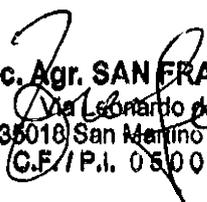


Studio di simulazione della dispersione delle emissioni odorigene

**Ampliamento di un allevamento avicolo in comune di
Chiarano (TV)**


Soc. Agr. SAN FRANCESCO S.S.
Via Leonardo da Vinci, 50
35010 San Martino di Lupatari (PD)
C.F./P.I. 05004960281

1. Introduzione

La dispersione degli odori dagli allevamenti zootecnici è un problema territoriale particolarmente sentito e che va valutato preventivamente al fine del rilascio dell'autorizzazione alla realizzazione dei nuovi impianti o all'ampliamento degli esistenti.

Il problema emerge dall'interazione con insediamenti residenziali (Schauberger et al., 2001) , a causa del disturbo che può essere determinato dalla dispersione e diffusione degli odori. Le dimensioni del problema riguardano la tipologia della sorgente zootecnica di emissione (stalla di suini, bovini, allevamenti avicoli, ecc...) e le sue caratteristiche; sono fondamentali inoltre le condizioni topografiche in cui sorge l'allevamento e le condizioni climatiche, intese sia come condizioni medie sia come regime di variabilità (Navarotto et al., 2007).

Le variabili climatiche coinvolte nel processo di dispersione degli odori sono, soprattutto, velocità e direzione del vento nonché le precipitazioni, che svolgono una rilevante azione di abbattimento.

L'obiettivo del presente studio è quello di fornire una rappresentazione numerica e cartografica della dispersione dell'odore dal sito dell'allevamento zootecnico verso l'area circostante, in relazione alle condizioni climatiche che caratterizzano la zona allo studio. Quest'indagine è stata realizzata mediante la simulazione delle emissioni odorigene, in considerazione delle indicazioni contenute nelle nuove Linee Guida della Regione Lombardia, approvate con D.G.R. 15 febbraio 2012 n. IX/3018 *“Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno”*.

A tale scopo è stato utilizzato un modello matematico di dispersione dell'odore (OdiGauss, versione 3.1.0 – Danuso e Rocca, 2012; Danuso et al., 2015), sviluppato presso il Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali dell'Università di Udine, basato sulle attuali conoscenze scientifiche al riguardo e sviluppato per poter trattare in modo esaustivo la variabilità meteorologica del sito. *OdiGauss* tiene conto di velocità e direzione del vento, nonché della presenza di precipitazioni, radiazione solare e temperatura dell'aria.

Nel presente studio, il modello OdiGauss versione 3.1.0 è stato utilizzato per la valutazione della dispersione degli odori da un allevamento avicolo in comune di Chiarano (TV) che sarà interessato prossimamente da un ampliamento delle strutture e quindi della capacità produttiva.

2. Caratteristiche del sito oggetto di studio

Il sito si identifica a sud-ovest del territorio del comune di Chiarano (TV), con accesso da via Bosco (fig. 1). Il progetto di ampliamento dell'allevamento avicolo esistente (attuale capacità 106.623 capi) prevede la costruzione di ulteriori tre capannoni in aggiunta ai quattro già presenti, come si vede in fig. 2; a progetto ultimato l'allevamento potrà ospitare complessivamente 279.224 capi.



Figura 1 - Identificazione dell'area di studio



Figura 2 – Planimetria dell'allevamento al termine dell'ampliamento in progetto

È stato considerato un punto di emissione (tab. I) localizzato mediamente a metà dei capannoni di allevamento. Il tasso di emissione è stato calcolato prendendo a riferimento i dati bibliografici dell'articolo "Odour emissions from livestock production facilities" di Valli *et al.*, 2008 – CRPA SpA, considerando per gli allevamenti avicoli *broilers* con peso vivo medio 1 kg e sistema di ventilazione automatico (tasso di emissione pari a 126 OU/s/ton p.v.). L'altezza del punto di emissione è di 2 m (pari alla quota dei ventilatori dei capannoni).

Tabella I - Coordinate dei punti con relativo tasso e altezza di emissione considerati nello studio

Punto di emissione	Coordinata X	Coordinata Y	Tasso di emissione iniziale (OU/s)	Tasso di emissione finale (OU/s)	Altezza emissione (m)
Chiarano	2330700	5065650	13.434	35.182	2

3. Scelta del modello

Considerando le condizioni climatiche e la topografia del sito allo studio (i cui effetti vengono descritti in modo semplice, in quanto non presentano particolari complessità), si è ritenuto che l'impiego di un modello di tipo gaussiano potesse risultare di affidabilità adeguata e capace di trattare in modo esaustivo la variabilità climatica.

I modelli gaussiani, per la loro versatilità, vengono spesso utilizzati nelle valutazioni di impatto ambientale, sia per le numerose verifiche sperimentali presenti in letteratura (che ne hanno dimostrato l'affidabilità) sia perché richiedono un numero limitato di parametri di input; i modelli più complessi sono spesso inutilizzabili proprio per la carenza dei dati richiesti (Navarotto *et al.*, 2007).

4. Descrizione del modello gaussiano impiegato

Il modello *OdiGauss* 3.1.0 (Danuso *et al.*, 2015) simula la dispersione degli odori all'equilibrio, nelle tre dimensioni spaziali (x,y,z), con la seguente equazione (Hanna *et al.*, 1982):

$$\frac{C}{Q} = \left(\frac{1}{2} \cdot \Pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot u \right) \cdot e^{-\frac{y^2}{2} \cdot \sigma_y^2} \cdot \left(e^{-\frac{(z-h)^2}{2} \cdot \sigma_y^2} \right) + \left(e^{-\frac{(z+h)^2}{2} \cdot \sigma_y^2} \right)$$

dove:

C	concentrazione di odore nello spazio circostante (OU m ⁻³);
u	velocità del vento a livello dell'altezza del rilascio (m/s);
σ_y e σ_z	coefficienti di dispersione in senso orizzontale e verticale (deviazioni standard);
Q	tasso di emissione di odore (OU s ⁻¹);
h	altezza a cui avviene il rilascio (m).

