



DICEMBRE 2022

PROGRAMMA AMBIENTE APUANE S.P.A.

**DISCARICA PER RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI
EX CAVA FORNACE**

LOCALITÀ PORTA

**COMUNI DI MONTIGNOSO (MS) E PIETRASANTA
(LU)**

Montignoso

**ISTANZA PER IL RILASCIO DEL
PROVVEDIMENTO AUTORIZZATORIO UNICO
REGIONALE (PAUR)**

Progetto di completamento della
discarica oltre quota + 43 m s.l.m.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

ALLEGATO 1

EMISSIONI IN ATMOSFERA

QUADRO METEOCLIMATICO

Coordinamento

Geologo Piero Simone

Codice elaborato SIA.02A

2972_5156_SIA.02A_Rev0_Quadro meteo.docx

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2972_5156_SIA.02A_Rev0_Quadro meteo.docx	12/2022	Per consegna	G.d.L.	Geol. Piero Simone	Ing. Alberto Angeloni



Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro
Dott. Geol. Piero Simone	Coordinamento generale
Dott. Elio Crescini	Gestione del progetto e revisione
Dott. Federico Pelizzari	Specialista senior
Dott.ssa Debora Lunini	Specialista senior
Ing. Chiara Miele	Specialista senior
Dott. Christian Leonardi	Specialista junior
Ing. Giorgia Pinna	Specialista senior

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano

Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com

Indice

1. PREMESSA	5
1.1 RIFERIMENTI GIURIDICO – TECNICI	5
1.2 MODALITÀ DI ESECUZIONE	6
2. MODELLO METEOROLOGICO IMPIEGATO.....	7
2.1 PERCHÉ OPERARE TRAMITE SIMULAZIONE MODELLISTICA	7
2.2 CALMET – VERSION 6.5.0 – LEVEL 150223	18
3. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO	22
3.1 UBICAZIONE DEL PROGETTO.....	22
3.2 DOMINIO METEO – CLIMATICO	24
3.2.1 GRIGLIA DI CALCOLO (DOMINIO SPAZIALE METEOROLOGICO)	25
3.2.2 ANNO DI INDAGINE (DOMINIO TEMPORALE METEOROLOGICO).....	29
4.1.1. USO DEL SUOLO (DOMINIO SPAZIALE METEOROLOGICO).....	35
3.2.3 PROFILO VERTICALE DEL TERRENO (DOMINIO SPAZIALE METEOROLOGICO)	37
4. DATI DI CALIBRAZIONE DEL MODELLO.....	40
4.1 DATI DI SUPERFICIE	40
4.1.1 CENTRALINE METEOCLIMATICHE	40
4.1.2 PRESSIONE ATMOSFERICA	43
4.1.3 COPERTURA NUVOLOSA.....	44
4.1.4 DIREZIONE E VELOCITÀ DEL VENTO.....	44
4.1.5 TEMPERATURA E UMIDITÀ RELATIVA.....	47
4.1.6 DATI DI PIOVOSITÀ.....	47
4.2 DATI DI PROFILO VERTICALE	48
4.2.1 PUNTI DI MISURAZIONE UPPER AIR.....	49
4.3 ULTERIORI PARAMETRI DI IMPOSTAZIONE DEL MODELLO METEO-CLIMATICO	50
5. RISULTATI DELL’ELABORAZIONE	52
5.1 ESITO DELLE ELABORAZIONI	52
5.1.1 RAPPRESENTAZIONE GRAFICA TRIDIMENSIONALE DEL CAMPO DI VENTO DEL DOMINIO DI CALCOLO	52
5.1.2 TEMPERATURA.....	52
5.1.3 PIOVOSITÀ	53
5.1.4 ALTEZZA DELLO STRATO DI RIMESCOLAMENTO.....	55
5.1.5 DIREZIONE E VELOCITÀ DEL VENTO.....	56
5.2 VALIDAZIONE MODELLO DI CALCOLO	60
6. DESCRIZIONE CONSUNTIVA FINALE DEL QUADRO METEO-CLIMATICO.....	61
6.1 TEMPERATURA	62
6.2 PIOVOSITÀ	62
6.3 ALTEZZA DI STRATO RIMESCOLATO	62
6.4 DIREZIONE E VELOCITÀ DEL VENTO	63
7. ESTRATTO FILE CALMET.LST	64
8. BIBLIOGRAFIA	69

1. PREMESSA

Il presente documento è elaborato per la definizione del quadro meteo-climatico e la successiva calibrazione di un modello di dispersione degli inquinanti relativo al progetto di completamento della discarica per rifiuti speciali non pericolosi (ex Cava Fornace) ubicata a confine tra i Comuni di Montignoso (provincia di Massa Carrara) e di Pietrasanta (Comune di Lucca) presentato dalla Società Programma Ambiente Apuane S.p.A..

L'elaborato costituisce quindi riferimento per la descrizione del quadro meteo-climatico relativo all'intorno dell'area in interesse, quadro che è stato ricostruito con dati sito-specifici e la definizione di una specifica simulazione modellistica finalizzata a rappresentare l'andamento meteo-climatico su base annuale effettuata mediante il sistema CALMET.

Il documento risulta strutturato nei capitoli seguenti dove vengono approfonditi i riferimenti e le modalità impiegate per la calibrazione del modello meteorologico, al fine di renderlo replicabile, nonché i risultati della simulazione con l'obiettivo di descrivere in termini sintetici il quadro-meteo-climatico di riferimento per il sito di interesse:

- Modello meteorologico impiegato.
- Localizzazione del sito di indagine.
- Individuazione del dominio meteo-climatico di interesse.
- Dati di calibrazione del modello (preprocessore meteorologico).
- Risultati dell'elaborazione.

La definizione delle caratteristiche emissive dell'area di interesse e la valutazione degli esiti relativi al modello di dispersione degli inquinanti sono trattati all'interno dei seguenti documenti correlati:

- Sez. 2 – Quadro Emissivo.
- Sez. 3 – Analisi delle ricadute.

Il modello meteorologico è stato sviluppato integrando un modello meteo su larga scala già validato in diversi casi di studio, con dati sito-specifici e validato con riferimento alla centralina disponibile in loco.

1.1 RIFERIMENTI GIURIDICO – TECNICI

Il documento è stato elaborato sulla base delle seguenti indicazioni di carattere normativo:

- Decreto Legislativo n. 152/06 e s.m.i. (Repubblica, 2006).
- Decreto legislativo n. 155/10 e s.m.i. (Italia, Decreto Legislativo n. 155 del 2010, 2010).
- Legge Regionale n. 14/07 e s.m.i. (Regione Toscana, 2007).
- Legge Regionale n. 9/10 e s.m.i. (Regione Toscana, 2010)
- Legge Regionale n. 10/10 e s.m.i. (Regione Toscana , 2010).
- Legge Regionale n. 65/14 “Norme per il governo del territorio” e s.m.i. (Regione Toscana, 2014).
- Legge Regionale n. 1/15 (Regione Toscana, 2015).
- Deliberazione di Giunta Regionale n. 814/16 (Regione Toscana, 2016)
- Delibera consiliare n. 72/18 “Piano regionale per la qualità dell'aria ambiente (PRQA)” (Toscana, 2018).
- Deliberazione di Giunta Regionale n. 87/18 (Regione Toscana, 2018).

- Legge regionale n. 74/19 “Disposizioni urgenti per il rispetto nel territorio della Toscana degli obblighi previsti dal decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, di attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente (Regione Toscana , 2019).
- Legge Regionale n. 26/21 (Regione Toscana, 2021).
- Direttiva UE 2010/75/UE (UE, Direttiva 75/10, 2010).
- Direttiva UE 2008/50/CE (Unione Europea, 2008).

Sono stati presi in considerazione, inoltre, i seguenti riferimenti tecnici:

- ANPA - 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 - Dipartimento Stato dell’Ambiente, Controlli e Sistemi Informativi)
- ANPA – i modelli nella valutazione della qualità dell’aria (Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente)
- UNI 10169:1993 (UNI, UNI 10169, 1993).
- UNI 10745:1999 (UNI, UNI 10745, 1999).
- UNI 10964:2001 (UNI, UNI 10964, 2001).
- UNI 13284-1:2003 (UNI, UNI 13284-1, 2003).
- UNI 13284-1:2005 (UNI, UNI 13284-2, 2005).
- Screen 3 (State of Colorado, 2002).
- CALPUFF User Instructions (USEPA, 2011).
- CALPUFF View User Guide v. 8.6 (Lakes, User Guide v. 8.6, 2018).
- CALPUFF View Release Notes v. 8.5 & 8.6 (Lakes, CALPUFF VIEW - Long Range Puff Air Dispersion Model, 2018).
- BAT – Reference Document for CWWWT (Commission, 2016).
- EPA – RPE (EPA, 2009).
- DGP 213-09 LGRT– (ARPAT B. A., 2009).

1.2 MODALITÀ DI ESECUZIONE

Il documento è stato elaborato applicando il seguente standard operativo:

- Colloqui/o con l’ufficio tecnico/amministrativo per la definizione delle sorgenti, delle fasi e/o scenari operativi.
- Richieste/a di dati e informazioni necessari alla definizione del modello concettuale.
- Analisi della documentazione fornita.
- Eventuali richieste integrative di dati, informazioni e/o chiarimenti.
- Elaborazione della documentazione con la definizione del modello concettuale d’analisi.
- Definizione del quadro emissivo di modello.

Il documento e i relativi allegati forniscono le informazioni necessarie a replicare il modello nonché indicazioni circa le semplificazioni, stime e fattori correttivi eventualmente introdotti per la modellizzazione.

2. MODELLO METEOROLOGICO IMPIEGATO

2.1 PERCHÉ OPERARE TRAMITE SIMULAZIONE MODELLISTICA

Per inquinamento atmosferico si intende la presenza in atmosfera di sostanze (gas di vario genere, aerosol e particelle di diversa granulometria) a concentrazioni tali da potere indurre, potenzialmente, effetti nocivi sull'ambiente e, in particolare, nei confronti della:

- salute umana;
- qualità della vita;
- flora;
- fauna;
- paesaggio;
- manufatti;
- opere di particolare interesse storico, artistico e/o culturale.

Tali effetti possono verificarsi nell'immediato oppure essere differiti nel tempo.

Le cause dell'inquinamento atmosferico possono avere origine da eventi naturali (quali, ad esempio, eruzioni vulcaniche esplosive) e/o dall'attività antropica, con particolare riferimento alle attività di produzione di energia e ai mezzi di trasporto. Il monitoraggio della qualità dell'aria è un'attività effettuata a livello regionale e viene condotta tramite l'uso di svariati indicatori che misurano le concentrazioni di diversi inquinanti.

Dall'analisi dei dati forniti dalla rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria, dai dati forniti dalle stazioni locali e dall'analisi delle serie storiche, il panorama emerso nel 2018, relativo lo stato della qualità dell'aria ambiente della regione Toscana, indica una situazione nel complesso positiva.

Analogamente al passato, le uniche criticità riguardano 3 inquinanti: PM₁₀, NO₂ ed Ozono; tuttavia, la situazione toscana ha confermato il trend positivo già cominciato negli ultimi anni per quanto riguarda PM₁₀ ed NO₂.

La situazione emersa, per i diversi inquinanti, è la seguente¹:

- PM₁₀: il limite massimo pari a 35 giorni di superamento del valore medio giornaliero di 50 µg/m³ non è stato rispettato soltanto nella stazione di fondo di LU-Capannori - Zona del Valdarno Pisano e Piana Lucchese, mentre il limite di 40 µg/m³ come media annuale è stato rispettato in tutte le stazioni.
- PM_{2,5}: il limite normativo di 25 µg/m³ come media annuale non è stato superato in nessuna delle stazioni della Rete Regionale.
- NO₂: il valore limite di 40 µg/m³ come media annuale non è stato rispettato soltanto in una delle due stazioni di traffico dell'Agglomerato di Firenze mentre il limite massimo di 18 superamenti della media oraria di 200 µg/m³ è stato rispettato in tutte le stazioni.
- OZONO: è stata confermata la criticità di questo parametro nei confronti di entrambi i valori obiettivo previsti dalla normativa che sono stati superati nel 70-80% delle stazioni.
- CO, SO₂ e BENZENE: il monitoraggio relativo al 2018 ha confermato l'assenza di criticità ed il pieno rispetto dei valori limite.

¹ (ARPAT, 2019)

- H_2S : I valori registrati presso le stazioni della rete regionali sono ampiamente inferiori al riferimento dell'OMS-WHO, per i siti di monitoraggio. Per quanto riguarda il disagio olfattivo invece esso è presente in modo rilevante soltanto presso il sito di Pomerance.
- BENZO(A)PIRENE: il valore obiettivo di 1 ng/m^3 come media annuale è stato rispettato in tutte le stazioni di Rete regionale.
- METALLI PESANTI: il monitoraggio relativo al 2018 ha confermato l'assenza di criticità alcuna ed il pieno rispetto dei valori limite per il piombo e dei valori obiettivo per arsenico, nichel e cadmio.

In particolare, per quanto riguarda la quantità di particolato PM_{10} aerodisperso, insieme delle particelle atmosferiche solide e liquide sospese in aria ambiente di diametro aerodinamico inferiore o uguale ai $10 \mu\text{m}$, verranno riportati alcuni dati più dettagliati emersi dal monitoraggio.

Si sottolinea che queste particelle sono caratterizzate da lunghi tempi di permanenza in atmosfera e possono, quindi, essere trasportate anche a grande distanza dal punto di emissione, hanno inoltre una natura chimica particolarmente complessa e variabile, sono in grado di penetrare nell'albero respiratorio umano e quindi avere effetti negativi sulla salute².

Il particolato PM_{10} in parte è emesso come tale direttamente dalle sorgenti in atmosfera (PM_{10} primario) e in parte si forma in atmosfera attraverso reazioni chimiche fra diverse specie inquinanti (denominato PM_{10} secondario). Il PM_{10} può avere sia un'origine naturale (l'erosione dei venti sulle rocce, le eruzioni vulcaniche, l'autocombustione di boschi e foreste) sia antropica (combustioni e altro). Tra le sorgenti antropiche un ruolo principale è rappresentato dal traffico veicolare. Data la sua rilevanza, sul territorio Italiano sono state installate diverse stazioni per rilevarne la sua concentrazione nell'aria.

Come già precedentemente accennato, in Toscana nell'anno 2018 il valore limite sul valore medio annuale di $40 \mu\text{g/m}^3$ è stato rispettato in tutte le stazioni urbane di traffico e in tutte le stazioni urbane di fondo della Rete regionale (sono presenti 10 stazioni urbane di traffico e 19 stazioni urbane di fondo).

Nella figura che segue viene riportato il confronto tra limite di legge e il valore raccomandato dall'OMS ($20 \mu\text{g/m}^3$ come valore massimo per la media annuale).

² (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare).

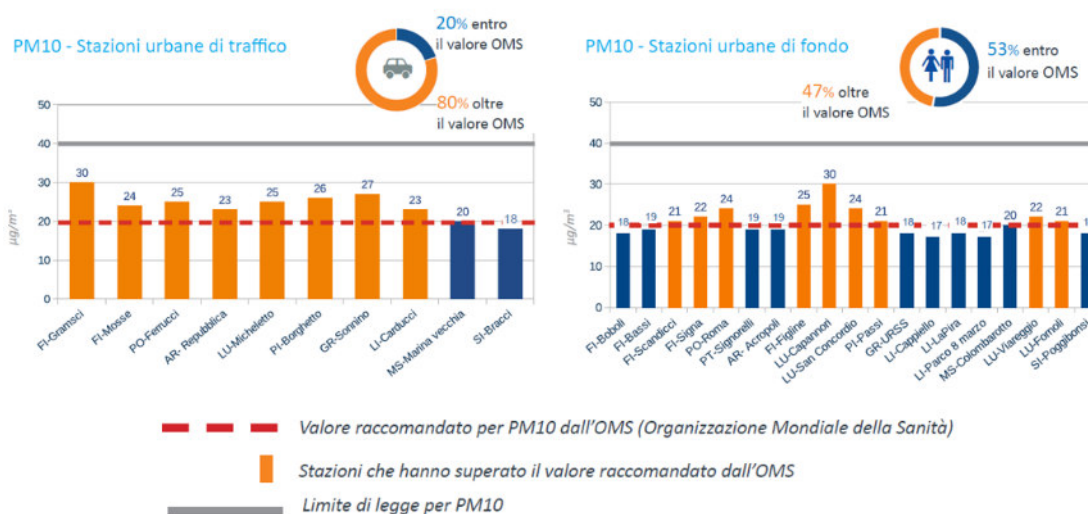


Figura 1: Confronto tra limite di legge e valore raccomandato dall'OMS ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come valore massimo per la media annuale) – Anno 2018 (ARPAT, 2019).

Nel 2018 il limite “Numero superamenti della media giornaliera”, ovvero percentuale di stazioni urbane di traffico che hanno rispettato il limite di legge relativo al numero di superamenti della media giornaliera di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ che, secondo la normativa vigente, deve essere inferiore a 35 nell’arco dell’anno solare, è invece stato rispettato in tutte le stazioni urbane di traffico della Rete regionale.

Lo stesso indicatore per le stazioni urbane di fondo è stato rispettato in tutte le stazioni della Rete regionale fuorché nella stazione di LU-Capannori.

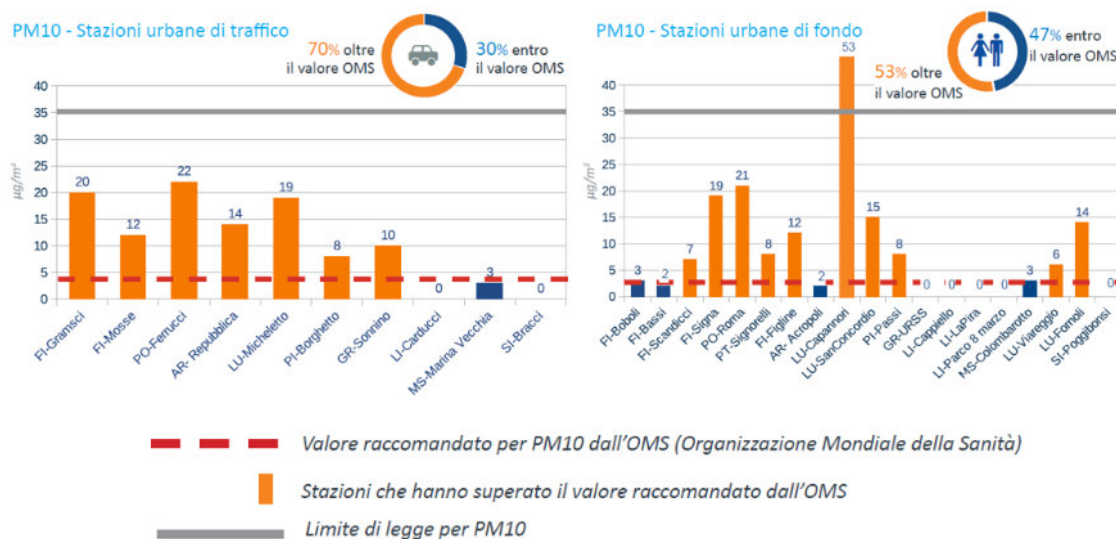


Figura 2: Confronto tra limite di legge e valore raccomandato dall'OMS (3 superamenti in un anno solare della media giornaliera di 50 µg/m³) – Anno 2018 (ARPAT, 2019).

In particolare, si riportano per zona il n. di superamenti di soglia in figura 3.

Variazione numero di superamenti in ciascuna zona

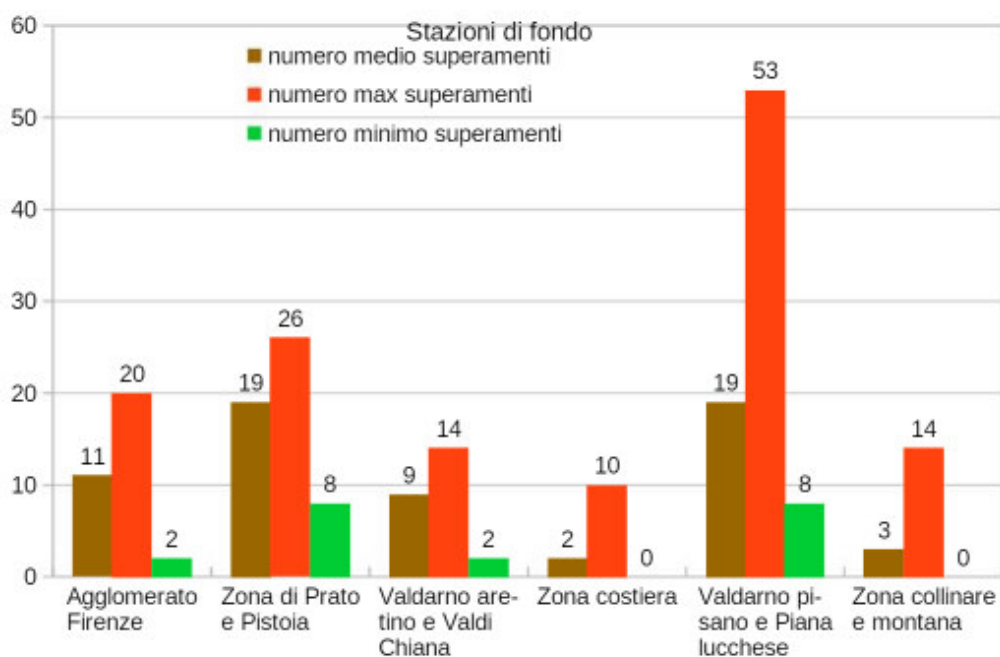


Figura 3: N° superamenti soglia di 50 µg/m³ - Anno 2018 (Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella Regione Toscana - anno 2018).

La rappresentazione su mappa della distribuzione delle concentrazioni medie di fondo di PM₁₀ per tutta la Toscana è riportata in Figura 4.

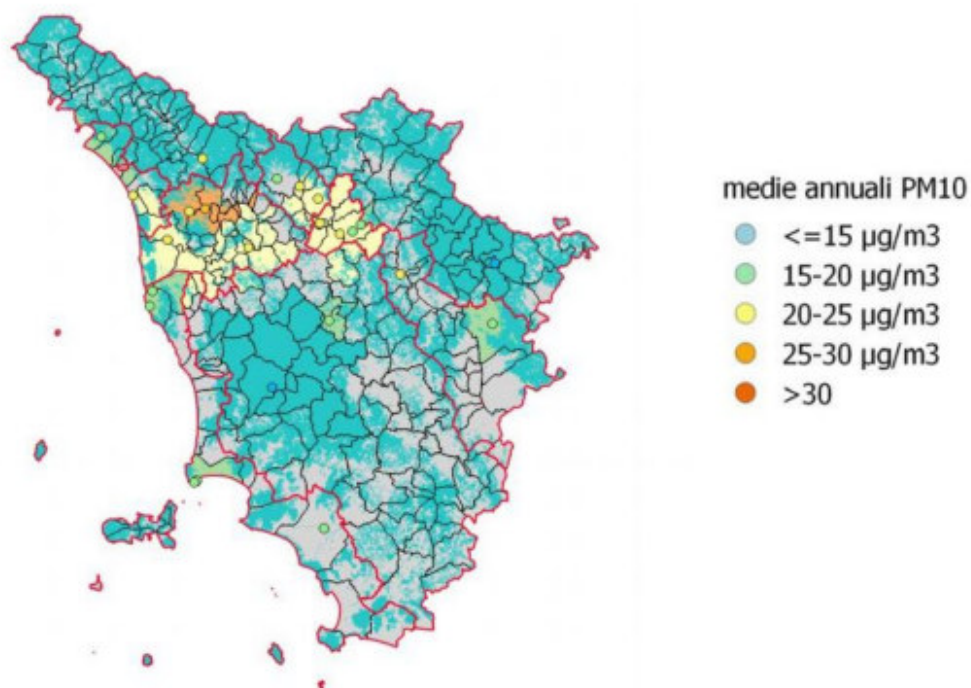


Figura 4: Distribuzione del PM10 sul territorio toscano nel 2018 stimata secondo le aree di rappresentatività.

In Toscana, la concentrazione media regionale registrata nel 2018 è stata pari a $21,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e la concentrazione media registrata dalle stazioni di fondo è stata $20,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, entrambe leggermente minori rispetto alle medie del 2017. La media registrata presso le stazioni del traffico è stata pari a $23,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, anch'essa lievemente inferiore alla media del 2017.

Come visibile dalle figure sopra riportate, confrontando i valori medi annuali di concentrazione di PM_{10} registrati presso le stazioni di Rete regionale Toscana con il valore guida OMS pari a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, si nota che la situazione della qualità dell'aria in Toscana rispetta solo in parte le indicazioni dell'OMS. Infatti, le stazioni di traffico hanno registrato una media superiore a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nell'80% dei casi e le stazioni di fondo nel 50% dei casi circa.

Di seguito vengono riportati gli andamenti dei superamenti per un arco temporale esteso dal 2007 al 2018.

