

SOCIETA' VALLE TANARO S.R.L.

Corso Alessandria snc – 14100 Asti (AT)

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI PER LA PRODUZIONE DI BIOMETANO DESTINATO ALL'AUTOTRAZIONE

Corso Alessandria snc – 14100 Asti (AT)

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ODORIGENO

Milano, giugno 2019

Dott. Ing. Laura Capelli

Professore Associato del **Politecnico di Milano**, c/o Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria
Chimica "Giulio Natta"



INDICE

1. Introduzione.....	3
2. Modello cartografico	5
2.1. <i>Dominio di spazio delle simulazioni.....</i>	<i>5</i>
2.2. <i>Effetti dei rilievi orografici e land use.....</i>	<i>5</i>
3. Modello meteorologico.....	8
3.1. <i>Dati di input.....</i>	<i>8</i>
3.2. <i>Analisi dei venti.....</i>	<i>10</i>
4. Modello emissivo	15
4.1. <i>Origine dei dati di emissione.....</i>	<i>15</i>
4.2. <i>Calcolo delle portate emissive.....</i>	<i>15</i>
4.2.1. <i>Sorgenti puntuali e areali attive.....</i>	<i>15</i>
4.2.2. <i>Sorgenti areali passive.....</i>	<i>16</i>
4.3. <i>Valutazione delle emissioni di odore dalle sorgenti emissive considerate</i>	<i>18</i>
4.3.1. <i>Valutazione delle emissioni di odore dai biofiltri</i>	<i>18</i>
4.3.2. <i>Valutazione delle emissioni dal camino dell'off-gas dell'upgrading.....</i>	<i>19</i>
4.3.3. <i>Valutazione delle emissioni dalle vasche di trattamento dei reflui.....</i>	<i>20</i>
4.3.4. <i>Valutazione delle emissioni dai cumuli di compost stoccati sotto tettoia.....</i>	<i>22</i>
4.3.5. <i>Sorgenti emissive considerate</i>	<i>22</i>
5. Modello di dispersione	24
5.1. <i>Descrizione del modello</i>	<i>24</i>
5.2. <i>Effetto scia degli edifici (building downwash)</i>	<i>25</i>
5.3. <i>Effetti delle fluttuazioni istantanee di concentrazione di odore</i>	<i>26</i>
5.4. <i>Elaborazione dei risultati</i>	<i>27</i>
5.4.1. <i>Calcolo dei percentili di concentrazione</i>	<i>27</i>
5.4.2. <i>Limiti di accettabilità dell'impianto</i>	<i>28</i>
6. Presentazione dei risultati e conclusioni.....	29
Allegato 1. Mappa del 98° percentile su base annua della concentrazione di picco di odore in ou/mc	31
Allegato 2. Zoom della mappa del 98° percentile su base annua della concentrazione di picco di odore in ou/mc proiettata in Google Earth.....	32

1. INTRODUZIONE

Il presente studio ha come obiettivo la valutazione previsionale dell'impatto olfattivo sul territorio delle emissioni in atmosfera relative all'impianto di trattamento rifiuti per la produzione di biometano destinato all'autotrazione in progetto ad Asti.

Lo studio è stato condotto al fine di ottenere una fotografia dettagliata delle emissioni odorigene dell'impianto, considerando pertanto tutte le sorgenti dello stesso. Nel caso specifico, in accordo con il progetto presentato, le sorgenti dell'impianto saranno costituite dai biofiltri, dal camino dell'off-gas dell'upgrading del biometano, dalle vasche di trattamento e dai cumuli di compost stoccati sotto tettoia.

L'impatto delle emissioni di odore in atmosfera è determinato applicando un modello di dispersione atmosferica che, a partire dai dati emissivi, calcola la concentrazione dell'odore nell'aria ambiente al suolo, elaborando i dati meteorologici ed i dati di profilo del terreno. Per il calcolo della dispersione delle emissioni è stato impiegato il modello CALPUFF, realizzato dalla Earth Tech Inc. per conto del California Air Resources Board (CARB) e del U.S. Environmental Protection Agency (US EPA). Nello specifico è stata utilizzata la versione 7.2.1, a mezzo della GUI CALPUFF View 8.6.1 testata e commercializzata da Lakes Environmental Software. Per il pre-processamento dei dati geografici e meteorologici sono stati utilizzati rispettivamente i processori GEO e CALMET che risultano già integrati nella GUI, mentre per il post-processamento finalizzato ad ottenere le mappe di impatto è stato fatto uso del processore CALPOST, anch'esso integrato nella GUI.

Il modello selezionato e le impostazioni dello stesso sono conformi a quanto previsto dalla L.R. 43/2000 "Linee guida per la caratterizzazione e il contenimento delle emissioni in atmosfera provenienti dalle attività ad impatto odorigeno" (DGR n. 13-4554 del 09/01/2017).

I dati di emissione sono stati ipotizzati sulla base dei dati di progetto dell'impianto, utilizzando dei valori di concentrazione e di portata di odore cautelativi stimati a partire da dati presenti nel database del Laboratorio Olfattometrico del Politecnico di Milano 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.

I dati meteorologici necessari alla simulazione sono dati prognostici tridimensionali di tipo WRF relativi all'anno 2018 acquistati dalla Lakes Environmental, stesso fornitore della GUI utilizzata per l'applicazione del modello CALPUFF.

Corografie, cartografie e dati orografici sono stati ottenuti da dati satellitari.

2. MODELLO CARTOGRAFICO

2.1. DOMINIO DI SPAZIO DELLE SIMULAZIONI

La griglia di recettori stesa sul dominio spaziale di simulazione è di 4000 m x 4000 m, con un punto ogni 100 m, per un totale di 1600 punti. Le dimensioni del dominio di simulazione sono state scelte in modo da includervi i ricettori più prossimi all'impianto.

2.2. EFFETTI DEI RILIEVI OROGRAFICI E LAND USE

L'effetto dei parametri di land use caratteristici della zona e degli effetti dei rilievi orografici sono stati considerati nella simulazione grazie al preprocessore GEO integrato nella GUI commercializzata dalla Lakes Environmental e impiegata per questo studio.

Le mappe del dominio di studio vengono caricate mediante WebGIS e processate in modo automatico dal software, che computa le quote altimetriche di ogni punto della griglia stesa sul dominio di simulazione (1600 punti).

Nella fattispecie i Terrain Files sono stati reperiti dalla libreria *SRTM1 (Global ~30m)*, mentre i Land Use Files provengono dalla libreria *CORINE CLC2006 – (Europe 100m)*.

La Figura 1 illustra le quote altimetriche considerate sul dominio di simulazione, mentre la Figura 2 mostra i relativi Land Use, dove il codice 40 “verde” indica le zone forestali, il codice 20 “giallo” indica le zone agricole, il codice 10 “rosa” rappresenta le zone urbane, e il codice 51 “azzurro” rappresenta i corsi d'acqua.

La caratterizzazione orografica del dominio di simulazione è importante al fine di garantire che la dispersione venga valutata efficacemente da parte del modello, tenendo conto degli effetti dei rilievi orografici, così come della diversa rugosità superficiale delle singole celle del dominio di simulazione.