Nel caso specifico è stata considerata una griglia di celle di 50 metri di lato per un raggio di 3 km.

Per quanto riguarda i coefficienti di dispersione δ_y e δ_z , questi sono stati determinati sulla base delle equazioni raccomandate da Briggs (1973) e seguendo le tipologie di turbolenza di Pasquill (1961), calcolate ora per ora in funzione della radiazione e della temperatura (tab. II e III) oppure stabilite dall'utente, sulla base delle caratteristiche medie del sito.

La velocità del vento all'altezza del rilascio (u) viene stimata, a partire dal valore ottenuto dalla stazione meteorologica, analogamente a quanto applicato nel modello WinDimula 3.0, con la relazione:

$$u = u_0 \cdot \left(\frac{h - Z_0}{Z_{mis}} \right)^P$$

dove:

u_0 velocità del vento rilevata dalla stazione meteorologica a altezza Z_{mis} (m/s)

Z_0 rugosità del suolo, assunta pari a 0,1 m

Z_{mis} altezza di misura del vento (10 m nel caso specifico)

P coefficiente esponenziale in funzione della turbolenza Pasquill (tab. III)

Tabella II - Tipologie di turbolenza (Pasquill, 1961)

Caratteristiche della turbolenza	Classe
Molto instabile	A
Moderatamente instabile	B
Leggermente instabile	C
Neutrale	D
Leggermente stabile	E
Moderatamente stabile	F

Tabella III - Calcolo dei coefficienti di dispersione σ_y e σ_z (Briggs, 1973)

Tipologie turbolenza (Pasquill)	Σy	Σz	P
A	$0,22 \cdot X \cdot (1+0,0001 \cdot X)^{-1/2}$	$0,20 \cdot X$	0,1
B	$0,26 \cdot X \cdot (1+0,0001 \cdot X)^{-1/2}$	$0,12 \cdot X$	0,1
C	$0,11 \cdot X \cdot (1+0,0001 \cdot X)^{-1/2}$	$0,08 \cdot X \cdot (1+0,0002 \cdot X)^{-1/2}$	0,16
D	$0,08 \cdot X \cdot (1+0,0001 \cdot X)^{-1/2}$	$0,06 \cdot X \cdot (1+0,0015 \cdot X)^{-1/2}$	0,16
E	$0,06 \cdot X \cdot (1+0,0001 \cdot X)^{-1/2}$	$0,03 \cdot X \cdot (1+0,0003 \cdot X)^{-1}$	0,3
F	$0,04 \cdot X \cdot (1+0,0001 \cdot X)^{-1/2}$	$0,016 \cdot X \cdot (1+0,0003 \cdot X)^{-1}$	0,3

Dopo aver calcolato la concentrazione di odori (C) all'equilibrio per ciascuna ora, questa viene eventualmente corretta in relazione alla quantità di pioggia caduta nella stessa ora, secondo un concetto di "scavenging". Si ritiene che quanto maggiore è la precipitazione, tanto più l'atmosfera

Studio Tecnico Agronomico dott. Agr. Giovanni Bombardella

Via A.L. Moro 92 – 33078 San Vito al Tagliamento (PN); Tel. 0434-875435 e-mail: bombardellagiovanni@gmail.com

venga ripulita. Il processo di dilavamento (*washout*) porta a una concentrazione effettiva (C_{eff}) calcolata come:

$$C_{eff} = C \cdot e^{-Sc \cdot Rain}$$

Dove:

C_{eff} concentrazione degli odori dopo la pioggia (OU/m³)

C concentrazione degli odori calcolata dal modello di dispersione (OU/m³)

Sc coefficiente di abbattimento (1/mm di pioggia); nel caso specifico è stato considerato un valore di Sc pari a 0,05

Rain pioggia (mm/ora)

Correzione per la calma di vento

Il modello gaussiano impiegato, per le sue caratteristiche, è in grado di fornire risultati accettabili solo in assenza di calma di vento. In caso di calma di vento (stabilita quando la velocità del vento è inferiore a 1 m/s), *OdiGauss* effettua una correzione secondo due tipologie di calcolo a scelta:

- *modello ISCST3 (Industrial Source Complex, vers 3)*

criterio adottato dal modello ISCST3 (Industrial Source Complex, vers 3). Vale a dire, nei casi di assenza di vento, per il calcolo della diffusione degli odori il software utilizza la direzione del vento del primo giorno precedente che abbia velocità del vento superiore 1 m/s e assume una velocità del vento pari 1 m/s.

- *modello Cirillo-Poli*

L'equazione completa per il calcolo della concentrazione è del modello Cirillo-Poli per vento debole (0.5-1 m/s) è la seguente:

$$\left\{ \begin{array}{l} C(\bar{x}) = \sum_{i=1,2} \frac{Q}{(2\pi)^{3/2} \cdot \alpha\beta\gamma \cdot T_i^3} \exp\left(-\frac{v^2}{2\alpha^2}\right) \left[1 + \sqrt{\frac{\pi}{2}} \cdot \frac{vx}{\alpha^2 T_i} \exp\left(\frac{v^2 x^2}{2\alpha^4 T_i^2}\right) \operatorname{erfc}\left(-\frac{vx}{\sqrt{2} \cdot \alpha^2 T_i}\right) \right] \\ T_1^2 = \frac{x^2}{\alpha^2} + \frac{y^2}{\beta^2} + \frac{(z+H)^2}{\gamma^2} \\ T_2^2 = \frac{x^2}{\alpha^2} + \frac{y^2}{\beta^2} + \frac{(z-H)^2}{\gamma^2} \end{array} \right.$$

