Laboratorio Olfattometria Dinamica

Relazione tecnica e risultati per:

Consorzio per la Depurazione delle Acque di Scarico del Savonese S.p.A.

PIANO DI GESTIONE DEGLI ODORI

LOD-RT-1119/21

Lod Srl
Via Sondrio, 2
33100 Udine_Italy
www.gruppoluci.it

t +39 0432 1715695
f +39 0432 1715683
lod@gruppoluci.it

C.F. e P.I. 02499080303_Nr. Iscr. Reg. Imp. Udine 02499080303 Cap. Soc. € 80.000,00 i.v.
Soggetta a direzione e coordinamento di Labiotest Srl

LOD SRL **SPIN – OFF UNIVERSITARIO**	
LOD Laboratorio Olfattometria Dinamica	*DOC. N°* LOD-RT-1119/21 *Rev.01* *Data: 12 gennaio 2022*
CLIENTE	**CONSORZIO PER LA DEPURAZIONE DELLE ACQUE DI SCARICO DEL SAVONESE S.p.A.**
OGGETTO	**Piano di gestione degli odori**
IMPIANTO	**Depurazione acque reflue** **Savona (SV)**

IL RESPONSABILE TECNICO
Ing. Silvia Rivilli



Premessa

Al fine di ottemperare a quanto richiesto dalla Provincia di Savona al Gestore dell'impianto di depurazione acque reflue del Consorzio per la Depurazione delle Acque di Scarico del Savonese S.p.A., con nota n. 50927 del 03/11/2020, è stato predisposto un piano di gestione degli odori, sulla base dei risultati ottenuti a seguito dell'attività svolta dal presente laboratorio, secondo la proposta tecnica trasmessa alla Provincia con prot. n. 4361 del 09/12/2020.

Nel presente rapporto tecnico si riportano i risultati dell'attività di caratterizzazione delle principali sorgenti odorigene dell'impianto e del successivo studio modellistico della dispersione sul territorio, la descrizione delle misure di prevenzione e riduzione delle emissioni odorigene, il piano di monitoraggio e, infine, le azioni da intraprendere nel caso di eventi di disturbo olfattivo conclamati.

Indice

Premessa **3**
Indice **4**
1. Introduzione **5**
2. Descrizione del ciclo produttivo **6**
3. Individuazione delle sorgenti odorigene **6**
4. Misure di prevenzione e riduzione **8**
4.1 Emissioni convogliate 8
4.2 Emissioni diffuse 9
4.3 Emissioni fuggitive 10
5. Piano di monitoraggio **11**
5.1 Indagine olfattometrica 11
5.2 Modellistica della dispersione 11
6. Piano di gestione delle criticità di eventi odorigeni **12**
6.1 Misure adottate in presenza di eventi odorigeni identificati 12
6.2 Riesame degli eventi odorigeni, rimedi e diffusione di conoscenze in merito 14
Allegato 1: Materiali e metodi per l'indagine olfattometrica *15*
Allegato 2: Descrizione del modello di dispersione CALPUFF *17*

1. Introduzione

Nel presente documento tecnico si riporta il piano di gestione degli odori predisposto secondo quanto definito dalla **D.G.R. n. 810-2020 "Linee guida per la definizione del piano di gestione degli odori"** della Regione Liguria e dalla **BAT 12 – Decisione di esecuzione UE 2018/1147 del 10/08/2018**, in seguito alle attività di indagine olfattometrica e di valutazione numerica della dispersione da odori effettuate da LOD S.r.l., su incarico del Gestore.

Il prelievo e l'analisi dei campioni olfattometrici, nonché lo studio modellistico della dispersione, sono stati svolti secondo le specifiche modalità previste dai seguenti documenti di riferimento:

- norma tecnica UNI EN 13725: **"Qualità dell'aria – Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica"**;
- linee guida SNPA (Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente) 38/2018 "**Metodologie per la valutazione delle emissioni odorigene** – ***Documento di sintesi elaborato a cura del Gruppo di Lavoro 13 nell'ambito dei lavori del Programma Triennale 2014 – 2016***";
- 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.

2. Descrizione del ciclo produttivo

Secondo quanto riportato nell'Allegato B del documento di Autorizzazione Integrata Ambientale n. 2524 del 12/06/2015, il ciclo produttivo dell'impianto può essere schematizzato in tre sezioni operative:

- Linee di adduzione: trasportano le acque reflue dal luogo di produzione all'impianto di depurazione;
- Impianto di pretrattamento di rifiuti liquidi non pericolosi (ITR): invia i reflui liquidi derivanti dalla fase di pretrattamento alla sezione biologica dell'impianto attraverso uno "scarico parziale";
- Impianto di depurazione (IDAR): depura le acque reflue urbane e completa il trattamento depurativo dei rifiuti liquidi non pericolosi pretrattati nella sezione di pretrattamento.

3. Individuazione delle sorgenti odorigene

A seguito dell'attività di caratterizzazione delle principali emissioni dell'impianto, sono state individuate le seguenti sorgenti odorigene:

- Deodorizzatore linea acque (E6), costituito da 2 torri di lavaggio in serie, a servizio delle sezioni di dissabbiatura, decantazione primaria, disidratazione meccanica, ITR e sanificazione fanghi;
- Deodorizzatore linea fanghi (E7), costituito da 3 torri di lavaggio in serie, a servizio della linea fanghi;
- Deodorizzatore pretrattamenti (E11), costituito da 3 torri di lavaggio in serie, a servizio delle opere di presa.

Nello specifico, si tratta di emissioni convogliate da condotto. Tali punti sono stati definiti in funzione dei risultati ottenuti a seguito delle campagne olfattometriche svolte durante il periodo di medio carico operativo (aprile 2021) e massimo carico operativo (agosto 2021).

L'analisi è stata effettuata conformemente alla norma tecnica UNI EN 13725. Il campionamento delle superfici emissive prive di flusso proprio è stato effettuato mediante wind tunnel (rif. ***Allegato 1***). La portata di odore è stata calcolata tenendo conto della portata massima autorizzata.

I risultati delle analisi olfattometriche hanno permesso di calcolare la concentrazione di odore alle emissioni, espressa in unità olfattometriche al metro cubo (ou_E/m^3), mentre la relativa portata di odore OER (*Odour Emission Rate*), espressa in ou_E/s, è stata calcolata a partire dalla portata massima autorizzata. Per i dettagli relativi alle indagini olfattometriche e al modello di dispersione si rimanda alle relazioni tecniche di riferimento LOD RT 373/21, RT 789/21 e RT 896/21.

In Figura 1 si riporta la planimetria dello stabilimento con l'indicazione dei punti emissivi individuati.

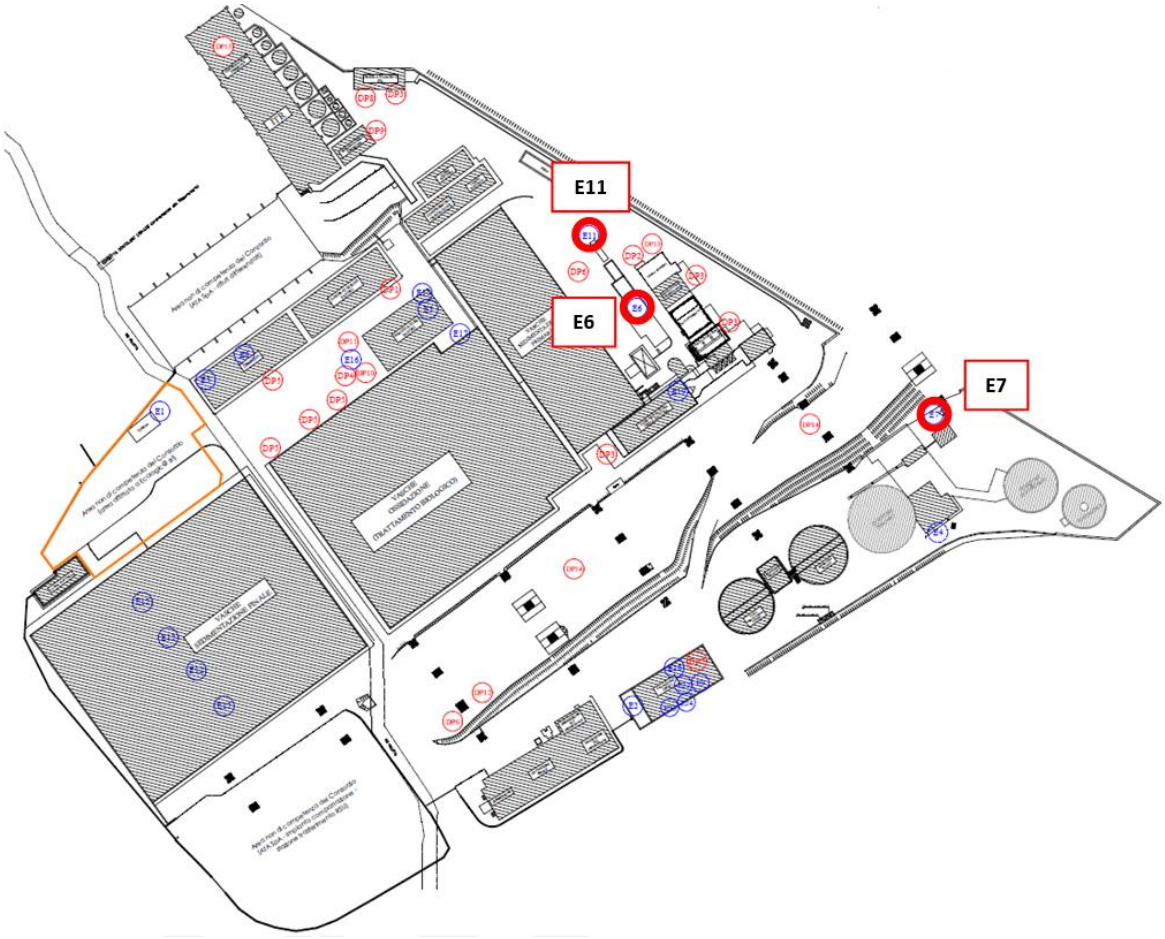


Figura 1: planimetria dello stabilimento con indicazione delle sorgenti odorigene.

4. Misure di prevenzione e riduzione

Come riportato precedentemente, in seguito alle analisi olfattometriche è stato effettuato uno studio modellistico della dispersione (LOD RT 896/21). La simulazione è stata condotta ponendosi in un'ottica cautelativa e considerando due scenari emissivi, al fine di valutare la variazione di carico odorigeno nel corso dell'anno. In particolare, il primo scenario è rappresentativo del periodo di medio carico operativo mentre il secondo è rappresentativo del periodo di massimo carico operativo. Ai fini del calcolo della portata di odore, sono state considerate le concentrazioni di odore rilevate rispettivamente nel corso dell'indagine primaverile e di quella estiva e le portate massime autorizzate.

I valori evidenziati sulle mappe di isoconcentrazione prodotte seguono quanto indicato dalla regione Lombardia. Si ricorda che tale documento non riporta limiti, evidenziando comunque che:

- a 1 ou_E/m^3 il 50% della popolazione percepisce odore;
- a 3 ou_E/m^3 l'85% della popolazione percepisce odore;
- a 5 ou_E/m^3 il 90 – 95% della popolazione percepisce odore.

Dai risultati ottenuti si evince che, nel caso di entrambi gli scenari simulati, nessuno dei recettori risulta subire un impatto superiore al limite superiore di accettabilità di 5 ou_E/m^3 espresse in termini di 98° percentile su base annua.

Tuttavia, il Gestore si impegna ad adottare i necessari accorgimenti e le soluzioni tecniche più idonee al fine di limitare, quanto più possibile, eventuali criticità di natura odorigena.

4.1 Emissioni convogliate

Il Gestore si impegna a mantenere in funzione i sistemi di abbattimento installati (deodorizzatori) ai camini della linea acque (emissione E6), della linea fanghi (emissione E7) e dei pretrattamenti (emissione E11).

In particolare sull'emissione E7, linea fanghi, visto il notevole miglioramento apportato all'abbattimento degli odori da parte del sistema TBS a carboni attivi, il Gestore si impegna a mantenere attivo detto sistema per tutto l'anno, fatto salvo i periodi in cui è necessaria la disattivazione dello stesso, per procedere alla sostituzione della carica a carboni attivi.

La carica di carboni attivi dovrà essere sostituita con la frequenza prevista dal fornitore ed in base alle specifiche analisi svolte sulla capacità residua del carbone attivo stesso.

Inoltre, considerata la criticità odorigena del deodorizzatore linea acque (emissione E6), risultata maggiormente impattante in entrambe le simulazioni, si è ritenuto opportuno valutare un ulteriore scenario di dispersione, considerando alcune possibili modifiche impiantistiche da intendersi quali possibili misure di miglioramento da attuarsi, fatti salvi i vincoli urbanistici dovuti alla presenza delle infrastrutture autostradali.

Nello specifico, sono stati ipotizzati un innalzamento dello sbocco di uscita del flusso ed una riduzione del diametro del camino. In questo modo, presso tutti i recettori, sono stati raggiunti valori di concentrazione inferiori a 3 ou_E/m^3.

In Tabella 1 si riporta, per ciascuno dei recettori considerati, il confronto tra i valori di concentrazione di odore, espressi in termini di 98° percentile su base annuale, relativi alle condizioni di massimo carico operativo (configurazione attuale) e quelli calcolati sulla base delle modifiche impiantistiche ipotizzate.

Tabella 1: concentrazione di odore ai recettori sensibili – confronto tra le configurazioni simulate.

	Recettore	Classificazione	Distanza dalla sorgente più prossima	98° percentile [ou_E/m^3] – c. attuale	98° percentile [ou_E/m^3] – c. modifiche impiantistiche	Δ
A	Abitazioni private	Aree non residenziali	276	2,5	2,0	0,5
B	Centro abitato – Zinola (Savona)	Aree residenziali	320	3,3	1,9	1,4
C	Abitazioni private	Aree residenziali	170	1,9	1,5	0,4
D	Abitazioni private	Aree residenziali	167	2,4	1,9	0,5
E	Abitazioni private	Aree residenziali	130	4,1	2,6	1,5
F	Centro abitato – Valleggia (Quiliano)	Aree residenziali	1.100	0,4	0,3	0,1
G	Centro abitato – Legino (Savona)	Aree residenziali	847	0,2	0,1	0,1
H	Asilo nido	Aree residenziali	650	0,8	0,6	0,2

Per quanto riguarda le linee di adduzione (stazioni di sollevamento e condotte consortili installate lungo la costa), considerata l'efficienza di abbattimento dei presidi installati e la portata odorigena misurata a valle degli stessi, si può ritenere che il contributo odorigeno sia trascurabile nel caso in cui gli impianti di abbattimento odori a carboni attivi restino in funzione in modo continuativo, con le opportune modulazioni nell'arco della giornata, nel periodo compreso tra maggio e settembre.

4.2 Emissioni diffuse

Le emissioni diffuse monitorate nel corso delle campagne di indagine sono le seguenti:

- cassone contenente i residui del processo di vagliatura;

- cassone contenente le sabbie derivanti dal processo di dissabbiatura;
- cumulo fanghi raccolti sul mezzo attraverso un nastro trasportatore;
- vasca di denitrificazione (porzione della vasca priva di copertura);
- vasca di ossidazione (porzione della vasca priva di copertura);
- torrini di estrazione delle vasche di sedimentazione.

Alla luce dei risultati delle analisi condotte, si evince come nessuna delle sorgenti sopra considerate sia rilevante dal punto di vista odorigeno secondo i requisiti definiti dalla D.G.R. Lombardia n. IX/3018 del 2012, la quale identifica come emissioni odorigene quelle sorgenti caratterizzate da un flusso di odore > 500 ou_E/s (rif. **Paragrafo 3.1 dell'Allegato 1 "Requisiti degli studi di impatto olfattivo mediante simulazione di dispersione"**). Nello specifico: *"nello scenario da impiegare nelle simulazioni per la stima dell'impatto olfattivo devono essere considerate tutte le emissioni dell'impianto oggetto di studio (convogliate, diffuse o fuggitive) per le quali la portata di odore sia maggiore di 500 ou_E/s, ad eccezione delle sorgenti per le quali, quale sia la portata volumetrica emessa, la concentrazione di odore massima sia inferiore a 80 ou_E/m^3"*.

Tuttavia, poiché nelle condizioni di massimo carico operativo, l'emissione derivante dal cumulo dei fanghi stoccati nel cassone era di poco superiore al limite delle 500 ou_E/s, ai fini cautelativi si è ritenuto opportuno considerarla nella simulazione della dispersione e analizzarne il contributo rispetto all'impatto totale. Alla luce dei risultati ottenuti si conferma che, nel caso in cui vengano messe in atto le corrette pratiche gestionali, essa possa essere considerata trascurabile.

Inoltre, il Gestore ha adottato alcune misure di riduzione dell'odore prodotto dai residui del processo di vagliatura, i quali sono stati confinati in dei sacchi di materiale plastico all'interno del cassone di raccolta. Confrontando infatti la concentrazione di odore misurata sul materiale privo di copertura e quella rilevata sul sacco, è stato stimato un abbattimento di circa il 50% (1000 ou_E/m^3 ~ 490 ou_E/m^3).

4.3 Emissioni fuggitive

La quasi totalità delle vasche di depurazione si trova all'interno di capannoni chiusi e dotati di sistema di aspirazione e convogliamento. Nelle normali condizioni operative il Gestore si impegna a mantenere i portoni chiusi al fine di evitare la fuoriuscita di eventuali emissioni odorigene dalle varie sezioni dell'impianto.

L'apertura temporanea dei portoni è prevista per motivi di manutenzione e/o conduzione ai fini della sicurezza. Si ritiene che le emissioni derivanti da tali procedure possano essere ritenute trascurabili, considerando il flusso di massa e la durata delle stesse.

5. Piano di monitoraggio

5.1 Indagine olfattometrica

Si prevede, con cadenza triennale, il prelievo di un campione per ciascuno dei seguenti punti emissivi individuati:

- Deodorizzatore linea acque (emissione E6);
- Deodorizzatore pretrattamenti (emissione E11);
- Deodorizzatore linea fanghi (emissione E7).

Nel caso dell'emissione E7 inoltre, si prevede un prelievo anche a monte del filtro a carboni attivi installato, al fine di verificarne l'efficienza di abbattimento.

Il prelievo e l'analisi dei campioni olfattometrici avverrà secondo le specifiche modalità previste dalle norme tecniche sopra citate (UNI EN 13725, linee guida SNPA 38/2018 e D.G.R. 15 febbraio 2012 – n. IX/3018 della Regione Lombardia).

5.2 Modellistica della dispersione

Nel caso in cui alle emissioni vengano rilevati valori superiori a 500 ou_E/s (dato per considerare una sorgente emissiva odorigena in base alle LG in vigore), si prevede l'effettuazione di una simulazione della dispersione dell'odore mediante studio modellistico, utilizzando i dati di concentrazione misurati in occasione delle campagne di indagine. Per i dettagli relativi al modello di dispersione utilizzato si rimanda all'***Allegato 2***.

Le modalità di conduzione delle simulazioni e di valutazione dei risultati sono quelle riportate nella D.G.R. 15 febbraio 2012 – n. IX/3018. I recettori sensibili da prendere in considerazione nel modello sono i punti A, B, C, D, E, F, G e H riportati nella tabella sottostante.

Tabella 2: recettori sensibili.

	Recettore	Classificazione	Coordinate WGS-84 UTM 32T	Distanza dalla sorgente più prossima (m)
A	Abitazioni private	Aree non residenziali	455,107 km E 4904,055 km N	276
B	Centro abitato – Zinola (Savona)	Aree residenziali	455,538 km E 4903,790 km N	320
C	Abitazioni private	Aree residenziali	455,683 km E 4904,144 km N	170
D	Abitazioni private	Aree residenziali	455,548 km E 4904,275 km N	167
E	Abitazioni private	Aree residenziali	455,405 km E 4904,306 km N	130
F	Centro abitato – Valleggia (Quiliano)	Aree residenziali	454,591 km E 4903,387 km N	1.100
G	Centro abitato – Legino (Savona)	Aree residenziali	456,150 km E 4904,674 km N	847
H	Asilo nido	Aree residenziali	455,740 km E 4903,502 km N	650

6. Piano di gestione delle criticità di eventi odorigeni

6.1 Misure adottate in presenza di eventi odorigeni identificati

In caso di criticità relative a eventi odorigeni identificati (es. segnalazioni Call Center), continuativi e persistenti, anche attraverso lamentele provenienti dal territorio, il Gestore dovrà adottare il seguente protocollo di risposta:

- Repentina indagine interna sugli impianti, anche attraverso l'analisi del telecontrollo dei sistemi di deodorizzazione, al fine di individuare la fonte della problematica segnalata;
- Risoluzione della problematica attraverso il ripristino delle normali condizioni di funzionamento;
- Effettuazione di sistematici sopralluoghi sul territorio per verificare la risoluzione del problema.

Nel caso residuale in cui la problematica non venisse risolta o non fosse possibile individuare la fonte di disturbo:

- Individuazione della/e fonte/i di odore molesto tramite indagine olfattometrica completa di tutte le possibili sorgenti. L'analisi dei campioni raccolti sarà da svolgersi secondo UNI EN 13725;
- Intervento con opere di mitigazione degli odori a breve termine;
- Predisposizione di un cronoprogramma di attività da mettere in atto al fine di evitare il ripresentarsi degli odori molesti.

Nel seguente schema a blocchi sono riassunte le fasi di intervento di cui sopra:

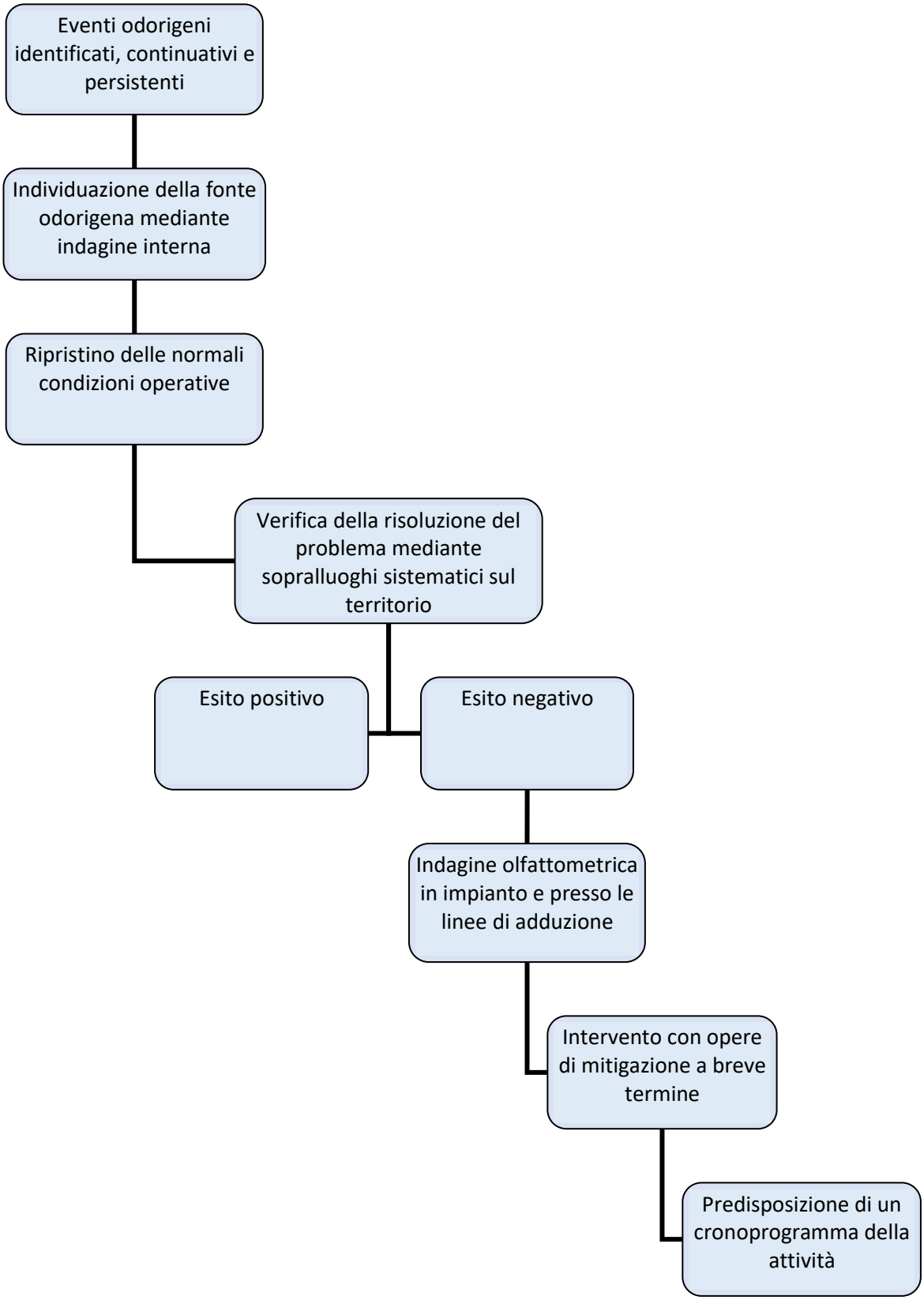


Figura 2: schema delle attività previste.

L'indagine olfattometrica dovrà essere effettuata prelevando campioni presso tutte le possibili sorgenti odorigene dello stabilimento. La portata di odore dovrà essere calcolata tenendo il più possibile conto delle condizioni normali di esercizio, in particolare per quanto riguarda il carico operativo dell'impianto. L'attività dovrà essere svolta in conformità alla UNI EN 13725.

Gli interventi messi in atto in merito alle opere di mitigazione a breve termine saranno:

1. verificare il corretto funzionamento dei deodorizzatori posti a trattamento delle principali emissioni dell'impianto, nonché delle stazioni di sollevamento disposte sulle condotte di collettamento lungo la costa; in seguito ad una prima verifica e successivo intervento del Gestore, si prevede il prelievo di un campione olfattometrico a monte dei presidi installati e uno a valle, al fine di accertare l'efficacia dei provvedimenti adottati;
2. installare un sistema di nebulizzazione di prodotto per l'abbattimento degli odori nei punti in cui si ha maggiore possibilità di generare emissioni diffuse.

6.2 Riesame degli eventi odorigeni, rimedi e diffusione di conoscenze in merito

Periodicamente, il Gestore valuta le segnalazioni ricevute durante l'anno passato indicando, nel piano di gestione degli odori, le azioni intraprese per rimediare a tali eventi.

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 13725:2004 afferma che "*il campionamento è un passaggio importante del processo di misurazione della concentrazione di odore di un effluente gassoso: esso incide sulla qualità e l'affidabilità del risultato".* Per raccogliere i campioni si ricorre al *"principio del polmone"*, come definito dalla norma, cioè *"un sacchetto di campionamento è collocato in un contenitore rigido e l'aria è rimossa dal contenitore utilizzando una pompa a vuoto; la depressione nel contenitore fa sì che il sacchetto si riempia con un volume di campione pari a quello che è stato rimosso dal contenitore".*

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 (> 50°C) e/o umidità relativa (emissione prossima alla saturazione), 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 13725:2004 per i procedimenti di campionamento (par. 7.3.2): "*la pre – diluizione del flusso di gas odorigeni deve essere applicata quando vi è il rischio di condensa del campione, quando conservato in condizioni ambiente. La pre – diluizione può essere applicata se il campione è molto caldo e dev'essere raffreddato prima dell'immissione nel contenitore di campioni".* Il prediluitore diluisce l'aria campionata con azoto utilizzando un rapporto 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.

I campioni prelevati vengono analizzati in camera olfattometrica entro trenta ore dal campionamento. In camera olfattometrica è presente un Olfattometro Mannebeck Mod. TO8 EVO, 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 "Selezione degli esaminatori in base alla variabilità e alla sensibilità individuali" della norma **UNI EN 13725:2004**: "*Al fine di ottenere un sensore affidabile, composto di un gruppo di membri del gruppo di prova, si devono selezionare dalla popolazione generale*

degli esaminatori che abbiano qualità specifiche per fungere da membri del gruppo di prova. Per garantire la ripetibilità dei risultati, le loro risposte olfattive dovrebbero essere il più costanti possibile da un giorno all'altro e nel corso della stessa giornata. Per garantire la ripetibilità del sensore, formato da un gruppo di prova composto dai singoli membri del gruppo di prova, la loro sensibilità olfattiva deve rientrare in un'ampiezza di banda definita, molto più ristretta della variabilità all'interno della popolazione. A questo scopo, gli esaminatori con una sensibilità specifica all'odorante di riferimento n-butanolo sono selezionati per essere membri del gruppo di prova. … Si devono raccogliere almeno 10 stime di soglia individuale per il gas di riferimento ai fini della selezione. … I dati per ogni esaminatore devono essere raccolti nel corso di almeno 3 sessioni in giorni separati con una pausa di almeno un giorno tra le sessioni."

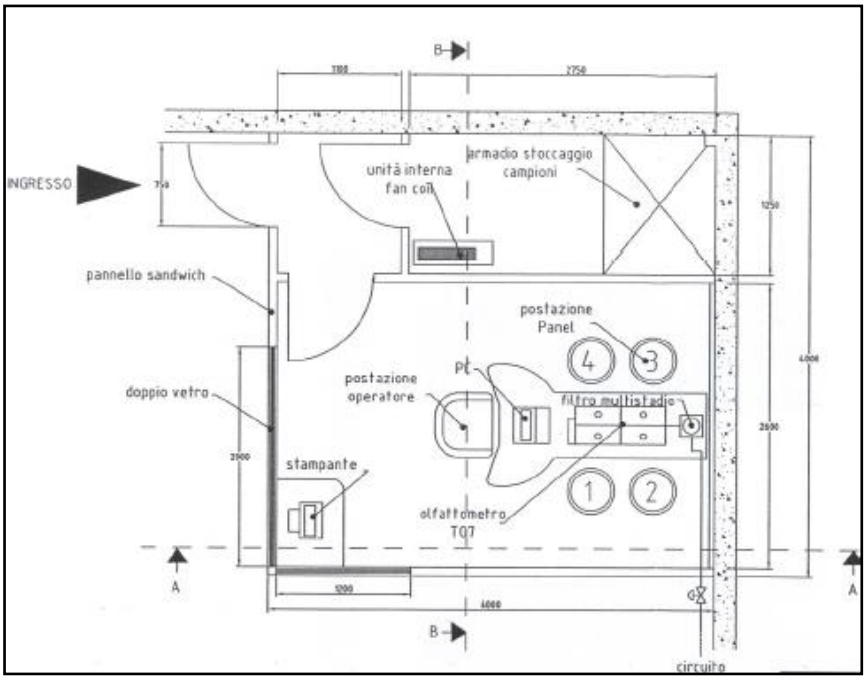


Figura 3: camera olfattometrica.

Il principio di misurazione è definito dalla norma **UNI EN 13725:2004** come segue: "*la concentrazione di odore di un campione gassoso di odoranti è determinata presentando il campione ad un gruppo di prova di soggetti umani selezionati e vagliati, variando la concentrazione mediante diluizione con gas neutro, al fine di determinare il fattore di diluizione alla soglia di rilevazione del 50% (Z_{50}). Con questo fattore di diluizione, la concentrazione di odore è per definizione 1 ou_E/m^3. La concentrazione di odore del campione esaminato è allora espressa come un multiplo (uguale al fattore di diluizione a Z_{50}) di un'unità odorimetrica europea per metro cubo [ou_E/m^3] in condizioni normali per l'olfattometria*."

Allegato 2: Descrizione del modello di dispersione CALPUFF

Il modello utilizzato per le simulazioni è CALPUFF. Si tratta di un modello di dispersione di tipo lagrangiano a *puff*, nel quale le equazioni di conservazione di massa vengono scritte e risolte in riferimento a rilasci emissivi sferici detti *puff,* con i quali viene approssimata l'emissione continua.

Le equazioni per ogni *puff* sono determinate a partire dal campo di moto del vento. Tale campo di moto è calcolato tramite un pre-processore meteorologico (*CALMET*) che utilizza, come dati di input, i dati provenienti dall'archivio meteorologico e dalla cartografia riferiti al sito in esame e relativi al periodo di cui si vuole ottenere la simulazione. Il file di *output* di *CALMET* viene processato, mediante *CALPUFF*, assieme ai dati relativi alle emissioni, per ottenere i campi di concentrazione desiderati.

Lo schema di funzionamento del modello *CALPUFF* è riportato in Figura.

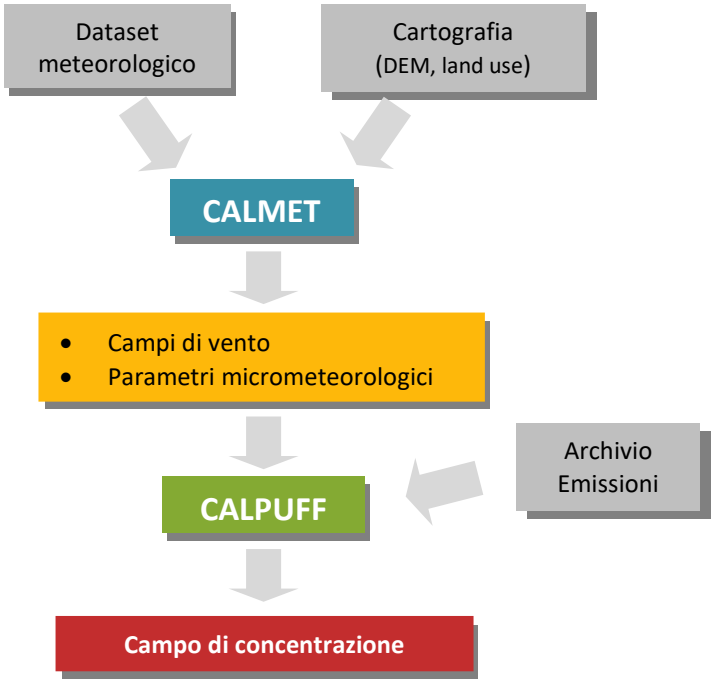


Figura 4: schema di funzionamento del modello di dispersione CALPUFF.

