



*Comparto polifunzionale di trattamento
rifiuti S. Agata Bolognese (BO)*


Domanda di Autorizzazione Unica per la costruzione e
l'esercizio di un impianto di produzione
energetica da fonte rinnovabile


D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387 (art. 12) e s.m.i.; D.M. Sviluppo Economico 10/09/2010
e di Valutazione di Impatto Ambientale
(L.R. 9/99 e s.m.i.)

Documentazione Integrativa [I1]
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Impianto di produzione biometano

ALLEGATO SA 4.1

Simulazione modellistica della diffusione
delle sostanze odorigene

Approvato	K. Gamberini		
Controllato	M. Bartoli		
Redatto	P. Zoppellari Zoppellari e associati		
Rev.	02	Data	02/09/2016
Cod. Doc.	CO 01 BO VA 00 SI SA 04.01	Pagine	1 di 38



Zoppellari e associati
società di ingegneria

Sede legale

Via Torbole 36, I-00135 Roma (RM)
Tel +39 06 3211 267 | Fax +39 06 8928 0454
Codice fiscale e Partita IVA: 05119321007
R.E.A. RM 841978 | Cap. soc. € 90'000,00 int. vers.
PEC: amministrazione@pec.olfattometria.com

Sede operativa

Via Nicola A. Porpora 147, I-20131 Milano (MI)
Tel. +39 02 4548 5624 | Fax +39 02 9998 5126
www.olfattometria.com | info@olfattometria.com
PEC: progress@pec.olfattometria.com

HERAmbiente S.p.A.

Viale Berti Pichat 2/4, 40127 BOLOGNA (BO)

Impianto polifunzionale di recupero e smaltimento
di rifiuti non pericolosi
Via Romita 1, 40019 SANT'AGATA BOLOGNESE (BO)

Impianto di produzione biometano

Procedura di V.I.A./A.I.A. e A.U.

Richiesta di integrazioni ARPAE PGBO 13918/2016 § 42

**Simulazione previsionale dell'esposizione
olfattiva in aria ambiente conseguente alle
emissioni di odore in atmosfera**

Ing. Andrea N. Rossi

Documento protocollo	TD008-16r00 del 24/08/2016
Commessa	16521 10757 - ZOPPELLARI & ASSOCIATI S.r.l.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

Indice

1. Premessa	3
2. Scenario emissivo	4
2.1 Sintesi delle informazioni sulle sorgenti nello scenario emissivo.....	4
2.2 Sorgenti di emissione	6
2.3 Parametri fisici di emissione	12
2.4 Portate di odore delle sorgenti	13
2.5 Variazioni dei parametri di emissione nel dominio temporale di simulazione	14
3. Scenario micrometeorologico	17
3.1 Dati meteorologici in ingresso	17
3.2 Dominio temporale di simulazione e convenzioni temporali	18
3.3 Normalizzazione dei dati meteorologici grezzi	18
3.4 Calcolo del campo di vento tridimensionale e dei parametri di turbolenza	18
3.5 Post-elaborazioni dei campi meteorologici tridimensionali	19
3.6 Analisi degli andamenti dei parametri meteorologici	19
4. Descrizione del territorio	24
4.1 Sistema di coordinate planimetriche	24
4.2 Griglia di recettori di calcolo	24
4.3 Corografia, cartografia, orografia, uso del suolo	25
4.4 Effetti dell'orografia sulla dispersione atmosferica delle emissioni	26
5. Modello di dispersione	27
5.1 Descrizione del software di dispersione atmosferica	27
5.2 Effetti scia degli edifici sulla dispersione atmosferica delle emissioni	27
5.3 Parametri assegnati nelle simulazioni di dispersione atmosferica	28
5.4 Trattamento delle calme di vento attuato dal modello di dispersione	28
5.5 Effetti delle fluttuazioni istantanee di concentrazione di odore ai recettori di calcolo	29
5.6 Elaborazione finale delle concentrazioni orarie risultanti dalle simulazioni di dispersione	29
6. Presentazione dei risultati	31
6.1 Mappe di esposizione	31
6.2 Ricettori sensibili	31
6.3 Considerazioni generali sulle mappe di esposizione	32
6.4 Esposizione olfattiva simulata presso i ricettori sensibili	33
6.5 Dettaglio dei risultati delle simulazioni presso un singolo ricettore sensibile	34
6.6 Conclusioni	37

Allegati

- Allegato 1: Mappe di esposizione.
- Allegato 2: Profili verticali dei parametri meteorologici orari.
- Allegato 3: Rose dei vettori orari di direzione del vento.
- Allegato 4: Medie dei parametri meteorologici orari, secondo il mese e l'ora.
- Allegato 5: Medie, minimi e massimi dei parametri meteorologici orari.
- Allegato 6: Distribuzione di frequenza della velocità del vento oraria.
- Allegato 7: Mappe delle quote altimetriche e dell'uso del suolo nel dominio spaziale di simulazione.
- Allegato 8: Variazione delle portate di odore delle sorgenti nel dominio temporale di simulazione.
- Allegato 9: Dettaglio dei risultati delle simulazioni presso i ricettori sensibili.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

1. Premessa

Il presente studio ha come obiettivo la determinazione dell'esposizione olfattiva sul territorio conseguente alle emissioni di odore in atmosfera dell'installazione di recupero e smaltimento di rifiuti non pericolosi sita in Comune di Sant'Agata Bolognese (BO) in Via Romita 1, di cui è gestore HERAmbiente S.p.A..

L'esposizione olfattiva sul territorio è determinata applicando un modello di dispersione atmosferica, che simula la concentrazione degli inquinanti nell'aria ambiente al suolo, elaborando i dati di emissione, i dati meteorologici e i dati di descrizione del territorio.

Lo studio si inserisce nella procedura amministrativa di Valutazione di Impatto Ambientale / Autorizzazione Integrata Ambientale e Autorizzazione Unica del progetto di realizzazione di un impianto di trattamento rifiuti non pericolosi provenienti dalla raccolta differenziata della frazione umida del rifiuto urbano, mediante operazioni di recupero (R3 e R13); l'impianto è finalizzato alla produzione di compost di qualità (ACM) con contestuale produzione di biometano. In particolare, il presente documento sostituisce il precedente TD003-16r00 del 29/03/2016, rispetto al quale qui sono recepite le modifiche apportate al progetto dal proponente per accogliere quanto richiesto al punto 42 della Richiesta di integrazioni ARPAE prot. PGBO 13918/2016 del 25/07/2016.

Lo studio è conforme ai "Requisiti degli studi di impatto olfattivo mediante simulazione di dispersione" previsti nell'Allegato 1 dell'Allegato A della D.G.R. Lombardia n. IX/3018 del 15/02/2012 pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia, Serie Ordinaria n. 8 del 20/02/2012, recante "Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorifero".

Nello studio sono considerati e simulati separatamente due scenari emissivi:

- lo scenario emissivo attuale (stato di fatto);
- lo scenario emissivo futuro (stato di progetto), successivo alla realizzazione del progetto sottoposto alla procedura di VIA/AIA.

Per entrambi gli scenari emissivi, i dati di caratterizzazione delle emissioni di odore sono stati definiti anche sulla base dei risultati dei monitoraggi olfattometrici delle emissioni dell'installazione eseguiti negli anni recenti (2013÷2015).

La provenienza dei dati meteorologici necessari alle simulazioni di dispersione è specificata nel § 3.1.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

2. Scenario emissivo

2.1 Sintesi delle informazioni sulle sorgenti nello scenario emissivo

Tabella 1. Sorgenti di emissione principali dell'installazione ⁽¹⁾.

Sorgente	Descrizione e informazioni sull'emissione	Ubicazione	Scenario attuale / futuro
E2 attuale	L'emissione E2 è relativa a metà del biofiltro BF1, che riceve gli aeriformi del locale maturazione aerobica della FORSU, dei locali di bioossidazione (bioossidazione 1) e del locale di prevagliatura FORSU, più una parte degli effluenti dei locali di ricezione e stoccaggio RSU e FORSU, dei locali di selezione RSU e FORSU, dei locali di ossidazione e fermentazione aerobica della FOS. La portata volumetrica massima autorizzata per il biofiltro BF1 (ossia complessivamente per le emissioni E2 e E3) è pari a 114'500 Nm ³ /h, dunque la portata volumetrica massima dell'emissione E2 è di 57'250 Nm ³ /h. Le dimensioni della sezione del biofiltro BF1 relativa all'emissione E2 è 23 m x 17 m x 2,95 m. La concentrazione di odore massima è 300 ou _E /m ³ .	Sul lato sud dell'installazione, a ovest dei gruppi di cogenerazione (motori combustione biogas)	Il biofiltro BF1 sarà demolito. Con la sigla E2 sarà identificata una nuova emissione, non rilevante per gli scopi del presente studio
E3 attuale	L'emissione E3 è relativa a metà del biofiltro BF1, che riceve gli aeriformi del locale maturazione aerobica della FORSU, dei locali di bioossidazione (bioossidazione 1) e del locale di prevagliatura FORSU, più una parte degli effluenti dei locali di ricezione e stoccaggio RSU e FORSU, dei locali di selezione RSU e FORSU, dei locali di ossidazione e fermentazione aerobica della FOS. La portata volumetrica massima autorizzata per il biofiltro BF1 (ossia complessivamente per le emissioni E2 e E3) è pari a 114'500 Nm ³ /h, dunque la portata volumetrica massima dell'emissione E3 è di 57'250 Nm ³ /h. Le dimensioni della sezione del biofiltro BF1 relativa all'emissione E3 è 23 m x 17 m x 2,95 m. La concentrazione di odore massima è 300 ou _E /m ³ .	Sul lato sud dell'installazione, a ovest dei gruppi di cogenerazione (motori combustione biogas)	Il biofiltro BF1 sarà demolito. Con la sigla E3 sarà identificato il nuovo biofiltro BF4 (vedi sotto)
E3 futuro	Con la sigla E3 sarà identificato il nuovo biofiltro BF4, che riceverà gli aeriformi provenienti dallo scrubber 1 e dallo scrubber 2 (si veda l'elaborato 20 per lo schema a blocchi delle linee di aspirazione e trattamento degli aeriformi nello stato di progetto). La portata volumetrica massima del biofiltro BF4 (emissione E3) è pari a 138'500 Nm ³ /h. Le dimensioni in pianta del biofiltro BF4 sono 50 m x 20 m; la quota del punto di rilascio rispetto al terreno è 9,5 m. La concentrazione di odore massima è 300 ou _E /m ³ .	Sul lato sud dell'installazione, a ovest dei gruppi di cogenerazione, sopra il nuovo capannone contenente le nuove biocelle di bioossidazione accelerata	Nuova emissione, che sostituisce le attuali emissioni E2 e E3.
E17	Il biofiltro E17 tratta gli effluenti della vasca raccolta colaticci. La portata volumetrica dell'emissione E17 è pari a 288 Nm ³ /h. Le dimensioni del biofiltro sono 5,5 m x 2 m x 2 m. La concentrazione di odore massima è 300 ou _E /m ³ .	Area sudest dell'installazione, a lato della vasca raccolta colaticci	L'emissione sarà dismessa
E23	L'emissione E23 è relativa al biofiltro BF2 (si veda l'elaborato 20 per lo schema a blocchi delle linee di aspirazione e trattamento degli aeriformi nello stato di progetto). La portata volumetrica massima dell'emissione E23 attualmente autorizzata è di 149'000 Nm ³ /h, mentre la portata volumetrica massima nella configurazione futura è di 150'000 Nm ³ /h. Le dimensioni del biofiltro sono 38 m x 15 m x 3 m. La concentrazione di odore massima è 300 ou _E /m ³ .	Area a sud del capannone a nord-est dell'installazione (celle di bioossidazione attuali)	Il progetto prevede una ridefinizione generale delle linee di aspirazione; nello stato di progetto il biofiltro riceverà una portata volumetrica massima di 150'000 Nm ³ /h, contro gli attuali 149'000 Nm ³ /h
E24	Il biofiltro E24 tratta gli effluenti della vagliatura. La portata volumetrica dell'emissione E24 è pari a 12'000 Nm ³ /h. Le dimensioni del biofiltro sono 5,5 m x 2 m x 2 m. La concentrazione di odore massima è 300 ou _E /m ³ .	Sotto la tettoia presso la zona di ricezione e pretrattamento (Tettoia di transito mezzi "M")	L'emissione sarà dismessa

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

Sorgente	Descrizione e informazioni sull'emissione	Ubicazione	Scenario attuale / futuro
Biogas di discarica esalato	I rifiuti abbancati nel corpo di discarica producono spontaneamente biogas; la quota del biogas prodotto che non è estratta (aspirata) dal sistema di captazione del biogas e avviata a recupero energetico (motori di combustione) è rilasciata in atmosfera attraverso l'interfaccia fra il corpo di discarica e l'atmosfera. La coltivazione della discarica è terminata: la produzione del biogas dalla massa di rifiuti abbancati seguirà il decorso naturale. In entrambi gli scenari emissivi è stata considerata l'emissione di biogas da discarica che si prevede al 2018, anno di presumibile messa a regime dell'impianto biometano. La produzione media stimata di biogas di discarica dal corpo di rifiuti al 2018 (quando la copertura definitiva della discarica sarà stata completata, conformemente alle prescrizioni autorizzative vigenti e indipendentemente dalla procedura autorizzativa del progetto qui in esame) è di 491 Nm ³ /h. Ipotizzando, secondo le indicazioni del gestore, un'efficienza di captazione dell'85% (in ragione della completa realizzazione della copertura definitiva dell'intera discarica) si calcola una portata volumetrica di biogas esalato di 70 Nm ³ /h. La concentrazione di odore media è assunta pari a 300'000 ou _E /m ³ (in diminuzione rispetto al valore assunto negli studi precedenti, poiché generalmente la lenta maturazione del biogas porta una diminuzione della concentrazione delle molecole organiche più complesse e una diminuzione della concentrazione di odore).	Discarica	Il progetto non prevede modifiche all'impianto di discarica, quindi l'emissione del biogas esalato (fotografata al 2018) è assunta identica nei due scenari emissivi
ED6 attuale - verde non triturato	Emissione diffusa della zona di stoccaggio del rifiuto ligneo-cellulosico (cumulo verde) non triturato. L'area di stoccaggio ha dimensioni 50 m x 35 m ed è chiusa su tre lati da una parete di contenimento alta 4,7 m. Le dimensioni massime del cumulo sono 35 m x 35 m. L'area in pianta della sorgente è quindi 1'230 m ² . La concentrazione di odore è assunta nelle simulazioni sulla scorta dei risultati dei monitoraggi degli anni 2013/2015 citati in Tabella 2.	Piazzale C29, al vertice nordovest dell'installazione	L'emissione attuale sarà sostituita dall'emissione ED1
ED6 attuale - verde triturato	Emissione diffusa della zona di stoccaggio del rifiuto ligneo-cellulosico (cumulo verde) triturato. L'area di stoccaggio ha dimensioni 50 m x 35 m ed è chiusa su tre lati da una parete di contenimento alta 4,7 m. Le dimensioni massime del cumulo sono 35 m x 15 m. L'area in pianta della sorgente è quindi 525 m ² . La concentrazione di odore è assunta nelle simulazioni sulla scorta dei risultati dei monitoraggi degli anni 2013/2015 citati in Tabella 2.	Piazzale C29, al vertice nordovest dell'installazione	L'emissione attuale sarà sostituita dall'emissione ED8
ED1 futuro	Emissione diffusa della zona di stoccaggio del rifiuto ligneo-cellulosico (cumulo verde) non triturato. L'area di stoccaggio ha dimensioni 45 m x 33,3 m (quindi 1'500 m ²), è coperta da tettoia, è tamponata su tre lati e dotata sul quarto lato di una tamponatura mobile, che resterà aperta durante l'orario di operatività diurno (6:00÷18:00) e chiusa in orario notturno e l'intera domenica. La concentrazione di odore è assunta nelle simulazioni sulla scorta dei risultati dei monitoraggi degli anni 2013/2015 citati in Tabella 2.	Piazzale C29, al vertice nordovest dell'installazione	Sostituisce nello scenario futuro l'emissione "ED6 attuale - verde non triturato"
ED2 futuro	Emissione diffusa della zona di stoccaggio del compost finito (ammendante compostato). L'area di stoccaggio ha dimensioni 45 m x 26,7 m (quindi 1'200 m ²), è coperta da tettoia, è tamponata su tre lati e dotata sul quarto lato di una tamponatura mobile, che resterà aperta durante l'orario di operatività diurno (6:00÷18:00) e chiusa in orario notturno e l'intera domenica. La concentrazione di odore è assunta nelle simulazioni pari a 400 ou _E /m ³ .	Piazzale C29, al vertice nordovest dell'installazione	Emissione presente nel solo scenario futuro
ED8 futuro	Emissione diffusa della zona di stoccaggio del rifiuto ligneo-cellulosico (cumulo verde) triturato. Le dimensioni massime in pianta del cumulo sono 30 m x 20 m (quindi 600 m ²). La concentrazione di odore è assunta nelle simulazioni sulla scorta dei risultati dei monitoraggi degli anni 2013/2015 citati in Tabella 2.	Sotto la tettoia presso la zona di ricezione e pretrattamento (Tettoia di transito mezzi "M")	Sostituisce nello scenario futuro l'emissione "ED6 attuale - verde triturato"
Vasca percolato aperta	Vasca di raccolta del percolato di discarica, interrata e aperta verso l'alto. Le dimensioni in pianta della vasca sono 32 m x 15 m. L'area in pianta della sorgente è quindi 480 m ² . La concentrazione di odore è assunta nelle simulazioni sulla scorta dei risultati dei monitoraggi degli anni 2013/2015 citati in Tabella 2.	Fra gli attuali biofiltri E2-E3 e l'attuale capannone di compostaggio	La vasca sarà dismessa. Il percolato di discarica sarà stoccato in n. 5 nuovi serbatoi, a nordovest del capannone delle attuali biocelle

(1) Informazioni trasmesse dal gestore dell'installazione, salvo ove diversamente specificato.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

Tabella 2. Monitoraggi i cui risultati sono stati presi in esame per l'elaborazione dello scenario emissivo.

Data del campionamento	Esecutore del campionamento	Esecutore delle prove	Parametri monitorati	Documento di presentazione dei risultati
06/06/2013	Progress S.r.l.	Progress S.r.l.	Concentrazione di odore (UNI EN 13725:2004)	Rapporto di prova 262/13 del 28/06/2013 (comm. 13291)
18/12/2013	Progress S.r.l.	Progress S.r.l.	Concentrazione di odore (UNI EN 13725:2004)	Rapporto di prova 149/14 del 24/03/2014 (comm. 13711)
12/06/2014	Progress S.r.l.	Progress S.r.l.	Concentrazione di odore (UNI EN 13725:2004)	Rapporto di prova 365/14 del 18/07/2014 (comm. 14320)
02/12/2014	Progress S.r.l.	Progress S.r.l.	Concentrazione di odore (UNI EN 13725:2004)	Rapporto di prova 032/15 del 30/01/2015 (comm. 14724)
24/06/2015	Progress S.r.l.	Progress S.r.l.	Concentrazione di odore (UNI EN 13725:2004)	Rapporti di prova 410/15, 411/15, 412/15, 413/15, 414/15 del 17/07/2015 (comm. 15355)
04/08/2015	Progress S.r.l.	Progress S.r.l.	Concentrazione di odore (UNI EN 13725:2004)	Rapporti di prova 562/15 del 02/09/2015 (comm. 15530)
01/12/2015	Progress S.r.l.	Progress S.r.l.	Concentrazione di odore (UNI EN 13725:2004)	Rapporti di prova 018/16, 019/16, 020/16, 021/16, 022/16, 023/16 del 08/01/2016 (comm. 15853)

2.2 Sorgenti di emissione

Tabella 3. Morfologia delle sorgenti e modalità di rilascio delle emissioni in atmosfera.

Sorgente	Morfologia della sorgente e modalità di rilascio delle emissioni in atmosfera
E2 attuale	Sorgente convogliata estesa areale. La portata volumetrica è nota e indipendente dalle condizioni esterne. La sorgente è modellizzata come un sistema di n. 2 sorgenti circolari, disposte sulla superficie superiore del biofiltro. La quota del punto di rilascio rispetto al suolo è posta pari all'altezza dello spigolo superiore del biofiltro (2,95 m). Il diametro di ciascuna delle sorgenti circolari è posto pari a 2,95 m, ossia pari all'altezza del punto di rilascio. La velocità di efflusso ascensionale è tanto piccola da essere trascurabile agli effetti della dispersione atmosferica. La temperatura dell'effluente non è significativamente superiore alla temperatura ambiente, sicché si deve cautelativamente ipotizzare che gli effetti di galleggiamento dell'emissione (<i>buoyancy</i>) siano trascurabili.
E3 attuale	Sorgente convogliata estesa areale. La portata volumetrica è nota e indipendente dalle condizioni esterne. La sorgente è modellizzata come un sistema di n. 2 sorgenti circolari, disposte sulla superficie superiore del biofiltro. La quota del punto di rilascio rispetto al suolo è posta pari all'altezza dello spigolo superiore del biofiltro (2,95 m). Il diametro di ciascuna delle sorgenti circolari è posto pari a 2,95 m, ossia pari all'altezza del punto di rilascio. La velocità di efflusso ascensionale è tanto piccola da essere trascurabile agli effetti della dispersione atmosferica. La temperatura dell'effluente non è significativamente superiore alla temperatura ambiente, sicché si deve cautelativamente ipotizzare che gli effetti di galleggiamento dell'emissione (<i>buoyancy</i>) siano trascurabili.
E3 futuro	Sorgente convogliata estesa areale. La portata volumetrica è nota e indipendente dalle condizioni esterne. La sorgente è modellizzata come un sistema di n. 4 sorgenti circolari, disposte sulla superficie superiore del biofiltro. La quota del punto di rilascio rispetto al suolo è posta pari a 9,5 m (il biofiltro sarà posto sopra il capannone). Il diametro di ciascuna delle sorgenti circolari è posto pari a 9,5 m, ossia pari all'altezza del punto di rilascio. La velocità di efflusso ascensionale è tanto piccola da essere trascurabile agli effetti della dispersione atmosferica. La temperatura dell'effluente non è significativamente superiore alla temperatura ambiente, sicché si deve cautelativamente ipotizzare che gli effetti di galleggiamento dell'emissione (<i>buoyancy</i>) siano trascurabili.
E17	Sorgente convogliata estesa areale. La portata volumetrica è nota e indipendente dalle condizioni esterne. La sorgente è modellizzata da n. 1 sorgente circolare, disposta sulla superficie superiore del biofiltro. La quota del punto di rilascio rispetto al suolo è posta pari all'altezza dello spigolo superiore del biofiltro (2 m). Il diametro della sorgente circolare è posto pari a 2 m, ossia pari all'altezza del punto di rilascio. La velocità di efflusso ascensionale è tanto piccola da essere trascurabile agli effetti della dispersione atmosferica. La temperatura dell'effluente non è significativamente superiore alla temperatura ambiente, sicché si deve cautelativamente ipotizzare che gli effetti di galleggiamento dell'emissione (<i>buoyancy</i>) siano trascurabili.
E23	Sorgente convogliata estesa areale. La portata volumetrica è nota e indipendente dalle condizioni esterne. La sorgente è modellizzata come un sistema di n. 4 sorgenti circolari, disposte sulla superficie superiore del biofiltro. La quota del punto di rilascio rispetto al suolo è posta pari all'altezza dello spigolo superiore del biofiltro (3 m). Il diametro di ciascuna delle sorgenti circolari è posto pari a 3 m, ossia pari all'altezza del punto di rilascio. La velocità di efflusso ascensionale è tanto piccola da essere trascurabile agli effetti della dispersione atmosferica. La temperatura dell'effluente non è significativamente superiore alla temperatura ambiente, sicché si deve cautelativamente ipotizzare che gli effetti di galleggiamento dell'emissione (<i>buoyancy</i>) siano trascurabili.
E24	Sorgente convogliata estesa areale. La portata volumetrica è nota e indipendente dalle condizioni esterne. La sorgente è modellizzata da n. 1 sorgente circolare, disposta sulla superficie superiore del biofiltro. La quota del punto di rilascio rispetto al suolo è posta pari all'altezza dello spigolo superiore del biofiltro (2 m). Il diametro della sorgente circolare è posto pari a 2 m, ossia pari all'altezza del punto di rilascio. La velocità di efflusso ascensionale è tanto piccola da essere trascurabile agli effetti della dispersione atmosferica. La temperatura dell'effluente non è significativamente superiore alla temperatura ambiente, sicché si deve cautelativamente ipotizzare che gli effetti di galleggiamento dell'emissione (<i>buoyancy</i>) siano trascurabili.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

Sorgente	Morfologia della sorgente e modalità di rilascio delle emissioni in atmosfera
Biogas di discarica esalato	<p>Sorgente diffusa (non convogliata) estesa areale, assimilata a sorgente convogliata estesa perché la portata volumetrica è nota e indipendente dalle condizioni esterne. L'esalazione del biogas di discarica (o, meglio, della quota di biogas non estratta dal sistema di aspirazione) in atmosfera è un fenomeno spontaneo, che dipende in misura trascurabile (ai fini del presente studio) dalle condizioni atmosferiche. Benché l'esalazione di biogas non possa dirsi spazialmente omogenea sulla superficie della discarica, nelle simulazioni si è assunto che il biogas sia esalato in modo omogeneo da tutta la superficie del corpo di discarica. Questa ipotesi semplificativa dovrebbe produrre indesiderati effetti significativi solo presso i ricettori sensibili più prossimi, ma probabilmente effetti trascurabili per i ricettori posti a distanza dalle sorgenti superiore alla dimensione caratteristica complessiva della discarica (circa 500 m). L'intera superficie emissiva del corpo di discarica è dunque simulata mediante un sistema di n. 9 sorgenti circolari uguali fra di loro. Il diametro di ciascuna delle sorgenti circolari è pari a 20 m, affinché il puff iniziale sia racchiuso sotto al valore minimo dell'altezza di mescolamento (vedasi § 3.6.4).</p> <p>Il corpo di discarica si eleva sul livello planimetrico del piano campagna fino a circa 30 metri. Poiché il biogas esalato dal corpo di discarica è rilasciato in atmosfera da tutto il corpo di discarica, anche dalle scarpate perimetrali e dunque a tutte le quote intermedie, si potrebbe immaginare di distribuire, nelle simulazioni, le sorgenti di emissione a diverse quote intermedie fra il piano campagna e la quota massima del corpo di discarica. Si preferisce invece imporre nelle simulazioni che il rilascio delle emissioni avvenga, da tutte le sorgenti che rappresentano il corpo di discarica, alla quota del piano campagna (e dunque imporre per tutte le sorgenti una "stack base elevation" pari al piano campagna e una "stack height" prossima a zero), per i seguenti motivi: a) imporre una "stack base elevation" maggiore di quella del terreno circostante, in combinazione con l'opzione citata nel § 4.4, porta in ogni caso le emissioni (i puff emessi) a "decollare" leggermente, e dunque produce una riduzione delle concentrazioni calcolate al ricettore; b) imporre una "stack height" maggiore di zero porterebbe poco realisticamente i puff emessi a "volare" sopra i ricettori, come se l'emissione avvenisse da un camino di espulsione; in questo caso, inoltre, la dispersione delle emissioni sarebbe irrealisticamente migliorata dall'incremento della velocità del vento con la quota libera in atmosfera; c) non è effettivamente nota la distribuzione della portata di odore emessa in funzione dell'elevazione dei rifiuti nel corpo di discarica, ossia non è noto il contributo emissivo del biogas (in termini di portata emessa per unità di superficie) dalle scarpate perimetrali rispetto alle zone quasi piane sommitali; d) l'assunzione qui applicata, invece, equivale a ipotizzare che gli aeriformi odorigeni, anche quando rilasciati dalla sommità del corpo di discarica, scendano lungo le scarpate mantenendo la loro quota rispetto al suolo reale, e proseguano poi a disperdersi regolarmente; questa assunzione produce una sovrastima prudenziale dell'esposizione olfattiva sul territorio.</p>
ED6 attuale - verde non triturato	<p>Sorgente diffusa (non convogliata) estesa areale, a ventilazione naturale eolica diretta. La sorgente emissiva (il cumulo) è esposto direttamente all'azione del vento. Si assume che l'emissione di inquinanti in atmosfera sia dovuta principalmente ai fenomeni di volatilizzazione attivi sulla superficie esposta della sorgente, i quali sono espressi in funzione della velocità del vento e della stabilità atmosferica. La sorgente è modellizzata da n. 1 sorgente circolare. La quota del punto di rilascio rispetto al suolo ("stack height") è posta pari a 2 m, ossia pari all'altezza del recettore di calcolo rispetto al suolo (vedasi § 4.2); tuttavia, ai fini della determinazione della velocità del vento che agisce sulla superficie superiore del cumulo, si considera che quest'ultima sia al suolo. Il diametro della sorgente circolare è posto pari a 20 m, affinché il puff iniziale sia racchiuso sotto al valore minimo dell'altezza di mescolamento (vedasi § 3.6.4). A causa della modalità stessa del rilascio delle emissioni in atmosfera, sia la componente meccanica (<i>momentum rising</i>) che la componente termica (<i>buoyant rising</i>) che contribuirebbero all'innalzamento del pennacchio sono assunte nulle nelle simulazioni.</p>
ED6 attuale - verde triturato	<p>Sorgente diffusa (non convogliata) estesa areale, a ventilazione naturale eolica diretta. La sorgente emissiva (il cumulo) è esposto direttamente all'azione del vento. Si assume che l'emissione di inquinanti in atmosfera sia dovuta principalmente ai fenomeni di volatilizzazione attivi sulla superficie esposta della sorgente, i quali sono espressi in funzione della velocità del vento e della stabilità atmosferica. La sorgente è modellizzata da n. 1 sorgente circolare. La quota del punto di rilascio rispetto al suolo ("stack height") è posta pari a 2 m, ossia pari all'altezza del recettore di calcolo rispetto al suolo (vedasi § 4.2); tuttavia, ai fini della determinazione della velocità del vento che agisce sulla superficie superiore del cumulo, si considera che quest'ultima sia al suolo. Il diametro della sorgente circolare è posto pari a 20 m, affinché il puff iniziale sia racchiuso sotto al valore minimo dell'altezza di mescolamento (vedasi § 3.6.4). A causa della modalità stessa del rilascio delle emissioni in atmosfera, sia la componente meccanica (<i>momentum rising</i>) che la componente termica (<i>buoyant rising</i>) che contribuirebbero all'innalzamento del pennacchio sono assunte nulle nelle simulazioni.</p>
ED1 futuro	<p>Sorgente diffusa (non convogliata) estesa areale parzialmente confinata, a ventilazione naturale eolica indiretta. La sorgente emissiva (il cumulo) è sotto tettoia, che attenua la ventilazione eolica sulla superficie emissiva: la sorgente è parzialmente confinata rispetto ai moti atmosferici, dunque il moto del vento che agisce sulla superficie del cumulo (ed è in primo luogo responsabile della volatilizzazione degli odoranti e quindi dell'emissione) è meno intenso di quello operante in campo aperto. Come per le sorgenti diffuse areali a ventilazione eolica naturale diretta, si assume che l'emissione di inquinanti in atmosfera sia dovuta principalmente ai fenomeni di volatilizzazione attivi sulla superficie esposta della sorgente, ma questi sono espressi in funzione dell'intensità dei moti atmosferici turbolenti che principalmente determinano la volatilizzazione delle sostanze; più precisamente, la velocità introdotta nell'equazione del calcolo della portata di odore oraria non è la velocità del vento, ma la velocità di attrito superficiale (u_*) oraria.</p> <p>La sorgente è modellizzata da n. 1 sorgente circolare. La quota del punto di rilascio rispetto al suolo ("stack height") è posta pari a 2 m, ossia pari all'altezza del recettore di calcolo rispetto al suolo (vedasi § 4.2). Il diametro della sorgente circolare è posto pari a 20 m, affinché il puff iniziale sia racchiuso sotto al valore minimo dell'altezza di mescolamento (vedasi § 3.6.4). A causa della modalità stessa del rilascio delle emissioni in atmosfera, sia la componente meccanica (<i>momentum rising</i>) che la componente termica (<i>buoyant rising</i>) che contribuirebbero all'innalzamento del pennacchio sono assunte nulle nelle simulazioni.</p>

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

Sorgente	Morfologia della sorgente e modalità di rilascio delle emissioni in atmosfera
ED2 futuro	Sorgente diffusa (non convogliata) estesa areale parzialmente confinata, a ventilazione naturale eolica indiretta. La sorgente emissiva (il cumulo) è sotto tettoia, che attenua la ventilazione eolica sulla superficie emissiva: la sorgente è parzialmente confinata rispetto ai moti atmosferici, dunque il moto del vento che agisce sulla superficie del cumulo (ed è in primo luogo responsabile della volatilizzazione degli odoranti e quindi dell'emissione) è meno intenso di quello operante in campo aperto. Come per le sorgenti diffuse areali a ventilazione eolica naturale diretta, si assume che l'emissione di inquinanti in atmosfera sia dovuta principalmente ai fenomeni di volatilizzazione attivi sulla superficie esposta della sorgente, ma questi sono espressi in funzione dell'intensità dei moti atmosferici turbolenti che principalmente determinano la volatilizzazione delle sostanze; più precisamente, la velocità introdotta nell'equazione del calcolo della portata di odore oraria non è la velocità del vento, ma la velocità di attrito superficiale (u_*) oraria. La sorgente è modellizzata da n. 1 sorgente circolare. La quota del punto di rilascio rispetto al suolo ("stack height") è posta pari a 2 m, ossia pari all'altezza del recettore di calcolo rispetto al suolo (vedasi § 4.2). Il diametro della sorgente circolare è posto pari a 20 m, affinché il puff iniziale sia racchiuso sotto al valore minimo dell'altezza di mescolamento (vedasi § 3.6.4). A causa della modalità stessa del rilascio delle emissioni in atmosfera, sia la componente meccanica (<i>momentum rising</i>) che la componente termica (<i>buoyant rising</i>) che contribuirebbero all'innalzamento del pennacchio sono assunte nulle nelle simulazioni.
ED8 futuro	Sorgente diffusa (non convogliata) estesa areale parzialmente confinata, a ventilazione naturale eolica indiretta. La sorgente emissiva (il cumulo) è sotto tettoia, che attenua la ventilazione eolica sulla superficie emissiva: la sorgente è parzialmente confinata rispetto ai moti atmosferici, dunque il moto del vento che agisce sulla superficie del cumulo (ed è in primo luogo responsabile della volatilizzazione degli odoranti e quindi dell'emissione) è meno intenso di quello operante in campo aperto. Come per le sorgenti diffuse areali a ventilazione eolica naturale diretta, si assume che l'emissione di inquinanti in atmosfera sia dovuta principalmente ai fenomeni di volatilizzazione attivi sulla superficie esposta della sorgente, ma questi sono espressi in funzione dell'intensità dei moti atmosferici turbolenti che principalmente determinano la volatilizzazione delle sostanze; più precisamente, la velocità introdotta nell'equazione del calcolo della portata di odore oraria non è la velocità del vento, ma la velocità di attrito superficiale (u_*) oraria. La sorgente è modellizzata da n. 1 sorgente circolare. La quota del punto di rilascio rispetto al suolo ("stack height") è posta pari a 2 m, ossia pari all'altezza del recettore di calcolo rispetto al suolo (vedasi § 4.2). Il diametro della sorgente circolare è posto pari a 20 m, affinché il puff iniziale sia racchiuso sotto al valore minimo dell'altezza di mescolamento (vedasi § 3.6.4). A causa della modalità stessa del rilascio delle emissioni in atmosfera, sia la componente meccanica (<i>momentum rising</i>) che la componente termica (<i>buoyant rising</i>) che contribuirebbero all'innalzamento del pennacchio sono assunte nulle nelle simulazioni.
Vasca percolato aperta	Sorgente diffusa (non convogliata) estesa areale, a ventilazione naturale eolica diretta. La sorgente emissiva (il refluo nella vasca) è esposto direttamente all'azione del vento. Si assume che l'emissione di inquinanti in atmosfera sia dovuta principalmente ai fenomeni di volatilizzazione attivi sulla superficie esposta della sorgente, i quali sono espressi in funzione della velocità del vento e della stabilità atmosferica. La sorgente è modellizzata da n. 1 sorgente circolare. Sia la quota di rilascio delle emissioni in atmosfera che la quota alla quale si calcola la velocità del vento che agisce sulla superficie del refluo sono poste al suolo. Il diametro della sorgente circolare è posto pari a 20 m, affinché il puff iniziale sia racchiuso sotto al valore minimo dell'altezza di mescolamento (vedasi § 3.6.4). A causa della modalità stessa del rilascio delle emissioni in atmosfera, sia la componente meccanica (<i>momentum rising</i>) che la componente termica (<i>buoyant rising</i>) che contribuirebbero all'innalzamento del pennacchio sono assunte nulle nelle simulazioni.

Tabella 4. Parametri di emissione delle sorgenti.

Sorgente	Portata volumetrica (Nm^3/h) (per sorgenti convogliate)	Area della superficie emissiva esposta (m^2) (per sorgenti a ventilaz. eolica)	Portata volumetrica (m^3/s @ 20 °C)
E2 attuale	57'250 ⁽¹⁾	-	17,1 ⁽²⁾
E3 attuale	57'250 ⁽¹⁾	-	17,1 ⁽²⁾
E3 futuro	138'500 ⁽¹⁾	-	41,2 ⁽²⁾
E17	288 ⁽¹⁾	-	0,0859 ⁽²⁾
E23	att. 149'000 futuro 150'000 ⁽¹⁾	-	att. 44,4 futuro 44,8 ⁽²⁾
E24	12'000 ⁽¹⁾	-	3,58 ⁽²⁾
Biogas esalato	70 ⁽¹⁾	-	0,0209 ⁽²⁾
ED6 att. - verde non trit.	-	1'230 ⁽¹⁾	18,7 ⁽³⁾
ED6 att. - verde trit.	-	525 ⁽¹⁾	7,98 ⁽³⁾
ED1 futuro	-	1'500 ⁽¹⁾	22,9 ⁽³⁾
ED2 futuro	-	1'200 ⁽¹⁾	18,2 ⁽³⁾
ED8 futuro	-	600 ⁽¹⁾	9,12 ⁽³⁾
Vasca percolato	-	480 ⁽¹⁾	7,30 ⁽³⁾

(1) Vedasi Tabella 1.

(2) E' pari alla portata volumetrica emessa, normalizzata alla temperatura di 20 °C, in conformità alla norma UNI EN 13725:2004 e convertita in m^3/s .(3) Per le emissioni diffuse estese areali a ventilazione naturale eolica (vedasi Tabella 3), la portata volumetrica qui riportata è riferita alle condizioni di ventilazione di riferimento ed è ottenuta come segue. La portata volumetrica dell'aria neutra insufflata nella camera di ventilazione del sistema Wind Tunnel, normalizzata alla temperatura di 20 °C in conformità alla norma UNI EN 13725:2004, è moltiplicata per il rapporto fra l'area esposta della sorgente e l'area di base del sistema Wind Tunnel ($0,117 \text{ m}^2$). La portata volumetrica che si ottiene è poi moltiplicata per un coefficiente, dato dalla radice quadrata del rapporto fra la velocità di riferimento nella camera di ventilazione del sistema Wind Tunnel ($0,3 \text{ m/s}$) e la velocità effettiva dell'aeriforme nella camera di ventilazione durante i campionamenti ($0,045 \text{ m/s}$).

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

Tabella 5. Concentrazioni di odore assegnate a ciascuna sorgente.

Sorgente	Media geometrica delle concentrazioni di odore (ou _E /m ³)	Media dei logaritmi decimali delle concentrazioni di odore	Scarto tipo dei logaritmi decimali delle concentrazioni di odore	Intervallo di fluttuazione delle concentrazioni di odore orarie nelle simulazioni (ou _E /m ³)
E2 attuale	300 ⁽¹⁾	2,477 ⁽³⁾	0 ⁽⁷⁾	300
E3 attuale	300 ⁽¹⁾	2,477 ⁽³⁾	0 ⁽⁷⁾	300
E3 futuro	300 ⁽¹⁾	2,477 ⁽³⁾	0 ⁽⁷⁾	300
E17	300 ⁽¹⁾	2,477 ⁽³⁾	0 ⁽⁷⁾	300
E23	300 ⁽¹⁾	2,477 ⁽³⁾	0 ⁽⁷⁾	300
E24	300 ⁽¹⁾	2,477 ⁽³⁾	0 ⁽⁷⁾	300
Biogas esalato	300'000 ⁽¹⁾	5,477 ⁽³⁾	0,26 ⁽⁸⁾	80'000÷1'100'000
ED6 att. - verde non trit.	190 ⁽²⁾	2,283 ⁽⁴⁾	0,42 ⁽⁹⁾	23÷1'700
ED6 att. - verde trit.	220 ⁽²⁾	2,342 ⁽⁴⁾	0,64 ⁽⁹⁾	9÷6'200
ED1 futuro	190 ⁽⁵⁾	2,283 ⁽⁵⁾	0,42 ⁽⁵⁾	23÷1'700
ED2 futuro	400 ⁽¹⁾	2,602 ⁽³⁾	0,20 ⁽¹⁰⁾	140÷1'100
ED8 futuro	220 ⁽⁶⁾	2,342 ⁽⁶⁾	0,64 ⁽⁶⁾	9÷6'200
Vasca percolato	340 ⁽²⁾	2,533 ⁽⁴⁾	0,42 ⁽⁹⁾	40÷3'100

- (1) Vedasi Tabella 1.
 (2) Antilogaritmo decimale del valore nella colonna a destra (media dei logaritmi decimali delle concentrazioni di odore).
 (3) Logaritmo decimale del valore nella colonna a sinistra (media geometrica delle concentrazioni di odore).
 (4) Media dei logaritmi decimali di tutte le concentrazioni di odore determinate, per questa sorgente, nei monitoraggi elencati in Tabella 2.
 (5) Valore posto pari a quello della sorgente "ED6 attuale - verde non trituro".
 (6) Valore posto pari a quello della sorgente "ED6 attuale - verde trituro".
 (7) Poiché la concentrazione di odore stimata per l'emissione è quella massima attesa, essa è assunta costante nelle simulazioni.
 (8) Valore posto pari a quello calcolato dalle concentrazioni di odore sperimentalmente osservate per un biogas di discarica di rifiuti urbani.
 (9) Scarto tipo (o deviazione standard) dei logaritmi decimali di tutte le concentrazioni di odore determinate, per questa sorgente, nei monitoraggi elencati in Tabella 2.
 (10) Valore tratto da dati sperimentali relativi ad una sorgente simile.

Tabella 6. Portate di odore delle sorgenti.

Sorgente	Portata di odore (ou _E /s) Scenario ATTUALE	Portata di odore (ou _E /s) Scenario FUTURO
E2 attuale	5'100 ⁽¹⁾	0
E3 attuale	5'100 ⁽¹⁾	0
E3 futuro	0	12'000 ⁽¹⁾
E17	26 ⁽¹⁾	0
E23	13'200 ⁽¹⁾	13'400 ⁽¹⁾
E24	1'080 ⁽¹⁾	0
Biogas esalato	6'210 ⁽¹⁾	6'210 ⁽¹⁾
ED6 att. - verde non trit.	3'610 ⁽²⁾	0
ED6 att. - verde trit.	1'760 ⁽²⁾	0
ED1 futuro	0	4'370 ⁽²⁾
ED2 futuro	0	7'200 ⁽²⁾
ED8 futuro	0	2'000 ⁽²⁾
Vasca percolato	2'480 ⁽²⁾	0

- (1) La portata di odore (in ou_E/s) è il prodotto fra la concentrazione di odore in emissione (Tabella 5) e la portata volumetrica in m³/s @ 20 °C (Tabella 4).
 (2) Per le emissioni diffuse estese areali a ventilazione naturale eolica, la portata di odore nelle condizioni di ventilazione di riferimento (in ou_E/s) è il prodotto fra la concentrazione di odore dell'emissione (Tabella 5) e la portata volumetrica nelle condizioni di ventilazione di riferimento (in m³/s) (vedasi Tabella 4).

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

Tabella 7. Caratteristiche geometriche e topografiche delle sorgenti considerate nelle simulazioni.

n.	Sorgente ⁽⁴⁾	Coord. X (m) ⁽¹⁾	Coord. Y (m) ⁽¹⁾	Quota del suolo alla base della sorgente (m) (stack base elevation) ⁽²⁾	Altezza del punto di rilascio rispetto al suolo (m) (stack height) ⁽³⁾	Diametro della sezione di efflusso (m) ⁽³⁾
01	Biofiltro E2 att. 1	672134	4950205	17	2,95	2,95
02	Biofiltro E2 att. 2	672146	4950196	17	2,95	2,95
03	Biofiltro E3 att. 1	672161	4950193	17	2,95	2,95
04	Biofiltro E3 att. 2	672175	4950188	17	2,95	2,95
05	Biofiltro E3 fut. 1	672137	4950215	17	9,5	9,5
06	Biofiltro E3 fut. 2	672147	4950202	17	9,5	9,5
07	Biofiltro E3 fut. 3	672162	4950206	17	9,5	9,5
08	Biofiltro E3 fut. 4	672170	4950192	17	9,5	9,5
09	Biofiltro E17	672220	4950186	17	2,0	2,0
10	Biofiltro E23 1	672092	4950317	17	3,0	3,0
11	Biofiltro E23 2	672110	4950310	17	3,0	3,0
12	Biofiltro E23 3	672128	4950303	17	3,0	3,0
13	Biofiltro E23 4	672146	4950296	17	3,0	3,0
14	Biofiltro E24	672232	4950283	17	2,0	2,0
15	Biogas esalato 1	671850	4950400	17	2,0	20
16	Biogas esalato 2	672000	4950350	17	2,0	20
17	Biogas esalato 3	671900	4950250	17	2,0	20
18	Biogas esalato 4	672050	4950150	17	2,0	20
19	Biogas esalato 5	671950	4950100	17	2,0	20
20	Biogas esalato 6	672000	4949950	17	2,0	20
21	Biogas esalato 7	672150	4950050	17	2,0	20
22	Biogas esalato 8	672250	4950150	17	2,0	20
23	Biogas esalato 9	672350	4950250	17	2,0	20
24	ED6 att. non trit.	671868	4950489	17	2,0	20
25	ED6 att. trit.	671836	4950479	17	2,0	20
26	ED1 futuro	671810	4950480	17	2,0	20
27	ED2 futuro	671850	4950500	17	2,0	20
28	ED8 futuro	672214	4950281	17	2,0	20
29	Vasca percolato	672109	4950214	17	0	20

(1) Dati desunti dai documenti cartografici e riferiti al sistema di coordinate definito nel § 4.1.

(2) Dati desunti dai dati orografici specificati nel § 4.3.

(3) Vedasi § 2.2 Tabella 3.

(4) Sono elencate, laddove specificato in § 2.2 Tabella 3, le sub-sorgenti nelle quali sono suddivise le sorgenti elencate nelle tabelle precedenti.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

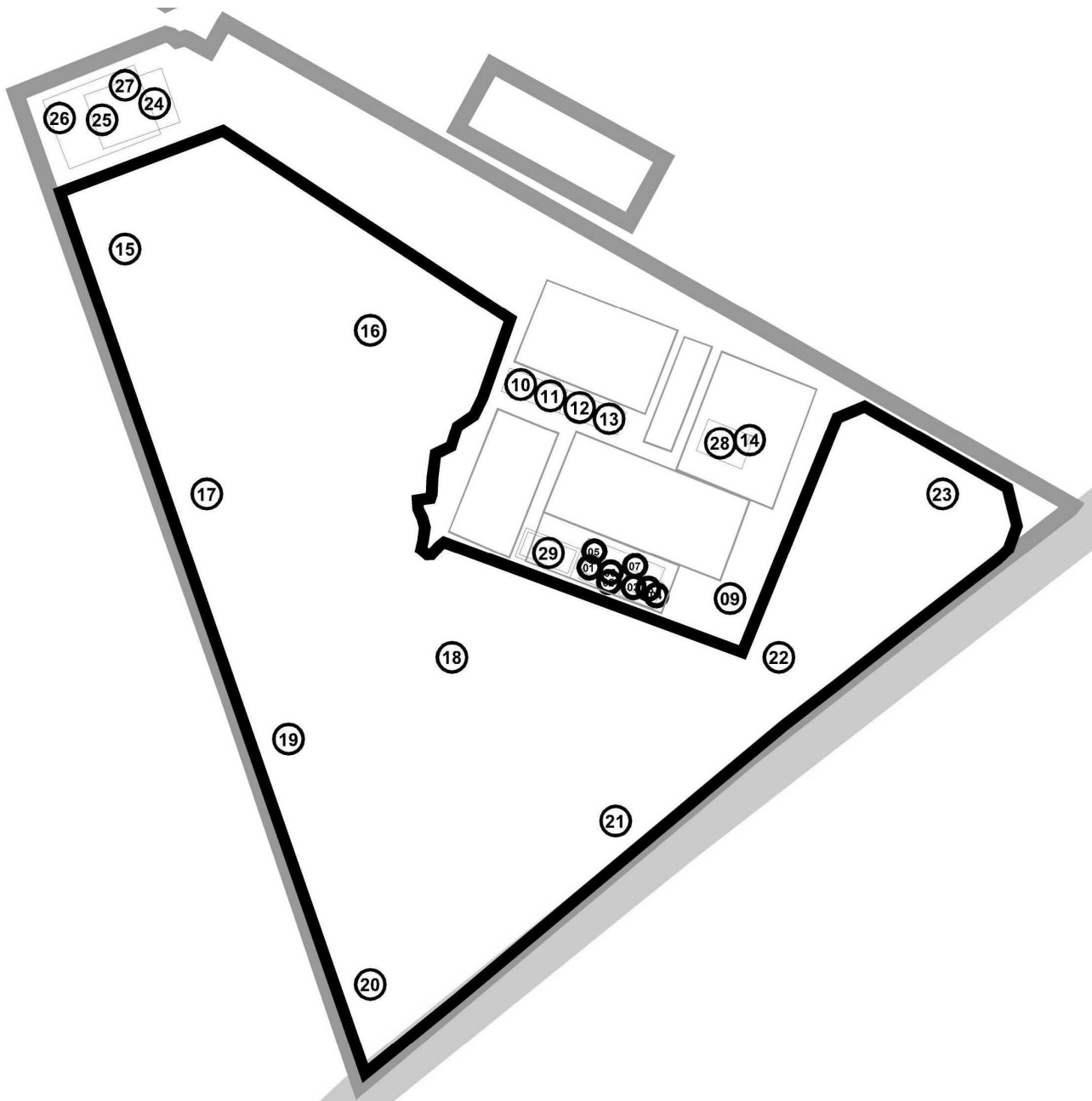


Figura 1. Ubicazione in planimetria delle sorgenti elencate in Tabella 7.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

2.3 Parametri fisici di emissione

Tabella 8. Parametri fisici di emissione delle sorgenti.

