



Spett.li

Ministero della Transizione Ecologica

Direzione generale per la crescita sostenibile e la qualità dello sviluppo (CreSS)

Divisione IV – Qualità dello sviluppo

CRESS@pec.minambiente.it

ISPRA

Dipartimento per la valutazione, i controlli e la sostenibilità ambientale

Servizio per i rischi e la sostenibilità ambientale

delle tecnologie, delle sostanze chimiche, dei cicli produttivi

e dei servizi idrici e per le attività ispettive

protocollo.ispra@ispra.legalmail.it

ARPA Sardegna

Dipartimento di Sassari

dipartimento.ss@pec.arpa.sardegna.it

DM n. 85 del 22.04.2020 di Riesame complessivo dell'AlA per l'esercizio della centrale termoelettrica di Fiume Santo (SS), di proprietà della Fiume Santo S.p.A. Ottemperanza all'art. 1, c.2 lettera b.

In ottemperanza all'art.1, c.2 lettera b dell'autorizzazione in oggetto, che recita:

"Il Gestore, dovrà predisporre uno studio sull'efficacia delle misure di contenimento delle emissioni diffuse dai cumuli di stoccaggio del carbone.",

si trasmette lo studio richiesto, redatto dalla ditta di consulenza CESI S.p.A.

Nel rimanere a disposizione per eventuali chiarimenti,
distinti saluti.

Il direttore di Centrale

Paolo Appeddu

Allegato: Studio sull'efficacia delle misure di contenimento delle emissioni diffuse dai cumuli di stoccaggio del carbone

RAPPORTO

USO RISERVATO

APPROVATO

C1007281

Cliente EP Produzione S.p.A.

Oggetto Studio sull'efficacia delle misure di contenimento delle emissioni diffuse dai cumuli di stoccaggio del carbone

Ordine Contratto Nr. 4600010339/218/6014 del 12 ottobre 2020

Note Rev. 0 (WBS A1300002750; Lettera: protocollo C1008861)

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine 35 **N. pagine fuori testo** 2

Data 12/05/2021

Elaborato STC - D'Aleo Marco
C1007281 1596735 AUT

Verificato ENC - Pertot Cesare, EDM - Ferrara Irene
C1007281 3840 VER C1007281 2041855 VER

Approvato EDM - Il Responsabile - Sala Maurizio
C1007281 3741 APP

CESI S.p.A.

Via Rubattino 54
I-20134 Milano - Italy
Tel: +39 02 21251
Fax: +39 02 21255440
e-mail: info@cesi.it
www.cesi.it

Capitale sociale € 8.550.000 interamente versato
C.F. e numero iscrizione Reg. Imprese di Milano 00793580150
P.I. IT00793580150
N. R.E.A. 429222

© Copyright 2021 by CESI. All rights reserved

Pag. 1/35

Indice

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	4
2.1	Inquadramento territoriale	4
2.2	Assetto impiantistico generale	4
2.3	Combustibili e infrastrutture	5
2.4	Parco carbone.....	5
2.4.1	Emissioni diffuse.....	7
2.4.2	Misure di contenimento delle polveri	8
3	STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE DAL PARCO CARBONE	12
3.1	Emissioni di polveri da risollevarimento.....	12
3.2	Emissioni di polveri da scarico.....	14
3.3	Emissioni di polveri da erosione eolica	16
4	VALUTAZIONE MODELLISTICA DELLE CONCENTRAZIONI IN ARIA.....	20
4.1	Finalità dello studio modellistico.....	20
4.2	Catena modellistica	20
4.2.1	WRF	21
4.2.2	CALMET.....	22
4.2.3	CALPUFF.....	23
4.3	Setup dello strumento modellistico	24
4.3.1	Scala temporale: periodo di simulazione e passo temporale	24
4.3.2	Scala spaziale: ambito territoriale e risoluzione spaziale.....	24
4.3.3	Banche dati.....	25
4.3.4	Sostanze considerate.....	27
4.4	Scenario meteorologico	27
4.5	Rappresentazione delle sorgenti.....	31
4.5.1	Scenari emissivi	31
4.6	Stima delle ricadute.....	32
4.6.1	Mappe di concentrazione in aria ambiente	32
4.6.2	Valori massimi di dominio	32
5	CONCLUSIONI	34
6	BIBLIOGRAFIA	35

Indice delle Tavole fuori testo

Tavola A – PM₁₀ – Concentrazione media annua – Scenario senza mitigazioni

Tavola B – PM₁₀ – Concentrazione media annua – Scenario con mitigazioni

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	12/05/2021	C1007281	Prima emissione

1 PREMESSA

In ambito di riesame del decreto del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) DVA-DEC-2010-207 del 26 aprile 2010, per l’esercizio della Centrale termoelettrica EP Fiume Santo S.p.A., con registrazione 0000085 del 22/04/2020, si prescrive che *“il Gestore dovrà predisporre uno studio sull’efficacia delle misure di contenimento delle emissioni diffuse dai cumuli di stoccaggio del carbone”* (Articolo 1, comma 2, lettera b).

Scopo del presente studio è rispondere alla citata prescrizione mediante la valutazione delle misure di contenimento delle emissioni attribuibili alla gestione del parco carbone della Centrale termoelettrica EP Fiume Santo S.p.A.

Nel capitolo seguente si restituisce una descrizione dell’Impianto, con specifica attenzione al parco carbone (capitolo 2). Segue la definizione delle principali fonti di emissione di polveri associate alla gestione del parco carbone, insieme ad una loro stima quantitativa (capitolo 3). Si presenta quindi la struttura di un sistema modellistico composto dai codici di calcolo WRF, CALMET e CALPUFF applicato sia in presenza sia in assenza delle principali misure di contenimento delle emissioni dal parco carbone (capitolo 4).

2 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

2.1 Inquadramento territoriale

La Centrale termoelettrica di Fiume Santo è situata nella parte Nord-Occidentale della Sardegna, sulla costa che si affaccia sul Golfo dell'Asinara all'estremo occidentale dell'area industriale di Porto Torres nel Comune di Sassari.

La Centrale occupa un'area di circa 1'720'000 m² localizzata a Nord della Strada Provinciale n. 57 Porto Torres - Stintine.

L'area di stabilimento confina a Nord-Est con il mare e negli altri versanti con vaste aree non utilizzate. All'interno di tale area sono presenti gli impianti di produzione, aree e serbatoi di stoccaggio ed immagazzinamento materiali, aree destinate a servizi tecnici, strade interne di collegamento ed infine stabili riservati ad uffici.

2.2 Assetto impiantistico generale

La Centrale di Fiume Santo è attualmente composta da 2 gruppi per una potenza elettrica lorda complessiva di 640 MW. Le potenze dei gruppi a vapore e gli anni di entrata in servizio degli stessi sono, rispettivamente:

- Gruppo 3 da 320 MW (primo parallelo nel 1992);
- Gruppo 4 da 320 MW (primo parallelo nel 1993).

Per l'esercizio delle due sezioni, la Centrale è dotata delle seguenti opere complementari:

- opere di presa/scarico acqua di mare per raffreddamento;
- elettrodotto di collegamento alla rete elettrica nazionale;
- banchina in concessione demaniale attrezzata per lo scarico delle navi di combustibile solido e liquido;
- nastri trasportatori del carbone dal vicino porto industriale alla Centrale, per una lunghezza complessiva di 8 km;
- oleodotto di trasporto dell'olio combustibile dal porto industriale alla Centrale, non utilizzato dal giugno 2013 e mantenuto vuoto in ambiente atmosferico, come alternativa strategica per approvvigionamento del combustibile OCD.

Il generatore è policombustibile e può funzionare in uno qualunque dei seguenti modi:

- funzionamento a carbone;
- funzionamento ad olio combustibile denso;
- combustione mista olio-carbone.

Il carbone può essere impiegato in tutto il campo di funzionamento, con l'ausilio di combustibile liquido nelle seguenti fasi:

- accensione e spegnimento dei bruciatori a carbone;
- sostegno della fiamma a carbone ai bassi carichi (rampa) <100 MW.

Il minimo tecnico con combustione a carbone 100% è di 165 MW. Il carico nominale continuo individuato in 320 MW lordi si può generare con uno qualunque dei mulini fuori servizio e con mulini mediamente usurati, impiegando carbone base con potere calorifico inferiore di circa 5'700 kcal/kg.

Il sistema di trattamento fumi consiste in una serie di impianti dedicati al contenimento delle emissioni di NO_x, SO₂ e polveri. I fumi così trattati vengono inviati ad una ciminiera comune, a due canne, di altezza pari a 200 m.

2.3 Combustibili e infrastrutture

In base alle prescrizioni AIA (Parere istruttorio conclusivo relativo al riesame dell'AIA della Centrale termoelettrica EP di Fiume Santo, procedimento ID 80/9945 del 25/09/2019, paragrafo 6.3, punto 6), il Gestore è autorizzato all'utilizzo delle seguenti tipologie di combustibili:

- Carbone (S < 1%) per alimentare i gruppi di produzione 3 e 4 (il carbone è il combustibile primario dei gruppi). Il carbone in attuazione della SEN2017 e nel rispetto del PNIEC non potrà essere utilizzato oltre il 31 dicembre 2025.
- OCD (S < 1%) utilizzato durante le fasi di avviamento dei gruppi e come supporto nella combustione a carbone nei casi di fuori servizio di uno o più mulini.
- Gasolio (S < 0.1%) per alimentare i gruppi di produzione 3 e 4 nelle fasi di avvio.
- Biomasse (S < 0.1%) per alimentare in co-combustione i gruppi di produzione 3 e 4 (utilizzo di biomasse in co-combustione con il carbone, fino ad un massimo del 5% come apporto calorifico, autorizzato con decreto di esclusione dalla VIA del Ministero dell'ambiente n. DSA-2009-13772 del 3/06/2009 e s.m.i.).

L'approvvigionamento del carbone è effettuato via mare. La Centrale dispone di una banchina in concessione demaniale, situata nel porto industriale di Porto Torres, a circa 7 km dal sito produttivo, a cui è collegata da un sistema di nastri trasporto carbone e da oleodotto allo stato attuale non utilizzato da giugno 2013 e mantenuto vuoto in ambiente atmosferico. Il carbone è scaricato dalle navi carboniere tramite due gru, situate in banchina; ciascuna di esse è dotata di una benna mobile che preleva il carbone dalle stive della nave e lo carica nella tramoggia (una per ogni gru) di alimentazione del nastro trasportatore. Il nastro si sviluppa dal molo fino al parco carbone situato all'interno della Centrale. Nell'arco del percorso, il nastro si interrompe, per motivi tecnici, in torri di smistamento e cambio direzione.

Il parco carbone rappresenta il punto di accumulo del combustibile per l'esercizio delle sezioni.

2.4 Parco carbone

Il deposito carbone ha una capacità di circa 300'000 t e occupa un'area situata nella zona sud-est dell'impianto, in prossimità del punto di ingresso dei nastri trasporto carbone.

Il parco carbone è presidiato in continuo (turni 24h) dalla linea gestione combustibili, i cui operatori risiedono nella sala controllo carbone (torre B). Il reparto si avvale di una ditta contrattualizzata per gestire il carbone al parco (caricamento bunker con mezzi meccanici, compattazione del carbone, formazione dei cumuli, aspersione del crostante e altre attività varie).

Il parco carbone è fornito di sistema di drenaggio e raccolta delle acque meteoriche, che vengono inviate al sistema di trattamento.

La gestione del carbone all'interno del parco avviene mediante macchina polifunzionale a tazze rotanti, che permette di effettuare, in maniera alternativa, lo scarico del carbone in arrivo dal porto e il carico del nastro verso i bunker di alimentazione alle caldaie. Questa attività può essere effettuata anche tramite mezzi meccanici (ruspe bulldozer).

L'utilizzo della biomassa in co-combustione con il carbone, in limite inferiore al 5% quale apporto calorifico, consente di compensare parzialmente le emissioni di anidride carbonica dall'impianto. Come previsto nel prot. MATTM VIA n. 5273 del 06/03/2017, il gestore privilegia l'utilizzo di biomassa da filiera corta, nelle quantità economicamente disponibile sul mercato. In caso contrario, si reperisce la biomassa mancante anche al di fuori della filiera corta, nel rispetto delle caratteristiche delle biomasse definite nella Prescrizione n. 4 (del Decreto autorizzativo al progetto di co-combustione). La biomassa è approvvigionata tramite nave (se arriva dall'Italia o dall'estero) o tramite camion (se locale). In entrambi i casi viene depositata all'interno del parco carbone, in un'area dedicata.

Il consumo annuo di carbone e biomasse nelle due conduzioni di "capacità produttiva" e di "memoria storica (anno 2017)" è riportato nella seguente Tabella 2.1 (dati tratti dall'Allegato B all'istanza di riesame complessivo dell'AIA inoltrata dal Gestore in data 30/01/2019, proprio prot. n. "0000109-2019-87-23 P").

Tabella 2.1 – Consumo annuo di carbone e biomasse

Combustibile	Unità	Consumo annuo	
		capacità produttiva	memoria storica (anno 2017)
Carbone	t	2'102'400	1'493'728
Biomasse	t	191'436	2'516

La forma dei cumuli è trapezoidale. Il numero dei cumuli varia in funzione degli arrivi delle navi del carbone, del funzionamento dei gruppi e delle caratteristiche di omogeneità del carbone (due carboni con caratteristiche simili possono essere sovrapposti in strati ed utilizzati per formare un unico cumulo). L'altezza massima del cumulo varia da 10 a 15 metri.