CALMET: Pre-processore meteorologico

Il pre-processore *CALMET* è in grado di elaborare i dati meteorologici e orografici, per determinare il campo di vento tridimensionale ed altri parametri meteorologici fondamentali per la simulazione della dispersione. A tal fine, *CALMET* necessita, come dati di *input*, i valori medi orari relativi ai seguenti dati meteorologici osservati al suolo:

- direzione ed intensità del vento;
- temperatura e umidità relativa dell'aria;
- pressione atmosferica;
- copertura del cielo;

- precipitazioni;

dei valori dei profili verticali, ottenuti tramite radiosondaggi, di:

- direzione ed intensità del vento;
- temperatura e pressione;

ed inoltre dei dati relativi al terreno, in particolare

- altimetria;
- uso del suolo.

Attraverso l'elaborazione di questi dati, *CALMET* è in grado di determinare il valore nel tempo e nello spazio di:

- componenti tridimensionali del vento;
- altezza di rimescolamento;
- lunghezza di Monin-Obukhov;
- classe di stabilità atmosferica, secondo Pasquille-Gifford.

Caratteristiche del puff e concentrazioni al suolo

Ogni *puff* emesso dalle sorgenti in esame può essere descritto mediante:

- una *massa della sostanza simulata* Q_k, contenuta al suo interno;
- un *baricentro* (o centroide) che individua la sua posizione nello spazio;
- una *condizione iniziale di moto*, funzione della temperatura e della velocità allo sbocco dell'emissione;
- una *dimensione spaziale* che varierà durante il moto del *puff* a causa dei fenomeni diffusivi e di turbolenza

Dopo il suo rilascio in atmosfera, ogni *puff* subisce l'azione del campo di vento tridimensionale che ne fa variare la posizione e ne determina il *trasporto*: il suo percorso sarà dunque regolato da direzione ed intensità dei venti locali. Durante tale percorso, ogni *puff* è inoltre soggetto a fenomeni diffusivi e turbolenti che ne faranno variare la dimensione. In particolare, i vortici di media e piccola dimensione, generati a livello dello strato limite planetario, vengono inglobati all'interno del *puff* facendone aumentare la dimensione e, nel contempo, diminuendone la concentrazione di odore.

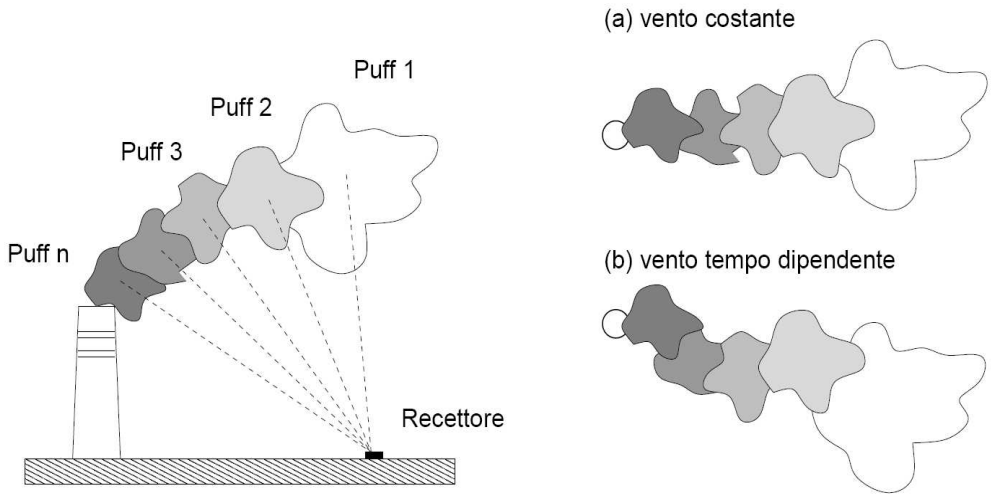


Figura 5: dispersione di un pennacchio rappresentato come somma di emissioni discrete. Il vento ne determina il trasporto e le turbolenze su scala locale ne fanno variare la dimensione. La concentrazione al suolo viene calcolata in corrispondenza ad alcuni recettori discreti.

La ricaduta dell'odore al suolo viene calcolata in *CALPUFF* sommando il contributo di ogni singolo *puff* su alcuni generici punti dello spazio denominati *recettori*. Fissando un sistema di riferimento cartesiano centrato nel pacchetto emesso, la posizione del generico recettore è identificata dalle due coordinate d_c e d_a, che rappresentano rispettivamente la distanza trasversale e longitudinale rispetto alla direzione del vento. La concentrazione *C* della specie simulata in un generico recettore a distanza (d_c,d_a) dal *puff* è descritta dall'equazione:

$$C = \frac{Q_k}{2\pi\sigma_x\sigma_y} g \exp\left[-\frac{d_a^2}{2\sigma_x^2}\right] \exp\left[-\frac{d_c^2}{2\sigma_y^2}\right]$$

dove il termine g è definito dalla:

$$g = \frac{2}{\sqrt{2\pi}\sigma_z} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \exp\left[-\frac{\left(H_e + 2nh\right)^2}{2\sigma_z^2}\right]$$

con:

- *C* è la concentrazione di odore al suolo;
- Q_k è la massa della sostanza simulata del generico *puff k*;
- σ_x, σ_y *e* σ_z sono i coefficienti di dispersione rispettivamente lungo la direzione del vento, la sua perpendicolare orizzontale e la sua perpendicolare verticale;
- *g* è il contributo verticale della dispersione;
- H_e è la quota del baricentro del *puff;*
- *h* è l'altezza di rimescolamento.

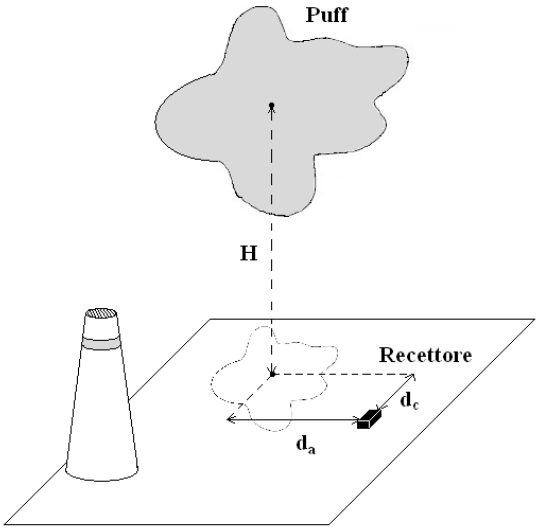


Figura 6: proiezione del puff sul piano di un generico recettore.

La massa di odore Q_k del generico *puff k* può essere calcolata a partire dal tasso di emissione. Supponendo che l'emissione sia costante con tasso di emissione pari a q e che nell'intervallo di tempo t_2-t_1 siano stati emessi *N puff*, si può scrivere la seguente equazione:

$$Q_k = \frac{q(t_2 - t_1)}{N}$$

Nel corso del tempo, la massa della specie simulata Q_k del generico *puff* può variare a causa di alcuni fenomeni che ne determinano l'impoverimento. Con la *deposizione umida* le sostanze simulate possono venire inglobate all'interno delle particelle aerodisperse nelle nubi, nella pioggia e nella neve con successivo trasferimento al suolo mediante precipitazione. La *deposizione secca* si verifica invece in assenza di umidità ed il trasferimento al suolo avviene per sedimentazione o per impatto. Infine, alcune specie possono andare incontro in atmosfera a *reazioni chimiche* con conseguente trasformazione della sostanza in uno o più composti diversi.

Laboratorio Olfattometria Dinamica

Relazione tecnica e risultati per:
Consorzio per la Depurazione delle Acque di Scarico del Savonese S.p.A.

MODELLISTICA DELLA DISPERSIONE

LOD-RT-896/21

Lod Srl
Via Sondrio, 2
33100 Udine_Italy
www gruppoluci.it

t +39 0432 1715695
f +39 0432 1715683
lod@gruppoluci.it

C.F. e P.I. 02499080303_Nr. Iscr. Reg. Imp. Udine 02499080303 Cap. Soc. € 80.000,00 i.v.
Soggetta a direzione e coordinamento di Labiotest Srl

	LOD SRL **Spin – off universitario**	
LOD Laboratorio Olfattometria Dinamica		*DOC. N°* RT-896/21 *LOD. Rev.01* *Data: 10 dicembre 2021*
CLIENTE	**CONSORZIO PER LA DEPURAZIONE DELLE ACQUE DI SCARICO DEL SAVONESE S.p.A.**	
OGGETTO	**Valutazione numerica della dispersione da odori**	
IMPIANTO	**Depurazione acque reflue** **Savona (SV)**	

IL RESPONSABILE TECNICO
Ing. Silvia Rivilli



Premessa

Nel presente rapporto tecnico si riportano i risultati dello studio della dispersione in atmosfera e ricaduta al suolo delle emissioni odorigene relative all'impianto di depurazione acque di Consorzio per la Depurazione delle Acque di Scarico del Savonese S.p.A., sito a Savona (SV), corredati da una descrizione approfondita dei materiali e dei metodi utilizzati.

Al fine di valutare la variazione del carico odorigeno prodotto dallo stabilimento nel corso dell'anno, nell'elaborazione modellistica sono stati considerati due scenari emissivi: il primo scenario è rappresentativo del periodo di medio carico operativo (periodo primaverile) mentre il secondo è rappresentativo del massimo carico operativo (periodo estivo).

Seppur a livello nazionale non esistano al giorno d'oggi limiti per le emissioni odorigene, quantificare la concentrazione di odore emessa è di fondamentale importanza per un impianto al fine di conoscere l'impatto olfattivo che lo stesso provoca sul territorio circostante.

Indice

1 Introduzione 5
2 Individuazione dello scenario e descrizione della metodologia numerica 6
2.1 Introduzione 6
2.2 Definizione dello scenario 7
2.3 Elaborazione dei risultati 7
3 Dati di input del modello 9
3.1 Dati meteorologici 9
3.1.1 Analisi preliminare dei dati meteorologici e anemometrici 10
3.2 Esame dei dati cartografici e dell'uso del suolo 13
3.2.1 Recettori sensibili 15
3.3 Settaggio modellistico 18
3.4 Sorgenti emissive 20
3.4.1 Medio carico operativo 20
3.4.2 Massimo carico operativo 22
4 Risultati 24
5 Valutazione dei risultati 28
6 Conclusioni 30
7 Bibliografia 31
Allegato 1: Calcolo del 98° percentile 32
Allegato 2: Descrizione del modello di dispersione CALPUFF 33
CALMET: Pre-processore meteorologico 33
Caratteristiche del puff e concentrazioni al suolo 34

1 Introduzione

Nel presente documento vengono riportati i metodi ed i materiali utilizzati per la realizzazione di un modello di dispersione dell'odore e la valutazione dell'area di ricaduta al suolo provocata dall'impianto sul territorio circostante il sito.

Il modello utilizzato per le simulazioni è *CALPUFF*.

I risultati sono espressi in termini di ou_E/m^3, ovvero unità olfattometriche al metro cubo. Tale unità di misura rappresenta il numero di diluizioni necessarie affinché il 50% degli esaminatori non avverta più l'odore del campione analizzato.

Per la concentrazione di odore in aria ambiente non vi sono limiti di riferimento a livello nazionale. Al fine di valutare l'accettabilità dell'esposizione olfattiva sul territorio conseguente alle emissioni di odore del sito in esame, si può considerare quale riferimento la **D.G.R. Lombardia n. IX/3018 del 15 Febbraio 2012 "Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno".**

Entrando nel merito, si può notare che le linee guida contenute nella citata **D.G.R. Lombardia** non fissano un valore limite unico per l'esposizione olfattiva, ma richiedono che i risultati delle simulazioni di dispersione siano confrontati con tre livelli di esposizione: 1 ou_E/m^3, 3 ou_E/m^3 e 5 ou_E/m^3, espressi come 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore. Per induzione si considera allora che:

- per livelli di esposizione olfattiva inferiori a 1 ou_E/m^3 come 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore, l'impatto olfattivo è da giudicare accettabile (o trascurabile);
- per livelli di esposizione olfattiva superiori a 5 ou_E/m^3 come 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore, l'impatto olfattivo è da giudicare non accettabile o non tollerabile;
- i livelli di esposizione olfattiva intermedi (1÷5 ou_E/m^3) costituiscono una "fascia di valutazione" all'interno della quale l'accettabilità dell'impatto deve essere valutata caso per caso, in relazione, per esempio, alla numerosità della popolazione esposta (in termini di densità abitativa) e alla destinazione d'uso prevalente (agricola, industriale, commerciale, residenziale) del territorio.

Vista l'assenza di riferimenti per la Vostra Regione (Liguria) e come riportato nella recente **D.G.R. n. 810-2020 "Linee guida per la definizione del piano di gestione degli odori" della Regione Liguria,** nel commento dei risultati delle simulazioni condotte sono stati adottati i criteri sopra citati.

2 Individuazione dello scenario e descrizione della metodologia numerica

2.1 Introduzione

La valutazione della dispersione dell'odore è stata realizzata mediante il modello di dispersione *CALPUFF*. In base all'esperienza maturata in seno a LOD S.r.l., *CALPUFF* è risultato essere particolarmente adatto per la simulazione della dispersione di odori su scala locale.

I modelli di dispersione utilizzano complicati algoritmi per simulare il trasporto e le cinetiche degli inquinanti negli strati inferiori dell'atmosfera maggiormente interessati all'inquinamento. Per conseguire tale obiettivo, i modelli necessitano di dati di ingresso suddivisibili nelle seguenti categorie:

- *dati meteorologici*: anemologia, temperatura e umidità dell'aria, stabilità atmosferica;
- *dati cartografici*: orografia, cartografia, uso del suolo;
- *dati emissivi*: caratteristiche geometriche e localizzazione delle sorgenti emissive, concentrazione dell'odore e flusso di massa.

La scelta del modello viene effettuata spesso in base alle caratteristiche dello *scenario*, definito come l'insieme degli elementi che caratterizzano una specifica applicazione. Sulla base delle linee guida riportate nella norma **UNI 10796:2000** (**Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi – Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici**) uno scenario può essere descritto sulla base di cinque elementi:

- *scala spaziale*: dominio di calcolo per la dispersione. Si possono distinguere applicazioni a microscala (fino 1 km), a scala locale (fino a 10-20 km), a mesoscala (fino a 100-200 km) e a grande scala (fino a 1.000-2.000 km);
- *indice temporale*: applicazioni a breve periodo (da pochi minuti ad alcuni giorni) e a lungo periodo (periodi stagionali ed annuali) e modelli previsionali a breve-medio termine (da un'ora fino ad una settimana);
- *ambito territoriale*: si distinguono applicazioni su sito semplice (pianeggiante, caratteristiche territoriali omogenee) o su sito complesso (orografia complessa, caratteristiche territoriali disomogenee);
- *tipologie di sorgenti*: puntiformi, areali, lineari o volumetriche;
- *specie simulata*: odori, inquinanti chimici.

La definizione precisa dello scenario è un requisito fondamentale per la corretta applicazione dei modelli di dispersione: essa nasce dalla precisa individuazione degli obiettivi dello studio modellistico opportunamente adattati allo specifico contesto nel quale esso viene applicato.

I modelli di dispersione possono venire classificati in base al sistema di riferimento rispetto al quale vengono scritte e risolte le equazioni di conservazione della massa. Se il riferimento è solidale con l'emissione, il modello viene detto *lagrangiano*, mentre se è solidale con il dominio di calcolo viene detto *euleriano*. In *CALPUFF*, l'emissione continua viene approssimata come una successione di rilasci discreti di forma sferica detti *puff* e per ognuna di queste unità viene scritta e risolta l'equazione di conservazione della massa: per tali motivi, *CALPUFF* viene definito modello lagrangiano a *puff*. *CALPUFF* è inoltre in grado di operare con condizioni meteorologiche ed emissive non stazionarie, con campo di vento tridimensionale, in siti con orografie complesse e con inquinanti reattivi.

2.2 Definizione dello scenario

Entrando nello specifico del caso oggetto di studio, è possibile individuare i seguenti elementi rappresentativi dello scenario in cui avverrà la simulazione numerica:

Scala spaziale:	L'applicazione del modello riguarda la valutazione dell'impatto su un territorio in prossimità dello stabilimento: per tale ragione la scala di riferimento sarà di tipo locale, limitata a qualche chilometro in linea d'aria attorno al sito.
Indice temporale:	La simulazione valuta la dispersione per un periodo di un anno solare: in questo modo sarà possibile valutare il contributo stagionale dei venti e della meteorologia sulla dispersione. Nella simulazione sono stati considerati i dati meteo dell'anno 2020.
Ambito territoriale:	Il sito su cui verrà applicato il modello si trova nel comune di Savona (SV) e presenta un'orografia moderatamente complessa. Un'ulteriore descrizione dei dati orografici è presentata nel paragrafo 3.2.
Sorgente:	Ai fini del modello verranno considerate diverse sorgenti puntiformi. Ulteriori approfondimenti sono riportati nel paragrafo 3.4.
Specie simulata:	La valutazione dell'impatto riguarda l'emissione di odore. Ulteriori approfondimenti sono riportati nel paragrafo 3.4.

2.3 Elaborazione dei risultati

Per l'elaborazione e la valutazione dei risultati, come documento di riferimento è stato considerato l'Allegato 1 del **D.G.R. della Lombardia del 15 Febbraio 2012 n. IX/3018 "Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno".**

I valori evidenziati sulle mappe di isoconcentrazione che sono prodotte seguono quanto indicato dalla regione Lombardia. A tal proposito evidenziamo che a:

- 1 ou_E/m^3 il 50 % della popolazione percepisce odore;
- 3 ou_E/m^3 l'85% della popolazione percepisce odore;
- 5 ou_E/m^3 il 90 – 95% della popolazione percepisce odore.

In allegato a tale **D.G.R.** vi sono anche i ***"Requisiti degli studi di impatto olfattivo mediante simulazione di dispersione"*** *(Allegato 1)* i quali presentano anche i criteri di selezione dei dati di input e le modalità di presentazione dei risultati.

L'approccio modellistico suggerito dalla normativa prevede:

- Svolgimento di una simulazione della durata di un anno;

- Calcolo delle concentrazioni medie orarie per tutto il l'anno tenendo conto delle diverse frequenze di funzionamento dell'impianto;
- Calcolo del livello di picco d'odore della durata di 3 secondi (tempo di un respiro);
- Calcolo del 98° percentile della distribuzione annua, che viene utilizzato per quantificare l'accettabilità dell'esposizione all'odore da parte della popolazione. Il 98° percentile rappresenta il valore che non viene superato più del 2% del tempo di durata della simulazione. In questo caso significa che non si supererà il valore corrispondente al 98° percentile per circa 175 ore in un anno. Il calcolo del 98° percentile viene effettuato per ogni recettore della griglia computazionale secondo il procedimento riportato in Allegato 1.

Le curve di isoconcentrazione ottenute sono state sovrapposte quindi alla ortofoto, per poter apprezzare meglio l'impatto odorigeno sul territorio.

3 Dati di input del modello

Il modello di dispersione necessita di dati di *input* relativi alle condizioni meteorologiche, orografiche ed allo scenario emissivo. Tali dati vanno esaminati attentamente per:

- valutare se sono sufficienti a descrivere la dispersione delle sostanze simulate;
- effettuare opportune semplificazioni che facilitino le operazioni di calcolo;
- comprendere ed interpretare in seguito i risultati ottenuti.

3.1 Dati meteorologici

Per la zona in esame sono stati acquisiti dati meteorologici elaborati da MAIND S.r.l. a partire dalle registrazioni delle stazioni sito specifiche di ARPA Liguria e dalle stazioni virtuali ricavate dal modello di calcolo europeo ECMWF – Progetto ERA5-Copernicus.

Tabella 1: caratteristiche dei dati meteorologici, stazioni al suolo.

Dati meteo	
Fornitore dei dati	MAIND S.r.l.
Periodo	Intero anno 2020
Stazioni utilizzate	Stazione ARPA Liguria: Savona Istituto Nautico Stazione ECMWF: Ceriale
Coordinate UTM WGS84	Stazione ARPAL Savona: 458,767 km E 4906,012 km N 32T Stazione ECMWF Ceriale: 456,164 km E 4910,894 km N 32T
Distanza dal centro della griglia di calcolo	Stazione ARPAL Savona: 3,9 km Stazione ECMWF Ceriale: 6,9 km
Parametri acquisiti	Velocità del vento, direzione del vento, temperatura dell'aria, umidità relativa, pressione barometrica al suolo, copertura nuvolosa

Tabella 2: caratteristiche dei dati meteorologici, dati in quota.

Dati meteo	
Fornitore dei dati	MAIND S.r.l. – Modello di calcolo europeo ECMWF
Periodo	Intero anno 2020
Stazioni utilizzate	Profilo ECMWF 01012
Coordinate UTM WGS84	492,016 km E 4899,645 km N 32T
Distanza dal centro della griglia di calcolo	37,4 km
Parametri acquisiti	Pressione atmosferica, altezza nubi, temperatura, direzione del vento, velocità del vento

La percentuale di dati assenti o non validi per le stazioni meteo utilizzate, in base al punto 4.6 dell'allegato 1 della D.G.R. della Regione Lombardia, dovrebbe risultare minore dei valori soglia

del 20% per la totalità dei dati e del 70% per i dati mensili. Data la natura dei dati, forniti già ricostruiti per un punto di coordinate note, non sono presenti dati invalidi nel dataset.

3.1.1 Analisi preliminare dei dati meteorologici e anemometrici

Come si può osservare dall'analisi della rosa dei venti riportata in Figura 1, il vento, nel periodo considerato, ha soffiato principalmente da nord – nord-ovest. Tale risultato permette di affermare in prima battuta che gli odori emessi dall'impianto tenderanno a disperdersi prevalentemente verso sud – sud-est rispetto allo stesso.

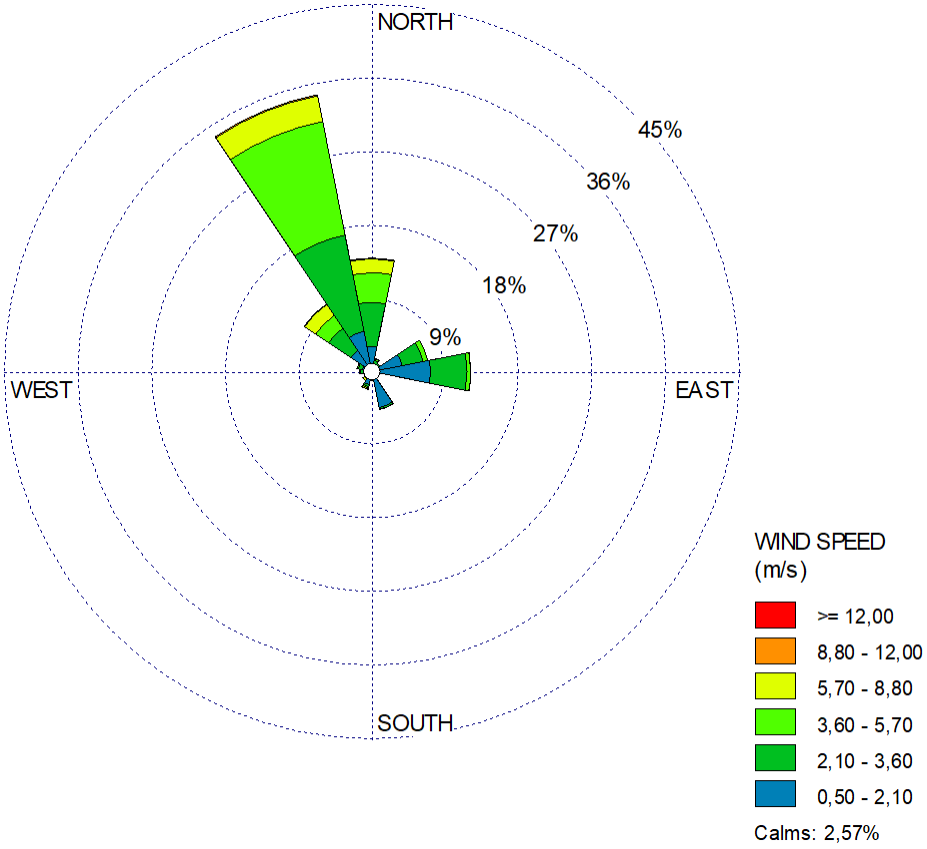


Figura 1: rosa dei venti riferita al centro griglia, estratta dal dataset utilizzato per la simulazione: la coordinata radiale (lunghezza del settore circolare) rappresenta la frequenza, il colore dei cunei indica l'intensità del vento.

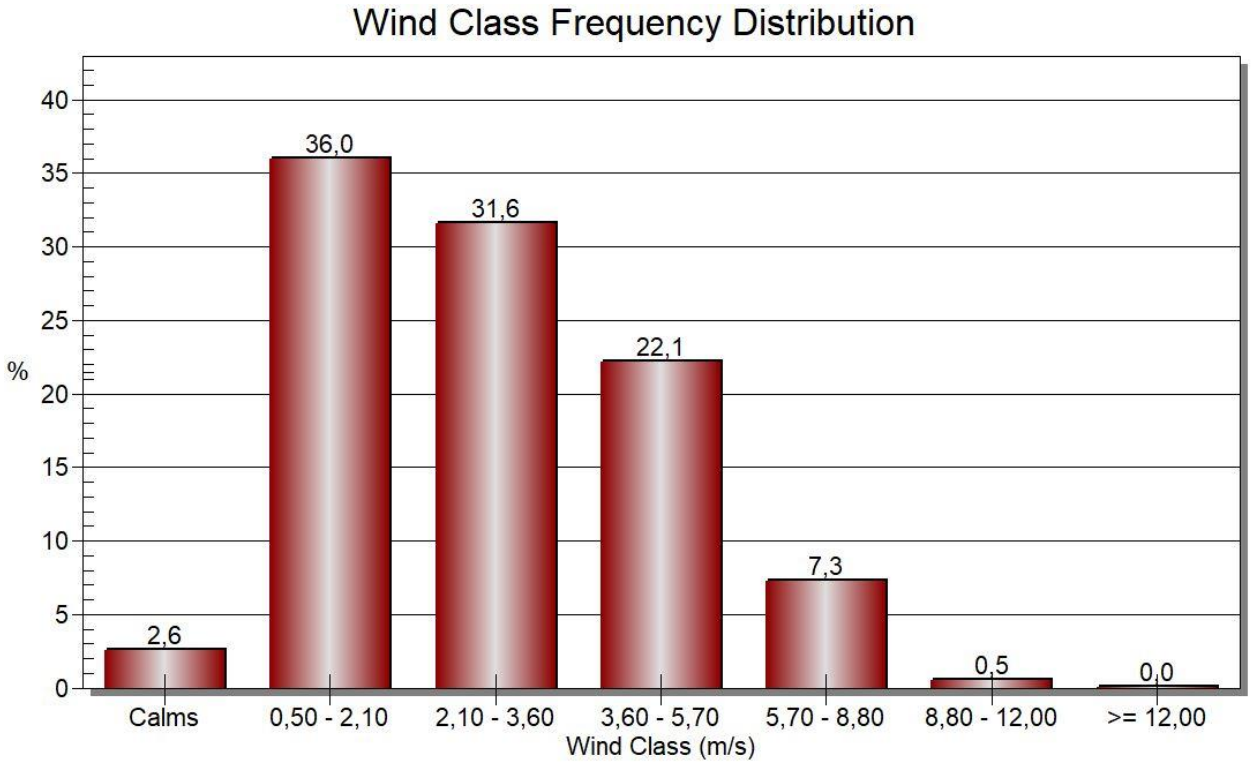


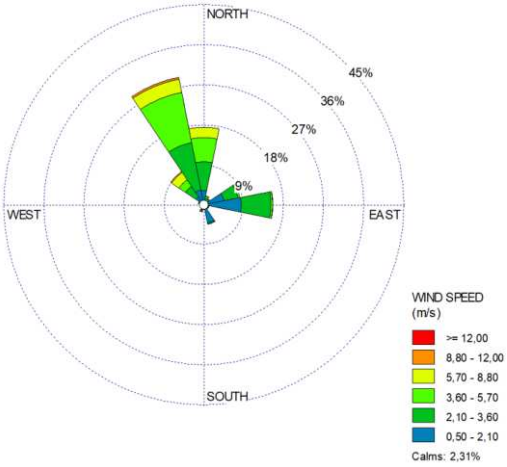
Figura 2: distribuzione delle velocità del vento nell'anno considerato per la simulazione (2020).

Per quanto riguarda l'intensità dei venti, dal grafico della distribuzione riportato in Figura 2 si può notare come le intensità prevalenti siano inferiori a 2,1 m/s (registrate nel 36,0% del tempo). Le condizioni di calma (intensità inferiore a 0,5 m/s) si sono verificate nel 2,6% dell'intervallo di tempo considerato.

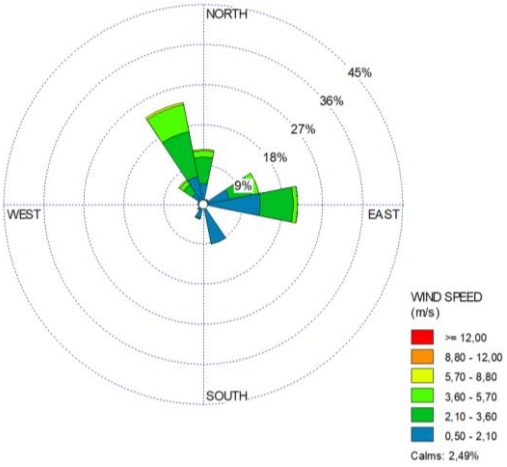
Analizzando la distribuzione della direzione dei venti e le rose dei venti su base stagionale (Figura 3), si può osservare che:

- durante tutte le stagioni si registra una scarsa variabilità nella direzione del vento. La componente predominante in tutte le stagioni è quella proveniente da nord – nord-ovest, con percentuali pari circa al 29% nella stagione primaverile, al 23% durante la stagione estiva, al 43% nella stagione autunnale e al 43% in quella invernale;
- la maggiore variabilità della direzione del vento si ha nei mesi estivi e primaverili in cui sono state registrate componenti provenienti da est.

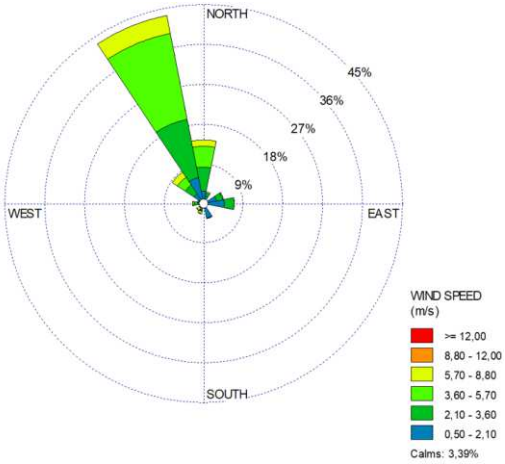
(a) Primavera



(b) Estate



(c) Autunno



(d) Inverno

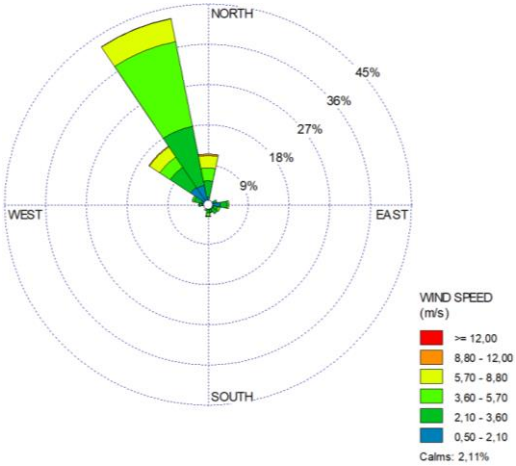
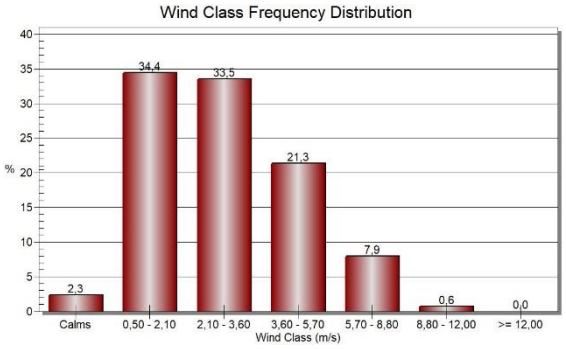


Figura 3: rose dei venti riferite alla stazione meteo per la stagione (a) primavera, (b) estate, (c) autunno e (d) inverno: la coordinata radiale (lunghezza del settore circolare) rappresenta la frequenza.

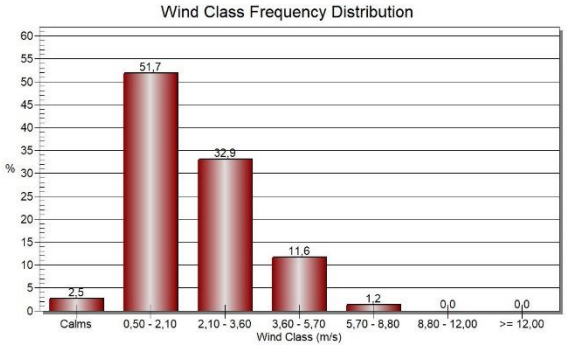
La Figura 4 rappresenta la distribuzione delle velocità del vento durante le varie stagioni. Nella maggior parte dei casi le velocità prevalenti sono relativamente basse (inferiori a 2,1 m/s) con percentuali pari al 34,4% nel periodo primaverile, al 51,7% nel periodo estivo e al 32,0% nel periodo autunnale. Nel periodo invernale, invece, si registrano prevalentemente venti con velocità comprese tra 2,1 e 3,6 m/s (32,5%).

Gli episodi di calma di vento sono stati registrati con maggior frequenza nel periodo autunnale, con una percentuale pari a circa il 3,4%.

