



## ***Allegato D5***

### **RELAZIONE TECNICA SU DATI METEOCLIMATICI**

## INDICE

1	IL SISTEMA MODELLISTICO CALMET/CALPUFF .....	3
1.1	CRITERI DI SELEZIONE .....	3
1.2	CALMET .....	4
1.3	CALPUFF .....	4
2	CONDIZIONI METEOCLIMATICHE .....	5
2.1	Inquadramento generale .....	6
2.2	Analisi locale.....	7
2.2.1	Caratterizzazione anemologica .....	8
2.2.2	Precipitazione .....	9
2.2.3	Temperatura .....	11
2.2.4	Umidità relativa.....	13
3	DATI DI INPUT .....	14
3.1	CALMET .....	14
3.2	CALPUFF .....	18
4	BIBLIOGRAFIA .....	19

## 1 IL SISTEMA MODELLISTICO CALMET/CALPUFF

### 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.).
- 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 meteodiffusive 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.

## 1.2 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).

## 1.3 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, 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;
- 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.

## 2 CONDIZIONI METEOCLIMATICHE

Le condizioni meteo-climatiche 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.

In questo capitolo, allo scopo di fornire un inquadramento climatologico a livello regionale, viene inizialmente riportata la descrizione generale che appare nel Rapporto sulla Qualità dell'Aria di Pavia e Provincia, Anno 2006. Successivamente vengono invece illustrati i risultati ottenuti dall'analisi delle variabili meteorologiche locali, misurate cioè da stazioni distanti non più di qualche decina di chilometri dall'area oggetto dello studio.

## **2.1 Inquadramento generale**

Il contenuto di questo paragrafo viene ripreso, con alcune modifiche, dal Rapporto sulla Qualità dell'Aria di Pavia e Provincia, Anno 2006.

*“La situazione meteorologica della Pianura Padana, con la presenza delle Alpi e dell'Appennino è particolarmente svantaggiata. Si tratta di una vasta pianura circondata a Nord, Ovest e Sud da catene montuose che si estendono fino a quote elevate, determinando così peculiarità climatologiche sia dal punto di vista fisico sia da quello dinamico. La Lombardia si trova nella parte centrale della Pianura Padana, in un contesto che presenta caratteristiche uniche, dal punto di vista climatologico, determinate in gran parte dalla conformazione orografica dell'area. Le principali caratteristiche fisiche sono la spiccata continentalità dell'area, il debole regime del vento e la persistenza di condizioni di stabilità atmosferica.*

*Dal punto di vista dinamico, la presenza della barriera alpina influenza in modo determinante l'evoluzione delle perturbazioni di origine atlantica, determinando la prevalenza di situazioni di occlusione e un generale disaccoppiamento tra le circolazioni nei bassissimi strati e quelle degli strati superiori. Tutti questi fattori influenzano in modo determinante le capacità dispersive dell'atmosfera, e quindi le condizioni di accumulo degli inquinanti, soprattutto in periodo invernale, ma anche la presenza di fenomeni fotochimici nel periodo estivo.*

*Il clima della pianura padana è, pertanto, di tipo continentale, ovvero caratterizzato da inverni piuttosto rigidi ed estati calde, l'umidità relativa dell'aria è sempre piuttosto elevata. Le precipitazioni di norma sono poco frequenti e concentrate in primavera ed autunno. La ventilazione è scarsa in tutti i mesi dell'anno.*

*La continentalità del clima è meno accentuata in prossimità delle grandi aree lacustri. Durante l'inverno il fenomeno di accumulo degli inquinanti è più accentuato, a causa della scarsa circolazione di masse d'aria al suolo. La temperatura media è piuttosto bassa e l'umidità relativa è generalmente molto elevata.*

*La presenza della nebbia è particolarmente accentuata durante i mesi più freddi. Lo strato d'aria fredda, che determina la nebbia, persiste spesso tutto il giorno nel cuore dell'inverno, ma di regola si assottiglia in modo evidente durante le ore pomeridiane.*

*La zona centro-occidentale della Pianura Padana, specie in prossimità delle Prealpi, è interessata dalla presenza di un vento particolare, il foehn, corrente di aria secca che si riscalda scendendo dai rilievi. La frequenza di questo fenomeno è elevata nel periodo compreso tra dicembre e maggio, raggiungendo generalmente il massimo in marzo. Il fenomeno del foehn, che ha effetti positivi sul ricambio della massa d'aria quando giunge fino al suolo, può invece determinare intensi fenomeni di accumulo degli inquinanti quando permane in quota e comprime gli strati d'aria sottostanti, formando un inversione di temperatura in quota”.*

## 2.2 Analisi locale

Nei paragrafi successivi è riportata la caratterizzazione meteoroclimatica locale dell'area di studio, effettuata sulla base dei dati storici riportati nell'archivio SCIA (Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale) di APAT (<http://www.scia.sinanet.apat.it>). Le stazioni considerate per l'analisi climatologica e le variabili da esse misurate sono riepilogate in Tabella 1. La posizione delle stazioni meteorologiche (cerchi verdi) viene illustrata in Figura 2.1 assieme alla posizione dello stabilimento (poligono blu). Le distanze delle stazioni di monitoraggio dallo stabilimento sono variabili dai circa 6 km della stazione di Lomello ai circa 50 km della stazione di Linate.

Stazione	Tipo di stazione	Var misurate
Alessandria-Lobbi	Regionale	Rosa del vento
Casale Monferrato	Regionale	Rosa del vento
Castello d'Agogna	Regionale	Precipitazione
Isola Sant'Antonio	Regionale	Precipitazione, temperatura, umidità
Pomello	Regionale	Precipitazione, temperatura
Linate	Sinottica UGM/ENAV	Rosa del vento
Pavia	Regionale	Precipitazione
Voghera	Regionale	Precipitazione, temperatura, umidità

Tabella 1. Stazioni considerate per l'analisi climatologica.

