

BASF ITALIA S.r.l.

Via Marconato 8, 20811 Cesano Maderno (MB)

INDUSTRIA CHIMICA, DIVISIONE CATALIZZATORI

Via di Salone 245, Roma (RM)

**Simulazione dell'esposizione sul territorio
all'odore emesso in atmosfera**

Ing. Andrea N. Rossi

Ing. Sonia Zanetti

Documento protocollo	TD023-12r00 del 28/12/2012		
Codice Cliente	10638	Commessa	12723

Indice

1. Introduzione	3
2. Scenario emissivo	4
2.1 Illustrazione dello scenario emissivo considerato	4
2.2 Morfologia delle sorgenti ed effetti sulla caratterizzazione delle emissioni	4
2.3 Sorgenti di emissione	4
2.4 Monitoraggi olfattometrici	5
2.5 Parametri di emissione	5
2.6 Variazioni dei parametri di emissione secondo il tempo	5
3. Scenario micrometeorologico	6
3.1 Dati meteorologici grezzi in ingresso	6
3.2 Normalizzazione dei dati meteorologici grezzi	6
3.3 Calcolo dei parametri micrometeorologici	7
3.4 Allestimento dell'input meteo del modello di dispersione	7
3.5 Analisi degli andamenti dei parametri meteorologici	8
4. Descrizione del territorio	11
4.1 Definizione del sistema di coordinate	11
4.2 Griglia di ricettori	11
4.3 Dati orografici	11
4.4 Corografia e cartografia	11
4.5 Effetti dell'orografia sulla dispersione	12
5. Modello di dispersione	13
5.1 Descrizione del modello	13
5.2 Parametri assegnati nelle simulazioni	14
5.3 Trattamento delle calme di vento	14
5.4 Effetti delle fluttuazioni istantanee di concentrazione	15
5.5 Elaborazione finale dei risultati	15
6. Presentazione dei risultati	17
6.1 Mappa di esposizione	17
6.2 Ricettori sensibili	17
6.3 Considerazioni generali	17
6.4 Esposizione olfattiva simulata presso i ricettori sensibili	18
6.5 Dettaglio dei risultati delle simulazioni presso un ricettore sensibile	18
6.6 Conclusioni	20

Allegati

- Allegato 1: Mappa del 98° percentile su base globale delle concentrazioni orarie di picco di odore (in ou_E/m^3).
- Allegato 2: Rose dei venti.
- Allegato 3: Medie dei parametri meteorologici, secondo il mese e l'ora.
- Allegato 4: Medie, minime e massime dei parametri meteorologici.
- Allegato 5: Distribuzione della velocità del vento media scalare.
- Allegato 6: Mappa delle quote altimetriche del dominio spaziale delle simulazioni.
- Allegato 7: Distribuzioni di frequenza delle concentrazioni orarie di picco di odore presso un ricettore.

1. Introduzione

Il presente studio, commissionato da BASF ITALIA S.r.l., ha come obiettivo la determinazione dell'esposizione in aria ambiente sul territorio all'odore emesso in atmosfera da due camini dell'industria chimica – divisione catalizzatori sita in Comune di Roma (RM) in Via di Salone 245.

L'esposizione olfattiva sul territorio 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 ed i dati di descrizione del territorio.

I dati per la caratterizzazione delle emissioni di odore del sito sono stati definiti sulla base dei risultati dei monitoraggi olfattometrici eseguiti da Progress S.r.l. presso lo stabilimento in epigrafe (vedasi § 2.4).

I dati meteorologici impiegati nelle simulazioni e che determinano il dominio temporale di simulazione appartengono al periodo dal 01/01/2011 al 31/12/2011 e sono stati forniti dal committente (vedasi § 3.1).

Corografie e cartografie sono state messe a disposizione dal committente.

2. Scenario emissivo

2.1 Illustrazione dello scenario emissivo considerato

Lo scenario emissivo è stato definito sulla base del monitoraggio olfattometrico eseguito da Progress S.r.l. (vedasi § 2.4). In particolare sono state oggetto di monitoraggio le seguenti sorgenti di odore:

- il camino di espulsione denominato E23;
- il camino di espulsione denominato E18.

Gli altri dati di emissione sono stati comunicati dal committente.

2.2 Morfologia delle sorgenti ed effetti sulla caratterizzazione delle emissioni

La morfologia di una sorgente emissiva influisce significativamente sulla dispersione degli inquinanti emessi. In particolare le caratteristiche di una sorgente che principalmente ne determinano la classificazione secondo la morfologia sono le seguenti:

- la modalità secondo cui l'aeriforme contenente gli inquinanti è rilasciato nell'atmosfera, vale a dire, per esempio, il fatto che l'aeriforme sia espulso in atmosfera mediante un camino oppure sia rilasciato in un ambiente parzialmente confinato che comunica con l'esterno mediante un'apertura;
- la modalità secondo cui l'emissione è generata, vale a dire il fatto che l'emissione sia convogliata (ossia generata artificialmente, per esempio mediante un ventilatore) oppure sia diffusa (ossia dovuta a fenomeni non direttamente controllati o controllabili);
- le dimensioni geometriche della sorgente rispetto alla distanza che separa la sorgente medesima dal più vicino punto recettore ove sia interessante determinare l'esposizione all'odore emesso dalla sorgente.

