

**RELAZIONE TECNICA:
STUDIO PREDITTIVO DI IMPATTO
ODORIGENO MEDIANTE MODELLO DI
DISPERSIONE IN ATMOSFERA**

**Relazione tecnica n.: RT 210799
Codice commessa n.: PC 2101030**

Data: 12/08/2021

**SOCIETÀ AGRICOLA
NUOVA COCCODÌ S.r.l.**

Sede Legale: Via Sacchini, 1
26037 SAN GIOVANNI IN CROCE (CR)

Sede operativa: Via Grillo Braglia, 10 e 11/A
44015 LOC. PORTOVERRARA - PORTOMAGGIORE (FE)

STATO DELLE REVISIONI DEL DOCUMENTO

REV.	DATA	OGGETTO DELLA REVISIONE
00	12/08/2021	EMISSIONE DOCUMENTO

INDICE

0.	PREMESSA.....	3
1.	UBICAZIONE DELL'IMPIANTO	4
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3.	CRITERI DI VALUTAZIONE	10
4.	VALORI DI ACCETTABILITÀ	11
5.	STRUMENTI DI ANALISI PREVISIONALE CON IL MODELLO MATEMATICO CALPUFF	12
5.1	Il processore meteorologico CALMET	12
5.2	Il modello di calcolo CALPUFF	13
5.3	Il post-processore CALPOST	14
6.	STUDIO DELLA DIFFUSIONE DI ODORI	14
7.	INQUADRAMENTO CLIMATOLOGICO.	16
8.	INDIVIDUAZIONE DEI RECETTORI SENSIBILI	23
9.	DOMINIO DI INDAGINE	24
10.	EMISSIONI – SORGENTI EMISSIVE ODORI	26
10.1	Capannoni allevamento A e B	30
10.2	Capannoni allevamento C e D	31
10.3	Capannoni allevamento E e F	32
10.4	Concimaia N1	33
11.	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI DI ODORI	34
12.	CONCLUSIONI	35

0. PREMESSA

Il presente studio modellistico si propone di effettuare una valutazione previsionale di impatto odorigeno prodotto dalle sorgenti principali dell'allevamento di galline ovaiole presso il complesso zootecnico della Società Agricola Nuova Coccodì S.r.l. situato in località Portoverrara nel Comune di Portomaggiore (FE).

La scrivente LAB-CONTROL S.r.l., con la collaborazione dell'Ing. Giovanni Balzan, ha elaborato uno studio predittivo, mediante simulazione di dispersione in atmosfera, seguendo quanto indicato nella specifica Linea Guida 35/DT "Indirizzo operativo sull'applicazione dell'art. 272-Bis del D.Lgs.152/2006 e ss.mm.ii" – Rev. 0 e nella Linea Guida della Regione Lombardia in tema di emissioni odorigene.

Si riporta di seguito (Figura 1) la vista da satellite dell'impianto con l'ubicazione dello stesso nel territorio comunale.

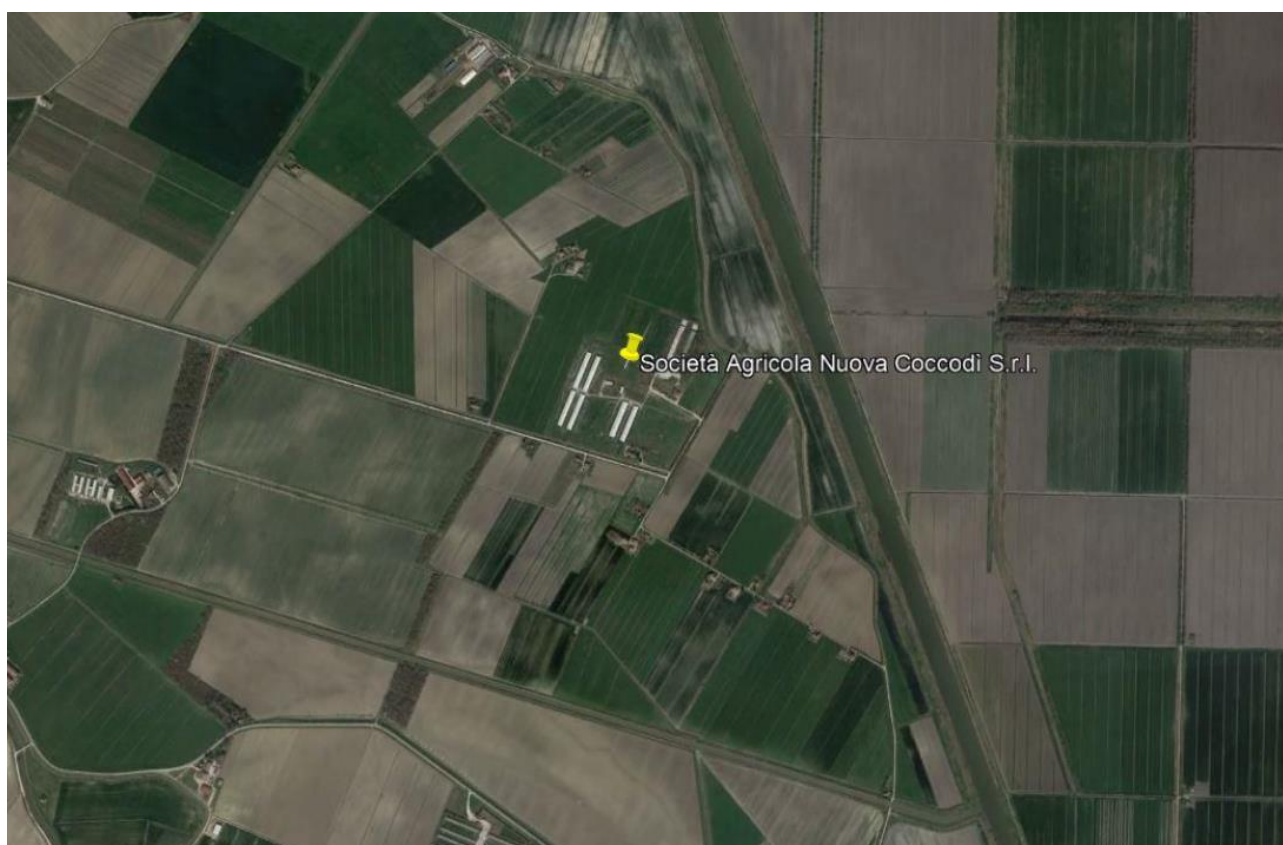


Fig. 1 - Vista aerea dello stabilimento con ubicazione nel territorio comunale

1. UBICAZIONE DELL'IMPIANTO

Il complesso zootecnico oggetto di intervento è situato nel settore centro-orientale della Provincia di Ferrara, in Località Portoverrara nel Comune di Portomaggiore, lungo la via Grillo Braglia ai nn. 10 e 11/A, ad Est dell'abitato di Portoverrara dal quale dista oltre 3.500 metri. A circa 250 metri in direzione Est è presente il Canale Circondariale Bando-Valle Lepri che delimita la Valle del Mezzano Fig.2.



Fig. 2 – Inquadramento generale e di dettaglio dell'area di intervento rispetto all'abitato di Portoverrara

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di riferimento in tema di qualità dell'aria è costituita dal Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", che istituisce un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente, abrogando il corpus normativo previgente in materia.

Gli inquinanti atmosferici sono regolati attraverso diversi tipi di soglie che si differenziano per tipo di bersaglio da proteggere (salute umana, vegetazione, ecosistemi) e per orizzonte temporale di conseguimento (breve o lungo termine). Di seguito si riportano le definizioni dei tipi di soglie inclusi nel D.Lgs.155/2010:

- **valore limite:** livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e in seguito non deve essere superato;
- **valore obiettivo:** livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita;
- **obiettivo a lungo termine:** livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente;
- **soglia di informazione:** livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive;
- **soglia di allarme:** livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati;
- **livello critico:** livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, oltre il quale possono sussistere effetti negativi diretti su recettori quali gli alberi, le altre piante o gli ecosistemi naturali, esclusi gli esseri umani.

Il D.Lgs.155/2010 è stato integrato e aggiornato dal Decreto Legislativo n. 250/2012; recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

Il tema delle emissioni odorigene è trattato nel testo unico dell'ambiente D.Lgs. 152/2006 all'art. 272-bis il quale stabilisce che la normativa regionale o le autorizzazioni possano prevedere misure per la prevenzione e la limitazione delle emissioni odorigene, dettando poi alcuni ulteriori criteri in merito. Anche prima dell'introduzione di tale norma, in ogni caso, alcune Regioni avevano adottato una normativa specifica in materia, 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 dell'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.

Le sostanze odorigene emesse da attività antropiche possono limitare fortemente l'utilizzo del territorio. Pertanto, associare alle emissioni di sostanze inquinanti in atmosfera, oltre che dei limiti in concentrazione, anche 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.

L'impatto odorigeno viene generalmente misurato a partire dai dati di concentrazione di odore espressa in unità odorimetriche o olfattometriche al metro cubo (ouE/m^3) che rappresentano il numero di diluizioni necessarie affinché il 50% degli esaminatori non avverta più l'odore del campione analizzato (UNI EN13725:2004).

Generalmente secondo i Piani di Governo del Territorio lo stesso può essere suddiviso in:

- agricolo;
- residenziale;
- industriale;
- commerciale
- e/o artigianale.

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 agricola 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/m³.

Si osserva che a 1 UO/m³ il 50% della popolazione percepisce l'odore, a 3 UO/m³ l'85% della popolazione percepisce l'odore, e a 5 UO/m³ il 90-95% della popolazione percepisce l'odore.

Il problema delle emissioni di sostanze odorigene 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 sé, 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.

Il meccanismo con cui avviene la rilevazione degli odori è un processo piuttosto complesso la cui comprensione è valsa il premio Nobel 2004 per la fisiologia ai professori Richard Axel (Columbia University, New York, NY – USA) e Linda B. Buck (Fred Hutchinson Cancer Research Center, Seattle, WA – USA).

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 (Vroon P., 2003).

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.

Nonostante raramente siano tossici di per sé stessi, gli odori generati dal decadimento biologico delle biomasse danno generalmente luogo ad una reazione di repulsione dal momento che il decadimento organico può rappresentare un pericolo per la salute.

Quando il nostro olfatto percepisce un odore, “automaticamente” ne vengono determinate le cosiddette “dimensioni”: rilevabilità, l'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 (EC-EPA, 2001).

È 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.

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.

Ai fini del presente lavoro, sono state analizzate le seguenti normative a livello regionale, allo scopo di individuare sia le procedure da seguire per condurre lo studio di impatto olfattivo, sia i criteri di valutazione e valori di accettabilità delle concentrazioni al suolo, da applicare al presente lavoro.

