



Servizi Energetici Teverola SpA

**RIESAME AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE
ALLEGATO D5: RELAZIONE TECNICA
SU DATI METEO CLIMATICI
UTILIZZATI PER L'IDENTIFICAZIONE
E LA QUANTIFICAZIONE DEGLI
EFFETTI IN ARIA AMBIENTE**

CENTRALE SET S.P.A. – TEVEROLA (CE)

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Buzzelli'.

Partner in Charge

Maurizio Buzzelli

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Modena Deborah'.

Project Manager

Deborah Modena

SOMMARIO

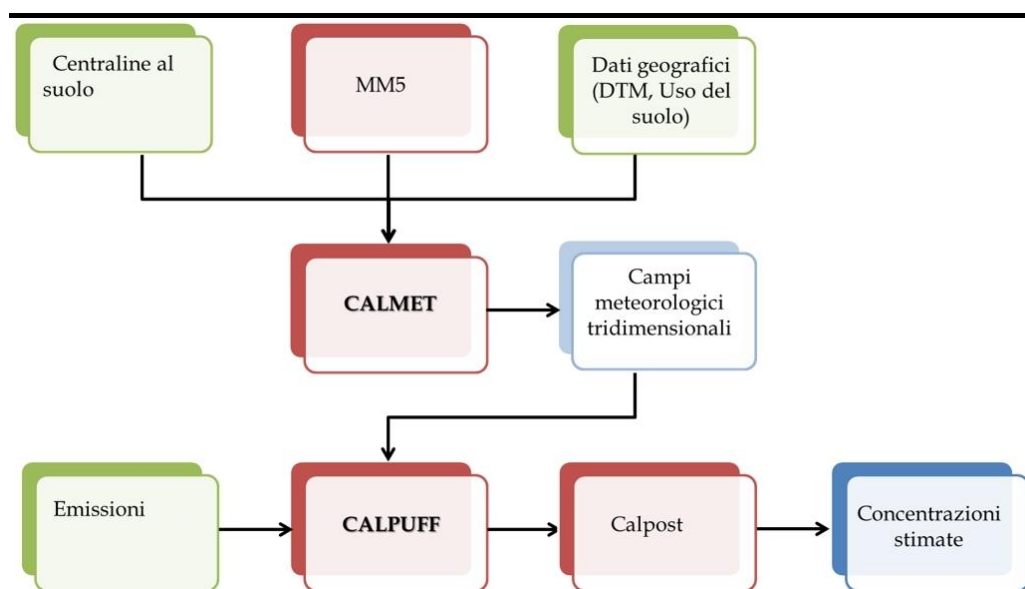
<i>1</i>	<i>INTRODUZIONE</i>	<i>2</i>
<i>2</i>	<i>CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO CALPUFF</i>	<i>3</i>
<i>3</i>	<i>DOMINIO DI CALCOLO</i>	<i>6</i>
<i>4</i>	<i>DATI METEOCLIMATICI</i>	<i>9</i>
<i>4.1</i>	<i>REGIME ANEMOLOGICO</i>	<i>9</i>
<i>4.2</i>	<i>TEMPERATURA</i>	<i>10</i>
<i>4.3</i>	<i>UMIDITÀ RELATIVA</i>	<i>12</i>
<i>4.4</i>	<i>PRESSIONE</i>	<i>12</i>
<i>4.5</i>	<i>DATI METEOROLOGICI IN QUOTA</i>	<i>13</i>
<i>4.6</i>	<i>RICOSTRUZIONE CAMPI DI VENTO MEDIANTE L'USO DEL PREPROCESSORE CALMET</i>	<i>14</i>

Il presente Allegato riporta i dati di input meteorologici e territoriali oltre alle caratteristiche e alle impostazioni del sistema di modelli CALMET-CALPUFF utilizzati per il calcolo delle ricadute al suolo delle emissioni di NO₂, CO e polveri dalla Centrale Termoelettrica *SET S.p.A.* (da qui in avanti SET), sita nel comune di Teverola (CE).

L'identificazione e la quantificazione degli effetti in aria ambiente delle emissioni in atmosfera della Centrale è stata effettuata mediante l'applicazione del sistema di modelli CALMET-CALPUFF, dove CALMET è il modello meteorologico e CALPUFF è il modello per le ricadute al suolo degli inquinanti. Le informazioni in quota necessarie al modello meteorologico sono fornite dal modello MM5 (per maggiori dettagli si veda il *Paragrafo 4*).