Fra i parametri di emissione che devono essere determinati tenendo conto della classificazione della sorgente secondo la morfologia vi sono i seguenti:

- la portata di inquinante emessa;
- la dimensione della sezione di efflusso;
- la velocità di efflusso.

Le classi di morfologia delle sorgenti considerate nel presente studio sono indicate in Tabella 1.

2.3 Sorgenti di emissione

Tabella 1. Morfologia e modellizzazione delle sorgenti.

Sorgente	Morfologia della sorgente
Camino E23	Convogliata puntiforme
Camino E18	Convogliata puntiforme

Tabella 2. Caratteristiche geometriche e topografiche delle sorgenti.

Sorgente	Coord. X (m) ⁽¹⁾	Coord. Y (m) ⁽¹⁾	Quota del suolo alla base della sorgente (m) ⁽²⁾	Altezza del punto di emissione rispetto al suolo (m)	Area della superficie emissiva (m ²)	Diametro della sezione di efflusso (m)
Camino E23	303537	4644276	40	15 ⁽³⁾	0,38 ⁽⁴⁾	0,7 ⁽³⁾
Camino E18	303619	4644273	40	20 ⁽³⁾	0,64 ⁽⁴⁾	0,9 ⁽³⁾

(1) Coordinate planimetriche desunte dai documenti cartografici e riferiti al sistema di coordinate definito in Tabella 12.

(2) Dati desunti dai dati orografici specificati in Tabella 16.

(3) Dato comunicato dal committente.

(4) Calcolata come area del cerchio avente diametro pari al diametro della sezione di efflusso.

2.4 Monitoraggi olfattometrici

Tabella 3. Monitoraggi i cui risultati sono stati considerati per la definizione dello scenario emissivo.

Data del campionamento	Parametri monitorati	Documento Progress S.r.l. di presentazione dei risultati
19/11/2012	Concentrazione di odore (UNI EN 13725:2004)	Rapporto di prova n. 686/12 del 03/12/2012
12/12/2012	Concentrazione di odore (UNI EN 13725:2004)	Rapporto di prova n. 688/12 del 27/12/2012

2.5 Parametri di emissione

Tabella 4. Parametri fisici di emissione delle sorgenti.

Sorgente	Portata volumetrica autorizzata (a 0 °C, Nm ³ /h)	Portata volumetrica (a 20 °C, m ³ /s)	Temperatura dell'aeriforme emesso (°C)	Velocità di efflusso (m/s)	Vertical momentum flux factor ⁽⁵⁾
Camino E23	10'000 ⁽¹⁾	2,98 ⁽²⁾	0 ⁽³⁾	17,3 ⁽⁴⁾	1
Camino E18	15'000 ⁽¹⁾	4,47 ⁽²⁾	140 ⁽¹⁾	10,1 ⁽⁴⁾	1

- (1) Dato comunicato dal committente.
- (2) Calcolata dalla portata volumetrica autorizzata a 0 °C in Nm³/h, tramite la conversione alla temperatura di 20 °C (in conformità alla norma UNI EN 13725:2004).
- (3) L'andamento della temperatura di efflusso dell'emissione del camino E23 non è nota; secondo comunicato dal cliente, la temperatura di efflusso è prossima alla temperatura ambiente. Con queste ipotesi si devono cautelativamente trascurare gli effetti di innalzamento termico del pennacchio emissivo (*buoyancy rising*); a questo scopo è stata convenzionalmente fissata una temperatura di 0 °C.
- (4) Calcolata dalla portata volumetrica alla temperatura effettiva dell'aeriforme emesso e dall'area della sezione di efflusso (Tabella 2).
- (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.

Tabella 5. Concentrazioni e portate di odore in emissione.

Sorgente	Codice dei campioni olfattometrici ⁽¹⁾	Concentrazione di odore (ou _F /m ³)	Portata di odore (ou _F /s) ⁽²⁾
Camino E23	121212ASA02	150	450
Camino E18	121119VFA01	580	2600

- (1) Codici dei campioni olfattometrici (prelevati nell'ambito del monitoraggio indicato in Tabella 3) la cui concentrazione di odore è stata usata per rappresentare le emissioni delle sorgenti.
- (2) Calcolata come prodotto fra la concentrazione di odore in emissione e la portata volumetrica a 20 °C in m³/s (vedasi Tabella 4).

2.6 Variazioni dei parametri di emissione secondo il tempo

Tabella 6. Variazioni dei parametri di emissione secondo il tempo.

Sorgente	Variazioni dei parametri di emissione secondo il tempo considerate nelle simulazioni ⁽¹⁾
Camino E23	La portata di odore oraria è pari al valore in Tabella 5 dalle ore 06:00 del lunedì alle ore 23:00 del venerdì; al di fuori di questo periodo è nulla ⁽²⁾ .
Camino E18	Attiva 24h/24h. La portata di odore oraria è pari al valore in Tabella 5 per tutte le ore ⁽²⁾ .