I mezzi che operano al parco sono elencati alla seguente Tabella 2.2.

Tabella 2.2 – Macchine operatrici che operano al parco carbone

TIPOLOGIA	MARCA	MODELLO	POTENZA (kW)	PESO (t)
BULLDOZER	CATERPILLAR	D9R	310	50
PALA GOMMATA	CATERPILLAR	988G	360	52
PALA GOMMATA	CATERPILLAR	980G	232	33
PALA GOMMATA	CATERPILLAR	930G	120	14
DUMPER	CATERPILLAR	735F	300	26
BULLDOZER	CATERPILLAR	D6R	140	20
VACUUM TRUCK	RSP-MERCEDES	RSP28	200	30

2.4.1 Emissioni diffuse

Le operazioni di movimentazione del combustibile solido all'interno dell'area del carbonile generano per loro natura una dispersione di tipo diffuso di polveri.

La polverosità del carbone è fortemente influenzata dal contenuto di "fini" della partita movimentata e stoccata, dalla sua umidità e dalle condizioni meteorologiche (velocità del vento, umidità, piovosità).

In base alle prescrizioni AIA (Parere istruttorio conclusivo relativo al riesame dell'AIA della Centrale termoelettrica EP di Fiume Santo, procedimento ID 80/9945 del 25/09/2019, paragrafo 6.3, punto 17), la gestione del parco carbone deve rispettare in particolare le seguenti condizioni:

- cadenzare la bagnatura del carbone (con una miscela di acqua/spray crostanti) stoccato in modo da minimizzare la produzione di polveri;
- mantenere compatto il carbone;
- attivare in caso di emergenza il presidio 24h presso la sala manovra parco carbone;
- avviare a trattamento di sedimentazione, prima dello scarico, le acque meteoriche precipitate nel parco carbone;
- pretrattare il carbone prima dell'avvio in caldaia (macinazione, selezione e riduzione dell'umidità).

In tema di emissioni non convogliate associate alla gestione del parco carbone, l'AIA prescrive quanto segue:

- Nell'ambito delle attività di movimentazione e stoccaggio di prodotti e materie prime polverulente devono essere adottate tutte le misure finalizzate alla minimizzazione delle emissioni diffuse secondo quanto riportato nel Piano di Monitoraggio e Controllo¹ (paragrafo 6.5.2, punto 31).
- Ai fini della riduzione delle emissioni non convogliate, il Gestore dovrà garantire il mantenimento e il continuo miglioramento del programma di riduzione delle emissioni diffuse dal sistema di scarico, stoccaggio e trasporto carbone (carbonili e nastro), ceneri e gessi (paragrafo 6.5.2, punto 32).
- Il Gestore dovrà garantire il mantenimento e il continuo miglioramento delle seguenti misure per la riduzione delle emissioni diffuse di polveri (paragrafo 6.5.2, punto 35):
 - a) nastri per il trasporto, sia interni che esterni alla centrale, completamente chiusi, ad eccezione del nastro N2A e dei nastri di emergenza;
 - b) sistemi di stoccaggio gestiti con azioni di compattazione e bagnatura dei cumuli che non superino l'altezza di 10-15 m;

¹ In attuazione dell'art. 29-sexies (Autorizzazione Integrata Ambientale), comma 6 del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., il Piano di Monitoraggio e Controllo (PMC) ha la finalità principale della pianificazione degli autocontrolli e delle verifiche di conformità dell'esercizio dell'impianto alle condizioni prescritte nell'AIA rilasciata per l'attività IPPC (e le eventuali attività non IPPC tecnicamente connesse con l'esercizio) dell'impianto in oggetto ed è parte integrante ed attuativa dell'AIA.

- c) dosaggio settimanale sui cumuli di carbone di un “crostante”, costituito da una soluzione di acqua e cellulosa, per impedire lo scambio del materiale con l’esterno.

2.4.2 Misure di contenimento delle polveri

Le principali misure di contenimento adottate al fine di limitare la dispersione delle polveri dall’area carbone sono:

1. due colline frangivento (gesso e terrapieno);
2. limite di velocità dei mezzi all’interno del parco (a passo d’uomo);
3. limitazione dell’altezza dei cumuli a 10-15 m;
4. azioni di compattazione dei cumuli;
5. utilizzo della rete di spruzzatori per effettuare azioni bagnatura dei cumuli (Proc. FO 1-4-10-880);
6. dosaggio settimanale di una sostanza crostante a base di cellulosa (Proc. FO 1-4-881).

2.4.2.1 Colline frangivento

Al fine di proteggere il carbonile dai venti predominanti della zona (principalmente venti da ovest e/o da nord-ovest), e quindi di evitare il sollevamento di eventuale polvere di carbone, nel 2004 è stata realizzata una collina frangivento.

In base al rilievo di giugno 2019 “*Verifica profilo altezza colline EP Produzione S.p.A. Località Fiume Santo, Porto Torres*” effettuato da Celestis S.r.l., si possono assumere le seguenti quote indicative:

- la quota base dell’area carbone è di circa 7 m s.l.m. (variabile tra 6.88 e 7.07);
- la collina gesso (localizzata a Nord-Ovest) arriva a circa 19 m s.l.m. (variabile tra 18.82 e 19.44), dunque circa 12 m sopra la quota base dell’area carbone;
- il terrapieno (localizzato a Sud-Est) arriva a circa 17 m s.l.m. (variabile tra 16.49 e 17.51), dunque circa 10 m sopra la quota base dell’area carbone.

La seguente Figura 2.1 riporta un modello 3D che rappresenta la disposizione di parco carbone e colline frangivento.



Figura 2.1 – Modello 3D del parco carbone con le colline frangivento (fonte: Celestis S.r.l.)

2.4.2.1.1 Studio di fluidodinamica

Nel 2004, l'Università degli studi di Cagliari ha realizzato uno studio di previsione degli effetti fluidodinamici di una collina frangivento per la protezione del parco carbone, di cui nel seguito si riassumono i risultati di interesse.

L'analisi dei dati anemometrici relativi alla postazione interna all'area di Centrale posta ad una altezza di 10 m s.l.s. e ad un periodo temporale che si estende dal 1983 a parte del 2003, ha permesso di individuare le principali caratteristiche di intensità e direzioni del vento (Figura 2.2).

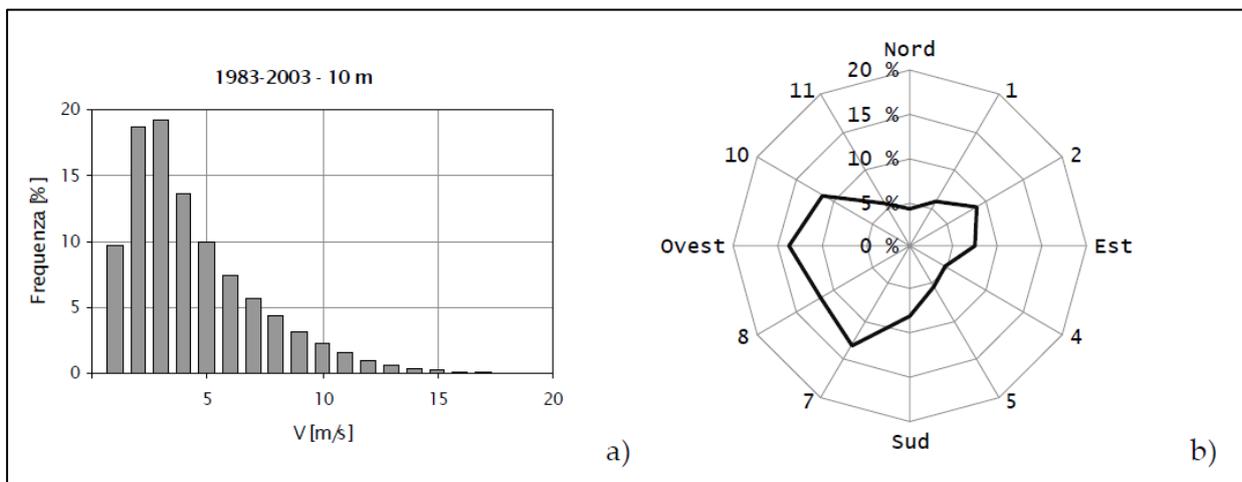


Figura 2.2 – Anemometro a 10 m. a) Istogramma di frequenze per classi di velocità, e b) diagramma polare di frequenze

L'istogramma di Figura 2.2 è stato interpolato con la distribuzione di frequenza di Weibull ottenendo i parametri caratteristici riportati in Tabella 2.3.

Tabella 2.3 – Parametri statistici relativi alla distribuzione di Weibull per i dati dell'anemometro a 10 m

A [m/s]	k	Mediana [m/s]	Media [m/s]	Ore totali [h]
4.7	1.3	3.5	4.3	127'612

L'analisi dei dati anemometrici ha permesso di individuare i settori di provenienza 9 e 10 come caratterizzati da notevole frequenza e maggiore intensità, tali da poter trasportare le polveri di carbone verso la città di Porto Torres. Lo studio suggerisce quindi la possibilità di realizzare una collina di protezione per queste direzioni. Il vento proveniente dal settore 7, pur presentandosi con alta frequenza, è caratterizzato da velocità più basse di quelle caratteristiche di altri settori.

I risultati delle simulazioni 2D effettuate per diversi profili altimetrici della collina di protezione hanno permesso di stimare le seguenti riduzioni percentuali di intensità del vento a 1 m per venti di direzione trasversale:

- 19% per barriera di 10 m con profilo trapezoidale,
- 22% per barriera di 12 m con profilo trapezoidale,
- 33% per barriera di 12 m con profilo trapezoidale a gradoni.

I risultati delle simulazioni 3D hanno permesso la valutazione degli effetti di una collina di protezione a pianta rettangolare alta 12 m s.l.s. per diverse orientazioni del vento:

- per venti da Nord-Ovest, è stata prevista una riduzione notevole delle velocità: la diminuzione a 1 m al di sopra del terreno raggiunge valori pari al 45%;
- per venti da Ovest, è stata prevista una riduzione efficace delle velocità soprattutto nella parte verso Nord: la diminuzione a 1 m al di sopra del terreno raggiunge valori pari a circa il 15%;
- per venti da Sud-Ovest e da Nord-Est, non è stata prevista alcuna riduzione di velocità.

2.4.2.2 Rete di spruzzatori e crostante

Al fine di evitare fenomeni di autocombustione e attenuare il fenomeno della polverosità, il parco carbone viene mantenuto compattato con l'ausilio di mezzi meccanici e bagnato con acqua da una rete di spruzzatori; inoltre, per evitare la dispersione di polveri dai cumuli viene dosato periodicamente, tramite un mezzo mobile a ciò predisposto, un "crostante" costituito da soluzione di acqua e cellulosa, che forma una "crosta" superficiale capace di impedire o limitare fortemente lo scambio del materiale particellare con l'esterno.

2.4.2.2.1 Rete di spruzzatori

Il sistema d'irrorazione è attivato ogni qualvolta si svolgono attività con rischi di polverosità, tra le quali il carico o la movimentazione del carbone effettuata con bulldozer, la fase di scarico in concomitanza con carbone polveroso, e in caso di vento.

La procedura di esercizio FO 1-4-10-880 "*Procedure ambientali carbone*" descrive le azioni da mettere in atto per limitare la polverosità del carbone mediante l'uso del sistema d'irrorazione.

L'obiettivo della procedura è limitare al minimo la polverosità causata dallo stoccaggio all'aperto del carbone. Per tale motivo tutte le operazioni di movimentazione vanno autorizzate solo se sono rispettate le indicazioni previste dalla procedura. L'applicazione della procedura avviene certificando, con le opportune registrazioni richieste, il compimento delle azioni previste.

Le disposizioni date sono da considerarsi minime; quindi qualsiasi condizione non prevista va comunque affrontata per ridurre l'impatto ambientale.

Per prevenire la polverosità nel carbonile il Capo squadra in Sala manovra è tenuto ad azionare i sistemi di irroramento valutando le modalità e l'intensità dell'irroramento stesso ogni qualvolta che:

- le condizioni meteo lo richiedano (tempo non piovoso, ventosità > 50 km/h);
- esiste operatività nel carbonile (scarico carbone, transito mezzi o altro) in assenza di pioggia e indipendentemente dalle condizioni di piovosità.

Inoltre, si applicano le seguenti disposizioni:

- Quotidianamente, e indipendentemente dalle condizioni del punto precedente, il sistema va provato irrorando le aree del carbonile sgombre di carbone.
- Mensilmente l'intero sistema va testato con attenzione secondo quanto previsto dall'Allegato 2 alla Procedura (Proc. FO 1-4-10-880).

La certificazione delle azioni svolte avviene trascrivendo ogni otto ore la lettura del contatore dell'acqua di irroramento. Nello stesso file verrà trascritta inoltre una sintesi delle condizioni che hanno/non hanno richiesto l'irroramento del carbonile.

Il documento (EC, 2006) "Integrated Pollution Prevention and Control - Reference Document on Best Available Techniques on Emissions from Storage", redatto nell'ambito dello scambio d'informazioni tra gli stati membri e le industrie previste all'articolo 16 della Direttiva Europea 96/61/EC sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento (Direttiva IPPC), descrive i principali risultati e riepiloga le principali migliori tecniche disponibili (Best Available Techniques – BAT) in tema di emissioni dai sistemi di movimentazione e stoccaggio.