Sorgente	Velocità di efflusso (m/s)	Vertical momentum flux factor ⁽²⁾	Temperatura dell'aeriforme emesso (°C)	Applicati gli effetti del building downwash? ⁽⁴⁾
Biofiltro E2 att. 1	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	sì
Biofiltro E2 att. 2	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	sì
Biofiltro E3 att. 1	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	sì
Biofiltro E3 att. 2	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	sì
Biofiltro E3 fut. 1	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	sì
Biofiltro E3 fut. 2	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	sì
Biofiltro E3 fut. 3	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	sì
Biofiltro E3 fut. 4	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	sì
Biofiltro E17	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	sì
Biofiltro E23 1	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	sì
Biofiltro E23 2	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	sì
Biofiltro E23 3	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	sì
Biofiltro E23 4	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	sì
Biofiltro E24	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	sì
Biogas esalato 1	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	no ⁽⁵⁾
Biogas esalato 2	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	no ⁽⁵⁾
Biogas esalato 3	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	no ⁽⁵⁾
Biogas esalato 4	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	no ⁽⁵⁾
Biogas esalato 5	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	no ⁽⁵⁾
Biogas esalato 6	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	no ⁽⁵⁾
Biogas esalato 7	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	no ⁽⁵⁾
Biogas esalato 8	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	no ⁽⁵⁾
Biogas esalato 9	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	no ⁽⁵⁾
ED6 att. non trit.	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	sì
ED6 att. trit.	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	sì
ED1 futuro	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	sì
ED2 futuro	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	sì
ED8 futuro	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	sì
Vasca percolato	trascurabile ⁽¹⁾	0	0 ⁽³⁾	sì

- (1) La velocità di efflusso è trascurabile, ossia non contribuisce in modo apprezzabile al cosiddetto innalzamento meccanico del pennacchio (*momentum rising*). Vedasi § 2.2 Tabella 3.
- (2) Questo fattore è pari rispettivamente a 1 o a 0 quando la componente meccanica che contribuisce all'innalzamento del pennacchio (*momentum rising*) è considerata oppure non è considerata nel modello di dispersione. Vedasi § 2.2 Tabella 3.
- (3) L'aeriforme è emesso a temperatura non significativamente superiore alla temperatura dell'aria esterna, quindi non sono attivi meccanismi di innalzamento del pennacchio per effetto termico (*buoyant rising*). Vedasi § 2.2 Tabella 3.
- (4) CALPUFF permette di scegliere per quali sorgenti sia da attivare l'algoritmo che altera la traiettoria e l'evoluzione dei puff emessi in relazione agli effetti scia generati dagli edifici sopravento alle sorgenti (vedasi § 5.2).
- (5) Benché l'emissione del biogas dalle le zone del corpo di discarica più vicine agli edifici siano potenzialmente soggette agli effetti scia degli edifici stessi, tali eventuali effetti sull'emissione in esame, distribuita in modo realisticamente disomogeneo sulla superficie della discarica, non possono essere adeguatamente simulati mediante l'algoritmo canonico.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

2.4 Portate di odore delle sorgenti

Tabella 9. Portate di odore delle sorgenti nelle simulazioni.

Sorgente	Portata di odore (ou _E /s) Scenario ATTUALE	Portata di odore (ou _E /s) Scenario FUTURO
Biofiltro E2 att. 1	2550 ⁽¹⁾	0
Biofiltro E2 att. 2	2550 ⁽¹⁾	0
Biofiltro E3 att. 1	2550 ⁽¹⁾	0
Biofiltro E3 att. 2	2550 ⁽¹⁾	0
Biofiltro E3 fut. 1	0	3000 ⁽¹⁾
Biofiltro E3 fut. 2	0	3000 ⁽¹⁾
Biofiltro E3 fut. 3	0	3000 ⁽¹⁾
Biofiltro E3 fut. 4	0	3000 ⁽¹⁾
Biofiltro E17	26	0
Biofiltro E23 1	3300 ⁽¹⁾	3300 ⁽¹⁾
Biofiltro E23 2	3300 ⁽¹⁾	3300 ⁽¹⁾
Biofiltro E23 3	3300 ⁽¹⁾	3300 ⁽¹⁾
Biofiltro E23 4	3300 ⁽¹⁾	3300 ⁽¹⁾
Biofiltro E24	1080	0
Biogas esalato 1	690 ⁽¹⁾	690 ⁽¹⁾
Biogas esalato 2	690 ⁽¹⁾	690 ⁽¹⁾
Biogas esalato 3	690 ⁽¹⁾	690 ⁽¹⁾
Biogas esalato 4	690 ⁽¹⁾	690 ⁽¹⁾
Biogas esalato 5	690 ⁽¹⁾	690 ⁽¹⁾
Biogas esalato 6	690 ⁽¹⁾	690 ⁽¹⁾
Biogas esalato 7	690 ⁽¹⁾	690 ⁽¹⁾
Biogas esalato 8	690 ⁽¹⁾	690 ⁽¹⁾
Biogas esalato 9	690 ⁽¹⁾	690 ⁽¹⁾
ED6 att. non trit.	3610	0
ED6 att. trit.	1760	0
ED1 futuro	0	4370
ED2 futuro	0	7200
ED8 futuro	0	2000
Vasca percolato	2480	0

(1) Pari alla portata di odore in § 2.2 Tabella 6 divisa per il numero di sub-sorgenti, come previsto in § 2.2 Tabella 3.

*Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna*

2.5 Variazioni dei parametri di emissione nel dominio temporale di simulazione

Conseguentemente a quanto rilevato in § 2.2 Tabella 3, si assume che nel dominio temporale di simulazione i parametri di emissione (e particolarmente le portate di odore) delle sorgenti di emissione siano soggetti alle variazioni seguenti.

- Per le emissioni diffuse da sorgente estesa areale a ventilazione naturale eolica diretta, la portata di odore cambia, ora dopo ora, in funzione crescente della velocità oraria del vento e della stabilità atmosferica. La portata di odore è ricalcolata secondo la relazione seguente, nella quale: q_{od} è la portata di odore che varia ora per ora; $q_{od,rif}$ è la portata di odore in condizioni di ventilazione di riferimento; WS è la velocità del vento alla quota dell'anemometro; z_{an} è la quota dell'anemometro; H_s è la quota della sorgente; $semiH_WT$ è la semialtezza della camera di ventilazione del sistema Wind Tunnel (0,0325 m); WS_WT è la velocità di riferimento dell'aria nella camera di ventilazione del sistema Wind Tunnel (0,3 m/s); $windexp$ è l'esponente del profilo di velocità calcolato in funzione della classe di stabilità atmosferica oraria; $RADQ$ è la funzione radice quadrata.

$$q_{od} = q_{od,rif} * RADQ(WS * ((H_s + semiH_WT) / z_{an}) ^ windexp) / WS_WT)$$

- Per le emissioni diffuse da sorgente estesa areale a ventilazione naturale eolica indiretta, la portata di odore cambia, ora dopo ora, in funzione crescente della velocità di attrito superficiale (u_*) oraria. La portata di odore è ricalcolata secondo la relazione seguente, nella quale: q_{od} è la portata di odore che varia ora per ora; $q_{od,rif}$ è la portata di odore in condizioni di ventilazione di riferimento; WS_WT è la velocità di riferimento dell'aria nella camera di ventilazione del sistema Wind Tunnel (0,3 m/s); u_* è la velocità di attrito superficiale di quell'ora; $RADQ$ è la funzione radice quadrata.

$$q_{od} = q_{od,rif} * RADQ(u_* / WS_WT)$$

- Per tutte le sorgenti (eccetto i biofiltri, per i quali è stata imposta costante in emissione la concentrazione di odore massima attesa, vedasi Tabella 5) si deve supporre una variazione apparentemente irregolare o di cui non è noto il fenomeno controllante: dalle campagne di monitoraggio olfattometrico eseguite negli anni recenti (Tabella 2) emerge che le concentrazioni di odore dei campioni prelevati dalla medesima sorgente di emissione variano nel tempo. Assumendo che la distribuzione statistica delle concentrazioni di odore in ciascuna emissione sia log-normale (dunque sia normale o gaussiana la distribuzione statistica dei logaritmi delle concentrazioni di odore), per ciascuna sorgente sono calcolate, dai risultati dei monitoraggi olfattometrici citati in Tabella 2, la media (μ) e lo scarto tipo (σ , deviazione standard) dei logaritmi decimali delle concentrazioni di odore (vedasi Tabella 5). Da questi due parametri è costruita la distribuzione statistica delle concentrazioni di odore per ciascuna sorgente nelle ore del dominio temporale di simulazione: sono definite 60 classi dei logaritmi decimali delle concentrazioni di odore, nell'intervallo entro cui è incluso il 98° percentile dei valori ($\mu \pm (2,3 \sigma)$); a ciascuna classe è assegnata una frequenza, o più precisamente un numero di occorrenze, tali che la somma delle occorrenze fra tutte le classi sia pari al numero totale di ore del dominio temporale di simulazione. A ciascuna delle ore del dominio temporale di simulazione è quindi assegnata in modo casuale una delle occorrenze della distribuzione costruita. In questo modo nel dominio temporale di simulazione le concentrazioni di odore orarie da cui sono calcolate le portate di odore orarie sono tali che la media e lo scarto tipo dei logaritmi decimali delle concentrazioni di odore orarie stesse siano pari ai valori in Tabella 5.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

Tabella 10. Variazioni dei parametri di emissione nel dominio temporale di simulazione

Sorgente	Variazioni dei parametri di emissione nel dominio temporale di simulazione
E2 attuale	La portata di odore oraria è costante, pari al valore in Tabella 6
E3 attuale	La portata di odore oraria è costante, pari al valore in Tabella 6
E3 futuro	La portata di odore oraria è costante, pari al valore in Tabella 6
E17	La portata di odore oraria è costante, pari al valore in Tabella 6
E23	La portata di odore oraria è costante, pari al valore in Tabella 6
E24	La portata di odore oraria è costante, pari al valore in Tabella 6
Biogas di discarica esalato	La portata di odore oraria fluttua casualmente intorno al valore in Tabella 6 nel dominio temporale di simulazione in modo da replicare la distribuzione statistica assunta in Tabella 5
ED6 att. - verde non trit.	La portata di odore oraria è ricalcolata (rispetto a quella in Tabella 6) ora per ora: a) in funzione della concentrazione di odore oraria, che fluttua casualmente nel dominio temporale di simulazione in modo da replicare la distribuzione statistica assunta in Tabella 5; b) in funzione della velocità del vento oraria e della classe di stabilità atmosferica oraria
ED6 att. - verde trit.	La portata di odore oraria è ricalcolata (rispetto a quella in Tabella 6) ora per ora: a) in funzione della concentrazione di odore oraria, che fluttua casualmente nel dominio temporale di simulazione in modo da replicare la distribuzione statistica assunta in Tabella 5; b) in funzione della velocità del vento oraria e della classe di stabilità atmosferica oraria
ED1 futuro	La portata di odore oraria è ricalcolata (rispetto a quella in Tabella 6) ora per ora: a) in funzione della concentrazione di odore oraria, che fluttua casualmente nel dominio temporale di simulazione in modo da replicare la distribuzione statistica assunta in Tabella 5; b) in funzione della velocità di attrito superficiale (u_*) oraria. Inoltre la portata di odore è nulla negli orari in cui la sorgente è completamente confinata mediante la chiusura mobile (vedasi Tabella 1), ossia fuori dagli orari di operatività diurna dell'installazione (lun÷sab ore 06:00÷18:00); dunque la portata di odore è nulla nei giorni lun÷sab nelle ore 19÷06 ⁽¹⁾ e nelle intere domeniche.
ED2 futuro	La portata di odore oraria è ricalcolata (rispetto a quella in Tabella 6) ora per ora: a) in funzione della concentrazione di odore oraria, che fluttua casualmente nel dominio temporale di simulazione in modo da replicare la distribuzione statistica assunta in Tabella 5; b) in funzione della velocità di attrito superficiale (u_*) oraria. Inoltre la portata di odore è posta nulla negli orari in cui la sorgente sarà completamente confinata mediante la chiusura mobile (vedasi Tabella 1), ossia fuori dagli orari di operatività diurna dell'installazione (lun÷sab ore 06:00÷18:00); dunque la portata di odore è nulla nei giorni lun÷sab nelle ore 19÷06 ⁽¹⁾ e nelle intere domeniche.
ED8 futuro	La portata di odore oraria è ricalcolata (rispetto a quella in Tabella 6) ora per ora: a) in funzione della concentrazione di odore oraria, che fluttua casualmente nel dominio temporale di simulazione in modo da replicare la distribuzione statistica assunta in Tabella 5; b) in funzione della velocità di attrito superficiale (u_*) oraria
Vasca percolato	La portata di odore oraria è ricalcolata (rispetto a quella in Tabella 6) ora per ora: a) in funzione della concentrazione di odore oraria, che fluttua casualmente nel dominio temporale di simulazione in modo da replicare la distribuzione statistica assunta in Tabella 5; b) in funzione della velocità del vento oraria e della classe di stabilità atmosferica oraria

(1) Orari espressi secondo la convenzione 0÷23 "ending time" richiamata nel § 3.2 e nell'ora legale corrente (CET o CEST). Poiché i dati meteo sono invece riferiti per tutto l'anno invariabilmente al fuso orario specificato nel § 3.2, gli orari di attività qui riportati sono stati convertiti, ove necessario, nel fuso impiegato nelle simulazioni.

Nell'Allegato 8 alcuni grafici illustrano la variazione della portata di odore delle sorgenti di emissione lungo il dominio temporale di simulazione: le figure da 8.01 a 8.04 si riferiscono allo scenario emissivo attuale (scenario 1), mentre le figure da 8.05 a 8.08 si riferiscono allo scenario emissivo futuro (scenario 2). Più in dettaglio nell'allegato sono riportate le figure seguenti.

- La Figura 8.01 mostra la distribuzione di frequenza della portata di odore complessiva delle sorgenti "ED6 att. - verde non trit." + "ED6 att. - verde trit." future nello scenario attuale, ossia la frequenza relativa (espressa come numero di ore) dei valori di portata di odore, opportunamente raggruppati in classi. Il massimo della distribuzione di frequenza (moda) è intorno a 4'000 ou_E/s, ma lungo il dominio temporale di simulazione le portate di odore orarie complessive di queste sorgenti sono superiori a 80'000 ou_E/s. Per queste sorgenti, come specificato in Tabella 10, la portata di odore varia per l'effetto combinato delle fluttuazioni casuali e della dipendenza della portata di odore dalla velocità del vento. La distribuzione ha quindi un aspetto approssimativamente log-normale, per effetto delle fluttuazioni della concentrazione di odore dell'emissione.
- La Figura 8.02 mostra gli andamenti della portata di odore oraria secondo il mese e il giorno delle medesime sorgenti della figura precedente. Poiché gli effetti delle fluttuazioni orarie delle concentrazioni di odore imposte nelle simulazioni si annullano quando si calcolino le medie, la portata di odore media in

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

figura ha un andamento simile a quello della velocità del vento (Allegato 4 Figura 4.02), alterato dal fatto che la dipendenza funzionale non è lineare e coinvolge anche la classe di stabilità atmosferica.

- La Figura 8.03 evidenzia gli andamenti ciclici giornalieri e i contributi relativi delle diverse sorgenti nello scenario attuale, perché rappresenta le medie annue delle portate di odore, aggregate per ora del giorno. Le portate di odore dei biofiltri sono costanti durante il giorno; anche le portate di odore del biogas esalato sono quasi costanti durante il giorno (salvo la fluttuazione casuale, che si smorza calcolando qui la media); invece le portate di odore delle sorgenti a ventilazione eolica naturale crescono durante il giorno con la velocità del vento.
- La Figura 8.04 rappresenta il massimo giornaliero della portata di odore totale oraria nello scenario attuale, per ciascun giorno del dominio temporale di simulazione; sul grafico è visibile anche il contributo delle diverse sorgenti al massimo giornaliero. Sulle ascisse si leggono le date del dominio temporale di simulazione (vedasi § 3.2). Eccetto i biofiltri, le portate di odore fluttuano per effetto delle assunzioni dettagliate in Tabella 10; per effetto di queste fluttuazioni, mentre le portate di odore totali dei biofiltri costituiscono, in termini di media annua, circa metà della portata di odore totale emessa (Figura 8.03), si osserva qui come invece in alcune ore dell'anno le portate di odore delle sorgenti con portata "fluttuante" siano molto maggiori delle portate di odore dei biofiltri.
- La Figura 8.05 mostra la distribuzione di frequenza della portata di odore complessiva delle sorgenti ED1 + ED2 + ED8 nello scenario emissivo futuro, ossia la frequenza relativa (espressa come numero di ore) dei valori di portata di odore, opportunamente raggruppati in classi. Il massimo della distribuzione di frequenza (moda) è intorno a 2'000 ou_E/s, ma lungo il dominio temporale di simulazione le portate di odore orarie complessive di queste sorgenti sono superiori a 60'000 ou_E/s. Per queste sorgenti, come specificato in Tabella 10, la portata di odore varia per l'effetto combinato delle fluttuazioni casuali e della dipendenza della portata di odore dalla velocità di attrito superficiale. Inoltre le portate di odore delle sorgenti ED1 e ED2 sono nulle nelle ore notturne. Per queste ragioni la moda intorno a 2000 ou_E/s corrisponde alle ore in cui ED1 e ED2 sono disattive, mentre la restante parte della distribuzione ha un aspetto approssimativamente log-normale, per effetto delle fluttuazioni della concentrazione di odore dell'emissione.
- La Figura 8.06 mostra gli andamenti della portata di odore oraria secondo il mese e il giorno delle medesime sorgenti della figura precedente. Poiché gli effetti delle fluttuazioni orarie delle concentrazioni di odore imposte nelle simulazioni si annullano quando si calcolino le medie, la portata di odore media in figura ha un andamento più simile a quello della velocità di attrito superficiale (Allegato 4 Figura 4.04), ad eccezione delle ore notturne in cui ED1 e ED2 sono disattive e la portata di odore è quindi molto minore.
- La Figura 8.07 evidenzia gli andamenti ciclici giornalieri e i contributi relativi delle diverse sorgenti nello scenario futuro, perché rappresenta le medie annue delle portate di odore, aggregate per ora del giorno. Le portate di odore dei biofiltri sono costanti durante il giorno; anche le portate di odore del biogas esalato sono quasi costanti durante il giorno (salvo la fluttuazione casuale, che si smorza calcolando qui la media); invece le portate di odore delle sorgenti a ventilazione eolica naturale crescono durante il giorno con la velocità di attrito superficiale e si nota la riduzione notturna della portata con ED1 ED2 disattive.
- La Figura 8.08 rappresenta il massimo giornaliero della portata di odore totale oraria nello scenario futuro, per ciascun giorno del dominio temporale di simulazione; sul grafico è visibile anche il contributo delle diverse sorgenti al massimo giornaliero. Sulle ascisse si leggono le date del dominio temporale di simulazione (vedasi § 3.2). Eccetto i biofiltri, le portate di odore fluttuano per effetto delle assunzioni dettagliate in Tabella 10; per effetto di queste fluttuazioni, mentre le portate di odore totali dei biofiltri costituiscono, in termini di media annua, circa metà della portata di odore totale emessa (Figura 8.07), si osserva qui come invece in alcune ore dell'anno le portate di odore delle sorgenti con portata "fluttuante" siano molto maggiori delle portate di odore dei biofiltri.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

3. Scenario micrometeorologico

3.1 Dati meteorologici in ingresso

Tabella 11. Dati meteorologici LAMA acquisiti per le elaborazioni del presente studio.

<i>Fornitore dei dati</i>	ARPAE Emilia Romagna, Servizio Idro-Meteo-Clima, Viale Silvani 6, 40122 Bologna; i dati sono stati trasmessi in data 30/07/2015 con repertorio 173/2015
<i>Tipo di dati</i>	Dati meteorologici LAMA: dati ottenuti da ARPAE-SIM tramite modello COSMO su un dominio che copre l'intero territorio italiano, elaborando osservazioni provenienti da radiosondaggi, misure da aerei e boe oceanografiche, dati da satellite, dati dalle osservazioni superficiali. Per i dettagli si rimanda al documento "Le analisi meteorologiche di ARPA-SIM: costruzione del dataset LAMA" scaricabile dal sito web ARPAE-SIM (www.arpae.it/sim).
<i>Risoluzione della griglia originale</i>	circa 7 km
<i>Coordinate del centro della cella meteorologica</i>	44,6798° N, 11,2007° E; ossia 674413 m E, 4949737 m N, nel sistema di coordinate indicato nel § 4.1; il punto è circa fra via Romitta, via Cavamento e la SP 83, in comune di San Giovanni in Persiceto (BO)
<i>Distanza fra il centro della cella e il centro dell'installazione</i>	2 km
<i>Livelli del profilo verticale</i>	20 livelli: 10, 34, 69, 116, 178, 258, 357, 476, 617, 781, 968, 1180, 1417, 1679, 1968, 2285, 2629, 3001, 3400, 3829 m dal livello del terreno
<i>Quota (media) del terreno nella cella</i>	24,7 m s.l.m.
<i>Quota effettiva del terreno nel centro della cella</i>	13 m s.l.m.
<i>Passo temporale dei dati meteo</i>	Orario (3600 secondi)
<i>Fuso orario (time zone)</i>	UTC+0000
<i>Periodo</i>	Intero anno 2014, dal 01/01/2014 al 31/12/2014
<i>Formato dei dati</i>	I dati LAMA sono contenuti in un unico file di testo, con un record per ogni ora
<i>Elaborazione della base dati</i>	Il dataset LAMA è prodotto tramite il modello COSMO, integrato con alcuni ulteriori parametri (velocità di attrito, lunghezza di Monin-Obukhov, altezza di rimescolamento, classe di stabilità) mediante il pre-processore meteorologico del modello chimico e di trasporto Chimere

Tabella 12. Parametri meteorologici.

Parametro meteorologico	Fonte	Passo temporale	Unità di misura
Pressione atmosferica dell'aria, incluso profilo verticale ⁽¹⁾	LAMA ⁽²⁾	orario	Pa
Temperatura dell'aria, incluso profilo verticale ⁽¹⁾	LAMA ⁽²⁾	orario	K
Velocità scalare del vento, incluso profilo verticale ⁽¹⁾	LAMA ⁽²⁾	orario	m/s
Direzione di provenienza del vento, incluso profilo verticale ⁽¹⁾	LAMA ⁽²⁾	orario	gradi nord
Copertura nuvolosa totale	LAMA ⁽²⁾	orario	%
Radiazione visibile netta	LAMA ⁽²⁾	orario	W/m ²
Radiazione infrarossa netta	LAMA ⁽²⁾	orario	W/m ²
Flusso di calore latente	LAMA ⁽²⁾	orario	W/m ²
Flusso di calore sensibile	LAMA ⁽²⁾	orario	W/m ²
Classe di stabilità	LAMA ⁽²⁾	orario	da 1 a 6
Velocità di attrito superficiale o friction velocity	LAMA ⁽²⁾	orario	m/s
Altezza di rimescolamento	LAMA ⁽²⁾	orario	m
Lunghezza di Monin-Obukhov	LAMA ⁽²⁾	orario	m
Velocità convettiva di scala	LAMA ⁽²⁾	orario	m/s

(1) Il parametro è noto per tutti i livelli del profilo verticale elencati in Tabella 11.

(2) Il parametro proviene dal dataset LAMA di ARPAE-SIM, vedasi Tabella 11.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

3.2 Dominio temporale di simulazione e convenzioni temporali

Tabella 13. Dominio temporale di simulazione e convenzioni temporali.

Estensione del dominio temporale di simulazione	Anno 2014 completo (01/01/2014 - 31/12/2014) ⁽¹⁾
Fuso orario (time zone) nei dati meteo	ABTZ = UTC+0000
Fuso orario (time zone) nelle simulazioni di dispersione	ABTZ = UTC+0000
Passo temporale (modelling time-step)	1 ora (NSECDT = 3600 s) ⁽²⁾
Numero di ore del dominio temporale di simulazione	IRLG = 8760 ore (= 24 ore * 365 giorni)
Convenzione nell'espressione degli orari	00÷23, "ending time" ⁽³⁾

(1) Vedasi Tabella 11.

(2) Il file di input meteo delle simulazioni è costituito dalla sequenza ininterrotta di dati meteorologici orari, affinché le simulazioni restituiscano le concentrazioni di inquinante al suolo per ogni singola ora, così da poter esprimere numericamente l'esposizione mediante un assegnato percentile delle concentrazioni orarie di inquinante.

(3) Secondo questa convenzione, un valore di ora rappresenta i 60 minuti precedenti l'istante di scatto dell'ora: ad esempio, l'ora 16 indica i 60 minuti fra le 15:00 e le 16:00; l'ora 00 rappresenta i 60 minuti fra le ore 23:00 del giorno precedente e la mezzanotte. Questa è la convenzione adottata anche nell'espressione degli orari negli allegati di illustrazione dei dati meteorologici (§ 3.6).

3.3 Normalizzazione dei dati meteorologici grezzi

3.3.1 Copertura delle vacanze

Nel set di dati meteo impiegato alcuni valori orari dei parametri sono assenti o invalidi, nelle percentuali seguenti.

Tabella 14. Percentuale di dati meteorologici non validi, secondo il mese del dominio temporale di simulazione.

Parametro meteo	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	globale
Pressione (3D)	0%	0%	<0,1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	<0,1%
Temperatura dell'aria (3D)	0%	0%	<0,1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	<0,1%
Velocità del vento (3D)	0%	0%	<0,1%	0%	0%	0%	<0,1%	0%	0%	0%	0%	0%	<0,1%
Direzione del vento (3D)	0%	0%	<0,1%	0%	0%	0%	<0,1%	0%	0%	0%	0%	0%	<0,1%
Copertura nuvolosa totale	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Radiazione visibile netta	0%	0%	0,3%	0%	0,4%	0%	0,3%	0%	0%	0%	0%	0%	0,1%
Flusso di calore sensibile	0%	0%	0%	0%	0,1%	0%	0,3%	0%	0%	0%	0%	0%	<0,1%
Classe di stabilità	0%	0%	0,3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	<0,1%
Velocità di attrito superficiale	0%	0%	3,1%	0%	0%	1,8%	3,4%	0%	0%	0%	0%	0%	0,7%
Altezza di rimescolamento	0%	0%	3,1%	0%	0%	1,8%	3,4%	0%	0%	0%	0%	0%	0,7%
Lunghezza Monin-Obukhov	0%	0%	0,4%	0%	0%	1,7%	0,4%	0%	0%	0%	0%	0%	0,2%
Velocità convettiva di scala	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Le vacanze presenti nei dati aventi durata inferiore a 4 ore (o 2 ore per i dati di radiazione solare) sono state completate per interpolazione lineare fra i due dati validi adiacenti. Le vacanze più ampie sono state completate rimpiazzando ciascun dato orario vacante con il dato medio secondo il mese e l'ora per quel parametro, calcolato dall'intero insieme di dati validi.

3.4 Calcolo del campo di vento tridimensionale e dei parametri di turbolenza

I dati meteorologici menzionati nel § 3.1 sono stati elaborati per il calcolo del campo di vento tridimensionale e delle variabili micrometeorologiche (parametri di turbolenza).

Tabella 15. Calcolo del campo di vento tridimensionale e dei parametri di turbolenza.

Software impiegato	CALMET, version 6.334, level 110421 (CALMET è un componente del sistema modellistico CALPUFF, vedasi § 5.1)
Dati meteo superficiali in input	Dati descritti nel § 3.1, riformattati nel file di tipo "surf.dat"
Dati meteo di profilo in input	Dati descritti nel § 3.1, riformattati nel file di tipo "up.dat"
Periodo	Come specificato nel § 3.2
Passo temporale dei dati di output	1 ora (NSECDT = 3600 s)
Fuso orario (Time zone)	ABTZ = UTC+0000 (ossia gli orari nei dati meteo sono nel fuso UTC)
Griglia di calcolo orizzontale	La griglia (incluse le quote orografiche e l'uso del suolo) è quella descritta nel § 4.2
Livelli (m) verticali (cell face height) ⁽¹⁾	ZFACE = 20, 48, 90, 142, 214, 302, 412, 540, 694, 868, 1068, 2500
Elaborazione del campo di vento	IWFCOD = 1 (Diagnostic wind module)

(1) Ogni livello è la quota della faccia superiore della cella, espressa in termini di coordinate verticali terrain-following. La quota del centro della cella del primo livello (ZFACE = 20) è dunque a 10 m dal suolo.

*Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna*

3.5 Post-elaborazioni dei campi meteorologici tridimensionali

Dai dati prodotti in output come descritto nel § 3.4 sono stati estratti esemplificativamente i dati di un nodo di griglia, affinché fosse possibile produrre dei grafici illustrativi degli andamenti (questi saranno commentati nel § 3.6 e seguenti).

Tabella 16. Post-elaborazioni dei campi meteorologici tridimensionali.

<i>Software impiegato</i>	PRTMET, version 4.495, level 110225 (PRTMET è un componente del sistema modellistico CALPUFF, vedasi § 5.1)
<i>Dati meteorologici in input</i>	File di tipo calmet.met, prodotto in output da CALMET (vedasi § 3.4)
<i>Periodo</i>	Come specificato nel § 3.2
<i>Passo temporale dei dati di output</i>	1 ora (NSECDT = 3600 s)
<i>Fuso orario (Time zone)</i>	ABTZ = UTC+0000 (ossia gli orari nei dati meteo sono nel fuso UTC)
<i>Nodo di griglia scelto</i>	Il nodo di griglia più vicino al centro dell'installazione, vedasi § 4.2 Tabella 18
<i>Livelli (m) verticali</i>	Tutti quelli indicati in Tabella 15. In particolare sono stati estrapolati i parametri del primo livello (in cui centro è a 10 m dal suolo, vedasi nota di Tabella 15).

3.6 Analisi degli andamenti dei parametri meteorologici

3.6.1 Convenzioni adottate nell'accorpamento temporale dei parametri meteorologici

I valori delle ore che compaiono negli allegati seguono le convenzioni specificate nel § 3.2.

Le ore della giornata sono accorpate in "notte" e "di" assumendo come "di" il periodo compreso fra un'ora dopo l'alba fino ad un'ora prima del tramonto. Poiché il set di dati di ciascun parametro meteorologico è una successione discreta di valori orari, si assume nel presente studio che un'ora del mattino appartiene al "di" se la transizione fra notte e di (ossia il momento un'ora dopo l'alba) avviene prima della metà dell'ora stessa; allo stesso modo, un'ora della sera appartiene al "di" se la transizione fra di e notte (ossia il momento un'ora prima del tramonto) avviene oltre la metà dell'ora stessa. Questa condizione è stata tradotta (con una trascurabile approssimazione) assumendo che siano ore del "di" tutte le ore al centro delle quali l'elevazione solare è maggiore di 0,154.

Seguendo la consueta convenzione adottata in meteorologia, le stagioni hanno inizio il primo giorno del mese in cui avviene il cambiamento di stagione astronomica. Ad esempio, l'inverno inizia il primo di dicembre e termina l'ultimo giorno (28 o 29) di febbraio.

Per quanto riguarda le direzioni del vento, è rappresentato il vettore del vento invece della direzione di provenienza (vedasi anche § 3.6.3).

3.6.2 Allegato 2. Profili verticali dei parametri meteorologici orari

In allegato alcuni grafici illustrano le elaborazioni statistiche dei dati del profilo verticale dei parametri meteorologici orari, ossia le elaborazioni statistiche dei parametri ottenuti dalle elaborazioni descritte nel § 3.5 e per i quali è disponibile il profilo verticale atmosferico (vedasi § 3.1).

La Figura 2.01 è la distribuzione di frequenza dei vettori di direzione del vento orari, per ciascun livello del profilo verticale atmosferico.

- La distribuzione dei vettori di direzione al primo livello (il livello più prossimo al suolo) è congruente con quanto osservato nell'Allegato 3 Figura 3.01 (§ 3.6.3).
- Nei livelli inferiori, fino a 300 m, il vettore della direzione verso E ruota leggermente in senso orario, verso ESE.
- Alle quote > 150 m cresce la frequenza del vettore verso WSW e W.
- Nei dati forniti, alle quote > 1000 m predomina via via il vettore verso NE e ENE ("westerlies" dell'emisfero boreale), mentre l'altro vettore prevalente ruota in senso antiorario e a circa 3500 m è verso S.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

La Figura 2.02 è il profilo verticale medio della velocità del vento oraria.

- Nei livelli inferiori (< 300 m) la velocità del vento media annua cresce con la quota approssimativamente secondo una potenza 0,173.
- Nei livelli superiori la velocità del vento media cresce approssimativamente in modo lineare (circa con pendenza 0,2 m/s ogni 100 m), ma alle quote 300÷1000 m la curva mostra delle irregolarità che rispecchiano la complessità del fenomeno a queste quote. Precisamente, intorno ai 400 m c'è un punto di flesso e intorno ai 900 m un secondo punto di flesso.

La Figura 2.03 è la distribuzione di frequenza delle classi di velocità del vento oraria, per ciascun livello del profilo verticale atmosferico.

- Velocità prossime allo zero sono via via meno frequenti al crescere della quota.
- Nei livelli < 100 m l'intera distribuzione quasi trasla verso le velocità maggiori (aumento della moda).
- Nell'intervallo 100÷600 m il massimo della distribuzione di frequenza (moda) cresce debolmente con la quota e rimane quasi omogeneo intorno a circa 3,5 m/s. Però in questo intervallo cresce la frequenza delle classi di velocità superiori.
- Alle quote > 600 m la moda delle velocità del vento riprende a crescere più velocemente.

La Figura 2.04 è la media della velocità del vento oraria accorpata per ora del giorno e per livello del profilo verticale.

- Nelle ore notturne (19÷05) la velocità del vento cresce con la quota rapidamente nei livelli < 100 m, più lentamente nei livelli 100÷700 m e di nuovo rapidamente nei livelli > 700 m.
- Nelle ore centrali del giorno la velocità cresce con la quota debolmente alle quote < 500 m (come effetto del rimescolamento convettivo); oltre i 500 m la velocità del vento cresce più rapidamente.
- Alle quote > 1000 m la velocità del vento è circa costante durante tutto il giorno.

La Figura 2.05 è la media della velocità del vento oraria accorpata per mese e per livello del profilo verticale.

- Fra mesi freddi e mesi caldi si ripropone lo stesso fenomeno osservato nella figura precedente fra ore notturne o ore diurne, dovuto al rimescolamento convettivo.

La Figura 2.06 è il profilo verticale medio della temperatura dell'aria oraria.

- Fra i primi due livelli si osserva (benché solo in termini di media annua) una temperatura omogenea.
- Ai livelli > 200 m la temperatura dell'aria media annua al crescere della quota decresce circa linearmente.

La Figura 2.07 è la distribuzione di frequenza della temperatura dell'aria, per ciascun livello del profilo verticale atmosferico.

- Alle quote qui rappresentate la distribuzione è bimodale, con un massimo assoluto della frequenza intorno a +19 °C e un massimo relativo secondario intorno a +6 °C. Questa distribuzione è probabilmente prodotta dalla combinazione fra l'andamento ciclico giornaliero (Figura 2.08: ore diurne calde e ore notturne fredde) e l'andamento ciclico annuo (Figura 2.09: ore estive calde e ore invernali fredde).
- Alle quote < 300 m la temperatura è circa omogenea con la quota, mentre solo alle quote superiori l'andamento è chiaramente decrescente.
- Alle quote > 1000 m (qui non rappresentate), la distribuzione diventa unimodale.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

La Figura 2.08 è la media della temperatura dell'aria oraria accorpata per ora del giorno e per livello del profilo verticale atmosferico.

- Ai livelli < 500 m la temperatura ha una marcata evoluzione diurna, dovuta al calore sensibile rilasciato dal suolo all'aria per effetto dell'irraggiamento solare.
- Nelle ore diurne (06÷17) il massimo è al suolo (10 m) e la temperatura è monotona decrescente con la quota.
- Nelle ore notturne (19÷05) vi è l'inversione termica fra l'aria (più fredda) vicino al suolo e quella più calda sovrastante.
- Alle quote vicine al suolo il minimo giornaliero della temperatura è intorno all'ora 05; questo minimo al crescere della quota ritarda gradualmente, ponendosi all'ora 07 a circa 500 m.
- Oltre i 1000 m la temperatura media dell'aria è circa costante lungo tutta la giornata (ossia non risente della convettività diurna), e decresce rapidamente con la quota.

La Figura 2.09 è la media della temperatura dell'aria oraria accorpata per mese e per livello del profilo verticale atmosferico.

- L'evoluzione stagionale connessa all'irraggiamento solare è evidente a tutte le quote.

3.6.3 Allegato 3. Rose dei vettori di direzione del vento orari

In allegato sono illustrate le rose dei vettori del vento ottenute dai dati prodotti dalle post-elaborazioni descritte nel § 3.5. In particolare i grafici sono ottenuti dai valori estratti dal primo livello verticale (10 m dal suolo).

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

La Figura 3.01 è la rosa generale dei vettori di direzione del vento orari a 10 m dal suolo.

- Il vento con frequenza massima è con provenienza da W e vettore diretto verso E. Sono in generale molto frequenti i venti diretti verso il settore comprendente ENE, E e ESE.
- Sono frequenti anche i venti nel verso opposto, ossia da E verso W.

La Figura 3.02 è la rosa dei vettori di direzione del vento orari secondo l'alternanza di notte e dì.

- I venti verso i quadranti orientali e settentrionali sono più frequenti nelle ore notturne.
- I venti verso i quadranti occidentali (precisamente il settore compreso, in senso orario, fra SW e W) sono più frequenti nelle ore diurne.

La Figura 3.03 è la rosa dei vettori di direzione del vento orari secondo la stagione.

- In inverno i venti verso i quadranti orientali (E e ESE) sono più frequenti.
- Fra le altre stagioni non vi sono differenze marcate.

La Figura 3.04 è la rosa dei vettori di direzione del vento orari secondo la stagione e secondo l'alternanza di notte e dì.

- I venti verso E e ESE sono molto più frequenti nelle notti d'inverno.
- I venti verso WSW e W sono più frequenti nei dì d'estate e primavera.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

- Nelle notti d'estate il vettore più frequente è verso ENE.

La Figura 3.05 è la rosa dei vettori di direzione del vento orari secondo la velocità del vento oraria.

- I venti più intensi (> 3 m/s) sono più frequenti verso i quadranti occidentali.
- In generale i venti più intensi si dispongono prevalentemente sull'asse est-ovest.
- I venti verso NE, ENE, SE, SSE, S sono mediamente più deboli.

La Figura 3.06 è la frequenza delle classi di velocità del vento oraria secondo l'ora del giorno.

- Per gran parte della giornata la moda della velocità del vento è intorno a $1\div 2$ m/s.
- Nelle ore del primo pomeriggio si osserva un modesto ma generale aumento delle velocità.

La Figura 3.07 è la rosa dei vettori di direzione del vento orari secondo la fascia oraria.

- I venti notturni e del mattino verso i quadranti orientali e settentrionali si alternano ai venti diurni e serali verso i quadranti occidentali e meridionali.
- I venti verso WNW e NW hanno frequenza massima nelle ore serali.

La Figura 3.08 è la mappa delle frequenze dei vettori di direzione del vento orari, secondo l'ora del giorno. Sulle ascisse è la direzione verso cui il vento è diretto e sulle ordinate l'ora del giorno.

- I venti verso ENE e E hanno frequenza massima nell'intervallo di ore $00\div 07$.
- Durante il mattino il vettore prevalente ruota in senso orario: nelle ore $08\div 12$ il vettore con frequenza massima è verso ESE.
- Nelle ore $10\div 20$ hanno frequenza confrontabile sia i venti verso E e ESE che i venti verso il settore compreso, in senso orario, fra SW e WNW.
- Nel primo pomeriggio (ore $14\div 17$) il vettore più frequente è verso W.

Le Figure 3.09a, 3.09b, 3.09c e 3.09d sono le rose dei vettori di direzione del vento orari secondo le fasce orarie (analoghe alla Figura 3.07) in ciascuna stagione.

- In primavera e estate (Figura 3.09b e Figura 3.09c) l'alternanza fra venti diurni verso i quadranti occidentali e venti notturni verso i quadranti orientali è marcata.

La Figura 3.10 è la mappa delle frequenze dei vettori di direzione del vento orari, secondo il mese dell'anno.

- La frequenza dei venti verso NW è massima a maggio.

3.6.4 Allegato 4. Medie dei parametri meteorologici orari, secondo il mese e l'ora

In allegato sono illustrati gli andamenti dei parametri meteorologici orari secondo il mese e l'ora del giorno, ottenuti dai dati prodotti dalle post-elaborazioni descritte nel § 3.5.

La Figura 4.01 è il grafico delle medie della temperatura dell'aria oraria a 10 m dal suolo, secondo il mese e l'ora.

- L'andamento della temperatura nel ciclo giornaliero, nei diversi mesi, è regolare.

La Figura 4.02 è il grafico delle medie della velocità del vento oraria a 10 m dal suolo, secondo il mese e l'ora.

- Nella maggior parte dei mesi dell'anno l'aumento diurno della velocità del vento è debole; è marcato solo a marzo.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

La Figura 4.03 è il grafico delle medie della lunghezza di Monin-Obukhov oraria, secondo il mese e l'ora.

- Il parametro è mediamente negativo (atmosfera instabile) nelle ore diurne, positivo (atmosfera stabile) nelle ore notturne.

La Figura 4.04 è il grafico delle medie della velocità di attrito superficiale oraria, secondo il mese e l'ora.

- Rispetto alla velocità del vento, qui l'incremento diurno dovuto alla convettività è spiccato, in tutti i mesi.

La Figura 4.06 è il grafico dell'altezza di mescolamento (o altezza di rimescolamento o altezza dello strato limite atmosferico) oraria, secondo il mese e l'ora.

- L'andamento è regolare: nelle ore notturne l'altezza di mescolamento è circa proporzionale alla velocità del vento; dopo l'alba l'altezza di mescolamento cresce fino al suo massimo prima del tramonto, poi decresce bruscamente.

3.6.5 Allegato 5. Medie, minimi e massimi dei parametri meteorologici orari

In allegato sono illustrati gli andamenti dei parametri meteorologici orari secondo il mese e l'ora del giorno, ottenuti dai dati prodotti dalle post-elaborazioni descritte nel § 3.5.

La Figura 5.01 è il grafico di medie, minimi e massimi della temperatura dell'aria oraria a 10 m dal suolo.

- L'andamento è abbastanza regolare.
- Il massimo assoluto e il massimo delle medie mensili della temperatura sono a luglio.
- Il minimo assoluto e il minimo delle medie mensili della temperatura sono a dicembre.

La Figura 5.02 è il grafico di medie, minimi e massimi della velocità del vento oraria a 10 m dal suolo.

- Nei mesi fra agosto e gennaio la velocità del vento media mensile è inferiore rispetto agli altri mesi.
- Il massimo delle medie mensili della velocità del vento è a maggio.

3.6.6 Allegato 6. Distribuzione di frequenza della velocità del vento oraria

La Figura 6.01 è la distribuzione di frequenza della velocità del vento oraria, sull'intero dominio temporale di simulazione. I valori sono ottenuti dai dati prodotti dalle post-elaborazioni descritte nel § 3.5, in particolare dai valori estratti dal primo livello verticale (10 m dal suolo).

- Le calme di vento (ossia le ore durante le quali la velocità del vento oraria è inferiore alla soglia indicata nel § 5.3) rappresentano lo 0,57% delle ore appartenenti al dominio temporale di simulazione.
- La distribuzione di frequenza delle velocità del vento orarie è approssimativamente log-normale.
- Il massimo della distribuzione (moda) è nella classe di velocità del vento 1,4 m/s.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

4. Descrizione del territorio

4.1 Sistema di coordinate planimetriche

Tabella 17. Sistema di coordinate planimetriche impiegato nel presente studio.

<i>Sistema</i>	UTM (Universal Transverse of Mercatore)
<i>Datum</i>	WGS-84 (World Geodetic System 1984) - ETRS89-ETRF89
<i>Fuso</i>	32
<i>Zona</i>	Emisfero nord, zona T

4.2 Griglia di recettori di calcolo

Tabella 18. Coordinate planimetriche per l'inquadratura generale del sito oggetto delle simulazioni.

	Coordinata X (m)	Coordinata Y (m)
Estremo sudovest del dominio spaziale di simulazione (lower-left corner della griglia di calcolo)	669400	4945200
Estremo nordest del dominio spaziale di simulazione (upper-right corner della griglia di calcolo)	676000	4951800
Estremo sudovest dell'area dell'installazione	671750	4949900
Estremo nordest dell'area dell'installazione	672450	4950550
Nodo di griglia più vicino al centro approssimativo dell'installazione	672200	4950200

Tabella 19. Griglia di recettori di calcolo stesa sul dominio spaziale di simulazione.

<i>Dimensione della griglia di recettori di calcolo</i>	(X) 6600 m, (Y) 6600 m
<i>Passo della griglia di recettori di calcolo (lungo X e lungo Y)</i>	200 m
<i>Computational grid spacing</i>	200 m (DGRIDKM = 0,2 km)
<i>Numero di punti recettori di calcolo (nodi della griglia di calcolo)</i>	$NX \times NY = 34 \times 34 = 1156$
<i>Altezza del recettore di calcolo rispetto al suolo</i>	2 m

Tabella 20. Territori comunali circostanti all'installazione.

Comune	Comune in cui è ubicata l'installazione	Completamente incluso nella griglia di recettori	Parzialmente incluso nella griglia di recettori	Completamente esterno alla griglia di recettori ⁽¹⁾
Sant'Agata Bolognese (BO)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
San Giovanni in Persiceto (BO)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Crevalcore (BO)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sala Bolognese (BO)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Castello d'Argile (BO)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Castelfranco Emilia (MO)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

- (1) Questi territori comunali sono esterni alla griglia di recettori non per opinabile scelta, ma perché necessariamente la griglia di recettori deve avere dimensioni finite, tali da contenere entro termini accettabili i tempi di calcolo, per mantenendo la conformità ai requisiti circa la definizione dei ricettori sensibili previsti nel § 7 dell'Allegato 1 delle Linee guida di Regione Lombardia.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

Tabella 21. Località circostanti all'installazione.

Comune di appartenenza	Località	Tipo di località (classificazione ISTAT) ⁽²⁾	Completamente incluso nella griglia di recettori	Parzialmente incluso nella griglia di recettori	Completamente esterno alla griglia di recettori ⁽¹⁾
Sant'Agata Bol.	Sant'Agata Bolognese	centro abitato base	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sant'Agata Bol.	Crocetta	centro abitato base	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sant'Agata Bol.	Colombarone	non censita ⁽⁴⁾	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sant'Agata Bol.	Molino di Valbona	non censita ⁽⁴⁾	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
San Giovanni in P.	San Giovanni in P.	centro abitato base	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
San Giovanni in P.	Due Santi - Piolino	centro abitato base	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
San Giovanni in P.	Amola del Piano ⁽³⁾	non censita ⁽³⁾	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
San Giovanni in P.	Barchessa	non censita ⁽⁴⁾	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
San Giovanni in P.	Biancolina	centro abitato base	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
San Giovanni in P.	Decima	centro abitato base	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
San Giovanni in P.	Tassinara	nucleo abitato normale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
San Giovanni in P.	Zenerigolo	nucleo speciale - chiesa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
San Giovanni in P.	Lorenzatico	nucleo speciale sottosoglia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

(1) Vale quanto esposto nella nota di Tabella 20.

(2) Le classificazioni delle località sono tratte dalle fonti elencate nel § 4.3.

(3) Mentre nella Carta tecnica regionale il toponimo "Amola del Piano" appare una località rurale indipendente, a sudovest di "Due Santi - Piolino", nelle tavole di classificazione acustica comunale (vedasi § 4.3) sembra invece che "Amola del Piano" sia un toponimo alternativo per indicare il centro abitato "Due Santi - Piolino".

