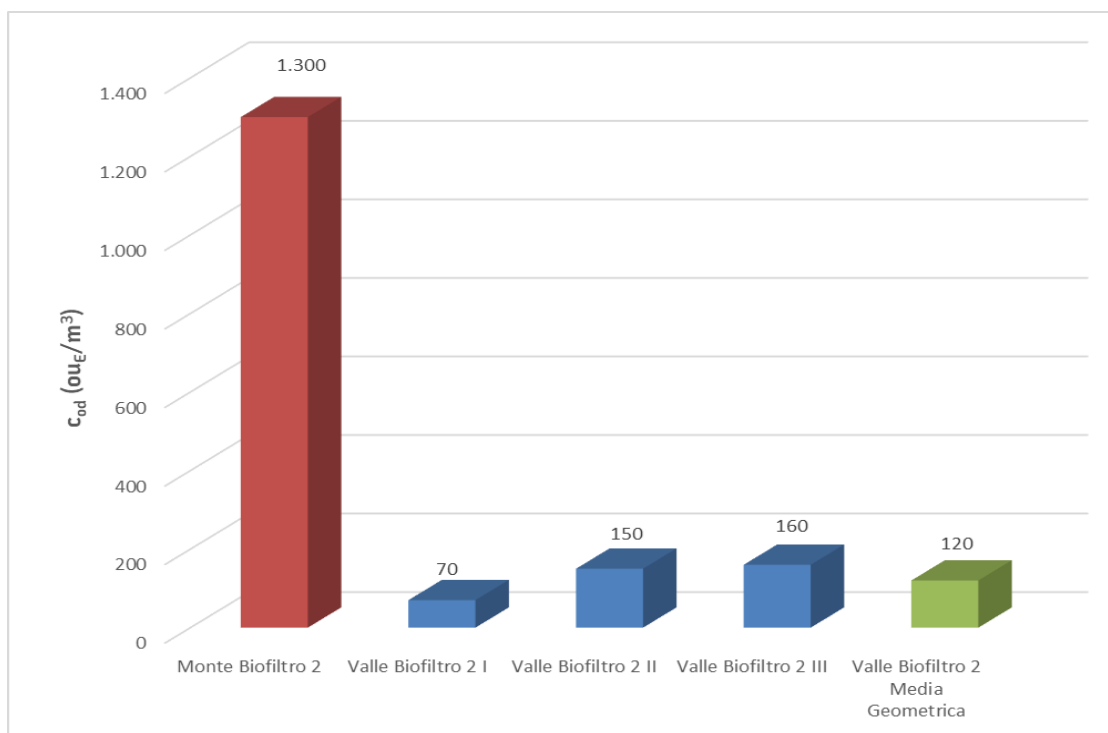


Figura 17: dati del Biofiltro 2 dell'analisi olfattometrica.