In base al documento (EC, 2006), per stoccaggi di breve periodo (in cui cioè l'attività di messa a parco, movimentazione e ripresa avviene con una certa continuità nel tempo, come nel caso specifico), per la tecnica BAT di umidificare le superfici con acqua si può assumere un'efficienza di abbattimento delle emissioni dell'80-98%. Sempre in base allo stesso documento (EC, 2006), per la tecnica BAT di effettuare l'umidificazione con acqua del materiale (polverulento e bagnabile) in tutte le fasi di carico e scarico si può assumere un'efficienza di abbattimento delle emissioni del 80-98%.

2.4.2.2.2 Dosaggio di sostanza crostante

Le principali operazioni relative al dosaggio ed utilizzo del crostante (Proc. FO 1-4-881, "Copertura parco carbone con cellulosa") sono le seguenti:

- L'irrorazione deve avvenire preferibilmente in assenza di vento, ma se proprio fosse indispensabile si individua la direzione del vento, e si irroro procedendo con senso di marcia contrario al vento e con direzione del getto a favore di vento.
- La velocità di marcia durante l'irroramento dev'essere il più vicino possibile a 8-10 km/h, per consentire la copertura uniforme delle aree interessate.
- Al termine delle operazioni tutto il parco carbone dovrà essere coperto al meglio, compresa la pavimentazione.
- Il crostante verrà irrorato 1 volta a settimana salvo diverse indicazioni date dal Responsabile del movimento combustibili o particolari altre esigenze legate a necessità tecniche e/o ambientali. (ad esempio, in assenza di prodotti al parco o in condizioni di piovosità insistente non sarà necessario irrorare).

In base al documento (EC, 2006), per stoccaggi di breve periodo (in cui cioè l'attività di messa a parco, movimentazione e ripresa avviene con una certa continuità nel tempo, come nel caso specifico), per la tecnica BAT di umidificare le superfici con sostanze leganti per le polveri (ad es. filmanti chimici) si può assumere un'efficienza di abbattimento delle emissioni del 90-99%.

3 STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE DAL PARCO CARBONE

In base alla tipologia di attività svolta all'interno del parco carbone, le principali sorgenti emissive di polvere possono essere individuate nelle seguenti:

- emissioni associate al risollevaramento per il transito dei veicoli pesanti sui cumuli;
- emissioni associate allo scarico sui cumuli e sulle tramogge;
- emissioni associate all'erosione dei cumuli ad opera del vento.

Nei seguenti paragrafi si illustra la metodologia di stima delle emissioni ai fini del presente studio.

Nel presente capitolo si esaminano e sintetizzano le informazioni disponibili ed utili per la stima dell'entità delle attività stesse e delle conseguenti emissioni associate. Si evidenziano inoltre le assunzioni prese, sempre cautelative in assenza o carenza di sufficiente dettaglio informativo, al fine di pervenire ad una stima degli effetti complessivi sulla qualità dell'aria.

3.1 Emissioni di polveri da risollevaramento

La stima delle polveri risollevate dal suolo per il passaggio dei veicoli è calcolabile tramite la metodologia dell'Agenzia per l'Ambiente statunitense US-EPA riportata nella pubblicazione "AP-42, *Compilation of Air Pollutant Emission Factors*". Per veicoli in transito su strade non asfaltate in siti industriali (ovvero non accessibili al normale traffico di automobili) la stima è funzione della quantità di materiale risollevabile presente sulla sede stradale, caratterizzato dal "silt" (materiale con diametro inferiore a 75 µm) e del peso medio della flotta veicolare in transito:

$$E = k \times \left(\frac{s}{12}\right)^a \times \left(\frac{W}{3}\right)^b$$

dove:

- E rappresenta l'emissione di polveri (espressa in lb/VMT, libbre per miglio percorso),
 k, a, b sono parametri empirici funzione del diametro delle polveri
 (per PM₁₀: $k = 1.5, a = 0.9, b = 0.45$),
 W è il peso medio dei veicoli che transitano lungo la strada (espresso in "short ton"),
 s è il tenore di limo ("silt content") presente sulla superficie stradale (espresso in %).

La conversione metrica da libbre per miglio percorso (lb/VMT) a grammi per chilometro percorso dal veicolo (g/VKT) avviene mediante il seguente fattore di conversione:

$$1 \frac{lb}{VMT} = 281.9 \frac{g}{VKT}$$

Per convertire l'unità "short ton" in Mg, si deve considerare il seguente fattore di conversione:

$$1 \text{ ton} = 0.907 \text{ Mg}$$

La pubblicazione riporta, in opportune tabelle, sia i valori dei parametri empirici, sia i valori di riferimento del contenuto di silt per alcune tipologie di strade industriali e siti produttivi ("Table 13.2.2-1" della citata metodologia). La stima del valore di quest'ultimo parametro è associata a una notevole incertezza. In

manca di informazioni specifiche, ai fini del presente si assume in via cautelativa studio un valore del 24%, pari al massimo valore medio associato ad attività di tipo “Western surface coal mining”.

La formulazione ha la più elevata classificazione di qualità della stima (minore incertezza) all'interno dei seguenti intervalli delle variabili:

- Silt content: 1.8 ÷ 25.2%,
- Umidità della superficie: 0.03 ÷ 13%,
- Peso medio della flotta: 1.8 ÷ 260 Mg,
- Velocità media: 8 ÷ 69 km/h.

Per tenere conto del naturale abbattimento delle emissioni associato all'effetto mitigante delle precipitazioni, la metodologia AP-42 introduce un coefficiente correttivo funzione del numero di giorni di “pioggia misurabile”, ovvero giorni con precipitazione cumulata di almeno 0.254 mm:

$$E_{EXT} = E[(365 - P)/365]$$

dove:

- E_{EXT} è il fattore di emissione annuo con mitigazione naturale,
- E è il fattore di emissione annuo senza mitigazione naturale,
- P è il numero di giorni con precipitazione cumulata superiore a 0.254 mm.

Si evidenzia che il coefficiente correttivo associato all'effetto mitigante della pioggia ha valore unicamente su base annuale. Su base oraria si può assumere che, in presenza di precipitazioni, l'emissione sia assente.

Ai fini dello studio, sono state effettuate le seguenti assunzioni:

- consumo di carbone e biomasse pari alla capacità produttiva (cfr. Tabella 2.1);
- attività continuative (24/7);
- movimentazione del carbone con mezzi dal volume di carico di 20 m³ e peso a vuoto di 25 Mg;
- densità media del carico di 1.5 Mg/m³;
- percorso interno al parco carbone di ciascun trasporto di 1.0 km;
- gestione del combustibile equamente suddivisa tra macchina polifunzionale a tazze rotanti e mezzi meccanici.

Sulla base delle assunzioni esposte, risultano circa 4-5 spostamenti compiuti ogni ora da un mezzo equivalente che percorre 1 km, compatibili dunque con una velocità di percorrenza inferiore a 10 km/h.

La seguente Tabella 3.1 presenta la stima delle emissioni di polveri da risollevaramento stradale senza tenere in considerazione i benefici mitigativi associati alle operazioni di bagnatura.

Tabella 3.1 – Stima delle emissioni di polveri da risollevaramento stradale senza operazioni di bagnatura

Parametro	u. m.	Valore
PM ₁₀ (EF)	g/VKT	2'645
PM ₁₀ (emissione)	kg/ora	11.5

Alla mitigazione naturale dovuta alla precipitazione deve essere aggiunto l'ulteriore contributo associato alle opere di mitigazione ed in particolare alla bagnatura stradale che, incrementando l'umidità della superficie, conglopera le particelle e riduce la possibilità che esse siano risollevate al passaggio dei veicoli. L'efficienza del controllo dipende dalla velocità di asciugatura della sede dopo la bagnatura e, quindi, dalla quantità di acqua sparsa (per metro quadro di superficie) ad ogni trattamento, dalla frequenza dei trattamenti, dalle caratteristiche del traffico veicolare sopra discusse e, non ultimo, dalle condizioni meteorologiche che influenzano l'evaporazione (soprattutto temperatura dell'aria, velocità del vento, umidità atmosferica, copertura nuvolosa).

La seguente Figura 3.1, relativa al transito di mezzi su superfici non pavimentate, mostra a titolo indicativo l'andamento dell'efficienza di abbattimento delle emissioni in funzione dell'incremento di umidità apportato dalla bagnatura delle strade. Il grafico indica che l'incremento dell'umidità di un fattore 2 produce un abbattimento di circa il 75% delle emissioni di polveri.

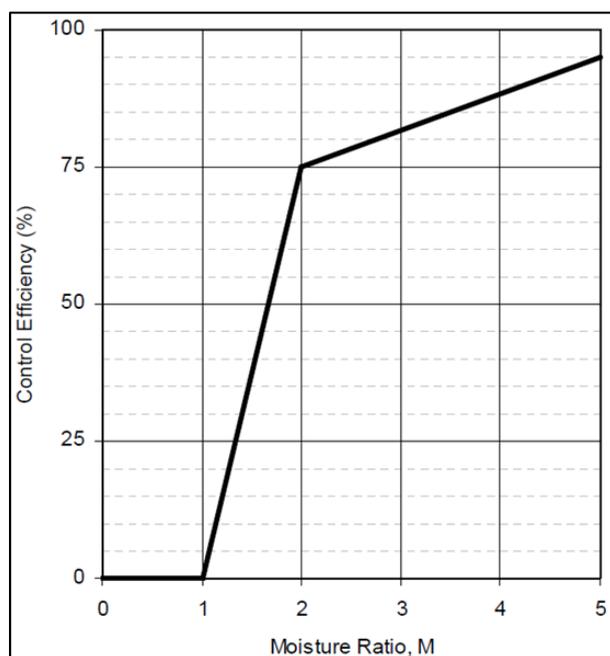


Figura 3.1 – Efficacia del controllo mediante bagnatura per traffico su strade non asfaltate (fonte: US-EPA AP-42)

Ai fini del presente studio, si assume un incremento dell'umidità di circa il 3%, tale da permettere di conseguire una riduzione del fattore emissivo di circa l'80% (cfr. Figura 3.1). Tale assunzione risulta al contempo in linea e conservativa rispetto alle indicazioni BAT (EC, 2006) che per stoccaggi di breve periodo (in cui cioè l'attività di messa a parco, movimentazione e ripresa avviene con una certa continuità nel tempo, come nel caso specifico), assume un'efficienza di abbattimento delle emissioni mediante umidificazione delle superfici con acqua dell'80-98%.

3.2 Emissioni di polveri da scarico

La metodologia riportata nella pubblicazione US-EPA AP-42 consente di compiere una stima dei quantitativi di polveri emessi durante le operazioni di formazione e stoccaggio del materiale in cumuli sulla base di relazioni empiriche determinate su osservazioni in campo. Il relativo fattore di emissione è

stimato in funzione del volume movimentato dello stoccaggio, del grado di umidità del materiale, del contenuto di frazione fine e della velocità del vento.

La quantità di emissione di materiale particolato originata dalle fasi di formazione dello stoccaggio può essere stimata con il ricorso alla seguente formulazione:

$$E = k \times 0.0016 \times \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

dove:

- E è il fattore di emissione, espresso in kg/Mg di materiale movimentato,
- k è un coefficiente adimensionale funzione delle dimensioni del particolato emesso (per il PM₁₀: $k = 0.35$),
- U esprime la velocità media del vento in m/s,
- M rappresenta l'umidità del materiale in %.

L'equazione indicata è applicabile con il massimo grado di affidabilità entro i seguenti campi di variabilità dei parametri influenti:

- frazione fine (silt): 0.44 ÷ 19%,
- contenuto di umidità (M): 0.25 ÷ 4.8%,
- velocità del vento (U): 0.6 ÷ 6.7 m/s.

All'esterno di tali intervalli la formula è comunque applicabile, sebbene con un maggior grado di incertezza della stima.

Ai fini dello studio, sono state effettuate le seguenti assunzioni:

- consumo di carbone e biomasse pari alla capacità produttiva (cfr. Tabella 2.1);
- attività continuative (24/7);
- umidità del materiale del 2.5% (pari alla media dell'intervallo di applicazione con alto grado di affidabilità dell'equazione);
- gestione del combustibile equamente suddivisa tra macchina polifunzionale a tazze rotanti e mezzi meccanici.

Applicando la metodologia descritta, si possono stimare la capacità operativa di movimentazione terre e le emissioni medie orarie di PM₁₀ riportate nella seguente Tabella 3.2. Si sottolinea che la tabella riporta il carico emissivo calcolato per specifici valori di velocità del vento, ma tale carico è in generale funzione della reale velocità del vento che insiste sull'area nel corso dell'attività.

Tabella 3.2 – Emissioni orarie medie di polveri da attività di stoccaggio del materiale (senza mitigazioni)

Parametro	u. m.	Valore
PM ₁₀ (emissione con vento di 2.0 m/s)	kg/h	0.190
PM ₁₀ (emissione con vento di 4.0 m/s)	kg/h	0.467
PM ₁₀ (emissione con vento di 8.0 m/s)	kg/h	1.149

Come già evidenziato per altri tipi di emissione di polveri, si può assumere che, in presenza di precipitazioni atmosferiche, le emissioni siano assenti.

In condizioni di ambiente secco si può invece ricorrere all'azione mitigatrice della bagnatura dei cumuli. Ai fini del presente studio, si assume un incremento dell'umidità tale da permettere di conseguire una riduzione dell'80% del fattore emissivo. Tale assunzione risulta al contempo in linea e conservativa rispetto alle indicazioni BAT (EC, 2006) per la tecnica di effettuare l'umidificazione con acqua del materiale (polverulento e bagnabile) in tutte le fasi di carico e scarico assume un'efficienza di abbattimento delle emissioni dell'80-98%.

