

| | | | |
|---|---|--|--|
|  | COMMITTENTE  versalis | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 1 di 25 | Unit 00 Rev. 01 |

Versalis Stabilimento di Ferrara

Progetto "Nuovo Impianto EP(D)M"

AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE

Allegato D 5

Relazione tecnica su dati meteorologici

| | | | |
|--|---|---|---|
|   | COMMITTENTE  versalis | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 2 di 25 | Unit 00 Rev. 01 |

INDICE

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | IL SISTEMA MODELLISTICO CALMET/CALPUFF | 3 |
| 1.1 | Criteri di selezione | 4 |
| 2. | CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA | 6 |
| 2.1 | Inquadramento generale | 6 |
| 2.2 | Caratterizzazione anemologica | 7 |
| 2.3 | Precipitazione | 10 |
| 2.4 | Temperatura | 11 |
| 3. | MODALITÀ DI APPLICAZIONE DEL MODELLO | 14 |
| 3.1 | CALMET | 14 |
| 3.2 | CALPUFF | 19 |
| 3.3 | Impostazione delle simulazioni di dispersione atmosferica | 20 |
| | RIFERIMENTI | 25 |

| | | | |
|--|--|--|--|
|   | COMMITTENTE  eni versalis | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 3 di 25 | Unit 00 |

1. IL SISTEMA MODELLISTICO CALMET/CALPUFF

Il modello utilizzato per le simulazioni di dispersioni di inquinanti nell'ambito della presente Autorizzazione Integrata Ambientale è il modello CALPUFF (Scire et al., 2000a), un modello di dispersione Lagrangiano a puff non stazionario. Esso simula il trasporto, la rimozione per deposizione secca ed umida, ed alcune semplici trasformazioni chimiche per diverse specie inquinanti contemporaneamente. Il campo meteorologico in input a CALPUFF può essere variabile sia nello spazio che nel tempo. Il modello CALPUFF utilizza in maniera diretta l'output prodotto dal modello meteorologico diagnostico CALMET. Oltre a un campo meteorologico tridimensionale complesso, CALPUFF può utilizzare in input anche misure di vento provenienti da una singola centralina, tuttavia ciò non permette di usufruire pienamente delle sue capacità di trattare campi meteorologici variabili nello spazio.

CALPUFF può essere utilizzato per simulare la dispersione su diverse scale. Esso infatti contiene sia algoritmi per la descrizione di effetti importanti in prossimità della sorgente che algoritmi importanti su scale regionali. Tra i primi ci sono fenomeni come il building downwash, legato alla presenza di edifici vicino al camino, il transitional plume rise o il partial plume penetration, importanti nel caso di emissioni da camini di dimensioni paragonabili a quelle dello strato limite. Tra i secondi invece ci sono fenomeni come la deposizione secca e umida, lo shear verticale del vento che provoca il trasporto dell'inquinante con velocità e direzioni diverse in funzione della quota, o la descrizione della dispersione sul mare o vicino alle zone costiere.

Le sorgenti di emissione simulate dal modello possono essere puntuali, areali, lineari o volumetriche. Il rateo e gli altri parametri di emissione (velocità di uscita dei fumi, temperatura, ecc.) possono essere costanti o variabili nel tempo.

CALPUFF ha la peculiarità di utilizzare 3 tipologie di domini di calcolo:

- il dominio meteorologico è definito dalla simulazione di CALMET ed è la massima area su cui possono essere effettuate simulazioni di dispersione;
- il dominio computazionale indica il dominio all'interno del quale vengono considerate le sorgenti emissive e su cui vengono simulati i fenomeni di avvezione e dispersione degli inquinanti; esso può al massimo coincidere con il dominio meteorologico;

| | | | |
|---|---|--|--|
|   | COMMITTENTE  | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 4 di 25 | Unit 00 |

- il dominio di campionamento è il dominio su cui vengono forniti gli output di concentrazione; esso può al massimo coincidere con il dominio computazionale.

CALPUFF produce in output per tutte le specie simulate valori orari di concentrazione, deposizione secca e deposizione umida e, per applicazioni in cui la visibilità è un parametro di interesse, coefficienti di estinzione.

La valutazione degli impatti sulla qualità dell'aria indotti dalla realizzazione del nuovo impianto EP(D)M è stata effettuata mediante un approccio di tipo modellistico, facendo uso del sistema modellistico CALMET/CALPUFF, che è incluso nella lista dei modelli suggeriti dalla U.S. EPA (2005) ed è costituito da un modulo di dispersione lagrangiano a puff (CALPUFF) e da un preprocessore meteorologico (CALMET) in grado di ricostruire il campo di vento tridimensionale anche in orografia complessa.

Nel seguito viene data una breve spiegazione dei criteri che hanno portato alla scelta del modello e una breve descrizione del preprocessore meteorologico CALMET e del modello CALPUFF ad esso associato.

1.1 Criteri di selezione

Il sistema modellistico CALMET/CALPUFF (Scire et al., 2000a; Scire et al., 2000b) è stato scelto tra gli strumenti esistenti in base alle seguenti motivazioni (sulla base ad esempio di quanto suggerito in ANPA, 2000):

- Referenze. E' indicato dalla US-EPA (2005) come preferito per la simulazione del trasporto degli inquinanti su lunghe distanze (da 50 km a diverse centinaia di km) e suggerito anche per la simulazione su distanze relativamente brevi quando le condizioni di orografia complessa possono generare situazioni di stagnazione, di ricircolo dei venti e variazioni spazio temporali delle condizioni meteorologiche.
- Scala spaziale. Il modello prescelto è in grado di riprodurre efficacemente i fenomeni alla scala locale e nelle immediate vicinanze della sorgente (e.g. building downwash).
- Scala temporale. Il modello CALPUFF è in grado di predire per uno o più anni valori medi orari di concentrazione, quindi permette di determinare i parametri di interesse per la normativa vigente (numero di superamenti, percentili, ecc.).

| | | | |
|---|---|--|--|
|   | COMMITTENTE  | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 5 di 25 | Unit 00 |

- Complessità dell'area di studio. Il modello meteorologico diagnostico CALMET permette di riprodurre gli effetti dovuti all'orografia del territorio (presenza di rilievi), alle disomogeneità superficiali (presenza di discontinuità terra-mare, città campagna, presenza grandi masse di acqua interne) e alle condizioni meteo diffuse non omogenee (regimi di brezza di monte-valle, brezze di mare, inversioni termiche, calme di vento a bassa quota).
- Tipologia di inquinante. Tutti gli inquinanti di interesse nello studio (CO, NOX, SO2 e PM10) sono prevalentemente di origine primaria, quindi possono essere efficacemente simulati dal modello di dispersione CALPUFF. Il modello è inoltre in grado di descrivere processi di rimozione (deposizione secca e deposizione umida) specifici per ciascun inquinante.
- Tipologia delle sorgenti. Tutte le sorgenti di interesse nello studio sono di tipo puntuale (o puntiforme), e vengono gestite dal modello CALPUFF. Oltre al building downwash a cui si è già accennato, il modello descrive altri fenomeni tipici di questa tipologia di sorgenti, quali il plume rise, lo stack tip downwash ed altri ancora.
- Tipologia di analisi. Lo studio prevede l'effettuazione di un'analisi di dettaglio tenendo conto dei dati meteorologici locali su base oraria per un periodo temporale di un anno. I valori di concentrazione media oraria ottenuti saranno ulteriormente processati per ottenere i parametri di interesse normativo.
- Disponibilità dei dati di input. Il sistema CALMET/CALPUFF richiede molti più dati di input rispetto ad un modello di tipo Gaussiano. Sono necessarie ad esempio misure meteorologiche al suolo con risoluzione oraria, almeno un radiosondaggio ogni 12 ore, informazioni sull'orografia e sull'utilizzo del suolo. A fronte di questa maggiore richiesta di dati, tutti disponibili per lo studio in oggetto, il sistema modellistica fornisce informazioni molto più dettagliate e precise rispetto a modelli più semplici basati su una meteorologia puntuale.

Nel seguito viene fornita una breve descrizione dei modelli CALMET e CALPUFF.

| | | | |
|---|--|--|--|
|  | COMMITTENTE  | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 6 di 25 | Unit 00 Rev. 01 |

2. CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA

2.1 Inquadramento generale

Le condizioni meteorologiche locali, definendo la capacità dell'atmosfera di disperdere più o meno rapidamente gli inquinanti in essa immessi, rappresentano il quadro base per qualsiasi considerazione riguardante l'inquinamento atmosferico.