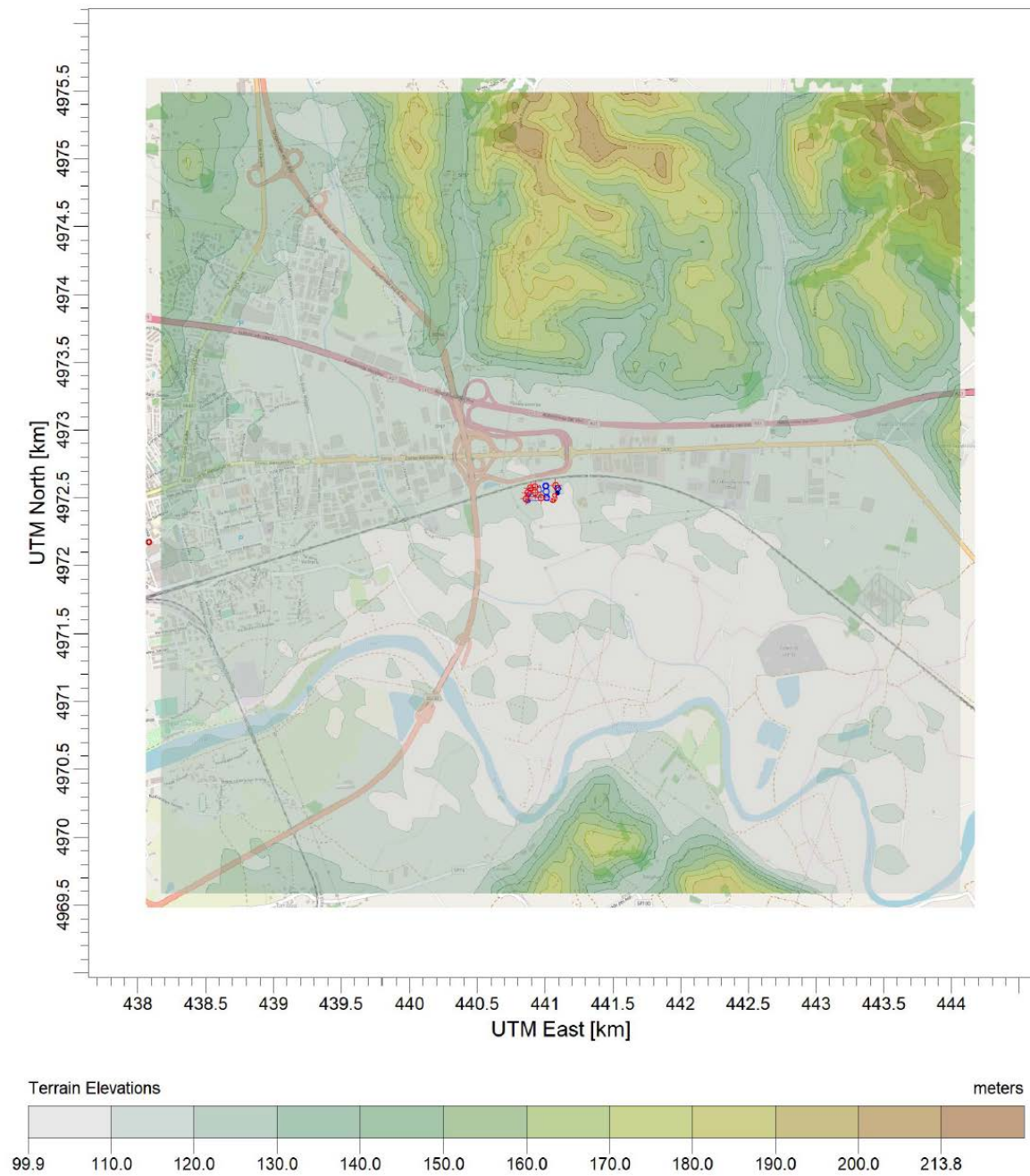


Figura 1. Quote altimetriche considerate sul dominio di simulazione

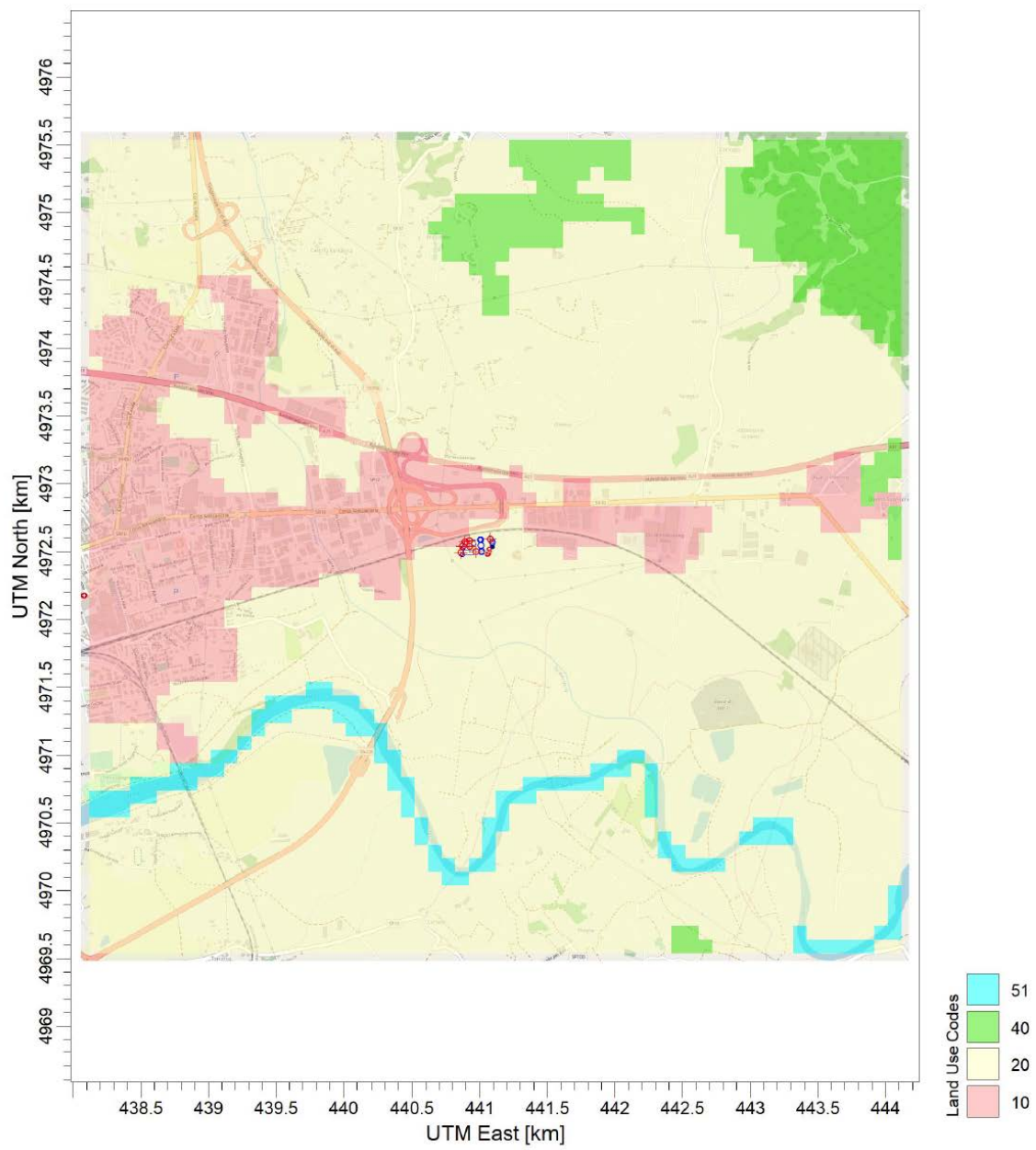


Figura 2. Land use considerati sul dominio di simulazione

3. MODELLO METEOROLOGICO

3.1. DATI DI INPUT

I dati meteorologici necessari alla simulazione sono dati prognostici tridimensionali di tipo WRF relativi all'anno 2018 acquistati dalla Lakes Environmental, fornitore della GUI utilizzata per l'applicazione del modello CALPUFF.

I dati generati dal modello sono in formato 3D.DAT, che è il formato supportato dal modello CALMET, che è il preprocessore meteorologico per il modello CALPUFF. I file 3D.DAT consistono di dati tridimensionali che considerano diversi strati verticali, e orizzontalmente ricopre la griglia relativa al dominio di simulazione considerato.

Il modello WRF (Weather Research and Forecasting Model) è un modello regionale di mesoscala di nuova generazione, utilizzato per previsioni meteorologiche e proiezioni climatiche. È un modello mantenuto dal National Center for Atmospheric Research (NCAR), la National Oceanic and Atmospheric Administration, il Forecast Systems Laboratory (FSL), la Air Force Weather Agency (AFWA), l'University of Oklahoma e la Federal Aviation Administration (FAA).

I dati generati dal modello WRF sono in formato 3D.DAT, che è il formato supportato dal modello CALMET, che è il preprocessore meteorologico per il modello CALPUFF. I file 3D.DAT consistono di dati tridimensionali che considerano diversi strati verticali, e orizzontalmente ricopre la griglia relativa al dominio di simulazione considerato.

I dati vengono processati dal preprocessore CALMET che crea il modello micrometeorologico tridimensionale determinando il campo di vento tridimensionale per ogni ora e per ogni cella del dominio della simulazione, risultando pertanto molto più preciso rispetto ai modelli monostazione non tridimensionali. Nel caso specifico, la griglia meteorologica è stata impostata in modo tale da comprendere il dominio computazionale dei ricettori: si è impostata una griglia 6 km x 6 km centrata sulla sorgente (punto centrale con coordinate UTM 441.120 km Est e 4972.537 km Nord) con una cella ogni 100 m, per un totale di 3600 celle. Sul piano verticale sono state considerate 10 celle, come indicato in Figura 3, per cui la griglia meteorologica considerata per lo studio risulta comprendere un totale di 36000 celle.

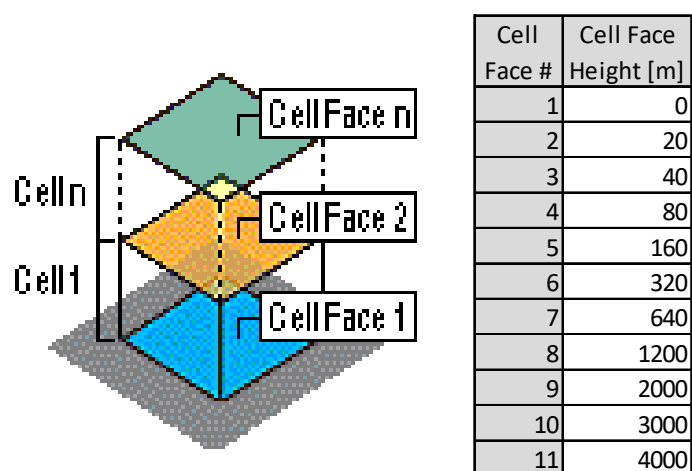


Figura 3. Quote delle celle verticali della griglia meteorologica considerata per lo studio

A titolo esemplificativo, la Figura 4 mostra l'estensione del campo di vento tridimensionale risultante dal modello CALMET, relativo ad una quota di 10 m, in un'ora del dominio di simulazione (le ore 03:00 del 01/01/2018), dove è chiaramente visibile che per ogni cella della griglia i vettori del vento possono avere moduli e direzioni diverse.

