

**CESCA di CONTESTABILE D. e C. S.a.s.**

Via Monsignor Bagnoli 132, 67051 Avezzano (AQ)

*Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto di  
compostaggio da matrici organiche di qualità per la produzione  
di ammendante compostato misto*

*Loc. Il Campo, S.P. 62a, MASSA D'ALBE (AQ)*

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

Ing. Andrea N. Rossi

Documento protocollo	TD001-14r00 del 17/01/2014		
Codice Cliente	10620	Commessa	14030

## Indice

<b>1. Premessa .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Scenario emissivo .....</b>	<b>4</b>
2.1 Sorgenti incluse nello scenario emissivo .....	4
2.2 Sorgenti di emissione .....	5
2.3 Parametri fisici delle emissioni .....	6
2.4 Concentrazioni e portate di odore .....	6
2.5 Variazioni dei parametri di emissione lungo il dominio temporale di simulazione .....	7
<b>3. Scenario micrometeorologico.....</b>	<b>8</b>
3.1 Dati meteorologici grezzi in ingresso .....	8
3.2 Normalizzazione dei dati meteorologici grezzi.....	8
3.3 Calcolo del campo di vento tridimensionale e dei parametri di turbolenza .....	8
3.4 Post-elaborazioni dei campi meteorologici tridimensionali .....	9
3.5 Analisi degli andamenti dei parametri meteorologici .....	9
<b>4. Descrizione del territorio.....</b>	<b>14</b>
4.1 Sistema di coordinate planimetriche .....	14
4.2 Griglia di recettori di calcolo .....	14
4.3 Dati orografici e di copertura del suolo (land cover / land use) .....	14
4.4 Effetti dell'orografia sulla dispersione .....	15
4.5 Corografia e cartografia .....	15
<b>5. Modello di dispersione.....</b>	<b>16</b>
5.1 Descrizione del modello di dispersione .....	16
5.2 Effetti scia degli edifici sulla dispersione atmosferica delle emissioni.....	16
5.3 Parametri assegnati nelle simulazioni .....	17
5.4 Trattamento delle calme di vento.....	17
5.5 Effetti delle fluttuazioni istantanee della concentrazione di odore ai recettori .....	18
5.6 Elaborazione finale delle concentrazioni orarie simulate.....	18
<b>6. Presentazione dei risultati .....</b>	<b>20</b>
6.1 Mappa di esposizione.....	20
6.2 Ricettori sensibili .....	20
6.3 Considerazioni generali .....	20
6.4 Esposizione olfattiva simulata presso i ricettori sensibili .....	21
6.5 Dettaglio dei risultati delle simulazioni presso un singolo ricettore sensibile.....	21
6.6 Conclusioni .....	23

## Allegati

- Allegato 1: Mappe di esposizione.
- Allegato 2: Profili verticali dei parametri meteorologici.
- Allegato 3: Rose dei venti.
- Allegato 4: Medie dei parametri meteorologici superficiali orari, secondo il mese e l'ora.
- Allegato 5: Medie, minime e massime dei parametri meteorologici superficiali orari.
- Allegato 6: Distribuzione della velocità del vento oraria superficiale.
- Allegato 7: Mappa delle quote altimetriche e della copertura del suolo nel dominio spaziale di simulazione.
- Allegato 8: Distribuzioni di frequenza delle concentrazioni orarie di picco di odore presso un singolo ricettore.

## ***1. Premessa***

Il presente studio, commissionato da CESCA di CONTESTABILE D. e C. S.a.s., si inquadra nel progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto di compostaggio da matrici organiche di qualità per la produzione di ammendante compostato misto, nel Comune di Massa D'Albe (AQ), in Loc. Il Campo. Lo studio ha per obiettivo la simulazione previsionale dell'esposizione in aria ambiente sul territorio conseguente alle emissioni di odore in atmosfera dell'impianto di compostaggio in progetto.

La realizzazione di uno studio per la simulazione previsionale dell'esposizione olfattiva è stata richiesta al proponente, nel corso del procedimento amministrativo di autorizzazione ambientale dell'impianto medesimo, dal Comitato di Coordinamento Regionale per la Valutazione d'Impatto Ambientale (giudizio n. 2283 del 24/09/2013) e da A.S.L. 1 (prot n. 124259 del 17/12/2013).

L'esposizione sul territorio conseguente alle emissioni di odore dell'impianto è determinata applicando un modello di dispersione atmosferica, che calcola la concentrazione di odore nell'aria ambiente al suolo, elaborando i dati di emissione, i dati meteorologici e i dati di descrizione del territorio.

I dati meteorologici impiegati nelle simulazioni e che determinano il dominio temporale di simulazione appartengono all'anno 2012 (vedasi § 3).

## 2. Scenario emissivo

### 2.1 Sorgenti incluse nello scenario emissivo

Lo scenario emissivo è stato definito in primo luogo sulla base del progetto, precisamente sulla base del Quadro riassuntivo delle emissioni al § 4.6.1 dello Studio d'Impatto Ambientale AMB01R rev. 1 del maggio 2013.

**Tabella 1. Sorgenti di emissione incluse nello scenario emissivo.**

Sorgente	Ubicazione	Descrizione	Informazioni per i parametri di emissione <sup>(1)</sup>
E1, Biofiltro	Nella zona identificata come area M o area 16 nelle planimetrie di progetto	Biofiltro di trattamento degli aeriformi odorigeni aspirati dagli ambienti confinati di lavorazione	Emissione convogliata estesa areale. Portata volumetrica nominale: 90'000 Nm <sup>3</sup> /h. Il biofiltro ha pianta rettangolare e dimensioni 30 m x 20 m. La parete perimetrale di contenimento del materiale biofiltrante ha altezza di 2 m rispetto al piano campagna. Il letto biofiltrante è sovrastato da una copertura, che è elevata di 2,32 m rispetto al biofiltro, sicché le emissioni del biofiltro sono rilasciate in atmosfera attraverso la luce perimetrale fra la copertura e la parete di contenimento, sui 4 lati. L'emissione sarà continua (365 gg/anno, 24 h/g) e si assume che i parametri di emissione siano costanti. Temperatura degli aeriformi emessi: 10÷35 °C. Concentrazione di odore massima attesa dell'emissione: 250 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> .
E2, Cumulo verde triturato	Nella zona identificata come area L o area 13 nelle planimetrie di progetto	Cumulo di materiale lignocellulosico stoccato, dopo la triturazione, sotto tettoia nell'area dedicata	Emissione diffusa (non convogliata) estesa areale. Il cumulo di stoccaggio del materiale lignocellulosico ("verde") dopo la triturazione avrà dimensioni in pianta di circa 16 m x 8 m e altezza di circa 3 m, dunque una superficie esposta all'atmosfera di circa 264 m <sup>2</sup> . Le dimensioni si assumono costanti nel tempo. Il cumulo è posizionato sotto tettoia, dunque è sottoposto all'azione indiretta dei moti atmosferici. Anche in virtù della tettoia di copertura, che impedirà l'esposizione del cumulo alle precipitazioni atmosferiche e limiterà l'irraggiamento solare sullo stesso, si ipotizza che la concentrazione di odore dell'emissione della superficie del cumulo (determinata mediante il sistema Wind Tunnel) sarà, salvo eventi eccezionali, inferiore a 1500 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> .