Nei paragrafi successivi è riportata la caratterizzazione meteorologica dell'area di interesse effettuata sulla base dei dati storici presenti nell'archivio SCIA dell'I.S.P.R.A. (<http://www.scia.sinanet.apat.it>). Le stazioni considerate per l'analisi climatologica, le loro coordinate geografiche, l'altezza sopra il livello del mare e la rete di appartenenza sono riepilogate in Tabella 2-A. La stazione principale, che fornisce tutte le informazioni eccetto le frequenze congiunte di direzione e velocità del vento, è Malborghetto di Boara, situata a circa 6 km a Est dall'impianto. La stazione di Ferrara, che fornisce informazioni in merito alle temperature, è posta a circa 4,5 km a Sud Est dall'impianto. Le stazioni di San Pietro Capofiume e Finale Emilia sono situate a circa 23 km dall'impianto, rispettivamente in direzione Sud e Ovest. La Figura 2-A mostra la posizione delle quattro stazioni rispetto all'impianto.

Per le stazioni indicate sono state estratte le serie temporali del trentennio 1981-2011, con frequenza mensile, per le variabili: temperatura media, temperatura minima media, temperatura massima media, precipitazione cumulata, velocità massima del vento, velocità media del vento. Nelle stazioni di San Pietro Capofiume e Finale Emilia forniscono anche le frequenze congiunte di direzione e velocità del vento e sono utilizzate per produrre la rosa dei venti.

| Stazione | Coordinate (lon,lat) | H slm (m) | Rete |
|-----------------------|----------------------|-----------|-------------------|
| Malborghetto di Boara | 11,66; 44,86 | 4,0 | Regionale |
| Ferrara | 11,62; 44,83 | 15,0 | Regioni – ex SIMN |
| San Pietro Capofiume | 11,62; 44,66 | 1,0 | Regionale |
| Finale Emilia | 11,28; 44,84 | 12,0 | Regionale |

Tabella 2-A Stazioni considerate per l'analisi climatologica.

| | | | |
|---|--|--|--|
|  | COMMITTENTE  | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 7 di 25 | Unit 00 |
| | | | Rev. 01 |



Figura 2-A Posizione delle stazioni di misura climatologiche

2.2 Caratterizzazione anemologica

La Figura 2-B mostra la rosa dei venti ottenuta a partire dalle frequenze riportate sul sito SCIA di I.S.P.R.A. per le stazioni di Finale Emilia e San Pietro Capofiume. Le frequenze sono relative ad almeno un quindicennio di dati, anche se non consecutivi.

Le calme di vento, definite come le situazioni caratterizzate da velocità minore di 0.5 m/s, costituiscono circa il 15% in San Pietro Capofiume, e circa il 22% in Finale Emilia.

Nella stazione di Finale Emilia le direzioni prevalenti sono Nord Est e Ovest Sud Ovest, caratterizzate rispettivamente da 8,6% e 8,5% degli eventi. La classe di velocità del vento prevalente è quella compresa tra 0,5 m/s e 3 m/s, caratterizzata da circa il 64% degli eventi,

Nella stazione di San Pietro Capofiume invece, la direzione prevalente è Ovest, caratterizzate dal 12,6% degli eventi. La classe di velocità del vento prevalente è ancora quella compresa tra 0,5 m/s e 3 m/s, caratterizzata da circa il 62% degli eventi.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | COMMITTENTE  | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 8 di 25 | Unit 00 |

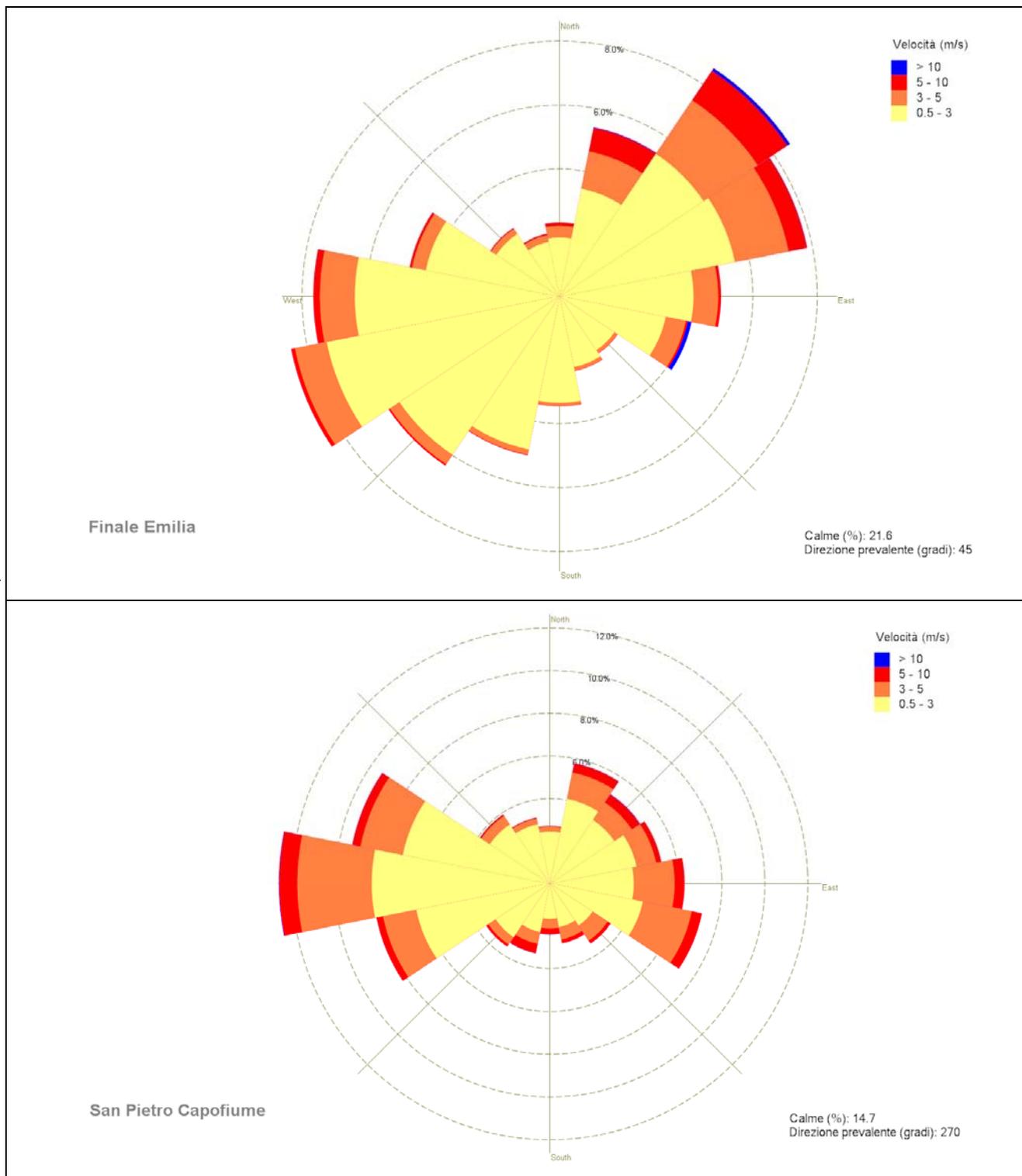


Figura 2-B Rosa dei venti delle stazioni di Finale Emilia (alto) e San Pietro Capofiume (basso).

Le misure mensili della massima velocità del vento e di vento medio sono disponibili per la stazione di Malborghetto per il periodo 1981-2011. L'andamento della velocità minima,

| | | | |
|---|--|--|--|
|  | COMMITTENTE  | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 9 di 25 | Unit 00 |

media e massima delle massime mensili di velocità del vento viene mostrato in Figura 2-C. I valori delle velocità massime mensili variano da 8,9 m/s, misurato nel mese di giugno del 1995, a 14,6 m/s, misurato nel mese di luglio del 1990.

Analogamente, l'andamento della velocità minima, media e massima delle medie mensili di velocità del vento viene mostrato in Figura 2-D. I valori massimi delle velocità medie mensili variano da 1,9 m/s a 2,9 m/s.

