

**Koster s.r.l.**

**Tenuta Devesio - San Nazzaro Sesia (NO)**

**Valutazione previsionale di inquinamento atmosferico  
relativa alle attività dello stabilimento di San Nazzaro Sesia**

**Settembre 2017**

## **Indice**

<b>1</b>	<b>Introduzione .....</b>	<b>3</b>
1.1	Riferimenti legislativi e normativi.....	3
<b>2</b>	<b>Descrizione dell'area oggetto di studio.....</b>	<b>4</b>
2.1	Inquadramento territoriale .....	4
2.2	Elementi antropici.....	4
2.2.1	Strutture sanitarie.....	4
2.2.2	Scuole .....	4
2.2.3	Infrastrutture per i trasporti.....	5
<b>3</b>	<b>Descrizione delle attività.....</b>	<b>6</b>
3.1	Emissioni convogliate.....	6
3.2	Emissioni diffuse .....	6
<b>4</b>	<b>Analisi dell'impatto atmosferico .....</b>	<b>9</b>
4.1	Stima dell'impatto .....	9
4.1.1	Modello previsionale .....	9
4.1.2	Dati di ingresso .....	10
4.1.3	Risultati.....	19
4.2	Valutazione dell'impatto .....	27
<b>5</b>	<b>Conclusioni .....</b>	<b>28</b>
<b>Appendice A - Analisi meteorologica.....</b>		<b>29</b>
<b>Appendice B - Mappe di concentrazione .....</b>		<b>35</b>

## **1 INTRODUZIONE**

Il presente studio ha lo scopo di analizzare, attraverso l'applicazione di opportuni modelli di simulazione, l'impatto sull'atmosfera delle emissioni prodotte dallo **stabilimento di San Nazzaro Sesia della ditta Koster s.r.l.**, con sede legale presso la Tenuta Devesio a San Nazzaro Sesia (NO), nel quale l'azienda intende gestire un impianto di stoccaggio e riciclaggio (compostaggio) della frazione organica di rifiuti solidi urbani (FORSU) e di rifiuti ligneo-cellulosici per la produzione di ammendante e fertilizzante idonei all'impiego in agricoltura.

Si considera la configurazione degli impianti prevista nel progetto di ampliamento che è attualmente in fase di autorizzazione.

In particolare sarà analizzata la dispersione dei seguenti inquinanti caratteristici per le attività in progetto:

- ammoniaca (NH<sub>3</sub>)
- acido fluoridrico (HF)
- acido cloridrico (HCl)
- acido solfidrico (H<sub>2</sub>S)
- composti organici volatili (C.O.V.)
- odore (espresso in termini di unità odorimetriche)

### **1.1 Riferimenti legislativi e normativi**

La valutazione è stata eseguita in conformità alle disposizioni legislative vigenti, in particolare:

- **DLgs 152 del 3/4/2006 e s.m.i.**

*Norme in materia ambientale.*

*Parte Quinta - Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera*

*Titolo I - Prevenzione e limitazione delle emissioni in atmosfera di impianti e attività*

- **DLgs 155 del 13/8/2010 e s.m.i.**

*Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.*

Per quanto concerne la valutazione dell'inquinamento odorigeno deve inoltre essere considerata la seguente norma regionale:

- **Regione Piemonte - DGR 9/1/2017, 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.*

## **2 DESCRIZIONE DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO**

### **2.1 Inquadramento territoriale**

L'impianto si trova in aperta campagna nella Tenuta Devesio, accessibile da una strada privata che si stacca dalla strada provinciale che collega San Nazzaro Sesia e Villata. Il sito risulta posizionato circa 10 km a nord di Vercelli e 15 km a ovest di Novara.

Il contesto territoriale dello stabilimento può essere osservato in Figura 2.1 (pag. 5); l'immagine è stata realizzata da VESA s.n.c., basata su "BDTRE - base cartografica di riferimento - 2016 - raster B/N 1:10.000", che è distribuita dalla Regione Piemonte nei termini della licenza Creative Commons – Attribuzione 2.5 Italia <sup>1</sup>.

Il sito è ad una quota di ca. 140 m sul livello medio del mare e si trova in una zona pianeggiante. Il fiume Sesia scorre 1,4 km a ovest. Il territorio circostante è principalmente destinato alle coltivazioni agricole, salvo le aree boschive presso l'alveo del fiume, sporadici centri abitati e cascine sparse.

### **2.2 Elementi antropici**

Nell'area circostante lo stabilimento si trovano alcune cascine ad uso agricolo, solo alcune delle quali abitate.

I paesi più vicini allo stabilimento sono Villata (2 km a SSE), Oldenico (3 km a O), San Nazzaro Sesia (3 km a N), Albano Vercellese (3 km a NO), Casalvolone (3 km a ESE).

Si individuano di seguito i recettori sensibili più prossimi al sito in esame.

#### **2.2.1 Strutture sanitarie**

Nel raggio di 3 km dallo stabilimento non sono presenti strutture ospedaliere.

Per completezza di analisi, saranno considerati i seguenti presidi ambulatoriali:

- ambulatorio comunale di Villata;
- ambulatorio comunale di Oldenico.

#### **2.2.2 Scuole**

Alcune strutture scolastiche si trovano nei centri abitati, a distanze superiori a 2 km dallo stabilimento.

In particolare si individuano:

- a Villata: asilo nido, scuola dell'infanzia, scuola primaria e scuola secondaria di primo grado;
- a Casalvolone: scuola primaria.

---

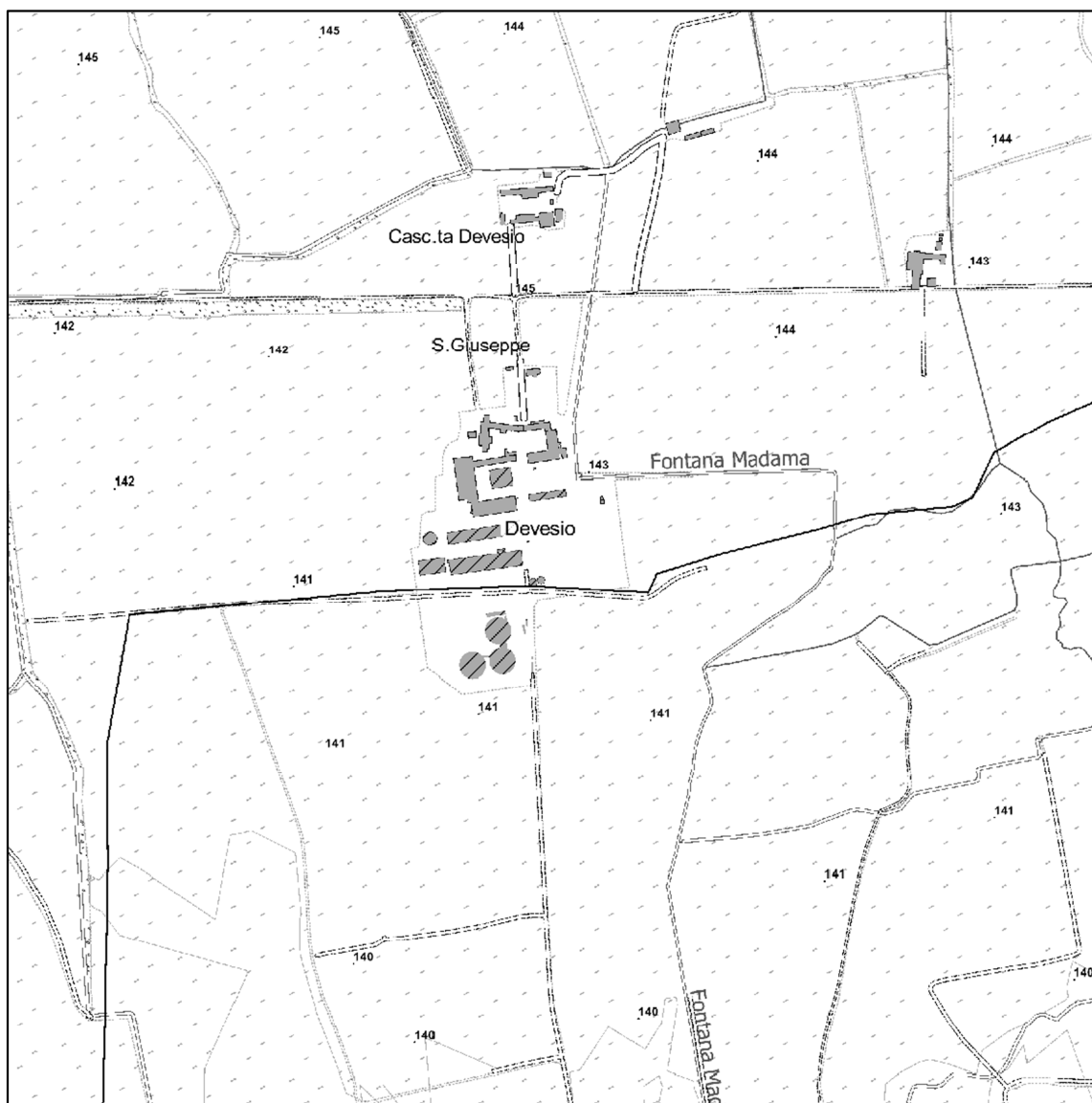
<sup>1</sup> Testo integrale: <http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/it/legalcode>

### **2.2.3 Infrastrutture per i trasporti**

Nelle vicinanze del sito non si trovano linee ferroviarie.

La più vicina autostrada è la A26 (Autostrada dei Trafori), ca. 4 km a est.

In prossimità dello stabilimento la strada di maggiore rilevanza è la provinciale che collega San Nazzaro Sesia a Villata (SP 16 in Provincia di Novara, SP 12 in Provincia di Vercelli), ca. 1 km a est.



**Figura 2.1 - Estratto della carta BDTRE 2016 (scala 1 : 10 000).**

### **3 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ**

L'attività oggetto di studio è la gestione dell'impianto di compostaggio di RSU e altri materiali idonei presso la Tenuta Devesio di San Nazzaro Sesia.

#### **3.1 Emissioni convogliate**

Sulla base del progetto di ampliamento dell'impianto, fornito dalla committente, sono state individuate le sorgenti di emissione convogliata in atmosfera che sono definite nella seguente Tabella 3.1. Al fine di ottenere dei dati cautelativi per lo studio di impatto atmosferico, i valori di concentrazione riportati in tabella sono stati scelti secondo i seguenti criteri:

- per il biofiltro (E1), punto di emissione già autorizzato, sono stati considerati i valori limite di emissione attualmente in vigore;
- per il gas di scarico separato nel nuovo impianto di upgrading metano (E2), i dati sono stati concordati con ARPA Piemonte, anche in riferimento ai valori limite previsti dalla normativa ambientale e alle BAT per gli impianti di trattamento dei rifiuti (*EC - IPPC Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries - August 2006*).

#### **3.2 Emissioni diffuse**

In relazione all'emissione in atmosfera di Composti Organici Volatili e conseguente odore, risulta rilevante il contributo fornito dai cumuli di materiale in maturazione/deposito presenti nel piazzale dello stabilimento (compost e rifiuti verdi). Tale attività è già operativa nell'attuale configurazione dello stabilimento.

Dalla documentazione progettuale, l'area totale delle superfici esterne dedicate allo stoccaggio e lavorazione di Verde, Ammendante Compostato Verde e Ammendante Compostato Misto risulta pari a 6961 m<sup>2</sup>. Tali superfici sono adiacenti e, anche in relazione alla distanza dai recettori sensibili più vicini, possono essere considerate come un'unica fonte di emissione.

Ai fini della presente valutazione, le sorgenti areali passive di interesse sono pertanto quelle identificate nella seguente Tabella 3.2.

**Tabella 3.1 - Quadro riassuntivo delle emissioni convogliate**

N° punto di emissione	Provenienza	Portata [(N)m³/h]	Durata emissioni [h/d]	Frequenza nelle 24 ore	Tempe- ratura [°C]	Tipo di sostanza inquinante	Concentrazione inquinante in emissione [mg/(N)m³]	Altezza punto di emissione dal suolo [m]	Diametro o lati sezione [m o m×m]	Tipo di impianto di abbattimento
E1	Biofiltro FORSU (sorgente areale)	200000	24	continua	35	NH <sub>3</sub>	5	3	40 <sup>2</sup>	Biofiltro
						H <sub>2</sub> S	2			
						COV	20			
						<i>odore</i>	<i>300 ou<sub>E</sub>/m³</i>			
E2	Upgrading metano (off gas)	500	24	continua	35	NH <sub>3</sub>	15	4	0,5	-
						HF	5			
						HCl	5			
						H <sub>2</sub> S	5			
						COV	20			
						<i>odore</i>	<i>300 ou<sub>E</sub>/m³</i>			
E3	Caldaia a biometano, per la quale non è prevista l'emissione degli inquinanti oggetto di studio									
E4	Torcia di emergenza biogas, non soggetta ad autorizzazione									

<sup>2</sup> Diametro equivalente all'area del biofiltro nella futura configurazione d'impianto.

**Tabella 3.2 - Quadro riassuntivo delle emissioni diffuse**

<b>N° punto di emissione</b>	<b>Provenienza</b>	<b>Durata emissioni [h/d]</b>	<b>Frequenza nelle 24 ore</b>	<b>Temperatura [°C]</b>	<b>Altezza punto di emissione dal suolo [m]</b>	<b>Diametro o lati sezione [m o m×m]</b>	<b>Tipo di impianto di abbattimento</b>
ED1	Cumuli di rifiuti verdi, ACV e ACM	24	continua	ambiente	3	94 <sup>3</sup>	-

---

<sup>3</sup> Diametro equivalente all'area destinata a deposito esterno di materiali sfusi.