Studio Tecnico Agronomico dott. Agr. Giovanni Bombardella

Via A.L. Moro 92 – 33078 San Vito al Tagliamento (PN); Tel. 0434-875435 e-mail: bombardellagiovanni@gmail.com

Mentre per i casi di assenza di vento (0.5-0 m/s) viene utilizzata l'equazione di Cirillo-Poli ridotta:

$$C(x, y, z) = \sum_{i=1,2} \frac{Q}{(2\pi)^{3/2} \alpha \beta \gamma \cdot T_i^2}$$

$$T_1^2 = \frac{x^2}{\alpha^2} + \frac{y^2}{\beta^2} + \frac{(z+H)^2}{\gamma^2} \quad \alpha = \sigma_u = \sigma_{\max}$$

$$T_2^2 = \frac{x^2}{\alpha^2} + \frac{y^2}{\beta^2} + \frac{(z-H)^2}{\gamma^2} \quad \beta = \sigma_v = \sigma_{\min}$$

$$\gamma = \frac{1}{t} \sigma_z(t)$$

Nel caso specifico è stato scelto per i casi di vento deboli e assenza di vento l'approccio che utilizza il modello Cirillo-Poli (completo e ridotto) che garantisca risultati più realistici.

La deposizione secca degli inquinanti

In generale la deposizione degli inquinanti gassosi e del particolato leggero (particelle fino a 1 micron) ha effetti trascurabili sulla concentrazione dovuta alla diffusione. In caso contrario, una notevole parte delle emissioni si deposita rapidamente al suolo, secondo un meccanismo basato sulla legge di Stokes. I fenomeni di deposizione secca sono complessi e richiedono l'introduzione di informazioni iniziali che dipendono dal tipo di inquinante, dal tipo di terreno dal tipo di vegetazione e dalle condizioni meteorologiche.

Il flusso di deposizione F_d è calcolato mediante il prodotto della concentrazione C per la velocità di deposizione v_d calcolata alla quota di riferimento:

$$F_d = C \cdot v_d$$

La velocità di deposizione è calcolata, secondo Slinn et al. (1978), sommando la velocità di sedimentazione gravitazionale v_g all'inverso della somma delle resistenze all'attraversamento dei vari strati, per inquinanti gassosi:

$$v_d = \frac{1}{\Gamma_a + \Gamma_d + \Gamma_c}$$

Studio Tecnico Agronomico dott. Agr. Giovanni Bombardella

Via A.L. Moro 92 – 33078 San Vito al Tagliamento (PN); Tel. 0434-875435 e-mail: bombardellagiovanni@gmail.com

Dove:

ra = resistenza aerodinamica [s/cm],

rd = resistenza dello strato di deposizione [s/cm]

rc = resistenza dello strato di vegetazione [s/cm]

5. Il software *OdiGauss* 3.1.0

Il software *OdiGauss* 3.1.0 (http://www.dpvta.uniud.it/~Danuso/docs/OdiGauss/OdiGauss_home.htm), di cui si riporta una schermata in fig. 3, è stato implementato per ambiente Windows e lavora su un griglia *raster* di dimensione impostabile dall'utente. Richiede come input velocità e direzione del vento, coordinate piane del sito di emissione, altezza di rilascio, intensità del flusso di emissione all'origine, distanza massima per il calcolo della dispersione, l'altezza di riferimento, la soglia di odore ammessa per l'accettabilità. La tipologia di turbolenza secondo Pasquill viene calcolata ora per ora tenendo conto delle altre condizioni meteorologiche (radiazione, temperatura). Se le precipitazioni orarie sono disponibili, viene calcolato anche l'abbattimento degli odori dovuto alla pioggia. *OdiGauss* 3.1.0 considera inoltre il cosiddetto *peak-to mean ratio*, che tiene conto del fatto che è il valore di picco piuttosto che il valore medio nel periodo considerato (1 ora) a determinare la sensazione negativa dell'odore. Dato che 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 (4-5 secondi), è necessario determinare la concentrazione di picco mediata sul tempo del respiro piuttosto che sul passo di calcolo (1 ora). Poiché il modello gaussiano produce come output, per ciascuna ora e ciascuna cella del territorio, la media oraria della concentrazione di odore, è necessario calcolare la concentrazione di picco, definita come la concentrazione che in un'ora è oltrepassata con probabilità 10^{-3} , cioè per più di 3,6 secondi. Studi della NSW Environment Protection Authority, "Technical Notes: Draft Policy: Assessment and Management of Odour from Stationary Sources in NSW/NSW EPA" - Sydney, 2001 dimostrano 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. Il software *OdiGauss* 3.1.0 suggerisce un valore di default per il *peak-to-mean ratio* pari a 2,3. Tale valore, che è lo stesso indicato nelle Linee Guida adottate dalla Regione Lombardia, può essere tuttavia modificato, a seconda dei casi.

I risultati generati dal software *OdiGauss* sono prodotti in forma di mappe *raster* (Ascii grid) compatibili con i più diffusi GIS (ArcGis, GeoMedia, Surfer, Idrisi e altri).

Studio Tecnico Agronomico dott. Agr. Giovanni Bombardella

Via A.L. Moro 92 – 33078 San Vito al Tagliamento (PN); Tel. 0434-875435 e-mail: bombardellagiovanni@gmail.com

Per una data simulazione (*nomesim*), le mappe generate dal software sono:

- Mappa concentrazione media odore: riporta il valore medio di concentrazione odore, per ciascuna cella (**Med_nomesim.est**)
- Mappa concentrazione media classificata: (**MedC_nomesim.est**)
- Mappa concentrazione massima: valore massimo di odore, nel periodo di simulazione, per ciascuna cella (**Max_nomesim.est**)
- Mappa concentrazione massima classificata: (**MaxC_nomesim.est**)
- Mappa tempo-sopra-soglia: riporta la percentuale del tempo di simulazione nel quale l'odore si trova al di sopra della soglia prefissata (**Tss_nomesim.est**)
- Mappa tempo-sopra-soglia classificata: (**TssC_nome.est**).