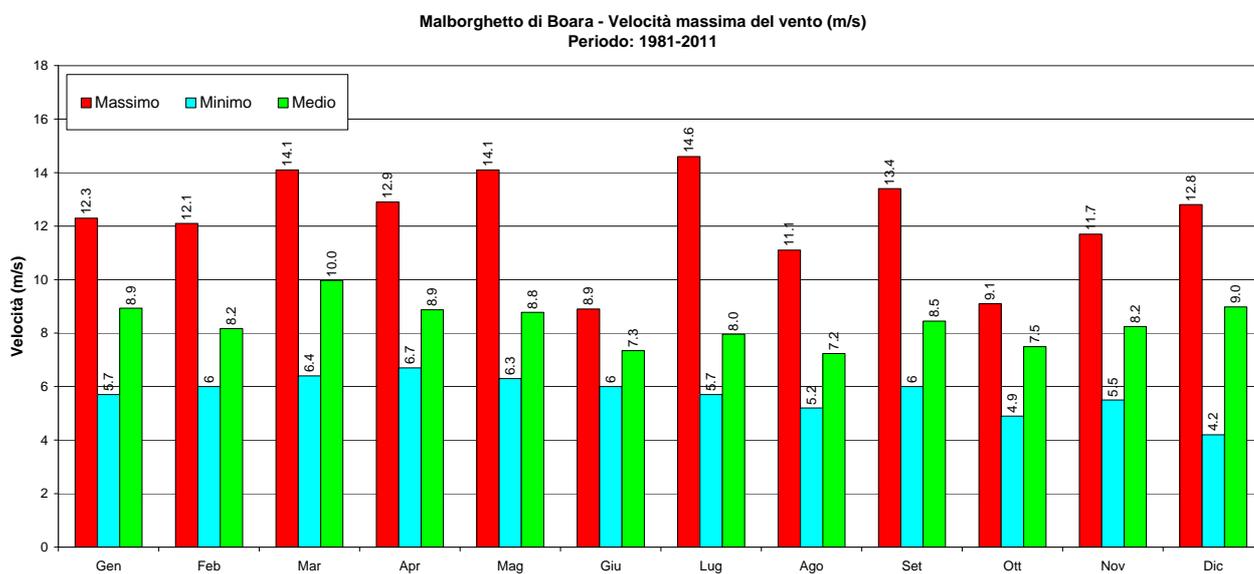


Figura 2-C Valori minimi, medi e massimi mensili della velocità massima mensile del vento misurata dalla stazione di Malborghetto di Boara.

| | | | |
|---|---|---|---|
|  | COMMITTENTE  versalis | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 10 di 25 | Unit 00 |

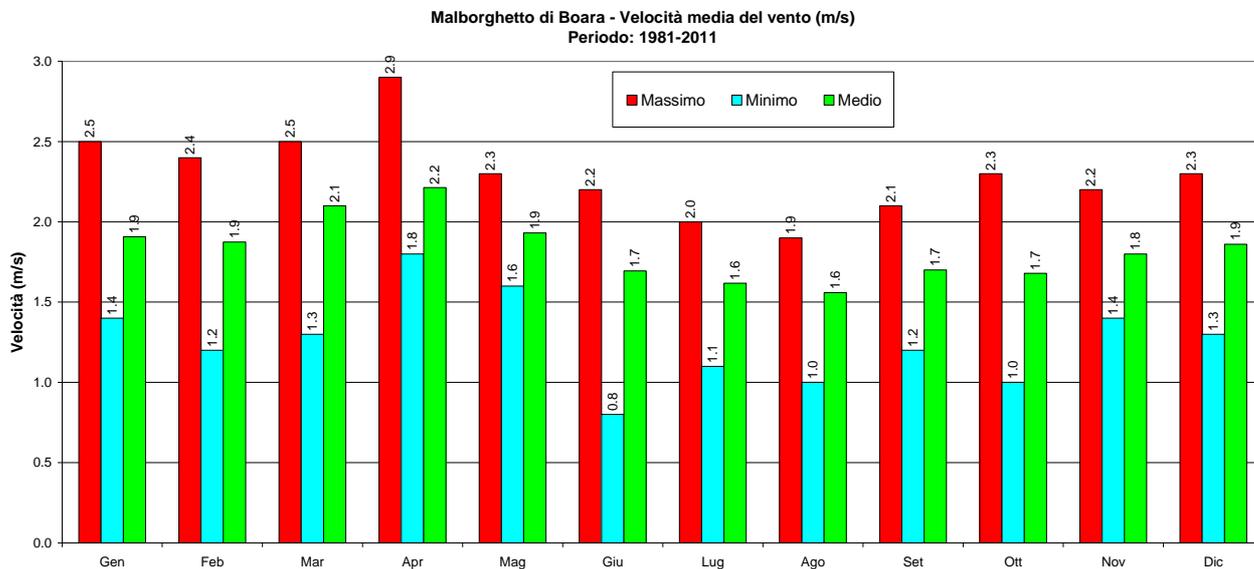


Figura 2-D Valori minimi, medi e massimi mensili della velocità media mensile del vento misurata dalla stazione di Malborghetto di Boara.

2.3 Precipitazione

La Figura 2-E mostra le precipitazioni medie mensili ed i loro valori minimi e massimi per la stazione di Malborghetto di Boara relativamente al periodo temporale 1981-2011. La massima precipitazione mensile viene registrata in un mese di novembre (2008), in cui si raggiungono 155 mm. Il mese mediamente più piovoso (89 mm) è ottobre, mentre il mese mediamente meno piovoso è febbraio.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | COMMITTENTE  | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 11 di 25 | Unit 00 |
| | | | Rev. 01 |

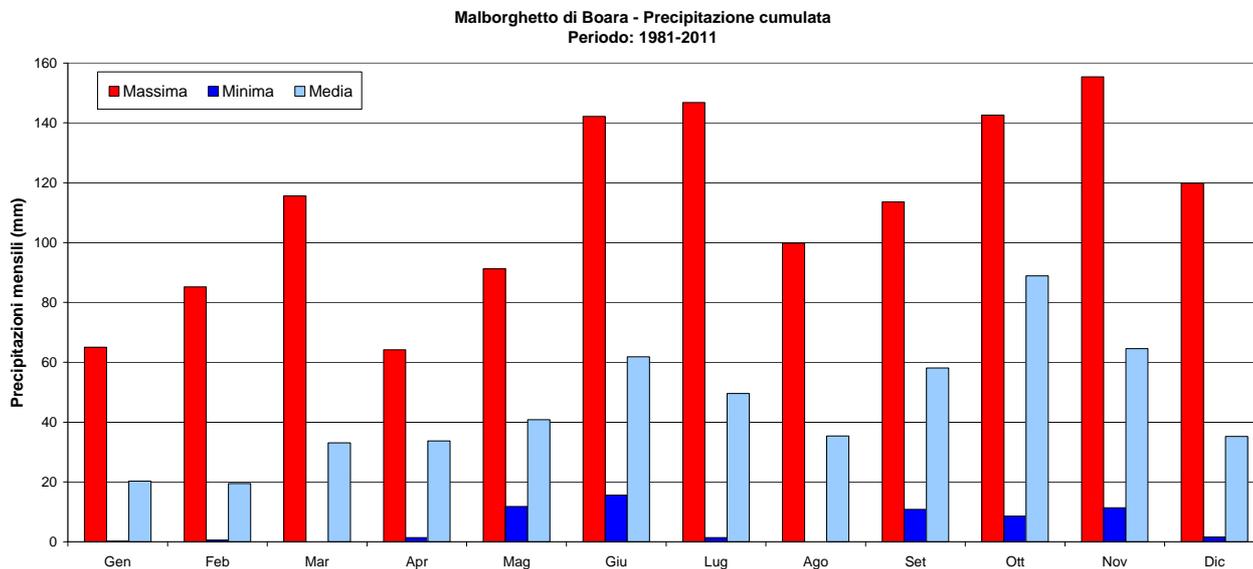


Figura 2-E Precipitazione cumulata mensile: massima, minima e nella stazione di Malborghetto di Boara.

2.4 Temperatura

Nelle stazioni di Malborghetto di Boara e di Ferrara sono disponibili per il periodo 1981-2011 i dati di temperatura media, minima media e massima media su base mensile. Il dato medio mensile di ciascun anno è stato utilizzato per calcolare le statistiche relative all'intero periodo considerato.

In Figura 2-F sono riportati valori medi, minimi e massimi della temperatura media. I mesi più caldi sono giugno, luglio e agosto in entrambe le stazioni di misura. I massimi valori medi nella stazione di Ferrara sono sempre un paio di gradi superiori rispetto alla stazione di Malborghetto di Boara, molto probabilmente per l'effetto isola di calore. Ad esempio la massima temperatura media in agosto è pari a 26,6 °C a Malborghetto di Boara e a 29,1 °C a Ferrara.

Il mese più freddo è gennaio, con temperature molto vicine allo zero a Malborghetto di Boara (0,2 °C) e negative a Ferrara (-1,9 °C). La massima dei valori medi mensili si registra nel mese di agosto ed è pari a 23,7 °C a Malborghetto di Boara e a 25 °C a Ferrara.

| | | | |
|---|---|---|---|
|   | COMMITTENTE  LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | Allegato D.5 Pag. 12 di 25 | Unit 00 Rev. 01 | |

