



**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**  
**Assessorato della Difesa dell'Ambiente**

**IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI  
E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A  
SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE  
DELLA PROVINCIA DI ORISTANO**

**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE  
EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**ELABORATI AMMINISTRATIVI**

**GENERALI**

**RELAZIONI**

ELABORATO:

**STUDIO DELLE RICADUTE DI  
SOSTANZE ODORIGENE IN  
ATMOSFERA**

ALLEGATO

**A10**

DATA: MAggio 2023

CUP: E54E12000570002

CIG: 98133117D5C

SCALA:

**IL PROGETTISTA**

*(Ing. Agostino Pruneddu)*

**IL DIRETTORE GENERALE**

*(Dott. Marcello Siddu)*

**COLLABORATORI**

*Ufficio Tecnico del Consorzio*

**IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**

*(Ing. Salvatore Daga)*

| rev. | data       | descrizione                                    | redatto | verificato | approvato |
|------|------------|------------------------------------------------|---------|------------|-----------|
| 1    | Gennaio 22 | Adeguamento Q.E. e al P.N.R.R.                 | R.P.    | R.U.P.     | C.D.A     |
| 2    | Maggio 23  | Aggiornamento dati alle prescrizioni screening | R.P.    | R.U.P.     |           |
|      |            |                                                |         |            |           |

Codice Elaborato

P I T A 0 2 P D 0 1 A 0 1 6 R 0 2

Lavoro

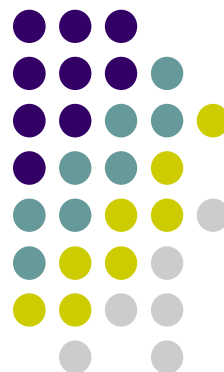
Fase

Sub Fase

Tipo

Elaborato

Revisione

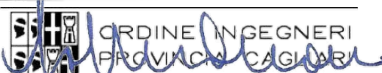


## Comune di Arborea (OR)

Monitoraggio delle ricadute in atmosfera di sostanze odorigene  
attraverso simulazione modellistica dovute all'esercizio  
dell'impianto di trattamento dei RSU in località Masangionis

Marzo 2023

  
ORDINE INGEGNERI  
PROVINCIA CAGLIARI  
N. 6134 Dr. Ing. GIOVANNI ONANO

  
ORDINE INGEGNERI  
PROVINCIA CAGLIARI  
N. 1589 Dr. Ing. SALVATORE ONANO

## Sommario

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 1. Premessa .....                                         | 2  |
| 2. Riferimenti Normativi .....                            | 2  |
| 3. L'impianto di trattamento dei RSU di Masangionis ..... | 9  |
| 4. Odori e tossicità .....                                | 18 |
| 5. Analisi degli odori e campagne di monitoraggio.....    | 19 |
| 6. Scenario emissivo dell'impianto .....                  | 23 |
| 7. Calcolo del flusso emissivo odorigeno.....             | 24 |
| 8. Strumenti di analisi previsionale.....                 | 26 |
| 9. Inquadramento climatologico .....                      | 29 |
| 10. Elaborazioni dell'output del modello.....             | 36 |

## 1. Premessa

Il presente studio modellistico si propone di effettuare una valutazione previsionale delle ricadute in atmosfera di sostanze odorigene dovute all'esercizio dell'impianto di trattamento dei RSU in loc. Masangionis - Arborea (OR) di proprietà del Consorzio Industriale Provinciale Oristanese.

Tale studio previsionale è stato richiesto nella D.G.R. N. 25/25 del 30.06.2021 che ha concluso l'iter della procedura di verifica di assoggettabilità alla valutazione di impatto ambientale (V.I.A.), D.Lgs. n. 152/2006, in relazione alla realizzazione di una sezione di biodigestione anaerobica e di incremento della capacità autorizzata della sezione di compostaggio dell'Impianto fino a 25.000 tonnellate all'anno.

## 2. Riferimenti Normativi

La nozione di "odore" è, in via generale, riconducibile alla sensazione elaborata dal sistema olfattivo dell'uomo in risposta ad uno stimolo dato dalla specifica interazione con una sostanza o miscela di sostanze. L'odore dell'aria è ampiamente riconosciuto come un parametro ambientale essenziale nel determinare la qualità della vita e, di conseguenza, riverbera effetti significativi su molteplici attività economiche.

Lo sviluppo delle attività antropiche ha comportato il moltiplicarsi del rilascio di sostanze connotate da odori molesti, generando, in tal modo, crescente interesse e preoccupazione per quello che viene definito "inquinamento olfattivo", ovvero l'impatto negativo sull'ambiente circostante e sulla popolazione esposta, prodotto dalla diffusione di tali flussi osmogeni.

La valutazione dell'impatto odorigeno incontra una serie di difficoltà oggettive che complicano l'approccio all'inquinamento olfattivo e che ne hanno ritardato la regolamentazione rispetto ad altri settori della qualità dell'aria.

Ai sensi della norma UNI EN 13725:2004 (Qualità dell'aria – Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica), l'impatto odorigeno è valutato in base ai dati di concentrazione di odore espressi in unità odorimetriche o olfattometriche al metro cubo ( $OU_E/m^3$ ) che rappresentano il numero di diluizioni necessarie affinché il 50% degli esaminatori non avverta più l'odore del campione analizzato. Tuttavia, si deve tenere presente che per il campionamento, la quantificazione e la caratterizzazione di questa tipologia di emissioni non esistono, ad oggi, procedure standardizzate universalmente condivise.

Non esiste attualmente in Italia una normativa nazionale che affronti il problema delle emissioni odorigene. Il testo unico sull'ambiente D. lgs. 152/06, nella parte quinta "Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera", non dà alcun riferimento alla molestia olfattiva, limitandone la trattazione alla prevenzione e alla limitazione delle emissioni delle singole sostanze caratterizzate solo sotto l'aspetto tossicologico. Gli unici interventi normativi in merito sono stati sviluppati a livello regionale, spesso relativamente a problematiche specifiche (preparazione di cibi, stoccaggio rifiuti).

La Regione Lombardia ha emanato delle linee guida per la caratterizzazione, l'analisi e l'autorizzazione delle emissioni gassose in atmosfera delle attività ad impatto odorigeno che affrontano il problema in modo specifico e soprattutto dal punto di vista quantitativo definendo limiti di emissione e di esposizione odorigena, requisiti di rilevazione e campionamento degli odori, ed altri aspetti utili allo svolgimento delle valutazioni della loro diffusione.

Nel caso che ci riguarda: la DGR 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.

La Delibera:

- approva specifiche linee guida per la caratterizzazione e l'autorizzazione delle emissioni gassose in atmosfera delle attività ad impatto odorigeno;
- prevede che le linee guida siano adottabili nell'ambito delle procedure avviate dopo 180 giorni dalla sua adozione.

Il campo di applicazione delle linee guida sono tutte le attività che, durante il loro esercizio, danno luogo ad emissioni odorigene e che sono soggette ad autorizzazione integrata ambientale (d.lgs. 152/06 e s.m.i. - parte seconda) o ad autorizzazione alla gestione dei rifiuti (d.lgs. 152/06 e s.m.i. - parte quarta). Inoltre, si applicano a tutte le attività sottoposte a valutazione d'impatto ambientale o a verifica di assoggettabilità da cui possono derivare emissioni odorigene.

Le sostanze odorigene emesse da attività antropiche possono limitare fortemente l'utilizzo del territorio. Pertanto, stabilire dei limiti che ne caratterizzino l'impatto odorigeno, nasce dalla necessità di far sì che attività con rilevanti flussi osmogeni non ostacolino la fruibilità del territorio coerentemente con quanto previsto dalle pianificazioni adottate.

Generalmente il territorio è suddiviso in: agricolo, residenziale, industriale, commerciale e/o artigianale. Pertanto, a seconda della zona in cui l'impianto viene a trovarsi, una data intensità del disturbo può limitare o meno l'utilizzo dell'area interessata. Infatti in una zona residenziale dove vi sono delle attività antropiche per periodi prolungati, la sola percezione dell'odore può limitare fortemente la fruibilità degli spazi, mentre in una zona industriale o artigianale la presenza di un moderato disturbo olfattivo non impedisce che l'area possa essere utilizzata.

Dato che la concentrazione dell'odore che insiste su un'area è influenzata non solo dalla portata emessa ma anche dalla orografia e dalla meteorologia, non è possibile associare un limite alle emissioni dell'attività senza tener conto di questi fattori. L'accettabilità della concentrazione di odore varia in funzione della tipologia di zona su cui esso impatta. Infatti lo stesso valore di concentrazione potrebbe essere accettabile in una zona rurale ma non in una zona densamente abitata.

Le Linee Guida della Regione Lombardia, indicano di produrre mappe di impatto in cui siano riportati i valori delle concentrazioni orarie di picco di odore al 98° percentile su base annuale corrispondenti

a 1, 3 e 5 UO<sub>E</sub>/ m<sup>3</sup>. Si osserva che a 1 UO<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> il 50% della popolazione percepisce l'odore, a 3 UO<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> l'85% della popolazione percepisce l'odore, e a 5 UO<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> il 90-95% della popolazione percepisce l'odore.

Il problema delle emissioni di sostanze odorogene assume rilevanza ai fini della realizzazione e della gestione degli impianti poiché, se da un lato le cosiddette molestie olfattive non sono in genere pregiudizievoli per la salute, dall'altro esse possono configurarsi come un fattore di stress fisiologico per la popolazione circostante, diventando spesso elemento di conflitto sia nel caso di impianti esistenti, che nella scelta del sito per la localizzazione di nuovi impianti produttivi.

L'odore, di per se, è un fenomeno complesso da comprendere sia per la vasta gamma delle sostanze coinvolte, sia perché la potenzialità osmogena di un composto dipende da diversi aspetti:

- Oggettivi propri della sostanza (volatilità, idrosolubilità, etc.);
- Soggettivi (fisiologico e psicologico dell'osservatore);
- Ambientali (temperatura, pressione, umidità relativa dell'aria, velocità e direzione dei venti).

Nonostante la molteplicità delle sostanze che compongono un odore, esso è solitamente percepito come se fosse dovuto ad un componente soltanto a seguito della "perdita di identità" che ciascun odorante subisce nella miscela; la discontinuità con cui poi avviene la percezione dipende invece dalle condizioni meteorologiche del sito nonché dalle fluttuazioni con cui gli odori sono emessi.

L'olfatto è un senso di "allerta": è il mezzo con cui riusciamo ad avere una prima idea della qualità dell'ambiente in cui viviamo. Grazie ad esso, e come conseguenza del processo di valutazione che ne consegue, possiamo avere due tipi di reazione: attrazione o repulsione.

Questo processo, oltre che ad aspetti puramente fisiologici è pure legato a fenomeni psiconeurologici e, nello specifico, alla memoria di lungo termine poiché le terminazioni nervose che dipartono dal bulbo olfattivo arrivano direttamente all'area del cervello denominata ippocampo che presiede alla regolazione dei comportamenti basali e alla organizzazione della memoria di lungo termine e delle emozioni. Infatti lo stimolo odoroso può talvolta avere una funzione altamente evocativa ed essere così in grado di fare riemergere dalla memoria eventi o esperienze accaduti addirittura nella nostra infanzia. Nell'arco della vita, inoltre, anche la capacità con cui siamo in grado di percepire gli odori muta (Gostelow et al., 2001): più in dettaglio si sa che età, sesso di appartenenza e antecedente esposizione (intesa come continuità o meno di esposizione ad un particolare odore), nonché fenomeni di adattamento, risultano essere i fattori maggiormente influenti sul fenomeno.

Anche l'interpretazione psicologica di un odore porta ad esprimere un giudizio d'intensità, oltre che un'associazione di idee, poiché, una volta percepiti dall'apparato olfattivo, il cervello attribuisce a tali segnali un significato che è associato alle informazioni derivanti dagli altri sistemi sensoriali. Infatti, nonostante raramente siano tossici di per se stessi, gli odori generati dal decadimento biologico delle biomasse danno generalmente luogo ad una reazione di repulsione dal momento che il decadimento organico può

rapresentare un pericolo per la salute.

Quando il nostro olfatto percepisce un odore, “automaticamente” ne vengono determinate le cosiddette “dimensioni”: rilevabilità, intensità, carattere (inteso come l'insieme delle peculiarità che permettono di distinguere fra odori differenti) e tono edonico (livello di gradimento o meno di uno stimolo olfattivo). A questo punto l'informazione percepita è a sua volta combinata con altri riferimenti così da apprendere l'odore e le sue possibili sorgenti. Se questo processo di valutazione porta ad una classificazione negativa dello stimolo olfattivo ricevuto, scatta automaticamente un comportamento atto ad affrontare la situazione. Questa fase è definita con il termine anglosassone “coping” e può sfociare o in uno sforzo atto a rimuovere la causa della sensazione negativa, oppure in una riduzione della sensazione sgradevole in base al fatto che, dopotutto, la causa del fastidio può anche essere ignorata. E' il continuo verificarsi protratto nel tempo di questo tipo di situazioni che può portare a vivere una condizione di molestia olfattiva e dare così origine alle proteste da parte di chi vi si trova soggetto: per giunta la condizione di molestia olfattiva può verificarsi con la maggior parte degli odori chiaramente percepibili, seppur in modo intermittente, e indipendentemente dal loro tono edonico. Pertanto il fastidio da odore può verificarsi anche per quegli odori comunemente classificati come gradevoli. La volontà di affrontare il problema accentua il bisogno di ulteriori studi sulla dispersione e sulla mitigazione degli odori: i modelli di diffusione sono gli strumenti da privilegiare per la stima della concentrazione di odore nell'intorno del sito, oppure per la stima del livello di emissione degli inquinanti a partire da misurazioni della concentrazione di odore in particolari siti.

La vigente normativa ambientale, sia a livello europeo che nazionale, non prevede, con riguardo alle emissioni odorigene e al loro impatto sull'ambiente circostante, una disciplina che, in maniera organica, fornisca un quadro di riferimento certo per valutare e risolvere le problematiche associate alle emissioni odorigene.

In particolare, la normativa ambientale nazionale risente da anni di una sistematica **carezza** di riferimenti specifici adeguati alla complessità della problematica relativa all'impatto olfattivo. Tale disallineamento ha comportato (e comporta tutt'ora) molteplici difficoltà per l'ente di controllo nel valutare compiutamente l'impatto dei fenomeni osmogeni in termini generali di disciplina coerente ed organica, attinenti agli aspetti qualitativi e quantitativi. Fino a pochi anni fa, infatti, gli unici riferimenti normativi erano limitati (come si vedrà in seguito) a due articoli dei codici civile e penale, ancora oggi applicabili e applicati a fronte di un tema che difficilmente può essere “regolato” da norme e/o valutazioni di carattere oggettivo.

Attualmente, nel Testo Unico Ambientale, l'inquinamento odorigeno viene genericamente ricondotto all'inquinamento atmosferico ed è oggetto di una trattazione orientata alla prevenzione e alla limitazione delle emissioni per le singole sostanze. In particolare, le emissioni odorigene – definite dall'art. 268, comma 1, del Dlgs. 152/2006 come “*emissioni convogliate o diffuse aventi effetti di natura odorigena*” – sono oggetto dell'art. 272-bis del Dlgs. 152/2006 (articolo inserito dall'art. 1, comma 1, lettera f),

paragrafo 8, del Dlgs. 183/2017, il quale dispone:

*1. La normativa regionale o le autorizzazioni possono prevedere misure per la prevenzione e la limitazione delle emissioni odorigene degli stabilimenti di cui al presente titolo. Tali misure possono anche includere, ove opportuno, alla luce delle caratteristiche degli impianti e delle attività presenti nello stabilimento e delle caratteristiche della zona interessata, e fermo restando, in caso di disciplina regionale, il potere delle autorizzazioni di stabilire valori limite più severi con le modalità previste all'articolo 271:*

*a) valori limite di emissione espressi in concentrazione ( $\text{mg}/\text{Nm}^3$ ) per le sostanze odorigene;*

*b) prescrizioni impiantistiche e gestionali e criteri localizzativi per impianti e per attività aventi un potenziale impatto odorigeno, incluso l'obbligo di attuazione di piani di contenimento;*

*c) procedure volte a definire, nell'ambito del procedimento autorizzativo, criteri localizzativi in funzione della presenza di ricettori sensibili nell'intorno dello stabilimento;*

*d) criteri e procedure volti a definire, nell'ambito del procedimento autorizzativo, portate massime o concentrazioni massime di emissione odorigene espresse in unità odorimetriche ( $\text{OU}_E/\text{m}^3$  o  $\text{OU}_E/\text{s}$ ) per le fonti di emissioni odorigene dello stabilimento;*

*e) specifiche portate massime o concentrazioni massime di emissione odorigena espresse in unità odorimetriche ( $\text{OU}_E/\text{m}^3$  o  $\text{OU}_E/\text{s}$ ) per le fonti di emissioni odorigene dello stabilimento. [...]*

Tale articolo riconosce alle Regioni e alle autorità competenti, in sede di autorizzazione, il potere di prevedere misure di prevenzione e di limitazione, appositamente definite per le emissioni odorigene, che possono includere, ove opportuno e alla luce delle caratteristiche dell'impianto e della zona interessata, anche prescrizioni impiantistiche e gestionali (incluso l'obbligo di attuare un piano di contenimento), nonché ulteriori criteri e procedure per definire concentrazioni massime di emissioni.

In questo modo il legislatore ha fornito, per la prima volta, una tutela diretta a definire un criterio-limite "quantitativo" alle emissioni, che tende ad integrare il criterio di accettabilità e tollerabilità di matrice giurisprudenziale, individuato in relazione all'interesse della collettività. Detto in altri termini, l'introduzione dell'art. 272-bis nel Testo Unico Ambientale ha colmato il vuoto normativo da anni parzialmente disciplinato dall'intervento della giurisprudenza di legittimità, dando così la possibilità ai giudici di ancorare la valutazione della legittimità delle emissioni odorigene non più alla mera percezione soggettiva ma a dati di carattere obiettivo, riconducibili a provvedimenti regionali o alle autorizzazioni concesse ai singoli impianti a rischio osmogeno.