L'estensione (*est*) per i file generati è **txt** per ArcGis, **asc** per GeoMedia e **grd** per Surfer.

Tutte questi formati possono essere elaborati e visualizzati anche con il GIS raster gratuito *SemGrid* (sviluppato presso il DISA dell'Università di Udine), in grado di produrre delle mappe combinando i risultati della simulazione con i tematismi della CTRN. Le mappe sopra indicate vengono salvate anche come tabelle XY, le quali riportano i valori dei punti calcolati e le rispettive coordinate.

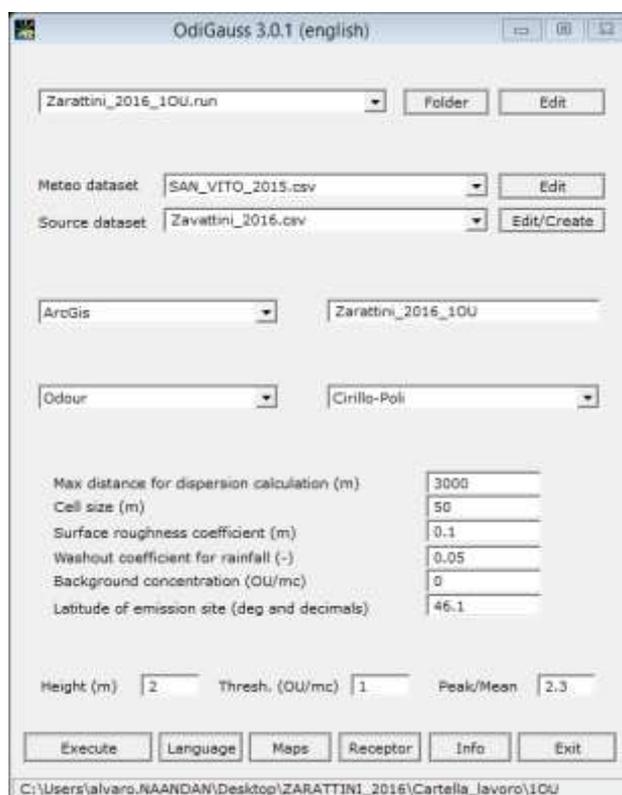


Figura 3 - Software OdiGauss 3.1.0

Studio Tecnico Agronomico dott. Agr. Giovanni Bombardella

Via A.L. Moro 92 – 33078 San Vito al Tagliamento (PN); Tel. 0434-875435 e-mail: bombardellagiovanni@gmail.com

6. Dati input per le simulazioni e rappresentazione cartografica

I dati input impiegati nel modello sono suddivisibili in 5 tipologie: la prima riguarda l'area di lavoro e quindi la distanza massima di studio, la dimensione della cella, il coefficiente di rugosità, il coefficiente di abbattimento dovuto alle piogge e la latitudine in gradi per la determinazione della lunghezza del giorno e della notte. La seconda tipologia di input riguarda il recettore, quindi l'altezza massima di riferimento per il rilievo dell'odore, le soglie d'intensità di odore e il rapporto *peak-to-mean*. Sono state eseguite sei serie di simulazioni, corrispondenti alle tre situazioni di soglia suggerite dalle Linee Guida della Regione Lombardia: 1, 3, e 5 OU/m³, valutando le condizioni in progetto, con un'emissione stimata pari a quanto riportato in tab. I, utilizzando il valore di 2,3 come rapporto di *peak-to-mean* come suggerito dalle Linee Guida sopra citate. Il terzo gruppo di dati di input riguardano parametri di tipo informatico, vale a dire i formati ed i nomi con i quali si vogliono avere i risultati. Infine, le ultime due tipologie di input riguardano i dati meteorologici e le sorgenti, entrambi come file esterni preparati appositamente per ciascuna simulazione. Tutti i valori input sono riportati in tab. IV:

Tabella IV – Valori di input per le simulazioni

Area di lavoro	
Distanza massima calcolo dispersione (m)	: 3000
Dimensione della cella (m)	: 50
Coefficiente di rugosità (m)	: 0,10
Coefficiente di abbattimento per pioggia	: 0,05
Latitudine (gradi sessadecimali)	: 45,5
Recettore	
Altezza Z riferimento rilievo odore (m)	: 2
Soglia intensità odore (OU/mc)	: 1 – 3 - 5
Rapporto peak-to-mean	: 2,3
Dati input - risultati	
Cartella di lavoro	: D:\...
Nome file mappe risultato	: CHIARANO
Formato (arcgis,geomedia,surfer,idrasi)	: arcgis
Dati meteorologici:	
Nome file meteo	: DatiMeteoPontediPiave2018.csv ARPAV (*)
Dati sorgenti:	
Nome file delle sorgenti di odore	: Sorgent.csv (**)

(*) dati ARPAV orari per l'anno 2018, stazione di Ponte di Piave (TV)

(**) valori delle emissioni per la situazione allo studio, calcolati come descritto in par. 2

Le simulazioni sono state effettuate considerando le emissioni in fase attuale e in fase di progetto (situazione futura), tenendo conto delle tre soglie di concentrazione di 1, 3, 5 OU/m³. Dai valori simulati sono state ricavate le mappe di concentrazione media e di percentuale del tempo con concentrazioni sopra le soglie di 1, 3 e 5 OU/m³. La visualizzazione di tali mappe risulta essere mediante sovrapposizione delle griglie generate da OdiGauss 3.1.0 all'ortofoto dell'area in esame.

Studio Tecnico Agronomico dott. Agr. Giovanni Bombardella

Via A.L. Moro 92 – 33078 San Vito al Tagliamento (PN); Tel. 0434-875435 e-mail: bombardellagiovanni@gmail.com

I dati meteorologici impiegati sono stati quelli della stazione di Ponte di Piave (altitudine 6 m s.l.m., latitudine (N) 45.717 e longitudine (E) 12.525), resi disponibili dall'ARPAV. Sono state prese in considerazione le variabili: velocità del vento, direzione del vento, temperatura dell'aria, radiazione e precipitazioni orarie per l'anno 2018. Il calcolo è stato eseguito per le 24 ore di ciascun giorno e per i 365 giorni per tutto l'anno 2018 per un totale di 8760 simulazioni considerando nulle le ore con valori mancanti.