ANNO	ENTE	ATTO DI RIFERIMENTO
2012	Regione Lombardia	Linea guida per la caratterizzazione e l'autorizzazione delle emissioni gassose in atmosfera delle attività ad impatto odorigeno - D.g.r. Lombardia 15 febbraio 2012 - n. IX/3018"
2016	Provincia Autonoma di Trento	Delibera di Giunta n. 10872019 - Approvazione delle "Linee guida per la caratterizzazione, l'analisi e la definizione dei criteri tecnici e gestionali per la mitigazione delle emissioni delle attività ad impatto odorigeno" (art 102 sexies del Testo unico provinciale sulla tutela dell'ambiente dagli inquinamenti).
2017	Regione Piemonte	Deliberazione della Giunta Regionale 9 gennaio 2017, n. 13-4554 L.R. 43/2000 - Linee guida per la caratterizzazione e il contenimento delle emissioni in atmosfera provenienti dalle attività ad impatto odorigeno
2017	ARPA Friuli Venezia Giulia	Procedura per la valutazione dell'impatto odorigeno da attività produttive
2018	Regione Emilia Romagna	Determina dirigenziale ARP AE, Agenzia Regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia Romagna n. 2018-426 del 18/05/2018 "avente ad oggetto "Direzione Tecnica. Approvazione della Circolare interna recante la Linea Guida 35/DT "Indirizzo operativo sull'applicazione dell'art. 272Bis del D.Lgs.152/2006 e ss.mm" – Rev. 0

Fig. 3 – Normative regionali di riferimento per emissioni odorigene

Dall'analisi delle istanze sopra evidenziate, sono stati individuati i seguenti criteri e valori di accettabilità, utilizzati poi come parametri di controllo e verifica dei risultati ottenuti.

3. CRITERI DI VALUTAZIONE

I criteri di valutazione dei risultati di calcolo considerati per il presente lavoro seguono le indicazioni rappresentate nelle linee guida sia della Regione Lombardia sia della Regione Piemonte sopra citate.

Partendo dal presupposto che si dovranno adottare gli accorgimenti tali da far sì che l'odore provocato dall'attività non vada a impattare in maniera significativa sulla zona interessata dalle emissioni odorigene e soprattutto che non ne pregiudichi l'utilizzo (in accordo con lo strumento di programmazione territoriale), sono state redatte delle mappe di impatto con riportati i valori di concentrazione orarie di picco di odore al 98° percentile su base annuale a 1, 3 e 5 ouE/m³, in virtù del fatto che:

- all' 1 ouE/m³ il 50% della popolazione percepisce l'odore;
- all' 3 ouE/m³ l'85% della popolazione percepisce l'odore;
- all' 5 ouE/m³ il 90-95% della popolazione percepisce l'odore.

ODORI				
Codifica	Fonte	Descrizione	U.d.M.	Valore
Criteri di valutazione - Zona agricola	Regione Lombardia - Linea guida per la caratterizzazione e l'autorizzazione delle emissioni gassose in atmosfera delle attività a impatto odorigeno - D.g.r. Lombardia 15 febbraio 2012 - n. IX/3018; Deliberazione della Giunta Regionale 9 gennaio 2017, n. 13-4554 L.R. 43/2000 - Linee guida per la caratterizzazione e il contenimento delle emissioni in atmosfera provenienti dalle attività ad impatto odorigeno	soglia in cui il 50% della popolazione percepisce l'odore	ouE/m ³	1
		soglia in cui l'85% della popolazione percepisce l'odore	ouE/m ³	3
		soglia in cui il 90-95% della popolazione percepisce l'odore	ouE/m ³	5

Tabella 1 – Criteri di valutazione utilizzato per le concentrazioni odorigene

4. VALORI DI ACCETTABILITÀ

Ai fini del presente studio, sono stati inoltre considerati i valori di accettabilità rappresentati nella “Determina dirigenziale ARPAE, Agenzia Regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna n. 2018-426 del 18/05/2018”. In particolare, si è fatto riferimento ai valori di accettabilità del disturbo olfattivo, espressi come concentrazioni orarie di picco di odore al 98° percentile calcolate su base annuale, nel rispetto delle soglie di riferimento sui recettori, corrispondenti a quelle indicate nella Delibera di Giunta Provinciale di Trento n.1087 del 24/06/2016, evidenziate nello schema seguente.

Ricettori posti in aree residenziali	
1 ouE/m ³	Posti a distanze > 500 m dalle sorgenti
2 ouE/m ³	Posti a distanze di 200 ÷ 500 m dalle sorgenti
3 ouE/m ³	Posti a distanze < 200 m dalle sorgenti
Ricettori posti in aree non residenziali	
2 ouE/m ³	Posti a distanze > 500 m dalle sorgenti
3 ouE/m ³	Posti a distanze di 200 ÷ 500 m dalle sorgenti
4 ouE/m ³	Posti a distanze < 200 m dalle sorgenti

Tabella 2 – valori di accettabilità odori presso i ricettori della Regione Emilia-Romagna

5. STRUMENTI DI ANALISI PREVISIONALE CON IL MODELLO MATEMATICO CALPUFF

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 CALPUFF nella sua versione più recente.

Il modello CALPUFF è un modello lagrangiano non stazionario che simula la diffusione di inquinanti attraverso il rilascio di una serie continua di "puff" seguendone la traiettoria in base alle condizioni meteorologiche.

Il modello è raccomandato dall'EPA (modelli per la qualità dell'aria.) ed è stato sviluppato dalla Earth Tech Inc. per conto del California Air Resources Board (CARB) e dell'EPA.

Il modello contiene formulazioni per la modellistica della dispersione, il trasporto e la rimozione secca e umida di inquinanti in atmosfera al variare delle condizioni meteorologiche considerando l'impatto con il terreno e alcuni semplici schemi di trasformazioni chimiche.

Il sistema CALPUFF è composto da tre componenti principali che costituiscono il pre-processore dei dati meteo (CALMET), il modello di calcolo vero e proprio (CALPUFF) e il post-processore dei risultati (CALPOST).

5.1 Il processore meteorologico CALMET

Tutti i principali dati meteorologici del dominio di studio vengono forniti al modello di dispersione CALPUFF mediante il file di output del preprocessore CALMET (CALMET.DAT). Il file contiene (oltre alle informazioni generali per quanto riguarda le dimensioni del dominio di studio e l'intervallo di tempo della simulazione) le serie temporali giornaliere per le variabili meteorologiche con risoluzione oraria (intervallo di tempo su cui sono calcolate le concentrazioni).

CALMET è un pacchetto di simulazione per la ricostruzione del dominio meteorologico, il quale è in grado di sviluppare campi di vento sia diagnostici che prognostici, rendendo così il sistema capace di trattare condizioni atmosferiche complesse, variabili nel tempo e nello spazio. CALMET consente di tener conto di diverse caratteristiche, quali la pendenza del terreno, la presenza di ostacoli al flusso, la presenza di zone marine o corpi d'acqua. È dotato inoltre di un processore micrometeorologico, in grado di calcolare i parametri

dispersivi all'interno dello strato limite (CBL), come altezza di miscelamento e coefficienti di dispersione; inoltre, consente di produrre campi tridimensionali di temperatura e, a differenza di altri processori meteorologici, calcola internamente la classe di stabilità atmosferica, tramite la localizzazione del dominio (coordinate UTM), l'ora del giorno e la copertura del cielo.

5.2 Il modello di calcolo CALPUFF

CALPUFF è un modello Lagrangiano Gaussiano a "puff", non stazionario, multistrato e multispecie, le cui caratteristiche principali sono:

- capacità di trattare sorgenti puntuali, lineari, areali, di volume, con caratteristiche variabili nel tempo (flusso di massa dell'inquinante, velocità di uscita dei fumi, temperatura, ecc.);
- notevole flessibilità relativamente all'estensione del dominio di simulazione, da poche decine di metri (scala locale) a centinaia di chilometri dalla sorgente (mesoscala);
- capacità di trattare situazioni meteorologiche variabili e complesse, come calme di vento, parametri dispersivi non omogenei, effetti vicino alla sorgente, come transitional plume rise (innalzamento del plume dalla sorgente), building downwash (effetti locali di turbolenza dovuti alla presenza di ostacoli lungo la direzione del flusso), partial plume penetration (parziale penetrazione del plume nello strato d'inversione), fumigation;
- possibilità di trattare emissioni odorogene.

Per poter tener conto della non stazionarietà dei fenomeni, l'emissione di inquinante (plume) viene suddivisa in "pacchetti" discreti di materiale (puff) la cui forma e dinamica dipendono dalle condizioni di rilascio e dalle condizioni meteorologiche locali.

Il contributo di ogni "puff" in un recettore viene valutato mediante un metodo "a foto": ad intervalli di tempo regolari (sampling step), ogni "puff" viene "congelato" e viene calcolato il suo contributo alla concentrazione. Il "puff" può quindi muoversi, evolversi in forma e dimensioni fino all'intervallo successivo.

La concentrazione complessiva in un recettore è quindi calcolata come sommatoria del contributo di tutti gli elementi vicini, considerando la media di tutti gli intervalli temporali (sampling step) contenuti nel periodo di base (basic time step), in genere equivalente ad un'ora.

5.3 Il post-processore CALPOST

CALPOST elabora l'output primario del modello, il file con i valori orari della concentrazione di inquinante in corrispondenza dei recettori (CONC.DAT), per ottenere i parametri d'interesse (concentrazione massima o media per vari periodi, frequenze di superamento di soglie stabilite dall'utente).