## 4 ANALISI DELL'IMPATTO ATMOSFERICO

### 4.1 Stima dell'impatto

#### 4.1.1 Modello previsionale

Al fine di valutare la dispersione degli inquinanti e di quantificare gli impatti derivanti dalle attività in esame sul comparto atmosferico, è stato applicato il modello **Dimula** (implementato nel software **MMS.WinDimula** versione 4.3.1.0, sviluppato da Maind s.r.l.).

Il modello di dispersione è di tipo gaussiano multi-sorgente e consente di effettuare simulazioni in versione *short term* oppure climatologica.

**Dimula** (Cirillo e Cagnetti, 1982), sviluppato da ENEA, è inserito nei rapporti ISTISAN 90/32 (*"Modelli per la progettazione e valutazione di una rete di rilevamento per il controllo della qualità dell'aria"*) e ISTISAN 93/36 (*"Modelli ad integrazione delle reti per la gestione della qualità dell'aria"*), in quanto corrispondente ai requisiti qualitativi per la valutazione delle dispersioni di inquinanti in atmosfera in regioni limitate (caratterizzate da scale spaziali dell'ordine di alcune decine di chilometri) e in condizioni atmosferiche sufficientemente omogenee e stazionarie. Il modello DIMULA è stato successivamente rivisto da ENEA – Dipartimento Ambiente e MAIND – Modellistica Ambientale. Il modello è inserito nell'elenco dei modelli consigliati da APAT (Agenzia Italiana per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici) per la valutazione e gestione della qualità dell'aria <sup>4</sup>.

Per quanto riguarda la trattazione delle **calme di vento**, che i modelli gaussiani puri non possono gestire per ragioni fisiche e matematiche, l'algoritmo di calcolo utilizzato adotta il modello Cirillo-Poli <sup>5</sup>, basato sull'integrazione temporale dell'equazione gaussiana a *puff*, quando l'intensità del vento è inferiore a 1 m/s.

Questo modello consente di calcolare la distribuzione di concentrazione in base alla deviazione standard orizzontale del vento (stimabile in base alla classe di stabilità atmosferica secondo Pasquill-Gifford) ed alla intensità e direzione prevalenti del vento se disponibili.

Il presente studio è stato condotto adottando le seguenti impostazioni del modello:

- deposizione secca → no
- deposizione umida → no
- decadimento chimico → no

---

<sup>4</sup> Cfr. [www.smr.arpa.emr.it/ctn/scen2.htm](http://www.smr.arpa.emr.it/ctn/scen2.htm)

<sup>5</sup> Cfr. M.C. Cirillo, A.A. Poli – An Intercomparison of semiempirical diffusion models under low wind speed, stable conditions – Atmospheric Environment, Vol. 26A, No. 5 - 1992

- calcolo dell'innalzamento del pennacchio → sì, in corrispondenza della sorgente (ad eccezione delle sorgenti areali)
- calcolo dell'effetto scia del camino → no

#### **4.1.2 Dati di ingresso**

Come **dominio di calcolo** è stata scelta un'area quadrata di 10 km di lato centrata presso l'impianto in oggetto.

Secondo il sistema di riferimento WGS84 UTM32, si è scelto di centrare il dominio sul punto di coordinate X = 454 500 m, Y = 5 028 500 m.

Conseguentemente il **reticolo di recettori** individuati nel dominio ha come angolo SO il punto 449 500, 5 023 500 e come angolo NE il punto 459 500, 5 033 500; è stata assunta una griglia con 40 × 40 maglie di lato pari a 250 m, corrispondente a 1681 recettori puntiformi posizionati a 2 m di altezza sopra il terreno. In considerazione dell'utilizzo del suolo all'interno del dominio, la **rugosità** aerodinamica media è stata impostata pari a 0,25 m (territori agricoli - seminativi); analogamente le **funzioni di dispersione** ( $\sigma$ ) sono state ottenute dalle formule di Briggs per ambienti rurali (presenza di terreni con modesta urbanizzazione).

Considerata la natura pianeggiante del territorio all'interno dell'area di studio, si ritiene trascurabile l'effetto dell'**orografia** della zona sulla dispersione degli inquinanti.

I **dati meteorologici** riferiti al centro del dominio di calcolo, alla quota standard di 10 m sopra il suolo, sono stati forniti da ARPA Piemonte, che ne detiene proprietà e diritti. Si tratta di dati orari interpolati ottenuti dai modelli meteorologici "Minerve" e "Surfpro" per l'anno 2015 relativamente ai seguenti parametri:

- Temperatura [K]
- Direzione del vento [°]
- Velocità del vento [m/s]
- Velocità di frizione [m/s]
- Altezza di rimescolamento [m]
- Lunghezza di Monin-Obukhov [m]
- Classi di stabilità di Pasquill-Gifford-Turner [da 1 (A) a 6 (F)]

Si riporta in **appendice A** una breve analisi statistica riferita ai parametri principali.

Oltre ai recettori del reticolo precedentemente definito, in riferimento agli elementi descritti nel paragrafo 2.2, possono considerarsi come rappresentativi i **recettori sensibili** indicati nella seguente tabella.

**Tabella 4.1 - Georeferenziazione dei recettori sensibili**

N° ID	Descrizione	X [m] <sup>6</sup>	Y [m] <sup>7</sup>	Z [m] <sup>8</sup>	H [m] <sup>9</sup>
RR1	Prima abitazione in direzione ENE - cascina Roatella - Casalvolone (NO)	455 920	5 028 920	143	2
RR2	Prima abitazione in direzione N - cascina Ronchi - San Nazzaro Sesia (NO) [nei pressi, agriturismo Cascina Tensi]	454 380	5 030 420	150	2
RS1	Ambulatorio medico di Oldenico - via Amedeo De Rege - Oldenico (VC)	451 430	5 027 710	141	2
RI1	Scuola primaria e secondaria di 1° grado - Villata / Louis Pasteur - corso Vittorio Veneto, 64 - Villata (VC)	455 730	5 026 220	137	2
RI2	Asilo nido e scuola dell'infanzia - Bellardone Barbero - piazzale Cottolengo, 4 - Villata (VC)	455 400	5 025 950	134	2
RI3	Scuola primaria - Casalvolone - via Roma, 77 - Casalvolone (NO)	458 080	5 027 460	139	2

Per quanto riguarda le **sorgenti di emissione** (cfr. § 3.1), si riportano di seguito le coordinate geografiche dei punti/aree da cui può avvenire una significativa emissione degli inquinanti di interesse per il presente studio.

---

<sup>6</sup> Ascissa nel SR WGS84 UTM32.

<sup>7</sup> Ordinata nel SR WGS84 UTM32.

<sup>8</sup> Altitudine del suolo sul livello medio del mare.

<sup>9</sup> Altezza rispetto al livello del suolo.

**Tabella 4.2 - Georeferenziazione dei punti di emissione**

N° ID	Descrizione	X [m] <sup>10</sup>	Y [m] <sup>11</sup>	Z [m] <sup>12</sup>	H [m] <sup>13</sup>
E1	Biofiltro FORSU	454 320	5 028 490	141	3
E2	Upgrading metano	454 480	5 028 550	143	4
ED1	Cumuli ACM, ACV e altro materiale vegetale	454 540	5 028 520	143	3

Nella presente valutazione si è scelto cautelativamente di considerare attivi i punti di emissione per tutti i giorni dell'anno e che gli impianti siano in funzione, a regime, per 24 ore al giorno.

Per le emissioni convogliate, i flussi emissivi sono stati calcolati secondo i dati nominali di portata e concentrazione (cfr. Tabella 3.1 a pag. 7).  
Si sono così ottenuti i dati sintetizzati in Tabella 4.3.

**Tabella 4.3 - Flussi emissivi dei singoli inquinanti per ciascuna sorgente convogliata**

Punto di emissione	Portata massima [(N)m³/h]	Inquinante	Concentrazione in emissione [mg/(N)m³]	Flusso di massa emesso da camino [mg/s]
E1	200000	NH <sub>3</sub>	5	278
		H <sub>2</sub> S	2	111
		COV	20	1111
		odore	300 ou <sub>E</sub> /m³	16667 ou <sub>E</sub> /s
E2	500	NH <sub>3</sub>	15	2,1
		HF	5	0,7
		HCl	5	0,7
		H <sub>2</sub> S	5	0,7
		COV	20	2,8
		odore	300 ou <sub>E</sub> /m³	42 ou <sub>E</sub> /s

---

<sup>10</sup> Ascissa nel SR WGS84 UTM32.

<sup>11</sup> Ordinata nel SR WGS84 UTM32.

<sup>12</sup> Altitudine del suolo sul livello medio del mare.

<sup>13</sup> Altezza rispetto al livello del suolo.

Per stimare il flusso di sostanze organiche e odore rilasciati in atmosfera dai materiali stoccati all'esterno, la ditta VESA s.n.c. ha svolto una specifica campagna di rilievi (cfr. "Koster s.r.l. - Analisi emissioni in atmosfera - Relazione tecnica - Agosto 2017", rif. commessa n. 2627 verbale n. 6961).

Per le emissioni diffuse areali, la portata di odore è stata calcolata effettuando campionamenti con sistema *wind tunnel* seguiti da analisi mediante olfattometria dinamica e applicando poi le seguenti equazioni per ricavare il flusso di massa effettivo:

$$OER_S = OER_R \cdot \left( \frac{v_S}{v_R} \right)^{0,5} \quad [1]$$

$$OER_R = SOER_R \cdot A \quad [2]$$

$$v_S = v_H \cdot \left( \frac{z_S}{z_H} \right)^{1/7} \quad [3]$$

dove:

$OER_S$  è la portata di odore effettiva

$OER_R$  è la portata di odore determinata tramite campionamento e analisi

$v_S$  è la velocità dell'aria vicino alla superficie emissiva

$v_R$  è la velocità del gas nella camera di ventilazione durante il campionamento (nella fattispecie: 0,025 m/s)

$SOER_R$  è il flusso specifico di odore ottenuto da campionamento e analisi

$A$  è l'area della superficie emissiva

$v_H$  è la velocità del vento alla quota dell'anemometro

$z_S$  è pari a metà dell'altezza della camera di ventilazione (nella fattispecie: 0,08 m / 2 = 0,04 m)

$z_H$  è la quota dell'anemometro (nella fattispecie: 10 m)

Analoghe considerazioni valgono per l'emissione di Composti Organici Volatili dai cumuli.

In considerazione dei dati meteorologici di riferimento (cfr. Appendice A), ai fini del calcolo della portata di odore si può considerare una velocità del vento pari a 2,7 m/s, che corrisponde al 95° percentile della distribuzione dei dati di intensità del vento. Conseguentemente il valore di  $v_S$  risulta pari a 1,2 m/s.

Per il calcolo della superficie emissiva esposta all'atmosfera è necessario stimare il rapporto fra la superficie esterna dei cumuli e la loro superficie in pianta.

Considerando un cumulo a forma di cono, dalle equazioni geometriche è possibile calcolare che il rapporto fra la superficie laterale e la superficie di base ( $A_L/A_B$ ) è pari al rapporto fra l'apotema e il raggio del cono, che a sua volta corrisponde all'inverso del coseno dell'angolo che l'apotema forma con il raggio ( $\alpha$ , ossia la pendenza del cumulo).

Se si considera un cumulo molto lungo a forma di dosso (prisma retto con sezione triangolare isoscele di lunghezza infinita), dalle equazioni geometriche è possibile calcolare che il rapporto fra la superficie laterale e la superficie di base ( $A_L/A_B$ ) è pari al rapporto fra il lato obliquo e la metà del lato di base del triangolo, che anche in questo caso corrisponde all'inverso del coseno dell'angolo che la superficie del cumulo forma con il terreno ( $\alpha$ ).

Considerato che la pendenza dei cumuli di materiale sfuso è pari a circa  $30^\circ$ <sup>14</sup>, il rapporto fra la superficie esterna e la superficie in pianta può quindi essere calcolato come:

$$R = \frac{A_L}{A_B} = \frac{1}{\cos(\alpha)} = \frac{1}{\cos(30^\circ)} = \frac{2}{\sqrt{3}} \cong 1,15 \quad [4]$$

Risulta quindi che la superficie emissiva è all'incirca superiore del 15% rispetto all'area di terreno occupata.

I dati sperimentali ottenuti dalla campagna di monitoraggio per le diverse tipologie di materiale sono sintetizzati in Tabella 4.4 e illustrati in Figura 4.1 e Figura 4.2.

**Tabella 4.4 - Risultati del monitoraggio delle emissioni da cumuli**

<b>Materiale</b>	<b>Concentraz. C.O.V. [mg/Nm³]</b>	<b>Flusso specifico C.O.V. [mg/(s·m²)]</b>	<b>Concentraz. odore [ou<sub>E</sub>/Sm³]</b>	<b>Flusso specifico odore [ou<sub>E</sub>/(s·m²)]</b>
compost A = appena uscito dal biotunnel	70	0,26	17500	68,83
compost B1 = uscito dal biotunnel da 7 giorni	65	0,24	12500	49,16
compost B2 = uscito dal biotunnel da 7 giorni, dopo rivoltamento meccanico	68	0,25	33500	131,75
compost C = uscito dal biotunnel da 14 giorni	9	0,03	3050	12,00
compost D = uscito dal biotunnel da 42 giorni	5	0,02	300	1,18
rifiuti verdi A = appena triturati	65	0,24	13000	51,13

---

<sup>14</sup> Per ragioni fisiche e geometriche, l'angolo di  $30^\circ$  è la pendenza limite per cumuli di oggetti sferici di pari diametro; per oggetti di forme e dimensioni diverse, la pendenza può essere di poco superiore.