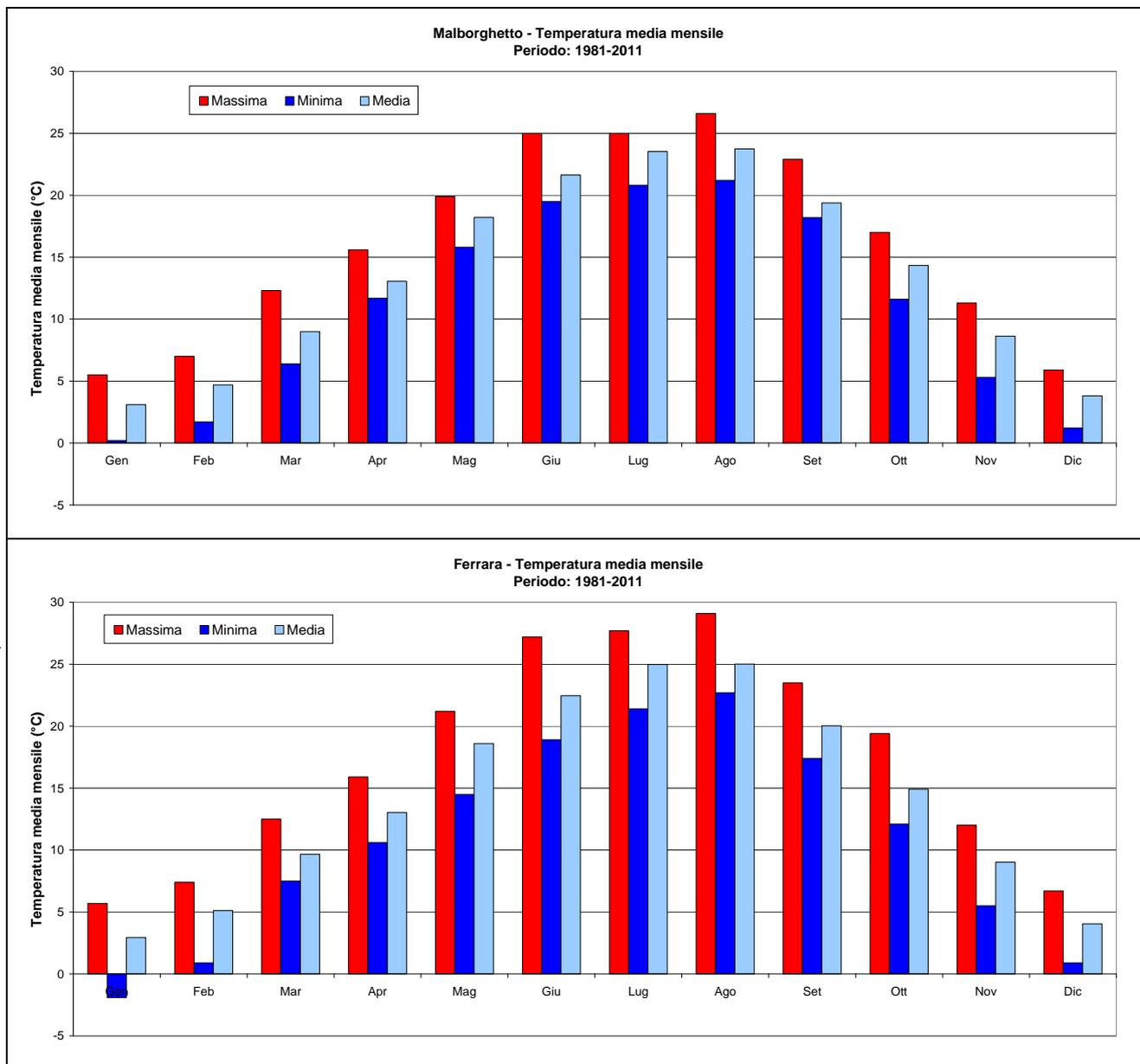


Figura 2-F Temperature medie, minime e massime mensili nelle stazioni Malborghetto di Boara (alto) e Ferrara (basso).

In Figura 2-G sono riportati i valori minimi della temperatura media minima mensile (blu) e i valori massimi della temperatura massima media mensile (rosso). In entrambe le stazioni di misura le minime temperature minime medie mensili sono negative nei mesi di gennaio e febbraio, e nella stazione di Malborghetto di Boara anche nel mese di marzo. Nel mese di gennaio i valori medi minimi sono pari a -4,5 °C a Malborghetto di Boara e -4,2 °C a Ferrara.

| | | | |
|---|--|---|--|
|  | COMMITTENTE  eni versalis | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 13 di 25 | Unit 00 |

I valori massimi delle medie mensili massime superano i 30 °C in entrambe le stazioni di misura nei mesi di giugno, luglio e agosto. A Ferrara i valori massimi di temperatura nei mesi estivi sono circa 2°C o 3°C maggiori rispetto ai valori di Malborghetto di Boara.

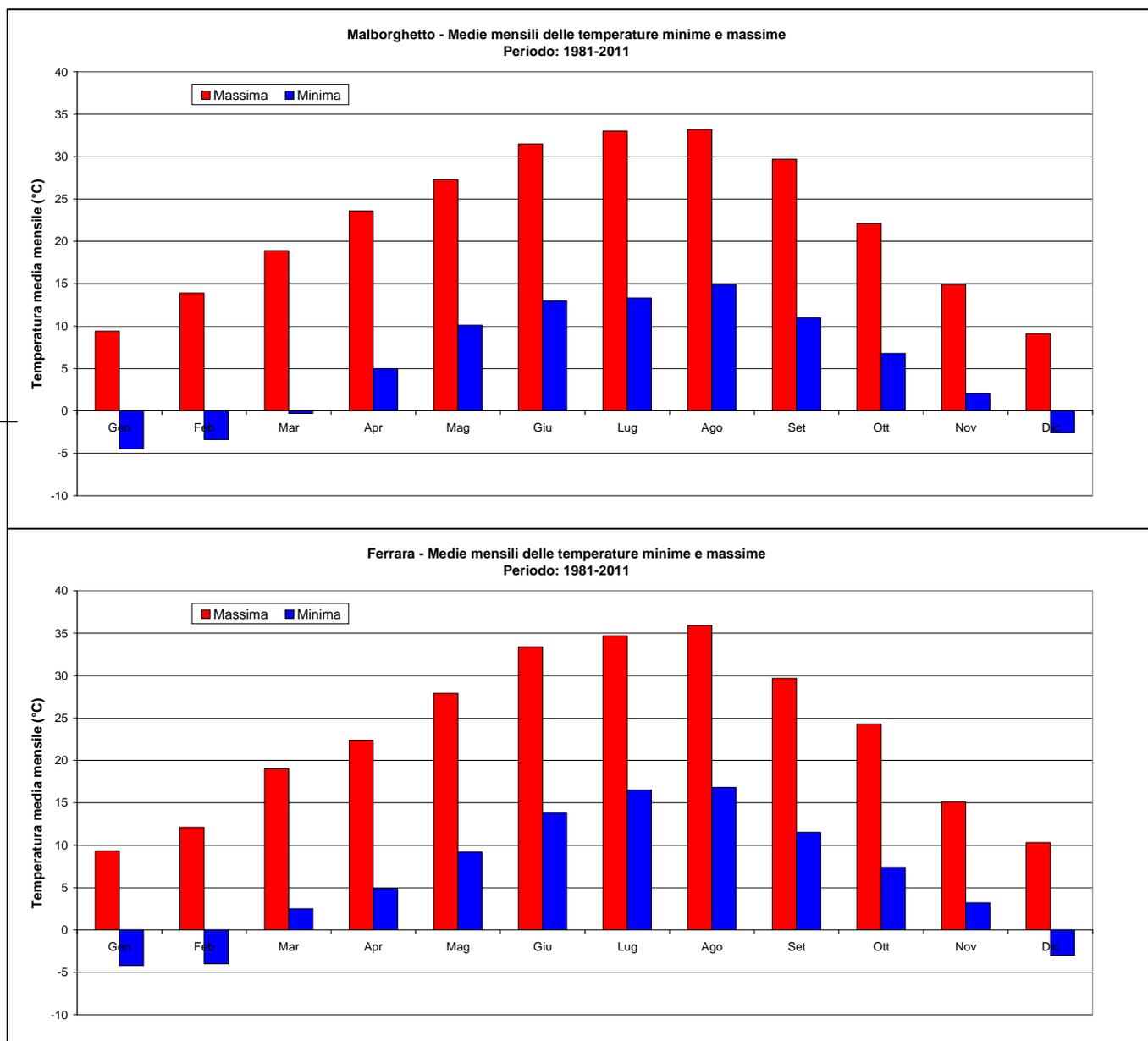


Figura 2-G Medie mensili delle temperature massima e minima per la stazione Malborghetto di Boara (alto) e Ferrara (basso).

| | | | |
|---|--|--|--|
|  | COMMITTENTE  | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 14 di 25 | Unit 00 |

3. MODALITÀ DI APPLICAZIONE DEL MODELLO

3.1 CALMET

CALMET (Scire et al., 2000b) è un modello meteorologico diagnostico, cioè in grado di ricostruire il campo di vento 3D su un dominio di calcolo con orografia complessa a partire da misure al suolo, da almeno un profilo verticale e dai dati di orografia e utilizzo del suolo. Esso contiene inoltre degli algoritmi per il calcolo di parametri micrometeorologici 2D fondamentali nell'applicazione di modelli di dispersione in atmosfera, come, ad esempio, l'altezza di rimescolamento, la lunghezza di Monin-Obukhov, la velocità di frizione e la velocità convettiva.