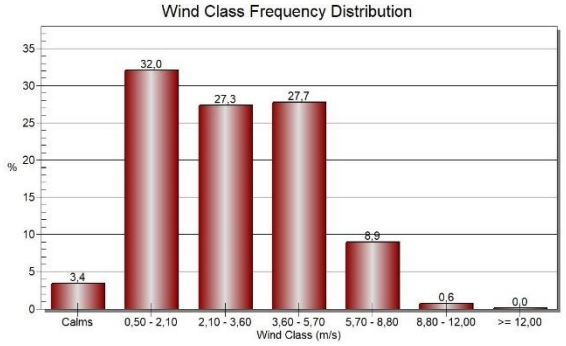
(a) Primavera



(b) Estate



(c) Autunno



(d) Inverno

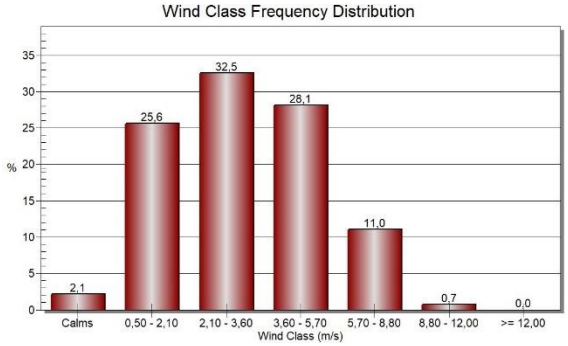


Figura 4: distribuzione delle velocità del vento nelle varie stagioni.

3.2 Esame dei dati cartografici e dell'uso del suolo

Il modello di dispersione *CALPUFF* permette di tenere conto degli effetti indotti dall'orografia del territorio sulla dispersione. L'informazione sull'orografia viene introdotta tramite una matrice di quote altimetriche del terreno e di uso del suolo nel dominio spaziale.

Tabella 3: informazioni cartografiche.

Sistema di coordinate	
Sistema	UTM
Datum	WGS 84
Fuso, zona	32 T
Griglia di calcolo	
Origine della griglia CALMET (lower-left corner)	449,647 km E 4899,131 km N;
Dimensione della griglia di calcolo CALMET	10000 m x 12000 m;
Passo della griglia CALMET	200 m;

Numero di punti recettori di calcolo (nodi della griglia)	31 x 31 = 961 Con passo di griglia di 100 m e centrata sull'impianto (455,324 km E 4904,103 km N).
Altezza dei recettori rispetto al suolo	2 m
Dati territoriali	
Quote altimetriche del terreno	*Dati SRTM interpolati a 100 m elaborati da USGS – EROS Data Center, Sioux Falls, SD, USA.* Elaborazioni mediante Maind Land Use v 2.2.0.0
Estremi altimetrici della griglia di calcolo	0 m s.l.m. / 579 m s.l.m.
Uso del suolo	CORINE Land Cover 1:100.000 agg. 2004. Elaborazioni mediante Maind Land Use v 2.2.0.0

Tale porzione di territorio include in parte gli abitati di Savona e Quiliano.

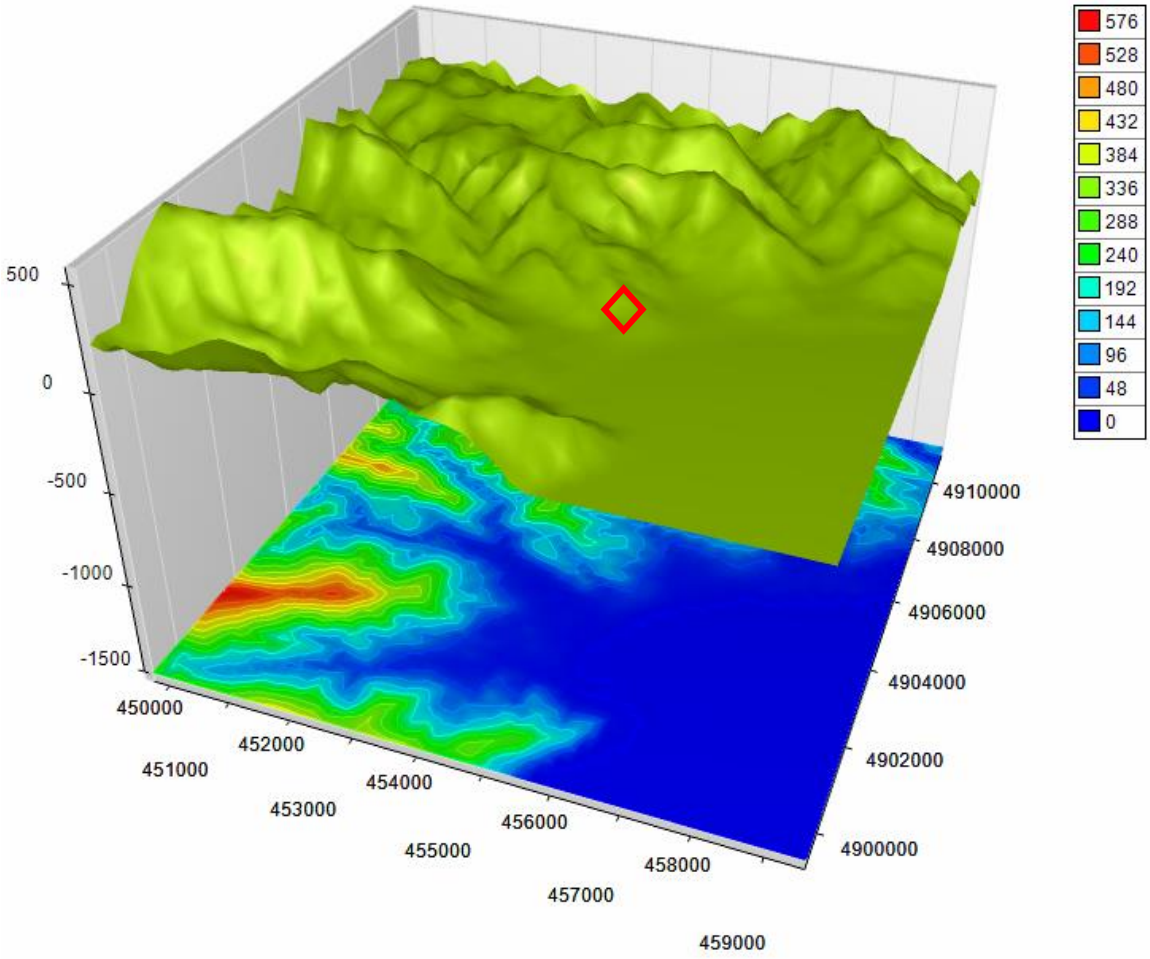


Figura 5: Altimetria del terreno nella griglia di calcolo CALMET. Il poligono rosso indica la posizione dell'impianto.

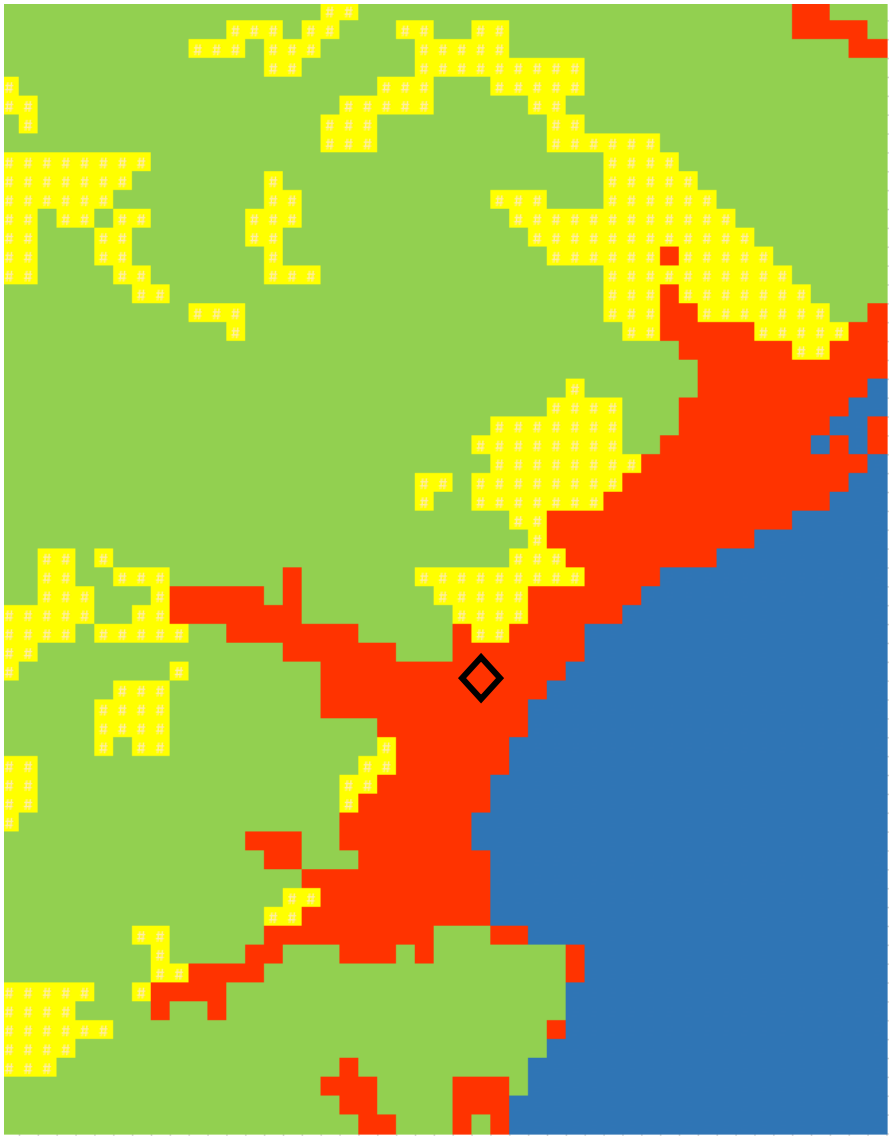


Figura 6: varie tipologie di utilizzo del terreno. Il poligono nero indica la posizione dell'impianto.

In particolare:

- Rosso: terreno urbano (*urban or build – up land)*;
- Giallo: terreno agricolo e coltivato (*agricultural land*);
- Verde: terreno boscato *(forest land)*;
- Azzurro: corpi idrici (*water body*).

3.2.1 Recettori sensibili

Al fine di valutare la ricaduta sul territorio in modo puntuale sono stati individuati alcuni recettori sensibili posti entro qualche chilometro dai punti emissivi.

Per lo studio sono stati considerati un totale di otto recettori posizionati nei pressi dell'impianto (cfr. Figura 7).

Tali recettori permettono di valutare puntualmente la ricaduta dell'odore sul territorio, quantificando il valore riferito al 98° percentile delle concentrazioni di odore simulate.

Tabella 4: recettori sensibili.

	Recettore	**Classificazione**	**Coordinate WGS-84 UTM 32T**	**Distanza dalla sorgente più prossima (m)**
A	Abitazioni private	Aree non residenziali	455,107 km E 4904,055 km N	276
B	Centro abitato – Zinola (Savona)	Aree residenziali	455,538 km E 4903,790 km N	320
C	Abitazioni private	Aree residenziali	455,683 km E 4904,144 km N	170
D	Abitazioni private	Aree residenziali	455,548 km E 4904,275 km N	167
E	Abitazioni private	Aree residenziali	455,405 km E 4904,306 km N	130
F	Centro abitato – Valleggia (Quiliano)	Aree residenziali	454,591 km E 4903,387 km N	1.100
G	Centro abitato – Legino (Savona)	Aree residenziali	456,150 km E 4904,674 km N	847
H	Asilo nido	Aree residenziali	455,740 km E 4903,502 km N	650

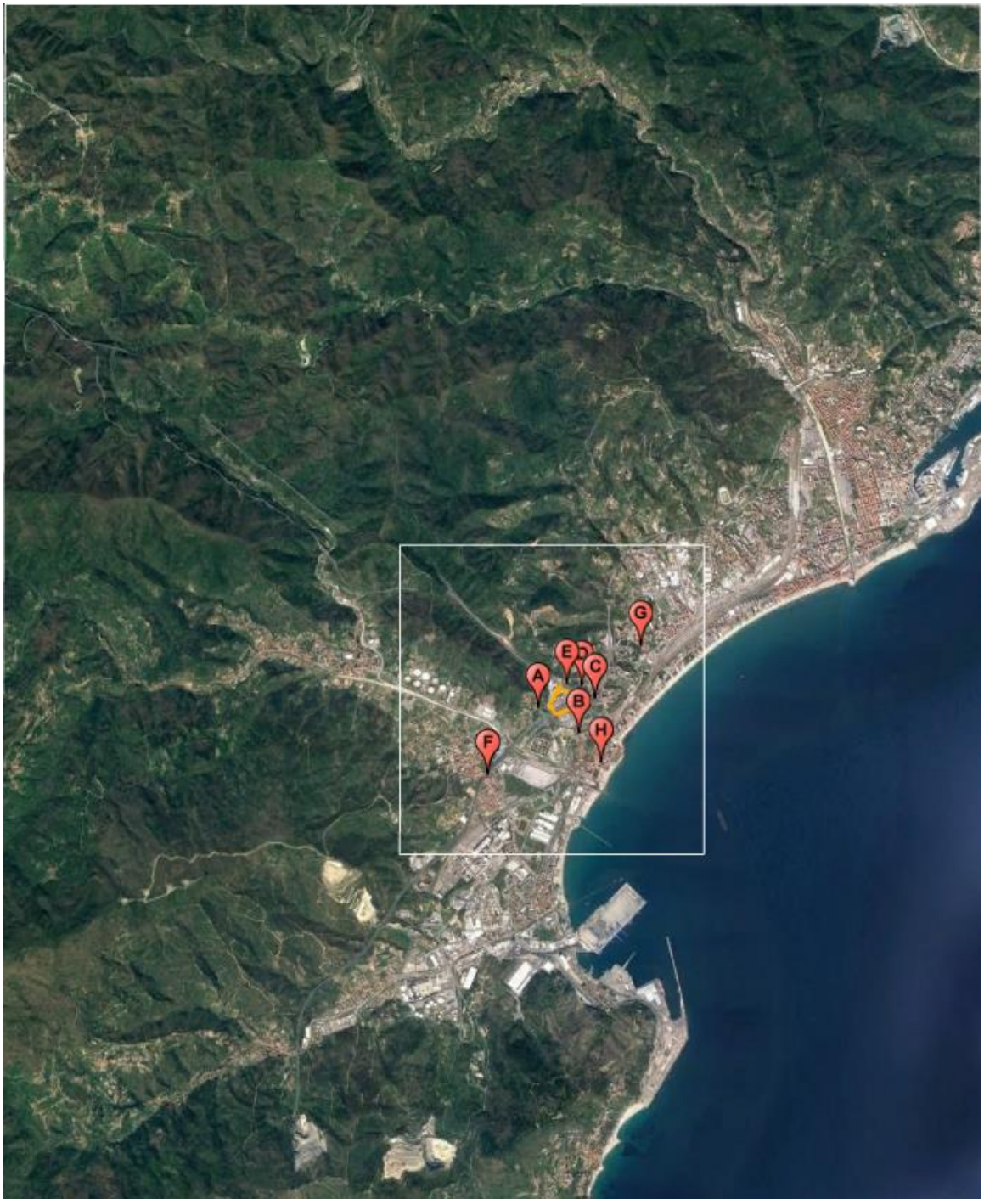


Figura 7: recettori sensibili disposti sul dominio di calcolo *CALMET*, in arancione i limiti dell'impianto. Il poligono quadrato bianco delimita l'area dei recettori per i quali è stata effettuata la simulazione mediante *CALPUFF*.

3.3 Settaggio modellistico

Per una descrizione estesa delle caratteristiche del modello di dispersione CALPUFF, utilizzato nel presente lavoro, si rimanda all'Allegato 2.

Nella seguente tabella sono riportati i principali settaggi utilizzati per le simulazioni ivi condotte.

Tabella 5: settaggio modellistico.

Modello di dispersione	
Nome	CALPUFF
Versioni utilizzate	CALPUFF: 6.42 CALMET: 6.334, level 110421
Principali parametri di controllo CALMET	
Livelli verticali (cell face height)	ZFACE = 0, 20, 50, 100, 250, 500, 1000, 2000, 3000 m
Principali parametri di controllo CALPUFF	
Modulo per la deposizione secca	MDRY = 0 (disattivo)
Modulo per la deposizione umida	MWET = 0 (disattivo)
Metodo di calcolo dei coefficienti di dispersione	MDISP = 2 ("dispersion coefficients from internally calculated sigma v, sigma w using micrometeorological variables"). Consigliato da Barclay e Scire in *Generic Guidance and Optimum Model Settings for the CALPUFF Modeling System for Inclusion into the 'Approved Methods for the Modeling and Assessments of Air Pollutants in NSW, Australia'* (NSW Office of Environment and Heritage, marzo 2011).
Soglia al disotto della quale si attiva il modulo delle calme di vento	WSCALM = 0,3 m/s. Tale valore, infatti, permette di attivare il modulo per le calme di vento solo per l'1,1% delle ore di simulazione.
Modulo per il Building downwash	Attivo

Data la vicinanza delle sorgenti con gli edifici dell'impianto si è scelto di attivare il modulo del Building downwash. Con il termine *building downwash* si intende l'effetto indotto dalla presenza degli edifici sul movimento delle masse d'aria. Tale effetto risulta particolarmente rilevante sulla dispersione di inquinanti e di odore quando l'edificio si trova in prossimità dell'emissione, come nel caso in esame, inoltre è richiesto dalla Linea Guida della Regione Lombardia.

L'implementazione all'interno di CALPUFF dell'effetto degli edifici è stata conseguita mediante l'uso dell'applicativo BPIP (Building Profile Input Program), suggerito da US EPA come strumento di supporto ai modelli di dispersione.

In Figura 8 sono rappresentati gli edifici presi in considerazione per il building downwash.

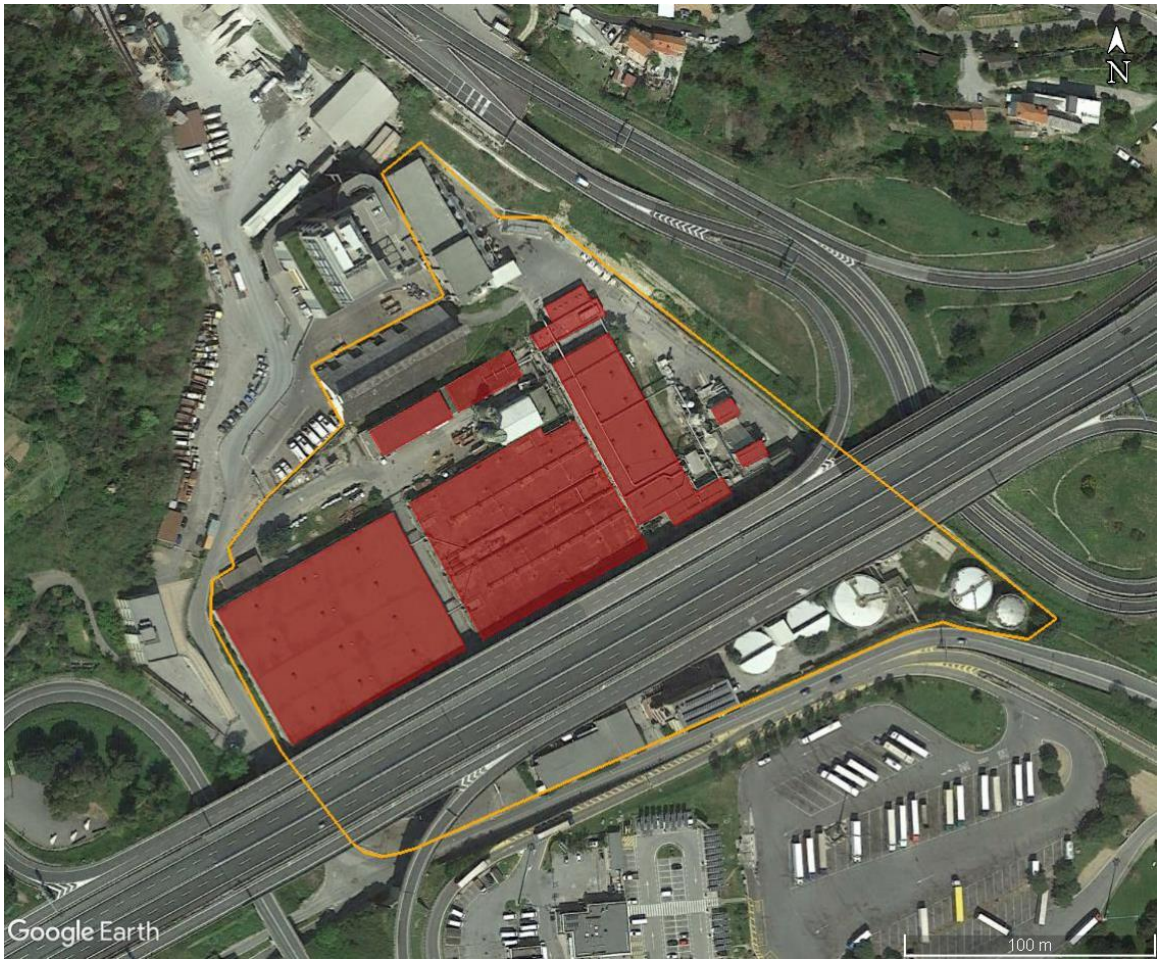


Figura 8: edifici presi in considerazione per il calcolo del *building downwas*h.

3.4 Sorgenti emissive

Come già citato in precedenza, il presente studio ha lo scopo di valutare l'impatto odorigeno sul territorio circostante, generato dall'impianto di depurazione acque reflue gestito dal Consorzio per la Depurazione delle Acque di Scarico del Savonese S.p.A., sito a Savona (SV).

Le concentrazioni di odore utilizzate per il calcolo delle portate di odore (*Odour Emission Rate* – OER) rappresentative del periodo di medio carico operativo (periodo primaverile) e di alto carico operativo (periodo estivo) sono quelle rilevate, rispettivamente, nel corso dei campionamenti olfattometrici effettuati dal presente Laboratorio in data 21-22 aprile 2021 (cfr. relazione tecnica LOD RT 373/21) e 4-5 agosto 2021 (cfr. relazione tecnica LOD RT 789/21).

In particolare, sono state fatte le seguenti assunzioni:

- ai fini della simulazione, sono state prese in considerazione le sorgenti oggetto di indagine per cui sia stata rilevata una portata odorigena superiore alla soglia di 500 ou_E/s, che definisce se un'emissione è considerabile come tale dal punto di vista modellistico secondo la sopracitata D.G.R. Lombardia;
- per i deodorizzatori delle stazioni di sollevamento, viste le portate emissive in gioco e la distribuzione su un territorio geografico molto ampio (circa 30 km in linea d'aria) non si ritiene opportuno procedere alla simulazione della dispersione di ognuno di essi, infatti aumentando la griglia computazionale si rischia di perdere dettagli e precisione; inoltre, nessuna delle stazioni di sollevamento può essere considerata una sorgente odorigena secondo i requisiti citati precedentemente;
- per il calcolo della portata di odore sono state considerate le portate massime autorizzate nel provvedimento di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) dello stabilimento. Tale approccio risulta cautelativo. Si fa presente, infatti, che i valori massimi di portata raggiunti in sede di autocontrollo effettuato da C.P.G. Lab S.r.l., su incarico del gestore dell'impianto, sono pari a 57.400 Nm^3/h, per il camino E6, 6.790 Nm^3/h, per il camino E7 e 14.710 Nm^3/h, per il camino E11;
- tutte le sorgenti sono state considerate attive h24 per 365 giorni/anno.

Per il calcolo della portata odorigena e l'implementazione di tale dato nel modello di dispersione si rimanda alla sopracitata D.G.R. Lombardia (Allegato 1 e Allegato 2).

3.4.1 Medio carico operativo

A seguito dell'indagine olfattometrica effettuata nel periodo primaverile, sono state individuate le seguenti sorgenti odorigene (cfr. relazione tecnica LOD RT 373/21):

- Deodorizzatore linea acque (emissione E6);
- Deodorizzatore linea fanghi (emissione E7);
- Deodorizzatore pretrattamenti (emissione E11).

Nel caso del deodorizzatore linea fanghi (emissione E7), il cui sistema di abbattimento è stato recentemente implementato ma al momento dell'indagine primaverile presentava problemi di

funzionamento, è stata considerata la concentrazione di odore rilevata nel corso dell'indagine effettuata nel mese di agosto nel punto a monte del presidio a carboni attivi (denominato "Monte carboni attivi") in quanto considerata maggiormente conservativa.

Tabella 6: Modalità di rappresentazione delle sorgenti.

Modalità di rappresentazione delle sorgenti	
Deodorizzatore linea acque (E6)	Emissione puntiforme, convogliata e dotata di flusso proprio con diametro e altezza dal suolo pari a quelli del relativo camino. La portata di odore è stata calcolata a partire dalla portata massima autorizzata (66.000 Nm^3/h). Il vertical momentum flux factor è da considerarsi pari a 1.
Deodorizzatore linea fanghi (E7)	Emissione puntiforme, convogliata e dotata di flusso proprio con diametro e altezza dal suolo pari a quelli del relativo camino. La portata di odore è stata calcolata a partire dalla portata massima autorizzata (7.500 Nm^3/h). Il vertical momentum flux factor è da considerarsi pari a 0 poiché il camino è dotato di copertura.
Deodorizzatore pretrattamenti (E11)	Emissione puntiforme, convogliata e dotata di flusso proprio con diametro e altezza dal suolo pari a quelli del relativo camino. La portata di odore è stata calcolata a partire dalla portata massima autorizzata (15.000 Nm^3/h). Il vertical momentum flux factor è da considerarsi pari a 1.

Tabella 7: sorgenti puntiformi simulate.

Emissione	**Coordinate**	**Momentum [1]**	**Altezza emissione rispetto al suolo (m)**	**Diametro (m)**	**Quota suolo base sorgente (m s.l.m.)**	**Temperatura emissione (°C)**	**Velocità di emissione (m/s)**	**Concentrazione di odore (ou_E/m^3)**	**Q (Nm^3/h) [2]**	**OER (ou_E/s)**
E6	455,424 km E 4904,155 km N	1	12,5	1,3	32	amb.	14,6	390	70.800	7.700
E7	455,515 km E 4904,110 km N	0	2,7	1,1	33	amb.	1,0 [3]	2.700	8.000	6.000
E11	455,413 km E 4904,178 km N	1	7,0	1,0	33	amb.	5,6	470	16.100	2.100

[1] Fattore pari a 1 qualora la componente meccanica che contribuisce al momentum rising sia considerata. Fattore pari a 0 in caso contrario.
[2] Normalizzazione a 20°C come da UNI EN 13725:2004.
[3] Velocità in espulsione posta pari a 1 m/s per descrivere al meglio l'orizzontalità dell'emissione in oggetto.

3.4.2 Massimo carico operativo

A seguito dell'indagine olfattometrica effettuata nel periodo estivo, sono state individuate le seguenti sorgenti odorigene (cfr. relazione tecnica LOD RT 789/21):

- Deodorizzatore linea acque (emissione E6);
- Deodorizzatore pretrattamenti (emissione E11);
- Cassone fanghi (zona di scarico fanghi disidratati).

Tabella 8: Modalità di rappresentazione delle sorgenti.

Modalità di rappresentazione delle sorgenti	
Deodorizzatore linea acque (E6)	Emissione puntiforme, convogliata e dotata di flusso proprio con diametro e altezza dal suolo pari a quelli del relativo camino. La portata di odore è stata calcolata a partire dalla portata massima autorizzata (66.000 Nm^3/h). Il vertical momentum flux factor è da considerarsi pari a 1.
Deodorizzatore pretrattamenti (E11)	Emissione puntiforme, convogliata e dotata di flusso proprio con diametro e altezza dal suolo pari a quelli del relativo camino. La portata di odore è stata calcolata a partire dalla portata massima autorizzata (15.000 Nm^3/h). Il vertical momentum flux factor è da considerarsi pari a 1.
Cassone fanghi (CF1, CF2)	Emissione areale priva di flusso proprio simulata come due sorgenti puntiformi con diametro proporzionale alla somma della superficie del cassone. Tale scelta si è resa necessaria al fine di poter considerare l'effetto degli edifici ed implementare quindi il calcolo del *building downwash*, modulo che in CALPUFF può essere attivato solamente se la sorgente è rappresentata come puntiforme. Trattandosi di una superficie areale passiva priva di flusso proprio, la portata è stata calcolata, per ciascuna ora del dominio di studio, in funzione dell'intensità del vento. Il vertical momentum flux factor è da considerarsi pari a 0.

Tabella 9: sorgenti puntiformi simulate.

Emissione	Coordinate	Momentum [1]	Altezza emissione rispetto al suolo (m)	Diametro (m)	Quota suolo base sorgente	Temperatura emissione (°C)	Velocità di emissione (m/s)	Concentrazione di odore (ou_E/m^3)	Q (Nm^3/h) [2]	SOER ($ou_E/s/m^2$)	OER (ou_E/s)
E6	455,424 km E 4904,155 km N	1	12,5	1,3	32	amb.	15,1	2.000	71.000	-	39.400
E11	455,413 km E 4904,178 km N	1	7,0	1,0	33	amb.	5,9	1.300	16.000	-	5.800
CF1	455,363 km E 4904,152 km N	0	3,5	4,4	29	amb.	-	5.000	-	17,72	266
CF2	455,367 km E 4904,155 km N	0	3,5	4,4	29	amb.	-	5.000	-	17,72	266



Figura 9: posizione delle sorgenti emissive.

4 Risultati

In Figura 10 e Figura 11 si riportano le mappe relative alle curve di isoconcentrazione delle ou_E/m^3 in ricaduta sul territorio in termini di 98° percentile su base annua relative alle configurazioni emissive simulate. I risultati espressi tengono già conto del *peak-to-mean ratio* pari a 2,3, così come richiesto dalla D.G.R. Lombardia (§13 dell'Allegato 1).

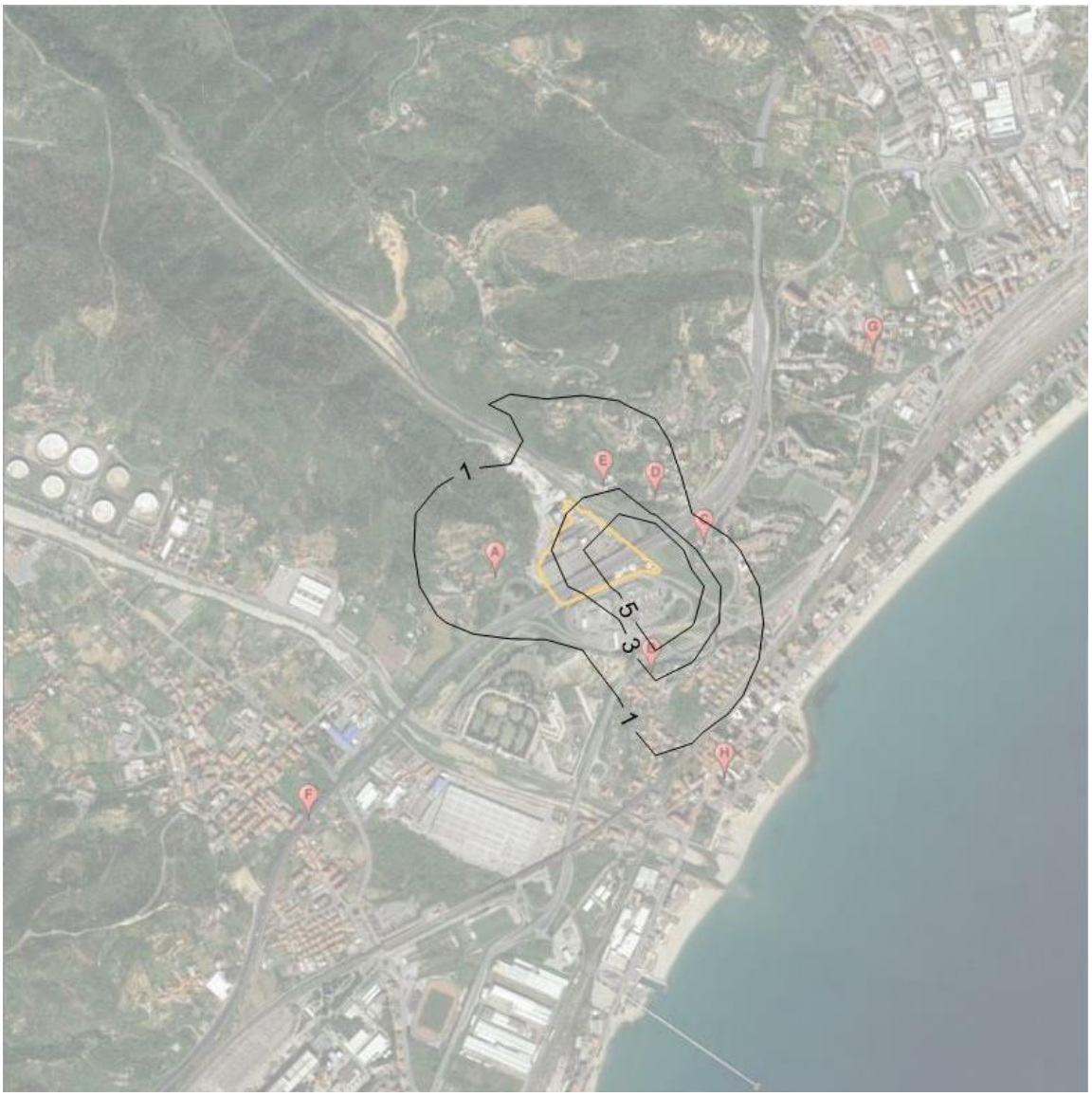


Figura 10: mappa del 98° percentile su base annua dell'unità di odore espresse in unità olfattometriche al metro cubo – *medio carico operativo*.



Figura 11: mappa del 98° percentile su base annua dell'unità di odore espresse in unità olfattometriche al metro cubo – *massimo carico operativo*.

Tabella 10: concentrazione di odore ai recettori sensibili.