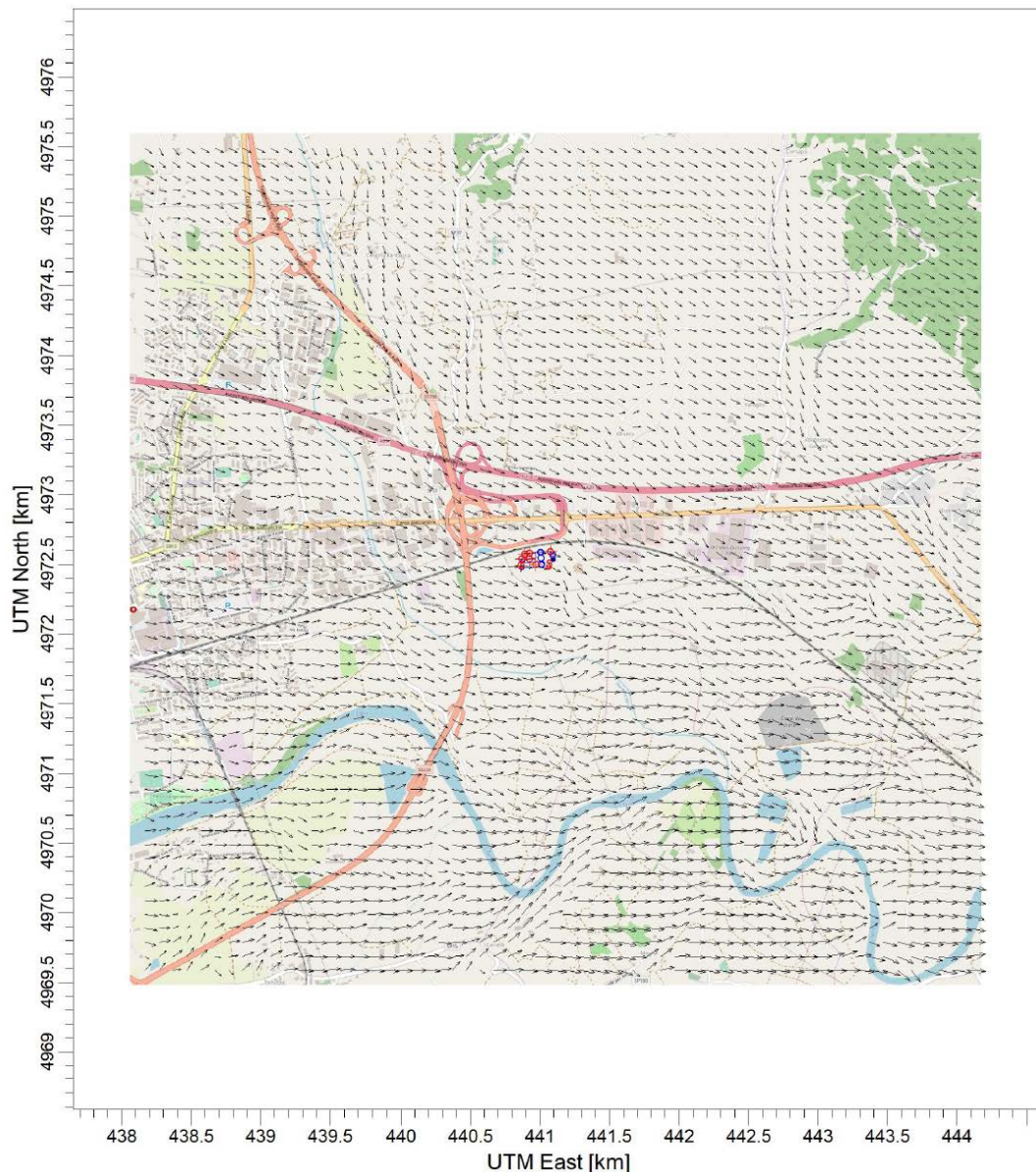


Figura 4. Esempio di campo di vento a 10 m in un'ora del dominio di simulazione (le ore 03:00 del 01/01/2018) ottenuto come output da CALMET

3.2. ANALISI DEI VENTI

La rosa delle direzioni dei venti è utile per dare conto di come i venti spirino nella zona di indagine. Nel caso in cui vengano utilizzati dati prognostici tridimensionali, poiché il file meteo contiene i dati di direzione e velocità del vento per ogni cella del dominio di simulazione e per ogni strato verticale considerato, è necessario definire per quale cella e a che quota rappresentare la rosa dei venti.

Nel caso specifico, in Figura 5 è rappresentata la rosa generale dei vettori di direzione del vento per la cella centrale del dominio di simulazione ove è situato l'impianto, avente coordinate UTM 441.120 km Est e 4972.537 km Nord, ad una quota posta convenzionalmente a 10 m dal suolo.

Nella prassi meteorologica, nelle rose dei venti è consuetudine, per convenzione, indicare l'angolo di direzione di provenienza del vento. Ad esempio, quando si indica che il vento ha angolo 90° , si intende che esso soffia da est a ovest. Al contrario, nell'ambito della simulazione della dispersione degli inquinanti, è più efficace rappresentare non già la direzione del vento (ossia l'angolo di provenienza), ma piuttosto il vettore del vento (ossia la direzione verso cui il vento soffia). Quest'ultima è la convenzione assunta nel presente studio. Quindi, nel presente studio, quando si indica, ad esempio, che il vento ha angolo 90° , si intende che esso soffia da ovest a est.

La rosa generale dei venti così ottenuta evidenzia, presso il sito geografico in esame, la presenza di un vento prevalente diretto verso est.

L'analisi dei venti nel medesimo punto restituisce una velocità del vento media pari a 2.16 m/s e una percentuale di calme di vento pari al 5.62%.

Il dettaglio delle frequenze di distribuzione dei venti per direzione e per classe di velocità sono riportati in Tabella 1, mentre la Figura 7 mostra la frequenza di distribuzione delle classi di velocità del vento.