Considerando i dati sopra descritti la percentuale di ore con vento debole (velocità 0,5-1 m/s) è risultata pari al 33,8% mentre quella di ore con vento assente (<0,5 m/s) rispetto al totale dei dati è stata del 23,3%. Il vento è risultato provenire principalmente da Nord Est (41,6%) (fig. 4). È da considerare se sono presenti dati mancanti in qualunque delle variabili considerate tutto il record dell'ora viene scartato del calcolo dello studio dei venti e conseguentemente della simulazione.

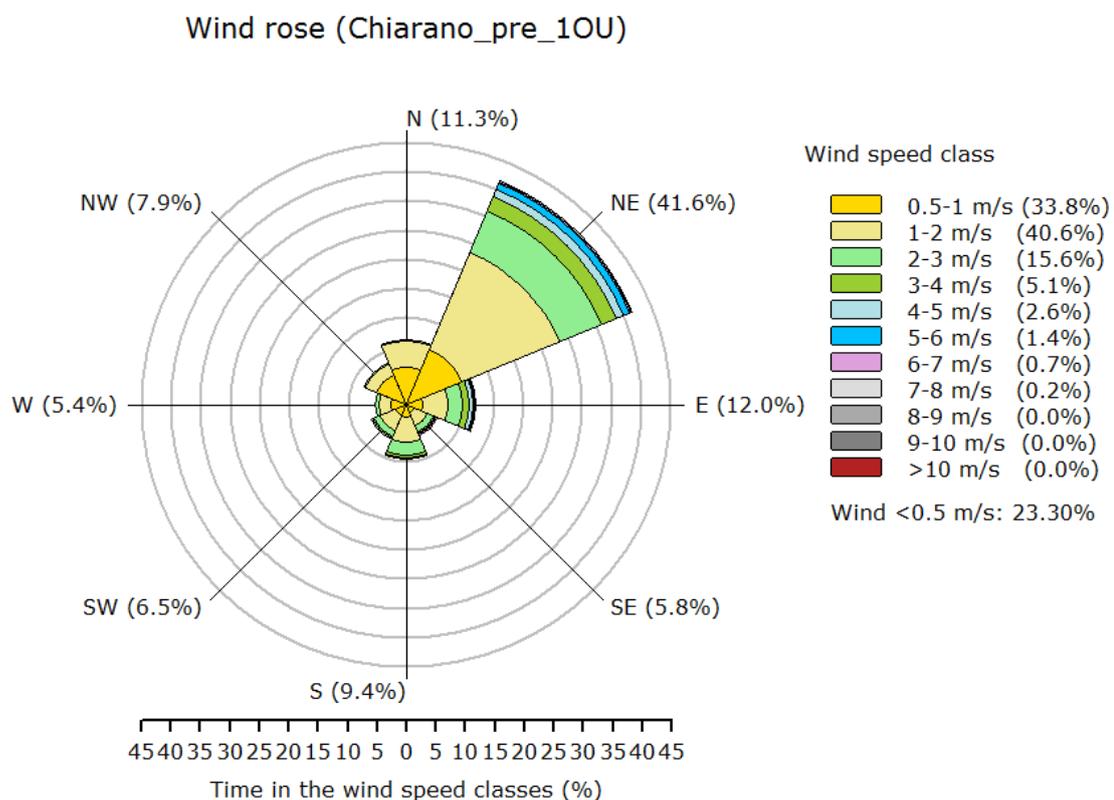


Figura 4 - Distribuzione dei valori orari di velocità del vento (m/s), per classi di velocità e direzione di provenienza, relative alla stazione meteorologica ARPAV di Ponte di Piave (anno 2018).

7. Risultati cartografici

Si riportano di seguito le mappe della concentrazione media di odore e di tempo superiore alle soglie di 1, 3, 5 OU/m³, sovrapposte all'ortofoto dell'area in esame.