(1) Informazioni comunicate dal committente.

## 2.2 Sorgenti di emissione

**Tabella 2. Sorgenti di emissione considerate nelle simulazioni di dispersione.**

Sorgente	Morfologia di rilascio in atmosfera
E1 biofiltro	Emissione convogliata estesa (areale): l'emissione avviene da tutta la superficie superiore del letto biofiltrante, ma è rilasciata attraverso la luce aperta fra la parete di contenimento del letto biofiltrante e la tettoia del biofiltro. L'emissione è simulata come n. 4 sorgenti puntiformi, una per ciascuno dei quattro lati perimetrali del biofiltro. L'altezza del punto di rilascio di ciascuna di queste quattro sorgenti rispetto al suolo è assunta pari alla somma dell'altezza del muro di contenimento (2 m) e della metà della luce fra il muro e la tettoia, dunque pari a $2 + (2,32/2) = 3,16$ m
E2 verde trit.	Emissione diffusa (non convogliata) estesa areale parzialmente confinata (coperta) a ventilazione naturale eolica indiretta <sup>(1)</sup> . E' simulata come una singola sorgente circolare puntiforme, avente area della superficie di efflusso pari all'area indicata in Tabella 1 e avente altezza del punto di rilascio pari alla metà dell'altezza del cumulo, ossia pari a 1,5 m

- (1) Si assume che l'emissione di inquinanti in atmosfera sia dovuta principalmente ai fenomeni di volatilizzazione attivi sulla superficie delle stesse, parametrizzati in funzione del moto del vento sulla superficie emissiva. Il cumulo è tuttavia sotto tettoia, dunque il moto del vento che agisce sulla superficie superiore del cumulo (ed è in primo luogo responsabile della volatilizzazione dei composti e quindi dell'emissione) è meno intenso di quello operante in campo aperto. In particolare la velocità del vento impiegata per il calcolo della portata di inquinanti emessa è pari ad una velocità costante di 0,2 m/s. La portata di inquinanti è proporzionale anche alla superficie della sorgente che è esposta all'azione della turbolenza dell'aria.

**Tabella 3. Concentrazioni di odore caratteristiche e portate di odore delle sorgenti.**

Sorgente	Portata volumetrica nominale (Nm <sup>3</sup> /s @ 0 °C)	Concentrazione di odore (ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>	Portata volumetrica (m <sup>3</sup> /s @ 20 °C)	Portata di odore (ou <sub>E</sub> /s)
E1 biofiltro	90'000 <sup>(1)</sup>	250	27 <sup>(2)</sup>	6800 <sup>(4)</sup>
E2 verde trit.	-	1500	0,587 <sup>(3)</sup>	880 <sup>(5)</sup>

- (1) Vedasi Tabella 1.
- (2) Calcolata dalla portata volumetrica nominale, convertita in Nm<sup>3</sup>/s e quindi normalizzata alla temperatura di 20 °C, in conformità alla norma UNI EN 13725:2004.
- (3) Per le sorgenti diffuse estese areali parzialmente confinate (coperte) a ventilazione naturale eolica indiretta, la portata volumetrica è calcolata come segue. La portata volumetrica dell'aria neutra insufflata nella camera di ventilazione del sistema Wind Tunnel è normalizzata alla temperatura di 20 °C, in conformità alla norma UNI EN 13725:2004; il risultato è moltiplicato per il rapporto fra l'area esposta della sorgente (vedasi Tabella 1) e l'area di base del sistema Wind Tunnel (0,117 m<sup>2</sup>); la portata volumetrica che si ottiene è poi moltiplicata per un coefficiente, dato dalla radice quadrata del rapporto fra la velocità di ventilazione sulla sorgente (0,0064 m/s, calcolati mediante l'equazione dell'ipotetico profilo di velocità in condizioni stabili, ossia classe PGT=F, a partire da una velocità alla quota dell'anemometro di 0,2 m/s) e la velocità effettiva dell'aeriforme nella camera di ventilazione durante i campionamenti (0,045 m/s).
- (4) Per le sorgenti convogliate la portata di odore (ou<sub>E</sub>/s) è il prodotto fra la concentrazione di odore in emissione e la portata volumetrica (m<sup>3</sup>/s @ 20 °C).
- (5) Per le sorgenti diffuse estese areali parzialmente confinate (coperte) a ventilazione naturale eolica indiretta, la portata di odore è data dal prodotto fra la concentrazione di odore in emissione e la portata volumetrica (m<sup>3</sup>/s @ 20 °C). La portata di odore di queste sorgenti non dipende dalla velocità del vento e della stabilità atmosferica.

**Tabella 4. Caratteristiche geometriche e topografiche delle sorgenti considerate nelle simulazioni. Prima parte.**

Sorgente	Coord. X (m) <sup>(1)</sup>	Coord. Y (m) <sup>(1)</sup>	Quota del suolo alla base della sorgente (m) <sup>(2)</sup>	Area della superficie emissiva (m <sup>2</sup> )
E1 biofiltro lato N	366536	4661007	768,0	150 <sup>(3)</sup>
E1 biofiltro lato E	366544	4660990	768,0	150 <sup>(3)</sup>
E1 biofiltro lato S	366530	4660977	768,0	150 <sup>(3)</sup>
E1 biofiltro lato W	366523	4660995	768,0	150 <sup>(3)</sup>
E2 verde trit.	366621	4660992	770,5	264 <sup>(4)</sup>

- (1) Dati desunti dai documenti cartografici (§ 4.5) e riferiti al sistema di coordinate definito nel § 4.1.
- (2) Dati desunti dai dati orografici specificati nel § 4.3 e dalle sezioni del progetto architettonico dello stabilimento fornito dal committente.
- (3) Pari ad un quarto della superficie totale superiore del letto biofiltrante (vedasi Tabella 1).
- (4) Vedasi Tabella 1.

**Tabella 5. Caratteristiche geometriche e topografiche delle sorgenti considerate nelle simulazioni. Seconda parte.**

Sorgente	Altezza del punto di emissione rispetto al suolo (m)	Diametro della sezione di efflusso (m) <sup>(1)</sup>
E1 biofiltro lato N	3,16 <sup>(2)</sup>	13,8
E1 biofiltro lato E	3,16 <sup>(2)</sup>	13,8
E1 biofiltro lato S	3,16 <sup>(2)</sup>	13,8
E1 biofiltro lato W	3,16 <sup>(2)</sup>	13,8
E2 verde trit.	1,50 <sup>(2)</sup>	12,8

(1) Calcolato come diametro del cerchio di area pari a quella della superficie emissiva (vedasi Tabella 4).

(2) Vedasi Tabella 2.