A tal riguardo, si segnala che una parte della dottrina ha evidenziato che: «*In sostanza, quindi, con questa norma non si stabilisce direttamente una disciplina 'statale' con limiti certi, uniformi e predeterminati per le emissioni odorigene ma si attribuisce alla normativa regionale o alle singole autorizzazioni la facoltà di prevedere misure per la prevenzione e la limitazione delle emissioni odorigene degli stabilimenti con uno o più impianti o una o più attività che producono emissioni nell'atmosfera. E,*



*pertanto, sembrano del tutto giustificati i timori di chi dubita che questa disposizione ‘possa effettivamente aiutare ad ancorare la valutazione di merito a dati più oggettivi; certo è che la previsione di una facoltà di stabilire limiti da parte delle Regioni o all’interno delle autorizzazioni rischia di condurre a situazioni assai diverse a seconda del luogo in cui l’emissione si verifichi.*

Peraltro, su questo punto va sottolineato che, dal 19 dicembre 2017 (data di entrata in vigore dell’art. 272-bis del Dlgs. 152/2006) è stato esteso alle emissioni odorigene il regime sanzionatorio previsto dalla Parte Quinta del Dlgs. 152/2006. In particolare, come chiarito dalla Suprema Corte, nella recentissima sentenza n. 20204 del 21 maggio 2021: *«In caso di emissioni odorigene, la violazione delle misure imposte ai sensi dell’art. 272-bis, Dlgs. 152/2006, per attività che producono emissioni in atmosfera configura la contravvenzione di cui all’art. 279, comma 2[11], Dlgs. 152/2006 se riferita a valori limite di emissione, mentre negli altri casi saranno applicabili le sanzioni amministrative di cui al comma 2-bis del medesimo articolo. Per la violazione delle prescrizioni relative alle emissioni odorigene imposte con l’Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) alle attività ad essa soggette si applicano, invece, le sanzioni di cui all’art. 29-quaterdecies, Dlgs. 152/2006.»*

Allo scopo di disciplinare i casi di molestia olfattiva e sopperire, quindi, all’assenza di norme nazionali, alcune Regioni/Province Autonome, hanno redatto specifiche norme e Linee guida che vengono di seguito riportate.

#### REGIONE PIEMONTE

DGR n. 13-4554 del 9 gennaio 2017 – L.R. 43/2000 - Linee guida per la caratterizzazione e il contenimento delle emissioni in atmosfera provenienti dalle attività ad impatto odorigeno.

#### REGIONE LOMBARDIA

DGR n. 12764 del 16/04/2003 - Linea guida per la costruzione e l’esercizio degli impianti di produzione compost.

DGR 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.

#### PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

Deliberazione n. 1087 del 24 giugno 2016 – Linee Guida sugli odori

#### REGIONE VENETO

DGR n. 568 del 25/02/2005 - Norme tecniche ed indirizzi operativi per la realizzazione e la conduzione degli impianti di recupero e di trattamento delle frazioni organiche dei rifiuti urbani ed altre matrici organiche mediante compostaggio, biostabilizzazione e digestione anaerobica.

#### REGIONE EMILIA ROMAGNA

DGR n. 1495 del 24/10/2011 - Criteri tecnici per la mitigazione degli impatti ambientali nella progettazione e gestione degli impianti a biogas

#### REGIONE ABRUZZO

DGR n. 400 del 26/05/2004 - Direttive regionali concernenti le caratteristiche prestazionali e gestionali richieste per gli impianti di trattamento dei rifiuti urbani

#### REGIONE PUGLIA

LR n. 23 del 2015, "Modifiche alla legge regionale 22 gennaio 1999, n. 7, come modificata e integrata dalla legge regionale 14 giugno 2007, n. 17

#### REGIONE BASILICATA

DGR n. 709 del 22/04/2002 - Linee guida per la progettazione, costruzione e gestione degli impianti di compostaggio e biostabilizzazione

#### Le Linee Guida SNPA sulle emissioni odorigene

Benché il legislatore, con l'introduzione dell'art. 272-bis nel Dlgs. 152/2006, abbia (parzialmente) tentato di "razionalizzare" la disciplina sulle emissioni odorigene, è probabile che, come avvenuto fino al 2017, le Regioni procederanno a regolamentare le medesime dettando propri indirizzi e linee guida.

Peraltro, in questo eterogeneo panorama di normative regionali, al fine di favorire il processo di armonizzazione su scala nazionale della normativa sulle emissioni odorigene, il Consiglio del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) con Delibera n. 38 del 3 ottobre 2018 ha approvato il documento "*Metodologie per la valutazione delle emissioni odorigene – documento di sintesi*", al fine di fornire agli enti di controllo informazioni per la scelta degli approcci adeguati ad effettuare un'azione di prevenzione, controllo e valutazione delle emissioni odorigene, tenendo conto delle recenti novità in ambito normativo, all'utilizzo di metodologie valide ed aggiornate, alla ricognizione delle esperienze di successo in corso e all'interscambio di tecnologie disponibili.

Il documento predisposto dal SNPA ha avuto un importante esito cognitivo dei vari approcci regionali e rappresenta un punto di partenza per ulteriori approfondimenti tecnico-scientifici che potrebbero portare ad una semplificazione della disciplina. Peraltro, è utile ricordare che le linee guida summenzionate, pur rappresentando un valido supporto e punto di riferimento per gli operatori del settore (ovvero sia per i soggetti istituzionali preposti al controllo, sia per i gestori degli impianti) non hanno alcun valore normativo, in quanto non specificatamente richiamate (fino ad oggi) in nessuna norma di legge.

In conclusione, a supporto delle considerazioni svolte circa le difficoltà che si riscontrano nel valutare, da un punto di vista oggettivo, l'impatto osmogeno di un'attività, in dottrina è stato osservato che: «[...] La mancanza di una normativa nazionale che disciplini la materia porta i gestori a rivolgersi ai laboratori di analisi per verificare l'effettiva attribuzione delle molestie olfattive percepite nelle vicinanze

*dell'impianto. [...] Pur avendo il grosso vantaggio di attribuire un valore numerico ad una sensazione soggettiva, la misura olfattometrica non distingue la tipologia di odore analizzato; pertanto, per campioni prelevati in aria ambientale l'attribuzione della concentrazione di odore non può essere univoca poiché essa è necessariamente la somma di molteplici contributi che insistono sul territorio.»*

Tali osservazioni sono state riprese anche in alcune Linee Guida, ove si afferma che «L'assenza di parametri oggettivi di confronto, non ancora definiti univocamente stante la complessità del sistema olfattivo umano e la soggettività (fisica e psichica) della percezione odorosa, unitamente alle complicate modalità di determinazione degli odori nell'ambiente, rende molto problematica la caratterizzazione del disagio percepito e, di conseguenza, l'attività dell'ente di controllo ambientale.»

### 3. L'impianto di trattamento dei RSU di Masangionis

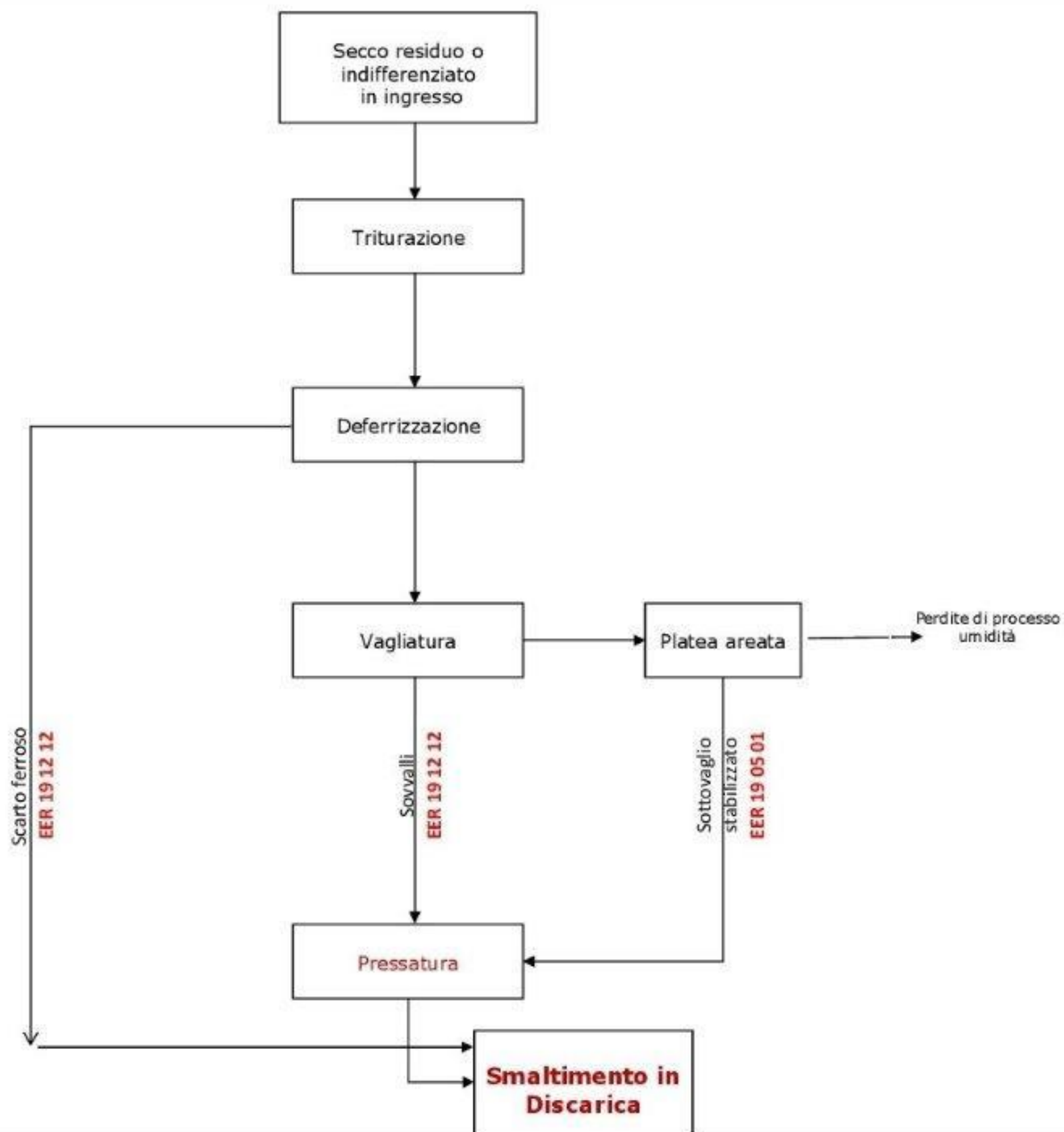
L'impianto di trattamento dei RSU si sviluppa su una superficie di circa 21,5 ha di cui poco meno di 14 ha occupata da capannoni industriali, viabilità di accesso e perimetrale, palazzina uffici, aree di stoccaggio dei rifiuti e del compost, dai piazzali e dalle aree destinate a verde, dal deposito di stoccaggio definitivo dei residui di lavorazione non recuperabili o riciclabili e dalle relative aree di rispetto destinate a verde.

L'impianto si compone, nella sua configurazione completa, di tre linee principali alimentate prevalentemente da rifiuti provenienti dalle raccolte differenziate operate a livello comunale nell'ambito provinciale dell'Oristanese:

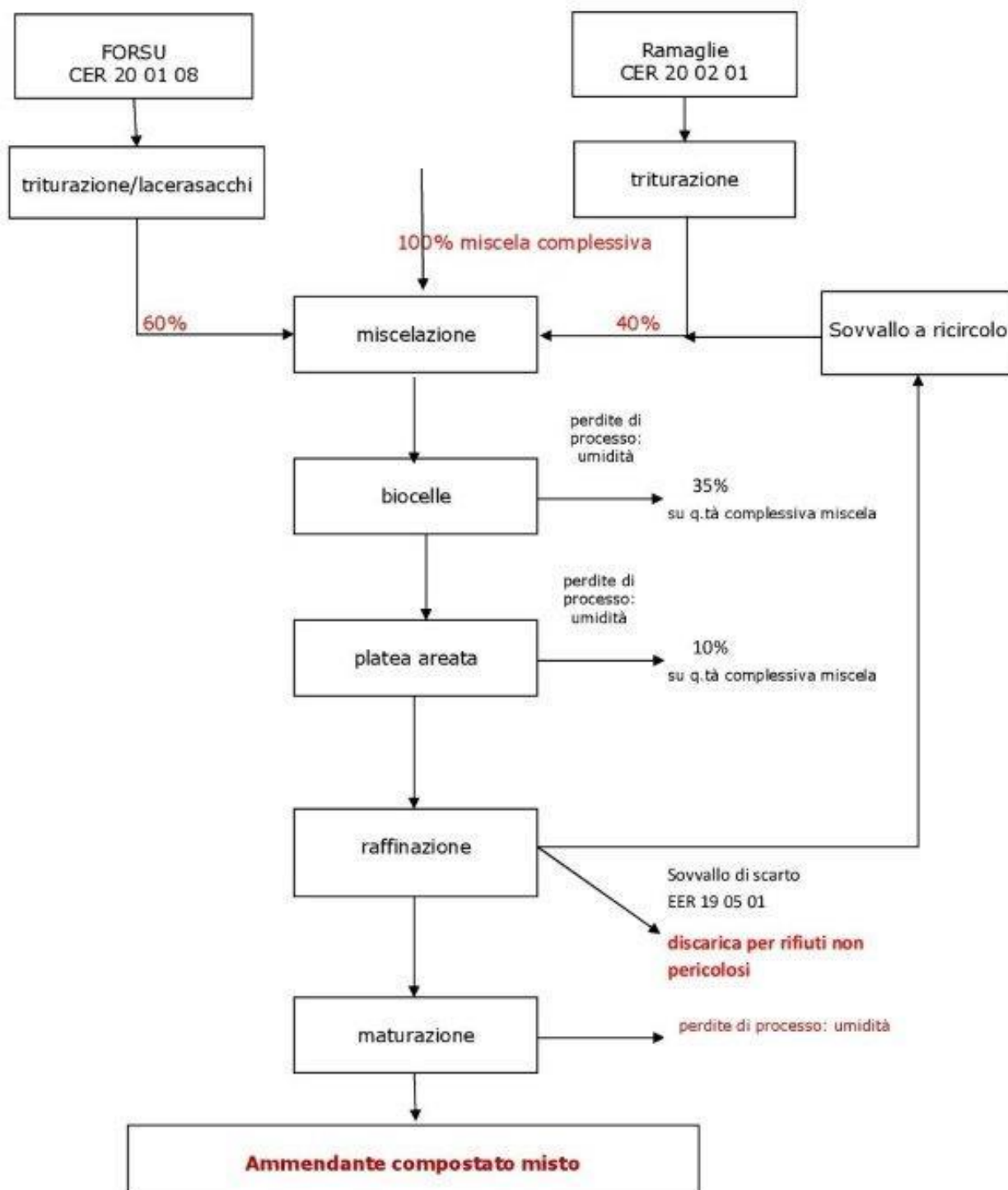
- una linea di separazione e trattamento del rifiuto secco residuo della potenzialità di trattamento autorizzata di 30.000 t/a;
- una linea dedicata alla valorizzazione delle frazioni organiche provenienti dalla raccolta differenziata, della potenzialità autorizzata di 22.700 t/a per la produzione di compost di qualità utilizzabile in agricoltura.
- una linea dedicata alla valorizzazione delle frazioni secche provenienti da RD (carta, plastica, vetro, barattolame, ecc), della potenzialità autorizzata pari a 34.500 t/a per i rifiuti urbani e 4.000 ton/a per i rifiuti speciali.

Di seguito si riportano i lay-out delle linee.