Lo schema di funzionamento dei modelli utilizzati è riportato nella figura seguente.

Figura 2.1 Schema del sistema modellistico impiegato



Il sistema modellistico scelto rappresenta lo stato dell'arte nel settore della modellistica lagrangiana a puff finalizzata alla valutazione degli impatti derivanti del trasporto a lunga distanza di inquinanti atmosferici. Tale modello, come richiesto dalla guida alla compilazione AIA, consente di calcolare gli impatti al suolo generati dalle emissioni dell'impianto sia short term (percentili medie orarie) che long term (concentrazioni medie annuali).

Il sistema di modelli è costituito da tre moduli principali, che includono un preprocessore e un post-processore:

- il preprocessore meteorologico CALMET ricostruisce i campi tridimensionali delle principali variabili meteorologiche, temperatura, velocità e direzione del vento all'interno del dominio di calcolo;
- il processore CALPUFF è un modello gaussiano, lagrangiano a puff non stazionario. CALPUFF inserisce le emissioni all'interno del campo di vento generato dal preprocessore CALMET e ne studia il trasporto e la dispersione; il modello è dotato di moduli che consentono di modellizzare

la dispersione d'inquinanti in orografie complesse, di valutare il trasporto sull'acqua, gli effetti provocati dalle interazioni costiere e dalle presenze di edifici, la deposizione umida e secca e le reazioni chimiche che hanno luogo in atmosfera¹;

- Il postprocessore CALPOST ha lo scopo di analizzare statisticamente i file di output di CALPUFF, in modo da renderli utilizzabili per le analisi successive. Gli output del CALPUFF post-processati consistono in matrici georeferenziate di valori di concentrazione ai ricettori. Questi ultimi possono essere discreti o definiti su una griglia regolare. I risultati dell'elaborazione con CALPOST possono essere poi elaborati attraverso un qualsiasi software di GIS (Geographical Information System) creando mappe di isoconcentrazione.

CALMET richiede come input i dati altimetrici e d'uso del suolo per l'intero dominio di calcolo ed i dati meteorologici in superficie ed in quota per la ricostruzione del campo di vento tridimensionale.

CALPUFF, per l'effettivo studio della dispersione in atmosfera, necessita in input delle caratteristiche emissive e delle concentrazioni di inquinanti presenti nei fumi delle sorgenti simulate.

Il *Box 2.1* fornisce una sintesi delle caratteristiche di CALMET, CALPUFF e CALPOST.

¹ A User's Guide for the CALPUFF Dispersion Model (Version 5), Scire, Strimaitis, Yamartino 2000

Caratteristiche del preprocessore meteorologico CALMET, del modello di dispersione CALPUFF e del post-processore CALPOST

CALMET è un preprocessore meteorologico di tipo diagnostico, in grado di riprodurre campi tridimensionali di vento e temperatura unitamente a campi bidimensionali di parametri descrittivi della turbolenza atmosferica. È adatto a simulare il campo di vento su domini caratterizzati da orografia complessa e da diverse tipologie di uso del suolo. Il campo di vento è ricostruito attraverso stadi successivi. In particolare un campo di vento iniziale viene processato in modo da tenere conto degli effetti orografici tramite interpolazione dei dati misurati alle centraline di monitoraggio e tramite l'applicazione di specifici algoritmi in grado di simulare l'interazione tra il suolo e le linee di flusso.

CALMET è dotato infine di un modulo micro-meteorologico, per la determinazione della struttura termica e meccanica (turbolenza) degli strati inferiori dell'atmosfera.

CALPUFF è un modello di dispersione ibrido (comunemente definito 'a puff') multi-strato non stazionario. È in grado di simulare il trasporto, la dispersione, la trasformazione e la deposizione degli inquinanti, in condizioni meteorologiche variabili nello spazio e nel tempo. CALPUFF è in grado di utilizzare i campi meteorologici prodotti da CALMET, oppure, in caso di simulazioni semplificate, di assumere un campo di vento assegnato dall'esterno, omogeneo all'interno del dominio di calcolo.