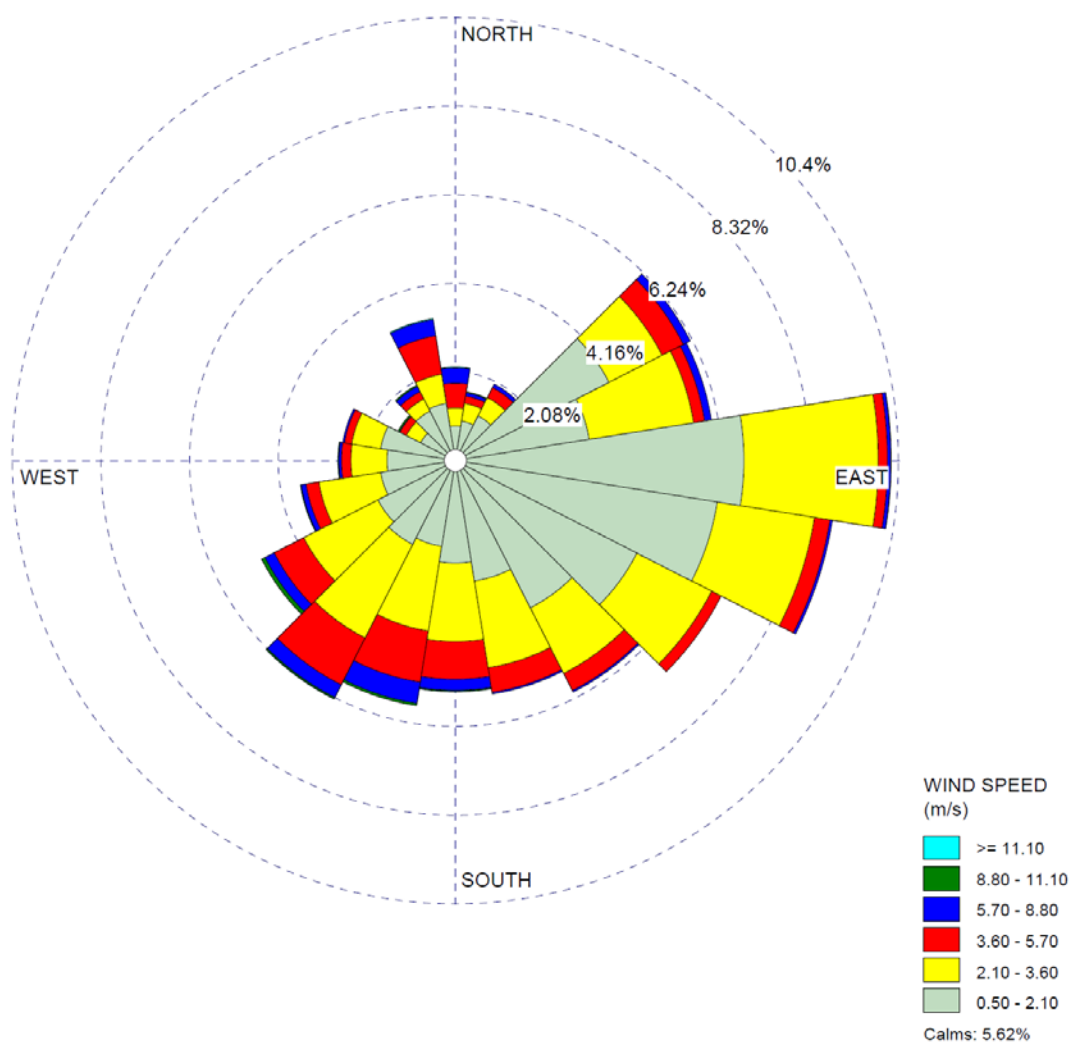


Figura 5. Rosa generale dei vettori del vento nel centro del dominio di simulazione, ad una quota di 10 m dal suolo

	Directions / Wind Classes (m/s)	0.50 - 2.10	2.10 - 3.60	3.60 - 5.70	5.70 - 8.80	8.80 - 11.10	>= 11.10	Total
1	352.5 - 7.5	0.65%	0.34%	0.42%	0.26%	0.01%	0.02%	1.71%
2	7.5 - 22.5	0.80%	0.41%	0.14%	0.09%	0.02%	0.00%	1.46%
3	22.5 - 37.5	0.80%	0.30%	0.22%	0.07%	0.00%	0.00%	1.38%
4	37.5 - 52.5	2.37%	0.63%	0.24%	0.10%	0.00%	0.00%	3.35%
5	52.5 - 67.5	3.43%	1.68%	0.47%	0.17%	0.00%	0.00%	5.74%
6	67.5 - 82.5	2.34%	1.96%	0.23%	0.09%	0.00%	0.00%	4.62%
7	82.5 - 97.5	5.77%	2.66%	0.18%	0.06%	0.01%	0.00%	8.68%
8	97.5 - 112.5	5.93%	2.07%	0.26%	0.07%	0.00%	0.00%	8.32%
9	112.5 - 127.5	3.87%	1.83%	0.26%	0.01%	0.00%	0.00%	5.97%
10	127.5 - 142.5	3.56%	1.44%	0.25%	0.01%	0.00%	0.00%	5.26%
11	142.5 - 157.5	3.06%	1.47%	0.46%	0.05%	0.00%	0.00%	5.03%
12	157.5 - 172.5	2.22%	1.80%	0.48%	0.06%	0.00%	0.00%	4.56%
13	172.5 - 187.5	1.99%	1.50%	0.78%	0.23%	0.02%	0.01%	4.52%
14	187.5 - 202.5	1.66%	1.55%	0.94%	0.43%	0.06%	0.00%	4.64%
15	202.5 - 217.5	1.80%	2.02%	1.18%	0.30%	0.02%	0.01%	5.33%
16	217.5 - 232.5	1.76%	1.88%	0.82%	0.23%	0.02%	0.00%	4.72%
17	232.5 - 247.5	1.59%	1.46%	0.45%	0.19%	0.08%	0.01%	3.78%
18	247.5 - 262.5	1.56%	1.16%	0.22%	0.06%	0.01%	0.00%	3.01%
19	262.5 - 277.5	1.29%	0.70%	0.18%	0.05%	0.01%	0.01%	2.24%
20	277.5 - 292.5	1.64%	0.58%	0.15%	0.05%	0.00%	0.00%	2.42%
21	292.5 - 307.5	0.73%	0.37%	0.18%	0.00%	0.02%	0.00%	1.30%
22	307.5 - 322.5	0.75%	0.25%	0.13%	0.09%	0.02%	0.00%	1.24%
23	322.5 - 337.5	1.38%	0.46%	0.25%	0.11%	0.02%	0.00%	2.23%
24	337.5 - 352.5	1.04%	0.49%	0.91%	0.41%	0.00%	0.02%	2.88%
	Sub-Total	51.98%	29.01%	9.78%	3.19%	0.34%	0.09%	94.38%
	Calms							5.62%
	Missing/Incomplete							0.00%
	Total							100.00%

Tabella 1. Dettaglio delle frequenze di distribuzione dei venti per direzione e per classe di velocità

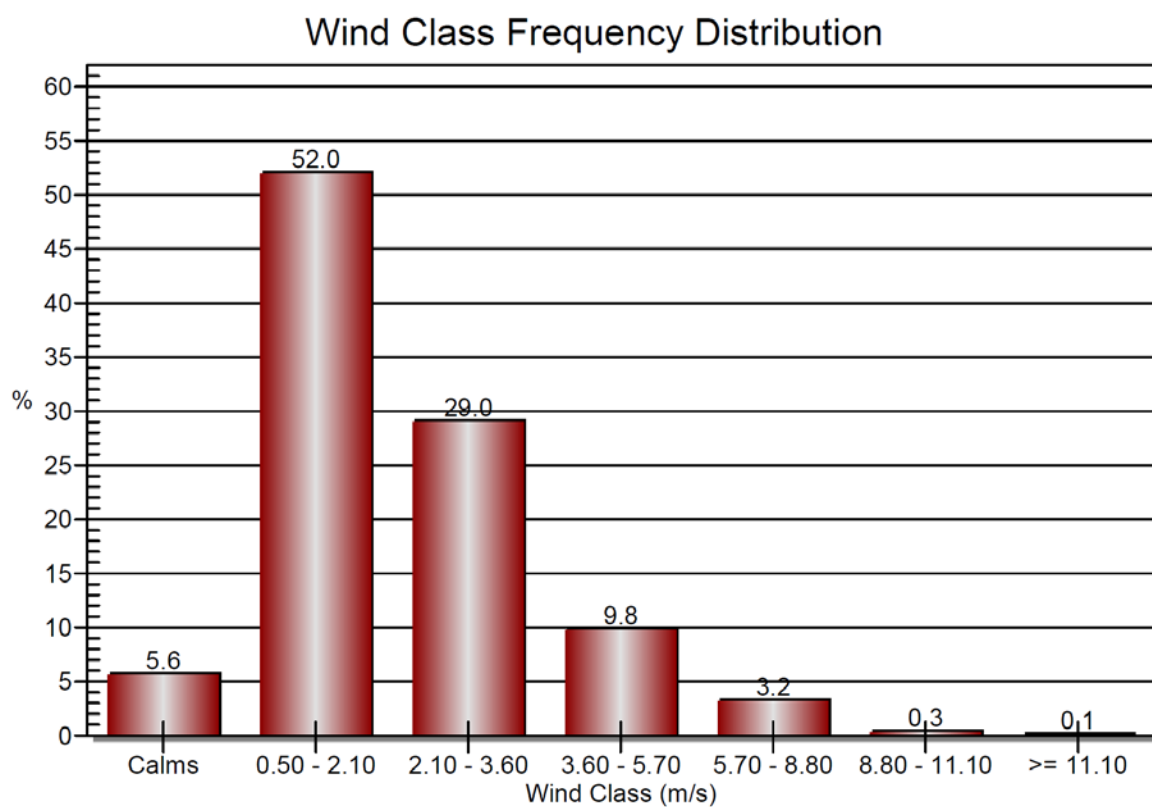


Figura 6. Frequenza di distribuzione delle classi di velocità del vento

4. MODELLO EMISSIVO

4.1. ORIGINE DEI DATI DI EMISSIONE

I dati di emissione sono stati ipotizzati sulla base dei dati di progetto dell'impianto, utilizzando dei valori di concentrazione e di portata di odore cautelativi stimati a partire da dati presenti nel database del Laboratorio Olfattometrico del Politecnico di Milano 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.

Le sorgenti emissive considerate per lo studio di impatto olfattivo sono:

- i 6 biofiltri (E11 – E16)
- il camino dell'off-gas dell'upgrading del biometano
- le vasche di depurazione dei reflui liquidi
- lo stoccaggio del compost.

Le modalità con cui le suddette emissioni sono state considerate nel modello sono dettagliate di seguito.

4.2. CALCOLO DELLE PORTATE EMISSIVE

4.2.1. Sorgenti puntuali e areali attive

Per quanto riguarda le sorgenti emissive puntuali e areali attive (e.g., rispettivamente, camini e biofiltri), 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 (ouE/s).

$$OER = c_{od} \cdot Q_{aria}$$

Per convenzione (EN 13725:2003), l'OER è espresso normalizzando la portata di aria a 20°C.