Quindi, la funzione di questo postprocessore è quella di manipolare l'output di CALPUFF per renderlo adatto ad una migliore visualizzazione dei risultati. Inoltre, CALPOST è in grado di produrre file direttamente interfacciabili con programmi di visualizzazione grafica dei risultati delle simulazioni

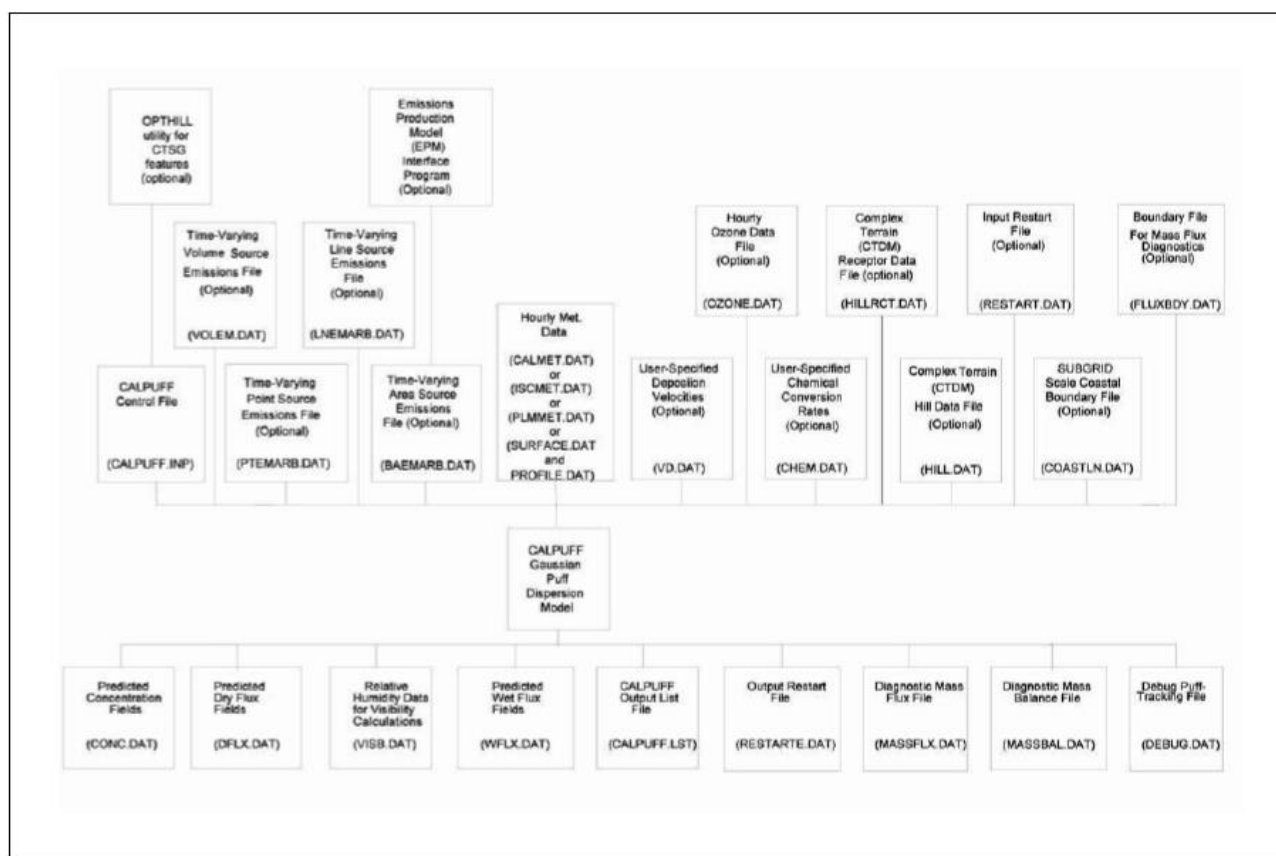


Fig. 4 – Diagramma di flusso del modello CALPUFF

6. STUDIO DELLA DIFFUSIONE DI ODORI

Il fattore di emissione da inserire nel modello per effettuare un calcolo diffusivo è 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/m³** dove la massa in output è la stessa massa usata in input. Per studiare la diffusione di sostanze odorigene occorre quindi definire il fattore di emissione in termini di **UO/s** (Unità Odorimetriche al secondo)

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

dove:

FV = flusso volumetrico emesso dalla sorgente (m³/secondo)

C = concentrazione di odore (UO/m³)

In questo modo l'output ottenuto dal modello sarà una concentrazione di odore espressa in UO/m³ da confrontare con la soglia odorimetrica. Prima però di poter fare dei confronti quantitativi corretti con la soglia odorimetrica occorre tener conto delle seguenti considerazioni:

- i modelli diffusivi lavorano sostanzialmente su base oraria cioè richiedono in input valori meteorologici ed utilizzano parametrizzazioni (come ad esempio le funzioni sigma diffusive) 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.

Una formula teorica per eseguire tale riduzione da valore orario a valore di picco è la seguente:

$$C_{new} = C(1ora) * (3600/T_{new})^p$$

dove:

C_{new} = concentrazione ridotta al nuovo intervallo temporale di media

C(1ora) = concentrazione media oraria

T_{new} = nuovo intervallo temporale di media

p = fattore di conversione dipendente dal tipo di sorgente emissiva e dall'intervallo temporale di media T_{new}

Sui valori da attribuire a p non vi è molta letteratura disponibile, pertanto, questa formulazione teorica può essere usata per una taratura del modello avendo a disposizione misure odorimetriche sul campo.

Una tecnica più semplice è rappresentata dalla cosiddetta correzione "peak to mean" che consiste nel moltiplicare il valore medio orario di concentrazione per un fattore correttivo dipendente dal nuovo intervallo di media oraria.

In letteratura si trovano i seguenti valori di correzione "peak to mean":

Tempo di media	Coefficiente "peak to mean"
30 minuti	1,3
10 minuti	2,3
3 minuti	4,0
1 minuto	4,0 – 7,0
30 secondi	1,0 – 10,0

Tabella 3 – Coefficienti di correzione

Successivamente per una analisi completa i risultati ottenuti dal modello CALPUFF sono stati postprocessati con il modello MMS.Run Analyzer per poter essere confrontati con i valori di legge.

7. INQUADRAMENTO CLIMATOLOGICO.

Nel presente studio si sono utilizzati i dati forniti dalle stazioni meteo ARPAE più prossime al sito che disponevano di tutti i dati orari necessari per il modello Calpuff.

In particolare, la stazione meteo ARPAE più prossima al sito è la stazione meteo di San Pietro Capofiume che però non disponeva di tutti i dati orari richiesti per la modellizzazione.

Pertanto, le simulazioni di dispersione degli inquinanti in atmosfera sono state realizzate servendosi dei dati meteorologici dell'anno 2020 rilevati dalla centralina di Ferrara.

- Stazione meteo di Ferrara

Altezza (metri s.l.m.)	Longitudine (Gradi Centesimali)	Latitudine (Gradi Centesimali)
26	11,621138	44,832498

Tabella 4 – Coordinate Stazione Meteo di Ferraraoefficienti di correzione

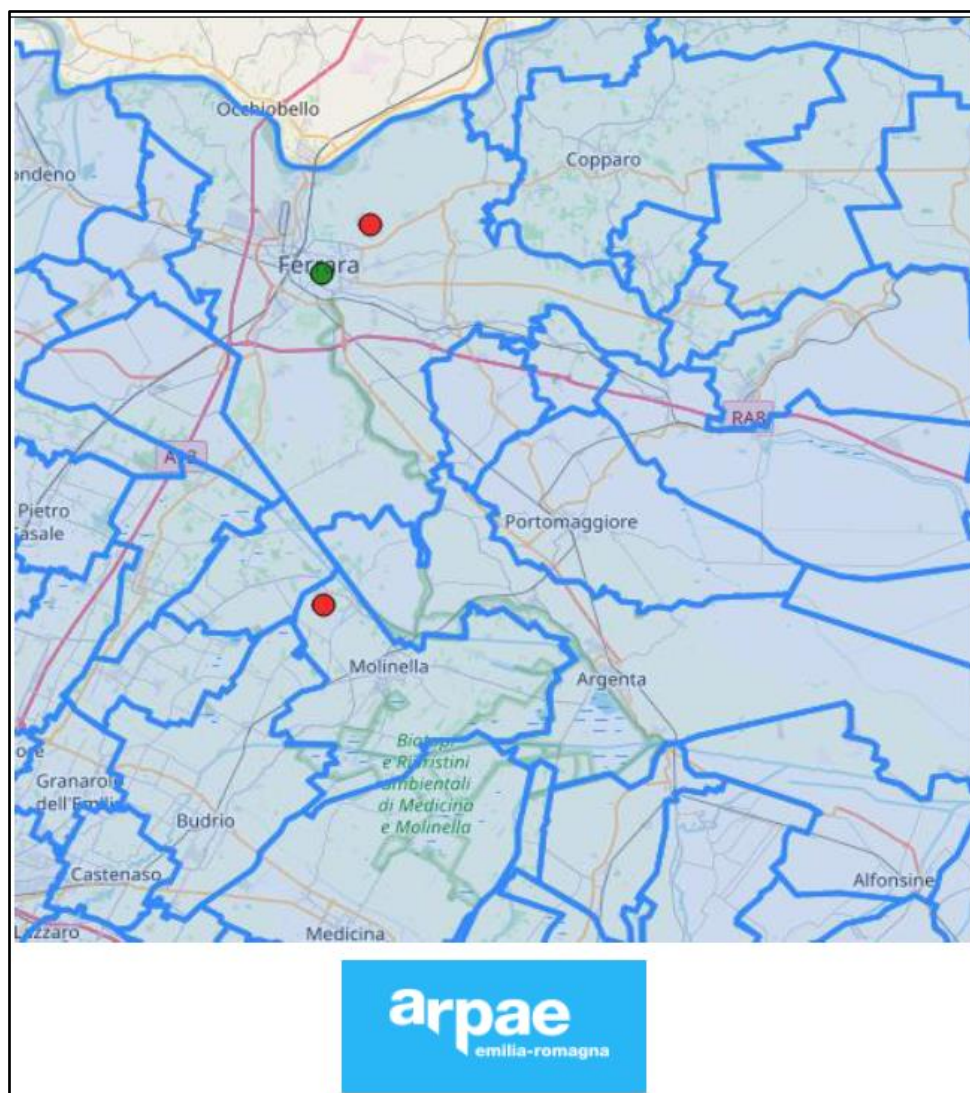


Fig. 5 – stazioni meteo ARPAE più prossime al sito con dati orari disponibili in rete

Le simulazioni di dispersione degli inquinanti in atmosfera sono state realizzate servendosi dei dati meteorologici dell'anno 2020 rilevati dalla centralina di Ferrara nel periodo dal 01/01/2020 ore 00.00 al 31/12/2020 ore 23.00. La sequenza di situazioni meteorologiche modellizzate è costituita da 8784 Records pari alle ore nell'anno solare di riferimento.