Il modulo per la ricostruzione del campo di vento utilizza un approccio costituito da due passi successivi. Nel primo passo modifica il vento iniziale (Initial Guess Field) in funzione degli effetti cinematici del terreno e dei venti di pendenza e produce un primo campo di vento. Nel secondo passo questo campo di vento viene modificato tramite una analisi oggettiva che introduce i dati misurati ed utilizza l'equazione di continuità.

L'output di CALMET viene utilizzato in maniera diretta dal modello di dispersione Lagrangiano a puff CALPUFF (Scire et al., 2000a) e dal modello di dispersione Euleriano fotochimico CALGRID (Yamartino et al., 1989; Yamartino et al., 1992). CALMET è stato recentemente modificato allo scopo di migliorare gli algoritmi di interpolazione della temperatura e del calcolo delle componenti diretta, riflessa e diffusa della radiazione solare tenendo conto dell'ombra indotta dall'orografia (Bellasio et al., 2005).

Lo studio descritto in questo documento è stato realizzato utilizzando la versione del modello CALMET ufficialmente suggerita dalla US-EPA (Versione 5,8, Livello 070623).

Il dominio di simulazione del modello meteorologico diagnostico CALMET è rappresentato in Figura 3-A con un quadrato verde. Le coordinate UTM 32T dell'angolo di Sud Ovest del dominio di CALMET sono $X = 684000$ m, $Y = 4953000$ m; la dimensione del dominio di simulazione è di 36×36 km². Il dominio del modello meteorologico CALMET è stato scelto più grande del dominio del modello di dispersione atmosferica CALPUFF, che è comunque in grado di innestarsi all'interno di un dominio di CALMET di maggiore estensione.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | COMMITTENTE  | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 15 di 25 | Unit 00 |

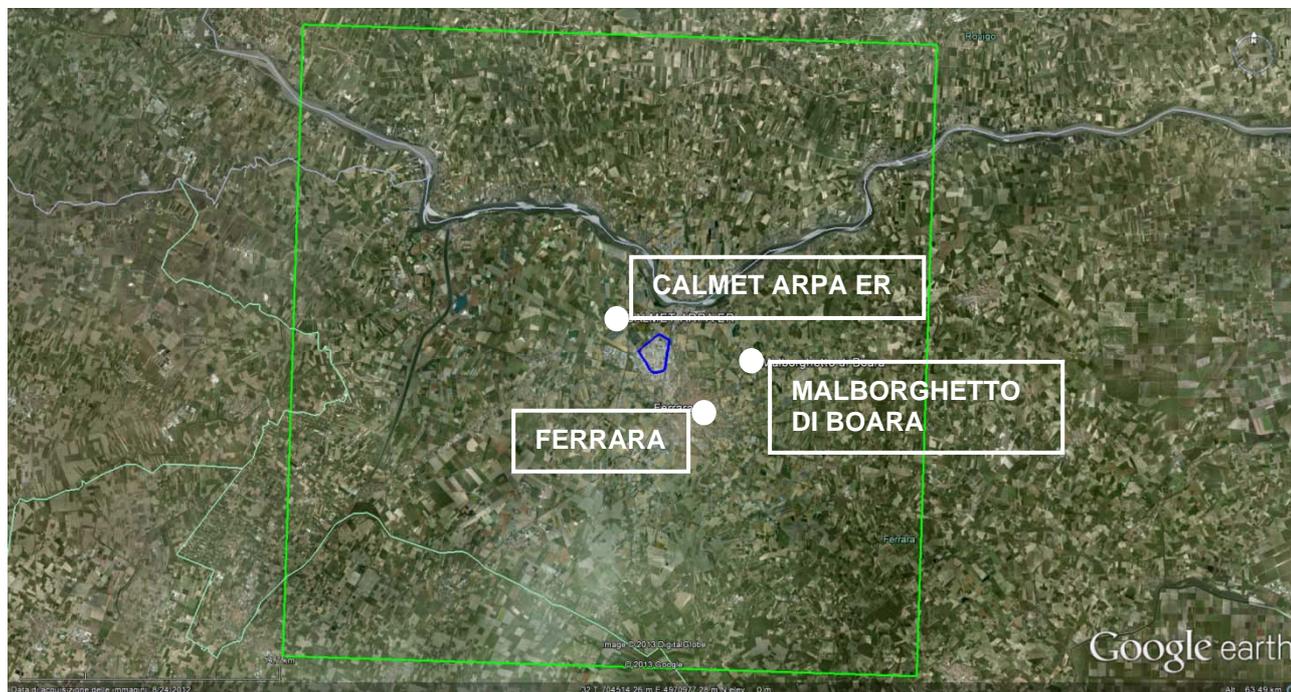


Figura 3-A Dominio di simulazione del modello meteorologico diagnostico CALMET.

La zona di studio è situata all'interno di un'area con orografia relativamente semplice. L'orografia media e l'utilizzo del suolo sono stati determinati per ogni cella del dominio di calcolo descritto a partire da dati originali SRTM. Sia i dati di orografia così ottenuti che i dati di utilizzo del suolo (derivati da CORINE) sono stati verificati utilizzando mappe satellitari. La mappa di utilizzo del suolo ottenuta a seguito del procedimento descritto è mostrata in Figura 3-B. L'orografia media sulle celle di lato pari a 400 m (Figura 3-C) varia da poco più di 0 metri, a circa 40 m nella zona sud occidentale del dominio.

In direzione verticale sono state utilizzate 12 griglie di calcolo per un'altezza totale di 3000 m. Il periodo temporale di simulazione è l'intero anno 2011.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | COMMITTENTE  | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 16 di 25 | Unit 00 Rev. 01 |

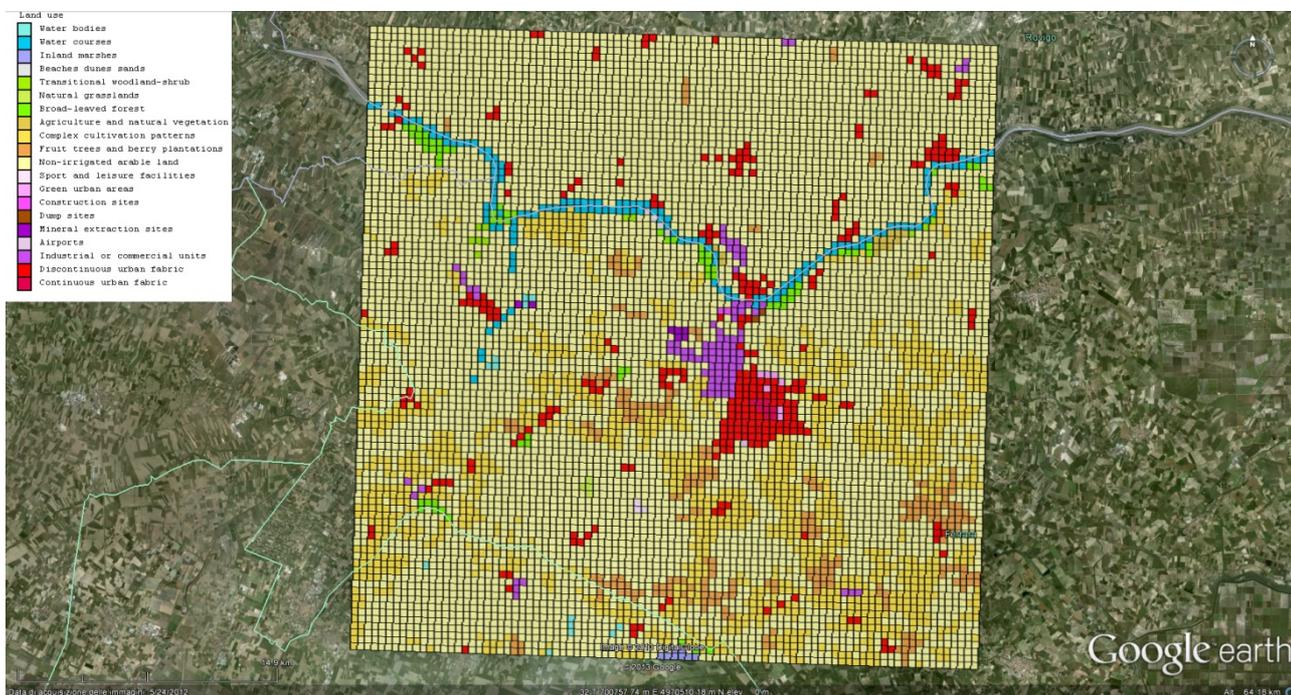


Figura 3-B Utilizzo del suolo sul dominio discretizzato con celle di 400 m.



Figura 3-C Orografia sul dominio discretizzato con celle di 400 m.

Il modello CALMET necessita in ingresso di misure meteorologiche al suolo con risoluzione oraria e di almeno un profilo verticale con risoluzione temporale non

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | COMMITTENTE  en versalis | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 17 di 25 | Unit 00 |

superiore alle 12 ore. Tali informazioni sono state ottenute dall'output puntuale del sistema modellistico meteorologico di ARPA Emilia Romagna (anch'esso basato su CALMET) e dai dati misurati dalle stazioni meteorologiche di Ferrara e di Malborghetto di Boara ottenuti dal sistema DEXTER. Le posizioni dei punti in cui sono disponibili le variabili meteorologiche sono mostrate in Figura 2-A da etichette bianche, mentre il perimetro di stabilimento è indicato da un poligono blu.