4.2.2. Sorgenti areali passive

Anche per quanto riguarda le sorgenti di odore areali senza flusso indotto, ossia, nel caso specifico, le vasche di trattamento dei reflui liquidi e 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 ($\text{ou}_E/\text{s}/\text{m}^2$) 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:

$$SOER = \frac{c_{od} \cdot Q_{aria}}{A_{base,WT}}$$

La concentrazione di odore all'uscita della cappa, ossia la quantità di sostanze odorigene che passano dalla fase liquida alla fase gas per effetto della corrente di aria inviata nella cappa (convezione forzata) è funzione della velocità della corrente stessa sul pelo libero della superficie liquida.

Nel caso delle sorgenti areali passive liquide, è possibile considerare che il trasferimento di materia dalla fase liquida alla fase gas avvenga secondo le leggi della teoria dello strato limite di Prandtl, per cui la concentrazione di odore risulta proporzionale all'inverso della radice della velocità:

$$c_{od} \propto \frac{1}{\sqrt{v}} = v^{-\frac{1}{2}}$$

Per questo motivo, anche il flusso specifico di odore è funzione della velocità dell'aria inviata sotto cappa, ed in particolare esso è proporzionale alla radice della velocità stessa:

$$SOER \propto v^{\frac{1}{2}}$$

Nel caso specifico, il flusso specifico di odore è stato valutato considerando la quantità di aria inviata sotto cappa al momento del campionamento, pari a 2500 l/h, che corrispondono ad una

velocità dell'aria a contatto con la superficie liquida, all'interno del corpo centrale della cappa, pari a ca. 3.5 cm/s.

È importante sottolineare che per la valutazione della dispersione delle emissioni di odore da sorgenti areali passive, il flusso specifico di odore è ricalcolato per ciascuna ora del dominio della simulazione facendo riferimento al valore di velocità del vento misurato dalla centralina meteorologica: il modello ricalcola il valore di SOER per ciascuna ora del dominio della simulazione in funzione della velocità del vento effettiva nell'ora considerata.

La grandezza che consente di valutare le emissioni di odore totali di una sorgente areale senza flusso indotto è la portata di odore (OER – Odour Emission Rate), calcolata come prodotto fra il flusso specifico di odore e la superficie della sorgente, ed espressa in unità odorimetriche al secondo (ou_E/s).

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

Nel caso in cui si valuti l'emissione di una vasca, come superficie emissiva si considera la superficie della vasca stessa.

A tale proposito è importante sottolineare che la velocità del vento è normalmente misurata a 10 m di quota, mentre per il ricalcolo della velocità è necessario considerare la velocità del vento alla quota del pelo libero della superficie emissiva. A tale scopo viene utilizzata la “power law”, che consente di valutare la velocità del vento ad una qualunque quota a partire dalla velocità del vento misurata ad un'altra quota in funzione della classe di stabilità atmosferica.

La relazione di potenza utilizzata a tale scopo è:

$$\frac{v_{z1}}{v_{z2}} = \left(\frac{z1}{z2}\right)^n$$

L'esponente n è calcolato in funzione della classe di stabilità atmosferica e della tipologia di territorio (rurale o urbana), come riportato in Tabella 2.

Territorio rurale		Territorio urbano	
Stabilità	n	Stabilità	n
A	0.1	A	0.15
B	0.15	B	0.15
C	0.2	C	0.2
D	0.25	D	0.25
E	0.25	E	0.4
F	0.3	F	0.6

Tabella 2. Esponenti per la “power law” per la valutazione della velocità del vento a diverse quote

Nel caso specifico, per il ricalcolo della velocità del vento con la quota, sono stati considerati i valori di esponente relativi al territorio rurale.

Le relazioni che descrivono la dipendenza delle emissioni con la velocità del vento sono state utilizzate per la valutazione delle emissioni odorigene dalle vasche di trattamento dei reflui liquidi che, secondo quanto previsto dal progetto, saranno aperte, ossia il flottatore e il sedimentatore finale.

La vasca del trattamento biologico, essendo chiusa ed aerata, è stata invece trattata come una sorgente puntuale.

Infine, per quanto riguarda i cumuli di compost, questi da progetto saranno stoccati sotto tettoia chiusa su 3 lati, pertanto l’effetto del vento sulla superficie degli stessi è da ritenersi trascurabili. Ai fini modellistici, tale emissione è quindi stata trattata come una sorgente volumetrica.

4.3. VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI DI ODORE DALLE SORGENTI EMISSIVE CONSIDERATE

4.3.1. Valutazione delle emissioni di odore dai biofiltri

Per quanto riguarda i 6 biofiltri in progetto nell’impianto in esame, trattandosi di sorgenti areali attive, trattate dal modello analogamente a sorgenti puntuali, la portata di odore (OER) è stata valutata come descritto al paragrafo 4.2.1.

Per quanto la concentrazione di odore in uscita dal biofiltro si è deciso di considerare una concentrazione di odore in uscita dal presidio pari a $300 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, valore in linea con i limiti indicati in diverse autorizzazioni di impianti simili presenti sul territorio italiano. L’emissione

è quindi stata posta cautelativamente uguale al valore limite per tutte le 8760 ore della simulazione.

I dati emissivi relativi ai 6 biofiltri considerati per la simulazione sono riportati in Tabella 3

Id	Emissione	Coord. UTM E	Coord. UTM N	Superficie	D eq	T out	Q a 0°C	Q a T out	v out	h	cod	SOER	OER
BF11	Biofiltro E11	440861	4972492	260	18.2	298	41566	45372	0.048	2.7	300	—	3718
BF12	Biofiltro E12	440971	4972499	175	14.9	298	27710	30248	0.048	2.7	300	—	2478
BF13	Biofiltro E13	440870	4972540	96	11.1	298	15233	16628	0.048	2.7	300	—	1362
BF14	Biofiltro E14	440890	4972573	192	15.6	298	30467	33257	0.048	2.7	300	—	2725
BF15	Biofiltro E15	440925	4972580	192	15.6	298	30467	33257	0.048	2.7	300	—	2725
BF16	Biofiltro E16	440925	4972538	220	16.7	298	34860	38052	0.048	2.7	300	—	3118

Tabella 3. Dati emissivi dei biofiltri

4.3.2. Valutazione delle emissioni dal camino dell'off-gas dell'upgrading

Per quanto riguarda il camino dell'off-gas dell'upgrading del biometano (sorgente puntuale), è stato necessario ipotizzare una concentrazione di odore del flusso in uscita, non essendo disponibili dati sperimentali o di letteratura che consentissero di estrapolare un dato relativo ad impianti analoghi a quello in progetto.

Al fine di stimare un dato di concentrazione di odore ragionevole, ci si è basati sull'esperienza maturata presso il Laboratorio Olfattometrico del Politecnico di Milano, e sui dati di progetto dell'impianto in esame.

In particolare, si è considerato che il biogas prodotto dalla digestione anaerobica, prima di essere inviato all'upgrading per essere separato nel prodotto (biometano) e nell'off-gas, è fatto passare attraverso un sistema di carboni attivi per l'eliminazione di composti indesiderati, quali COV e H₂S.

I carboni attivi sono sistemi estremamente efficienti nell'abbattimento delle sostanze odorigene, e raggiungono facilmente efficienze di rimozione dell'ordine del 99% (si veda ad es. *Estrada, J. M., Kraakman, N. B., Muñoz, R., & Lebrero, R. (2010). A comparative analysis of odour treatment technologies in wastewater treatment plants. Environmental science & technology, 45(3), 1100-1106*). Ipotizzando una concentrazione del biogas in ingresso dell'ordine di 10⁵ ouE/m³, la concentrazione in uscita dal carbone attivo dovrebbe risultare dell'ordine di 10³ ouE/m³.

Sulla base di questa considerazione si è deciso di ipotizzare una concentrazione di odore in uscita al camino di 5000 ouE/m³. Tale concentrazione deriva dall'ipotesi cautelativa di una

concentrazione di odore del biogas di 500'000 ou_E/m³ (i dati sperimentali a disposizione del Laboratorio Olfattometrico indicano in realtà concentrazioni di odore generalmente comprese fra 50'000 ou_E/m³ e 300'000 ou_E/m³), e di un'efficienza di abbattimento dell'odore da parte dei carboni attivi del 99%.

Tale ipotesi dovrà essere verificata ad impianto funzionante a regime.

I dati emissivi considerati per il camino sono riportati in Tabella 4.

Id	Emissione	Coord. UTM E	Coord. UTM N	Superficie	D eq	T out	Q a 0°C	Q a T out	v out	h	cod	SOER	OER
C-Up	Camino upgrading	441076	4972591	0.126	0.4	293	380	408	0.9	10	5000	—	566

Tabella 4. Dati emissivi del camino dell'off-gas dell'upgrading del biometano

4.3.3. Valutazione delle emissioni dalle vasche di trattamento dei reflui

Per quanto riguarda le vasche di depurazione dei reflui liquidi (sorgenti areali) previste dal progetto, che includono una vasca di equalizzazione, un flottatore, una vasca di trattamento biologico operata alternativamente in condizioni ossigenate e anossiche, e un sedimentatore finale, i dati di concentrazione di odore sono stati ipotizzati sulla base di dati presenti nel database del Laboratorio Olfattometrico del Politecnico di Milano.