CALPUFF contiene diversi algoritmi che gli consentono, in maniera opzionale, di tenere conto di diversi fattori, quali:

- l'effetto scia dovuto agli edifici circostanti (building downwash) o allo stesso camino di emissione (stack-tip downwash);
- lo shear verticale del vento;
- la deposizione secca ed umida;
- le trasformazioni chimiche che avvengono in atmosfera;
- la presenza di orografia complessa o di zone costiere.

Per simulare al meglio le condizioni reali di emissione, il modello CALPUFF permette di configurare le sorgenti individuate attraverso geometrie puntuali, lineari ed areali. Le sorgenti puntuali permettono di rappresentare emissioni localizzate con precisione in un'area ridotta; le sorgenti lineari consentono di simulare al meglio un'emissione che si estende lungo una direzione prevalente; le sorgenti areali, infine, si adattano bene a rappresentare un'emissione diffusa su di un'area estesa.

CALPOST consente di analizzare i dati di output forniti da CALPUFF, in modo da ottenere i risultati in un formato adatto alle diverse elaborazioni successive. In particolare, il postprocessore consente di trattare i dati di output al fine di calcolare i parametri statistici (percentili delle concentrazioni orarie (short term), concentrazioni medie annue etc.(long term)) per i quali la normativa in materia di qualità dell'aria prevede limiti.

Gli output del codice CALPUFF, elaborati attraverso CALPOST, consistono in matrici che riportano i valori di concentrazione calcolati in punti recettori definiti. I recettori in cui si valutano le ricadute possono essere discreti oppure disposti in corrispondenza dei nodi di una griglia.

Il dominio meteorologico rappresenta l'area nella quale il pre-processore meteorologico CALMET ricostruisce le variabili meteorologiche necessarie per la simulazione della dispersione atmosferica. Il dominio di calcolo o di simulazione, Sampling Domain, rappresenta la matrice regolare di recettori alle cui posizioni il modello CALPUFF calcola la concentrazione degli inquinanti simulati.

Il dominio di calcolo meteorologico (*meteorological grid*), nel quale è stato ricostruito il campo di vento corrisponde ad una griglia 30 x 30 km, centrata in corrispondenza della Centrale ed orientata in modo che l'asse delle ordinate coincida con il nord. La risoluzione del dominio meteorologico è di 500 m.

Il dominio di calcolo entro il quale sono state calcolate le ricadute al suolo degli inquinanti simulati (*sampling grid*) corrisponde, come il dominio meteorologico, ad una griglia 25 x 25 km, caratterizzato da una risoluzione spaziale pari a 250 m.

Il punto centrale di ogni cella nel sampling domain rappresenta un ricettore, la cui quota sul livello del mare dipende dall'orografia locale ed è data dal Digital Elevation Model. Pertanto, il sistema modellistico CALMET-CALPUFF richiede un'accurata caratterizzazione geofisica del dominio meteorologico. In particolare il modello ha bisogno dei seguenti dati sito-specifici:

- Orografia;
- Uso del suolo.

I dati relativi all'uso del suolo sono stati ottenuti dall'archivio "Corine Land Cover 2012" prodotto dall' European Environment Agency mentre l'orografia locale è stata ricostruita a partire dal dataset dell'USGS con risoluzione spaziale di circa 30 m.

Entrambi i domini, meteorologico e di *sampling*, sono rappresentati in *Figura 3.1* insieme all'ubicazione delle centraline meteo presso le quali sono stati registrati i dati meteorologici utilizzati come input al modello (§4).

Figura 3.1

Domini di Calcolo, Centraline Meteorologiche e Localizzazione dell'impianto.