3.3 Emissioni di polveri da erosione eolica

Le emissioni di polveri da erosione eolica di cumuli di materiali polverulenti sono dovute all'occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione.

La metodologia riportata nella pubblicazione US-EPA AP-42 (Capitolo 13.2.5, Industrial Wind Erosion) tratta tali emissioni tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento. Sulla base di risultati di test in campo condotti con tunnel del vento portatili la pubblicazione riporta che:

- a) il fenomeno si verifica per intensità del vento superiori a 5 m/s a 15 cm dalla superficie o 10 m/s a 7 m dalla superficie;
- b) il rateo emissivo di polveri decade rapidamente (tempo di dimezzamento di pochi minuti) durante un evento.

In altre parole, la disponibilità di materiale erodibile sulle superfici, denominata erosione potenziale (massa per area), è una quantità finita che è depauperata dalle prime raffiche di vento e che necessita di una movimentazione della superficie del cumulo perché sia ripristinata.

Tali emissioni possono essere efficacemente controllate mediante azioni/dispositivi che:

- riducono l'intensità con cui il vento impatta le superfici;
- inibiscono il distacco delle particelle fini dalla superficie.

Nel caso dell'impianto specifico, al primo punto afferiscono le due colline frangivento (gesso e terrapieno); al secondo i dispositivi di bagnatura (rete di spruzzatori) ed i trattamenti filmanti che garantiscono la persistenza dell'effetto inibitorio del processo di genesi delle polveri.

Una stima quantitativa delle emissioni può essere effettuata mediante la metodologia riportata nella pubblicazione US-EPA. Il fattore di emissione di polveri generate dal vento su un cumulo composto da un misto di materiale erodibile e non erodibile soggetto a movimentazione è esprimibile mediante l'equazione:

$$E = k \sum_{i=1}^N P_i$$

dove:

- E è il fattore di emissione,
- k è un moltiplicatore funzione della dimensione delle particelle

(per il PM₁₀: $k = 0.5$),

P rappresenta il potenziale erosivo (g/m²),

N rappresenta il numero di movimentazioni all'anno

(ad es. $N = 365$ per una superficie disturbata ogni giorno, $N = 2$ se disturbata ogni 6 mesi).

Per tenere conto della frequenza di disturbo della superficie emissiva, la sommatoria è applicata alla sola frazione dei giorni che nell'anno sono soggetti a disturbo della superficie stessa. Per disturbo si deve intendere qualsiasi azione che produca come effetto l'esposizione di materiale non precedentemente in diretto contatto con l'atmosfera, come può essere il transito ripetuto dei mezzi pesanti sopra il cumulo. A valle di un evento di erosione, prodotto da un vento di sufficiente intensità, si può infatti considerare esaurita la capacità emissiva del cumulo sino al successivo "disturbo" della superficie, tale da rigenerare il potenziale erosivo della superficie stessa.

Ai fini del presente studio si è assunto, in via cautelativa, che vi sia sempre una superficie appena movimentata e che il potenziale erodibile sia sempre disponibile al verificarsi di una raffica sufficientemente intensa da generare emissione di polveri.

Il potenziale erosivo è stimabile mediante la seguente espressione:

$$P = 58 \times (u^* - u_t^*)^2 + 25(u^* - u_t^*)$$

$$P = 0 \text{ per } u^* \leq u_t^*$$

dove:

u^* è la "friction velocity" (m/s),

u_t^* rappresenta la soglia della "friction velocity" (m/s).

La "friction velocity" è una misura della sollecitazione di taglio del vento sulla superficie erodibile. Il calcolo del potenziale erosivo è quindi effettuato confrontando la misura della "friction velocity" (u^*) con un valore soglia di riferimento della "friction velocity" (u_t^*), quest'ultimo funzione della tipologia di materiale sottoposto ad erosione. Per definire la soglia u_t^* oltre la quale il vento genera effettivamente erosione, la metodologia US-EPA propone una procedura di campo basata su misure granulometriche del materiale di interesse. A titolo cautelativo, nel presente studio si assume il valore maggiormente restrittivo della soglia u_t^* , pari a 0.43 m/s (cfr. Tabella 13.2.5-1 della pubblicazione AP-42).

La velocità u^* , in condizioni di un tipico terreno aperto con rugosità di 0.5 cm e per cumuli con rapporto altezza/base inferiore a 0.2, è stimabile mediante la seguente equazione:

$$u^* = 0.053 u_{10}^+$$

dove:

u_{10}^+ è il "fastest mile" (m/s).

Il valore orario del "fastest mile", che rappresenta la velocità del vento associata al percorso, attraverso il punto di misura, di un miglio (circa 1'609 m) di massa d'aria nel minor tempo possibile, è stimabile in funzione della velocità media oraria mediante la relazione della pubblicazione ASCE/SEI 7-05 di "American Society of Civil Engineer" (vedere Figura C6-4 della pubblicazione).

Nelle condizioni sopra definite, si può quindi stimare un'emissione di PM₁₀ che, in presenza di vento sostenuto e senza interventi mitigativi, è indicativamente rappresentata nella seguente Tabella 3.3, dove si evidenzia l'assenza di emissioni in presenza di venti poco o moderatamente intensi e la loro crescita più che lineare in condizioni di vento teso.

Tabella 3.3 – Emissione di polveri da erosione eolica alla prima occorrenza di venti intensi (senza mitigazioni)

Velocità media del vento [m/s]	Emissione di PM ₁₀ [g/m ²]
< 7.1	0.00
8	0.67
10	3.20
12	6.75

Nel caso in studio, è necessario tenere in considerazione l'effetto indotto dalle barriere frangivento sull'intensità del vento.

In generale una barriera frangivento agisce sul flusso della massa d'aria che la investe sia mediante la riduzione della sua energia cinetica e dunque dell'intensità del vento, sia deviando localmente il flusso verso l'alto. In corrispondenza della barriera frangivento, una parte del flusso d'aria attraversa la barriera stessa, diminuendo la propria velocità per attrito, mentre la parte restante è deviata verso l'alto, scavalcando l'ostacolo, trasformando l'energia cinetica in energia potenziale. La Figura 3.2 riporta uno schema generale di quanto descritto.

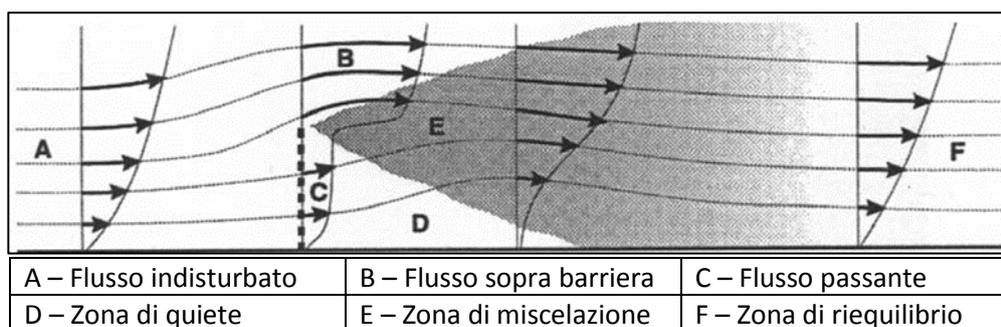


Figura 3.2 – Schematizzazione degli effetti di una barriera sul profilo verticale del vento (fonte JUDD et al., 1996)

Tenendo in considerazione i risultati ottenuti con il già presentato studio di fluidodinamica applicato all'area di studio (cfr. paragrafo 2.4.2.1.1), si può assumere ai fini del presente studio che l'effetto di riduzione dell'intensità del vento associato alla presenza delle colline frangivento nell'area del parco carbone sia funzione della direzione di provenienza del vento stesso secondo lo schema indicativo che segue:

- per venti da Nord-Ovest, si assume una riduzione del 40% sull'intero parco carbone;
- per venti da Sud-Est, si assume una riduzione del 20% sull'intero parco carbone;
- per venti da Ovest, si assume una riduzione:
 - nella parte Nord del 15%,

- nella parte centrale del 7%,
- nella parte Sud del 0%;
- per venti da Nord, si assume una riduzione:
 - nella parte Nord del 0%,
 - nella parte centrale del 7%,
 - nella parte Sud del 15%;
- per venti da Est, si assume una riduzione del 7% sull'intero parco carbone;
- per venti da Sud, si assume una riduzione del 7% sull'intero parco carbone;
- per venti da Sud-Ovest e da Nord-Est, non è prevista alcuna riduzione di velocità.

Come già evidenziato per altri tipi di emissione di polveri, si può assumere inoltre che, in presenza di precipitazioni atmosferiche, le emissioni siano assenti.

In condizioni di ambiente secco si può invece ricorrere all'azione mitigatrice della bagnatura dei cumuli. Ai fini del presente studio, si assume un incremento dell'umidità tale da permettere di conseguire una riduzione del 90% del fattore emissivo. Tale assunzione risulta al contempo in linea e conservativa rispetto alle indicazioni BAT (EC, 2006) che per stoccaggi di breve periodo (in cui cioè l'attività di messa a parco, movimentazione e ripresa avviene con una certa continuità nel tempo, come nel caso specifico), assume un'efficienza di abbattimento delle emissioni mediante umidificazione delle superfici con sostanze leganti per le polveri (come il "crostante" dosato settimanale sui cumuli) del 90-99%.

4 VALUTAZIONE MODELLISTICA DELLE CONCENTRAZIONI IN ARIA

4.1 Finalità dello studio modellistico

Scopo del presente studio è la valutazione, mediante strumento modellistico, dell'efficacia delle misure di contenimento delle emissioni diffuse dai cumuli di stoccaggio del carbone della Centrale termoelettrica EP Fiume Santo S.p.A. A tal fine le valutazioni modellistiche assumono una contemporaneità e continuità dei processi emissivi alla capacità produttiva che potrebbero risultare in una sostanziale sovrastima dei reali processi che si verificano nell'esercizio ordinario dell'impianto. Tale scelta modellistica ha l'obiettivo di valutare l'efficacia delle misure di contenimento anche nelle condizioni meteorologiche più avverse alla dispersione delle polveri. Le stime modellistiche degli effetti sulla qualità dell'aria che seguono non rappresentano dunque la reale entità delle ricadute associate all'effettivo esercizio dell'impianto, ma hanno la finalità di restituire la differenza attesa nel confronto tra ricadute in assenza ed in presenza delle misure di contenimento delle emissioni adottate.

4.2 Catena modellistica

Le valutazioni riportate nel seguito si avvalgono di una catena modellistica composta dai codici di calcolo WRF, CALMET e CALPUFF, a corredo dei quali il sistema implementa una serie di pre- e post- processor.

WRF, modello prognostico a mesoscala, è nella lista di modelli meteorologici consigliati dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (US-EPA, <http://www.epa.gov/scram001/metmodel.htm>).

Considerato che il sito in esame è caratterizzato dalla presenza dell'interfaccia terra mare e da condizioni meteo-diffusive non omogenee, la scelta del modello di calcolo è stata indirizzata verso l'applicazione di una catena modellistica costituita da un modello meteorologico diagnostico e da un modello di diffusione di tipo lagrangiano a puff. In particolare, si è scelto di utilizzare il sistema modellistico CALMET/CALPUFF: CALMET è un preprocessore meteorologico diagnostico sviluppato per elaborare campi di vento e di turbolenza atmosferica da fornire in input a CALPUFF, modello di dispersione atmosferica lagrangiano a puff.

Il sistema modellistico CALPUFF (CALMET e CALPUFF) è considerato da US-EPA, come altri modelli lagrangiani, adeguato ai fini dell'analisi di situazioni con orografia/anemologia complessa². La Figura 4.1 riporta la schematizzazione del sistema modellistico predisposto. I blocchi verdi rappresentano i dati di input, i blocchi azzurri la ricostruzione meteorologica, quelli arancione la parte emissiva e dispersiva, i grigi l'estrazione, l'elaborazione e la restituzione dei risultati.

² https://www.epa.gov/sites/production/files/2020-09/documents/appw_17.pdf

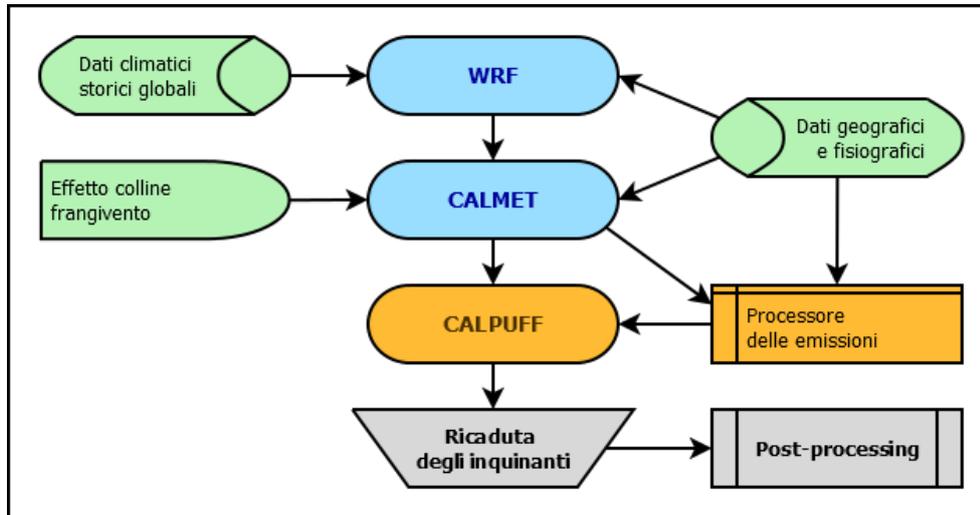


Figura 4.1 – Struttura del sistema modellistico

Nei seguenti paragrafi si riporta una sintetica descrizione dei codici principali, e di seguito si presenta l'applicazione al caso in esame dello strumento modellistico selezionato.