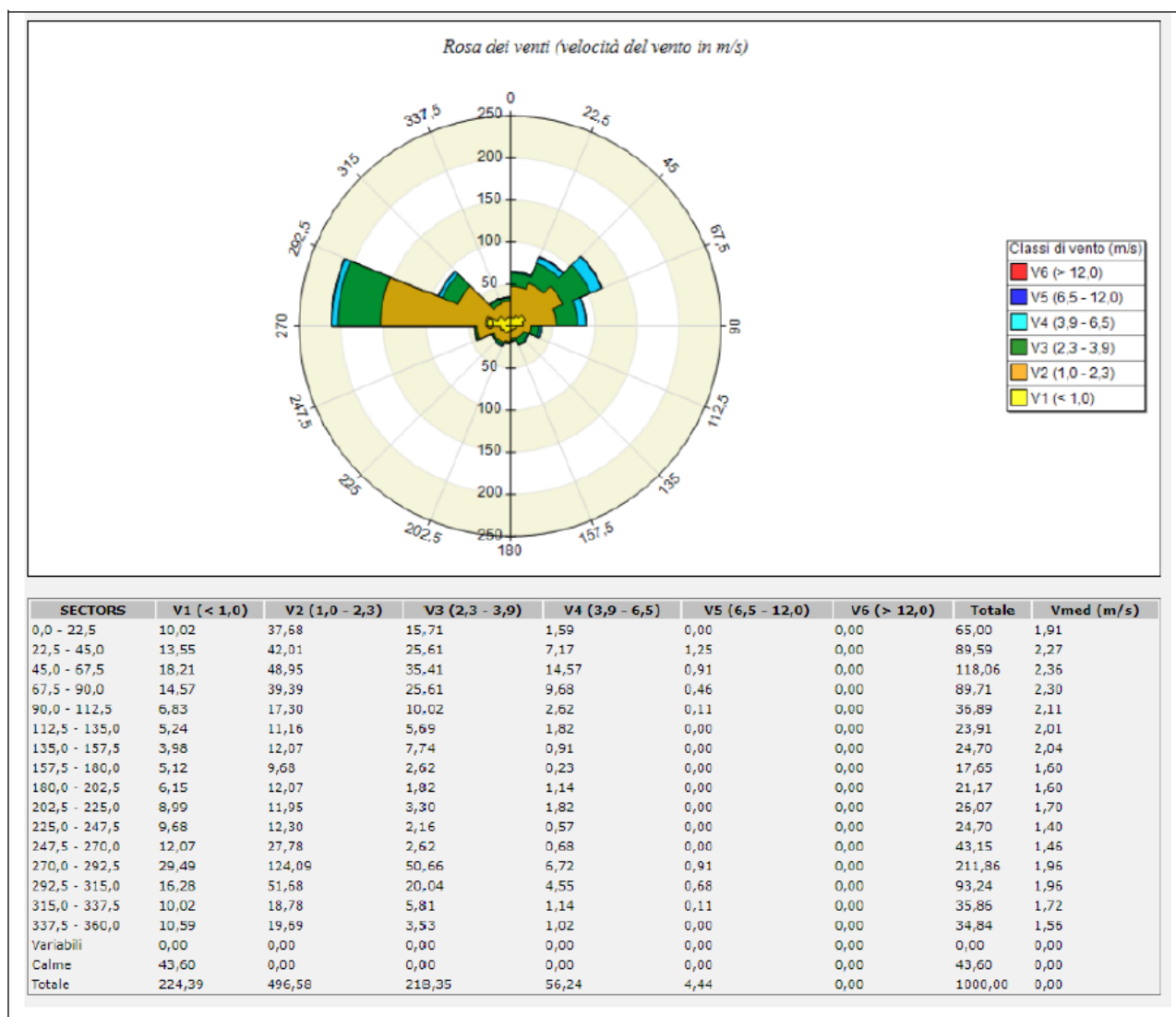


Fig. 6 – Rosa dei venti Stazione meteo di Ferrara anno 2020 determinata con il modello CALPUFF

Di seguito si riportano le Rose dei venti stagionali anno 2020 della stazione meteo di Ferrara determinate con il modello Calpuff.