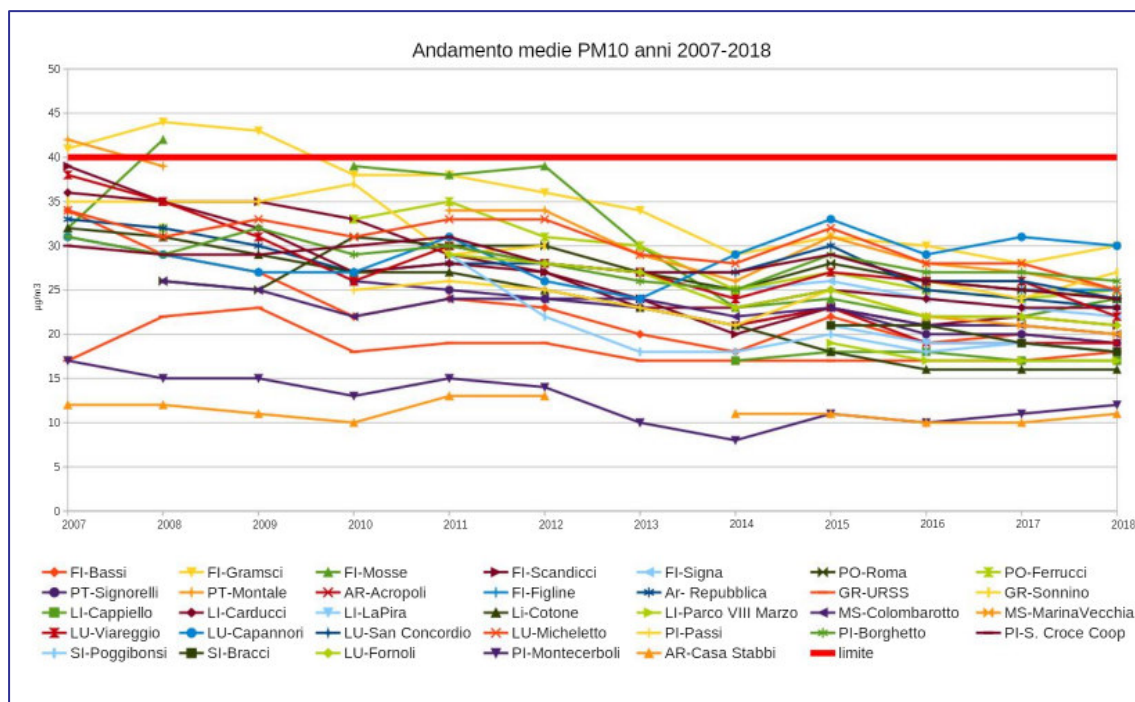


Figura 5: PM10 : medie annuali – Andamenti 2007-2018 per le stazioni di Rete regionale.

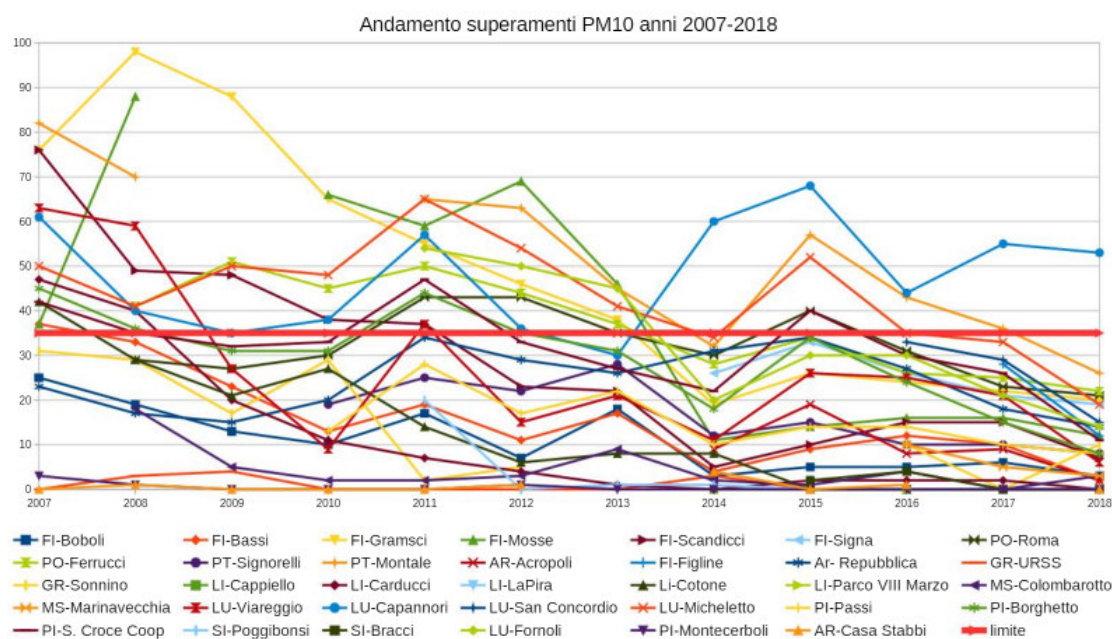


Figura 6: PM10 - n° superamenti valore giornaliero 50 µg/m³ – Andamenti 2007-2018 per le stazioni di Rete regionale.



Figura 7 PM10 - Andamento della percentuale di stazioni che non ha rispettato il limite, anni 2011-2018.

In tabella 1 sono riportati in modo schematico alcuni dati relativi al rilevamento di PM₁₀.

Tabella 1: PM10 - indicatori relativi alle stazioni di Rete regionale nel 2018.

Zona	Classif. Zona e stazione	Provincia	Comune	Nome stazione	N° medie giornaliere > 50 µg/m³	V.L.	Media annuale (µg/m³)	V.L. (µg/m³)	
Agglomerato di Firenze	UF	FI	Firenze	FI-Boboli	3	35	18	40	
	UF	FI	Firenze	FI-Bassi	2		19		
	UT	FI	Firenze	FI-Gramsci	20		30		
	UT	FI	Firenze	FI-Mosse	12		24		
	UF	FI	Scandicci	FI-Scandicci	7		21		
	UF	FI	Signa	FI-Signa	19		22		
Zona Prato e Pistoia	UF	PO	Prato	PO-Roma	21		24		
	UT	PO	Prato	PO-Ferrucci	22		25		
	UF	PT	Pistoia	PT-Signorelli	8		19		
	SF	PT	Montale	PT-Montale	26		25		
Zona Valdarno aretino e Valdichiana	UF	AR	Arezzo	AR-Acropoli	2		19		
	UF	FI	Figline e Incisa Valdarno	FI-Figline	12		25		
	UT	AR	Arezzo	AR-Repubblica	14		23		
Zona Costiera	UF	GR	Grosseto	GR-URSS	0		18		
	UT	GR	Grosseto	GR-Sonnino	10		27		
	UF	LI	Livorno	LI-Cappiello	0		17		
	UT	LI	Livorno	LI-Carducci	0		23		
	UF	LI	Livorno	LI-LaPira	0		18		
	SI	LI	Piombino	LI-Cotone	0		16		
	UF	LI	Piombino	LI-Parco VIII Marzo	0		17		
	UF	MS	Carrara	MS-Colombarotto	3		20		
	UT	MS	Massa	MS-MarinaVecchia	3		20		
	UF	LU	Viareggio	LU-Viareggio	6		22		
Zona Valdarno pisano e Piana lucchese	UF	LU	Capannori	LU-Capannori	53		30		
	UT	LU	Lucca	LU-Micheletto	19		25		
	UF	LU	Lucca	LU-San Concordio	15		24		
	UF	PI	Pisa	PI-Passi	8		21		
	UT	PI	Pisa	PI-Borghetto	8		26		
	SF	PI	Santa Croce sull'Arno	PI-Santa Croce	11		24		
Zona collinare e montana	SF	PI	Pomarance	PI-Montecerboli	0		12		
	R regF	AR	Chitignano	AR-Casa Stabbi	0		11		
	UF	SI	Poggibonsi	SI-Poggibonsi	0		18		
	UT	SI	Siena	SI-Bracci	0		18		
	UF	LU	Bagni di Lucca	LU-Fornoli	14		21		
Media annuale di PM10 complessiva della Rete regionale							21,2		
Media annuale di PM10 stazioni di tipo fondo urbano e suburbano (escluse rurali)							20,6		
Media annuale di PM10 stazioni di tipo traffico urbano							23,2		

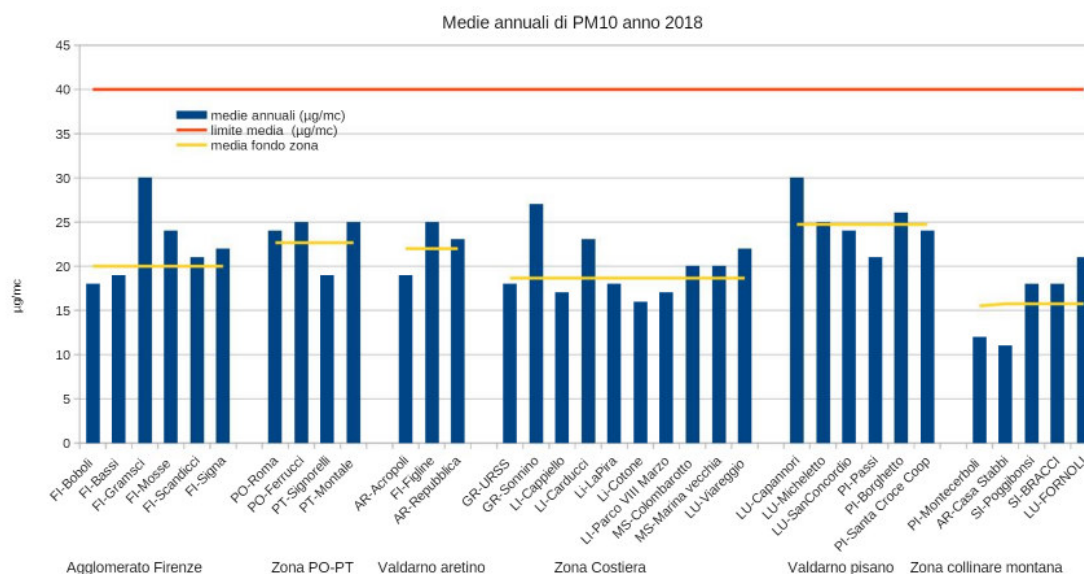


Figura 8: PM10 - medie annuali anno 2018.

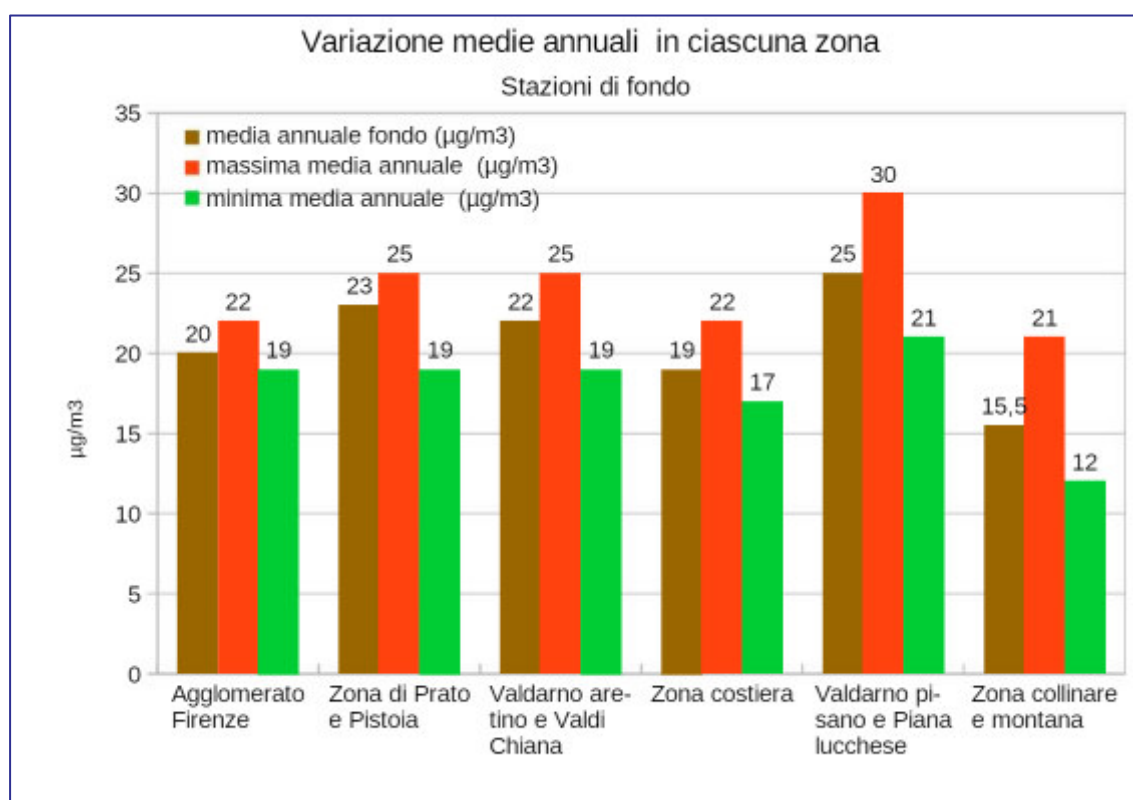


Figura 9: PM10 - medie annuali, stazioni di fondo anno 2018.

Stante la possibilità di potenziali effetti sull'ambiente e l'incidenza significativa della componente di origine antropica in termini di emissioni in atmosfera, come hanno sottolineato i dati sopra illustrati, il legislatore ha quindi ritenuto necessario **valutare preventivamente** alla definizione di piani e/o progetti quali siano le potenziali condizioni di impatto dell'inquinamento atmosferico sull'ambiente, con particolare attenzione agli effetti attesi sulla salute umana.

Sebbene le cause dell'inquinamento atmosferico siano facilmente riconducibili all'attività antropica, può non risultare corretto operare un collegamento diretto tra emissioni a sorgente e concentrazioni attese a ricettore in quanto l'atmosfera non è un contenitore ideale e il rimescolamento della stessa non è immediato; peraltro le caratteristiche orografiche, meteo-climatiche, territoriali e la variabilità temporale delle emissioni comportano variazioni spesso determinanti nella cinetica degli inquinanti in atmosfera.

Pertanto, al fine di valutare nel dettaglio l'effetto di un nuovo piano e/o progetto sull'inquinamento atmosferico e, conseguentemente, i potenziali impatti sull'ambiente, risulta opportuno procedere con una simulazione modellistica sito-specifica impiegando codici di calcolo numerici, ovvero modelli di dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Il modello matematico è uno strumento appositamente sviluppato per ricostruire il più fedelmente possibile lo stato e la variabilità della concentrazione di inquinanti selezionati in un dominio di calcolo spazio-temporale di interesse a partire da sorgenti note.

Il modello richiede una semplificazione e una schematizzazione concettuale della realtà, con una serie di approssimazioni che possono anche portare a risultati in parziale disaccordo con i rilievi strumentali; tuttavia, con una corretta fase di *tuning* (calibrazione) e avendo a disposizione dati sito-specifici, risulta possibile riprodurre scenari rappresentativi della realtà, restituendo un quadro dettagliato sulle concentrazioni di inquinanti in atmosfera indotte da piani e/o progetti.

Tra i modelli di dispersione degli inquinanti esistono svariate tipologie di sistemi di modellizzazione, che spaziano dai modelli statistici (che valutano le condizioni misurate e non prevedono la valutazione di alcuna combinazione causa-effetto) ai modelli deterministici; esiste inoltre una variabilità a livello spaziale, con modelli che operano su:

- scala locale (*short range*) – fino alla decina di chilometri;
- mesoscala – fino a circa cento chilometri;
- scala ampia (*long range*) – fino a migliaia di chilometri.

Nuovamente i modelli deterministici si differenziano in funzione dell'algoritmo matematico impiegato per la valutazione del fenomeno, in ragione delle modalità di descrizione spaziale dei fenomeni (euleriani, lagrangiani, bidimensionali, tridimensionali, etc.) e in funzione della trattazione di specificità territoriali (modello orografico del terreno, deposizione secca e umida degli inquinanti, trasformazioni chimiche, etc.).

Alla base del presente elaborato si è scelto di operare mediante il modello di dispersione degli inquinanti **CALPUFF**.

CALPUFF non rappresenta un semplice modello di calcolo, ma è un sistema articolato composto da n. 3 componenti principali:

- CALMET: Pre-processore dei dati meteorologici, che consente di ricostruire la variabilità spazio-temporale del quadro meteorologico nel dominio di analisi a partire da serie di dati storiche in punti precisi (centraline) dello spazio (presente elaborato).
- CALPUFF: Modello di calcolo vero e proprio che elabora fasi/scenari diffusivi in ragione della variabilità meteo-climatica del dominio di analisi e dei dati caratteristici delle sorgenti emissive (vedi documento allegato "Quadro Emissivo").
- CALPOST: Post-processore del sistema che consente di rielaborare i risultati per verificare la compatibilità di fasi/scenari con la normativa di riferimento, confrontare gli stessi su base spaziale/temporale nonché di estrarre serie di dati complete presso punti/aree di interesse, come ad esempio i ricettori sensibili (vedi documento allegato "Analisi delle ricadute").

Il sistema è raccomandato dall'EPA americana (Guideline on air Quality Models) ed è stato sviluppato dall'EPA stessa.

Il vantaggio di operare mediante un sistema integrato è quello di fornire stime *long-term*, ad esempio della durata di n. 1 anno, che tengano conto sia della variabilità del quadro meteorologico nell'intorno del sito oggetto di valutazione che di altri fattori sito-specifici.

Vengono di fatto superati tutta una serie di limiti dei modelli tradizionali o di screening dove, ad esempio:

- Una centralina meteorologica singola (ovvero un punto nello spazio) viene impiegata per descrivere la variabilità nello spazio tridimensionale.
- Se l'approccio può ritenersi valido per le componenti longitudinale e latitudinale dove l'orografia non risulta complessa e la centralina è ubicata in prossimità del sito di interesse, di certo non è altrettanto estendibile per la valutazione della variabilità verticale dei campi di vento.
- Viene individuata una singola configurazione di direzione-velocità del vento, con valori cautelativi, verso i ricettori maggiormente prossimi all'impianto (*worst-case*).
- Se l'approccio può ritenersi valido per sorgenti puntuali e ricettori posti in prossimità del sito di valutazione, di certo non è altrettanto estendibile per sorgenti complesse, orografia complessa e inquinanti gassosi in zone caratterizzate da lunghi periodi soggetti a calma di vento (velocità del vento inferiore a 0,6 m/s).

Nella figura seguente è possibile osservare lo schema concettuale di base del sistema integrato CALMET, CALPUFF e CALPOST.

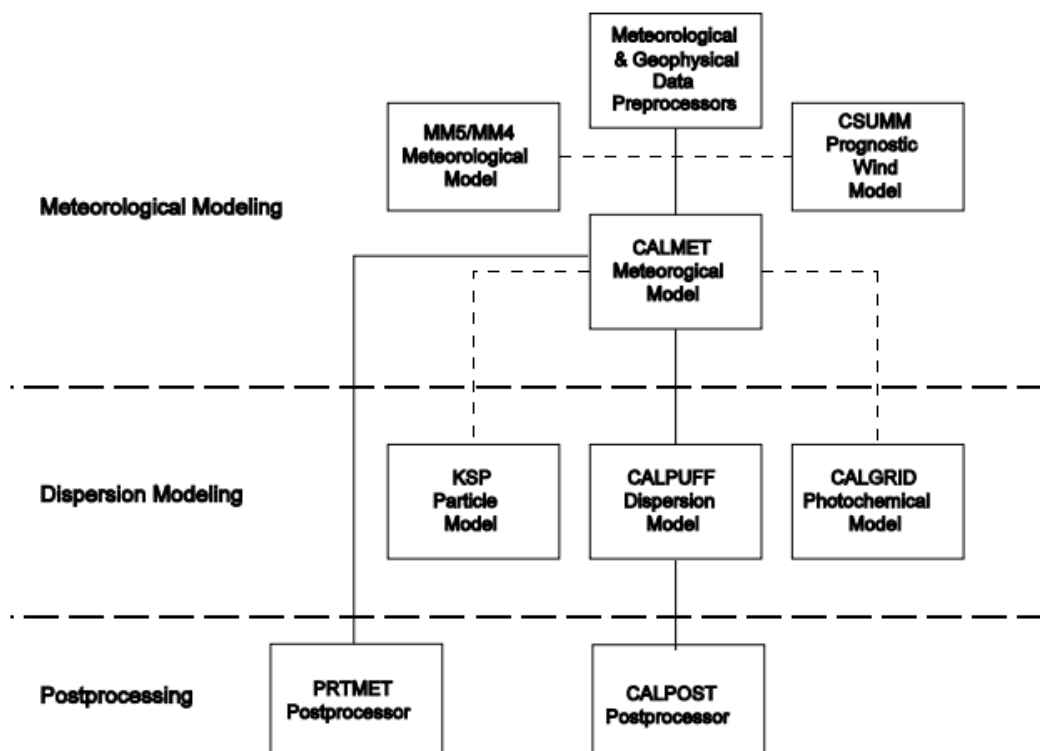


Figura 10: Sistema di modellizzazione integrato CALMET, CALPUFF e CALPOST.

Nel paragrafo seguente vengono riassunte le principali caratteristiche del modello meteorologico CALMET.

2.2 CALMET – VERSION 6.5.0 – LEVEL 150223

Il modello meteorologico CALMET è un modello diagnostico che include un generatore di campi di vento in grado di valutare condizioni e parametri quali scarpate, effetti cinematici del terreno, effetti di bloccaggio (blocking effects), condizioni riferite a specchi d'acqua e altre condizioni al contorno.

In termini sintetici il preprocessore CALMET è in grado di realizzare un campo di vento e di temperatura orario all'interno di un dominio spaziale tridimensionale. Insieme con tale dato di vento e temperatura il sistema è in grado di elaborare altri dati bidimensionali, quali l'altezza dello strato di rimescolamento, le caratteristiche delle diverse superfici, le proprietà di dispersione atmosferiche.

In generale l'elaborazione prevede una stima preliminare di campo di vento in base alla distribuzione del terreno e di altri parametri geometrici; successivamente il campo di vento viene reso compatibile con le osservazioni disponibili.

Al termine del processo è possibile ottenere un dominio spazio-temporale completo di dati di vento.

In figura seguente sono forniti i dati in input e quelli in output al preprocessore meteorologico impiegato.

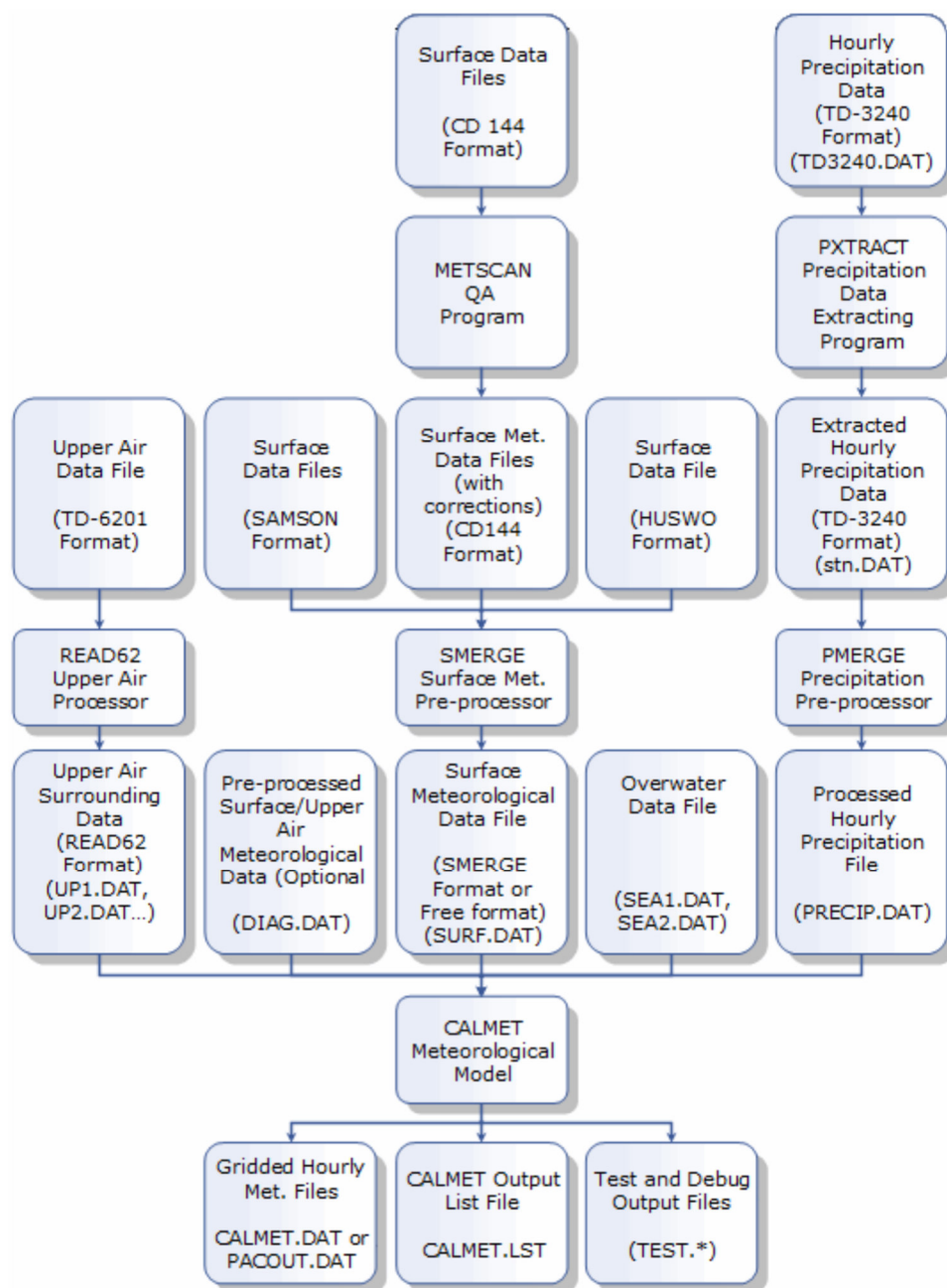


Figura 11: Input e output forniti al pre-processore meteorologico (CALPUFF VIEW User Guide).