- (1) Dato comunicato dal committente.
- (2) Nelle simulazioni si è assunto che la portata di odore, nelle ore in cui è non nulla, sia costante, trascurando quindi eventuali periodi programmati di fermo impianto.

3. Scenario micrometeorologico

3.1 Dati meteorologici grezzi in ingresso

Tabella 7. Identificazione e caratteristiche delle stazioni meteorologiche superficiali disponibili.

Stazione	Gestore della stazione e fonte dei dati	Località	Coord. X (m) ⁽⁴⁾	Coord. Y (m) ⁽⁴⁾	Quota s.l.m. (m)	Distanza dalle sorgenti di emissione (km)	Quota dell'anemometro rispetto al suolo (m)
Industria chimica, divisione catalizzatori	BASF ITALIA S.r.l. ⁽¹⁾	Via di Solone 245, Roma (RM) ⁽³⁾	303469 ⁽²⁾	4644382 ⁽²⁾	43 ⁽²⁾	0	10 ⁽²⁾

- (1) I dati meteo della stazione sono di proprietà del committente e sono stati trasmessi dal committente (prot. Progress 12T0396, 12T0397).
- (2) Dato comunicato dal committente.
- (3) La stazione è posta all'interno dello stabilimento in epigrafe.
- (4) Coordinate riferite al sistema di coordinate specificato in Tabella 12.

Tabella 8. Parametri meteorologici impiegati.

Parametro meteorologico	Passo temporale	Elaborazione	Unità di misura	Periodo
Temperatura dell'aria al suolo	oraria	media	°C	dal 01/01/2011 al 31/12/2011 ⁽¹⁾
Velocità del vento	oraria	media	m/s	
Direzione di provenienza del vento	oraria	media	gradi nord	
Radiazione solare totale	oraria	media	W/m ²	
Radiazione solare netta	oraria	media	W/m ²	
Pressione atmosferica al suolo	oraria	media	hPa	

- (1) Gli orari di registrazione dei dati della stazione sono apparentemente sincronizzati sul fuso CET (UTC+01), che è già quello normalmente impiegato nelle simulazioni (vedasi § 3.4).

3.2 Normalizzazione dei dati meteorologici grezzi

3.2.1 Copertura delle vacanze

I dati meteorologici a scansione oraria presentano alcune vacanze (dati registrati invalidi o non registrati), come riportato nella tabella seguente.

Tabella 9. Percentuale di dati meteorologici non validi, secondo il mese dell'anno.

Parametro meteor.	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	globale
Temperatura dell'aria	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Velocità del vento	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Direzione del vento	8,6%	6,8%	11,2%	4,3%	0%	0,1%	0,1%	0,7%	0,7%	0%	0,1%	0,1%	2,7%
Radiazione solare globale ⁽¹⁾	100%	82,1%	0%	36,7%	100%	100%	54,8%	35,5%	0%	0%	0%	0%	42,2%
Radiazione solare netta	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Pressione atmosferica	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

- (1) Il set di dati fornito dal committente disponeva di tutti i dati orari per il dominio temporale di calcolo considerato ma, a causa di anomalie di registrazione del sensore durante i primi sette mesi dell'anno 2011, come comunicato dal committente, tali dati non potevano essere impiegati nelle simulazioni. Per tale motivo è stato necessario eliminare manualmente i dati affetti da anomalia e successivamente ricostruirli artificialmente come meglio spiegato nel seguito. Tale operazione si è resa necessaria perché sul territorio circostante lo stabilimento in epigrafe non erano disponibili altri dati per questo parametro.

Le vacanze presenti nei dati di durata inferiore a 4 ore sono state completate per interpolazione lineare fra i due dati validi adiacenti. Le vacanze più ampie sono state completate rimpiazzando ciascun dato orario vacante:

- per la direzione del vento, con la direzione prevalente secondo il mese e l'ora, dedotta dall'intero insieme di dati validi;
- per gli altri parametri, ad esclusione della radiazione globale, con il dato medio secondo il mese e l'ora per quel parametro, calcolato dall'intero insieme di dati validi.
- Per la radiazione solare globale è stato calcolato per ogni giorno del dominio di calcolo il valore minimo di radiazione solare globale in modo da poter correggere i dati orari relativi alla prima metà dell'anno 2011 che portavano con sé un errore sistematico dovuto ad un irraggiamento del sensore anche durante le ore notturne. Successivamente sono stati eliminati manualmente tutti quei dati che risultavano anomali per il periodo considerato (vedasi Tabella 9). La successiva ricostruzione dei dati è stata fatta a partire dal calcolo dell'ipotetico valore di radiazione solare massimo per ogni ora del dominio temporale di calcolo, stimato dai valori di latitudine e longitudine del sito e dai valori giornalieri di alba e tramonto per la stessa zona per l'anno considerato. Ipotizzando poi un valore di copertura nuvolosa pari a 5 (questo parametro varia su una scala da 0, indice di assenza di nubi, a 10, indice di copertura nuvolosa totale) e utilizzando dei coefficienti per il calcolo della copertura nuvolosa b_1 e b_2 pari rispettivamente a -0,75 e 3,4 sono stati stimati per ogni ora i dati mancanti.