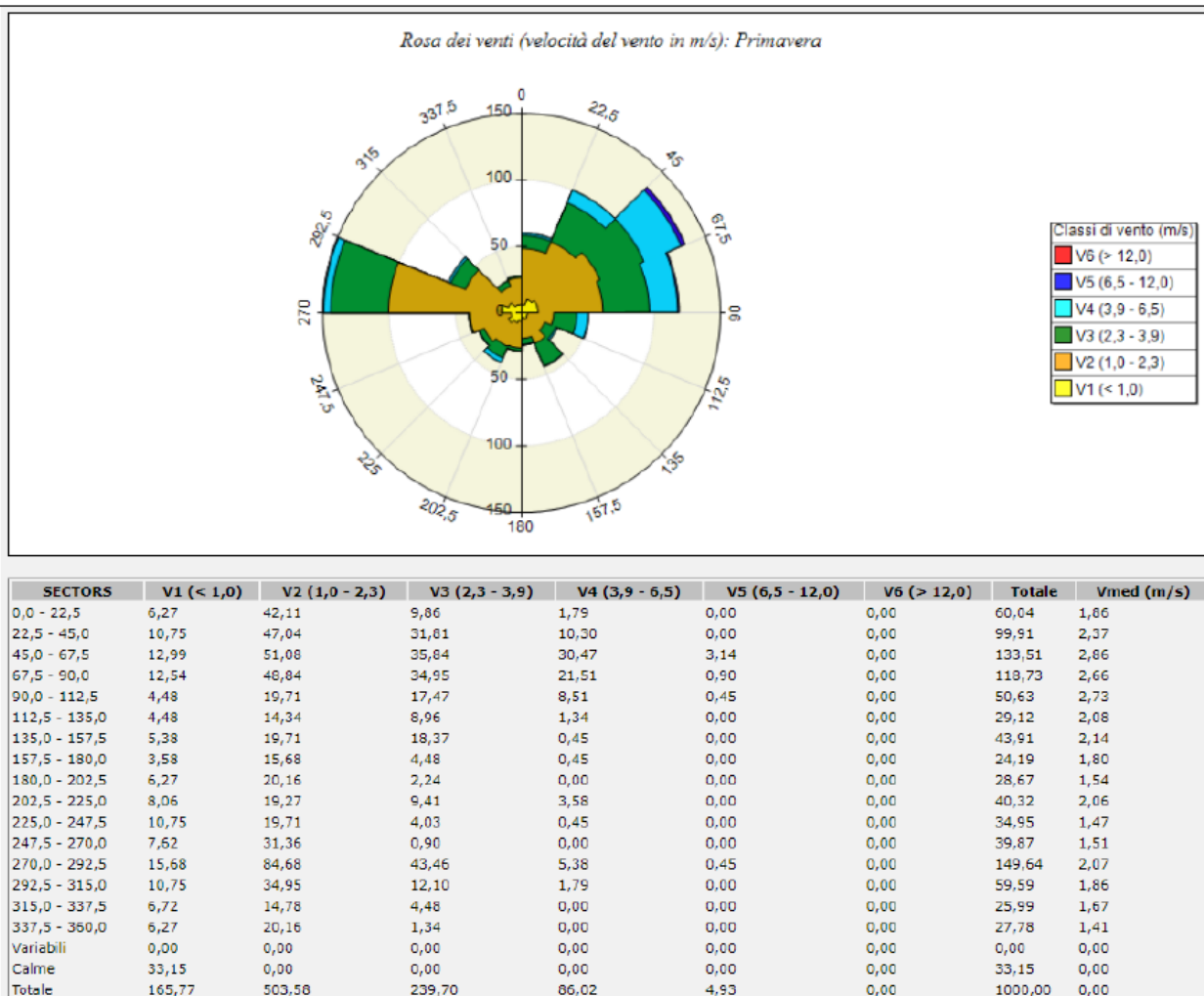


Fig. 7 – Rosa dei venti Stazione meteo di Ferrara anno 2020 - Primavera

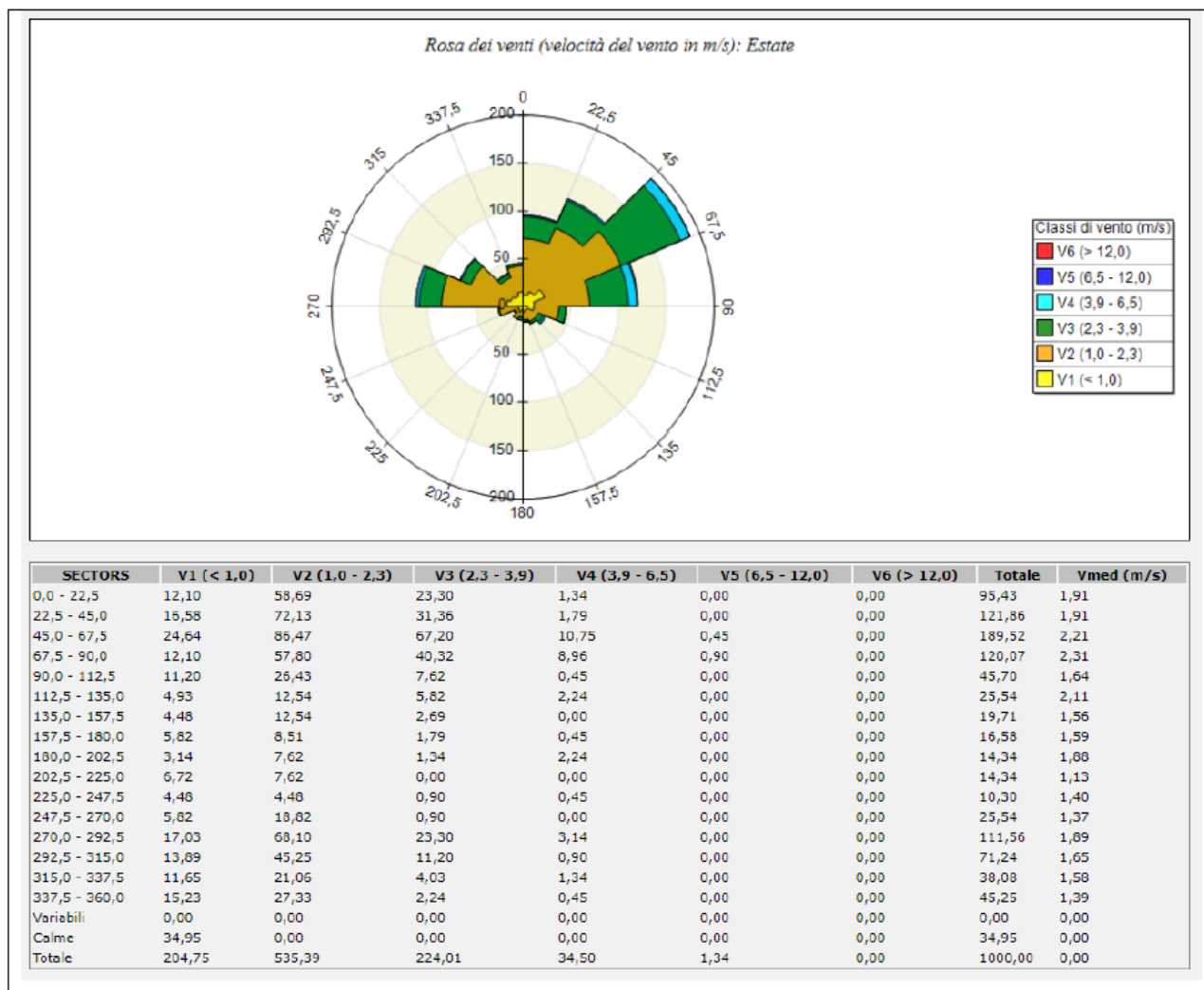


Fig. 8 – Rosa dei venti Stazione meteo di Ferrara anno 2020 – Estate

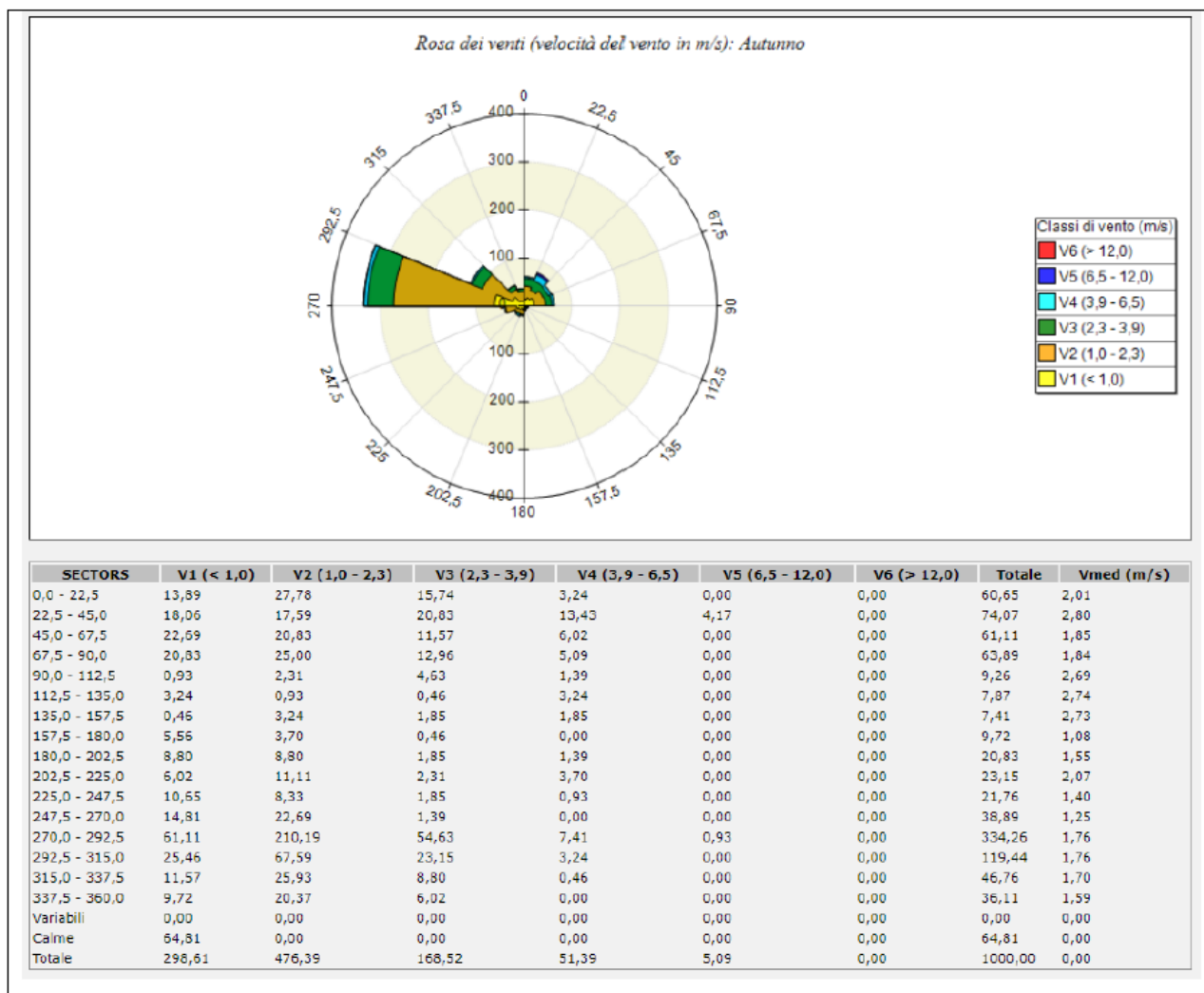


Fig. 9 – Rosa dei venti Stazione meteo di Ferrara anno 2020 – Autunno

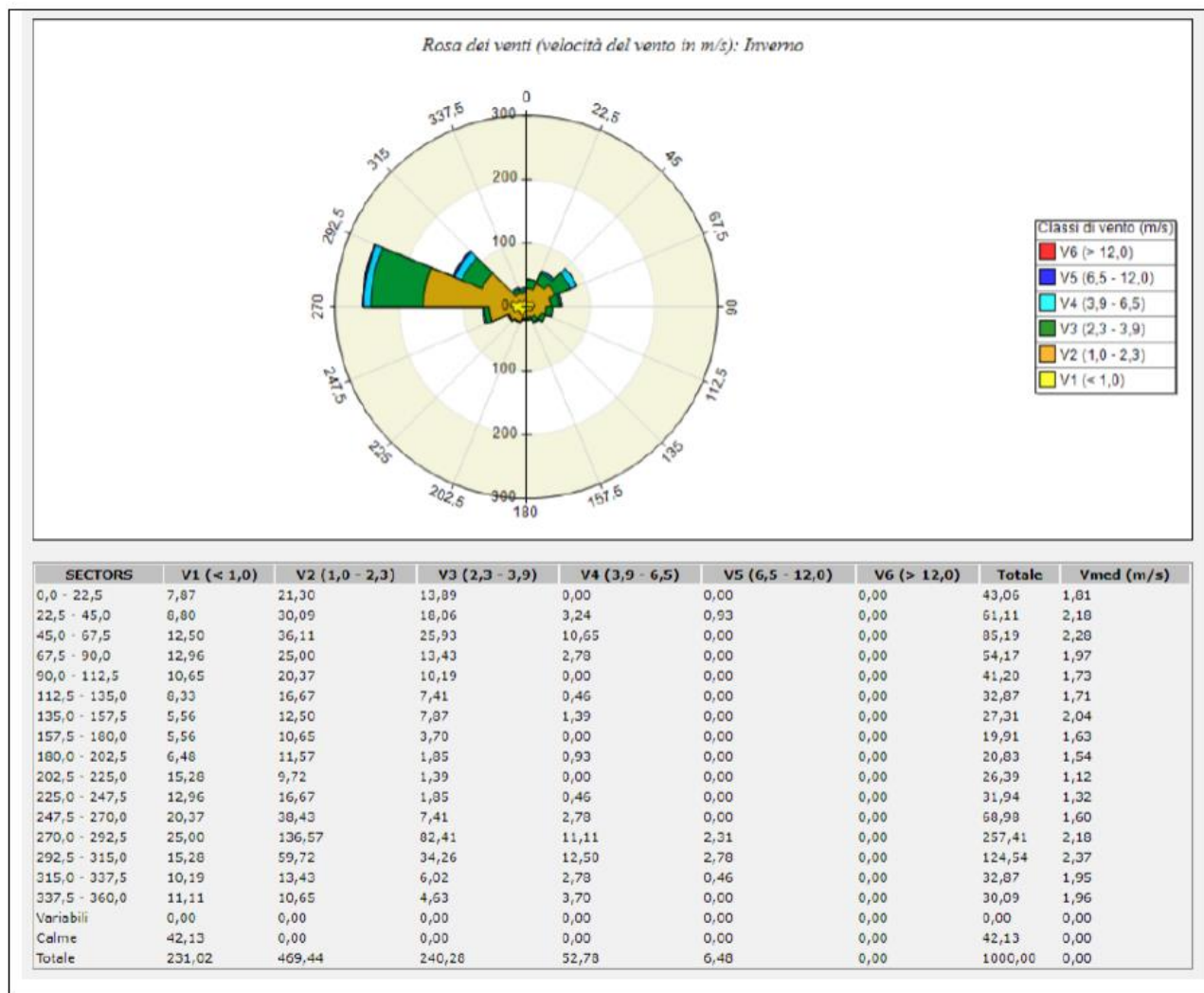


Fig. 10 – Rosa dei venti Stazione meteo di Ferrara anno 2020 – Inverno

8. INDIVIDUAZIONE DEI RECETTORI SENSIBILI

Preliminarmente si è proceduto all'individuazione di recettori sensibili seguendo i seguenti criteri:

- recettori distribuiti il più possibile in settori tali da coprire la circonferenza dell'impianto;
- prevedere se possibile, almeno un recettore costituito da locale ad uso collettivo.

Sulla scorta di queste indicazioni, sono stati identificati **n. 10 recettori sensibili**, aventi le caratteristiche evidenziate nella Tabella 4 e rappresentati nelle figure seguenti.

Ricettori	Tipologia	Tipo area	X (m)	Y (m)	Altezza dal suolo (m)	Quota (s.l.m.)	Distanza minima dal sito
REC 1	Abitazione	Non residenziale	728792	4952825	2,00	0,00	175
REC 2	Abitazioni	Non residenziale	728653	4259809	2,00	0,00	190
REC 3	Abitazione	Non residenziale	728507	4952848	2,00	0,00	240
REC 4	Abitazioni	Non residenziale	728359	4952954	2,00	0,00	350
REC 5	Abitazioni	Non residenziale	728606	4953336	2,00	0,00	370
REC 6	Abitazioni	Non residenziale	728806	4952679	2,00	0,00	320
REC 7	Valle del Mezzano	ZPS IT4060008	729341	4953006	2,00	0,00	630
REC 8	Abitazioni	Non residenziale	729120	4952503	2,00	0,00	630
REC 9	Abitazioni	Non residenziale	728524	4953638	2,00	0,00	680
REC 10	Abitazioni	Non residenziale	728394	4953853	2,00	0,00	920

Tabella 5 – Caratteristiche dei ricettori sensibili individuati



Fig. 11 – Isodistanze dei ricettori sensibili

9. DOMINIO DI INDAGINE

Nella definizione del dominio di calcolo sono stati seguiti i seguenti criteri:

- inclusione di tutti i recettori sensibili presso cui è da valutare la concentrazione;
- inclusione di centri abitati potenzialmente interessati dalle emissioni;

Il passo della griglia di calcolo è stato scelto in modo tale che la distanza fra il recettore e il punto più prossimo della sorgente emissiva dell'impianto, sia maggiore o uguale al passo della griglia.