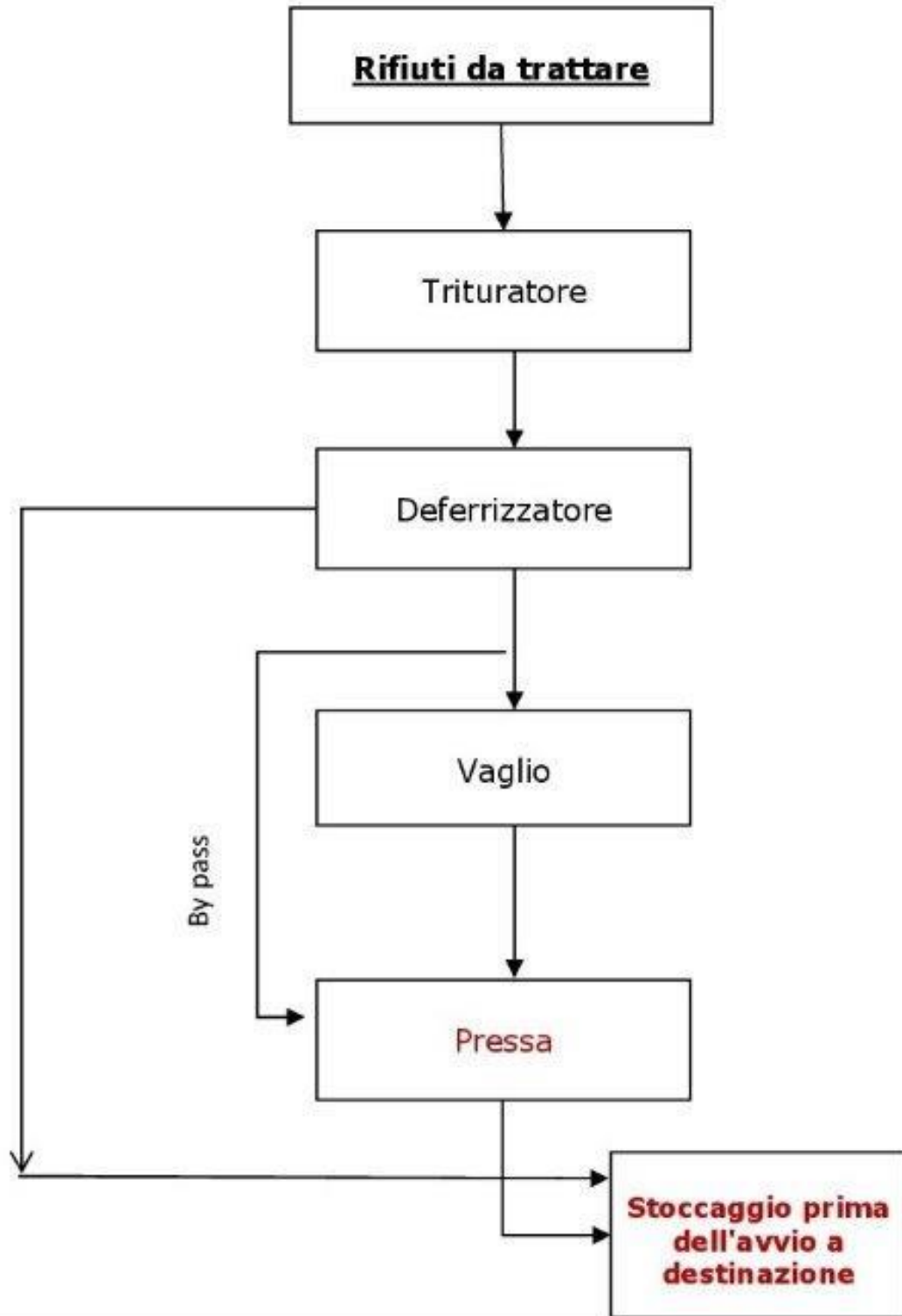
## LINEA DI TRATTAMENTO DEL SECCO



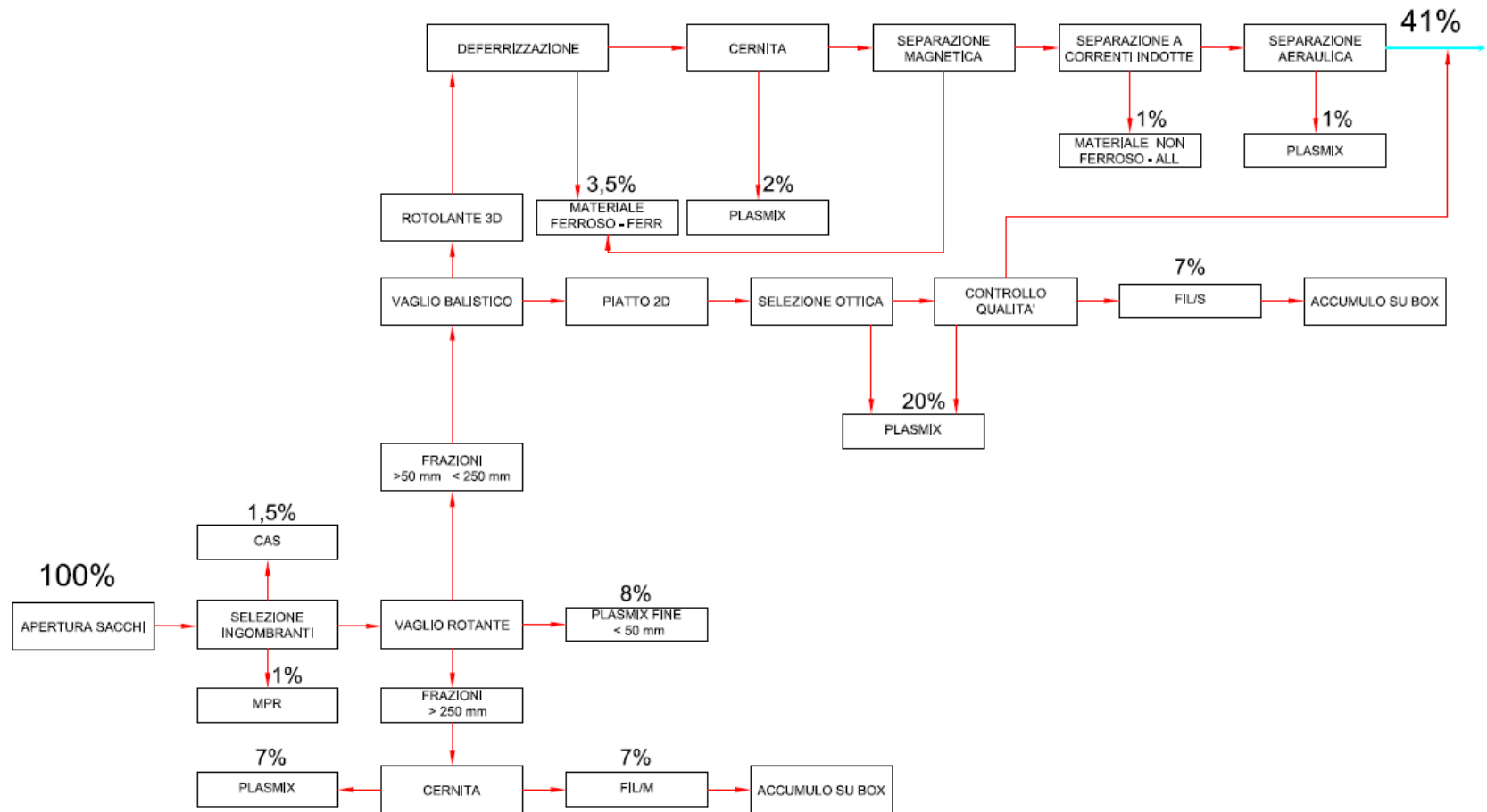
## LINEA DI TRATTAMENTO DELL'UMIDO



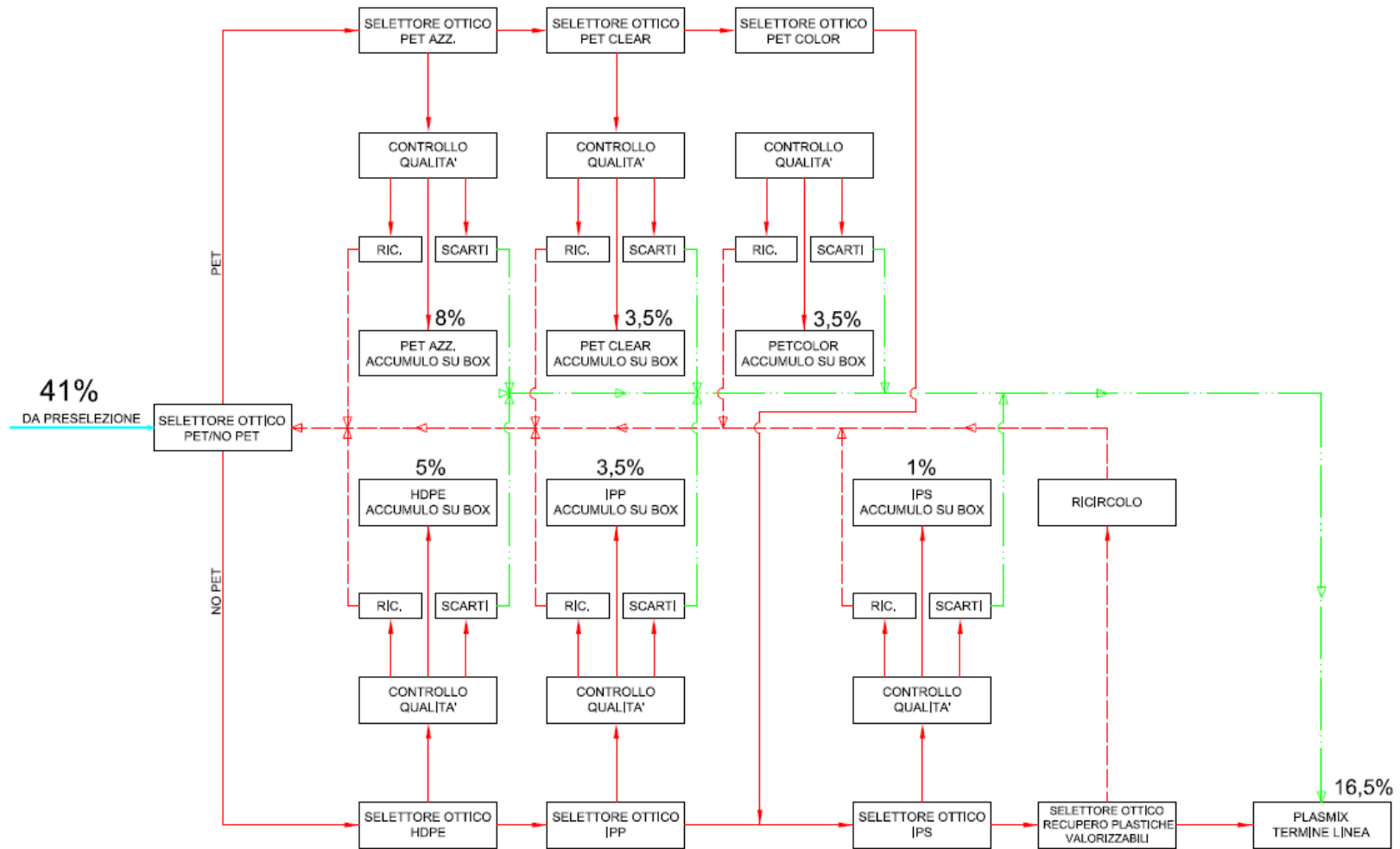
## LINEA DI TRATTAMENTO TMB e TM



## SCHEMA A BLOCCHI FASE DI PRESELEZIONE PLASTICA



## SCHEMA A BLOCCHI FASE DI SELEZIONE AUTOMATICA PLASTICA





Dell'impianto fa parte integrante la discarica di servizio, che è un'area adibita allo stoccaggio definitivo dei residui di processo non riutilizzabili o riciclabili e dei sovvalli ed è stata realizzata in un apposito sito adiacente l'impianto di trattamento dei rifiuti solidi urbani per ridurre o eliminare gli impatti causati dai veicoli utilizzati per il trasporto a discarica.

La discarica di servizio è suddivisa in tre moduli e la costruzione ha seguito le modalità indicate dal Decreto Legislativo n. 36 del 13.01.2003. Le acque che si infiltrano nella massa dei rifiuti sono inviate in un'apposita batteria di cisterne stagne poste all'interno di una vasca in cemento armato di sicurezza. Tali acque, unitamente agli altri percolati dell'impianto, vengono avviate ad un impianto di depurazione esterno.

È prevista la presenza di un sistema di estrazione e combustione del biogas prodotto, interamente già realizzato ed attivo.

Attualmente la discarica è esaurita e messa in sicurezza con una copertura in HDPE impermeabile all'acqua e al biogas.

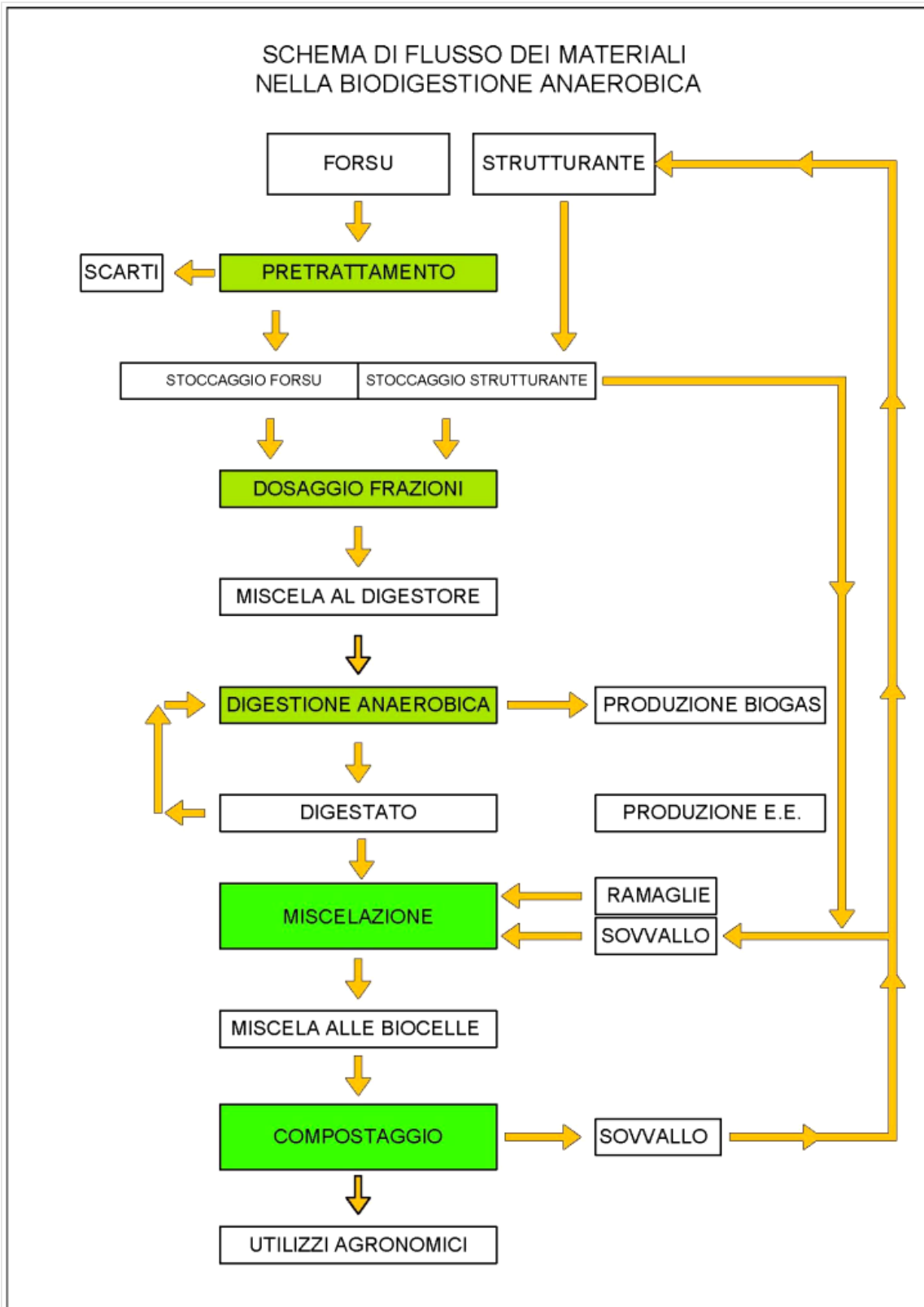
Il Progetto di potenziamento dell'impianto è stato sviluppato nel rispetto della normativa UE e nazionale sulle migliori tecniche e tecnologie (BAT) e prevede la modifica/integrazione della sezione di trattamento della FORSU attualmente in esercizio mediante l'inserimento di una serie di nuove apparecchiature/impianti necessari per preparare la miscela utile per l'alimentazione di un digestore anaerobico, per la digestione anaerobica e per la "pulizia" del biogas prodotto. Il digestato viene poi mescolato con ulteriore frazione verde e compostato in biocelle e platee aerate esistenti per produrre compost di qualità. La potenzialità del trattamento è prevista in 25.000 t/a.

In sintesi le opere previste riguardano:

- Inserimento di un biodigestore anaerobico;
- Installazione di un cogeneratore a biogas;
- Realizzazione della nuova linea di pretrattamento della FORSU e alimentazione automatica del biodigestore anaerobico.

Si riporta di seguito il lay-out della sezione modificata come in progetto.

SCHEMA DI FLUSSO DEI MATERIALI  
NELLA BIODIGESTIONE ANAEROBICA



Inquadramento urbanistico – territoriale

Coerenza con la pianificazione regionale, provinciale e comunale

L'area in esame è situata nella Sardegna Centrale, in provincia di Oristano ed è compresa nelle tavolette Oristano Sud (Foglio N. 528 sez. II) e Terralba (Foglio N. 538 sez. I) dell'I.G.M. in scala 1:25.000 del Foglio N. 216-217 Capo Mannu – Oristano in scala 1:100.000. È inoltre compresa nel Foglio n. 538 sezione 040 in scala 1:10.000.

Più specificatamente l'area dell'impianto e della discarica di servizio è localizzata in località "Masangionis", nell'agro del Comune di Arborea; tale sito presenta una ottimale possibilità di accesso dalla Strada Statale 131 e dista circa 6 Km a Nord - Est dall'abitato di Arborea, circa 2 km a Sud dalla frazione di S. Anna e circa 5 km a Nord dall'abitato di Marrubiu.

Per quanto attiene alla coerenza con la pianificazione regionale, provinciale e comunale, si rappresenta quanto segue.

Il Consiglio Comunale di Arborea, con Deliberazione n. 10 del 08/02/2011, ha accolto il contenuto delle seguenti Determinazioni:

- Determinazioni dell'Assessorato Regionale della Difesa dell'Ambiente – Direzione Generale dell'Ambiente – Servizio sostenibilità ambientale, valutazione impatti e sistema informativo ambientale (SAVI) n. 19100/805 del 16.09.2009, n. 2561/27 del 29.01.2010 e n. 9767/427 del 20.04.2010, aventi ad oggetto il Piano Urbanistico Comunale del Comune di Arborea. Procedura di valutazione di incidenza ai sensi dell'art. 6 del DPR 120/03;
- Determinazione n. 422 del 28.10.2009 del Dirigente del Settore Ambiente della Provincia di Oristano, avente ad oggetto: parere motivato sulla procedura di valutazione ambientale strategica (VAS) di cui al D.Lgs. 152/06 parte II, come modificato dal D.Lgs 04/2008, del Piano Urbanistico Comunale del Comune di Arborea in adeguamento al Piano Paesaggistico Regionale (PPR);
- Determinazione n. 68/3049 del 25.06.2010 della RAS – Presidenza - Autorità di Bacino – Direzione generale agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna, di approvazione dello studio di compatibilità idraulica e dello studio geologico-geotecnico relativo al Piano Urbanistico Comunale;

Ha preso atto e recepito integralmente le prescrizioni di cui alla:

- Determinazione n. 2568/D.G. del 24.11.2009 della RAS – Assessorato degli Enti Locali, Finanze ed Urbanistica – Direzione generale della pianificazione urbanistica territoriale e della vigilanza edilizia, concernente l'esito della verifica di coerenza di cui all'art. 31 della L.R. 7/2002, come riportato negli elaborati che costituiscono il Piano Urbanistico Comunale (PUC)

in adeguamento al P.P.R, completo del Piano di utilizzo del litorale (PUL), della Valutazione Ambientale Strategica (VAS) dello Studio di compatibilità idraulico, del Piano Comunale per il Commercio.

Per quanto sopra, il Piano Urbanistico Comunale in adeguamento al PPR e al PAI del Comune di Arborea insieme a tutti i suoi allegati risulta aver superato tutti i livelli di approvazione e, conseguentemente, l'Impianto di Trattamento RSU e la sua Discarica di servizio, compresi nel Piano Urbanistico Comunale di Arborea all'interno della zona G.4.6 destinata a servizi generali e più nel dettaglio al trattamento dei Rifiuti Solidi Urbani sono coerenti con la pianificazione regionale, provinciale e comunale.