Nello specifico, si è ipotizzato che il refluo in ingresso presentasse una concentrazione di odore (ottenuta tramite campionamento con Wind Tunnel operata a 2500 l/h, come previsto anche dalla DGR n. 13-4554 del 09/01/2017), pari a 10'000 ou_E/m³. Tale concentrazione di odore diminuisce lungo il processo di trattamento, per cui relativamente alla vasca di trattamento biologico si è stimata una concentrazione di odore dimezzata rispetto all'ingresso, e dunque pari a 5'000 ou_E/m³. Infine, per il refluo depurato nella fase di sedimentazione finale si è ipotizzata una concentrazione di odore pari a 750 ou_E/m³. Tali dati saranno da verificare ad impianto funzionante a regime.

Per quanto riguarda il flottatore e il sedimentatore finale, trattandosi di vasche aperte, queste sono state trattate modellisticamente come previsto al punto 4.5 della Parte V della DGR n. 13-4554 del 09/01/2017, considerando l'emissione come dipendente dalla velocità del vento, in accordo con le relazioni riportate al par. 4.2.2.

Per il ricalcolo delle velocità alla quota delle sorgenti sono stati utilizzati gli esponenti riportati in Tabella 2 relativi ad un territorio rurale.

La Tabella 5 e la Tabella 6 riportano i fattori moltiplicativi del SOER in funzione della classe di stabilità atmosferica e della velocità del vento utilizzati per la simulazione rispettivamente per il flottatore (Tabella 5) e per il sedimentatore (Tabella 6).

u_{10m}	1.54	3.09	5.14	8.23	10.8	10.8+
A	4.33	7.50	10.00	12.75	15.21	16.21
B	4.16	7.21	9.61	12.25	14.61	15.57
C	3.99	6.92	9.23	11.77	14.04	14.95
D	3.84	6.65	8.87	11.30	13.48	14.37
E	3.84	6.65	8.87	11.30	13.48	14.37
F	3.68	6.39	8.52	10.86	12.95	13.80

Tabella 5. Fattori moltiplicativi del SOER relativo al flottatore in funzione della classe di stabilità e della velocità del vento

u_{10m}	1.54	3.09	5.14	8.23	10.8	10.8+
A	4.180337	7.248389	9.663866	12.31733	14.69503	15.65589
B	3.946493	6.84292	9.123278	11.62831	13.873	14.78012
C	3.72573	6.460133	8.61293	10.97783	13.09696	13.95333
D	3.517316	6.098759	8.13113	10.36374	12.36432	13.17279
E	3.517316	6.098759	8.13113	10.36374	12.36432	13.17279
F	3.32056	5.7576	7.676282	9.784005	11.67267	12.43592

Tabella 6. Fattori moltiplicativi del SOER relativo al sedimentatore in funzione della classe di stabilità e della velocità del vento

Diverse sono le considerazioni effettuate per le altre vasche, che da progetto saranno chiuse.

Nello specifico, l'emissione dalla vasca di equalizzazione è stata reputata trascurabile, poiché chiusa e non dotata di una portata in uscita. Eventuali emissioni fuggitive nell'eventualità di una chiusura non perfettamente a tenuta sarebbero attribuibili ad un fenomeno puramente diffusivo, e quindi caratterizzato da velocità talmente piccole da rendere trascurabile il valore di OER.

Per quanto riguarda invece la vasca del trattamento biologico, si è considerato che la portata di aerazione della vasca, insufflata durante il suo funzionamento in condizioni ossidative, venga emessa in atmosfera con la concentrazione di odore di 5'000 ou_E/m³ ipotizzata.

A tale scopo, la portata volumetrica emessa è stata valutata a partire dalla portata nominale del ventilatore, pari a 7000 m³/h, moltiplicata per un fattore di 0.85 per ottenere la portata effettivamente insufflata, e moltiplicata per il fattore di utilizzo di 0.6, considerando che la vasca viene operata in condizioni ossidative per il 60% del tempo, mentre per il restante 40%

essa lavora in condizioni anossiche (denitro), ottenendo dunque una portata emissiva di 3570 m³/h. Essendo la vasca chiusa, e di conseguenza non essendo la superficie emissiva esposta all'azione del vento, l'emissione in questo caso non è stata considerata funzione della velocità del vento.

I dati emissivi considerati nella simulazione per quanto riguarda le vasche di depurazione dei reflui sono riportati in Tabella 7.

Id	Emissione	Coord. UTM E	Coord. UTM N	Superficie	D eq	Q a T out	h	c od	SOER	OER	OER f(WS)
TA-Bio	Vasca Biologico	441076	4972497	540	26.2	3570	5	5000	9.2	4958	N
TA-Fl	Flottatore	441069	4972519	5	2.5	—	2	10000	55.6	278	S
TA-Sed	Sedimentatore	441056	4972482	38.5	7	—	1	750	4.2	160	S

Tabella 7. Dati emissivi delle vasche di depurazione dei reflui

4.3.4. Valutazione delle emissioni dai cumuli di compost stoccati sotto tettoia

Come anticipato al par. 4.2.2, questa sorgente emissiva è stata considerata come una sorgente volumetrica, poiché i cumuli di compost saranno stoccati all'interno di un capannone chiuso su 3 lati, che fa sì che la superficie degli stessi non sia esposta direttamente all'azione del vento.

Per la stima della concentrazione di odore si è utilizzato un dato di letteratura, ottenuto tramite campionamenti effettuati con metodo Wind Tunnel come previsto dalla DGR n. 13-4554 del 09/01/2017, pari a 400 ou_E/m³. Questo valore è stato utilizzato per il computo del SOER e dell'OER, considerando la massima superficie di stoccaggio, pari a 410 m².

La Tabella 8 riporta i dati emissivi considerati per i cumuli di compost stoccati sotto tettoia.

Id	Emissione	Coord. UTM E	Coord. UTM N	Superficie	D eq	h	c od	SOER	OER
PZ-Comp	Stoccaggio compost	441094	4972537	410	—	6	400	2.2	911

Tabella 8. Dati emissivi dei cumuli di compost

4.3.5. Sorgenti emissive considerate

Come precedentemente discusso, le sorgenti emissive considerate per lo studio di impatto olfattivo sono:

- i 6 biofiltri (E11 – E16)
- il camino dell'off-gas dell'upgrading del biometano
- le vasche di depurazione dei reflui liquidi

- lo stoccaggio del compost.

La Tabella 10 riporta, a titolo riassuntivo, l'elenco delle sorgenti emissive considerate e le relative caratteristiche utilizzate ai fini della simulazione della dispersione.

Type	ID	Desc	Base_Elev	Height	Diam	Exit_Vel	Exit_Temp
			[m]	[m]	[m]	[m/s]	[K]
POINT	BF11	Biofiltro E11	111.19	2.7	18.2	0.048	298
POINT	BF12	Biofiltro E12	108.84	2.7	14.9	0.048	298
POINT	BF13	Biofiltro E13	111.38	2.7	11.1	0.048	298
POINT	BF14	Biofiltro E14	111.62	2.7	15.6	0.048	298
POINT	BF15	Biofiltro E15	112.32	2.7	15.6	0.048	298
POINT	BF16	Biofiltro E16	111.33	2.7	16.7	0.048	298
POINT	C-UP	Camino upgrading	111	10	0.4	0.9	293
AREA	TA-BIO	Vasca biologico	107.4	5			
AREA	TA-FL	Flottatore	108.46	2			
AREA_CIRC	TA-SED	Sedimentatore	107.4	1	3.5		
VOLUME	PZ-COMP	Stoccaggio compost	109.52	6			

Type	ID	Desc	Length_X	Length_Y	Rotation	SigmaY	SigmaZ	ODOR	X1	Y1
			[m]	[m]	[deg]	[m]	[m]			
POINT	BF11	Biofiltro E11						3718	440861	4972492
POINT	BF12	Biofiltro E12						2478	440971	4972499
POINT	BF13	Biofiltro E13						1362	440870	4972540
POINT	BF14	Biofiltro E14						2725	440890	4972573
POINT	BF15	Biofiltro E15						2725	440925	4972580
POINT	BF16	Biofiltro E16						3118	440925	4972538
POINT	C-UP	Camino upgrading						566	441076	4972591
AREA	TA-BIO	Vasca biologico	20	27	12		2.33	9.2	441063	4972483.5
AREA	TA-FL	Flottatore	2.5	2	12		1	55.6	441069	4972519
AREA_CIRC	TA-SED	Sedimentatore					2	4.2	441056	4972482
VOLUME	PZ-COMP	Stoccaggio compost				4.71	2.79	911	441094	4972537

Tabella 9. Tabella riassuntiva delle sorgenti considerate per la simulazione e relative caratteristiche

5. MODELLO DI DISPERSIONE

5.1. DESCRIZIONE DEL MODELLO

Per il calcolo della dispersione delle emissioni è stato impiegato il modello CALPUFF, realizzato dalla Earth Tech Inc. per conto del California Air Resources Board (CARB) e del U.S. Environmental Protection Agency (US EPA).