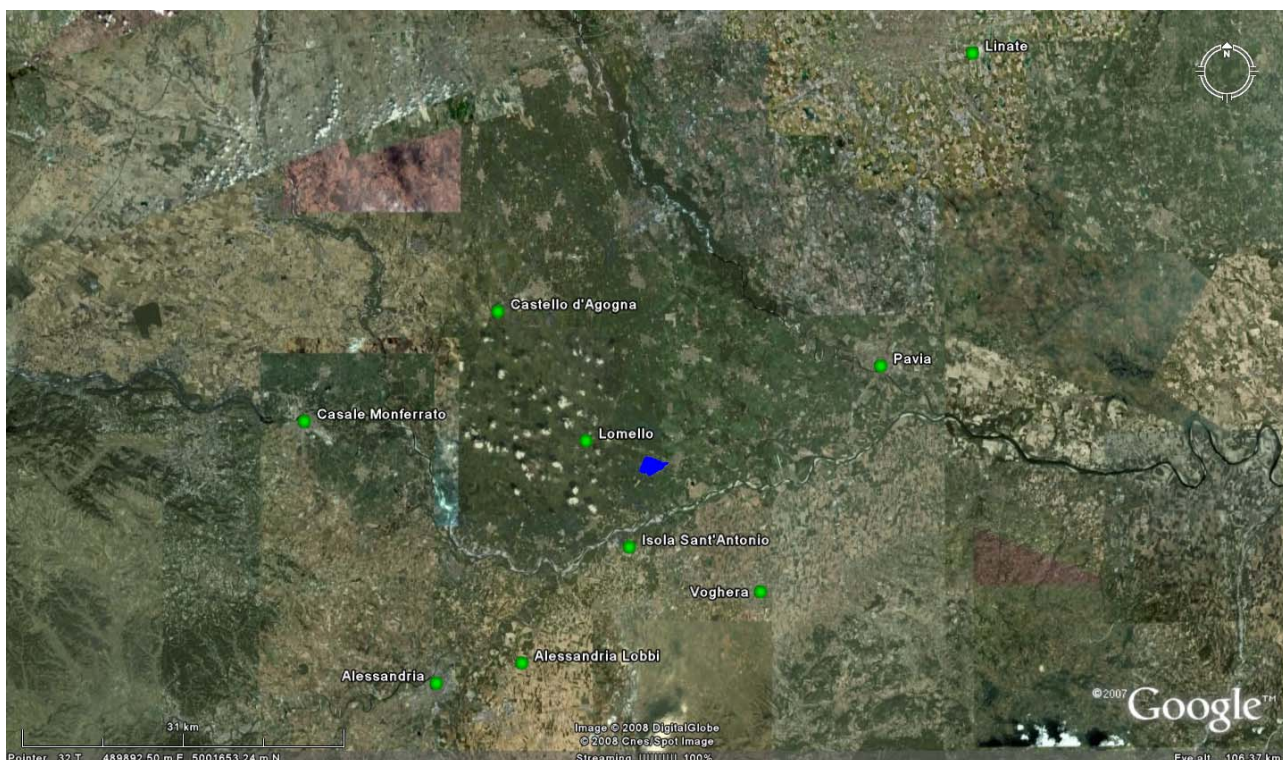


Figura 2.1. Posizione delle stazioni utilizzate per l'analisi climatologica. L'area in cui è ubicata la Centrale EniPower è indicata con un poligono blu.

### 2.2.1 Caratterizzazione anemologica

In Figura 2.2 vengono riportate le rose dei venti costruite a partire dai dati SCIA delle stazioni di Linate, Alessandria-Lobbi e Casale Monferrato. Come indicato nel sito SCIA, le frequenze di direzione e velocità del vento sono state ottenute da almeno 15 anni, anche non consecutivi, di dati validi. Nella descrizione seguente le calme di vento devono essere intese come vento di intensità inferiore a 0.5 m/s.

Nella stazione di Linate le calme di vento riguardano il 54.1% delle misure, mentre nel 32.2% dei casi il vento è compreso tra 0.5 e 3 m/s. La direzione di provenienza del vento più frequente è la Est Nord Est con 5.8% degli eventi, e con venti da deboli a moderati. Sono però frequenti anche i venti da Sud Ovest (5.5% degli eventi); i venti provenienti dall'arco compreso, in senso antiorario, da Sud Sud Ovest a Ovest Sud Ovest caratterizzano quasi il 16% degli eventi. Nella stazione di Alessandria-Lobbi le calme costituiscono l'11.8% delle misure, mentre i venti con intensità inferiore ai 3 m/s sono circa il 70%. Le direzioni di provenienza del vento più frequenti sono Sud Sud Ovest con il 15% delle occorrenze, e Sud Ovest con il 13% circa. I venti da Nord si presentano all'incirca nel 10% delle misure. Nella stazione di Casale Monferrato le calme di vento interessano il 16.5% dei casi, e nel 72% circa dei casi il vento ha velocità inferiore ai 3



m/s. La direzione di provenienza del vento più frequente è Nord Nord Ovest con il 13.2% degli eventi, seguita dalla direzione contigua, Nord Ovest, con oltre il 9% degli eventi. Anche i venti provenienti da Sud sono abbastanza frequenti (8.5% delle misure).

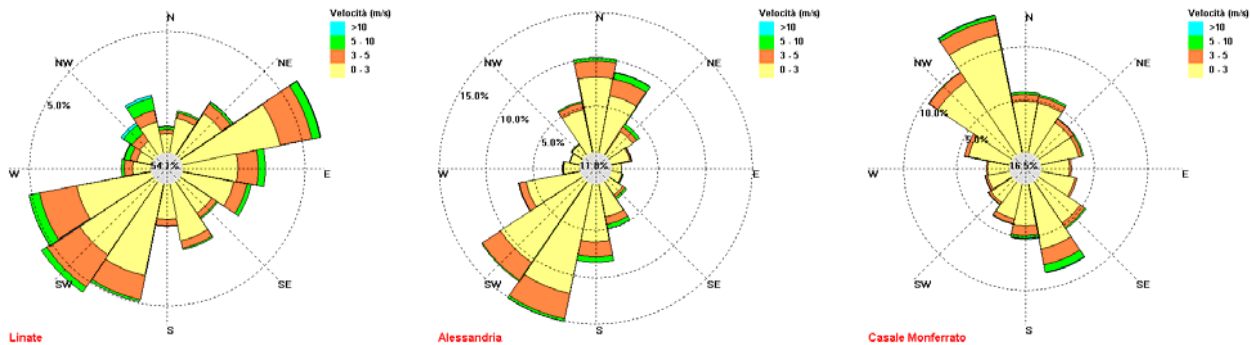
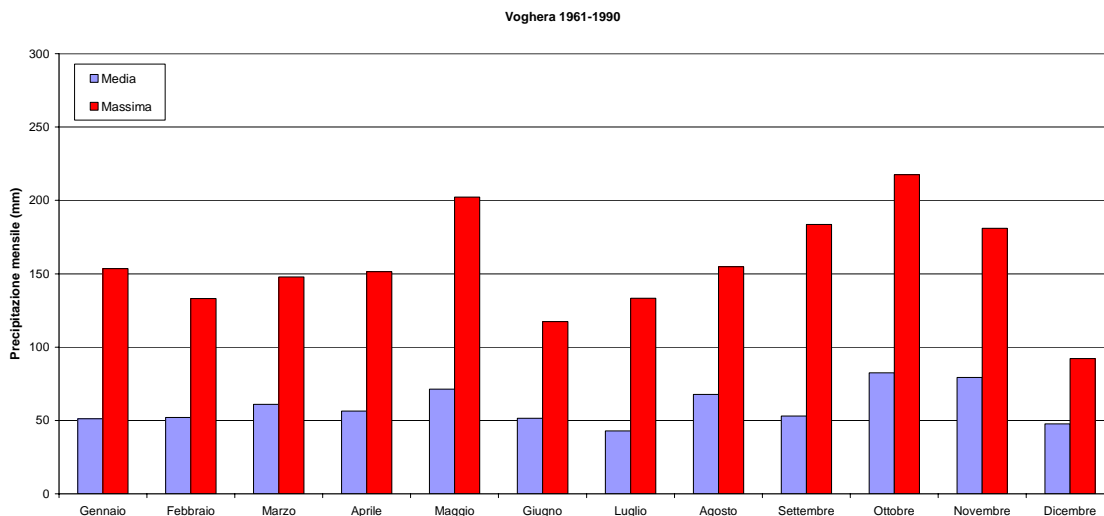