#### 4. Odori e tossicità

Al momento non esiste una correlazione fissa fra odori e tossicità delle sostanze: la valutazione della tossicità comporta l'esame degli effetti in funzione della concentrazione e per gli ambienti di lavoro, si fa usualmente riferimento al parametro TLV (Threshold Limit Value) fissato dall'American Conference of Governmental Industrial Hygienists - 2006) che indica la massima concentrazione cui un lavoratore può essere esposto durante la propria vita lavorativa (8 ore/giorno per 5 giorni/settimana per 50 settimane/anno) senza incorrere in effetti patogeni. Normalmente la concentrazione dei composti odorigeni in atmosfera è di gran lunga inferiore alla TLV fissata dalle autorità sanitarie. Inoltre la loro soglia di rilevazione olfattiva (OT) è generalmente molto bassa così che la loro presenza può essere rilevata dal nostro olfatto prima che si possano verificare effetti tossici (Davoli et al., 2000). Questo è riscontrabile in tabella 1 in cui, per i più comuni odoranti di origine varia, è presentato il rapporto OT/TLV: le sostanze che hanno questo rapporto inferiore a 1 saranno quelle percepite prima di arrivare a determinare i propri effetti tossici.

Studi condotti sulle emissioni odorigene di varie tipologie di impianti hanno mostrato che l'odore è formato da più di 168 composti chimici singoli, senza tuttavia poter stabilire alcuna correlazione diretta fra la concentrazione in aria di ciascun singolo componente e l'intensità percepita da parte dell'uomo, per il verificarsi di effetti sinergici in base ai quali avviene che la soglia di rilevazione della miscela di odoranti risulta essere molto più bassa di quella propria dei singoli componenti.

| Odorante            | Sensazione Odorosa        | 100% OT ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | TLV ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | OT/TLV |
|---------------------|---------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------|
| Idrogeno solforato  | Uova marce                | 1,4                                  | 14000                            | 0,0001 |
| Solfuro di Carbonio | Solfuro                   | 60,0                                 | 3240                             | 0,02   |
| Metilmercaptano     | Cavolo marcio             | 70,0                                 | 1000                             | 0,07   |
| Etilmercaptano      | Cipolla in decomposizione | 5,2                                  | 1250                             | 0,004  |
| Acido acetico       | Aceto                     | 4980,0                               | 25000                            | 0,2    |
| Acido propionico    | Rancido, pungente         | 123,0                                | 30000                            | 0,004  |
| Metilammina         | Pesce Avariato            | 3867,0                               | 12000                            | 0,32   |
| Dietilammina        | Pesce Avariato            | 9800,0                               | 24000                            | 0,41   |
| Trimetilammina      | Pesce Avariato            | 11226,0                              | 9200                             | 1,22   |
| Etilammina          | Ammoniacale               | 1497,0                               | 18000                            | 0,08   |
| Dietilammina        | Pesce Avariato            | 911,0                                | 30000                            | 0,03   |
| Ammoniaca           | Pungente                  | 38885,0                              | 18000                            | 2,16   |

Tabella 1: soglie olfattive (OT – Olfactory Threshold) e valore di TLV (Threshold Limit Value) per alcuni composti odorigeni comunemente reperibili in atmosfera

## 5. Analisi degli odori e campagne di monitoraggio

L'analisi strumentale degli odori, oltre alle difficoltà di tipo fisiologico, già estremamente difficili da rendere oggettive con strumenti, ha anche a che fare con il problema della sensibilità dell'olfatto che, nell'uomo, tende a superare le tecniche analitiche convenzionali così che la caratterizzazione analitica degli odori si trova ad affrontare due tipi di difficoltà: la sensibilità necessaria e la complessità interpretativa del risultato.

Le tecniche di analisi chimica classica (gas cromatografia e/o spettrometria di massa) pur essendo di estrema utilità per l'esecuzione dell'analisi quantitativa degli odori, d'altra parte forniscono risultati che non sono in grado di soddisfare completamente il bisogno di informazione circa la sensazione percepita dagli esseri umani, in particolare quando questi sono generati dai processi di degradazione della sostanza organica (impianti di compostaggio, allevamenti, siti di depurazione delle acque reflue, etc.) proprio per le differenze esistenti fra individuo e individuo quanto a soglia di rilevabilità, intensità e tono edonico.

La principale tecnica disponibile per la misurazione di un odore è dunque l'olfattometria dinamica che si basa sulla rilevazione diretta dell'intensità di odore impiegando un panel di rinoanalisti qualificati secondo la norma EN 13725:2003 (UNI-CEN, 2003).

Questa tecnica ha il vantaggio di essere ormai standardizzata quanto a metodologia di esecuzione ed è in grado di contenere ad un livello accettabile la variabilità inevitabilmente legata al fattore umano: infatti, il nostro olfatto si è rivelato sorprendentemente stabile nel tempo per quanto concerne la rilevazione dell'odore in situazioni controllate (Walker, 2001). Tuttavia, questa tecnica analitica, ha lo svantaggio di essere piuttosto complessa e di arrivare all'acquisizione dei risultati in tempi piuttosto lunghi con costi non

trascurabili legati al personale impiegato per l'analisi dei campioni.

Il naso elettronico è un sistema complesso con caratteristiche olfattive simili a quelle umane e può essere definito come uno strumento che comprende una serie di sensori chimici o elettronici parzialmente specifici e con un sistema di riconoscimento del tracciato (pattern) in grado di individuare gli odori dovuti alla singola sostanza (odori semplici) o a delle miscele (odori complessi). Il naso elettronico non effettua un'analisi chimica della miscela, ma i sensori parzialmente selettivi producono un tracciato, che può essere successivamente classificato in base a un database di riferimento acquisito dallo strumento in una precedente fase di training.

Esistono differenti tipi di sensore ma, in generale, il sensore ideale per essere integrato in un naso elettronico dovrebbe soddisfare i seguenti requisiti tecnici: elevata sensibilità ai composti chimici, bassa sensibilità a temperatura e umidità, elevate selettività, stabilità, riproducibilità, affidabilità, brevi tempi di reazione e di recupero, robustezza e durevolezza, essere di facile calibrazione e di piccole dimensioni.

In maggiore dettaglio, il naso elettronico utilizzato per la valutazione dell'esposizione all'odore presso specifici recettori dovrebbe essere in grado di analizzare l'aria ambiente in modo continuo, rilevare la presenza di odori e classificarli al fine di riconoscerne la provenienza e/o stimarne la concentrazione.

Una campagna di rilevazioni olfattive con la tecnologia del naso elettronico riferite agli odori provenienti dall'Impianto di Trattamento R.S.U. di Arborea si è svolta tra il 19 luglio e il 19 agosto 2019 ed ha compreso anche un incontro con gli amministratori locali dei comuni interessati e con la popolazione. Lo strumento è rimasto posizionato in una abitazione della borgata di Sant'Anna, il nucleo abitato più popoloso tra quelli vicini all'impianto, per la durata di un mese. L'avvio delle rilevazioni è stato preceduto dalle attività di addestramento del naso elettronico, mediante le quali lo strumento è stato tarato per riconoscere la tipologia degli odori provenienti dalle diverse fonti di emissione presenti in impianto.

Per il Consorzio era importante effettuare una indagine dalla quale ottenere una mole di dati significativa in condizioni operative gravose e, come affermato dai tecnici della Fondazione Edmund Mach esecutori del campionamento, quella condotta a Sant'Anna è stata la campagna di rilevazione più lunga tra quelle da loro condotte. Anche la scelta del periodo in cui effettuare le rilevazioni, quello estivo, è stata determinata dalla volontà di fare l'indagine nelle condizioni più impegnative per l'esercizio dell'impianto di smaltimento. Infatti, nel periodo estivo si registra un incremento dei conferimenti della frazione umida e temperature elevate che accelerano la degradazione dei rifiuti e la produzione di odori e, sempre nel periodo estivo, storicamente vengono segnalati in misura maggiore i fastidi legati agli odori.

Dalla campagna di indagine è risultato che, su 44.483 minuti complessivi di rilevazioni nel mese di indagine, gli eventi positivi, quelli cioè associati alla presenza degli odori al riconoscimento dei quali lo strumento è stato addestrato, hanno avuto una durata complessiva di 2.805 minuti, per una percentuale del 6,3% del tempo totale; sono stati inoltre registrati eventi sconosciuti per 87 minuti, pari allo 0,2% mentre il resto, pari a 41.591 minuti (93,5%) è derivato dall'aria ambiente.

Particolarmente interessante è stata l'analisi delle fonti di provenienza degli odori rilevati: del 6,3% di eventi positivi complessivamente rilevati, il 41% è risultato proveniente dal biogas, il 29% dal fronte della discarica, il 24% dai cumuli di compost, il 5% dalle vasche di raccolta del percolato, e l'1% dai biofiltri. Questa informazione è risultata molto utile al fine della implementazione di nuovi e ulteriori accorgimenti gestionali finalizzati a limitare la diffusione degli odori.

Infatti i Tecnici del Consorzio hanno provveduto a mettere in atto le azioni attuabili nell'immediato, che hanno riguardato: la realizzazione di un maggior numero di pozzi di captazione del biogas ed il loro collegamento alla torcia esistente, la copertura del corpo della discarica con teli impermeabili per evitare emissioni di biogas dovute a fessurazioni del terreno di ricopertura che possono verificarsi in presenza di temperature elevate, il miglioramento del processo di compostaggio con verifica dell'indice respirometrico del prodotto.

Tra le altre iniziative finalizzate ad ulteriori miglioramenti è stata annunciata la implementazione di una sezione di biodigestione anaerobica nella linea di compostaggio, soluzione che, come dichiarato dai tecnici della Fondazione Edmund Mach, ha dato ottimi risultati in altri impianti da loro seguiti.

Su incarico del Consorzio Industriale Provinciale Oristanese (CIP), la Fondazione Edmund Mach (FEM) ha effettuato una nuova indagine con il naso elettronico sull'impatto olfattivo attribuibile all'impianto di trattamento dei R.S.U. e valorizzazione della raccolta differenziata a servizio dell'ambito territoriale ottimale di Oristano. Il principale obiettivo dell'indagine è stata di valutare, a distanza di due anni dalla campagna condotta nell'estate 2019 con la stessa metodologia, eventuali miglioramenti in termini di riduzione del disturbo odorigeno a seguito degli interventi messi in atto dal Consorzio presso l'area impiantistica oggetto di studio.

L'attività è iniziata il 20 luglio 2021 con il sopralluogo presso il sito operativo di Masangionis, l'individuazione e il campionamento delle potenziali sorgenti odorigene, delineate anche grazie al confronto con la precedente indagine, la fase di addestramento dello strumento per la creazione dei pattern di riferimento e il sopralluogo al sito bersaglio individuato dal Consorzio per ospitare il naso elettronico durante il periodo di monitoraggio.

La campagna di monitoraggio in continuo è iniziata il 22 luglio e si è conclusa il 22 agosto 2021, con telecontrollo da remoto della strumentazione e della costanza di registrazione dei dati. L'obiettivo principale della campagna di indagine 2021 è stato quello di misurare l'efficacia delle migliorie introdotte sul contenimento del disturbo olfattivo percepito nella frazione di S. Anna.

Il monitoraggio è stato condotto con la stessa strumentazione impiegata nel 2019, ossia il naso elettronico modello PEN3 della PCA Technologies.

Assieme ai referenti del Consorzio sono state individuate e campionate un totale di sei sorgenti all'interno del polo di trattamento (Figura e Tabella seguenti con elenco di tutte le sorgenti individuate e

campionate e relative coordinate geografiche), ritenute potenzialmente responsabili di emissioni odorigene.



|    |                           |                                                                                    |
|----|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| S1 | 39°47'38.8"N 8°38'34.1"E  | Biogas da uno dei tubi di convogliamento sulla sommità della discarica             |
| S2 | 39°47'37.7"N 8°38'32.5"E  | Fronte di discarica, in prossimità dei balloni                                     |
| S3 | 39°47'41.1"N 8°38'30.6"E  | Pozzetti del percolato                                                             |
| S4 | 39°47'46.8"N 8°38'30.6"E. | Cumulo di compost finito, stoccato sotto tettoia e movimentato con pala meccanica. |
| S5 | 39°47'42.2"N 8°38'34.2"E  | Biofiltro centrale                                                                 |
| S7 | 39°47'46.0"N 8°38'35.4"E  | Interno dei capannoni di conferimento del rifiuto                                  |

Il monitoraggio è iniziato il 22 luglio alle 17:54 e si è concluso il 22 agosto alle 18:07 per un totale di 44.681 minuti.

Il Consorzio non ha ritenuto necessario procedere alla distribuzione delle schede di segnalazione, poiché nel corso del 2020 e fino al momento della campagna non sono pervenute segnalazioni di disturbo da parte della popolazione di S. Anna.

Come detto la durata complessiva del monitoraggio è stata di 44.681 minuti, di cui 283 minuti (pari al 0,6% del totale) di registrazioni riconducibili ad eventi originati dalle sorgenti individuate presso il sito di indagine e 2803 minuti (6,3% del totale) riconducibili a sorgenti sconosciute.



L'unica sorgente a cui sono stati imputati gli eventi registrati è il fronte di scarica con il rifiuto (S2).

La distribuzione degli eventi nell'arco delle 24h permette di osservare che essi si verificano prevalentemente nel primo pomeriggio ed in serata, a partire dalle 13:00 fino alle 20:00. La fascia oraria più interessata è quella che va dalle 13:00 alle 16:00, nella quale il vento è di intensità pari a 3,7 m/s e proviene da Ovest; molti eventi si hanno anche dalle 17:00 alle 20:00, in cui si ha un vento proveniente dalla stessa direzione delle ore precedenti ma di intensità leggermente minore. Durante le ore notturne gli eventi sono in numero minore ed aumentano gradualmente fino al picco nel primo pomeriggio; un andamento che potrebbe essere influenzato dal contesto climatico territoriale o dalle attività svolte.

I risultati evidenziano come le azioni messe in atto a seguito della campagna 2019 siano state molto efficaci nel ridurre l'impatto odorigeno, soprattutto nel contenimento delle emissioni dal corpo di scarica, che si sono notevolmente ridotte (dal 4,4% precedente al 0,6% attuale).

Nel complesso le registrazioni attestano una riduzione dell'impatto del 90% circa, passando dal 6% nel 2019 allo 0,6% totale nel 2021.

## 6. Scenario emissivo dell'impianto

Le sorgenti vengono generalmente distinte per morfologia in quattro tipologie:

- Sorgenti convogliate puntiformi (es.: camini di espulsione);
- Sorgenti diffuse areali attive (es. biofiltri) o passive, prive di flusso proprio (es. vasche di trattamento reflui o cumuli di materiale);
- Sorgenti diffuse volumetriche (es.: capannoni con portelloni o finestre aperte).

Lo studio modellistico realizzato e che verrà illustrato in seguito, ha seguito le Linee Guida Regione Lombardia in tema di odore (Allegato 1 alla D.G.R. 15 febbraio 2012 – n. IX/3018), a cui si fa comunemente riferimento vista la mancanza di una normativa nazionale.

Nella presente relazione si è fatto specifico riferimento alle sezioni dell'impianto attualmente deputate al trattamento degli RSU, come individuate nella campagna di monitoraggio, e alla nuova sezione di digestione anaerobica che andrà ad integrare la linea di produzione del compost (con capacità aumentata a 25.000 t/a) alimentando con il biogas prodotto un gruppo di cogenerazione.

Quindi i punti emissivi considerati nello studio di impatto olfattivo sono:

- L'emissione dei fumi dal gruppo di cogenerazione;
- L'emissione dai biofiltri;
- L'emissione dai cumuli di compost raffinato stoccati sotto tettoia;

Sono invece state considerate nulle:

- le emissioni derivanti dai cumuli di verde, poiché tali cumuli, costituiti da cippato ligneo (ramaglie), avranno impatti olfattivi, in termini di concentrazione di odore, del tutto trascurabili;
- Le emissioni della torcia posta a servizio della discarica che brucia il biogas prodotto a basso tenore di CH<sub>4</sub> e della torcia di emergenza che sarà a servizio del digestore anaerobico nei casi, non programmati e dunque non modellizzabili a priori, di fermo motore per guasto o per manutenzione;
- Interno dei capannoni di conferimento del rifiuto, in quanto provvisti di impianto di aspirazione collegato ai biofiltri;
- La discarica, in quanto la coltivazione è stata completata e la stessa è stata ricoperta con un manto impermeabile di teli in HDPE.

|    |                               |                                                                                    |                                 |
|----|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| S4 | 39°47'46.8"N<br>8°38'30.6"E.  | Cumulo di compost finito, stoccato sotto tettoia e movimentato con pala meccanica. | Sorgente diffusa areale passiva |
| S5 | 39°47'42.2"N<br>8°38'34.2"E   | Biofiltri                                                                          | Sorgente diffusa areale attiva  |
| S8 | 39°47'46.07"N<br>8°38'31.71"E | L'emissione dei fumi del gruppo di cogenerazione                                   | Sorgente convogliata puntiforme |

## 7. Calcolo del flusso emissivo odorigeno

I dati di emissione sono stati ipotizzati sulla base dei dati di progetto dell'impianto e dei valori di concentrazione e portata di odore relativi ad impianti analoghi a quello in oggetto. I dati di portata, le caratteristiche fisiche e geometriche delle sorgenti e i dettagli sul funzionamento delle singole sorgenti sono stati forniti dai progettisti.

Per quanto riguarda le emissioni puntuali o assimilabili, ossia le emissioni dal camino di espulsione del gruppo di cogenerazione e l'emissione dal biofiltro, ai fini di una valutazione delle emissioni odorigene non è sufficiente considerare unicamente il valore di concentrazione di odore, bensì è necessario fare riferimento alla portata di odore (OER – Odour Emission Rate), calcolata come prodotto fra la concentrazione di odore e la portata di aria emessa, ed espressa in unità odorimetriche al secondo (UO<sub>E</sub>/s).

$$OER = C_{od} * Q_{aria}$$

Per convenzione (EN 13725:2003), l'OER è espresso normalizzando la portata di aria a 20°C. Anche per quanto riguarda le sorgenti di odore areali senza flusso indotto, ossia, nel caso specifico, i cumuli di compost stoccati sotto tettoia, ai fini di una valutazione delle emissioni odorigene non è sufficiente considerare unicamente il valore di concentrazione di odore. In questo caso è necessario fare riferimento ad altri parametri, quali il flusso specifico e la portata di odore.