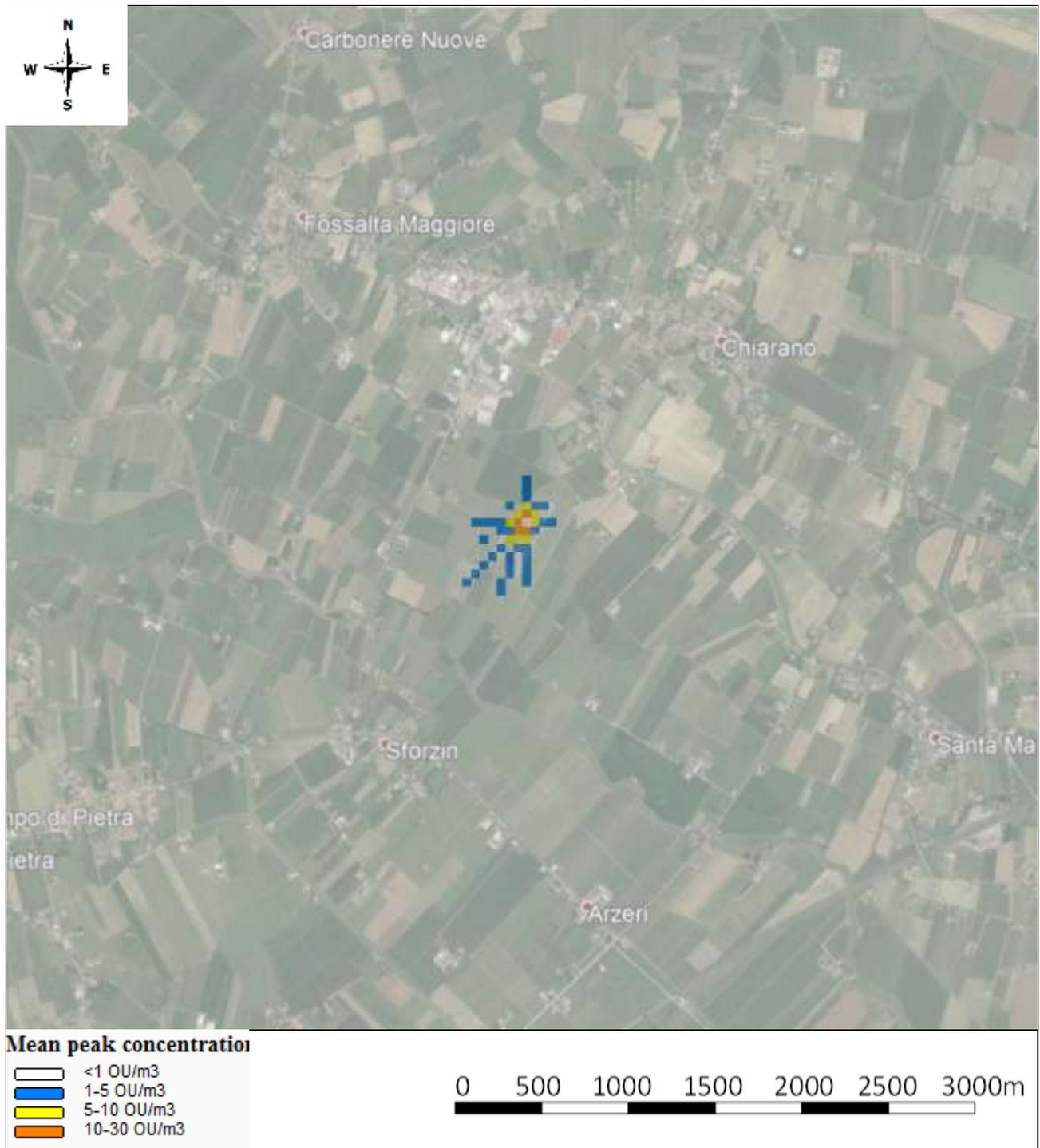


Figura 5 – Mappa della distribuzione della concentrazione media annuale di odore (OU/m³) ottenuta durante la simulazione, con emissione puntiforme da una fonte, nella situazione **pre-ampliamento** dell'allevamento avicolo.

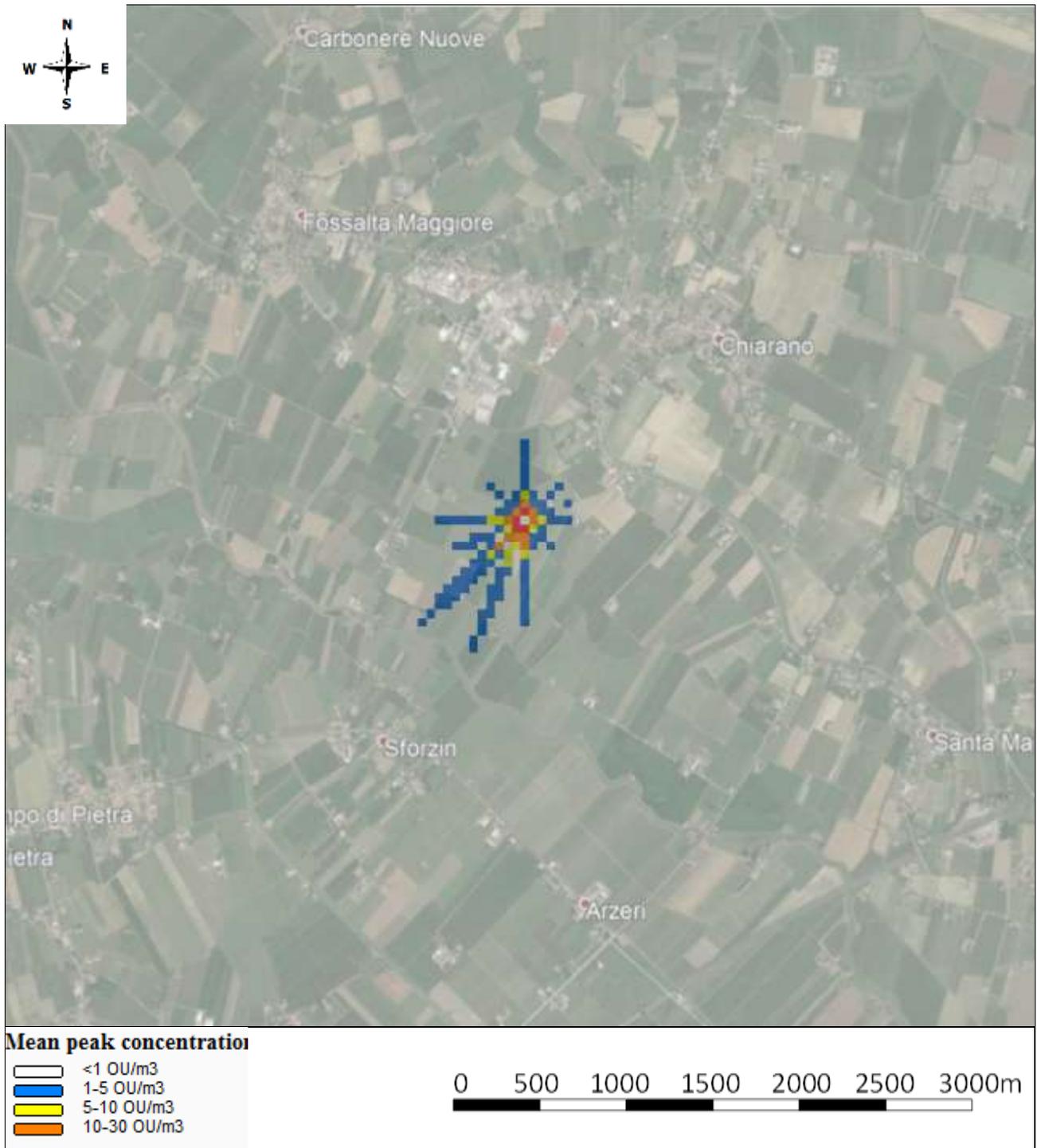


Figura 6 – Mappa della distribuzione della concentrazione media annuale di odore (OU/m³) ottenuta durante la simulazione, con emissione puntiforme da **una** fonte, nella situazione **post-ampliamento** dell'allevamento avicolo.