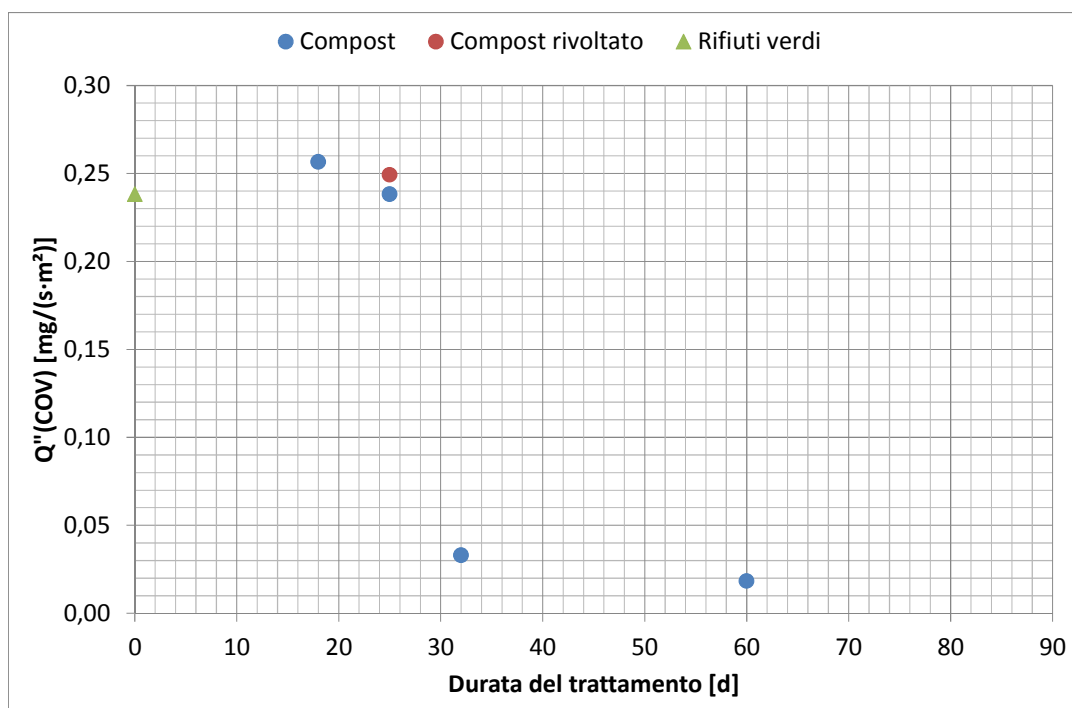


Figura 4.1 - Flusso specifico di COV in funzione dei giorni di trattamento

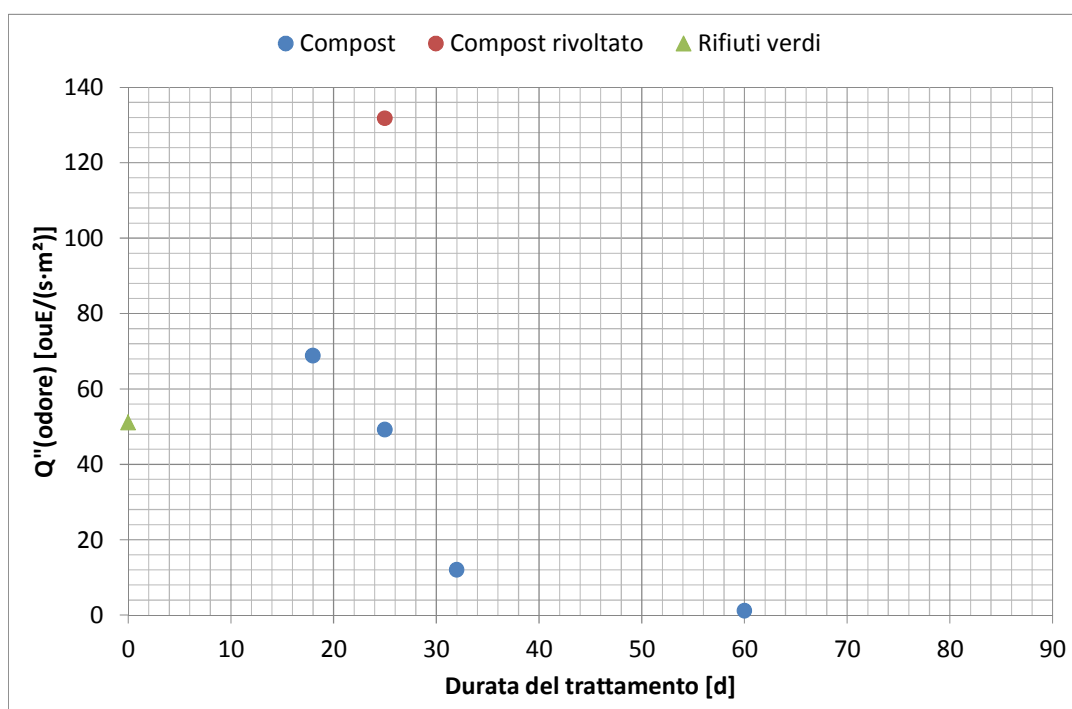


Figura 4.2 - Flusso specifico di odore in funzione dei giorni di trattamento

Una stima media delle emissioni prodotte dagli ammendanti in maturazione all'esterno può essere svolta come segue:

- per l'ACM (ammendante compostato misto), non vanno considerati i primi 18 giorni di trattamento all'interno del capannone (emissioni convogliate al biofiltro), dopodiché si considerano 7 d di emissioni pari al compost A, 7 d di emissioni pari al compost B1, 28 d di emissioni pari al compost C, 30 d di emissioni pari al compost D;
- per l'ACV (ammendante compostato verde), in analogia alla curva di emissione rilevata per il compost misto, si può assumere in prima approssimazione che dopo due settimane di esposizione all'aperto le emissioni risultino trascurabili in termini relativi, per cui si considerano 15 d di emissioni pari ai rifiuti verdi A e 75 d di emissioni nulle.

Il rivoltamento meccanico del materiale in maturazione comporta un incremento poco significativo per l'emissione di COV, ma più significativo per l'emissione di odore. In considerazione della bassa frequenza di rivoltamento dei cumuli e delle modalità di calcolo della media sopra descritte, si ritiene di poter trascurare tale effetto ai fini del presente studio.

In base alle precedenti assunzioni si calcolano i seguenti flussi emissivi rappresentativi per la successiva analisi.

**Tabella 4.5 - Emissioni dalle diverse tipologie di materiale alle condizioni di campionamento sperimentale**

<b>Materiale</b>	<b>Flusso specifico C.O.V. [mg/(s·m<sup>2</sup>)]</b>	<b>Flusso specifico odore [ou<sub>E</sub>/(s·m<sup>2</sup>)]</b>
ACM fresco (come compost A)	0,26	68,83
ACM in maturazione (media pesata)	0,07	16,63
ACM maturo (come compost D)	0,02	1,18
ACV fresco (come rifiuti verdi A)	0,24	51,13
ACV in maturazione (media pesata)	0,04	8,52
ACV maturo (trascurabile)	0,00	0,00

I precedenti materiali sono depositati in cumuli nelle aree impermeabilizzate esterne dello stabilimento. Rispetto all'area lorda delle superfici dedicate alle diverse tipologie di compost, va però considerato che l'area effettivamente occupata dai cumuli è mediamente inferiore alla metà dell'area lorda; questo perché:

- all'interno delle zone di stoccaggio è necessario lasciare i percorsi liberi per il transito e la manovra dei mezzi di movimentazione;
- nelle zone di lavorazione va tenuta in conto la presenza delle macchine (es. tritatore);
- nelle zone di lavorazione il materiale è generalmente presente solo in orario diurno.



Ciò considerato, si assume che l'area occupata dai cumuli sia pari alla metà dell'area in pianta dedicata. L'area emissiva sarà poi calcolata moltiplicando l'area occupata per il fattore geometrico ricavato nell'equazione [4] (pag. 14).

Nella seguente Tabella 4.6 si riportano, per ciascuna delle zone esterne definite nella documentazione di progetto, i dati necessari al calcolo dei flussi emissivi di Composti Organici Volatili e di odore. Moltiplicando i flussi specifici per le rispettive aree emissive si ottengono i singoli contributi alla emissione, che sono quindi sommati per ottenere i flussi complessivamente rilasciati dalla sorgente ED1.

**Tabella 4.6 - Calcolo delle emissioni dalle diverse aree di stoccaggio in cumuli alle condizioni di campionamento sperimentale**

<b>Codice zona</b>	<b>Descrizione zona</b>	<b>Area dedicata [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Area occupata [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Area emissiva [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Materiale assimilabile</b>	<b>Flusso specifico C.O.V. [mg/(s·m<sup>2</sup>)]</b>	<b>Flusso specifico odore [ou<sub>E</sub>/(s·m<sup>2</sup>)]</b>	<b>Flusso C.O.V. [mg/s]</b>	<b>Flusso odore [ou<sub>E</sub>/s]</b>
2a	ricezione verde tal quale e triturazione	465	233	268	ACV fresco	0,24	51,13	64	13703
2d	sovvallo verde	182	91	105	ACV in maturazione	0,04	8,52	4	895
2f1	ACV in maturazione	900	450	518	ACV in maturazione	0,04	8,52	21	4413
2f2	triturazione ACV e biomassa vegetale combustibile	681	341	392	ACV in maturazione	0,04	8,52	16	3340
2g	ACV in qualifica	431	216	248	ACV maturo	0,00	0,00	0	0
2h	ACV in vendita	431	216	248	ACV maturo	0,00	0,00	0	0
2l	ACM in maturazione	3011	1506	1732	ACM in maturazione	0,07	16,63	121	28803
2m	ACM in qualifica	430	215	247	ACM maturo	0,02	1,18	5	291
2n	ACM in vendita	430	215	247	ACM maturo	0,02	1,18	5	291
-	<i>Totale</i>	<i>6961</i>	<i>3483</i>	<i>4005</i>	-	-	-	<i>236</i>	<i>51737</i>

Applicando l'equazione [1] (pag. 13) per calcolare il flusso emissivo in condizioni reali di ventilazione a partire dal flusso emissivo valutato con il sistema *wind tunnel*, si ottengono infine i dati di ingresso del modello che sono riportati in Tabella 4.7.

**Tabella 4.7 - Flussi emissivi dei singoli inquinanti per ciascuna sorgente non convogliata areale**

Sorgente emissiva	Area emissiva [m <sup>2</sup> ]	Dispers. verticale iniziale [m]	Inquinante	Flusso in condiz. campionamento [mg/s]	Flusso effettivo [mg/s]
ED1	6961	2,8	COV	236	1635
			odore	51737 ou <sub>E</sub> /s	358444 ou <sub>E</sub> /s

Confrontando i dati riportati nelle precedenti Tabella 4.3 e Tabella 4.7, è possibile analizzare in via preliminare il contributo delle singole sorgenti emissive all'impatto atmosferico, in particolare per quanto riguarda l'impatto odorigeno. In Tabella 4.8 si può quindi osservare che, secondo i valori assunti nel presente studio, la quasi totalità della portata di odore complessivamente emessa proviene dai cumuli di materiale stoccati all'aperto, come già avviene nell'attuale configurazione di impianto.

**Tabella 4.8 - Confronto dei flussi emissivi di odore**

Sorgente emissiva	Descrizione	Flusso [ou <sub>E</sub> /s]	Flusso relativo [%]
E1	Biofiltro FORSU	16667	4,44
E2	Upgrading metano	42	0,01
ED1	Cumuli ACM, ACV e altro materiale vegetale	358444	95,55
<i>totale</i>	-	357153	100,00

#### 4.1.3 Risultati

Il modello permette di calcolare per ciascun recettore e ciascuna ora di simulazione la concentrazione media oraria di odore espressa in termini di concentrazione delle specie chimiche (µg/m<sup>3</sup>) o, nel caso dell'odore, di unità olfattometriche al metro cubo (ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>). I dati sono riferiti alla quota di 2 m dal suolo.

Per poter valutare i risultati relativi all'odore, è necessario stimare le corrispondenti concentrazioni orarie di picco, moltiplicando tali valori per il fattore 2,3 (*peak to mean ratio*).

In **appendice C** sono riportate le mappe di concentrazione ottenute dalla simulazione *short-term* per ciascuno degli inquinanti considerati in termini di concentrazione media annua per le specie chimiche e in termini di concentrazione pari al 98° percentile dei valori orari di picco per l'odore.

Per ciascun parametro si riportano di seguito in forma tabulare i risultati relativi ai recettori sensibili considerati nonché i valori massimi rilevati fra i punti del reticolo che definisce il dominio di calcolo.

Si riportano i valori di riferimento previsti dalla vigente autorizzazione (Det. 2013/2822 della Prov. di Novara) per le campagne di monitoraggio presso i recettori (centri abitati più prossimi al sito).

Non essendo definito dal DLgs 155/2010 e s.m.i. alcun valore di soglia per gli inquinanti oggetto di studio, si riportano a titolo informativo per le specie chimiche le concentrazioni TLV-TWA, TLV-STEL o TLV-C (limiti occupazionali stabiliti da ACGIH rispettivamente per periodi lavorativi di 8 ore, 15 minuti e istantaneo). Per l'impatto odorigeno si riportano invece i valori di riferimento stabiliti dalla normativa regionale.