CALPUFF appartiene alla tipologia di modelli descritti al paragrafo 3.1.2 della linea guida RTI CTN_ACE 4/2001 “Linee guida per la selezione e l’applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell’aria”, Agenzia Nazionale per la Protezione dell’Ambiente, Centro Tematico Nazionale – Aria Clima Emissioni, 2001.

Il modello di dispersione CALPUFF, nel modo in cui è impiegato nell’ambito del presente studio, è classificabile nella tipologia 2 della scheda 9 della norma UNI 10796:2000 “Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi - Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici”, ma ha alcune caratteristiche avanzate tali da classificarlo nella tipologia 3 della medesima scheda 9.

Nello specifico è stata utilizzata la versione 7.2.1 di CALPUFF, a mezzo della GUI CALPUFF View 8.6.1 testata e commercializzata da Lakes Environmental Software.

Fra le ragioni che suggeriscono l’impiego di CALPUFF nel caso in esame, si possono elencare le seguenti.

- L’algoritmo principale di CALPUFF implementa un modello di dispersione non stazionario a puff gaussiano. Questo permette la trattazione rigorosa ed esplicita anche dei periodi nei quali il vento è debole o assente, a differenza dei più noti modelli a pennacchio gaussiano (Gaussian plume models).
- I coefficienti di dispersione sono calcolati dai parametri di turbolenza (u^* , w^* , L_{MO}), anziché dalle classi di stabilità Pasquill-Gifford-Turner. Vale a dire che la turbolenza è descritta da funzioni continue anziché discrete.
- Alle sorgenti emissive possono essere assegnate emissioni variabili nel tempo, ora dopo ora.

- Durante i periodi in cui lo strato limite ha struttura convettiva, la distribuzione delle concentrazioni all'interno di ogni singolo puff è gaussiana sui piani orizzontali, ma asimmetrica sui piani verticali, cioè tiene conto della asimmetria della funzione di distribuzione di probabilità delle velocità verticali. In altre parole, il modello simula gli effetti sulla dispersione dovuti ai moti dell'aria ascendenti (le comunemente dette “termiche”) e discendenti tipici delle ore più calde della giornata e dovuti ai vortici di grande scala.

5.2. EFFETTO SCIA DEGLI EDIFICI (BUILDING DOWNWASH)

L'effetto scia degli edifici (building downwash) sulle sorgenti odorigene è stato considerato in conformità a quanto previsto al punto 10 della Parte V della DGR n. 13-4554 del 09/01/2017 attraverso l'attivazione dell'apposita funzione integrata nella GUI di CALPUFF impiegata per lo studio.

A tale scopo è necessario fornire al software le caratteristiche geometriche complete degli edifici (Tabella 10).

La Figura 7 illustra la proiezione 3D degli edifici considerati ai fini del building downwash nel presente studio.

ID_Building	Description	Base_Elevation	Tier_Height	Diameter	X_Length	Y_Length	Rotation_Angle	X1	Y1
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	(deg)	[m]	[m]
BLD_1	B1	111.25	11		99	41	13	440877.47	4972527.32
BLD_2	B2	111.2	11		100	29	0	440870.79	4972479.83
BLD_3	B3	112.71	6	31				441005.06	4972587.91
BLD_4	B4	111.03	5.5	43				441007.7	4972547.78
BLD_5	B5	109.24	8.2	32				441012.14	4972498.97
BLD_6	B6	110.57	6	25				441091.66	4972569.34

Tabella 10. Caratteristiche geometriche degli edifici considerati ai fini del building downwash



Figura 7. Proiezione 3D in Google Earth degli edifici considerati ai fini del building downwash

5.3. EFFETTI DELLE FLUTTUAZIONI ISTANTANEE DI CONCENTRAZIONE DI ODORE

Affinché un odore sia percepibile è sufficiente che la sua concentrazione in aria superi la soglia di percezione anche solo per il tempo di un respiro (in media 3.6 secondi). La concentrazione di odore, così come qualunque variabile scalare dell'atmosfera, fluttua istantaneamente per effetto della turbolenza. Poiché il modello di dispersione impiegato produce come output, per ciascuna ora e ciascun recettore, la media oraria della concentrazione di odore, è necessario dedurre da questa la concentrazione oraria di picco, definita come la concentrazione che in un'ora è oltrepassata con probabilità 10^{-3} , cioè per più di 3.6 secondi. Studi scientifici (NSW Environment Protection Authority, "Technical Notes. Draft Policy: Assessment and Management of Odour from Stationary Sources in NSW", Sydney, 2001) dimostrano, a questo proposito, che la stima della concentrazione di picco può essere condotta moltiplicando la concentrazione media oraria per un coefficiente (*peak-to-mean ratio*) dedotto sperimentalmente, e dipendente soprattutto dalla morfologia della sorgente. Nel presente studio è stato adottato un *peak-to-mean ratio* di 2.3, in accordo con quanto previsto dall'Allegato 1 alla Linea Guida di Regione Lombardia relativa alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno (DGR 15 febbraio 2012 – n. IX/3018), e considerando quanto segue.

- La sorgenti in esame sono modellizzabili, secondo i casi, come sorgenti areali o puntiformi aventi una bassa quota del punto di emissione e soggette ad effetto-scia. Per questo tipo di sorgenti è consigliato un P/M compreso fra 1.9 e 2.5, preferibilmente di 2.3 (NSW-EPA, "Technical Notes [...]", cit., p. 85)
- E' comunque possibile mantenere un P/M pari a 2.3 anche nel caso di sorgenti ad alta quota, in quanto l'effetto sulle concentrazioni medie del serpeggio in direzione verticale (più precisamente: l'effetto dell'asimmetria della funzione di distribuzione di probabilità delle fluttuazioni della componente "z" del vettore velocità istantanea) è esplicitamente descritto da CALPUFF mediante la distribuzione non gaussiana delle concentrazioni all'interno del puff lungo la verticale.
- Poiché il rapporto fra la quota (effettiva) dei punti di emissione e l'altezza media dello strato limite convettivo è $z/h < 0$, e poiché la quota effettiva del punto di emissione rispetto al suolo è inferiore all'altezza media del "surface layer" (circa 50 m), l'effetto sulle concentrazioni di picco del serpeggio in direzione verticale è modesto e i moti convettivi hanno semmai l'effetto di far decrescere la concentrazione istantanea al suolo piuttosto che crescere (Luhar A.K., Hibberd M.F., Borgas M.S. "A skewed meandering plume model for concentration statistics in the convective boundary layer" Atmospheric Environment 34 (2000) p. 3610. Arya S.P. "Air pollution meteorology and dispersion" (1999) Oxford University Press, New York, USA, p. 189).

5.4. ELABORAZIONE DEI RISULTATI

5.4.1. Calcolo dei percentili di concentrazione

Per ciascuno dei recettori idealmente disposti sul territorio circostante al sito in esame e per ogni ora del dominio di tempo della simulazione, CALPUFF calcola la concentrazione media oraria di ciascuno degli inquinanti presi in esame nel presente studio. Tutte le concentrazioni di odore restituite dal modello sono inoltre moltiplicate per il *peak-to-mean ratio* di 2.3, così da ottenere le concentrazioni di picco di odore per ogni recettore e per ogni ora del dominio di tempo.

Dalla matrice delle concentrazioni al suolo, per ogni ora del dominio di tempo, per ogni recettore, sono estratti i percentili di ordine 98 delle concentrazioni medie orarie (un valore per ciascun recettore).

La valutazione del 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore è in accordo con quanto previsto dalle già citate linee guida trentine.

5.4.2. Limiti di accettabilità dell'impianto

Per quanto riguarda l'odore, attualmente, in Italia, non esistono riferimenti che riportino limiti di accettabilità in immissione.

Tuttavia la Regione Piemonte recentemente ha pubblicato una linea guida specifica in materia di emissioni odorigene (L.R. 43/2000 “Linee guida per la caratterizzazione e il contenimento delle emissioni in atmosfera provenienti dalle attività ad impatto odorigeno”, DGR n. 13-4554 del 09/01/2017).

La suddetta linea guida prevede che “L'Autorità competente al rilascio del provvedimento autorizzativo, nell'ambito dell'istruttoria tecnico-amministrativa prevista dalla normativa vigente, valuta la caratterizzazione delle emissioni odorigene proposta dall'istante, nonché la necessità di formulare prescrizioni specifiche per il contenimento delle emissioni odorigene.... Tali valutazioni dovranno tenere conto, inoltre, delle caratteristiche del territorio, anche attraverso specifiche simulazioni modellistiche realizzate secondo quanto riportato nella Parte V (Requisiti degli studi di impatto olfattivo mediante simulazione modellistica meteodispersiva)”.