### 2.3 Parametri fisici delle emissioni

**Tabella 6. Parametri fisici di emissione delle sorgenti.**

Sorgente	Portata volumetrica (m <sup>3</sup> /s @ 20 °C)	Velocità di efflusso (m/s)	Vertical momentum flux factor <sup>(5)</sup>	Temperatura dell'aeriforme emesso (°C)
E1 biofiltro lato N	6,71 <sup>(1)</sup>	trascurabile <sup>(3)</sup>	0	10 <sup>(6)</sup>
E1 biofiltro lato E	6,71 <sup>(1)</sup>	trascurabile <sup>(3)</sup>	0	10 <sup>(6)</sup>
E1 biofiltro lato S	6,71 <sup>(1)</sup>	trascurabile <sup>(3)</sup>	0	10 <sup>(6)</sup>
E1 biofiltro lato W	6,71 <sup>(1)</sup>	trascurabile <sup>(3)</sup>	0	10 <sup>(6)</sup>
E2 verde trit.	0,587 <sup>(2)</sup>	trascurabile <sup>(4)</sup>	0	ambiente <sup>(7)</sup>

(1) Pari a un quarto della portata volumetrica totale del biofiltro (vedasi Tabella 3).

(2) Portata volumetrica nelle condizioni di ventilazione di riferimento per il sistema di campionamento Wind Tunnel, calcolata come segue. La portata volumetrica dell'aria neutra insufflata nella camera di ventilazione del sistema Wind Tunnel è normalizzata alla temperatura di 20 °C, in conformità alla norma UNI EN 13725:2004. Il risultato è moltiplicato per il rapporto fra l'area esposta della sorgente e l'area di base del sistema Wind Tunnel (0,117 m<sup>2</sup>). 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 m/s) e la velocità effettiva dell'aeriforme nella camera di ventilazione durante i campionamenti (0,045 m/s).

(3) La velocità di efflusso dell'emissione del biofiltro è trascurabile (< 0,1 m/s).

(4) La velocità di efflusso è trascurabile, ossia non contribuisce in modo apprezzabile al cosiddetto innalzamento del pennacchio, perché l'emissione è dovuta a fenomeni di volatilizzazione attivi nell'atmosfera stessa.

(5) 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.

(6) Pari cautelativamente al valore inferiore dell'intervallo di variabilità stimato (vedasi Tabella 1).

(7) L'aeriforme è emesso a temperatura prossima alla temperatura esterna e quindi non sono attivi meccanismi di innalzamento del pennacchio per effetto termico (*buoyancy rising*). Quindi nelle simulazioni, per imporre al modello di annullare questi effetti, la temperatura dell'aeriforme emesso è stata impostata a 0 °C.

### 2.4 Concentrazioni e portate di odore

**Tabella 7. Concentrazioni di odore e portate di odore delle emissioni nelle simulazioni.**

Sorgenti	Concentrazione di odore (ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> )	Portata di odore (ou <sub>E</sub> /s)
E1 biofiltro lato N	250 <sup>(1)</sup>	1700 <sup>(2)</sup>
E1 biofiltro lato E	250 <sup>(1)</sup>	1700 <sup>(2)</sup>
E1 biofiltro lato S	250 <sup>(1)</sup>	1700 <sup>(2)</sup>
E1 biofiltro lato W	250 <sup>(1)</sup>	1700 <sup>(2)</sup>
E2 verde trit.	1500 <sup>(1)</sup>	880 <sup>(1)</sup>

(1) Vedasi Tabella 3.

(2) Pari a un quarto della portata di odore totale del biofiltro (vedasi Tabella 3).

## 2.5 Variazioni dei parametri di emissione lungo il dominio temporale di simulazione

**Tabella 8. Variazioni dei parametri di emissione delle sorgenti lungo il dominio temporale di simulazione.**

Sorgenti	Variazioni della portata di odore
E1 biofiltro lato N	Nessuna variazione <sup>(1)</sup>
E1 biofiltro lato E	Nessuna variazione <sup>(1)</sup>
E1 biofiltro lato S	Nessuna variazione <sup>(1)</sup>
E1 biofiltro lato W	Nessuna variazione <sup>(1)</sup>
E2 verde trit.	Nessuna variazione <sup>(2)</sup>

(1) Vedasi Tabella 1.

(2) E' una conseguenza delle assunzioni circa le modalità di rilascio delle emissioni della sorgente (vedasi Tabella 1 e Tabella 3).

### 3. Scenario micrometeorologico

#### 3.1 Dati meteorologici grezzi in ingresso

I dati meteo impiegati nello studio provengono dalla seguente fonte.

**Tabella 9. Dati meteorologici acquisiti per le elaborazioni del presente studio.**

<i>Fornitore dei dati</i>	MAIND S.r.l.
<i>Base dati meteo</i>	Stazioni SYNOP ICAO della Regione Lazio: Civitavecchia, Monte Terminillo, Rieti, Vigna di Valle, Fucino, Guidonia, Roma Urbe, Roma Ciampino, Roma Fiumicino, Latina, Frosinone, Pratica di Mare
<i>Periodo</i>	Intero anno 2012, dal 01/01/2012 al 31/12/2012
<i>Fuso orario (Time zone)</i>	UTC+0000 (ossia gli orari nei dati meteo sono nel fuso UTC)
<i>Passo temporale dei dati meteo</i>	Orario (sia per i dati superficiali in "surf.dat", sia per i dati di profilo in "up.dat")
<i>Livelli (m s.l.m.) del profilo verticale nel file "up.dat"</i>	795, 860, 970, 1135, 1300, 1490, 1695, 1975, 2285, 2635, 3085, 5495 <sup>(1)</sup>
<i>Risoluzione della griglia originale</i>	4000 m
<i>Coordinate del centro della cella meteorologica</i>	42° 6'2.28"N, 13°24'9.22"E; ossia 367911 m E, 4662184 m N nel sistema di coordinate indicato nel § 4.1.
<i>Distanza fra il centro della cella e il centro dello stabilimento</i>	< 2 km
<i>Elaborazione della base dati</i>	Mass consistent
<i>Output rilasciato</i>	n. 1 pseudo-stazione superficiale (file di tipo "surf.dat") + n. 1 pseudo-stazione di upper-air (file di tipo "up.dat") per input CALMET 6.42

(1) Poiché la quota del terreno nel centro della cella meteorologica è di circa 780 m s.l.m., il primo livello (795 m s.l.m) è, secondo prassi, a circa 10 m dal terreno.

#### 3.2 Normalizzazione dei dati meteorologici grezzi

##### 3.2.1 Copertura delle vacanze

Per effetto del tipo di fonte dei dati meteorologici (vedasi § 3.1), nel set di dati impiegato non vi sono dati assenti o invalidi.

#### 3.3 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 10. Calcolo del campo di vento tridimensionale e dei parametri di turbolenza.**

<i>Software impiegato</i>	CALMET, version 6.334, level 110421 (CALMET è un componente del sistema modellistico CALPUFF, vedasi § 5.1)
<i>Dati meteorologici in input</i>	File di tipo surf.dat e up.dat, vedasi § 3.1
<i>Periodo</i>	Intero anno 2012, dal 01/01/2012 al 31/12/2012
<i>Passo temporale dei dati di output</i>	1 ora (NSECDT = 3600)
<i>Fuso orario (Time zone)</i>	ABTZ = UTC+0000 (ossia gli orari nei dati meteo sono nel fuso UTC)
<i>Griglia di calcolo orizzontale</i>	La griglia (incluse le quote orografiche e l'uso del suolo) è quella descritta nel § 4.2
<i>Livelli (m) verticali<sup>(1)</sup></i>	20; 50; 95; 162,6; 263,8; 415,6; 643,4; 985,2; 1497,8; 2266,6; 3000; 4000
<i>Elaborazione del campo di vento</i>	IWFCOD = 1 (Diagnostic wind module)

(1) Sono i livelli del parametro ZFACE, ossia ogni livello è la "cell face height" (ossia 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.