**Tabella 4.9 - Ammoniaca - Sintesi dei risultati della simulazione**

Recettore	Concentrazione [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		
	<i>media annuale</i>	<i>massimo delle medie giornaliere</i>	<i>massimo delle medie orarie</i>
RR1 - Prima abitazione in direzione ENE	0,3		
RR2 - Prima abitazione in direzione N	0,3		
RS1 - Ambulatorio medico di Oldenico	0,1		
RI1 - Scuola primaria e secondaria di 1° grado - Villata / Louis Pasteur	0,9		
RI2 - Asilo nido e scuola dell'infanzia - Bellardone Barbero	0,8		
RI3 - Scuola primaria - Casalvolone	0,2		
<u>Punto di massimo della griglia di calcolo e relative coordinate</u>	30,6 454250 (X) 5028500 (Y)		
<i>Valore di riferimento da autorizzazione</i>	170		
<i>Valore limite</i>	-	-	-
<i>Livello critico vegetazione</i>	-	-	-
<i>Valore obiettivo</i>	-	-	-
<i>TLV-TWA</i>	17000		
<i>TLV-STEL</i>	24000		

**Tabella 4.10 - Acido fluoridrico - Sintesi dei risultati della simulazione**

<b>Recettore</b>	<b>Concentrazione [<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>]</b>		
	<i>media annuale</i>	<i>massimo delle medie giornaliere</i>	<i>massimo delle medie orarie</i>
RR1 - Prima abitazione in direzione ENE	0,0		
RR2 - Prima abitazione in direzione N	0,0		
RS1 - Ambulatorio medico di Oldenico	0,0		
RI1 - Scuola primaria e secondaria di 1° grado - Villata / Louis Pasteur	0,0		
RI2 - Asilo nido e scuola dell'infanzia - Bellardone Barbero	0,0		
RI3 - Scuola primaria - Casalvolone	0,0		
<u>Punto di massimo della griglia di calcolo e relative coordinate</u>	0,2 454500 (X) 5028500 (Y)		
<i>Valore di riferimento da autorizzazione</i>	-		
<i>Valore limite</i>	-	-	-
<i>Livello critico vegetazione</i>	-	-	-
<i>Valore obiettivo</i>	-	-	-
<i>TLV-TWA</i>	400		
<i>TLV-C</i>	1600		

**Tabella 4.11 - Acido cloridrico - Sintesi dei risultati della simulazione**

<b>Recettore</b>	<b>Concentrazione [<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>]</b>		
	<i>media annuale</i>	<i>massimo delle medie giornaliere</i>	<i>massimo delle medie orarie</i>
RR1 - Prima abitazione in direzione ENE	0,0		
RR2 - Prima abitazione in direzione N	0,0		
RS1 - Ambulatorio medico di Oldenico	0,0		
RI1 - Scuola primaria e secondaria di 1° grado - Villata / Louis Pasteur	0,0		
RI2 - Asilo nido e scuola dell'infanzia - Bellardone Barbero	0,0		
RI3 - Scuola primaria - Casalvolone	0,0		
<u>Punto di massimo della griglia di calcolo e relative coordinate</u>	0,2 454500 (X) 5028500 (Y)		
<i>Valore di riferimento da autorizzazione</i>	-		
<i>Valore limite</i>	-	-	-
<i>Livello critico vegetazione</i>	-	-	-
<i>Valore obiettivo</i>	-	-	-
<i>TLV-C</i>	2900		

**Tabella 4.12 - Acido solfidrico - Sintesi dei risultati della simulazione**

<b>Recettore</b>	<b>Concentrazione [<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>]</b>		
	<i>media annuale</i>	<i>massimo delle medie giornaliere</i>	<i>massimo delle medie orarie</i>
RR1 - Prima abitazione in direzione ENE	0,1		
RR2 - Prima abitazione in direzione N	0,1		
RS1 - Ambulatorio medico di Oldenico	0,0		
RI1 - Scuola primaria e secondaria di 1° grado - Villata / Louis Pasteur	0,3		
RI2 - Asilo nido e scuola dell'infanzia - Bellardone Barbero	0,3		
RI3 - Scuola primaria - Casalvolone	0,1		
<u>Punto di massimo della griglia di calcolo e relative coordinate</u>	12,2 454250 (X) 5028500 (Y)		
<i>Valore di riferimento da autorizzazione</i>	210		
<i>Valore limite</i>	-	-	-
<i>Livello critico vegetazione</i>	-	-	-
<i>Valore obiettivo</i>	-	-	-
<i>TLV-TWA</i>	1400		
<i>TLV-STEL</i>	7000		



**Tabella 4.13 - Composti Organici Volatili - Sintesi dei risultati della simulazione**

<b>Recettore</b>	<b>Concentrazione [<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>]</b>		
	<i>media annuale</i>	<i>massimo delle medie giornaliere</i>	<i>massimo delle medie orarie</i>
RR1 - Prima abitazione in direzione ENE	3,6		
RR2 - Prima abitazione in direzione N	2,4		
RS1 - Ambulatorio medico di Oldenico	1,0		
RI1 - Scuola primaria e secondaria di 1° grado - Villata / Louis Pasteur	8,8		
RI2 - Asilo nido e scuola dell'infanzia - Bellardone Barbero	7,5		
RI3 - Scuola primaria - Casalvolone	1,9		
<u>Punto di massimo della griglia di calcolo e relative coordinate</u>	2191 454500 (X) 5028500 (Y)		
<i>Valore di riferimento da autorizzazione</i>	-		
<i>Valore limite</i>	-	-	-
<i>Livello critico vegetazione</i>	-	-	-
<i>Valore obiettivo</i>	-	-	-

**Tabella 4.14 - Odore - Sintesi dei risultati della simulazione**

Recettore	Concentrazione [ $\text{ou}_E/\text{m}^3$ ]		
	<i>media annuale</i> <sup>15</sup>	<i>98° percentile</i> <sup>16</sup>	<i>massimo</i> <sup>17</sup>
RR1 - Prima abitazione in direzione ENE	1,2	5,5	240,7
RR2 - Prima abitazione in direzione N	0,7	8,6	157,5
RS1 - Ambulatorio medico di Oldenico	0,3	2,1	81,4
RI1 - Scuola primaria e secondaria di 1° grado - Villata / Louis Pasteur	2,8	51,0	103,2
RI2 - Asilo nido e scuola dell'infanzia - Bellardone Barbero	2,2	33,1	96,2
RI3 - Scuola primaria - Casalvolone	0,6	7,2	67,0
<u>Punto di massimo della griglia di calcolo e relative coordinate</u>	1079	3180	3494
	454500 (X)	454500 (X)	454500 (X)
	5028500 (Y)	5028500 (Y)	5028500 (Y)
<i>Valore di riferimento da autorizzazione</i>	80		
<i>Percezione da parte del 50% della popolazione</i>	-	1	-
<i>Percezione da parte dell'85% della popolazione</i>	-	3	-
<i>Percezione da parte del 90÷95% della popolazione</i>	-	5	-

<sup>15</sup> Si considerano le concentrazioni orarie di picco, ottenute moltiplicando le concentrazioni orarie per il fattore 2,3 (*peak-to-mean ratio*).

<sup>16</sup> In accordo alla DGR Piemonte 9/1/2017, n. 13-4554, si riporta il 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco, ottenute moltiplicando le concentrazioni orarie per il fattore 2,3 (*peak-to-mean ratio*).

<sup>17</sup> In accordo alla DGR Piemonte 9/1/2017, n. 13-4554, si riporta il massimo globale delle concentrazioni orarie di picco, ottenute moltiplicando le concentrazioni orarie per il fattore 2,3 (*peak-to-mean ratio*).

#### **4.2 Valutazione dell'impatto**

Osservando i precedenti risultati si evince quanto segue.

Per l'**ammoniaca** non sono definite soglie nel DLgs 155 del 13/8/2010 e s.m.i., ma l'autorizzazione provinciale prevede un valore di riferimento ai recettori di  $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il valore massimo calcolato è di  $30,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . A titolo indicativo si può considerare che tale dato è inferiore di più di 500 volte rispetto alla soglia TLV-TWA (esposizione di 8 ore al giorno per i lavoratori). L'ammoniaca è in ogni caso un prodotto naturale della decomposizione della materia organica.

Per l'**acido fluoridrico** non sono definite soglie nel DLgs 155 del 13/8/2010 e s.m.i. Il valore massimo calcolato è di  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . A titolo indicativo si può considerare che tale dato è inferiore di 2000 volte rispetto alla soglia TLV-TWA (esposizione di 8 ore al giorno per i lavoratori).

Per l'**acido cloridrico** non sono definite soglie nel DLgs 155 del 13/8/2010 e s.m.i. Il valore massimo calcolato è di  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . A titolo indicativo si può considerare che tale dato è inferiore di più di 10 000 volte rispetto alla soglia TLV-TWA (esposizione di 8 ore al giorno per i lavoratori).

Per l'**acido solfidrico** non sono definite soglie nel DLgs 155 del 13/8/2010 e s.m.i., ma l'autorizzazione provinciale prevede un valore di riferimento ai recettori di  $210 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il valore massimo calcolato è di  $12,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . A titolo indicativo si può considerare che tale dato è inferiore di più di 100 volte rispetto alla soglia TLV-TWA (esposizione di 8 ore al giorno per i lavoratori). L'acido solfidrico è in ogni caso un prodotto naturale della decomposizione della materia organica.

Per la classe dei **composti organici volatili** non sono definite soglie nel DLgs 155 del 13/8/2010 e s.m.i. Il valore massimo calcolato è di  $2191 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . I COV in oggetto sono comunque prodotti naturali della decomposizione della materia organica.

Per l'**odore**, rispetto ai valori di riferimento stabiliti dalla DGR Piemonte n. 13-4554 del 9/1/2017, sono stati calcolati valori rilevanti presso tutti i recettori sensibili considerati. I risultati ottenuti, sia in termini di valore medio che di 98° percentile, sono però compatibili con il valore di riferimento ai recettori di  $80 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  che è previsto dall'autorizzazione provinciale.

## 5 CONCLUSIONI

Applicando un modello di dispersione atmosferica di tipo gaussiano è stato valutato l'impatto sull'atmosfera delle emissioni prodotte dall'**impianto di compostaggio di San Nazzaro Sesia della ditta Koster s.r.l.**

Per gli **inquinanti** rappresentativi dell'attività svolta, il DLgs 155/2010 e s.m.i. non stabilisce soglie per la qualità dell'aria ambiente, ma in ragione dei bassi valori di concentrazione ottenuti non sono prevedibili effetti negativi per la salute.

Per l'**impatto odorigeno**, dovuto principalmente ai cumuli di ammendante stoccato nelle aree esterne, il modello di calcolo fornisce invece risultati significativi, ma che sono compatibili con il valore di riferimento previsto dall'attuale autorizzazione.

Va inoltre considerato che l'attività di trattamento e deposito di ammendante nelle aree esterne non è oggetto di ampliamento, viceversa il trattamento anaerobico previsto nella futura configurazione impiantistica comporterà verosimilmente una riduzione delle emissioni odorigene del compost depositato all'esterno (minore flusso specifico di odore).

Si evidenzia infine che le campagne di monitoraggio della qualità dell'aria condotte negli scorsi anni presso i vicini centri abitati, in accordo all'autorizzazione ambientale, hanno rilevato valori medi fra 20 e 30 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>, che può essere considerato come valore di fondo ambientale, anche in ragione del contesto rurale in cui si colloca lo stabilimento. Sulla base delle precedenti considerazioni è prevedibile che l'attuazione delle modifiche in progetto non comporti una variazione significativa di tale livello di concentrazione.

**VESA s.n.c.**  
**il Responsabile del Laboratorio**  
**Dott. Maurizio BONETTI**



## **APPENDICE A - ANALISI METEOROLOGICA**

I dati meteorologici utilizzati nelle simulazioni sono dati orari interpolati, riferiti all'anno 2015, forniti da ARPA Piemonte, che ne detiene proprietà e diritti. Tali dati sono ottenuti dall'applicazione dei modelli meteorologici "Minerve" e "Surfpro".

Si riporta di seguito una breve analisi statistica dei dati di temperatura e di velocità del vento (intensità e direzione).

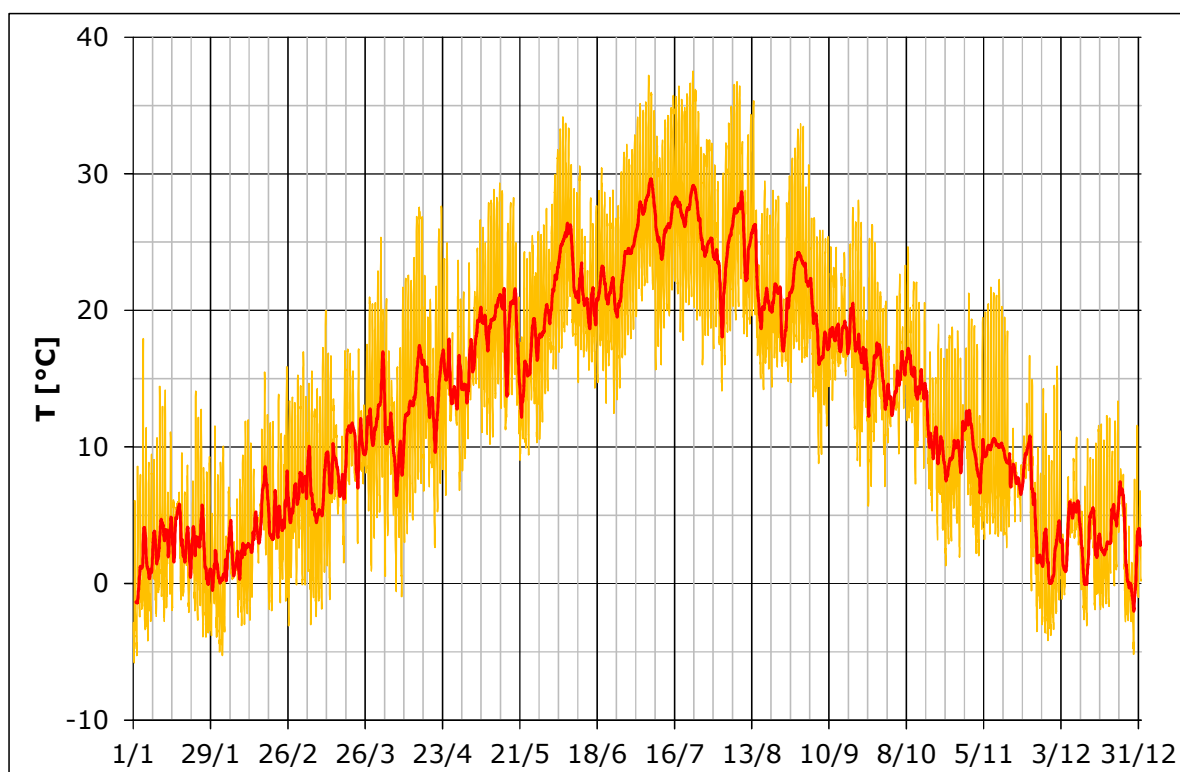
Per la **temperatura** si riportano in Figura A.1 i dati orari riferiti all'intero anno e la corrispondente media mobile su 24 h. Come prevedibile, oltre alle oscillazioni diurne, si può osservare l'andamento stagionale che presenta i valori minimi in inverno nei mesi di dicembre e gennaio ed i massimi nei mesi di luglio e agosto.