Il flusso specifico di odore (SOER – Specific Odour Emission Rate) è una grandezza che, nel caso di una sorgente areale senza flusso indotto, indica le unità odorimetriche emesse per unità di tempo e di superficie. Tale parametro, espresso in unità odorimetriche per metro quadrato e per secondo ( $UO_E/s \cdot m^2$ ) è calcolato moltiplicando il valore di concentrazione di odore per la portata di aria neutra introdotta nella cappa dinamica utilizzata per il campionamento, e successivamente dividendo per l'area di base della cappa stessa.

Anche nel caso delle sorgenti areali senza flusso indotto, la grandezza che consente di valutare le emissioni di odore è la portata di odore (OER – Odour Emission Rate), espressa in unità odorimetriche al secondo ( $UO_E/s$ ), e calcolata in questo caso come prodotto fra il flusso specifico di odore e la superficie della sorgente.

$$OER = SOER * A$$

Nel caso della valutazione della dispersione delle emissioni di odore da sorgenti areali, la portata di odore è ricalcolata per ciascuna ora del dominio della simulazione facendo riferimento al valore di velocità del vento misurato dalla centralina meteorologica.

#### Biofiltro

Dalla DGR 12764/2003 LOMBARDIA Linee guida Compostaggio, la concentrazione odorigena massima in ingresso al biofiltro dovrà essere tale per cui l'efficienza di abbattimento garantisca un valore teorico in uscita dal biofiltro inferiore alle  $300 UO_E/m^3$  (il valore sarà ottenuto dalla formula:  $UO_E/m^3_{\text{ingresso}} = 300/m^3_{\text{uscita}} (1 - Re)^{-1}$ ). Le nuove BAT 2018 hanno portato tale limite a  $500 UO_E/m^3$ .

Sono state svolte delle analisi olfattometriche sui biofiltri, i cui esiti si attestano attorno alle 180-240  $UO_E/m^3$ .

Si assumerà quindi il valore di concentrazione massimo di  $240 UO_E/m^3$ .

L'emissione convogliata areale è caratterizzata da un flusso indotto di aeriforme, per questo motivo nella valutazione dell'emissione odorigena oltre al valore di concentrazione di odore è necessario considerare la portata di odore (OER, Odour Emission Rate), calcolata come prodotto fra la concentrazione di odore ( $UO_E/m^3$ ) e la portata di aria emessa ( $m^3/h$  a  $20^\circ C$ ) ed è espressa in unità odorimetriche al secondo,  $UO_E/s$ .

#### Stoccaggio del compost

Per quanto concerne le emissioni odorigene associate allo stoccaggio dei cumuli di compost raffinato, si può fare riferimento ai fattori di emissioni dell'odore (OEF, Odour Emission Factors) relativi alla fase di stoccaggio del prodotto finito per impianti di trattamento meccanico biologico di rifiuti (Sironi S., Capelli L., Céntola P., Del Rosso R., Il Grande M., 2006, "Odour emission factors for the prediction of odour emissions from plants for the mechanical and biological treatment of MSW" Atmospheric Environment 40

(39) 7632-7643), pari a  $7,5 \cdot 10^6$  UO<sub>E</sub>/t. Tale valore si riferisce all'odore generato da cumuli di compost prodotti in impianti di trattamento meccanico biologico (o compostaggio) "tradizionali", ossia che prevedono la sola fase di ossidazione aerobica del rifiuto. E' presumibile che la fase di digestione anaerobica prevista prima della fase di ossidazione aerobica nell'impianto in oggetto, abbia come conseguenza una maggiore stabilizzazione, e pertanto una riduzione del carico odorigeno del materiale in uscita dall'impianto (compost). Non potendo fare ipotesi riguardo alla portata di odore associata ai cumuli di compost ottenuti con un processo come quello previsto nell'impianto oggetto di studio, si è deciso di utilizzare il dato di letteratura (OEF) sopra menzionato, che rappresenta pertanto un valore cautelativo.

Si considera una produzione di compost annuo di 7500 t.

### Cogenerazione

Per il camino di espulsione dei fumi di combustione del biogas, sebbene sia noto dalla letteratura che i fumi derivanti dal funzionamento di un motore di cogenerazione non siano generalmente fonte di emissioni di odore offensive, è stato cautelativamente considerato un valore di concentrazione di odore estrapolato da dati di Laboratorio (Impianto di digestione anaerobica e compostaggio di forsu e verde - Faedo (TN) - 2010), pari a 1500 UO<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>. La portata al camino considerata è di 3'500 Nm<sup>3</sup>/h.

Di seguito il quadro riepilogativo delle fonti emissive.

| Sorgenti areali/puntuali | Superficie emissiva equivalente | Portata massima dell'impianto | Concentrazione di odore/OEF          | OER                |
|--------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------|
|                          | m <sup>2</sup>                  |                               |                                      | UO <sub>E</sub> /s |
| Biofiltro 1+2+3          | 1944                            | 167200 m <sup>3</sup> /h      | 240 UO <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>  | 11146              |
| Compost                  |                                 | 7500 t/a                      | $7,5 \cdot 10^6$ UO <sub>E</sub> /t  | 1784               |
| Camino                   |                                 | 3500 m <sup>3</sup> /h        | 1500 UO <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> | 1458               |

## 8. Strumenti di analisi previsionale

Al fine di valutare le ricadute emissive connesse all'attività di cui al presente progetto, si è proceduto all'esecuzione di alcune simulazioni utilizzando il modello DIMULA dell'ENEA (Cirillo e Cagnetti) nella sua versione più recente.

MMSWinDimula è la nuova versione del noto modello gaussiano per il calcolo della diffusione e deposizione di inquinanti aeriformi in atmosfera, sviluppato da Maind ed ENEA.

Il modello WinDimula è inserito nell'elenco dei modelli consigliati da APAT (Agenzia Italiana per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici) per la valutazione e gestione della qualità dell'aria.

WinDimula è un modello gaussiano multisorgente che consente di effettuare simulazioni in versione Short Term.

I modelli gaussiani si basano su una soluzione analitica esatta dell'equazione di trasporto e diffusione in atmosfera ricavata sotto particolari ipotesi semplificative.

La forma della soluzione è di tipo gaussiano, ed è controllata da una serie di parametri che riguardano sia l'altezza effettiva del rilascio per sorgenti calde, calcolata come somma dell'altezza del camino più il sovralzato termico dei fumi, che la dispersione laterale e verticale del pennacchio calcolata utilizzando formulazioni che variano al variare della stabilità atmosferica, descritta utilizzando le sei classi di stabilità introdotte da Pasquill-Turner.

Contrariamente agli altri principali modelli gaussiani (ad esempio il modello EPA ISC) WinDimula permette di valutare la diffusione in atmosfera dell'inquinante anche in presenza di situazioni di "calma di vento" integrando un opportuno modello (Modello di Cirillo Poli) per le calme di vento.

Il modello presenta notevoli miglioramenti rispetto alla classica versione DIMULA; i modelli di calcolo sono stati completamente rivisti nell'ambito del contratto AMB-AMM-COM-7760 stipulato tra MAIND ed ENEA Dipartimento Ambiente. Inoltre con il contratto ENEA/2006/3891 nel novembre 2006 è stato inserito nel modello il calcolo della deposizione secca e umida.

Tale modello è inserito nei rapporti ISTISAN 90/32 ("Modelli per la progettazione e valutazione di una rete di rilevamento per il controllo della qualità dell'aria") e ISTISAN 93/36 ("Modelli ad integrazione delle reti per la gestione della qualità dell'aria"), in quanto corrispondente ai requisiti qualitativi per la valutazione delle dispersioni di inquinanti in atmosfera in regioni limitate (caratterizzate da scale spaziali dell'ordine di alcune decine di chilometri) ed in condizioni atmosferiche sufficientemente omogenee e stazionarie.

DIMULA è un modello gaussiano multisorgente che consente di effettuare simulazioni in versione Short term ed in versione Long term considerando anche situazioni meteorologiche di calma di vento e di inversione in quota. I modelli gaussiani per la loro semplicità vengono spesso utilizzati nelle valutazioni di impatto ambientale sia perché le numerose verifiche sperimentali presenti in letteratura ne hanno dimostrato l'affidabilità, sia perché richiedono un set di dati minimo per poter funzionare: modelli più complessi sono spesso inutilizzabili proprio per la mancanza dei numerosi dati richiesti.

Il modello WINDIMULA, in particolare, contiene una formulazione classica degli effetti di downwash libero, legata al valore del rapporto "velocità di efflusso / velocità del vento" e, un modello per la valutazione degli effetti legati alla turbolenza generata dalla presenza di edifici intorno alla sorgente.

Il modello utilizza, inoltre:

- per il calcolo delle funzioni di dispersione  $\mu_y$  e  $\mu_z$ , le formule classiche di Briggs urbane, rurali od una formulazione basata sulle rugosità superficiali;
- per il calcolo della velocità del vento alla quota di sopralzo del pennacchio una formulazione di tipo esponenziale.

La versione climatologia del modello permette di calcolare la distribuzione spaziale sul territorio delle concentrazioni dell'inquinante al suolo mediate su lunghi periodi, in modo da poter considerare la variazione temporale delle grandezze meteorologiche, inserite in input nel modello attraverso le Joint Frequency Functions (JFF) che riportano, tramite frequenze di accadimento, l'aggregazione dei dati di velocità e direzione del vento per ogni classe di stabilità.

La versione Short Term del modello permette di calcolare la distribuzione spaziale sul territorio delle concentrazioni al suolo dell'inquinante considerato sul breve periodo, nell'ipotesi di stazionarietà nel tempo delle condizioni meteorologiche e delle emissioni.

L'input meteorologico è rappresentato, in questo caso, da un valore istantaneo di direzione ed intensità del vento.

#### *Studio della diffusione di odori con WinDimula*

Il fattore di emissione da inserire in WinDimula per effettuare un calcolo diffusivo e' rappresentato dalla quantità di massa di inquinante emessa dalla sorgente in un secondo:

$$\text{emissione} = \text{massa/secondo}$$

In questo modo i valori in output al modello saranno rappresentati da concentrazioni espresse in massa/m<sup>3</sup> dove la massa in output e' la stessa massa usata in input. Per studiare la diffusione di sostanze odorigene occorre quindi definire il fattore di emissione in termini di UO<sub>E</sub>/s (Unità Odorimetriche al secondo)

$$\text{emissione(UO}_E\text{/s)} = \text{FV} * \text{C}$$

dove:

FV = flusso volumetrico emesso dalla sorgente (m<sup>3</sup>/s)

C = concentrazione di odore nei fumi emessi (UO<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>)

In questo modo l'output ottenuto utilizzando WinDimula sara' una concentrazione di odore espressa in UO<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> da confrontare con la soglia odorimetrica di 1 UO<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>.

Infatti secondo le Linee Guida della regione Lombardia, i valori di accettabilità del disturbo olfattivo, espressi come concentrazioni orarie di picco di odore al 98° percentile calcolate su base annuale, che devono essere rispettati presso i recettori sono i seguenti:

#### per recettori in aree residenziali:

- 1 UO<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>, a distanze > 500 m dalle sorgenti
- 2 UO<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>, a distanze di 200÷500 m dalle sorgenti
- 3 UO<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>, a distanze < 200 m dalle sorgenti

#### per recettori in aree non residenziali:

- 2 UO<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>, a distanze > 500 m dalle sorgenti
- 3 UO<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>, a distanze di 200-500 m dalle sorgenti
- 4 UO<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>, a distanze < 200 m dalle sorgenti

Prima però di poter fare dei confronti quantitativi corretti con la soglia odorimetrica occorre tener conto delle seguenti considerazioni:

- i modelli diffusivi, tra cui WinDimula, lavorano sostanzialmente su base oraria cioè richiedono in input valori meteorologici ed utilizzano parametrizzazioni (come ad esempio le funzioni sigma diffuse) medie orarie; tali modelli produrranno quindi valori di concentrazione medi orari in output;
- il naso umano mediamente permette di identificare gli odori con un paio di respirazioni (circa 10 sec.) occorre quindi modificare opportunamente i valori di concentrazione medi orari ottenuti in output al modello diffusivo per poterli ridurre a periodi di media inferiore all'ora (es: 3 min., 10 min...) prima di poter eseguire in modo realistico i confronti con le opportune soglie odorimetriche.

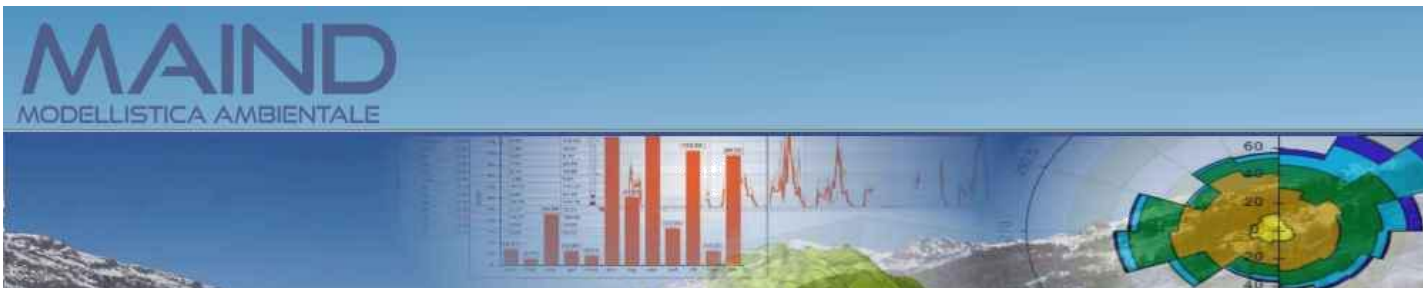
Poiché la risposta dell'uomo ad uno stimolo olfattivo è dell'ordine di 3,6 secondi (il tempo medio di un respiro) è importante considerare gli effetti delle fluttuazioni di concentrazione di odore nell'arco del periodo considerato. È necessario, dunque, dedurre le concentrazioni orarie di picco (concentrazione che in un'ora è oltrepassata con probabilità 10<sup>-3</sup>, cioè per più di 3,6 secondi), moltiplicando le concentrazioni medie orarie restituite dal modello per un coefficiente sperimentale ("peak-to-mean ratio") pari a 2,3 (Capelli e Sironi, 2010).

## 9. Inquadramento climatologico

Per lo studio delle caratteristiche meteo-climatiche della zona sono stati utilizzati i dati registrati dalla centralina installata all'interno dell'Impianto di trattamento R.S.U. ubicato in località Masangionis ad Arborea (OR).

| Comune                   | Coordinate Gauss - Boaga |                | Quota m. s.l.m. | Anno riferimento |
|--------------------------|--------------------------|----------------|-----------------|------------------|
|                          | N                        | E              |                 |                  |
| Arborea<br>(Masangionis) | 39° 47' 44.606"          | 8° 38' 36.042" | 20              | 2021             |

I dati relativi all'anno 2021 scaricati periodicamente, sono stati processati e sono riassunti nelle seguenti tabelle e grafici :

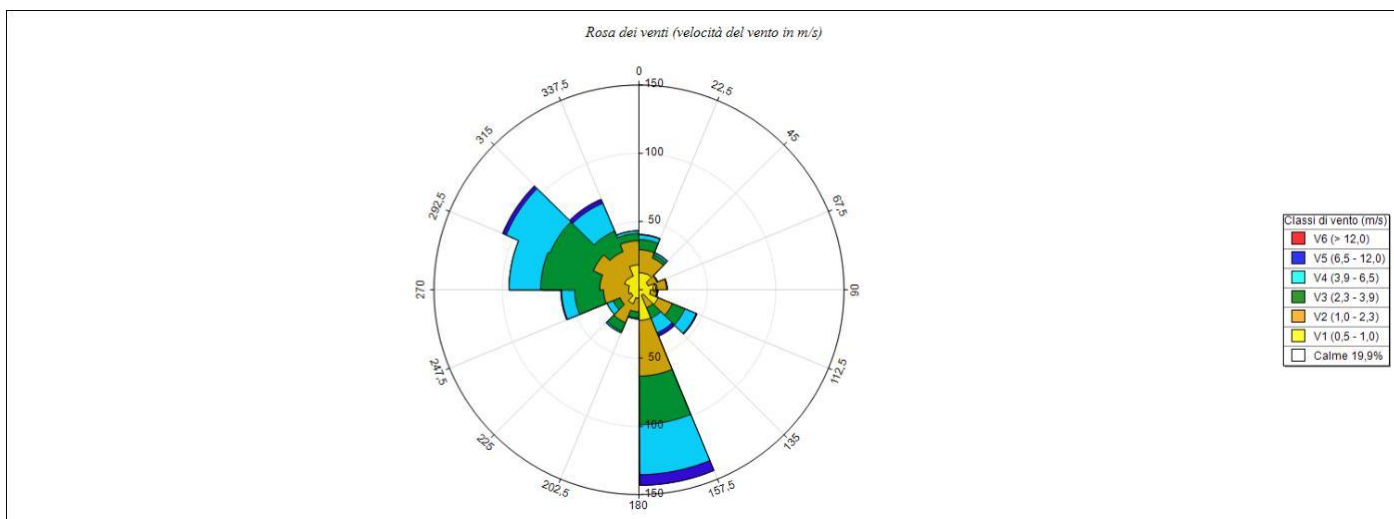


Rapporto generato dal software **MMS WinDimula** prodotto da Maind S.r.l. (22/03/2023)

### Informazioni di base

| Elemento                                        | Valore                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipologia dati meteorologici                    | WinDimula file meteorologico stazione al suolo                                                                          |
| Nome del file                                   | C:\Users\Utente\Documents\STUDIO 2023\AMBIENTE\CIPOR odori\Meteo\Maind\Arborea_2021_2d.met                              |
| Periodo dei dati                                | 01/01/2021 00:00:00 <-> 31/12/2021 23:00:00                                                                             |
| Ore totali                                      | 8760                                                                                                                    |
| Valore limite per determinare le calme di vento | 0,5 (m/s)                                                                                                               |
| Rosa dei venti fattore di normalizzazione       | 1000                                                                                                                    |
| Stazione                                        |                                                                                                                         |
| Posizione della stazione di misura              |                                                                                                                         |
| File con i dati utilizzati                      | <a href="C:\ProgramData\Maind\MMS.WinDimula\Lib\meteodata.txt">C:\ProgramData\Maind\MMS.WinDimula\Lib\meteodata.txt</a> |