Tutti i dati forniti sono stati elaborati secondo gli standard previsti dal sistema modellistico in uso e le informazioni di riferimento sono fornite all'interno dei capitoli seguenti.

In particolare, all'interno del presente paragrafo, sono indicati gli aspetti di cui il preprocessore necessita per la definizione del campo micrometeorologico tridimensionale.

Dati di superficie: Osservazione oraria di:

- Velocità del vento.
- Direzione del vento.
- Temperatura.
- Copertura nuvolosa.
- Altezza delle nubi.



- Pressione superficiale.
- Umidità relativa.
- Rateo di precipitazione e tipologia di precipitazione.

Dati di profilo verticale: Osservazione bi-giornaliera di:

- Velocità del vento.
- Direzione del vento.
- Temperatura.
- Pressione.
- Altezza di riferimento.

Come anticipato in precedenza, inoltre, sono necessari dati di natura geofisica per la definizione delle ipotesi preliminari dei campi di vento iniziali.

Dati geofisici (sito-specifici):

- Altezza del terreno sul livello del mare.
- Categorie di uso del suolo.
- Dato di rugosità di riferimento.
- Albedo.
- Bowen Ratio.
- Flusso superficiale di calore.
- Flusso antropogenico di calore.
- Indice di copertura vegetale.

I dati in input sono stati definiti sulla base di osservazioni e/o dati statistici pertinenti reperite tramite database istituzionali (es. ARPAT - Servizio Idrologico della Regione Toscana, ove disponibili) e pubblicazioni scientifiche; in merito ai parametri geofisici si è invece fatto riferimento al database interno al modello impiegato.

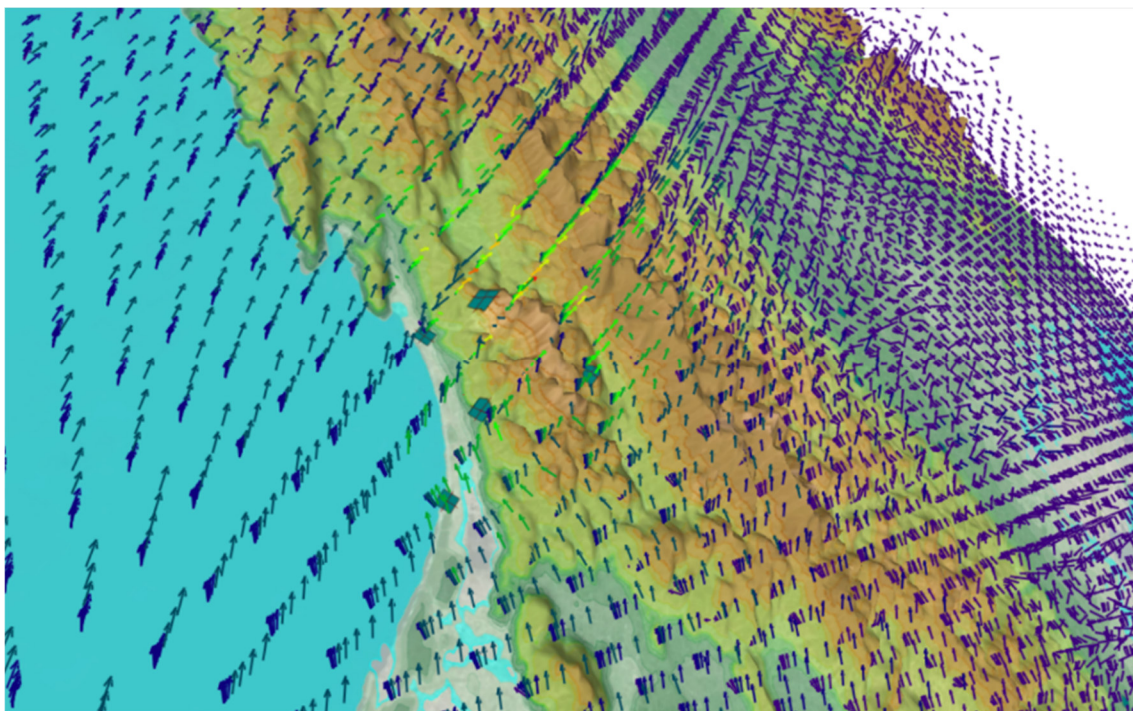


Figura 12: Elaborazione del modello di simulazione.

Nella figura precedente è visibile un’elaborazione in esito del preprocessore meteorologico, in cui sono visibili vettori di vento a diverse quote e posizionati all’interno della griglia di riferimento selezionata.

3. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

3.1 UBICAZIONE DEL PROGETTO

Denominazione sito

- Discarica società Programma Ambiente Apuane S.p.A..

Ubicazione

- Via Aurelia Sud - Comune di Montignoso (MS) e Comune di Pietrasanta (LU).

Descrizione localizzazione

- Il sito risulta ubicato in direzione est rispetto al centro abitato del Comune di Montignoso (MS).

Accessibilità

L'area risulta accessibile mediante trasporto su gomma tramite la SS1 Via Aurelia.

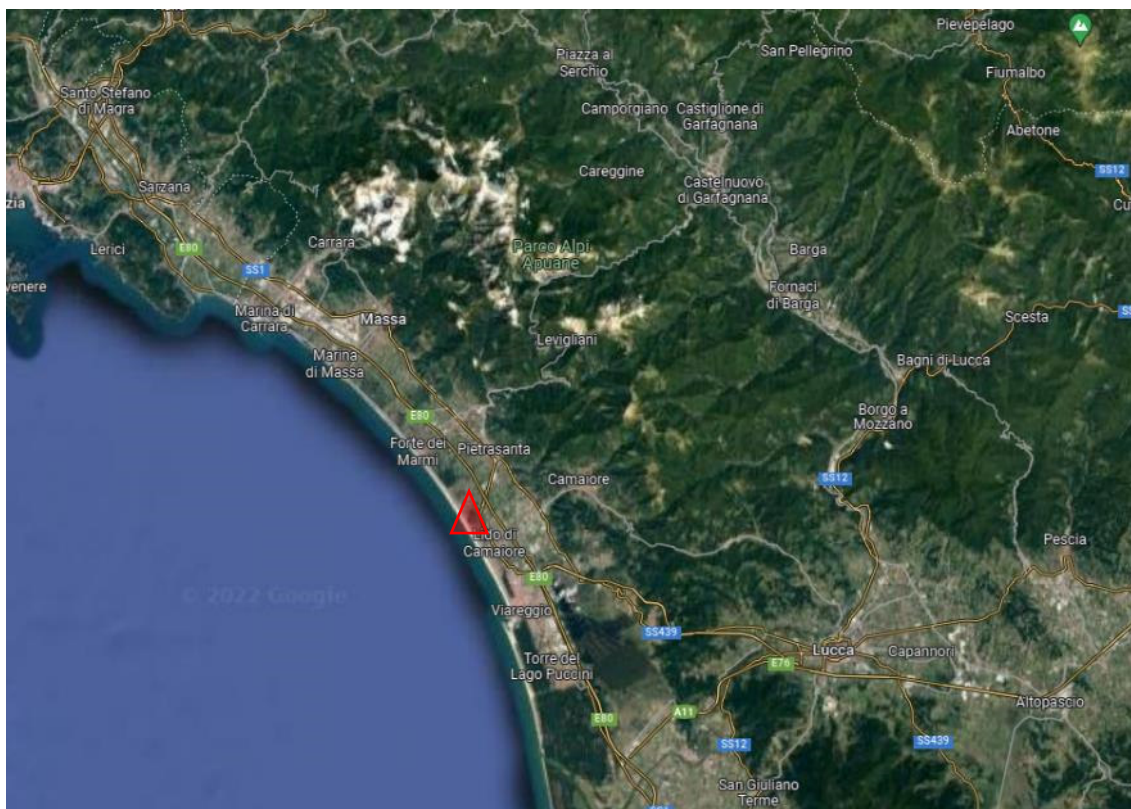


Figura 13: Inquadramento su larga scala del sito³.

³ <https://www.google.it/maps/>.



Figura 14: Inquadramento su scala locale del sito⁴.

Confini del sito:

- Direzione nord: versante e fascia boscata.
- Direzione sud: SP 1 Via Aurelia e successivamente fascia verde con il Lago di Porta.
- Direzione ovest: centro abitato del Comune di Montignoso (MS).
- Direzione est: versante e fascia boscata e sito produttivo della Società Unical.

Coordinate geografiche UTM 32 WGS84:

- Punto di ingresso del complesso: X 593 916 – Y 4 872 376.
- Baricentro: X 594 042 – Y 4 872487.

⁴ <https://www.google.it/maps/>.



Figura 15: Inquadramento su base Ortofoto – Lakes satellite.

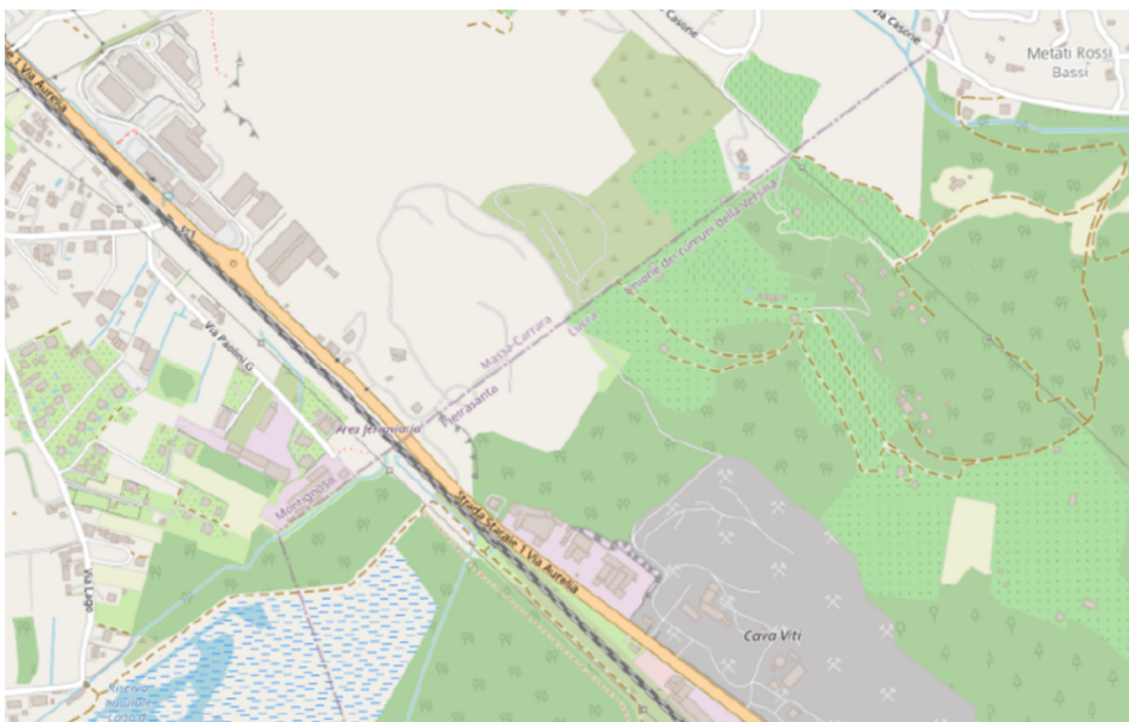


Figura 16: Inquadramento su base Open Street Map – Lakes satellite.

3.2 DOMINIO METEO – CLIMATICO

All'interno del presente paragrafo sono fornite indicazioni in merito al dominio meteo-climatico di riferimento per la ricostruzione del profilo tridimensionale dei dati.

La definizione del dominio meteo-climatico prevede la caratterizzazione sia di aspetti di natura spaziale che temporale. Oltre a tali dati è necessario provvedere a qualificare il territorio dal punto di vista geofisico, analizzando il profilo verticale del terreno (DTM, DEM o altra modalità) e a fornire indicazioni

in merito alla copertura del suolo (al fine di caratterizzare il territorio in termini di capacità emissiva, riflettente, rugosità superficiale...).

Si rimanda, per la trattazione di dettaglio, ai paragrafi seguenti.

3.2.1 GRIGLIA DI CALCOLO (DOMINIO SPAZIALE METEOROLOGICO)

Per quanto riguarda la dimensione spaziale di riferimento la scelta effettuata è stata quella di ricomprendere, all'interno del dominio, un ambito territoriale tipico della scala del pre - processore, ovvero un ambito territoriale di mesoscala. Il centro della griglia di riferimento è posto nelle vicinanze del Comune di Guiglia (MO), in direzione ovest rispetto alla città di Bologna (BO).



Figura 17: Centro di riferimento dell'area di simulazione meteoclimatica.

Tabella 2: Centro di riferimento dell'area di simulazione meteoclimatica.

	UTM X 32N	UTM Y 32N	LONGITUDINE	LATITUDINE
Coord. Centroide	657 324 m E	4 922 146 m N	10.976788°	44.435508°

L'area di simulazione del preprocessore meteo è di forma quadrata con estensione di 300 km x 300 km e passo pari ad 1 km.

Nella figura seguente si riportano la visualizzazione della area di simulazione meteo su sfondo aerofotogrammetrico e fornita all'interno del sistema modellistico impiegato.



Figura 18: Area di riferimento dell'area di simulazione meteo-climatica.

La scelta di procedere con un tale livello di mesoscala, oltre a configurarsi congruente con la tipologia di sistema modellistico selezionato, consente di avere un quadro meteorologico di riferimento più complesso, ma completamente rispondente alla variabilità spaziale della regione di riferimento.

In particolare, si è ricercato di avere a disposizione una distribuzione omogenea dei dati meteo-climatici della pianura che della fascia prealpina e alpina di interesse.

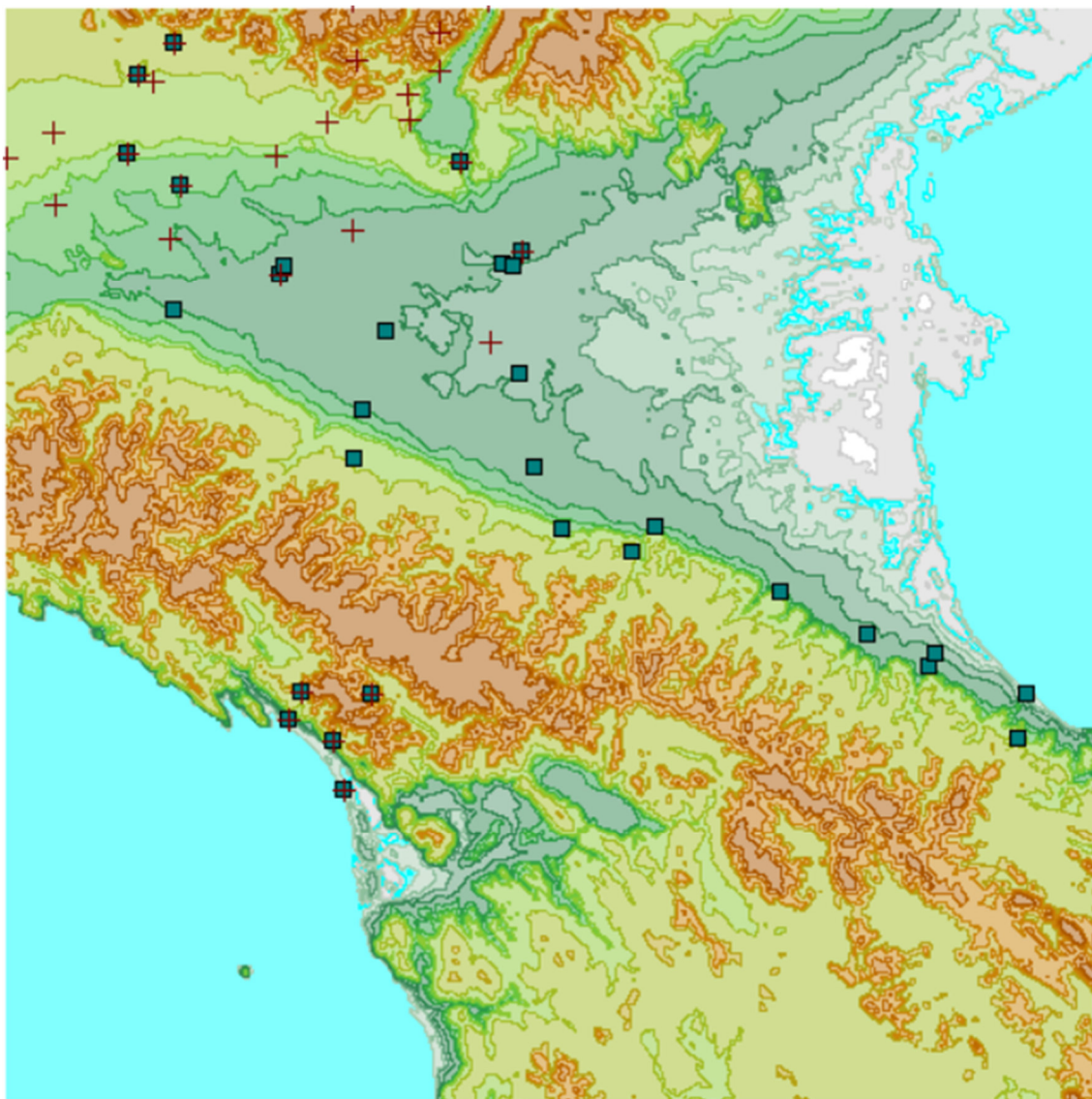


Figura 19: Area di simulazione, con sfondo DTM.

Nella figura seguente viene riportata la griglia di calcolo impiegata per la definizione dell'analisi modellistica.

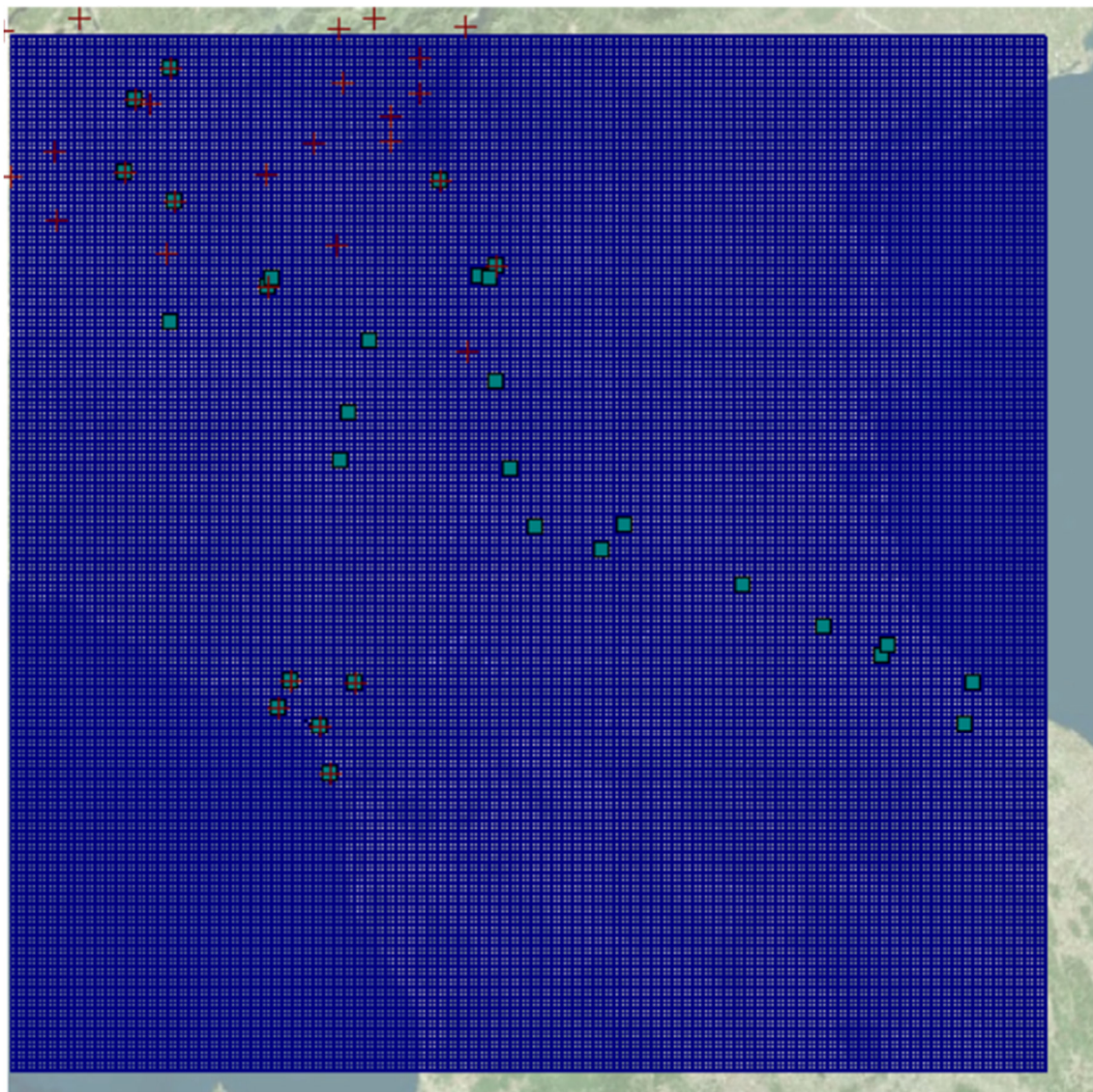


Figura 20: Griglia di calcolo del modello di simulazione.

La risoluzione del modello è da ritenersi fitta se si considera che si è operato con una griglia di valutazione di dimensioni 100 km x 100 km.

3.2.2 ANNO DI INDAGINE (DOMINIO TEMPORALE METEOROLOGICO)

Oltre alla definizione del dominio spaziale di riferimento si è proceduto con la definizione del dominio temporale di interesse.

La scelta è stata quella di prendere in considerazione un core-set di dati meteo-climatici della durata di un anno, individuano un anno solare di riferimento che presentasse il numero contenuto di “no data” (assenza di dati presso le centraline ARPAT).

Si è, pertanto, proceduto impiegando i dati disponibili relativi all’anno 2018. Si segnala che sono stati in realtà considerati 360 giorni in quanto le stazioni climatiche più prossime all’area di indagine presentavano notevoli errori nei dati negli ultimi giorni dell’anno.

I dati sono stati successivamente trattati e comparati con le medie climatiche estrapolate dalla centralina meteo presente all’interno della discarica, al fine di validare la scelta effettuata.

La valutazione in un intervallo temporale di durata annuale configura la scelta modellistica tra le opzioni di modellistica long term, consentendo di effettuare simulazioni prolungate e confrontare direttamente, gli esiti della modellistica con dati di riferimento a mediazione annuale.

La valutazione delle condizioni di dispersione degli inquinanti riportate all’interno del presente documento ha preso in considerazione i dati di maggiore dettaglio disponibile. Nel complesso, le condizioni meteo-climatiche di riferimento sono quelle di cui viene riferito all’interno dei report annuali degli enti che si occupano della tutela dell’ambiente e del monitoraggio dello stato dell’ambiente.

Le condizioni meteo climatiche della Regione Toscana per l’anno 2018 sono descritte all’interno delle schede di sintesi climatiche prodotte da ARPAT Regione Toscana. Gli esiti delle rilevazioni derivano dai dati raccolti della rete di monitoraggio di ARPAT, composta di circa 450 (Arpat Toscana, 2016) stazioni meteorologiche distribuite sul territorio regionale che consentono di avere a disposizione dati ad elevata risoluzione sia spaziale che temporale. (Report pluviometrico anno 2018) - (Analisi dei dati termometrici - Report anno 2018)

La temperatura media dell’anno 2018 è risultata, se comparata con quella registrata nel trentennio 1971-2000, nel 100% delle stazioni meteo superiore alla media, con una variazione complessiva di circa +1,1 °C (15,2 °C nel 2018, 14,1 nel 1971-2000). Questo risultato è frutto dell’esame di 17 stazioni termometriche tradizionali a rilevamento manuale con la serie storica più prolungata ed omogenea, ognuna correlata alla omonima stazione automatica necessaria per la prosecuzione della serie storica. Questo andamento è risultato analogo a quello del precedente anno 2017.