Sulla scorta di queste indicazioni, è stato definito un reticolo di calcolo avente:

- area 3 km x 3 km;
- passo di griglia di calcolo $dx=dy=100$ m (passo inferiore o uguale alla distanza del recettore più prossimo alla sorgente emissiva dell'impianto);
- numero di punti del reticolo di calcolo in direzione x e y rispettivamente $n_x=31$ e $n_y=31$;
- sistema di riferimento georeferenziato in coordinate UTM Zona 32T e origine posta nel vertice Sud- Ovest avente le seguenti coordinate:
 - coordinate dell'origine Sud Ovest (m) : 727327,0 X(m) E ; 4951448,0 Y(m) 32N
 - coordinata z(m) sul livello del suolo dove viene effettuato il calcolo: 2,00 m
- quota media base sorgenti s.l.m.: 0,00 m

In Figura 12 è rappresentato lo schema del reticolo di calcolo adottato dal software di modellazione con i parametri utilizzati nelle routine di calcolo (x_0 , y_0 , dx , dy , n_x , n_y).

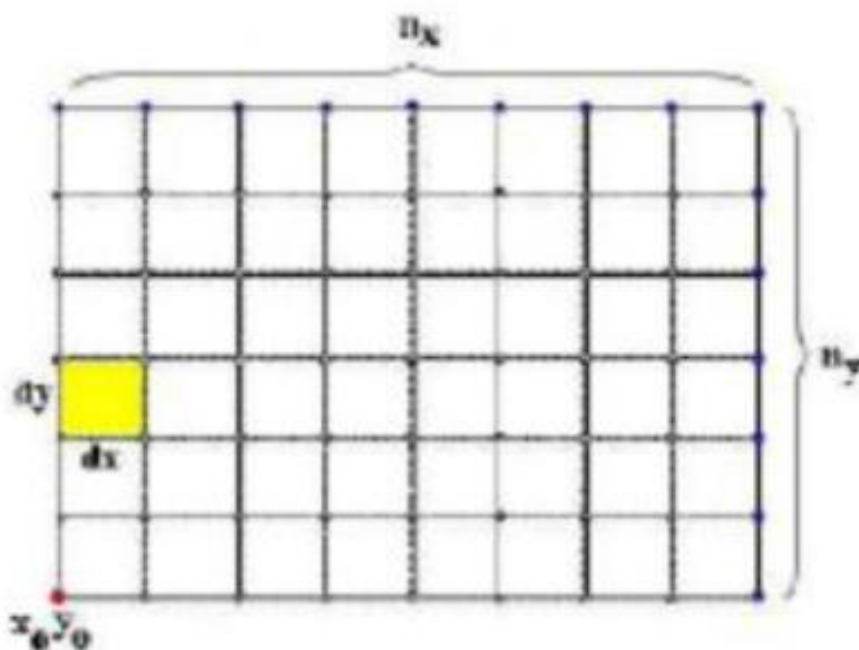


Fig. 12 – Schema del reticolo del dominio di calcolo utilizzato dal software

10. EMISSIONI – SORGENTI EMISSIVE ODORI

Con specifico riferimento al progetto in esame, le emissioni dovute alla stabulazione verranno diffuse dai nuovi e più performanti estrattori d'aria – ventilatori – funzionali alla climatizzazione ed all'aerazione forzata dei capannoni, che sostituiranno quelli esistenti.

Tali estrattori di tipologia "EM50n" con potenza unitaria di 1,5 CV e portata unitaria di 42.125 m³/h saranno installati in modo da permettere la ventilazione longitudinale dei capannoni, ad esclusione dei capannoni A e B a ventilazione trasversale. Il flusso di uscita sarà quindi rivolto verso la parte posteriore di ogni capannone, ad esclusione dei capannoni A e B nel quale sarà convogliato nel corridoio fra gli stessi, limitando pertanto le emissioni verso la casa di civile abitazione più vicina.

I capannoni a ventilazione longitudinale saranno inoltre dotati di una struttura a protezione degli estrattori realizzata con pannelli metallici, di spessore pari a 8-10 cm, priva di copertura e con pavimentazione in calcestruzzo, che ne diminuirà la dispersione di polveri e piume nonché l'impatto acustico verso l'esterno del sito.

Complessivamente nei 6 capannoni saranno installati n. 80 estrattori (E1÷E80), suddivisi secondo quanto riportato nella tabella seguente:

N. CAPANNONE	LUNGHEZZA CAPANNONE (m)	LARGHEZZA CAPANNONE (m)	SUPERFICIE A PAVIMENTO (m ²)	SUPERFICIE SISTEMA (m ²)	POTENZIALITÀ MASSIMA	N. ESTRATTORI D'ARIA
A	96,30	11,87	1.028,18	1.385,92	21.726	14 (E1 ÷ E14)
B	96,36	13,87	1.201,42	1.385,92	23.286	18 (E15 ÷ E32)
C	96,35	11,87	1.028,18	1.385,92	21.726	12 (E33 ÷ E44)
D	99,80	11,87	1.028,18	1.385,92	21.726	12 (E45 ÷ E56)
E	97,05	11,47	993,53	1.039,44	18.296	12 (E57 ÷ E68)
F	99,63	11,47	993,53	1.039,44	18.296	12 (E69 ÷ E80)

Tabella 6 – Caratteristiche costruttive di progetto degli allevamenti

Tutti gli estrattori sono dotati di rete di protezione e serranda ad apertura automatica, azionati da termosonde che rilevano la temperatura interna del capannone, ed operano per il mantenimento della stessa entro limiti compatibili con il benessere degli animali.

Definito e calibrato il dominio di calcolo come sopra evidenziato, collocato planimetricamente l'impianto e individuate al suo interno le sorgenti puntuali emissive rappresentate dagli n. 80 estrattori al servizio dei 6 capannoni, sono state ricavate le corrispondenti coordinate georeferenziate, inserite poi nel calcolo.

La concimaia N1 è stata considerata come sorgente areale aperta e pertanto in riferimento alle *"Linee guida per la caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera delle attività ad impatto odorigeno Campionamento olfattometrico"* al cap. 5.4 del DGR della Regione Lombardia, il limite fra sorgenti areali attive e passive è fissato per convenzione ad un flusso volumetrico specifico pari a $50 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ equivalente ad una velocità di 0,01 m/s.

Come riportato all'interno della documentazione presentata per la richiesta di Autorizzazione alla Provincia di Ferrara (All.9 – Sintesi non Tecnica), la rimozione della Pollina dagli allevamenti avviene con frequenza di 3 volte alla settimana. Nelle stesse giornate si provvede ad effettuare lo scarico diretto nei camion per il trasporto all'impianto di produzione del biogas.

Nelle tabelle seguenti vengono riportate le caratteristiche geometriche, necessarie per le modellizzazioni.

Un dato di input, richiesto dal software di calcolo all'utente in caso di simulazione di sorgente areale, è la dispersione iniziale $\sigma z0$. Questo valore serve per definire l'eventuale influenza sulla distribuzione spaziale del pennacchio dovuto alla presenza di ostacoli in prossimità della sorgente. Per la stima di $\sigma z0$, EPA suggerisce di utilizzare, se la sorgente è adiacente a edifici, l'altezza degli edifici divisa per 2,15.

Nel caso specifico, le sorgenti emissive rappresentate risultano adiacenti a diversi ostacoli/edifici che possono influenzare la distribuzione spaziale del pennacchio.

Sorgente	Altezza media edifici (m)	$\sigma z0$
Concimaia N1	5,0	2,33

Tabella 7 – Valori medi $\sigma z0$ considerati

Si riporta nella pagina seguente la planimetria generale dell'impianto con l'individuazione delle sorgenti emissive riportate in progetto dalla Ditta e considerate ai fini della previsione dell'impatto olfattivo.

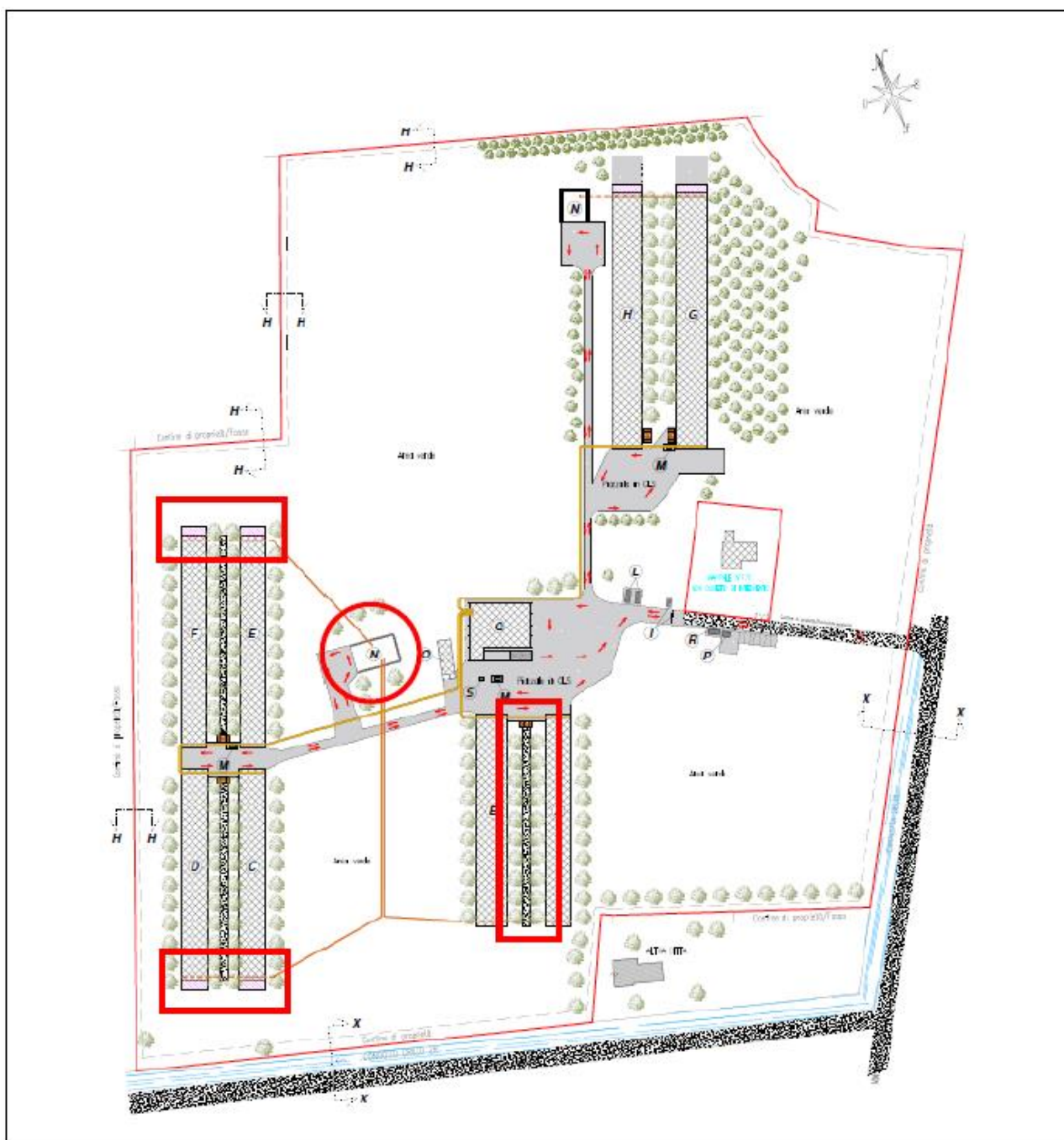


Fig. 13 – Planimetria generale dell'impianto con evidenziate in rosso le sorgenti emissive

Il parametro emissivo richiesto in input dal modello di calcolo è rappresentato, per le sostanze odorigene emesse da sorgenti puntuali dall'emissione totale espressa come [OU/s] mentre per la sorgente areale come [OU/m²/s].