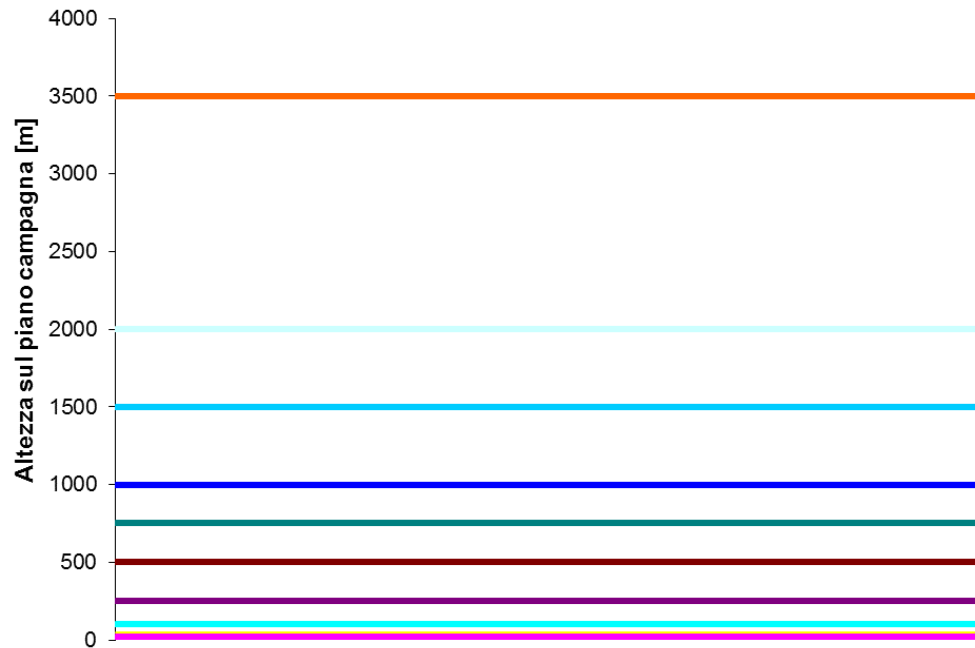


In merito alla risoluzione verticale del dominio di calcolo, il sistema modellistico CALMET-CALPUFF usa un sistema di coordinate verticali solidale con le variazioni di quota del piano campagna. La risoluzione verticale adottata nel presente studio modellistico è definita da 10 layer verticali, per un'estensione del dominio fino a 3500 metri di altezza dal piano di campagna. Come mostrato in *Figura 3.2* tali layer sono localizzati a 20 m, 50 m, 100 m, 250 m, 500 m, 750 m, 1000 m, 1500 m, 2000 m, e 3500 m dal piano campagna.

Si sottolinea che è stata scelta una risoluzione maggiore negli strati atmosferici più prossimi al suolo, (Planetary Boundary Layer), in modo da simulare quanto più fedelmente l'effetto dell'orografia e le interazioni che avvengono in tali strati.

Figura 3.2

Layers Verticali per la Simulazione con CALMET



Il dominio temporale dello studio modellistico è definito come il periodo simulato dal modello; tale dominio è stato scelto coincidente con l'intero anno 2018 (8760 ore).

Il preprocessore meteorologico CALMET necessita di una caratterizzazione oraria dei dati atmosferici al suolo. Nello specifico sono richiesti, per tutte le ore di simulazione, i valori medi orari di: direzione e velocità del vento, temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica e precipitazione.

Tali dati di input vengono solitamente acquisiti da stazioni meteo, se localizzate all'interno dell'area studio e pertanto rappresentative delle sue condizioni meteorologiche. I dati atmosferici al suolo per l'anno di simulazione, il 2018, sono stati ricavati dai rilevamenti della centralina meteorologica di Marcianise-Regi Lagni, installata da SET, e delle centraline di ARPA Campania, site in Aversa, Casoria, Caserta - Ist. Manzoni e Caserta - Scuola De Amicis.

Le centraline sono rappresentate in *Figura 3.1*.

In *Tabella 4.1* si riportano i parametri monitorati da ciascuna centralina.

Tabella 4.1

Parametri Meteorologici monitorati dalle Centraline considerate per l'Anno 2018.

Centralina	Direzione del vento	Velocità del vento	Temperatura	Umidità relativa	Pressione atmosferica
Regi Lagni	√	√	√	√	√
Aversa			√	√	√
Casoria	√	√	√	√	√
Ist. Manzoni	√	√	√	√	√
Sc. De Amicis	√	√	√	√	√