Figura 2.2. Rose dei venti derivate dai dati climatologici del sito SCIA per Linate (sinistra), Alessandria (centro) e Casale Monferrato (destra).

### 2.2.2 Precipitazione

In questo paragrafo vengono mostrate le precipitazioni medie mensili relative al periodo temporale 1961-1990, statistica disponibile direttamente sul sito SCIA di APAT, e al periodo più recente 1977-2007, ottenuto elaborando dati mensili di un trentennio provenienti sempre da SCIA.

Gli andamenti della precipitazione massima e media mensile per gli anni 1961-1990 relativi alle stazioni di Voghera e Isola Sant'Antonio sono mostrati in Figura 2.3. Per entrambe le stazioni il mese più piovoso è ottobre, con oltre 80 mm di pioggia. La precipitazione media annua misurata a Voghera è di 717 mm, mentre a Isola Sant'Antonio è di 742 mm.



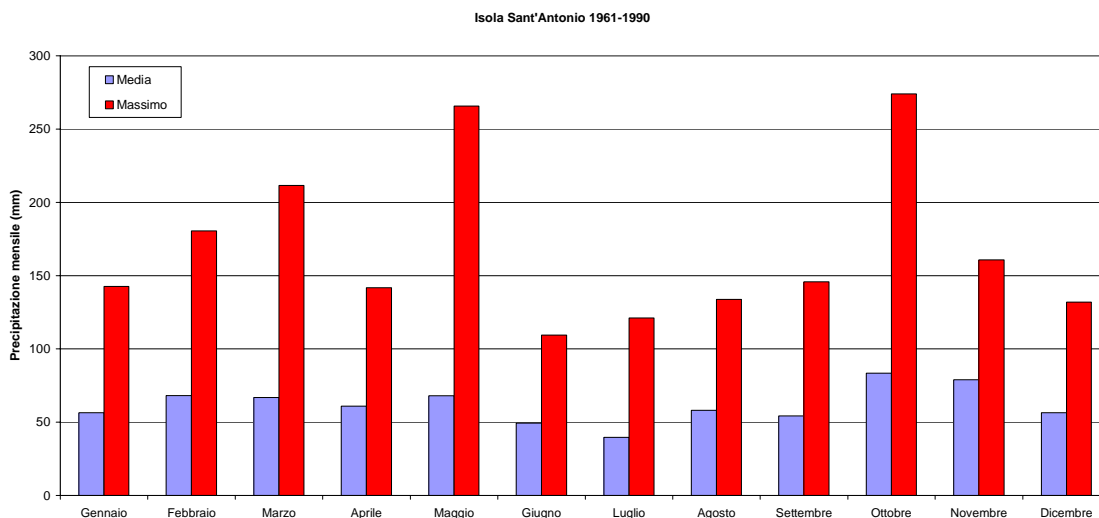
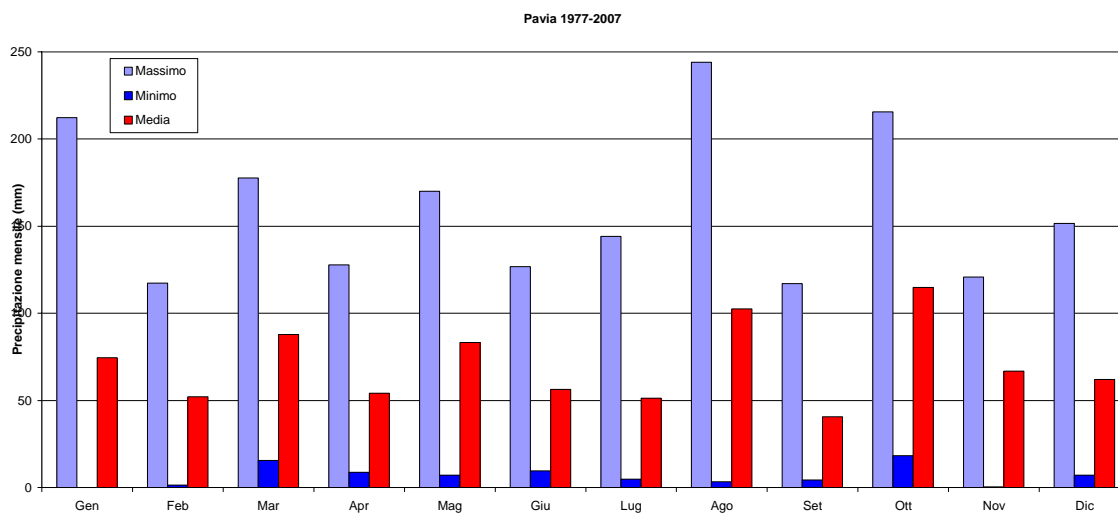


Figura 2.3. Precipitazione massima e media mensile negli anni 1961-1990 a Voghera e Isola Sant'Antonio.

Le precipitazioni negli anni 1977-2007 sono state misurate nelle stazioni di Pavia, Lomello e Castello d'Agogna. In Figura 2.4 vengono mostrate le precipitazioni medie mensili ed i loro valori minimi e massimi. La massima precipitazione totale annuale viene registrata nella stazione di Pavia, dove si raggiungono circa 850 mm, mentre a Lomello e a Castello d'Agogna la precipitazione annuale media si attesta attorno ai 680 mm.

Il mese mediamente più piovoso secondo la statistica di Pavia e Lomello è ottobre con 115 e 98 mm rispettivamente. Per Castello d'Agogna invece il mese più piovoso è novembre con 91 mm.