(4) Toponimi identificati nella Carta tecnica regionale, ma non censiti nel database ISTAT, dunque non classificabili come località abitate, ma come località rurali isolate.

4.3 Corografia, cartografia, orografia, uso del suolo

Tabella 22. Dati territoriali impiegati nel presente studio.

Dati territoriali	Fonte	Descrizione
Orografia (quote altimetriche del terreno)	EU-DEM (European Union - Digital Elevation Model; il dataset EU-DEM è la realizzazione del programma Copernicus, amministrato dalla Commissione Europea, DG Imprese e Industria), dal sito istituzionale di EEA (European Environment Agency)	Original version of EU-DEM in ETRS89 geographic ⁽¹⁾ . The EU-DEM is a 3D raster dataset with elevations captured at 1 arc second postings (2.78E-4 degrees) or about every 30 metre
Uso del suolo (land use / land cover)	European Environment Agency (EEA), Copenhagen, Denmark (URL: http://www.eea.europa.eu)	CORINE Land Cover 2006 raster data - Version 16 (04/2012) - Raster data on land cover for the CLC2006 inventory ⁽¹⁾
Corografia	Archivio Cartografico della Regione Emilia Romagna (ns. prot. 08A0002 e 13T0123)	Carta Tecnica Regionale scala 1:5000, formato raster (file TIFF), risoluzione 400 d.p.i., georeferenziata sul sistema di coordinate ED50 (fuso 32) ⁽²⁾ . Elementi nn. 202101, 202102, 202111, 202112, 202113, 202114, 202141, 202151, 202154.
Confini amministrativi	ISTAT, sito web istituzionale	Confini delle unità amministrative a fini statistici, Anno 2014, Versione non generalizzata, WGS84 UTM32N
Delimitazioni delle località	Geoportale della Regione Emilia Romagna, Database Topografico Regionale	Mappe "Località abitata (areale) - (LAB_GPG)"
Classificazione delle località	ISTAT, sito web istituzionale	LinkedOpenData, Basi territoriali, Località
Classificazione ZAC (zonizzazione acustica comunale) ⁽³⁾	Associazione intercomunale Terre d'Acqua, www.terredacqua.net	Comune di Sant'Agata Bolognese, Piano di classificazione acustica, aprile 2009; Comune di San Giovanni in Persiceto, Piano di classificazione acustica, aprile 2009
Mappa dell'installazione	Gestore dell'installazione	Planimetria in scala. La planimetria è stata sovrapposta alla corografia georeferenziata (vedi sopra) mediante l'individuazione di punti comuni.

(1) La griglia di punti in coordinate geografiche è stata riproiettata per interpolazione sulla griglia di ricettori di calcolo (vedasi § 4.2) mediante il software GIS GDAL.

(2) Conversione di coordinate verso il sistema indicato nel § 4.1 eseguita mediante software GIS.

(3) Secondo il Piano comunale di classificazione acustica (o Zonizzazione Acustica Comunale), come disposta nella Legge n. 447/1995 e D.P.C.M. 14/11/1997 Tabella A.

La mappa delle quote altimetriche per ciascun recettore nel dominio spaziale di simulazione è nell'Allegato 7, Figura 7.01. In ascissa e ordinata sono indicate le coordinate planimetriche (in km).

La mappa dell'uso del suolo per ciascun recettore nel dominio spaziale di simulazione è nell'Allegato 7, Figura 7.02.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

4.4 Effetti dell'orografia sulla dispersione atmosferica delle emissioni

La presenza di rilievi orografici nell'area di studio è stata studiata mediante l'opzione MCTADJ = 2 ("CALPUFF Strain-based approach to terrain adjustment") di CALPUFF. Nel modello è stata introdotta come dato di ingresso la matrice delle quote altimetriche del terreno (vedasi § 4.3); inoltre il campo di vento tridimensionale è stato calcolato da CALMET considerando anche l'orografia del terreno.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

5. Modello di dispersione

5.1 Descrizione del software di dispersione atmosferica

Tabella 23. Riferimenti del modello (software) di dispersione impiegato per le simulazioni di dispersione.

Nome	CALPUFF
Versione	6.42 del 14 aprile 2011 - level 110325
Produttore e distributore	Earth Tech Inc., 196 Baker Avenue - Concord, MA 01742 - USA - http://www.src.com
Progetto	CALPUFF è stato realizzato nell'ambito di un progetto finanziato dal California Air Resources Board (CARB), dal U.S. Environmental Protection Agency (US EPA) e da istituzioni pubbliche e aziende private australiane.

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

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

CALPUFF è uno dei *preferred air quality models* adottati ufficialmente da US EPA per la stima della qualità dell'aria (Appendix W to Part 51 - Guideline on Air Quality Models. Federal Register / Vol. 70, No. 216 / Wednesday, November 9, 2005 / Rules and Regulations); si rimanda a questo documento per quanto riguarda il rapporto sugli studi circa la validazione e la stima dell'accuratezza del modello.

5.2 Effetti scia degli edifici sulla dispersione atmosferica delle emissioni

Gli effetti di scia dovuti alla presenza degli edifici dell'installazione sono stati valutati mediante la funzione di *Building downwash* disponibile nel modello di dispersione. Quando il punto di emissione si trova sottovento agli edifici, la dispersione degli inquinanti è alterata, rispetto al caso in cui il vento spiri indisturbato sopra il punto di emissione. Infatti, le concentrazioni di inquinanti al suolo possono aumentare localmente, entro poche centinaia di metri dall'emissione, e diminuire a distanze superiori, poiché il rimescolamento dell'aria nella zona di scia si traduce in una più rapida diluizione delle emissioni nell'aria circostante.

Tabella 24. Dati relativi agli edifici considerati per il calcolo degli effetti scia nel modello di dispersione.

Edificio / apparecchiatura che resiste al vento e genera la scia	Quota del suolo alla base dell'edificio (m) ⁽¹⁾	Altezza dell'edificio (m) ⁽²⁾	Coordinate in pianta dei vertici (X, Y) (m) ⁽³⁾
Capannone biossificazione 9 - platee insufflate	17	11	672088, 4950331 672108, 4950381 672188, 4950350 672168, 4950299
Digestione anaerobica	17	11	672167, 4950282 672192, 4950346 672209, 4950340 672184, 4950276
Capannone ricezione e pretrattamento	17	11	672215, 4950337 672273, 4950314 672246, 4950241 672187, 4950265
Capannone miscelazione e raffinazione	17	11	672126, 4950288 672232, 4950246 672214, 4950197 672106, 4950239
Capannone biossificazione 10 ex maturazione	17	9	672078, 4950302 672115, 4950287 672085, 4950211 672048, 4950227
Capannone biossificazione 11 nuovo ⁽⁴⁾	17	9,5	672106, 4950239 672189, 4950206 672178, 4950177 672095, 4950209

(1) Dato desunto dalle informazioni citate nel § 4.3.

(2) Dato fornito dal gestore dell'installazione. Per gli edifici a tetto non piano e per gli edifici compositi, è stata ipotizzata, con sufficiente approssimazione, un'unica altezza.

(3) Dati desunti dalla mappa georeferenziata secondo il sistema di coordinate descritto § 4.1, in cui è stata inserita la planimetria fornita dal committente.

(4) La presenza di questo edificio è stata considerata nel solo scenario emissivo futuro.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

5.3 Parametri assegnati nelle simulazioni di dispersione atmosferica

Tabella 25. Principali parametri di controllo assegnati nelle simulazioni di dispersione atmosferica.

<i>Meteorological Data Format (METFM)</i>	CALMET binary file (METFM = 1)
<i>Fuso orario (time zone)</i>	ABTZ = UTC+0000 (vedasi § 3.2)
<i>Passo temporale di simulazione (modelling time-step)</i>	1 ora (NSECDT = 3600 s) (vedasi § 3.2)
<i>Metodo di calcolo delle velocità turbolente ⁽¹⁾</i>	MCTURB = 1 (standard CALPUFF subroutines)
<i>Metodo di calcolo dei coefficienti di dispersione</i>	MDISP = 2 ⁽²⁾
<i>PDF ⁽³⁾ used for dispersion under convective conditions</i>	MPDF = 1 (yes)
<i>Rugosità superficiale (surface roughness length) (Z0IN)</i>	Definita automaticamente dalla classificazione del land use (§ 4.3)
<i>Leaf area index (indice di copertura fogliare)</i>	Definita automaticamente dalla classificazione del land use (§ 4.3)
<i>Profilo verticale di velocità del vento (PLX0)</i>	Default "ISC RURAL" values
<i>Modulo per le trasformazioni chimiche</i>	Disattivo (MCHEM = 0)
<i>Modulo per la deposizione secca</i>	Disattivo (MDRY = 0)
<i>Modulo per la deposizione umida</i>	Disattivo (MWET = 0) ⁽⁴⁾
<i>Gravitational settling (plume tilt)</i>	Disattivo (MTILT = 0)
<i>Soglia sotto cui si attiva il modulo delle calme di vento</i>	WSCALM = 0,2 m/s ⁽⁵⁾
<i>Modulo per il Building downwash</i>	Attivo (vedasi § 5.2), con MBDW = 1 ("ISC method")
<i>Modellazione degli elementi del pennacchio</i>	Puff model (MSLUG = 0)
<i>Plume rise (innalzamento del pennacchio)</i>	Attivo ⁽⁶⁾
<i>Plume rise: transitional plume rise</i>	Disattivo (MTRANS = 0)
<i>Plume rise: stack tip downwash</i>	Attivo (MTIP = 1)
<i>Plume rise: method used to compute plume rise</i>	Briggs plume rise (MRISE = 1)
<i>Plume rise: vertical wind shear above stack top</i>	Disattivo (MSHEAR = 0)

(1) "Method used to compute turbulence sigma-v and sigma-w using micrometeorological variables"

(2) "Dispersion coefficients from internally calculated sigma-v, sigma-w using micrometeorological variables (u*, w*, L, etc.)"

(3) "Probability Distribution Function"

(4) Per le caratteristiche chimiche degli inquinanti considerati, la deposizione umida dovrebbe essere modesta; inoltre la disattivazione del modulo per la deposizione umida porta ad una stima cautelativa (in eccesso) delle concentrazioni di inquinanti in aria ambiente al suolo.

(5) Vedasi § 3.6.6. Dunque il modulo delle calme (vedasi § 5.4) è stato adottato su circa lo 0,57% delle ore con dati meteorologici validi del dominio temporale di simulazione.

(6) Il *buoyant rising* è sostanzialmente disattivo per tutte le sorgenti per le quali la temperatura dell'aeriforme emesso è posta a 0 °C (vedasi Tabella 8). Il *momentum rising* è disattivo per tutte le sorgenti per cui è assegnato "Vertical momentum flux factor" = 0 (vedasi Tabella 8).

5.4 Trattamento delle calme di vento attuato dal modello di dispersione

Il trattamento delle calme di vento in CALPUFF è descritto nel paragrafo 2.14 della guida utente del modello di dispersione (J.S. Scire, D.G. Strimaitis, R.J. Yamartino, "A User's Guide for the CALPUFF Dispersion Model", Earth Tech Inc., Gennaio 2000).

Sui puff rilasciati in atmosfera durante le ore di calma di vento, CALPUFF attua i seguenti accorgimenti:

- la posizione del centro del puff rimane immutata;
- l'intera massa di inquinante da rilasciare nel corso dell'ora è posta in un unico puff;
- il puff è posto istantaneamente alla quota finale di innalzamento (non è calcolato l'innalzamento graduale);
- non sono calcolati gli effetti scia degli edifici;
- la crescita dei parametri σ_y e σ_z (che rendono conto della dimensione dei puff) è calcolata esclusivamente in funzione del tempo;
- i parametri σ_v e σ_w (velocità turbolente) sono eventualmente modificati affinché non siano inferiori ad un minimo prefissato.

Sui puff che sono già stati rilasciati prima dell'ora di calma di vento, CALPUFF attua i seguenti accorgimenti, durante le ore di calma di vento:

- la posizione del centro del puff rimane immutata;
- il puff è posto istantaneamente alla quota finale di innalzamento (non è calcolato l'innalzamento graduale);
- la crescita dei parametri σ_y e σ_z (che rendono conto della dimensione dei puff) è calcolata esclusivamente in funzione del tempo;

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

- i parametri σ_v e σ_w (velocità turbolente) sono eventualmente modificati affinché non siano inferiori ad un minimo prefissato.

5.5 Effetti delle fluttuazioni istantanee di concentrazione di odore ai recettori di calcolo

Affinché un odore sia percepibile è sufficiente che la concentrazione di odore in aria superi la soglia di percezione olfattiva anche solo per il tempo di un respiro. La concentrazione di odore, così come qualunque variabile scalare dell'atmosfera, fluttua istantaneamente per effetto della turbolenza. Poiché il modello di dispersione impiegato produce come output, per ciascuna ora e ciascun recettore, la media oraria della concentrazione di odore, è necessario dedurre da questa la concentrazione oraria di picco di odore, definita come la concentrazione che in un'ora è oltrepassata per circa un secondo. In Australia, ove sono stati condotti ampi studi al riguardo, il documento "Approved methods for the modelling and assessment of air pollutants in New South Wales" (Department of Environment and Conservation, Sydney, New South Wales, documento "DEC 2005/361", agosto 2005), stabilisce che la stima della concentrazione di picco deve essere condotta moltiplicando la concentrazione media oraria per un coefficiente (*peak-to-mean ratio*). Nel presente studio è adottato un *peak-to-mean ratio* di 2,3, come previsto anche nel § 13 dell'Allegato 1 della D.G.R. Lombardia n. IX/3018.

5.6 Elaborazione finale delle concentrazioni orarie risultanti dalle simulazioni di dispersione

5.6.1 Criteri di valutazione dell'esposizione olfattiva simulata

Per la concentrazione di odore in aria ambiente non sono note disposizioni legislative né nazionali né locali che fissino valori limite di qualità dell'aria.

Per valutare l'esposizione olfattiva sul territorio conseguente alle emissioni di odore del sito in esame si possono considerare i seguenti riferimenti:

- la D.G.R. Lombardia n. IX/3018 del 15/02/2012 pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia, Serie Ordinaria n. 8 del 20/02/2012, recante "Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno"; mediante la D.G.R. le linee guida sono state emanate "in via sperimentale" (punto 1 della delibera) e dunque i criteri di valutazione in essa definiti non sono immediatamente cogenti; infatti il punto 2 della delibera medesima rinvia ad un futuro provvedimento della Giunta l'individuazione dei limiti di tollerabilità;
- le linee guida dell'Agenzia Ambientale del Regno Unito (UK-EA) "H4. Odour Management" (Environment Agency, United Kingdom, Bristol, marzo 2011).

Le linee guida UK-EA assumono come livello indicativo di riferimento per "*moderately offensive odours*" la concentrazione di odore di $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, espressa come 98° percentile.

Le linee guida emanate con la D.G.R. Lombardia, invece, non fissano un valore limite unico per l'esposizione olfattiva, ma richiedono (nel § 5 dell'Allegato A) che i risultati delle simulazioni di dispersione siano confrontati con tre livelli di esposizione: $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ e $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, espressi come 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore. Per induzione si considera allora che:

- per livelli di esposizione olfattiva inferiori ad $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ come 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore, l'impatto olfattivo è da giudicare accettabile (o trascurabile);
- per livelli di esposizione olfattiva superiori a $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ come 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore, l'impatto olfattivo è da giudicare non accettabile o non tollerabile;
- i livelli di esposizione olfattiva intermedi ($1 \div 5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$) costituiscono una "fascia di valutazione" all'interno della quale l'accettabilità dell'impatto deve essere valutata caso per caso, in relazione, per esempio, alla numerosità della popolazione esposta (in termini di densità abitativa) e alla destinazione d'uso prevalente (agricola, industriale, commerciale, residenziale) del territorio.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

Tali criteri saranno adottati nel commento dei risultati delle simulazioni.

5.6.2 Elaborazione statistica delle concentrazioni orarie risultanti dalle simulazioni di dispersione

Per ciascuno dei recettori idealmente disposti sul dominio spaziale di simulazione e per ogni ora del dominio temporale, CALPUFF calcola la concentrazione media oraria di inquinante al suolo. Dalla matrice di queste concentrazioni sono calcolati quindi i parametri statistici elencati di seguito.

Tabella 26. Elaborazione statistica delle concentrazioni orarie calcolate dal modello di dispersione.

Inquinante	Parametri statistici	Recettori per i quali sono calcolati
Odore	98° percentile ⁽¹⁾ , sull'intero dominio temporale di simulazione, delle concentrazioni orarie di picco ⁽²⁾ simulate in aria al suolo	Per ogni singolo recettore di calcolo del dominio spaziale di simulazione (vedasi § 4.2), inclusi i ricettori sensibili (vedasi § 6.2)
Odore	Massimo, sull'intero dominio temporale di simulazione, delle concentrazioni orarie di picco ⁽²⁾ simulate in aria al suolo	

- (1) Per esemplificare che cosa si intende per "98° percentile su base globale delle concentrazioni orarie di picco", si consideri quanto segue. Come definito dalla norma UNI EN 13725:2004, l'odore di un campione aeriforme avente concentrazione di odore pari a 1 ou_E/m³ è percepibile solo dal 50% degli individui. Quindi, ad esempio, se presso un dato recettore il 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore è di 1 ou_E/m³, la concentrazione di picco di odore simulata nell'aria al suolo è inferiore a 1 ou_E/m³ per il 98% delle ore del dominio temporale delle simulazioni; quindi il 50% della popolazione non può percepire l'odore emesso dalle sorgenti in esame per più del 2% delle ore del dominio temporale di simulazione.
- (2) Limitatamente alle simulazioni relative alla concentrazione di odore, tutte le concentrazioni medie orarie di odore restituite dal modello sono poi moltiplicate per il *peak-to-mean ratio*, così da ottenere le concentrazioni orarie di picco di odore per ogni recettore e per ogni ora del dominio temporale.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

6. Presentazione dei risultati

6.1 Mappe di esposizione

Tabella 27. Mappe di esposizione allegate.

Allegato	Scenario emissivo ⁽¹⁾	Inquinante	Elaborazione ⁽²⁾ rappresentata nella mappa di esposizione
01A	Attuale (stato di fatto)	Odore	98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore in aria ambiente al suolo (ou_E/m^3)
01B	Futuro (stato di progetto)	Odore	98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore in aria ambiente al suolo (ou_E/m^3)

(1) Vedasi § 1 e § 2.

(2) Vedasi § 5.6.2.

Sullo sfondo della mappa è visibile la corografia dell'area di studio, in bianco e nero (§ 4.3). In arancione chiaro sono tracciati i confini comunali, e in arancione sono i nomi dei Comuni (§ 4.2 Tabella 20). In grigio sono tracciate le delimitazioni delle località (§ 4.2 Tabella 21). Il perimetro dell'area di pertinenza dell'installazione è tracciato in azzurro. Le sorgenti di emissione sono all'interno del perimetro dell'installazione, in colore magenta. Le posizioni dei ricettori sensibili individuati sul territorio (§ 6.2) sono indicate da anelli di colore blu, aventi al centro il numero identificativo. Le isoplete (curve iso-valore) del 98° percentile della concentrazione oraria di picco di odore sono in colore verde. Le isoplete entro cui la concentrazione oraria di picco di odore è superiore alla "fascia di valutazione" (dunque è $\geq 5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, vedasi § 5.6.1) sono in colore marrone, se presenti. Le isoplete in corrispondenza delle concentrazioni di picco di odore (come 98° percentile) inferiori alla "fascia di valutazione" (dunque $< 1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, vedasi § 5.6.1) sono in colore verde chiaro e più sottili, se presenti. Le isoplete sono accompagnate da un numero rosso che indica il valore di concentrazione oraria di picco di odore in aria ambiente al suolo, espresso come 98° percentile, sui punti di quella isopleta.

6.2 Ricettori sensibili

Tabella 28. Classificazione dei ricettori sensibili.

Classe	Descrizione della classe, sulla base della classificazione ISTAT ⁽¹⁾ e della zonizzazione acustica (ZAC) ⁽¹⁾
1	Centri abitati in classe ZAC I o II; nuclei abitati normali in classe ZAC I
2	Centri abitati in classe ZAC III; nuclei abitati normali in classe ZAC II; nuclei speciali in classe ZAC I; altri siti in classe ZAC I
3	Altri centri abitati (ZAC>III); nuclei abitati normali in classe ZAC III; nuclei speciali in classe ZAC II
4	Altri nuclei abitati normali (ZAC>III); altri nuclei speciali (ZAC>II)
5	Abitazioni rurali in zona agricola; case sparse in zona non residenziale
6	Zona industriale; località produttiva; edifici agricoli non abitati

(1) Vedasi § 4.2 Tabella 21 e § 4.3. Per i territori comunali per i quali non fosse disponibile la classificazione acustica comunale (ZAC) la classificazione del ricettore è eseguita considerando: interesse turistico; uso ricreativo; densità abitativa; destinazione urbanistica prevalente.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

Tabella 29. Ricettori sensibili.

n.	Coord. X (m) ⁽¹⁾	Coord. Y (m) ⁽¹⁾	Ubicazione toponimica	Tipo di località ⁽²⁾	Zonizz. acustica (ZAC) ⁽²⁾	Classe ricettore ⁽³⁾	Distanza dal centro dell'installazione (m) ⁽⁴⁾	Posizione rispetto alle sorgenti
1	671000	4951400	Loc. Crocetta, S. Agata Bolognese (BO)	centro abitato base	II	1	1700	NW
2	669600	4948200	Via 21 Aprile 1945 civico 50, S. Agata Bolognese (BO)	centro abitato base	II	1	3300	SW
3	671600	4947600	Loc. Amola del Piano, San Giovanni in Persiceto (BO)	non censita / rurale / agricola	III	5	2700	SSW
4	672400	4948000	Loc. Due Santi e loc. Piolino, San Giovanni in Persiceto (BO)	centro abitato base	II	1	2200	S
5	672800	4946200	Via San Bernardino, S. Giovanni in Persiceto (BO)	centro abitato base	II	1	4000	S
6	675000	4946400	Via Biancolino, loc. San Martino, S. Giovanni in Persiceto (BO)	non censita / rurale / agricola	III	5	4700	SE
7	675600	4949800	SS 255, loc. Barchessa, S. Giovanni in Persiceto (BO)	non censita / rurale / agricola	IV	5	3400	E
8	675800	4950600	SS 255 ang. Via Marescotta, S. Giovanni in Persiceto (BO)	non censita / rurale / agricola	IV	5	3600	E
9	671600	4950400	Molino di Valbona, Via Verona 9, Sant'Agata Bolognese (BO) ⁽⁵⁾	non censita / rurale / agricola	III - IV	5 o 6	600 ⁽⁵⁾	WNW

(1) Dati riferiti al sistema di coordinate definito nel § 4.1.

(2) Vedasi § 4.2 Tabella 21 e § 4.3.

(3) Vedasi Tabella 28.

(4) Distanza approssimativa calcolata dalle coordinate in tabella rispetto alle coordinate del centro dell'installazione (vedasi 4.2).

(5) Il ricettore sensibile n. 9 è aggiunto qui in adempimento al punto "a" della richiesta di integrazione n. 42 di ARPAE citata nel § 1. Occorre puntualizzare che le distanze riportate qui in tabella sono calcolate rispetto al centro virtuale dell'installazione; il ricettore n. 9 dista invece circa 190 m dal limite dell'installazione e circa 220 dalla più vicina sorgente di emissione. Tutti i toponimi inclusi nella Carta tecnica regionale entro una distanza di 500 m dal limite dell'installazione (C. Cinghione, C. Valbona, Molino Valbona, C. Prati Lunghi, C. Salvatori, Salata, La Tabacchia, Possessione Romea, Fondo Fornace) e i terreni a loro adiacenti risultano classificati nei documenti di programmazione urbanistica e territoriale comunale e sovracomunale come agricoli, non residenziali. Nella vigente legislazione manca una definizione di ricettore sensibile nel campo dell'inquinamento olfattivo; per una disamina dell'argomento si veda Rossi A.N., Il Grande M., Bonati S., 2015. *L'impatto olfattivo delle emissioni in atmosfera: la classificazione dei ricettori sensibili*. XVII Conferenza Nazionale sul Compostaggio e Digestione Anaerobica, Sessione Tecnica, Ecomondo 2015, Atti dei convegni, Maggioli Editore, pp. 139-144. Affinché un luogo sia classificato come ricettore sensibile non è sufficiente che il proprietario del terreno autoqualifichi quel luogo come ricettore sensibile: occorre che gli strumenti urbanistici e territoriali pubblici prevedano per quel luogo una destinazione o un uso stabile compatibile con il concetto di ricettore sensibile, affinché all'attestazione di un diritto si accompagnino dei doveri equilibrati (tributari, per esempio). Sulla base di questi principi, secondo le informazioni in nostro possesso, nessuno dei toponimi sopra elencati dovrebbe essere classificato come ricettore sensibile; ciononostante, al fine di prendere in carico le richieste di ARPAE nonché la nota dell'Avv. Giovanni Adamo pervenuta ad ARPAE a riguardo del manufatto in Via Verona 9, fra i ricettori sensibili è stato qui inserito in nuovo ricettore n. 9, senza che ciò implichi che la classificazione di tale manufatto come ricettore sensibile sia legittima.

6.3 Considerazioni generali sulle mappe di esposizione

Nelle mappe di esposizione (§ 6.1) si osserva quanto segue.

- L'aspetto delle isoplete di concentrazione nelle mappe di esposizione è compatibile con quanto emerge dalla rosa dei venti (vedasi § 3.6.3): le aree di maggiore impatto sono a est rispetto all'installazione.
- L'esposizione olfattiva prodotta dallo scenario emissivo futuro è minore di quella dello scenario emissivo attuale.
- Sia nello scenario emissivo attuale che in quello futuro, non vi è alcuna località abitata censita né all'interno dell'isopleta della concentrazione di odore pari al criterio di valutazione superiore della D.G.R. Lombardia ($5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ come 98° percentile, vedasi § 5.6.1), né all'interno dell'isopleta della concentrazione di odore pari al criterio di valutazione mediano della D.G.R. Lombardia e al criterio UK-EA ($3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$).
- Sia nello scenario emissivo attuale che in quello futuro, entro la fascia di concentrazioni $1\div3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (ossia fra l'isopleta della concentrazione di odore pari al criterio di valutazione inferiore della D.G.R. Lombardia e l'isopleta della concentrazione di odore pari al criterio di valutazione mediano), sono incluse le località Crocetta e Due Santi-Piolino.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

- Sia nello scenario emissivo attuale che in quello futuro, i centri abitati capoluoghi di S. Agata Bolognese e San Giovanni in Persiceto sono completamente esterni all'isopleta della concentrazione di odore pari al criterio di valutazione inferiore della D.G.R. Lombardia ($1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ come 98° percentile, vedasi § 5.6.1), dunque presso di essi l'esposizione olfattiva conseguente alle emissioni dell'installazione in esame è trascurabile.

Tabella 30. Esposizione olfattiva presso le località incluse almeno parzialmente nella griglia di recettori di calcolo ⁽¹⁾.

Comune di appartenenza	Località	Tipo di località (classificazione ISTAT) ⁽²⁾	Livello max esposizione olfattiva ⁽³⁾ : $\leq 1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	Livello max esposizione olfattiva ⁽³⁾ : $> 1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	Livello max esposizione olfattiva ⁽³⁾ : $> 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	Livello max esposizione olfattiva ⁽³⁾ : $> 5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$
Scenario ATTUALE						
Sant'Agata Bol.	Sant'Agata Bolognese	centro abitato base	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sant'Agata Bol.	Crocetta	centro abitato base	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
San Giovanni in P.	San Giovanni in P.	centro abitato base	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
San Giovanni in P.	Due Santi - Piolino	centro abitato base	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
San Giovanni in P.	Biancolina	centro abitato base	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Scenario FUTURO						
Sant'Agata Bol.	Sant'Agata Bolognese	centro abitato base	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sant'Agata Bol.	Crocetta	centro abitato base	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
San Giovanni in P.	San Giovanni in P.	centro abitato base	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
San Giovanni in P.	Due Santi - Piolino	centro abitato base	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
San Giovanni in P.	Biancolina	centro abitato base	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(1) Valutazione relativa alla parte inclusa nel dominio di simulazione; vedasi § 4.2 Tabella 21 per l'elenco delle località incluse/escluse nel dominio spaziale di simulazione.

(2) Vedasi § 4.2 Tabella 21.

(3) In termini di 98° percentile su base globale delle concentrazioni orarie di picco di odore simulate in aria al suolo (in ou_E/m^3).

6.4 Esposizione olfattiva simulata presso i ricettori sensibili

Tabella 31. Esposizione olfattiva simulata presso i ricettori sensibili e confronto con i criteri di valutazione ⁽¹⁾.

Ricettore sensibile	Classe del ricettore sensibile (§ 6.2)	Esposizione olfattiva simulata ⁽²⁾ (ou_E/m^3)	L'esposizione è $\leq 1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (l'esposizione è trascurabile)	L'esposizione è $> 1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (criterio inferiore D.G.R. Lombardia)	L'esposizione è $> 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (criterio mediano D.G.R. Lomb. e criterio UK-EA)	L'esposizione è $> 5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (criterio superiore D.G.R. Lombardia)
ATTUALE						
1	1	2,4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	1	0,52	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	5	0,90	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	1	1,2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	1	0,44	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	5	0,31	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	5	0,87	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	5	0,72	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	5 o 6	11	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
FUTURO						
1	1	2,0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	1	0,47	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	5	0,82	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	1	1,0	<input type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	1	0,40	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	5	0,28	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	5	0,80	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	5	0,66	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	5 o 6	8,5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

(1) Vedasi § 5.6.1.

(2) In termini di 98° percentile su base globale delle concentrazioni orarie di picco di odore simulate in aria ambiente al suolo (in ou_E/m^3).

Di seguito sono riportati alcuni percentili delle concentrazioni orarie di picco di odore simulate presso i ricettori sensibili.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

Tabella 32. Percentili delle concentrazioni orarie di picco di odore simulate presso i ricettori sensibili.

Ricettore	100° percentile (max annuo) (ou _E /m ³)	99,9° percentile (posiz. 9) (ou _E /m ³)	99,5° percentile (posiz. 44) (ou _E /m ³)	99° percentile (posiz. 88) (ou _E /m ³)	98,5° percentile (posiz. 132) (ou _E /m ³)	98° percentile ^(*) (posiz. 175) (ou _E /m ³)	95° percentile (posiz. 438) (ou _E /m ³)	90° percentile (posiz. 876) (ou _E /m ³)
ATTUALE								
1 ^(**)	7,9	5,2	4,1	3,4	2,9	2,4	0,82	0,17
2	2,7	1,4	1,1	0,79	0,65	0,52	0,18	0,044
3	3,2	2,7	1,9	1,4	1,2	0,90	0,28	0,058
4	4,2	3,2	2,4	2,0	1,6	1,2	0,39	0,088
5	1,6	1,2	0,84	0,66	0,52	0,44	0,15	0,026
6	1,8	0,97	0,62	0,49	0,38	0,31	0,11	0,024
7	2,7	1,8	1,3	1,1	0,98	0,87	0,49	0,19
8	1,8	1,3	1,1	0,89	0,80	0,72	0,45	0,18
9 ^(**)	31	25	17	14	12	11	5,5	2,5
FUTURO								
1 ^(**)	7,6	4,4	3,4	2,8	2,4	2,0	0,65	0,14
2	1,5	1,3	0,90	0,70	0,56	0,47	0,15	0,038
3	3,1	2,4	1,7	1,2	0,99	0,82	0,24	0,051
4	3,9	3,2	2,2	1,8	1,4	1,0	0,33	0,080
5	1,5	1,1	0,78	0,60	0,48	0,40	0,13	0,025
6	1,3	0,83	0,57	0,45	0,34	0,28	0,10	0,022
7	1,9	1,5	1,2	0,98	0,89	0,80	0,44	0,17
8	1,5	1,2	0,99	0,81	0,73	0,66	0,41	0,15
9 ^(**)	27	19	14	12	9,8	8,5	3,9	2,0

(*) I valori nella colonna del 98° percentile coincidono con quelli in Tabella 31.

(**) I valori relativi a questo ricettore sono deducibili anche dall'Allegato 9 Figura 9.02 e Figura 9.07.

6.5 Dettaglio dei risultati delle simulazioni presso un singolo ricettore sensibile

L'Allegato 9 mostra in dettaglio i risultati delle simulazioni per il ricettore sensibile n. 1 (Crocetta) e per il ricettore sensibile n. 9 (Molino di Valbona) (vedasi § 6.2), scelti a titolo esemplificativo. Le figure da 9.01 a 9.10 si riferiscono allo scenario emissivo attuale (scenario 1), mentre le figure da 9.11 a 9.20 si riferiscono allo scenario emissivo futuro (scenario 2).

- La Figura 9.01 è la distribuzione di frequenza globale delle concentrazioni orarie di picco di odore per il ricettore n. 1 nello scenario attuale. Per il 70% delle ore, la concentrazione oraria di picco di odore simulata presso quel ricettore è nulla. Questo risultato dipende dalla frequenza secondo la quale il ricettore è sottovento alle sorgenti di emissione (§ 3.6.3), più che dalle portate di odore impiegate nelle simulazioni (§ 2.4 e 2.5).
- La Figura 9.02 è il complementare a 100 della frequenza cumulata percentuale globale delle concentrazioni orarie di picco di odore simulate presso il ricettore n. 1. Il valore rappresentato nel grafico decresce da sinistra verso destra. Dal grafico è possibile desumere, presso questo ricettore, tutti i desiderati percentili delle concentrazioni orarie di picco di odore. La concentrazione oraria di picco di odore simulata è superiore a 1 ou_E/m³ per il 4,5% delle ore del dominio temporale di simulazione.
- La Figura 9.03 è il "run chart" delle concentrazioni orarie di picco di odore simulate presso il ricettore n. 1. Nelle ascisse del grafico vi sono le date del dominio temporale di simulazione (vedasi § 3.2). L'andamento delle concentrazioni risultanti dalle simulazioni è irregolare e "disperso" perché, come si mostrerà qui sotto, le occasioni in cui le simulazioni hanno restituito le concentrazioni maggiori sono primariamente connesse con condizioni meteorologiche o di turbolenza atmosferica sfavorevoli.
- La Figura 9.04 mostra in quali ore della giornata le concentrazioni orarie di picco di odore simulate sono maggiori, presso il ricettore n. 1. Essa è ottenuto come segue: dall'insieme completo dei risultati presso il ricettore scelto (ossia dagli stessi dati rappresentati nella Figura 9.03) è estratto il sottoinsieme che costituisce il 2% delle ore a concentrazione maggiore (ossia, è estratto il sottoinsieme delle concentrazioni superiori al 98° percentile); questo sottoinsieme è raggruppato secondo l'ora del giorno in cui quella concentrazione (che supera il 98° percentile) è simulata. Le condizioni meteorologiche influiscono sulle concentrazioni simulate in misura decisiva: le ore notturne, durante le quali la portata di

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

odore emessa dalle sorgenti in esame è persino mediamente inferiore (Allegato 8 Figura 8.03), appaiono determinanti ai fini dell'esposizione olfattiva complessiva del ricettore più delle ore centrali del giorno: il 2% delle ore in cui la concentrazione di picco di odore è maggiore è costituito in larga parte da ore notturne.

- La Figura 9.05 mostra in quali mesi dell'anno le concentrazioni orarie di picco di odore simulate sono maggiori, presso il ricettore n. 1. Esso è ottenuto in modo simile alla figura precedente, ma raggruppando le concentrazioni secondo il mese invece che secondo l'ora del giorno. Come nella Figura 9.03 le "ore peggiori" sono distribuite nei diversi mesi in modo apparentemente irregolare, eppure in relazione alla frequenza, in ciascun mese, delle condizioni meteorologiche più sfavorevoli.
- La Figura 9.06 è la distribuzione di frequenza globale delle concentrazioni orarie di picco di odore per il ricettore n. 9 nello scenario attuale. Per il 50% delle ore, la concentrazione oraria di picco di odore simulata presso quel ricettore è nulla.
- La Figura 9.07 è il complementare a 100 della frequenza cumulata percentuale globale delle concentrazioni orarie di picco di odore simulate presso il ricettore n. 9 nello scenario attuale. La concentrazione oraria di picco di odore simulata è superiore a $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ per il 5,6% delle ore del dominio temporale di simulazione.
- La Figura 9.08 è il "run chart" delle concentrazioni orarie di picco di odore simulate presso il ricettore n. 9. Anche in questo caso le occasioni in cui le simulazioni hanno restituito le concentrazioni maggiori sono primariamente connesse con condizioni meteorologiche o di turbolenza atmosferica sfavorevoli.
- La Figura 9.09 mostra in quali ore della giornata le concentrazioni orarie di picco di odore simulate sono maggiori, presso il ricettore n. 9 nello scenario attuale. Il 2% delle ore in cui la concentrazione di picco di odore è maggiore è costituito in larga parte da ore notturne.
- La Figura 9.10 mostra in quali mesi dell'anno le concentrazioni orarie di picco di odore simulate sono maggiori, presso il ricettore n. 9 nello scenario attuale. Nei mesi autunnali e invernali è maggiore la frequenza di ore in cui la concentrazione di picco di odore appartiene al 2% delle ore "peggiori".
- La Figura 9.11 è la distribuzione di frequenza globale delle concentrazioni orarie di picco di odore per il ricettore n. 1 nello scenario futuro. Per il 70% delle ore, la concentrazione oraria di picco di odore simulata presso quel ricettore è nulla.
- La Figura 9.12 è il complementare a 100 della frequenza cumulata percentuale globale delle concentrazioni orarie di picco di odore simulate presso il ricettore n. 1 nello scenario futuro. La concentrazione oraria di picco di odore simulata è superiore a $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ per il 3,9% delle ore del dominio temporale di simulazione.
- La Figura 9.13 è il "run chart" delle concentrazioni orarie di picco di odore simulate presso il ricettore n. 1 nello scenario futuro.
- La Figura 9.14 mostra in quali ore della giornata le concentrazioni orarie di picco di odore simulate sono maggiori, presso il ricettore n. 1. Il 2% delle ore in cui la concentrazione di picco di odore è maggiore è costituito in larga parte da ore notturne.
- La Figura 9.15 mostra in quali mesi dell'anno le concentrazioni orarie di picco di odore simulate sono maggiori, presso il ricettore n. 1 nello scenario futuro.
- La Figura 9.16 è la distribuzione di frequenza globale delle concentrazioni orarie di picco di odore per il ricettore n. 9 nello scenario futuro. Per il 52% delle ore, la concentrazione oraria di picco di odore simulata presso quel ricettore è nulla.
- La Figura 9.17 è il complementare a 100 della frequenza cumulata percentuale globale delle concentrazioni orarie di picco di odore simulate presso il ricettore n. 9 nello scenario futuro. La concentrazione oraria di picco di odore simulata è superiore a $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ per il 3,9% delle ore del dominio temporale di simulazione.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

- La Figura 9.18 è il "run chart" delle concentrazioni orarie di picco di odore simulate presso il ricettore n. 9 nello scenario futuro.
- La Figura 9.19 mostra in quali ore della giornata le concentrazioni orarie di picco di odore simulate sono maggiori, presso il ricettore n. 9 nello scenario futuro. Il 2% delle ore in cui la concentrazione di picco di odore è maggiore è costituito in larga parte da ore notturne.
- La Figura 9.20 mostra in quali mesi dell'anno le concentrazioni orarie di picco di odore simulate sono maggiori, presso il ricettore n. 9. Nei mesi autunnali e invernali è maggiore la frequenza di ore in cui la concentrazione di picco di odore appartiene al 2% delle ore "peggiori".
- La Figura 9.21 è la combinazione della Figura 9.07 e della Figura 9.17, per permettere il confronto fra l'impatto olfattivo negli scenari attuale e futuro presso il ricettore n. 9.

Nella tabella seguente sono riportati i dati delle simulazioni dello scenario emissivo futuro relativi ad alcune delle ore che, presso il ricettore n. 1 (Crocetta), concorrono a determinare l'esposizione olfattiva in termini di 98° percentile delle concentrazioni di picco di odore, ossia le "ore peggiori" dal punto di vista dell'esposizione olfattiva del ricettore.

Tabella 33. Dati meteo ed emissivi nelle ore in cui, al ricettore scelto, la concentrazione eccede il 98° percentile.

Dato di input o output delle simulazioni	100° percentile (max annuo)	99,5° percentile (posiz. 44)	99° percentile (posiz. 88)	98,5° percentile (posiz. 132)	98° percentile (posiz. 175)	Media nelle ore >98° perc.
Orario ⁽¹⁾	09/01/2014 08:00	22/05/2014 04:00	23/07/2014 00:00	12/12/2014 18:00	01/05/2014 23:00	-
Temperatura dell'aria (°C)	+9,0	+16,8	+22,0	+4,7	+15,2	+13,2
Velocità del vento (m/s)	0,92	1,26	1,14	0,60	1,00	1,1
Vettore di direzione del vento	NW	NW	NW	NNW	WNN	-
Lunghezza di Monin-Obukhov (m)	+12,8	+12,8	+12,7	+30,2	+12,7	+18,3
Velocità d'attrito superficiale (m/s)	0,050	0,070	0,060	0,050	0,050	0,07
Classi di stabilità PGT	4	6	6	6	4	5,1
Altezza di rimescolamento (m)	50	50	50	50	50	52
Velocità di scala convettiva (m/s)	0	0	0	0	0	0
Portata di odore (ou _E /s), biofiltri	25'000	25'000	25'000	25'000	25'000	25'000
Portata di odore (ou _E /s), biogas esalato	17'000	5'400	7'100	6'200	11'000	7'600
Portata di odore (ou _E /s), stocc. verde	6'200	350	2'200	2'500	36	4'300
Portata di odore (ou _E /s), vasca percolato	0	0	0	0	0	0
Portata di odore (ou _E /s) totale	48'200	30'750	34'300	33'700	36'036	36'900
Concentrazione di picco di odore (ou _E /m ³)	7,6	3,4	2,8	2,4	2,0	-

(1) L'orario è espresso, secondo la convenzione (§ 3.2), nel fuso UTC+0000.

Si nota quanto segue.

- Le condizioni meteorologiche più frequentemente associate a queste "ore peggiori" sono: struttura stabile dell'atmosfera (condizioni notturne, lunghezza di Monin-Obukhov positiva), scarsa turbolenza di origine meccanica (vento di intensità debole), altezza di rimescolamento minima, allineamento fra il vettore del vento e la posizione del ricettore rispetto alle sorgenti.
- Confrontando le portate di odore totali nelle ore "peggiori" in Tabella 33 (30'000÷48'000 ou_E/s) con le portate di odore totali nell'Allegato 8 Figura 8.08 (> 120'000 ou_E/s, vedasi § 2.5), si nota che in queste ore "peggiori" le portate di odore sono a livelli ben inferiori ai massimi introdotti nelle simulazioni; dunque l'esposizione olfattiva presso il ricettore in esame (ma la conclusione è in verità più generale) è maggiore non tanto quando i livelli di emissione sono maggiori, ma invece quando le condizioni micrometeorologiche sono più sfavorevoli alla dispersione delle emissioni.
- Nell'ora 09/01/2014 08:00, per la quale le simulazioni dello scenario futuro hanno restituito il massimo annuo della concentrazione oraria di picco di odore presso il ricettore sensibile n. 1, si combinano condizioni meteorologiche e di turbolenza sfavorevoli e portate di odore relativamente alte (benché molto inferiori ai massimi annui).

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

- Tabelle analoghe alla Tabella 33 sono state prodotte anche per gli altri ricettori sensibili, ma non sono presentate qui. Basti dire che anche per gli altri ricettori sensibili valgono considerazioni simili, ossia la grande maggioranza delle "ore peggiori" è associata a condizioni meteorologiche sfavorevoli (in particolare notturne) piuttosto che alle portate di odore massime.

6.6 Conclusioni

Nel presente studio è stata simulata l'esposizione olfattiva in aria ambiente conseguente alle emissioni di odore in atmosfera dell'installazione in epigrafe nei due scenari emissivi seguenti (vedasi § 2):

- lo scenario emissivo attuale (stato di fatto);
- lo scenario emissivo futuro (stato di progetto), successivo alla realizzazione del progetto sottoposto alla procedura di VIA/AIA.

Nella costruzione dei due scenari emissivi sono state assunte le ipotesi seguenti (per i dettagli vedasi il § 2.1).

- Le portate di odore emesse dai biofiltri (che grosso modo sono responsabili della metà dell'esposizione olfattiva simulata) sono poste al massimo valore ammesso (dato dal prodotto fra la portata volumetrica nominale e la concentrazione di odore massima in emissione, pari a $300 \text{ ou}_E/\text{m}^3$). Dunque, almeno per quanto riguarda i biofiltri, l'esposizione di odore simulata in entrambi gli scenari corrisponde ad una situazione emissiva massima, che non dovrà essere superata durante il regolare esercizio dell'installazione.
- In entrambi gli scenari è stata inserita anche l'emissione del biogas di discarica esalato (non captato), benché la discarica non sia interessata dal progetto in esame. L'impianto di discarica è già stato oggetto delle pertinenti procedure di valutazione degli impatti ambientali; inoltre i conferimenti di nuovi rifiuti in discarica sono terminati e l'emissione di odore dovuta al biogas di discarica esalato diminuirà nel tempo. Nelle ipotesi assunte in entrambi gli scenari emissivi, l'emissione di biogas di discarica è responsabile del 10÷20% dell'esposizione olfattiva simulata.

I risultati delle simulazioni di dispersione eseguite mostrano quanto segue, con riferimento ai criteri di valutazione adottati (§ 5.6.1).

- Sia per lo scenario emissivo attuale che per quello futuro, presso tutte le località abitate censite l'esposizione olfattiva simulata è conforme sia al criterio di valutazione superiore ($5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$) che al criterio di valutazione mediano ($3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$) della D.G.R. Lombardia.
- Sia per lo scenario emissivo attuale che per quello futuro, presso i centri abitati capoluoghi (S. Agata Bolognese e San Giovanni in Persiceto) l'esposizione olfattiva simulata è conforme al criterio di valutazione inferiore ($1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$) della D.G.R. Lombardia, ossia è trascurabile.

Confrontando i risultati delle simulazioni dei due scenari emissivi, si osserva quanto segue.

- Nello scenario futuro l'esposizione olfattiva è inferiore: l'esposizione olfattiva espressa come 98° percentile delle concentrazioni di picco di odore nello scenario futuro è ridotta rispetto a quello attuale in percentuale variabile sul territorio, compresa nell'intervallo 8÷23%. La riduzione più ampia (23%) si rileva presso il ricettore n. 9 (Molino di Valbona).
- Confrontando, nei risultati delle simulazioni dei due scenari emissivi, le concentrazioni orarie di picco di odore massime simulate (vedasi Tabella 32) si osserva nello scenario futuro una riduzione, presso i diversi ricettori sensibili, compresa fra il 3% e il 44%.
- Presso il ricettore n. 9 (Molino di Valbona, che in tutti i documenti di programmazione urbanistica e di pianificazione territoriale comunali e sovracomunali consultati risulta classificato che agricolo; vedasi la nota di Tabella 29) la percentuale di ore di eccedenza della concentrazione di picco di odore di $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ diminuisce dal 5,6% dello scenario attuale al 3,9% di quello futuro (vedasi Allegato 9 Figura 9.21), con una riduzione quindi del 30%.

Andrea N. Rossi - Milano
Paolo Zoppellari - Ravenna

In conclusione:

- l'esposizione olfattiva presso i centri abitati capoluoghi è trascurabile già nello scenario emissivo attuale; lo scenario emissivo attuale corrisponde allo stato autorizzato, che è già stato oggetto di valutazione degli impatti olfattivi analoga a quelli affrontata nel presente studio (vedasi A.I.A. Provincia di Bologna P.G. 174577 del 17/12/2013, Allegato B, § C.5.3, sottoparagrafo "Emissioni odorigene");
- nello scenario futuro (ossia successivo alla realizzazione del progetto) l'esposizione olfattiva è inferiore.

HERAMBIENTE S.p.A.

Comparto polifunzionale di trattamento rifiuti
Via Ronita 1, S. Agata Bolognese (BO)

Simulazione previsionale dell'esposizione olfattiva sul
territorio conseguente alle emissioni di odore in
atmosfera dell'aria delle emissioni in atmosfera

Allegato 01A. Scenario attuale. Mappa del 98° percentile su base
globale delle concentrazioni orarie di picco di odore
simulate in aria al suolo (in ouE/mc)

Documento
T0088.16C00 del 24/09/2016

Autore
Andrea N. Rossi

Commissa
16521 | 10737 - ZOPPELLARI & ASSOCIATI S.r.l.