La temperatura media dell’anno 2018 è la più alta registrata nel corso dell’intera serie storica 1970-2018, superando, seppur di un decimo di grado, il precedente record del 1994 pari a 15,1 °C e attestandosi su un valore pari a 15,2 °C.

Nel 2018 le variazioni termiche annuali rispetto alle medie climatiche di riferimento sono state di una certa significatività, in particolare, la temperatura media massima del 2018 (19,8 °C) ha subito un incremento fino a +0,9 °C oltre la media climatica di riferimento 1971-2000 (18,9 °C). La temperatura media minima del 2018 (10,5 °C) ha subito un incremento ancor più accentuato rispetto a quella del periodo storico di riferimento 1971- 2000 (9,1 °C), con incrementi fino a +1,4 °C, con una crescita più significativa in prossimità della costa maremmana e di quella pisana.

Gli apporti più determinanti alle variazioni termiche derivano dalle stagioni di primavera, dell’estate e dell’autunno, i quali in ogni caso sono risultati ripartiti pressoché omogeneamente. In particolare, la temperatura del 2018 sopra la media storica è stata principalmente determinata da una primavera, da un’estate e da un’autunno più caldi della norma, nonché dall’aumento sensibile verificatosi soprattutto sui valori minimi piuttosto che su quelli massimi (il contrario si era invece verificato l’anno precedente).

Risulta invece irrilevante, nella variazione climatica registrata, la stagione invernale che è stata contraddistinta da temperature in linea con quelle dei periodi storici di riferimento.

In figura 21 viene riportata la variazione percentuale registrata nelle 17 stazioni prese in analisi rispetto al periodo del 1971-2000.

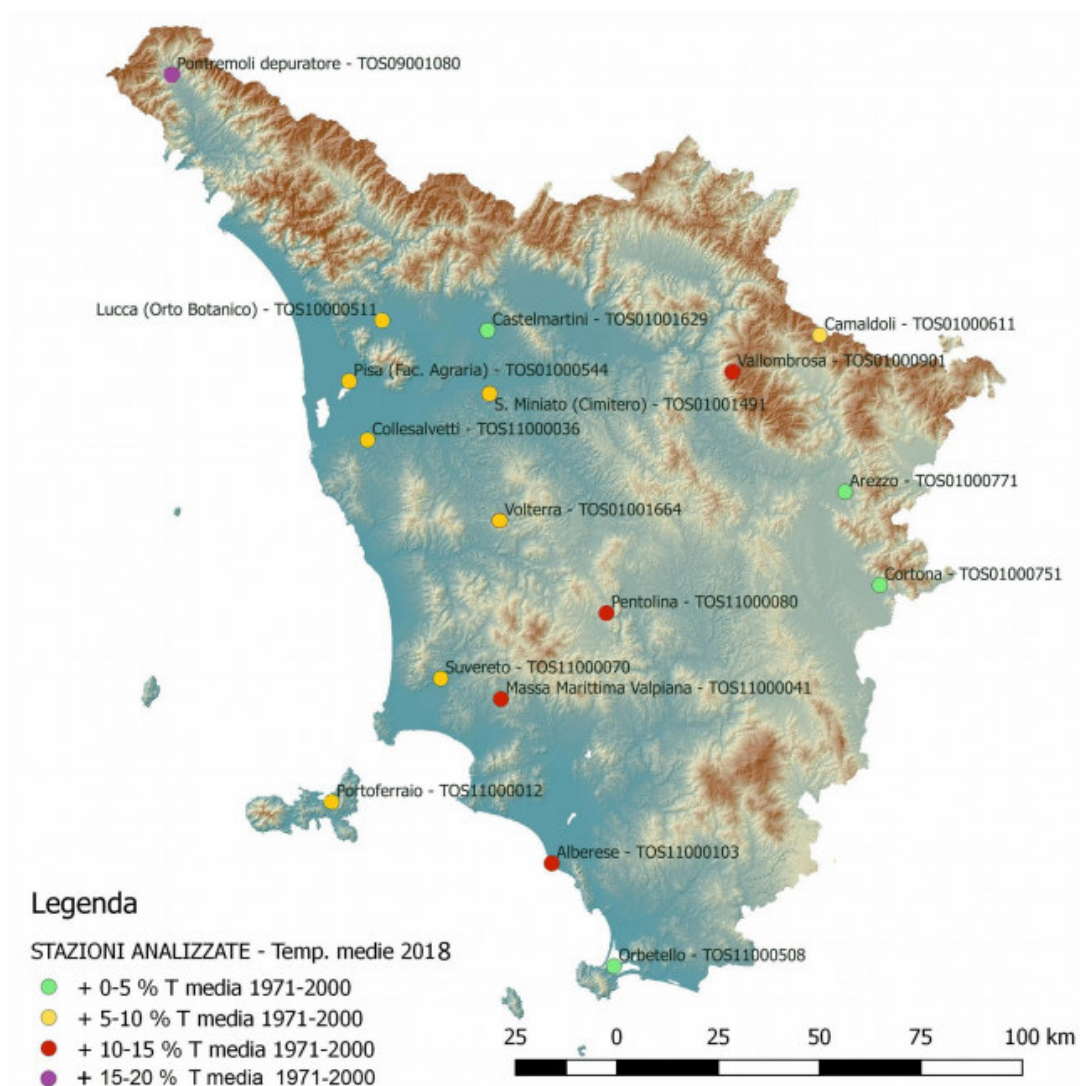


Figura 21: Analisi dei dati termometrici – anno 2018.

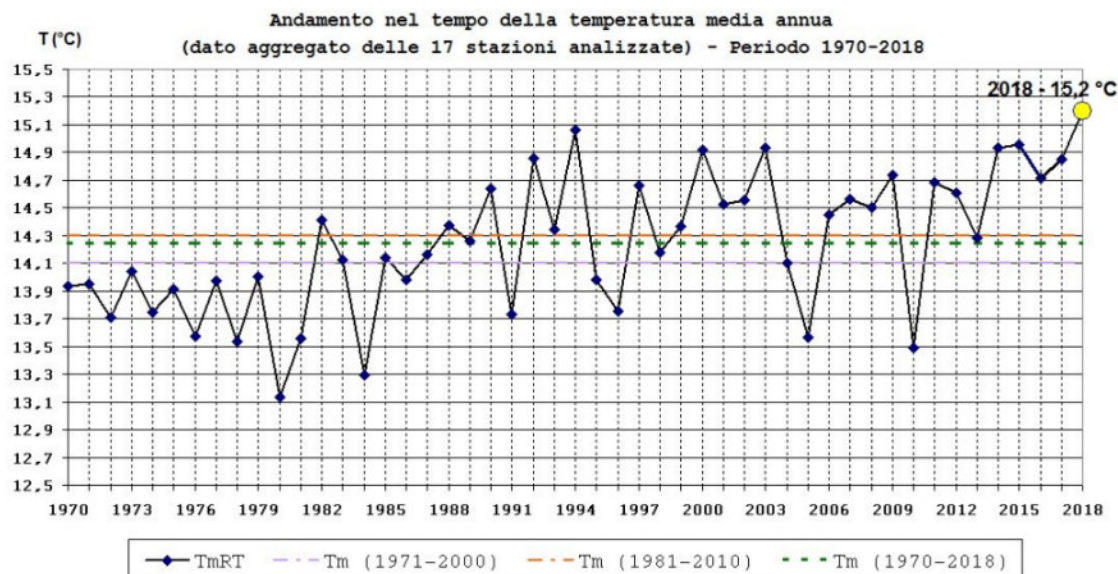


Figura 22: Andamento nel tempo della temperatura media annua – periodo 1970-2018.

Per quanto concerne invece le precipitazioni rilevate da circa 400 pluviometri facenti parte della rete di monitoraggio della regione Toscana, si evidenziano apporti meteorici che variano tra i 600 ed i 1900 mm e con un valore medio di circa 1200 mm stimato sull'intero territorio regionale.

I maggiori afflussi si sono registrati sul settore nord-occidentale della Regione, in particolare sulle Apuane, sul bacino idrografico del Serchio nella porzione occidentale al confine col bacino Toscana Nord. Gli afflussi pluviometrici inferiori si sono, invece, registrati nella porzione costiera centro-meridionale della regione e nell'arcipelago. In generale le precipitazioni registrate sulla regione Toscana nel corso dell'anno in esame sono da considerare superiori alla norma sia utilizzando come riferimento il trentennio precedente (1988-2017) sia - soprattutto - i trenta anni dal 1971 al 2000.

Principalmente, si registra un surplus medio del 30% (corrispondente a circa 250 mm di pioggia in più) rispetto al trentennio precedente, il raffronto rispetto al trentennio 1971-2000 evidenzia un surplus ancora più marcato (+50%, corrispondenti a circa 370 mm di pioggia in più).

In Figura 23 viene riportata la distribuzione delle piogge cumulate nell'anno 2018 sull'intero territorio oggetto di analisi.

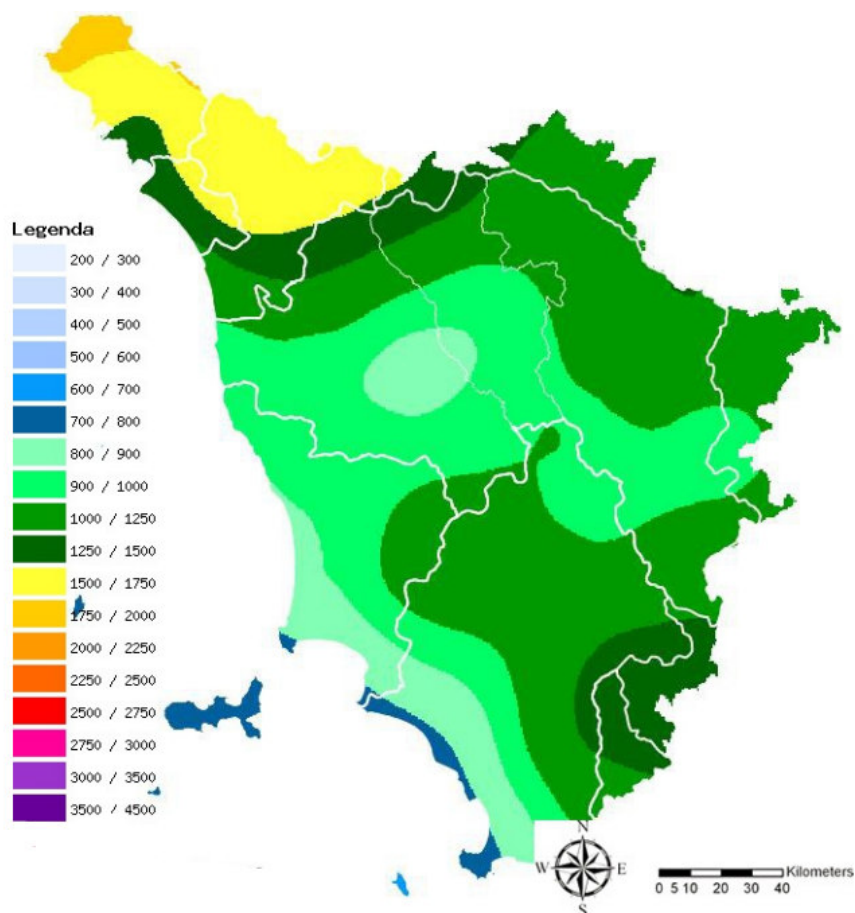


Figura 23: Distribuzione delle piogge cumulate dell'anno 2018.

In figura 24 e in figura 25 invece viene rappresentata la comparazione in termini di quantitativo di pioggia rispetto al periodo 1988-2017.

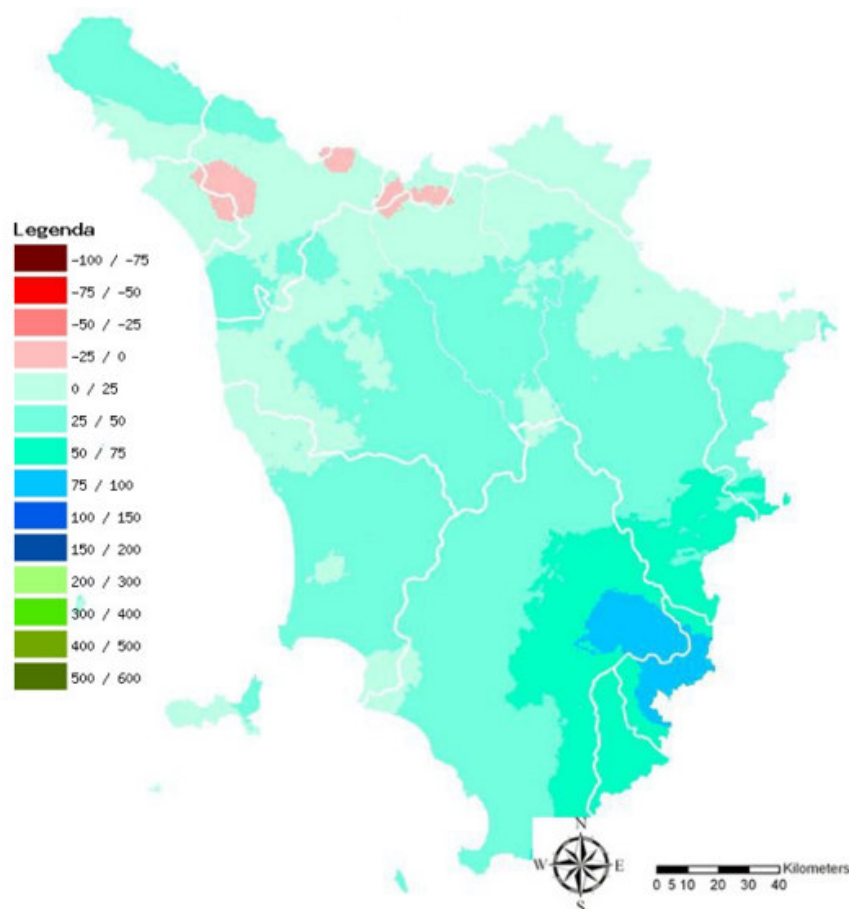


Figura 24: Confronto tra le precipitazioni (%) dell'anno 2018 con le medie del periodo 1988-2017.

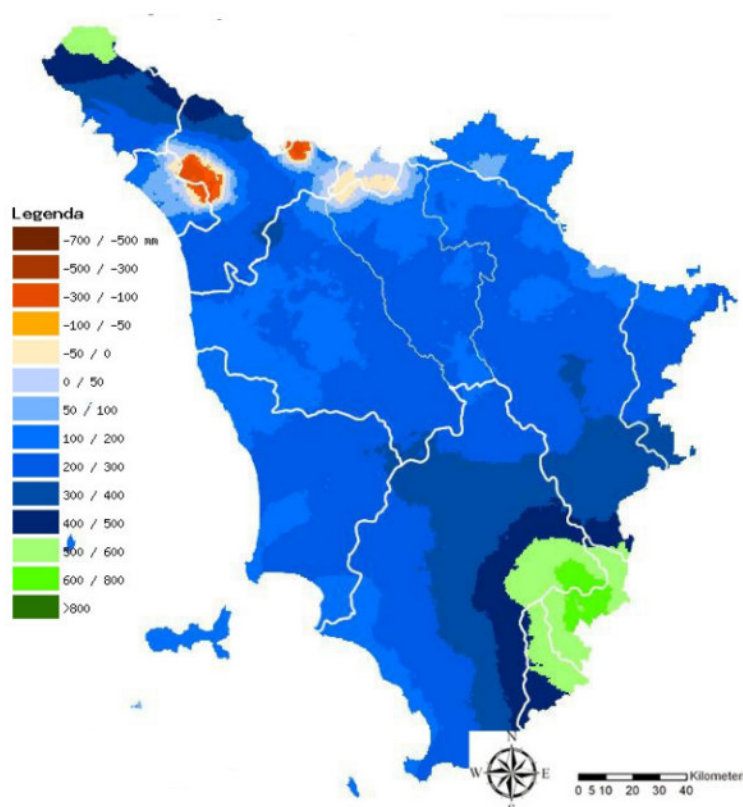


Figura 25: Confronto tra le precipitazioni (mm) dell'anno 2018 con le medie del periodo 1988-2017.

L'anno 2018 si differenzia rispetto all'andamento dell'ultimo decennio in quanto è stato registrato un elevato numero di giorni con piogge ad intensità medio-bassa ed un esiguo (sotto la deviazione standard) numero di giorni a pioggia intensa; a tal riguardo, si evidenzia che la pioggia di intensità medio-bassa ($P = 1-20$ mm/giorno) per l'anno 2018 ha raggiunto il massimo numero di giorni dell'intera serie storica; analogamente, il numero di giorni di pioggia a intensità elevata ($P > 50$ mm/giorno) risulta tra i più bassi della serie storica considerata. Inoltre, l'anno 2018 si è contraddistinto per un alto numero complessivo dei giorni piovosi. Le precipitazioni principalmente si sono concentrate nei mesi di febbraio e marzo, mentre meno pioggia rispetto ai trend nei mesi tra giugno ed ottobre (Consorzio LaMMA). L'ultimo decennio in realtà era stato caratterizzato da un sostanziale aumento dei giorni caratterizzati da forti intensità di pioggia ($P \geq 50$ mm/giorno) con valori che in alcuni anni si avvicinano al triplo della media e contestualmente si distingue una minima diminuzione dei giorni non piovosi.

Dal punto di vista climatico, a causa della sua estensione e della sua morfologia, la Toscana è una regione piuttosto diversificata. Le temperature medie annue registrano i valori più elevati attorno ai 16°C lungo la costa maremmana mentre tendono ad abbassarsi verso l'interno e verso nord.

Nelle pianure e nelle vallate interne (come il medio Valdarno e la Val di Chiana) si raggiungono i valori massimi estivi, raggiungendo anche i 40°C e si contrappongono a minime invernali piuttosto rigide, talvolta anche di alcuni gradi sottozero, come nell'aretino.

Le precipitazioni risultano molto abbondanti a ridosso dei rilievi appenninici specie tra la Versilia e il Casentino, con valori massimi oltre i 2000 mm all'anno sulle vette più alte delle Alpi Apuane e dell'Appennino Tosco-Emiliano. Una tipica zona è quella Garfagnana, spesso colpita da fenomeni meteorologici severi.

Lungo la fascia costiera della Maremma grossetana, soprattutto nella zona dell'Argentario, si registrano le precipitazioni medie annue più basse (difficilmente si raggiungono i 500 mm/anno). Anche le Crete Senesi e alcune zone della Val d'Orcia e della Val di Chiana vedono valori medi annui piuttosto bassi (tra i 600 e i 700 mm) (Il clima della regione Toscana, s.d.).

3.2.3 USO DEL SUOLO (DOMINIO SPAZIALE METEOROLOGICO)

Per la ricostruzione delle ipotesi del profilo iniziale del vento il set modellistico impiegato necessita di avere informazioni di dettaglio in merito al suolo interessato dalla simulazione. In particolare, è richiesto di fornire dati di uso del suolo sulla base dei quali è possibile effettuare considerazioni di base e stabilire parametri diffusionali sito specifici.

Il set modellistico impiegato fornisce un database precompilato di informazioni. Durante la creazione del dominio spaziale di riferimento, infatti, vengono precaricati dati di Land Use and Land Cover (LULC) come, ad esempio, quelli di cui in figura 26.

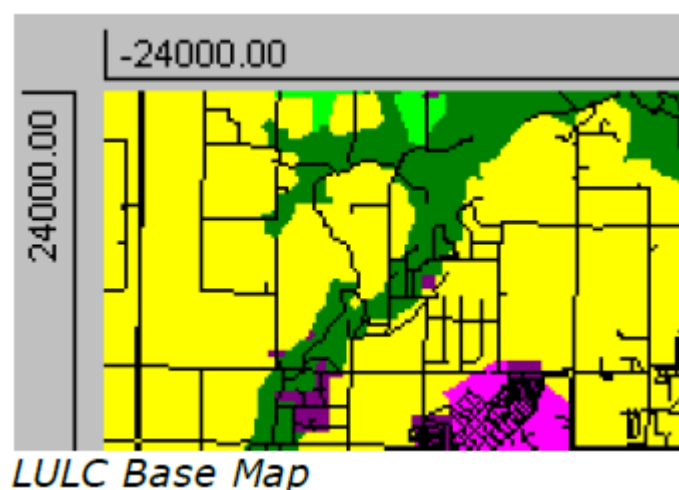


Figura26: Esempio di LULC dataset.

Il modello consente, mediante questo pre-caricamento, di avere informazioni circa la copertura del suolo con risoluzione di 200 m.

I dati sono disponibili a diverso livello di dettaglio, in particolare, sono presenti due livelli di dettaglio crescente, come indicato in tabella seguente.

Tabella 3: Land Cover and Land Use categories.

LIVELLO I		LIVELLO II	
10	Urbano o costruito	11	Residenziale
		12	Commerciale e Servizi
		13	Industriale
		14	Trasporti, Comunicazioni e Utilità
		15	Complessi industriali e commerciali
		16	Mix Urbano o costruito
		17	Altro urbano o costruito

20	Ambiti agricoli	21	Terreno coltivato e pascolo
		22	Frutteti, boschetti, vigneti, vivai e aree orticole ornamentali
		23	Operazioni di alimentazione confinate
		24	Altro agricolo
30	Prati e seminativi	31	Prati e seminativi erbosi
		32	Arbusteti
		33	Prati e seminativi misti
40	Foreste	41	Foreste Decidue
		42	Foreste sempreverdi
		43	Foreste miste
50	Specchi d'Acqua	51	Ruscelli e canali
		52	Laghi
		53	Dighe
		54	Baie ed Esuari
		55	Mari e oceani
60	Aree umide	61	Aree umide forestate
		62	Aree umide non forestate
70	Terreni incolti	71	Piane salate secche
		72	Spiagge
		73	Aree sabbiose diverse da spiagge
		74	Roccia scoperta
		75	Miniere e cave
		76	Aree di transizione
		77	Aree incolte miste
80	Tundra	81	Tundra con arbusti
		82	Tundra erbosa
		83	Terreno nudo
		84	Tundra umida
		85	Tundra mista
90	Nevi perenni e ghiacciai	91	Nevi perenni
		92	Ghiacciai

L'area di simulazione modellistica è stata valutata utilizzando le informazioni al massimo livello di dettaglio (livello II). A seguire si riportano alcuni estratti grafici di riferimento, a testimonianza della variabilità delle informazioni tra il contesto della zona costiera, dell'entroterra e dell'Appennino.

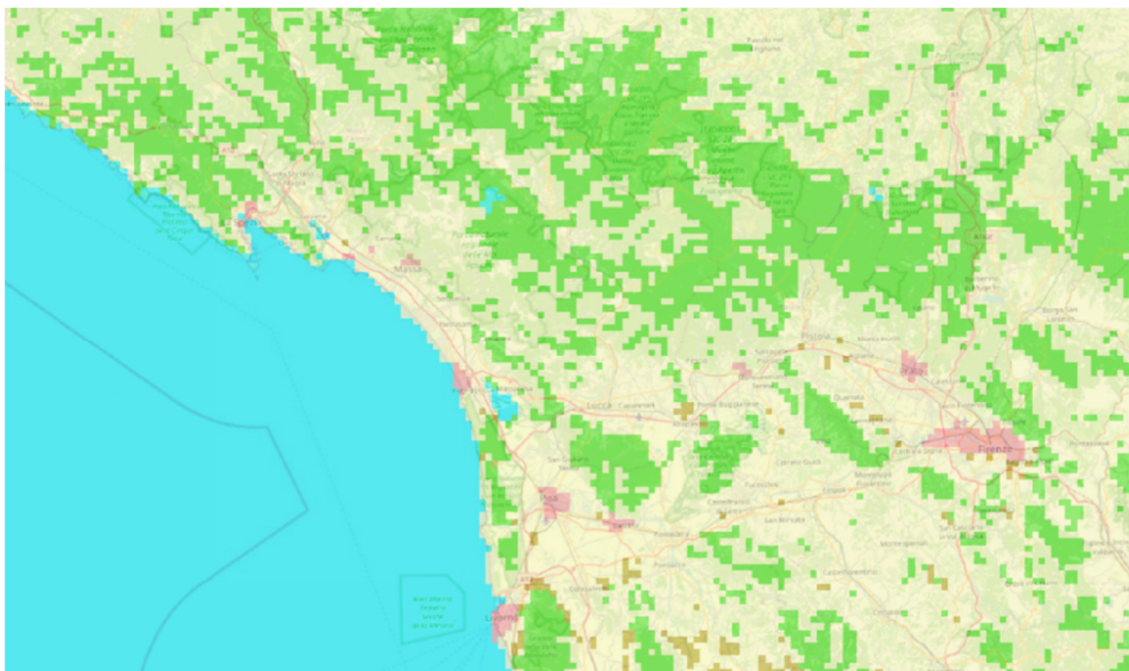


Figura 27: Estratto dell'elaborazione dell'uso del suolo per l'area di interesse – Livello II.