	Recettore	Classificazione	Distanza dalla sorgente più prossima	98° percentile [ou_E/m^3]		100° percentile [ou_E/m^3]	
				Medio carico	Massimo carico	Medio carico	Massimo carico
A	Abitazioni private	Aree non residenziali	276	2,2	2,5	5,4	6,0
B	Centro abitato – Zinola (Savona)	Aree residenziali	320	2,8	3,3	4,5	7,2
C	Abitazioni private	Aree residenziali	170	1,9	1,9	12,7	6,6
D	Abitazioni private	Aree residenziali	167	2,0	2,4	14,0	14,9
E	Abitazioni private	Aree residenziali	130	2,5	4,1	11,2	25,3
F	Centro abitato – Valleggia (Quiliano)	Aree residenziali	1.100	0,2	0,4	1,0	1,9
G	Centro abitato – Legino (Savona)	Aree residenziali	847	0,1	0,2	0,7	1,0
H	Asilo nido	Aree residenziali	650	0,8	0,8	1,2	1,5

In Tabella 11 e Tabella 12 si riporta il contributo percentuale, in termini di concentrazione di odore media su tutto il periodo, delle sorgenti emissive ai recettori sensibili.

Tabella 11: contributo percentuale di ciascuna sorgente in relazione ai recettori – *medio carico operativo.*

Recettore	E6	E7	E11
A	15,4%	74,1%	10,5%
B	12,7%	72,5%	14,9%
C	18,3%	75,5%	6,2%
D	18,8%	68,5%	12,6%
E	21,1%	62,4%	16,5%
F	32,8%	54,3%	12,9%
G	38,5%	47,7%	13,8%
H	12,8%	74,8%	12,3%
Media	**16,3%**	**70,7%**	**13,0%**

Dai risultati di Tabella 11, relativa alla condizione di medio carico operativo, si evince come il maggior contributo ai recettori derivi dalla sorgente E7, con una percentuale media pari al 70,7%, mentre sia inferiore nel caso della sorgente E6 (16,3%) ed E11 (13,0%). Si fa presente tuttavia che,

come specificato precedentemente, il presidio di abbattimento dell'emissione E7 è stato recentemente implementato comportando una riduzione della concentrazione in uscita.

Tabella 12: contributo percentuale di ciascuna sorgente in relazione ai recettori – *massimo carico operativo.*

Recettore	E6	E11	CF
A	68,9%	21,4%	9,6%
B	54,5%	30,4%	15,1%
C	78,8%	15,0%	6,2%
D	72,4%	23,3%	4,4%
E	68,6%	27,2%	4,3%
F	77,0%	19,0%	4,0%
G	75,6%	21,3%	3,0%
H	65,8%	24,6%	9,6%
Media	**65,8%**	**25,2%**	**9,0%**

Nel caso della condizione di massimo carico operativo invece, il maggior contributo ai recettori è imputabile alla sorgente E6, con una percentuale media pari al 65,8%, mentre il cassone fanghi è la sorgente che incide in misura minore (9,0%).

Per facilitare la lettura delle tabelle si fa presente che, ad esempio, al fine di ridurre l'impatto in ricaduta sul recettore E, per cui si registra un impatto maggiore in termini di concentrazione di odore in condizioni di massimo carico operativo, sarebbe opportuno intervenire sull'emissione E6 (deodorizzatore pretrattamenti).

5 Valutazione dei risultati

Alla luce dei risultati ottenuti, si riportano di seguito alcuni suggerimenti in merito ai possibili accorgimenti tecnici da adottare al fine di ridurre l'impatto odorigeno sul territorio circostante.

In particolare, si fa riferimento alla situazione di massimo carico operativo per cui è stata stimata una concentrazione massima di odore ai recettori pari a 4,1 ou_E/m^3, dovuta prevalentemente al deodorizzatore linea acque (emissione E6). Il modello di dispersione è stato utilizzato quindi per la valutazione dell'impatto odorigeno a seguito di alcune ipotetiche modifiche impiantistiche al camino.

Nel caso specifico, si riportano i risultati della simulazione della dispersione considerando la seguente configurazione:

- incremento dell'altezza dello sbocco (da 12,5 m a 17,5 m, limite massimo consentito nel rispetto del vincolo di inedificabilità delle fasce di rispetto autostradale);
- riduzione del diametro del camino, da 1,3 m a 1 m, con conseguente aumento della velocità in uscita dell'emissione, pari a 25,6 m/s.

La portata considerata è quella di progetto.

In Tabella 13 si confrontano i valori di concentrazione di odore, espressi in termini 98° percentile su base annuale, relativi alla configurazione impiantistica attuale con quelli calcolati considerando le modifiche impiantistiche ipotetiche di cui sopra.

Tabella 13: concentrazione di odore ai recettori sensibili – confronto tra le configurazioni simulate.

	Recettore	Classificazione	Distanza dalla sorgente più prossima	98° percentile [ou_E/m^3] – c. attuale	98° percentile [ou_E/m^3] – c. modifiche impiantistiche	Δ
A	Abitazioni private	Aree non residenziali	276	2,5	2,0	0,5
B	Centro abitato – Zinola (Savona)	Aree residenziali	320	3,3	1,9	1,4
C	Abitazioni private	Aree residenziali	170	1,9	1,5	0,4
D	Abitazioni private	Aree residenziali	167	2,4	1,9	0,5
E	Abitazioni private	Aree residenziali	130	4,1	2,6	1,5
F	Centro abitato – Valleggia (Quiliano)	Aree residenziali	1.100	0,4	0,3	0,1
G	Centro abitato – Legino (Savona)	Aree residenziali	847	0,2	0,1	0,1
H	Asilo nido	Aree residenziali	650	0,8	0,6	0,2

Dai risultati sopra riportati, si evince che l'impatto odorigeno può essere ridotto notevolmente in corrispondenza dei recettori B (centro abitato di Zinola) ed E (nucleo abitato), presso i quali si registra una concentrazione di odore maggiore in condizioni di massimo carico operativo. In particolare, è stata stimata una riduzione di 1,4 ou_E/m^3, nel primo caso, e di 1,5 ou_E/m^3, nel secondo caso.

In Figura 12 vengono raffigurate le isoplete di concentrazione relative alle due configurazioni simulate.



Figura 12: mappa del 98° percentile su base annua dell'unità di odore espresse in unità olfattometriche al metro cubo – configurazione attuale (in nero) e configurazione con modifiche impiantistiche (in rosso).

6 Conclusioni

La presente simulazione è stata condotta ponendosi in un'ottica cautelativa, come specificato nei paragrafi precedenti. In particolare:

- la portata di odore è stata calcolata a partire dalla portata massima autorizzata e non da quella misurata in sede di campionamento, la quale risulta inferiore, soprattutto nel caso dell'emissione E6. Infatti, a fronte di una portata di odore di 6.000 ou_E/s e 30.000 ou_E/s, calcolate a partire dai parametri fisici rilevati rispettivamente nel periodo primaverile ed estivo, è stata considerata una portata pari circa a 7.700 ou_E/s, nel primo caso e a 39.400 ou_E/s, nel secondo caso (rif. Relazioni tecniche LOD RT 373/21 e 789/21);
- nel caso dell'emissione E7 (deodorizzatore linea fanghi), per la quale il sistema di abbattimento non risultava funzionante ad aprile, nella simulazione a medio carico è stata considerata la concentrazione di odore rilevata nel corso dell'indagine effettuata ad agosto nel punto a monte del presidio a carboni attivi (2.700 ou_E/m^3) e non quella a valle dello stesso (140 ou_E/m^3), utilizzata invece nella seconda simulazione.

Al fine dell'elaborazione e la valutazione dei risultati, come documento di riferimento è stato considerato l'Allegato 1 della D.G.R. Lombardia n. IX/3018 del 15 Febbraio 2012, come riportato nella D.G.R. Liguria n. 810-2020.

I valori evidenziati sulle mappe di isoconcentrazione prodotte seguono quanto indicato dalla regione Lombardia. Si ricorda che tale documento non riporta limiti, evidenziando comunque che:

- a 1 ou_E/m^3 il 50% della popolazione percepisce odore;
- a 3 ou_E/m^3 l'85% della popolazione percepisce odore;
- a 5 ou_E/m^3 il 90 – 95% della popolazione percepisce odore.

Dai risultati sopra riportati si evince che, nel caso di entrambi gli scenari simulati, nessuno dei recettori risulta subire un impatto superiore al limite superiore di accettabilità di 5 ou_E/m^3 espresse in termini di 98° percentile su base annua.

Inoltre, considerando il contributo percentuale di ciascuna emissione sull'impatto totale, è stata individuata, quale sorgente maggiormente critica dal punto di vista odorigeno, il deodorizzatore linea acque (emissione E6). Si è ritenuto opportuno quindi simulare una configurazione impiantistica migliorativa al fine di ridurre ulteriormente l'impatto sul territorio. In particolare, sono stati ipotizzati un innalzamento dello sbocco di uscita del flusso ed una riduzione del diametro del camino. In questo modo, presso tutti i recettori, sono stati raggiunti valori di concentrazione inferiori a 3 ou_E/m^3.

Si ricorda che, per deduzione, nel range compreso tra 1 e 5 ou_E/m^3, l'impatto olfattivo è oggetto di valutazione da parte degli Organi di Controllo, mentre per valori inferiori a 1 ou_E/m^3 è giudicato trascurabile. In particolare, l'impatto può essere considerato trascurabile presso il recettore F (centro abitato di Valleggia – Quiliano), il recettore G (centro abitato di Legino – Savona) e il recettore H (asilo nido – Savona).

7 Bibliografia

Limiti emissivi e qualità dell'aria

- **IPPC-H4 (Integrated Pollution Prevention and Control) –** Draft. Horizontal Guidance for Odour (Environmental Agency, Bristol, 2002).
- **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", Regione Lombardia.
- **D.G.R. n. 810-2020** "Linee guida per la definizione del piano di gestione degli odori", Regione Liguria.

Applicazione dei modelli di dispersione

- **UNI 10796: 2000 –** Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi – Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici
- **UNI 10964: 2001 –** Guida alla selezione dei modelli matematici per la previsione di impatto sulla qualità dell'aria

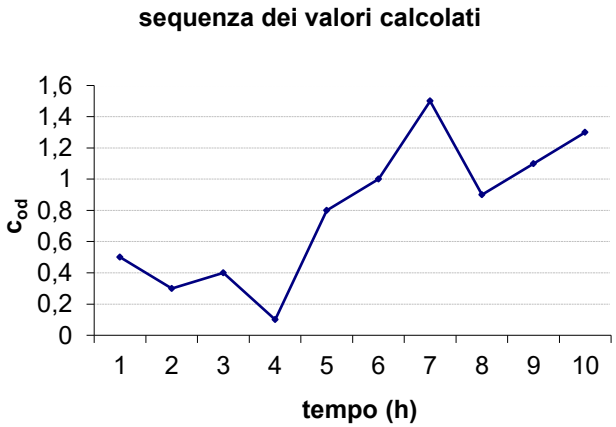
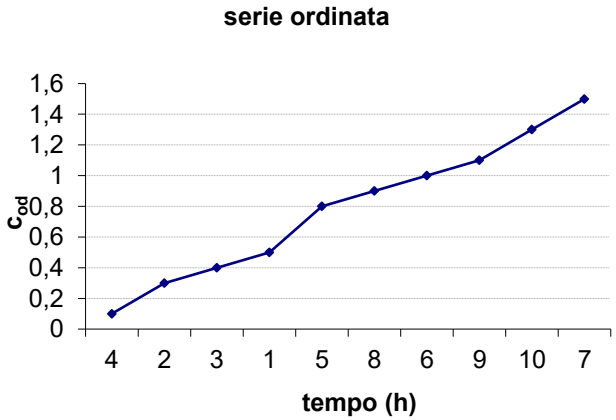
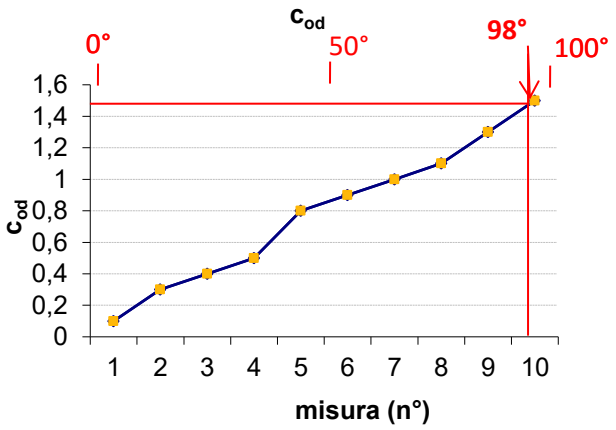
Emissioni olfattive ed olfattometria

- **UNI EN 13725: 2004** – Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica
- **F. Lucignano, L. Sinisi, M. Vizzi** (2003) Metodi di misura delle emissioni olfattive

Utilizzo CALPUFF

- **J.S. Scire, D.G. Straimaitis, R.J. Yamartino** (2000) A user's guide for CALMET meteorological model Version 5, Earth Tech
- **J.S. Scire, D.G. Straimaitis, R.J. Yamartino** (2000) A user's guide for CALPUFF dispersion model Version 5, Earth Tech

Allegato 1: Calcolo del 98° percentile

1. Estrazione, dal modello, della serie temporale della concentrazione equivalente di odore relativa ad ogni recettore della griglia computazionale.	
2. Riordino dei valori calcolati per ogni recettore, secondo ordine crescente.	
3. Calcolo del valore del 98° percentile rapportando a 100 la serie temporale e prelevando il valore corrispondente alla 98-esima misura.	

Allegato 2: Descrizione del modello di dispersione CALPUFF

Come già accennato in precedenza, *CALPUFF* è un modello di dispersione di tipo lagrangiano a *puff*, nel quale le equazioni di conservazione di massa vengono scritte e risolte in riferimento a rilasci emissivi sferici detti *puff,* con i quali viene approssimata l'emissione continua.

Le equazioni per ogni *puff* sono determinate a partire dal campo di moto del vento. Tale campo di moto è calcolato tramite un pre-processore meteorologico (*CALMET*) che utilizza, come dati di input, i dati provenienti dall'archivio meteorologico e dalla cartografia riferiti al sito in esame e relativi al periodo di cui si vuole ottenere la simulazione. Il file di *output* di *CALMET* viene processato, mediante *CALPUFF*, assieme ai dati relativi alle emissioni, per ottenere i campi di concentrazione desiderati.

Lo schema di funzionamento del modello *CALPUFF* è riportato in Figura.

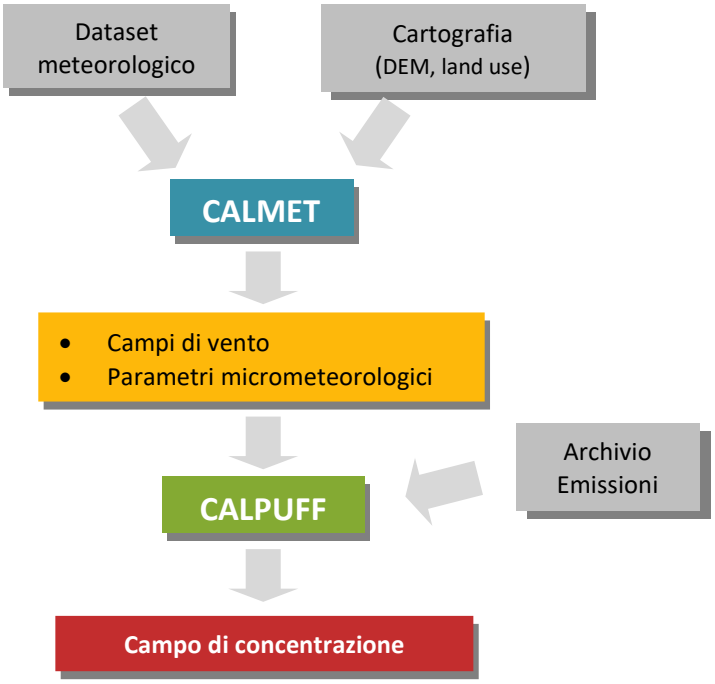


Figura 13: schema di funzionamento del modello di dispersione CALPUFF

CALMET: Pre-processore meteorologico

Il pre-processore *CALMET* è in grado di elaborare i dati meteorologici e orografici, per determinare il campo di vento tridimensionale ed altri parametri meteorologici fondamentali per la simulazione della dispersione. A tal fine, *CALMET* necessita, come dati di *input*, i valori medi orari relativi ai seguenti dati meteorologici osservati al suolo:

- direzione ed intensità del vento;

- temperatura e umidità relativa dell'aria;
- pressione atmosferica;
- copertura del cielo;
- precipitazioni;

dei valori dei profili verticali, ottenuti tramite radiosondaggi, di:

- direzione ed intensità del vento;
- temperatura e pressione;

ed inoltre dei dati relativi al terreno, in particolare

- altimetria;
- uso del suolo.

Attraverso l'elaborazione di questi dati, *CALMET* è in grado di determinare il valore nel tempo e nello spazio di:

- componenti tridimensionali del vento;
- altezza di rimescolamento;
- lunghezza di Monin-Obukhov;
- classe di stabilità atmosferica, secondo Pasquille-Gifford.

Caratteristiche del puff e concentrazioni al suolo

Ogni *puff* emesso dalle sorgenti in esame può essere descritto mediante:

- una *massa della sostanza simulata* Q_k, contenuta al suo interno;
- un *baricentro* (o centroide) che individua la sua posizione nello spazio;
- una *condizione iniziale di moto*, funzione della temperatura e della velocità allo sbocco dell'emissione;
- una *dimensione spaziale* che varierà durante il moto del *puff* a causa dei fenomeni diffusivi e di turbolenza

Dopo il suo rilascio in atmosfera, ogni *puff* subisce l'azione del campo di vento tridimensionale che ne fa variare la posizione e ne determina il *trasporto*: il suo percorso sarà dunque regolato da direzione ed intensità dei venti locali. Durante tale percorso, ogni *puff* è inoltre soggetto a fenomeni diffusivi e turbolenti che ne faranno variare la dimensione. In particolare, i vortici di media e piccola dimensione, generati a livello dello strato limite planetario, vengono inglobati all'interno del *puff* facendone aumentare la dimensione e, nel contempo, diminuendone la concentrazione di odore.

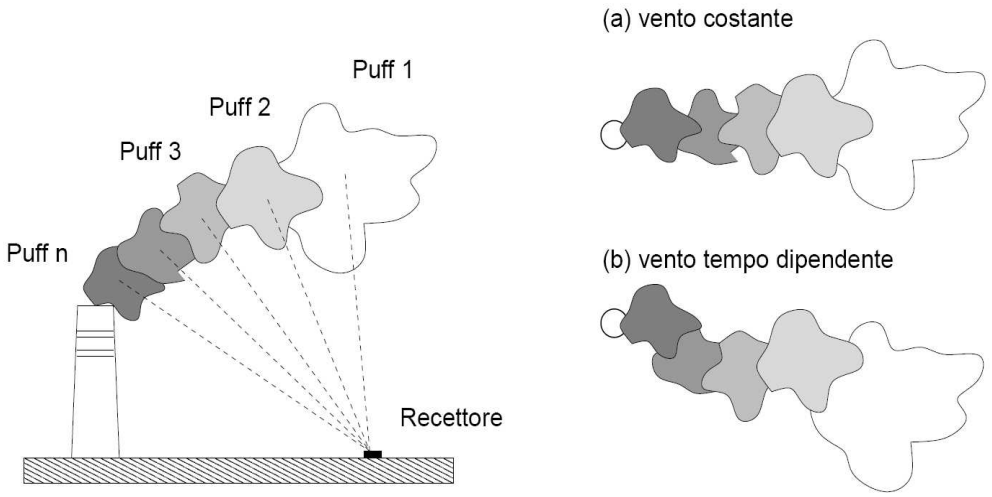


Figura 14: dispersione di un pennacchio rappresentato come somma di emissioni discrete. Il vento ne determina il trasporto e le turbolenze su scala locale ne fanno variare la dimensione. La concentrazione al suolo viene calcolata in corrispondenza ad alcuni recettori discreti.

La ricaduta dell'odore al suolo viene calcolata in *CALPUFF* sommando il contributo di ogni singolo *puff* su alcuni generici punti dello spazio denominati *recettori*. Fissando un sistema di riferimento cartesiano centrato nel pacchetto emesso, la posizione del generico recettore è identificata dalle due coordinate d_c e d_a, che rappresentano rispettivamente la distanza trasversale e longitudinale rispetto alla direzione del vento. La concentrazione *C* della specie simulata in un generico recettore a distanza (d_c,d_a) dal *puff* è descritta dall'equazione:

$$C = \frac{Q_k}{2\pi\sigma_x\sigma_y} g \exp\left[-\frac{d_a^2}{2\sigma_x^2}\right] \exp\left[-\frac{d_c^2}{2\sigma_y^2}\right]$$

dove il termine g è definito dalla:

$$g = \frac{2}{\sqrt{2\pi}\sigma_z} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \exp\left[-\frac{\left(H_e + 2nh\right)^2}{2\sigma_z^2}\right]$$

con:

- *C* è la concentrazione di odore al suolo;
- Q_k è la massa della sostanza simulata del generico *puff k*;
- σ_x, σ_y e σ_z sono i coefficienti di dispersione rispettivamente lungo la direzione del vento, la sua perpendicolare orizzontale e la sua perpendicolare verticale;
- *g* è il contributo verticale della dispersione;
- H_e è la quota del baricentro del *puff;*
- *h* è l'altezza di rimescolamento.

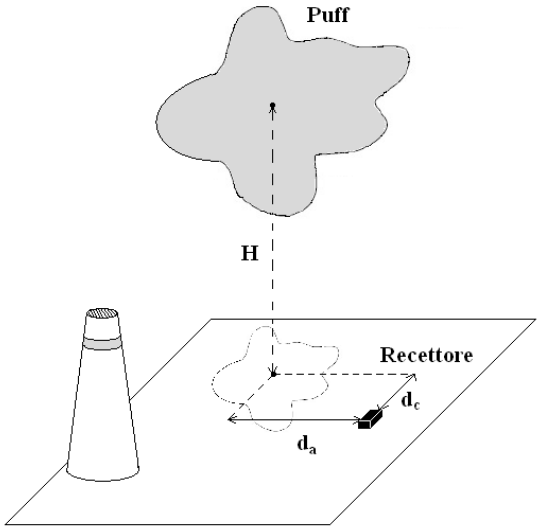


Figura 15: proiezione del puff sul piano di un generico recettore

La massa di odore Q_k del generico *puff k* può essere calcolata a partire dal tasso di emissione. Supponendo che l'emissione sia costante con tasso di emissione pari a *q* e che nell'intervallo di tempo t_2-t_1 siano stati emessi *N puff*, si può scrivere la seguente equazione:

$$Q_k = \frac{q(t_2 - t_1)}{N}$$

Nel corso del tempo, la massa della specie simulata Q_k del generico *puff* può variare a causa di alcuni fenomeni che ne determinano l'impoverimento. Con la *deposizione umida* le sostanze simulate possono venire inglobate all'interno delle particelle aerodisperse nelle nubi, nella pioggia e nella neve con successivo trasferimento al suolo mediante precipitazione. La *deposizione secca* si verifica invece in assenza di umidità ed il trasferimento al suolo avviene per sedimentazione o per impatto. Infine, alcune specie possono andare incontro in atmosfera a *reazioni chimiche* con conseguente trasformazione della sostanza in uno o più composti diversi.

Laboratorio Olfattometria Dinamica

Relazione tecnica e risultati per:
Consorzio per la Depurazione delle Acque di Scarico del Savonese S.p.A.

MISURA CONCENTRAZIONE ODORE

LOD-RT-373/21

Lod Srl
Via Sondrio, 2
33100 Udine_Italy
www.gruppoluci.it

t +39 0432 1715695
f +39 0432 1715683
lod@gruppoluci.it

C.F. e P.I. 02499080303_Nr. Iscr. Reg. Imp. Udine 02499080303 Cap. Soc. € 80.000,00 i.v.
Soggetta a direzione e coordinamento di Labiotest Srl

	LOD SRL **Spin – off dell'Università degli Studi di Udine**	
LOD Laboratorio Olfattometria Dinamica		*DOC. N°* LOD-RT-373/21 *Rev. 00* *Data: 27 aprile 2021*
CLIENTE	**CONSORZIO PER LA DEPURAZIONE DELLE ACQUE DI SCARICO DEL SAVONESE S.p.A.**	
OGGETTO	**Misura della concentrazione di odore**	
IMPIANTO	**Depurazione acque reflue** **Savona (SV)**	

IL RESPONSABILE TECNICO
Ing Silvia Rivilli



Premessa

In data 21 e 22 aprile 2021, presso l'impianto di depurazione acque reflue di Consorzio per la Depurazione delle Acque di Scarico del Savonese S.p.A. e in corrispondenza delle stazioni di sollevamento dislocate lungo il territorio savonese, è stata effettuata un'indagine olfattometrica secondo la norma tecnica UNI EN 13725: 2004, con lo scopo di realizzare una "fotografia" delle emissioni prodotte dalle principali sorgenti odorigene dell'impianto e valutare la concentrazione ed il flusso di odore emessi.

Nel documento vengono presentati i materiali ed i metodi utilizzati per l'effettuazione dell'indagine olfattometrica e vengono illustrati i risultati delle analisi condotte.

Indice

Premessa 3

1. Introduzione 5

2. Descrizione dell'impianto 6

3. Indagine olfattometrica 9

3.1 Campionamento 10

3.2 Analisi in camera olfattometrica 30

3. Risultati 31

4. Valutazione dei risultati 34

5. Conclusioni 44

Allegato 1: Materiali e metodi per l'indagine olfattometrica. 46

1. Introduzione

In data 21 e 22 aprile 2021, presso l'impianto di depurazione acque reflue di Consorzio per la Depurazione delle Acque di Scarico del Savonese S.p.A. e in corrispondenza delle stazioni di sollevamento dislocate lungo il territorio savonese, è stata effettuata un'indagine olfattometrica secondo la norma tecnica UNI EN 13725: 2004, con lo scopo di realizzare una "fotografia" delle emissioni prodotte dalle principali sorgenti odorigene dell'impianto e valutare la concentrazione ed il flusso di odore emessi. Il campionamento ha rispecchiato quanto previsto nel LOD-DOC 02/21.

La misura della concentrazione di odore è stata condotta secondo il metodo dell'olfattometria dinamica (norma **UNI EN 13725:2004**).

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) permette 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]

[1] **La norma UNI EN 13725:2004 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 ≡ 123 µg n – butanolo ≡ 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"".

2. Descrizione dell'impianto

L'impianto di depurazione acque reflue di Consorzio per la Depurazione delle Acque di Scarico del Savonese S.p.A. a Savona (SV) è raffigurato in Figura 1.



Figura 1: l'impianto di depurazione sito a Savona (SV)

Nelle immagini sottostanti, invece, vengono raffigurate la pianta dello stabilimento (Figura 2), con indicazione dei punti di campionamento, e in Figura 3 la mappa con indicate le 17 stazioni di sollevamento, 11 delle quali monitorate (cerchiate in rosso).



Figura 2: l'impianto di depurazione con indicazione dei punti emissivi campionati

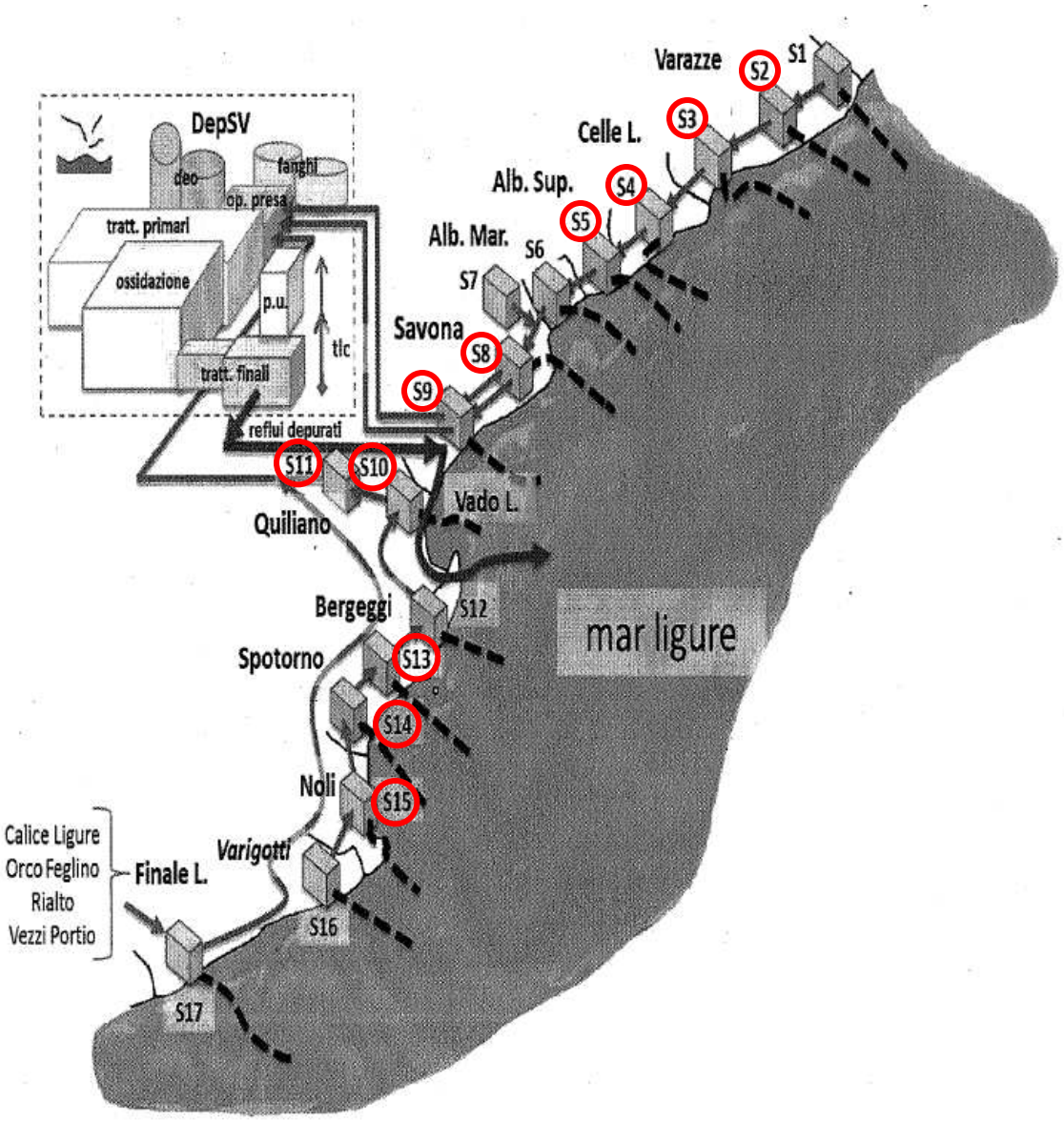


Figura 3: mappa linee di adduzione (stazioni e condotte consortili)

3. 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 **UNI EN 13725:2004 "Qualità dell'aria – Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica"**. 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 illustreremo le varie fasi del lavoro.