S. AGATA BOLOGNESE

CREVALCORE

CREVALCORE

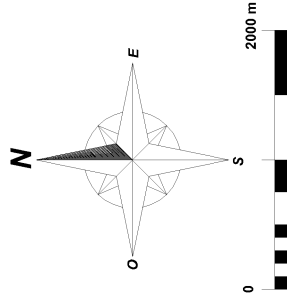
CASTELLO
D'ARGILE

SALA
BOLOGNESE

CASTELFRANCO
EMILIA

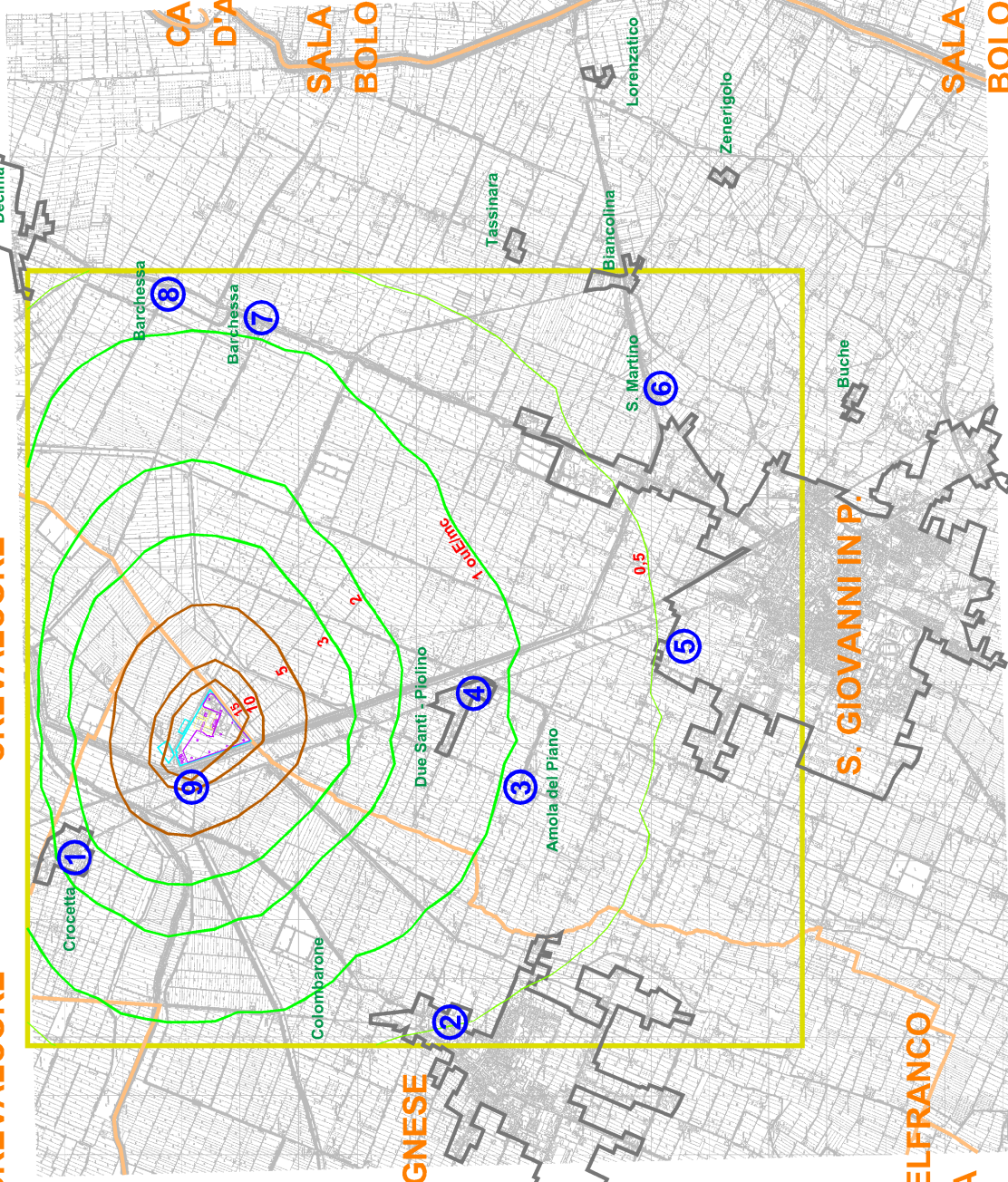
S. GIOVANNI IN P.

SALA
BOLOGNESE



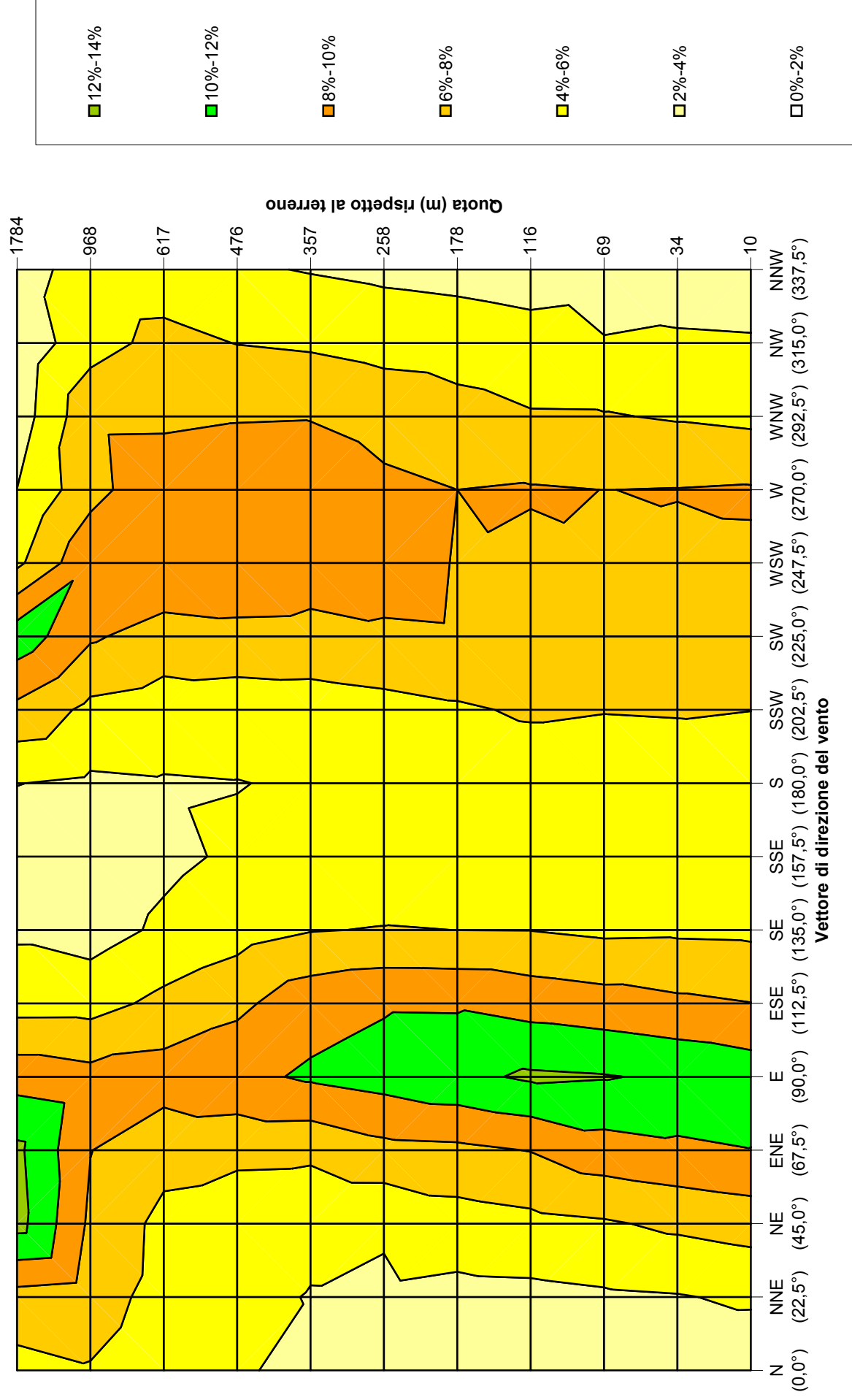
LEGENDA

- Limite dell'installazione
- Confine comunale
- Sorgenti di emissione
- Limite del dominio di calcolo
- Isoplete del 98° percent. delle conc. di picco di odore (ouE/m3)
- Isoplete delle concentraz. superiori al criterio di valutazione superiore

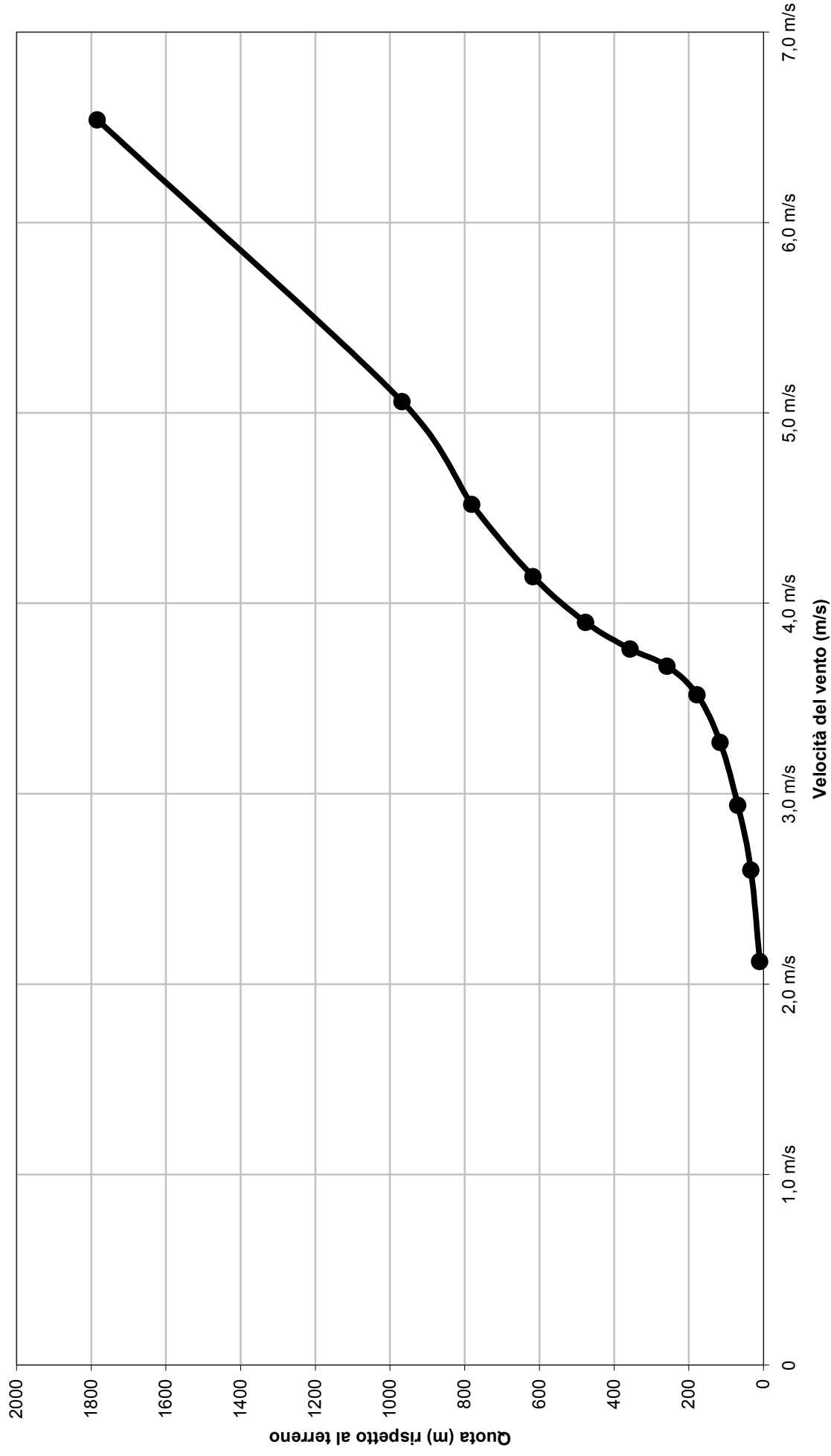


Comparto polifunzionale di trattamento rifiuti
Via Romita 1, S. Agata Bolognese (BO)

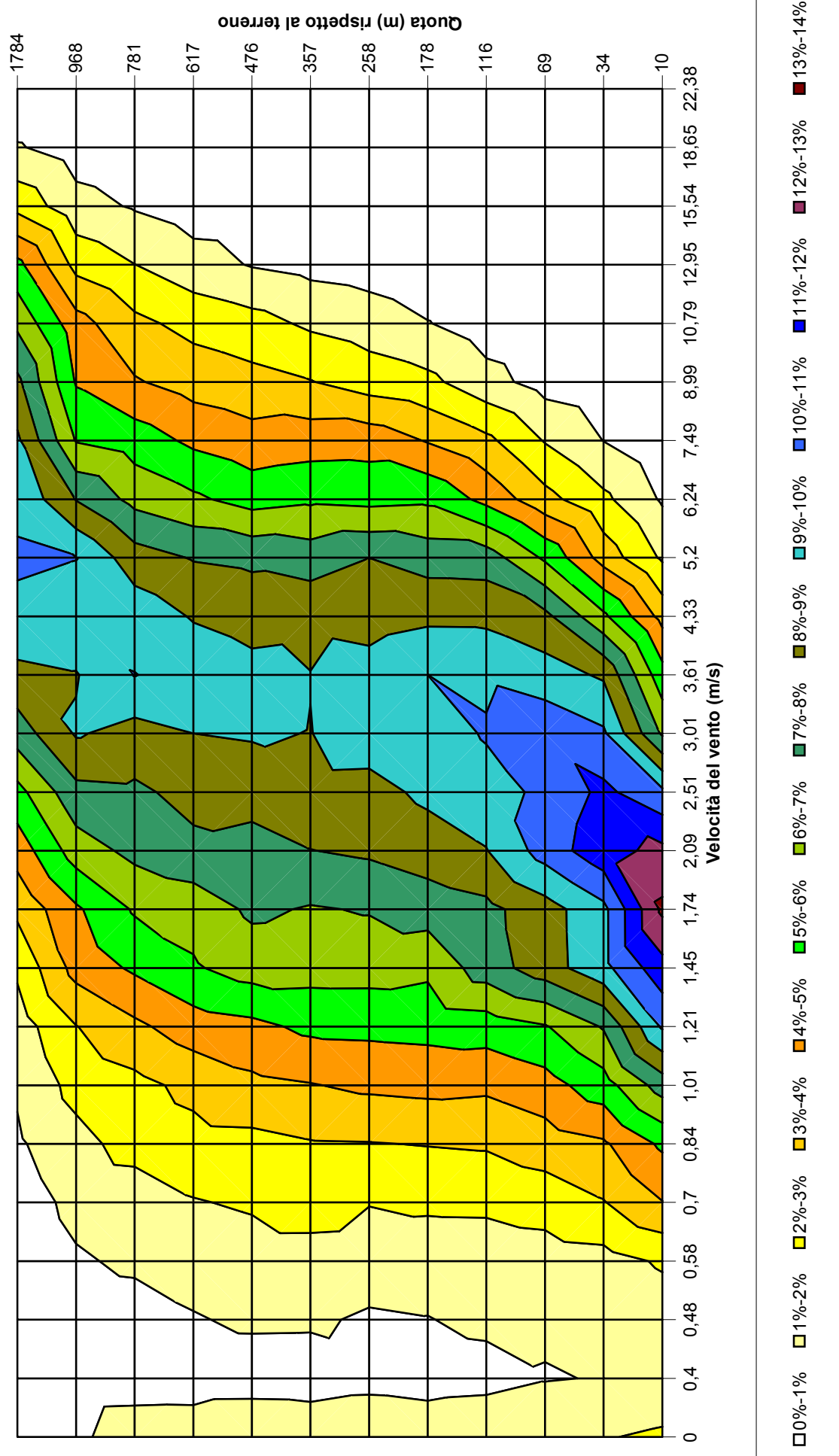
Allegato 2. Figura 2.01. Distribuzione di frequenza dei vettori di direzione del vento, per ciascun livello del profilo verticale atmosferico



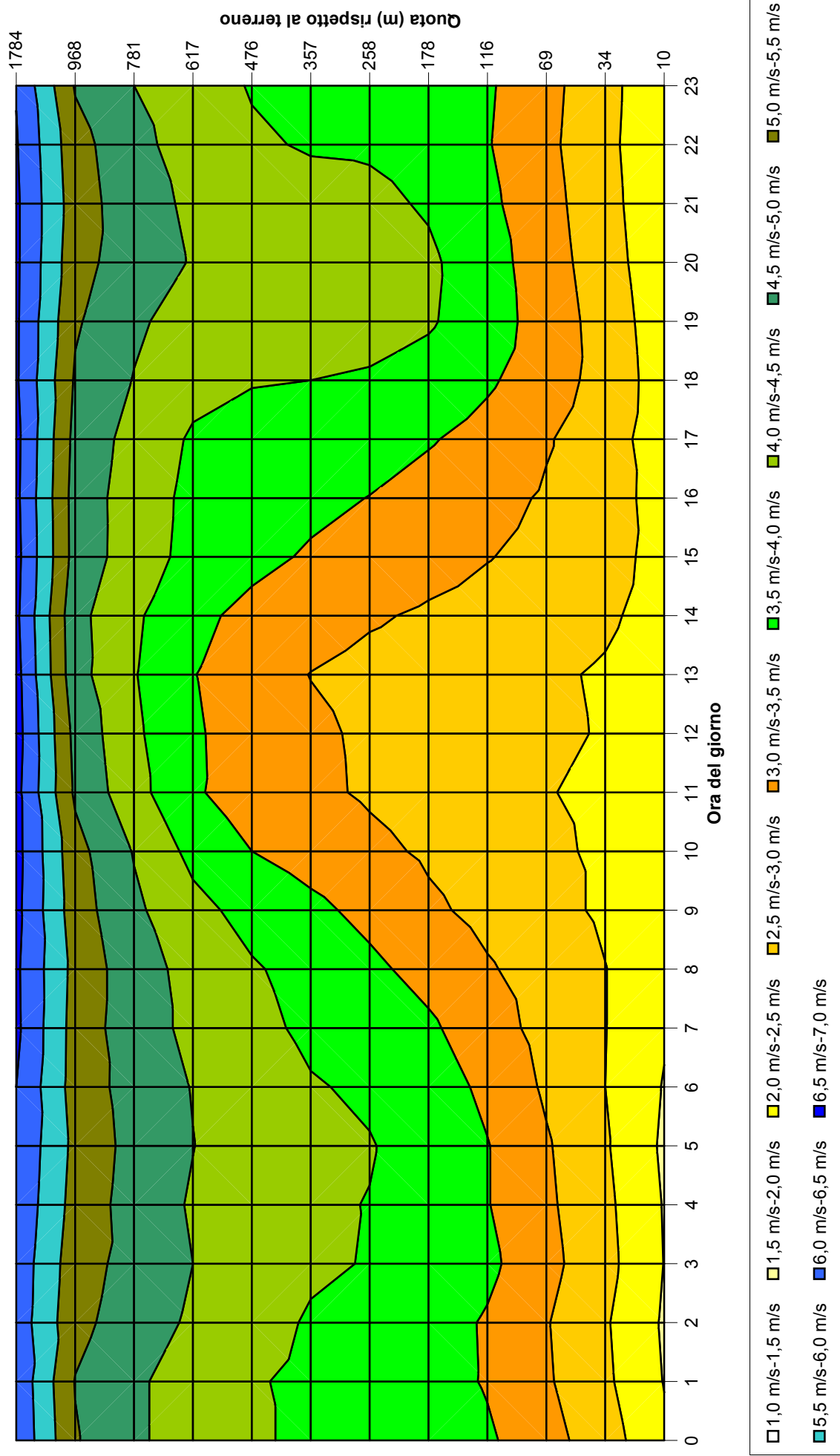
Allegato 2. Figura 2.02. Profilo verticale medio della velocità del vento



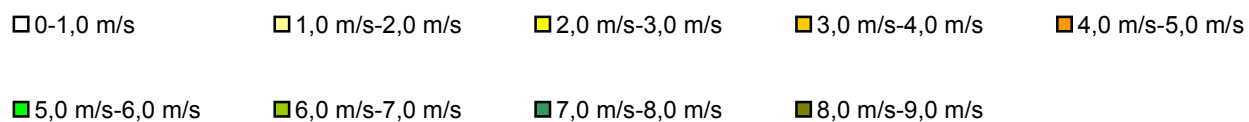
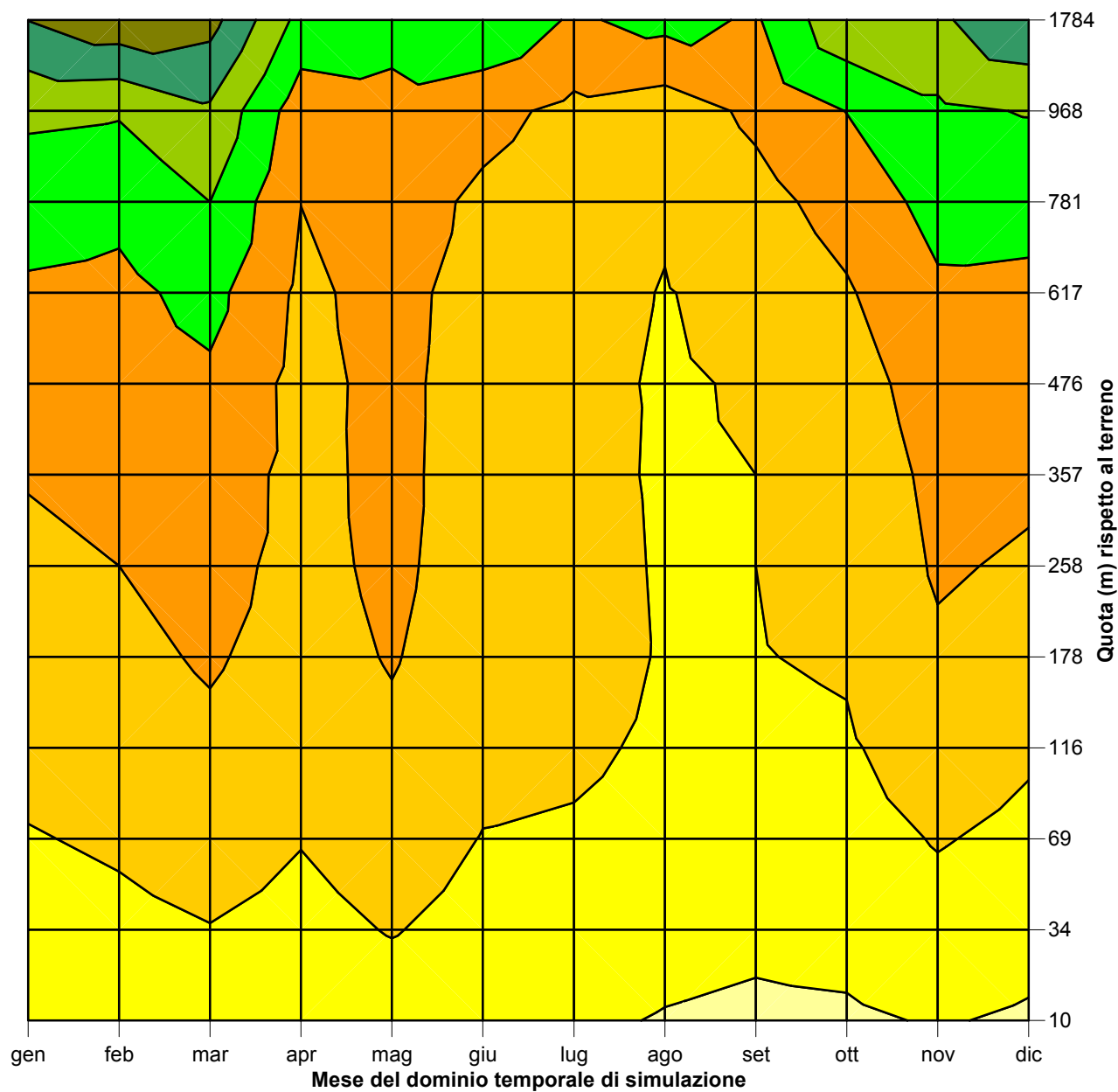
Allegato 2. Figura 2.03. Distribuzione di frequenza delle classi di velocità del vento, per ciascun livello del profilo verticale atmosferico



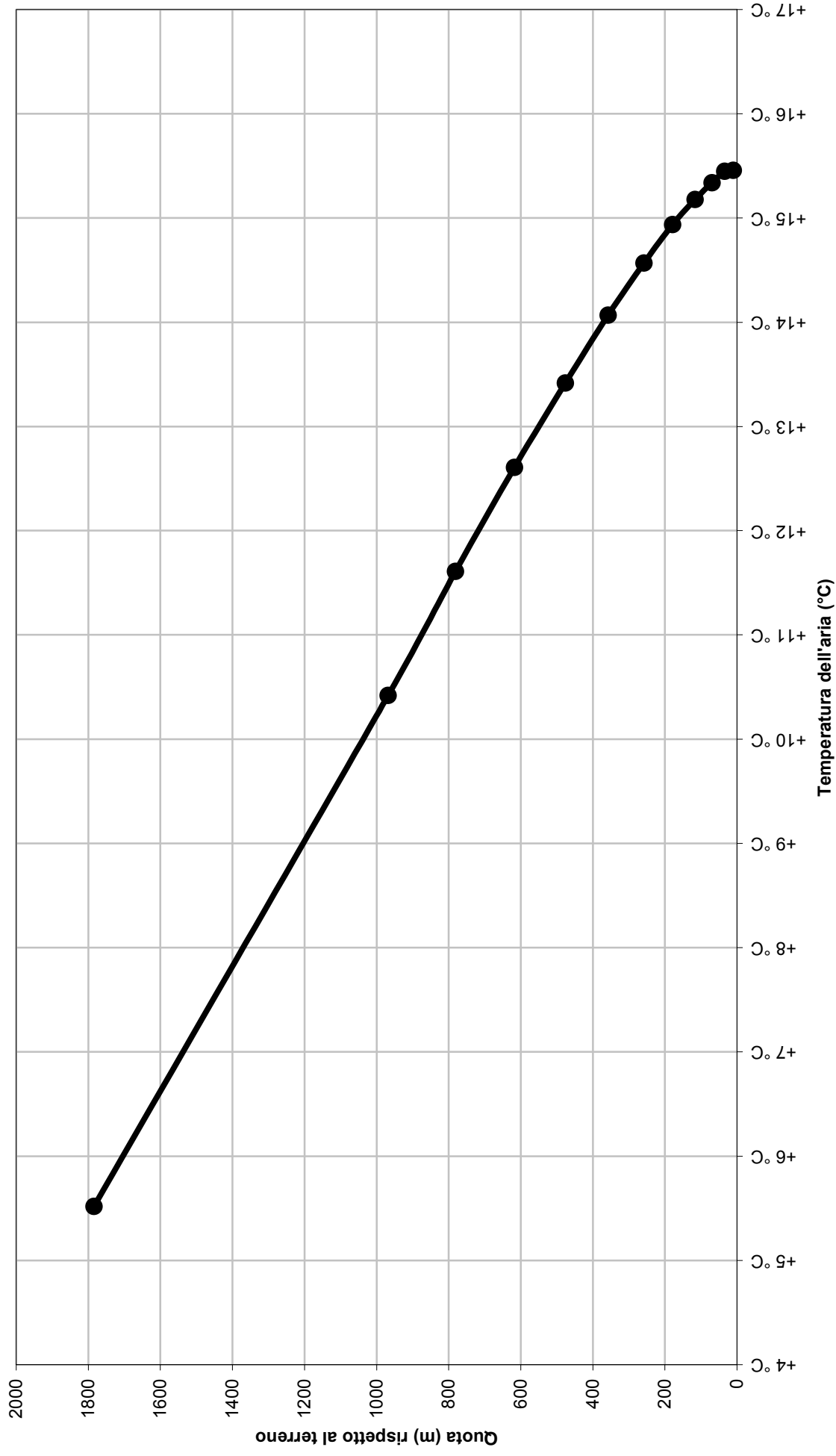
Allegato 2. Figura 2.04. Evoluzione per ora del giorno del profilo verticale della velocità del vento



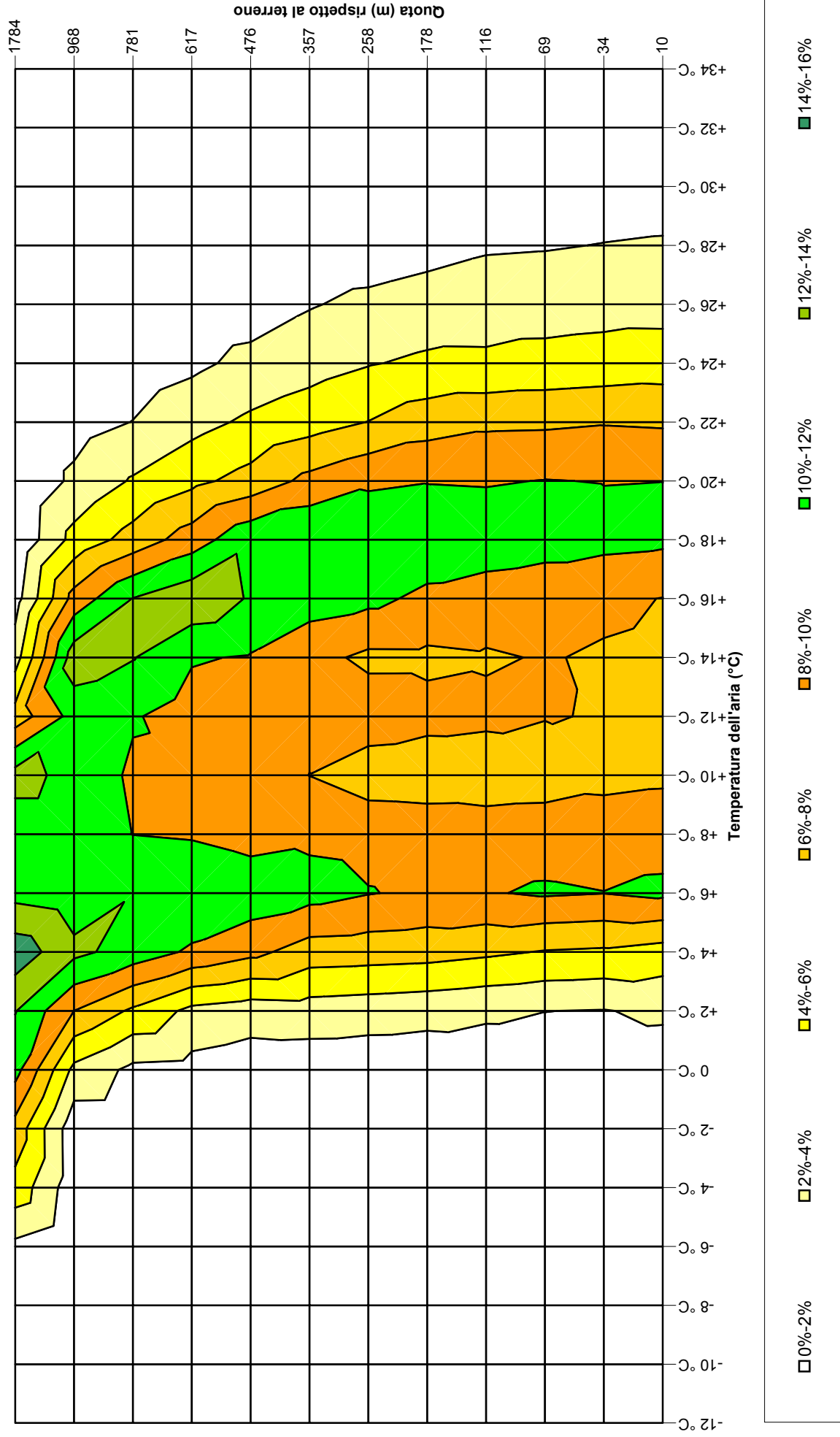
Allegato 2. Figura 2.05. Evoluzione per mese del profilo verticale della velocità del vento



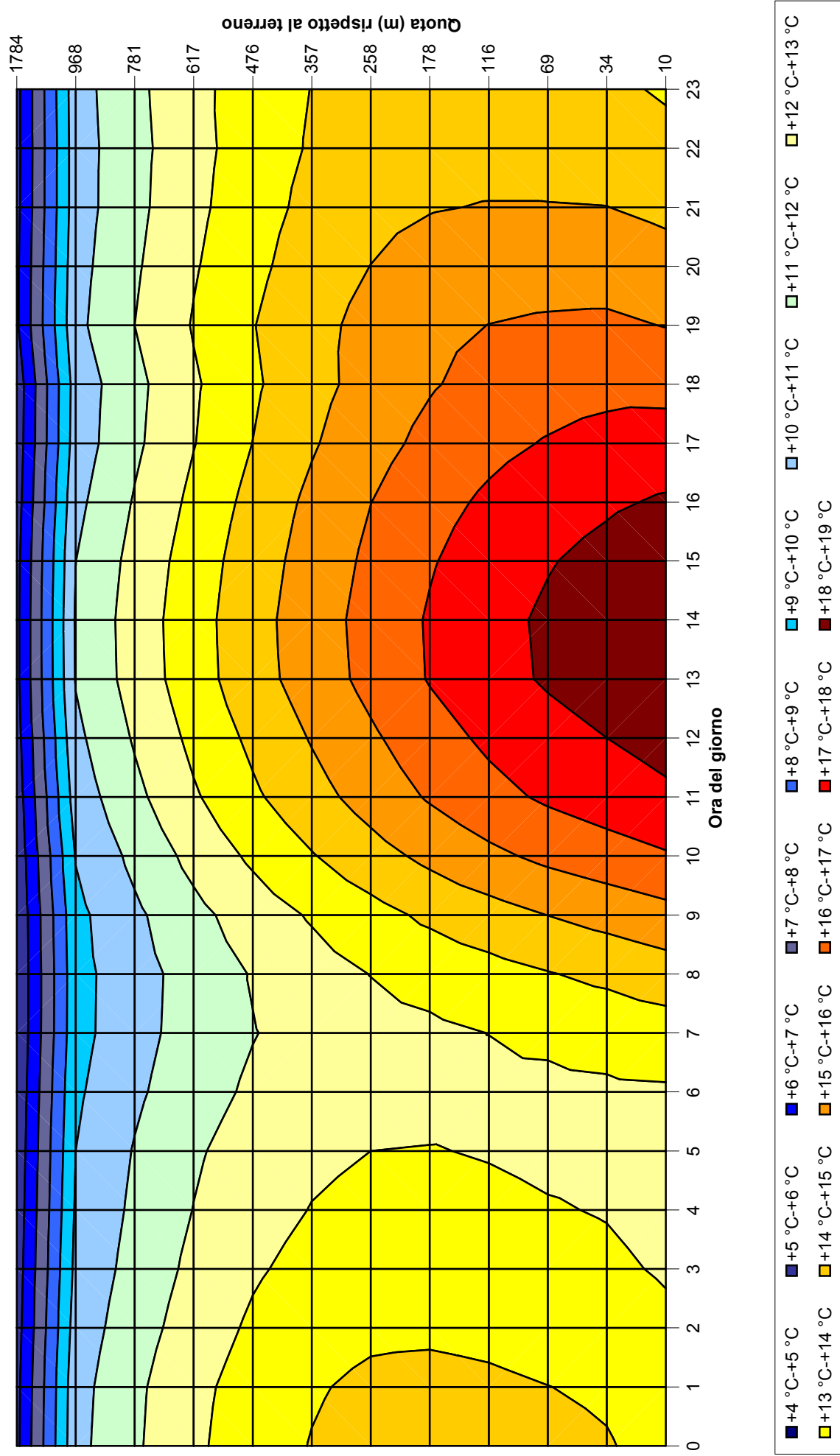
Allegato 2. Figura 2.06. Profilo verticale medio della temperatura dell'aria



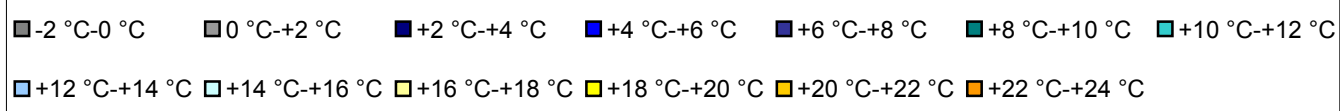
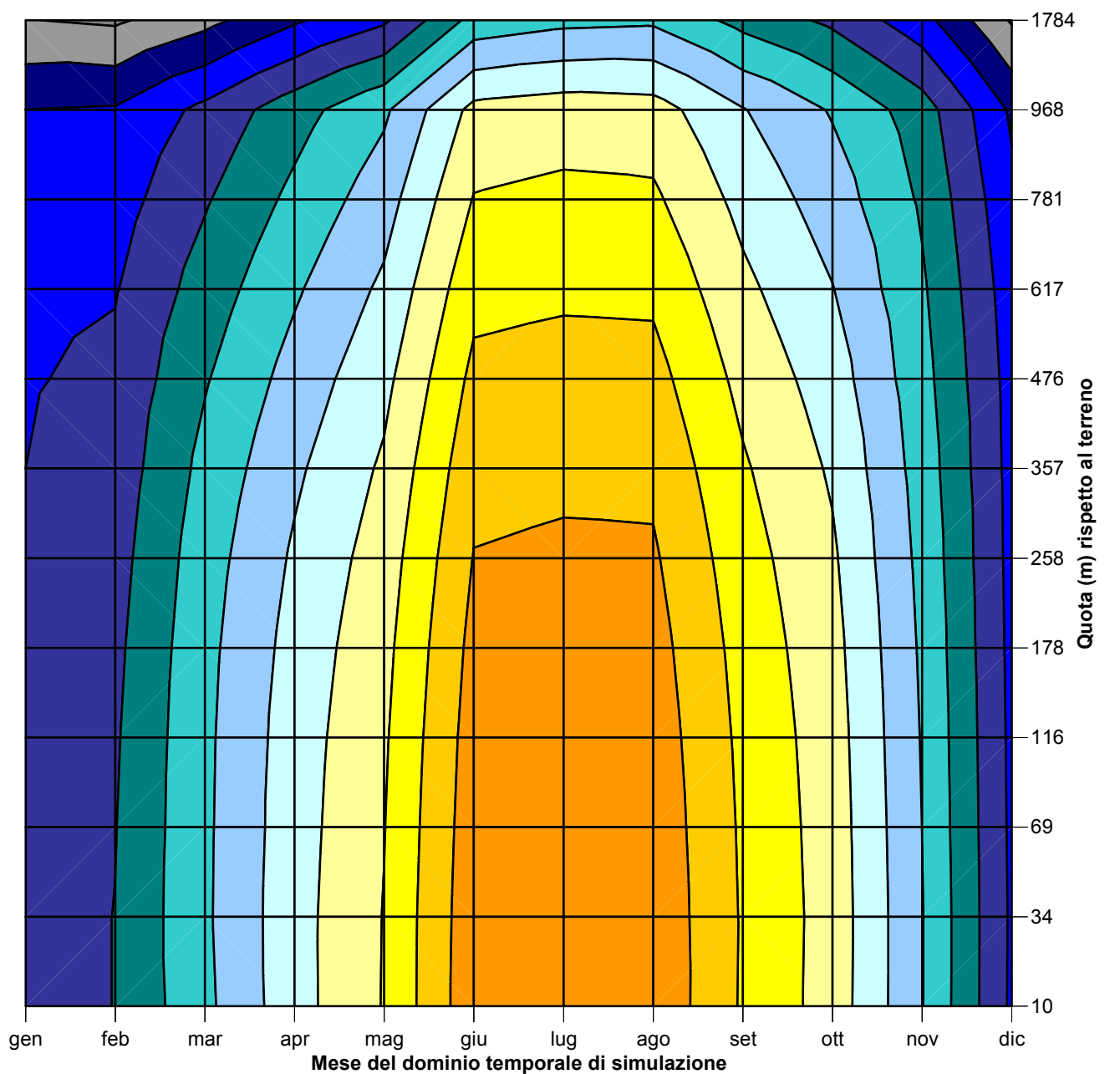
Allegato 2. Figura 2.07. Distribuzione di frequenza della temperatura dell'aria, per ciascun livello del profilo verticale atmosferico



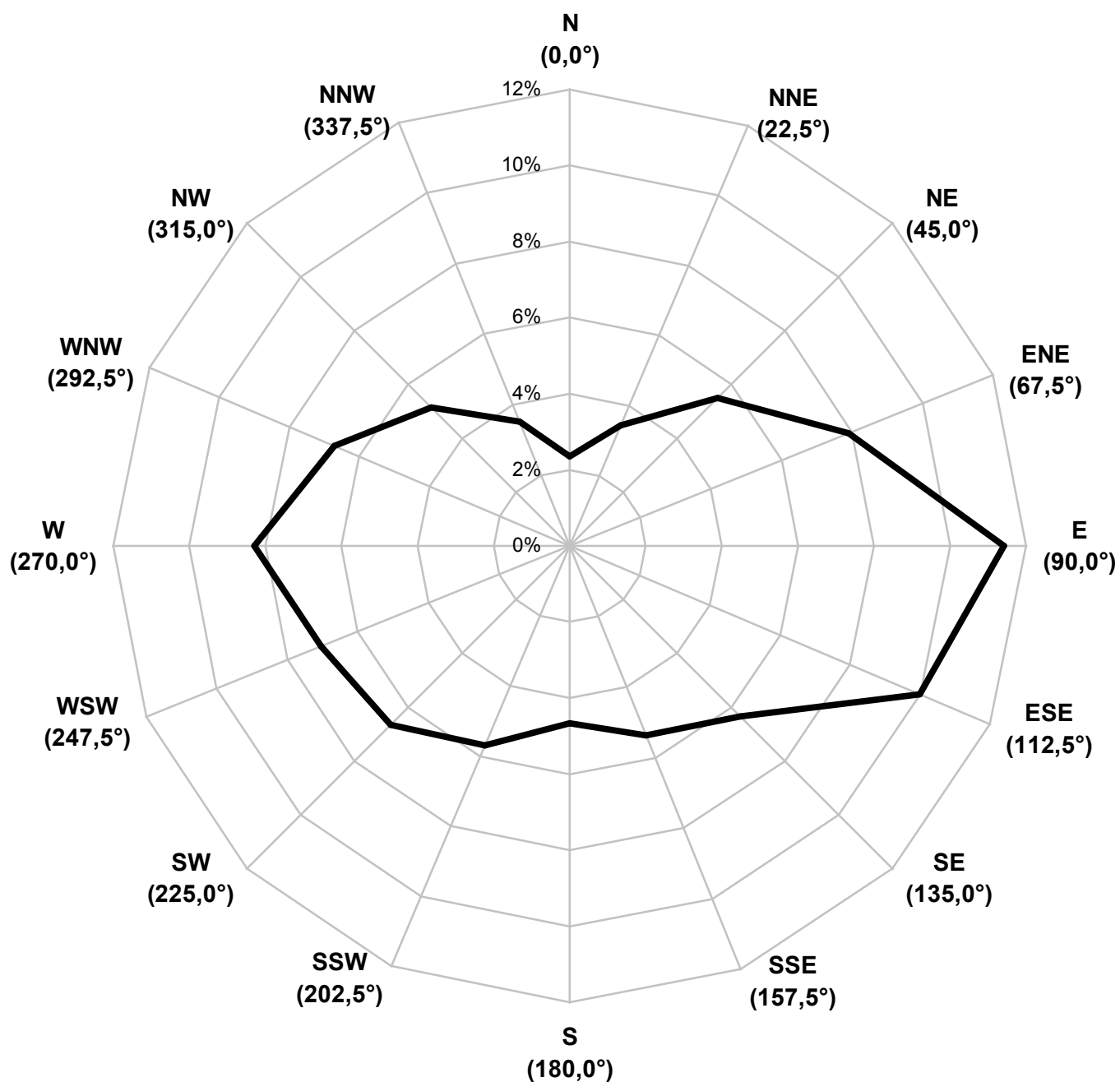
Allegato 2. Figura 2.08. Evoluzione per ora del giorno del profilo verticale della temperatura dell'aria



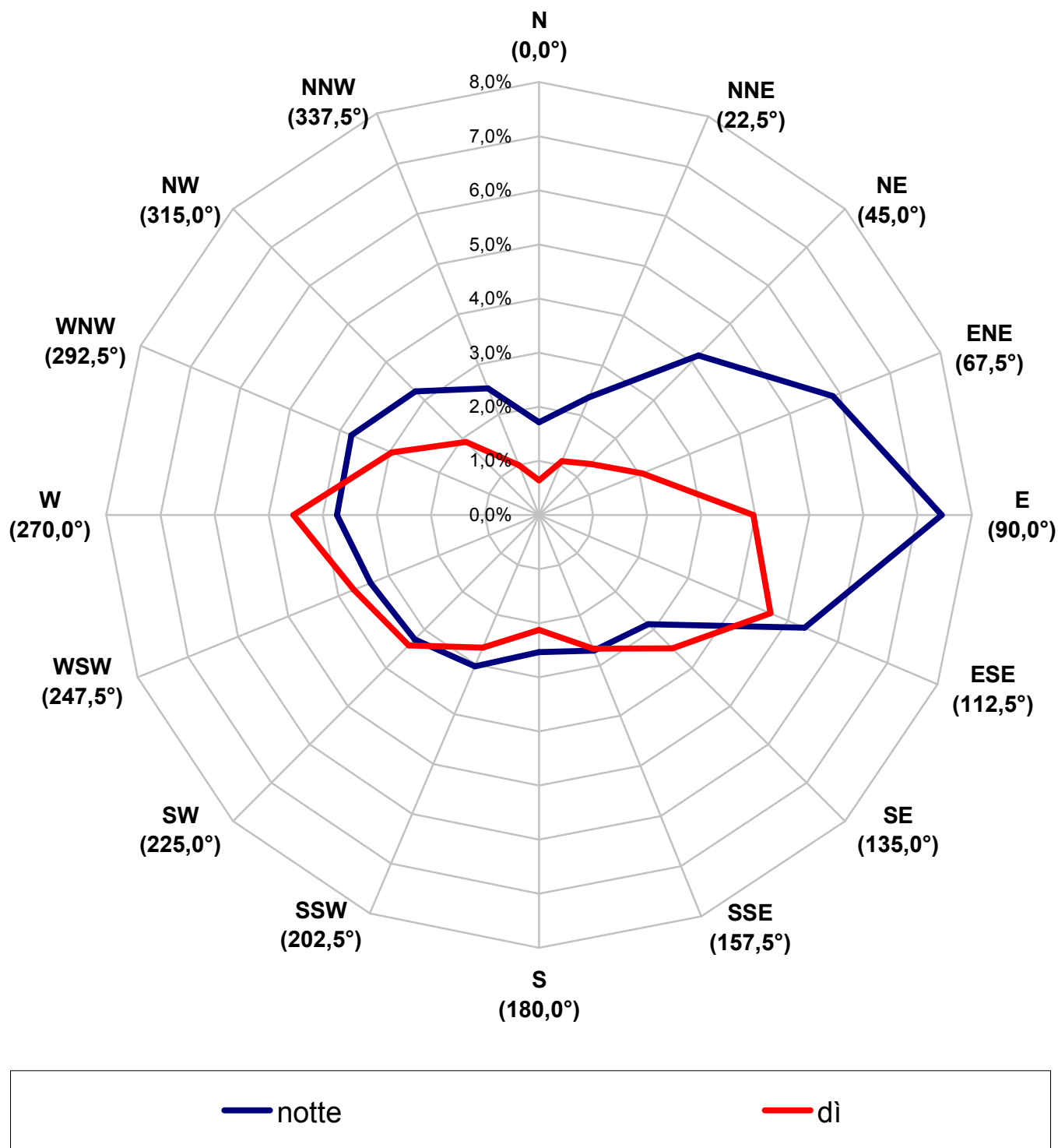
Allegato 2. Figura 2.09. Evoluzione per mese del profilo verticale della temperatura dell'aria



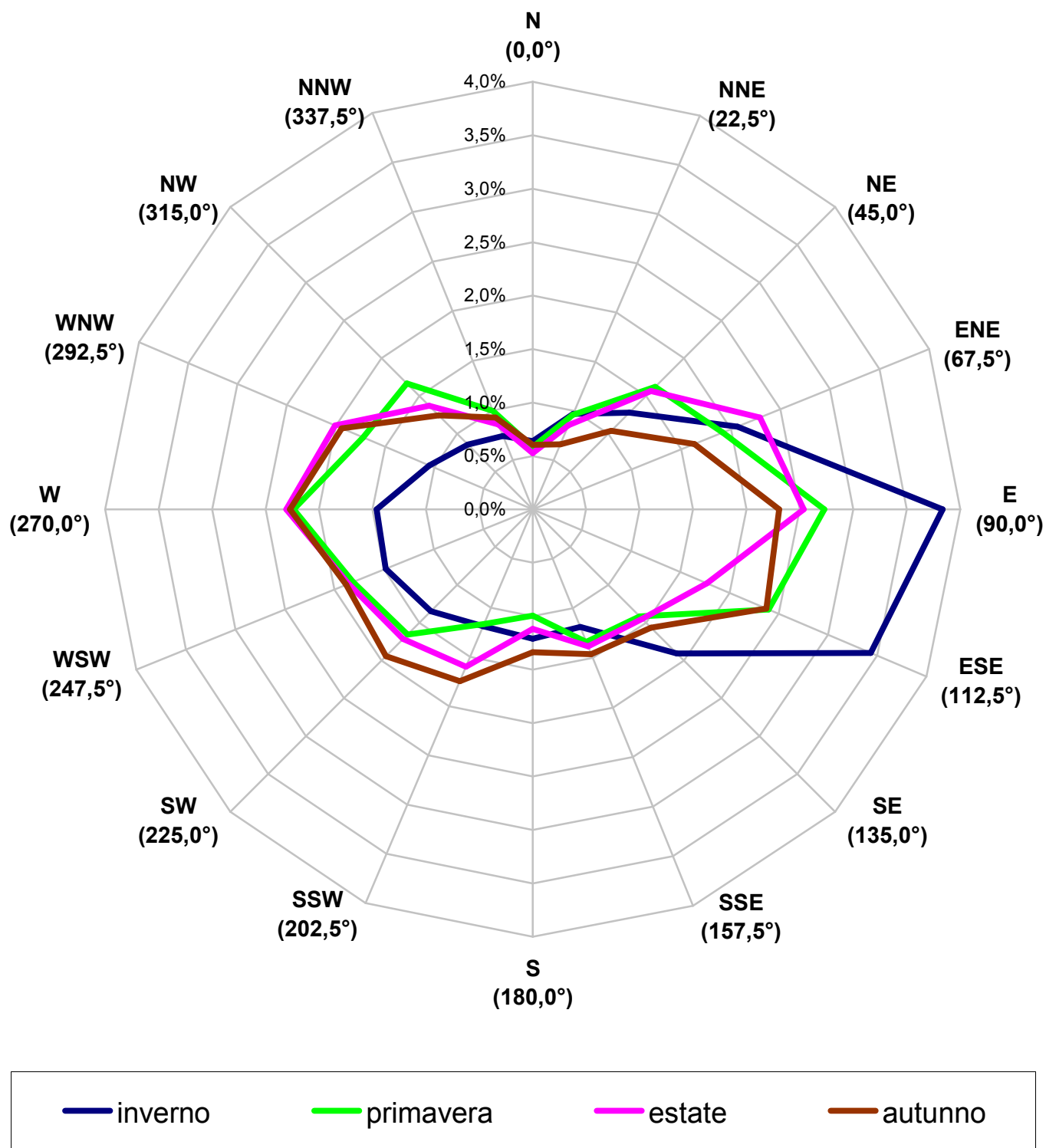
Allegato 3. Figura 3.01.
Rosa generale dei vettori di direzione del vento.