### 3.4 Post-elaborazioni dei campi meteorologici tridimensionali

Dai dati prodotti in output come descritto nel § 3.3 sono stati estratti esemplificativamente i dati di un nodo di griglia, affinché fosse possibile produrre dei grafici illustrativi degli andamenti (questi saranno commentati nel § 3.5.3 e seguenti).

**Tabella 11. 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 § 3.3)
<i>Periodo</i>	Intero anno 2012, dal 01/01/2012 al 31/12/2012
<i>Passo temporale dei dati di output</i>	1 ora (NSEC DT = 3600)
<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>	Punto di coordinata 366600,4661000; ossia presso lo stabilimento (vedasi § 4.2)
<i>Livelli (m) verticali</i>	Tutti quelli indicati in Tabella 10. In particolare sono stati estrapolati i parametri del primo livello (in cui centro è a 10 m dal suolo, vedasi nota di Tabella 10).

### 3.5 Analisi degli andamenti dei parametri meteorologici

#### 3.5.1 Convenzioni adottate nell'accorpamento temporale dei parametri meteorologici

I valori delle ore che compaiono negli allegati indicano, secondo la consueta convenzione, i 60 minuti precedenti l'ora: ad esempio, l'ora 16 indica i 60 minuti fra le 15:00 e le 16:00. L'orario è sempre inteso nel fuso indicato nel § 3.1.

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.

#### 3.5.2 Allegato 2. Profili verticali dei parametri meteorologici

In allegato sono presentati alcuni grafici che illustrano le elaborazioni statistiche dei dati del profilo verticale dei parametri meteorologici, ossia le elaborazioni statistiche dei dati contenuti nel file "up.dat" richiamato nel § 3.1.

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

- La distribuzione dei vettori di direzione al primo livello (il livello più prossimo al suolo) è abbastanza congruente con quanto osservato nella Figura 3.01 a partire dai dati della pseudo-stazione superficiale.
- Nei primi livelli oltre il primo, il vettore di direzione ruota in senso orario da nordovest (ai livelli 860÷970 m) a est-nordest (a 5495 m).

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

- Nei livelli inferiori si nota il classico incremento esponenziale.
- Ai livelli intermedi (970÷1975 m) l'incremento della velocità del vento con la quota è molto meno rapido.
- Oltre il livello dei 1975 m la velocità del vento torna a crescere molto, raggiungendo i 25 m/s al livello dei 5495 m.

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

- Rispetto alla Figura 2.02 si nota che l'incremento della velocità media ai livelli intermedi (970÷1975 m) è prodotto da un incremento graduale delle frequenze delle velocità superiori con la quota, mentre la classe di velocità più frequente in questa fascia di quote permane circa costante sui 3 m/s.

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

- Il profilo di velocità del vento non muta significativamente, in media, nel corso della giornata.
- Intorno ai livelli 1975÷2285 m la velocità del vento media ha un'evoluzione diurna molto regolare, con due minimi intorno alle ore 00 e 12.

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

- Nei mesi freddi (in particolare settembre, novembre e dicembre) la velocità media nei livelli intermedi (1135÷2285 m) è superiore.

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

- Fra i primi due livelli (795 m e 860 m) c'è un netto aumento della temperatura. Questo fenomeno, se non è dovuto a un difetto di congruenza fra le osservazioni della pseudo-stazione superficiale ("surf.dat") e della pseudo-stazione di upper air ("up-dat", vedasi § 3.1), rappresenta un forte fenomeno di inversione termica, tipico degli strati di aria più vicini al suolo.
- Alle quote superiori (> 860 m) la temperatura media decresce circa linearmente con la quota.

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

- Sopra al livello 860 m (ossia sopra il punto di inversione termica) la temperatura decresce linearmente, come osservato nella precedente Figura 2.06.
- Fra la quota 3085 m e la quota 5495 m la temperatura media ha uno scarto netto: la moda (valore più frequente) passa da 0 °C a -20 °C. Questa osservazione è congruente con quanto osservato circa la velocità del vento (Figura 2.02 e Figura 2.03).

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

- Ai primi livelli (795÷970m), la temperatura ha una marcata evoluzione diurna, dovuta al calore rilasciato dal suolo nelle ore diurne. In questi livelli è netta l'inversione termica già osservata nella Figura 2.06, ma qui vediamo che l'inversione è tipica, come era naturale immaginare, solo delle ore notturne.
- Ai livelli superiori a 3085 m la temperatura dell'aria è costante lungo la giornata.
- Forse per effetto del rimescolamento convettivo diurno, dopo l'ora 8 la temperatura ai livelli sopra 970 m decresce gradualmente. Alle quote superiori questo andamento inizia con sempre maggiore ritardo rispetto ai livelli inferiori. A tutti i livelli sotto 3085 m la temperatura ha un minimo intorno all'ora 18.
- Dopo l'ora 20 il profilo verticale di temperatura non muta fino all'alba del giorno successivo.

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

- Ai livelli sotto 3085 m è evidente l'evoluzione stagionale connessa all'irraggiamento solare.
- In analogia a quanto osservato nelle figure precedenti, l'inversione termica nei primi due livelli è più evidente nei mesi freddi.
- Il rimescolamento convettivo diurno prodotto dall'irraggiamento solare produce nei mesi estivi fino al livello 3085 m temperature non lontane da quelle registrate al suolo.
- Nel mese di febbraio il profilo verticale della temperatura è molto decrescente con la quota.

### 3.5.3 Allegato 3. Rose dei venti

In allegato sono illustrate le rose dei vettori del vento ottenute dai dati estratti come descritto nel § 3.4. In particolare i grafici sono ottenuti dai valori estratti dal primo livello verticale.

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 direzione 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. Essa evidenzia le seguenti direzioni prevalenti.

- La prima direzione è da nord-nordest e nordest verso sud-sudovest e sudovest.
- La seconda direzione è dal settore compreso fra sudovest e ovest-nordovest verso il settore compreso fra nordest e est-sudest. Nelle figure successive si vedrà come in questo settore si distinguano in verità due gruppi di direzioni del vento con fenomenologia distinta: i venti verso nordest e est-nordest e quelli verso est-sudest.
- La terza direzione è da est verso ovest.

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

- I venti verso i quadranti settentrionali sono quasi esclusivamente diurni, quelli verso i quadranti meridionali sono prevalentemente notturni.
- I venti verso est sono prevalentemente diurni, quelli verso ovest sono quasi esclusivamente notturni.

La Figura 3.03 è la rosa dei vettori del vento secondo la fascia oraria.