3.1 Campionamento

Nei giorni 21 e 22 aprile 2021 sono stati prelevati 17 campioni in corrispondenza di 8 punti emissivi all'interno dello stabilimento e 30 campioni a monte e a valle delle stazioni di sollevamento presenti nel territorio circostante Savona. Di seguito si riportano le denominazioni dei campioni prelevati e le foto dei punti monitorati:

- campione n° 1 (RT 351/21): Monte E7;



Figura 4: prelievo del campione "Monte E7"

- campioni n° 2, 3, 4 (RT 351/21): 1°, 2°, 3° Valle E7;
- campione n° 5 (RT 351/21): Monte E11;



Figura 5: campionamento "Monte E11"

- campioni n° 6, 7, 8 (RT 351/21): 1°, 2°, 3° Valle E11;



Figura 6: punto di campionamento "Valle E11"

- campione n° 9 (RT 351/21): Monte E6;



Figura 7: campionamento "Monte E6"

- campioni n° 10, 11, 12 (RT 351/21): 1°, 2°, 3° Valle E6;



Figura 8: campionamento "Valle E6"

- campione n° 13 (RT 351/21): cassone sabbie;



Figura 9: campionamento "Cassone sabbie"

- campione n° 14 (RT 351/21): cassone fanghi;



Figura 10: campionamento "Cassone fanghi"

- campione n° 15 (RT 351/21): vasca denitro (1);



Figura 11: punto di campionamento "Vasca denitro (1)"

- campione n° 16 (RT 351/21): vasca ossidazione (1);



Figura 12: campionamento "Vasca ossidazione (1)"

- campione n° 1 (RT 361/21): cassone vagliatura;



Figura 13: campionamento "Cassone vagliatura"

- campione n° 1 (RT 354/21): valle stazione di sollevamento Varazze (S2);



Figura 14: punto di campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S2

- campione n° 2 (RT 354/21): monte stazione di sollevamento Varazze (S2);



Figura 15: punto di campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S2

- campione n° 3 (RT 354/21): valle stazione di sollevamento Varazze (S3);



Figura 16: punto di campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S3

- campione n° 4 (RT 354/21): monte stazione di sollevamento Varazze (S3);



Figura 17: filtro a carboni attivi e indicazione del punto di campionamento a monte di esso (S3)

- campione n° 5 (RT 354/21): valle stazione di sollevamento Celle Ligure (S4);



Figura 18: filtro a carboni attivi e indicazione del punto di campionamento a valle di esso (S4)

- campione n° 6 (RT 354/21): monte stazione di sollevamento Celle Ligure (S4);



Figura 19: punto di campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S4

- campione n° 7 (RT 354/21): valle stazione di sollevamento Albisola Superiore (S5);



Figura 20: campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S5

- campione n° 8 (RT 354/21): monte stazione di sollevamento Albisola Superiore (S5);



Figura 21: punto di campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S5

- campione n° 9 (RT 354/21): valle stazione di sollevamento 1 Savona (S8);



Figura 22: campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S8 (n° 1)

- campione n° 10 (RT 354/21): monte stazione di sollevamento 1 Savona (S8);



Figura 23: punto di campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevam. S8 (n° 1)

- campione n° 11 (RT 354/21): valle stazione di sollevamento 2 Savona (S8);



Figura 24: punto di campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevam. S8 (n° 2)

- campione n° 12 (RT 354/21): monte stazione di sollevamento 2 Savona (S8);



Figura 25: filtro a carboni attivi e indicazione del punto di campionamento a monte di esso (S8 – n° 2)

- campione n° 13 (RT 354/21): valle stazione di sollevamento 1 Savona (S9);



Figura 26: campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S9 (n° 1)

- campione n° 14 (RT 354/21): monte stazione di sollevamento 1 Savona (S9);

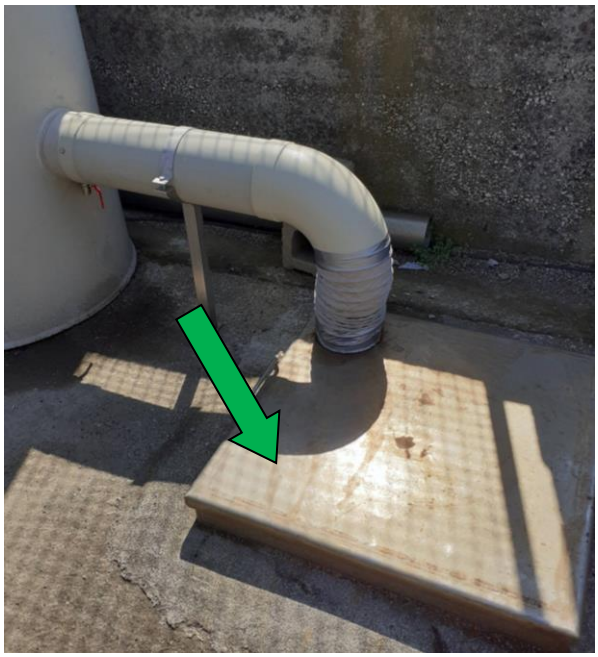


Figura 27: punto di campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevam. S9 (n° 1)

- campione n° 15 (RT 354/21): valle stazione di sollevamento 2 Savona (S9);



Figura 28: filtro a carboni attivi e indicazione del punto di campionamento a valle di esso (S9 – n° 2)

- campione n° 16 (RT 354/21): monte stazione di sollevamento 2 Savona (S9);



Figura 29: campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S9 (n° 2)

- campione n° 17 (RT 354/21): valle stazione di sollevamento 3 Savona (S9);
- campione n° 18 (RT 354/21): monte stazione di sollevamento 3 Savona (S9);



Figura 30: campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S9 (n° 3)

- campione n° 19 (RT 354/21): valle stazione di sollevamento Noli (S15);



Figura 31: punto di campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S15

- campione n° 20 (RT 354/21): monte stazione di sollevamento Noli (S15);



Figura 32: punto di campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S15

- campione n° 21 (RT 354/21): valle stazione di sollevamento Spotorno (S14);



Figura 33: punto di campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S14

- campione n° 22 (RT 354/21): monte stazione di sollevamento Spotorno (S14);



Figura 34: filtro a carboni attivi e indicazione del punto di campionamento a monte di esso (S14)

- campione n° 23 (RT 354/21): valle stazione di sollevamento Spotorno (S13);



Figura 35: campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S13

- campione n° 24 (RT 354/21): monte stazione di sollevamento Spotorno (S13);



Figura 36: campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S13

- campione n° 25 (RT 354/21): valle stazione di sollevamento Vado Ligure (S10 bis);



Figura 37: campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S10 bis

- campione n° 26 (RT 354/21): monte stazione di sollevamento Vado Ligure (S10 bis);



Figura 38: campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S10 bis

- campione n° 27 (RT 354/21): valle stazione di sollevamento Vado Ligure (S10);

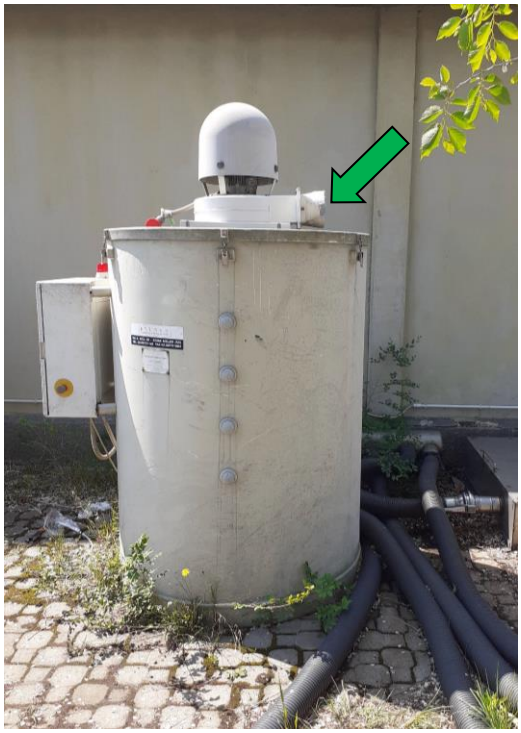


Figura 39: filtro a carboni attivi e indicazione del punto di campionamento a valle di esso (S10)

- campione n° 28 (RT 354/21): monte stazione di sollevamento Vado Ligure (S10);



Figura 40: punto di campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S10

- campione n° 29 (RT 354/21): valle stazione di sollevamento 1 Quiliano (S11);



Figura 41: punto di campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S11

- campione n° 30 (RT 354/21): monte stazione di sollevamento 1 Quiliano (S11);



Figura 42: campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S11

3.2 Analisi in camera olfattometrica

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

È stato utilizzato un Olfattometro Mod. T O8 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 43: analisi in camera olfattometrica.

3. Risultati

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

Tabella 1: sintesi dei risultati – concentrazione di odore

Numero campione	Tipologia prelievo	Denominazione campione	Data prelievo	Ora prelievo	c_{od} (ou_E/m^3)
1 – RT 351/21	Puntuale da condotto	Monte E7	21/04/2021	13:23	**20.000**
2 – RT 351/21	Puntuale da condotto	1° Valle E7	21/04/2021	13:28	**11.000**
3 – RT 351/21	Puntuale da condotto	2° Valle E7	21/04/2021	14:00	**15.000**
4 – RT 351/21	Puntuale da condotto	3° Valle E7	21/04/2021	14:30	**21.000**
5 – RT 351/21	Puntuale da condotto	Monte E11	21/04/2021	13:38	**6.100**
6 – RT 351/21	Puntuale da condotto	1° Valle E11	21/04/2021	13:42	**430**
7 – RT 351/21	Puntuale da condotto	2° Valle E11	21/04/2021	14:10	**450**
8 – RT 351/21	Puntuale da condotto	3° Valle E11	21/04/2021	14:40	**540**
9 – RT 351/21	Puntuale da condotto	Monte E6	21/04/2021	13:50	**3.300**
10 – RT 351/21	Puntuale da condotto	1° Valle E6	21/04/2021	13:58	**920**
11 – RT 351/21	Puntuale da condotto	2° Valle E6	21/04/2021	14:25	**260**
12 – RT 351/21	Puntuale da condotto	3° Valle E6	21/04/2021	14:55	**240**
13 – RT 351/21	Da superficie estesa non emissiva	Cassone sabbie	21/04/2021	14:50	**320**
14 – RT 351/21	Da superficie estesa non emissiva	Cassone fanghi	21/04/2021	15:00	**2.500**
15 – RT 351/21	Aria ambiente	Vasca denitro (1)	21/04/2021	15:15	**1.900**

Numero campione	Tipologia prelievo	Denominazione campione	Data prelievo	Ora prelievo	c_{od} (ou_E/m^3)
16 – RT 351/21	Da superficie estesa non emissiva	Vasca ossidazione (1)	21/04/2021	15:30	**6.700**
1 – RT 361/21	Da superficie estesa non emissiva	Cassone vagliatura	22/04/2021	11:40	**1.000**
1 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Valle stazione di sollevamento Varazze (S2)	22/04/2021	9:02	**51**
2 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Monte stazione di sollevamento Varazze (S2)	22/04/2021	9:05	**120**
3 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Valle stazione di sollevamento Varazze (S3)	22/04/2021	9:20	**120**
4 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Monte stazione di sollevamento Varazze (S3)	22/04/2021	9:25	**95**
5 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Valle stazione di sollevamento Celle Ligure (S4)	22/04/2021	9:40	**85**
6 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Monte stazione di sollevamento Celle Ligure (S4)	22/04/2021	9:48	**340**
7 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Valle stazione di sollevamento Albisola Superiore (S5)	22/04/2021	10:05	**100**
8 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Monte stazione di sollevamento Albisola Superiore (S5)	22/04/2021	10:10	**770**
9 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Valle stazione di sollevamento 1 Savona (S8)	22/04/2021	10:50	**110**
10 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Monte stazione di sollevamento 1 Savona (S8)	22/04/2021	10:55	**160**
11 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Valle stazione di sollevamento 2 Savona (S8)	22/04/2021	11:00	**51**
12 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Monte stazione di sollevamento 2 Savona (S8)	22/04/2021	11:03	**30**
13 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Valle stazione di sollevamento 1 Savona (S9)	22/04/2021	11:08	**40**
14 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Monte stazione di sollevamento 1 Savona (S9)	22/04/2021	11:11	**970**

Numero campione	Tipologia prelievo	Denominazione campione	Data prelievo	Ora prelievo	c_{od} (ou_E/m^3)
15 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Valle stazione di sollevamento 2 Savona (S9)	22/04/2021	11:15	**43**
16 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Monte stazione di sollevamento 2 Savona (S9)	22/04/2021	11:18	**2.200**
17 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Valle stazione di sollevamento 3 Savona (S9)	22/04/2021	11:22	**55**
18 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Monte stazione di sollevamento 3 Savona (S9)	22/04/2021	11:25	**1.900**
19 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Valle stazione di sollevamento Noli (S15)	22/04/2021	13:15	**68**
20 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Monte stazione di sollevamento Noli (S15)	22/04/2021	13:20	**55**
21 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Valle stazione di sollevamento Spotorno (S14)	22/04/2021	13:30	**40**
22 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Monte stazione di sollevamento Spotorno (S14)	22/04/2021	13:35	**4.300**
23 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Valle stazione di sollevamento Spotorno (S13)	22/04/2021	13:42	**51**
24 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Monte stazione di sollevamento Spotorno (S13)	22/04/2021	13:48	**47**
25 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Valle stazione di sollevamento Vado Ligure (S10 bis)	22/04/2021	14:05	**78**
26 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Monte stazione di sollevamento Vado Ligure (S10 bis)	22/04/2021	14:10	**240**
27 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Valle stazione di sollevamento Vado Ligure (S10)	22/04/2021	14:12	**40**
28 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Monte stazione di sollevamento Vado Ligure (S10)	22/04/2021	14:15	**230**
29 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Valle stazione di sollevamento 1 Quiliano (S11)	22/04/2021	14:30	**37**
30 – RT 354/21	Puntuale da condotto	Monte stazione di sollevamento 1 Quiliano (S11)	22/04/2021	14:35	**870**

4. Valutazione dei risultati

In Tabella 2 si riportano i valori di concentrazione di odore dei campioni prelevati in corrispondenza delle emissioni convogliate presenti all'interno dell'impianto di depurazione e le medie geometriche[2] delle concentrazioni misurate nelle ripetizioni a valle dei tre camini.

Tabella 2: media geometrica della concentrazione di odore per i campioni prelevati a valle dei presidi ambientali

Numero campione	Denominazione campione	c_{od} (ou_E/m^3)	Media geometrica c_{od} (ou_E/m^3)
2 – RT 351/21	1° Valle E7	11.000	**15.000**
3 – RT 351/21	2° Valle E7	15.000	
4 – RT 351/21	3° Valle E7	21.000	
6 – RT 351/21	1° Valle E11	430	**470**
7 – RT 351/21	2° Valle E11	450	
8 – RT 351/21	3° Valle E11	540	

[2] Ricordiamo che il valore "media geometrica c_{od}" riportato in tabella è dato dalla formula:

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

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:

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

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:

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

da cui: $C = \left(\prod_n C_i\right)^{1/n} = \sqrt[n]{C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot \ldots \cdot C_n}$

che non è altro che la definizione di media geometrica.

Numero campione	Denominazione campione	c_{od} (ou_E/m^3)	Media geometrica c_{od} (ou_E/m^3)
10 – RT 351/21	1° Valle E6	920	**390**
11 – RT 351/21	2° Valle E6	260	
12 – RT 351/21	3° Valle E6	240	

Nel seguente grafico (Figura 44) vengono riportati i valori di concentrazione di odore (in ou_E/m^3) ottenuti per ciascun campione prelevato presso il depuratore e le medie geometriche calcolate in precedenza.

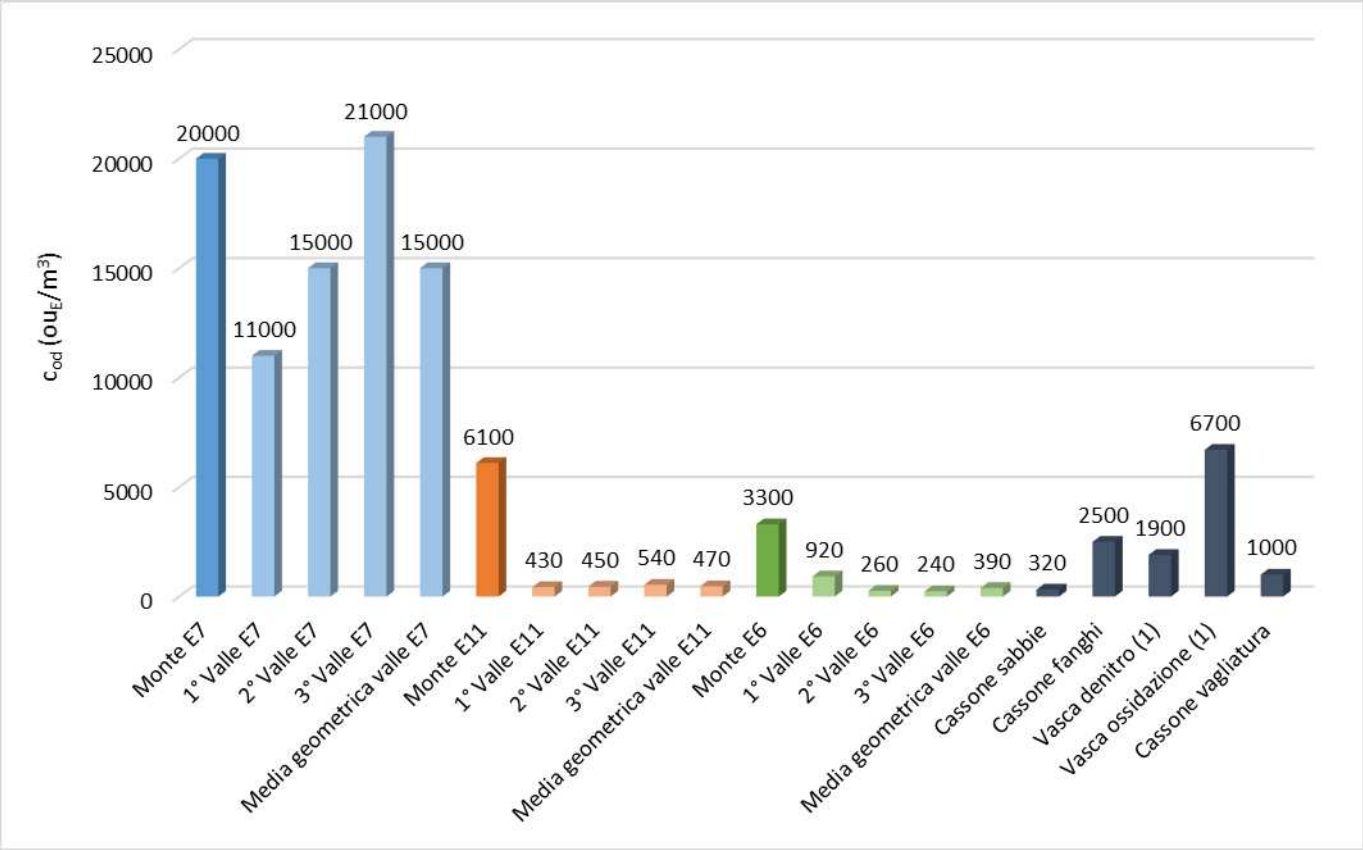


Figura 44: concentrazioni di odore dei campioni prelevati all'interno del depuratore

Per i campioni prelevati mediante l'utilizzo di wind tunnel (campioni n° 13, 14, 16 – RT 351/21 e n° 1 – RT 361/21) è possibile calcolare la portata di odore per unità di superficie ($ou_E/m^2/s$), sulla base della **Delibera SNPA 38/2018**, secondo la formula:

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

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

Q_{effl} = portata volumetrica di aria uscente dalla cappa (m^3/s)

c_{od} = concentrazione di odore misurata (ou_E/m^3)

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

Infine, per calcolare l'OER, ovvero la portata di odore, è sufficiente moltiplicare il 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).

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

Tabella 3: calcolo delle OER relative ai campioni prelevati con wind tunnel

Numero campione	Denominazione campione	c_{od} (ou_E/m^3)	Superficie emissiva (m^2)	SOER ($ou_E/m^2/s$)	OER (ou_E/s)
13 – RT 351/21	Cassone sabbie	320	13,3	1,1	**15,1**
14 – RT 351/21	Cassone fanghi	2.500	30,0	8,9	**265,7**
16 – RT 351/21	Vasca ossidazione (1)	6.700	3,8	23,7	**89,0**
1 – RT 361/21	Cassone vagliatura	1.000	13,3	3,5	**47,3**

Considerando, invece, le emissioni convogliate, è possibile, a partire dalla portata normalizzata (a 20 °C) di odore (OER) in entrata ed uscita dal deodorizzatore (Tabella 4), calcolare l'efficienza di abbattimento della concentrazione di odore.

Tabella 4: calcolo delle OER relative ai campioni prelevati a monte e a valle dei deodorizzatori

Denominazione campione	Media geometrica c_{od} (ou_E/m^3)	Portata normalizzata[3] (Nm^3/h)	OER (ou_E/s)
Monte E7	20.000	5.700	**32.000**
Valle E7	15.000	5.800	**24.000**
Monte E11	6.100	16.000	**27.000**
Valle E11	470	16.000	**2.100**
Monte E6	3.300	56.000	**51.000**
Valle E6	390	55.000	**6.000**

Di seguito elenchiamo le efficienze di abbattimento di odore per ciascun deodorizzatore:

$$\eta_{E7} = \frac{OER\ monte\ deodorizzatore\ E7 - OER\ valle\ deodorizzatore\ E7}{OER\ monte\ deodorizzatore\ E7} * 100 = \frac{32.000 - 24.000}{32.000} * 100 = 25\%$$

$$\eta_{E11} = \frac{OER\ monte\ deodorizzatore\ E11 - OER\ valle\ deodorizzatore\ E11}{OER\ monte\ deodorizzatore\ E11} * 100 = \frac{27.000 - 2.100}{27.000} * 100 = 92\%$$

$$\eta_{E6} = \frac{OER\ monte\ deodorizzatore\ E6 - OER\ valle\ deodorizzatore\ E6}{OER\ monte\ deodorizzatore\ E6} * 100 = \frac{51.000 - 6.000}{51.000} * 100 = 88\%$$

Le efficienze calcolate sopra mostrano un rendimento molto elevato per quanto riguarda l'impianto deodorizzante dei pretrattamenti (E11) e il deodorizzatore della linea acque (E6), mentre è risultata molto più bassa l'efficienza di abbattimento dell'odore del deodorizzatore della linea fanghi (E7).

Il procedimento appena seguito per il calcolo delle portate di odore a monte e a valle dei deodorizzatori e per la determinazione delle efficienze di abbattimento, verrà ripetuto anche per quanto riguarda i carboni attivi delle stazioni di sollevamento dislocate sul territorio savonese.

In Figura 45 sono raffigurati gli andamenti delle concentrazioni misurate a monte e a valle dei filtri a carboni attivi.

[3] Le portate indicate corrispondono alle portate umide (normalizzate a 20 °C) misurate da C.P.G. Lab S.r.l. in occasione dei monitoraggi condotti in data 7-8 settembre 2020 nei punti di emissione E6, E7 ed E8.

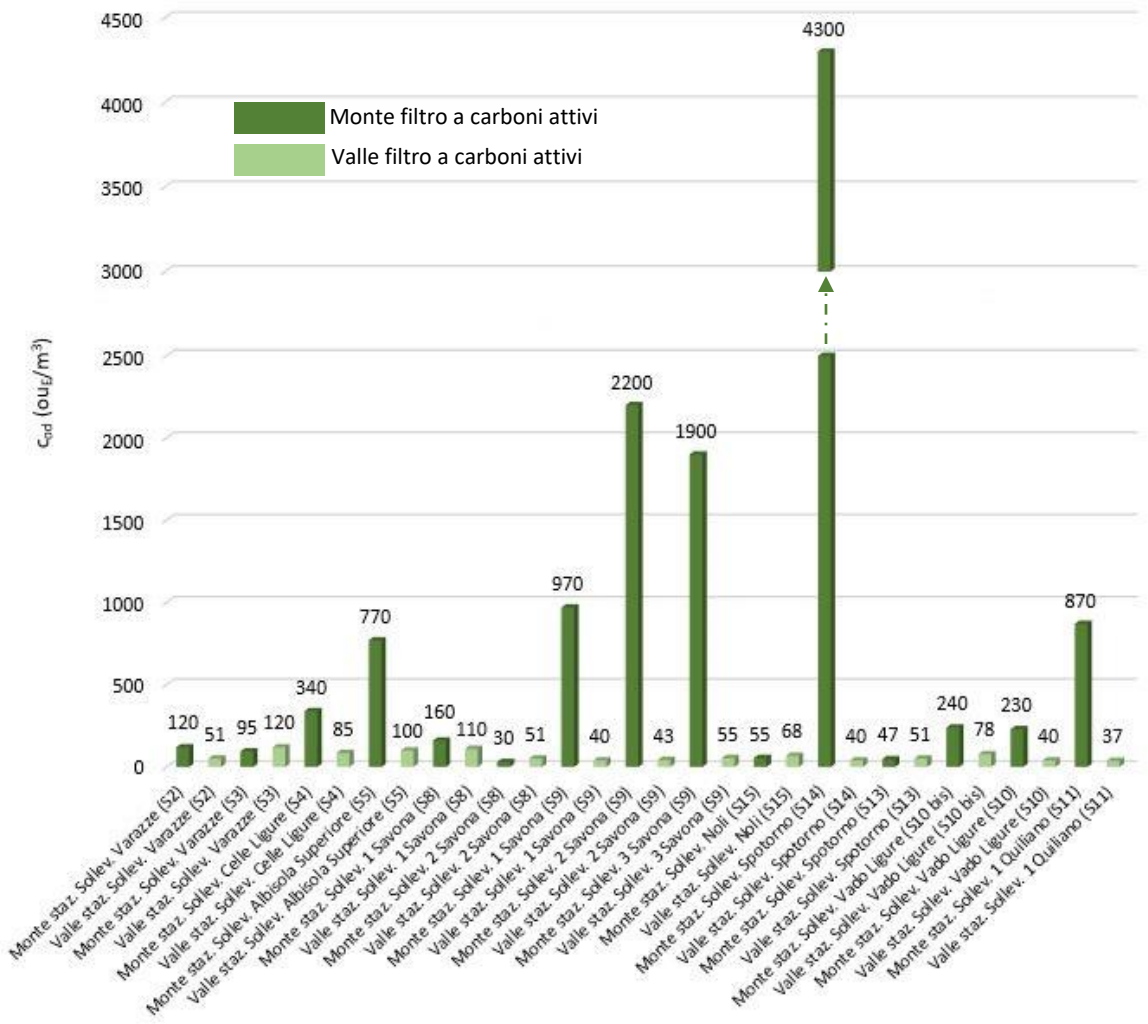


Figura 45: concentrazioni di odore dei campioni prelevati a monte e a valle dei filtri a carboni attivi di ciascuna stazione di sollevamento

Come fatto in precedenza, riportiamo in Tabella 5 le portate normalizzate (a 20 °C) di odore (OER) in entrata ed uscita dai filtri, necessarie a calcolare l'efficienza di abbattimento della concentrazione di odore per ciascuno di essi.

Tabella 5: calcolo delle OER relative ai campioni prelevati a monte e a valle dei carboni attivi presenti presso le stazioni di sollevamento

Denominazione campione	c_{od} (ou_E/m^3)	Portata normalizzata (Nm^3/h)	OER (ou_E/s)
Monte stazione di sollevamento Varazze (S2)	**120**	210	**7**
Valle stazione di sollevamento Varazze (S2)	**51**	210	**3**

Denominazione campione	c_{od} (ou_E/m^3)	Portata normalizzata (Nm^3/h)	OER (ou_E/s)
Monte stazione di sollevamento Varazze (S3)	**95**	210	**6**
Valle stazione di sollevamento Varazze (S3)	**120**	210	**7**
Monte stazione di sollevamento Celle Ligure (S4)	**340**	190	**18**
Valle stazione di sollevamento Celle Ligure (S4)	**85**	190	**5**
Monte stazione di sollevamento Albisola Superiore (S5)	**770**	160	**34**
Valle stazione di sollevamento Albisola Superiore (S5)	**100**	160	**5**
Monte stazione di sollevamento 1 Savona (S8)	**160**	540	**24**
Valle stazione di sollevamento 1 Savona (S8)	**110**	540	**16**
Monte stazione di sollevamento 2 Savona (S8)	**30**	160	**1**
Valle stazione di sollevamento 2 Savona (S8)	**51**	160	**2**
Monte stazione di sollevamento 1 Savona (S9)	**970**	540	**140**
Valle stazione di sollevamento 1 Savona (S9)	**40**	540	**6**
Monte stazione di sollevamento 2 Savona (S9)	**2.200**	540	**330**
Valle stazione di sollevamento 2 Savona (S9)	**43**	540	**6**
Monte stazione di sollevamento 3 Savona (S9)	**1.900**	540	**280**
Valle stazione di sollevamento 3 Savona (S9)	**55**	540	**8**
Monte stazione di sollevamento Noli (S15)	**55**	200	**3**
Valle stazione di sollevamento Noli (S15)	**68**	200	**4**
Monte stazione di sollevamento Spotorno (S14)	**4.300**	970	**1.200**
Valle stazione di sollevamento Spotorno (S14)	**40**	970	**11**

Denominazione campione	c_{od} (ou_E/m^3)	Portata normalizzata (Nm^3/h)	OER (ou_E/s)
Monte stazione di sollevamento Spotorno (S13)	**47**	680	**9**
Valle stazione di sollevamento Spotorno (S13)	**51**	680	**10**
Monte stazione di sollevamento Vado Ligure (S10 bis)	**240**	270	**18**
Valle stazione di sollevamento Vado Ligure (S10 bis)	**78**	270	**6**
Monte stazione di sollevamento Vado Ligure (S10)	**230**	340	**22**
Valle stazione di sollevamento Vado Ligure (S10)	**40**	340	**4**
Monte stazione di sollevamento 1 Quiliano (S11)	**870**	380	**91**
Valle stazione di sollevamento 1 Quiliano (S11)	**37**	380	**4**

Di seguito elenchiamo le efficienze di abbattimento di odore per ciascun filtro a carboni attivi:

$$\eta_{S2} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S2 - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S2}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S2} * 100 = \frac{7-3}{7} * 100 = 57\%$$

$$\eta_{S3} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S3 - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S3}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S3} * 100 = \frac{6-7}{6} * 100 = -\%$$

$$\eta_{S4} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S4 - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S4}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S4} * 100 = \frac{18-5}{18} * 100 = 72\%$$

$$\eta_{S5} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S5 - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S5}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S5} * 100 = \frac{34-5}{34} * 100 = 85\%$$

$$\eta_{S8\,(1)} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S8\ (1) - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S8\ (1)}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S8\ (1)} * 100 = \frac{24-16}{24} * 100 = 33\%$$

$$\eta_{S8\,(2)} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S8\ (2) - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S8\ (2)}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S8\ (2)} * 100 = \frac{1-2}{1} * 100 = -\%$$

$$\eta_{S9\,(1)} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S9\ (1) - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S9\ (1)}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S9\ (1)} * 100 = \frac{140 - 6}{140} * 100 = 96\%$$

$$\eta_{S9\,(2)} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S9\ (2) - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S9\ (2)}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S9\ (2)} * 100 = \frac{330 - 6}{330} * 100 = 98\%$$

$$\eta_{S9\,(3)} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S9\ (3) - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S9\ (3)}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S9\ (3)} * 100 = \frac{280 - 8}{280} * 100 = 97\%$$

$$\eta_{S15} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S15 - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S15}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S15} * 100 = \frac{3 - 4}{3} * 100 = -\%$$

$$\eta_{S14} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S14 - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S14}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S14} * 100 = \frac{1200 - 11}{1200} * 100 = 99\%$$

$$\eta_{S13} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S13 - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S13}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S13} * 100 = \frac{9 - 10}{9} * 100 = -\%$$

$$\eta_{S10\ bis} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S10\ bis - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S10\ bis}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S10\ bis} * 100 = \frac{18 - 6}{18} * 100 = 67\%$$

$$\eta_{S10} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S10 - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S10}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S10} * 100 = \frac{22 - 4}{22} * 100 = 82\%$$

$$\eta_{S11} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S11 - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S11}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S11} * 100 = \frac{91 - 4}{91} * 100 = 96\%$$

Le efficienze calcolate sopra sembrano avere un andamento preciso, ossia con valori pari allo 0% per i filtri la cui aria a monte è caratterizzata da una concentrazione di odore minore a 100 ou_E/m^3, per poi aumentare in maniera importante all'aumentare della concentrazione di odore da abbattere.

Di seguito, in Figura 46, viene mostrato graficamente quanto sopra esposto.

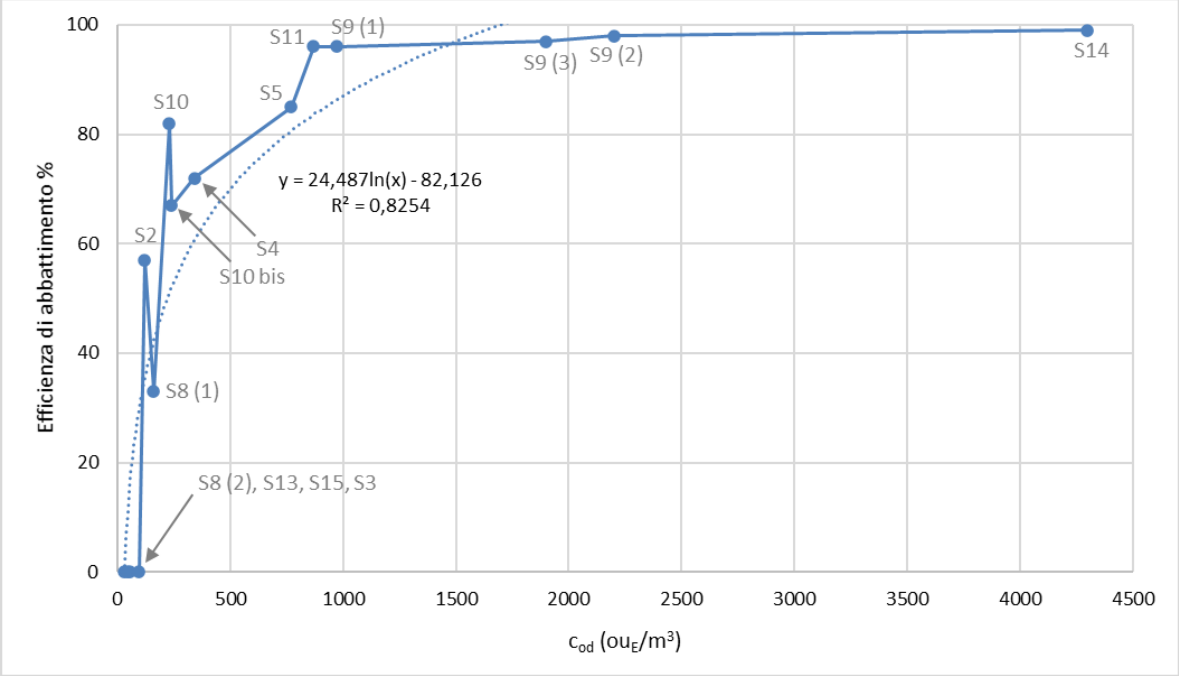


Figura 46: andamento dell'efficienza di abbattimento dei filtri a carboni attivi di ciascuna stazione di sollevamento in funzione della concentrazione di odore dell'aria in ingresso ad essi

Per quanto riguarda le portate di odore in uscita dai camini e dalle vasche presenti nell'impianto di depurazione e dai filtri a carboni attivi delle stazioni di sollevamento, possiamo indicarVi i seguenti spunti, al fine di una corretta valutazione dei dati ottenuti nel corso dell'indagine olfattometrica condotta: la DGR Lombardia n. IX/3018 del 2012 identifica come emissioni odorigene quelle sorgenti caratterizzate da un flusso di odore > 500 ou_E/s (rif. **Paragrafo 3.1 dell'Allegato 1 "Requisiti degli studi di impatto olfattivo mediante simulazione di dispersione"**). Nello specifico: *"nello scenario da impiegare nelle simulazioni per la stima dell'impatto olfattivo devono essere considerate tutte le emissioni dell'impianto oggetto di studio (convogliate, diffuse o fuggitive) per le quali la portata di odore sia maggiore di 500 ou_E/s, ad eccezione delle sorgenti per le quali, quale sia la portata volumetrica emessa, la concentrazione di odore massima sia inferiore a 80 ou_E/m^3"*).