I dati meteorologici necessari a CALMET in superficie sono velocità e direzione del vento, altezza del cielo, copertura nuvolosa, temperatura, umidità relativa, pressione e codice di precipitazione. I dati meteorologici necessari in quota sono pressione, altezza, temperatura, velocità e direzione del vento.

Le rose dei venti per l'anno 2011 ottenute dai dati di Ferrara, Malborghetto di Boara e dal punto di output del modello di ARPA Emilia Romagna sono mostrate rispettivamente in Figura 3-D, Figura 3-E e Figura 3-F. La notevole somiglianza tra le rose dei venti della stazione meteorologica di Malborghetto di Boara e dell'output di ARPA Emilia Romagna è dovuta al fatto che tale stazione è un input del modello diagnostico utilizzato.

Si osserva che le tre rose dei venti indicano una direzione di provenienza prevalente dei venti da Ovest ed una velocità media poco inferiore a 2 m/s.

| | | | |
|---|---|--|--|
|  | COMMITTENTE  versalis | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 18 di 25 | Unit 00 |

Ferrara 2011

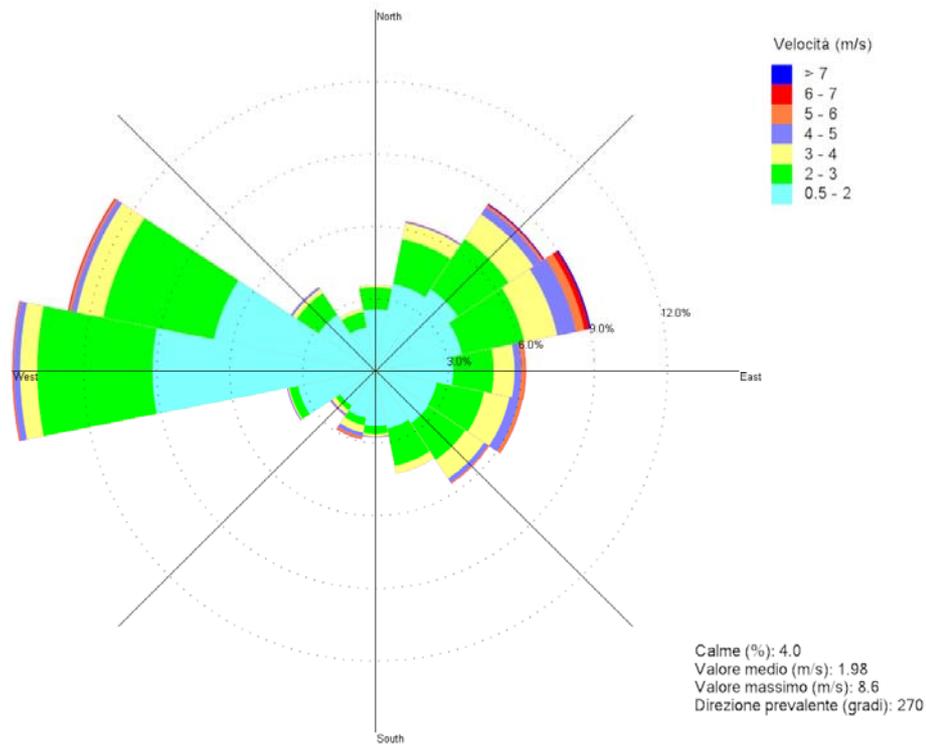


Figura 3-D Rosa dei venti 2011 della stazione meteorologica di Ferrara.

Malborghetto di Boara 2011

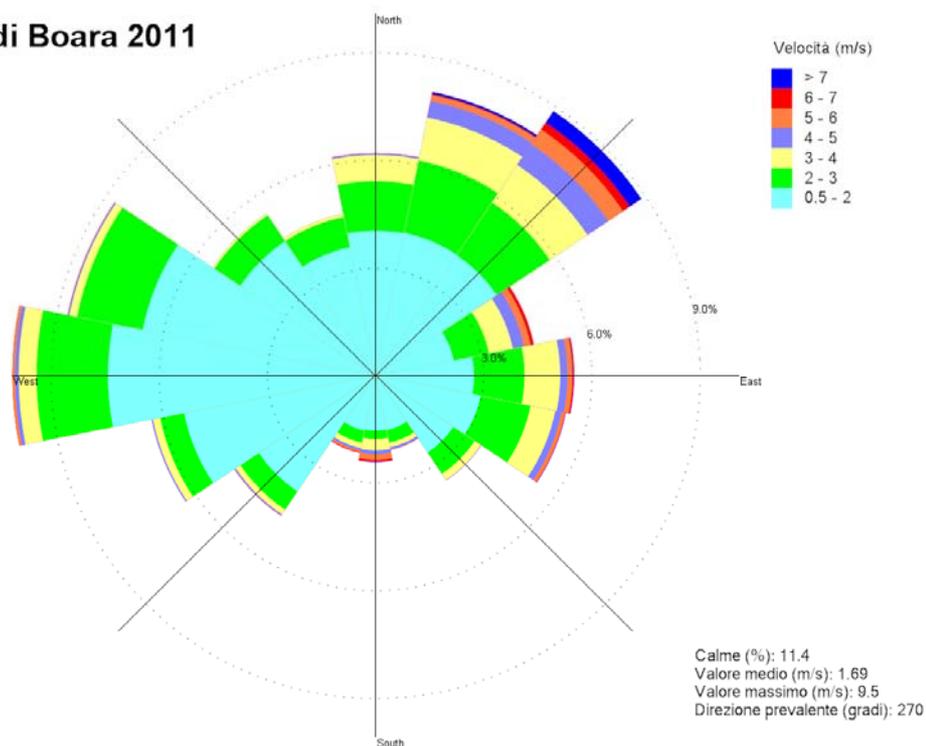


Figura 3-E Rosa dei venti 2011 della stazione meteorologica di Malborghetto di Boara.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | COMMITTENTE  | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 19 di 25 | Unit 00 |

Output ARPA Emilia Romagna 2011

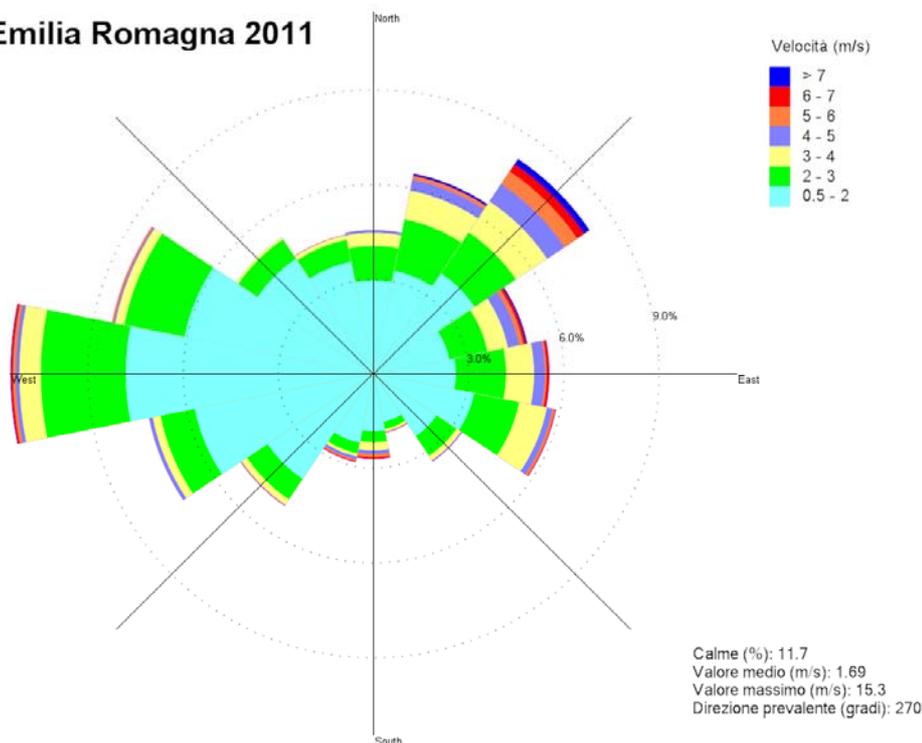


Figura 3-F Rosa dei venti 2011 del punto di output del modello di ARPA Emilia Romagna.