- I venti verso i quadranti settentrionali (e specificatamente verso nord-nordest e est-nordest) sono tipici delle ore centrali della giornata.
- Nella fascia oraria della sera (22÷03) i venti sono diretti in prevalenza verso il settore intorno a sud-sudest oppure verso il settore intorno a est.

La Figura 3.04 è la rosa dei vettori del vento secondo la stagione.

- Non si osserva una significativa dipendenza dei venti dalla stagione, salvo gli effetti collegati direttamente al diverso numero di ore di luce: in estate sono più frequenti le direzioni dei venti tipicamente diurni (verso nordest), in inverno quelle dei venti tipicamente notturni (verso sud-sudovest).

La Figura 3.05 è la rosa dei vettori del vento secondo la velocità del vento.

- I venti più intensi (velocità > 3 m/s) sono prevalentemente orientati in entrambi i versi dell'asse di direzioni sud-sudovest / nord-nordest.
- I venti più deboli sono relativamente frequenti anche verso ovest e est.

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

- Nelle ore notturne (20÷08) la velocità del vento ha una moda intorno a 0,5÷1,5 m/s.
- Nelle ore diurne la distribuzione è molto più "larga": il massimo della distribuzione (moda) è intorno a 1,5÷2,5 m/s, ma tutte le classi di velocità nell'intervallo 0,5÷4,5 m/s hanno frequenza simile.
- I venti con velocità > 7 m/s si addensano nelle ore serali (19÷21), mentre sono rari nelle ore centrali del giorno.
- Dunque nelle ore diurne sono più frequenti i venti di media velocità, ma rari quelli molto forti; al contrario di notte i venti sono mediamente più deboli ma occasionalmente molto forti.

La Figura 3.07 è la rosa dei vettori del vento secondo la stagione e secondo l'alternanza di notte e dì.

- I venti verso est-sudest sono tipici delle notti di autunno e inverno.

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

- Nell'intervallo di ore 20÷08 il vettore del vento più frequente è verso sud-sudovest.
- Nell'intervallo di ore 09÷16 il vettore del vento più frequente è verso nordest e verso est-nordest.
- Nelle ore del pomeriggio e della sera (15÷19) i venti diurni ruotano gradualmente in senso orario, verso est-sudest.
- I venti verso ovest sono frequenti nelle ore 22÷05.

#### 3.5.4 Allegato 4. Medie dei parametri meteorologici, secondo il mese e l'ora

In allegato sono illustrati gli andamenti dei parametri meteorologici secondo il mese e l'ora del giorno, ottenuti dai dati estratti come descritto nel § 3.4. In particolare i grafici sono ottenuti dai valori estratti dal primo livello verticale.

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

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

- In quasi tutti i mesi la temperatura ha un minimo assoluto verso l'ora 20÷21 e un minimo relativo verso l'ora 06.

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

- Nei mesi caldi la velocità del vento cresce nelle ore centrali del giorno; in alcuni dei mesi freddi avviene l'opposto, ossia la velocità nelle ore notturne è maggiore che nelle ore diurne.

La Figura 4.03 è il grafico delle medie della pressione atmosferica, secondo il mese e l'ora.

- L'andamento del parametro è simile a quello della temperatura.

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

- Gli andamenti sono qualitativamente simili a quelli della temperatura, ma nei mesi caldi l'incremento diurno è più accentuato, perché alimentato dalla convettività.

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

- L'andamento è molto regolare: dopo l'alba l'altezza di mescolamento cresce fino al suo massimo prima del tramonto, quindi decresce rapidamente. Nelle ore notturne l'altezza di mescolamento è sostenuta dalla velocità del vento.

### 3.5.5 Allegato 5. Medie, minime e massime dei parametri meteorologici

In allegato sono illustrati medie, minime massimi dei parametri meteorologici, ottenuti dai dati estratti come descritto nel § 3.4. In particolare i grafici sono ottenuti dai valori estratti dal primo livello verticale.

La Figura 5.01 è il grafico delle medie, minime e massime della temperatura dell'aria oraria.

- Le medie mensili hanno un andamento regolare, fatta eccezione per il mese di febbraio, per il quale la media mensile è inferiore all'atteso.
- Il massimo assoluto è a luglio, il massimo delle medie mensili ad agosto.
- Il minimo assoluto e il minimo delle medie mensili sono a febbraio.

La Figura 5.02 è il grafico delle medie, minime e massime della velocità del vento oraria.

- Febbraio, settembre, novembre e dicembre sono più ventosi degli altri mesi.

### 3.5.6 Allegato 6. Distribuzione della velocità del vento oraria

La Figura 6.01 è la distribuzione della velocità del vento oraria, su base globale. I valori sono ottenuti dai dati estratti come descritto nel § 3.4, in particolare dai valori estratti dal primo livello verticale.

- Il profilo qualitativo della distribuzione della velocità del vento oraria è log-normale, ossia quello consueto per questo parametro. Il massimo della distribuzione (moda) è in corrispondenza della velocità di 0,8 m/s.
- Le calme totali di vento (ossia le ore durante le quali la velocità del vento oraria è nulla) sono assenti.

## 4. Descrizione del territorio

### 4.1 Sistema di coordinate planimetriche

**Tabella 12. 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)
<i>Fuso</i>	33
<i>Zona</i>	T (nord)

### 4.2 Griglia di recettori di calcolo

**Tabella 13. Coordinate planimetriche per l'inquadrimento generale del sito oggetto delle simulazioni.**

	Coordinata X (m)	Coordinata Y (m)
Estremo sudovest del dominio spaziale di simulazione	362800	4657600
Estremo nordest del dominio spaziale di simulazione	368800	4663600
Estremo sudovest dell'area dello stabilimento	366440	4660850
Estremo nordest dell'area dello stabilimento	366700	4661150
Centro approssimativo dello stabilimento	366600	4661000

**Tabella 14. Griglia di recettori di calcolo stesa sul dominio spaziale di simulazione.**

Dimensione della griglia	(X) 6000, (Y) 6000 m
Passo della griglia di recettori (lungo X e lungo Y)	200 m
Computational grid spacing	200 m (DGRIDKM = 0,2)
Numero di punti recettori (nodi della griglia)	961
Altezza del recettore rispetto al suolo	2 m

**Tabella 15. Territori comunali circostanti allo stabilimento.**

Comune	Comune in cui è ubicato lo stabilimento	Completamente incluso nella griglia di recettori	Parzialmente incluso nella griglia di recettori	Completamente esterno alla griglia di recettori
Massa d'Albe (AQ)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Magliano de' Marsi (AQ)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avezzano (AQ)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Scurcola Marsicana (AQ)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 4.3 Dati orografici e di copertura del suolo (land cover / land use)

**Tabella 16. Fonte e caratteristiche dei dati orografici (quote altimetriche) nel dominio spaziale di simulazione.**

<i>Fonte dei dati</i>	USGS (United States Geological Survey) (URL: <a href="http://earthexplorer.usgs.gov">http://earthexplorer.usgs.gov</a> )
<i>Tipo di dati</i>	SRTM, resolution 3 arc second (nominal 90 m sample spacing <sup>(1)</sup> ), digital raster elevation

(1) La griglia di punti in coordinate geografiche è stata riproiettata per interpolazione sulla griglia di recettori (vedasi § 4.2) mediante un software GIS.

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

**Tabella 17. Fonte e caratteristiche dei dati di copertura del suolo nel dominio spaziale di simulazione.**

<i>Fonte dei dati</i>	European Environment Agency (EEA), Copenhagen, Denmark (URL: <a href="http://www.eea.europa.eu">http://www.eea.europa.eu</a> )
<i>Tipo di dati</i>	CORINE Land Cover 2006 raster data - Version 16 (04/2012) - Raster data on land cover for the CLC2006 inventory <sup>(1)</sup>

(1) La griglia di punti in coordinate geografiche è stata riproiettata per interpolazione sulla griglia di recettori (vedasi § 4.2) mediante un software GIS.

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

#### 4.4 Effetti dell'orografia sulla dispersione

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.

#### 4.5 Corografia e cartografia

**Tabella 18. Fonte e descrizione dei documenti e dati di corografia.**

<i>Fonte dei documenti</i>	REGIONE ABRUZZO, Servizio per l'Informazione Territoriale e la Telematica, Palazzo Silone, Via L. Da Vinci 6, 67100 L'Aquila
<i>Tipi di carte</i>	Elementi cartografici della Carta Tecnica Regionale Numerica della Regione Abruzzo, scala 1:5000, formato digitale DWG/DXF, georeferenziate nel sistema di coordinate "Roma 1940 / Italia zona 2" (Gauss Boaga fuso est) <sup>(1)</sup> . Sezioni: 368053, 368052, 368094, 368091, 368093, 368092. Carte trasmesse in data 07/01/2014 (ns. prot 14A0001), impiegate secondo l'autorizzazione del 07/01/2014.

(1) Le carte sono state trasposte nel sistema di coordinate impiegato nelle simulazioni (§ 4.1) mediante il servizio web di conversione di coordinate fornito dal Geoportale Nazionale del Ministero dell'Ambiente (MATT).

**Tabella 19. Fonte e descrizione dei documenti e dati di cartografia dello stabilimento.**

<i>Fonte dei documenti</i>	Committente (prot. Progress 14T0004)
<i>Tipi di carte</i>	Planimetria DWG in scala, non georeferenzata. La planimetria è stata sovrapposta alla corografia georeferenzata di cui alla Tabella 18 mediante l'individuazione di punti comuni.



## 5. Modello di dispersione

### 5.1 Descrizione del modello di dispersione

**Tabella 20. Riferimenti del modello (software) di dispersione impiegato per le simulazioni.**

Nome	CALPUFF
Versione	6.42 del 14 aprile 2011 - level 110325
Produttore e distributore	Earth Tech, Inc. 196 Baker Avenue - Concord, MA 01742 - USA - <a href="http://www.src.com">http://www.src.com</a>
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 models* adottati ufficialmente da US EPA per la stima della qualità dell'aria, con le seguenti motivazioni (Appendix W to Part 51 - Guideline on Air Quality Models. Federal Register, Vol. 68, No. 72, Tuesday, April 15, 2003 / Rules and Regulations):

- «In some public comments there was a general consensus that the technical basis of the CALPUFF modeling system has merit and provides substantial capabilities to not only address long range transport, but to address transport and dispersion effects in some complex wind situations».
- «CALPUFF in its current configuration is suitable for regulatory use for long range transport, and on a case-by-case basis for complex wind situations».

Si rimanda al documento citato 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 dello stabilimento 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 21. Dati relativi agli edifici considerati per il calcolo degli effetti scia nel modello di dispersione.**

Edificio	Quota del suolo alla base dell'edificio (m) <sup>(1)</sup>	Altezza dell'edificio (m) <sup>(2)</sup>	Coordinate in pianta dei vertici (X; Y) (m) <sup>(3)</sup>
Edificio G, Maturazione	768,0	7,2	366547,0; 4661009,0   366589,0; 4661000,0   366599,0; 4661050,0   366556,0; 4661058,0
Edificio E, Lavorazione, movimentazione, vagliatura	768,0	9,9	366589,0; 4661000,0   366614,0; 4660995,0   366624,0; 4661045,0   366599,0; 4661050,0
Edificio H, Deposito ammendanti	770,5	7,0	366624,0; 4661045,0   366639,0; 4661042,0   366631,0; 4661003,0   366617,0; 4661006,0
Tettoia I, Carico ammendanti	770,5	6,0	366639,0; 4661042,0   366649,0; 4661040,0   366641,0; 4661001,0   366631,0; 4661003,0
Edificio D, Ricezione e pretrattamento	768,0	9,9	366589,0; 4661000,0   366580,0; 4660953,0   366605,0; 4660948,0   366614,0; 4660995,0
Edificio F, Biocelle	768,0	7,0	366546,0; 4660966,0   366553,0; 4661004,0   366588,0; 4660997,0   366581,0; 4660959,0

(1) Dato desunto dalle informazioni citate nel § 4.3 e dalle sezioni del progetto architettonico dello stabilimento fornito dal committente.

(2) Dato fornito dal committente.

(3) Dati desunti dalla planimetria di cui alla Tabella 19.

### 5.3 Parametri assegnati nelle simulazioni

**Tabella 22. Principali parametri di controllo assegnati nelle simulazioni di dispersione.**

<i>Meteorological Data Format (METFM)</i>	METFM = 1 (CALMET binary file)
<i>Fuso orario (time zone)</i>	ABTZ = UTC+0000 (vedasi § 3)
<i>Passo temporale di simulazione (modelling time-step)</i>	1 ora (NSECDT = 3600)
<i>Modulo per le trasformazioni chimiche</i>	Disattivo
<i>Modulo per la deposizione secca</i>	Disattivo
<i>Modulo per la deposizione umida</i>	Disattivo <sup>(4)</sup>
<i>Metodo di calcolo delle velocità turbolente <sup>(1)</sup></i>	MCTURB = 1 (standard CALPUFF subroutines)
<i>Metodo di calcolo dei coefficienti di dispersione</i>	MDISP = 2 <sup>(2)</sup>
<i>PDF <sup>(3)</sup> used for dispersion under convective conditions</i>	MPDF = 1 (yes)
<i>Profilo verticale di velocità del vento (PLX0)</i>	Default "ISC RURAL" values
<i>Soglia sotto cui si attiva il modulo delle calme di vento</i>	WSCALM = 0,01 m/s <sup>(5)</sup>
<i>Modulo per il Building downwash</i>	Attivo (vedasi § 5.2)
<i>Modellazione degli elementi del pennacchio</i>	MSLUG = 0 (puff model used)
<i>Plume rise (innalzamento del pennacchio)</i>	Attivo <sup>(6)</sup>
<i>Plume rise: transitional plume rise</i>	MTRANS = 0
<i>Plume rise: stack tip downwash</i>	MTIP = 1
<i>Plume rise: method used to compute plume rise</i>	MRISE = 1 (Briggs plume rise)
<i>Plume rise: vertical wind shear above stack top</i>	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 § 3.5.6. Dunque il modulo delle calme (vedasi § 5.4) non è stato adottato per nessuna ora del dominio temporale di simulazione.

(6) Il *buoyancy rising* è sostanzialmente disattivo per tutte le sorgenti (vedasi Tabella 6). Il *momentum rising* è attivo solo per le sorgenti per cui è stato assegnato "Vertical momentum flux factor" = 1 (vedasi Tabella 6).

### 5.4 Trattamento delle calme di vento

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  $\sigma_y$  e  $\sigma_z$  (che rendono conto della dimensione dei puff) è calcolata esclusivamente in funzione del tempo;
- i parametri  $\sigma_v$  e  $\sigma_w$  (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  $\sigma_y$  e  $\sigma_z$  (che rendono conto della dimensione dei puff) è calcolata esclusivamente in funzione del tempo;
- i parametri  $\sigma_v$  e  $\sigma_w$  (velocità turbolente) sono eventualmente modificati affinché non siano inferiori ad un minimo prefissato.

## 5.5 Effetti delle fluttuazioni istantanee della concentrazione di odore ai recettori

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 ai recettori, è necessario dedurre da questa la concentrazione oraria di picco di odore, definita come la concentrazione che in un'ora è oltrepassata per circa il tempo di un respiro (3÷4 secondi). 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 stato adottato un *peak-to-mean ratio* di 2,3.

## 5.6 Elaborazione finale delle concentrazioni orarie simulate

### 5.6.1 Criteri di accettabilità dell'esposizione olfattiva

Per la concentrazione di odore in aria ambiente la legislazione nazionale non stabilisce limiti di riferimento (valori limite di qualità dell'aria).

Per valutare l'accettabilità dell'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";

- 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 contenute nella citata 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;
- 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.

Tali criteri saranno adottati allora nel commento dei risultati delle simulazioni.

#### 5.6.2 Elaborazione statistica delle concentrazioni orarie simulate

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 23. Elaborazione statistica delle concentrazioni orarie calcolate dal modello di dispersione.**

Inquinante	Parametri statistici	Recettori per i quali sono calcolati
Odore	98° percentile <sup>(1)</sup> su base globale delle concentrazioni orarie di picco <sup>(2)</sup> simulate in aria al suolo	Per ogni singolo recettore del dominio spaziale di simulazione (vedasi § 4.2), inclusi i ricettori sensibili (vedasi § 6.2)
Odore	Massimo su base globale delle concentrazioni orarie di picco <sup>(2)</sup> 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  $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  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  $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ , la concentrazione di picco di odore simulata nell'aria al suolo è inferiore a  $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  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 delle simulazioni.
- (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.

## 6. Presentazione dei risultati

### 6.1 Mappa di esposizione

**Tabella 24. Mappe di esposizione allegate.**

Allegato	Scenario	Contenuto
1	Risultante dal progetto (§ 2.1)	Mappa del 98° percentile su base globale (ossia calcolato su tutte le ore del dominio temporale di simulazione) delle concentrazioni orarie di picco di odore in aria al suolo ( $ou_E/m^3$ ), elaborata dai risultati delle simulazioni numeriche della dispersione delle emissioni dello scenario emissivo considerato (vedasi in particolare § 2.4 e 2.5).

Sullo sfondo della mappa è visibile la corografia in bianco e nero (§ 4.5). Il perimetro dell'area di pertinenza dello stabilimento è indicato da una linea turchese. Le sorgenti di emissione sono individuate da cerchi di colore magenta. In arancione chiaro sono tracciati i confini dei territori comunali e in arancione sono indicati i nomi dei Comuni (vedasi § 4.2). In grigio sono tracciate le delimitazioni dei centri urbani. Le posizioni dei ricettori sensibili individuati sul territorio (vedasi § 6.2) sono indicate da cerchi in colore blu.

Per quanto riguarda la simulazione dell'esposizione all'odore sul territorio, nella mappa di esposizione sono rappresentate le isoplete (curve iso-valore) del 98° percentile della concentrazione oraria di picco di odore. 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, che è costante su quella isopleta.

### 6.2 Ricettori sensibili

**Tabella 25. Ricettori sensibili.**

n.	Coord. X (m) <sup>(1)</sup>	Coord. Y (m) <sup>(1)</sup>	Ubicazione toponimica	Destinazione d'uso <sup>(2)</sup>	Distanza dalle sorgenti di emissione (m) <sup>(3)</sup>	Posizione rispetto alle sorgenti
1	365600	4661600	Via Massa d'Albe, presso civico 28, Magliano de' Marsi (AQ)	residenziale	1200	WNW
2	365000	4661000	Via Tommaso di Lorenzo, Magliano de' Marsi (AQ). Presso futuro unico plesso scolastico di Magliano de' Marsi	residenziale	1600	W
3	363000	4658400	Piazza G. Garibaldi, Scurcola Marsicana (AQ)	residenziale	4400	SW
4	366400	4659400	Strada Prov. 62a angolo via delle Vigne, fraz. Colle Moresce, Scurcola Marsicana (AQ)	residenziale	1600	S
5	366000	4658600	Strada Reg. 578 angolo Strada Prov. 62a Palentina, fraz. Cappelle, Scurcola Marsicana (AQ)	residenziale	2500	SSW
6	368000	4658600	Via Cappelle angolo via Capocchetti, fraz. Antrosano, Avezzano (AQ)	residenziale	2800	SSE
7	368400	4660000	loc. Albe, Massa d'Albe (AQ)	residenziale	2100	ESE
8	368200	4661400	Via del Tratturo (loc. Campo San Vito), Massa d'Albe (AQ)	agricolo	1600	ENE
9	366800	4661800	Agglomerato di abitazioni presso l'intersez. fra S.P. 62a e S.P. 62b, Magliano de' Marsi (AQ)	agricolo	800	NNE
10	367200	4662800	Via Roma angolo via della Chiesa, Massa d'Albe (AQ)	residenziale	1900	NNE

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

(2) Definita sulla scorta delle basi cartografiche citate nel § 4.5 e delle informazioni trasmesse dal committente, inclusi quelle relative ai piani di governo del territorio locali.

(3) Distanza approssimativa calcolata dalle coordinate in tabella rispetto alle coordinate del centro dello stabilimento (vedasi § 4.2).

### 6.3 Considerazioni generali

Nella mappa di esposizione (vedasi § 6.1) si osserva quanto segue.

- L'aspetto delle isoplete di concentrazione nella mappa di esposizione è compatibile con quanto desunto dalle rose dei venti nel § 3.5.3. Più precisamente, per effetto delle considerazioni sull'incidenza delle ore con scarsa turbolenza sull'esposizione olfattiva, l'aspetto delle isoplete somiglia molto alla rosa dei venti notturni nella Figura 3.02 dell'Allegato 3. L'esposizione olfattiva simulata è dunque maggiore nelle aree a sudest rispetto allo stabilimento, più precisamente nelle aree nel settore compreso, in senso orario, fra sud e est.
- All'interno dell'isopleta della concentrazione di picco di odore di  $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  (come 98° percentile) è incluso solo una piccola estremità del centro abitato di Magliano de' Marsi. Dunque, per converso, presso i centri abitati circostanti lo stabilimento l'esposizione olfattiva è inferiore alla soglia di  $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ , dunque, con riferimento ai criteri di accettabilità menzionati nel § 5.6.1, l'esposizione olfattiva è trascurabile.

#### 6.4 Esposizione olfattiva simulata presso i ricettori sensibili

**Tabella 26. Esposizione olfattiva simulata presso i ricettori sensibili e confronto con i criteri di accettabilità <sup>(1)</sup>.**

Ricettore	Esposizione olfattiva calcolata <sup>(2)</sup> ( $\text{ou}_E/\text{m}^3$ )	L'esposizione è $< 1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (l'esposizione è trascurabile)	L'esposizione è $> 1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (criterio minore D.G.R. Lombardia)	L'esposizione è $> 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (criterio mediano DGR Lomb. e criterio UK-EA)	L'esposizione è $> 5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (criterio maggiore D.G.R. Lombardia)
1	0,27	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	0,52	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	0,092	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	0,69	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	0,34	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	0,10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	0,22	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	0,20	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	0,12	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	0,026	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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 al suolo (in  $\text{ou}_E/\text{m}^3$ ).

**Tabella 27. Concentrazioni massime calcolate presso i ricettori sensibili.**

Ricettore	Massimo su base globale delle concentrazioni orarie di picco di odore simulate in aria al suolo (in $\text{ou}_E/\text{m}^3$ )
1	1,6
2	1,2
3	0,20
4	1,3
5	0,70
6	0,62
7	0,85
8	0,95
9	2,0
10	0,55

#### 6.5 Dettaglio dei risultati delle simulazioni presso un singolo ricettore sensibile

L'Allegato 8 mostra in dettaglio i risultati delle simulazioni per un singolo ricettore sensibile, il ricettore 4 (Colle Moresce), scelto a titolo esemplificativo.

- La Figura 8.01 è la distribuzione di frequenza globale delle concentrazioni orarie di picco di odore per il ricettore scelto. Per il 60% delle ore del dominio temporale di simulazione la concentrazione oraria di picco di odore simulata presso quel ricettore è nulla. Questo risultato è quasi indipendente dalle portate di odore impiegate nelle simulazioni (§ 2.4 e 2.5), mentre discende essenzialmente dalla frequenza secondo la quale il ricettore si trova sottovento rispetto alle sorgenti di emissione nei dati meteo impiegati nelle simulazioni (§ 3.1).
- La Figura 8.02 è il complementare a 100 della frequenza cumulata percentuale globale delle concentrazioni orarie di picco di odore presso il ricettore scelto. Il valore rappresentato nel grafico decresce da sinistra verso destra. Dal grafico è possibile desumere, presso questo ricettore, tutti i desiderati percentili di concentrazione. Per esempio, la concentrazione oraria di picco di odore è superiore a  $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  per circa lo 0,35% delle ore del dominio temporale di simulazione.
- La Figura 8.03 è il "run chart" delle concentrazioni orarie di picco di odore presso il ricettore scelto. Nelle ascisse del grafico vi sono le date dell'anno 2012 perché questo è il dominio temporale di simulazione (vedasi § 3.1). L'andamento delle concentrazioni risultanti dalle simulazioni è irregolare e "disperso", poiché, come si mostrerà qui sotto, le occasioni in cui risultano le concentrazioni maggiori sono essenzialmente connesse con condizioni meteorologiche o di turbolenza atmosferica particolarmente sfavorevoli.
- La Figura 8.04 mostra in quali ore della giornata le concentrazioni orarie di picco di odore simulate sono maggiori. Esso è ottenuto come segue: dall'insieme completo dei risultati presso il ricettore scelto (ossia dagli stessi dati rappresentati nella Figura 8.03) 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 (e in particolare le caratteristiche di turbolenza dell'atmosfera) influiscono sulle concentrazioni simulate in misura decisiva: le ore notturne appaiono determinanti ai fini dell'esposizione olfattiva complessiva del ricettore più delle ore centrali del giorno; anzi si nota come il 2% delle ore in cui la concentrazione di picco di odore è maggiore è costituito quasi esclusivamente dalle ore notturne. Dunque buona parte dei picchi di concentrazione di odore presso il ricettore sono dovuti alle più sfavorevoli condizioni di turbolenza atmosferica notturne.

Nella tabella seguente sono riportati i dati delle simulazioni relativi ad alcune delle ore che, presso il ricettore scelto, concorrono a determinare l'esposizione olfattiva in termini di 98° percentile delle concentrazioni di picco di odore, ossia le ore con l'impatto olfattivo "peggiore" presso il ricettore e che determinano, inoltre, il valore usato per produrre la mappa di esposizione (vedasi § 6.1).



**Tabella 28. Dati meteo 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 <sup>(1)</sup>	10/07/2012 00:00	06/10/2012 00:00	23/05/2012 04:00	17/06/2012 23:00	26/07/2012 05:00	-
Temperatura dell'aria (°C)	23,0	10,0	10,1	23,0	21,0	18,7
Velocità del vento (m/s)	0,8	0,8	0,7	1,2	0,8	1,0
Vettore del vento	SSW	SSW	SSW	S	SSE	-
Pressione atmosferica (hPa)	912,7	908,3	908,4	912,7	912,0	911,3
Lunghezza di Monin-Obukhov (m)	+24,4	+26,8	+30,2	+11,0	+25,7	+20,5
Velocità d'attrito superficiale (m/s)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,051
Classi di stabilità PGT	6	6	6	6	3	5,9
Altezza di rimescolamento (m)	50	50	50	50	50	50
Velocità di scala convettiva (m/s)	0	0	0	0	0	0
Concentr. di picco di odore (ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> )	1,3	0,95	0,86	0,77	0,69	-

(1) Qui l'orario è espresso invariabilmente nel fuso UTC+0000 (§ 3.1).

Si nota quanto segue.

- Le condizioni micrometeorologiche che nelle simulazioni producono l'esposizione olfattiva da confrontare con i criteri di accettabilità sono prevalentemente notturne (struttura stabile dell'atmosfera, lunghezza di Monin-Obukhov > 0).
- Questo 2% di ore "peggiori" è prodotto nelle simulazioni da condizioni meteorologiche caratterizzate da atmosfera stabile (assenza di turbolenza convettiva e modesta turbolenza di origine meccanica). Inoltre in questo 2% di ore peggiori l'altezza di mescolamento è frequentemente pari al valore minimo (50 m). In questo 2% di ore "peggiori" il ricettore si trova evidentemente circa sottovento alle sorgenti di emissione.

## 6.6 Conclusioni

Le simulazioni eseguite sulla base dei dati meteorologici disponibili (§ 3.1) e sulla base del progetto (§ 2.1) indicano che l'esposizione olfattiva prodotta sul territorio dalle emissioni di odore incluse nello scenario emissivo è trascurabile presso tutti i ricettori sensibili e centri urbani sul territorio, perché essa è inferiore al minore dei criteri di accettabilità assunti come riferimento (§ 5.6.1).