Alla luce dei risultati ottenuti nella campagna di indagine, le sorgenti odorigene da simulare nel futuro modello di dispersione sono:

Tabella 6: tabella riassuntiva delle sorgenti odorigene

Denominazione campione	c_{od} (ou_E/m^3)	OER totale (ou_E/s)	Sorgente odorigena?
Camino E7	15.000	**24.000**	**SÌ**
Camino E11	470	**2.100**	**SÌ**
Camino E6	390	**6.000**	**SÌ**

Denominazione campione	c_{od} (ou_E/m^3)	OER totale (ou_E/s)	Sorgente odorigena?
Cassone sabbie	320	**15,1**	**NO**
Cassone fanghi	2.500	**265,7**	**NO**
Vasca ossidazione (1)	6.700	**89,0**	**NO**
Cassone vagliatura	1.000	**47,3**	**NO**
Stazione di sollevamento Varazze (S2)	51	**3**	**NO**
Stazione di sollevamento Varazze (S3)	120	7	**NO**
Stazione di sollevamento Celle Ligure (S4)	85	5	**NO**
Stazione di sollevamento Albisola Superiore (S5)	100	5	**NO**
Stazione di sollevamento 1 Savona (S8)	110	16	**NO**
Stazione di sollevamento 2 Savona (S8)	51	2	**NO**
Stazione di sollevamento 1 Savona (S9)	40	6	**NO**
Stazione di sollevamento 2 Savona (S9)	43	6	**NO**
Stazione di sollevamento 3 Savona (S9)	55	8	**NO**
Stazione di sollevamento Noli (S15)	68	4	**NO**
Stazione di sollevamento Spotorno (S14)	40	11	**NO**
Stazione di sollevamento Spotorno (S13)	51	10	**NO**
Stazione di sollevamento Vado Ligure (S10 bis)	78	6	**NO**
Stazione di sollevamento Vado Ligure (S10)	40	4	**NO**
Stazione di sollevamento 1 Quiliano (S11)	37	4	**NO**

Dalla tabella soprastante si può concludere che, considerando i parametri di valutazione presenti nella DGR Lombardia n. IX/3018 del 2012, le uniche tre sorgenti odorigene sono le emissioni E7, E11 ed E6.

Si evidenzia, infine, il fatto che, anche in assenza dei filtri a carboni attivi o in caso di loro mancato funzionamento, l'unica stazione di sollevamento che presenterebbe una portata di odore superiore a 500 ou_E/s sarebbe la S14 nel comune di Spotorno (1.200 ou_E/m^3).

5. Conclusioni

Alla luce dei risultati ottenuti nell'indagine olfattometrica oggetto della presente relazione è possibile osservare che:

- tra le potenziali emissioni odorigene la più impattante è risultata essere quella rappresentata dal camino E7 (deodorizzatore linea fanghi) con una concentrazione media di odore pari a 24.000 ou_E/m^3;
- i campioni prelevati a monte e a valle delle 3 emissioni convogliate all'interno del depuratore hanno rivelato le seguenti efficienze di abbattimento:
  - 25% deodorizzatore linea fanghi E7 (costituito da 3 torri di lavaggio in serie: acqua + soda caustica nella prima, acqua ipoclorito di sodio + soda caustica nella seconda, acqua in ricircolo nella terza);
  - 92% deodorizzatore pretrattamenti E11 (costituito da 3 torri di lavaggio in serie: acqua + soda caustica nella prima, acqua ipoclorito di sodio + soda caustica nella seconda, acqua + ipoclorito di sodio nella terza);
  - 88% deodorizzatore linea acque E6 (costituito da 2 torri di lavaggio in serie: acqua + soda caustica nella prima, acqua ipoclorito di sodio + soda caustica nella seconda);
- le percentuali di abbattimento dell'odore per i deodorizzatori a servizio delle emissioni E6 ed E11 sono risultate essere molto elevate, mentre è insufficiente quella dell'impianto a servizio dell'emissione E7. Un'ipotesi per spiegare quest'ultimo risultato è il fatto che durante il campionamento era attivo il dosaggio in linea dei sistemi di profumazione: questo potrebbe aver inficiato la misura;
- per quanto riguarda le sorgenti diffuse areali le concentrazioni di odore non sono risultate trascurabili, pari a:
  - 320 ou_E/m^3 cassone sabbie;
  - 2.500 ou_E/m^3 cassone fanghi;
  - 1.900 ou_E/m^3 vasca denitro;
  - 6.700 ou_E/m^3 vasca ossidazione;
  - 1.000 ou_E/m^3 cassone vagliatura.

  Nonostante ciò, le superfici di tali sorgenti sono ridotte, perciò le portate di odore non risultano elevate;

- considerando le stazioni di sollevamento oggetto di indagine si evidenzia che i carboni attivi installati presso ognuna di esse hanno, per la maggior parte, un'efficienza elevata, ad eccezione dei filtri la cui aria da trattare presenta una concentrazione minore a 100 ou_E/m^3 (priva, quindi, di una carica odorigena importante).
  Le portate di odore in uscita dai sistemi di trattamento risultano di modesto impatto;

- utilizzando i parametri di valutazione presenti nella DGR Lombardia n. IX/3018 del 2012, secondo i quali nello scenario da impiegare nelle simulazioni per la stima dell'impatto olfattivo devono essere considerate le emissioni per le quali la portata di odore sia maggiore di 500 ou_E/m^3, sono soltanto 3 le sorgenti emissive che rispondono positivamente a tale requisito, ossia i camini E7, E11 ed E6.

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 13725:2004 afferma che "*il campionamento è un passaggio importante del processo di misurazione della concentrazione di odore di un effluente gassoso: esso incide sulla qualità e l'affidabilità del risultato".* Per raccogliere i campioni si ricorre al *"principio del polmone"*, come definito dalla norma, cioè *"un sacchetto di campionamento è collocato in un contenitore rigido e l'aria è rimossa dal contenitore utilizzando una pompa a vuoto; la depressione nel contenitore fa sì che il sacchetto si riempia con un volume di campione pari a quello che è stato rimosso dal contenitore".*

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 (> 50°C) e/o umidità relativa (emissione prossima alla saturazione), 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 13725:2004 per i procedimenti di campionamento (par. 7.3.2): "*la pre – diluizione del flusso di gas odorigeni deve essere applicata quando vi è il rischio di condensa del campione, quando conservato in condizioni ambiente. La pre – diluizione può essere applicata se il campione è molto caldo e dev'essere raffreddato prima dell'immissione nel contenitore di campioni".* Il prediluitore diluisce l'aria campionata con azoto utilizzando un rapporto 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 47: cappa di campionamento "wind tunnel".

Per la misura della concentrazione e del flusso di odore di superfici estese emissive (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 Mannebeck Mod. TO8, 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 "Selezione degli esaminatori in base alla variabilità e alla sensibilità individuali" della norma **UNI EN 13725:2004**: "*Al fine di ottenere un sensore affidabile, composto di un gruppo di membri del gruppo di prova, si devono selezionare dalla popolazione generale degli esaminatori che abbiano qualità specifiche per fungere da membri del gruppo di prova. Per garantire la ripetibilità dei risultati, le loro risposte olfattive dovrebbero essere il più costanti possibile da un giorno all'altro e nel corso della stessa giornata. Per garantire la ripetibilità del sensore, formato da un gruppo di prova composto dai singoli membri del gruppo di prova, la loro sensibilità olfattiva deve rientrare in un'ampiezza di banda definita, molto più ristretta della variabilità all'interno della popolazione. A questo scopo, gli esaminatori con una sensibilità specifica all'odorante di riferimento n-butanolo sono selezionati per essere membri del gruppo di*

prova. … Si devono raccogliere almeno 10 stime di soglia individuale per il gas di riferimento ai fini della selezione. … I dati per ogni esaminatore devono essere raccolti nel corso di almeno 3 sessioni in giorni separati con una pausa di almeno un giorno tra le sessioni."

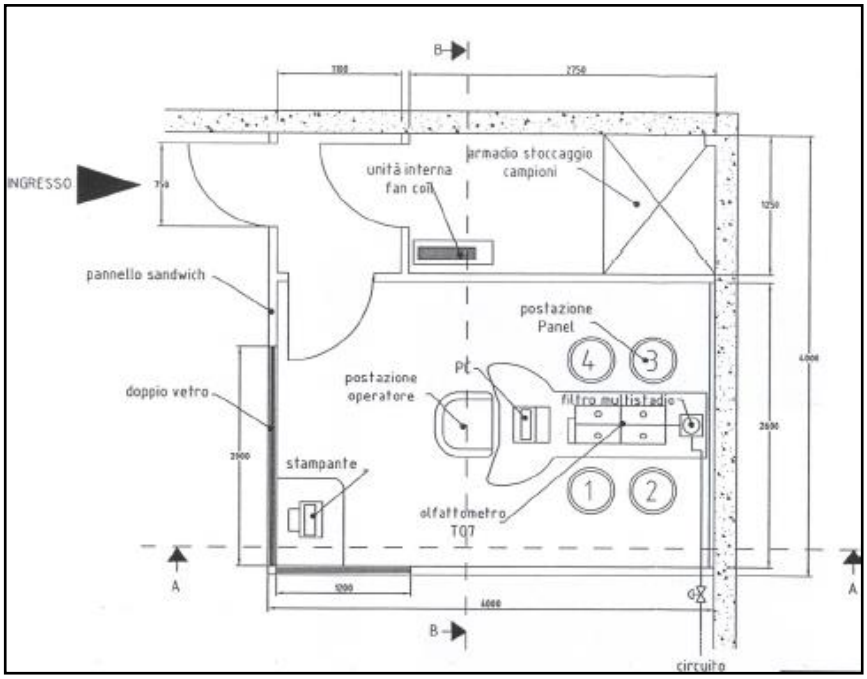


Figura 48: camera olfattometrica.

Il principio di misurazione è definito dalla norma **UNI EN 13725:2004** come segue: "*la concentrazione di odore di un campione gassoso di odoranti è determinata presentando il campione ad un gruppo di prova di soggetti umani selezionati e vagliati, variando la concentrazione mediante diluizione con gas neutro, al fine di determinare il fattore di diluizione alla soglia di rilevazione del 50% (Z_{50}). Con questo fattore di diluizione, la concentrazione di odore è per definizione 1 ou_E/m^3. La concentrazione di odore del campione esaminato è allora espressa come un multiplo (uguale al fattore di diluizione a Z_{50}) di un'unità odorimetrica europea per metro cubo [ou_E/m^3] in condizioni normali per l'olfattometria*."

LOD
LABORATORIO OLFATTOMETRIA DINAMICA

RAPPORTO DI PROVA RT 351/21

M 05.03 Rev 13 del 10/02/2021

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1744 L
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

ANALISI OLFATTOMETRICHE DI CAMPIONI AERIFORMI rev00

CLIENTE: Consorzio depurazione acque di scarico del savonese S.p.A. **INDIRIZZO:** via Caravaggio.1 - Savona (SV)
DATA PRELIEVO(L)**:** 21/04/2021 **LUOGO DI PRELIEVO:** via Caravaggio.1 - Savona (SV)
DATA RICEVIMENTO: 22/04/2021 **DATA ANALISI:** 22/04/2021 **DATA EMISSIONE RdP:** 10/05/2021
LUOGO DI PROVA: Laboratorio Olfattometria Dinamica S.r.l. - via Sondrio, 2 - Udine

(E) campione:	(F) Tipologia emissione	(G) ora prelievo:	(H) ora analisi:	(I) modalità di campionamento[1]	(J) temp. aria in camera Olf. (°C)	(K) Concentrazione di odore (ou_E/m^3)
1	Monte E7	13:23	10:24	A	21,3	**20.000**
2	1° Valle E7	13:28	10:43	A	21,1	**11.000**
3	2° Valle E7	14:00	10:55	A	21,2	**15.000**
4	3° Valle E7	14:30	11:05	A	21,3	**21.000**
5	Monte E11	13:38	11:13	A	21,4	**6.100**
6	1° Valle E11	13:42	11:24	A	21,4	**430**
7	2° Valle E11	14:10	11:33	A	21,3	**450**
8	3° Valle E11	14:40	11:42	A	21,2	**540**
9	Monte E6	13:50	11:51	A	21,1	**3.300**
10	1° Valle E6	13:58	11:58	A	21,0	**920**
11	2° Valle E6	14:25	12:05	A	21,0	**260**
12	3° Valle E6	14:55	12:14	A	21,0	**240**
13	Cassone sabbie	14:50	12:22	C	21,0	**320**
14	Cassone fanghi	15:00	12:31	C	20,9	**2.500**
15	Vasca denitro (1)	15:15	12:39	D	21,1	**1.900**
16	Vasca ossidazione (1)	15:30	12:50	C	21,3	**6.700**

Note:

[2] indica che le informazioni non sono state fornite dal Cliente; [3] indica che il campione è stato analizzato **in accordo con il** Cliente, nonostante le modalità di campionamento e/o di trasporto non siano conformi a quanto previsto dalla norma UNI EN 13725: 2004. LOD s.r.l. declina ogni responsabilità in merito a eventuali scostamenti che tale non conformità può implicare nei relativi risultati analitici; **<lim. Ril.** indica che il valore di concentrazione di odore rilevato in laboratorio è inferiore rispetto al valore di rilevabilià strumentale, calcolato secondo la norma UNI EN 13725: 2004 e pari a 13 ou_E/m^3.

Modalità di campionamento:	Campionamento a cura del LOD. Le informazioni riportate in (F) sono quelle indicate dal Cliente. LOD s.r.l. declina ogni responsabilità in merito a tali informazioni e alle implicazioni che possono avere sui risultati. Rif. Piano di Campionamento M 04.06
Modalità di prova:	UNI EN 13725:2004
Olfattometro:	Ecoma TO8 - s/n EO. 8129 - matricola interna 'K0'
Odorante di riferimento:	1-Butanolo (CAS No. 71-36-3) a varie concentrazioni certificate, in bombola.
Accuratezza sensoriale complessiva:	Variabili di qualità sensoriale complessiva al 26/03/2021: A_{od} = 0,072; r = 0,118

L'incertezza estesa, qualora richiesta esplicitamente dal Cliente, è calcolata applicando un fattore di copertura k = 2 al livello di fiducia p = 95%

1: Legenda: A = istruzione I 04.01 prelievo puntuale da condotto; B = istruzione I 04.02 prelievo da superficie estesa emissiva; C = istruzione I 04.03 prelievo da superficie estesa non emissiva; D = istruzione I 04.04 prelievo di aria ambiente. Piano di campionamento M 04.06 riferito al presente LOD/RT.

Il Rapporto di Prova riguarda solo i campioni sottoposti a prova. La riproduzione parziale deve essere autorizzata per iscritto da LOD srl.

Responsabile tecnico
ing. Silvia Rivilli

Dott. Ing. SILVIA RIVILLI Ph. D. nr. 2442 - ORDINE DEGLI INGEGNERI PROV. DI UDINE

nz/sl/mv/SR

Firmato digitalmente da
SILVIA RIVILLI
Data e ora della firma: 10/05/2021 10:45:10

LOD
LABORATORIO OLFATTOMETRIA DINAMICA

RAPPORTO DI PROVA RT 354/21

M 05.03 Rev 13 del 10/02/2021

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1744 L
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

ANALISI OLFATTOMETRICHE DI CAMPIONI AERIFORMI rev00

CLIENTE: Consorzio depurazione acque di scarico del savonese S.p.A. **INDIRIZZO:** via Caravaggio.1 - Savona (SV)
DATA PRELIEVO(L)**:** 22/04/2021 **LUOGO DI PRELIEVO:** Provincia di Savona
DATA RICEVIMENTO: 23/04/2021 **DATA ANALISI:** 23/04/2021 **DATA EMISSIONE RdP:** 10/05/2021
LUOGO DI PROVA: Laboratorio Olfattometria Dinamica S.r.l. - via Sondrio, 2 - Udine

(E) campione:	(F) Tipologia emissione	(G) ora prelievo:	(H) ora analisi:	(I) modalità di campionamento[1]	(J) temp. aria in camera Olf. (°C)	(K) Concentrazione di odore (ou_E/m^3)
1	Valle staz. Sollev. Varazze (S2)	9:02	12:09	A	20,9	**51**
2	Monte staz. Sollev. Varazze (S2)	9:05	12:16	A	21,2	**120**
3	Valle staz. Sollev. Varazze (S3)	9:20	12:24	A	21,6	**120**
4	Monte staz. Sollev. Varazze (S3)	9:25	12:32	A	21,0	**95**
5	Valle staz. Sollev. Celle Ligure (S4)	9:40	12:39	A	20,9	**85**
6	Monte staz. Sollev. Celle Ligure (S4)	9:48	12:47	A	21,2	**340**
7	Valle staz. Sollev. Albisola Superiore (S5)	10:05	12:54	A	21,3	**100**
8	Monte staz. Sollev. Albisola Superiore (S5)	10:10	13:01	A	21,1	**770**
9	Valle staz. Sollev. 1 Savona (S8)	10:50	13:08	A	21,1	**110**
10	Monte staz. Sollev. 1 Savona (S8)	10:55	13:16	A	21,1	**160**
11	Valle staz. Sollev. 2 Savona (S8)	11:00	14:16	A	21,5	**51**
12	Monte staz. Sollev. 2 Savona (S8)	11:03	14:23	A	21,4	**30**
13	Valle staz. Sollev. 1 Savona (S9)	11:08	14:30	A	21,3	**40**
14	Monte staz. Sollev. 1 Savona (S9)	11:11	14:37	A	21,3	**970**
15	Valle staz. Sollev. 2 Savona (S9)	11:15	14:46	A	21,3	**43**
16	Monte staz. Sollev. 2 Savona (S9)	11:18	14:54	A	21,3	**2.200**
17	Valle staz. Sollev. 3 Savona (S9)	11:22	15:01	A	21,4	**55**
18	Monte staz. Sollev. 3 Savona (S9)	11:25	15:11	A	21,4	**1.900**
19	Valle staz. Sollev. Noli (S15)	13:15	15:19	A	21,4	**68**
20	Monte staz. Sollev. Noli (S15)	13:20	15:28	A	21,4	**55**

Note:

[2] indica che le informazioni non sono state fornite dal Cliente; [3] indica che il campione è stato analizzato **in accordo con il** Cliente, nonostante le modalità di campionamento e/o di trasporto non siano conformi a quanto previsto dalla norma UNI EN 13725: 2004. LOD s.r.l. declina ogni responsabilità in merito a eventuali scostamenti che tale non conformità può implicare nei relativi risultati analitici; **<lim. Ril.** indica che il valore di concentrazione di odore rilevato in laboratorio è inferiore rispetto al valore di rilevabilià strumentale, calcolato secondo la norma UNI EN 13725: 2004 e pari a 13 ou_E/m^3.

Modalità di campionamento:	Campionamento a cura del LOD. Le informazioni riportate in (F) sono quelle indicate dal Cliente. LOD s.r.l. declina ogni responsabilità in merito a tali informazioni e alle implicazioni che possono avere sui risultati. Rif. Piano di Campionamento M 04.06
Modalità di prova:	UNI EN 13725:2004
Olfattometro:	Ecoma TO8 - s/n EO. 8129 - matricola interna 'K0'
Odorante di riferimento:	1-Butanolo (CAS No. 71-36-3) a varie concentrazioni certificate, in bombola.
Accuratezza sensoriale complessiva:	Variabili di qualità sensoriale complessiva al 26/03/2021: A_{od} = 0,072; r = 0,118

L'incertezza estesa, qualora richiesta esplicitamente dal Cliente, è calcolata applicando un fattore di copertura k = 2 al livello di fiducia p = 95%

1: Legenda: A = istruzione I 04.01 prelievo puntuale da condotto; B = istruzione I 04.02 prelievo da superficie estesa emissiva; C = istruzione I 04.03 prelievo da superficie estesa non emissiva; D = istruzione I 04.04 prelievo di aria ambiente. Piano di campionamento M 04.06 riferito al presente LOD/RT.

Il Rapporto di Prova riguarda solo i campioni sottoposti a prova. La riproduzione parziale deve essere autorizzata per iscritto da LOD srl.

Responsabile tecnico
ing. Silvia Rivilli

ORDINE DEGLI INGEGNERI PROV. DI UDINE
Dott. Ing. SILVIA RIVILLI
Ph.D. nr. 2442

nz/sl/mv/SR

LOD
LABORATORIO OLFATTOMETRIA DINAMICA

RAPPORTO DI PROVA RT 354/21

M 05.03 Rev 13 del 10/02/2021

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1744 L
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

ANALISI OLFATTOMETRICHE DI CAMPIONI AERIFORMI rev00

CLIENTE: Consorzio depurazione acque di scarico del savonese S.p.A. **INDIRIZZO:** via Caravaggio.1 - Savona (SV)
DATA PRELIEVO(L)**:** 22/04/2021 **LUOGO DI PRELIEVO:** Provincia di Savona
DATA RICEVIMENTO: 23/04/2021 **DATA ANALISI:** 23/04/2021 **DATA EMISSIONE RdP:** 10/05/2021
LUOGO DI PROVA: Laboratorio Olfattometria Dinamica S.r.l. - via Sondrio, 2 - Udine

(E) (F) (G) (H) (I) (J) (K)

campione:	Tipologia emissione	ora prelievo:	ora analisi:	modalità di campionamento[1]	temp. aria in camera Olf. (°C)	Concentrazione di odore (ou_E/m^3)
21	Valle staz. Sollev. Spotorno (S14)	13:30	15:48	A	21,4	**40**
22	Monte staz. Sollev. Spotorno (S14)	13:35	15:54	A	21,4	**4.300**
23	Valle staz. Sollev. Spotorno (S13)	13:42	16:00	A	21,4	**51**
24	Monte staz. Sollev. Spotorno (S13)	13:48	16:06	A	21,4	**47**
25	Valle staz. Sollev. Vado Ligure (S10 bis)	14:05	16:17	A	21,2	**78**
26	Monte staz. Sollev. Vado Ligure (S10 bis)	14:10	16:23	A	21,2	**240**
27	Valle staz. Sollev. Vado Ligure (S10)	14:12	16:31	A	21,3	**40**
28	Monte staz. Sollev. Vado Ligure (S10)	14:15	16:37	A	21,4	**230**
29	Valle staz. Sollev. 1 Quiliano (S11)	14:30	16:44	A	21,4	**37**
30	Monte staz. Sollev. 1 Quiliano (S11)	14:35	16:51	A	21,4	**870**

Note:

[2] indica che le informazioni non sono state fornite dal Cliente; [3] indica che il campione è stato analizzato **in accordo con il** Cliente, nonostante le modalità di campionamento e/o di trasporto non siano conformi a quanto previsto dalla norma UNI EN 13725: 2004. LOD s.r.l. declina ogni responsabilità in merito a eventuali scostamenti che tale non conformità può implicare nei relativi risultati analitici; **<lim. Ril.** indica che il valore di concentrazione di odore rilevato in laboratorio è inferiore rispetto al valore di rilevabilià strumentale, calcolato secondo la norma UNI EN 13725: 2004 e pari a 13 ou_E/m^3.

Modalità di campionamento:	Campionamento a cura del LOD. Le informazioni riportate in (F) sono quelle indicate dal Cliente. LOD s.r.l. declina ogni responsabilità in merito a tali informazioni e alle implicazioni che possono avere sui risultati. Rif. Piano di Campionamento M 04.06
Modalità di prova:	UNI EN 13725:2004
Olfattometro:	Ecoma TO8 - s/n EO. 8129 - matricola interna 'K0'
Odorante di riferimento:	1-Butanolo (CAS No. 71-36-3) a varie concentrazioni certificate, in bombola.
Accuratezza sensoriale complessiva:	Variabili di qualità sensoriale complessiva al 26/03/2021: A_{od} = 0,072; r = 0,118

L'incertezza estesa, qualora richiesta esplicitamente dal Cliente, è calcolata applicando un fattore di copertura k = 2 al livello di fiducia p = 95%

1: Legenda: A = istruzione I 04.01 prelievo puntuale da condotto; B = istruzione I 04.02 prelievo da superficie estesa emissiva; C = istruzione I 04.03 prelievo da superficie estesa non emissiva; D = istruzione I 04.04 prelievo di aria ambiente. Piano di campionamento M 04.06 riferito al presente LOD/RT.

Il Rapporto di Prova riguarda solo i campioni sottoposti a prova. La riproduzione parziale deve essere autorizzata per iscritto da LOD srl.

Responsabile tecnico
ing. Silvia Rivilli

nz/sl/mv/SR

Firmato digitalmente da
SILVIA RIVILLI
Data e ora della firma: 10/05/2021 10:45:12

Dott. Ing. SILVIA RIVILLI Ph. D. nr. 2442 ORDINE DEGLI INGEGNERI PROV. DI UDINE

LOD
LABORATORIO OLFATTOMETRIA DINAMICA

RAPPORTO DI PROVA RT 361/21

M 05.03 Rev 13 del 10/02/2021

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1744 L
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

ANALISI OLFATTOMETRICHE DI CAMPIONI AERIFORMI rev00

CLIENTE: **Consorzio depurazione acque di scarico del savonese S.p.A.** **INDIRIZZO:** **via Caravaggio.1 - Savona (SV)**
DATA PRELIEVO(L)**:** 22/04/2021 **LUOGO DI PRELIEVO:** **via Caravaggio.1 - Savona (SV)**
DATA RICEVIMENTO: 23/04/2021 **DATA ANALISI:** **23/04/2021** **DATA EMISSIONE RdP: 10/05/2021**
LUOGO DI PROVA: Laboratorio Olfattometria Dinamica S.r.l. - via Sondrio, 2 - Udine

(E) campione:	(F) Tipologia emissione	(G) ora prelievo:	(H) ora analisi:	(I) modalità di campionamento[1]	(J) temp. aria in camera Olf. (°C)	(K) Concentrazione di odore (ou_E/m^3)
1	Cassone vagliatura	11:40	15:38	C	21,4	**1.000**

Note:

[2] indica che le informazioni non sono state fornite dal Cliente; [3] indica che il campione è stato analizzato **in accordo con il** Cliente, nonostante le modalità di campionamento e/o di trasporto non siano conformi a quanto previsto dalla norma UNI EN 13725: 2004. LOD s.r.l. declina ogni responsabilità in merito a eventuali scostamenti che tale non conformità può implicare nei relativi risultati analitici; **<lim. Ril.** indica che il valore di concentrazione di odore rilevato in laboratorio è inferiore rispetto al valore di rilevabilià strumentale, calcolato secondo la norma UNI EN 13725: 2004 e pari a 13 ou_E/m^3.

Modalità di campionamento:	Campionamento a cura del LOD. Le informazioni riportate in (F) sono quelle indicate dal Cliente. LOD s.r.l. declina ogni responsabilità in merito a tali informazioni e alle implicazioni che possono avere sui risultati. Rif. Piano di Campionamento M 04.06
Modalità di prova:	UNI EN 13725:2004
Olfattometro:	Ecoma TO8 - s/n EO. 8129 - matricola interna 'K0'
Odorante di riferimento:	1-Butanolo (CAS No. 71-36-3) a varie concentrazioni certificate, in bombola.
Accuratezza sensoriale complessiva:	Variabili di qualità sensoriale complessiva al 26/03/2021: A_{od} = 0,072; r = 0,118

L'incertezza estesa, qualora richiesta esplicitamente dal Cliente, è calcolata applicando un fattore di copertura k = 2 al livello di fiducia p = 95%

1: Legenda: A = istruzione I 04.01 prelievo puntuale da condotto; B = istruzione I 04.02 prelievo da superficie estesa emissiva; C = istruzione I 04.03 prelievo da superficie estesa non emissiva; D = istruzione I 04.04 prelievo di aria ambiente. Piano di campionamento M 04.06 riferito al presente LOD/RT.

Il Rapporto di Prova riguarda solo i campioni sottoposti a prova. La riproduzione parziale deve essere autorizzata per iscritto da LOD srl.

Responsabile tecnico
ing. Silvia Rivilli



nz/sl/mv/SR

Firmato digitalmente da
SILVIA RIVILLI
Data e ora della firma: 10/05/2021 10:45:14

Laboratorio Olfattometria Dinamica

Relazione tecnica e risultati per:
Consorzio per la Depurazione delle Acque di Scarico del Savonese S.p.A.

MISURA CONCENTRAZIONE ODORE

LOD-RT-789/21

Lod Srl
Via Sondrio, 2
33100 Udine_Italy
www.gruppoluci.it

t +39 0432 1715695
f +39 0432 1715683
lod@gruppoluci.it

C.F. e P.I. 02499080303_Nr. Iscr. Reg. Imp. Udine 02499080303 Cap. Soc. € 80.000,00 i.v.
Soggetta a direzione e coordinamento di Labiotest Srl

LOD SRL **Spin – off dell'Università degli Studi di Udine**	
LOD Laboratorio Olfattometria Dinamica	*DOC. N°* LOD-RT-789/21 *Rev. 00* *Data: 06 settembre 2021*
CLIENTE	**CONSORZIO PER LA DEPURAZIONE DELLE ACQUE DI SCARICO DEL SAVONESE S.p.A.**
OGGETTO	**Misura della concentrazione di odore**
IMPIANTO	**Depurazione acque reflue** **Savona (SV)**

IL RESPONSABILE TECNICO
Ing. Silvia Rivilli



Premessa

In data 4 e 5 agosto 2021, presso l'impianto di depurazione acque reflue di Consorzio per la Depurazione delle Acque di Scarico del Savonese S.p.A. e in corrispondenza delle stazioni di sollevamento dislocate lungo il territorio savonese, è stata effettuata un'indagine olfattometrica secondo la norma tecnica UNI EN 13725: 2004, con lo scopo di realizzare una "fotografia" delle emissioni prodotte dalle principali sorgenti odorigene dell'impianto e valutare la concentrazione ed il flusso di odore emessi.

Nel documento vengono presentati i materiali ed i metodi utilizzati per l'effettuazione dell'indagine olfattometrica e vengono illustrati i risultati delle analisi condotte.

Indice

Premessa 3
Indice 4
1. Introduzione 5
2. Descrizione dell'impianto 6
3. Indagine olfattometrica 9
3.1 Campionamento **10**
3.2 Analisi in camera olfattometrica **34**
4. Risultati 35
5. Valutazione dei risultati 39
6. Conclusioni 49
Allegato 1: Materiali e metodi per l'indagine olfattometrica. 51

1. Introduzione

In data 4 e 5 agosto 2021, presso l'impianto di depurazione acque reflue di Consorzio per la Depurazione delle Acque di Scarico del Savonese S.p.A. e in corrispondenza delle stazioni di sollevamento dislocate lungo il territorio savonese, è stata effettuata un'indagine olfattometrica secondo la norma tecnica UNI EN 13725: 2004, con lo scopo di realizzare una "fotografia" delle emissioni prodotte dalle principali sorgenti odorigene dell'impianto e valutare la concentrazione ed il flusso di odore emessi. Il campionamento ha rispecchiato quanto previsto nel LOD-DOC 02/21.

La misura della concentrazione di odore è stata condotta secondo il metodo dell'olfattometria dinamica (norma **UNI EN 13725:2004**).

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) permette 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]

[1] **La norma UNI EN 13725:2004 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 ≡ 123 µg n – butanolo ≡ 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"".

2. Descrizione dell'impianto

L'impianto di depurazione acque reflue di Consorzio per la Depurazione delle Acque di Scarico del Savonese S.p.A. a Savona (SV) è raffigurato in Figura 1.



Figura 1: l'impianto di depurazione sito a Savona (SV)

Nelle immagini sottostanti, invece, vengono raffigurate la pianta dello stabilimento (Figura 2), con indicazione dei punti di campionamento e, in Figura 3, la mappa con indicate le 17 stazioni di sollevamento, 11 delle quali monitorate (cerchiate in rosso).