Il valore minimo assoluto risulta  $-5,80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , il massimo assoluto  $+37,53\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La temperatura media su base annua è di  $+13,25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Analizzando statisticamente i dati per classi di  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  si può ottenere l'istogramma di Figura A.2, da cui appare una distribuzione bimodale con mode di  $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

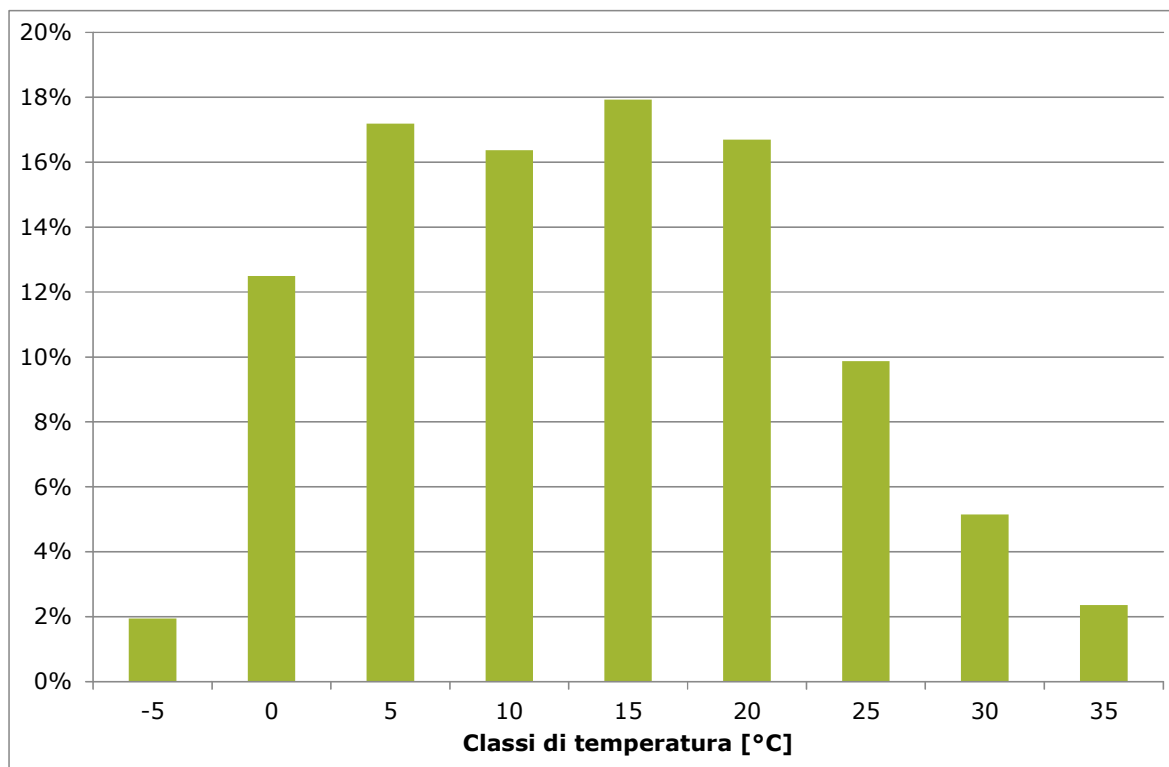
Per quanto riguarda la **velocità del vento**, la Figura A.3 mostra i dati orari di intensità riferiti all'intero anno e la corrispondente media mobile su 24 h. Per il modulo della velocità del vento, il valore medio annuo è di  $1,17\text{ m/s}$ , mentre il massimo è pari a  $7,33\text{ m/s}$ . Analizzando statisticamente i dati per classi di  $1\text{ m/s}$  si può ottenere l'istogramma di Figura A.4, da cui appare una distribuzione unimodale con moda di  $1\text{ m/s}$ .

La Figura A.5 illustra invece i dati orari di direzione di provenienza del vento nel corso dell'anno. Si osserva che la frequenza maggiore (punti più addensati) in primavera ed estate attorno al quadrante N ( $0^{\circ}=360^{\circ}$ ), mentre risultano poco frequenti i venti provenienti dal quadrante O ( $270^{\circ}$ ).

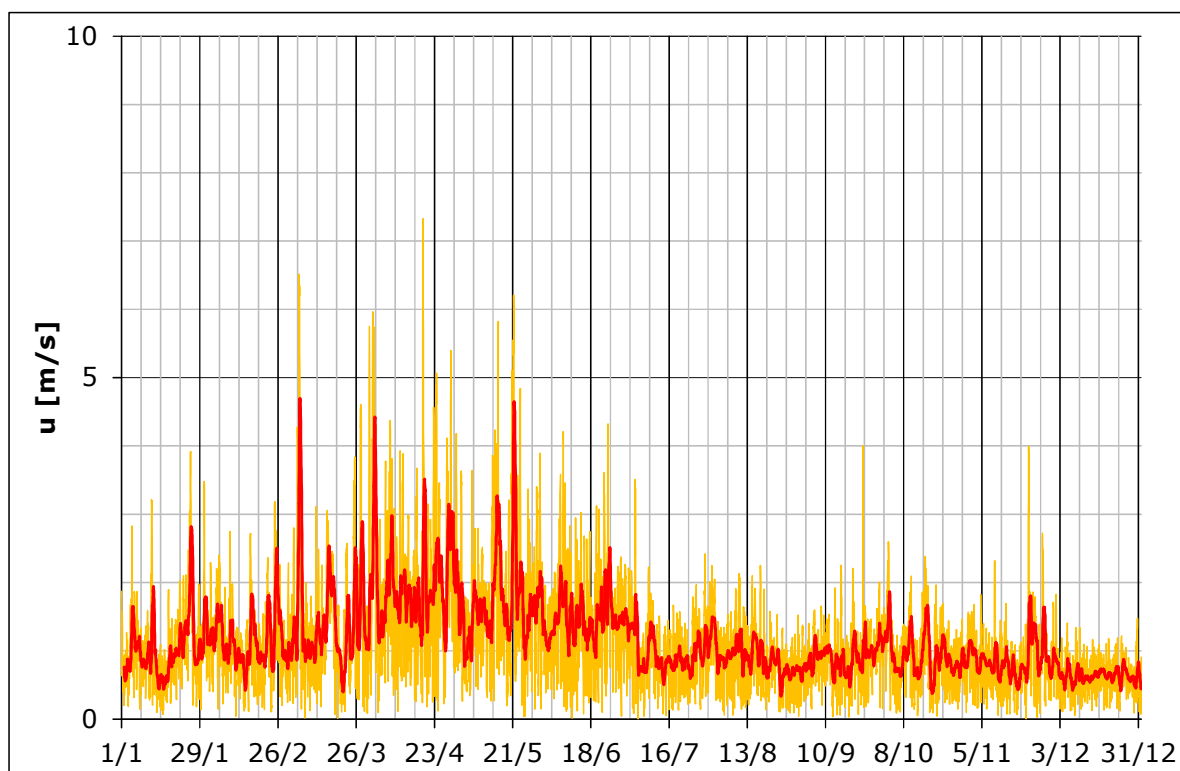
Da un'analisi combinata dei dati di modulo e direzione del vento si sono ottenute le frequenze rappresentate sulla rosa dei venti in Figura A.6. Il diagramma mostra che le direzioni più frequenti sono nell'ordine: NNO, NO e N. Un'analisi più approfondita può mostrare l'andamento ciclico diurno del vento: considerando solo i dati riferiti alle ore 0, 6, 12 e 18 si sono ottenute le rose dei venti riportate rispettivamente in Figura A.7, Figura A.8, Figura A.9, Figura A.10. Questi grafici mostrano che di notte e al mattino si ha prevalenza di bave di vento provenienti da SSE, mentre a mezzogiorno e alla sera prevalgono bave di vento dalla direzione opposta (SSE/S).



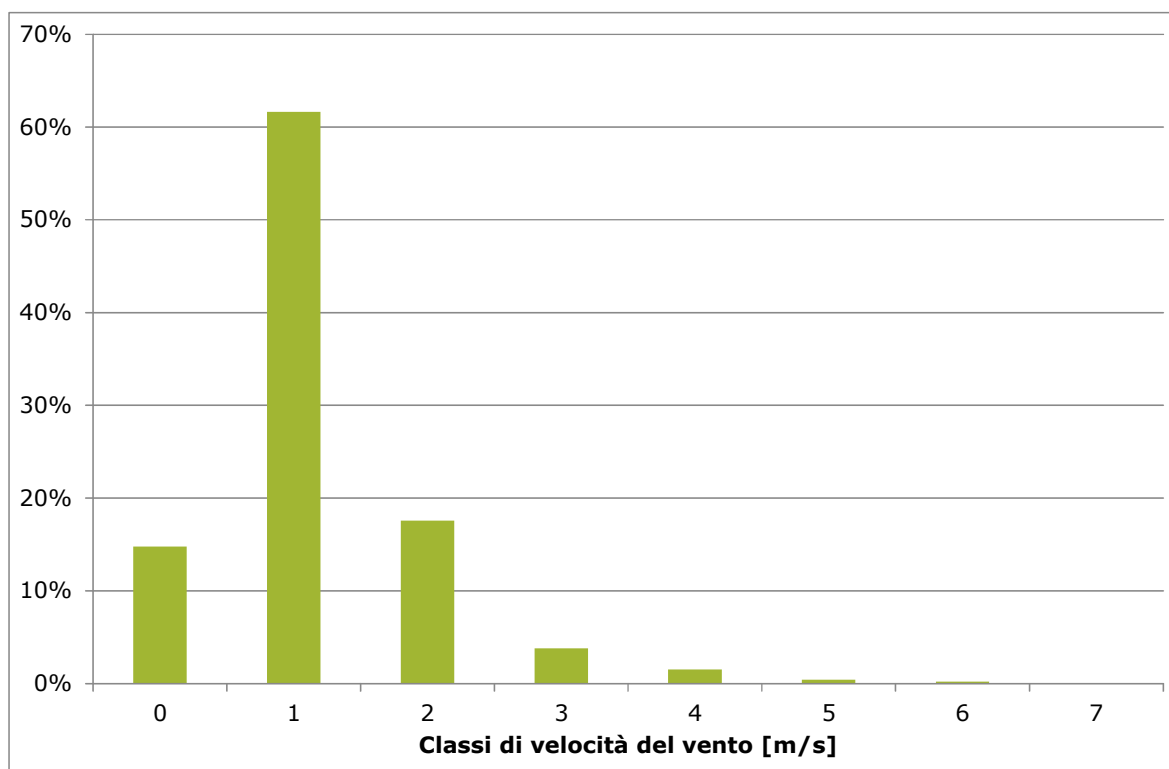
**Figura A.1 - Temperatura (arancio = dati orari; rosso = media mobile 24 h)**



**Figura A.2 - Analisi statistica della temperatura per classi di frequenza**



**Figura A.3 - Intensità del vento (arancio = dati orari; rosso = media mobile 24 h)**



**Figura A.4 - Analisi statistica dell'intensità del vento per classi di frequenza**

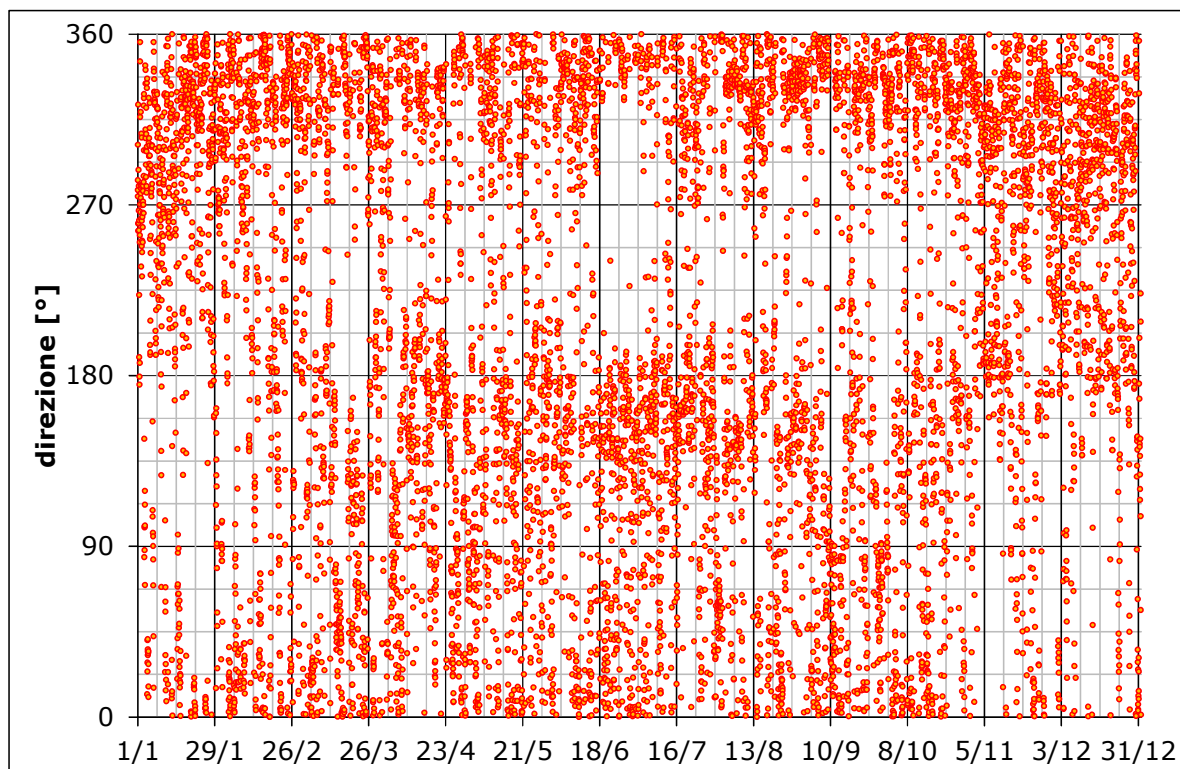


Figura A.5 - Direzione del vento (dati orari, 0 = da N, 90 = da E, ...)