3.2 CALPUFF

CALPUFF (Scire et al., 2000a) è un modello di dispersione Lagrangiano a puff non stazionario. Esso simula il trasporto, la rimozione per deposizione secca ed umida, ed alcune semplici trasformazioni chimiche per diverse specie inquinanti contemporaneamente. Il campo meteorologico in input a CALPUFF può essere variabile sia nello spazio che nel tempo. Il modello CALPUFF utilizza in maniera diretta l'output prodotto dal modello meteorologico diagnostico CALMET. Oltre a un campo meteorologico tridimensionale complesso, CALPUFF può utilizzare in input anche misure di vento provenienti da una singola centralina, tuttavia ciò non permette di usufruire pienamente delle sue capacità di trattare campi meteorologici variabili nello spazio.

CALPUFF può essere utilizzato per simulare la dispersione su diverse scale. Esso infatti contiene sia algoritmi per la descrizione di effetti importanti in prossimità della sorgente che algoritmi importanti su scale regionali. Tra i primi ci sono fenomeni come il building downwash, effetto scia legato alla presenza di edifici vicino al camino, il *transitional plume rise* (che tratta in maniera maggiormente realistica l'innalzamento del pennacchio,

| | | | |
|---|---|--|--|
|  | COMMITTENTE  versalis | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 20 di 25 | Unit 00 |

considerando opportunamente la contestuale diffusione e trasporto) o il *partial plume penetration* (che tratta maggiormente realisticamente l'interazione del pennacchio con lo strato di inversione termica, importanti nel caso di emissioni da camini di dimensioni paragonabili a quelle dello strato limite. Tra i secondi invece ci sono fenomeni come la deposizione secca e umida, lo shear verticale del vento che provoca il trasporto dell'inquinante con velocità e direzioni diverse in funzione della quota, o la descrizione della dispersione sul mare o vicino alle zone costiere.

Le sorgenti di emissione simulate dal modello possono essere puntuali, areali, lineari o volumetriche. Il rateo e gli altri parametri di emissione (velocità di uscita dei fumi, temperatura, ecc.) possono essere costanti o variabili nel tempo.

CALPUFF ha la peculiarità di utilizzare 3 tipologie di domini di calcolo:

- il dominio meteorologico è definito dalla simulazione di CALMET ed è la massima area su cui possono essere effettuate simulazioni di dispersione;
- il dominio computazionale indica il dominio all'interno del quale vengono considerate le sorgenti emissive e su cui vengono simulati i fenomeni di avvezione e dispersione degli inquinanti; esso può al massimo coincidere con il dominio meteorologico;
- il dominio di campionamento è il dominio su cui vengono forniti gli output di concentrazione; esso può al massimo coincidere con il dominio computazionale.

CALPUFF produce in output per tutte le specie simulate valori orari di concentrazione, deposizione secca e deposizione umida e, per applicazioni in cui la visibilità è un parametro di interesse, coefficienti di estinzione.

3.3 Impostazione delle simulazioni di dispersione atmosferica

Le simulazioni di dispersione atmosferica degli inquinanti sono state effettuate utilizzando il modello CALPUFF. Le simulazioni di dispersione sono state effettuate su un sottodominio del dominio meteorologico, selezionato in maniera tale da essere ragionevolmente sicuri che esso contenga i massimi di concentrazione. A tal fine è stato definito un dominio computazionale di 30x30 km² (Figura 3-G). All'interno di tale dominio è stato definito il dominio di campionamento delle concentrazioni, di dimensione pari a 20x20 km². Il grigliato di output delle concentrazioni ha maglie quadrate di dimensione pari a 200 m. Il dominio computazionale del modello CALPUFF è il dominio all'interno del

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | COMMITTENTE  | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 21 di 25 | Unit 00 |

quale il modello di dispersione simula la dispersione dei puff rilasciati da ciascuna sorgente. Il dominio di campionamento non può mai superare il dominio computazionale ed è l'area all'interno della quale vengono calcolate le concentrazioni.

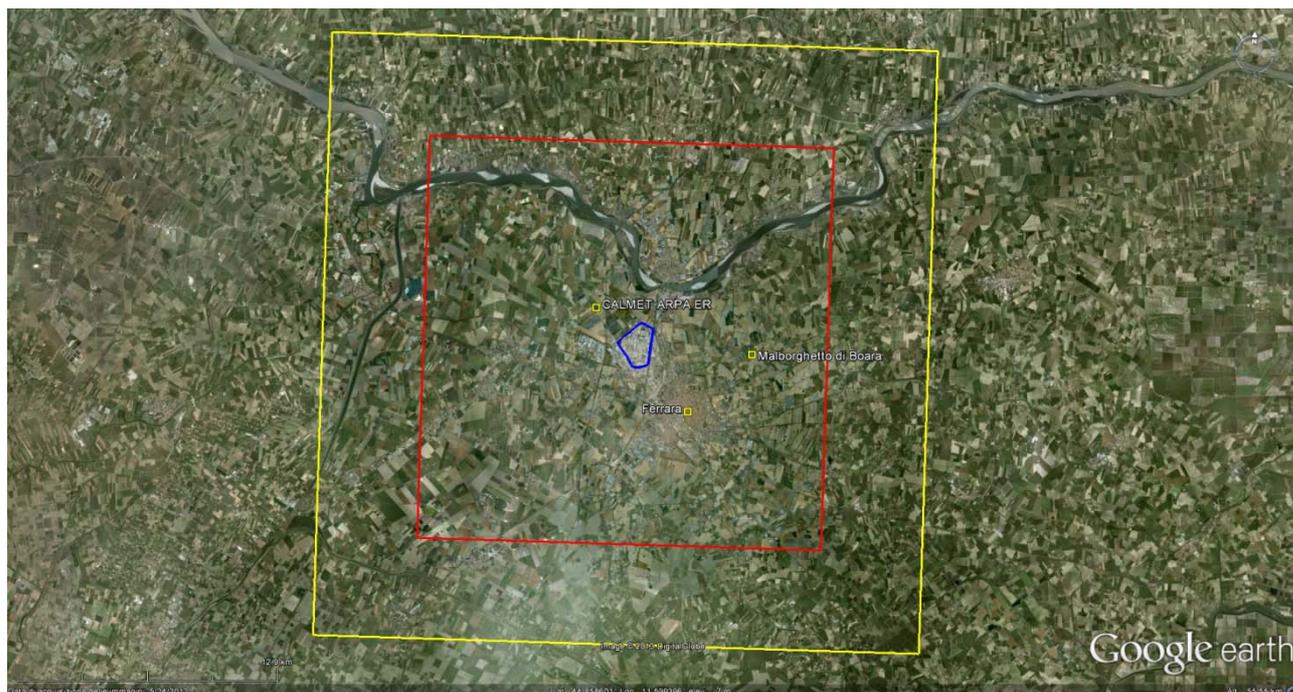


Figura 3-G Domini di simulazione di CALPUFF computazionale (giallo) e CALPUFF campionamento (rosso).

Il modello CALPUFF è stato utilizzato con le seguenti opzioni:

- E' stata calcolata la deposizione secca ed umida degli inquinanti al fine di ottenere una stima il più possibile realistica delle concentrazioni.
- E stata simulata la dispersione in condizioni convettive per mezzo delle probability density functions (PDF) in modo tale da riprodurre il comportamento asimmetrico degli updrafts e dei downdrafts.
- E' stato considerato il building downwash dovuto alle strutture del nuovo impianto e dell'esistente. Tali strutture sono state prima ricostruite su Google Earth (Figura 3-H e Figura 3-I), quindi le loro geometrie e quelle delle sorgenti limitrofe sono state inserite in BPIP per ottenere i parametri di input necessari a CALPUFF.

| | | | |
|---|---|--|--|
|  | COMMITTENTE  versalis | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 22 di 25 | Unit 00 |
| | | | Rev. 01 |