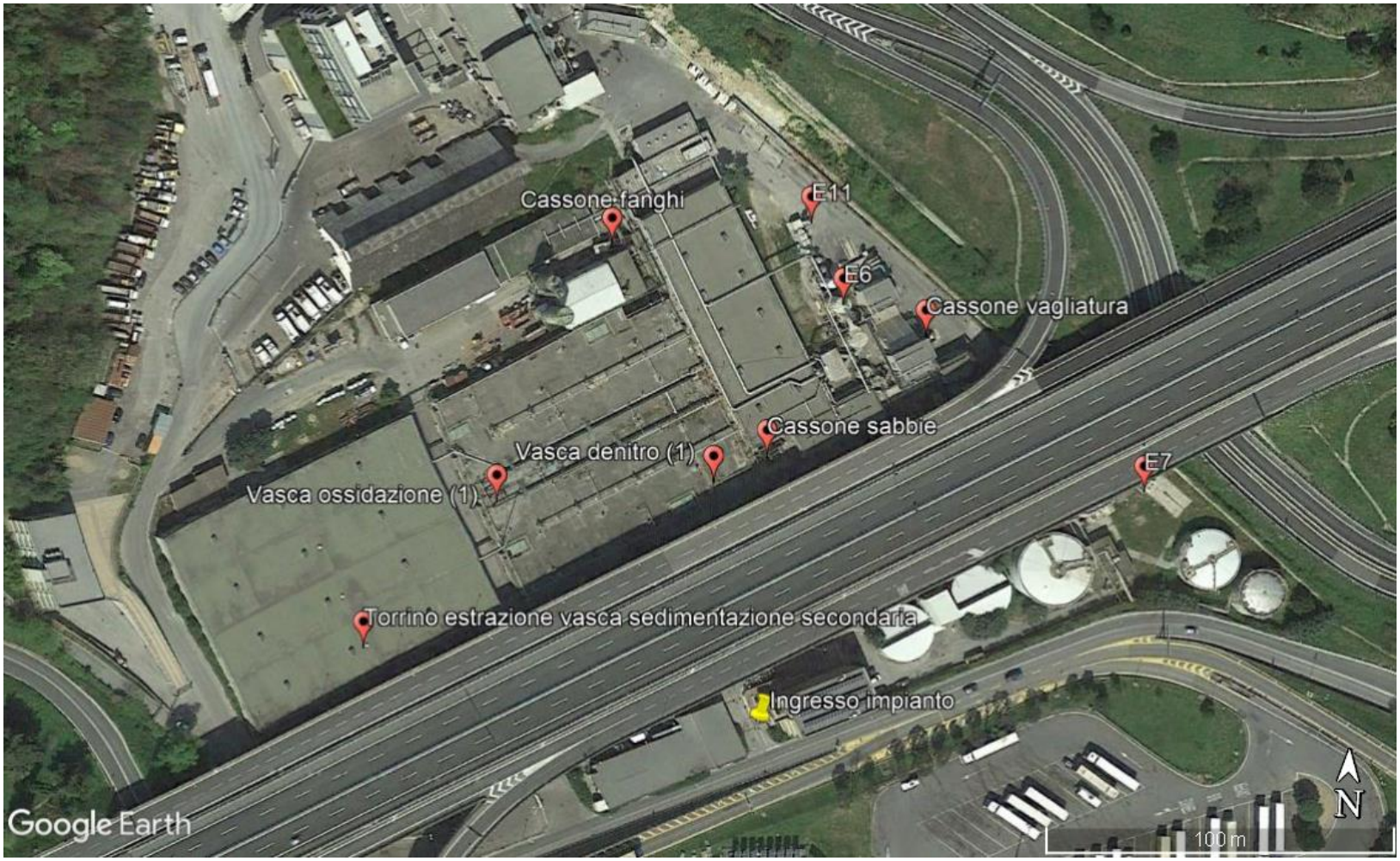


Figura 2: l'impianto di depurazione con indicazione dei punti emissivi campionati

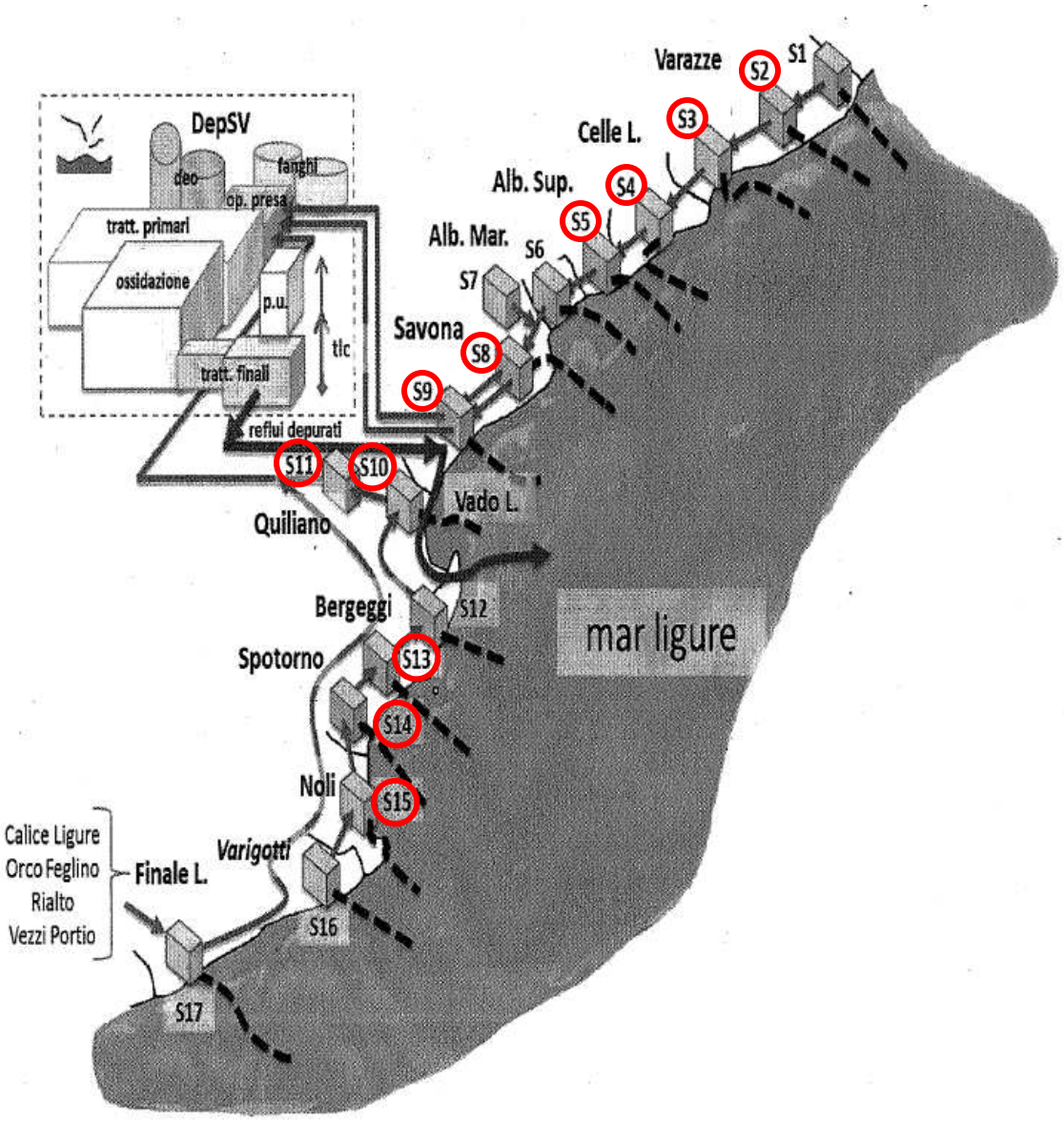


Figura 3: mappa linee di adduzione (stazioni e condotte consortili)

3. 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 **UNI EN 13725:2004 "Qualità dell'aria – Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica"**. 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 illustreremo le varie fasi del lavoro.

3.1 Campionamento

Nei giorni 4 e 5 agosto 2021 sono stati prelevati 19 campioni in corrispondenza di 9 punti emissivi all'interno dello stabilimento e 34 campioni a monte e a valle delle stazioni di sollevamento presenti nel territorio circostante Savona. Di seguito si riportano le denominazioni dei campioni prelevati e le foto dei punti monitorati:

- campione n° 1 (RT 760/21): Monte E7;



Figura 4: prelievo del campione "Monte E7"

- campione n° 2 (RT 760/21): Monte carboni attivi E7;



Figura 5: prelievo del campione "Monte carboni attivi" dell'emissione E7

- campioni n° 3, 4, 5 (RT 760/21): 1°, 2°, 3° Valle E7;



Figura 6: punto di prelievo "Valle E7"

- campione n° 6 (RT 760/21): Monte E11;



Figura 7: punto di prelievo "Monte E11"

- campioni n° 7, 8, 9 (RT 760/21): 1°, 2°, 3° Valle E11;

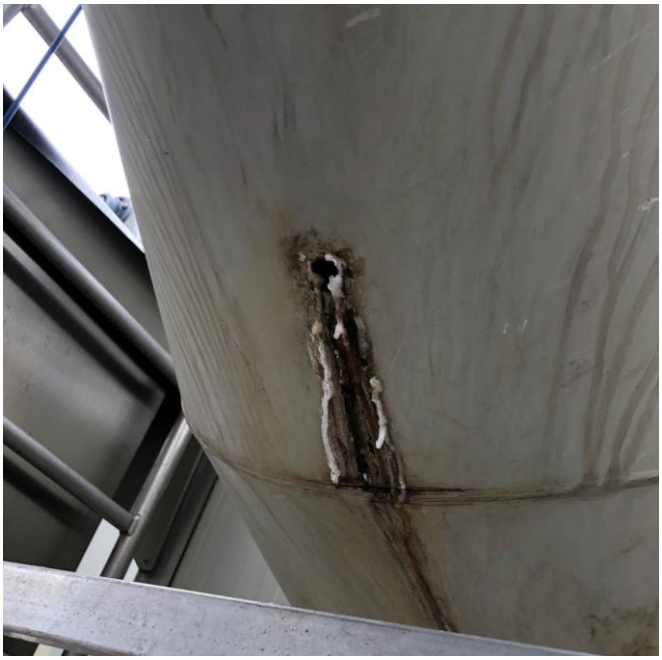


Figura 8: punto di campionamento "Valle E11"

- campione n° 10 (RT 760/21): Monte E6;



Figura 9: campionamento "Monte E6"

- campioni n° 11, 12, 13 (RT 760/21): 1°, 2°, 3° Valle E6;



Figura 10: campionamento "Valle E6"

- campione n° 14 (RT 760/21): cassone vagliatura;



Figura 11: campionamento "Cassone vagliatura"

- campione n° 15 (RT 760/21): cassone sabbie;



Figura 12: campionamento "Cassone sabbie"

- campione n° 16 (RT 760/21): vasca ossidazione;



Figura 13: punto di prelievo "Vasca ossidazione"

- campione n° 17 (RT 760/21): vasca denitro;

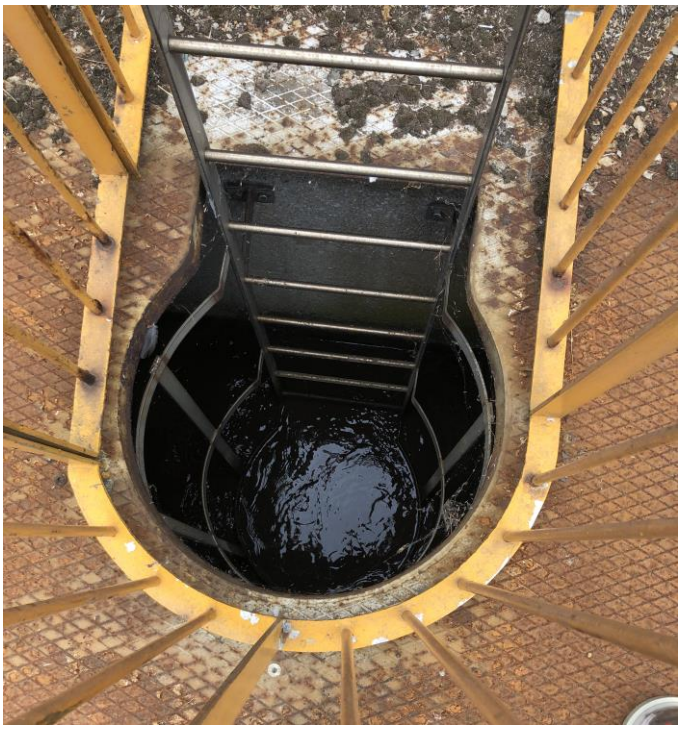


Figura 14: punto di campionamento "Vasca denitro (1)"

- campione n° 18 (RT 760/21): cassone fanghi;



Figura 15: campionamento "Cassone fanghi"

- campione n° 19 (RT 760/21): torrino di estrazione vasca di sedimentazione secondaria;


;

Figura 16: campionamento "Torrino di estrazione vasca sed. secondaria"

- campione n° 1 (RT 761/21): valle stazione di sollevamento Varazze (S2);



Figura 17: punto di campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S2

- campione n° 2 (RT 761/21): monte stazione di sollevamento Varazze (S2);



Figura 18: campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S2

- campione n° 3 (RT 761/21): valle stazione di sollevamento Varazze (S3);



Figura 19: punto di campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S3

- campione n° 4 (RT 761/21): monte stazione di sollevamento Varazze (S3);



Figura 20: filtro a carboni attivi e indicazione del punto di campionamento a monte di esso (S3)

- campione n° 5 (RT 761/21): valle stazione di sollevamento Celle Ligure (S4);



Figura 21: filtro a carboni attivi e indicazione del punto di campionamento a valle di esso (S4)

- campione n° 6 (RT 761/21): monte stazione di sollevamento Celle Ligure (S4);



Figura 22: punto di campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S4

- campione n° 7 (RT 761/21): valle stazione di sollevamento Albisola Superiore (S5);



Figura 23: punto di campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S5

- campione n° 8 (RT 761/21): monte stazione di sollevamento Albisola Superiore (S5);



Figura 24: punto di campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S5

- campione n° 9 (RT 761/21): valle stazione di sollevamento 1 Savona (S8);



Figura 25: punto di campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S8 (n° 1)

- campione n° 10 (RT 761/21): monte stazione di sollevamento 1 Savona (S8);



Figura 26: punto di campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevam. S8 (n° 1)

- campione n° 11 (RT 761/21): valle stazione di sollevamento 2 Savona (S8);



Figura 27: punto di campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevam. S8 (n° 2)

- campione n° 12 (RT 761/21): monte stazione di sollevamento 2 Savona (S8);



Figura 28: punto di campionamento a monte del filtro a carboni attivi della staz. di sollevamento S8 (n° 2)

- campione n° 13 (RT 761/21): valle stazione di sollevamento 1 Savona (S9);



Figura 29: punto di campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S9 (n° 1)

- campione n° 14 (RT 761/21): monte stazione di sollevamento 1 Savona (S9);



Figura 30: punto di campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevam. S9 (n° 1)

- campione n° 15 (RT 761/21): valle stazione di sollevamento 2 Savona (S9);



Figura 31: filtro a carboni attivi e indicazione del punto di campionamento a valle di esso (S9 - n° 2)

- campione n° 16 (RT 761/21): monte stazione di sollevamento 2 Savona (S9);



Figura 32: campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S9 (n° 2)

- campione n° 17 (RT 761/21): valle stazione di sollevamento 3 Savona (S9);



Figura 33: punto di campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S9 (n° 3)

- campione n° 18 (RT 761/21): monte stazione di sollevamento 3 Savona (S9);



Figura 34: punto di campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S9 (n° 3)

- campione n° 19 (RT 761/21): valle stazione di sollevamento 1 Quiliano (S11);



Figura 35: punto di campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S11 (n° 1)

- campione n° 20 (RT 761/21): monte stazione di sollevamento 1 Quiliano (S11);



Figura 36: punto di campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S11 (n° 1)

- campione n° 21 (RT 761/21): valle stazione di sollevamento 2 Quiliano (S11);



Figura 37: punto di campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S11 (n° 2)

- campione n° 22 (RT 761/21): monte stazione di sollevamento 2 Quiliano (S11);



Figura 38: campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S11 (n° 2)

- campione n° 23 (RT 761/21): valle stazione di sollevamento Vado Ligure (S10 bis);



Figura 39: punto di campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S10 bis

- campione n° 24 (RT 761/21): monte stazione di sollevamento Vado Ligure (S10 bis);



Figura 40: campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S10 bis

- campione n° 25 (RT 761/21): valle stazione di sollevamento Vado Ligure (S10);



Figura 41: filtro a carboni attivi e indicazione del punto di campionamento a valle di esso (S10)

- campione n° 26 (RT 761/21): monte stazione di sollevamento Vado Ligure (S10);



Figura 42: campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S10

- campione n° 27 (RT 761/21): valle stazione di sollevamento Spotorno (S13);



Figura 43: punto di campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S13

- campione n° 28 (RT 761/21): monte stazione di sollevamento Spotorno (S13);



Figura 44: punto di campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S13

- campione n° 29 (RT 761/21): valle stazione di sollevamento 1 Spotorno (S14);

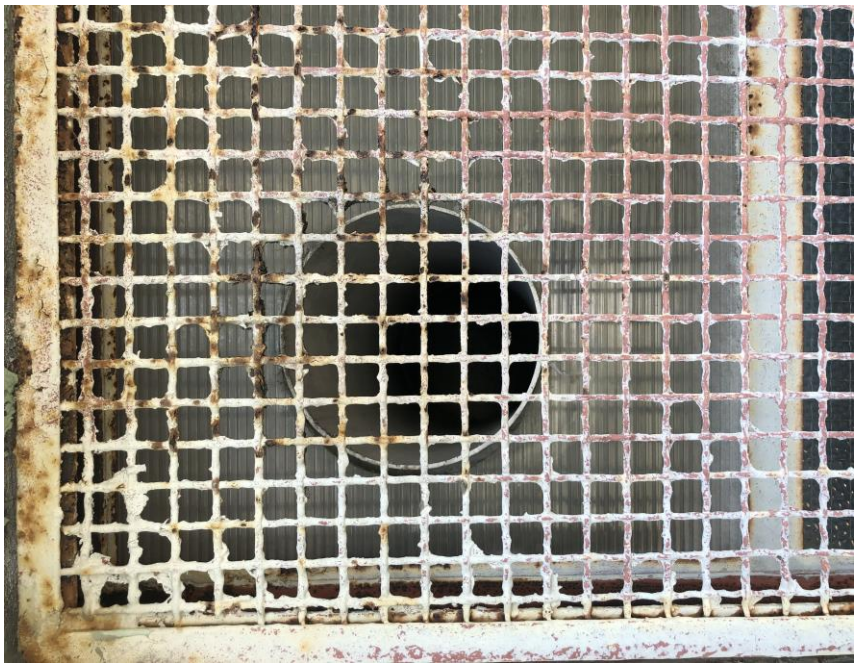


Figura 45: punto di campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S14 (n° 1)

- campione n° 30 (RT 761/21): monte stazione di sollevamento 1 Spotorno (S14);



Figura 46: filtro a carboni attivi e indicazione del punto di campionamento a monte di esso (S14 – n° 1)

- campione n° 31 (RT 761/21): valle stazione di sollevamento 2 Spotorno (S14);



Figura 47: punto di campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S14 (n° 2)

- campione n° 32 (RT 761/21): monte stazione di sollevamento 2 Spotorno (S14);



Figura 48: filtro a carboni attivi e indicazione del punto di campionamento a monte di esso (S14 – n° 2)

- campione n° 33 (RT 761/21): valle stazione di sollevamento Noli (S15);



Figura 49: punto di campionamento a valle del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S15

- campione n° 34 (RT 761/21): monte stazione di sollevamento Noli (S15);



Figura 50: punto di campionamento a monte del filtro a carboni attivi della stazione di sollevamento S15

3.2 Analisi in camera olfattometrica

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

È stato utilizzato un Olfattometro Mod. T O8 EVO (Figura 51) 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 51: analisi in camera olfattometrica.

4. Risultati

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

Tabella 1: sintesi dei risultati – concentrazione di odore

Numero campione	Tipologia prelievo	Denominazione campione	Data prelievo	Ora prelievo	c_{od} (ou_E/m^3)
1 – RT 760/21	Puntuale da condotto	Monte E7	04/08/21	14:10	**20.000**
2 – RT 760/21	Puntuale da condotto	Monte carboni attivi	04/08/21	14:15	**2.700**
3 – RT 760/21	Puntuale da condotto	1° Valle E7	04/08/21	14:18	**140**
4 – RT 760/21	Puntuale da condotto	2° Valle E7	04/08/21	14:48	**68**
5 – RT 760/21	Puntuale da condotto	3° Valle E7	04/08/21	15:18	**74**
6 – RT 760/21	Puntuale da condotto	Monte E11	04/08/21	14:25	**6.000**
7 – RT 760/21	Puntuale da condotto	1° Valle E11	04/08/21	14:30	**1.300**
8 – RT 760/21	Puntuale da condotto	2° Valle E11	04/08/21	15:00	**1.400**
9 – RT 760/21	Puntuale da condotto	3° Valle E11	04/08/21	15:30	**1.200**
10 – RT 760/21	Puntuale da condotto	Monte E6	04/08/21	14:40	**5.200**
11 – RT 760/21	Puntuale da condotto	1° Valle E6	04/08/21	14:50	**2.000**
12 – RT 760/21	Puntuale da condotto	2° Valle E6	04/08/21	15:20	**2.100**
13 – RT 760/21	Puntuale da condotto	3° Valle E6	04/08/21	15:50	**2.000**
14 – RT 760/21	Da superficie estesa non emissiva	Cassone vagliatura	04/08/21	15:26	**490**
15 – RT 760/21	Da superficie estesa non emissiva	Cassone sabbie	04/08/21	15:55	**850**

Numero campione	Tipologia prelievo	Denominazione campione	Data prelievo	Ora prelievo	c_{od} (ou_E/m^3)
16 – RT 760/21	Da superficie estesa non emissiva	Vasca ossidazione	04/08/21	16:15	**2.000**
17 – RT 760/21	Prelievo di aria ambiente	Vasca denitro	04/08/21	16:20	**3.900**
18 – RT 760/21	Da superficie estesa non emissiva	Cassone fanghi	04/08/21	16:45	**5.000**
19 – RT 760/21	Puntuale da condotto	Torrino di estrazione vasca di sedimentazione secondaria	04/08/21	17:00	**530**
1 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Valle staz sollev. Varazze (S2)	05/08/21	8:30	**2.300**
2 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Monte staz sollev. Varazze (S2)	05/08/21	9:00	**5.900**
3 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Valle staz sollev. Varazze (S3)	05/08/21	9:08	**290**
4 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Monte staz sollev. Varazze (S3)	05/08/21	9:12	**700**
5 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Valle staz sollev. Celle Ligure (S4)	05/08/21	9:20	**330**
6 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Monte staz sollev. Celle Ligure (S4)	05/08/21	9:25	**4.700**
7 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Valle staz sollev. Albisola Superiore (S5)	05/08/21	9:42	**420**
8 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Monte staz sollev. Albisola Superiore (S5)	05/08/21	9:45	**1.600**
9 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Valle staz sollev. 1 Savona (S8)	05/08/21	10:00	**370**
10 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Monte staz sollev. 1 Savona (S8)	05/08/21	10:03	**600**
11 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Valle staz sollev. 2 Savona (S8)	05/08/21	10:05	**220**
12 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Monte staz sollev. 2 Savona (S8)	05/08/21	10:10	**140**

Numero campione	Tipologia prelievo	Denominazione campione	Data prelievo	Ora prelievo	c_{od} (ou_E/m^3)
13 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Valle staz sollev. 1 Savona (S9)	05/08/21	10:20	**160**
14 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Monte staz sollev. 1 Savona (S9)	05/08/21	10:25	**7.000**
15 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Valle staz sollev. 2 Savona (S9)	05/08/21	10:27	**330**
16 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Monte staz sollev. 2 Savona (S9)	05/08/21	10:30	**5.300**
17 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Valle staz sollev. 3 Savona (S9)	05/08/21	10:33	**260**
18 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Monte staz sollev. 3 Savona (S9)	05/08/21	10:35	**7.000**
19 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Valle staz sollev. 1 Quiliano (S11)	05/08/21	10:50	**80**
20 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Monte staz sollev. 1 Quiliano (S11)	05/08/21	10:53	**15.000**
21 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Valle stab sollev. 2 Quiliano (S11)	05/08/21	10:57	**100**
22 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Monte stab sollev. 2 Quiliano (S11)	05/08/21	11:00	**2.900**
23 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Valle staz sollev. Vado Ligure (S10 bis)	05/08/21	11:10	**100**
24 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Monte staz sollev. Vado Ligure (S10 bis)	05/08/21	11:12	**340**
25 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Valle staz sollev. Vado Ligure (S10)	05/08/21	11:15	**230**
26 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Monte staz sollev. Vado Ligure (S10)	05/08/21	11:20	**6.000**
27 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Valle staz sollev. Spotorno (S13)	05/08/21	11:35	**79**
28 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Monte staz sollev. Spotorno (S13)	05/08/21	11:40	**3.700**

Numero campione	Tipologia prelievo	Denominazione campione	Data prelievo	Ora prelievo	c_{od} (ou_E/m^3)
29 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Valle staz sollev. 1 Spotorno (S14)	05/08/21	11:50	**130**
30 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Monte staz sollev. 1 Spotorno (S14)	05/08/21	11:55	**4.600**
31 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Valle staz sollev. 2 Spotorno (S14)	05/08/21	11:58	**98**
32 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Monte staz sollev. 2 Spotorno (S14)	05/08/21	12:00	**620**
33 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Valle staz sollev. Noli (S15)	05/08/21	12:15	**260**
34 – RT 761/21	Puntuale da condotto	Monte staz sollev. Noli (S15)	05/08/21	12:18	**570**

5. Valutazione dei risultati

In Tabella 2 si riportano i valori di concentrazione di odore dei campioni prelevati in corrispondenza delle emissioni convogliate presenti all'interno dell'impianto di depurazione e le medie geometriche[2] delle concentrazioni misurate nelle ripetizioni a valle dei tre camini.

Tabella 2: media geometrica della concentrazione di odore per i campioni prelevati a valle dei presidi ambientali

Numero campione	Denominazione campione	c_{od} (ou_E/m^3)	Media geometrica c_{od} (ou_E/m^3)
3 – RT 760/21	1° Valle E7	140	**89**
4 – RT 760/21	2° Valle E7	68	
5 – RT 760/21	3° Valle E7	74	
7 – RT 760/21	1° Valle E11	1.300	**1.300**
8 – RT 760/21	2° Valle E11	1.400	
9 – RT 760/21	3° Valle E11	1.200	

[2] Ricordiamo che il valore "media geometrica c_{od}" riportato in tabella è dato dalla formula:

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

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:

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

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:

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

da cui: $C = \left(\prod_n C_i\right)^{1/n} = \sqrt[n]{C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot \ldots \cdot C_n}$

che non è altro che la definizione di media geometrica.

Numero campione	Denominazione campione	c_{od} (ou_E/m^3)	Media geometrica c_{od} (ou_E/m^3)
11 – RT 760/21	1° Valle E6	2.000	**2.000**
12 – RT 760/21	2° Valle E6	2.100	
13 – RT 760/21	3° Valle E6	2.000	

Nel seguente grafico (Figura 52) vengono riportati i valori di concentrazione di odore (in ou_E/m^3) ottenuti per ciascun campione prelevato presso il depuratore e le medie geometriche calcolate in precedenza.

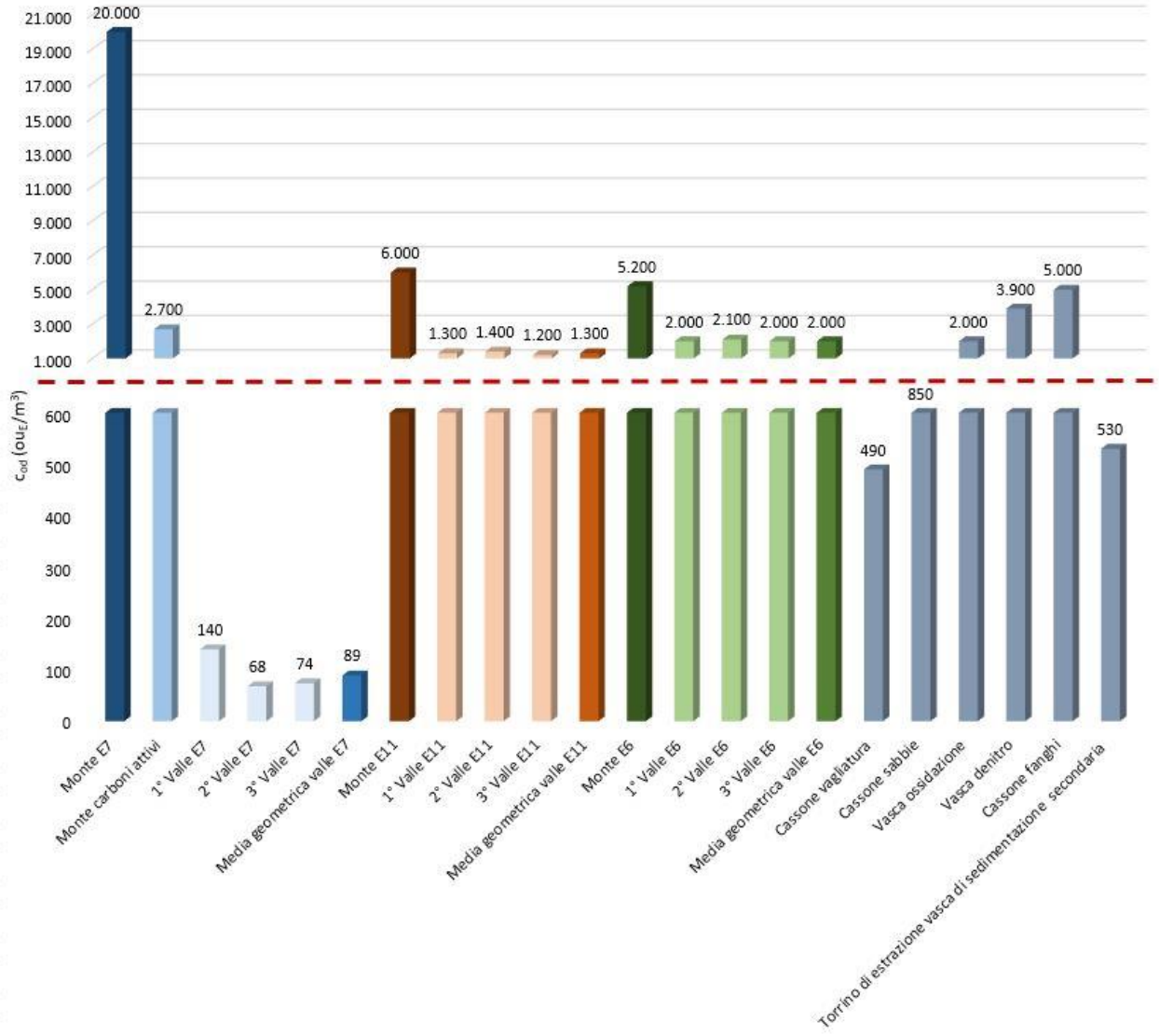


Figura 52: concentrazioni di odore dei campioni prelevati all'interno del depuratore

Per i campioni prelevati mediante l'utilizzo di wind tunnel (campioni n° 14, 15, 16 e 18 – RT 760/21) è possibile calcolare la portata di odore per unità di superficie ($ou_E/m^2/s$), sulla base della **Delibera SNPA 38/2018**, secondo la formula:

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

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

Q_{effl} = portata volumetrica di aria uscente dalla cappa (m^3/s)

c_{od} = concentrazione di odore misurata (ou_E/m^3)

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

Infine, per calcolare l'OER, ovvero la portata di odore, è sufficiente moltiplicare il 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).

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

Tabella 3: calcolo delle OER relative ai campioni prelevati con wind tunnel

Numero campione	Denominazione campione	c_{od} (ou_E/m^3)	Superficie emissiva (m^2)	SOER ($ou_E/m^2/s$)	OER (ou_E/s)
14 – RT 760/21	Cassone vagliatura	490	13,3	1,7	**23,1**
15 – RT 760/21	Cassone sabbie	850	13,3	3,0	**40,1**
16 – RT 760/21	Vasca ossidazione	2.000	3,8	7,1	**26,9**
18 – RT 760/21	Cassone fanghi	5.000	30,0	17,7	**531,5**

Considerando, invece, le emissioni convogliate, è possibile, a partire dalla portata normalizzata (a 20 °C) di odore (OER) in entrata ed uscita dal deodorizzatore (Tabella 4), calcolare l'efficienza di abbattimento della concentrazione di odore.

Tabella 4: calcolo delle OER relative ai campioni prelevati a monte e a valle dei deodorizzatori

Denominazione campione	Media geometrica c_{od} (ou_E/m^3)	Portata normalizzata[3] (Nm^3/h)	OER (ou_E/s)
Monte E7	20.000	5.700	**32.000**
Valle E7	89	5.800	**140**
Monte E11	6.000	16.000	**26.000**
Valle E11	1.300	16.000	**5.800**
Monte E6	5.200	57.000	**82.000**
Valle E6	2.000	55.000	**30.000**

Di seguito elenchiamo le efficienze di abbattimento di odore per ciascun deodorizzatore:

$$\eta_{E7} = \frac{OER\ monte\ deodorizzatore\ E7 - OER\ valle\ deodorizzatore\ E7}{OER\ monte\ deodorizzatore\ E7} * 100 = \frac{32.000 - 140}{32.000} * 100 = 99\%$$

$$\eta_{E11} = \frac{OER\ monte\ deodorizzatore\ E11 - OER\ valle\ deodorizzatore\ E11}{OER\ monte\ deodorizzatore\ E11} * 100 = \frac{26.000 - 5.800}{26.000} * 100 = 78\%$$

$$\eta_{E6} = \frac{OER\ monte\ deodorizzatore\ E6 - OER\ valle\ deodorizzatore\ E6}{OER\ monte\ deodorizzatore\ E6} * 100 = \frac{82.000 - 30.000}{82.000} * 100 = 63\%$$

A seguito delle modifiche impiantistiche effettuate al deodorizzatore della linea fanghi (E7), l'efficienza di abbattimento dell'odore risulta essere molto elevata (99%). Le efficienze calcolate per l'impianto deodorizzante dei pretrattamenti (E11) e il deodorizzatore della linea acque (E6) risultano inferiori ma comunque molto buone.

Il procedimento appena seguito per il calcolo delle portate di odore a monte e a valle dei deodorizzatori e per la determinazione delle efficienze di abbattimento, verrà ripetuto anche per quanto riguarda i carboni attivi delle stazioni di sollevamento dislocate sul territorio savonese.

[3] Le portate indicate corrispondono alle portate umide (normalizzate a 20 °C) misurate da C.P.G. Lab S.r.l. in occasione dei monitoraggi condotti in data 7-8 settembre 2020 nei punti di emissione E6, E7 ed E8.

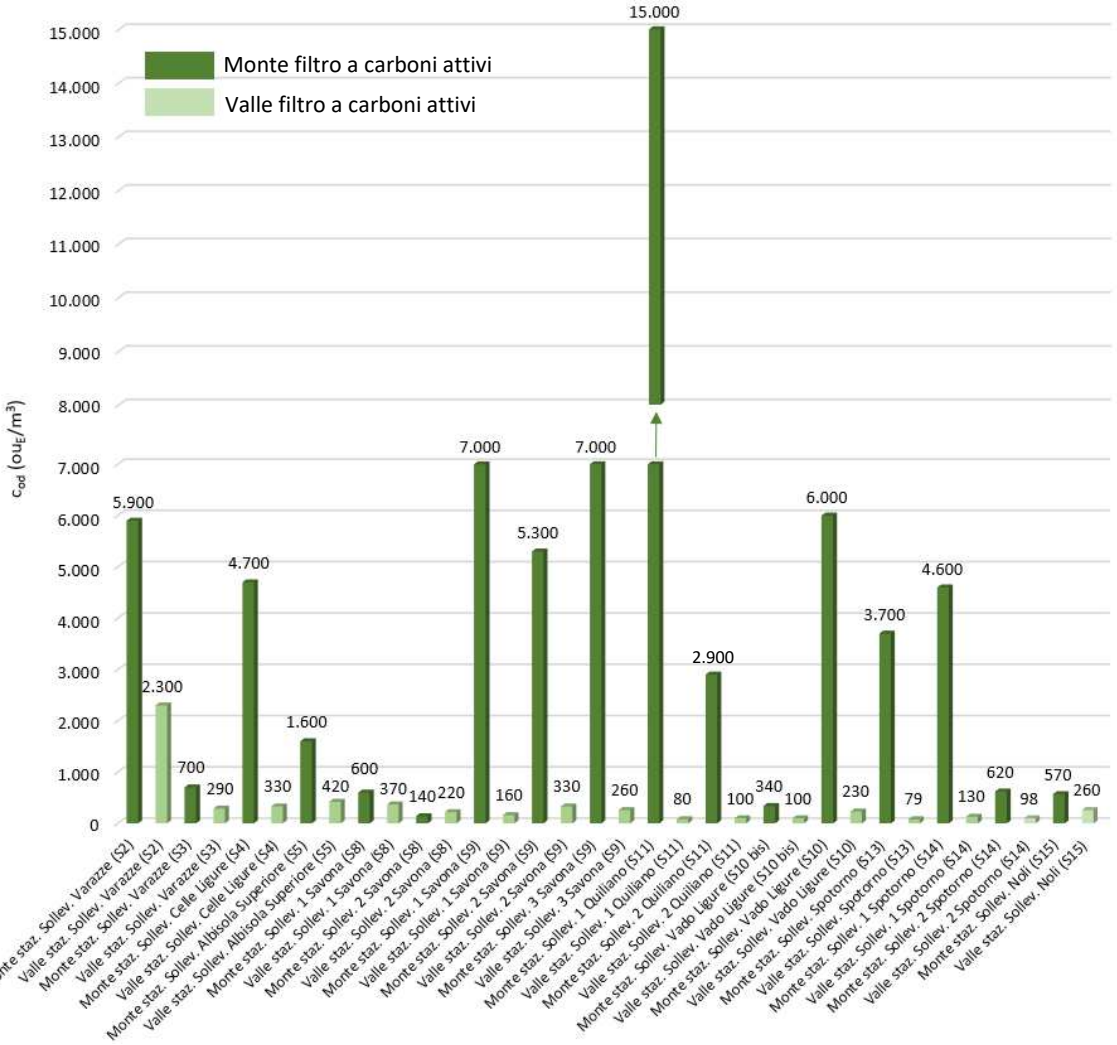


Figura 53: concentrazioni di odore dei campioni prelevati a monte e a valle dei filtri a carboni attivi di ciascuna stazione di sollevamento

Come fatto in precedenza, riportiamo in Tabella 5 le portate normalizzate (a 20 °C) di odore (OER) in entrata ed uscita dai filtri, necessarie a calcolare l'efficienza di abbattimento della concentrazione di odore per ciascuno di essi.