4.2.1 WRF

WRF (Weather Research and Forecasting Model, versione ARW 4.1.4) è un modello meteorologico non idrostatico che risolve le equazioni primitive che controllano la circolazione atmosferica per la ricostruzione e la previsione meteorologica.

WRF (<http://www.wrfmodel.org>) è tra i modelli atmosferici più avanzati attualmente esistenti, risultato di una partnership di vari istituti meteorologici statunitensi, tra cui i principali sono il National Center for Atmospheric Research (NCAR) ed il National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Oggi il modello WRF è utilizzato in tutto il mondo nella maggior parte dei centri di studio e di previsioni atmosferiche da una vasta comunità, che ne ha favorito un rapido sviluppo e il continuo aggiornamento.

Il codice di calcolo è distribuito da University Corporation for Atmospheric Research (UCAR), gestore di NCAR, e offre una vasta gamma di applicazioni a diversa scala, dai fenomeni di microscala (ordine dei metri) a quelli di scala sinottica (ordine delle migliaia di chilometri).

Il sistema WRF comprende due risolutori dinamici: ARW (Advanced Research WRF) ampiamente sviluppato e mantenuto dal MMM Laboratory (MMM-UCAR), e NMM (non-idrostatiche Mesoscale Model) sviluppato dal National Centers for Environmental Prediction (NCEP) e supportato dal Developmental Testbed Center.

Il modello WRF rappresenta lo stato dell'atmosfera in una griglia tridimensionale in funzione di 10 variabili fondamentali (le tre componenti del vento u-v-w, la temperatura, la pressione, l'umidità e vari stati microfisici che rappresentano le diverse fasi dell'acqua liquida). La dimensione delle celle della griglia definisce la risoluzione del modello.

Dati uno stato iniziale e una condizione al contorno, le equazioni del modello sono integrate numericamente (con incrementi predeterminati) per far avanzare temporalmente lo stato del modello.

In questo modo, il modello genera un database che contiene una rappresentazione dello stato dell'atmosfera in 4 dimensioni (longitudine, latitudine, quota e tempo).

WRF risolve le equazioni primitive usando approssimazioni numeriche, discretizzando spazialmente e temporaneamente in funzione della risoluzione desiderata. Le equazioni numeriche possono risolvere correttamente solo quei processi meteorologici le cui dimensioni sono maggiori rispetto alla cella della griglia. Come conseguenza, i processi a scala più piccola devono essere parametrizzati, cosa che implica che gli effetti sulla cella sono dedotti dalle variabili previste dal modello per la cella stessa.

Per incorporare l'intera gamma di fenomeni meteorologici che si verificano nell'atmosfera reale, il modello utilizza una serie di griglie nidificate. La dimensione della griglia più grande è selezionata per rappresentare l'effetto dei fenomeni di scala sinottica nella regione d'interesse, mentre le griglie più piccole permettono al modello di rappresentare circolazioni regionali/locali legate all'interazione della circolazione sinottica con la topografia di micro-scala.

Le condizioni al contorno per la griglia esterna sono ottenute da dati climatici storici globali che sono mantenuti da centri operativi di previsione meteorologica globale. Questi dati globali rappresentano l'intero stato dell'atmosfera in tutto il pianeta, e sono il risultato di analisi computerizzate dei dati superficiali disponibili e delle osservazioni sugli strati più alti.

Il ruolo di WRF nello strumento modellistico nella presente applicazione è di ricostruire la struttura tridimensionale dell'atmosfera e la sua evoluzione temporale in termini di situazioni sinottiche generali e principali strutture regionali.

4.2.2 CALMET

CALMET (Version 6.5.0, Level 150223) (Scire et al., 2000(a)) è un modello meteorologico diagnostico che produce campi orari tridimensionali di vento e bidimensionali di diverse variabili meteorologiche a partire da dati osservati (al suolo e di profilo) e da dati geofisici (orografia, uso del suolo).

CALMET è costituito da un modulo diagnostico per la ricostruzione del campo di vento e da moduli micrometeorologici per la caratterizzazione dello strato limite di rimescolamento sia sul suolo sia sull'acqua. Il modulo diagnostico del campo di vento utilizza una procedura a due step per la costruzione del campo. Il primo passo crea un campo iniziale, basato sui venti sinottici, e lo corregge in modo da tenere conto degli effetti del terreno sui flussi e dei venti di pendio. In questa fase, dapprima il modello utilizza i venti sinottici per calcolare una velocità verticale forzata dal terreno e soggetta ad una funzione esponenziale di smorzamento dipendente dalla classe di stabilità atmosferica. In secondo luogo, sono introdotti gli effetti dell'orografia sulle componenti orizzontali del vento mediante l'applicazione iterativa di uno schema di minimizzazione della divergenza sul campo tridimensionale fino al soddisfacimento del vincolo di minima divergenza. Dopo aver introdotto i venti di pendio e gli effetti termodinamici, il campo, a questo punto detto di primo passo, passa alla seconda fase procedurale che introduce i dati osservati al suolo in modo da ottenere il campo nella sua versione finale. L'introduzione dei dati osservati è effettuata tramite una procedura d'analisi oggettiva. L'attribuzione di pesi inversamente proporzionali alla distanza tra punto e stazione di misura garantisce l'ottenimento di un campo che riflette maggiormente le osservazioni in prossimità dei punti di misura e che è dominato dal

campo di primo passo nelle zone prive d'osservazioni. Infine, il campo risultante è sottoposto ad un'operazione di smoothing e di ulteriore minimizzazione della divergenza. CALMET richiede come dati di input misure orarie al suolo di direzione e velocità del vento, temperatura, copertura nuvolosa, altezza della base delle nuvole, pressione atmosferica, umidità relativa e precipitazione, nonché profili verticali di direzione e velocità del vento, temperatura e pressione atmosferica o campi tridimensionali prodotti da modelli meteorologici prognostici quali ad esempio MM5, WRF, RAMS, COSMO. Algoritmi specifici trattano la dinamica atmosferica sopra superfici marine o lacustri e la loro interfaccia con le superfici terrestri.

Il ruolo di CALMET nello strumento modellistico oggetto della presente applicazione è di effettuare un downscaling (un aumento della risoluzione) dei campi prodotti dal modello WRF, oltre che di creare i campi di tutte le variabili macro- e micro- meteorologiche necessari per l'applicazione del modello CALPUFF.

4.2.3 CALPUFF

CALPUFF (Version 7.2.1, Level 150816) (Scire J.S. et Al., 2000(b)), è un modello lagrangiano a puff non stazionario. CALPUFF è stato sviluppato originariamente dalla società Sigma Research Corporation (SRC, www.src.com), divenuta parte di Earth Tech. Il codice è stato successivamente mantenuto da TRC Environmental Corporation e più recentemente da Exponent che ne cura la distribuzione.

Il modello è in grado di simulare i processi di trasporto, dispersione, deposizione secca e umida e trasformazione chimica cui sono sottoposte le emissioni continue di sbuffi (puff) d'inquinante rilasciate in atmosfera da una o più sorgenti.

Al variare di direzione ed intensità del vento nel tempo e nello spazio, la traiettoria di ogni puff cambia in modo da seguire la nuova direzione del vento in quel punto del dominio tridimensionale. La diffusione dei puff è gaussiana, inizialmente funzione della distanza dalla sorgente e successivamente funzione del tempo (in modo che ad un eventuale riavvicinamento dell'inquinante verso la sorgente, in seguito ad un'inversione della direzione del vento, non segua una contrazione del puff).

La concentrazione stimata in un dato recettore è data dalla somma dei contributi di tutti i puff sufficientemente vicini a questo. La garanzia della corretta riproduzione del pennacchio inquinante è data dall'elevato numero di puff rilasciati ogni ora, numero calcolato dal modello in funzione delle caratteristiche meteorologiche dell'ora. La trattazione di calme di vento è gestita internamente dal modello con appositi algoritmi, consistenti con il modello concettuale in cui le emissioni contemporanee alla calma di vento salgono virtualmente sulla verticale della sorgente, e quelle preesistenti ristagnano sulla loro posizione, tutte disperdendosi in funzione del tempo (si assume cioè che il vento sia assente o sbandieri attorno ad una media nulla).

Il calcolo delle componenti della turbolenza atmosferica (σ_{yt} e σ_{zt}) è espletato mediante parametri di turbolenza (σ_v e σ_w) calcolati tramite i campi di CALMET delle variabili micrometeorologiche (L, u^* , w^* , ecc.). Appositi algoritmi trattano la dispersione al di sopra di superfici coperte da acqua (mari e laghi), e all'interfaccia terra-mare. L'interazione tra orografia e puff, oltre che nell'informazione contenuta nel campo di vento generato da CALMET (che presenta nei livelli prossimi al suolo gli effetti dovuti alle

strutture orografiche principali), avviene attraverso la metodologia “partial plume path adjustment”, che riduce l'altezza del puff sul suolo in funzione della classe di stabilità atmosferica, della quota del terreno in relazione alla base della sorgente e dell'altezza originale del puff stesso.

Appostiti algoritmi trattano la deposizione per via secca (secondo l'approccio classico di modello a resistenze) e per via umida (caratterizzando ogni sostanza secondo un parametro di rimozione umida “wet scavenging”).

4.3 Setup dello strumento modellistico

Di seguito si riportano le caratteristiche dell'applicazione dello strumento modellistico al caso in esame.

4.3.1 Scala temporale: periodo di simulazione e passo temporale

Lo strumento modellistico è stato applicato dalle ore 00:00 del 01/01/2020 alle ore 24:00 del 31/12/2020 con passo temporale orario (8'784 ore, trattandosi di un anno bisestile), ovvero tale da consentire una adeguata riproduzione della dinamica dei fenomeni di dispersione oggetto di studio.

4.3.2 Scala spaziale: ambito territoriale e risoluzione spaziale

Con il modello meteorologico prognostico WRF (cfr. paragrafo 4.2.1) è stata ricostruita la circolazione sinottica con una risoluzione spaziale orizzontale di circa 8 km e verticale di 36 livelli.

Il dominio di calcolo del modello meteorologico diagnostico CALMET (cfr. paragrafo 4.2.2), mostrato graficamente in Figura 4.2, è costituito dalla griglia di seguito completamente definita:

- Sistema di riferimento: proiezione Universale Trasversa di Mercatore su fuso 32 Nord associata al sistema geodetico WGS-84.
- Coordinate angolo SW: 436'500 m E, 4'516'500 m N
- Numero di celle: 100 in direzione N-S, 100 in direzione W-E
- Dimensione di cella: 100 x 100 m²
- Numero di livelli verticali: 10
- Quota dei livelli verticali (facce): 0, 20, 40, 80, 160, 320, 640, 1'200, 2'000, 3'000, 4'000 m s.l.s.

La ricostruzione del campo meteorologico ottenuta mediante la catena WRF–CALMET è stata quindi utilizzata come driver per il modello dispersivo CALPUFF.

Per il modello CALPUFF è stato adottato un dominio computazionale coincidente con la griglia del modello meteorologico CALMET. All'interno del dominio computazionale è stata definita una griglia regolare di recettori di 60 x 60 punti a maglia di 100 m (denominata “sampling grid” nella Figura 4.2), ovvero 3'600 recettori, tali da coprire un'area di 6 x 6 km².

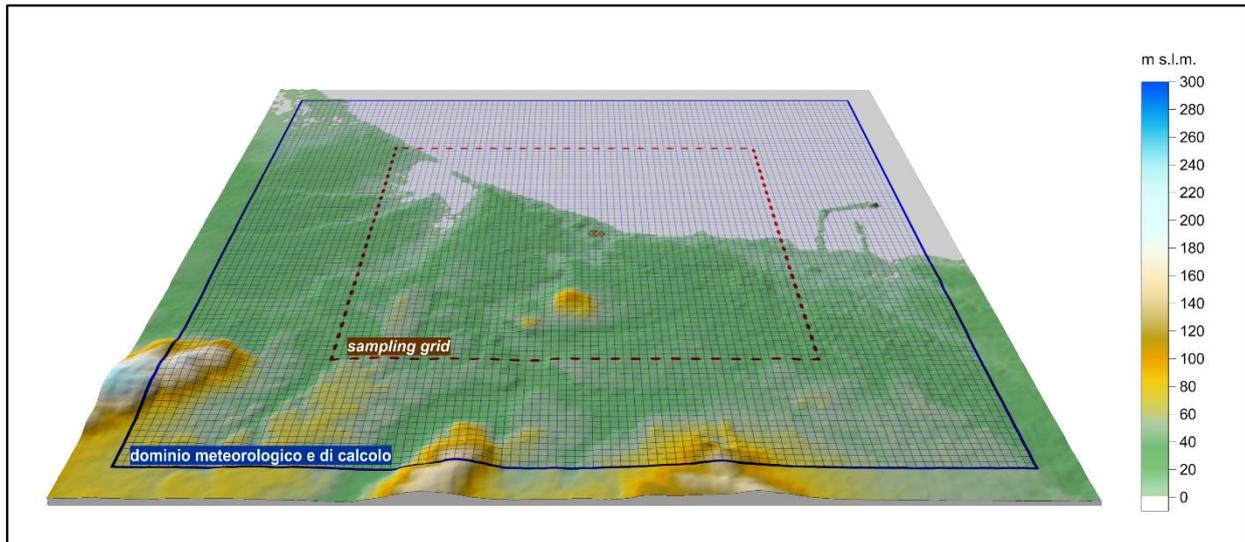


Figura 4.2 – Dominio di calcolo e sampling grid

4.3.3 Banche dati

4.3.3.1 Orografia

Per definire il modello orografico dell'area in esame, ovvero la quota media sul livello del mare di ogni cella del dominio di calcolo, è stato fatto uso dei dati derivanti dal database globale SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) GL1 v3.0 avente risoluzione di 1 secondi d'arco (circa 30 m). La missione SRTM, condotta dalle agenzie statunitensi NIMA (National Imagery and Mapping Agency) e NASA (National Aeronautics and Space Administration), ha utilizzato sistemi radar appositamente installati a bordo dello Space Shuttle Endeavour.