### Rosa dei venti



| SECTORS       | V1 (0,5 - 1,0) | V2 (1,0 - 2,3) | V3 (2,3 - 3,9) | V4 (3,9 - 6,5) | V5 (6,5 - 12,0) | V6 (> 12,0) | Totale  | Vmed (m/s) |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-------------|---------|------------|
| 0,0 - 22,5    | 12,56          | 16,78          | 7,42           | 3,42           | 0,34            | 0,00        | 40,53   | 1,88       |
| 22,5 - 45,0   | 12,90          | 12,33          | 2,51           | 1,48           | 0,34            | 0,00        | 29,57   | 1,53       |
| 45,0 - 67,5   | 7,31           | 6,96           | 0,57           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 14,84   | 1,13       |
| 67,5 - 90,0   | 12,21          | 7,99           | 0,46           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 20,66   | 1,06       |
| 90,0 - 112,5  | 8,33           | 4,68           | 0,57           | 0,23           | 0,00            | 0,00        | 13,81   | 1,15       |
| 112,5 - 135,0 | 15,07          | 11,30          | 9,93           | 8,90           | 0,68            | 0,00        | 45,89   | 2,35       |
| 135,0 - 157,5 | 4,34           | 9,93           | 8,22           | 11,64          | 2,63            | 0,00        | 36,76   | 3,37       |
| 157,5 - 180,0 | 22,37          | 40,75          | 35,50          | 36,64          | 7,88            | 0,00        | 143,15  | 3,03       |
| 180,0 - 202,5 | 6,16           | 9,93           | 4,68           | 0,57           | 0,00            | 0,00        | 21,35   | 1,75       |
| 202,5 - 225,0 | 11,07          | 14,95          | 6,74           | 1,14           | 0,11            | 0,00        | 34,02   | 1,72       |
| 225,0 - 247,5 | 6,16           | 8,90           | 5,37           | 4,91           | 0,00            | 0,00        | 25,34   | 2,35       |
| 247,5 - 270,0 | 7,65           | 18,26          | 21,12          | 9,59           | 0,57            | 0,00        | 57,19   | 2,62       |
| 270,0 - 292,5 | 7,53           | 21,23          | 43,15          | 23,17          | 0,00            | 0,00        | 95,09   | 2,99       |
| 292,5 - 315,0 | 11,53          | 24,66          | 34,25          | 34,70          | 2,74            | 0,00        | 107,88  | 3,19       |
| 315,0 - 337,5 | 10,96          | 19,29          | 16,21          | 22,26          | 3,08            | 0,00        | 71,80   | 3,14       |
| 337,5 - 360,0 | 18,26          | 17,69          | 5,25           | 1,94           | 0,11            | 0,00        | 43,26   | 1,53       |
| Variabili     | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 0,00    | 0,00       |
| Calme < 0,5   | 198,86         | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 198,86  | 0,00       |
| Totale        | 373,29         | 245,66         | 201,94         | 160,62         | 18,49           | 0,00        | 1000,00 | 0,00       |



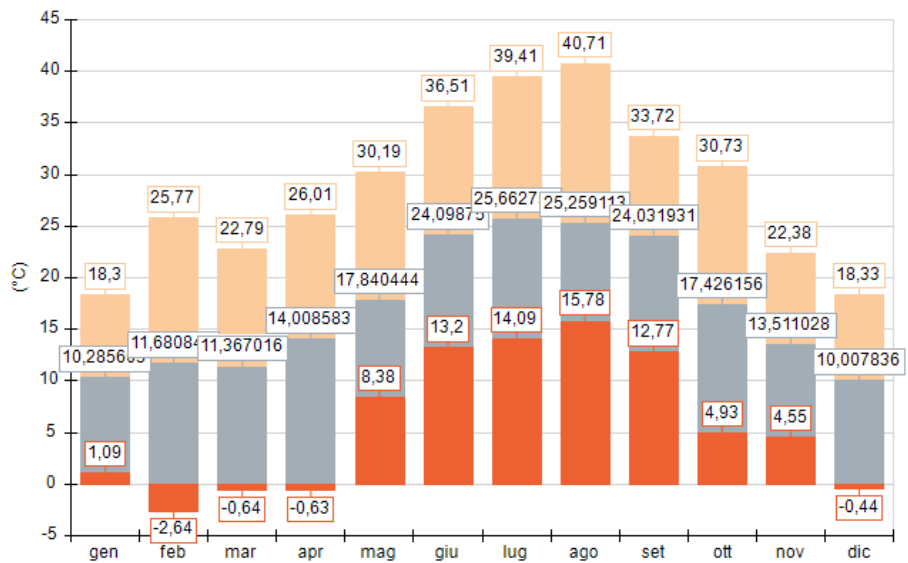
### Statistiche Velocità del vento (m/s)

| Param.      | Valore  |
|-------------|---------|
| Dati validi | 8760,00 |
| Min.        | 0,00    |
| Med.        | 2,12    |
| Max.        | 9,86    |
| Moda        | 0,44    |
| 5° Perc.    | 0,22    |
| 25° Perc.   | 0,67    |
| 50° Perc.   | 1,56    |
| 75° Perc.   | 3,36    |
| 95° Perc.   | 5,58    |
| % Calme     | 19,89   |

### Temperatura (°C)

| Periodo   | Minima | Media | Massima |
|-----------|--------|-------|---------|
| Anno      | -2,64  | 17,12 | 40,71   |
| Primavera | -0,64  | 14,41 | 30,19   |
| Estate    | 13,20  | 25,02 | 40,71   |
| Autunno   | 4,55   | 18,31 | 33,72   |
| Inverno   | -2,64  | 10,62 | 25,77   |
| gen       | 1,09   | 10,29 | 18,30   |
| feb       | -2,64  | 11,68 | 25,77   |
| mar       | -0,64  | 11,37 | 22,79   |
| apr       | -0,63  | 14,01 | 26,01   |
| mag       | 8,38   | 17,84 | 30,19   |
| giu       | 13,20  | 24,10 | 36,51   |
| lug       | 14,09  | 25,66 | 39,41   |
| ago       | 15,78  | 25,25 | 40,71   |
| set       | 12,77  | 24,03 | 33,72   |
| ott       | 4,93   | 17,42 | 30,73   |
| nov       | 4,55   | 13,51 | 22,38   |
| dic       | -0,44  | 10,01 | 18,33   |

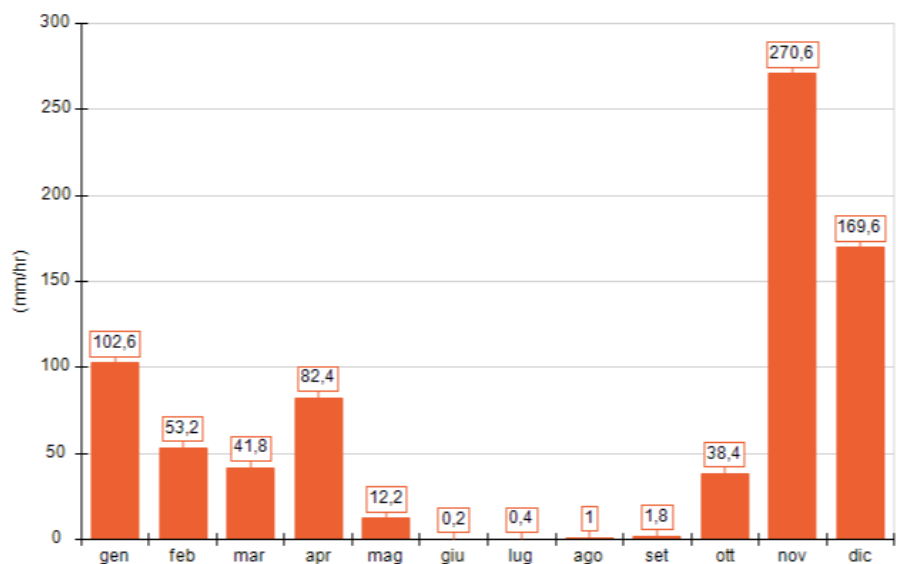
Temperatura minima, media massima (°C)



### Precipitazione (mm/hr)

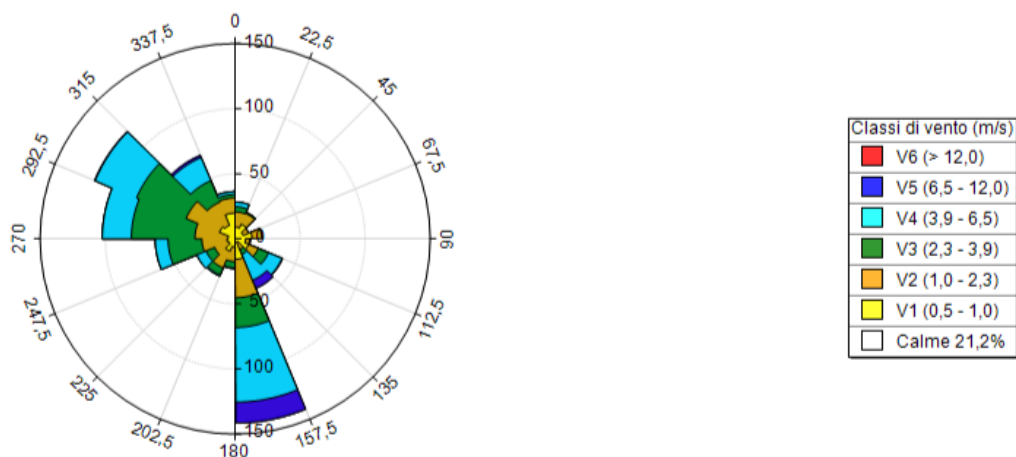
| Periodo   | Media | Massima | Cumulata |
|-----------|-------|---------|----------|
| Anno      | 0,09  | 35,40   | 774,20   |
| Primavera | 0,06  | 19,00   | 136,40   |
| Estate    | 0,00  | 0,80    | 1,60     |
| Autunno   | 0,14  | 25,60   | 310,80   |
| Inverno   | 0,15  | 35,40   | 325,40   |
| gen       | 0,14  | 10,00   | 102,60   |
| feb       | 0,08  | 7,00    | 53,20    |
| mar       | 0,06  | 10,00   | 41,80    |
| apr       | 0,11  | 19,00   | 82,40    |
| mag       | 0,02  | 4,20    | 12,20    |
| giu       | 0,00  | 0,20    | 0,20     |
| lug       | 0,00  | 0,40    | 0,40     |
| ago       | 0,00  | 0,80    | 1,00     |
| set       | 0,00  | 0,40    | 1,80     |
| ott       | 0,05  | 8,80    | 38,40    |
| nov       | 0,38  | 25,60   | 270,60   |
| dic       | 0,23  | 35,40   | 169,60   |

Precipitazione cumulata (mm/hr)



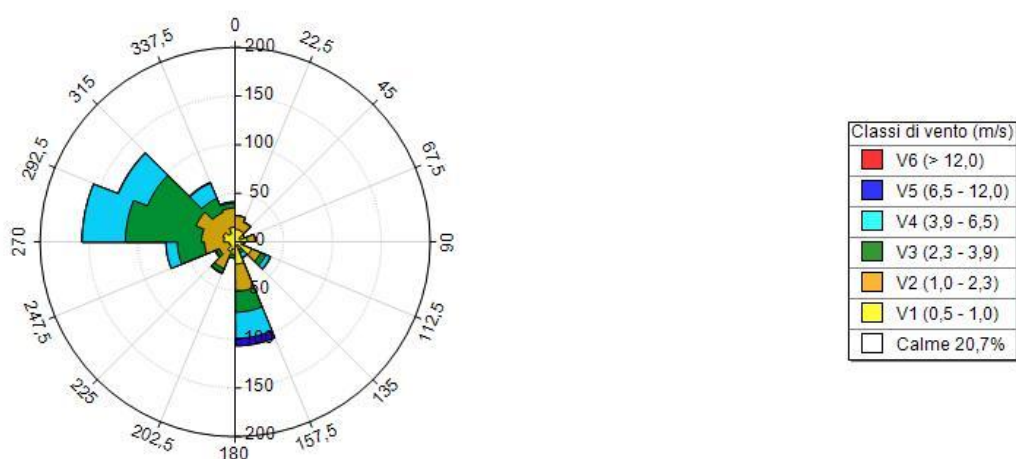
### Rose dei venti stagionali

Rosa dei venti (velocità del vento in m/s): Primavera

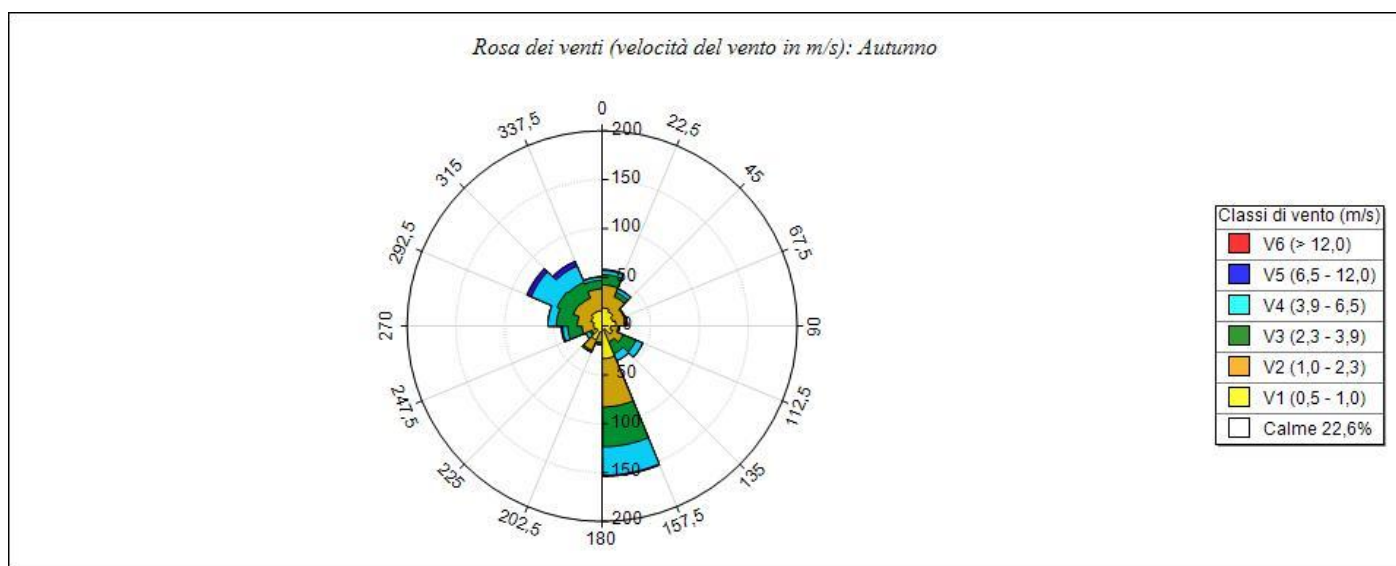


| Primavera     | V1 (0,5 - 1,0) | V2 (1,0 - 2,3) | V3 (2,3 - 3,9) | V4 (3,9 - 6,5) | V5 (6,5 - 12,0) | V6 (> 12,0) | Totale  | Vmed (m/s) |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-------------|---------|------------|
| 0,0 - 22,5    | 8,96           | 11,65          | 4,03           | 3,58           | 0,00            | 0,00        | 28,23   | 1,95       |
| 22,5 - 45,0   | 12,10          | 8,96           | 0,90           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 21,95   | 1,12       |
| 45,0 - 67,5   | 6,72           | 4,48           | 0,00           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 11,20   | 1,08       |
| 67,5 - 90,0   | 12,99          | 7,62           | 0,00           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 20,61   | 0,99       |
| 90,0 - 112,5  | 8,06           | 3,14           | 0,45           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 11,65   | 1,03       |
| 112,5 - 135,0 | 11,20          | 8,06           | 8,51           | 11,20          | 0,45            | 0,00        | 39,43   | 2,75       |
| 135,0 - 157,5 | 2,69           | 6,27           | 4,03           | 21,51          | 6,72            | 0,00        | 41,22   | 4,53       |
| 157,5 - 180,0 | 15,68          | 29,57          | 22,85          | 57,35          | 16,13           | 0,00        | 141,58  | 3,83       |
| 180,0 - 202,5 | 6,27           | 11,20          | 4,93           | 0,45           | 0,00            | 0,00        | 22,85   | 1,73       |
| 202,5 - 225,0 | 10,30          | 13,89          | 5,82           | 0,90           | 0,00            | 0,00        | 30,91   | 1,67       |
| 225,0 - 247,5 | 5,38           | 11,65          | 7,17           | 7,62           | 0,00            | 0,00        | 31,81   | 2,59       |
| 247,5 - 270,0 | 6,27           | 19,27          | 25,99          | 9,86           | 0,00            | 0,00        | 61,38   | 2,63       |
| 270,0 - 292,5 | 5,38           | 25,54          | 48,84          | 22,40          | 0,00            | 0,00        | 102,15  | 2,95       |
| 292,5 - 315,0 | 12,99          | 27,78          | 41,22          | 34,50          | 0,45            | 0,00        | 116,94  | 3,02       |
| 315,0 - 337,5 | 11,20          | 19,27          | 17,92          | 19,27          | 1,79            | 0,00        | 69,44   | 2,97       |
| 337,5 - 360,0 | 19,71          | 11,65          | 2,69           | 2,24           | 0,00            | 0,00        | 36,29   | 1,46       |
| Variabili     | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 0,00    | 0,00       |
| Calme < 0,5   | 212,37         | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 212,37  | 0,00       |
| Totale        | 368,28         | 219,98         | 195,34         | 190,86         | 25,54           | 0,00        | 1000,00 | 0,00       |