Tabella 5: calcolo delle OER relative ai campioni prelevati a monte e a valle dei carboni attivi presenti presso le stazioni di sollevamento

Denominazione campione	c_{od} (ou_E/m^3)	Portata normalizzata (Nm^3/h)	OER (ou_E/s)
Monte stazione di sollevamento Varazze (S2)	5.900	210	**350**
Valle stazione di sollevamento Varazze (S2)	2.300	210	**140**
Monte stazione di sollevamento Varazze (S3)	700	210	**42**
Valle stazione di sollevamento Varazze (S3)	290	210	**17**
Monte stazione di sollevamento Celle Ligure (S4)	4.700	190	**250**
Valle stazione di sollevamento Celle Ligure (S4)	330	190	**18**
Monte stazione di sollevamento Albisola Superiore (S5)	1.600	160	**72**
Valle stazione di sollevamento Albisola Superiore (S5)	420	160	**19**
Monte stazione di sollevamento 1 Savona (S8)	600	540	**89**
Valle stazione di sollevamento 1 Savona (S8)	370	540	**55**
Monte stazione di sollevamento 2 Savona (S8)	140	160	**6**
Valle stazione di sollevamento 2 Savona (S8)	220	160	**10**
Monte stazione di sollevamento 1 Savona (S9)	7.000	540	**1.000**
Valle stazione di sollevamento 1 Savona (S9)	160	540	**24**
Monte stazione di sollevamento 2 Savona (S9)	5.300	540	**790**
Valle stazione di sollevamento 2 Savona (S9)	330	540	**49**
Monte stazione di sollevamento 3 Savona (S9)	7.000	540	**1.000**
Valle stazione di sollevamento 3 Savona (S9)	260	540	**39**
Monte stazione di sollevamento 1 Quiliano (S11)	15.000	380	**1.600**

Denominazione campione	c_{od} (ou_E/m^3)	Portata normalizzata (Nm^3/h)	OER (ou_E/s)
Valle stazione di sollevamento 1 Quiliano (S11)	80	380	**8**
Monte stazione di sollevamento 2 Quiliano (S11)	2.900	300	**240**
Valle stazione di sollevamento 2 Quiliano (S11)	100	300	**8**
Monte stazione di sollevamento Vado Ligure (S10 bis)	340	270	**25**
Valle stazione di sollevamento Vado Ligure (S10 bis)	100	270	**8**
Monte stazione di sollevamento Vado Ligure (S10)	6.000	340	**570**
Valle stazione di sollevamento Vado Ligure (S10)	230	340	**22**
Monte stazione di sollevamento Spotorno (S13)	3.700	680	**690**
Valle stazione di sollevamento Spotorno (S13)	79	680	**15**
Monte stazione di sollevamento Spotorno 1 (S14)	4.600	970	**1.200**
Valle stazione di sollevamento Spotorno 1 (S14)	130	970	**35**
Monte stazione di sollevamento Spotorno 2 (S14)	620	680	**120**
Valle stazione di sollevamento Spotorno 2 (S14)	98	680	**18**
Monte stazione di sollevamento Noli (S15)	570	200	**32**
Valle stazione di sollevamento Noli (S15)	260	200	**15**

Di seguito elenchiamo le efficienze di abbattimento di odore per ciascun filtro a carboni attivi:

$$\eta_{S2} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S2 - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S2}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S2} * 100 = \frac{350 - 140}{350} * 100 = 60\%$$

$$\eta_{S3} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S3 - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S3}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S3} * 100 = \frac{42 - 17}{42} * 100 = 60\%$$

$$\eta_{S4} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S4 - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S4}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S4} * 100 = \frac{250 - 18}{250} * 100 = 93\%$$

$$\eta_{S5} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S5 - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S5}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S5} * 100 = \frac{72 - 19}{72} * 100 = 74\%$$

$$\eta_{S8\ (1)} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S8\ (1) - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S8\ (1)}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S8\ (1)} * 100 = \frac{89 - 55}{89} * 100 = 38\%$$

$$\eta_{S8\ (2)} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S8\ (2) - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S8\ (2)}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S8\ (2)} * 100 = \frac{6 - 10}{6} * 100 = -\%$$

$$\eta_{S9\ (1)} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S9\ (1) - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S9\ (1)}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S9\ (1)} * 100 = \frac{1000 - 24}{1000} * 100 = 98\%$$

$$\eta_{S9\ (2)} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S9\ (2) - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S9\ (2)}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S9\ (2)} * 100 = \frac{790 - 49}{790} * 100 = 94\%$$

$$\eta_{S9\ (3)} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S9\ (3) - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S9\ (3)}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S9\ (3)} * 100 = \frac{1000 - 39}{1000} * 100 = 96\%$$

$$\eta_{S11\ (1)} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S11\ (1) - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S11\ (1)}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S11\ (1)} * 100 = \frac{1600 - 8}{1600} * 100 = 100\%$$

$$\eta_{S11\ (2)} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S11\ (2) - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S11\ (2)}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S11\ (2)} * 100 = \frac{240 - 8}{240} * 100 = 97\%$$

$$\eta_{S10\ bis} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S10\ bis - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S10\ bis}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S10\ bis} * 100 = \frac{25 - 8}{25} * 100 = 68\%$$

$$\eta_{S13} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S13 - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S13}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S13} * 100 = \frac{690 - 15}{690} * 100 = 98\%$$

$$\eta_{S14\ (1)} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S14\ (1) - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S14\ (1)}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S14\ (1)} * 100 = \frac{1200 - 35}{1200} * 100 = 97\%$$

$$\eta_{S14\ (2)} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S14\ (2) - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S14\ (2)}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S14\ (2)} * 100 = \frac{120 - 18}{120} * 100 = 85\%$$

$$\eta_{S15} = \frac{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S15 - OER\ valle\ carboni\ attivi\ S15}{OER\ monte\ carboni\ attivi\ S15} * 100 = \frac{32 - 15}{32} * 100 = 53\%$$

Le efficienze calcolate sopra sembrano avere un buon andamento, con valori compresi tra il 38%, nel caso della stazione S8 (n.1), e 100%, nel caso della stazione S11 (n.1). Viene registrato un valore pari allo 0% solamente per il filtro S8 (n.2), il quale è caratterizzato da una portata di odore a monte inferiore a 10 ou_E/s.

Per quanto riguarda le portate di odore in uscita dai camini e dalle vasche presenti nell'impianto di depurazione e dai filtri a carboni attivi delle stazioni di sollevamento, possiamo indicarVi i seguenti spunti, al fine di una corretta valutazione dei dati ottenuti nel corso dell'indagine olfattometrica condotta: la DGR Lombardia n. IX/3018 del 2012 identifica come emissioni odorigene quelle sorgenti caratterizzate da un flusso di odore > 500 ou_E/s (rif. **Paragrafo 3.1 dell'Allegato 1 "Requisiti degli studi di impatto olfattivo mediante simulazione di dispersione"**). Nello specifico: *"nello scenario da impiegare nelle simulazioni per la stima dell'impatto olfattivo devono essere considerate tutte le emissioni dell'impianto oggetto di studio (convogliate, diffuse o fuggitive) per le quali la portata di odore sia maggiore di 500 ou_E/s, ad eccezione delle sorgenti per le quali, quale sia la portata volumetrica emessa, la concentrazione di odore massima sia inferiore a 80 ou_E/m^3"*).

Alla luce dei risultati ottenuti nella campagna di indagine, le sorgenti odorigene da simulare nel futuro modello di dispersione sono:

Tabella 6: tabella riassuntiva delle sorgenti odorigene

Denominazione campione	c_{od} (ou_E/m^3)	OER totale (ou_E/s)	Sorgente odorigena?
Camino E7	89	**140**	**NO**
Camino E11	1.300	**5.800**	**SI**
Camino E6	2.000	**30.000**	**SI**
Cassone vagliatura	490	**23,1**	**NO**
Cassone sabbie	850	**40,1**	**NO**
Vasca ossidazione	2.000	**26,9**	**NO**
Cassone fanghi	5.000	**531,5**	**SI**
Stazione di sollevamento Varazze (S2)	2.300	**140**	**NO**
Stazione di sollevamento Varazze (S3)	290	**17**	**NO**
Stazione di sollevamento Celle Ligure (S4)	330	**18**	**NO**
Stazione di sollevamento Albisola Superiore (S5)	420	**19**	**NO**
Stazione di sollevamento 1 Savona (S8)	370	**55**	**NO**
Stazione di sollevamento 2 Savona (S8)	220	**10**	**NO**

Denominazione campione	c_{od} (ou_E/m^3)	OER totale (ou_E/s)	Sorgente odorigena?
Stazione di sollevamento 1 Savona (S9)	160	**24**	**NO**
Stazione di sollevamento 2 Savona (S9)	330	**49**	**NO**
Stazione di sollevamento 3 Savona (S9)	260	**39**	**NO**
Stazione di sollevamento 1 Quiliano (S11)	80	**8**	**NO**
Stazione di sollevamento 2 Quiliano (S11)	100	**8**	**NO**
Stazione di sollevamento Vado Ligure (S10 bis)	100	**8**	**NO**
Stazione di sollevamento Vado Ligure (S10)	230	**22**	**NO**
Stazione di sollevamento Spotorno (S13)	79	**15**	**NO**
Stazione di sollevamento 1 Spotorno (S14)	130	**35**	**NO**
Stazione di sollevamento 2 Spotorno (S14)	98	**18**	**NO**
Stazione di sollevamento Noli (S15)	260	**15**	**NO**

Dalla tabella soprastante si può concludere che, considerando i parametri di valutazione presenti nella DGR Lombardia n. IX/3018 del 2012, le uniche tre sorgenti odorigene sono le emissioni E11, E6 ed il cassone fanghi.

6. Conclusioni

Alla luce dei risultati ottenuti nell'indagine olfattometrica oggetto della presente relazione è possibile osservare che:

- tra le potenziali emissioni odorigene la più impattante è risultata essere quella rappresentata dal camino E6 (deodorizzatore linea acque) con una concentrazione media di odore pari a 2.000 ou_E/m^3 e una portata odorigena pari a 30.000 ou_E/s;

- i campioni prelevati a monte e a valle delle 3 emissioni convogliate all'interno del depuratore hanno rivelato le seguenti efficienze di abbattimento:

  - 99% deodorizzatore linea fanghi E7 (costituito da 3 torri di lavaggio in serie: acqua + soda caustica nella prima, acqua ipoclorito di sodio + soda caustica nella seconda, acqua in ricircolo nella terza);

  - 78% deodorizzatore pretrattamenti E11 (costituito da 3 torri di lavaggio in serie: acqua + soda caustica nella prima, acqua ipoclorito di sodio + soda caustica nella seconda, acqua + ipoclorito di sodio nella terza);

  - 63% deodorizzatore linea acque E6 (costituito da 2 torri di lavaggio in serie: acqua + soda caustica nella prima, acqua ipoclorito di sodio + soda caustica nella seconda);

- le percentuali di abbattimento dell'odore per i deodorizzatori a servizio delle emissioni E7, E6 ed E11 sono molto elevate. Si precisa inoltre che l'efficienza di abbattimento misurata al camino E7, la quale nella precedente indagine risultava pari al 25% e quindi insufficiente (rif. LOD RT 373/21), ha subito un deciso miglioramento a seguito della recente installazione di un sistema di filtrazione;

- per quanto riguarda le sorgenti diffuse areali le concentrazioni di odore non sono risultate trascurabili, pari a:

  - 490 ou_E/m^3 cassone vagliatura;

  - 850 ou_E/m^3 cassone sabbie;

  - 2.000 ou_E/m^3 vasca ossidazione;

  - 3.900 ou_E/m^3 vasca denitro;

  - 5.000 ou_E/m^3 cassone fanghi.

  Nonostante ciò, le superfici di tali sorgenti sono ridotte, perciò le portate di odore non risultano elevate; inoltre, confrontando la concentrazione di odore rilevata nel corso della prima indagine olfattometrica per il cassone vagliatura, pari a 1.000 ou_E/m^3 (rif.

LOD RT 373/21), si può notare come l'utilizzo di un sistema di contenimento del materiale abbia comportato una riduzione della stessa (490 ou_E/m^3).

- considerando le stazioni di sollevamento oggetto di indagine si evidenzia che i carboni attivi installati presso ognuna di esse hanno, per la maggior parte, un'efficienza elevata, ad eccezione della stazione S8 (2), la quale non presenta un carico odorigeno a monte importante.
  Le portate di odore in uscita dai sistemi di trattamento risultano di modesto impatto;

- utilizzando i parametri di valutazione presenti nella DGR Lombardia n. IX/3018 del 2012, secondo i quali nello scenario da impiegare nelle simulazioni per la stima dell'impatto olfattivo devono essere considerate le emissioni per le quali la portata di odore sia maggiore di 500 ou_E/m^3, sono soltanto 3 le sorgenti emissive che rispondono positivamente a tale requisito, ossia i camini E6, E11 e il cassone fanghi.

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 13725:2004 afferma che "*il campionamento è un passaggio importante del processo di misurazione della concentrazione di odore di un effluente gassoso: esso incide sulla qualità e l'affidabilità del risultato".* Per raccogliere i campioni si ricorre al *"principio del polmone"*, come definito dalla norma, cioè *"un sacchetto di campionamento è collocato in un contenitore rigido e l'aria è rimossa dal contenitore utilizzando una pompa a vuoto; la depressione nel contenitore fa sì che il sacchetto si riempia con un volume di campione pari a quello che è stato rimosso dal contenitore".*

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 (> 50°C) e/o umidità relativa (emissione prossima alla saturazione), 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 13725:2004 per i procedimenti di campionamento (par. 7.3.2): "*la pre – diluizione del flusso di gas odorigeni deve essere applicata quando vi è il rischio di condensa del campione, quando conservato in condizioni ambiente. La pre – diluizione può essere applicata se il campione è molto caldo e dev'essere raffreddato prima dell'immissione nel contenitore di campioni".* Il prediluitore diluisce l'aria campionata con azoto utilizzando un rapporto 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 54: cappa di campionamento "wind tunnel".

Per la misura della concentrazione e del flusso di odore di superfici estese emissive (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 Mannebeck Mod. TO8, 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 "Selezione degli esaminatori in base alla variabilità e alla sensibilità individuali" della norma **UNI EN 13725:2004**: "*Al fine di ottenere un sensore affidabile, composto di un gruppo di membri del gruppo di prova, si devono selezionare dalla popolazione generale degli esaminatori che abbiano qualità specifiche per fungere da membri del gruppo di prova. Per garantire la ripetibilità dei risultati, le loro risposte olfattive dovrebbero essere il più costanti possibile da un giorno all'altro e nel corso della stessa giornata. Per garantire la ripetibilità del sensore, formato da un gruppo di prova composto dai singoli membri del gruppo di prova, la loro sensibilità olfattiva deve rientrare in un'ampiezza di banda definita, molto più ristretta della variabilità all'interno della popolazione. A questo scopo, gli esaminatori con una sensibilità specifica all'odorante di riferimento n-butanolo sono selezionati per essere membri del gruppo di*

prova. … Si devono raccogliere almeno 10 stime di soglia individuale per il gas di riferimento ai fini della selezione. … I dati per ogni esaminatore devono essere raccolti nel corso di almeno 3 sessioni in giorni separati con una pausa di almeno un giorno tra le sessioni."

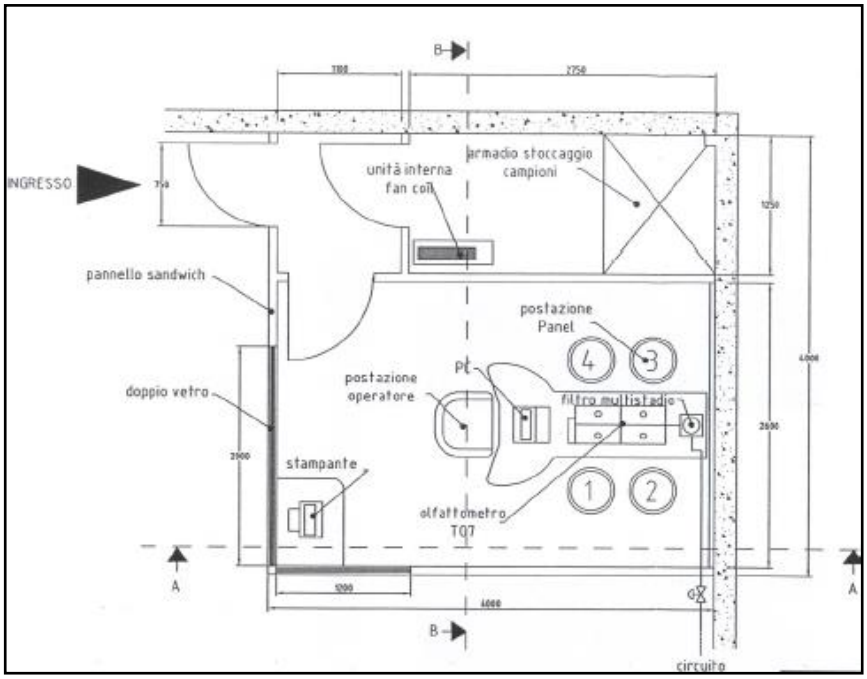


Figura 55: camera olfattometrica.

Il principio di misurazione è definito dalla norma **UNI EN 13725:2004** come segue: "*la concentrazione di odore di un campione gassoso di odoranti è determinata presentando il campione ad un gruppo di prova di soggetti umani selezionati e vagliati, variando la concentrazione mediante diluizione con gas neutro, al fine di determinare il fattore di diluizione alla soglia di rilevazione del 50% (Z_{50}). Con questo fattore di diluizione, la concentrazione di odore è per definizione 1 ou_E/m^3. La concentrazione di odore del campione esaminato è allora espressa come un multiplo (uguale al fattore di diluizione a Z_{50}) di un'unità odorimetrica europea per metro cubo [ou_E/m^3] in condizioni normali per l'olfattometria*."

LOD
LABORATORIO OLFATTOMETRIA DINAMICA

RAPPORTO DI PROVA RT 760/21

M 05.03 Rev 14 del 14/06/2021

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1744 L
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

ANALISI OLFATTOMETRICHE DI CAMPIONI AERIFORMI rev00

CLIENTE: Cons. Dep. Acque di scarico del savonese S.p.A. **INDIRIZZO:** via Caravaggio.1 - Savona (SV)
DATA PRELIEVO(L)**:** 04/08/2021 **LUOGO DI PRELIEVO:** via Caravaggio.1 - Savona (SV)
DATA RICEVIMENTO: 05/08/2021 **DATA ANALISI:** 05/08/2021 **DATA EMISSIONE RdP:** 09/09/2021
LUOGO DI PROVA: Laboratorio Olfattometria Dinamica S.r.l. - via Sondrio, 2 - Udine

(E) campione:	(F) Tipologia emissione	(G) ora prelievo:	(H) ora analisi:	(I) modalità di campionamento[1]	(J) temp. aria in camera Olf. (°C)	(K) Concentrazione di odore (ou_E/m^3)
1	Monte E7	14:10	13:57	A	22,1	**20.000**
2	Monte carboni attivi	14:15	14:07	A	22,4	**2.700**
3	1° Valle E7	14:18	14:16	A	22,7	**140**
4	2° Valle E7	14:48	14:23	A	22,8	**68**
5	3° Valle E7	15:18	14:29	A	23,0	**74**
6	Monte E11	14:25	14:39	A	23,2	**6.000**
7	1° Valle E11	14:30	14:46	A	23,3	**1.300**
8	2° Valle E11	15:00	14:53	A	23,1	**1.400**
9	3° Valle E11	15:30	15:03	A	22,8	**1.200**
10	Monte E6	14:40	15:11	A	22,5	**5.200**
11	1° Valle E6	14:50	15:18	A	22,4	**2.000**
12	2° Valle E6	15:20	15:25	A	22,3	**2.100**
13	3° Valle E6	15:50	15:31	A	22,5	**2.000**
14	Cassone vagliatura	15:26	15:48	C	22,8	**490**
15	Cassone sabbie	15:55	15:58	C	22,3	**850**
16	Vasca ossidazione	16:15	16:05	C	22,8	**2.000**
17	Vasca denitro	16:20	16:12	D	22,7	**3.900**
18	Cassone fanghi	16:45	16:17	C	22,6	**5.000**
19	Torrino di estrazione vasca di sedimentazione secondaria	17:00	16:27	A	22,4	**530**

Note:

(2) indica che le informazioni non sono state fornite dal Cliente; (3) indica che il campione è stato analizzato in accordo con il Cliente, nonostante le modalità di campionamento e/o di trasporto non siano conformi a quanto previsto dalla norma UNI EN 13725: 2004. LOD s.r.l. declina ogni responsabilità in merito a eventuali scostamenti che tale non conformità può implicare nei relativi risultati analitici; <lim. Ril. indica che il valore di concentrazione di odore rilevato in laboratorio è inferiore rispetto al valore di rilevabilià strumentale, calcolato secondo la norma UNI EN 13725: 2004 e pari a 12 ouE/m3.

Modalità di campionamento:	Campionamento a cura del LOD. Le informazioni riportate in (F) sono quelle indicate dal Cliente. LOD s.r.l. declina ogni responsabilità in merito a tali informazioni e alle implicazioni che possono avere sui risultati. Rif. Piano di Campionamento M 04.06
Modalità di prova:	UNI EN 13725:2004
Olfattometro:	Odournet TO8 EVO - 8008 - matricola interna 'K0A'
Odorante di riferimento:	1-Butanolo (CAS No. 71-36-3) a varie concentrazioni certificate, in bombola.
Accuratezza sensoriale complessiva:	Variabili di qualità sensoriale complessiva al 28/06/2021: Aod = 0,186 r = 0,136

L'incertezza estesa, qualora richiesta esplicitamente dal Cliente, è calcolata applicando un fattore di copertura k = 2 al livello di fiducia p = 95%

1: Legenda: A = istruzione I 04.01 prelievo puntuale da condotto; B = istruzione I 04.02 prelievo da superficie estesa emissiva; C = istruzione I 04.03 prelievo da superficie estesa non emissiva; D = istruzione I 04.04 prelievo di aria ambiente. Piano di campionamento M 04.06 riferito al presente LOD/RT.

Il Rapporto di Prova riguarda solo i campioni sottoposti a prova. La riproduzione parziale deve essere autorizzata per iscritto da LOD srl.

IL RESPONSABILE TECNICO

Ing. Silvia Rivilli

Firmato digitalmente da

SILVIA RIVILLI

Data e ora della firma: 09/09/2021 15:20:30

tt/nz/mv/SR

LOD
LABORATORIO OLFATTOMETRIA DINAMICA

RAPPORTO DI PROVA RT 761/21

M 05.03 Rev 14 del 14/06/2021

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1744 L
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

ANALISI OLFATTOMETRICHE DI CAMPIONI AERIFORMI rev00

CLIENTE: Cons. Dep. Acque di scarico del savonese S.p.A. **INDIRIZZO:** via Caravaggio.1 - Savona (SV)
DATA PRELIEVO(L)**:** 05/08/2021 **LUOGO DI PRELIEVO:** Provincia di Savona
DATA RICEVIMENTO: 06/08/2021 **DATA ANALISI:** 06/08/2021 **DATA EMISSIONE RdP:** 09/09/2021
LUOGO DI PROVA: Laboratorio Olfattometria Dinamica S.r.l. - via Sondrio, 2 - Udine

(E) campione:	(F) Tipologia emissione	(G) ora prelievo:	(H) ora analisi:	(I) modalità di campionamento[1]	(J) temp. aria in camera Olf. (°C)	(K) Concentrazione di odore (ou_E/m^3)
1	Valle stab sollev. Varazze (S2)	8:30	10:53	A	22,0	**2.300**
2	Monte stab sollev. Varazze (S2)	9:00	11:03	A	22,0	**5.900**
3	Valle staz sollev. Varazze (S3)	9:08	11:13	A	22,1	**290**
4	Monte staz sollev. Varazze (S3)	9:12	11:24	A	22,2	**700**
5	Valle staz sollev. Celle Ligure (S4)	9:20	11:31	A	22,3	**330**
6	Monte staz sollev. Celle Ligure (S4)	9:25	11:40	A	22,3	**4.700**
7	Valle staz sollev. Albisola Superiore (S5)	9:42	11:48	A	22,4	**420**
8	Monte staz sollev. Albisola Superiore (S5)	9:45	11:57	A	22,5	**1.600**
9	Valle staz sollev. 1 Savona (S8)	10:00	12:03	A	22,6	**370**
10	Monte staz sollev. 1 Savona (S8)	10:03	12:11	A	22,6	**600**
11	Valle staz sollev. 2 Savona (S8)	10:05	12:18	A	22,7	**220**
12	Monte staz sollev. 2 Savona (S8)	10:10	12:26	A	22,7	**140**
13	Valle staz sollev. 1 Savona (S9)	10:20	12:33	A	22,6	**160**
14	Monte staz sollev. 1 Savona (S9)	10:25	12:40	A	22,6	**7.000**
15	Valle staz sollev. 2 Savona (S9)	10:27	12:46	A	22,5	**330**
16	Monte staz sollev. 2 Savona (S9)	10:30	12:53	A	22,4	**5.300**
17	Valle staz sollev. 3 Savona (S9)	10:33	12:59	A	22,3	**260**
18	Monte staz sollev. 3 Savona (S9)	10:35	14:08	A	22,4	**7.000**
19	Valle staz sollev. 1 Quiliano (S11)	10:50	14:14	A	22,3	**80**
20	Monte staz sollev. 1 Quiliano (S11)	10:53	14:25	A	22,3	**15.000**

Note:

(2) indica che le informazioni non sono state fornite dal Cliente; (3) indica che il campione è stato analizzato in accordo con il Cliente, nonostante le modalità di campionamento e/o di trasporto non siano conformi a quanto previsto dalla norma UNI EN 13725: 2004. LOD s.r.l. declina ogni responsabilità in merito a eventuali scostamenti che tale non conformità può implicare nei relativi risultati analitici; <lim. Ril. indica che il valore di concentrazione di odore rilevato in laboratorio è inferiore rispetto al valore di rilevabilià strumentale, calcolato secondo la norma UNI EN 13725: 2004 e pari a 12 ouE/m3.

Modalità di campionamento:	Campionamento a cura del LOD. Le informazioni riportate in (F) sono quelle indicate dal Cliente. LOD s.r.l. declina ogni responsabilità in merito a tali informazioni e alle implicazioni che possono avere sui risultati. Rif. Piano di Campionamento M 04.06
Modalità di prova:	UNI EN 13725:2004
Olfattometro:	Odournet TO8 EVO - 8008 - matricola interna 'K0A'
Odorante di riferimento:	1-Butanolo (CAS No. 71-36-3) a varie concentrazioni certificate, in bombola.
Accuratezza sensoriale complessiva:	Variabili di qualità sensoriale complessiva al 28/06/2021: Aod = 0,186 r = 0,136

L'incertezza estesa, qualora richiesta esplicitamente dal Cliente, è calcolata applicando un fattore di copertura k = 2 al livello di fiducia p = 95%

1: Legenda: A = istruzione I 04.01 prelievo puntuale da condotto; B = istruzione I 04.02 prelievo da superficie estesa emissiva; C = istruzione I 04.03 prelievo da superficie estesa non emissiva; D = istruzione I 04.04 prelievo di aria ambiente. Piano di campionamento M 04.06 riferito al presente LOD/RT.

IL RESPONSABILE TECNICO

Ing. Silvia Rivilli

Il Rapporto di Prova riguarda solo i campioni sottoposti a prova. La riproduzione parziale deve essere autorizzata per iscritto da LOD srl.

tt/nz/mv/SR

LOD
LABORATORIO OLFATTOMETRIA DINAMICA

RAPPORTO DI PROVA RT 761/21

M 05.03 Rev 14 del 14/06/2021

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAB N° 1744 L
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

ANALISI OLFATTOMETRICHE DI CAMPIONI AERIFORMI rev00

CLIENTE: Cons. Dep. Acque di scarico del savonese S.p.A. **INDIRIZZO:** via Caravaggio.1 - Savona (SV)
DATA PRELIEVO(L)**:** 05/08/2021 **LUOGO DI PRELIEVO:** Provincia di Savona
DATA RICEVIMENTO: 06/08/2021 **DATA ANALISI:** 06/08/2021 **DATA EMISSIONE RdP:** 09/09/2021
LUOGO DI PROVA: Laboratorio Olfattometria Dinamica S.r.l. - via Sondrio, 2 - Udine

(E) campione:	(F) Tipologia emissione	(G) ora prelievo:	(H) ora analisi:	(I) modalità di campionamento[1]	(J) temp. aria in camera Olf. (°C)	(K) Concentrazione di odore (ou_E/m^3)
21	Valle stab sollev. 2 Quiliano (S11)	10:57	14:32	A	22,3	**100**
22	Monte stab sollev. 2 Quiliano (S11)	11:00	14:39	A	22,3	**2.900**
23	Valle staz sollev. Vado Ligure (S10 bis)	11:10	14:46	A	22,4	**100**
24	Monte staz sollev. Vado Ligure (S10 bis)	11:12	14:52	A	22,4	**340**
25	Valle staz sollev. Vado Ligure (S10)	11:15	15:02	A	22,3	**230**
26	Monte staz sollev. Vado Ligure (S10)	11:20	15:11	A	22,1	**6.000**
27	Valle staz sollev. Spotorno (S13)	11:35	15:21	A	22,1	**79**
28	Monte staz sollev. Spotorno (S13)	11:40	15:27	A	22,1	**3.700**
29	Valle staz sollev. 1 Spotorno (S14)	11:50	15:43	A	22,4	**130**
30	Monte staz sollev. 1 Spotorno (S14)	11:55	15:51	A	22,4	**4.600**
31	Valle staz sollev. 2 Spotorno (S14)	11:58	15:26	A	22,4	**98**
32	Monte staz sollev. 2 Spotorno (S14)	12:00	16:01	A	22,4	**620**
33	Valle staz sollev. Noli (S15)	12:15	16:08	A	22,4	**260**
34	Monte staz sollev. Noli (S15)	12:18	16:15	A	22,3	**570**

Note:

(2) indica che le informazioni non sono state fornite dal Cliente; (3) indica che il campione è stato analizzato in accordo con il Cliente, nonostante le modalità di campionamento e/o di trasporto non siano conformi a quanto previsto dalla norma UNI EN 13725: 2004. LOD s.r.l. declina ogni responsabilità in merito a eventuali scostamenti che tale non conformità può implicare nei relativi risultati analitici; <lim. Ril. indica che il valore di concentrazione di odore rilevato in laboratorio è inferiore rispetto al valore di rilevabilià strumentale, calcolato secondo la norma UNI EN 13725: 2004 e pari a 12 ouE/m3.

Modalità di campionamento:	Campionamento a cura del LOD. Le informazioni riportate in (F) sono quelle indicate dal Cliente. LOD s.r.l. declina ogni responsabilità in merito a tali informazioni e alle implicazioni che possono avere sui risultati. Rif. Piano di Campionamento M 04.06
Modalità di prova:	UNI EN 13725:2004
Olfattometro:	Odournet TO8 EVO - 8008 - matricola interna 'K0A'
Odorante di riferimento:	1-Butanolo (CAS No. 71-36-3) a varie concentrazioni certificate, in bombola.
Accuratezza sensoriale complessiva:	Variabili di qualità sensoriale complessiva al 28/06/2021: Aod = 0,186 r = 0,136

L'incertezza estesa, qualora richiesta esplicitamente dal Cliente, è calcolata applicando un fattore di copertura k = 2 al livello di fiducia p = 95%

1: Legenda: A = istruzione I 04.01 prelievo puntuale da condotto; B = istruzione I 04.02 prelievo da superficie estesa emissiva; C = istruzione I 04.03 prelievo da superficie estesa non emissiva; D = istruzione I 04.04 prelievo di aria ambiente. Piano di campionamento M 04.06 riferito al presente LOD/RT.

Il Rapporto di Prova riguarda solo i campioni sottoposti a prova. La riproduzione parziale deve essere autorizzata per iscritto da LOD srl.

IL RESPONSABILE TECNICO

Ing. Silvia Rivilli

Firmato digitalmente da

SILVIA RIVILLI

Data e ora della firma: 09/09/2021 15:26:12

tt/nz/mv/SR