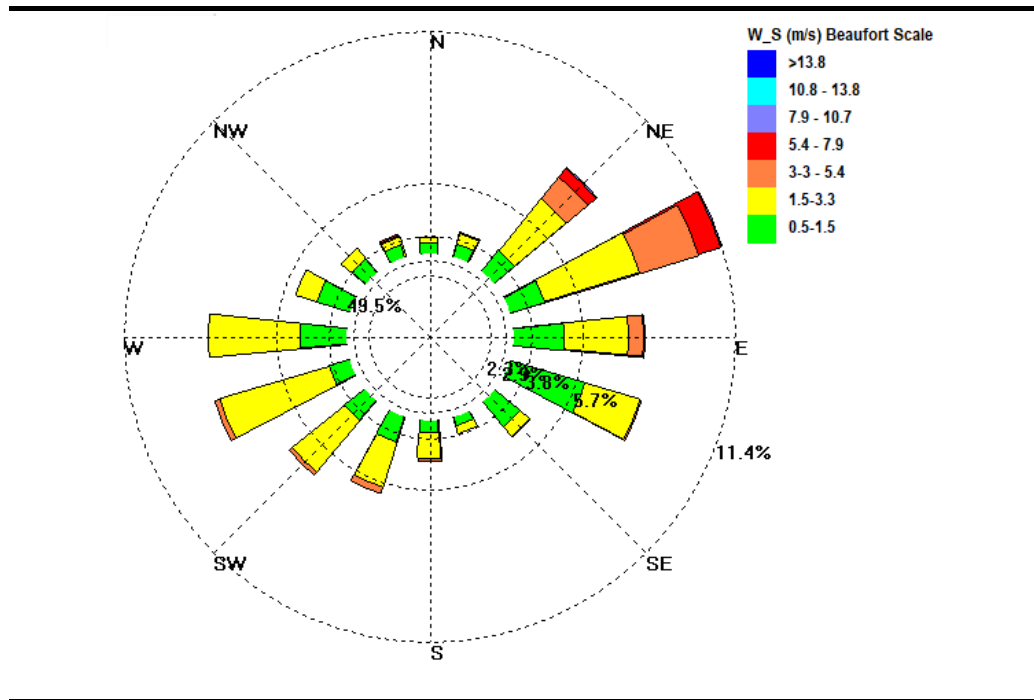
4.1

REGIME ANEMOLOGICO

In *Figura 4.1* si riporta la rosa dei venti relativa all'anno 2018 (anno di simulazione), calcolata partendo dai valori di velocità e direzione del vento misurati dall'anemometro della stazione meteorologica di Regi Lagni, la più vicina alla Centrale. Si evidenzia che le ore di calma di vento (velocità inferiore a 0,5 m/s) sono in percentuale elevata, pari al 49,5%, con una distribuzione prevalente nelle ore notturne.