3.2.4 PROFILO VERTICALE DEL TERRENO (DOMINIO SPAZIALE METEOROLOGICO)

Un ulteriore elemento impiegato nella modellizzazione è rappresentato dall'elaborazione del modello tridimensionale del terreno. Tale struttura è necessaria, in combinazione con il dato di copertura del suolo, per la costruzione delle ipotesi iniziali sul profilo di ventosità.

Anche in questo caso il set modellistico selezionato consente di precaricare un insieme di dati, ma anche di provvedere alle rielaborazioni del modello diffusionale durante l'elaborazione dello scenario di dispersione.

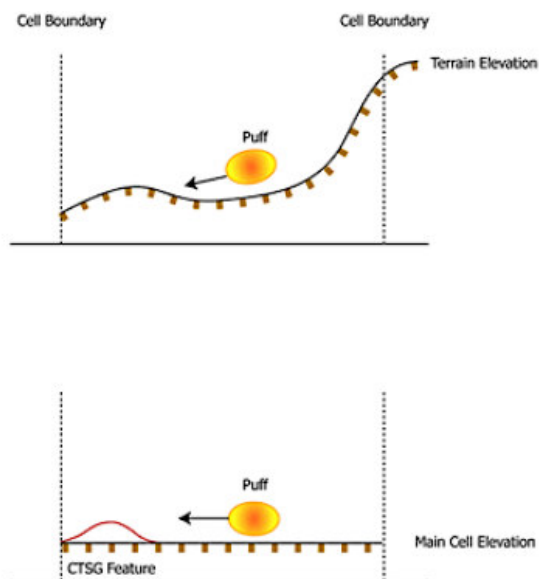
Il profilo del terreno (denominato anche “*Complex Terrain*”) consente, in particolare, di:

- correggere il dato di vento di larga scala (considerazioni preliminari sul vento);
- simulare l'interazione del suolo a diverse quote con il puff di inquinante, su scale molto ridotte, tali da non influenzare il regime di vento geostrofico e/o supergeostrofico;
- trattare in modo semplificato i puff per le elaborazioni di scala ampia e ridotta.

All'interno del sistema modellistico sono presenti diversi algoritmi, con l'algoritmo per il calcolo del terreno complesso a livello di “sotto griglia” (in riferimento alla griglia meteorologica di base) che consente di produrre simulazioni che determinano variazioni sia nel flusso che nel tasso di dispersione indotto dal terreno.

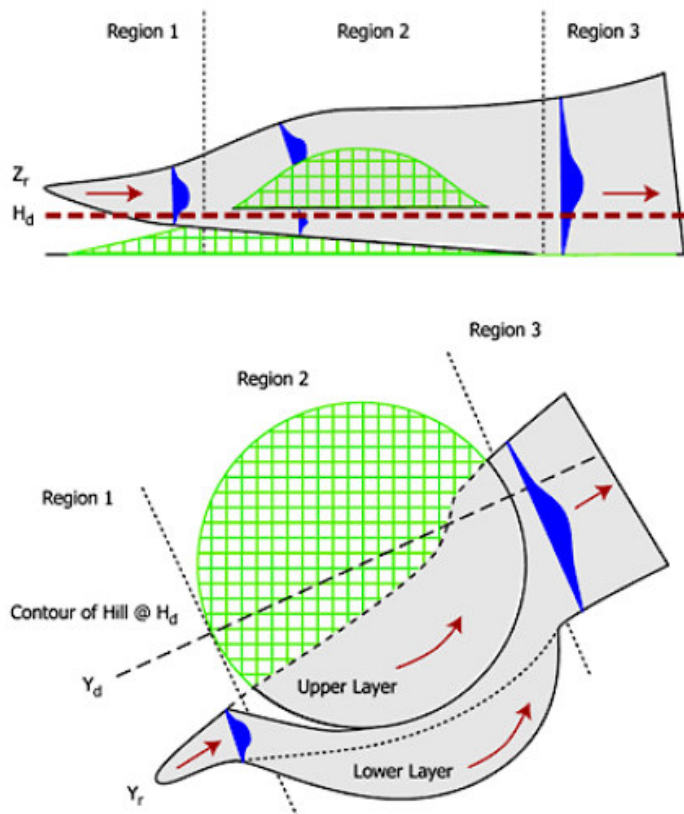
La modellizzazione del terreno complesso passa, inevitabilmente, per la ricostruzione di scenari semplificati (modelli concettuali), all'interno dei quali il modello risolve le equazioni di dispersione in modo classico. Nelle figure seguenti sono riportati esempi di un terreno effettivo e del modello concettuale proposta da parte del software.

Figura 28: Vista del profilo del terreno complesso e informazioni relative al modello concettuale.



Uno degli elementi di maggiore rilievo rispetto al comportamento del modello è la distribuzione dei puff di inquinante in fase di interazione con un elemento orografico. In particolare, sulla base dei dati di campo di vento è possibile che il flusso si suddivida e mentre una componente attraversa l'ostacolo, le restanti parti si separino, lo circumnavighino o si depositino al suolo.

Figura 29: Comportamento del plume di inquinante all'interfaccia con un elemento orografico.



All'interno dell'area di pre-processamento meteorologico, il contesto di elevazione del terreno è quello di seguito desumibile dalla figura seguente (rappresentazione tridimensionale del DTM dell'area di simulazione impostata per il modello).



Figura 30: DTM in ingresso al modello meteo-climatico.

La palette dei colori consente di osservare il profilo orografico entro cui la simulazione modellistica è stata condotta.

4. DATI DI CALIBRAZIONE DEL MODELLO

All'interno del dominio spazio-temporale di cui al precedente capitolo, si è proceduto all'individuazione dei dati orari di osservazione dei parametri meteo di superficie, dei parametri meteo derivanti dai radiosondaggi e dei dati di rilevamento dei pluviometri.

Tali dati sono derivanti, per la maggioranza, da osservazioni dirette delle stazioni della rete di rilevamento predisposta e mantenuta in operatività da parte degli enti preposti (ARPAT – SIR TOSCANA).

All'interno dell'area di simulazione modellistica selezionata sono stati impiegati dati appartenenti ad un numero significativo di centraline meteorologiche, selezionate tra quelle che avessero in dotazione un set quanto più possibile completo di dati (Temperatura, Direzione e Velocità del vento, Umidità relativa, Piovosità); tali dati sono stati integrati con misurazioni direttamente desumibili da quelli di cui sopra e dati di misurazioni (talvolta giornalieri) riferibili ad altri sistemi di misurazione.

Avendo a disposizione i dati meteorologici con frequenza di 15 minuti, si è fatta l'ipotesi di considerare il primo dato dell'ora come quello rappresentativo orario nel caso di direzione vento, velocità vento e temperatura.

4.1 DATI DI SUPERFICIE

I primi dati di cui è fornita spiegazione all'interno della documentazione sono i cosiddetti Dati di superficie, ovvero i dati rilevati attraverso centraline meteo-climatiche della rete di rilevamento posti a quota inferiore o uguale a 10 m dal livello del suolo.

4.1.1 CENTRALINE METEOCLIMATICHE

Per la calibrazione del modello sono state impiegate n. 30 stazioni di terra.

L'elenco completo e la localizzazione di tali centraline sono forniti all'interno della tabella e dell'immagine seguente.

Tabella 4: Elenco delle stazioni meteo impiegate all'interno dell'elaborato modellistico.

ID_STATION	STATION_NAME	X	Y	ANEMOMETER_HEIGHT
137	RIVOLTA D'ADDA Ist. Spallanzani	540,721	5032,417	10
166	MANTOVA Lunetta2 SMR	643,359	5002,12	10
214	BIGARELLO	648,247	5005,623	10
594	BERGAMO v.Goisis	553,621	5062,716	10
595	FILAGO v.Don Milani	543,343	5053,52	10
629	CREMA v.XI febbraio	555,127	5023,885	10
671	MANTOVA Tridolino	646,147	5001,665	10
677	CREMONA Via Fatebenefratelli	582,067	4999,315	10
695	PONTI SUL MINCIO v.San Martino	631,718	5030,185	10
1371	BREMBILLA	547,333	5073,647	10
1656	CASALMAGGIORE campo sportivo	611,537	4983,484	10
3001	BOLOGNA	685,132	4930,130	10



3002	CESENA	759,456	4892,340	10
3003	FORLI'	742,973	4900,852	10
3004	IMOLA	611,537	4983,484	10
3005	MARTORANO	761,279	4895,520	10
3006	MODENA	651,989	4946,568	10
3007	MULAZZANO	783,746	4872,677	10
3008	PANOCCHIA	602,692	4948,631	10
3009	PARMA	605,213	4962,483	10
3010	PIACENZA	553,516	4989,276	10
3011	RIMINI	786,227	4884,658	10
3012	ROLO	647,996	4971,863	10
3013	SASSO MARCONI	678,359	4923,151	10
3014	VIGNOLA	659,314	4929,813	10
4001	AVENZA	584,931	4877,435	10
4003	CAMPOCECINA	588,332	4885,396	10
4004	CAREGGINE	607,001	4884,337	10
4018	STRETTOIA	596,966	4871,819	10
4020	VIAREGGIO LUNGOMARE	599,655	4858,387	10

Nella figura seguente si riporta la localizzazione delle centraline sopraelencate. Vengono identificate con il rettangolo verde.

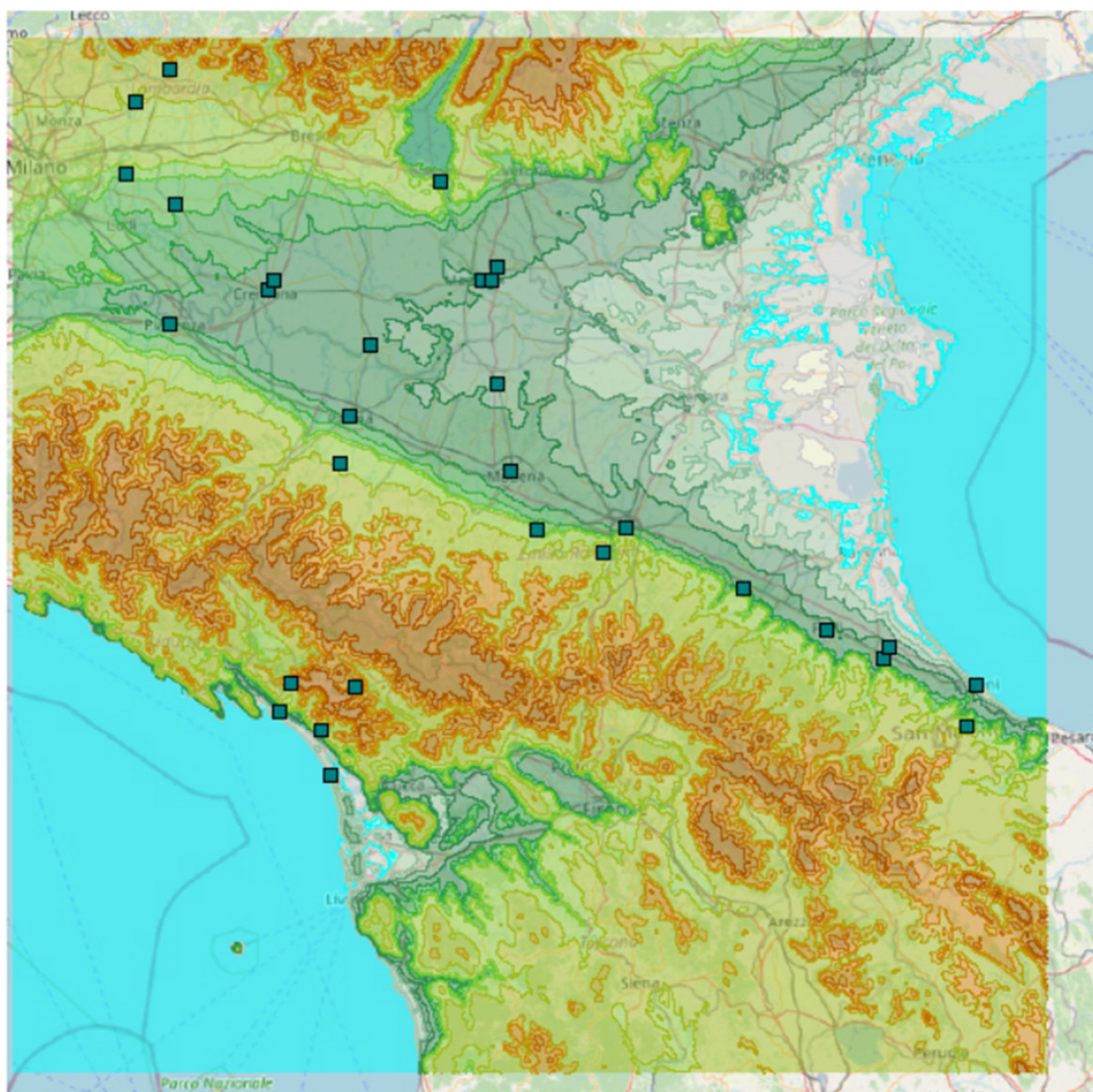


Figura 31: Localizzazione delle centraline di superficie oggetto della simulazione.

Per tutte le centraline meteo ove il dato fosse disponibile si è provveduto a fornire le indicazioni sito specifiche di direzione e velocità del vento, di precipitazione, di temperatura e di umidità relativa.

I restanti parametri sono stati calcolati sulla base delle informazioni di seguito riportate, ove l'informazione fosse ritenuta congruente con il contesto territoriale di riferimento⁵.

L'altezza di *ceiling height* è stata estrapolata dal modello mediante algoritmo interno di verifica delle centrali meteo-climatiche *upper air*.

⁵ Si fa riferimento, ad esempio, all'aver adottato il dato di quota di mescolamento (dato medio storico di Linate) per la sola pianura. Per la montagna il dato è stato lasciato al calcolo del modello. Discorso analogo è stato fatto per la pressione atmosferica.

4.1.2 PRESSIONE ATMOSFERICA

Relativamente alla pressione atmosferica è stato impiegato il dato aggregato su base giornaliera⁶ utilizzando come stazione di riferimento quella di Bologna – Borgo Panigale.

Nelle figure seguenti vengono riportati i dati relativi alla pressione calcolata da *weatheronline.co.uk* per l'area d'interesse.



⁶ Il dato riferito alla misura media è stato, conseguentemente, distribuito nel corso della giornata.

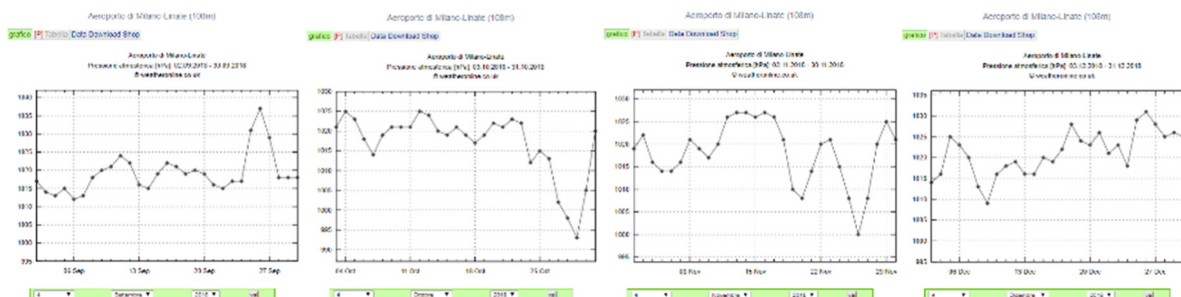


Figura 32: Dati di pressione atmosferica media giornaliera per il contesto toscano.

4.1.3 COPERTURA NUVOLOSA

Il dato di copertura nuvolosa è stato calcolato quale funzione diretta della presenza di eventi piovosi. In particolare, in corrispondenza di un qualsivoglia evento piovoso, la copertura nuvolosa è stata considerata pari a 10 decimi.

4.1.4 DIREZIONE E VELOCITÀ DEL VENTO

All'interno del set modellistico di riferimento, particolare rilievo è stato fornito alle centraline maggiormente prossime al centro dell'area di analisi, ovvero le stazioni di Avenza, Campocecina, Careggine, Strettoia e Viareggio Lungomare.

L'esito dell'elaborazione di questi dati di contesto climatico ha consentito di costruire un quadro informativo completo e variabile nel corso dell'intero anno solare analizzato. Di seguito si forniscono alcune rappresentazioni della variabilità spazio-temporale di parametri quali la direzione del vento.

All'interno della figura seguente sono riportate le centraline meteo-climatiche più prossime alla discarica – ex cava Fornace.



Figura 33: Localizzazione delle principali centraline meteo di riferimento prossime al centroide della mesh.

All'interno delle figure seguenti sono fornite indicazioni in merito alla direzione del vento registrata dai sensori di riferimento per la centralina di Strettoia (maggiormente prossima al sito in oggetto).

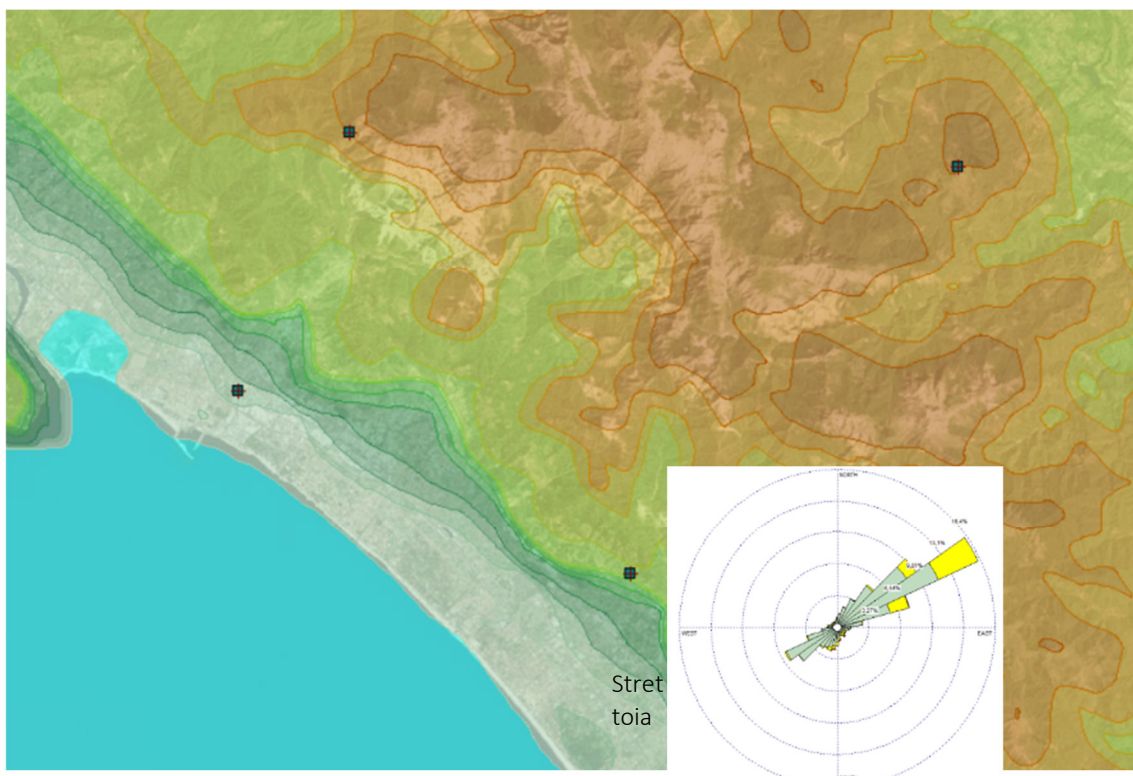


Figura 34: Sintesi anemometrica delle centraline di riferimento.

Sulla base delle informazioni anemometriche di sintesi sopra riportate è possibile riconoscere la direttrice prevalente dei venti NE - SO nella stazione più prossima di Strettoia.

Nelle figure seguenti si fornisce la restituzione grafica della variabilità spazio-temporale del dato di vento, rappresentato mediante un insieme di vettori che forniscono l'informazione sulla direttrice del vento stesso.

L'intensità è rappresentata dalla lunghezza del vettore riportato.

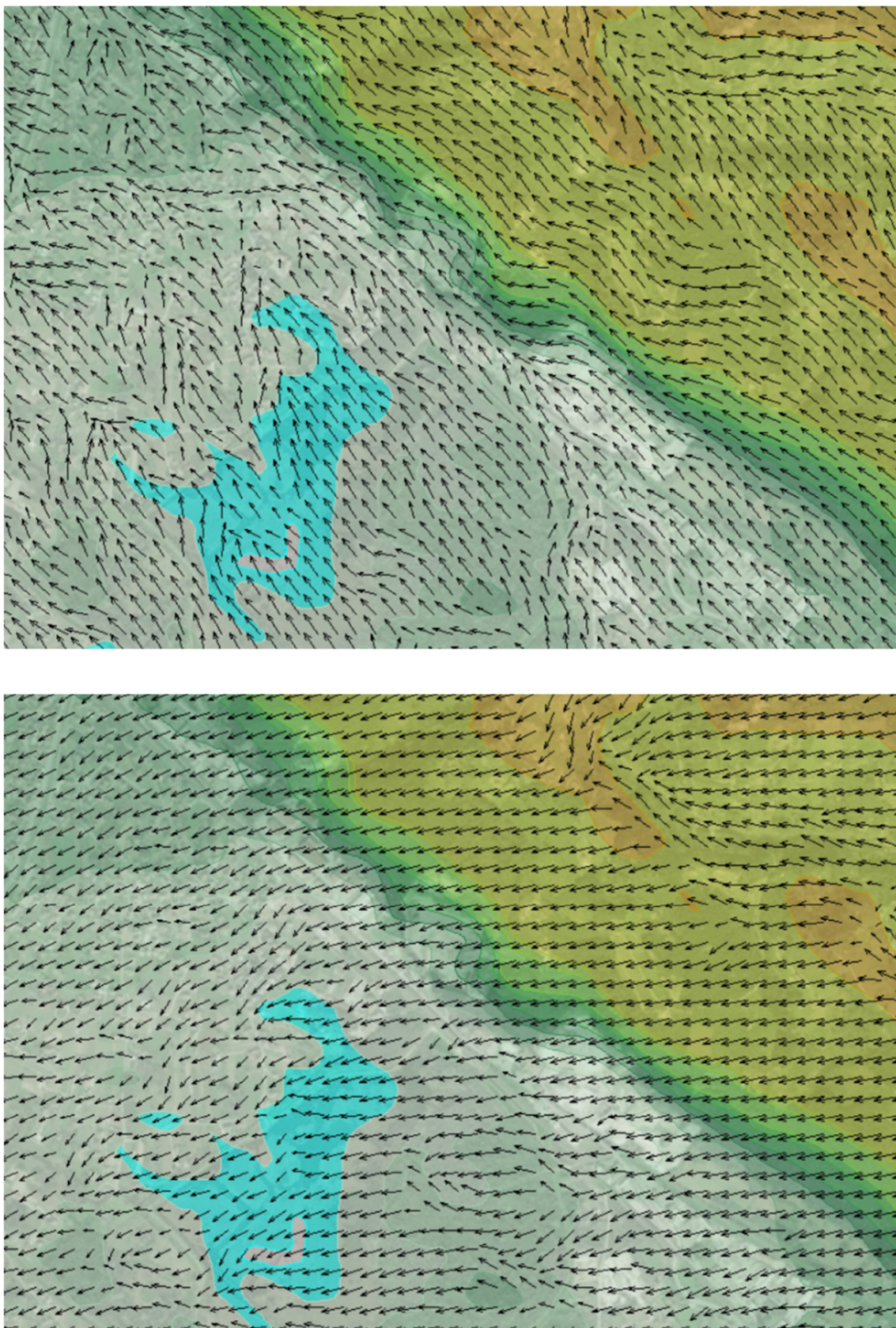


Figura 35: Variabilità spazio-temporale del profilo anemometrico.

4.1.5 TEMPERATURA E UMIDITÀ RELATIVA

Per quanto concerne i dati di temperatura e di umidità, non si rilevano significativi scostamenti dal quadro climatico regionale riportato all'interno della premessa iniziale.

Tra i dati rilevati dalle centraline di superficie, in ragione delle modalità di calcolo e del sistema modellistico adottato, non sono ricomprese informazioni in merito alla pluviometria. Tale paragrafo è stato sviluppato nel capitolo seguente.

4.1.6 DATI DI PIOVOSITÀ

Il dato di piovosità impiegato dal modello è stato desunto dalla rete di monitoraggio di ARPAT – Arpa Toscana e ARPA Lombardia.

Sono state, in particolare, selezionate n. 41 centraline di riferimento la cui collocazione spaziale è riferita all'interno della figura seguente mediante una croce di colore rosso.