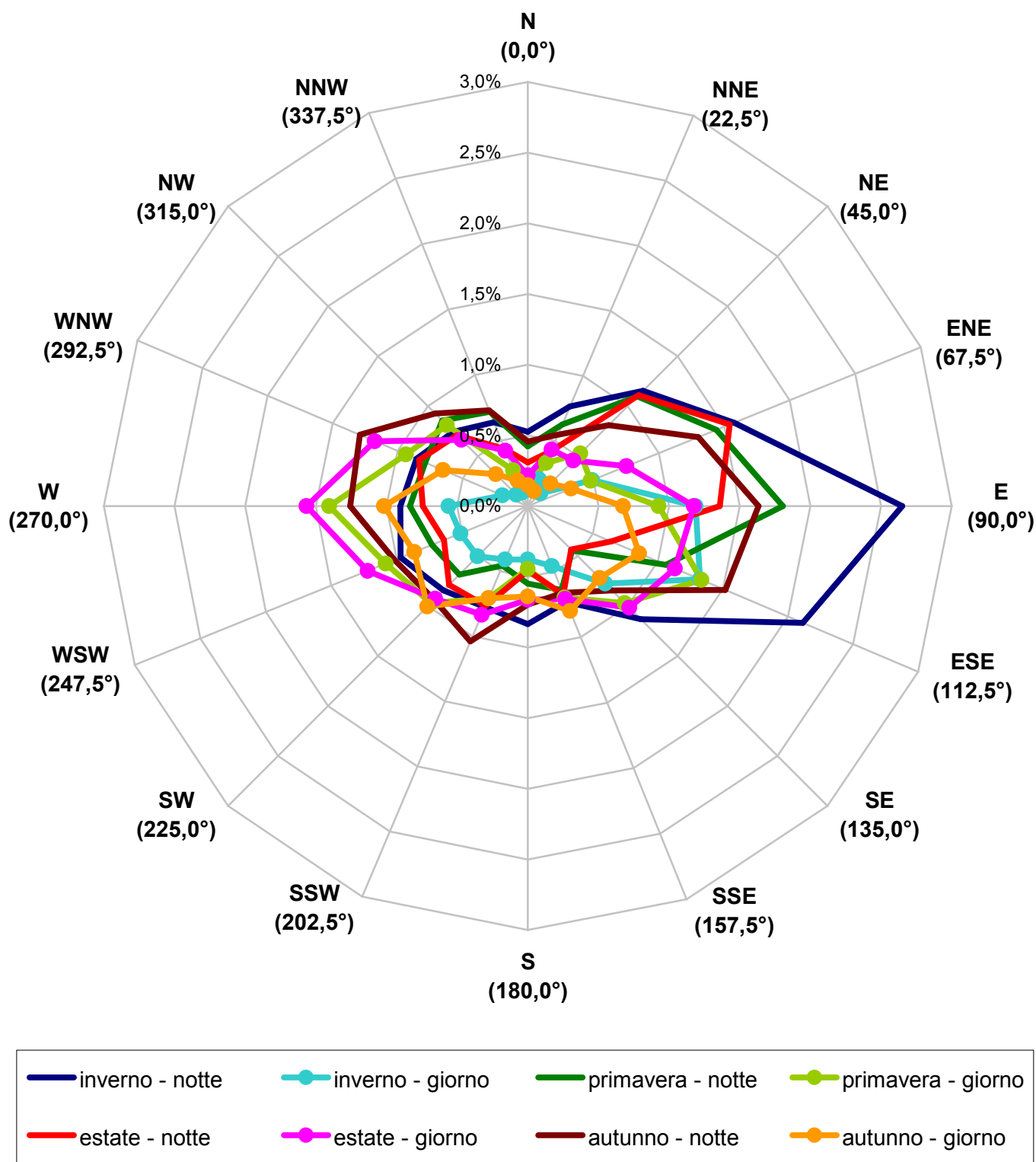
Allegato 3. Figura 3.02.
Rosa dei vettori di direzione del vento
secondo l'alternanza di notte e dì.



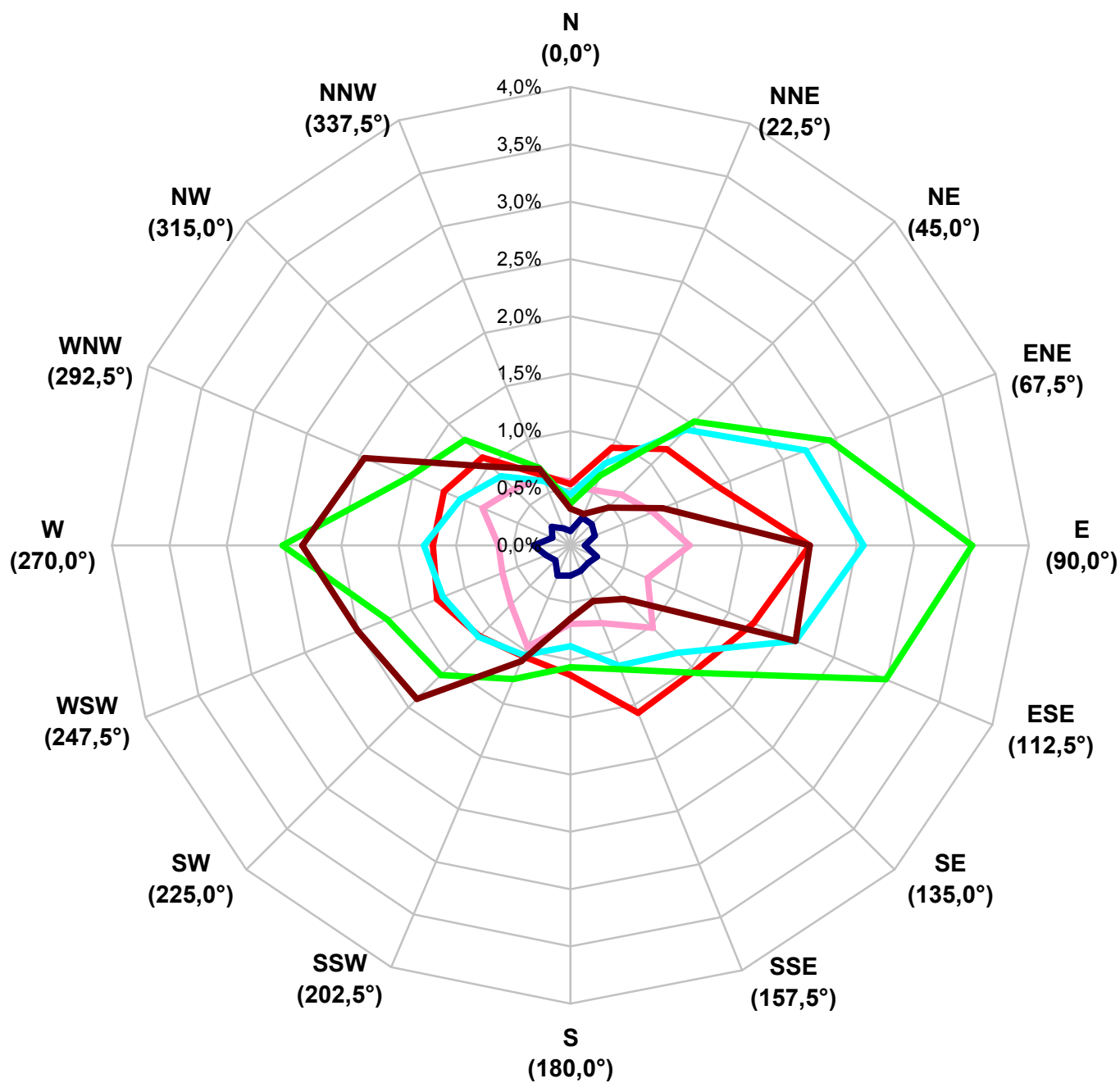
Allegato 3. Figura 3.03.
Rosa dei vettori di direzione del vento
secondo la stagione.



Allegato 3. Figura 3.04.
Rosa dei vettori di direzione del vento
secondo la stagione e secondo l'alternanza di notte e dì.



Allegato 3. Figura 3.05.
Rosa dei vettori di direzione del vento
secondo la velocità del vento.



< 0,5 m/s

0,5÷1,0 m/s

1,0÷1,5 m/s

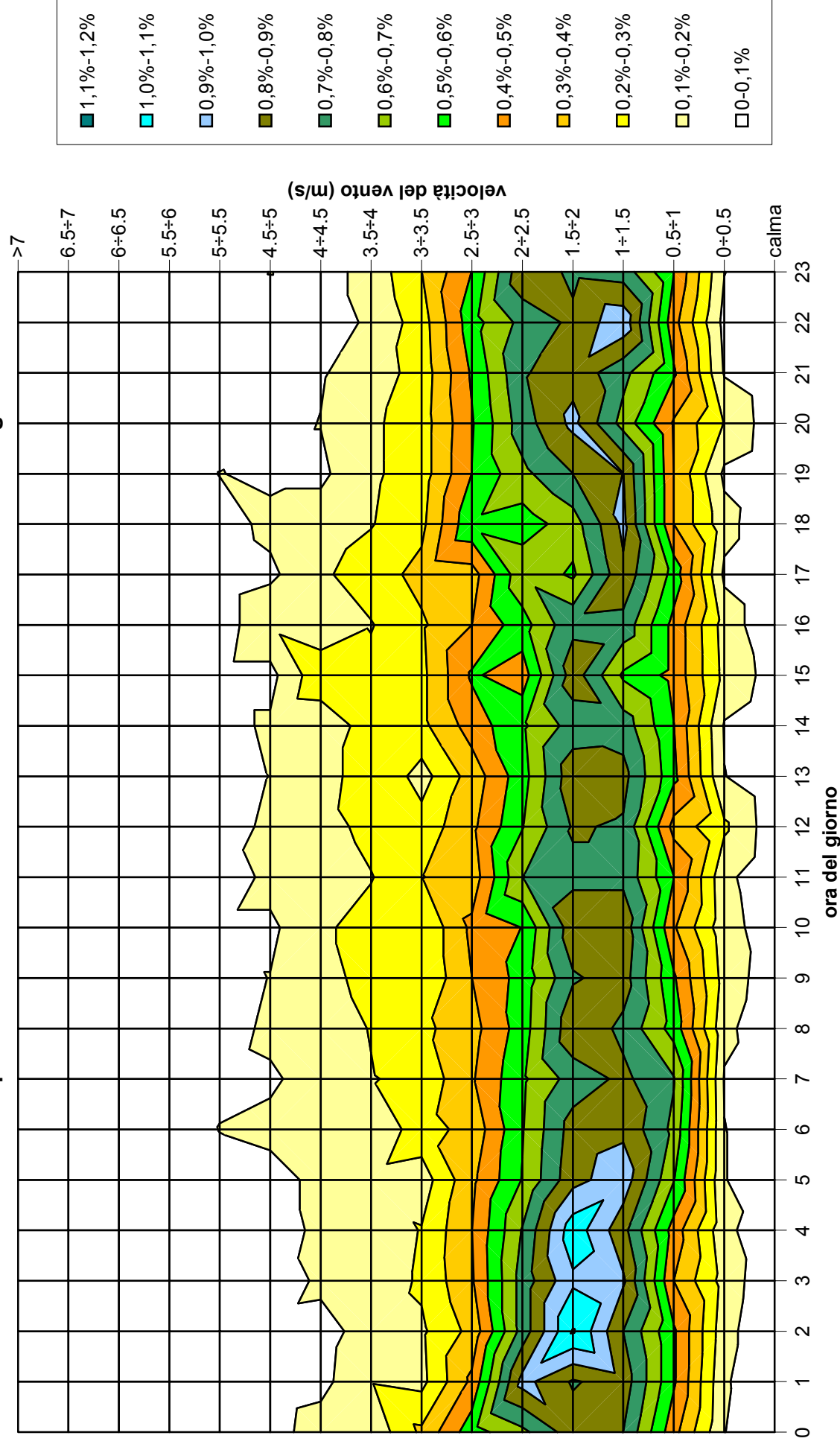
1,5÷2,0 m/s

2,0÷3,0 m/s

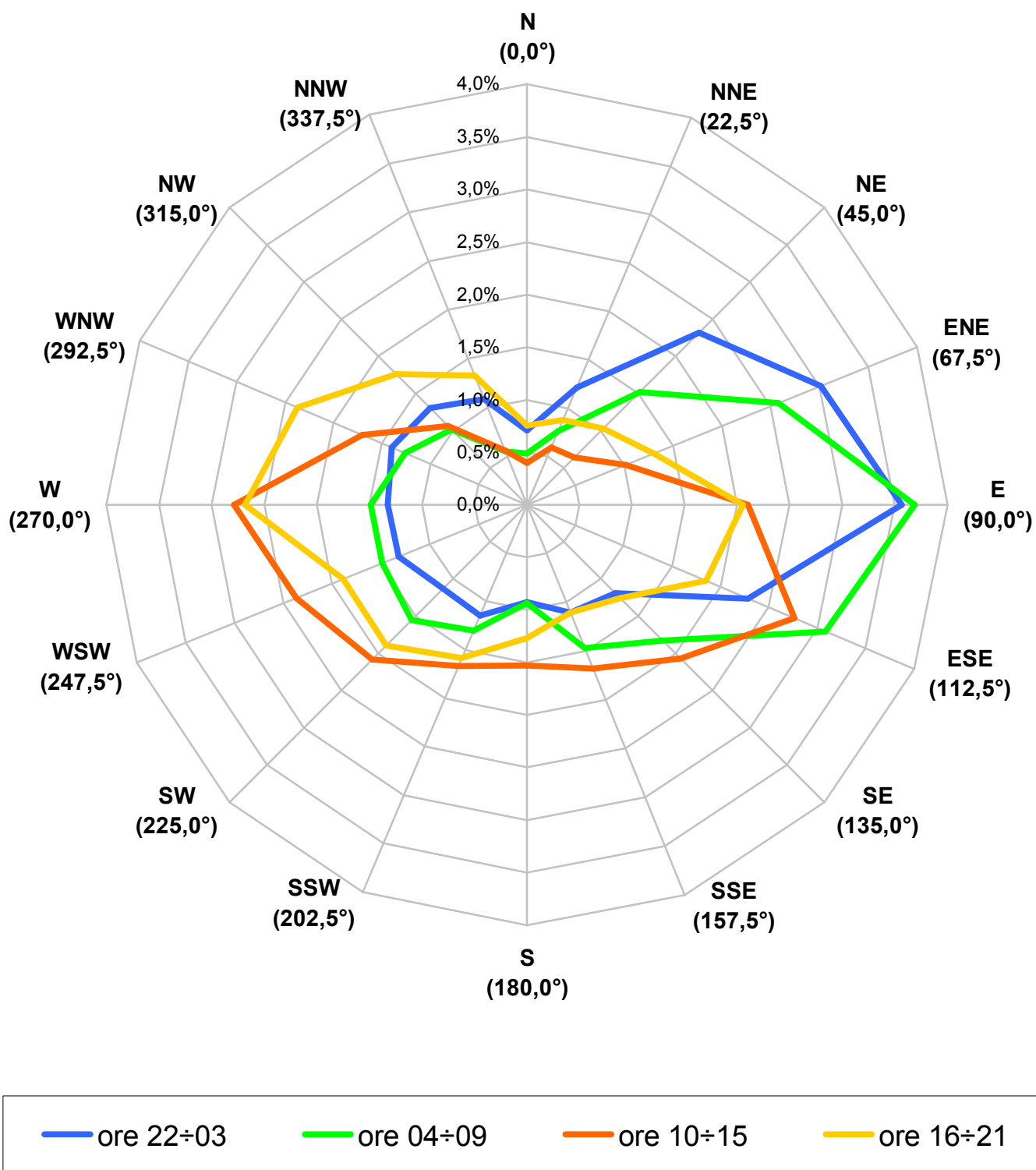
>= 3,0 m/s

Allegato 3. Figura 3.06.

Frequenza delle classi di velocità del vento secondo l'ora del giorno.

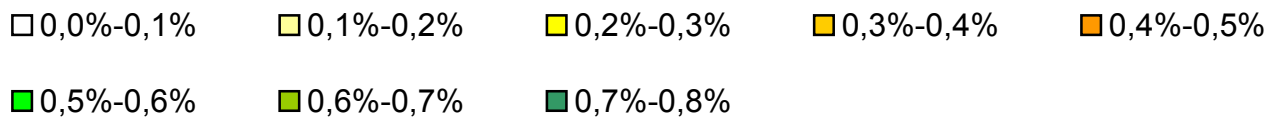
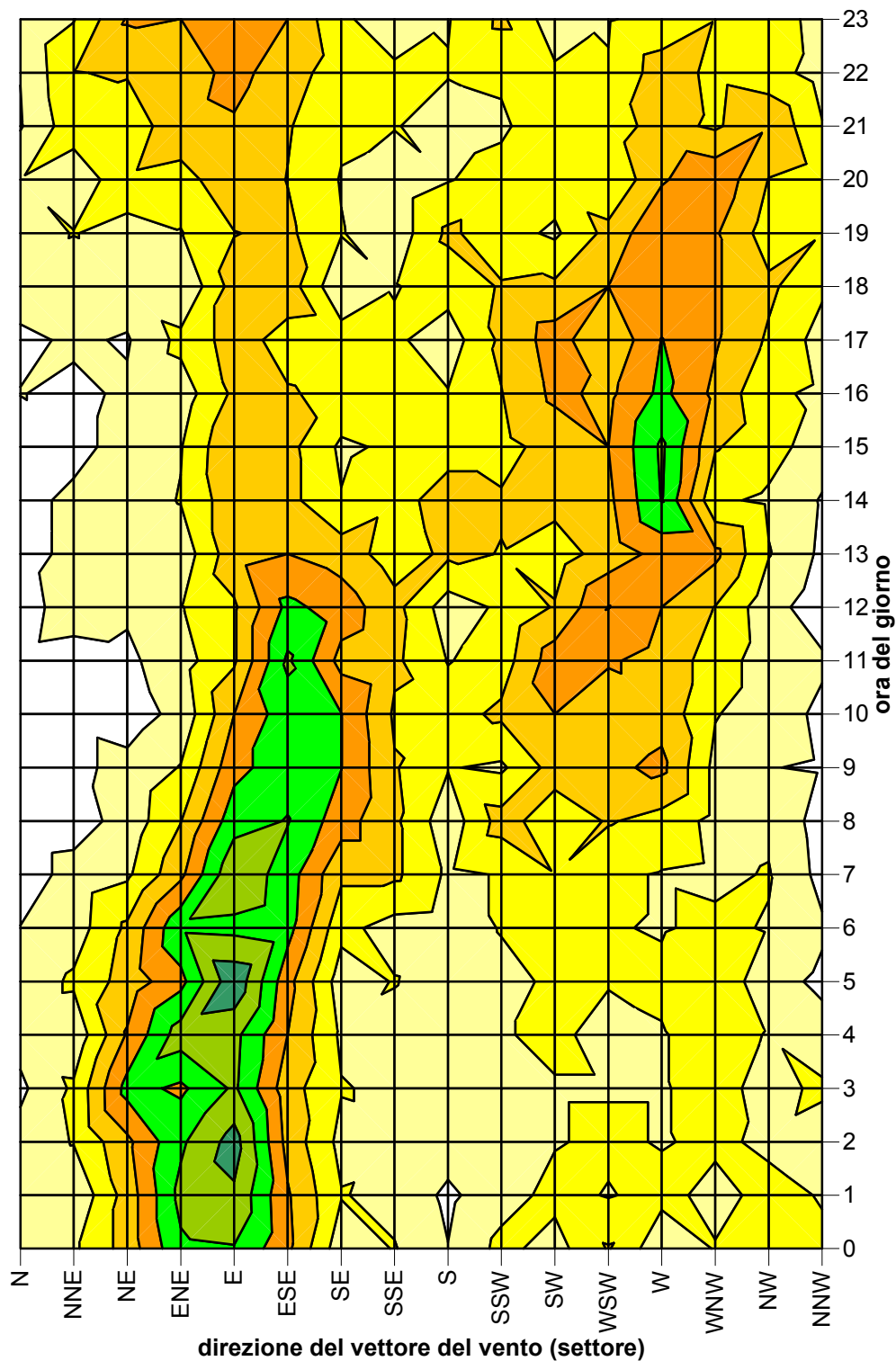


Allegato 3. Figura 3.07.
Rosa dei vettori di direzione del vento
secondo la fascia oraria.

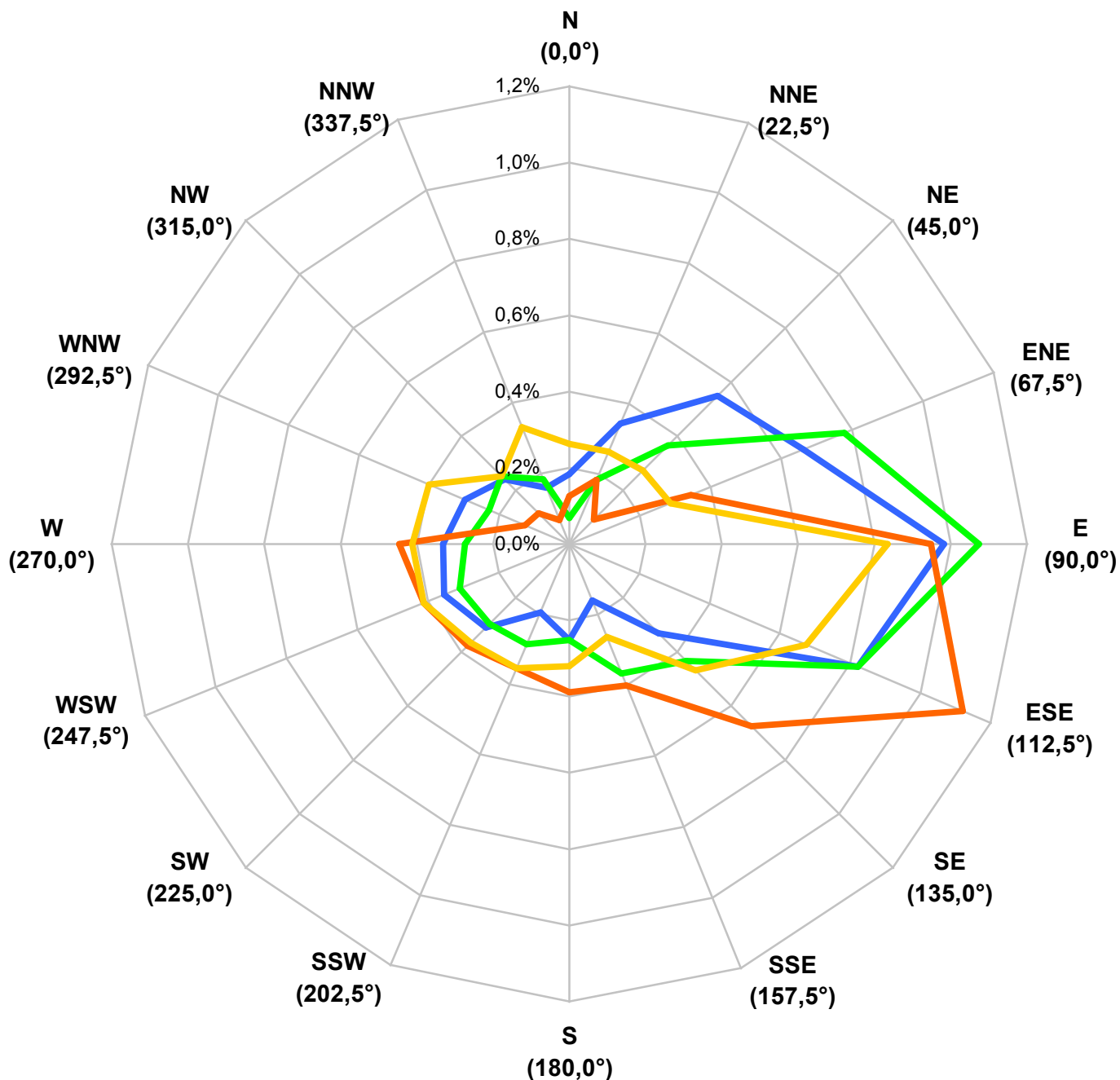


Allegato 3. Figura 3.08.

Frequenza dei vettori di direzione del vento secondo l'ora del giorno.



Allegato 3. Figura 3.09a.
Frequenza dei vettori di direzione del vento
secondo la fascia oraria e la stagione.
INVERNO



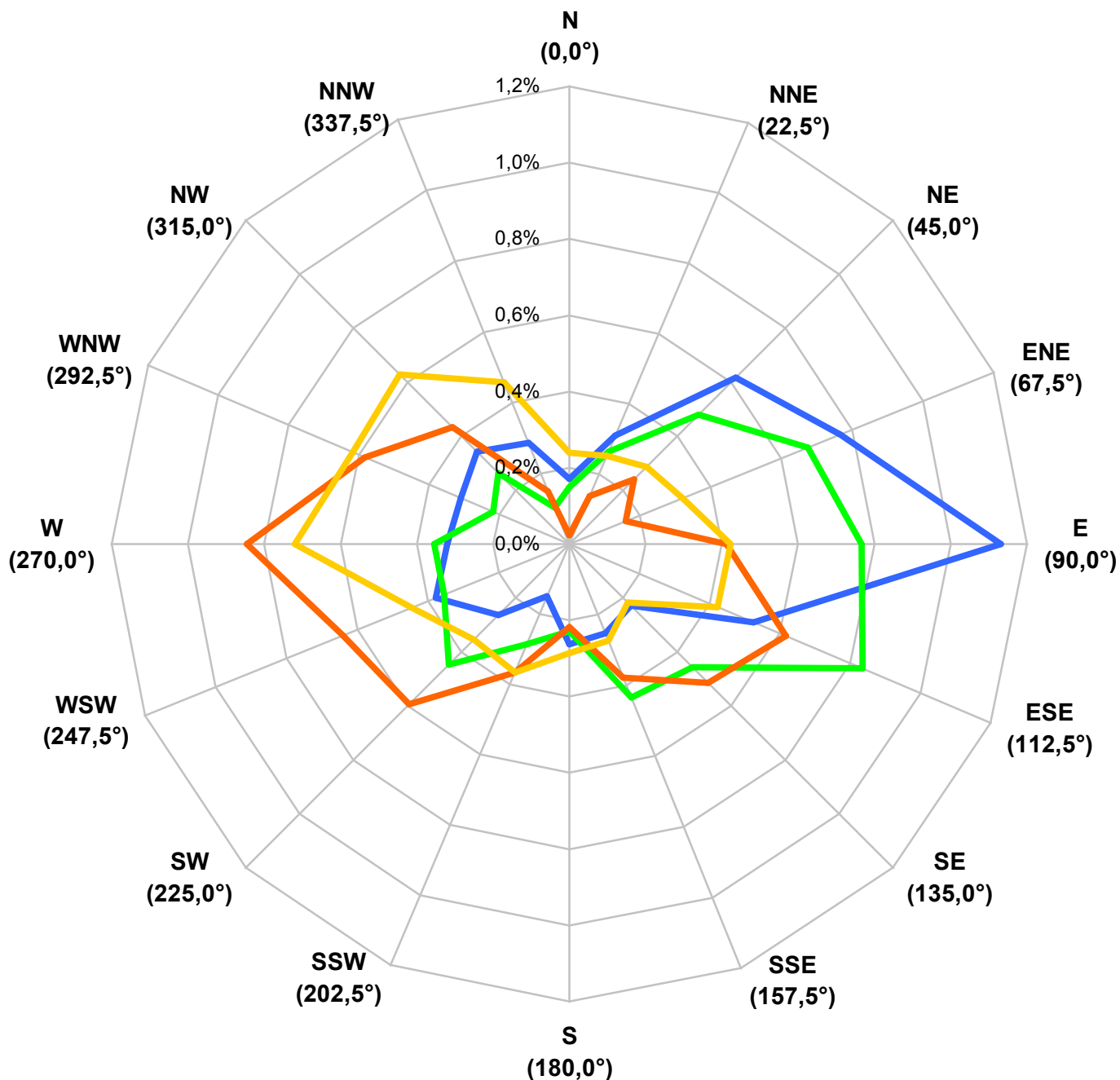
ore 22÷03

ore 04÷09

ore 10÷15

ore 16÷21

Allegato 3. Figura 3.09b.
Frequenza dei vettori di direzione del vento
secondo la fascia oraria e la stagione.
PRIMAVERA



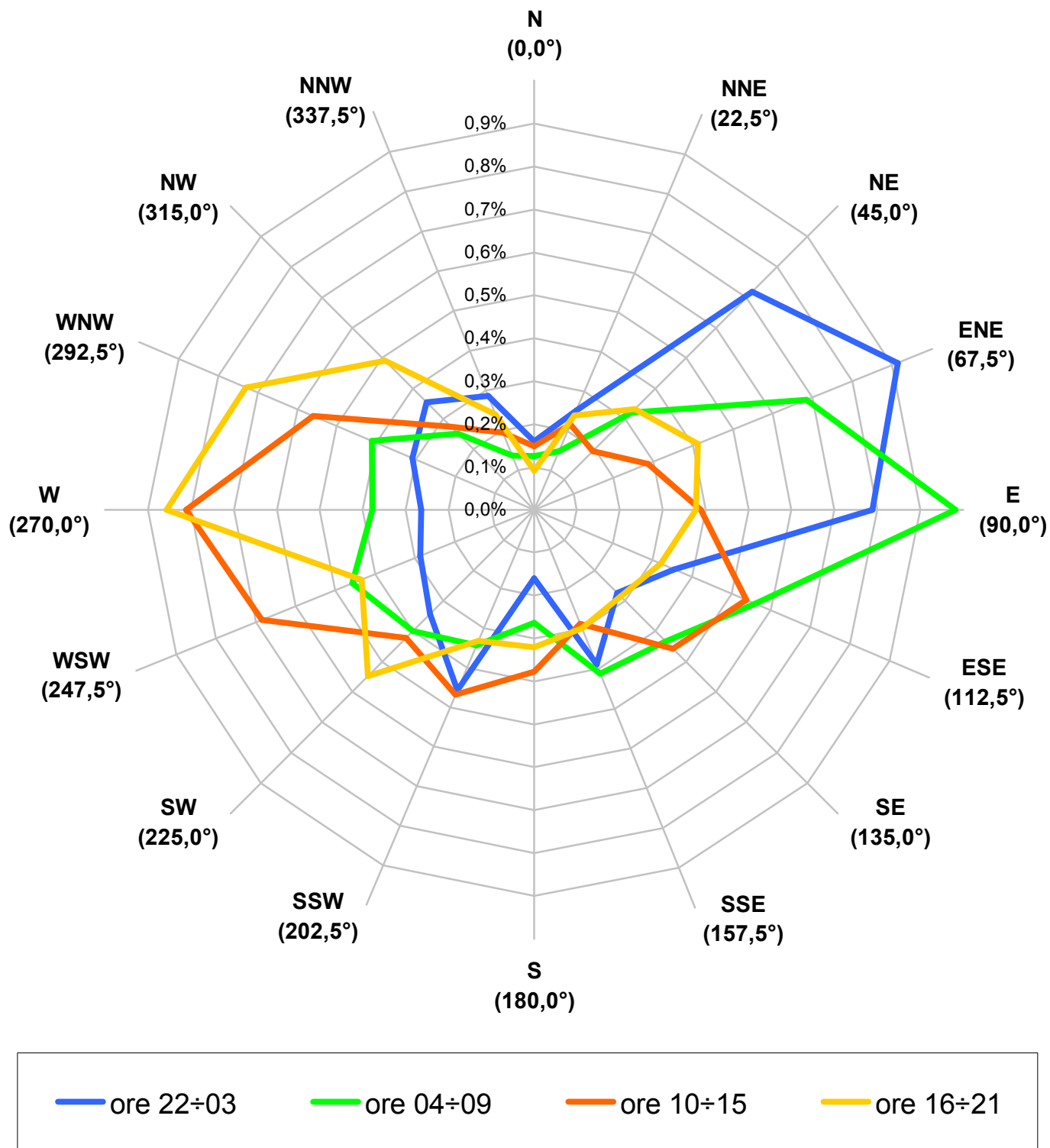
ore 22÷03

ore 04÷09

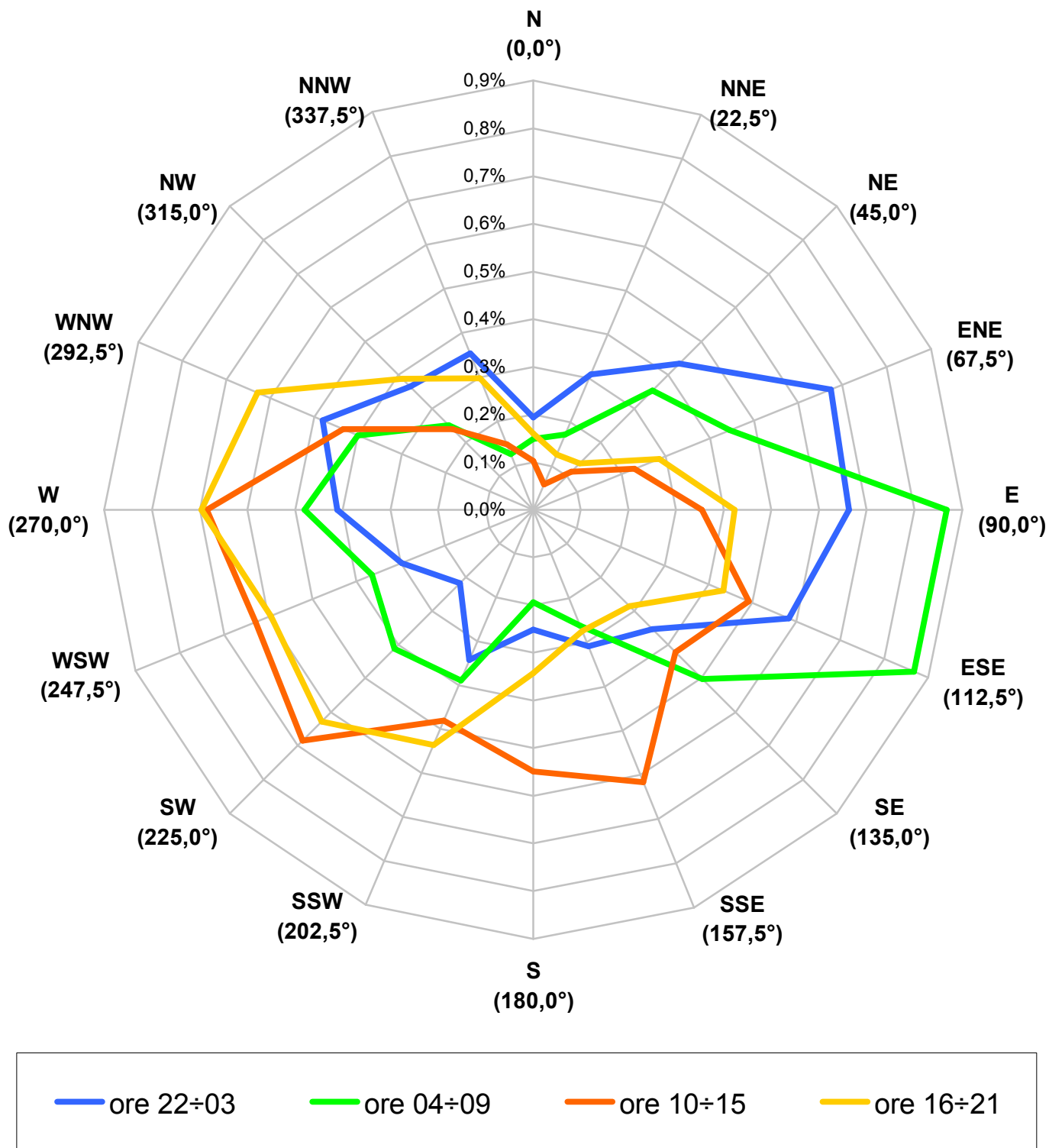
ore 10÷15

ore 16÷21

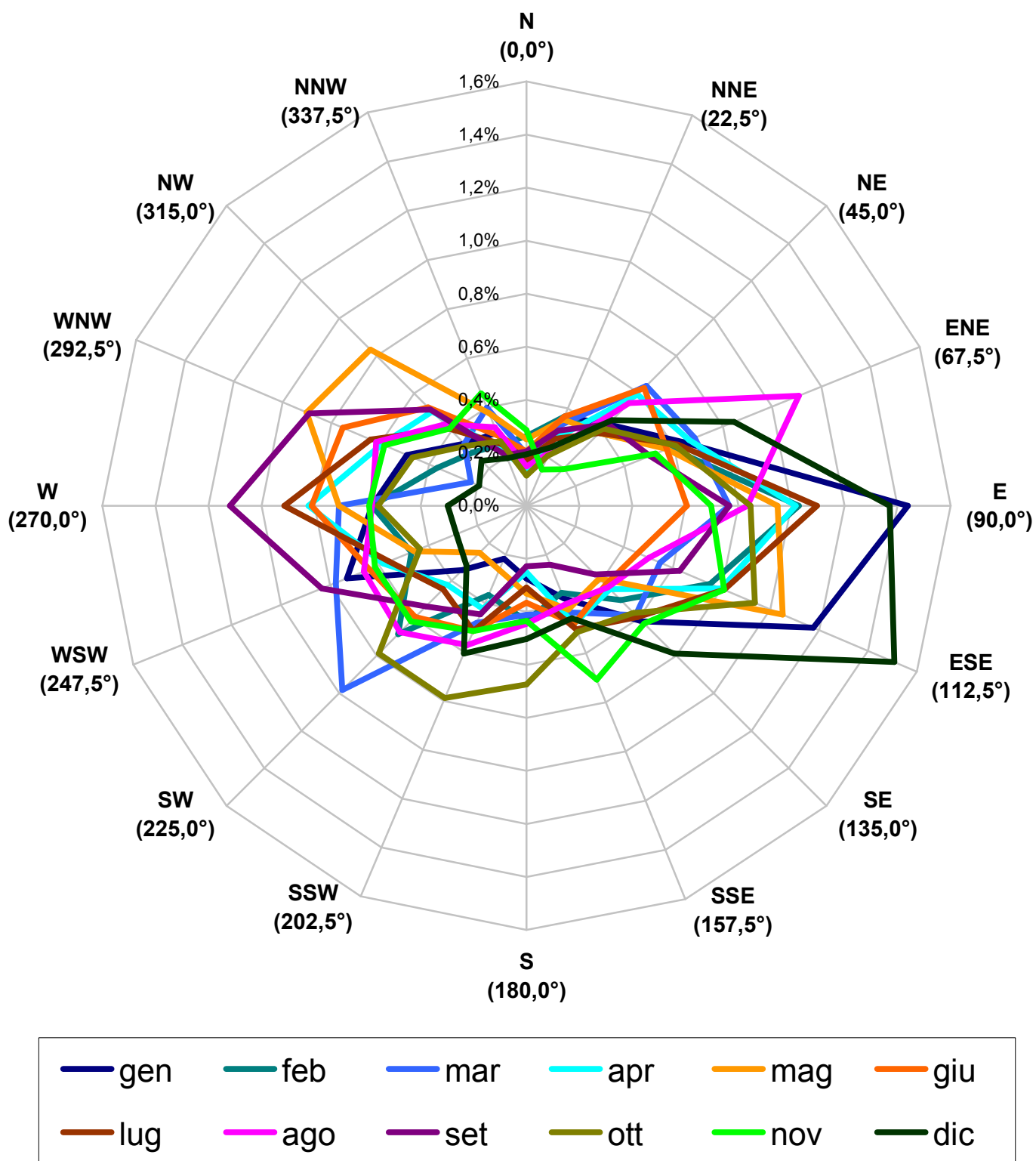
Allegato 3. Figura 3.09c.
Frequenza dei vettori di direzione del vento
secondo la fascia oraria e la stagione.
ESTATE



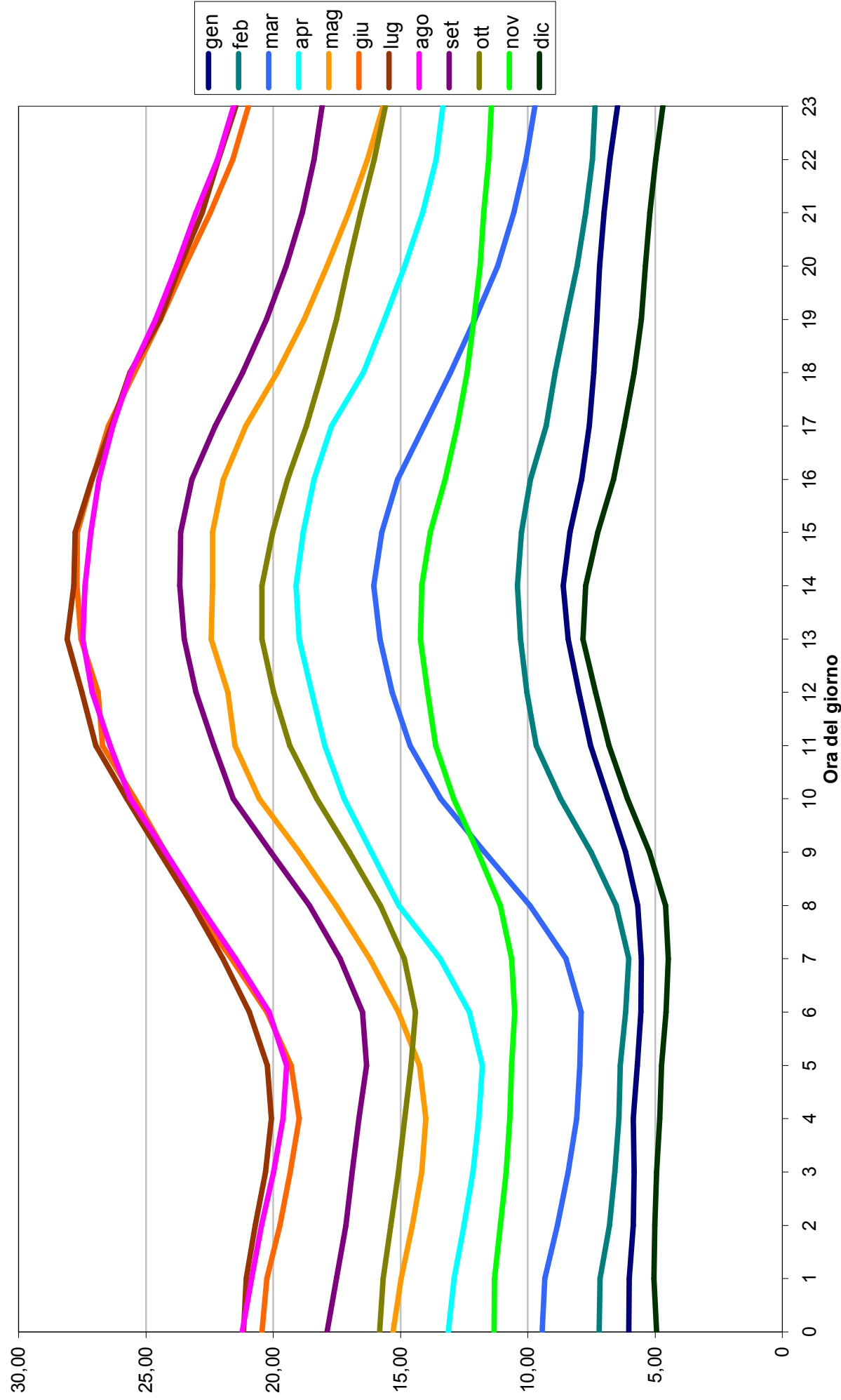
Allegato 3. Figura 3.09d.
Frequenza dei vettori di direzione del vento
secondo la fascia oraria e la stagione.
AUTUNNO



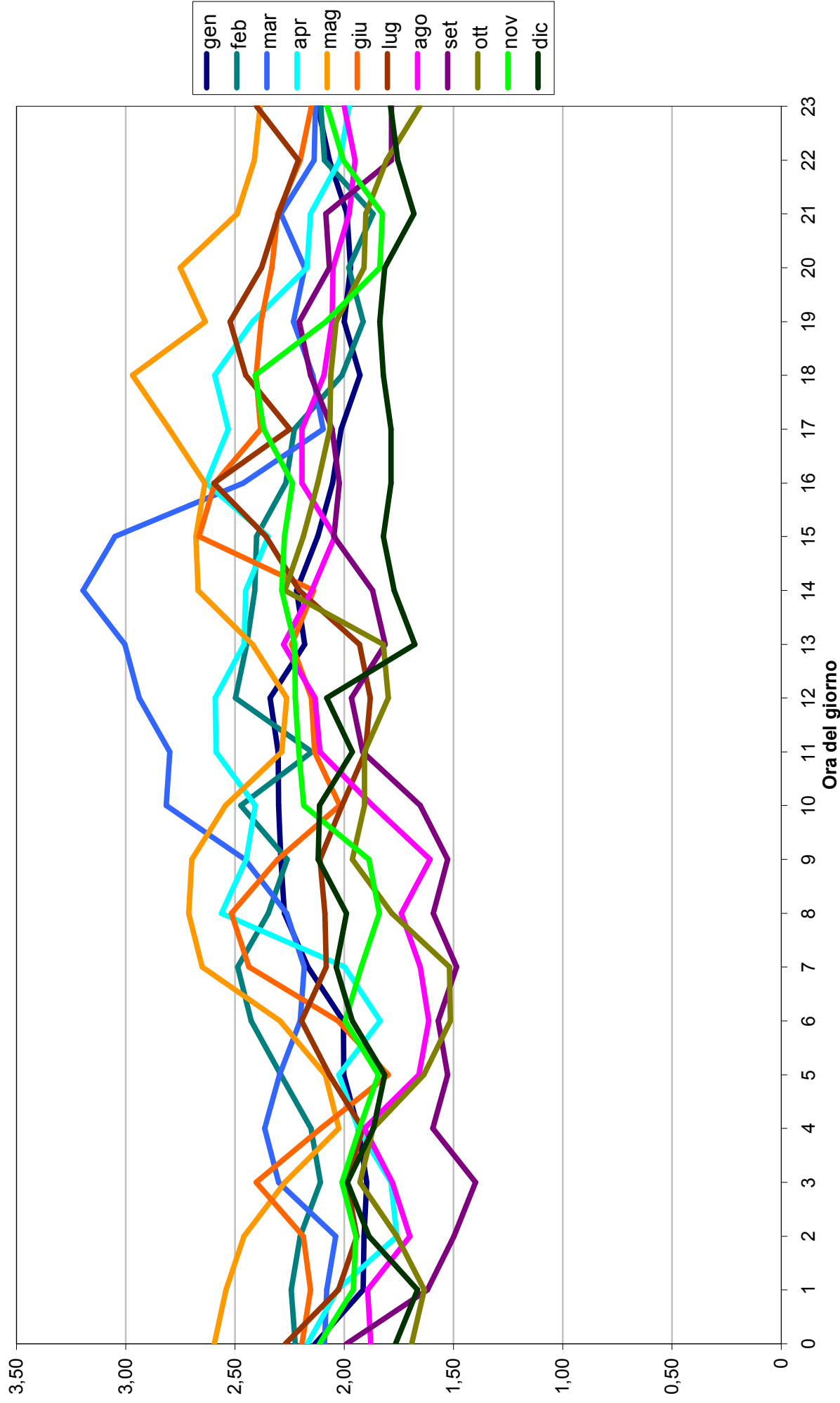
Allegato 3. Figura 3.10.
Rosa dei vettori di direzione del vento
secondo il mese dell'anno.