Ai fini dell'esecuzione delle routine di calcolo e sulla base della configurazione del sistema di ventilazione precedentemente descritto, ogni capannone è stato modellato con sorgenti emissive equivalenti di tipo puntiforme.

Ciascuna sorgente individuata, presenta area circolare equivalente all'area occupata dagli estrattori, ed è posizionata nel suo baricentro.

Nel presente studio modellistico, si sono utilizzati i valori di emissione ricavati da misure di concentrazione odore medio effettuate in impianti simili forniti dalla Committenza.

Nello specifico i valori di emissione sono stati ricavati dai risultati di una campagna di misurazione, mediante indagine olfattometrica secondo la Norma tecnica UNI EN 13725:2004, effettuata presso un altro allevamento avicolo della Committente, sito a Pieve di Soligo (TV), in data 30 marzo 2021. Le misurazioni sono state effettuate dal Laboratorio LOD s.r.l. – Laboratorio di Olfattometria Dinamica.

Dai risultati della campagna di misura è stato calcolato un flusso specifico per singolo capo pari a 0,23 OU/s/capo. Tale valore risulta coerente con i valori di emissione indicato nel documento BAT Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs, riferimento che riporta un intervallo di emissione per animale da 0,102 a 0,34 OU/s/capo.

Mentre per la concimaia si è utilizzato un valore medio di misure effettuate su impianti simili forniti dalla Committenza.

Nelle tabelle seguenti vengono riportati i parametri emissivi utilizzati nelle routine di calcolo.

10.1 Capannoni allevamento A e B

Sorgenti	Coordinate geografiche (m)	N. estrattori	Altezza media estrattori (m)	Area tot. estrattori (m ²)	Portata unitaria (Nm ³ /h)	n. capi per capannone	Fattore emissivo capo (OU/s)	Fattore emissivo capannone (OU/s)
Capannone A	E-728746 O-4952899	14	1,4	26,6	42.125	21.726	0,23	4.997
Capannone B	E-728762 O-4952942	18	1,4	34,2	42.125	23.286	0,23	5.356

Tabella 8 – Parametri emissivi dei capannoni A e B - Odori

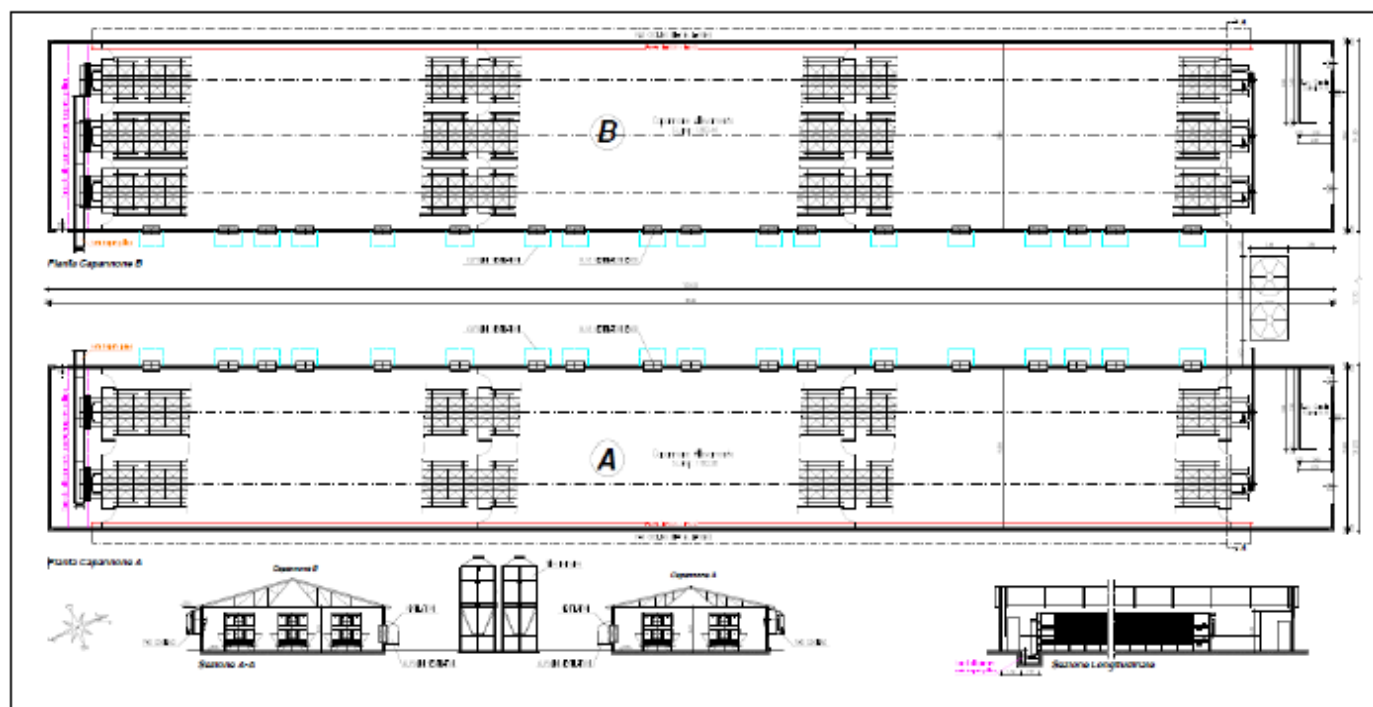


Fig. 14 – Pianta e sezione capannoni A - B

10.2 Capannoni allevamento C e D

Sorgenti	Coordinate geografiche (m)	N. estrattori	Altezza media estrattori (m)	Area tot. estrattori (m ²)	Portata unitaria (Nm ³ /h)	n. capi per capannone	Fattore emissivo capo (OU/s)	Fattore emissivo capannone (OU/s)
Capannone C	E-728609 O-4952900	12	1,4	22,8	42.125	21.726	0,23	4.997
Capannone D	E-728584 O-4952910	12	1,4	22,8	42.125	21.726	0,23	4.997

Tabella 9 – Parametri emissivi dei capannoni C e D - Odori

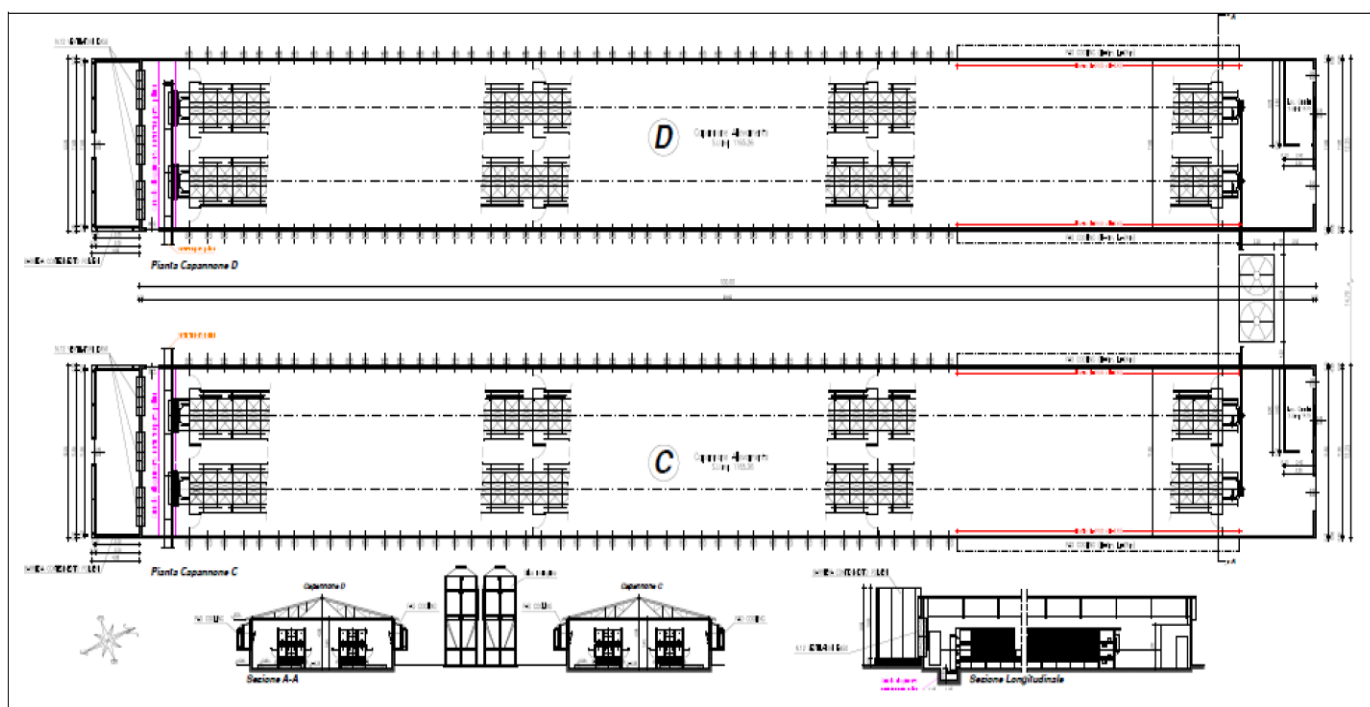


Fig. 15 – Pianta e sezione capannoni C - D

10.3 Capannoni allevamento E e F

Sorgenti	Coordinate geografiche (m)	N. estrattori	Altezza media estrattori (m)	Area tot. estrattori (m ²)	Portata unitaria (Nm ³ /h)	n. capi per capannone	Fattore emissivo capo (OU/s)	Fattore emissivo capannone (OU/s)
Capannone E	E-728684 O-4953097	12	1,4	22,8	42.125	18.296	0,23	4.280
Capannone F	E-728659 O-4953107	12	1,4	22,8	42.125	18.296	0,23	4.208