3.3 Calcolo dei parametri micrometeorologici

Tabella 10. Parametri micrometeorologici (di turbolenza atmosferica) ottenuti in output dal pre-processore.

Parametro micrometeorologico	Sigla	Passo temporale	Metodo di calcolo
Copertura nuvolosa ⁽³⁾	cl	orario	ADMS3 ⁽¹⁾
Flusso di calore sensibile superficiale	Q_h	orario	
Velocità d'attrito superficiale (friction velocity)	u_*	orario	
Lunghezza di Monin-Obukhov	L_{MO}	orario	
Velocità di scala convettiva	w_*	orario	
Altezza di mescolamento (altezza dello strato limite)	MH	orario	CALMET ⁽²⁾

(1) D.J. Thomson "ADMS3 - The Met Input Module", P05/01N/03, Cambridge Environmental Research Consultants (CERC), Novembre 2003.

(2) J.S. Scire, F.R. Robe, M.E. Fernau, R.J. Yamartino "A User's Guide for the CALMET Meteorological Model", Earth Tech Inc., Gennaio 2005.

(3) Il coefficiente angolare e l'intercetta della retta della radiazione solare short-wave in funzione dell'elevazione solare in assenza di nubi ($cl=0$) sono stati impostati, analizzando graficamente i dati di radiazione solare totale, rispettivamente ai valori $a_1=1090 \text{ W/m}^2$ e $a_2=-30 \text{ W/m}^2$.

3.4 Allestimento dell'input meteo del modello di dispersione

Tabella 11. informazioni riguardo all'allestimento dell'input meteo del modello di dispersione.

Fuso orario (time zone)	ABTZ = UTC+0100 (fuso orario CET)
Passo temporale (modelling time-step)	1 ora (NSECDT = 3600) ⁽¹⁾
Meteorological Data Format (METFM)	METFM = 2 (ISC ASCII file) ⁽²⁾
Rugosità superficiale (surface roughness length) (z_0)	1,0 m

(1) Ossia il file di input meteo del modello di dispersione è costituito dalla sequenza ininterrotta di dati micrometeorologici con cadenza oraria. Questa impostazione è funzionale alla necessità di calcolare 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.

(2) Ossia lo scenario meteorologico è definito mediante una sola stazione meteorologica superficiale, dunque l'atmosfera è simulata come omogenea sui piani orizzontali.

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.

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 0,161.

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. Rose dei venti

In allegato sono illustrate le rose dei vettori del vento ottenute dai dati meteo orari a valle del procedimento di copertura delle vacanze (vedasi § 3.2.1).

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 2.01 è la rosa generale dei vettori di direzione del vento ricavata dai dati orari. Essa evidenzia, presso il sito geografico in esame, le seguenti direzioni prevalenti:

- la prima, da nord verso sud;
- la seconda è costituita dal settore compreso, in senso orario, tra sud-sudovest e ovest-nordovest, con frequenze confrontabili tra loro;
- la terza, da sudovest verso nordest, meno frequente delle precedenti.

La Figura 2.02 è la rosa dei vettori del vento secondo la velocità del vento.

- I venti molto deboli o assenti (velocità <0,5 m/s) sono diretti in larga maggioranza verso sud e verso sud-sudovest.
- I venti più intensi (velocità >3 m/s) sono diretti principalmente verso nordest e nord-nordovest. Secondariamente verso sud, sud-sudovest, ovest-nordovest e nord-nordovest.
- I venti delle classi di velocità intermedie sono diretti principalmente verso i quadranti occidentali. In particolare si osserva che questi venti presentano la medesima direzione verso sud, con frequenza

confrontabile, mentre la direzione secondaria varia in funzione della classe di velocità: la direzione secondaria ruota da ovest-sudovest verso ovest-nordovest al crescere della classe di velocità considerata.

La Figura 2.03 è la rosa dei vettori del vento secondo la stagione.

- In primavera e in inverno sono molto frequenti i venti verso sud.
- In estate i venti sono prevalenti verso nord-nordest, nordest, ovest-sudovest e ovest.
- In primavera i venti sono prevalenti verso sud, sud-sudovest, ovest-sudovest e nordest.
- In inverno i venti sono prevalenti verso sud, sud-sudovest e ovest-nordovest.
- In autunno i venti sono quasi esclusivamente diretti verso i quadranti occidentali, in particolare verso il settore compreso, in senso orario, tra sud-sudovest e ovest-nordovest.

La Figura 2.04 è la rosa dei vettori del vento secondo l'alternanza di notte e dì.

- I venti diurni sono nettamente prevalenti verso nordest e sud. In generale sono più frequenti verso i quadranti orientali.
- I venti notturni sono distribuiti uniformemente verso i quadranti occidentali, da sud a nord-nordovest.

La Figura 2.05 è la rosa dei vettori del vento secondo la stagione e secondo l'alternanza di notte e dì.

- In estate è netta l'alternanza fra i venti diurni verso nordest e i venti notturni verso ovest-sudovest e ovest.

La Figura 2.06 è la rosa dei vettori del vento secondo la fascia oraria.