Figura 7 - Mappa della percentuale **di tempo-sopra-soglia**: percentuale del tempo dell'intera simulazione (1 anno) in cui l'odore supera, per ciascuna cella, la soglia prestabilita (1 OU/m³), per le condizioni previste nel progetto con emissioni puntiformi da **una** fonte, nella situazione **pre-ampliamento** dell'allevamento avicolo. Il 98° percentile è indicato dal confine tra l'azzurro e il bianco (**Tss<2%**).



Figura 8 - Mappa della percentuale **di tempo-sopra-soglia**: percentuale del tempo dell'intera simulazione (1 anno) in cui l'odore supera, per ciascuna cella, la soglia prestabilita (1 OU/m^3), per le condizioni previste nel progetto con emissione puntiforme da **una** fonte, nella situazione **post-ampliamento** dell'allevamento avicolo. Il 98° percentile è indicato dal confine tra l'azzurro e il bianco (**Tss<2%**).



Figura 9 - Mappa della percentuale di tempo-sopra-soglia: percentuale del tempo dell'intera simulazione (1 anno) in cui l'odore supera, per ciascuna cella, la soglia prestabilita (3 OU/m^3), per le condizioni previste nel progetto con emissione puntiforme da una fonte, nella situazione pre-ampliamento dell'allevamento avicolo. Il 98° percentile è indicato dal confine tra l'azzurro e il bianco (Tss<2%).

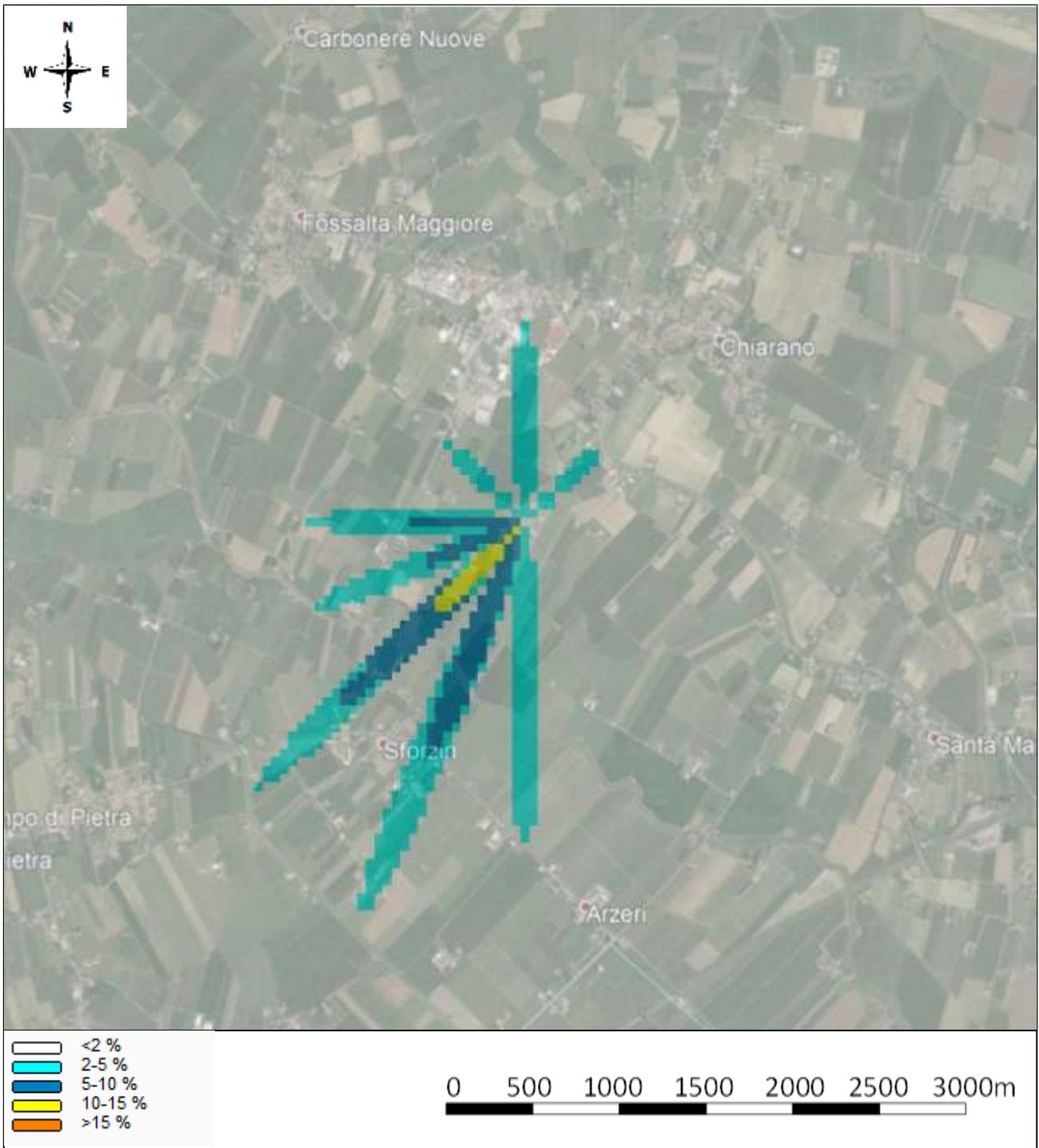


Figura 10 - Mappa della percentuale di tempo-sopra-soglia: percentuale del tempo dell'intera simulazione (1 anno) in cui l'odore supera, per ciascuna cella, la soglia prestabilita (3 OU/m³), per le condizioni previste nel progetto con emissione puntiforme da una fonte, nella situazione **post-ampliamento** dell'allevamento avicolo. Il 98° percentile è indicato dal confine tra l'azzurro e il bianco (Tss<2%).