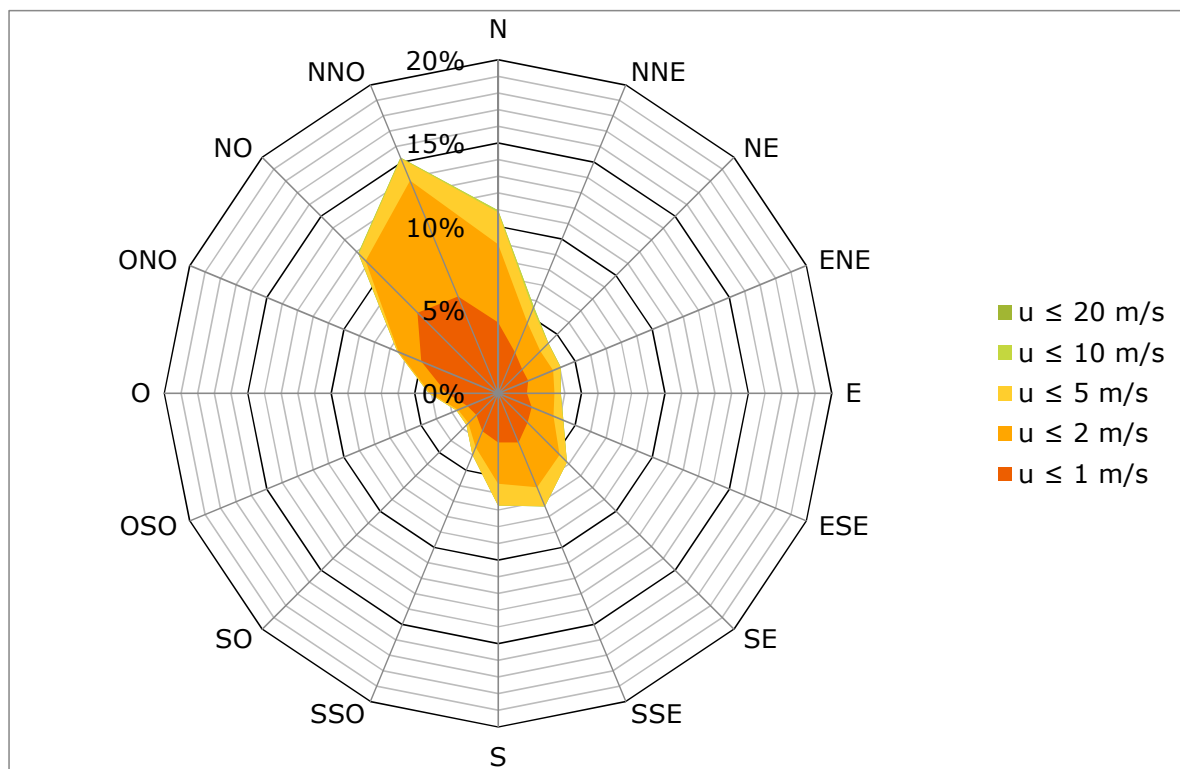
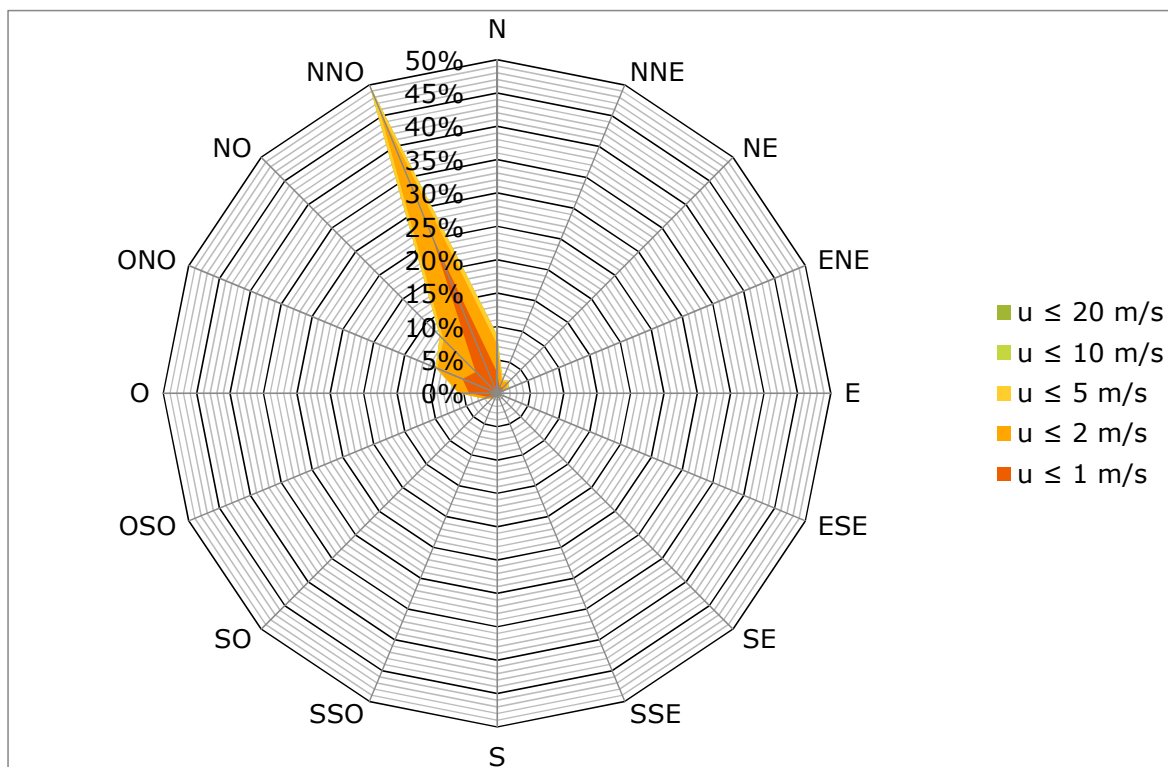
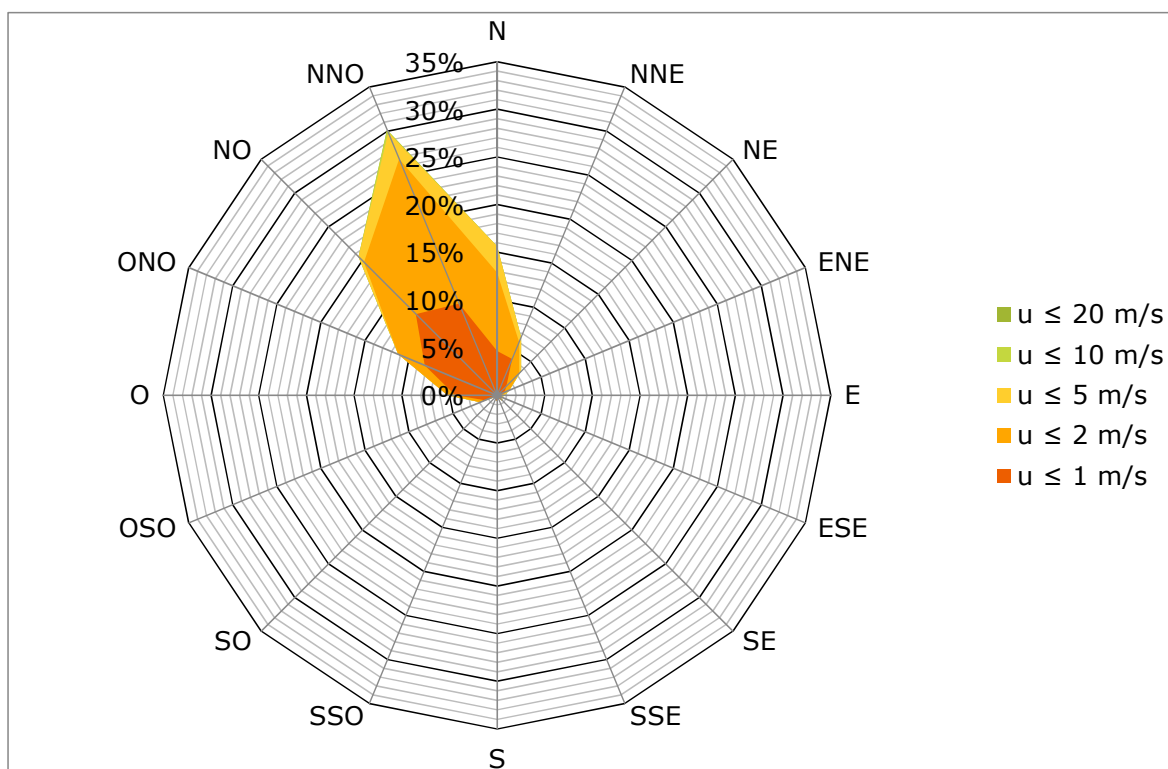