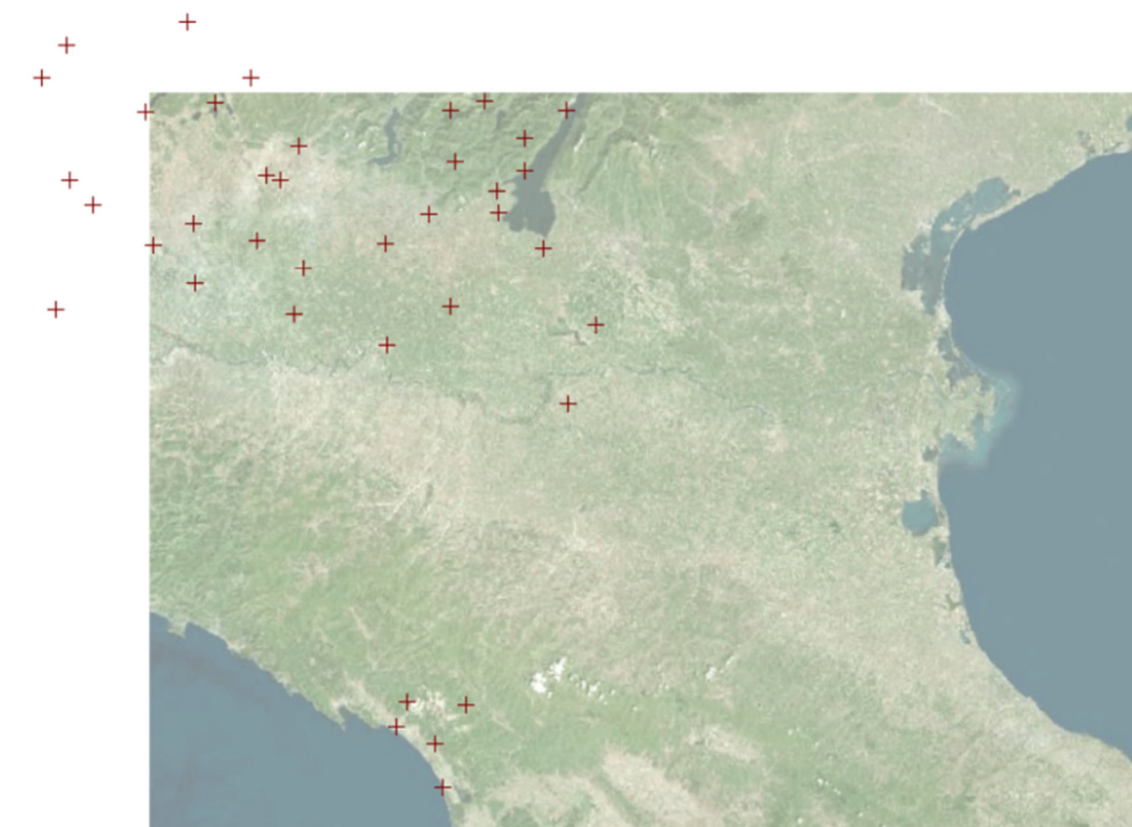


Figura 36: Localizzazione delle centraline pluviometriche.

Sulla base della disposizione spaziale delle centraline di rilevazione pluviometrica, sono state valutate le condizioni di diffusione dei fenomeni piovoschi all'interno del territorio regionale.

Per ogni centralina, infatti, è stato fornito dal modello un raggio di influenza di circa 50 km, sulla base del quale l'effetto di una misura influenza il contesto territoriale circostante.

Le informazioni sono state, conseguentemente, interpolate con il modello meteo rilevato (dati di pressione, umidità relativa, copertura nuvolosa, modello digitale del terreno, direzione e velocità del vento), per costruire un andamento variabile dello scenario pluviometrico.

Nelle figure seguenti, a titolo di esempio, si riporta la rappresentazione grafica di un evento piovoso sviluppatosi all'interno della mesh di indagine e se ne riporta l'evoluzione in due ore consecutive.

La gradazione dal blu, al verde al rosso esprime condizioni di pioggia crescenti, mentre sono lasciati in viola le aree con assenza di pioggia.

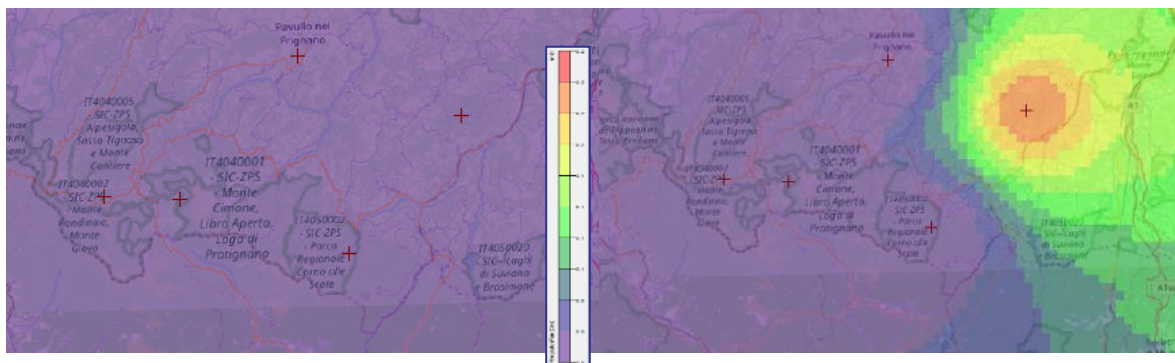


Figura 37: Variabilità spazio-temporale del *profilo pluviometrico* (estratto di 2 ore consecutive)

4.2 DATI DI PROFILO VERTICALE

Tra gli elementi meteo-climatici di mesoscala assumono significativo rilievo i dati rilevati ed elaborati dai radiosondaggi. Tali dati (riferiti a misure condotte due volte al giorno per un profilo verticale di riferimento) sono stati reperiti dal centro aeronautico nazionale.

Le modalità di registrazione nazionale differiscono leggermente da quelle di registrazione del NOAA e, pertanto, si è proceduto ad effettuarne una preelaborazione al fine di renderli leggibili dal modello.

La struttura del dato è quella di seguito riportata, così come indicato sul sito di riferimento NOAA.

---COLUMN NUMBER---

1	2	3	4	5	6	7
LINTYP						
			header lines			
254	HOUR	DAY	MONTH	YEAR	(blank)	(blank)
1	WBAN#	WMO#	LAT D	LON D	ELEV	RTIME
2	HYDRO	MXWD	TROPL	LINES	TINDEX	SOURCE
3	(blank)	STAID	(blank)	(blank)	SONDE	WSUNITS
			data lines			
9	PRESSURE	HEIGHT	TEMP	DEWPT	WIND DIR	WIND SPD
4						
5						
6						
7						
8						

LEGEND

LINTYP: type of identification line

- 254 = indicates a new sounding in the output file
- 1 = station identification line
- 2 = sounding checks line
- 3 = station identifier and other indicators line
- 4 = mandatory level
- 5 = significant level
- 6 = wind level (PPBB) (GTS or merged data)
- 7 = tropopause level (GTS or merged data)
- 8 = maximum wind level (GTS or merged data)
- 9 = surface level

4.2.1 PUNTI DI MISURAZIONE UPPER AIR

Per la realizzazione di un run modellistico sono sufficienti i dati relativi alle misurazioni di una stazione di misurazione. Tuttavia, al fine di provvedere alla ricostruzione di eventuali dati mancanti, alla validazione di dati distanti dal punto di effettiva misurazione e, quindi, alla definizione di un quadro strutturato di analisi, si è proceduto selezionando n. 4 centraline di misura, poste in diverse latitudini in Italia, sulla base delle quali ricostruire lo scenario modellistico.

Le centraline selezionate sono quelle di Milano Linate (MI), Cuneo Levaldigi (CN), Udine Rivolto (UD) e Pratica di Mare (RO).

Si precisa che i dati della centralina UPPER AIR Cuneo Levaldigi relativi agli ultimi 10 giorni dell'anno (dal 22/12/2018 al 31/12/2018) sono stati sostituiti replicando i dati orari relativi al giorno 21/12/2018. Tale

semplificazione è stata necessari in ragione di dati che risultavano mancanti e corrotti e impedivano il processamento della simulazione all'interno del software.

La collocazione delle centraline all'interno del contesto territoriale di simulazione è riportata nella figura seguente.

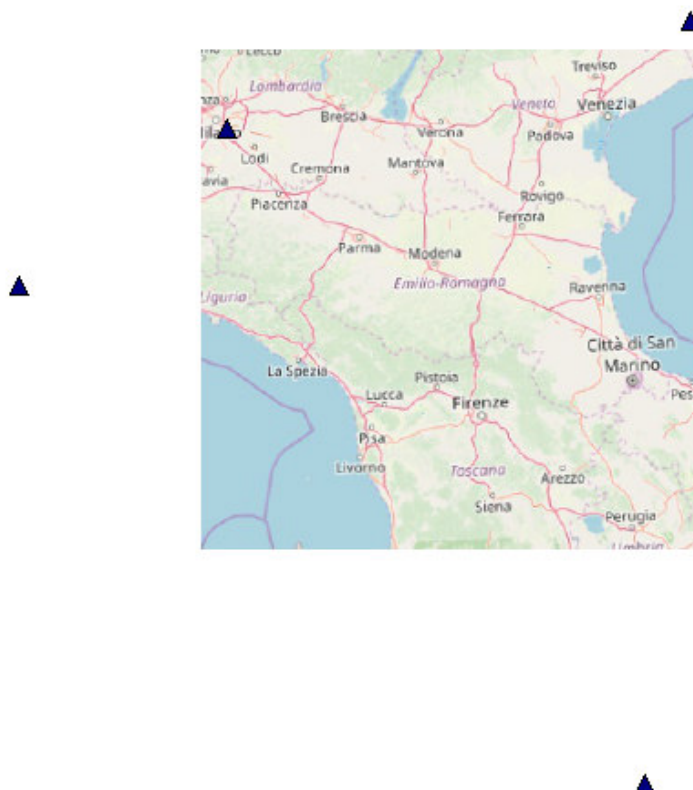


Figura 38: Localizzazione delle centraline UPPER AIR di riferimento (triangoli blu).


4.3 ULTERIORI PARAMETRI DI IMPOSTAZIONE DEL MODELLO METEO-CLIMATICO

Le impostazioni contenute all'interno del setting modellistico sono integralmente contenute all'interno del file.LST allegato alla presente.

All'interno delle figure seguenti è riportato un estratto di alcune delle schermate di settaggio, ovvero le principali impostazioni preliminari alla modellizzazione.

CALMET - Run Information ×

Go to...



Titles (Optional) Set As CALPUFF

1: 2018_toscana

2: Annuale

3: 30 stazioni superficiali, 41 pluviometriche, 4 UPPER

Run Period

☐ Run all Periods in Met File

Start Time: 2018/01/01 01:00:00 Time Step: 3600 [s]

☒ End Time: 2018/12/26 23:00:00 Time Zone: UTC+0100 Central European

☐ Duration: 359 [days] 22 [hours]

Run Options

Compute All Data Fields Required by CALPUFF or CALGRID NOOBS = 0

Surface & Overwater

☒ Station Data
☐ Prognostic Data

Upper Air

☒ Station Data
☐ Prognostic Data

☒ Precipitation

☒ Station Data
☐ Prognostic Data

☐ Technical Options must conform to USEPA Guidance (MREG=1) Apply MREG Defaults

Help Restore Defaults... Run Back Next Cancel OK

Figura 39: GUI di inserimento dati impostazioni – CALMET.

5. RISULTATI DELL'ELABORAZIONE

Sulla base delle informazioni fornite in precedenza, con una maglia di calcolo dedicata presso il sito di indagine, si è proceduto alla modellizzazione del quadro dispersivo di riferimento.

All'interno del presente paragrafo viene descritto il risultato dell'elaborazione, ovvero vengono restituiti gli esiti di modello, estrapolando una centralina meteo-climatica virtuale (centralina virtuale) ubicata all'interno del sito oggetto di valutazione, relativi ai principali parametri di interesse meteorologico.

Sulla base della stima del campo vettoriale di riferimento, infatti, il modello ha elaborato un set di dati sito-specifici validi specificamente per il settore atmosferico posto al di sopra dell'area oggetto di indagine.

5.1 ESITO DELLE ELABORAZIONI

5.1.1 RAPPRESENTAZIONE GRAFICA TRIDIMENSIONALE DEL CAMPO DI VENTO DEL DOMINIO DI CALCOLO

All'interno della figura seguente è possibile osservare il modello tridimensionale di vento calcolato dal modello nell'intorno dell'area oggetto di analisi. L'ubicazione di quest'ultima è individuata dalla freccia di colore rosso.

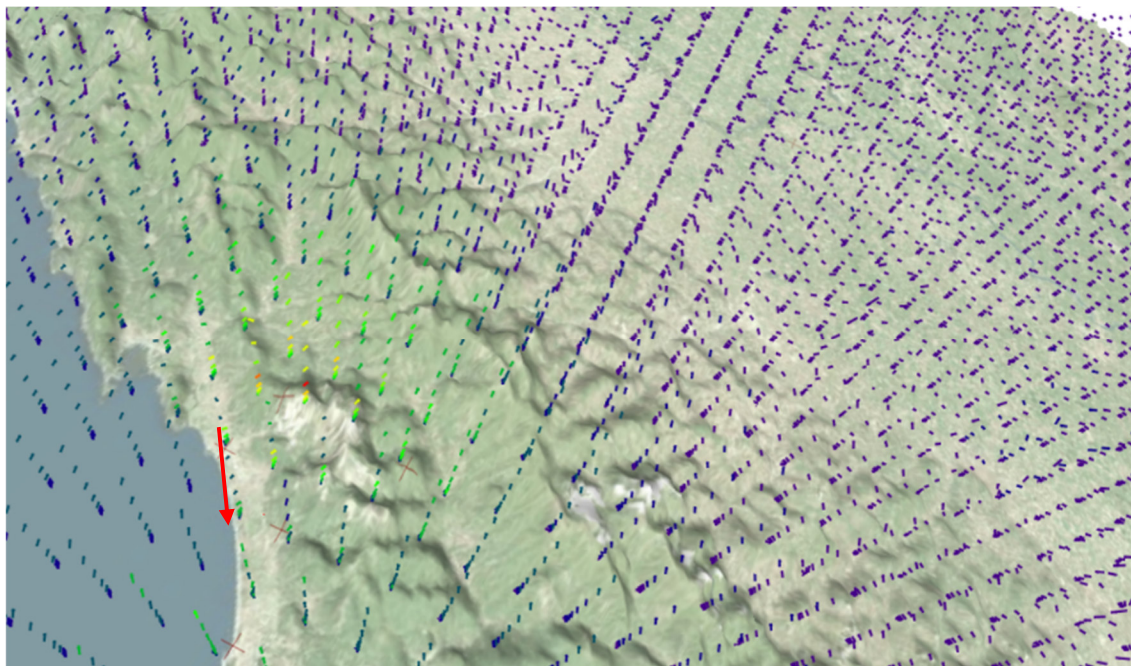


Figura 40: Rappresentazione tridimensionale del campo di vento in prossimità del sito in oggetto.

La variabilità del DTM è stata incrementata producendo un'esagerazione verticale, al fine di favorire la visualizzazione della "complessità" del terreno circostante il sito oggetto di valutazione. Il campo di vento è fortemente legato all'orografia.

5.1.2 TEMPERATURA

All'interno della figura seguente è riportato l'andamento della temperatura nella centralina virtuale selezionata per la realizzazione del modello di calcolo.

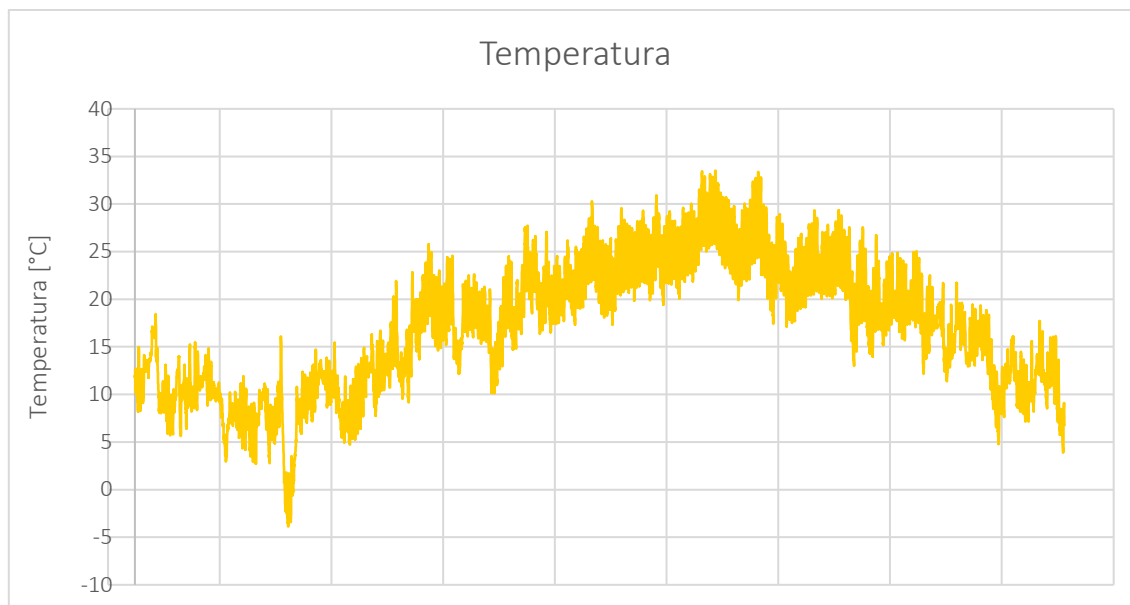


Figura 41: Andamento della temperatura all'interno del sito di indagine.

All'interno della tabella seguente sono riportati i principali dati statistici relativi al dato in esame.

Tabella 5: Temperatura presso il sito di indagine – dati statistici.

<i>DATO</i>	<i>TEMPERATURA</i>	
U.d.M.	[°C]	
Media	16,72	[°C]
Max	33,52	[°C]
Min	-3.87	[°C]

5.1.3 PIOVOSITÀ

All'interno della figura seguente è riportato l'andamento della piovosità nella centralina virtuale selezionata per la realizzazione del modello di calcolo.

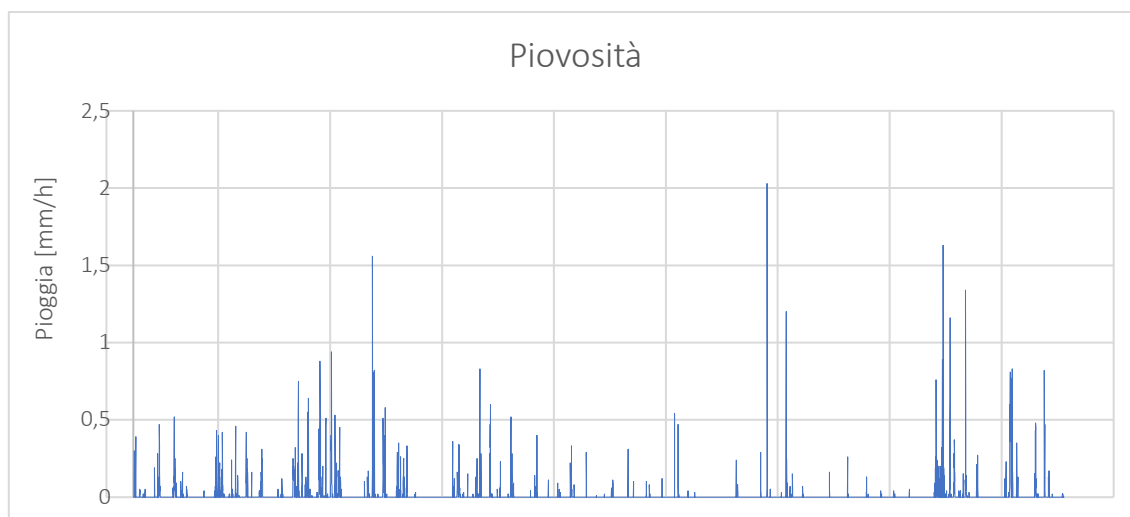


Figura 42: Andamento della piovosità all'interno del sito di indagine.

All'interno della tabella seguente sono riportati i principali dati statistici relativi al dato in esame.

Tabella 6: Piovosità presso il sito di indagine – dati statistici.

<i>DATO</i>	<i>PIOVOSITA'</i>	
U.d.M.	[mm/h]	
Media	0,014	[mm/h]
Max	2,03	[mm/h]
Min	0	[mm/h]

All'interno delle figure seguenti viene evidenziato l'andamento di un evento piovoso registrato dalle ore 4 sino alle ore 8 del mattino. Le mappe riportate consentono di illustrare il processo di *fitting* svolto all'interno del modello mediante algoritmi dedicati che consentono di simulare lo sviluppo dei fenomeni meteorologici a scala locale.

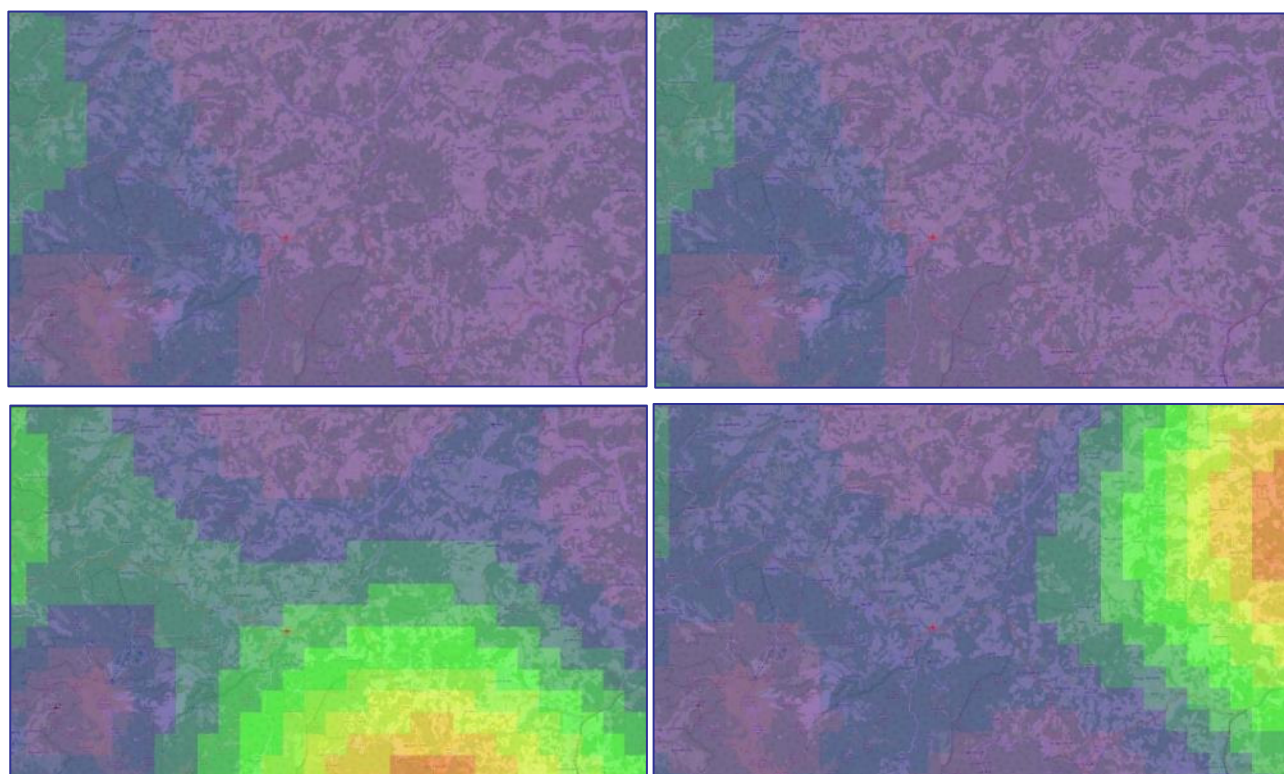


Figura 43: Variabilità spatio-temporale del profilo pluviometrico (estratto di 4 ore consecutive).

L'evoluzione dello scenario pluviometrico di riferimento evidenzia, per la totalità dell'area, un aumento del rateo di pioggia. All'inizio del fenomeno, in ragione delle registrazioni della centralina posta a NO, era presente un'area non caratterizzata da pioggia; nell'ultima rappresentazione, invece, la totalità dell'area di simulazione è caratterizzata dalla presenza di piogge.

5.1.4 ALTEZZA DELLO STRATO DI RIMESCOLAMENTO

All'interno della figura seguente è riportato l'andamento della quota di strato di rimescolamento nella centralina virtuale selezionata per la realizzazione del modello di calcolo.