La linea guida, pur non riportando in maniera esplicita dei criteri di accettabilità, prevede che “Le simulazioni modellistiche meteodispersive devono permettere di valutare gli impatti associati alle emissioni in atmosfera di una o più sorgenti odorigene. A tal fine dovranno essere redatte mappe di impatto nelle quali devono essere evidenziati i valori corrispondenti a 1, 3 e 5 ou_E/m^3 del 98° percentile su base annuale delle concentrazioni orarie di picco di odore risultanti dalle simulazioni”, considerando che a: “1 ou_E/m^3 il 50% della popolazione percepisce l'odore; 3 ou_E/m^3 l'85% della popolazione percepisce l'odore; 5 ou_E/m^3 il 90-95% della popolazione percepisce l'odore”.

6. PRESENTAZIONE DEI RISULTATI E CONCLUSIONI

I risultati dello studio sono rappresentati come mappe del 98° percentile su base annua delle concentrazioni di picco di odore. Sullo sfondo delle mappe è visibile la corografia della zona, e i ricettori più prossimi all'impianto.

L'allegato 1 riporta la mappa del 98° percentile su base annua della concentrazione di picco di odore relativa alle emissioni dell'impianto oggetto di studio ottenuto dalla simulazione di dispersione condotta secondo quanto descritto nella presente relazione.

Come previsto dal punto 15 della Parte V della DGR n. 13-4554 del 09/01/2017 “Presentazione dei risultati” sono state riportate le isolinee di concentrazione corrispondenti ai valori di concentrazione oraria di picco di odore (ossia moltiplicata per il fattore *peak-to-mean* di 2.3) al 98° percentile su base annuale.

È opportuno ribadire che le concentrazioni visibili sulle mappe relative al 98° percentile non sono medie annuali, ma sono le concentrazioni (incrementate anche del fattore dovuto alle fluttuazioni istantanee; cfr. paragrafo 5.2) che sono superate per il 2% delle ore all'anno.

L'allegato 2 rappresenta uno “zoom” della mappa dell'Allegato 1, proiettata su Google Earth. In questa raffigurazione sono stati messi in evidenza i confini dello stabilimento ed i ricettori ad esso più prossimi.

Dalle mappe allegate si osserva che l'isolinea di concentrazione delle $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ al 98° percentile, ricade di poche decine di metri al di fuori dei confini dello stabilimento (in direzione ovest essa ricade sul confine dello stabilimento stesso), arrivando, nella direzione più sfavorevole, corrispondente alla direzione del vento prevalente (i.e. est – sud-est), ad estendersi fino a 280 m dal confine di impianto.

Nonostante i valori di concentrazione di odore calcolati all'interno dei confini dello stabilimento e nelle immediate vicinanze degli stessi non siano trascurabili, dalle mappe si evince chiaramente come tali concentrazioni decrescano rapidamente con la distanza. Nella direzione in cui si trovano i ricettori sensibili più prossimi all'impianto, ossia nord-ovest – nord-est, già a 200-250 m dall'impianto la concentrazione di odore al 98° percentile risulta inferiore alle $2 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, per scendere poi al di sotto del livello di soglia olfattiva di $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ a 400 m di distanza dallo stesso.

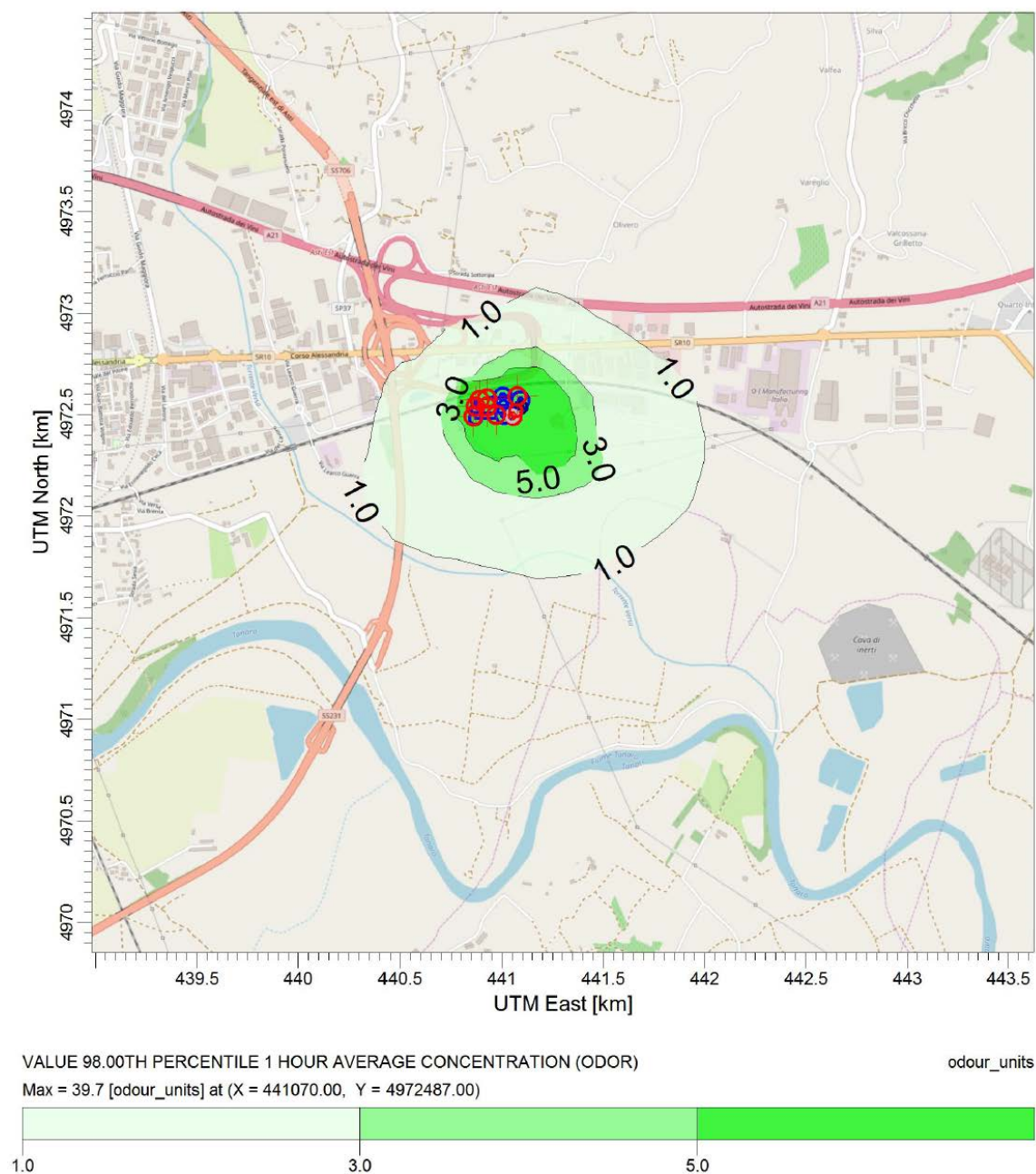
Come previsto dal punto 15 della Parte V della DGR n. 13-4554 del 09/01/2017 “Presentazione dei risultati”, la Tabella 11 riporta i valori di concentrazione di picco di odore massimi e al 98° percentile calcolati dal modello sui ricettori più prossimi all’impianto in progetto. In particolare, si è deciso di considerare solo i ricettori più prossimi compresi entro una distanza di 250 m dall’impianto.

	UTM Est [km]	UTM Nord [km]	Distanza dalla sorgente [m]	Concentrazione 98° percentile [ou _E /m ³]	Concentrazione massima [ou _E /m ³]
R1	441.270	4972.488	140	8.4	17.4
R2	441.259	4972.774	190	3.0	11.2
R3	441.058	4972.852	220	2.5	12.7
R4	440.913	4972.854	240	1.7	12.6
R5	440.716	4972.756	190	1.5	14.1

Tabella 11. Valori di concentrazione di picco di odore al 98° percentile e massimi valutati sui ricettori sensibili più prossimi all’impianto

Ai fini di una corretta interpretazione dei risultati della simulazione, occorre tenere conto del fatto che, per tutte le sorgenti emissive considerate per la simulazione, sono state adottate delle ipotesi cautelative, che risultano in una simulazione di uno scenario di “worst-case”. Le effettive condizioni emissive dell’impianto dovranno essere quindi valutate in fase operativa al fine di poter simulare la ricaduta delle reali emissioni odorigene dell’impianto una volta realizzato e funzionante.

ALLEGATO 1. MAPPA DEL 98° PERCENTILE SU BASE ANNUA DELLA CONCENTRAZIONE DI PICCO DI ODORE IN OU/MC



**ALLEGATO 2. ZOOM DELLA MAPPA DEL 98° PERCENTILE SU
BASE ANNUA DELLA CONCENTRAZIONE DI PICCO DI ODORE IN
OU/MC PROIETTATA IN GOOGLE EARTH**