Figura 4.1

Rosa dei Venti presso la centralina di Regi Lagni, Anno 2018



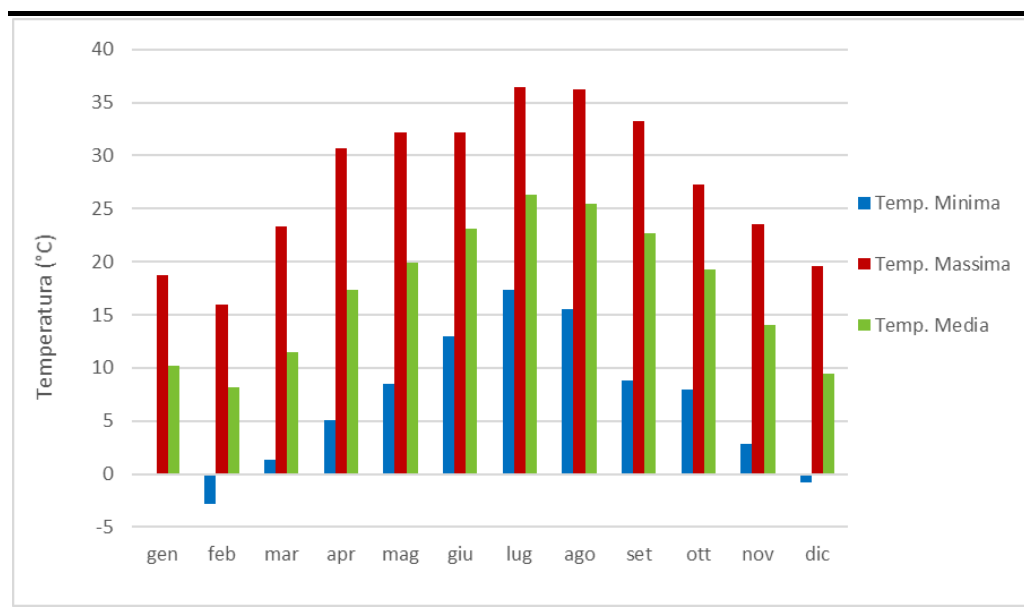
4.2

TEMPERATURA

In *Figura 4.2* si riporta l'andamento delle temperature registrate nel corso del 2018 dalla centralina di Regi Lagni, la più vicina alla Centrale, situata a circa 2,5 km di distanza dall'impianto. La temperatura media mensile in inverno (dicembre, gennaio e febbraio) è compresa tra 8 e 11°C, mentre in estate (giugno, luglio e agosto) è compresa tra 23 e 27°C. Le temperature massime si raggiungono a luglio e agosto, con valori che arrivano a 36°C. Le temperature minime scendono leggermente sotto gli 0°C nei mesi invernali.

Figura 4.2

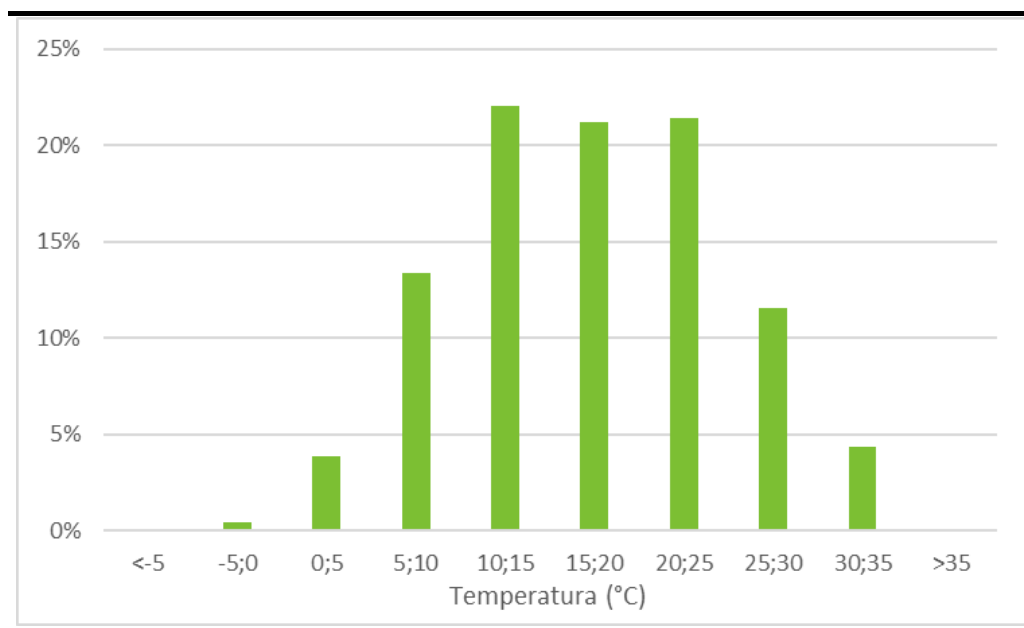
Andamento delle Temperature Mensili Minime, Medie e Massime registrate dalla centralina di Regi Lagni, Anno 2018.



In Figura 4.3 è rappresentata la distribuzione in classi di frequenza delle temperature registrate dalla centralina di Regi Lagni nell'anno 2018. Si nota che la temperatura media annuale è tra i 10-15 °C.

Figura 4.3

Distribuzioni in Classi di Frequenza delle Temperature Registrare presso la centralina di Regi Lagni, Anno 2018