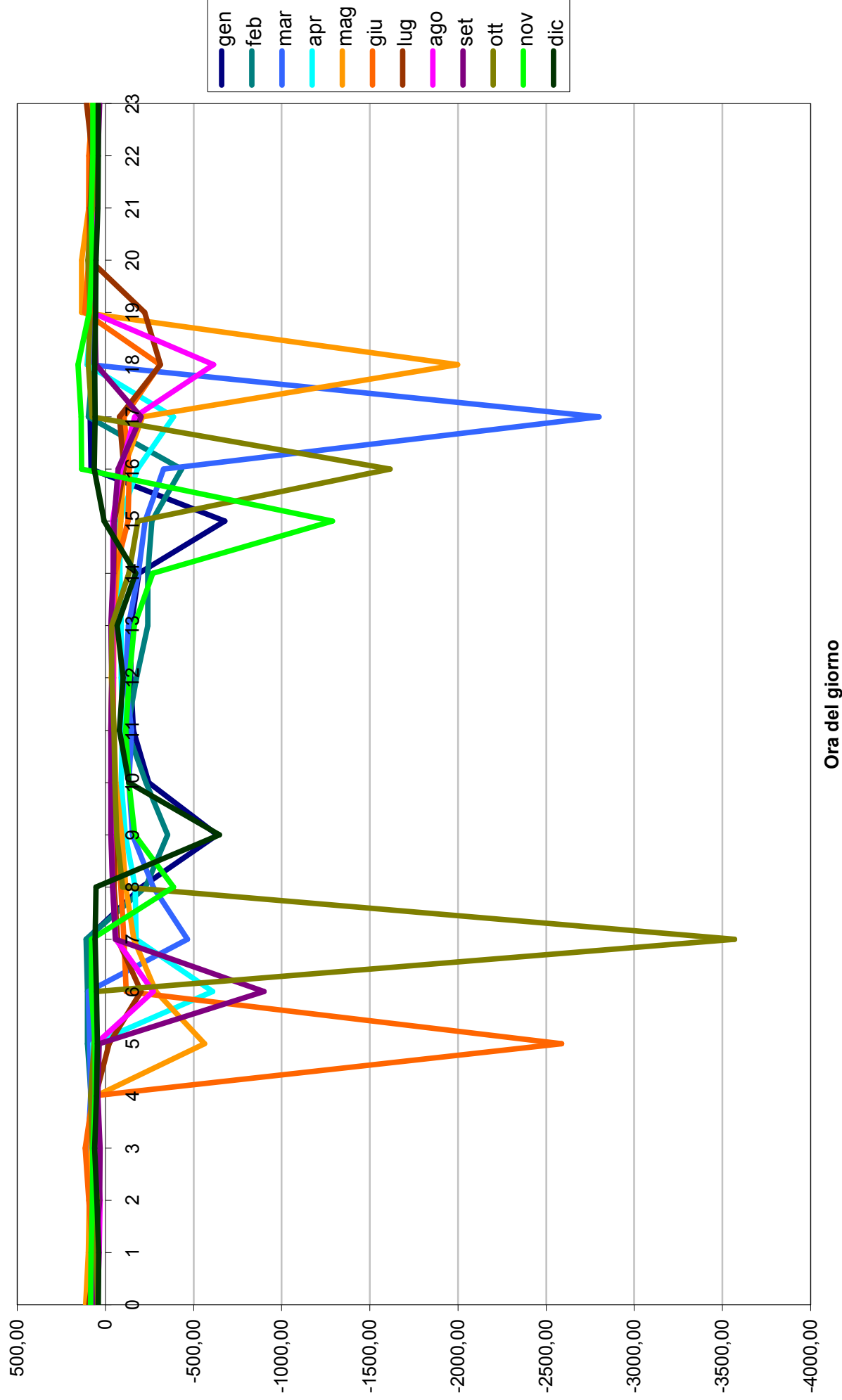
Allegato 4. Figura 4.01. Medie della temperatura dell'aria oraria (in °C), secondo il mese e l'ora.



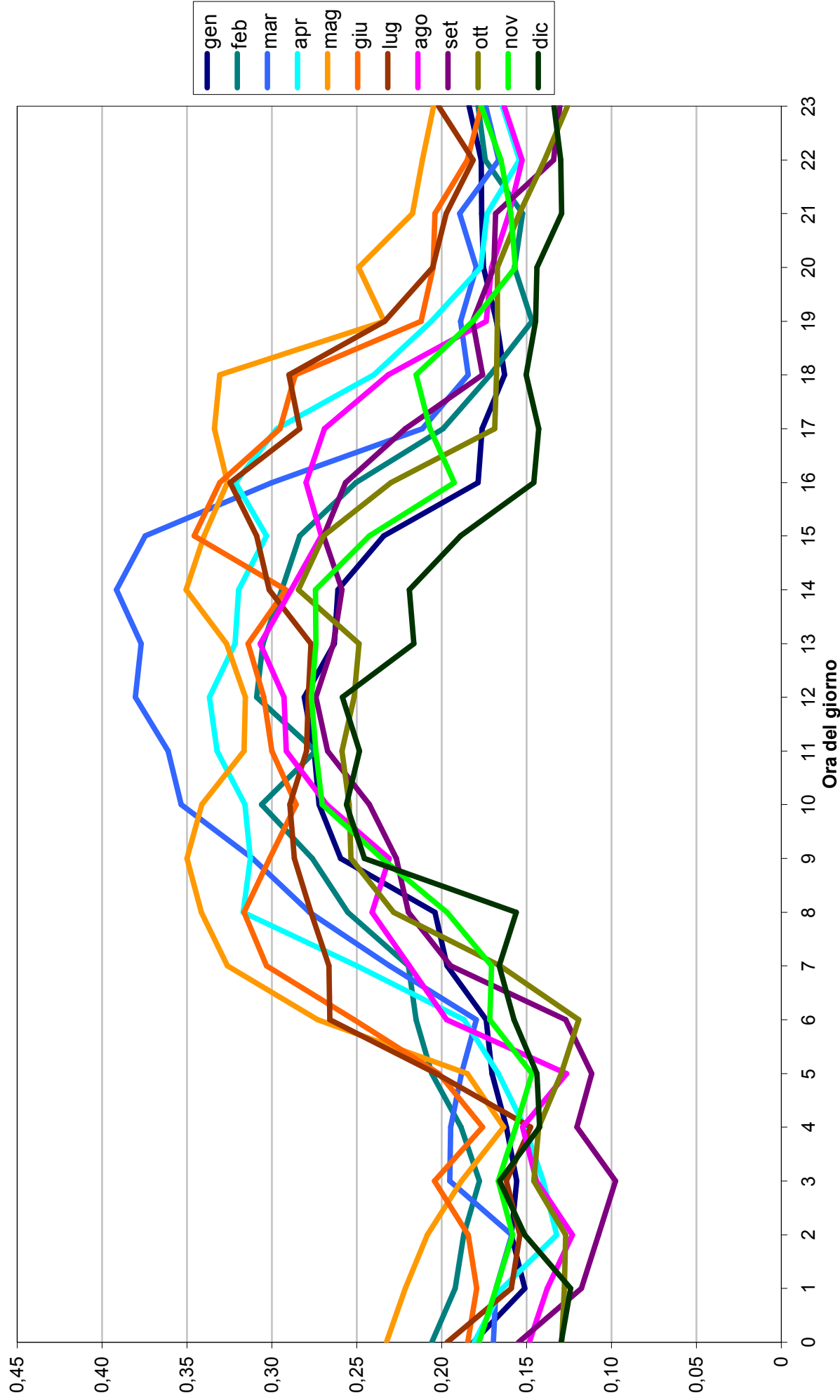
Allegato 4. Figura 4.02. Medie della velocità del vento media scalare oraria (in m/s), secondo il mese e l'ora.



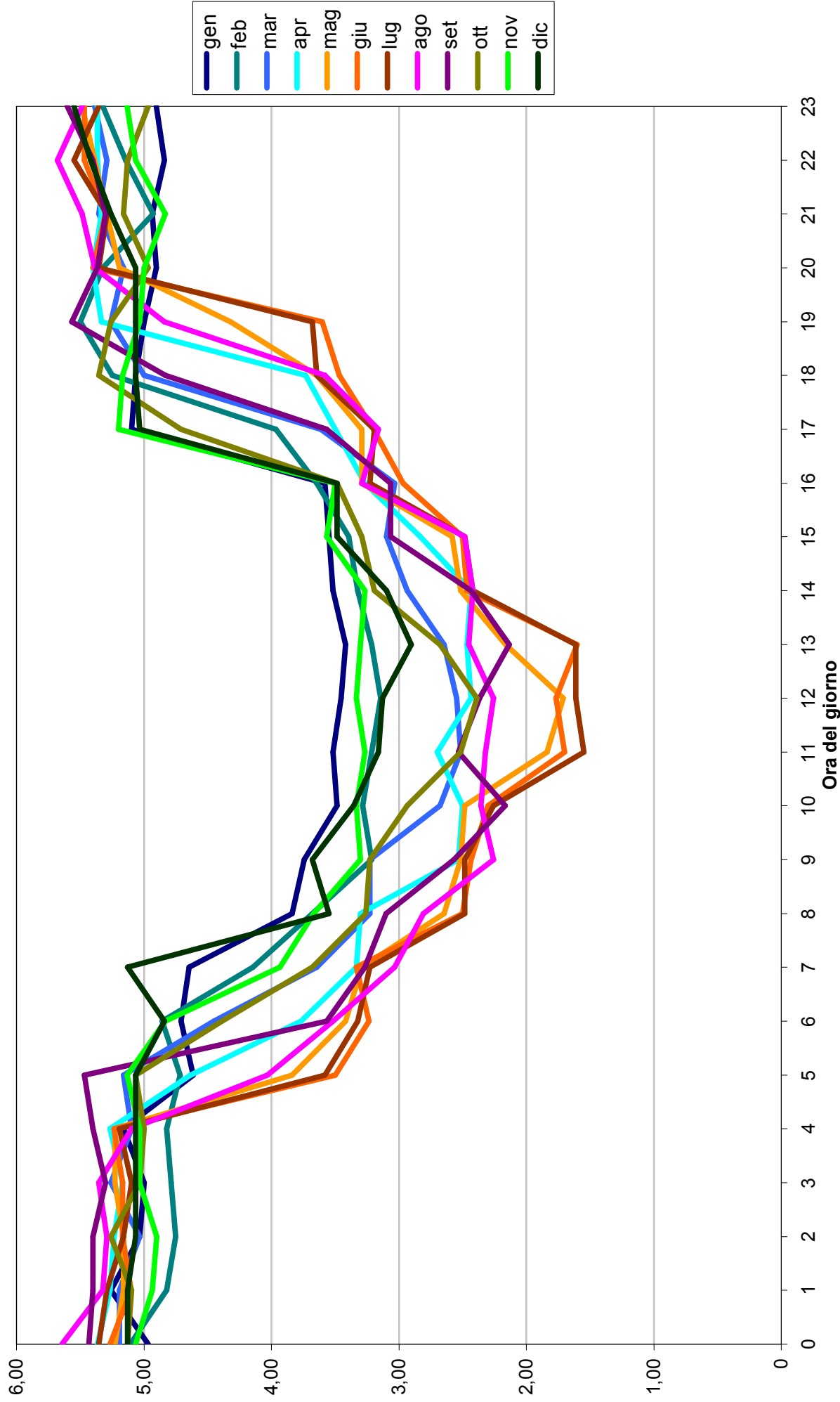
Allegato 4. Figura 4.03. Medie della Lunghezza di Monin-Obukhov oraria (in m), secondo il mese e l'ora.



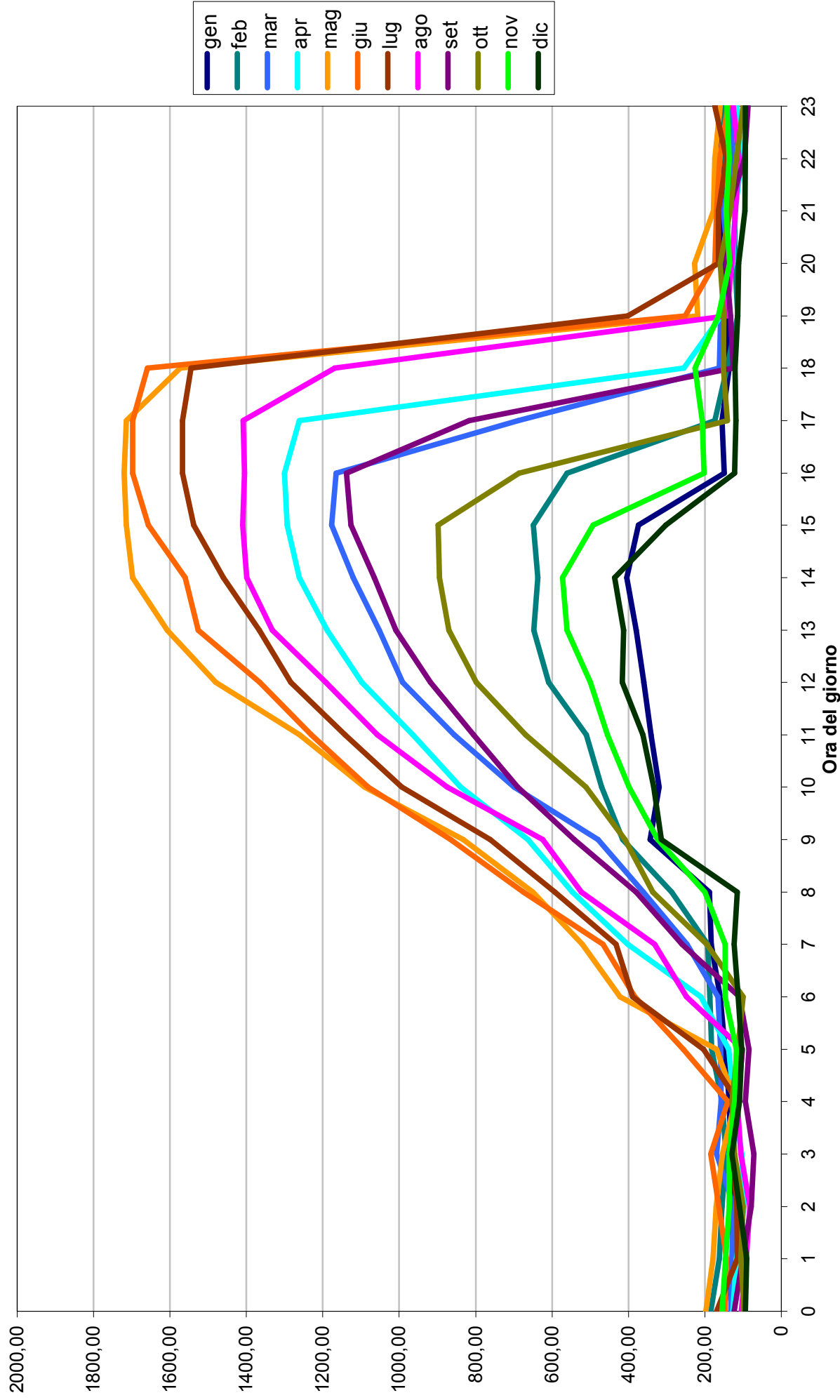
Allegato 4. Figura 4.04. Medie della velocità di attrito superficiale oraria (in m/s), secondo il mese e l'ora.



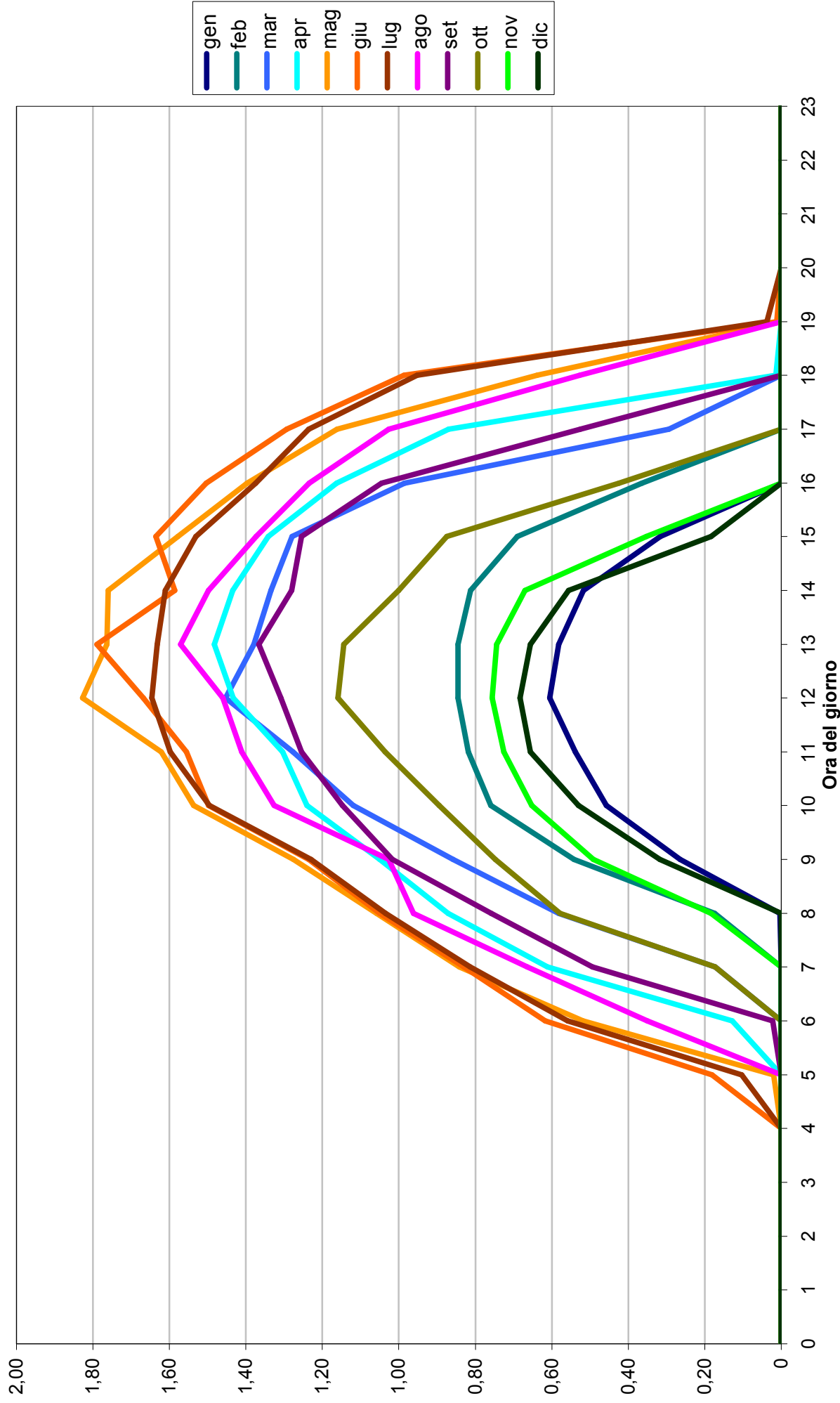
Allegato 4. Figura 4.05. Medie della classe di stabilità di Pasquill-Gifford-Turner, secondo il mese e l'ora.



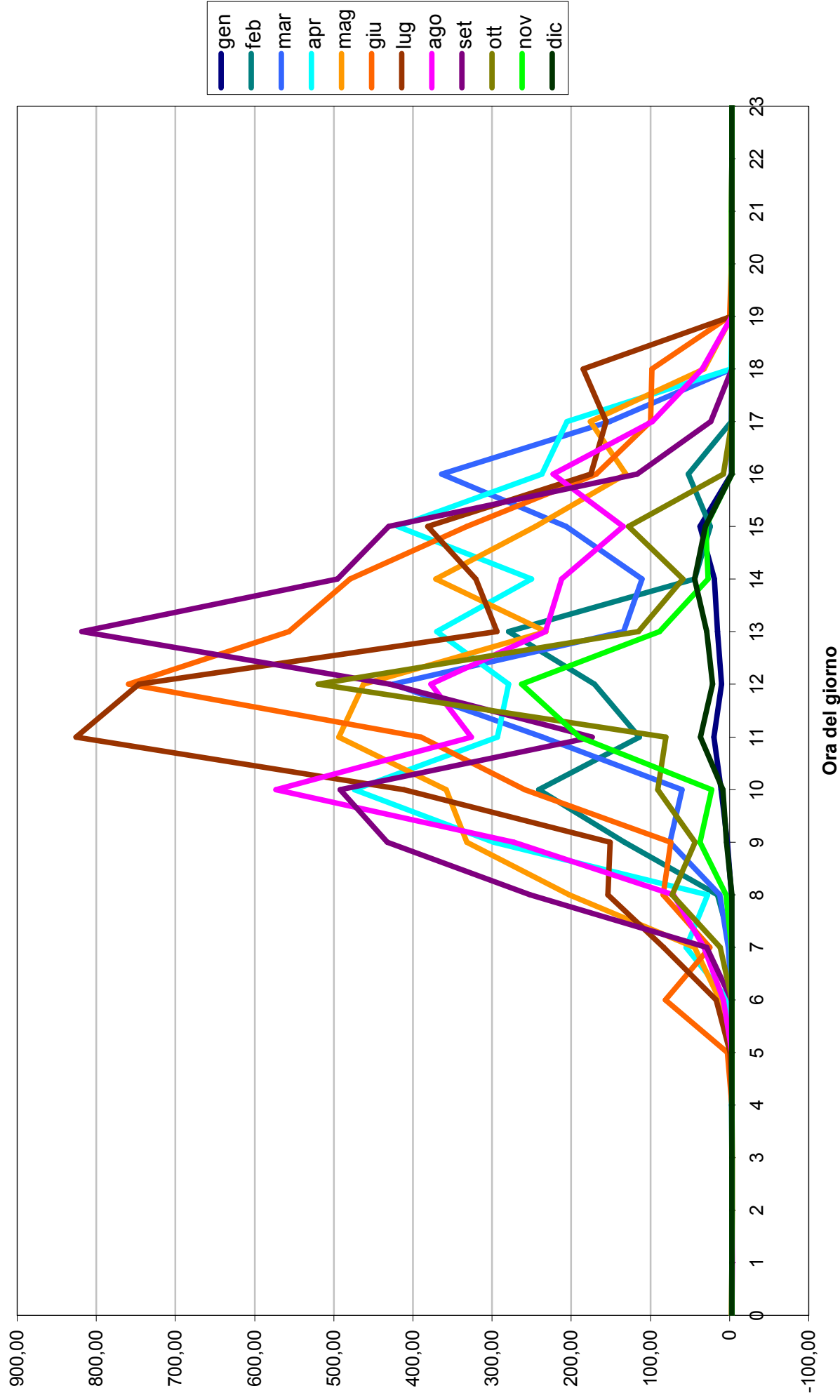
Allegato 4. Figura 4.06. Medie dell'altezza di mescolamento oraria (in m), secondo il mese e l'ora.



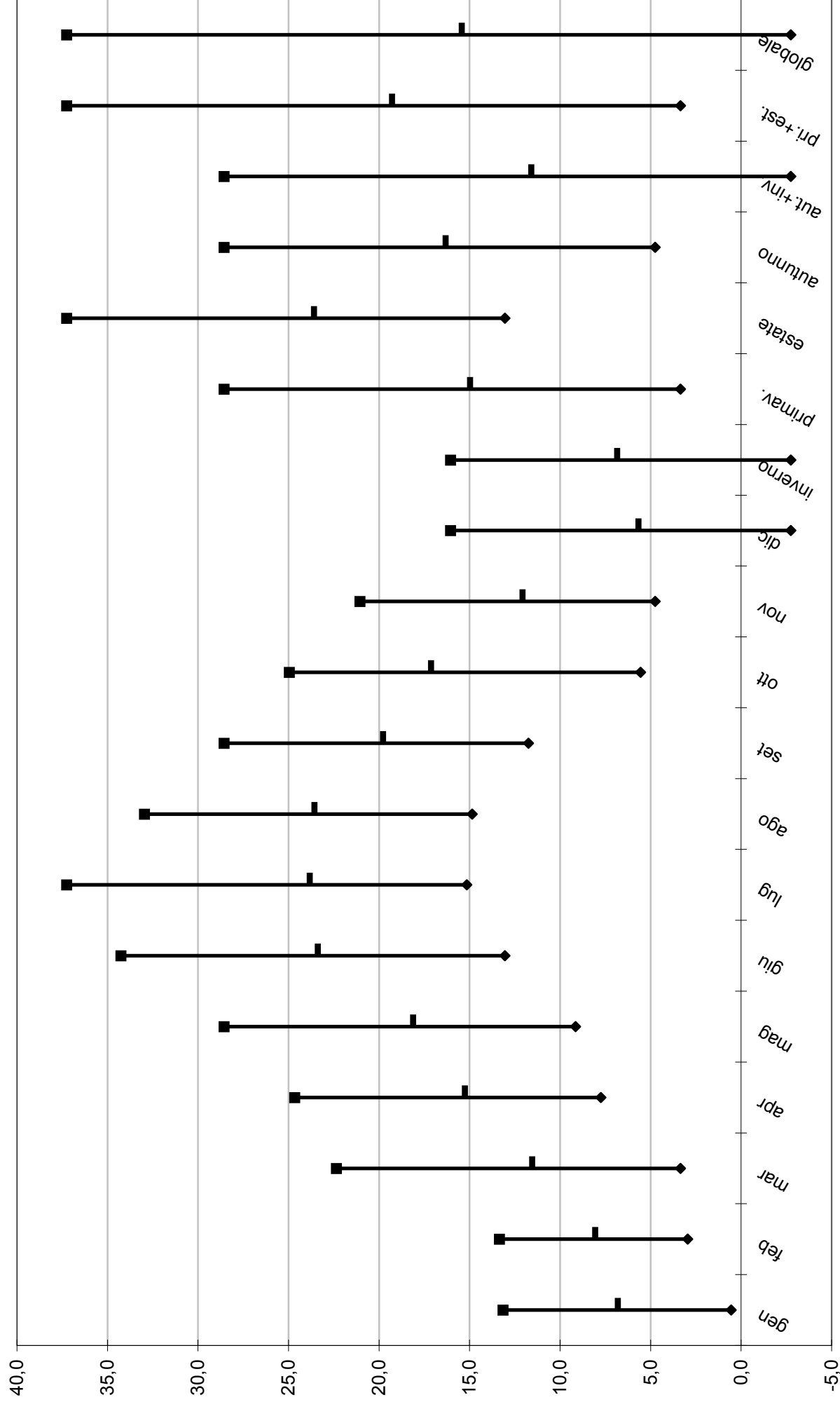
Allegato 4. Figura 4.07. Medie della velocità di scala convettiva oraria (in m/s), secondo il mese e l'ora.



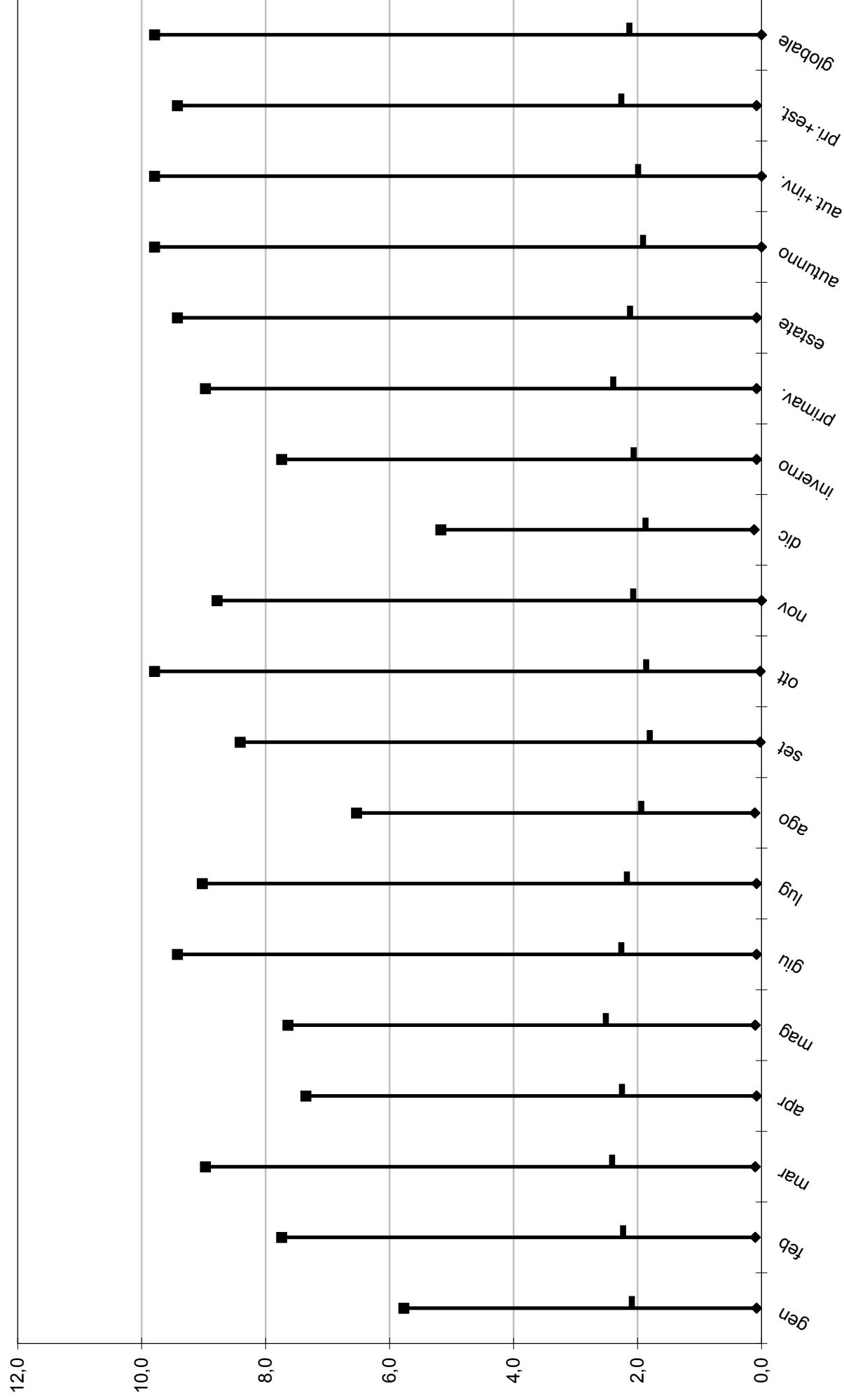
Allegato 4. Figura 4.08. Medie del rapporto -h/L orario (adimensionale), secondo il mese e l'ora.



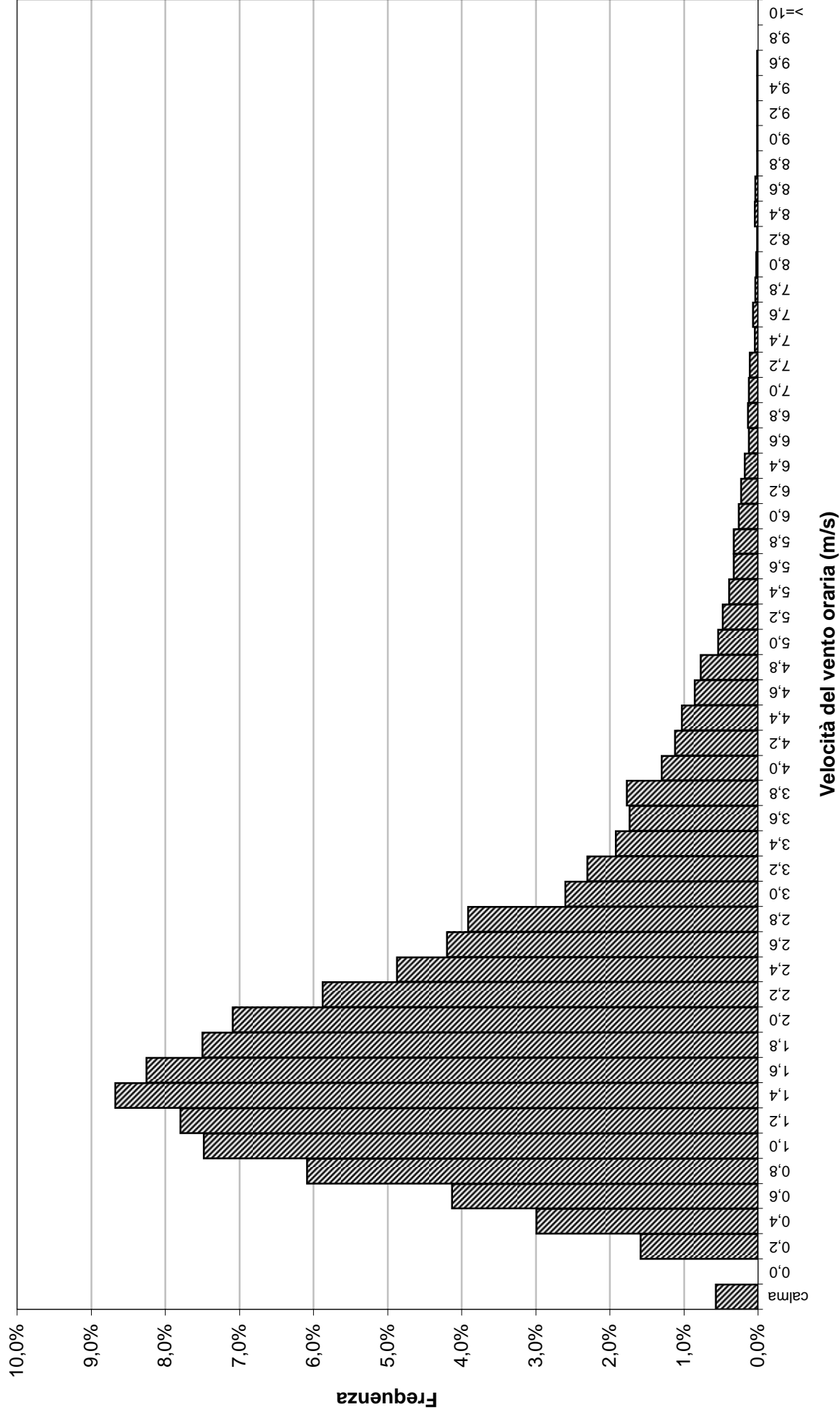
Allegato 5. Figura 5.01. Media, minima e massima della temperatura dell'aria oraria (in °C)



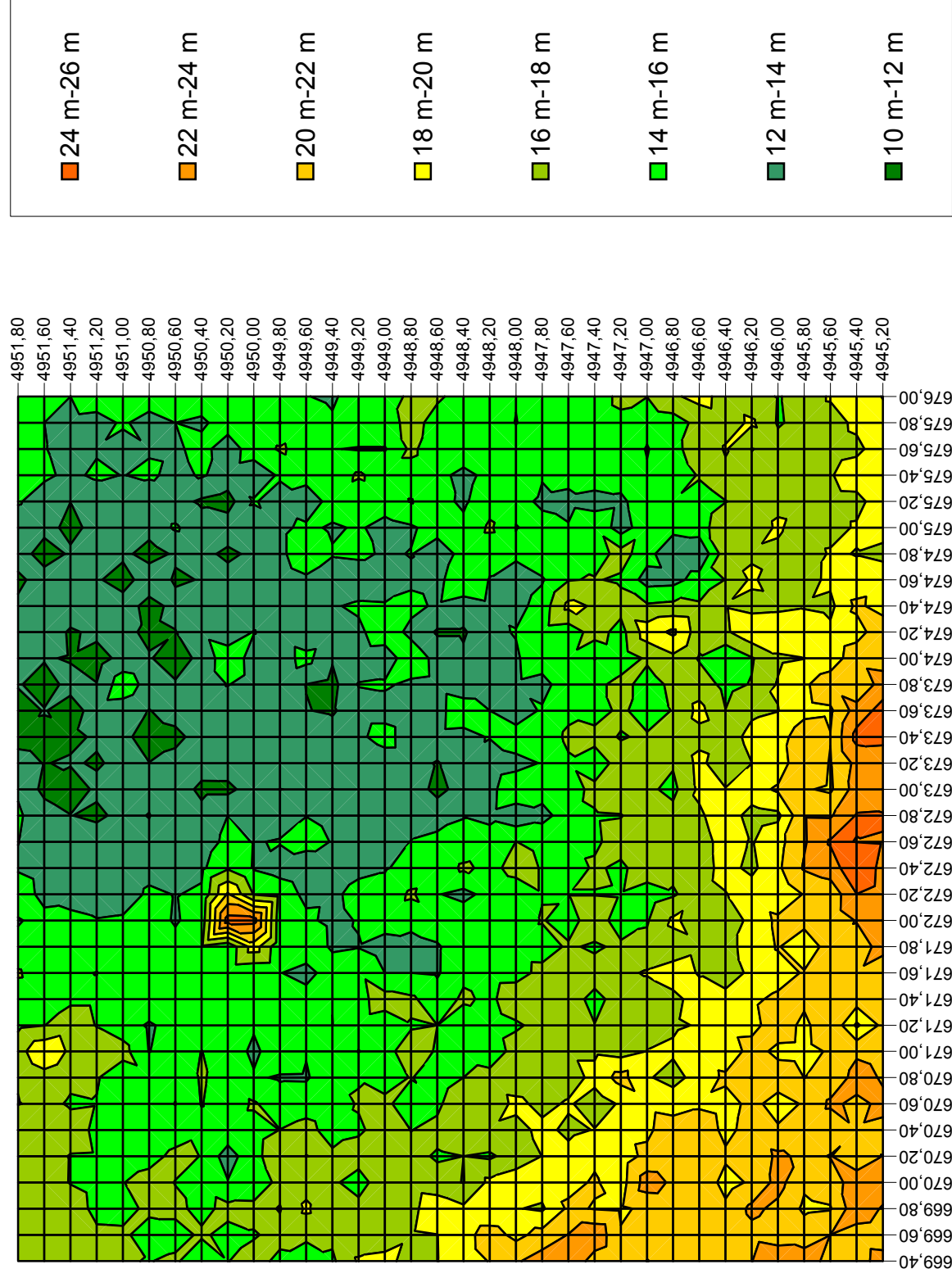
Allegato 5. Figura 5.02. Media, minima e massima della velocità del vento media scalare oraria (in m/s).



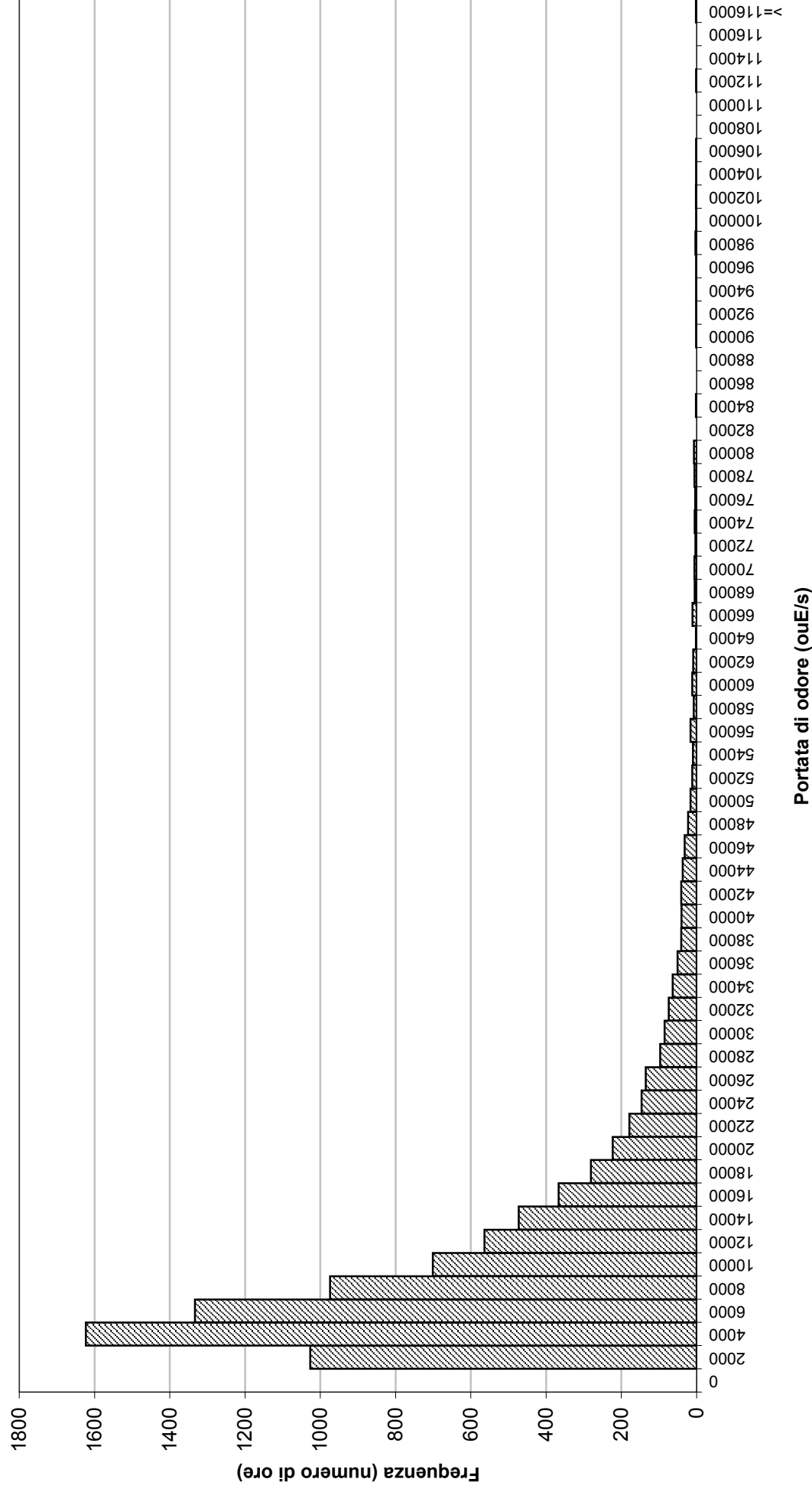
Allegato 6. Figura 6.01. Distribuzione di frequenza della velocità del vento oraria (in m/s).