Figura A.6 - Analisi statistica della velocità del vento - Rosa dei venti

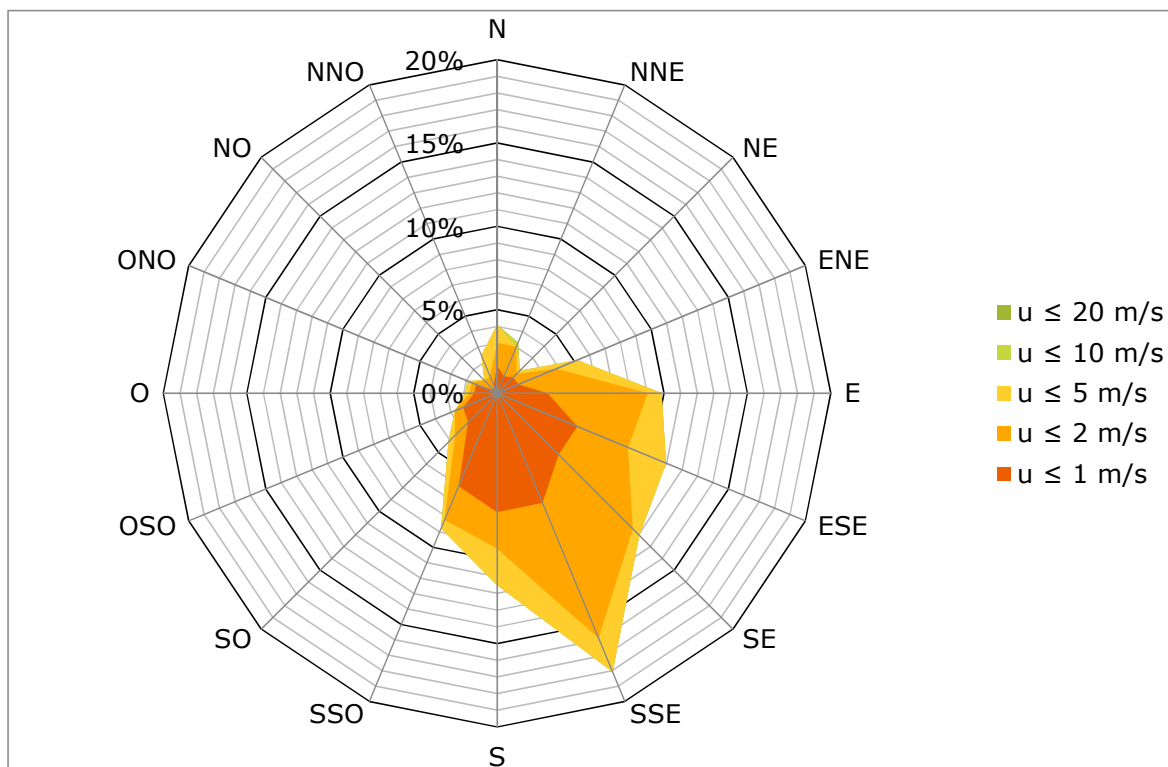




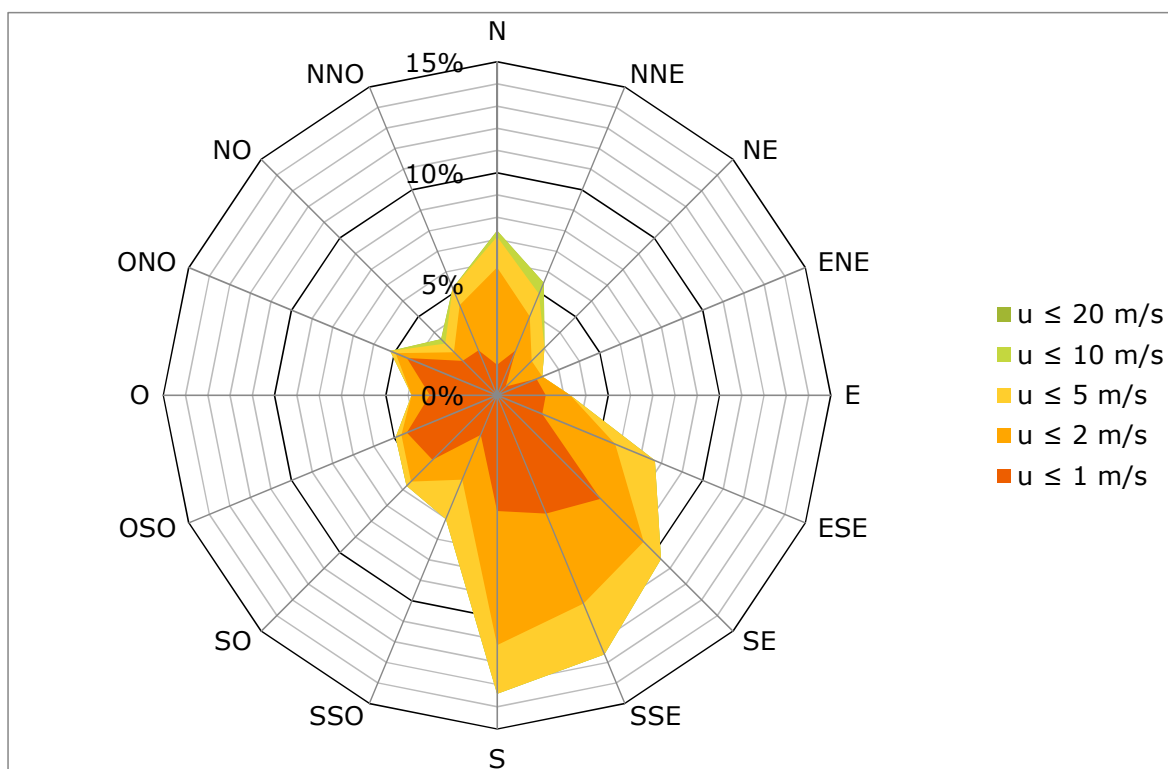
**Figura A.7 - Analisi statistica della velocità del vento - Rosa dei venti - Ore 0**



**Figura A.8 - Analisi statistica della velocità del vento - Rosa dei venti - Ore 6**



**Figura A.9 - Analisi statistica della velocità del vento - Rosa dei venti - Ore 12**



**Figura A.10 - Analisi statistica della velocità del vento - Rosa dei venti - Ore 18**

## **APPENDICE B - MAPPE DI CONCENTRAZIONE**

Sono di seguito riportate le mappe di concentrazione media annua ottenute dalla simulazione *short-term* riferita al periodo di un anno per ciascuna delle specie chimiche oggetto d'indagine.

Per l'odore è invece riportata la mappa con le curve isoconcentrazione pari al 98° percentile dei valori orari di picco, sempre riferita al periodo di un anno.

Ciascuna mappa illustra l'intero dominio di calcolo (10 km × 10 km) in scala 1 : 50 000.

Le immagini sono state realizzate da VESA s.n.c., basate su "BDTRE - base cartografica di riferimento - 2016 - raster B/N 1:10.000", che è distribuita dalla Regione Piemonte nei termini della licenza Creative Commons – Attribuzione 2.5 Italia<sup>18</sup>.

---

<sup>18</sup> Testo integrale: <http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/it/legalcode>

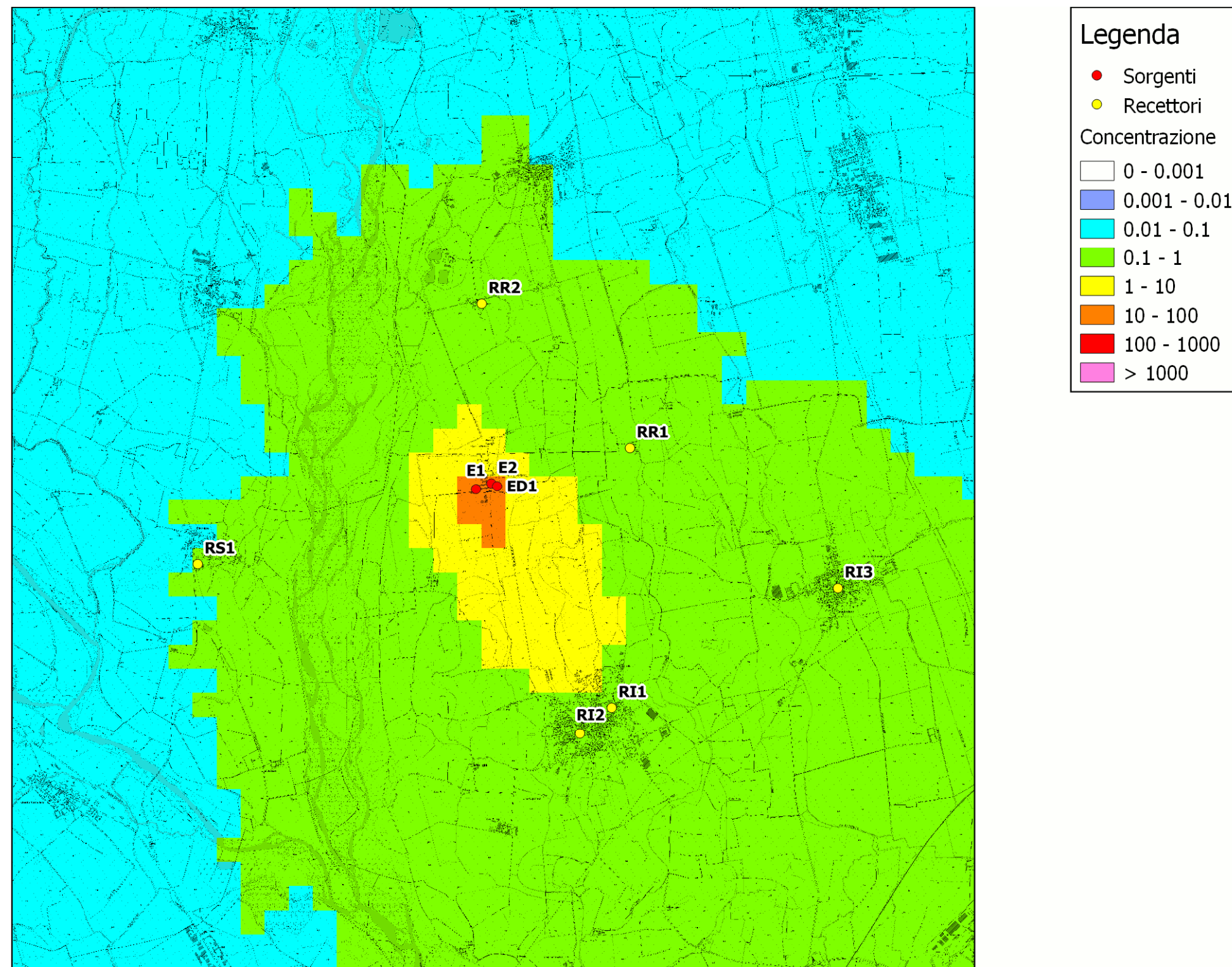


Figura B.1 - Ammoniaca - Mappa di concentrazione media annua [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] ottenuta dalla simulazione (scala 1 : 50 000)



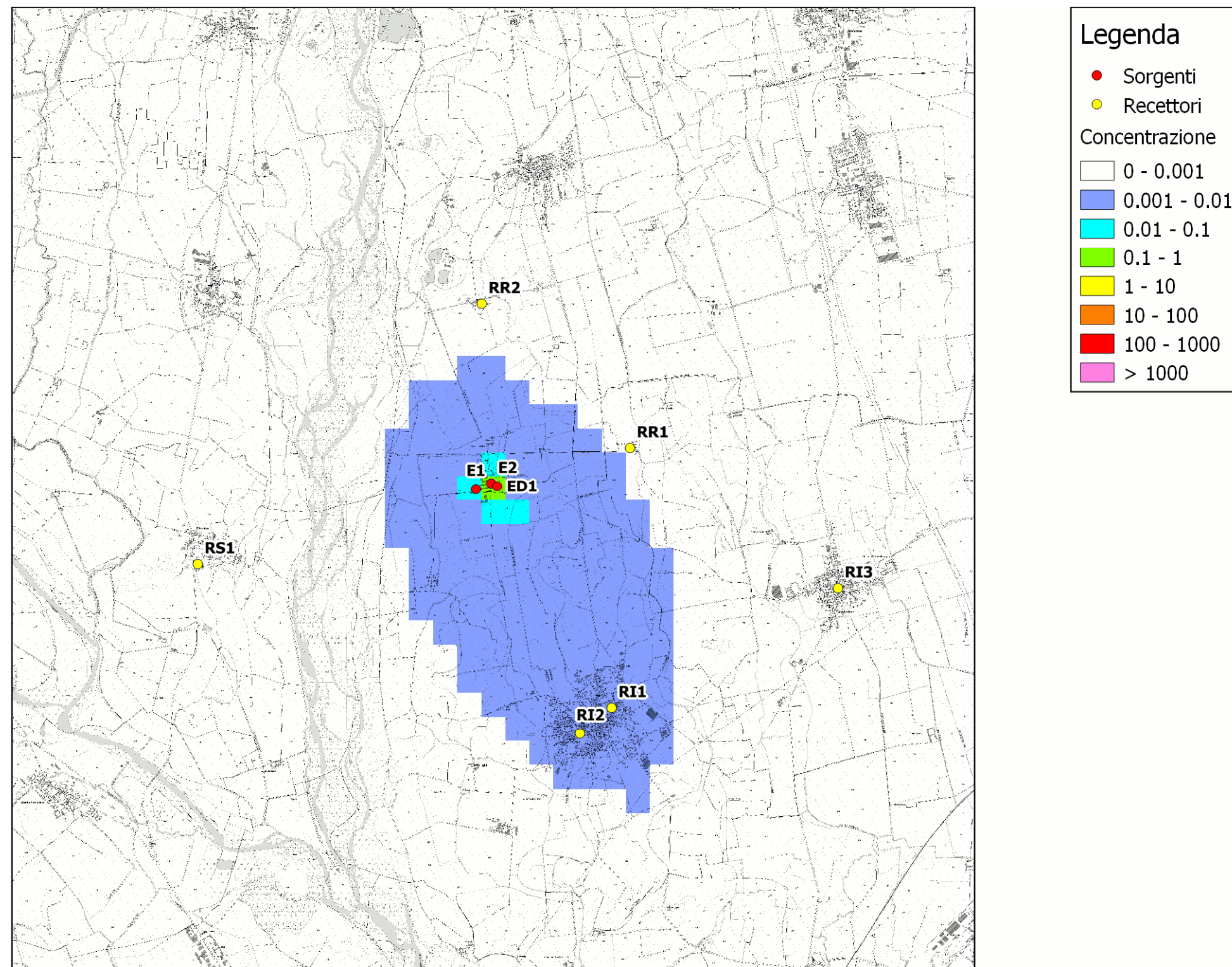


Figura B.2 - Acido fluoridrico - Mappa di concentrazione media annua [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] ottenuta dalla simulazione (scala 1 : 50 000)

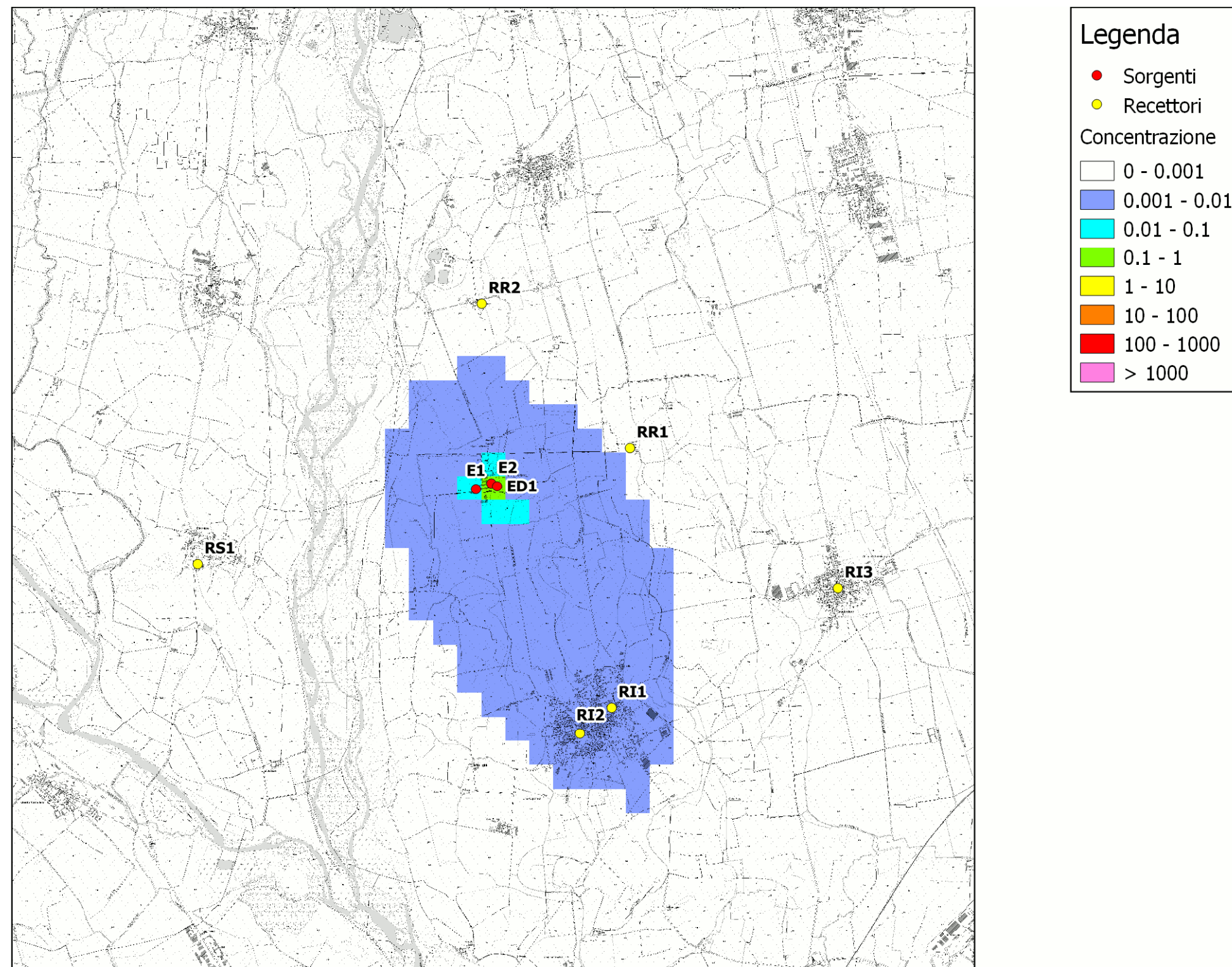


Figura B.3 - Acido cloridrico - Mappa di concentrazione media annua [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] ottenuta dalla simulazione (scala 1 : 50 000)