Sulla base dei dati SRTM è stata quindi associata, per mezzo del preprocessore TERREL (v7.0, Level 141010), una quota orografica rappresentativa di ogni cella del dominio di calcolo definito al paragrafo 4.3.2.

In Figura 4.3 è rappresentato graficamente l'output del preprocessore TERREL.

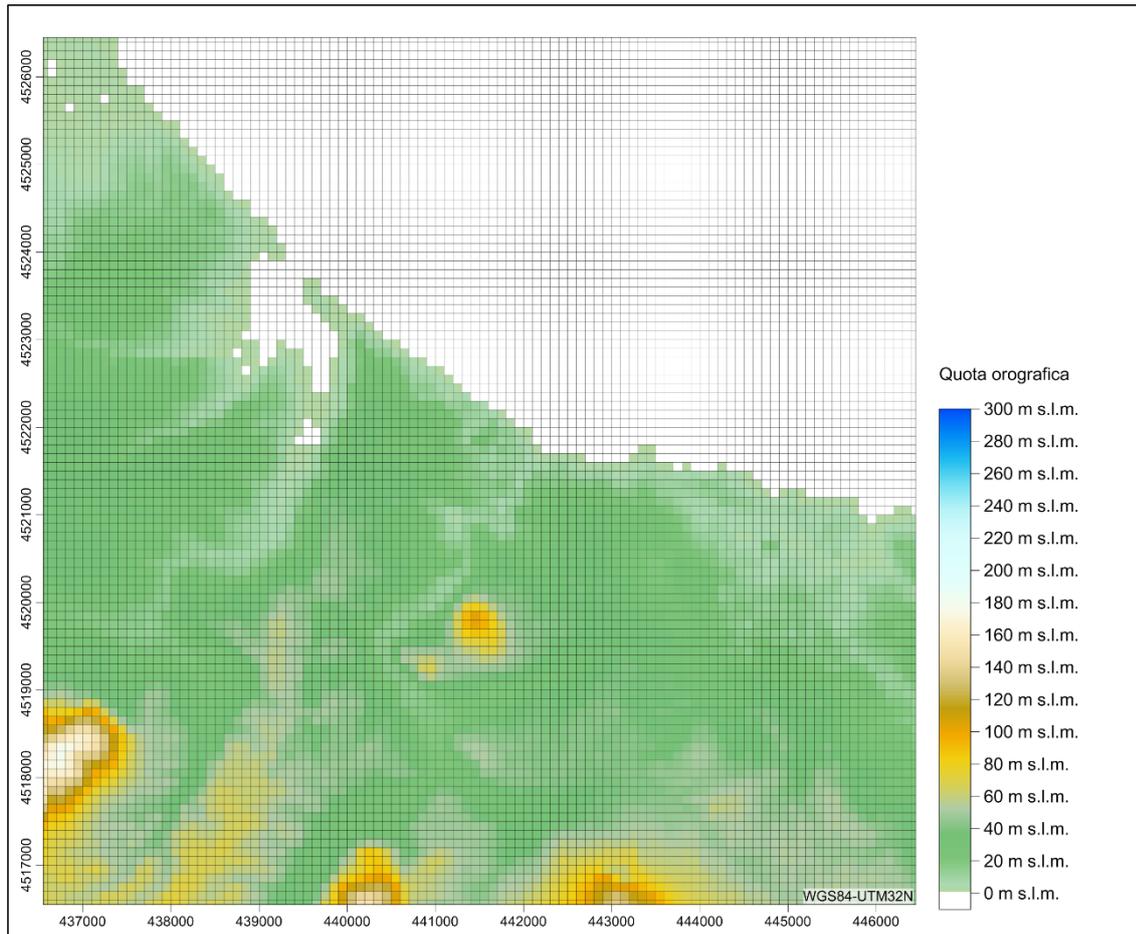


Figura 4.3 – Dominio di calcolo e quota orografica alla risoluzione del modello meteorologico CALMET

4.3.3.2 Uso del suolo

Per definire lo stato di uso del suolo con cui caratterizzare i parametri che, insieme alla quota, definiscono lo stato fisico di ciascuna cella del modello (z_0 , albedo, Bowen ratio, Soil Heat Flux, Anthropogenic Heat Flux, Leaf Area Index), è stato fatto uso dei dati derivati dal progetto Global Land Cover Characterization (GLCC) con risoluzione di 30 secondi d'arco (~1 km) sviluppato congiuntamente da "U.S. Geological Survey's" (USGS), "National Center for Earth Resources Observation and Science" (EROS), "University of Nebraska-Lincoln" (UNL) e "Joint Research Centre of the European Commission" (Figura 4.4).

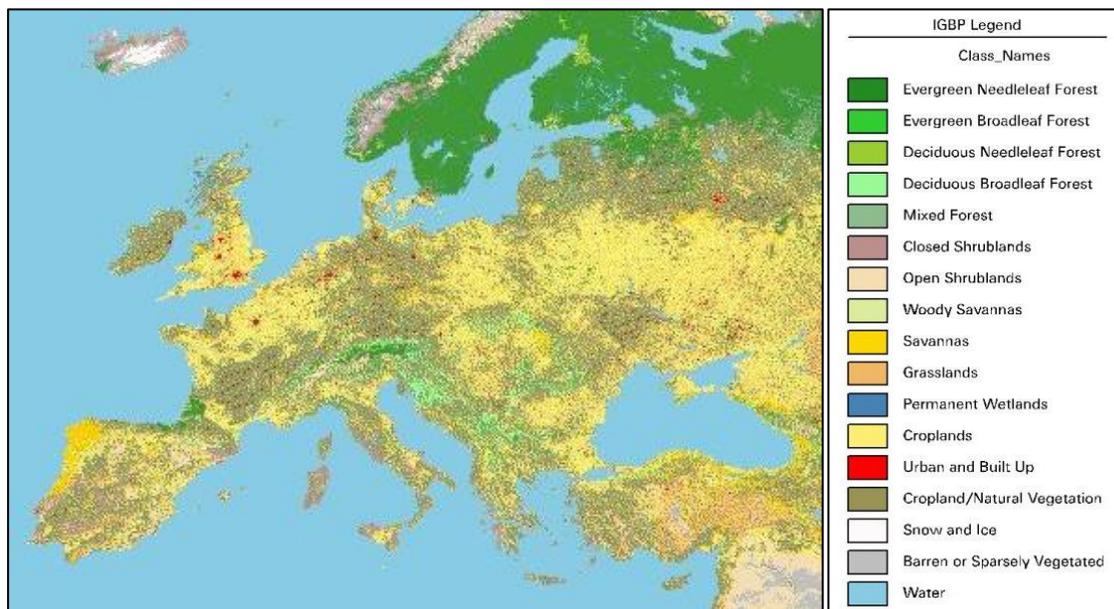


Figura 4.4 – Global Land Cover Characterization (GLCC)

Per ogni cella del dominio di calcolo definito al paragrafo 4.3.2 sono state derivate, per mezzo del preprocessore CTGPROC (v7.0, Level 150211), le percentuali di occupazione delle differenti classi USGS (38 categorie, secondo il Livello II del sistema “U.S. Geological Survey Land Use Classification System”), con variazione stagionale dei parametri fisiografici.

Infine, tramite il preprocessore MAKEGEO (v3.2, Level 110401), ad ogni cella sono stati attribuiti i parametri fisiografici stagionali ottenuti come media dei parametri associati a ciascuna classe di uso del suolo ricadente nella cella, pesata sulla percentuale di copertura di ogni classe sul totale dell’area della cella stessa.

4.3.4 Sostanze considerate

Le sostanze considerate ai fini modellistici in emissione dal parco carbone della Centrale sono le polveri con diametro uguale o inferiore a 10 μm (PM_{10}).

4.4 Scenario meteorologico

Per valutare l’andamento temporale dei principali parametri meteorologici adottati per caratterizzare l’area di studio, è stato utilizzato il post-processore PRTMET v4.495 per estrarre dal dominio meteorologico CALMET (cfr. paragrafo 4.3.2) le serie temporali alla quota di 10 m s.l.s. di temperatura, pioggia, vento, altezza dello strato rimescolato e classe di stabilità atmosferica in corrispondenza del parco carbone di Centrale (8'784 valori per ciascun parametro, estratti dal primo livello verticale di uno dei 10'000 punti griglia del dominio meteorologico).

Nella Figura 4.5 si riporta il regime termico in corrispondenza del parco carbone. Il grafico riporta, su base mensile e per l’intero anno, le temperature dell’aria al suolo minima, media minima, media, media massima e massima. Se ne ricava un valore medio annuo di circa 17 °C, valore massimo della media mensile in agosto di circa 24 °C e valore minimo della media mensile in gennaio di circa 11 °C. I valori minimo e massimo assoluti del periodo variano tra 1.6 e 29.7 °C.

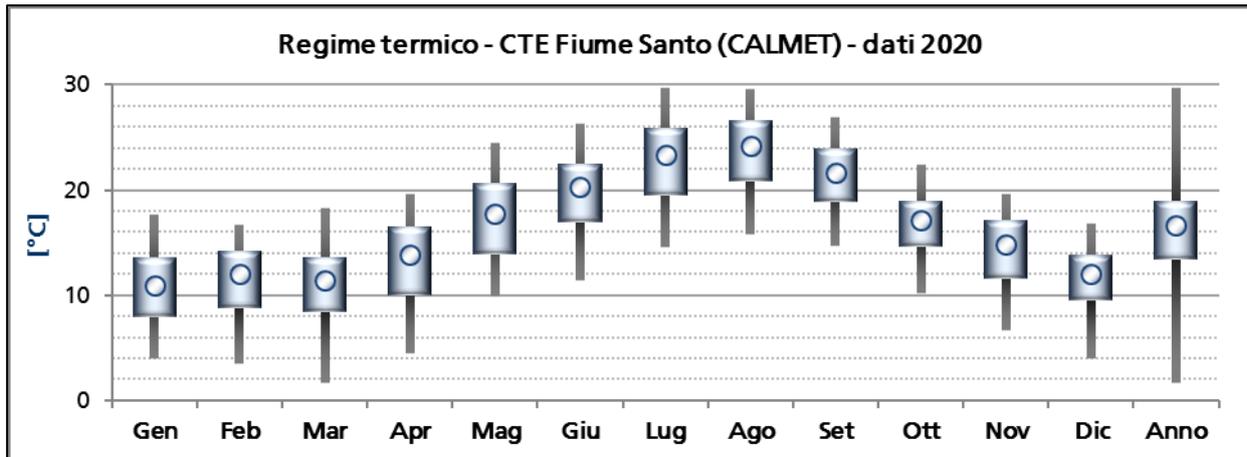


Figura 4.5 – Regime termico, anno 2020. Ricostruzione WRF-CALMET in corrispondenza del parco carbone

Nella Figura 4.6 si riporta il regime pluviometrico in corrispondenza del parco carbone. Il grafico riporta per ogni mese la precipitazione totale mensile, la massima giornaliera, la massima oraria ed il numero di giorni di pioggia (giorni con piovosità > di 1 mm). Il grafico mostra in generale delle piogge distribuite poco uniformemente nel corso dell'anno, intense in inverno e quasi assenti in estate. Si riconoscono una alta intensità tra settembre e dicembre, con massimo quantitativo a dicembre, ed un massimo relativo all'inizio della primavera, tra marzo ed aprile.