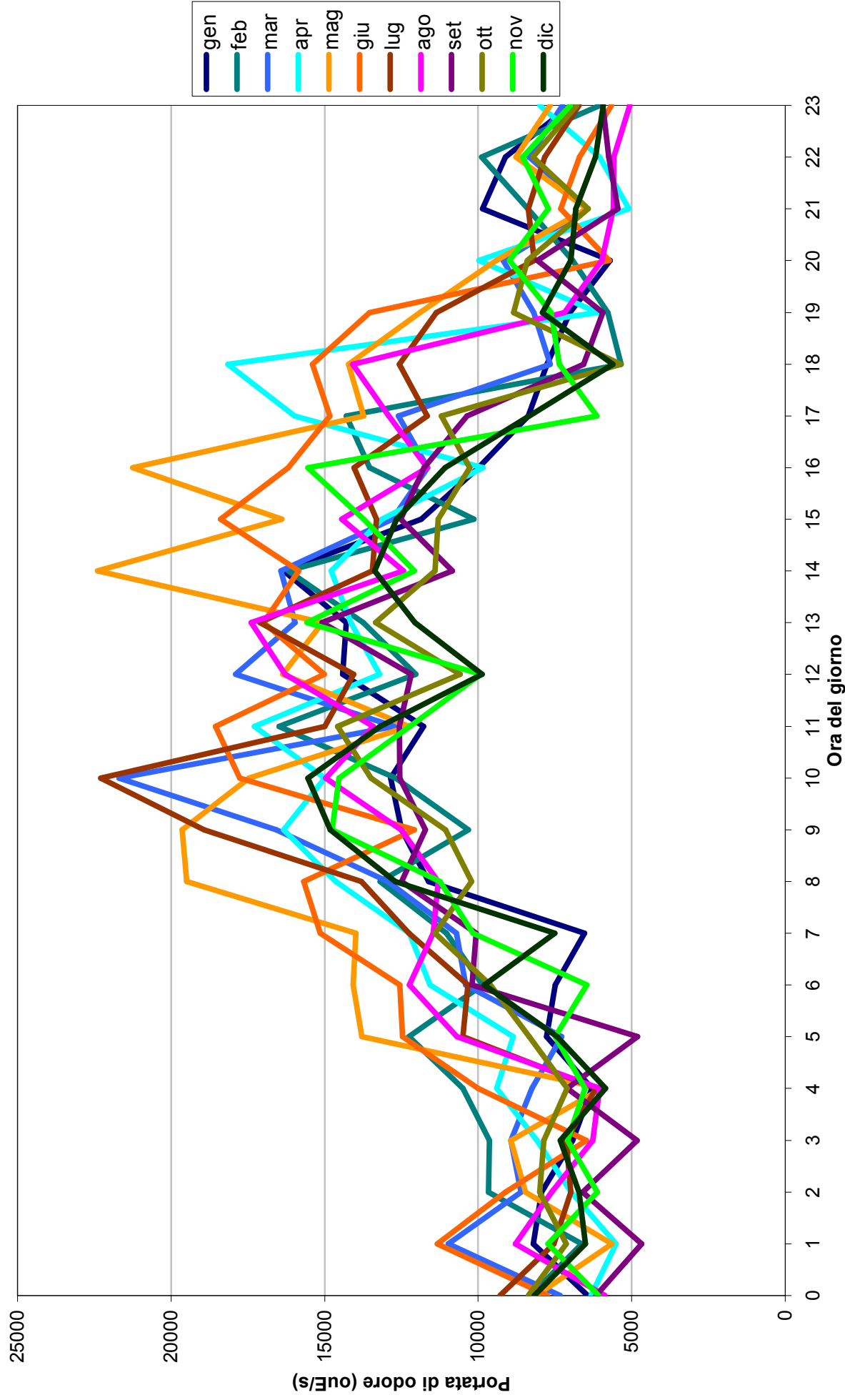
Allegato 7. Figura 7.01. Mappa delle quote altimetriche del dominio spaziale di simulazione



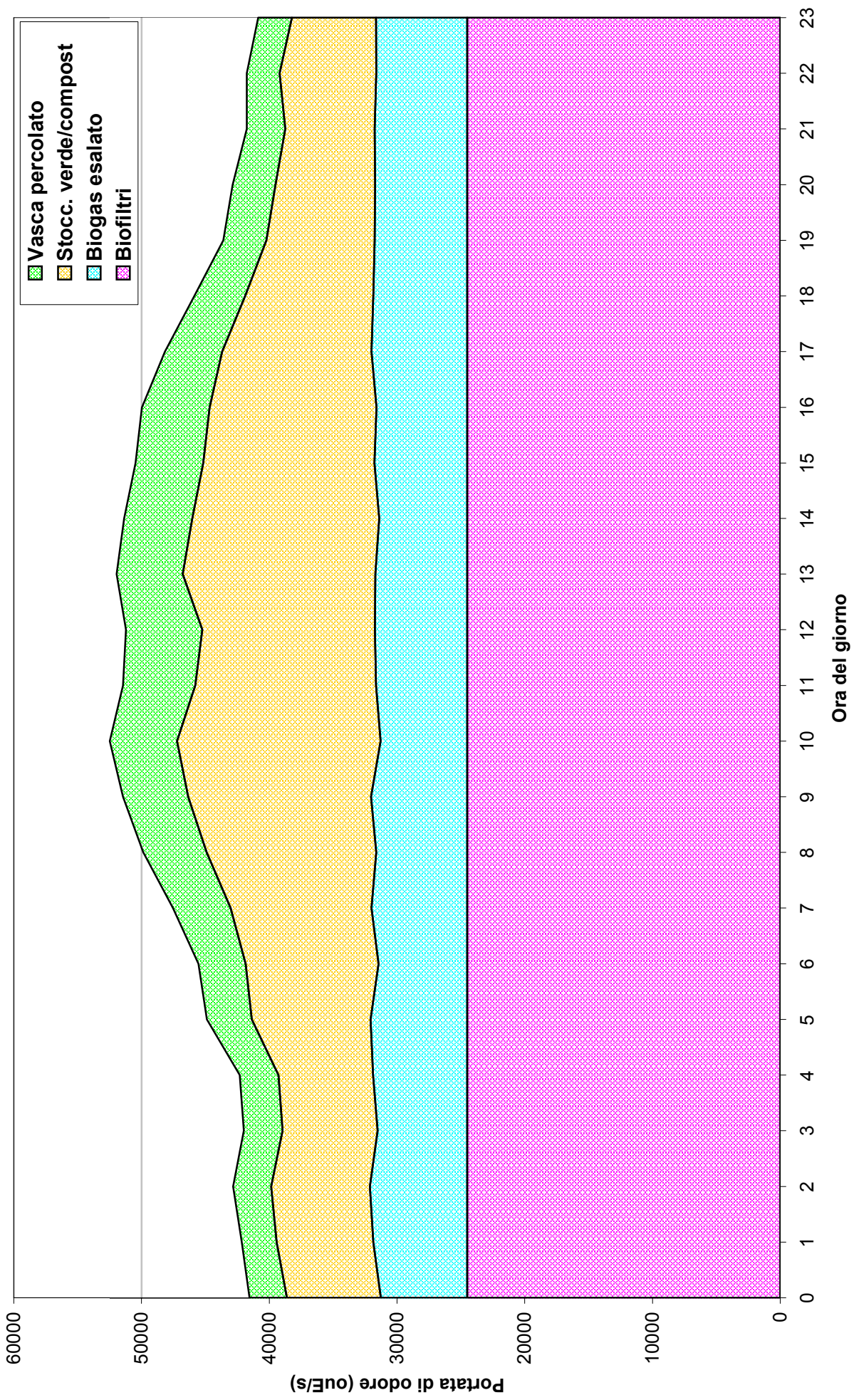
Allegato 8. Figura 8.01. Scenario emissivo 1. Distribuzione di frequenza della portata di odore effettiva oraria (in ouE/s).
Sorgente: Stocc. verde/compost



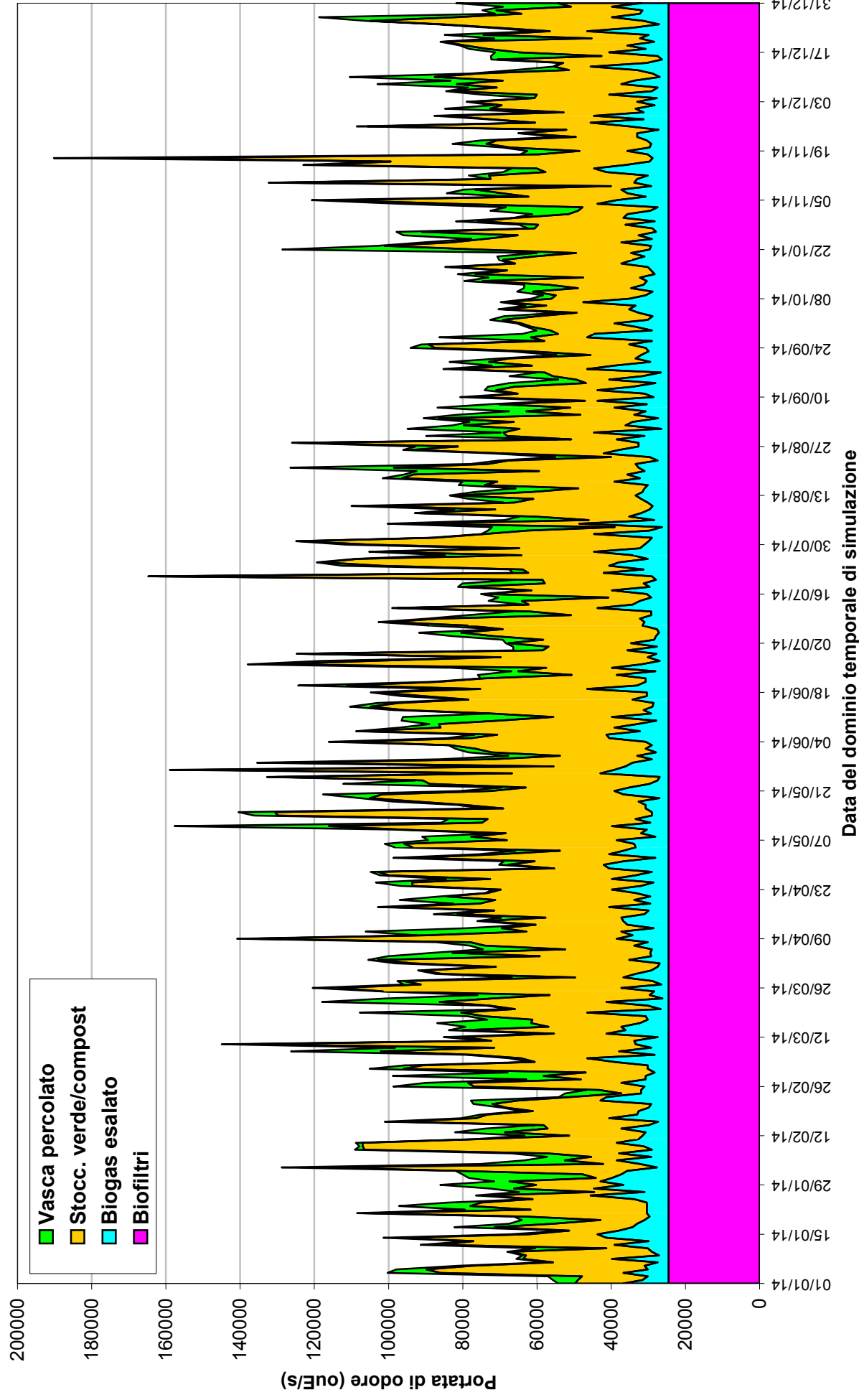
Allegato 8. Figura 8.02. Scenario emissivo 1. Media delle portate di odore effettive (in ouE/s), secondo il mese e l'ora del giorno.
Sorgente: Stocc. verde/compost



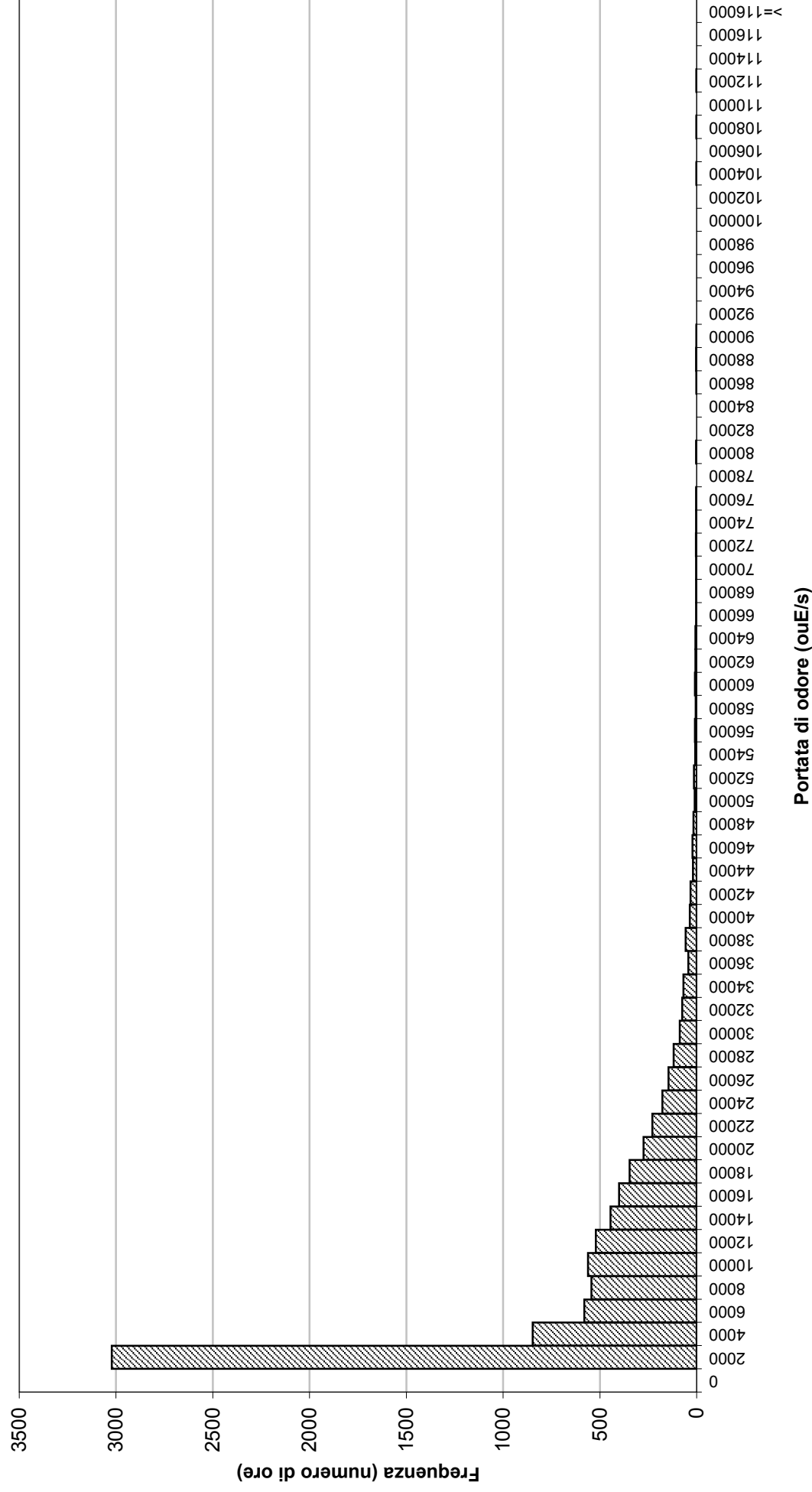
Allegato 8. Figura 8.03. Scenario emissivo 1. Portata di odore totale effettiva (in ouE/s), secondo l'ora del giorno.



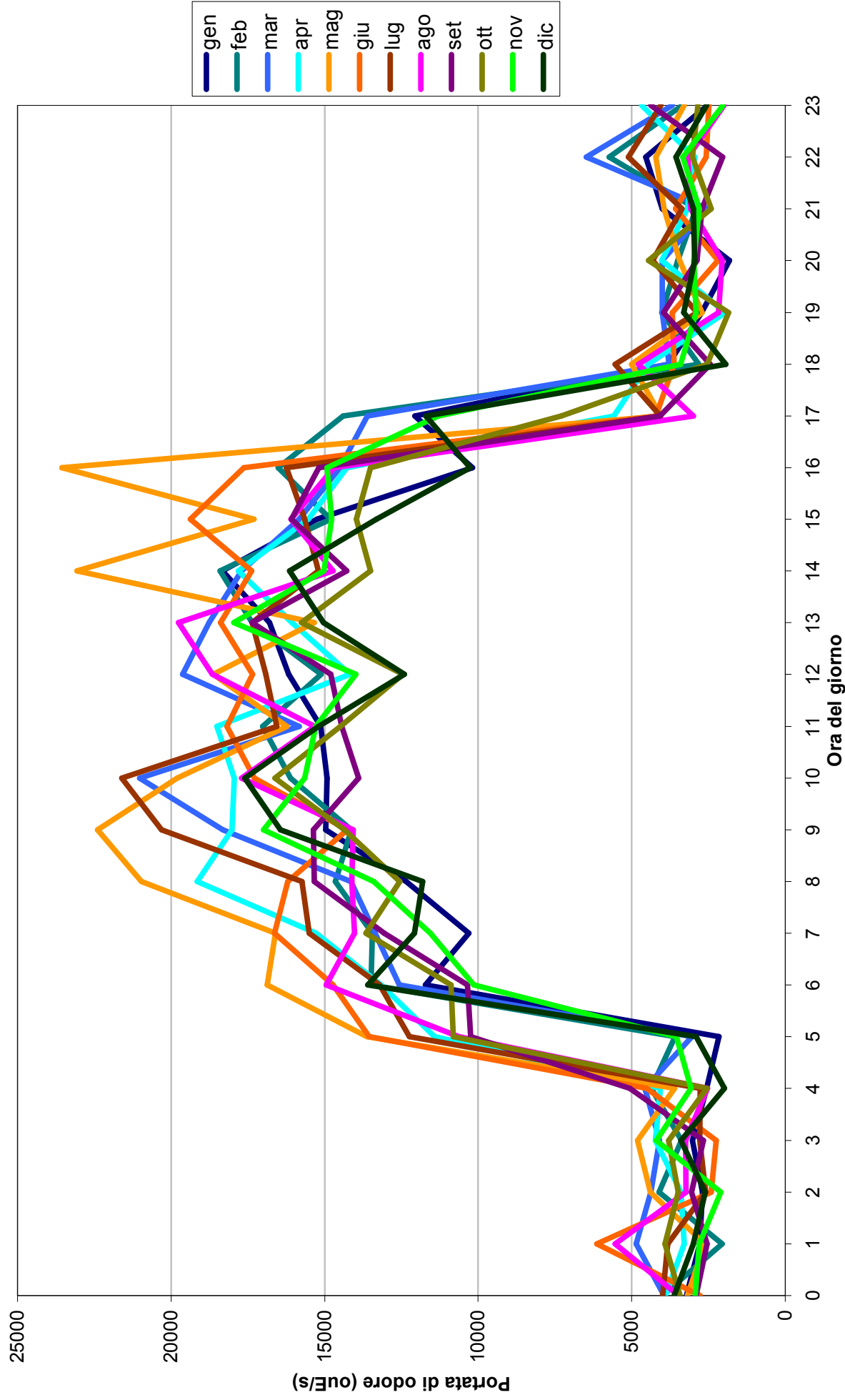
Allegato 8. Figura 8.04. Scenario emissivo 1. Massimo giornaliero della portata di odore totale effettiva (in ouE/s)



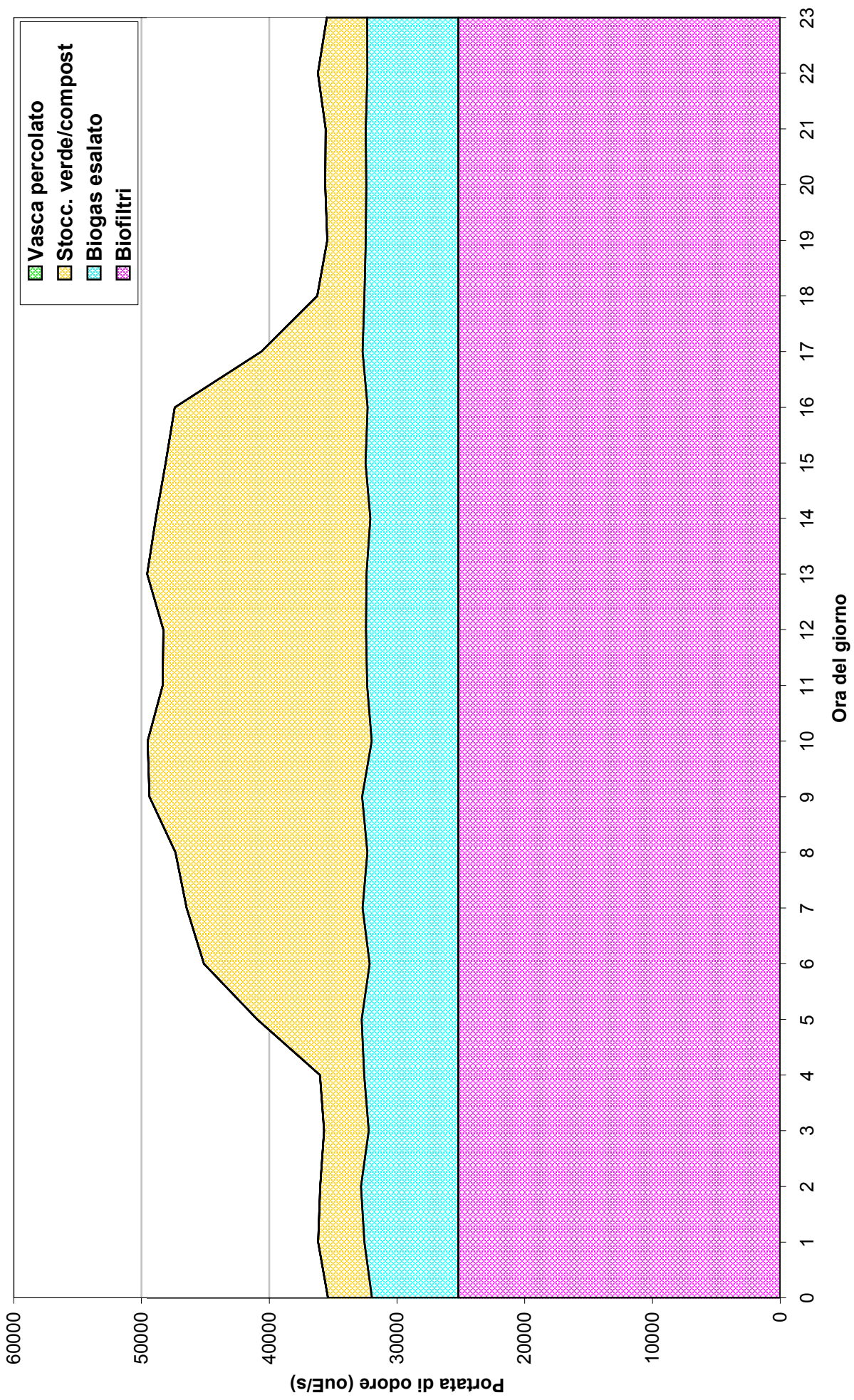
Allegato 8. Figura 8.05. Scenario emissivo 2. Distribuzione di frequenza della portata di odore effettiva oraria (in ouE/s).
Sorgente: Stocc. verde/compost



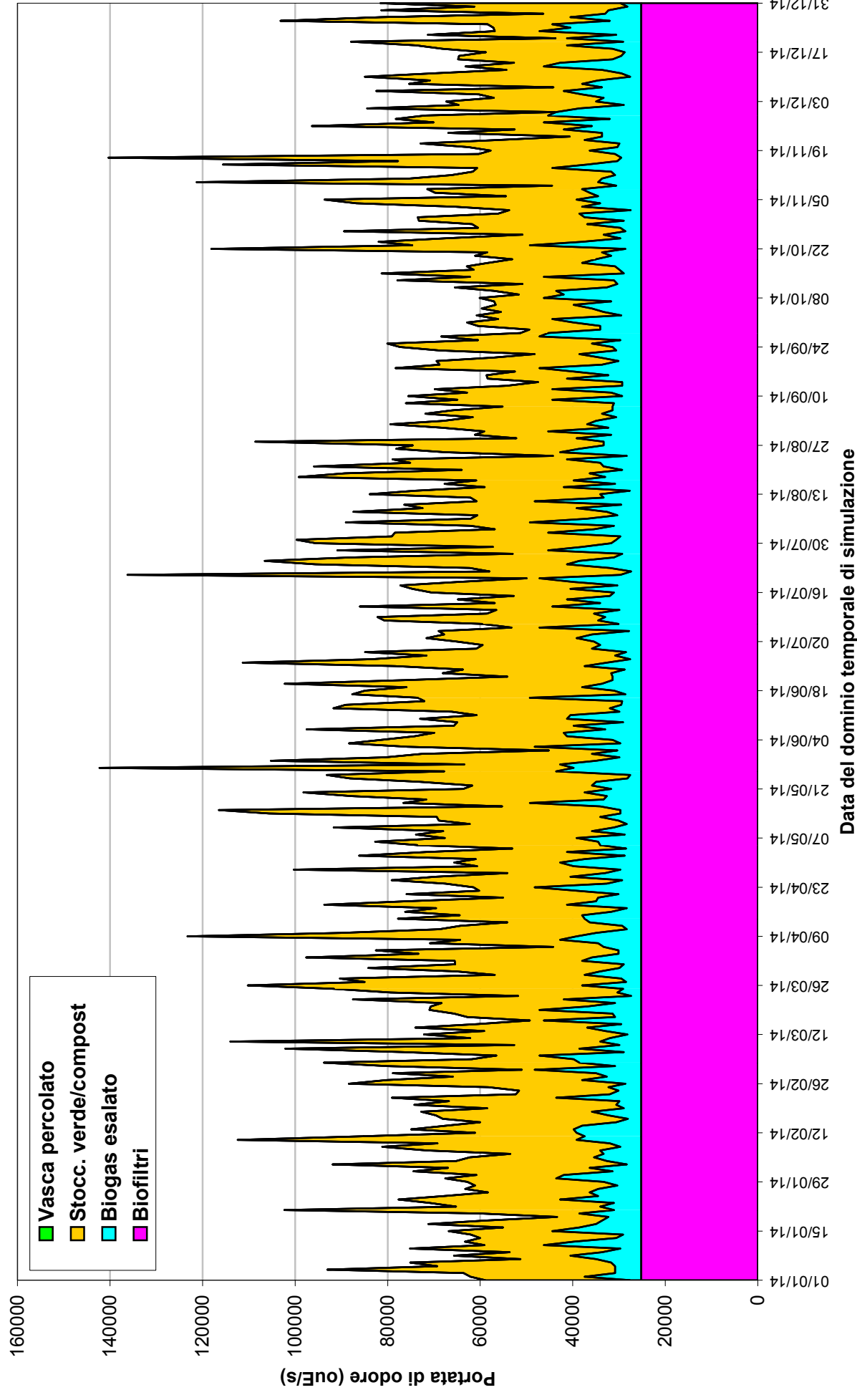
Allegato 8. Figura 8.06. Scenario emissivo 2. Media delle portate di odore effettive (in ouE/s), secondo il mese e l'ora del giorno.
Sorgente: Stocc. verde/compost



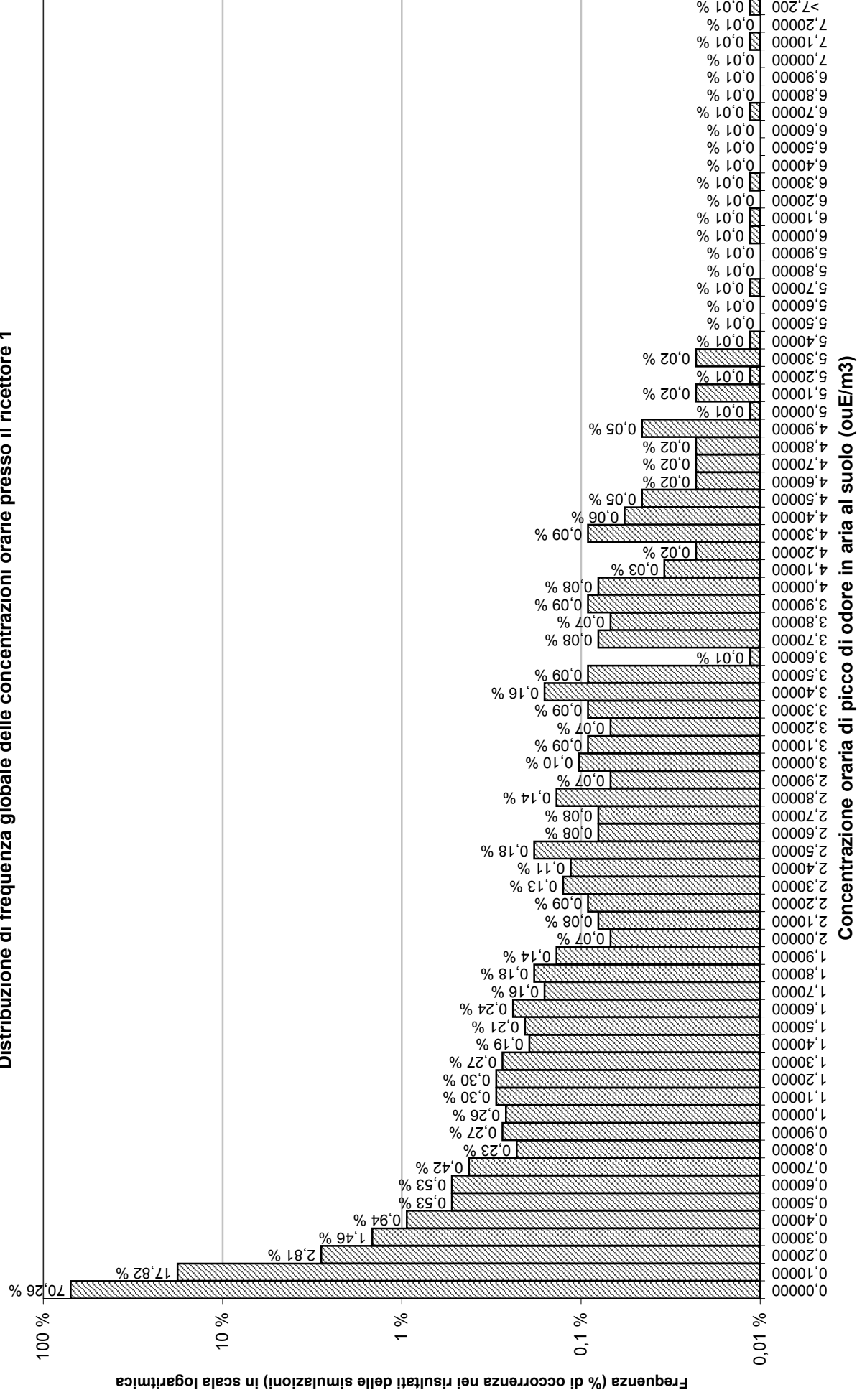
Allegato 8. Figura 8.07. Scenario emissivo 2. Portata di odore totale effettiva (in ouE/s), secondo l'ora del giorno.



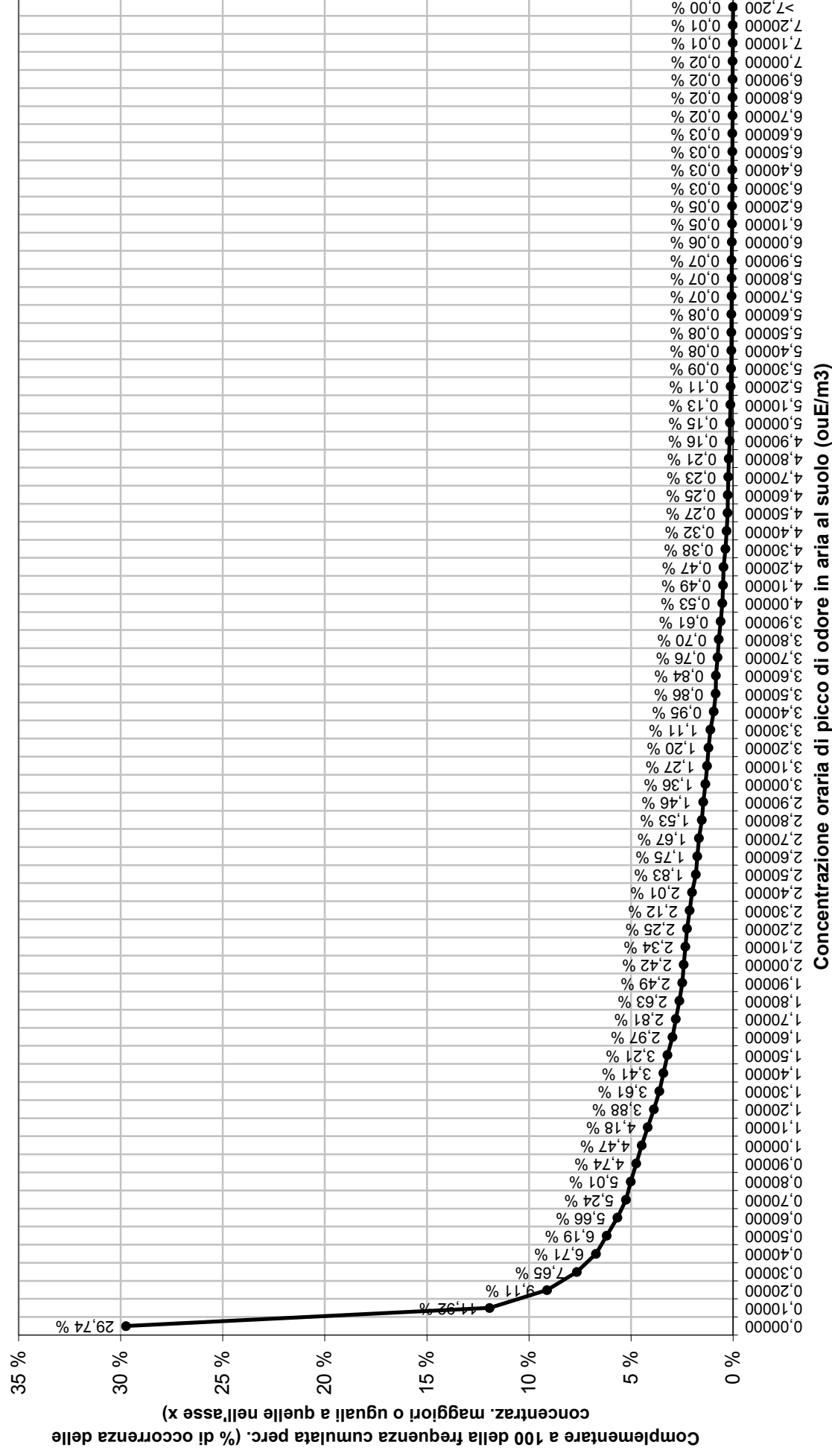
Allegato 8. Figura 8.08. Scenario emissivo 2. Massimo giornaliero della portata di odore totale effettiva (in ouE/s)



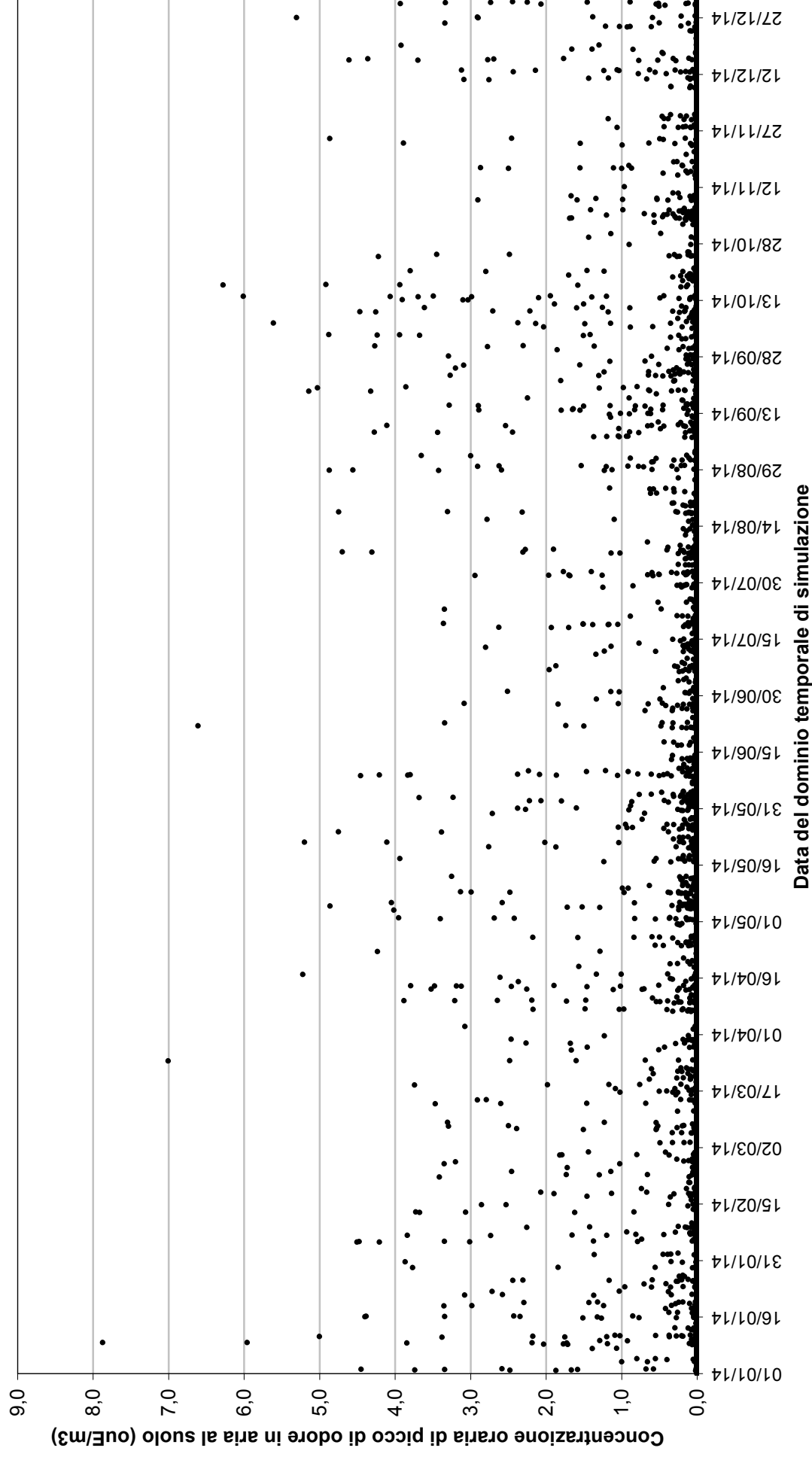
Allegato 9. Figura 9.01. Scenario emissivo 1. Inquinante odore.
Distribuzione di frequenza globale delle concentrazioni orarie presso il ricettore 1



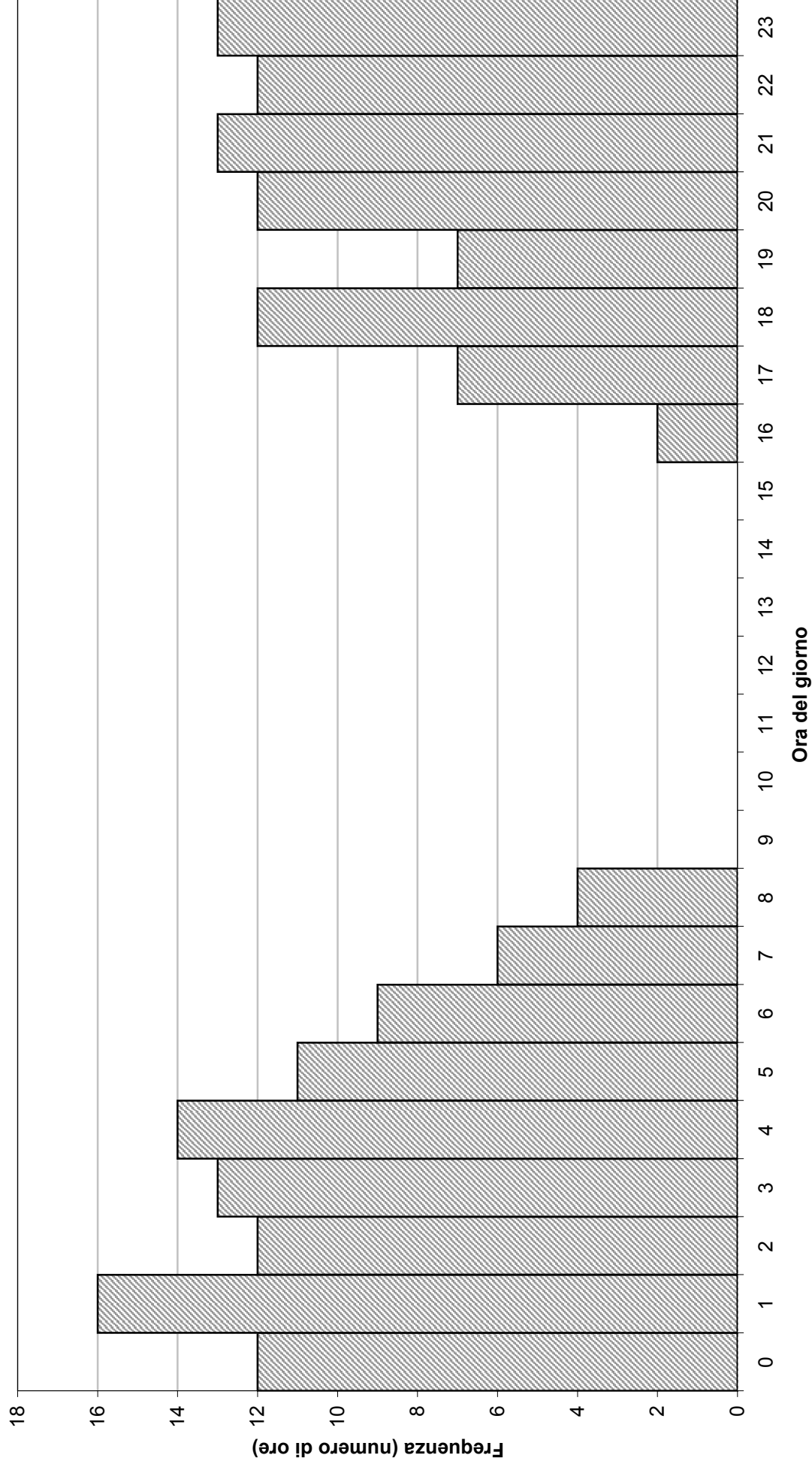
Allegato 9. Figura 9.02. Scenario emissivo 1. Inquinante odore.
Complementare a 100 della frequenza cumulata percentuale globale delle concentrazioni orarie presso il ricettore 1



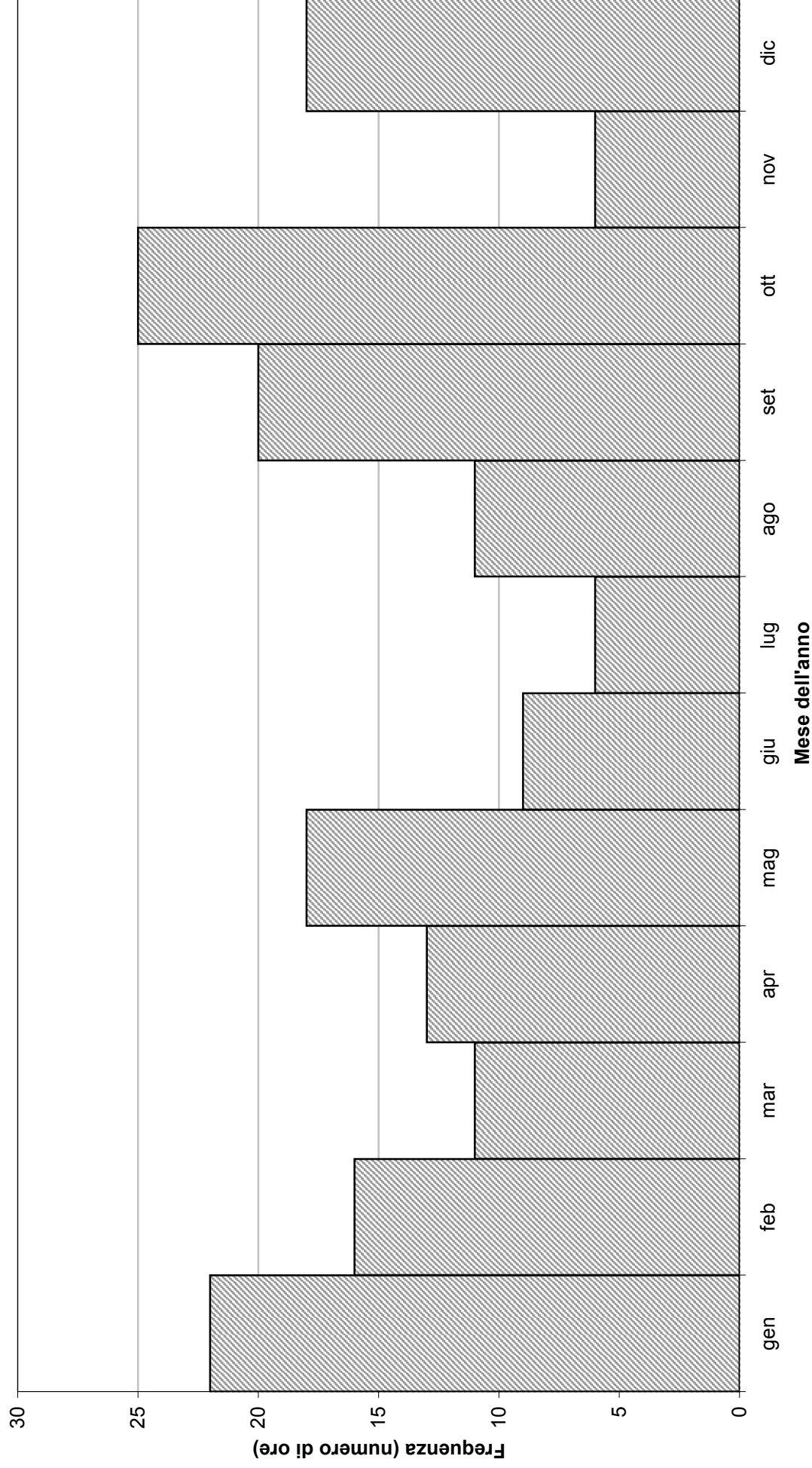
**Allegato 9. Figura 9.03. Scenario emissivo 1. Inquinante odore.
Serie completa dei risultati delle simulazioni presso il ricettore 1**



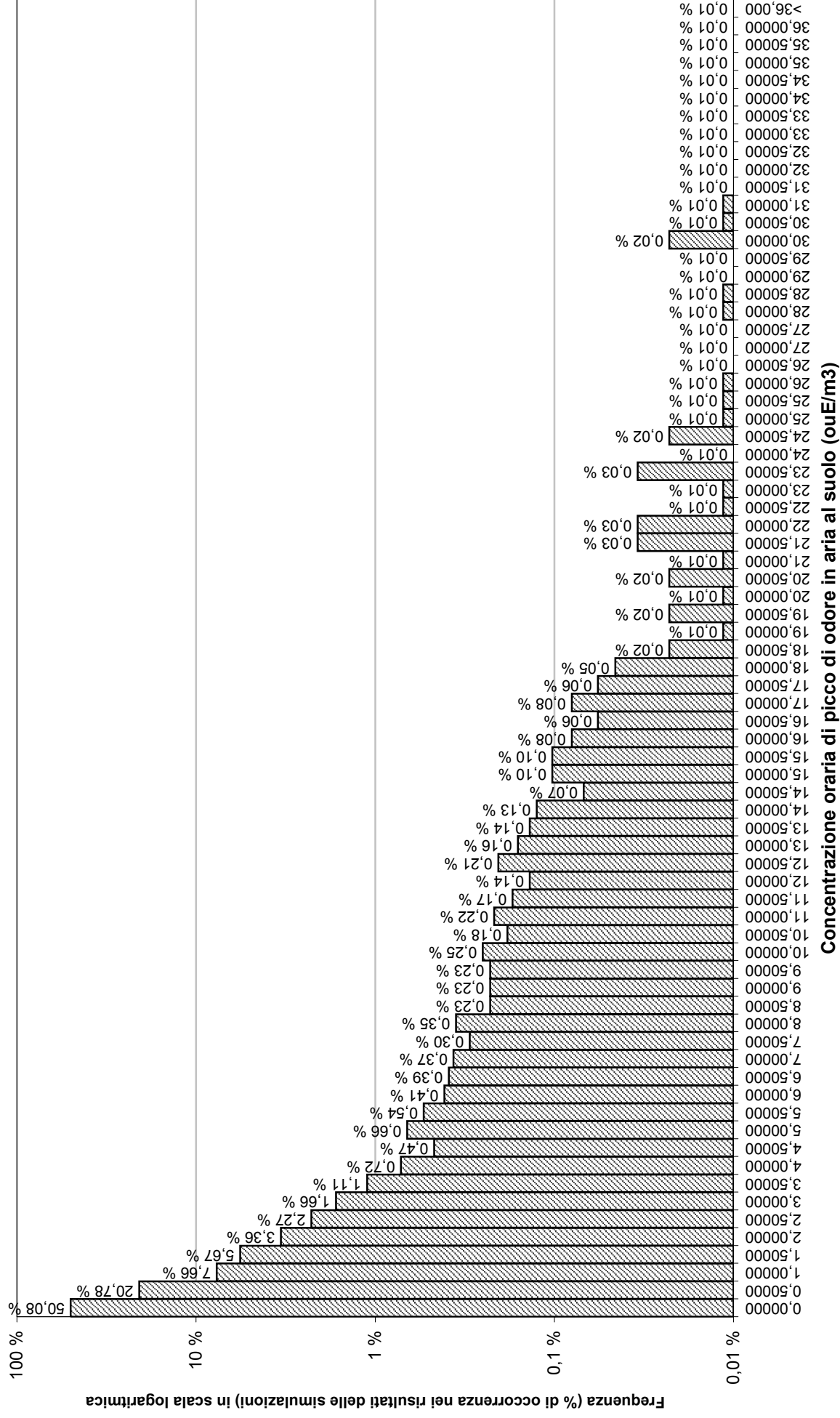
Allegato 9. Figura 9.04. Scenario emissivo 1. Inquinante odore.
Distribuzione delle ore in cui la concentrazione eccede il 98° percentile, in funzione dell'ora del giorno, presso il ricettore 1



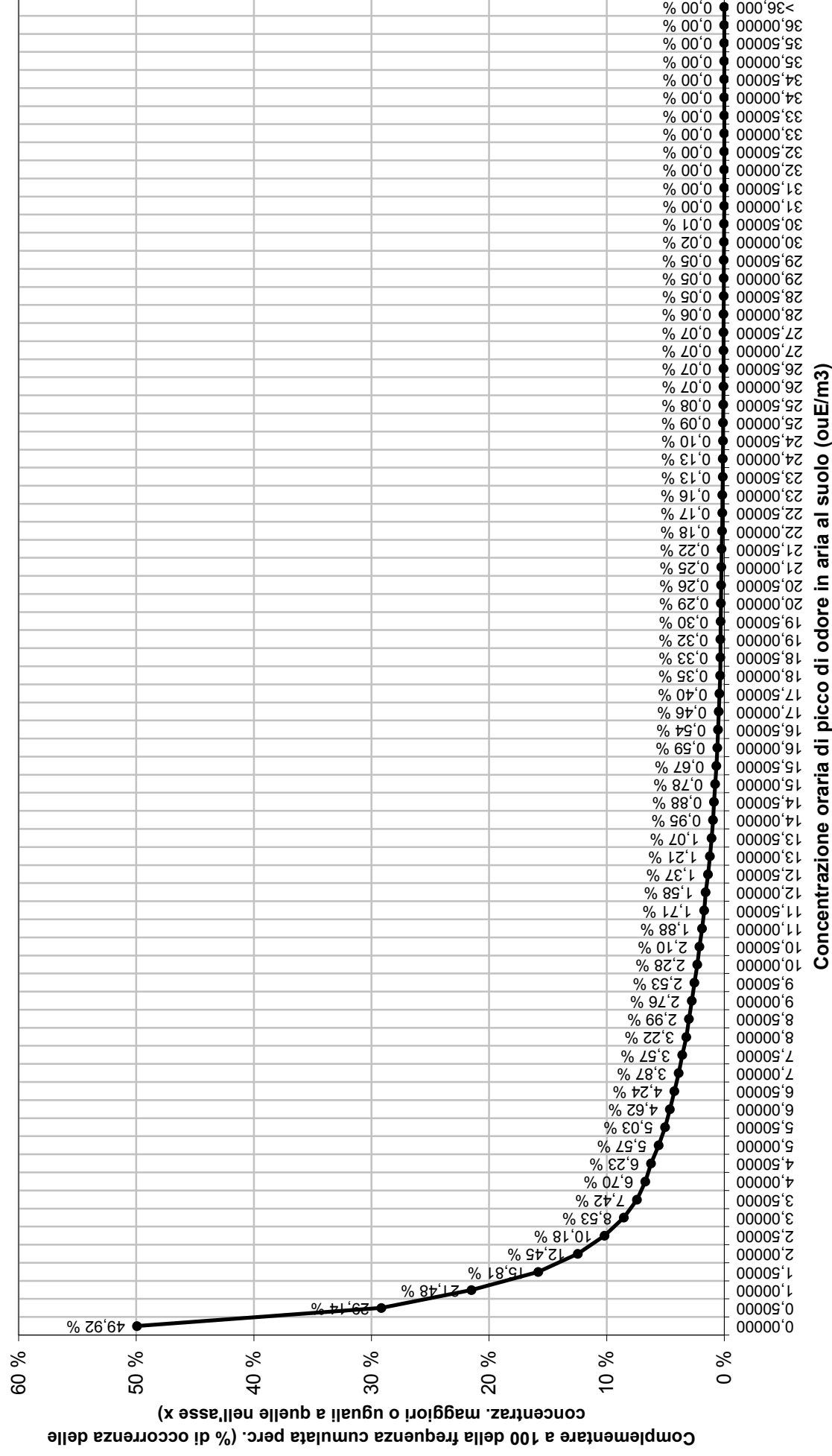
Allegato 9. Figura 9.05. Scenario emissivo 1. Inquinante odore.
Distribuzione delle ore in cui la concentrazione eccede il 98° percentile, in funzione del mese dell'anno, presso il ricettore 1



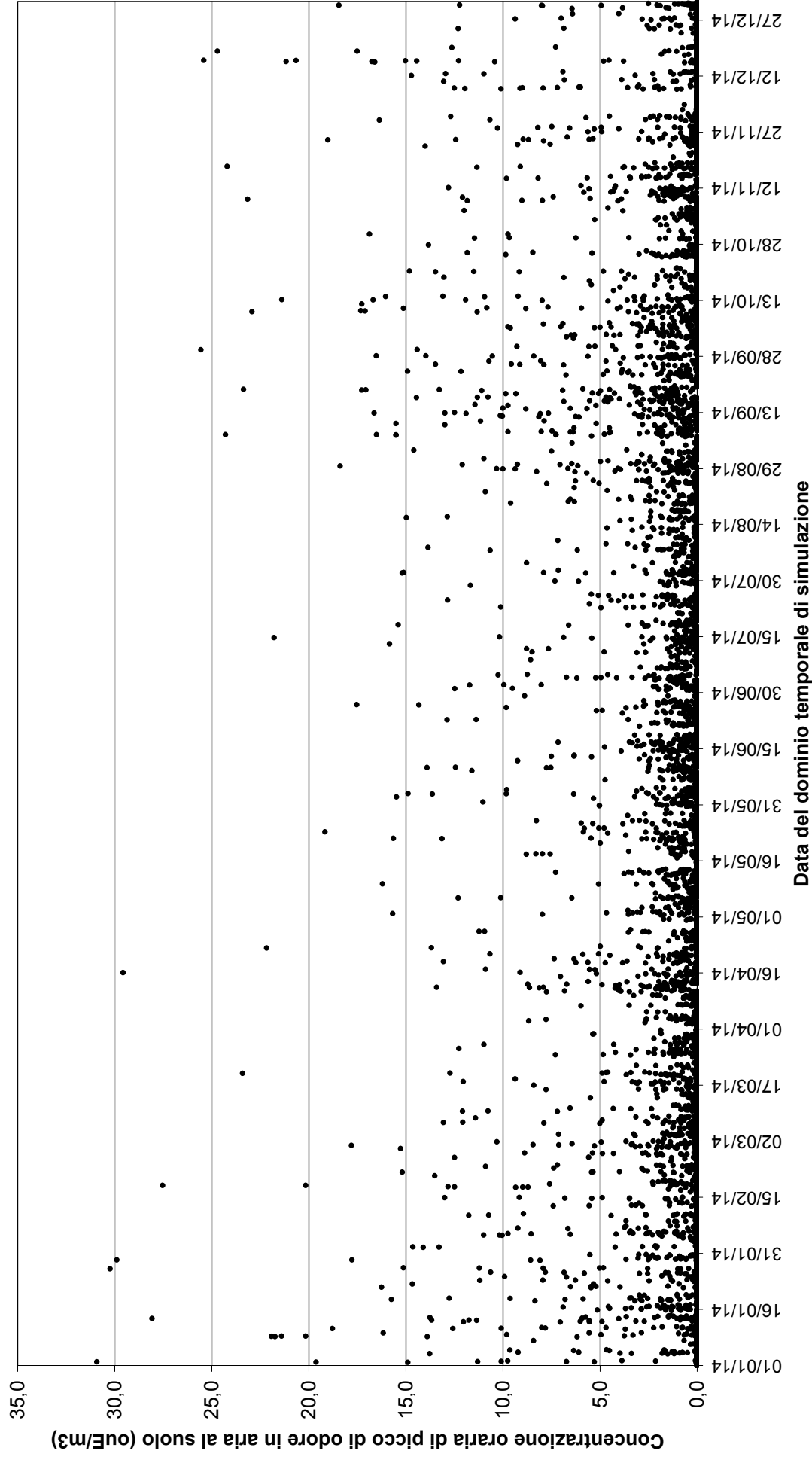
Allegato 9. Figura 9.06. Scenario emissivo 1. Inquinante odore.
Distribuzione di frequenza globale delle concentrazioni orarie presso il ricettore 9