Rosa dei venti (velocità del vento in m/s): Estate

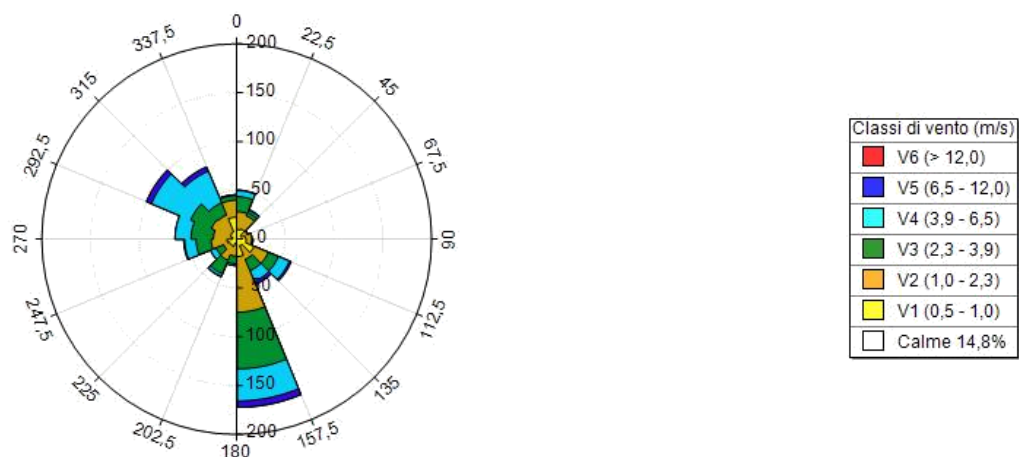


| Estate        | V1 (0,5 - 1,0) | V2 (1,0 - 2,3) | V3 (2,3 - 3,9) | V4 (3,9 - 6,5) | V5 (6,5 - 12,0) | V6 (> 12,0) | Totale  | Vmed (m/s) |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-------------|---------|------------|
| 0,0 - 22,5    | 12,99          | 13,89          | 0,00           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 26,88   | 1,14       |
| 22,5 - 45,0   | 12,54          | 9,41           | 0,45           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 22,40   | 1,10       |
| 45,0 - 67,5   | 5,38           | 4,93           | 0,45           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 10,75   | 1,10       |
| 67,5 - 90,0   | 12,54          | 8,06           | 0,00           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 20,61   | 1,02       |
| 90,0 - 112,5  | 6,72           | 2,69           | 0,00           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 9,41    | 0,92       |
| 112,5 - 135,0 | 18,37          | 9,86           | 5,82           | 4,93           | 0,45            | 0,00        | 39,43   | 1,84       |
| 135,0 - 157,5 | 3,58           | 4,93           | 3,58           | 5,38           | 0,45            | 0,00        | 17,92   | 2,92       |
| 157,5 - 180,0 | 22,85          | 27,78          | 21,51          | 26,88          | 7,62            | 0,00        | 106,63  | 3,00       |
| 180,0 - 202,5 | 7,17           | 5,82           | 3,58           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 16,58   | 1,52       |
| 202,5 - 225,0 | 10,75          | 18,82          | 4,48           | 0,90           | 0,00            | 0,00        | 34,95   | 1,61       |
| 225,0 - 247,5 | 5,38           | 12,10          | 3,58           | 1,34           | 0,00            | 0,00        | 22,40   | 1,87       |
| 247,5 - 270,0 | 6,27           | 25,09          | 27,78          | 11,65          | 0,00            | 0,00        | 70,79   | 2,56       |
| 270,0 - 292,5 | 11,65          | 22,85          | 77,96          | 44,35          | 0,00            | 0,00        | 156,81  | 3,19       |
| 292,5 - 315,0 | 13,44          | 30,02          | 53,76          | 32,26          | 0,45            | 0,00        | 129,93  | 2,90       |
| 315,0 - 337,5 | 9,41           | 23,30          | 15,68          | 17,03          | 0,90            | 0,00        | 66,31   | 2,79       |
| 337,5 - 360,0 | 15,23          | 19,71          | 4,93           | 1,34           | 0,00            | 0,00        | 41,22   | 1,49       |
| Variabili     | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 0,00    | 0,00       |
| Calme < 0,5   | 206,99         | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 206,99  | 0,00       |
| Totale        | 381,27         | 239,25         | 223,57         | 146,06         | 9,86            | 0,00        | 1000,00 | 0,00       |



| Autunno       | V1 (0,5 - 1,0) | V2 (1,0 - 2,3) | V3 (2,3 - 3,9) | V4 (3,9 - 6,5) | V5 (6,5 - 12,0) | V6 (> 12,0) | Totale  | Vmed (m/s) |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-------------|---------|------------|
| 0,0 - 22,5    | 18,52          | 23,61          | 10,65          | 4,17           | 0,93            | 0,00        | 57,87   | 1,86       |
| 22,5 - 45,0   | 15,74          | 16,67          | 5,09           | 3,70           | 0,46            | 0,00        | 41,67   | 1,75       |
| 45,0 - 67,5   | 12,04          | 12,04          | 0,93           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 25,00   | 1,13       |
| 67,5 - 90,0   | 14,35          | 9,72           | 1,85           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 25,93   | 1,13       |
| 90,0 - 112,5  | 8,80           | 7,41           | 0,93           | 0,46           | 0,00            | 0,00        | 17,59   | 1,31       |
| 112,5 - 135,0 | 11,57          | 11,57          | 14,35          | 7,41           | 0,00            | 0,00        | 44,91   | 2,34       |
| 135,0 - 157,5 | 3,70           | 13,89          | 12,96          | 7,87           | 0,00            | 0,00        | 38,43   | 2,67       |
| 157,5 - 180,0 | 33,33          | 49,54          | 40,74          | 29,17          | 0,93            | 0,00        | 153,70  | 2,43       |
| 180,0 - 202,5 | 6,48           | 10,19          | 2,31           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 18,98   | 1,50       |
| 202,5 - 225,0 | 15,28          | 11,57          | 1,85           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 28,70   | 1,18       |
| 225,0 - 247,5 | 6,02           | 5,09           | 2,31           | 4,63           | 0,00            | 0,00        | 18,06   | 2,19       |
| 247,5 - 270,0 | 8,33           | 12,04          | 14,81          | 5,09           | 1,39            | 0,00        | 41,67   | 2,57       |
| 270,0 - 292,5 | 8,80           | 16,67          | 21,30          | 8,80           | 0,00            | 0,00        | 55,56   | 2,52       |
| 292,5 - 315,0 | 12,50          | 19,44          | 18,06          | 28,70          | 4,63            | 0,00        | 83,33   | 3,39       |
| 315,0 - 337,5 | 15,28          | 15,74          | 17,59          | 18,06          | 5,09            | 0,00        | 71,76   | 3,05       |
| 337,5 - 360,0 | 15,74          | 22,22          | 8,80           | 3,24           | 0,46            | 0,00        | 50,46   | 1,82       |
| Variabili     | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 0,00    | 0,00       |
| Calme < 0,5   | 226,39         | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 226,39  | 0,00       |
| Totale        | 432,87         | 257,41         | 174,54         | 121,30         | 13,89           | 0,00        | 1000,00 | 0,00       |

Rosa dei venti (velocità del vento in m/s): Inverno



| Inverno       | V1 (0,5 - 1,0) | V2 (1,0 - 2,3) | V3 (2,3 - 3,9) | V4 (3,9 - 6,5) | V5 (6,5 - 12,0) | V6 (> 12,0) | Totale         | Vmed (m/s)  |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-------------|----------------|-------------|
| 0,0 - 22,5    | 9,83           | 18,26          | 15,45          | 6,09           | 0,47            | 0,00        | 50,09          | 2,28        |
| 22,5 - 45,0   | 11,24          | 14,51          | 3,75           | 2,34           | 0,94            | 0,00        | 32,77          | 1,83        |
| 45,0 - 67,5   | 5,15           | 6,55           | 0,94           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 12,64          | 1,20        |
| 67,5 - 90,0   | 8,90           | 6,55           | 0,00           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 15,45          | 1,09        |
| 90,0 - 112,5  | 9,83           | 5,62           | 0,94           | 0,47           | 0,00            | 0,00        | 16,85          | 1,21        |
| 112,5 - 135,0 | 19,19          | 15,92          | 11,24          | 12,17          | 1,87            | 0,00        | 60,39          | 2,43        |
| 135,0 - 157,5 | 7,49           | 14,98          | 12,64          | 11,70          | 3,28            | 0,00        | 50,09          | 3,09        |
| 157,5 - 180,0 | 17,79          | 57,12          | 58,05          | 32,77          | 6,55            | 0,00        | 172,28         | 2,92        |
| 180,0 - 202,5 | 4,68           | 12,64          | 7,96           | 1,87           | 0,00            | 0,00        | 27,15          | 2,11        |
| 202,5 - 225,0 | 7,96           | 15,45          | 14,98          | 2,81           | 0,47            | 0,00        | 41,67          | 2,24        |
| 225,0 - 247,5 | 7,96           | 6,55           | 8,43           | 6,09           | 0,00            | 0,00        | 29,03          | 2,57        |
| 247,5 - 270,0 | 9,83           | 16,39          | 15,45          | 11,70          | 0,94            | 0,00        | 54,31          | 2,74        |
| 270,0 - 292,5 | 4,21           | 19,66          | 22,94          | 16,39          | 0,00            | 0,00        | 63,20          | 2,95        |
| 292,5 - 315,0 | 7,02           | 21,07          | 22,94          | 43,54          | 5,62            | 0,00        | 100,19         | 3,65        |
| 315,0 - 337,5 | 7,96           | 18,73          | 13,58          | 35,11          | 4,68            | 0,00        | 80,06          | 3,68        |
| 337,5 - 360,0 | 22,47          | 17,32          | 4,68           | 0,94           | 0,00            | 0,00        | 45,41          | 1,31        |
| Variabili     | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 0,00           | 0,00        |
| Calme < 0,5   | 148,41         | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00            | 0,00        | 148,41         | 0,00        |
| <b>Totale</b> | <b>309,93</b>  | <b>267,32</b>  | <b>213,95</b>  | <b>183,99</b>  | <b>24,81</b>    | <b>0,00</b> | <b>1000,00</b> | <b>0,00</b> |

Maind S.r.l Milano | P.za L. Da Vinci, 7 20133 Milano | C.F. e P.IVA 09596850157 | Informazioni: [info@maindsupport.it](mailto:info@maindsupport.it)  
 Reg.Imprese Milano n. 09596850157 | REA 1305211 | Cap.Soc.12.480,00 EURO (interamente versato) |

In tabella e nel grafico sono riportate, per il periodo di riferimento, le temperature minime, massime e medie per l'anno, per stagione e mensile. Il grafico e la tabella evidenziano l'elevata piovosità dei mesi di gennaio, novembre e dicembre 2021.

La centralina meteo-climatica consente di registrare anche i dati anemometrici che evidenziano una provenienza prevalente dal quadrante WNW e, in misura minore, dal quadrante SSE, come rappresentato nella rosa dei venti riferita all'intero anno. Sono anche riportate le rose dei venti per stagione che evidenziano come sostanzialmente le direzioni del vento non subiscano rilevanti variazioni.

Si hanno a disposizione i dati orari giornalieri, dei seguenti indicatori:

- precipitazioni;
- temperatura;
- direzione e velocità del vento;
- evaporazione;
- umidità relativa.

Per la stima della stabilità atmosferica si sono utilizzati i dati meteo orari relativi alla velocità del vento (m/s) e alla radiazione solare oraria ( $W/m^2$ ) che per interpolazione a doppia entrata in apposite tabelle permette di determinare ad ogni situazione oraria la classe di Pasquill.

Per quanto riguarda la stabilità atmosferica si osserva una netta prevalenza delle classi adiabatiche stabili e superstabili (classe D = 40 %, classe E = 13 %, classe F+G = 31 %). Le classi instabili (A+B) rappresentano solo il 7% dei casi e le situazioni leggermente instabili (classe C) l'8% dei casi.

Le classi di stabilità, assieme alle direzioni di provenienza, alle velocità del vento e alla temperatura atmosferica orarie sono quindi i parametri fondamentali descrittivi dello stato atmosferico richiesto come input dal modello di calcolo utilizzato.

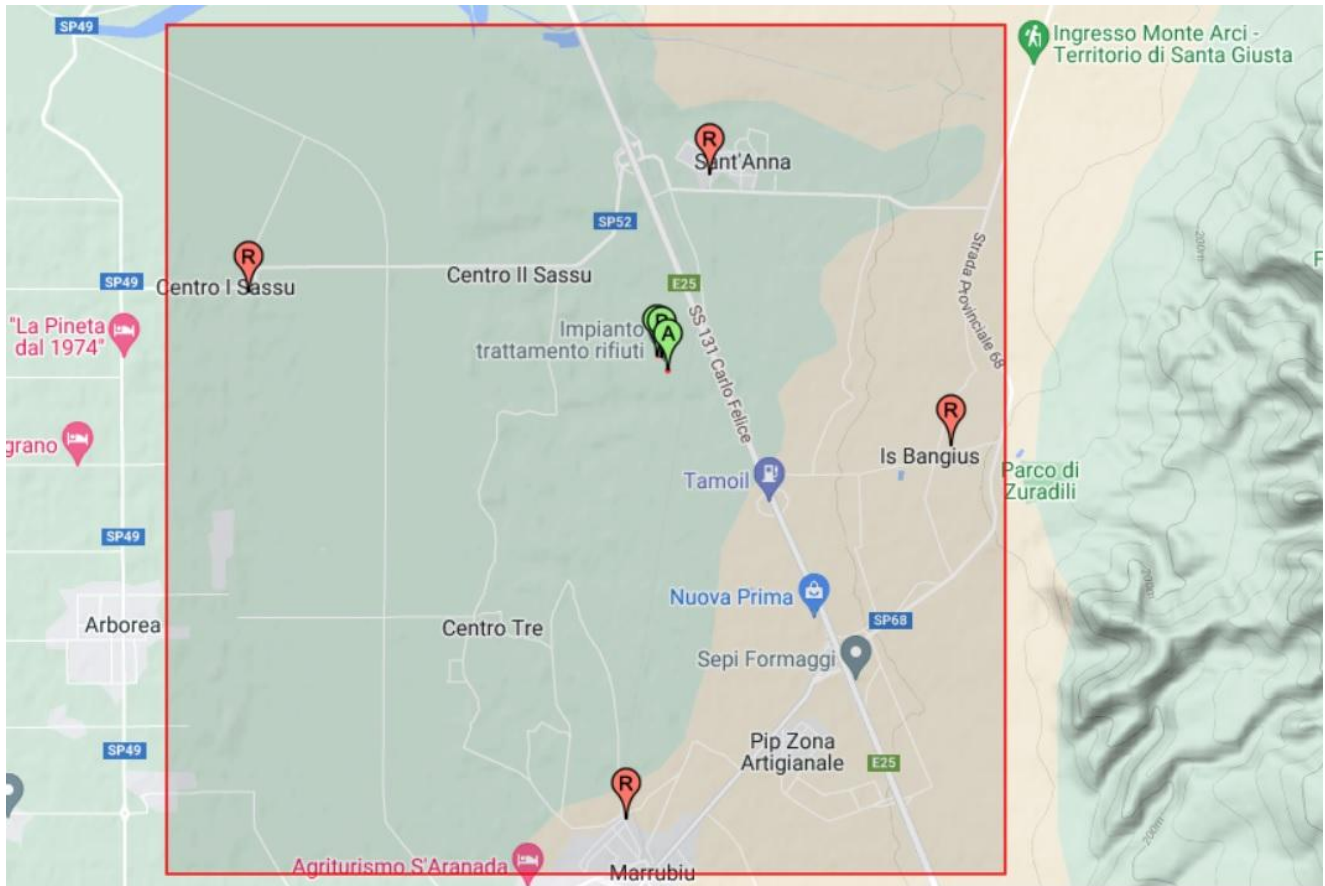
Il reticolo cartesiano di calcolo viene specificato assegnando, nell'ambito della macroarea di riferimento, i seguenti parametri:

- coordinate (x0; y0) dell'estremo Sud-Ovest: (464635 m; 4400331 m);
- numero di punti (xn; yn) del reticolo: (80; 80);
- dimensione della singola maglia (xd; yd): (100 x 100 m);
- coordinata z(m) sul livello del suolo dove viene effettuato il calcolo: 1,5 m

Sono stati considerati i possibili bersagli (recettori) di un eventuale impatto odorigeno dovuto all'attività dell'impianto. I bersagli più significativi sono:

- l'abitato di S. Anna, con le prime case che distano dall'impianto 1795 m;
- il comune di marrubiu, con le prime case che distano dall'impianto 4315 m;
- le case sparse in località Is Bangius, che distano dall'impianto 2870m;
- le case sparse in località Sassu I, che distano dall'impianto 4020 m.

Il tutto è illustrato nell'immagine che segue.



## 10. Elaborazioni dell'output del modello

Una volta calcolata la concentrazione di odore in ciascun recettore, o meglio la sequenza delle concentrazioni di odore che il modello calcola in ciascun recettore per ogni ora di simulazione, per potere giungere ad una conclusione circa le conseguenze del rilascio di odore nell'ambiente operato dalle sorgenti considerate, è necessario operare un'ulteriore lavoro di analisi dell'output ottenuto.

MMS RunAnalyzer è il programma MAIND S.r.l per il postprocessamento dei risultati calcolati dai principali modelli di calcolo di diffusione di inquinanti in atmosfera.

Quando si utilizzano i modelli previsionali per ciascun recettore si ottiene una serie di concentrazioni di inquinante (in questo caso, odore) il cui numero corrisponde al totale delle ore di cui si è fatta la simulazione. Pertanto, per rappresentare la concentrazione di odore rilevabile in un

determinato sito utilizzato come recettore, si impiega un valore percentile, ossia un valore al di sotto del quale ricade una determinata percentuale di osservazioni. Questo valore è dunque dipendente dal numero di osservazioni utilizzate e pertanto è necessario procedere con cautela.

Se si utilizza infatti un percentile troppo alto si potrebbe includere nel risultato finale anche l'esito delle simulazioni di scarsa qualità dei dati (a seguito, per esempio, di malfunzionamenti strumentali). In questo report, per la descrizione della concentrazione di odore nei recettori posti a varie distanze dalle sorgenti, si è considerato il 98° percentile, poiché questo valore, come indicato da EC-EPA e dalle Linee guida della Regione Lombardia, è quel dato oltre il quale non va il 98% dei valori della distribuzione (concentrazione di odore per un determinato recettore al di sotto della quale vi è il 98% delle concentrazioni di odore per esso).

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti sui recettori più sensibili considerati sia in forma tabellare che in forma grafica, mediante le isoplete (curve di isoconcentrazione di odore), espresse in  $UO_E/m^3$  al 98° percentile.

I valori massimi ottenuti per i singoli recettori sono i seguenti, con riferimento alla soglia di  $1 UO_E/m^3$ :

| Descrizione  | X (m)  | Y (m)   | Valori massimi | 98 Percentile | Superamenti della soglia | Percentuale dati validi |
|--------------|--------|---------|----------------|---------------|--------------------------|-------------------------|
| S. Anna      | 469828 | 4406914 | 1,90E+00       | 2,17E-01      | 39                       | 100,00%                 |
| Marrubiu     | 468998 | 4400834 | 1,30E-01       | 6,46E-02      | 0                        | 100,00%                 |
| Is Bangius   | 472104 | 4404345 | 1,96E-01       | 1,20E-01      | 0                        | 100,00%                 |
| Centro Sassu | 465436 | 4405826 | 8,09E-01       | 6,93E-02      | 0                        | 100,00%                 |

Le frequenze di accadimento, riassunte nella seguente tabella, sono riportate anche nel grafico successivo.