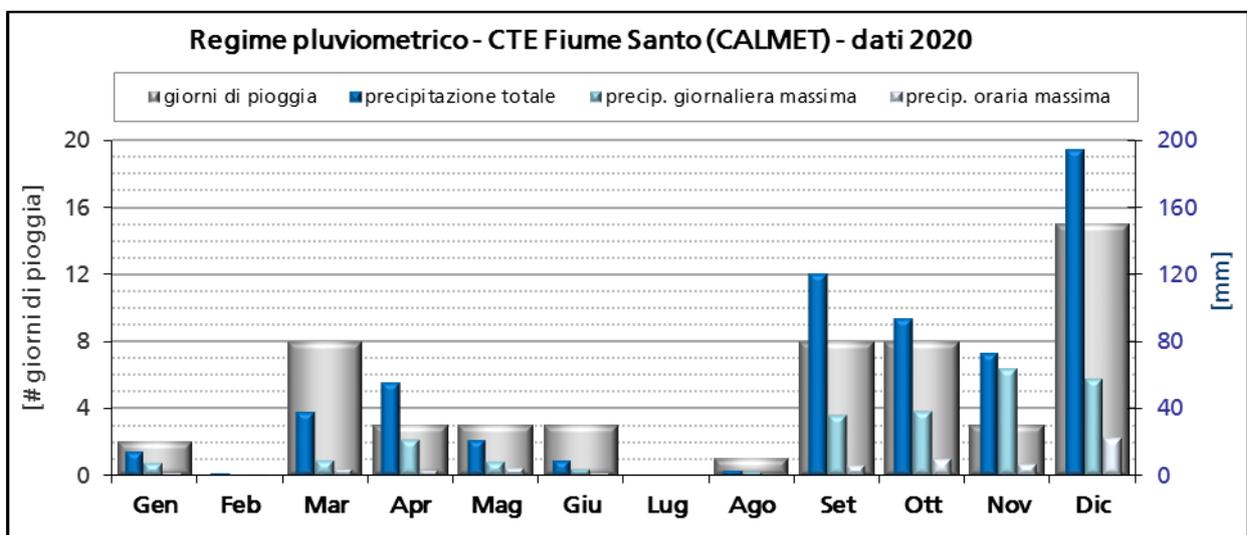


Figura 4.6 – Regime pluviometrico, anno 2020. Ricostruzione WRF-CALMET in corrispondenza del parco carbone

Nella Figura 4.7 si riporta la distribuzione di frequenza nelle ore del giorno delle classi di stabilità atmosferica secondo Pasquill-Gifford (dalla "A" instabile, alla "F" stabile) in corrispondenza del parco carbone. Si osserva la prevalenza della classe stabile ("F") nel corso della notte. Le ore diurne, maggiormente soleggiate, evidenziano al contrario una maggiore frequenza delle classi instabili ("A" e "B").

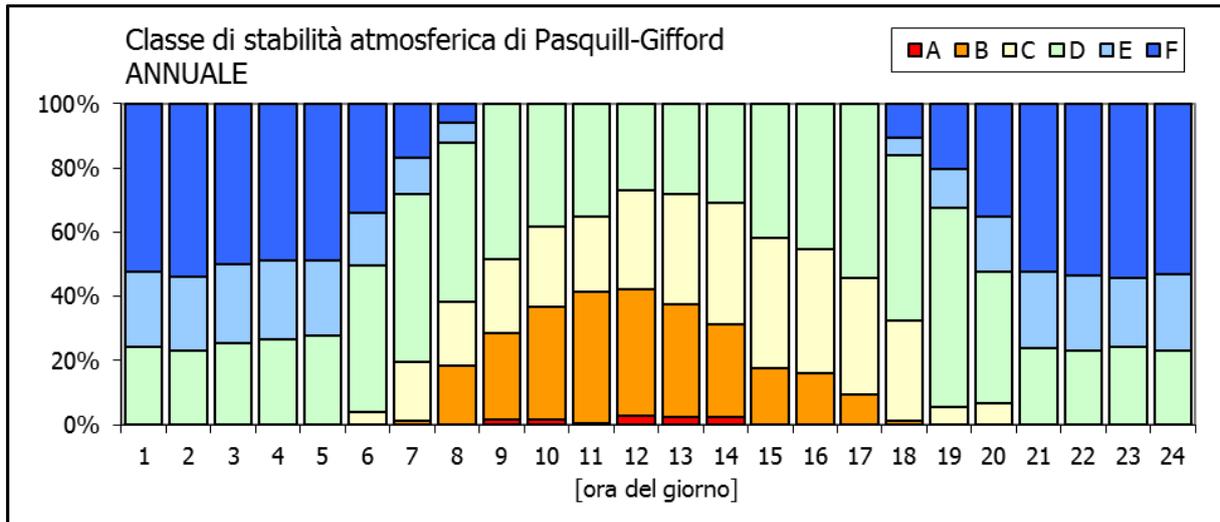


Figura 4.7 – Distribuzione giornaliera delle classi di stabilità atmosferica di Pasquill-Gifford. Anno 2020. Ricostruzione WRF-CALMET in corrispondenza del parco carbone

Nella Figura 4.8 si riporta, per ogni stagione dell'anno, l'evoluzione giornaliera media dello strato rimescolato in corrispondenza del parco carbone. Si evidenziano valori costantemente ridotti nelle ore notturne, che crescono durante il giorno sino ad altezze medie di circa 800 m d'inverno e 1'500 m d'estate, con valori intermedi durante le stagioni di transizione.

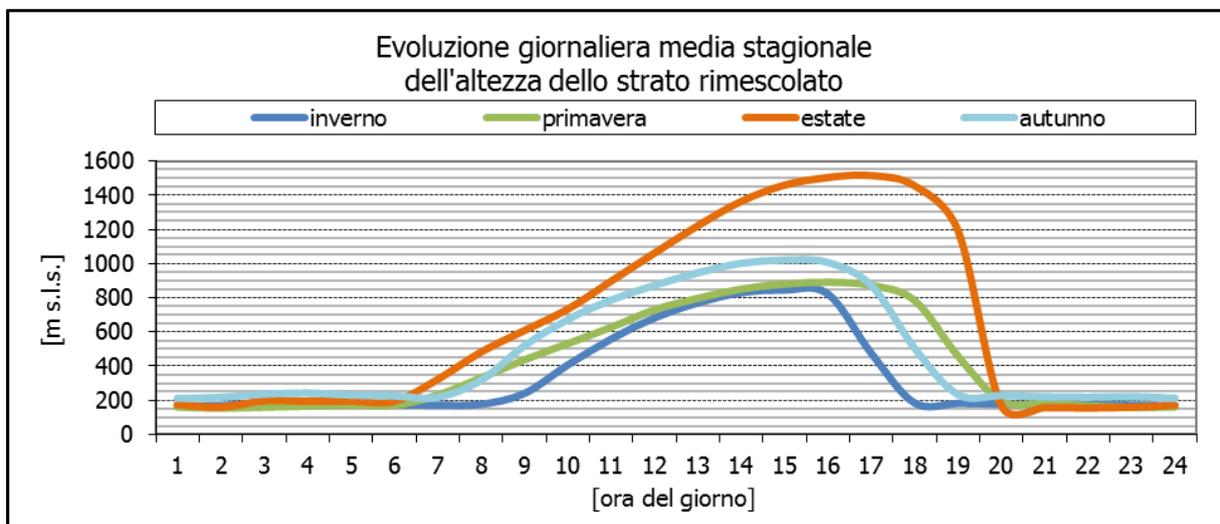


Figura 4.8 – Evoluzione giornaliera media dell'altezza dello strato rimescolato calcolata su base stagionale. Anno 2020. Ricostruzione WRF-CALMET in corrispondenza del parco carbone

Nella Figura 4.9 si riportano le rose dei venti al suolo (totale, diurna e notturna) in corrispondenza del parco carbone. In generale, si riconoscono venti di elevata frequenza e intensità da ONO, sempre presenti in periodo diurno come notturno. Vi si affiancano venti di minore frequenza ma buona intensità da ENE e SSO, e venti notturni di moderata intensità da Sud-Est. La notte è caratterizzata da venti di minore intensità (3.7 m/s medi notturni, a fronte di 4.5 m/s medi diurni) e da una maggiore frequenza delle condizioni di calma. Si osserva una buona coerenza, sia in termini di intensità sia di provenienza,

con le registrazioni anemometriche 1983-2003 riportate nello studio dell'Università degli studi di Cagliari (cfr. paragrafo 2.4.2.1.1). I dati confermano infatti una velocità media di circa 4 m/s e venti predominanti da Ovest e da Nord-Ovest.

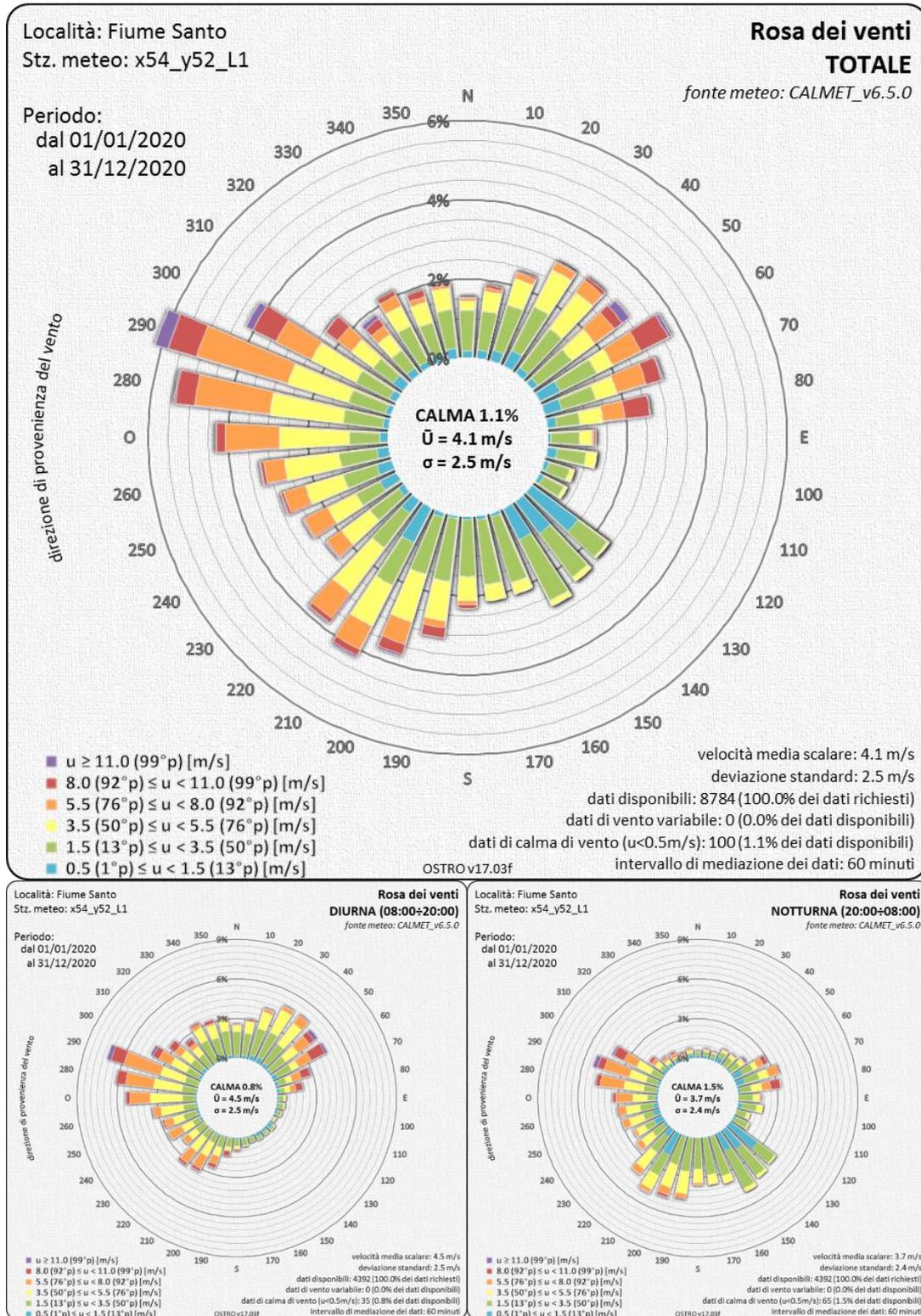


Figura 4.9 – Rose dei venti totale, diurna e notturna. Anno 2020. Ricostruzione WRF-CALMET in corrispondenza del parco carbone

In generale, l'analisi condotta permette di affermare che la ricostruzione modellistica appare adeguata a rappresentare con opportuna confidenza le principali variabili meteorologiche che governano la dispersione in atmosfera.

4.5 Rappresentazione delle sorgenti

Il modello ha considerato un'attività continuativa (24/7) di gestione del parco carbone. È stata inoltre assunta l'ipotesi di consumo di carbone e biomasse alla capacità produttiva (cfr. Tabella 2.1). Si evidenzia infatti che scopo della simulazione non è la stima delle ricadute associate ad un definito periodo di attività, ma la valutazione dell'efficacia delle misure di contenimento delle emissioni (cfr. paragrafo 4.1).

La simulazione modellistica adotta, come input al modello dispersivo CALPUFF, le stime dei seguenti contributi emissivi:

- emissioni associate al risollevarimento per il transito dei mezzi sui cumuli (cfr. paragrafo 3.1);
- emissioni associate allo scarico sui cumuli e sulle tramogge (cfr. paragrafo 3.2);
- emissioni associate all'erosione dei cumuli ad opera del vento (cfr. paragrafo 3.3).

Si specifica che l'input emissivo della simulazione prevede, ove applicabile, la variazione su base oraria dei valori emissivi in funzione delle condizioni meteorologiche. In particolare, è applicata la variazione delle emissioni di polveri associate allo scarico ed all'erosione eolica in funzione delle condizioni anemometriche che insistono sul sito ora per ora. Inoltre, tutte le emissioni di polveri sono state considerate nulle in corrispondenza delle ore con presenza di pioggia.

Si specifica che le valutazioni modellistiche assumono una contemporaneità e continuità dei processi emissivi alla capacità produttiva che potrebbero risultare in una sostanziale sovrastima dei reali processi che si verificano nell'esercizio ordinario dell'impianto. Tale scelta modellistica ha l'obiettivo di valutare l'efficacia delle misure di contenimento anche nelle condizioni meteorologiche più avverse alla dispersione delle polveri. Le stime modellistiche degli effetti sulla qualità dell'aria che seguono non rappresentano dunque la reale entità delle ricadute associate all'effettivo esercizio dell'impianto, ma hanno la finalità di restituire la differenza attesa nel confronto tra ricadute in assenza ed in presenza delle misure di contenimento delle emissioni adottate.