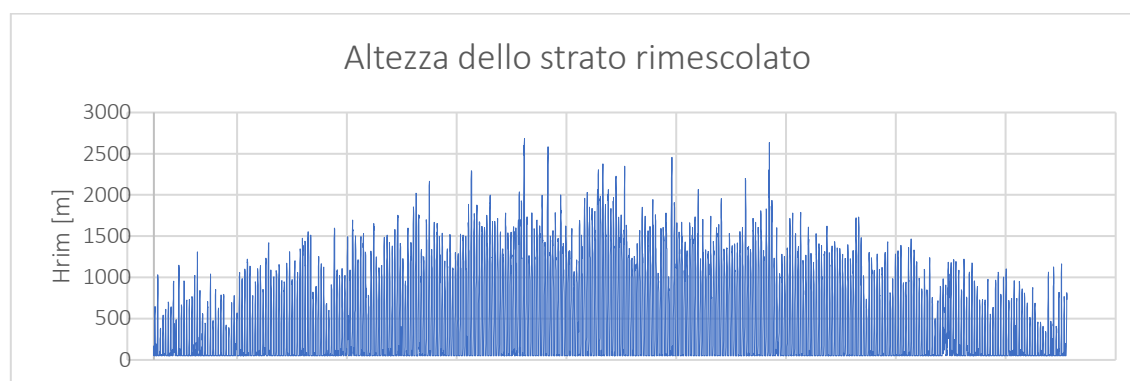


Figura 44: Andamento della quota dello strato di rimescolamento all'interno del sito di indagine.

Il quadro ricostruito dal modello risulta coerente con l'andamento registrato in passato presso l'aeroporto di Linate.

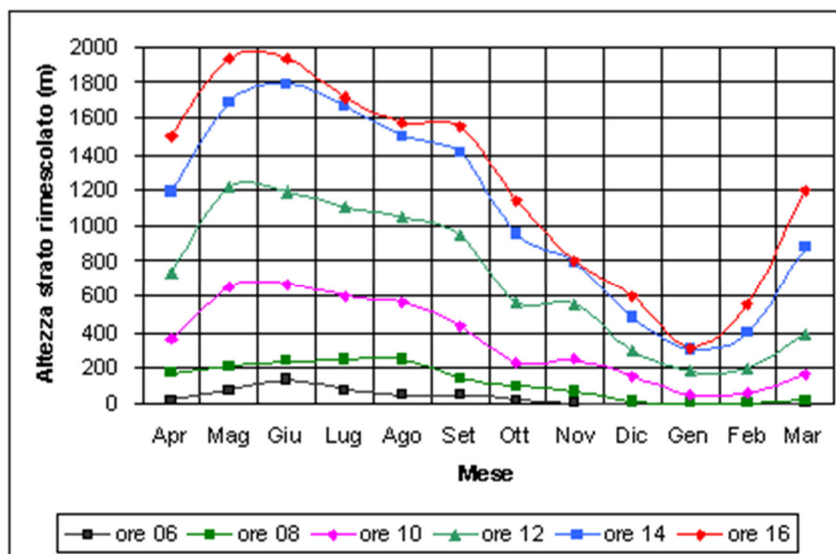


Figura 45: Andamento della quota dello strato di rimescolamento presso l'aeroporto di Linate.

All'interno della tabella seguente sono riportati i principali dati statistici relativi al dato in esame.

DATO	ALTEZZA RIMESCOLAMENTO	
U.d.M.	[m]	
Media	469,94	[m]
Max	2.688,21	[m]
Min	50	[m]

Tabella 7: Quota dello strato rimescolato presso il sito di indagine – Dati statistici.

5.1.5 DIREZIONE E VELOCITÀ DEL VENTO

All'interno del presente paragrafo sono fornite indicazioni in merito alla centralina di vento virtuale con riferimento ai dati anemometrici; in particolare gli esiti di tale modellizzazione hanno consentito di ricostruire la rosa dei venti riportata nell'immagine seguente.

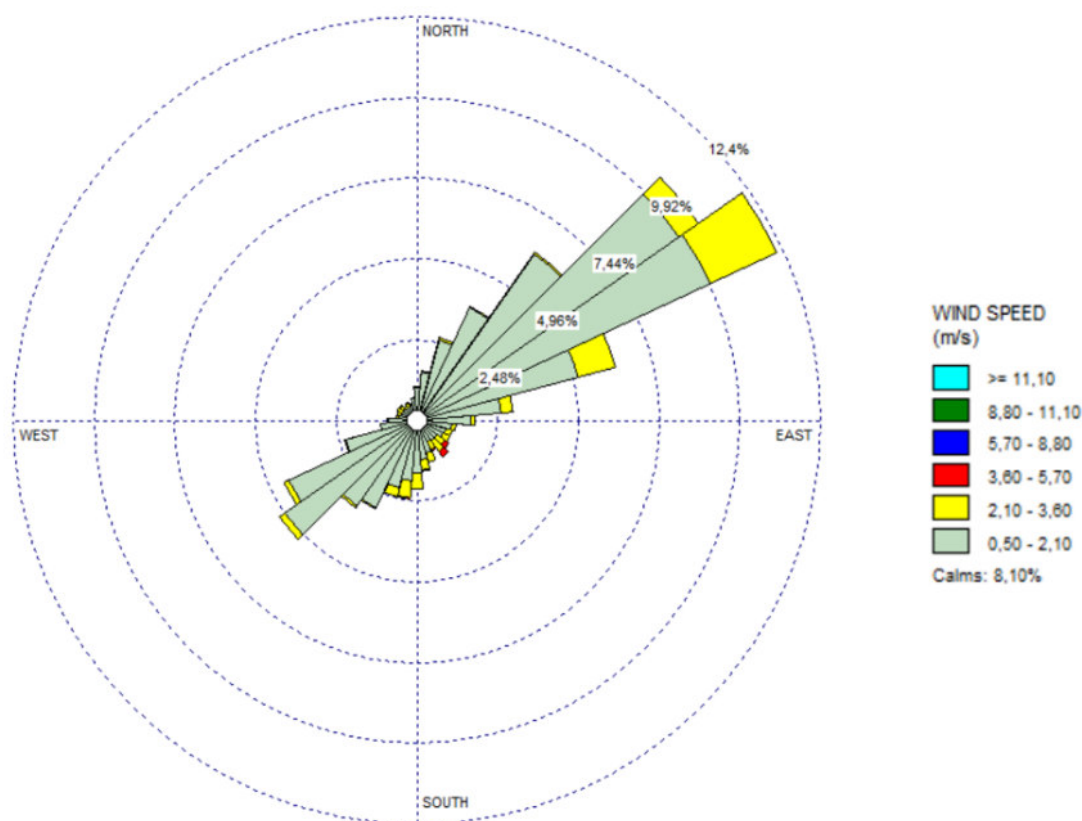


Figura 46: Rosa dei venti presso il sito di interesse.

La rosa dei venti mostra una forte componente in direzione NE – SO. L'intensità del vento è da considerarsi entro valori decisamente bassi (come si nota dalla legenda della rosa dei venti) e una percentuale considerevole (8,1%) di calme di vento.

Tale aspetto rende evidenza di quanto un modello come quello impiegato sia da ritenersi adatto alla effettuazione delle simulazioni.

Ipotesi eccessivamente semplificate (come, ad esempio, quelle previste per il trattamento delle calme di vento con modelli gaussiani), potrebbero determinare risultati significativamente diversi da quelli ottenuti mediante la presente elaborazione.

Per il valore statistico dell'informazione si riportano anche le distribuzioni delle classi di stabilità di Gifford-Pasquill presso il sito di interesse.

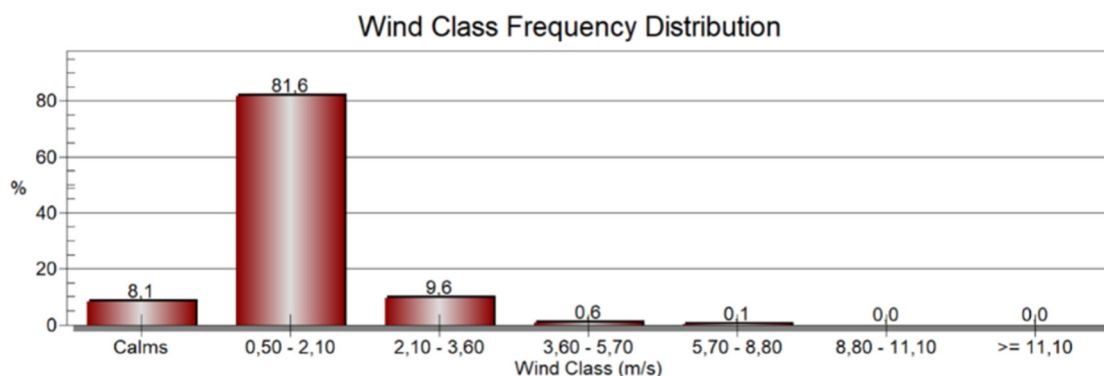
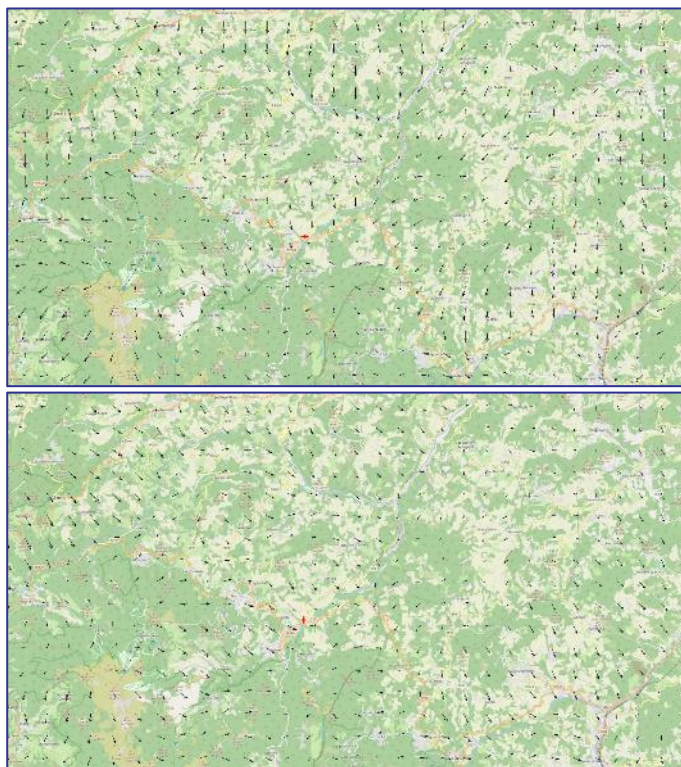


Figura 47: Classi di vento e stabilità atmosferica.

Di seguito si propone, a titolo di esempio, così come effettuato per l'evento piovoso, la ricostruzione di un fenomeno ventoso che evidenzia la variazione temporale nelle diverse ore di osservazione delle stazioni.

All'interno delle figure seguenti è riportato un evento registrato dalle ore 2 sino alle ore 5 del mattino. Le mappe riportate consentono di mostrare il processo di *fitting* svolto all'interno del modello mediante algoritmi dedicati che consentono di simulare lo sviluppo dei fenomeni meteorologici a scala locale.



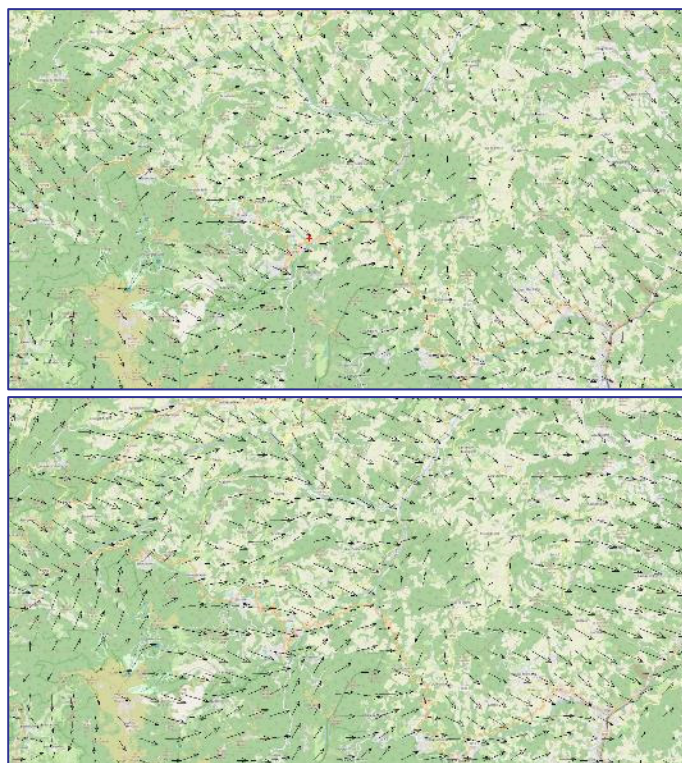
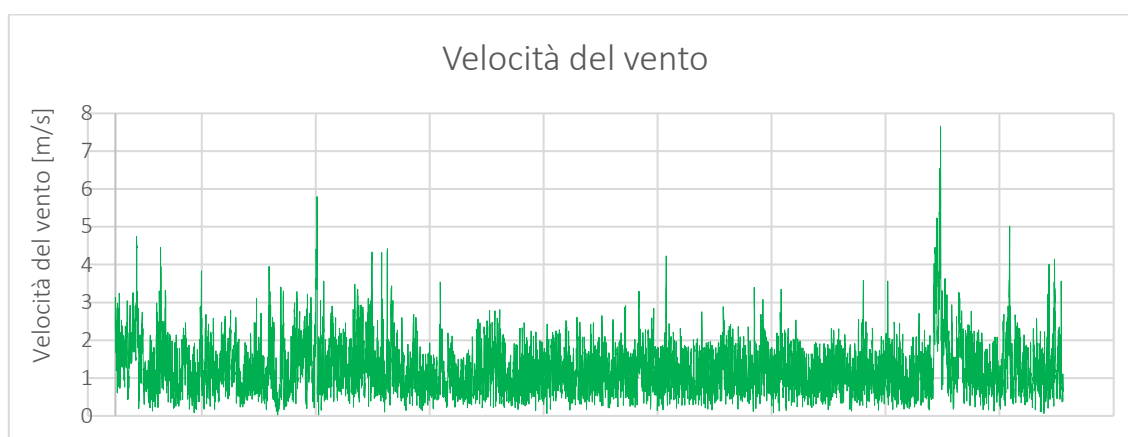


Figura 48: Variabilità spazio-temporale del profilo anemometrico (estratto di 4 ore consecutive).

Con l'avanzare del tempo è chiaramente visibile un aumento della ventosità nell'area. Le prime ore, dalle 2 alle 4, riportate nella prima riga, mostrano un vento relativamente calmo. Le ore riportate nella seconda riga, invece, mostrano una maggiore intensità di vento e diverse direzioni che seguono le valli e la catena appenninica (con direzione prevalente O-E).

All'interno della figura seguente è riportato l'andamento della velocità del vento nella centralina virtuale selezionata per la realizzazione del modello di calcolo.

Figura 49: Andamento della velocità del vento all'interno del sito di indagine.



All'interno della tabella seguente sono riportati i principali dati statistici relativi al dato in esame.

DATO	VELOCITA' DEL VENTO
U.d.M.	[m/s]

Media	1,29	[m/s]
Max	7,66	[m/s]
Min	0,03	[m/s]

Tabella 8: Velocità del vento presso il sito di indagine – Dati statistici.

5.2 VALIDAZIONE MODELLO DI CALCOLO

Per validare il modello di cui sopra è stata presa in considerazione la centralina climatica Montignoso (c/o Cava Fornace), anno di riferimento 2018.

Nella figura seguente si mostra il profilo anemometrico (rosa dei venti) della stazione reale di cui sopra comparata con la centralina di monitoraggio virtuale (modellizzata), per verificare se la ricostruzione della direzione del vento risente, in modo più o meno significativo di profili orografici o elementi di disturbo da un vento prevalente.



Figura 50: Profilo anemometrico del sito di indagine.

Comparando la rosa dei venti della stazione virtuale e quella di validazione utilizzata si può notare come le direzioni dei venti principali siano congruenti, con direzione principale da NE e secondaria in senso opposto.

Si ritiene di considerare, pertanto, validato il modello meteo-climatico.

6. DESCRIZIONE CONSUNTIVA FINALE DEL QUADRO METEO-CLIMATICO

All'interno del presente documento è stata effettuata la valutazione delle condizioni meteo-climatiche di riferimento per l'area di interesse.

Sulla base delle informazioni misurate dalle stazioni di rilevamento presenti sul territorio (centraline ARPA – ARPAT e ARPAE) si è proceduto con il settaggio del modello di calcolo meteo-climatico CALMET.

L'area di simulazione del sistema CALMET è un'area quadrata di 300 km x 300 km, con passo pari ad 1 km. Nella figura seguente si riporta l'area di simulazione meteo su sfondo aerofotogrammetrico.

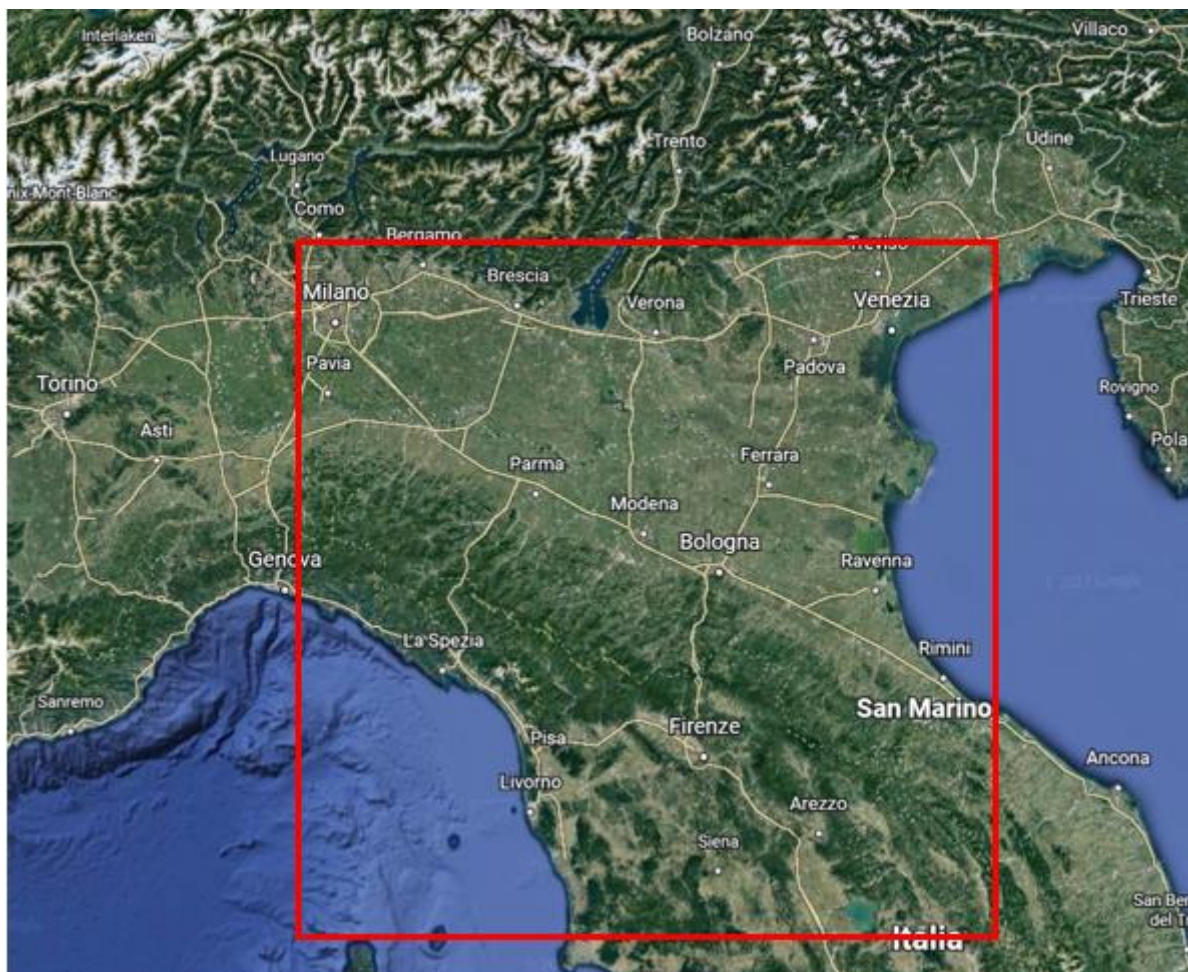


Figura 51: Area di riferimento dell'area di simulazione meteo-climatica.

All'interno dell'area di simulazione sono state considerate diverse centraline meteo-climatiche di riferimento (di superficie, pluviometriche e misurazioni in quota).

A seguito della fase preliminare di inserimento dati e di setting del modello si è provveduto alla realizzazione del calcolo per la costruzione dello scenario meteo-climatico di riferimento.

Le elaborazioni hanno consentito di ottenere i dati meteorologici statistici di seguito riportati.

6.1 TEMPERATURA

Tabella 9: Temperatura presso il sito di indagine – dati statistici.

DATO	TEMPERATURA	
U.d.M.	[°C]	
Media	16,72	[°C]
Max	33,52	[°C]
Min	-3,87	[°C]

I valori risultano coerenti con le informazioni di letteratura relative al contesto territoriale di interesse.

6.2 PIOVOSITÀ

Tabella 10: Piovosità presso il sito di indagine – dati statistici.

DATO	PIOVOSITA'	
U.d.M.	[mm/h]	
Media	0,014	[mm/h]
Max	2,03	[mm/h]
Min	0	[mm/h]

I valori risultano coerenti con le informazioni di letteratura relative al contesto territoriale di interesse.

6.3 ALTEZZA DI STRATO RIMESCOLATO

Tabella 11: Quota dello strato rimescolato presso il sito di indagine – Dati statistici.

DATO	ALTEZZA RIMESCOLAMENTO	
U.d.M.	[m]	
Media	469,94	[m]
Max	2.688,21	[m]
Min	50	[m]

I valori risultano coerenti con le informazioni di letteratura relative al contesto territoriale di interesse.

6.4 DIREZIONE E VELOCITÀ DEL VENTO

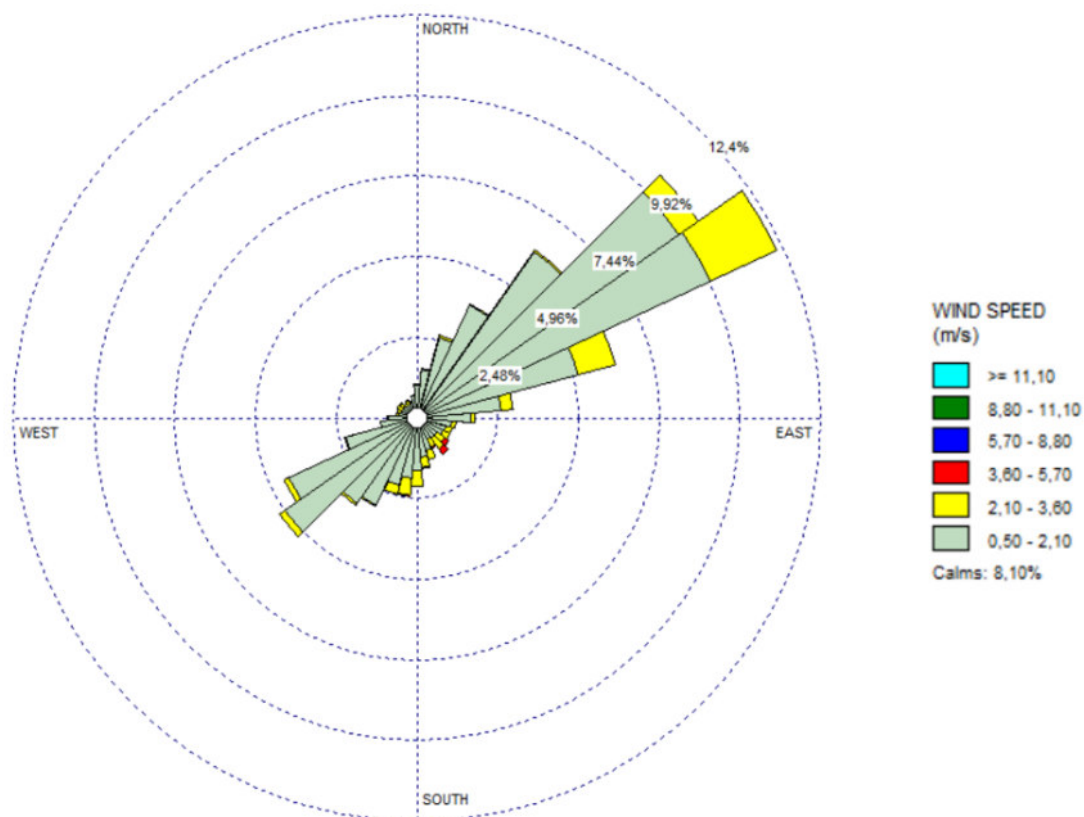


Figura 52: Rosa dei venti presso il sito di interesse.

Tabella 12: Velocità del vento presso il sito di indagine – Dati statistici.

DATO	VELOCITA' DEL VENTO	
U.d.M.	[m/s]	
Media	1,29	[m/s]
Max	7,66	[m/s]
Min	0,03	[m/s]

I valori risultano coerenti con le informazioni di letteratura relative al contesto territoriale di interesse.