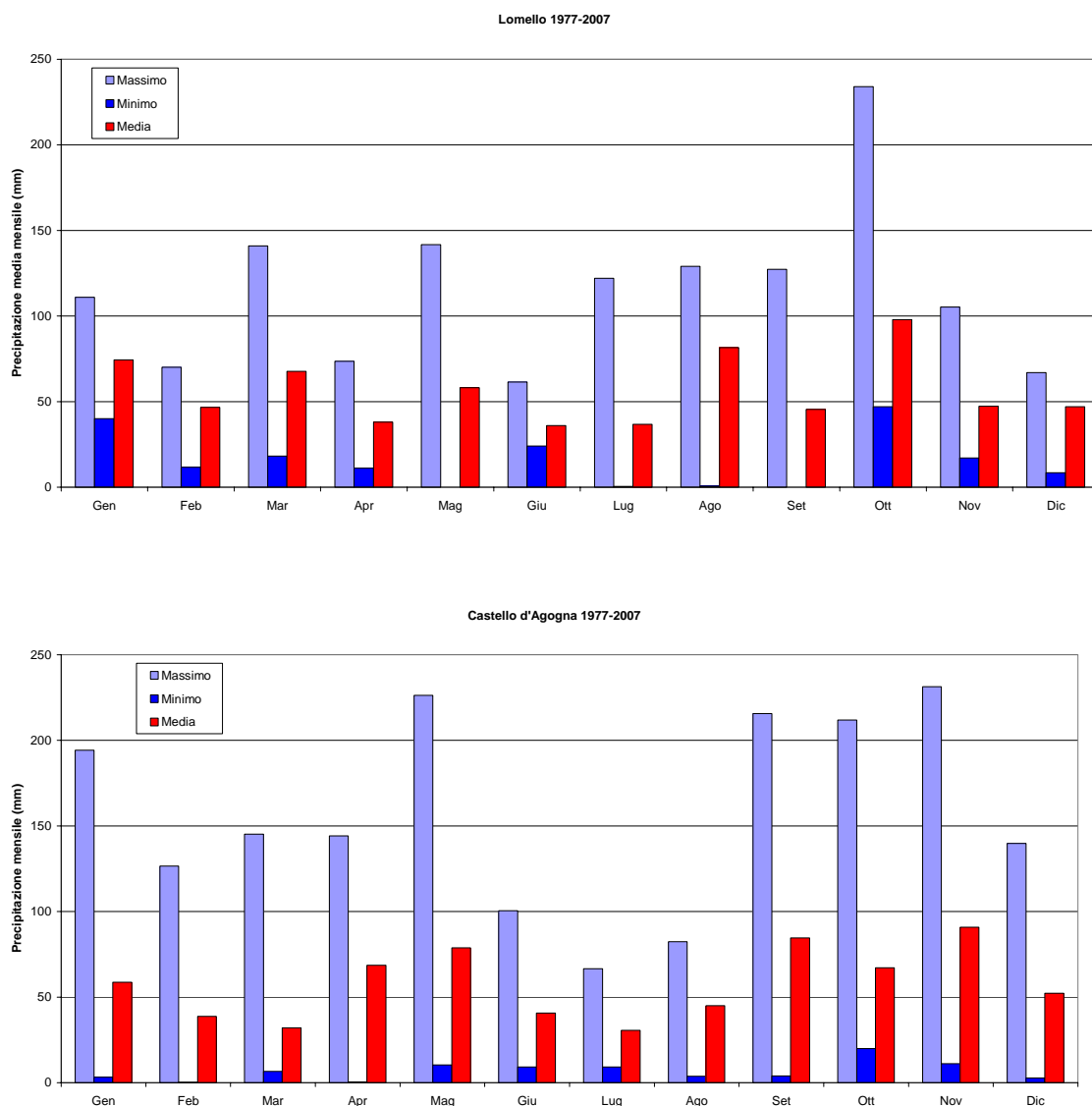
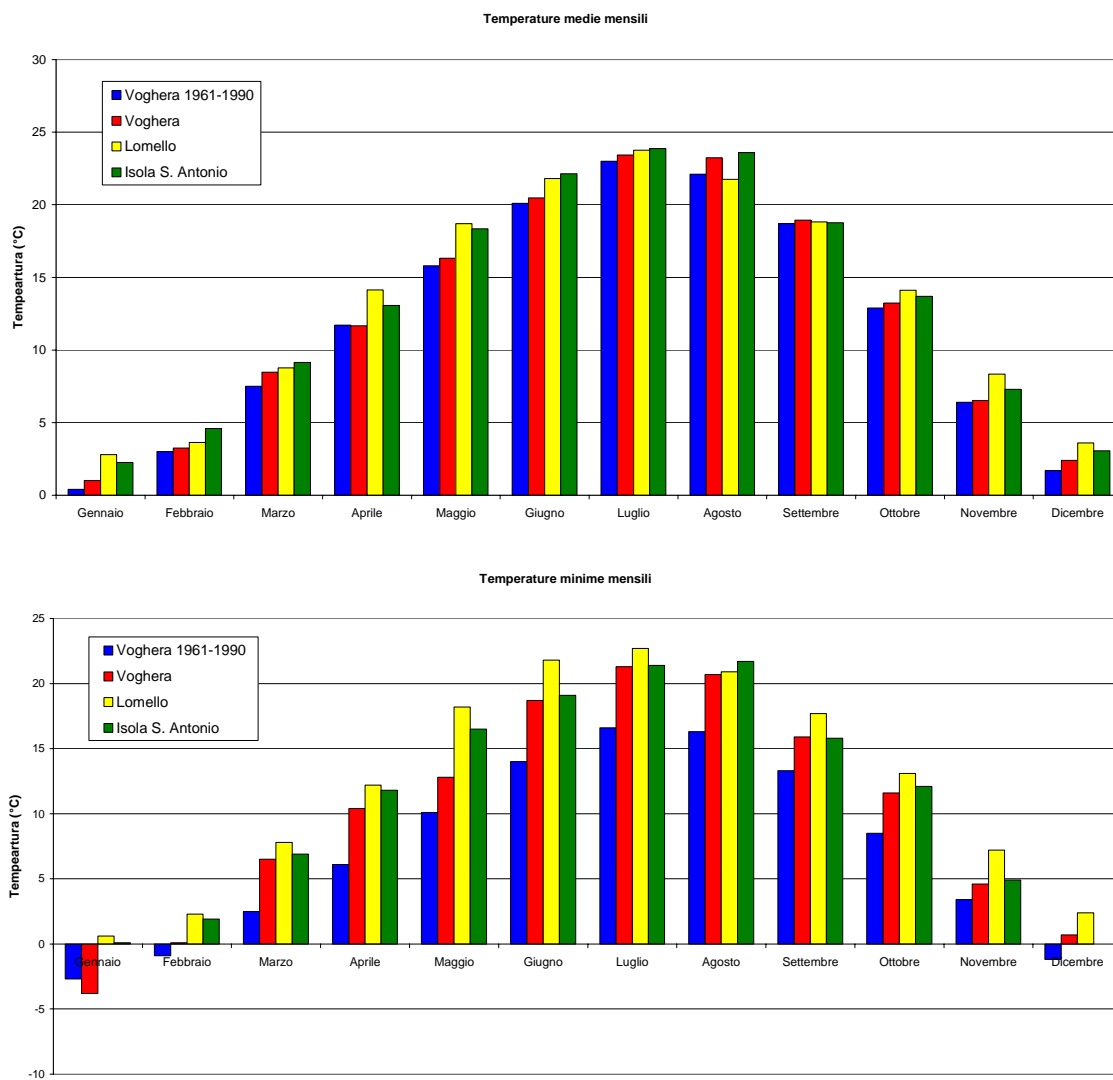


Figura 2.5. Precipitazione mensile: massimo, minimo e media negli anni 1977-2007 a Pavia, Lomello e Castello d'Agogna.

### 2.2.3 Temperatura

Come per la precipitazione, anche la temperatura è disponibile dal servizio SCIA come statistica già elaborata per il periodo 1961-1990, oppure come dato medio mensile per un periodo di anni. Il dato mensile è stato utilizzato per calcolare le statistiche relative al periodo 1977-2007. La statistica relativa alle temperature per il trentennio 1961-1990 è disponibile per la stazione di Voghera, mentre i dati per il periodo 1977-2007 sono disponibili sempre per Voghera, per Lomello e Isola S. Antonio. Per il periodo più recente i valori medi mensili di ciascun anno sono stati analizzati per determinare le medie, le minime e le massime nel trentennio.

Le temperature medie mensili vengono mostrate nella parte alta di Figura 2.6. Il grafico riporta la temperatura media della stazione di Voghera sia per il periodo 1961-1990 che per il periodo 1977-2007; come si osserva i valori non hanno subito grandi variazioni durante i due periodi.



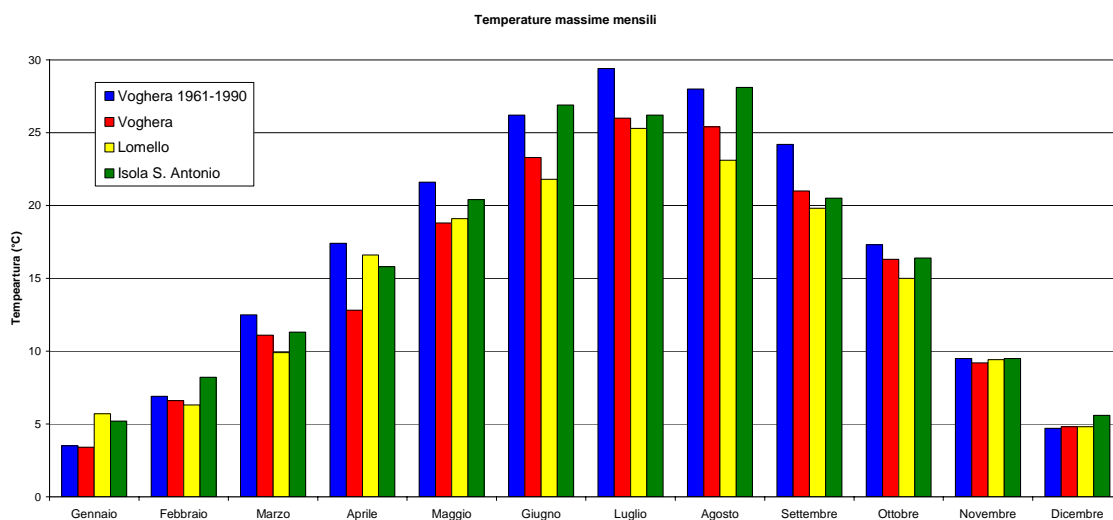


Figura 2.6. Temperature medie (alto), minime (centro) e massime (basso) mensili.

Per quanto riguarda i valori delle temperature minime e massime, si osserva che per il periodo 1961-1990, esse rappresentano le medie delle minime o delle massime giornaliere, mentre per il periodo più recente esse rappresentano le minime o le massime medie mensili.

I valori minimi di temperatura (Figura 2.6, centro) vanno da circa -3 °C della stazione di Voghera nel mese di gennaio, a circa 23 °C del mese di luglio nella stazione di Lomello. I valori massimi mensili (Figura 2.6, basso) invece vanno dai 3.5 °C di Voghera ai quasi 30 °C, sempre di Voghera.

#### 2.2.4 Umidità relativa

Il grafico dell'andamento mensile dell'umidità relativa nelle stazioni di Voghera e Isola Sant'Antonio è illustrato in Figura 2.7 per il periodo 1977-2007.

Nella stazione di Voghera il valore minimo dell'umidità relativa media è 55% a luglio, mentre nella stazione di Isola S. Antonio il valore minimo è 67% circa a giugno. Nei mesi invernali l'umidità relativa ha valori più elevati, poco superiori all'80% a Voghera e al 90% a Isola S. Antonio.

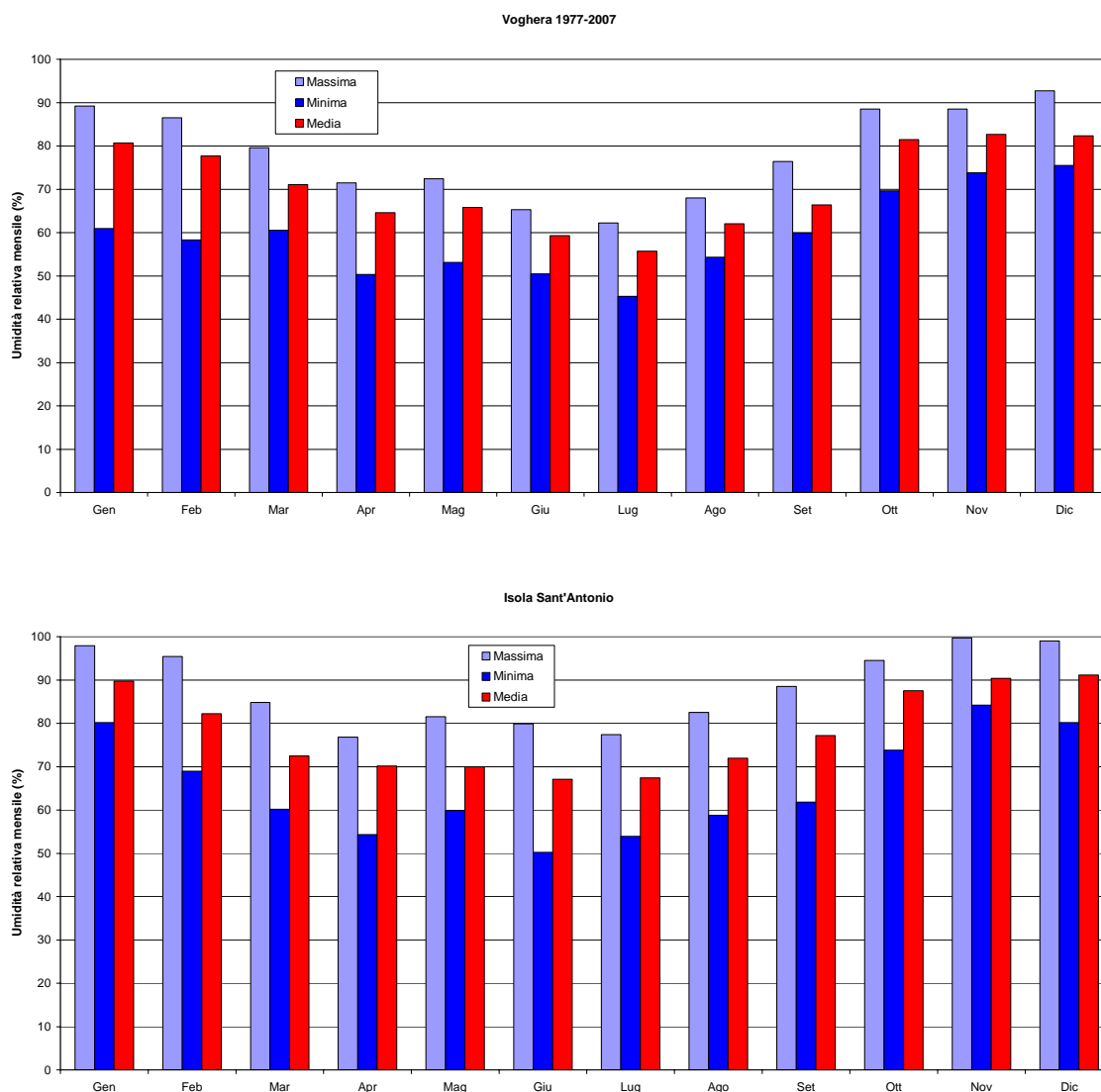


Figura 2.7. Andamento del valor medio mensile dell'umidità relativa nelle stazioni di Voghera e di Isola Sant'Antonio (1977-2007).

### 3 DATI DI INPUT

#### 3.1 CALMET

Il dominio di simulazione del modello meteorologico diagnostico CALMET (rappresentato in Figura 5.1 con un rettangolo verde) è situato per la maggior parte all'interno della Regione Lombardia, ma interessa anche aree del Piemonte e dell'Emilia Romagna. Il dominio è posizionato in modo tale che al suo interno sia compreso l'aeroporto di Linate a Nord Est, da cui derivano i radiosondaggi.

Le coordinate UTM 32T dell'angolo di Sud Ovest del dominio di CALMET sono  $X = 472000$  m,  $Y = 4977000$  m; la dimensione del dominio di simulazione è di  $60 \times 59$  km<sup>2</sup>. 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.

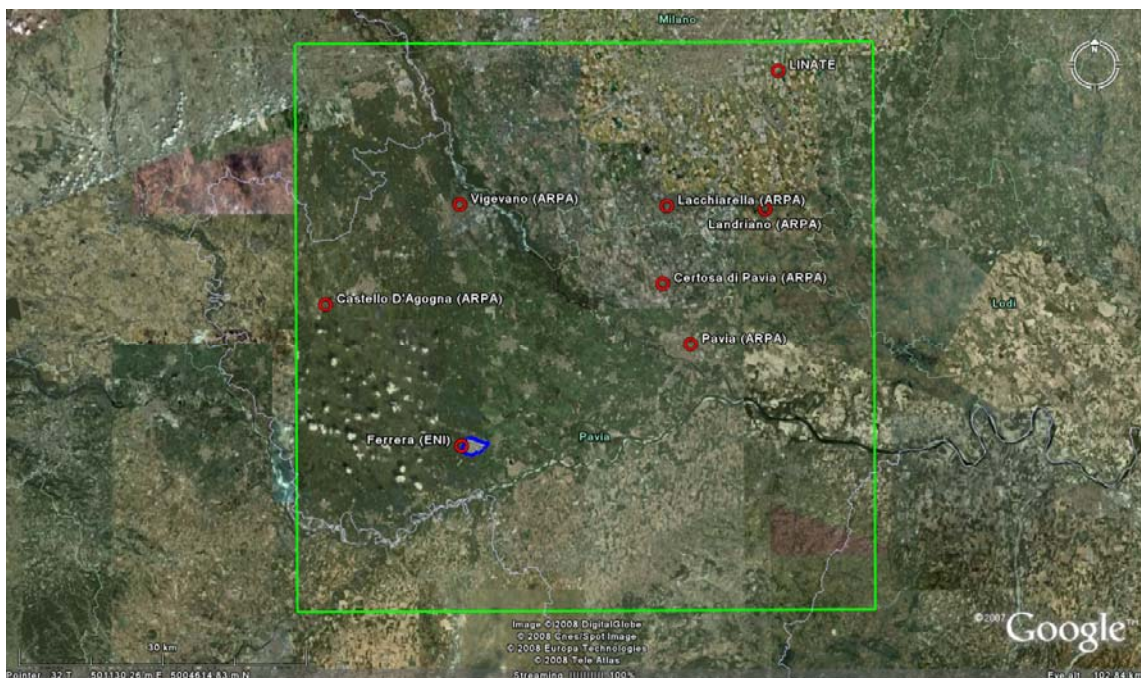


Figura 3.1. Dominio di simulazione del modello meteorologico diagnostico CALMET.

La zona di studio è situata all'interno di un'area con orografia non molto complessa. L'orografia media e l'utilizzo del suolo sono stati determinati per ogni cella del dominio di calcolo descritto a partire da dati originali che hanno una risoluzione di 30" (cioè circa 700 m in longitudine e 900 m in latitudine). 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 5.2. L'orografia media sulle celle di lato pari a 500 m (Figura 5.3) varia da circa 50 metri a circa 600 m nella zona a Sud Ovest del dominio. In direzione verticale sono state utilizzate 8 griglie di calcolo per un'altezza totale di 3000 m. Il periodo temporale di simulazione è l'intero anno 2007.

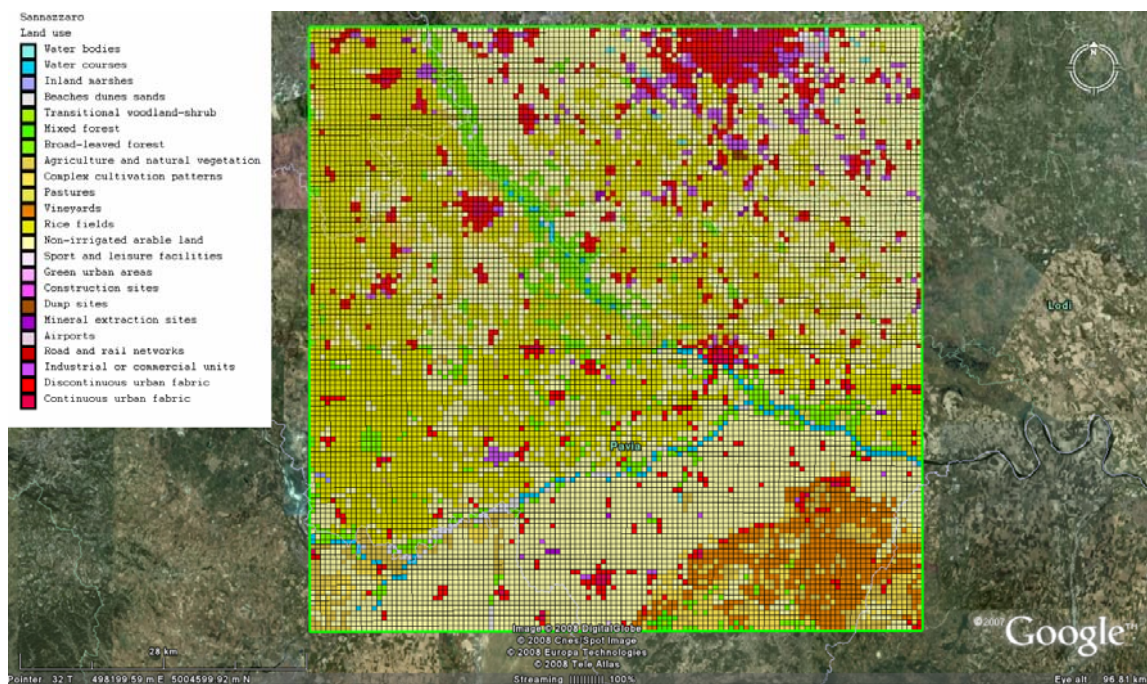


Figura 3.2. Utilizzo del suolo sul dominio discretizzato con celle di 500 m.

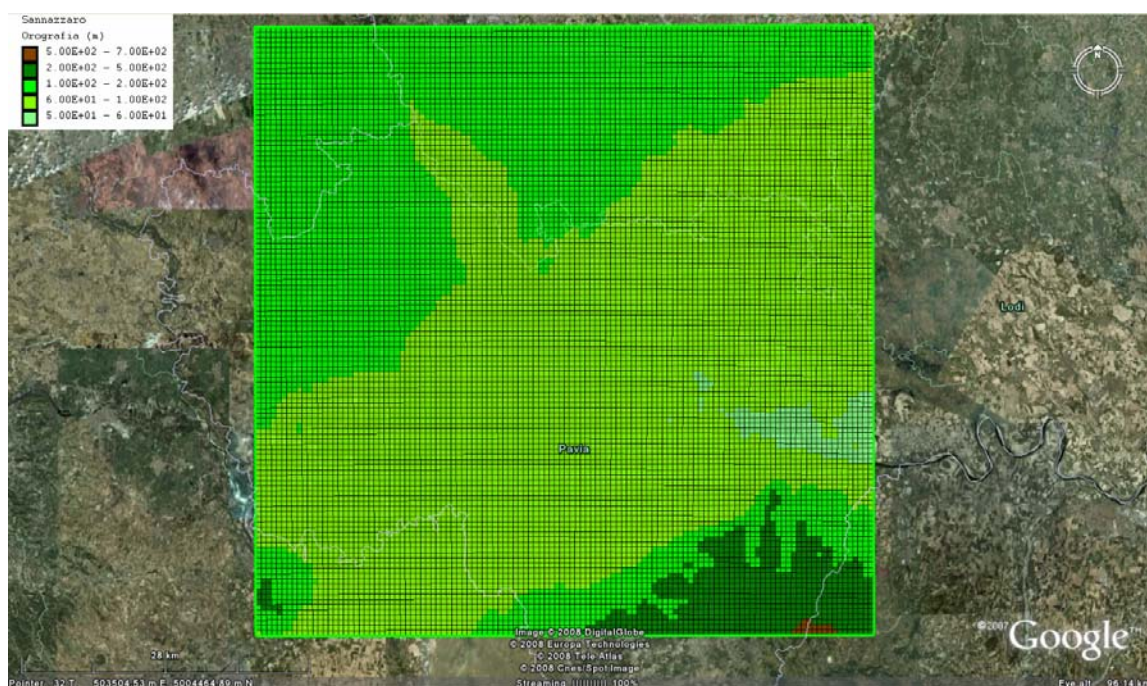


Figura 3.3. Orografia sul dominio discretizzato con celle di 500 m.

I dati meteorologici superficiali relativi all'anno 2006, forniti in input al modello sono stati confrontati con dati climatologici dell'archivio SCIA (<http://www.scia.sinanet.apat.it>) e giudicati rappresentativi.

Si osserva che non è stato possibile simulare l'anno 2007 poiché sia i dati dell'anemometro sonico di Ferrera Erbognone (EniPower) che i dati delle stazioni



meteorologiche convenzionali di Pavia e Castello d'Agogna, sono caratterizzati da rendimenti molto bassi. Inoltre non sono stati utilizzati i dati meteorologici della stazione di Sannazzaro a causa di anomalie persistenti in tutti gli anni nei dati di direzione e velocità del vento.

Il modello CALMET necessita in ingresso di misure meteorologiche al suolo con risoluzione oraria e di almeno un profilo verticale con risoluzione temporale non superiore alle 12 ore. Tali informazioni sono state ottenute:

- dai radiosondaggi effettuati nell'aeroporto di Linate (dati in quota),
- dai dati misurati dalle stazioni ARPA Lombardia di Castello d'Agogna, Certosa di Pavia, Pavia, Lacchiarella, Landriano e Vigevano (dati in superficie),
- dai dati misurati dall'anemometro sonico di EniPower, gestito da ARPA Lombardia, situato poco all'esterno dell'impianto (dati in superficie).

I dati meteorologici necessari a CALMET dalle stazioni di 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 del vento ottenute a partire dalle misure effettuate durante l'anno 2006 per le stazioni in superficie vengono riportate in Figura 3.4.

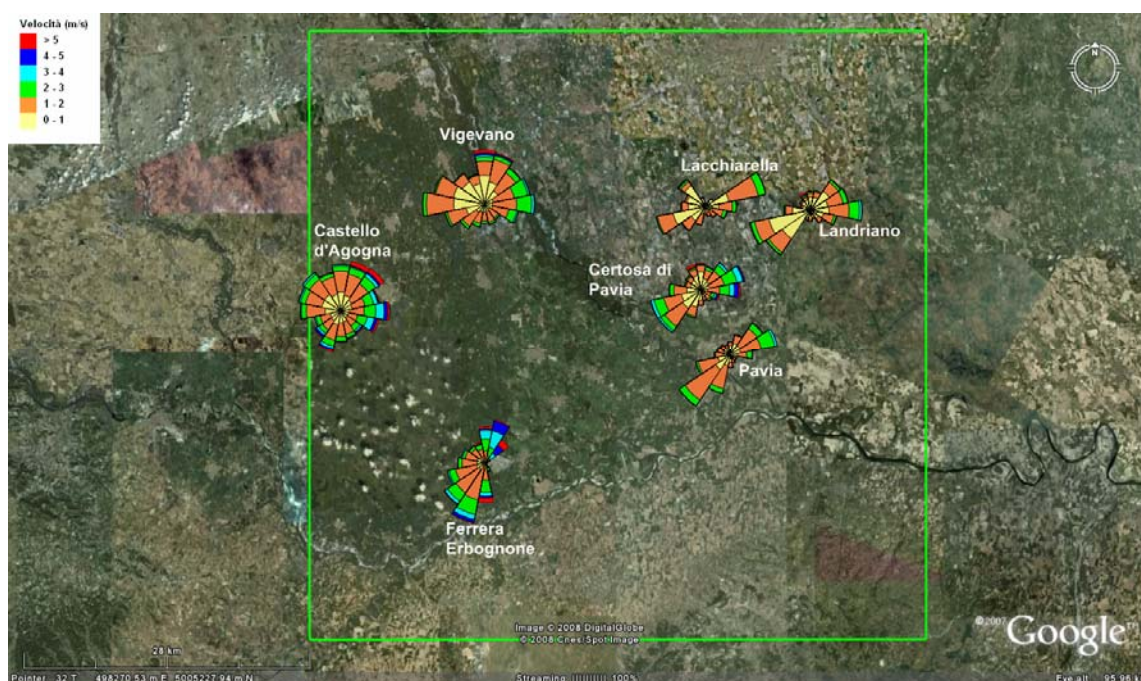


Figura 3.4. Rose dei venti delle stazioni superficiali (anno 2006) e loro posizioni.

Si osserva che le rose del vento mostrate in Figura 3.4 hanno caratteristiche abbastanza diverse tra loro, in quasi tutte però si osserva una importante componente del vento

attorno alla direzione Sud Ovest. Tale componente è evidente anche nelle rose del vento delle stazioni di Linate e Alessandria create a partire dai dati climatologici (Figura 2.2). Poiché il modello meteorologico CALMET è di tipo diagnostico, per determinare i valori delle variabili in ogni punto del suo dominio, esso effettua interpolazioni che dipendono dalla distanza. Quindi, in prossimità del sito industriale, il vento alle quote inferiori avrà caratteristiche dettate principalmente dalla rosa dei venti di Ferrera Erbognone.

### 3.2 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  $20 \times 20 \text{ km}^2$  centrato sulla raffineria di Sannazzaro (Figura 3.5). All'interno di tale dominio è stato definito il dominio di campionamento delle concentrazioni, di dimensione pari a  $16 \times 16 \text{ km}^2$ . Il grigliato di output delle concentrazioni ha maglie quadrate di dimensione pari a 250 m, avendo applicato un fattore di nesting rispetto alle griglie del modello meteorologico pari a 2. Il dominio computazionale del modello CALPUFF è il dominio all'interno del 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.

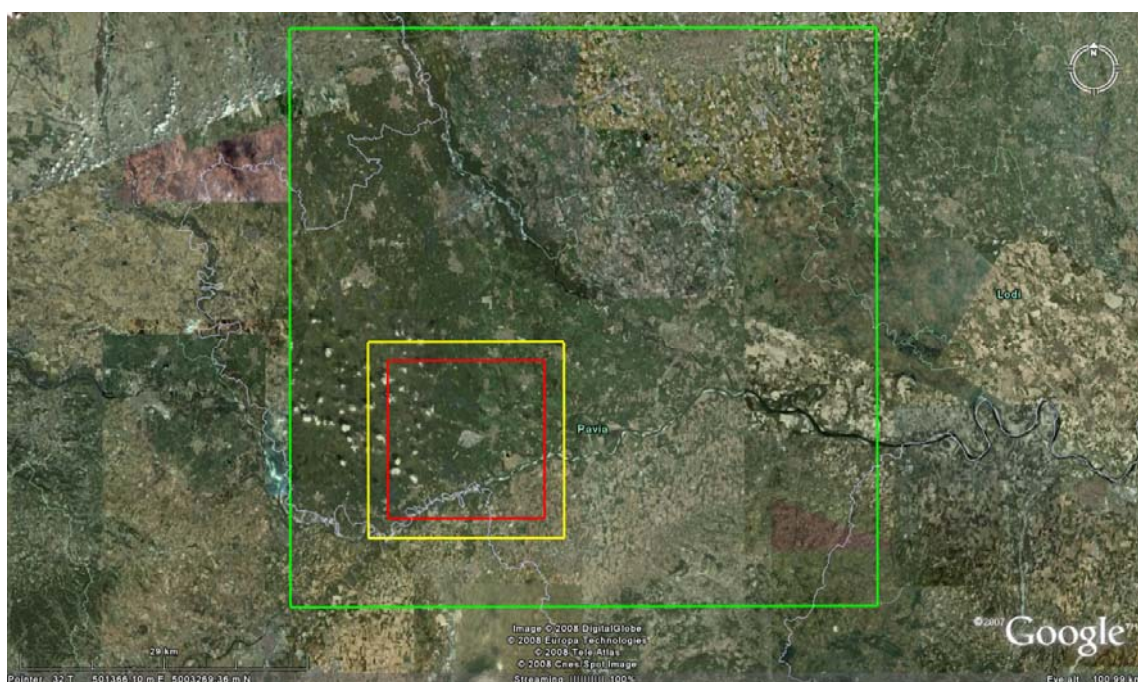


Figura 3.5. Domini di simulazione di CALMET (verde), CALPUFF computazionale (giallo) e CALPUFF campionamento (rosso).

Le simulazioni di dispersione atmosferica degli inquinanti sono state effettuate utilizzando il modello CALPUFF. Il modello è stato utilizzato con le seguenti opzioni:

- è stata calcolata la deposizione secca ed umida degli inquinanti al fine di ottenere una stima il più possibile realistica delle concentrazioni;
- è 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.

#### 4 BIBLIOGRAFIA

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 Environ.*, 26A, 1493-1512.