Tabella 10 – Parametri emissivi dei capannoni E e F - Odori

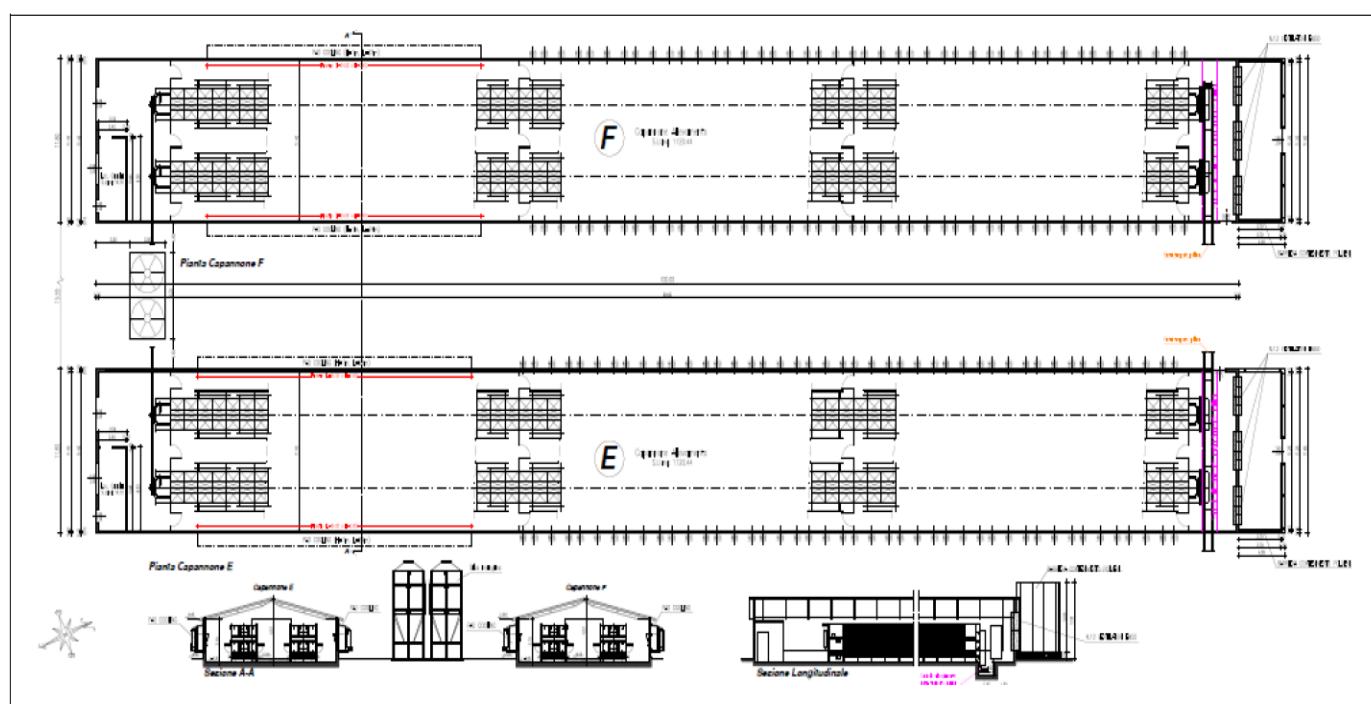


Fig. 16 – Pianta e sezione capannoni E - F

10.4 Concimaia N1

Sorgente Concimaia con telo di copertura	Tipo di sorgente	Superficie emissiva (m ²)	Altezza (m)	Velocità del flusso (m/s)	Conc. Di odore (OU/m ³)	Flusso di massa (OU/m ² /s)
N1	Areale	257	2,5	0,01	290	2,90

Tabella 11 – Parametri emissivi Concimaia N1 - Odori

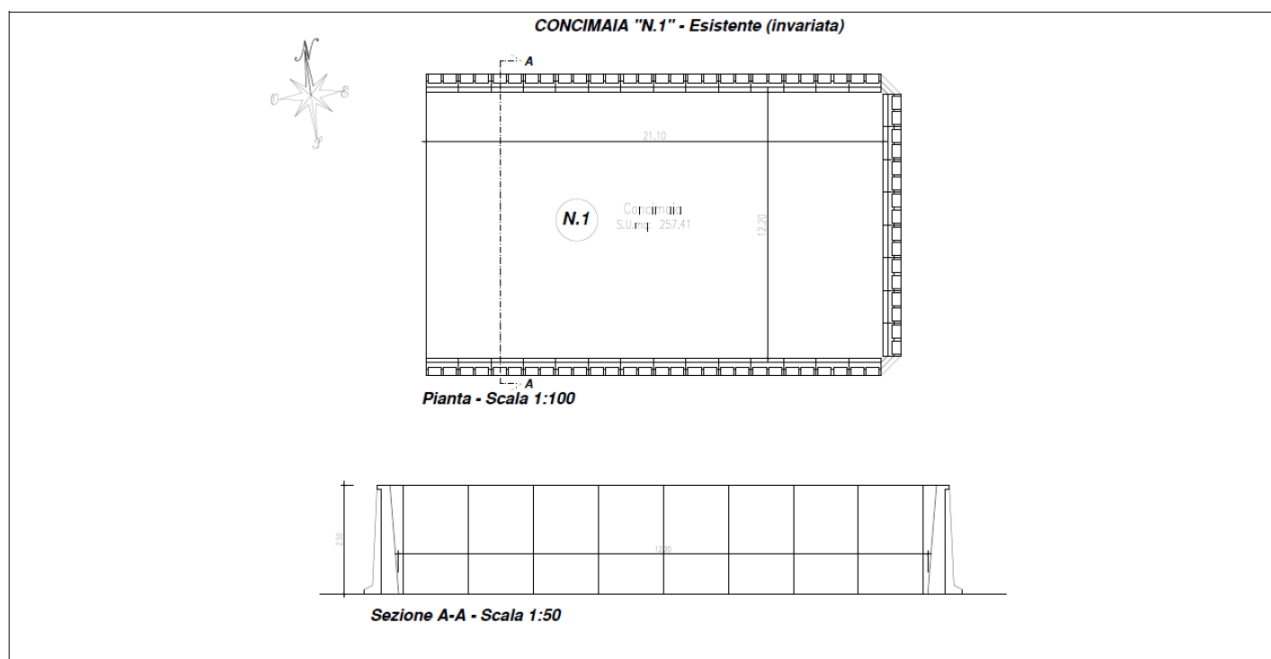


Fig. 16 – Pianta e sezione Concimaia N1

Sorgente Concimaia	Coordinate geografiche		
	Vertice	E (m)	N (m)
	N/O	728706	4953033
	N/E	728728	4953030
	S/E	728728	4953018
	S/O	728708	4953020

Tabella 12 – Coordinate geografiche della concimaia N1

I calcoli sono stati eseguiti con le concentrazioni determinate nella modalità precedentemente descritta con il modello CALPUFF; successivamente i risultati ottenuti sono stati postprocessati con il modello MMS.Run Analyzer che permette di estrarre con i file di input meteorologici costituiti da 8784 records pari alle ore nell'anno solare di riferimento i risultati per ogni recettore presente nel reticolo di calcolo.

11. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI DI ODORI

Si riportano di seguito i valori delle concentrazioni orarie di picco di odore al 98° percentile su base annuale con peak to mean ratio 2,3 calcolate sui ricettori più sensibili.

Concentrazione oraria di picco di odore al 98° percentile su base annua con peak to mean ratio 2,3					
Ricettori	Coordinate (m)	Valore (U.O./m ³)	Distanza minima dal centro del sito (m)	Tipo area	Criterio di accettabilità (U.O./m ³)
REC 1	X: 728792 Y: 4952825	1,1	175	Non residenziale	< 4
REC 2	X: 728653 Y: 4952809	1,1	190	Non residenziale	< 4
REC 3	X: 728507 Y: 4952848	1,7	240	Non residenziale	< 4
REC 4	X: 728359 Y: 4952954	0,6	350	Non residenziale	< 4
REC 5	X: 728606 Y: 4953336	0,4	370	Non residenziale	< 4
REC 6	X: 728806 Y: 4952679	0,6	320	Non residenziale	< 3
REC 7	X: 729341 Y: 4953006	0,5	630	ZPS IT4060008	< 2
REC 8	X: 729120 Y: 4952503	0,4	630	Non residenziale	< 2
REC 9	X: 728524 Y: 4953638	0,2	680	Non residenziale	< 2
REC 10	X: 728394 Y: 4953853	0,1	920	Non residenziale	< 2

Tabella 13 – Risultati delle simulazioni ODORI presso i ricettori oggetto di studio

12. CONCLUSIONI

I risultati tabellari e grafici hanno dimostrato che ipotizzando la condizione emissiva massima con la presenza contemporanea del numero massimo di capi distribuiti all'interno dei 6 capannoni e con la contemporaneità dell'emissione della concimaia N1, che come riportato precedentemente risulta essere utilizzata esclusivamente in situazioni di emergenza (ad oggi non quantificabili e prevedibili), tutti i valori di concentrazione oraria di picco di odore al 98° percentile su base annua con peak to mean ratio 2,3 presso tutti i ricettori studiati, risultano inferiore al criterio di accettabilità indicati nella "Determina dirigenziale ARPAE, Agenzia Regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia Romagna n. 2018-426 del 18/05/2018".

Il pennacchio di dispersione risulta pressoché circoscritto all'interno di un raggio inferiore a 500 m dall'area oggetto d'intervento, con valori massimi di concentrazione odorigena limitata attorno all'area dell'impianto.

Alla luce dei risultati ottenuti dalla presente modellizzazione previsionale, nella quale il valore massimo ottenuto del 98° percentile, presso i ricettori più prossimi all'azienda, risulta essere ampiamente al di sotto dei valori di accettabilità rappresentati nella "Determina dirigenziale ARPAE n. 2018-426 del 18/05/2018", e pari a 1,7 UO/m³, si può affermare che qualora l'Azienda dovesse procedere anche ad attivare i capannoni G e H, posti al confine Nord-Est aziendale, non si avranno superamenti di dette soglie che possano causare molestie olfattive.

Si riporta nella pagina seguente la cartografia con indicazione delle curve degli isolivelli delle concentrazioni orarie di picco al 98° percentile e con individuazione dei ricettori sensibili individuati.

IL RESPONSABILE DIVISIONE SERVIZI

p.i. Davide Zampieron