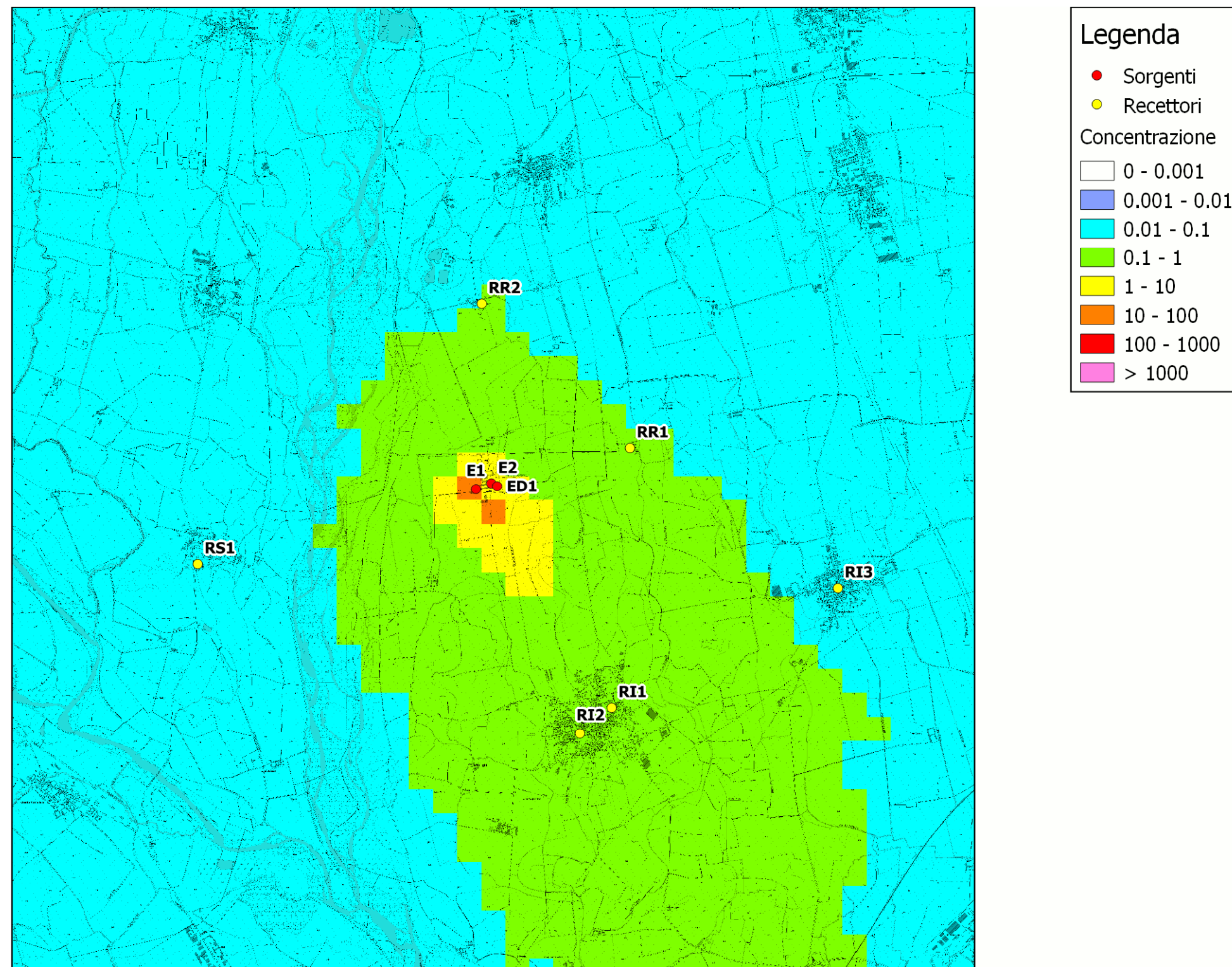


Figura B.4 - Acido solfidrico - Mappa di concentrazione media annua [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] ottenuta dalla simulazione (scala 1 : 50 000)

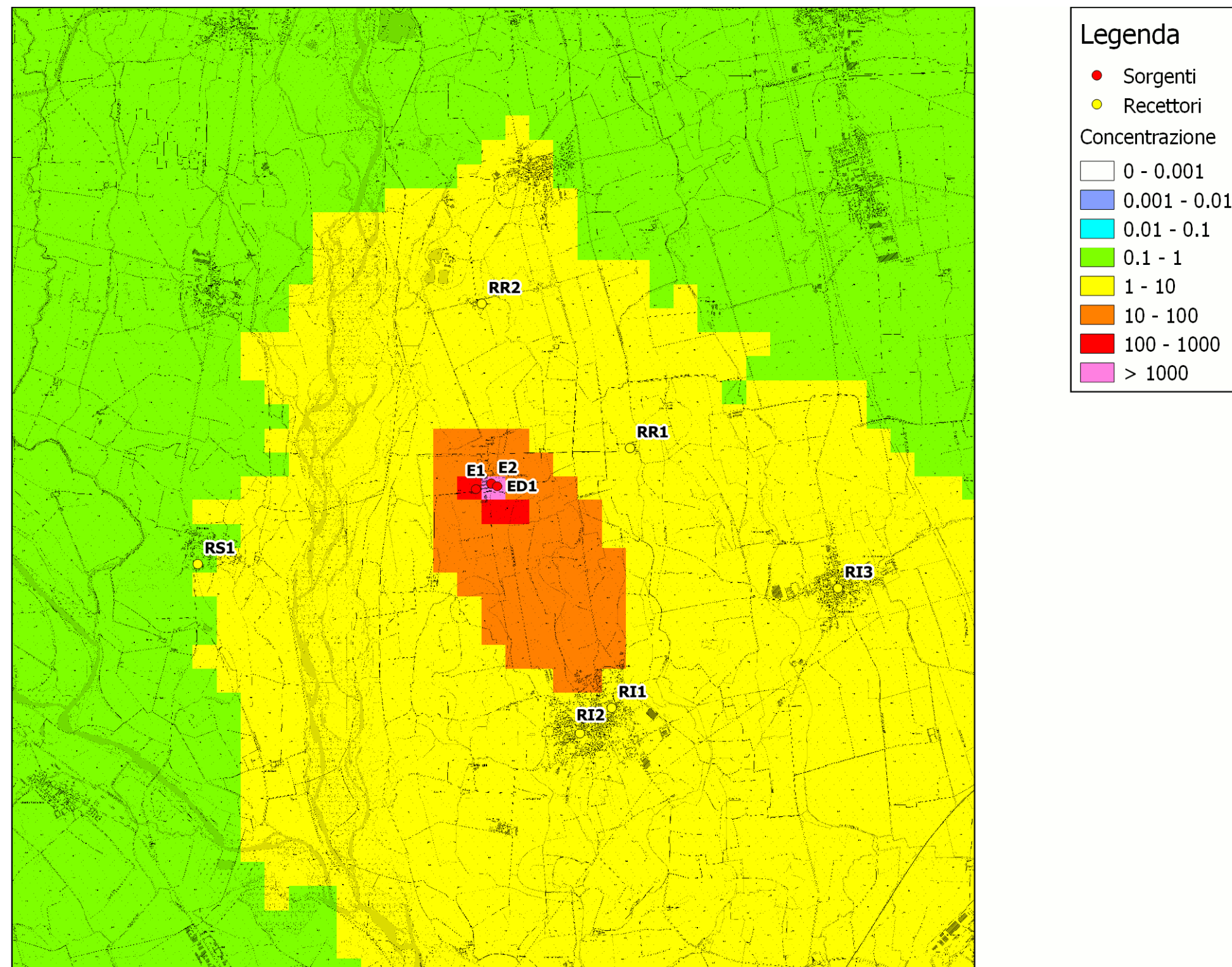


Figura B.5 - Composti Organici Volatili - Mappa di concentrazione media annua [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] ottenuta dalla simulazione (scala 1 : 50 000)



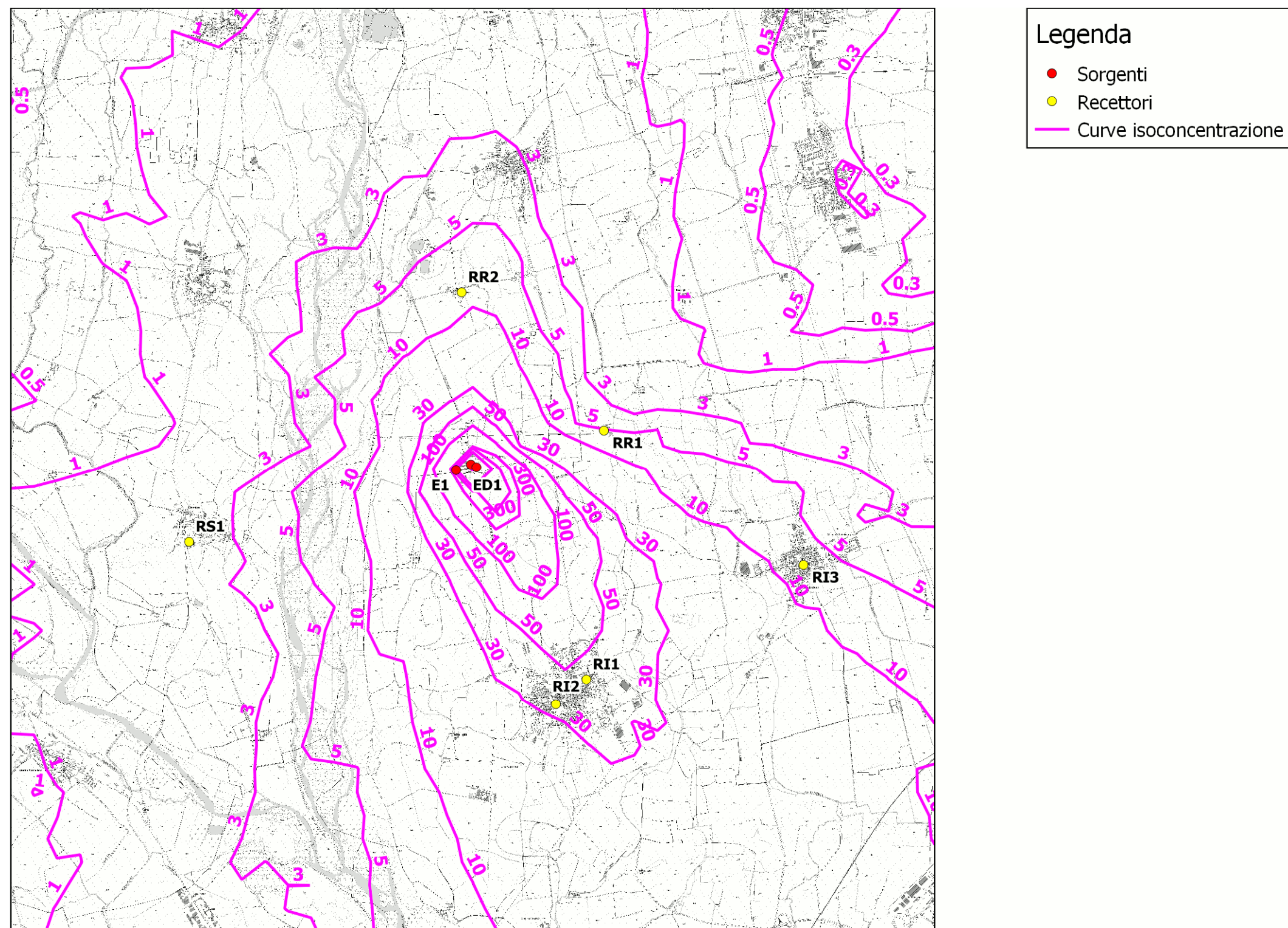


Figura B.6 - Odore - Mappa di concentrazione di odore [ $\text{ou}_E/\text{m}^3$ ] ottenuta dalla simulazione (intero dominio di calcolo, scala 1 : 50 000)