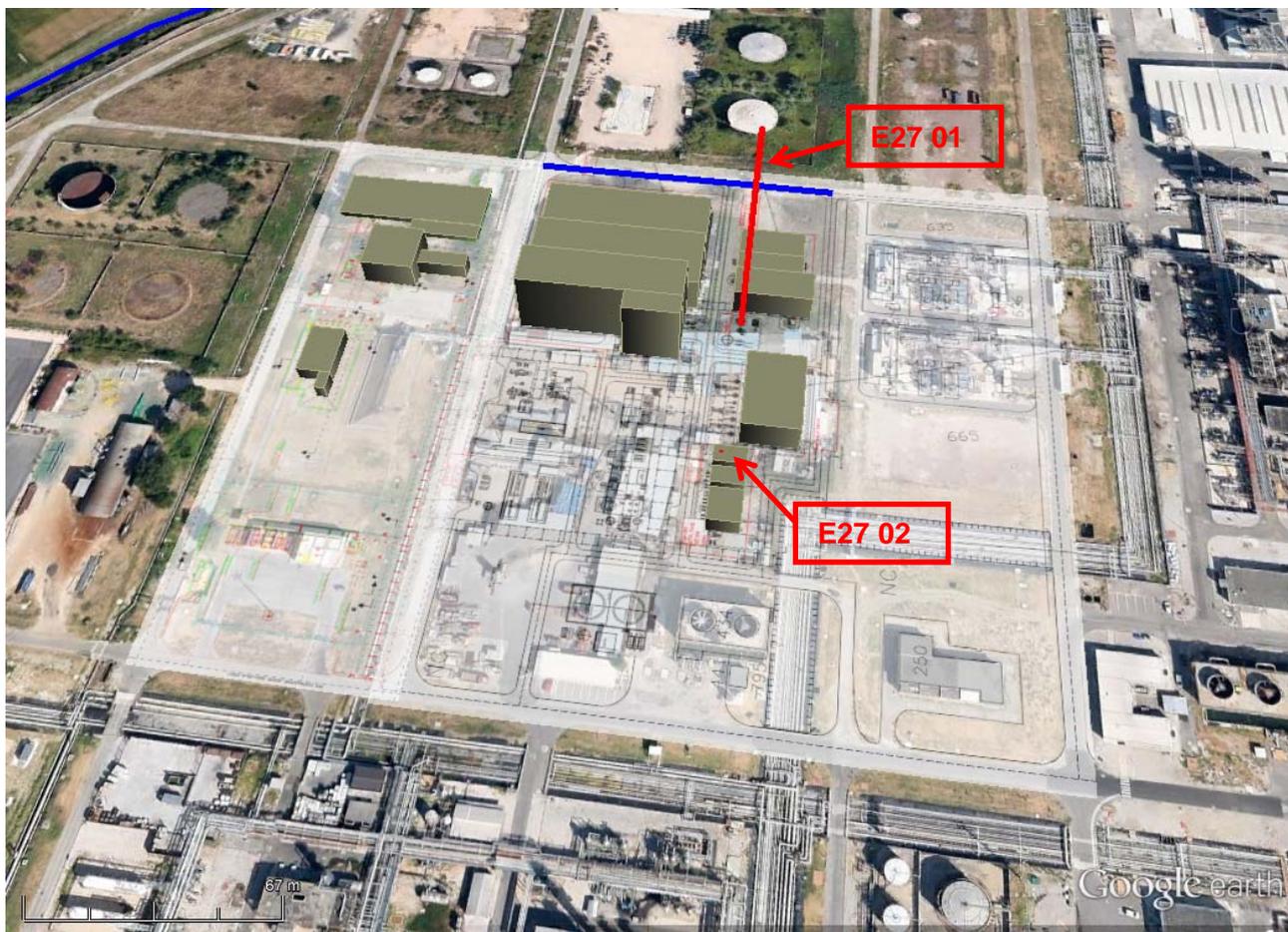


Figura 3-H Strutture potenzialmente responsabili del building downwash del nuovo impianto EP(D)M

| | | | |
|--|---|---|---|
|   | COMMITTENTE  versalis | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 23 di 25 | Unit 00 |



Figura 3-I Strutture potenzialmente responsabili del building downwash dell'impianto esistente

Le concentrazioni degli inquinanti al suolo sono state calcolate in corrispondenza di recettori posti su una griglia cartesiana regolare alla distanza di 200 m uno dall'altro. Il dominio, di forma quadrata, ha un lato di 20 km. Sono inoltre stati considerati sei recettori discreti posti in corrispondenza delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria. Le coordinate dei recettori discreti sono riportate in Tabella 3-A mentre la loro posizione rispetto all'impianto è indicata in Figura 3.3-J.

| Centralina | Recettore | X (m) | Y (m) |
|--------------|-----------|--------|---------|
| Isonzo | 1 | 706519 | 4968775 |
| Villa Fulvia | 2 | 709468 | 4966844 |
| Bellonci | 3 | 709074 | 4968984 |
| Mizzana | 4 | 704001 | 4969541 |
| Cassana | 5 | 702401 | 4969319 |
| Barco | 6 | 706035 | 4970811 |

Tabella 3-A Coordinate UTM 32T dei recettori discreti.

| | | | |
|---|--|--|--|
|  | COMMITTENTE  | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 24 di 25 | Unit 00 Rev. 01 |

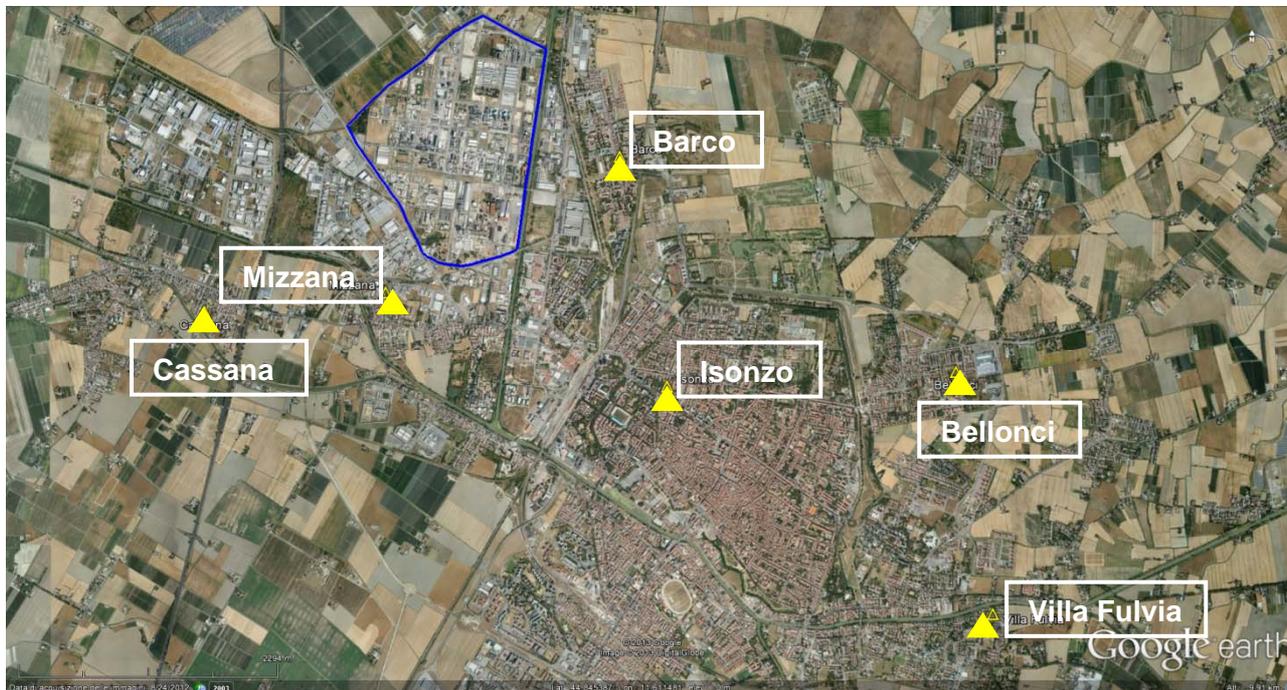


Figura 3.3-J Posizione dei recettori discreti (triangoli gialli) rispetto all'impianto (poligono blu).

| | | | |
|--|---|---|---|
|   | COMMITTENTE  eni versalis | Committente Job N. 022715 | Appaltatore Job N. 022715 |
| | LOCALITA' Ferrara (Fe) | Committente Doc. N. FE427512 | Appaltatore Doc. N. Spc. 00-ZA-E-85522 |
| | PROGETTO Nuovo Impianto EP(D)M Autorizzazione Integrata Ambientale | Allegato D.5 Pag. 25 di 25 | Unit 00 Rev. 01 |

RIFERIMENTI

ANPA (2000) I modelli nella valutazione della qualità dell'aria. RTI CTN_ ACE 2/2000.

Bellasio R., G.Maffeis, J.Scire, M.G.Longoni, R.Bianconi and N.Quaranta (2005) Algorithms to account for topographic shading effects and surface temperature dependence on terrain elevation in diagnostic meteorological models. Boundary-Layer Meteorology, 114: 595-614.

Scire, J.S., D.G. Strimaitis and R.J. Yamartino, 2000a: A user's guide for the CALPUFF dispersion model (Version 5). Earth Tech. Inc., Concord, MA.

Scire, J.S., F.R. Robe, M.E. Fernau and R.J. Yamartino, 2000b: A user's guide for the CALMET meteorological model (Version 5). Earth Tech. Inc., Concord, MA.

US-EPA (2005). Revision to the Guideline on Air Quality Models: Adoption of a Preferred General Purpose (Flat and Complex Terrain) Dispersion Model and Other Revisions; Final Rule. Federal Register, Vol. 70, N. 216, November 9, 2005. Rules and Regulations.

Yamartino, R.J., J.S. Scire , S. R. Hanna, G.R. Carmichael and Y.S. Chang, 1989: CALGRID: A Mesoscale Photochemical Grid Model. Volume I: Model Formulation Document. California Air Resources Board, Sacramento, CA.

Yamartino, R.J., J.S. Scire , S. R. Hanna, G.R. Carmichael and Y.S. Chang, 1992: CALGRID mesoscale photochemical grid model. I – Model formulation, Atmospheric Environment, 26A, 1493-1512.