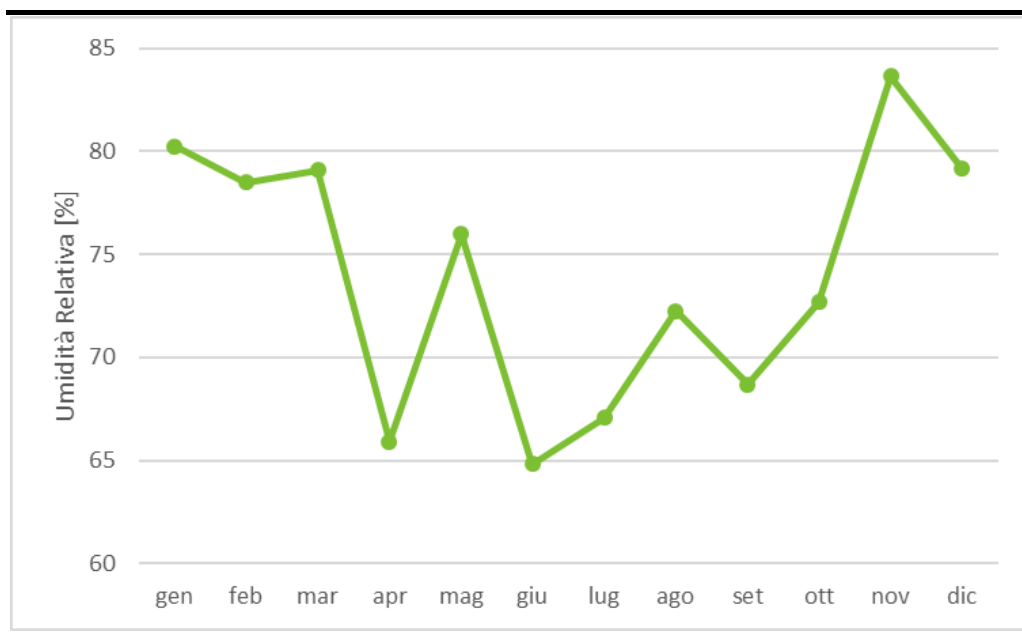
4.3

UMIDITÀ RELATIVA

In *Figura 4.4* si riporta l'andamento dell'umidità relativa nel corso del 2018 registrata dalla centralina di Regi Lagni, la più vicina alla Centrale.

Figura 4.4

Andamento dell'Umidità relativa (%) alla centralina di Regi Lagni, Anno 2018.

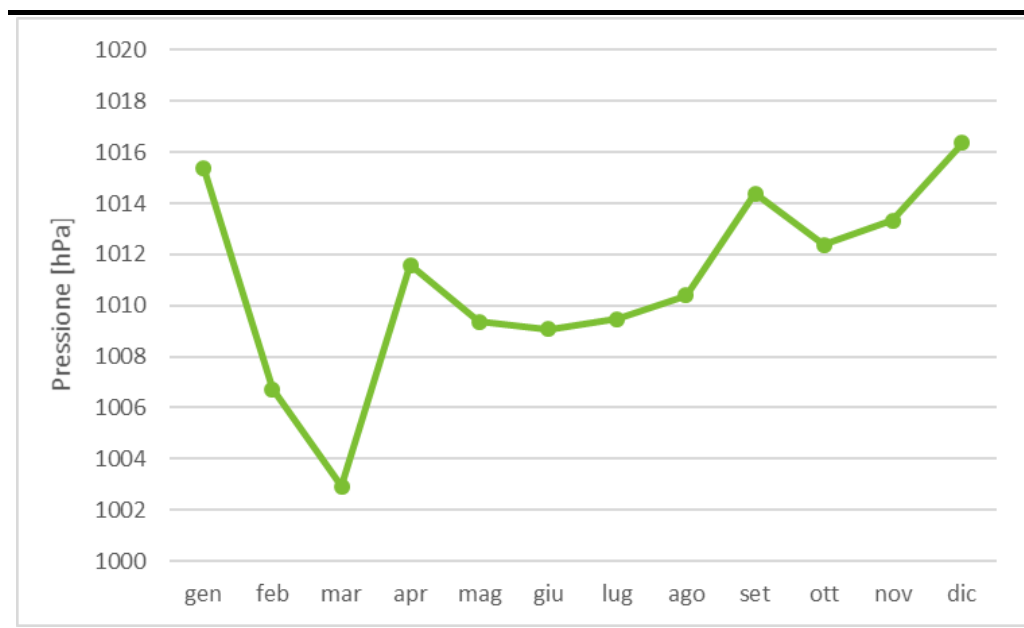


4.4

PRESSIONE

In *Figura 4.5* si riporta l'andamento della pressione registrata dalla centralina di Regi Lagni, la più vicina alla Centrale. Si osserva che la pressione assume valori medi mensili compresi tra 1002 hPa e 1017 hPa, raggiungendo il massimo nel mese di dicembre 2018.

Figura 4.5

Andamento della Pressione alla centralina di Regi Lagni, Anno 2018.

4.5

DATI METEOROLOGICI IN QUOTA

La ricostruzione tridimensionale dei campi di vento con CALMET richiede in input i valori in quota di temperatura, pressione, velocità e direzione del vento con una risoluzione di almeno 12 ore; questi dati sono necessari per caratterizzare il regime dei venti in quota e per la determinazione delle variabili che governano la diffusione atmosferica (classe di stabilità, altezza di miscelazione, inversione termica, ecc).

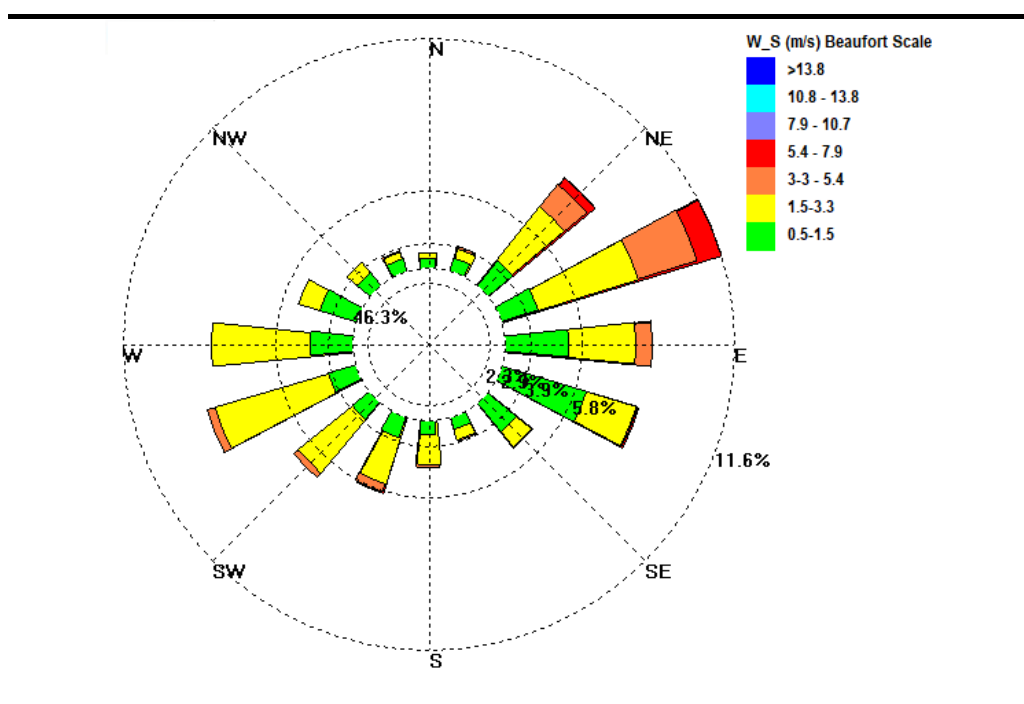
Tali caratteristiche meteorologiche e meteorodiffusive in quota, con una risoluzione orizzontale pari a 4 km per 11 distinti livelli in quota, sono state fornite da Lakes Environmental (Waterloo, Ontario - Canada) che utilizza a tale scopo il modello *PSU/NCAR mesoscale* (noto anche come MM5). MM5 è un modello meteorologico a scala limitata, non idrostatico, che tiene conto della morfologia del territorio, sviluppato per simulare o predire la circolazione atmosferica a scala regionale. E' sviluppato dalla Penn State University (PSU) e dal National Center for Atmospheric Research (NCAR).

In Figura 4.6 e in Figura 4.7 si riporta la rosa dei venti ricostruita partendo dal campo di vento generato dal preprocessore CALMET a 10 m dal suolo in corrispondenza della centralina di Regi Lagni e del Sito.

La sostanziale equivalenza della rosa dei venti calcolata da CALMET in corrispondenza della centralina di Regi Lagni (Figura 4.6) con quella derivante dai dati misurati (Figura 4.1), testimonia la correttezza della simulazione eseguita.

Figura 4.6

Rosa dei Venti Estratta dal Modello Meteorologico CALMET alle coordinate della Centralina di Regi Lagni, l'Anno 2018



Rosa dei Venti estratta dal Modello Meteorologico CALMET presso il sito della Centrale, Anno 2018