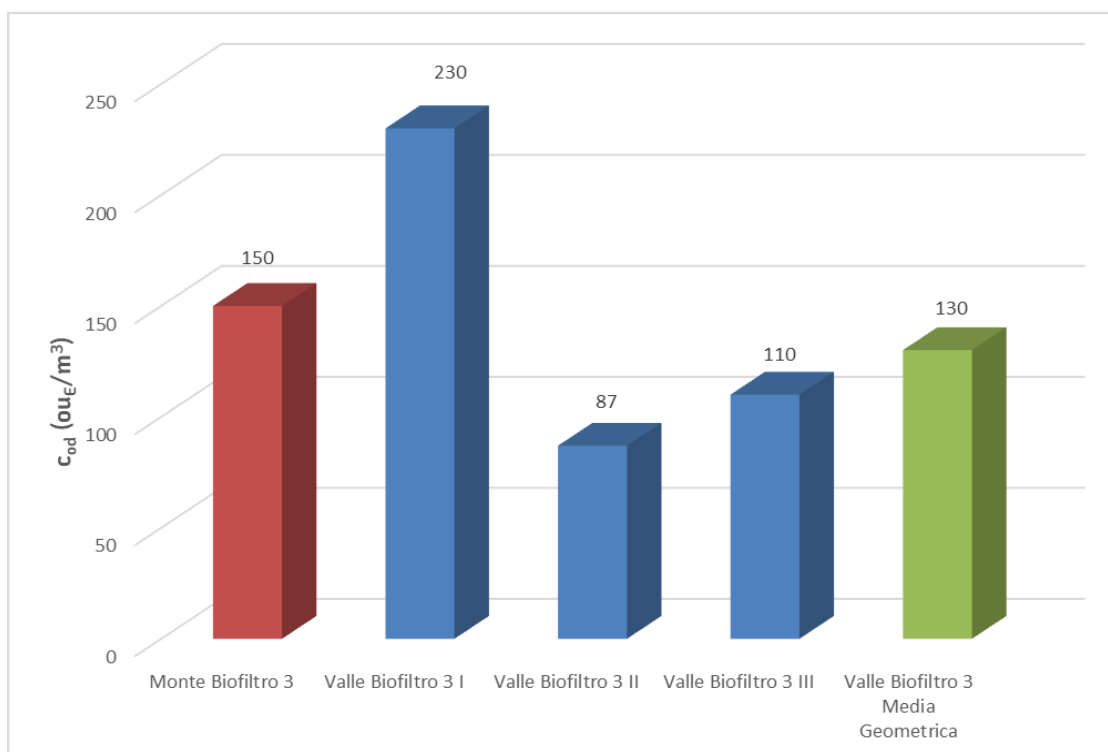


Figura 18: dati del Biofiltro 3 dell'analisi olfattometrica.

Per completare la valutazione dei risultati si può calcolare l'efficienza di abbattimento dei biofiltri come illustrato dalla norma tecnica **UNI EN 13725: 2022 al paragrafo 9.6.3** a partire dalla portata di odore a monte ed a valle del presidio stesso, ovvero:

9.6.3 Calculation of odour abatement efficiency

The abatement efficiency η_{od} is calculated as:

$$\eta_{od} = \frac{q_{od,crude} - q_{od,clea}}{q_{od,crude}}$$

Nella **Tabella 7** viene riportata l'efficienza di abbattimento dei biofiltri.

Tabella 7: efficienza di abbattimento.

Tipologia emissione	C_{od} (ou _E /m ³)	Efficienza di abbattimento (%)
Monte Biofiltro 1	1.700	89
Valle Biofiltro 1	180	
Monte Biofiltro 2	1.300	91
Valle Biofiltro 2	120	
Monte Biofiltro 3	150	13
Valle Biofiltro 3	130	

Per i campioni prelevati mediante l'utilizzo di wind tunnel è possibile calcolare la portata di odore, sulla base delle indicazioni fornite nel **Decreto direttoriale di approvazione degli indirizzi per l'applicazione dell'articolo 272-bis del dlgs 152/2006 in materia di emissioni odorigene di impianti e attività elaborato dal "Coordinamento Emissioni"** pubblicati dal **Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica** in data 28/06/2023, secondo la formula riportata nell'allegato 2:

$$SOER = \frac{Q_{effl} \cdot C_{od}}{A_{base}}$$

$SOER$ = flusso specifico di odore (ou_E/m²/s)

Q_{effl} = portata volumetrica di aria uscente dalla cappa (m³/s)

C_{od} = concentrazione di odore misurata (ou_E/m³)

A_{base} = area di base della cappa (m^2).

Infine, per calcolare l'OER, ovvero la portata di odore, è sufficiente moltiplicare il parametro SOER per la superficie emissiva, i.e. la superficie totale della sorgente considerata:

$$OER = SOER \cdot A_{emiss}$$

OER = portata di odore (ou_e/s)

$SOER$ = flusso specifico di odore ($ou_e/m^2/s$)

A_{emiss} = superficie emissiva (m^2). “

Al fine di quantificare le portate di odore in uscita dalle vasche presenti, sono stati utilizzati i dati riguardanti le dimensioni delle diverse superfici, in conformità a quanto previsto dal Decreto MASE.

Nella seguente tabella sono riassunti i dati utilizzati e i valori calcolati:

Tabella 8: sintesi dei risultati – portata di odore in uscita dalle vasche.

Tipologia di vasca	C_{od} (ou_e/m^3)	Area totale vasche (m^2)	SOER ($ou_e/m^2/s$)	OER totale (ou_e/s)
Pozzetto arrivo liquami	110.000	0,18	389,74	70,15
Cassone grigliato	1.400	1,5	4,96	7,4
Vasca di dissabbiatura	13.000	20,2	46,1	930,4
Vasca di ossidazione	180	337,6	0,64	215,3
Vasca sedimentazione secondaria	150	452,4	0,53	240,4
Vasca di accumulo finale	< LoQ (LoQ = 107 ou_e/m^3)	36,8	0,187	6,6 ³
Cassone disidratazione fanghi	280	12	0,99	11,9
PORTATA TOTALE				1.489,6

³ Per i valori inferiori al LoQ per il calcolo della portata, si utilizza il valore di LoD come riportato al **paragrafo 10.3 della norma UNI EN 13725:2022**.

6.1 Analisi chimica

In **Tabella 9** sono indicati i valori limite indicati nell' **Allegato Tecnico AIA Det. n° 1119 - 23/05/2011**.

Tabella 9: valori ottenuti dalle analisi chimiche ed i rispettivi limiti normativi.

Parametri	Biofiltro 1	Biofiltro 2	Biofiltro 3	Limite (mg/Nm ³)	Supera il limite?
Ammoniaca (NH ₃) (mg/Nm ³)	< 0.5	< 0.5	< 0.5	5	NO
Idrogeno solforato e mercaptani (mg/Nm ³)	< 3	< 2.5	< 2.5	5	NO
Tabella D Sommatoria Classi I+II+III+IV+V (mg/Nm ³)	2,4	< 0.7	< 0.7	20	NO

7 Conclusioni

Sulle basi dei dati ottenuti, per quanto riguarda le sostanze odorigene, i valori di concentrazione di odore a valle dei biofiltri risultano essere inferiori a 300 ouE/m^3 , valore indicato come limite dal **Decreto 2979/AMB e successive modifiche ed integrazioni del 15/07/2019**.

Inoltre si sottolinea anche la buona efficienza di abbattimento dei biofiltri 1 e 2 che risultano essere di circa il 90%. Il biofiltro 3 non presenta un'efficienza di abbattimento così elevata, ma è opportuno notare che il valore di concentrazione di odore rilevato a monte è estremamente basso.

Dall'osservazione delle tabelle si evince che la portata di odore più influente risulta essere quella correlata alla vasca di dissabbiatura, che risulta essere chiusa nella parte superiore mentre ai lati presenta delle tendine che fanno da barriera, per quanto possibile, alle sostanze odorigene. Quest'ultima, infatti, risulta essere l'unica sorgente odorigena, oltre al biofiltro 1 (**Tabella 8**).

In assenza di limiti per le emissioni odorigene, al fine di una corretta valutazione dei dati ottenuti nel corso dell'indagine olfattometrica condotta possiamo indicarVi che la DGR Piemonte n. 13-4554 del 2017 identifica come emissioni odorigene quelle sorgenti caratterizzate da un flusso di odore $> 500 \text{ ouE/s}$ (rif. **Paragrafo 4.1 della Parte IV "Criteri per l'individuazione delle sorgenti da considerare nello scenario emissivo"**). Nello specifico: *"Per descrivere lo scenario emissivo da impiegare nelle simulazioni per la stima dell'impatto olfattivo devono essere considerate tutte le emissioni dell'impianto oggetto dello studio per le quali la portata di odore OER sia maggiore di 500 ouE/s , ad eccezione delle sorgenti per le quali, qualunque sia la portata volumetrica emessa, la concentrazione di odore massima risulti inferiore a 80 ouE/m^3 ".*

Tabella 10: Tabella riassuntiva delle sorgenti odorigene

Sezione	C_{od} (ouE/m^3)	Portata (Nm^3/h)	OER totale (ouE/s)	Sorgente odorigena?
Pozzetto arrivo liquami	110.000	—	70,15	NO
Cassone grigliato	1.400	—	7,4	NO
Vasca di disabbiatura	13.000	—	930,4	SI
Vasca di ossidazione	180	—	215,3	NO
Vasca sedimentazione secondaria	150	—	240,4	NO
Vasca di accumulo finale	$< \text{LoQ}$ ($\text{LoQ} = 107 \text{ ouE/m}^3$)	—	14	NO
Cassone disidratazione fanghi	280	—	11,9	NO

Sezione	c_{od} (ou _E /m ³)	Portata (Nm ³ /h)	OER totale (ou _E /s)	Sorgente odorigena?
Biofiltro 1	180	13.000	650	SI
Biofiltro 2	120	3.200	106	NO
Biofiltro 3	130	1.300	46,9	NO

In ogni caso, la simulazione della dispersione che costituisce la continuazione del presente studio, consentirà di visualizzare graficamente, tramite le isoplete, le aree di ricaduta dell'odore sul territorio.

Le analisi chimiche condotte hanno dimostrato il rispetto dei limiti emissivi per tutti i punti dei biofiltri.

Allegato 1: Materiali e metodi per l'indagine olfattometrica.

Il primo passo per la determinazione della concentrazione di odore è il prelievo di campioni rappresentativi delle sorgenti emissive. La norma UNI EN 13725:2022 definisce l'attività di campionamento come *"Sampling involves the collection of an odorant gas sample into a sample container and affects the quality of the measurement result. To obtain a sample which is representative for the odour emission under study, measurement of relevant parameters is required in certain situation. A measurement and its sampling approach shall be representative for an emission rate under specific conditions, taking into account the objective of the measurement."*

Per la misura di concentrazione di odore nei condotti, quando temperatura e umidità dell'emissione non presentano valori elevati, il prelievo è effettuato mediante l'utilizzo di una pompa a vuoto, impiegata per far fluire l'aria all'interno di un sacchetto di Nalophan™ della capacità di 8 litri. Un tubo in Teflon collegato al sacchetto in Nalophan™ viene introdotto all'interno dei camini, dalla bocchetta di campionamento normalmente usata per le analisi chimiche oppure dal punto di emissione stesso. I prelievi puntuali sono realizzati ad opportuna distanza da curve e raccordi dei condotti, al fine di prelevare i campioni in una situazione di flusso laminare.

Per il prelievo di campioni dai camini con alti valori di temperatura e/o umidità relativa, è invece necessario utilizzare un'apparecchiatura di prediluizione per riempire il sacchetto di Nalophan™. Tale scelta è giustificata da quanto riportato nella norma UNI EN 13725:2022 per i procedimenti di prediluizione del campione (par. 9.1.4.1): *"Pre-dilution of the stream of odorous gases with neutral gas shall be applied to:*

- 1) avoid condensation in sampling equipment or tubing;*
- 2) avoid condensation in sample bags under sampling or storage and transport conditions;*
- 3) reduce potentially dangerous concentrations of compounds to an acceptable level;*
- 4) reduce the temperature of the sample."*

Il prediluitore diluisce l'aria campionata con azoto utilizzando un rapporto in genere di 1:3 o 1:12,5, a seconda delle scelte dell'operatore.

Per la misura della concentrazione e della portata di odore di superfici estese non emissive, ovvero le vasche o i cumuli, è impiegata una tecnica di campionamento che prevede l'impiego di una cappa dinamica di tipo "wind tunnel" o galleria del vento a bassa velocità. Il sistema "wind tunnel" a bassa velocità è costituito da una bombola di Aria Zero (aria neutra), da un flussimetro e da una cappa dinamica tipo "wind tunnel". Il flusso d'aria da immettere nella cappa dinamica viene regolato tramite l'impiego di un flussimetro. Riferendoci a studi condotti da Frechen (**VDI 3880, Draft, "Olfactometry – Static sampling"**), si sceglie di regolare il flusso in ingresso alla "wind tunnel" a 1,2 l/s. Il prelievo dei campioni dalla cappa dinamica è effettuato mediante una pompa a vuoto, impiegata per far fluire l'aria all'interno di un sacchetto di Nalophan™ della capacità di 8 litri.



Figura 19: cappa di campionamento “wind tunnel”.

Per la misura della concentrazione e del flusso di odore di superfici estese emmissive (ad esempio su biofiltri), si utilizza una cappa statica di forma piramidale, con base di dimensioni pari a metri 1 x 1, con pareti in alluminio e camino di diametro 15 cm. La captazione dell'aria odorigena dalla cappa avviene mediante l'utilizzo di una pompa a vuoto introducendo un tubo in Teflon collegato al sacchetto in Nalophan™ per il prelievo all'interno del camino della cappa stessa.

I campioni prelevati vengono analizzati in camera olfattometrica entro trenta ore dal campionamento. In camera olfattometrica è presente un Olfattometro Olfasense, dove sono operative quattro postazioni che contemporaneamente permettono agli esaminatori la relativa misurazione.

Gli esaminatori sono selezionati sulla base delle loro risposte ad una sostanza di riferimento (n – butanolo in azoto), in modo da rappresentare l'“olfatto medio” della popolazione, come illustrato nel paragrafo 6.7.2 “Selection of assessors on individual variability and sensitivity” della norma **UNI EN 13725:2022**: *“To ensure precision of the sensor, formed by a panel composed of individual panel members, the olfactory sensitivity of each panel member shall be within a defined bandwidth, much narrower than the variability within the general population. To achieve this aim assessors with a specific sensitivity to one or more odorant reference materials with known EROM and SROM value are selected to be panel members. The panel selection process is as follows. New assessors, after being informed on the code of behaviour, shall first be familiarised with the olfactometric procedures by performing at least one single analysis. These results are discarded. Then 12 individual threshold estimates (ITE) for the odorant reference material shall be collected for panel selection purposes. For this purpose, the primary odorant reference material n-butanol shall be used. A secondary odorant reference material with known SROM value may be used as an additional selection criterion. The data for each assessor shall be collected in at least three sessions on separate days with a pause of at least one day between sessions.”*

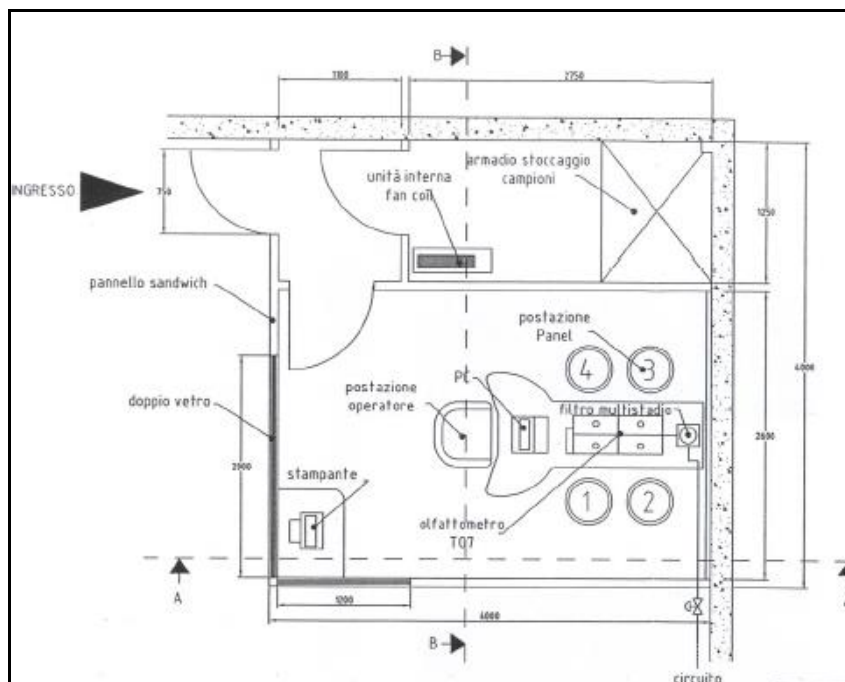


Figura 20: camera olfattometrica.

Il principio di misurazione è definito al paragrafo 5.3.1 della norma **UNI EN 13725:2022** come segue: *“The odour concentration of an odorous gas sample is determined by presenting a panel of selected and screened human panel members with that sample, varying the concentration by diluting with neutral gas, in order to determine the dilution factor at the 50 % detection threshold ($Z_{50} \equiv ITE_{panZ}$). At that dilution factor the odour concentration is $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ by definition. The odour concentration of the examined sample is then expressed as a multiple (equal to the dilution factor at Z_{50}) of one European odour unit per cubic metre (ou_E/m^3) at standard conditions for olfactometry”.*