7. ESTRATTO FILE CALMET.LST

CALMET Parameters

Prova

Annuale

30 stazioni superficiali, 41 pluviometriche, 4 UPPER

INPUT GROUP: 0 -- Input and Output File Names		
Parameter	Description	Value
GEODAT	Input file of geophysical data (GEO.DAT)	GEO.DAT
SRFDAT	Input file of hourly surface meteorological data (SURF.DAT)	SURF.DAT
PRCDAT	Input file of hourly precipitation data (PRECIP.DAT)	PRECIP~1.DAT
METLST	Output file name of CALMET list file (CALMET.LST)	CALMET.LST
METDAT	Output file name of generated gridded met files (CALMET.DAT)	CALMET.DAT
LCFILES	Lower case file names (T = lower case, F = upper case)	F
NUSTA	Number of upper air stations	4
NOWSTA	Number of overwater stations	0
NM3D	Number of prognostic meteorological data files (3D.DAT)	0
NIGF	Number of IGF-CALMET.DAT files used as initial guess	0
UPDAT	Input file of upper air sounding data (UPn.DAT)	UP_16113.DAT
UPDAT	Input file of upper air sounding data (UPn.DAT)	UP_16080.DAT
UPDAT	Input file of upper air sounding data (UPn.DAT)	UP_16245.DAT
UPDAT	Input file of upper air sounding data (UPn.DAT)	UP_16045.DAT

INPUT GROUP: 1 -- General Run Control Parameters		
Parameter	Description	Value
IBYR	Starting year	2018
IBMO	Starting month	1
IBDY	Starting day	1
IBHR	Starting hour	1
IBSEC	Starting second	0
IEYR	Ending year	2018
IEMO	Ending month	12
IEDY	Ending day	26
IEHR	Ending hour	23
IESEC	Ending second	0
ABTZ	Base time zone	UTC+0100
NSECDT	Length of modeling time-step (seconds)	3600
IRTYPE	Output run type (0 = wind fields only, 1 = CALPUFF/CALGRID)	1
LCALGRD	Compute CALGRID data fields (T = true, F = false)	T
ITEST	Flag to stop run after setup phase (1 = stop, 2 = run)	2
MREG	Regulatory checks (0 = no checks, 1 = US EPA LRT checks)	0

INPUT GROUP: 2 -- Map Projection and Grid Control Parameters		
Parameter	Description	Value
PMAP	Map projection system	UTM
FEAST	False easting at projection origin (km)	0.0
FNORTH	False northing at projection origin (km)	0.0
IUTMZN	UTM zone (1 to 60)	32
UTMHM	Hemisphere of UTM projection (N = northern, S = southern)	N
XLAT1	1st standard parallel latitude (decimal degrees)	30N
XLAT2	2nd standard parallel latitude (decimal degrees)	60N
DATUM	Datum-Region for the coordinates	WGS-84
NX	Meteorological grid - number of X grid cells	300
NY	Meteorological grid - number of Y grid cells	300
DGRIDKM	Meteorological grid spacing (km)	1
XORIGKM	Meteorological grid - X coordinate for SW corner (km)	507.3239
YORIGKM	Meteorological grid - Y coordinate for SW corner (km)	4772.1457
NZ	Meteorological grid - number of vertical layers	10
ZFACE	Meteorological grid - vertical cell face heights (m)	0.00,20.00,40.00,80.00,160.00,320.00,640.00,1200.00,2000.00,3000.00,4000.00

INPUT GROUP: 3 -- Output Options		
Parameter	Description	Value
LSAVE	Save met fields in unformatted output file (T = true, F = false)	T
IFORMO	Type of output file (1 = CALPUFF/CALGRID, 2 = MESOPUFF II)	1
LPRINT	Print met fields (F = false, T = true)	F
IPRINF	Print interval for output wind fields (hours)	1
STABILITY	Print gridded PGT stability classes? (0 = no, 1 = yes)	0
USTAR	Print gridded friction velocities? (0 = no, 1 = yes)	0
MONIN	Print gridded Monin-Obukhov lengths? (0 = no, 1 = yes)	0
MIXHT	Print gridded mixing heights? (0 = no, 1 = yes)	0
WSTAR	Print gridded convective velocity scales? (0 = no, 1 = yes)	0
PRECIP	Print gridded hourly precipitation rates? (0 = no, 1 = yes)	0
SENSHEAT	Print gridded sensible heat fluxes? (0 = no, 1 = yes)	0
CONVZI	Print gridded convective mixing heights? (0 = no, 1 = yes)	0
LDB	Test/debug option: print input met data and internal variables (F = false, T = true)	F
NN1	Test/debug option: first time step to print	1
NN2	Test/debug option: last time step to print	1
LDBCST	Test/debug option: print distance to land internal variables (F = false, T = true)	F
IOUTD	Test/debug option: print control variables for writing winds? (0 = no, 1 = yes)	0

INPUT GROUP: 3 -- Output Options		
Parameter	Description	Value
NZPRN2	Test/debug option: number of levels to print starting at the surface	1
IPR0	Test/debug option: print interpolated winds? (0 = no, 1 = yes)	0
IPR1	Test/debug option: print terrain adjusted surface wind? (0 = no, 1 = yes)	0
IPR2	Test/debug option: print smoothed wind and initial divergence fields? (0 = no, 1 = yes)	0
IPR3	Test/debug option: print final wind speed and direction? (0 = no, 1 = yes)	0
IPR4	Test/debug option: print final divergence fields? (0 = no, 1 = yes)	0
IPR5	Test/debug option: print winds after kinematic effects? (0 = no, 1 = yes)	0
IPR6	Test/debug option: print winds after Froude number adjustment? (0 = no, 1 = yes)	0
IPR7	Test/debug option: print winds after slope flow? (0 = no, 1 = yes)	0
IPR8	Test/debug option: print final winds? (0 = no, 1 = yes)	0

INPUT GROUP: 4 -- Meteorological Data Options		
Parameter	Description	Value
NOOBS	Observation mode (0 = stations only, 1 = surface/overwater stations with prognostic upper air, 2 = prognostic data only)	0
NSSTA	Number of surface stations	30
NPSTA	Number of precipitation stations	41
ICLDOUT	Output the CLOUD.DAT file? (0 = no, 1 = yes)	0
MCLOUD	Method to compute cloud fields (1 = from surface obs, 2 = from CLOUD.DAT, 3 = from prognostic (Teixera), 4 = from prognostic (MM5toGrads)	3
IFORMS	Surface met data file format (1 = unformatted, 2 = formatted)	2
IFORMP	Precipitation data file format (1 = unformatted, 2 = formatted)	2
IFORMC	Cloud data file format (1 = unformatted, 2 = formatted)	1

INPUT GROUP: 5 -- Wind Field Options and Parameters		
Parameter	Description	Value
IWFCOD	Wind field model option (1 = objective analysis, 2 = diagnostic)	1
IFRADJ	Adjust winds using Froude number effects? (0 = no, 1 = yes)	1
IKINE	Adjust winds using kinematic effects? (0 = no, 1 = yes)	0
IOBR	Adjust winds using O'Brien velocity procedure? (0 = no, 1 = yes)	0
ISLOPE	Compute slope flow effects? (0 = no, 1 = yes)	1
IEXTRP	Extrapolation of surface winds to upper layers method (1 = none, 2 = power law, 3 = user input, 4 = similarity theory, - = same except layer 1 data at upper air stations are ignored)	-4
ICALM	Extrapolate surface winds even if calm? (0 = no, 1 = yes)	0
BIAS	Weighting factors for surface and upper air stations (NZ values)	0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0, 0.0,0.0,0.0,0.0
RMIN2	Minimum upper air station radius of influence for surface extrapolation exclusion (km)	4

INPUT GROUP: 5 -- Wind Field Options and Parameters		
Parameter	Description	Value
I PROG	Use prognostic winds as input to diagnostic wind model (0 = no, 13 = use winds from 3D.DAT as Step 1 field, 14 = use winds from 3D.DAT as initial guess field, 15 = use winds from 3D.DAT file as observations)	0
ISTEPPGS	Prognostic data time step (seconds)	3600
IGFMET	Use coarse CALMET fields as initial guess? (0 = no, 1 = yes)	0
LVARY	Use varying radius of influence (F = false, T = true)	F
RMAX1	Maximum radius of influence in the surface layer (km)	30
RMAX2	Maximum radius of influence over land aloft (km)	30
RMAX3	Maximum radius of influence over water (km)	0
RMIN	Minimum radius of influence used in wind field interpolation (km)	0.1
TERRAD	Radius of influence of terrain features (km)	4
R1	Relative weight at surface of step 1 fields and observations (km)	10
R2	Relative weight aloft of step 1 field and observations (km)	10
RPROG	Weighting factors of prognostic wind field data (km)	0
DIVLIM	Maximum acceptable divergence	5E-006
NITER	Maximum number of iterations in the divergence minimization procedure	50
NSMTH	Number of passes in the smoothing procedure (NZ values)	2,9*4
NINTR2	Maximum number of stations used in each layer for interpolation (NZ values)	10*99
CRITFN	Critical Froude number	1
ALPHA	Empirical factor triggering kinematic effects	0.1
NBAR	Number of barriers to interpolation of the wind fields	0
KBAR	Barrier - level up to which barriers apply (1 to NZ)	10
IDIOPT1	Surface temperature (0 = compute from obs/prognostic, 1 = read from DIAG.DAT)	0
ISURFT	Surface station to use for surface temperature (between 1 and NSSTA)	-1
IDIOPT2	Temperature lapse rate used in the computation of terrain-induced circulations (0 = compute from obs/prognostic, 1 = read from DIAG.DAT)	0
IUPT	Upper air station to use for the domain-scale lapse rate (between 1 and NUSTA)	-1
ZUPT	Depth through which the domain-scale lapse rate is computed (m)	200
IDIOPT3	Initial guess field winds (0 = compute from obs/prognostic, 1 = read from DIAG.DAT)	0
IUPWND	Upper air station to use for domain-scale winds	-1
ZUPWND	Bottom and top of layer through which the domain-scale winds are computed (m)	1.0, 1.00
IDIOPT4	Read observed surface wind components (0 = from SURF.DAT, 1 = from DIAG.DAT)	0
IDIOPT5	Read observed upper wind components (0 = from UPn.DAT, 1 = from DIAG.DAT)	0
LLBREZE	Use Lake Breeze module (T = true, F = false)	F
NBOX	Lake Breeze - number of regions	0

INPUT GROUP: 6 -- Mixing Height, Temperature and Precipitation Parameters		
Parameter	Description	Value
CONSTB	Mixing height constant: neutral, mechanical equation	1.41
CONSTE	Mixing height constant: convective equation	0.15
CONSTN	Mixing height constant: stable equation	2400
CONSTW	Mixing height constant: overwater equation	0.16
FCORIOL	Absolute value of Coriolis parameter (1/s)	0.0001
IAVEZI	Spatial mixing height averaging? (0 = no, 1 = yes)	1
MNMDAV	Maximum search radius in averaging process (grid cells)	1
HAFANG	Half-angle of upwind looking cone for averaging (degrees)	30
ILEVZI	Layer of winds used in upwind averaging (between 1 and NZ)	1
IMIXH	Convective mixing height method (1 = Maul-Carson, 2 = Batchvarova-Gryning, - for land cells only, + for land and water cells)	1
THRESHL	Overland threshold boundary flux (W/m**3)	0
THRESHW	Overwater threshold boundary flux (W/m**3)	0.05
ITWPROG	Overwater lapse rate and deltaT options (0 = from SEA.DAT, 1 = use prognostic lapse rates and SEA.DAT deltaT, 2 = from prognostic)	0
ILUOC3D	Land use category in 3D.DAT	16
DPTMIN	Minimum potential temperature lapse rate (K/m)	0.001
DZZI	Depth of computing capping lapse rate (m)	200
ZIMIN	Minimum overland mixing height (m)	50
ZIMAX	Maximum overland mixing height (m)	3000
ZIMINW	Minimum overwater mixing height (m)	50
ZIMAXW	Maximum overwater mixing height (m)	3000
ICOARE	Overwater surface fluxes method	10
DSHELF	Coastal/shallow water length scale (km)	0
IWARM	COARE warm layer computation (0 = off, 1 = on)	0
ICOOL	COARE cool skin layer computation (0 = off, 1 = on)	0
IRHPROG	Relative humidity read option (0 = from SURF.DAT, 1 = from 3D.DAT)	0
ITPROG	3D temperature read option (0 = stations, 1 = surface from station and upper air from prognostic, 2 = prognostic)	0
IRAD	Temperature interpolation type (1 = 1/R, 2 = 1/R**2)	1
TRADKM	Temperature interpolation radius of influence (km)	500
NUMTS	Maximum number of stations to include in temperature interpolation	5
IAVET	Conduct spatial averaging of temperatures? (0 = no, 1 = yes)	1
TGDEFB	Default overwater mixed layer lapse rate (K/m)	-0.0098
TGDEFA	Default overwater capping lapse rate (K/m)	-0.0045
JWAT1	Beginning land use category for temperature interpolation over water	999
JWAT2	Ending land use category for temperature interpolation over water	999
NFLAGP	Precipitation interpolation method (1 = 1/R, 2 = 1/R**2, 3 = EXP/R**2)	2
SIGMAP	Precipitation interpolation radius of influence (km)	100
CUTP	Minimum precipitation rate cutoff (mm/hr)	0.01

8. BIBLIOGRAFIA

- ARPA LOMBARDIA. 2018. INDICAZIONI RELATIVE ALL'UTILIZZO DI TECNICHE MODELLISTICHE PER LA SIMULAZIONE DELLA DISPERSIONE DI INQUINANTI NEGLI STUDI DI IMPATTO SULLA COMPONENTE ATMOSFERA.
- AGENZIA NAZIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE - DIPARTIMENTO STATO DELL'AMBIENTE, CONTROLLI E SISTEMI INFORMATIVI . (S.D.). 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. (S.D.). I MODELLI NELLA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.
- ARPAT. (2019). *ANNUARIO DEI DATI AMBIENTALI*.
- ARPAT TOSCANA. (2016). *LE RETI DI RILEVAMENTO DEL SETTORE IDROLOGICO REGIONALE DELLA TOSCANA*. TRATTO DA ARPAT NEWS.
- ARPAT, B. A. (2009). LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI DI POLVERI PROVENIENTI DA ATTIVITÀ DI PRODUZIONE, MANIPOLAZIONE, TRASPORTO, CARICO O STOCCAGGIO DI MATERIALI POLVERULENTI. *LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI DI POLVERI PROVENIENTI DA ATTIVITÀ DI PRODUZIONE, MANIPOLAZIONE, TRASPORTO, CARICO O STOCCAGGIO DI MATERIALI POLVERULENTI*. FIRENZE: ARPAT.
- BRESCIA, P. D. (2009). AD N. 1674. *AUTORIZZAZIONE GENERALE PER IMPIANTI E ATTIVITÀ 'IN DEROGA' AI SENSI DELL'ART. 272, COMMI 2 E 3, DEL D.LGS 152/2006 E S.M.I., RECANTE "NORME IN MATERIA AMBIENTALE"*. BRESCIA.
- COMMISSION, E. (2016). BAT - CWWGWT. *BEST AVAILABLE TECHNIQUES (BAT) REFERENCE DOCUMENT FOR COMMON WASTE WATER AND WASTE GAS TREATMENT/MANAGEMENT SYSTEM IN THE CHEMICAL SECTOR*.
- CONSORZIO LAMMA. (S.D.). *ANDAMENTO METEO 2018: RECORD E CURIOSITÀ*. TRATTO DA CONSORZIO LAMMA.
- EPA. (2009). *RECOMMENDED PROTOCOL FOR EVALUATING THE LOCATION OF SENSITIVE LAND USES ADJACENT TO MAJOR ROADWAYS*. EPA. TRATTO DA WWW.AIRQUALITY.ORG.
- IL CLIMA DELLA REGIONE TOSCANA. (S.D.). TRATTO DA CENTROMETEO.COM: [HTTP://WWW.CENTROMETEO.COM/ARTICOLI-REPORTAGE-APPROFONDIMENTI/CLIMATOLOGIA/5414-CLIMA-TOSCANA](http://WWW.CENTROMETEO.COM/ARTICOLI-REPORTAGE-APPROFONDIMENTI/CLIMATOLOGIA/5414-CLIMA-TOSCANA)
- ITALIA, S. (2006). D.LGS. 152/06. *NORME IN MATERIA AMBIENTALE*.
- ITALIA, S. (2010). DECRETO LEGISLATIVO N. 155 DEL 2010. *ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2008/50/CE RELATIVA ALLA QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE E PER UN'ARIA PIU' PULITA IN EUROPA*.
- LAKES. (2018). CALPUFF VIEW - LONG RANGE PUFF AIR DISPERSION MODEL. *CALPUFF VIEW RELEASE NOTES v. 8.5 & 8.6*. LAKES ENVIRONMENTAL SOFTWARE.
- LAKES. (2018). USER GUIDE V. 86. *USER GUIDE V. 86*. LAKES.
- LOMBARDIA, G. R. (2017). D.G.R. N. 6675 DEL 07.06.2017. *APPROVAZIONE DELLO SCHEMA DI NUOVO ACCORDO DI PROGRAMMA PER L'ADOZIONE COORDINATA E CONGIUNTA DI MISURE PER IL MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL BACINO PADANO*.
- LOMBARDIA, R. (2000). D.G.R. 2663. *AUTORIZZAZIONE IN VIA GENERALE, AI SENSI DELL'ART. 5 DEL DPR 25.07.1991, ALL'ESERCIZIO DI 31 ATTIVITÀ A RIDOTTO INQUINAMENTO ATMOSFERICO SPECIFICATE NELL'ALLEGATO 2 AL DECRETO MEDESIMO*. MILANO.



- LOMBARDIA, R. (2003). D.G.R. n. 7/13943. *DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE TECNICHE E DEI CRITERI PER L'UTILIZZO DELLE 'MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI' PER LA RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO PRODOTTO DAGLI IMPIANTI PRODUTTIVI E DI PUBBLICA UTILITÀ, SOGGETTI ALLE PROCEDURE AUTORIZZATIVE...* MILANO.
- LOMBARDIA, R. (2010). METODO PER L'ESPLETAMENTO DELLA VERIFICA DI ASSOGGETTABILITÀ ALLA VIA PER GLI IMPIANTI DI SMALTIMENTO E/O RECUPERO RIFIUTI. *METODO PER L'ESPLETAMENTO DELLA VERIFICA DI ASSOGGETTABILITÀ ALLA VIA PER GLI IMPIANTI DI SMALTIMENTO E/O RECUPERO RIFIUTI*. REGIONE LOMBARDIA.
- LOMBARDIA, R. (2012). D.G.R. IX/3018. *DETERMINAZIONI GENERALI IN MERITO ALLA CARATTERIZZAZIONE DELLE EMISSIONI GASSOSE IN ATMOSFERA DERIVANTI DA ATTIVITÀ A FORTE IMPATTO ODORIGENO*.
- LOMBARDIA, R. (2012). D.G.R. IX/3934. *CRITERI PER L'INSTALLAZIONE E L'ESERCIZIO DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA COLLOCATI SUL TERRITORIO REGIONALE*. MILANO.
- LOMBARDIA, R. (2012). D.G.R. n. IX/3552. *CARATTERISTICHE TECNICHE MINIME DEGLI IMPIANTI DI ABBATTIMENTO PER LA RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO DERIVANTE DAGLI IMPIANTI PRODUTTIVI E DI PUBBLICA UTILITÀ, SOGGETTI ALLE PROCEDURE AUTORIZZATIVE DI CUI AL D.LGS 152/06 E S.M.I.* MILANO.
- LOMBARDIA, R. (2013). PIANO REGIONALE DEGLI INTERVENTI PER LA QUALITÀ DELL'ARIA (PRIA). *PIANO REGIONALE DEGLI INTERVENTI PER LA QUALITÀ DELL'ARIA (PRIA)*. REGIONE LOMBARDIA.
- MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE. (S.D.). *CONCENTRAZIONE ATMOSFERICA DEGLI INQUINANTI: QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE: PARTICOLATO (PM10)*.
- REGIONE TOSCANA . (2010). L.R. n.10/2010. *(NORME IN MATERIA DI VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA (VAS), DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE "VIA", DI AUTORIZZAZIONE INTEGRALE AMBIENTALE "AIA" E DI AUTORIZZAZIONE UNICA AMBIENTALE "AUA"*.
- REGIONE TOSCANA . (2019). L.R. n.74/2019. *DISPOSIZIONI URGENTI PER IL RISPETTO NEL TERRITORIO DELLA TOSCANA DEGLI OBBLIGHI PREVISTI DAL DECRETO LEGISLATIVO 13 AGOSTO 2010, N.155, DI ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2008/50/CE RELATIVE ALLA QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE*.
- REGIONE TOSCANA – GIUNTA REGIONALE: DIREZIONE DIFESA DEL SUOLO E PROTEZIONE CIVILE - SETTORE IDROLOGICO REGIONALE - CENTRO FUNZIONALE DELLA REGIONE TOSCANA. (S.D.). *ANALISI DEI DATI TERMOMETRICI - REPORT ANNO 2018*.
- REGIONE TOSCANA – GIUNTA REGIONALE: DIREZIONE DIFESA DEL SUOLO E PROTEZIONE CIVILE - SETTORE IDROLOGICO REGIONALE - CENTRO FUNZIONALE DELLA REGIONE TOSCANA. (S.D.). *REPORT PLUVIOMETRICO ANNO 2018*.
- REGIONE TOSCANA. (2007, MARZO 19). L.R. 14/2007. *ISTITUZIONE DEL PIANO AMBIENTALE ED ENERGETICO REGIONALE*.
- REGIONE TOSCANA. (2010). L.R. n.9/2010. *NORME PER LA TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE*.
- REGIONE TOSCANA. (2014). LEGGE REGIONALE 10 NOVEMBRE 2014, N. 65. *NORME PER IL GOVERNO DEL TERRITORIO*.
- REGIONE TOSCANA. (2015). L.R. n.1/2015. *DISPOSIZIONI IN MATERIA DI PROGRAMMAZIONE REGIONALE*.
- REGIONE TOSCANA. (2016). D.G.R.N.814/2016. L.R. 9/2010 *"NORME PER LA TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA-AMBIENTE. AGGIORNAMENTO LINEE GUIDA PER LA PREDISPOSIZIONE DEI PIANI DI AZIONE COMUNALE (PAC) E MODALITÀ DI ATTIVAZIONE INTERVENTI CONTINGIBILI E URGENTI. REVOCA DGR 959/201*.
- REGIONE TOSCANA. (2018). D.G.R. n.87/2018.

REGIONE TOSCANA. (2021). L.R. N.26/2021.

RELAZIONE ANNUALE SULLO STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NELLA REGIONE TOSCANA - ANNO 2018. (s.d.). ARPAT - CENTRO REGIONALE TUTELA QUALITÀ DELL'ARIA.

REPUBBLICA, P. D. (2006). D.LGS. 152/06. *NORME IN MATERIA AMBIENTALE*.

STATE OF COLORADO, A. P. (2002). SCREEN 3. *SCREEN 3 STATIONARY SOURCE MODELING GUIDANCE*.

TOSCANA, D. C. (2018). D.C.R. N.72/2018 . *PIANO REGIONALE PER LA QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE (PRQA)*.

UE. (2010). DIRETTIVA 75/10. *DIRETTIVA IN MATERIA DI PREVENZIONE E RIDUZIONE INTEGRATE DELL'INQUINAMENTO*. UE.

UE. (2016). DECISIONE DI ESECUZIONE 2016/902. *CHE STABILISCE LE CONCLUSIONI SULLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI (BAT), A NORMA DELLA DIRETTIVA 2010/75/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, SUI SISTEMI COMUI DI TRATTAMENTO/GESTIONE DELLE ACQUE E DEI GAS DI SCARICO DELL'INDUSTRIA CHIMICA*.

UNI. (1993). UNI 10169. *MISURE ALLE EMISSIONI. DETERMINAZIONE DELLA VELOCITÀ E DELLA PORTATA DI FLUSSI GASSOSI CONVOGLIATI PER MEZZO DEL TUBO DI PITOT*.

UNI. (1999). UNI 10745. *STUDI DI IMPATTO AMBIENTALE - TERMINOLOGIA* .

UNI. (2001). UNI 10964. *STUDI DI IMPATTO AMBIENTALE - GUIDA ALLA SELEZIONE DEI MODELLI MATEMATICI PER LA PREVISIONE DI IMPATTO SULLA QUALITÀ DELL'ARIA* .

UNI. (2003). UNI 13284-1. *EMISSIONI DA SORGENTE FISSA - DETERMINAZIONE DELLA CONCENTRAZIONE IN MASSA DI POLVERI IN BASSE CONCENTRAZIONI - METODO MANUALE GRAVIMETRICO*.

UNI. (2005). UNI 13284-2. *EMISSIONI DA SORGENTE FISSA - DETERMINAZIONE DELLA CONCENTRAZIONE IN MASSA DI POLVERI IN BASSE CONCENTRAZIONI - PARTE 2: SISTEMI DI MISURAZIONE AUTOMATICI*.

UNIONE EUROPEA. (2008). DIRETTIVA UE 2008/50/CE.

USEPA. (2011). CALPUFF MODELING SYSTEM. *CALPUFF MODELING SYSTEM VERSION 6 USER INSTRUCTIONS*. US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY.