

Allegato D. 5

Relazione Tecnica su Dati Meteo Climatici

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 degli inquinanti emessi dalla *Centrale Edipower di San Filippo del Mela (ME)*.

Il sistema di modelli CALMET-CALPUFF, inserito dall'U.S. EPA in Appendix A di "Guideline on Air Quality Models", è stato sviluppato dalla *Sigma Research Corporation*, ora parte di Earth Tech Inc., con il contributo di *California Air Resources Board* (CARB).

La versione del modello di calcolo adottata per il presente studio è la 5.8, come raccomandato dall'US-EPA a partire dal 29/06/2007 (http://www.epa.gov/scram001/dispersion_prefrec.htm#calpuff).

Il sistema di modelli è costituito da tre moduli principali:

- il preprocessore meteorologico CALMET: utile per la ricostruzione del campo tridimensionale di vento oltre che di tutte le variabili meteorologiche di interesse all'interno del dominio di calcolo;
- il processore CALPUFF: modello di dispersione, che inserisce le emissioni all'interno del campo di vento generato da CALMET e ne studia il trasporto e la dispersione;
- il postprocessore CALPOST: ha lo scopo di analizzare statisticamente i dati di output di CALPUFF, in modo da renderli utilizzabili per le analisi successive.

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 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.

In presenza di zone costiere, CALPUFF tiene conto dei fenomeni di brezza che le caratterizzano e modella in modo efficace il cosiddetto *Thermal Internal Boundary Layer* (TIBL) che è causa della ricaduta repentina al suolo degli inquinanti emessi da sorgenti vicine alla costa.

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. Tramite CALPOST si possono ottenere dei file di output direttamente interfacciabili con software grafici per l'ottenimento di mappe di concentrazione o deposizione.

I codici di calcolo richiedono come input i seguenti dati:

- dati meteorologici in superficie ed in quota oltre a dati geomorfologici per la ricostruzione del campo di vento tridimensionale (ricostruito in CALMET);
- caratteristiche emissive e concentrazioni degli inquinanti nei fumi delle sorgenti per l'effettivo studio della dispersione in atmosfera (effettuato da CALPUFF).

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 a griglia. I valori calcolati nei recettori possono essere relativi ad un'unica sorgente oppure ad un insieme di queste.

Tali risultati possono essere elaborati attraverso un qualsiasi software di "tipo GIS" creando mappe di isoconcentrazione come quelle presentate nell'*Allegato D6*, nel quale sono riportati i risultati delle simulazioni.

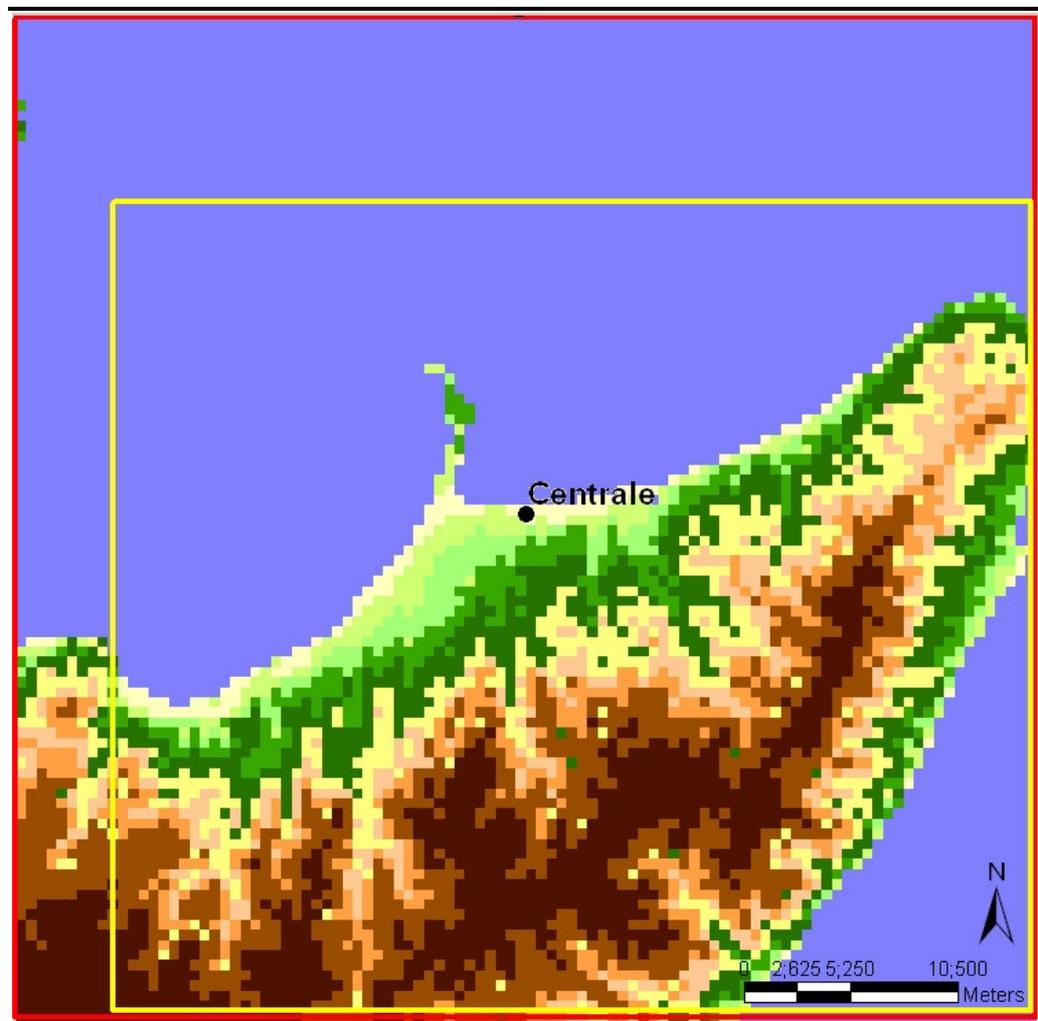
Nello studio qui riportato il dominio di calcolo meteorologico (*meteorological grid*), nel quale viene ricostruito il campo di vento corrisponde ad una griglia di 50 km per 50 km con passo di 500 metri, orientata in modo che l'asse delle ordinate coincida con il nord.

Il dominio di calcolo entro il quale sono state calcolate le ricadute al suolo degli inquinanti simulati (*sampling grid*) corrisponde invece ad un sottoinsieme del dominio meteorologico, di 45 km per 40 km, sempre con passo di cella di 500 metri.

Entrambi i domini sono rappresentati in *Figura 3a* insieme all'ubicazione della Centrale.

Figura 3a

Domini di Calcolo, in Rosso quello Meteorologico, in Giallo la Sampling Grid



In merito alla risoluzione verticale del dominio di calcolo sono stati definiti 12 layer, per un'estensione del dominio fino a 5000 metri di altezza dal piano di campagna. In questo caso, è stata scelta una risoluzione maggiore negli strati atmosferici più prossimi al suolo, come mostrato in *Figura 3b*.

Figura 3b

Layers Verticali per la Simulazione con CALMET



Il preprocessore CALMET richiede inoltre un'accurata caratterizzazione geofisica del dominio di calcolo meteorologico. Nello specifico sono richieste informazioni sito specifiche in merito a:

- Orografia;
- Uso del suolo.

Al fine di rappresentare in maniera fedele l'orografia del luogo è stato costruito un apposito DEM (*Digital Elevation Model*), ovvero un modello digitale del terreno; i dati altimetrici necessari per la sua implementazione sono stati ricavati dal Servizio EROS (*Earth Resources Observation and Science*) dello *United States Geological Survey* (<http://seamless.usgs.gov/>).

I dati relativi all'uso del suolo derivano invece dall'archivio del servizio *Corine Land Cover*, fornito da APAT – Servizio Gestione Modulo Nazionale SINAnet (www.clc2000.sinanet.apat.it/home/Selection_List_frame.asp#).

Il preprocessore meteorologico CALMET necessita di una caratterizzazione oraria dei dati meteorologici registrati al suolo.

Nello specifico sono richiesti, per tutte le ore di simulazione, i valori medi orari di:

- Velocità e direzione vento;
- Temperatura;
- Pressione atmosferica;
- Umidità relativa;
- Copertura nuvolosa.

La ricostruzione dei campi di vento e le successive simulazioni di dispersione di inquinanti sono state effettuate utilizzando i dati meteorologici relativi all'anno 2006.

Tutti i dati necessari sono stati ricavati dai rilevamenti della centralina meteo situata all'interno del sito della *Centrale Edipower*, mentre il dato di copertura nuvolosa è stato estrapolato dal modello meteorologico a scala nazionale LAMA (descritto in seguito) in corrispondenza del sito di San Filippo del Mela.

Come detto, si è scelto di effettuare le simulazioni utilizzando nel modello di calcolo i dati meteorologici relativi all'anno 2006. Tale scelta è dovuta al fatto che nell'anno 2007 i dati meteorologici necessari, a causa di malfunzionamenti alla strumentazione di monitoraggio, non risultano sufficienti, in particolare per quanto riguarda i parametri velocità e direzione del vento.

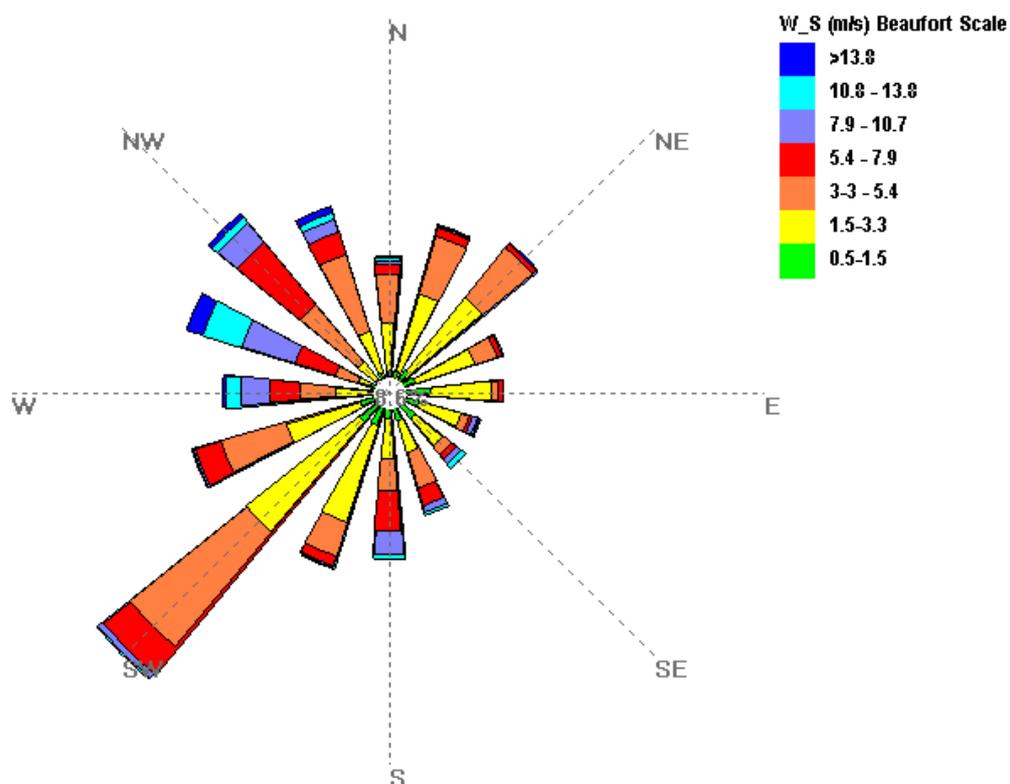
Durante l'anno 2006 la disponibilità del dato è stata invece molto buona, ad esclusione dei primi 28 giorni dell'anno per i quali non vi sono rilevazioni.

Le simulazioni sono state pertanto effettuate mediante la ricostruzione dell'anno meteorologico 2006 a partire dal 29 gennaio per un totale di 8088 ore.

Nella seguente *Figura 4a* si riporta la rosa dei venti relativa al 2006 (anno considerato nella simulazione), calcolata partendo dai valori di velocità e direzione del vento misurati alla centralina *Edipower*.

Figura 4a

Rosa dei Venti, Centralina Meteo Edipower, Anno 2006



La ricostruzione tridimensionale dei campi di vento richiede anche la disponibilità di dati in quota (pressione, temperatura, velocità e direzione del vento) con cadenza di almeno 12 ore, per la caratterizzazione dei regimi anemologici e dei parametri diffusivi dell'atmosfera (classi di stabilità, altezze di miscelamento, eventuali inversioni termiche...).

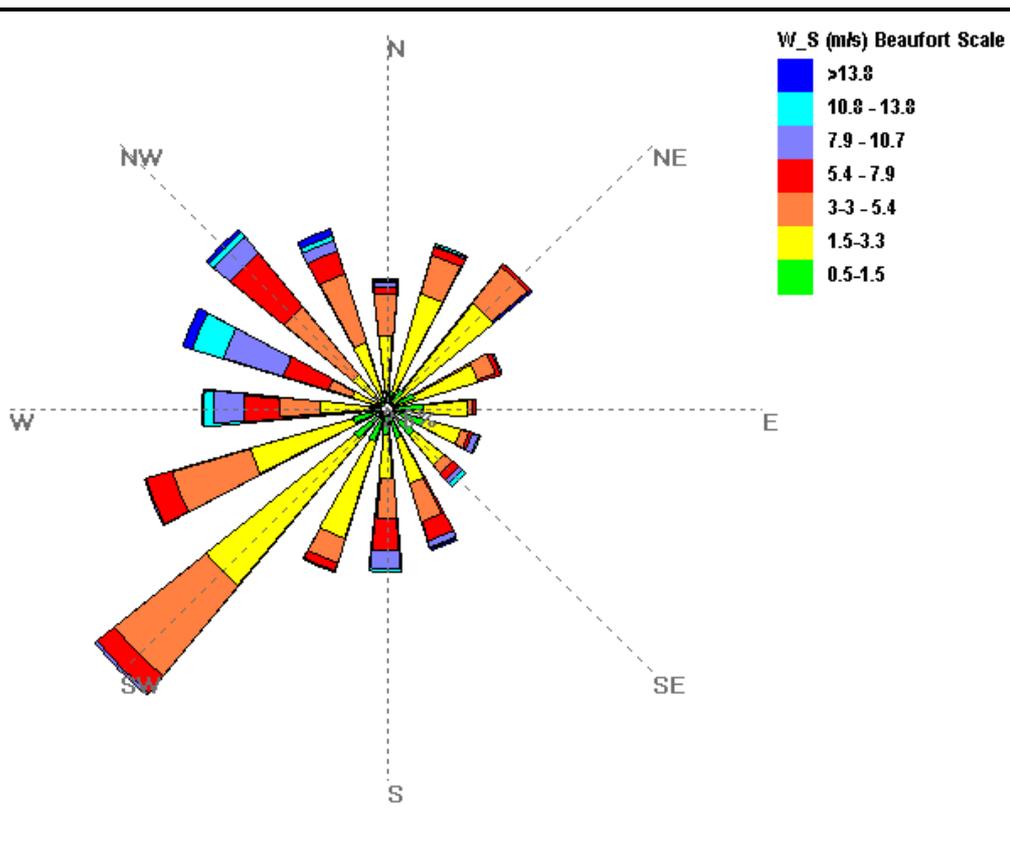
Poiché nell'area non sono effettuati radiosondaggi in quota o rilevazioni di altro tipo atte a caratterizzare gli strati dell'atmosfera, sono stati utilizzati i profili verticali estratti in corrispondenza del sito di San Filippo del Mela, dal modello LAMA utilizzato dal Servizio IdroMeteo dell' ARPA Emilia Romagna.

Tale modello ricostruisce la meteorologia al suolo ed in quota sull'intero territorio nazionale utilizzando tra gli altri come input le rilevazioni in quota effettuate mediante radiosondaggi presso gli aeroporti presenti sul territorio nazionale dotati della strumentazione necessaria.

In *Figura 4b* si riporta la rosa dei venti estratta dal modello CALMET sul sito di Centrale.

Figura 4b

Rosa dei Venti Estratta dal Modello Meteorologico CALMET per l'Anno 2006



Come si può osservare, la rosa dei venti misurata (Figura 4a) e quella calcolata dal modello (Figura 4b) sono molto simili, pertanto si può considerare come attendibile la ricostruzione meteorologica effettuata dal modello.