- Nelle ore della mattina i venti sono prevalenti verso sud.
- I venti verso ovest-nordovest si distribuiscono, con frequenza confrontabile, su gran parte della giornata (tranne le ore centrali).

La Figura 2.07 è la mappa delle frequenze dei vettori del vento, secondo l'ora del giorno. Sulle ascisse è la direzione verso cui il vento spira e sulle ordinate l'ora del giorno.

- Durante tutta la giornata i venti hanno frequenza significativa verso sud e sud-sudovest.
- I venti verso nordest, molto frequenti intorno all'ora 16, si verificano con frequenza significativa solo nella fascia oraria 10÷19. I venti verso ovest-sudovest e ovest sono più frequenti nelle ore della fascia oraria opposta (21÷09).
- I venti tendono a ruotare nell'arco della giornata: dall'ora 04 all'ora 20 i massimi della frequenza ruotano in senso antiorario (verso sinistra in figura) da ovest-sudovest a nord.

La Figura 2.08 è la frequenza delle classi di velocità del vento secondo l'ora del giorno.

- Di notte e nelle prime ore dopo l'alba la moda della velocità del vento è intorno alle velocità 0,5÷1,5 m/s; poi aumenta fino a raggiungere, intorno all'ora 16, la classe 4,0÷4,5 m/s.

3.5.3 Allegato 3. Medie dei parametri meteorologici, secondo il mese e l'ora

In allegato sono illustrate le medie dei parametri meteorologici orari, secondo il mese e l'ora, ottenute dai dati meteo orari grezzi, prima del procedimento di copertura delle vacanze (vedasi § 3.2.1).

La Figura 3.01 è il grafico delle medie della temperatura dell'aria oraria, secondo il mese o l'ora.

- L'andamento qualitativo del profilo giornaliero della temperatura nei diversi mesi è quello consueto.

La Figura 3.02 è il grafico delle medie della velocità del vento scalare oraria, secondo il mese o l'ora.

- In molti mesi la velocità media del vento cresce gradualmente durante il dì, fino al pomeriggio.
- Nei mesi di gennaio e novembre la velocità media del vento è circa costante durante tutta la giornata.

La Figura 3.08 è il grafico dell'altezza di mescolamento (altezza dello strato limite atmosferico) oraria, secondo il mese o l'ora.

- L'andamento è regolare: dopo l'alba l'altezza di mescolamento cresce lentamente fino al suo massimo nel pomeriggio, quindi decresce rapidamente.
- I venti notturni sono sufficientemente intensi da mantenere mediamente l'altezza di mescolamento superiore a 50 m, dunque ben superiore all'altezza del più elevato punto di emissione in atmosfera dell'impianto in epigrafe.

3.5.4 Allegato 4. Medie, minime e massime dei parametri meteorologici

In allegato sono illustrate le medie, minime e massime dei parametri meteorologici orari, ottenute dai dati meteo orari grezzi, prima del procedimento di copertura delle vacanze (vedasi § 3.2.1).

La Figura 4.01 è il grafico delle medie, minime e massime della temperatura dell'aria oraria.

- L'andamento delle medie mensili è regolare.
- Il massimo assoluto ed il massimo delle medie mensili sono ad agosto.
- Il minimo assoluto è stato registrato a dicembre, il minimo delle medie mensili a febbraio.

La Figura 4.02 è il grafico delle medie, minime e massime della velocità del vento media scalare oraria.

- Il minimo delle medie mensili è a gennaio, il massimo a luglio.
- Nei mesi da gennaio ad aprile le medie mensili sono significativamente minori rispetto agli altri mesi.

3.5.5 Allegato 5. Distribuzione di frequenza della velocità del vento

La Figura 5.01 è la distribuzione della velocità del vento scalare media scalare oraria, su base globale, ottenuta dai dati meteo orari grezzi, prima del procedimento di copertura delle vacanze (vedasi § 3.2.1).

- Le calme totali di vento (ossia le ore durante le quali la velocità del vento media scalare oraria è nulla) rappresentano circa l'8% delle ore con dati validi appartenenti al dominio temporale di simulazione.
- Il profilo qualitativo della distribuzione della velocità del vento media scalare segue la regolare distribuzione log-normale solo ai livelli di velocità superiori.
- Il massimo della distribuzione (moda) di velocità è in corrispondenza del valore di 1,3 m/s.

4. Descrizione del territorio

4.1 Definizione del sistema di coordinate

Tabella 12. Sistema di coordinate 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

Tabella 13. Coordinate planimetriche essenziali del sito di simulazione.

	Coordinata UTM X (m)	Coordinata UTM Y (m)
Estremo sudovest del dominio spaziale di simulazione	302000	4642800
Estremo nordest del dominio spaziale di simulazione	305000	4645800
Estremo sudovest dell'area dello stabilimento	303430	4644230
Estremo nordest dell'area dello stabilimento	303740	4644520
Centro approssimativo dello stabilimento	303600	4644400

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

Dimensione della griglia	(X) 3000, (Y) 3000 m
Passo della griglia (lungo X e lungo Y)	100 m
Computational grid spacing	100 m (DGRIDKM = 0,1)
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
Roma (RM)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Guidonia Montecelio (RM)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

4.3 Dati orografici

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

<i>Fonte dei dati</i>	USGS - SRTM (United States Geological Survey - Shuttle Radar Topography Mission), (URL: http://dds.cr.usgs.gov/srtm/)
<i>Tipo di dati</i>	SRTM "Finished" 3 arc second (SRTM3, nominal 90 meter sample spacing) digital raster elevation, Version 2.1

La mappa delle quote altimetriche, per ciascun recettore, nel dominio spaziale di simulazione è mostrata nell'Allegato 6, Figura 6.01. In ascissa e ordinata sono indicate le coordinate planimetriche (in km).

4.4 Corografia e cartografia

Tabella 17. Origine e descrizione dei documenti di corografia e cartografia.

<i>Origine dei documenti</i>	Cartografia fornita dal committente
<i>Tipi di carte</i>	Carta Tecnica Regionale Numerica in formato raster

4.5 Effetti dell'orografia sulla dispersione

La presenza di rilievi orografici nell'area di studio è stata studiata mediante l'opzione di *Partial plume path adjustment* di CALPUFF. Nel modello è stata introdotta come dato di ingresso la matrice delle quote altimetriche del terreno illustrata nell'Allegato 6, Figura 6.01.

L'opzione di *Partial plum path adjustment* fa in modo che i puff emessi (che rappresentano l'aeriforme emesso che va disperdendosi trasportato dal vento) tendano a seguire il profilo del terreno, ma con una correzione: quando la quota del terreno nella direzione di avanzamento del puff cresce, l'altezza del centro del puff rispetto al terreno è ridotta di un coefficiente dipendente dalla classe di stabilità atmosferica, ossia il puff tende ad essere schiacciato contro il terreno, generando un aumento locale della concentrazione di inquinante al suolo; per converso, quando la quota del terreno decresce l'altezza del centro del puff rispetto al suolo è incrementata di un coefficiente dipendente dalla classe di stabilità atmosferica, ossia il puff tende a "decollare", generando una riduzione locale della concentrazione di inquinante al suolo. Questi due effetti sono più marcati nelle condizioni di atmosfera stabile (notturne).

5. Modello di dispersione

5.1 Descrizione del modello

Per la simulazione della dispersione atmosferica delle emissioni è stato impiegato il modello seguente.

Tabella 18. Riferimenti del modello di dispersione impiegato per le simulazioni.

<i>Nome</i>	CALPUFF
<i>Versione</i>	6.42 del 14 aprile 2011 – level 110325
<i>Produttore e distributore</i>	Earth Tech, Inc. 196 Baker Avenue - Concord, MA 01742 – USA – http://www.src.com
<i>Progetto</i>	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 Parametri assegnati nelle simulazioni

Tabella 19. Principali parametri di controllo assegnati nelle simulazioni di dispersione.

Modulo per le trasformazioni chimiche	Disattivo
Modulo per la deposizione secca	Disattivo
Modulo per la deposizione umida	Disattivo
Metodo di calcolo delle velocità turbolente ⁽¹⁾	MCTURB = 1 (standard CALPUFF subroutines)
Metodo di calcolo dei coefficienti di dispersione	MDISP = 2 ⁽²⁾
PDF ⁽³⁾ used for dispersion under convective conditions	MPDF = 1 (yes)
Leaf area index (indice di copertura fogliare)	XLAIIN = 0,2
Profilo verticale di velocità del vento (PLX0)	Default "ISC RURAL" values
Soglia sotto cui si attiva il modulo delle calme di vento	WSCALM = 0,01 m/s ⁽⁴⁾
Modulo per il Building Downwash	Disattivo ⁽⁵⁾
Plume rise (Innalzamento del pennacchio)	Attivo ⁽⁶⁾
Modellazione degli elementi del pennacchio	MSLUG = 0 (puff model used)

(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) Vedasi § 3.5.5. Dunque il modulo delle calme (vedasi § 5.4) è stato applicato a circa l'8% delle ore del dominio temporale di simulazione.

(5) Per tutte le sorgenti l'altezza dei punti di emissione rispetto al suolo (vedasi Tabella 2) è oltre 1,5 volte l'altezza degli edifici dello stabilimento.

(6) Il *buoyant rising* è attivo le sorgenti aventi temperatura dell'effluente significativamente superiore alla temperatura dell'aria esterna (vedasi Tabella 4); il *momentum rising* è attivo per tutte le sorgenti ("Vertical momentum flux factor" = 1, vedasi Tabella 4). Inoltre sono stati assegnati: MTRANS = 0; MTIP = 0; MRISE = 1; MSHEAR = 0

5.3 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 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;

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

5.4 Effetti delle fluttuazioni istantanee di concentrazione

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*) dedotto sperimentalmente, e dipendente soprattutto dalla morfologia della sorgente. Nel presente studio è stato adottato un *peak-to-mean ratio* di 2,3, come previsto anche nel § 13 del citato Allegato 1 della D.G.R. Lombardia n. IX/3018.

5.5 Elaborazione finale dei risultati

5.5.1 Criteri di accettabilità dell'esposizione olfattiva

Per la concentrazione di odore in aria ambiente non vi sono limiti di riferimento a livello nazionale. Le autorizzazioni rilasciate al gestore dello stabilimento e ad oggi vigenti non fissano limiti di esposizione sul territorio all'odore emesso.

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"; la D.G.R. ha emanato le linee guida "in via sperimentale" (punto 1 della delibera) e dunque i criteri di accettabilità in essa definiti non sono immediatamente cogenti, nemmeno sul territorio della Regione Lombardia; 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 contenute nella citata D.G.R. Lombardia, invece, non fissano un valore limite unico per l'esposizione olfattiva, ma richiedono 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.

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

5.5.2 Elaborazione statistica dei dati di concentrazione orari

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.

Tutte le concentrazioni media 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 di tempo.

Dalla matrice delle concentrazioni al suolo, per ogni ora del dominio temporale e per ogni recettore, sono calcolati i parametri statistici sintetici elencati di seguito.

Tabella 20. Parametri statistici di sintesi dei risultati delle elaborazioni.

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

- (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 di simulazione.

6. Presentazione dei risultati

6.1 Mappa di esposizione

Tabella 21. Descrizione del contenuto delle mappe di esposizione allegate.

Allegato	Contenuto
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 § 2.5 e 2.6).

Sullo sfondo della mappa è visibile la carta tecnica regionale, in bianco e nero (vedasi § 4.4). In arancione chiaro sono tracciati i confini comunali, e in arancione sono i nomi dei Comuni. Il perimetro dell'area di pertinenza dello stabilimento è indicato da una linea blu. Le sorgenti di emissione sono individuate da cerchi di colore magenta.

Le isoplete (curve iso-valore) entro cui il 98° percentile della concentrazione oraria di picco di odore è superiore alla "fascia di valutazione" (dunque è $\geq 5 ou_E/m^3$, vedasi § 5.5.1) sono in colore marrone. Le isoplete delle concentrazioni comprese nella "fascia di valutazione" (ossia $1 \div 5 ou_E/m^3$, vedasi § 5.5.1) sono in colore verde. 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. Le posizioni dei ricettori sensibili individuati sul territorio (vedasi § 6.2) sono indicate da cerchi in colore blu con indicato un numero.

6.2 Ricettori sensibili

Tabella 22. Ricettori sensibili.

n.	Coord. X (m) ⁽¹⁾	Coord. Y (m) ⁽¹⁾	Ubicazione toponimica	Destinazione urbanistica ⁽²⁾	Distanza dalle sorgenti di emissione (m)	Posizione rispetto alle sorgenti
1	303700	4644700	Via Alberto Fredda, Roma (RM)	residenziale	300	NNE
2	303900	4644300	Via delle Case Rosse, Roma (RM)	residenziale/misto	300	ESE
3	303300	4644100	Pizzeria Laghetto, Via di Salone 290, Roma (RM)	commerciale/misto	400	SW
4	303200	4644600	Via Piglio, Roma (RM)	residenziale/misto	400	NW

(1) Dati riferiti al sistema di coordinate definito in Tabella 12.

(2) Informazione desunta dalle planimetrie o fotografie satellitari.

(3) Distanza approssimativa calcolata dalle coordinate in tabella rispetto alle coordinate del centro dello stabilimento (vedasi Tabella 13).

6.3 Considerazioni generali

Osservando la mappa di esposizione citata in Tabella 21 si nota quanto segue.

- L'aspetto delle isoplete di concentrazione nella mappa di esposizione è congruente con la rosa dei venti (Allegato 2, § 3.5.2).
- Tutti i centri abitati più prossimi al sito (Borgata Case Rosse, Settecamini, Setteville, La Rustica) sono esterni alla isopleta della concentrazione di $1 ou_E/m^3$, dunque presso i centri abitati l'esposizione olfattiva è trascurabile (vedasi § 5.5.1). Anzi, presso tutti i centri abitati l'esposizione olfattiva è oltre un ordine di grandezza inferiore al più restrittivo dei criteri di accettabilità considerati.

6.4 Esposizione olfattiva simulata presso i ricettori sensibili

Tabella 23. Esposizione olfattiva simulata presso i ricettori sensibili e confronto con i livelli di accettabilità ⁽¹⁾.

Ricettore	Esposizione olfattiva calcolata ⁽²⁾ (in ou _E /m ³)	L'esposizione è < 1 ou _E /m ³ (trascurabile)?	L'esposizione è 1÷5 ou _E /m ³ ("fascia di valutazione")?	L'esposizione è > 5 ou _E /m ³ (eccessiva)?	L'esposizione è < 3 ou _E /m ³ (conforme alle linee guida UK-EA)?
1	0,064	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	0,10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	0,083	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	0,058	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

(1) Vedasi § 5.5.1.

(2) In termini di 98° percentile su base globale delle concentrazioni orarie di picco di odore simulate in aria al suolo (in ou_E/m³).

Tabella 24. Concentrazioni massime calcolate presso i ricettori sensibili.

Ricettore	Massimo su base globale delle concentrazioni orarie di picco di odore simulate in aria al suolo (ou _E /m ³) ⁽¹⁾
1	0,15
2	0,23
3	0,27
4	0,14

(1) Il valore del massimo annuo delle concentrazioni orarie di picco di odore è il valore massimo sugli 8760 valori orari calcolati e corrisponde quindi intrinsecamente ad un evento eccezionale, che si verifica per una sola ora l'anno.

6.5 Dettaglio dei risultati delle simulazioni presso un ricettore sensibile

L'Allegato 7 mostra in dettaglio i risultati delle simulazioni per un singolo ricettore sensibile, il ricettore 2 (Via delle Case Rosse), scelto a titolo esemplificativo.

- Nella Figura 7.01 è riportata la distribuzione di frequenza globale delle concentrazioni orarie di picco di odore per il ricettore scelto. Si osserva che per il 65% circa delle ore del dominio temporale di simulazione è stata simulata presso quel ricettore una concentrazione oraria di picco di odore nulla. Si noti che questo risultato è quasi indipendente dalle portate di odore impiegate nelle simulazioni (vedasi § 2.5) sulla scorta dei risultati dei monitoraggi (vedasi § 2.4), mentre discende essenzialmente dalla frequenza secondo la quale il ricettore si trova sottovento rispetto allo stabilimento.
- Nella Figura 7.02 è riportato il complementare a 100 della frequenza cumulata percentuale globale delle concentrazioni orarie di picco di odore presso il medesimo ricettore. Il grafico permette di desumere, presso questo ricettore, tutti i desiderati percentili di concentrazione. Per la totalità delle ore del dominio temporale di simulazione dell'anno, la concentrazione di picco di odore simulata è inferiore alla soglia di percezione olfattiva (1 ou_E/m³).
- La Figura 7.03 è il "run chart" delle concentrazioni orarie di picco di odore presso il ricettore scelto. Si nota un andamento irregolare e "disperso" delle concentrazioni risultanti dalla simulazioni. 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 7.04 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 7.03) 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. Se il set di dati meteo, ipoteticamente, fosse costituito da ore tutte identiche fra di loro, la concentrazione simulata presso un dato ricettore dipenderebbe solo dalla portata di odore emessa; dunque nella Figura 7.04 la frequenza dovrebbe dipendere solo dalle ipotesi sulle variazioni dei parametri di emissione descritte nel § 2.6. Invece sono le condizioni meteorologiche (e in particolare le caratteristiche di turbolenza dell'atmosfera) a influire sull'esposizione olfattiva. Precisamente, le ore che concorrono a formare il 2% delle ore "peggiori" da cui si calcola il 98° percentile sono in larga maggioranza ore diurne.

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 (§ 6.1).

Tabella 25. 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	13/01/2011 14:00	30/03/2011 13:00	18/02/2011 09:00	20/05/2011 08:00	13/09/2011 12:00	---
Temperatura dell'aria (°C)	10,9	16,3	7,0	18,5	28,8	18,5
Velocità del vento (m/s)	0,1	0,3	0	0,7	2,0	1,65
Vettore del vento	SSE	SE	calma	E	ENE	---
Radiazione solare globale (W/m ²)	311,4	46,4	371,1	622,2	819,8	404,3
Lunghezza di Monin-Obukhov (m)	-0,91	-7,98	-0,61	-7,47	-67,31	-98,39
Velocità d'attrito (m/s)	0,047	0,086	0,052	0,202	0,404	0,312
Flusso di calore sensibile (W/m ²)	+10,4	+7,1	+20,2	+100,1	+88,2	+21,5
Classi di stabilità PGT	1	1	1	1	2	2,4
Altezza di rimescolamento (m)	333	741	183	371	732	553
Velocità di scala convettiva (m/s)	0,457	0,526	0,470	1,009	1,215	0,600
Portata odore camino E23 (ou _E /s)	450	450	450	450	450	381
Portata odore camino E18 (ou _E /s)	2600	2600	2600	2600	2600	2600

Si nota quanto segue.

- Le condizioni micrometeorologiche che producono l'esposizione olfattiva da confrontare con i criteri di accettabilità sono in larga maggioranza diurne.
- In particolare le condizioni meteorologiche tipiche in cui si verifica questo 2% di ore "peggiori" sono quelle di atmosfera fortemente instabile (forte turbolenza convettiva e scarsa turbolenza di origine meccanica). Ovviamente (eccetto le ore di calma totale) in queste ore il ricettore deve trovarsi circa sottovento alle sorgenti di emissione.

6.6 Conclusioni

Le simulazioni eseguite nell'ambito del presente studio sulla base dei dati meteorologici disponibili (vedasi § 3.1) e sulla base dei risultati dei monitoraggi olfattometrici (vedasi § 2.4) mostrano che, presso tutti i centri abitati e tutti i ricettori sensibili individuati sul territorio (vedasi § 6.2), l'esposizione in aria ambiente all'odore emesso in atmosfera dalle sorgenti considerate (vedasi § 2.5 e 2.6) del sito in epigrafe è ampiamente conforme a entrambi i criteri di accettabilità considerati (vedasi § 5.5.1). In particolare, il 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore è oltre un ordine di grandezza inferiore anche alla soglia di percezione olfattiva (pari per definizione ad $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$) presso tutti i ricettori sensibili considerati e presso tutti i centri abitati.