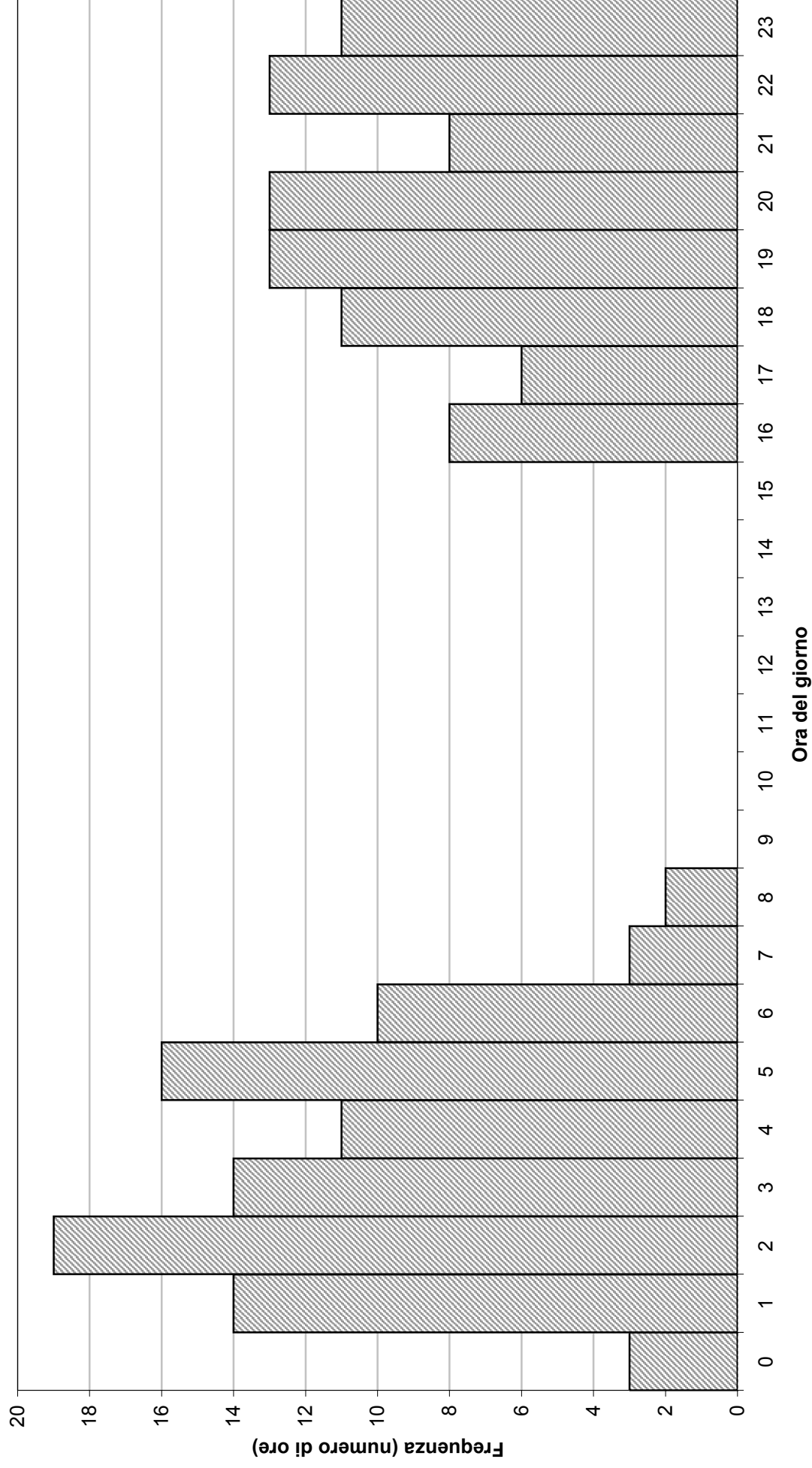
Allegato 9. Figura 9.07. Scenario emissivo 1. Inquinante odore.
Complementare a 100 della frequenza cumulata percentuale globale delle concentrazioni orarie presso il ricettore 9



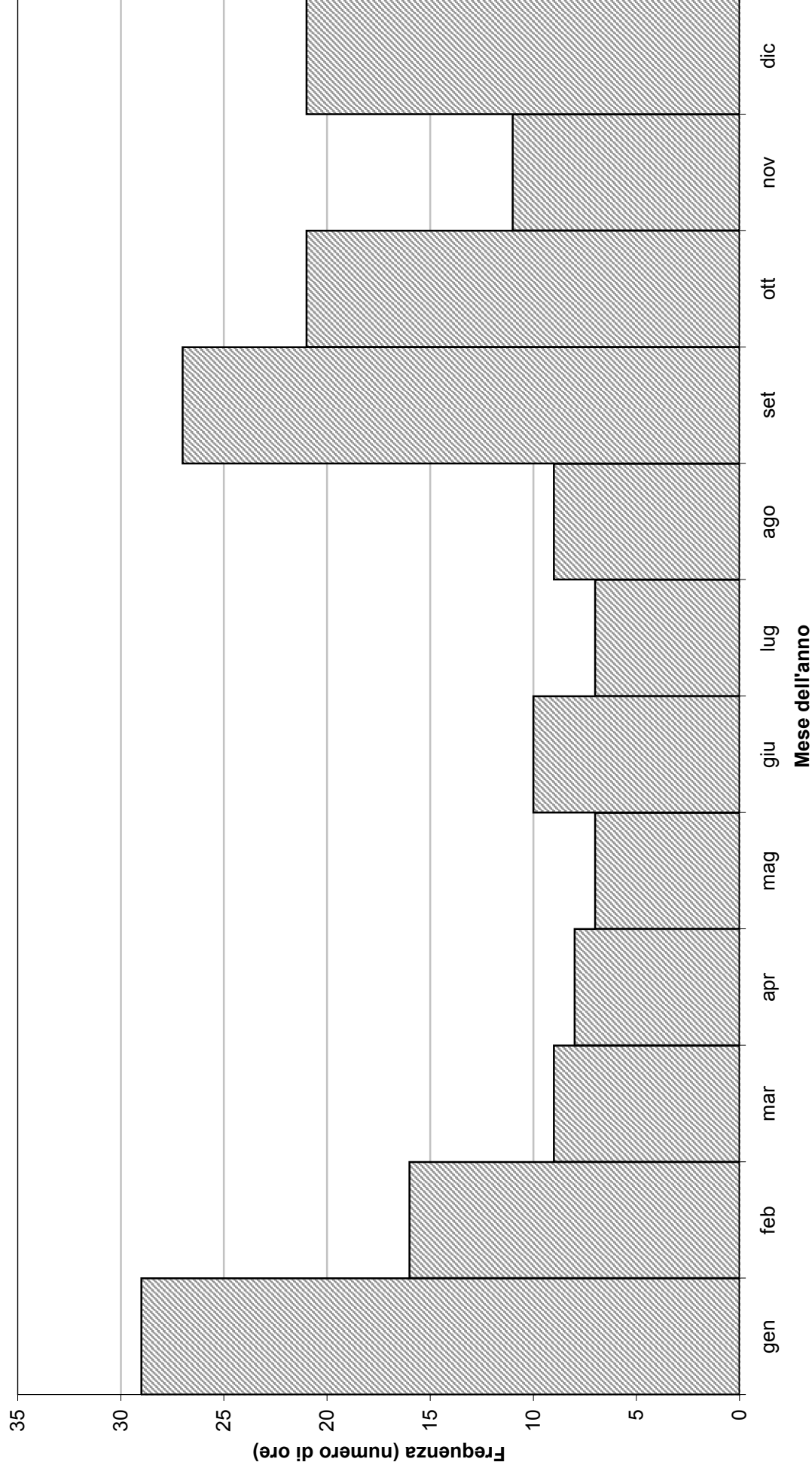
Allegato 9. Figura 9.08. Scenario emissivo 1. Inquinante odore.
Serie completa dei risultati delle simulazioni presso il ricettore 9



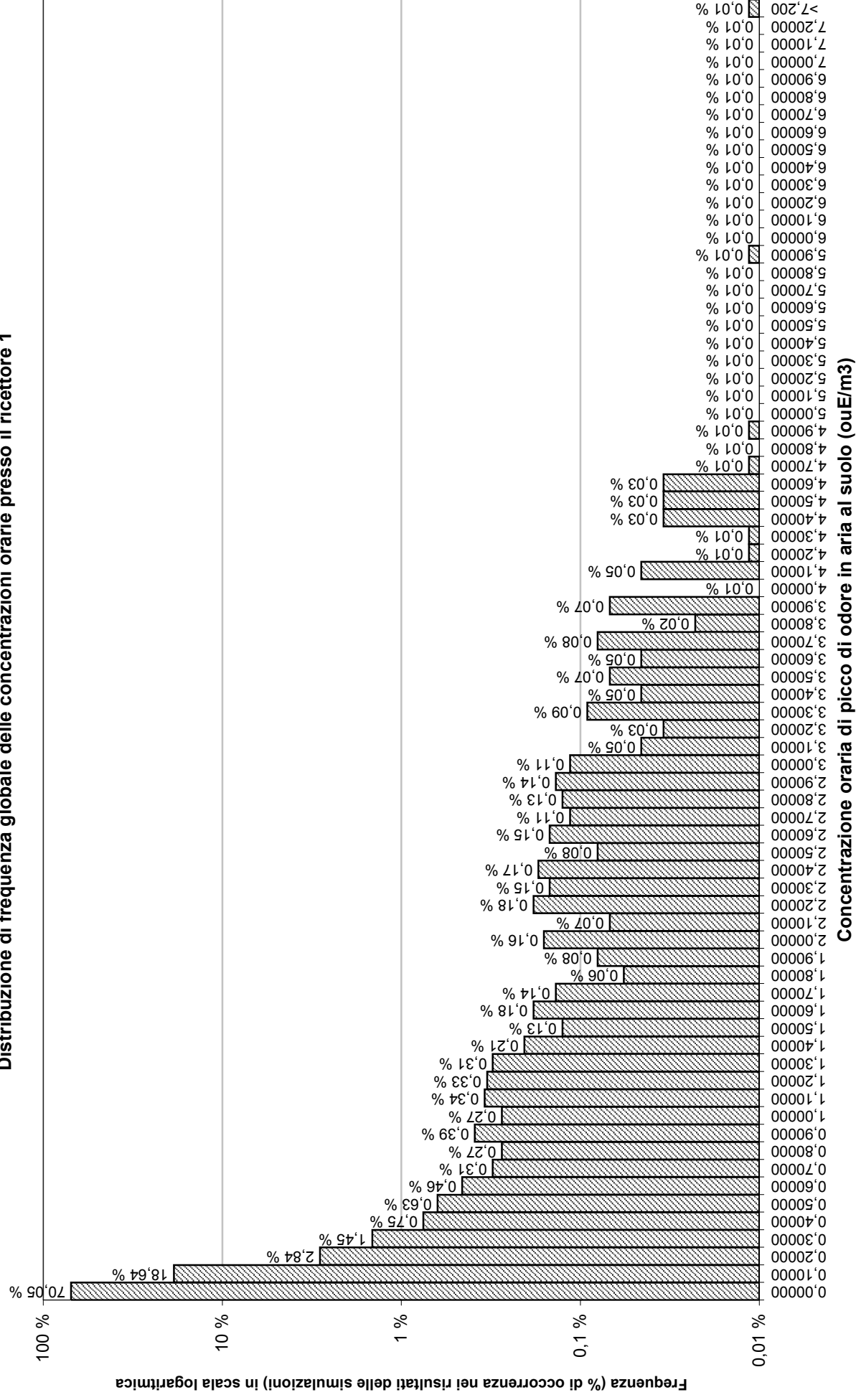
Allegato 9. Figura 9.09. Scenario emissivo 1. Inquinante odore.
Distribuzione delle ore in cui la concentrazione eccede il 98° percentile, in funzione dell'ora del giorno, presso il ricettore 9



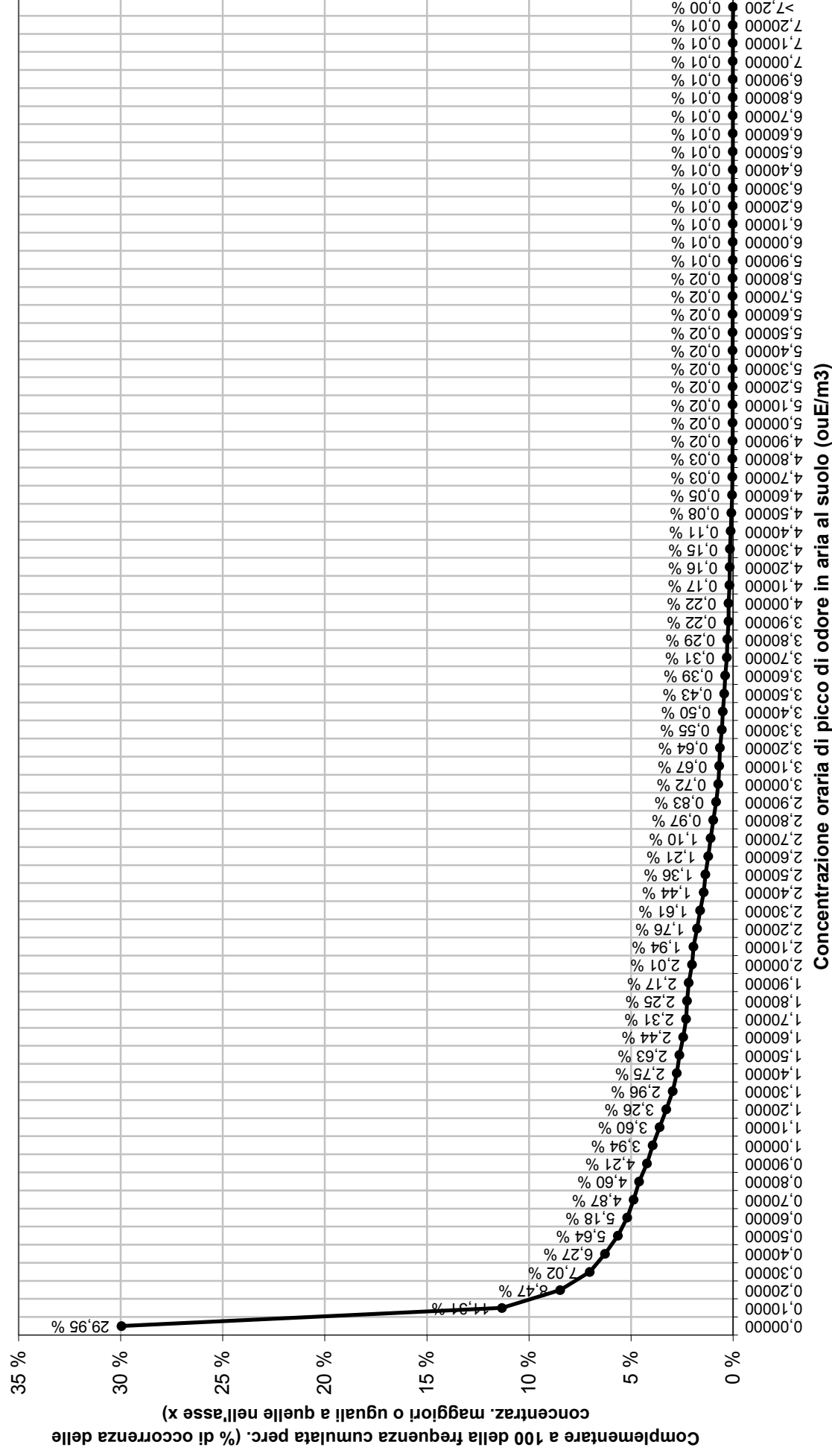
Allegato 9. Figura 9.10. Scenario emissivo 1. Inquinante odore.
Distribuzione delle ore in cui la concentrazione eccede il 98° percentile, in funzione del mese dell'anno, presso il ricettore 9



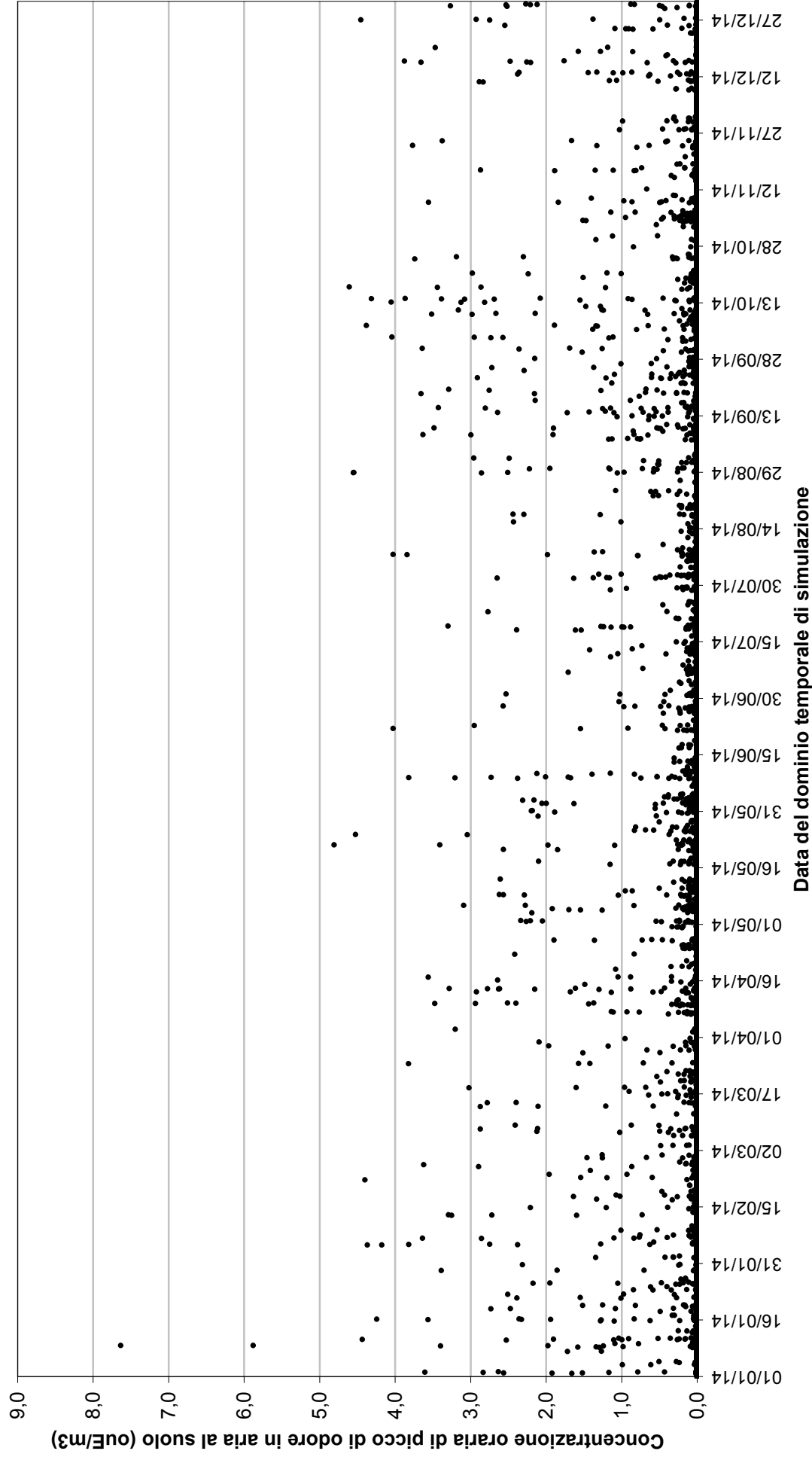
Allegato 9. Figura 9.11. Scenario emissivo 2. Inquinante odore.
Distribuzione di frequenza globale delle concentrazioni orarie presso il ricettore 1



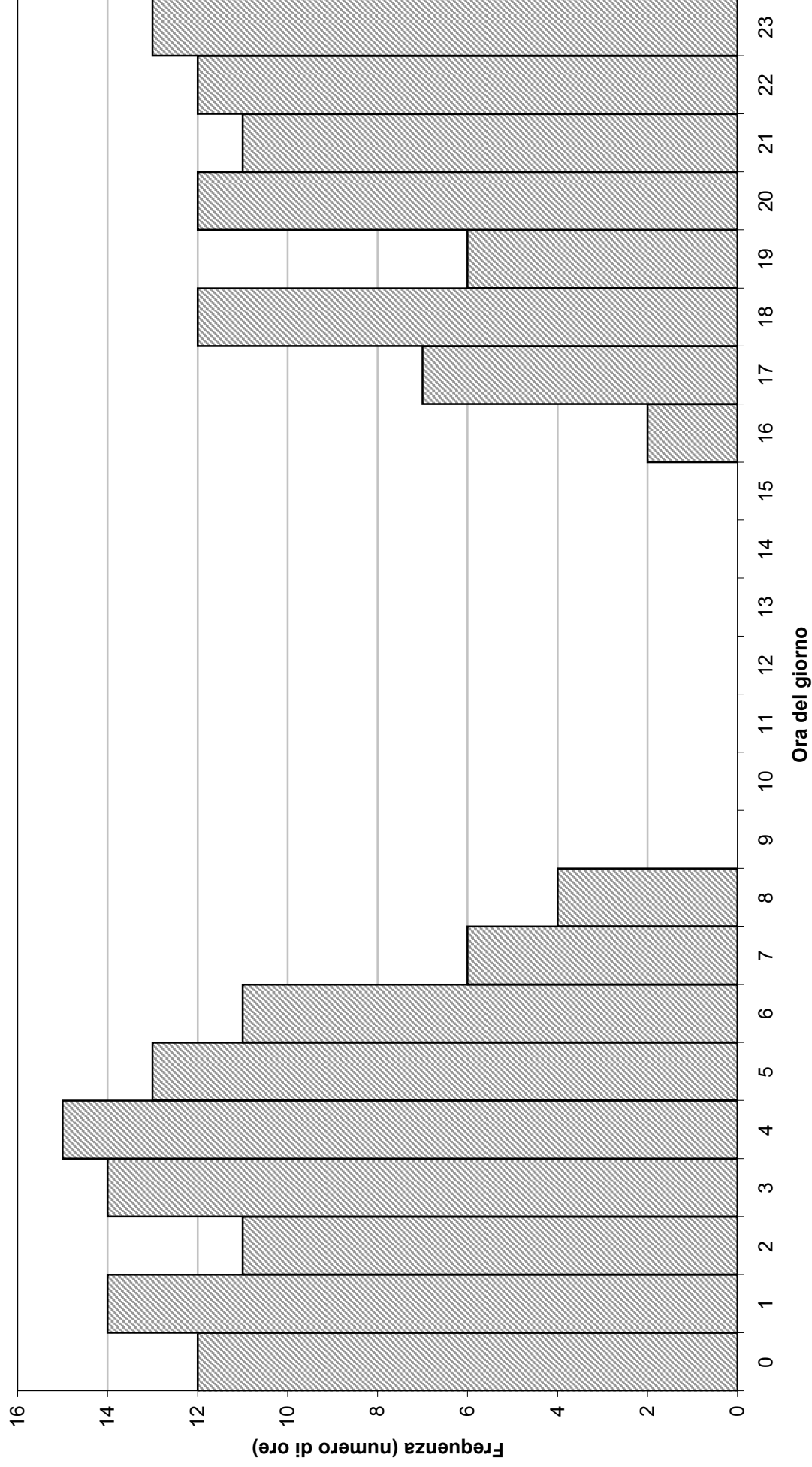
Allegato 9. Figura 9.12. Scenario emissivo 2. Inquinante odore.
Complementare a 100 della frequenza cumulata percentuale globale delle concentrazioni orarie presso il ricettore 1



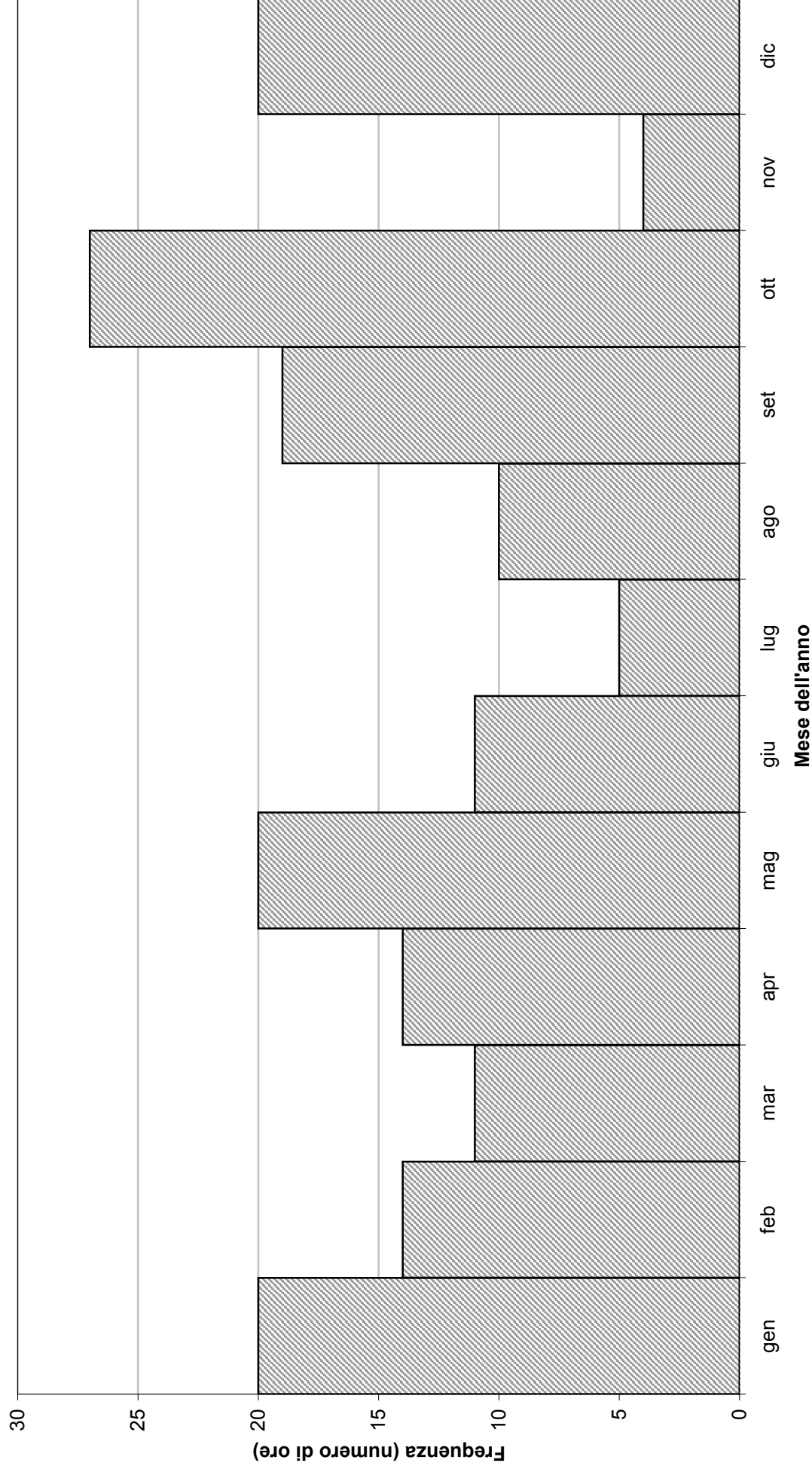
Allegato 9. Figura 9.13. Scenario emissivo 2. Inquinante odore.
Serie completa dei risultati delle simulazioni presso il ricettore 1



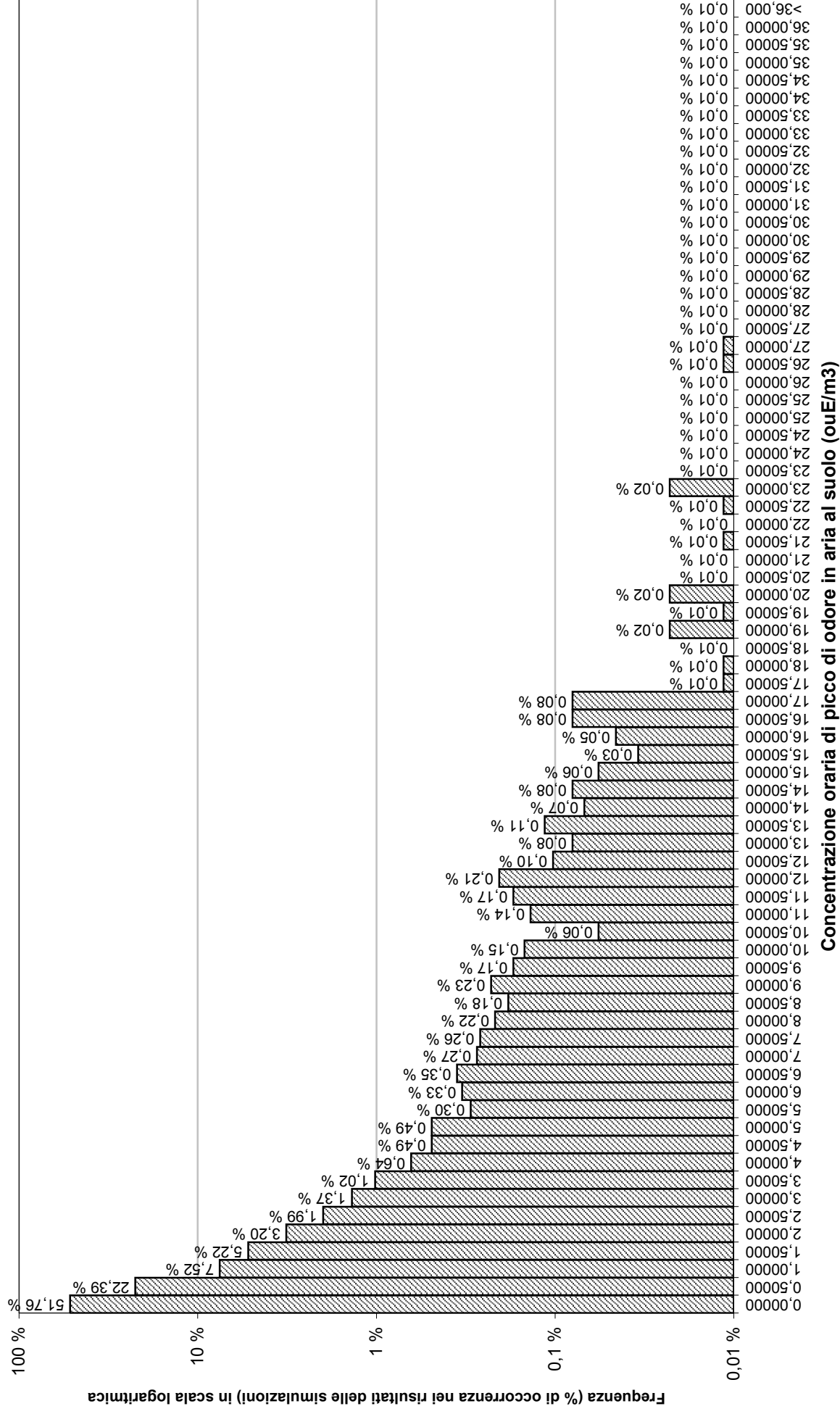
Allegato 9. Figura 9.14. Scenario emissivo 2. Inquinante odore.
Distribuzione delle ore in cui la concentrazione eccede il 98° percentile, in funzione dell'ora del giorno, presso il ricettore 1



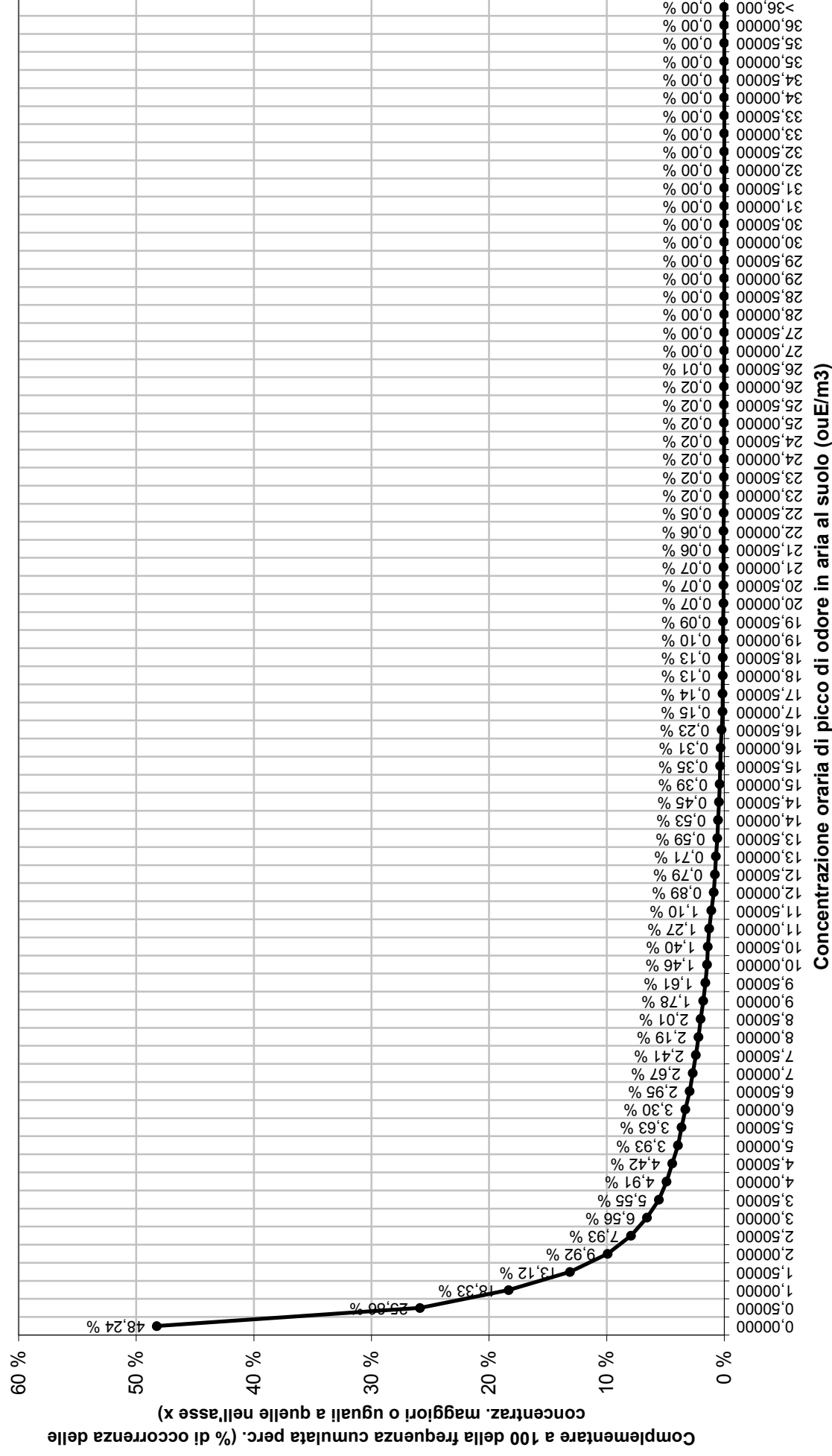
Allegato 9. Figura 9.15. Scenario emissivo 2. Inquinante odore.
Distribuzione delle ore in cui la concentrazione eccede il 98° percentile, in funzione del mese dell'anno, presso il ricettore 1



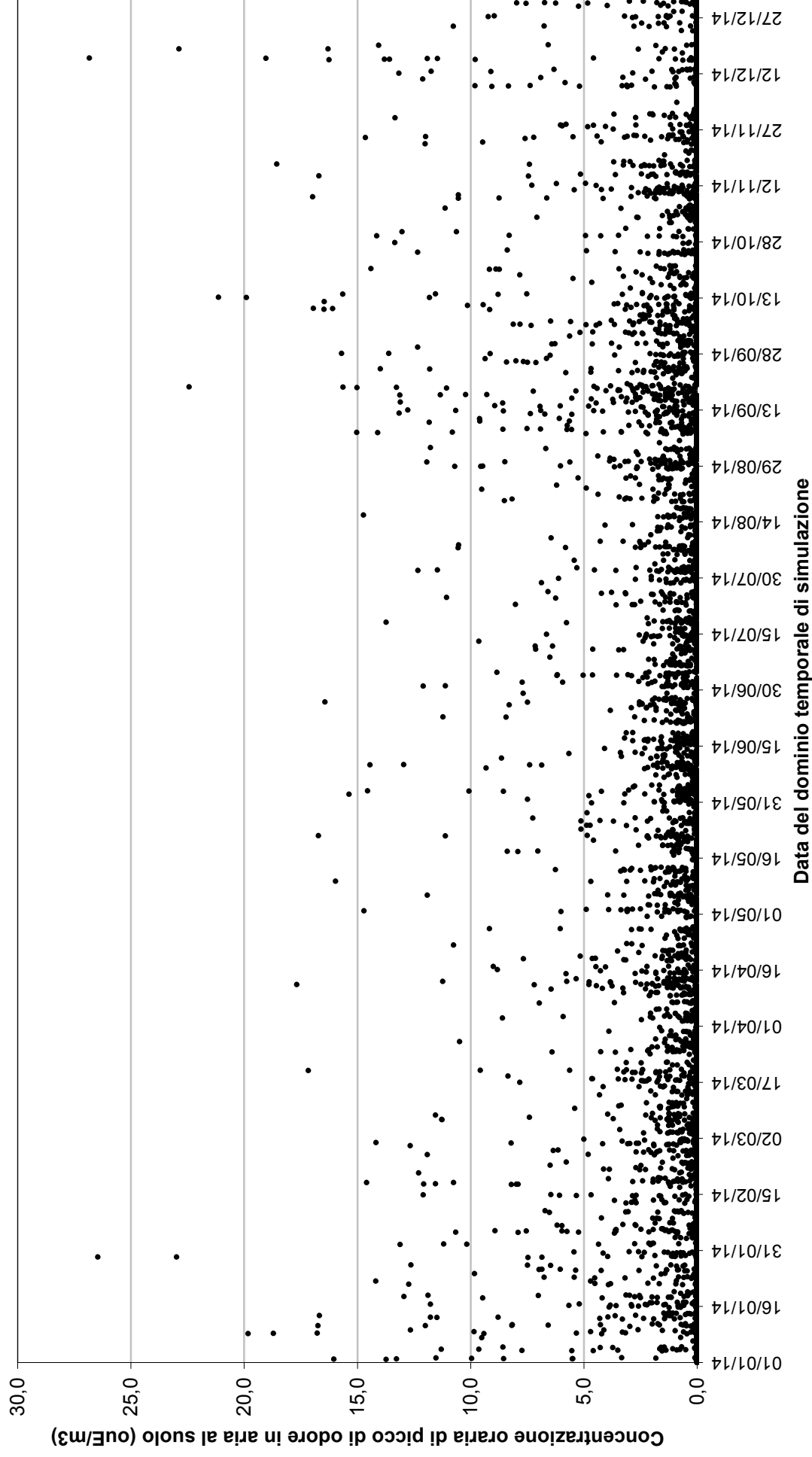
Allegato 9. Figura 9.16. Scenario emissivo 2. Inquinante odore.
Distribuzione di frequenza globale delle concentrazioni orarie presso il ricettore 9



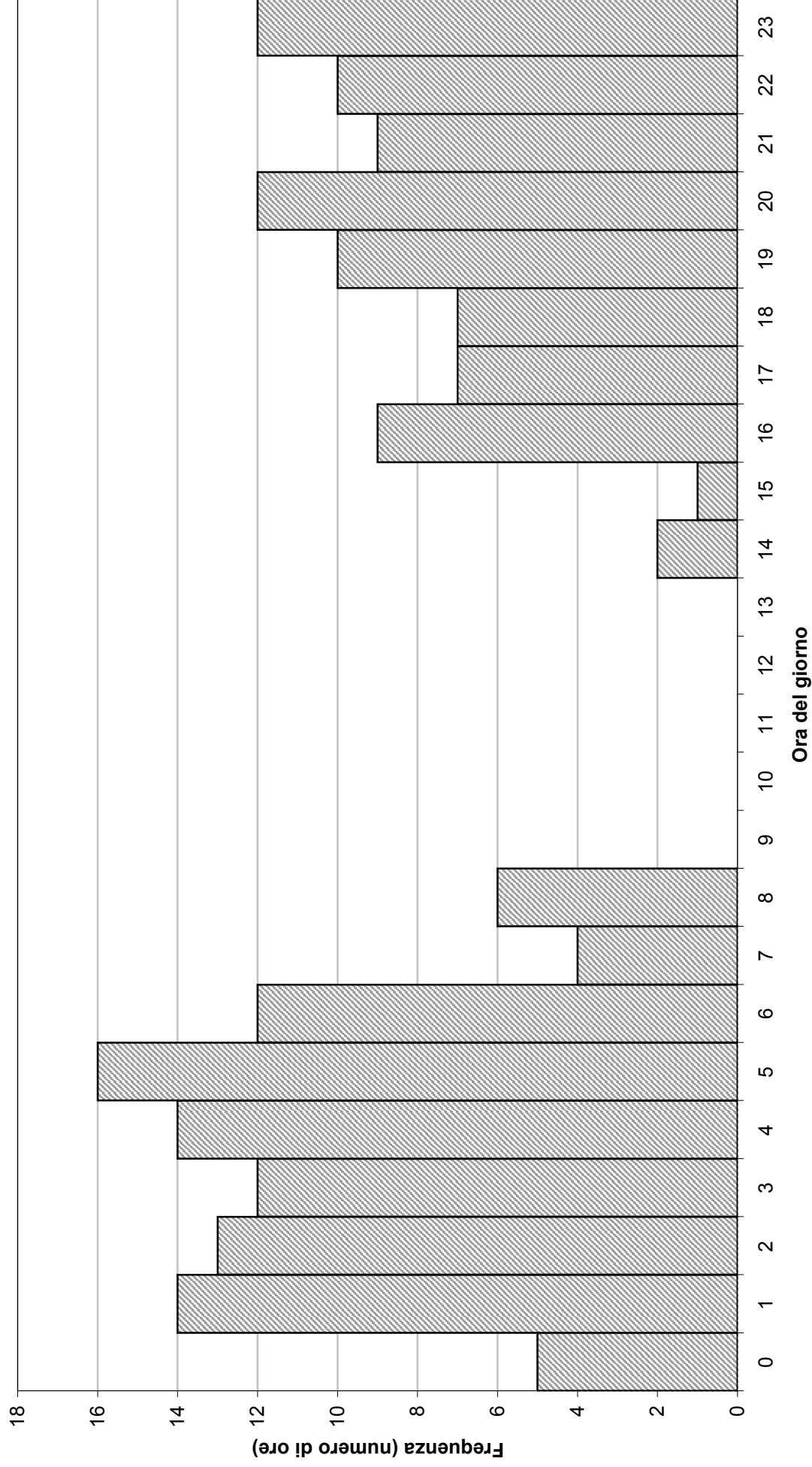
Allegato 9. Figura 9.17. Scenario emissivo 2. Inquinante odore.
Complementare a 100 della frequenza cumulata percentuale globale delle concentrazioni orarie presso il ricettore 9



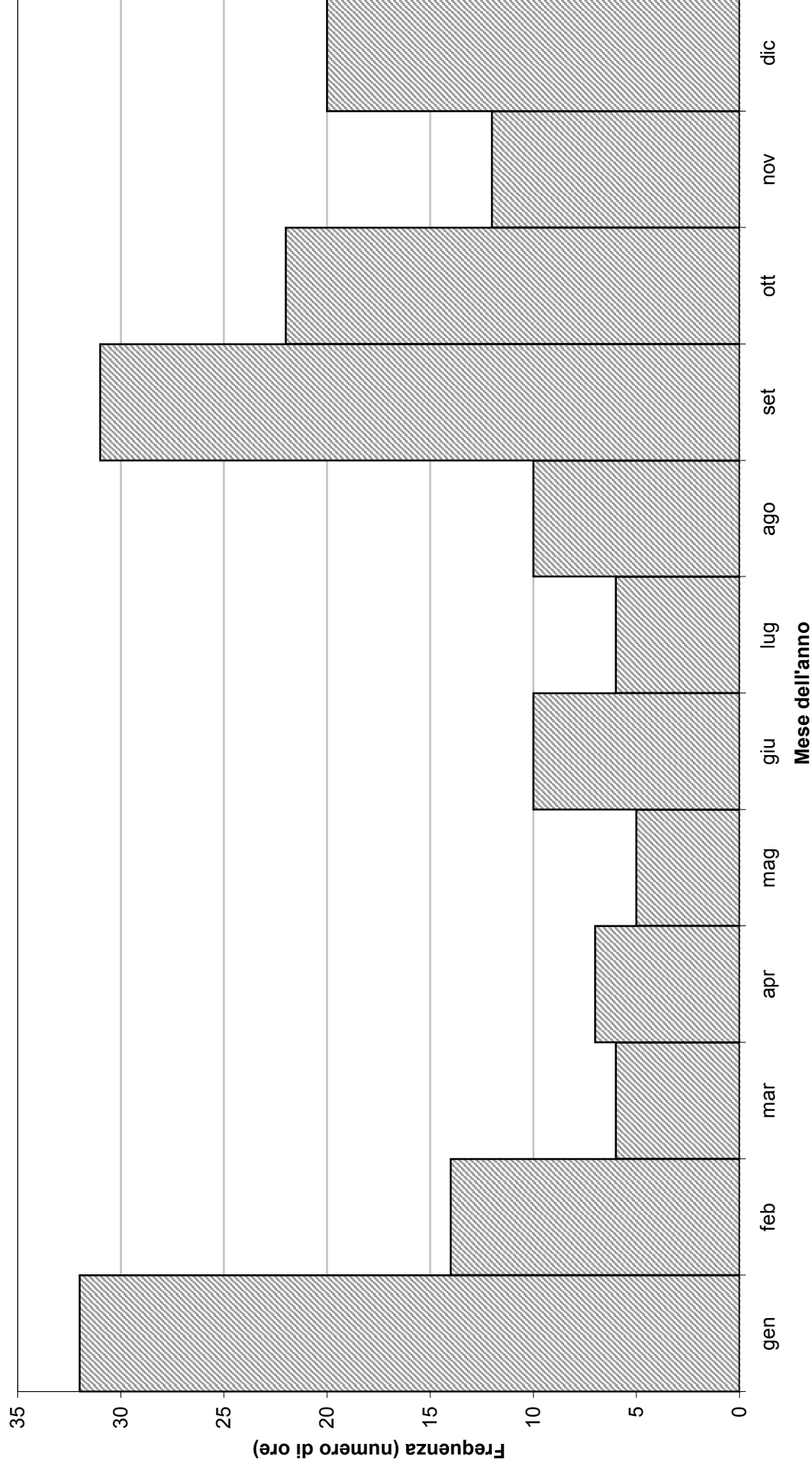
**Allegato 9. Figura 9.18. Scenario emissivo 2. Inquinante odore.
Serie completa dei risultati delle simulazioni presso il ricettore 9**



Allegato 9. Figura 9.19. Scenario emissivo 2. Inquinante odore.
Distribuzione delle ore in cui la concentrazione eccede il 98° percentile, in funzione dell'ora del giorno, presso il ricettore 9



Allegato 9. Figura 9.20. Scenario emissivo 2. Inquinante odore.
Distribuzione delle ore in cui la concentrazione eccede il 98° percentile, in funzione del mese dell'anno, presso il ricettore 9



Allegato 9. Figura 9.21. Scenario emissivo attuale e futuro. Inquinante odore.
Complementare a 100 della frequenza cumulata percentuale globale delle concentrazioni orarie presso il ricettore 9