Figura 11 - Mappa della percentuale di tempo-sopra-soglia: percentuale del tempo dell'intera simulazione (1 anno) in cui l'odore supera, per ciascuna cella, la soglia prestabilita (5 OU/m^3), per le condizioni previste nel progetto con emissione puntiforme da una fonte, nella situazione pre-ampliamento dell'allevamento avicolo. Il 98° percentile è indicato dal confine tra l'azzurro e il bianco (Tss<2%).



Figura 12 - Mappa della percentuale di tempo-sopra-soglia: percentuale del tempo dell'intera simulazione (1 anno) in cui l'odore supera, per ciascuna cella, la soglia prestabilita (5 OU/m³), per le condizioni previste nel progetto con emissione puntiforme da una fonte, nella situazione **post-ampliamento** dell'allevamento avicolo. Il 98° percentile è indicato dal confine tra l'azzurro e il bianco (Tss<2%).

8. Discussione e conclusioni

Nella presente relazione vengono presentate le stime della dispersione sul territorio degli odori provenienti da un allevamento avicolo, ottenute impiegando il modello gaussiano *OdiGauss 3.1.0*. Sono state ricavate indicazioni relativamente alla distribuzione sul territorio del valore medio di concentrazione dell'odore e alla percentuale di tempo con concentrazione di odore superiore alle soglie di 1, 3 e 5 OU/m³, per celle di 50 x 50 m, a un'altezza di rilievo dell'odore di 2 m e per un raggio di 3 km dal punto di emissione.

È stata valutata la situazione di emissione per un tasso finale stimato pari a 35.182 OU/s, considerando l'emissione puntiforme da un punto di emissione.

Analogamente a quanto considerato dalla maggior parte dei modelli gaussiani applicati agli odori, è stata calcolata la concentrazione di picco, ricavata dal valore medio orario stimato sulla base del rapporto *peak-to-mean*. Non si è tenuto conto della variazione diurna e annuale delle emissioni (Schauberger *et al.*, 1999).

Dai risultati di simulazione riportati in fig.6 si osserva che nessuno dei centri abitati circostanti viene interessato da concentrazioni medie degli odori tali da creare avvertimento e disturbo.

Considerando le mappe della percentuale del tempo con concentrazioni di odori al di sopra delle soglie di 1, 3 e 5 OU/m³, dalle figure 7-12 si rileva come la nuvola di dispersione interessi parzialmente la frazione di Sforzin e le case sparse in zone rurali, oltre alla campagna circostante. Le mappe di impatto risultano inoltre coerenti con la distribuzione di provenienza e intensità dei venti, come riportato in fig. 4, dove si evidenzia una forte prevalenza dei venti da Nord-Est.

Si ritiene, infine, che i valori di concentrazione stimati per il territorio dovrebbero essere interpretati anche in relazione a livelli di protezione diversi in funzione dell'uso del territorio circostante (area urbana, area rurale, ecc...). Tale criterio viene attualmente adottato in molti Paesi europei.

Bibliografia

- Briggs, G. A., 1973, Diffusion Estimation for Small Emissions, ATDL Contribution File NO. 79, Atmospheric Turbulence and Diffusion Laboratory.
- Dupont S., Brunet Y., Jarosz N. (2006). Eulerian modelling of pollen dispersal over heterogeneous vegetation canopies. *Agr. Forest Meteorol.* 141.
- Danuso F. e Rocca A., 2012. Manuale OdiGauss, <http://www.dpvta.uniud.it/Danuso/docs/OdiGauss/OdiGauss22.pdf>
- Danso F., Rocca A., Ceccon P., Ginaldi F., 2015, A software application for mapping livestock waste odour dispersion. *Environmental Modelling & Software* 69 pg. 175e186
- Flesh T. K., Wilson J. D., Yee E. (1995). Backward-Time Lagrangian Stochastic Dispersion Models and Their application to Estimate Gaseous Emissions. *J. Appl. Meteorol.* 34/6.
- Mc Cartney H. A., Fitt B. D. (1985). Construction of dispersal models, in *Advances in Plant Pathology: Mathematical Modelling of Crop Diseases*, vol 3, London Academic Press.
- Navarotto P., Guarino M. e Brambilla M., 2007. Odori emessi dagli allevamenti suinicoli: come prevederne l'intensità a diverse distanze: Quaderni della ricerca. Regione Lombardia-Direzione Generale Agricoltura.
- Pasquill, F., 1961, The Estimation of the Dispersion of Windborne Material, *Meteorological Management.*, 90:33-49
- Schauberger G., Piringer M., Petz E., 1999. Diurnal and Annual Variation of Odour Emission from Animal Houses: a Model Calculation for Fattening Pigs. *J. agric. Engng Res.*, 74, 251-259
- Schauberger G., Piringer M., Petz E., 2001. Separation distance to avoid odour nuisance due to livestock calculated by the Austrian odour dispersion model (AODM), *Agriculture, Ecosystems and Environment* 87 (2001) 13–28.
- Steven R. Hanna, Gary A. Briggs e Rayford P. Hosker, Jr., 1982. Atmospheric Turbulence and Diffusion Laboratory. National Oceanic and Atmospheric Administration. 25-35
- Valli L., Moscatelli G., Labartin N., 2008. Odour emissions from livestock production facilities. International Conference on Environmental Odour Monitoring and Control. Rome 6-8 July 2008
- San Vito al Tagliamento, 18/07/2019