#### Lista dei Recettori

- P1 P1 - S. Anna
- P2 P2 - Marrubiu
- P3 P3 - Is Bangius
- P4 P4 - Centro Sassu

#### P1 - S. Anna

- < 1 99,55%
- < 2 0,45%

#### P2 - Marrubiu

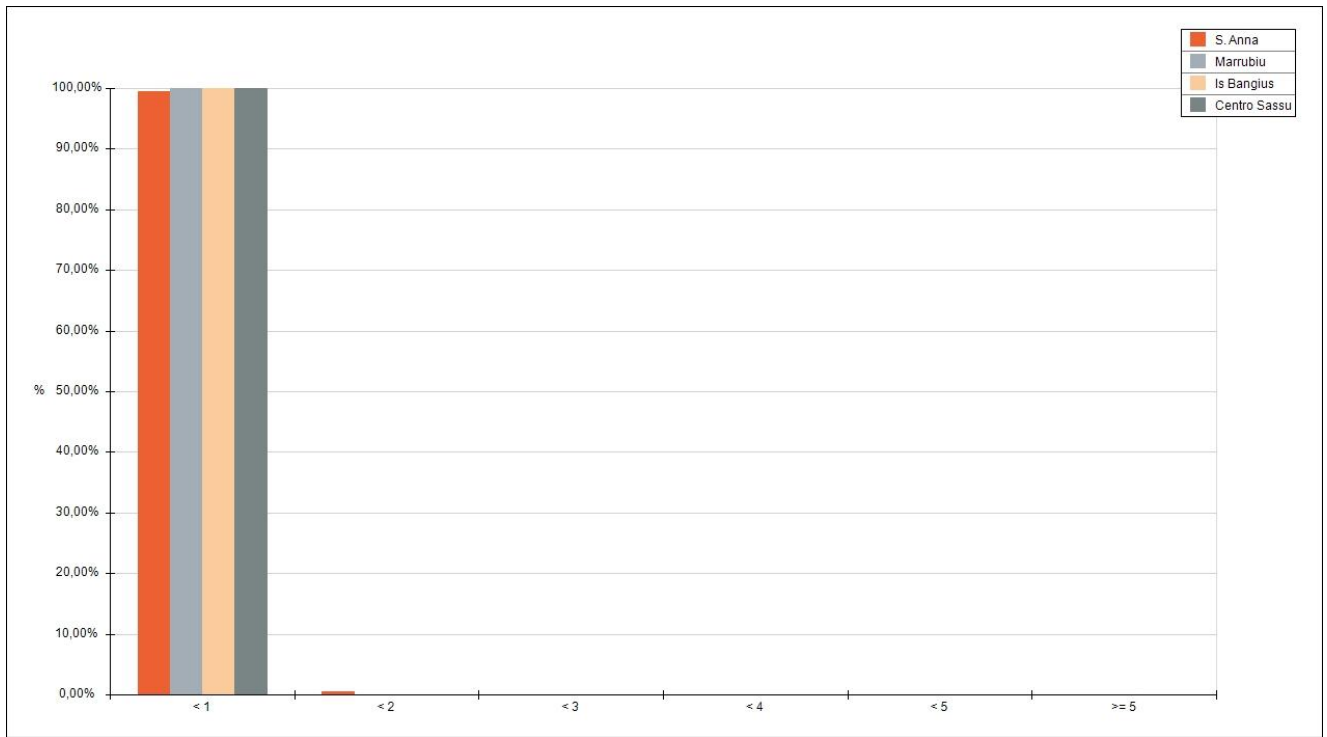
- < 1 100,00%
- < 2 0,00%

#### P3 - Is Bangius

- < 1 100,00%
- < 2 0,00%

#### P4 - Centro Sassu

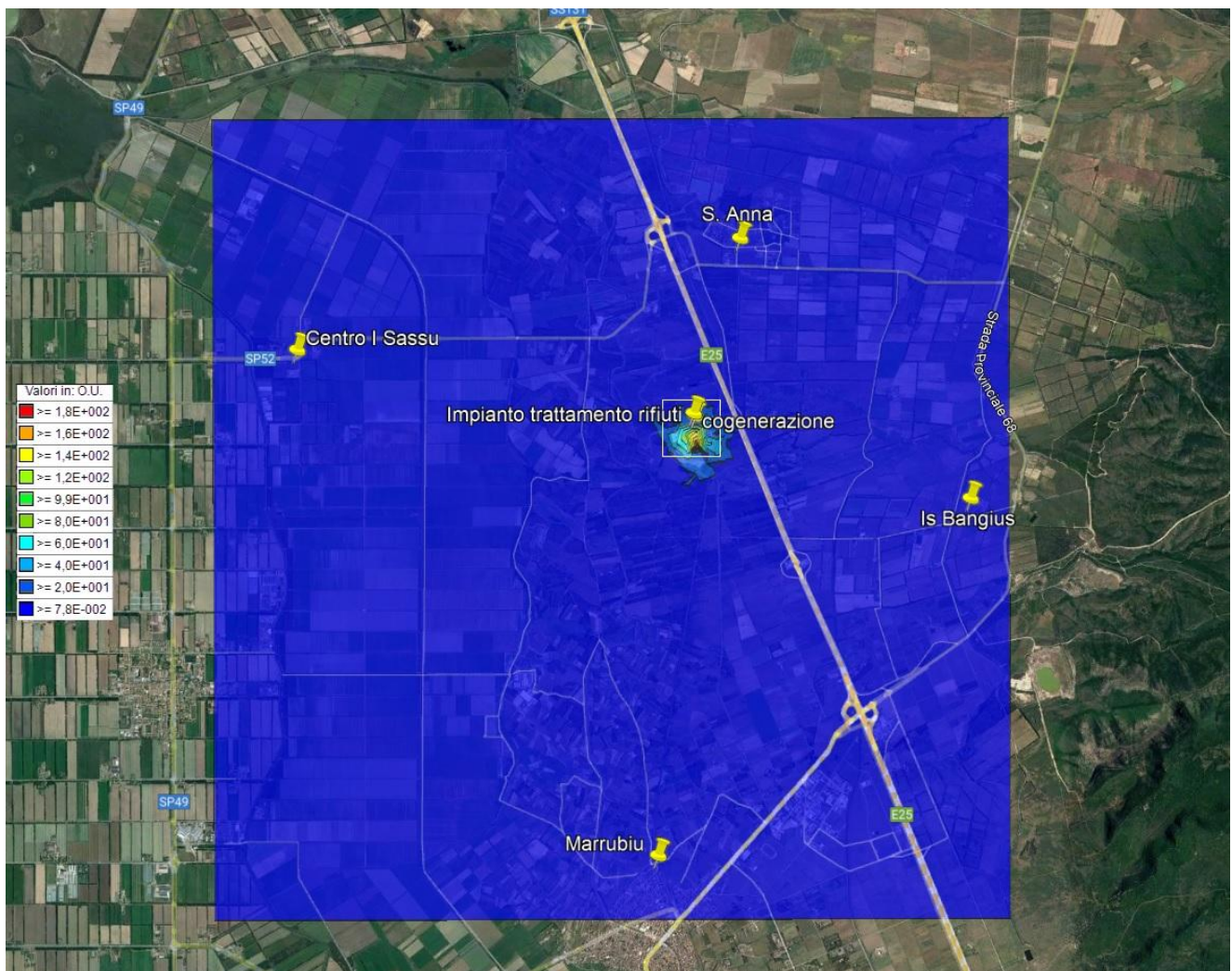
- < 1 100,00%
- < 2 0,00%



Frequenze di accadimento

La rappresentazione tramite isoplete, cioè linee a identica concentrazione, riportate su immagine satellitare ci aiuta ad avere una visione d'insieme sul reticolo di calcolo cartesiano di come la concentrazione dell'odore si distribuisce.





Isoplete

Come si evince il valore di concentrazione stimato sui recettori considerati è, come ci si attendeva, per il 99,45 % delle volte al di sotto del valore di confronto di  $1 \text{ UO}_E/\text{m}^3$  nell'abitato di S. Anna (per gli altri recettori al di sotto del 100%), indicato nelle linee guida della Regione Lombardia per le aree residenziali.

Il massimo di  $1,90 \text{ UO}_E/\text{m}^3$  viene raggiunto presso l'abitato di S. Anna in data 27/04/2021 alle ore 04:00:00.

Nel caso la specie chimica sia rappresentata dagli odori, e quindi espressa in unità odorimetriche, è possibile definire un valore di picco (Peak To Mean Ratio) utilizzato per moltiplicare i valori orari calcolati dai modelli, come suggerito ad esempio dalle Linee guida per la caratterizzazione e l'autorizzazione delle emissioni gassose in atmosfera della attività ad impatto odorigeno - Allegato 1 (Regione Lombardia). Quindi per calcolare le concentrazioni orarie di picco di odore (valutate sul breve periodo di 5 – 10 minuti) per ciascun punto della griglia contenuta nel dominio spaziale di simulazione e per ciascuna delle ore del dominio temporale di simulazione le concentrazioni medie orarie devono essere moltiplicate per un fattore di conversione, unico ed uniforme, pari a 2,3 (Peak To Mean Ratio).

I valori ottenuti per i singoli recettori sono i seguenti, con riferimento alla soglia di 1 UO<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>:

| Descrizione  | X (m)  | Y (m)   | Valori medi | 98 Percentile | Superamenti della soglia | Percentuale dati validi |
|--------------|--------|---------|-------------|---------------|--------------------------|-------------------------|
| S. Anna      | 469828 | 4406914 | 3,59E-02    | 5,00E-01      | 43                       | 100,00%                 |
| Marrubiu     | 468998 | 4400834 | 7,34E-03    | 1,49E-01      | 0                        | 100,00%                 |
| Is Bangius   | 472104 | 4404345 | 1,46E-02    | 2,76E-01      | 0                        | 100,00%                 |
| Centro Sassu | 465436 | 4405826 | 1,19E-02    | 1,59E-01      | 29                       | 100,00%                 |

Le frequenze di accadimento, riassunte nella seguente tabella, sono riportate anche nel grafico successivo.

#### Lista dei Recettori

P1            P1 - S. Anna  
P2            P2 - Marrubiu  
P3            P3 - Is Bangius  
P4            P4 - Centro Sassu

#### P1 - S. Anna

< 1,00                      99,51%  
< 2,00                      0,03%  
< 3,00                      0,08%  
< 4,00                      0,13%  
< 5,00                      0,25%  
>= 5,00                    0,00%

#### P2 - Marrubiu

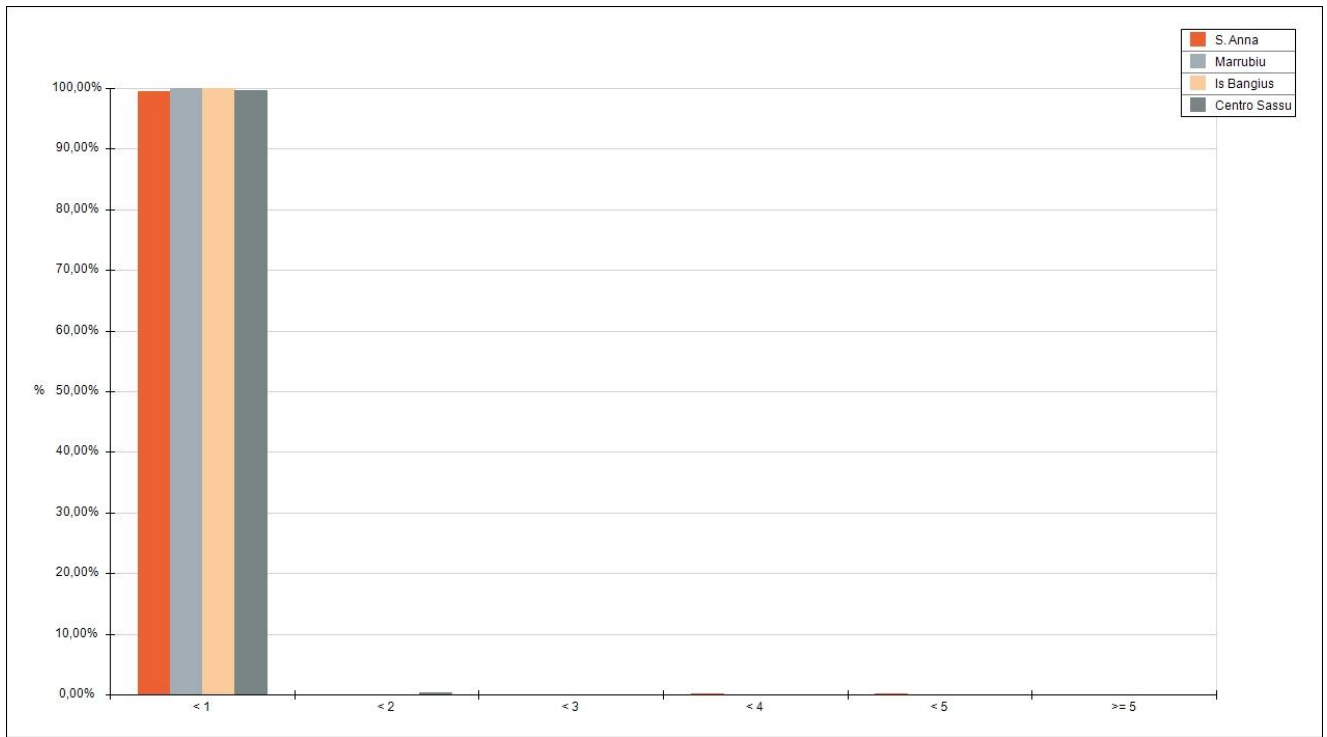
< 1,00                      100,00%  
< 2,00                      0,00%

#### P3 - Is Bangius

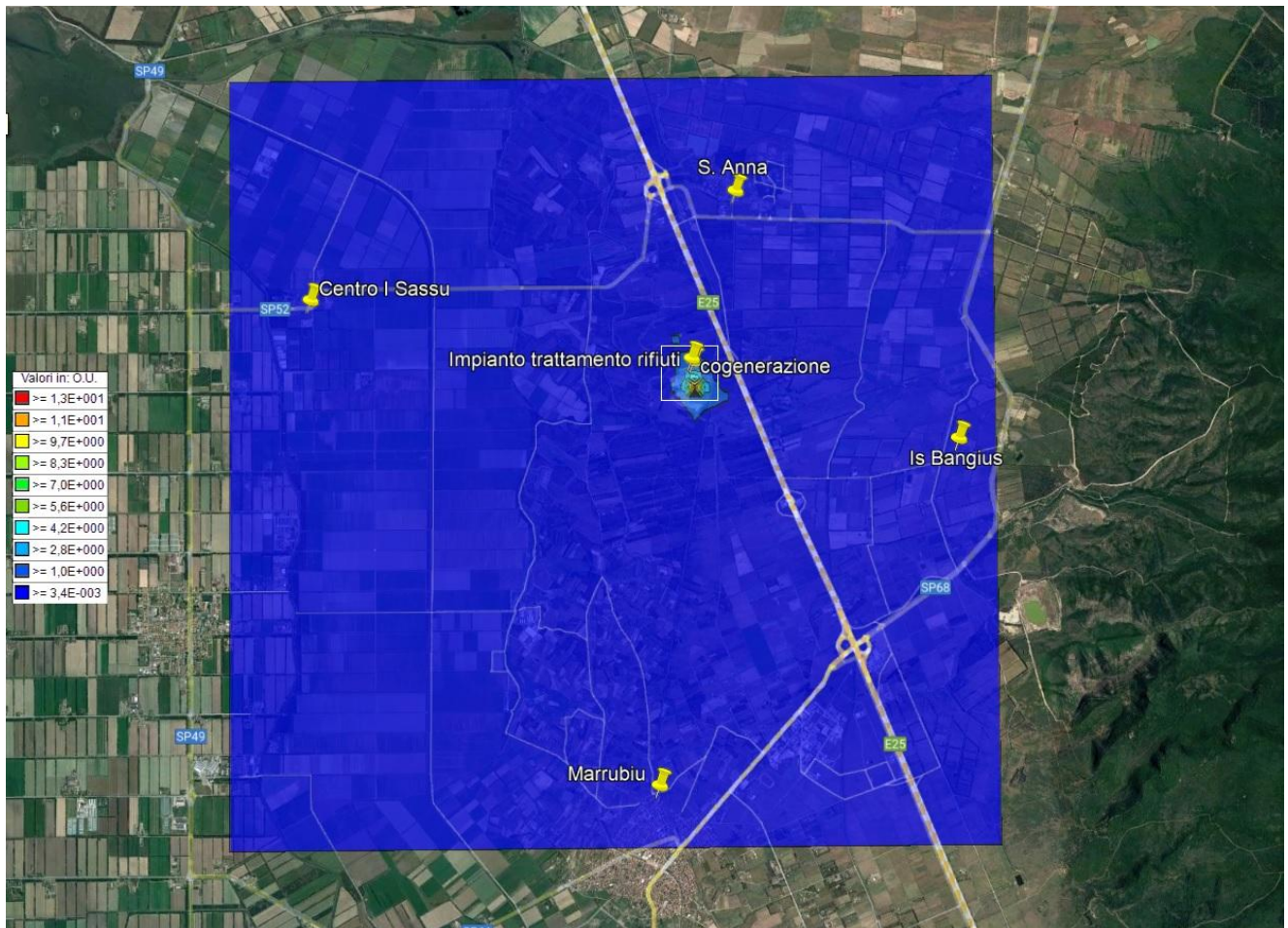
< 1,00                      100,00%  
< 2,00                      0,00%

#### P4 - Centro Sassu

< 1,00                      99,67%  
< 2,00                      0,33%



Frequenze di accadimento



Isoplete

Come si evince il valore di concentrazione stimato sui recettori considerati è, come ci si attendeva, per il 99,51 % delle volte al di sotto del valore di confronto di 1 UO<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> nell'abitato di S. Anna e 99,67% nel Centro Sassu (per gli altri recettori al di sotto per il 100%) indicato nelle linee guida della Regione Lombardia per le aree residenziali.