4.5.1 Scenari emissivi

Le stime prodotte sono state utilizzate per definire i seguenti scenari emissivi:

- a. *“Scenario senza mitigazioni”*: le emissioni diffuse dai cumuli di stoccaggio del carbone non tengono conto delle principali misure di contenimento applicate nella gestione del parco;
- b. *“Scenario con mitigazioni”*: le emissioni diffuse dai cumuli di stoccaggio del carbone tengono conto delle misure di contenimento applicate nella normale gestione del parco.

Le misure di contenimento applicate allo “Scenario con mitigazioni” (e dunque escluse dallo “Scenario senza mitigazioni”) sono le seguenti:

- colline frangivento;
- azioni di bagnatura dei cumuli;
- dosaggio di sostanza crostante a base di cellulosa.

Si specifica che la presenza delle colline frangivento nello “Scenario con mitigazioni” modifica due aspetti chiave del quadro modellistico:

- aspetto dispersivo: l'intensità del campo di vento risulta localmente modificata in funzione, ora per ora, della relativa direzione di provenienza, modificando così la cinetica di dispersione delle polveri;
- aspetto emissivo: le emissioni di polveri, che variano ora per ora in funzione dell'intensità del vento, tengono conto del rallentamento locale indotto sul campo di vento dalle colline frangivento.

4.6 Stima delle ricadute

Sono presentati nel seguito i risultati dell'applicazione modellistica, sia in termini di impronta delle mappe di iso-concentrazione (paragrafo 4.6.1), sia nel punto di massima ricaduta nel dominio (paragrafo 4.6.2).

4.6.1 Mappe di concentrazione in aria ambiente

La distribuzione spaziale stimata per via modellistica delle concentrazioni in aria ambiente di PM₁₀ associate alle emissioni diffuse dal parco carbone di Centrale, sia nello “Scenario senza mitigazioni” sia nello “Scenario con mitigazioni” (cfr. paragrafo 4.5.1), è presentata nelle tavole allegate fuori testo.

Le mappe si riferiscono all'insieme delle sorgenti e delle emissioni prese in esame e consentono di indentificare l'area di principale ricaduta delle emissioni che, data la natura delle sorgenti, risulta sostanzialmente localizzata all'interno del parco carbone.

In generale, le impronte delle ricadute in aria ambiente risultano, per entrambi gli scenari, ben correlate ai venti prevalenti che insistono sull'area (cfr. paragrafo 4.4).

Le tavole rappresentano la stima del contributo alla concentrazione media annua in aria ambiente di PM₁₀ associato alle emissioni diffuse dal parco carbone. Per lo scenario “Scenario senza mitigazioni”, le stime raggiungono valori superiori a 200 µg/m³ all'interno del parco carbone. Per lo scenario “Scenario con mitigazioni”, le stime raggiungono valori al più di circa 50 µg/m³ all'interno del parco carbone. Le concentrazioni si riducono velocemente con il progressivo allontanamento dal parco carbone, con riduzione di un ordine di grandezza già dopo circa 300-500 m dal punto di massima concentrazione.

4.6.2 Valori massimi di dominio

La seguente Tabella 4.1 presenta le stime di ricaduta, per entrambi gli scenari, in termini di valori massimi nell'intero dominio, quest'ultimo inteso come area di “sampling grid” definita al paragrafo 4.3.2.

Tabella 4.1 – Stima di ricaduta massima di dominio

Parametro	Unità di misura	Valore massimo	
		Scenario senza mitigazioni	Scenario con mitigazioni
PM ₁₀ – Concentrazione media annua	[µg/m ³]	242	49

L'analisi della tabella, insieme alla distribuzione spaziale delle ricadute (cfr. paragrafo 4.6.1), permette di esprimere le seguenti considerazioni:

- Il punto di massima ricaduta ricade all'interno del parco carbone.
- Il contributo alla concentrazione in aria ambiente attribuibile all'attività del parco carbone risulta molto localizzato, tanto da circa dimezzarsi nel raggio di estensione del parco stesso (larghezza di circa 150 m).
- L'efficacia delle principali misure di contenimento delle emissioni (definite per lo "Scenario con mitigazioni" al paragrafo 4.5.1) è attesa dell'ordine dell'80% in termini di concentrazione media.

5 CONCLUSIONI

Il presente documento è stato redatto come risposta alla prescrizione Articolo 1, comma 2, lettera b, contenuta nella procedura di riesame della Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA, registrazione 0000085 del 22/04/2020) della Centrale termoelettrica EP Fiume Santo S.p.A.

Il documento ha presentato l'applicazione di un sistema modellistico composto dai codici di calcolo WRF e CALMET per la definizione del campo meteorologico, utilizzato come driver del modello lagrangiano a puff non stazionario CALPUFF. Scopo dell'applicazione modellistica è stato la valutazione dell'efficacia delle misure di contenimento delle emissioni diffuse delle polveri dai cumuli di carbone. A tal fine le valutazioni modellistiche assumono una contemporaneità e continuità dei processi emissivi alla capacità produttiva che potrebbero risultare in una sostanziale sovrastima dei reali processi che si verificano nell'esercizio ordinario dell'impianto. Tale scelta modellistica consente tuttavia di valutare l'efficacia delle misure di contenimento, obiettivo del presente studio, a parità di attività emissiva e prendendo in considerazione le condizioni meteorologiche che governano la dispersione delle polveri. Le stime modellistiche degli effetti sulla qualità dell'aria non rappresentano dunque la reale entità delle ricadute associate all'effettivo esercizio dell'impianto, ma hanno avuto la finalità di restituire la differenza attesa nel confronto tra ricadute in assenza ed in presenza delle misure di contenimento delle emissioni adottate.

Le ricadute sono state valutate in termini di concentrazioni in aria ambiente di polveri con diametro uguale o inferiore a 10 μm (PM₁₀), originate nelle ipotesi di attività continuativa del parco carbone e di consumo di combustibili alla capacità produttiva, per due distinti scenari emissivi:

- a. "Scenario senza mitigazioni": le emissioni diffuse dai cumuli di stoccaggio del carbone non tengono conto delle principali misure di contenimento applicate nella gestione del parco;
- b. "Scenario con mitigazioni": le emissioni diffuse dai cumuli di stoccaggio del carbone tengono conto delle misure di contenimento applicate nella normale gestione del parco.

I risultati dell'applicazione modellistica hanno permesso di identificare il punto di massima ricaduta che, come anche sostanzialmente l'area di principale ricaduta, data la natura delle sorgenti, risulta localizzata all'interno del parco carbone.

L'analisi dei risultati modellistici ha infine permesso di valutare l'efficacia delle principali misure di contenimento delle emissioni dell'ordine dell'80% in termini di concentrazione media.

6 BIBLIOGRAFIA

Riesame del decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) DVA-DEC-2010-207 del 26 aprile 2010, per l'esercizio della Centrale termoelettrica EP Fiume Santo S.p.A., registrazione 0000085 del 22/04/2020.

Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155, "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 216 del 15 settembre 2010, Suppl. Ordinario n. 217.

US-EPA, 2001. "Air pollution emission factors compilation AP-42, Volume I, Fifth Edition". Office of Air Quality Planning and Standards, United States Environmental Protection Agency, Washington.

WRF, Weather Research and Forecasting Model (<http://www.wrf-model.org>).

US-EPA. SCRAM - Support Center for Regulatory Atmospheric Modeling (<https://www.epa.gov/scram>).

Scire, J.S., F.R. Robe, M.E. Fernau, R.J. Yamartino, 2000a. "A user's guide for the CALMET meteorological model". Earth Tech Inc., Concord, MA, USA.

Scire, J.S., D.G. Strimaitis, R.J. Yamartino, 2000b. "A user's guide for the CALPUFF dispersion model". Earth Tech Inc., Concord, MA, USA.

Global Land Cover Characterization (<https://lta.cr.usgs.gov/GLCC>).

SRTM, U.S. Releases Enhanced Shuttle Land Elevation Data (<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/index.html>).

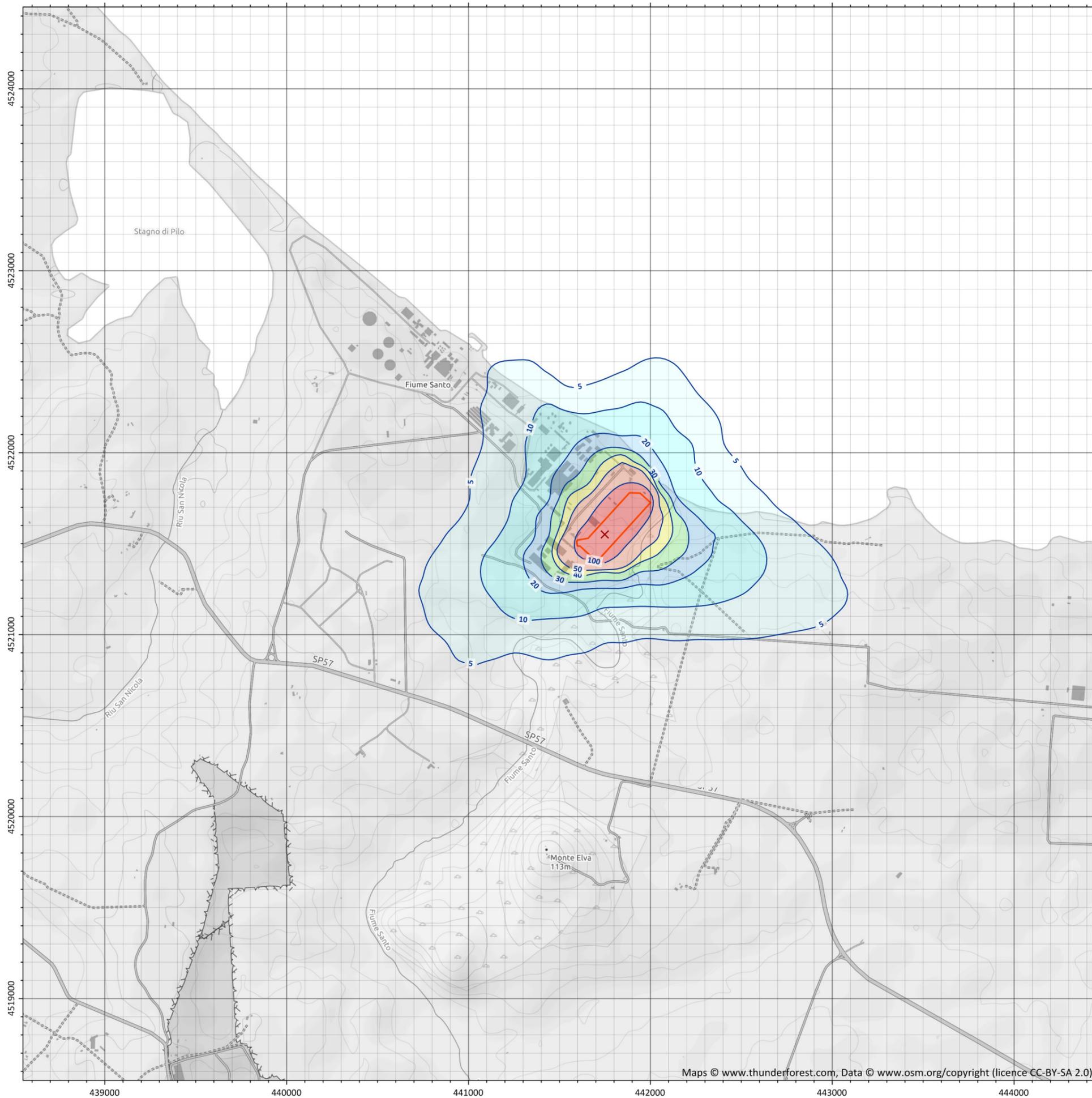
EC, 2006. "Integrated Pollution Prevention and Control - Reference Document on Best Available Techniques on Emissions from Storage". European Commission.

CESI, 2019. "Proposta di uno studio di comparazione tra soluzioni impiantistiche e gestionali atte a mitigare il fenomeno di polverosità dal carbonile". Protocollo B9002900. 10/04/2019

Università degli studi di Cagliari, Dipartimento di Ingegneria Meccanica, 2004. "Previsione degli effetti fluidodinamici di una collina frangivento per la protezione del parco carbone della Centrale T.E. Endesa di Fiume Santo" Convenzione di Ricerca ENDESA ITALIA S.p.A. – DIMECA. Realizzazione finale a cura di: G. Cau, N. Mandas, F. Cambuli, G. Crasto

EP Produzione, 2015. Procedura di esercizio "Procedure Ambientali Carbone". Proc. FO 1-4-10-880.

EP Produzione, 2015. Procedura operativa "Copertura parco carbone con cellulosa". Proc. FO 1-4-881.



EP Produzione S.p.A.
Centrale termoelettrica EP Fiume Santo

Studio sull'efficacia delle misure
 di contenimento delle emissioni diffuse
 dai cumuli di stoccaggio del carbone

Anno meteorologico 2020

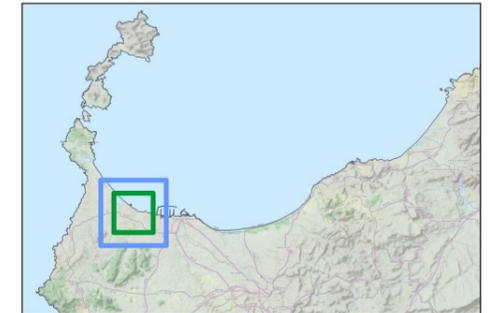
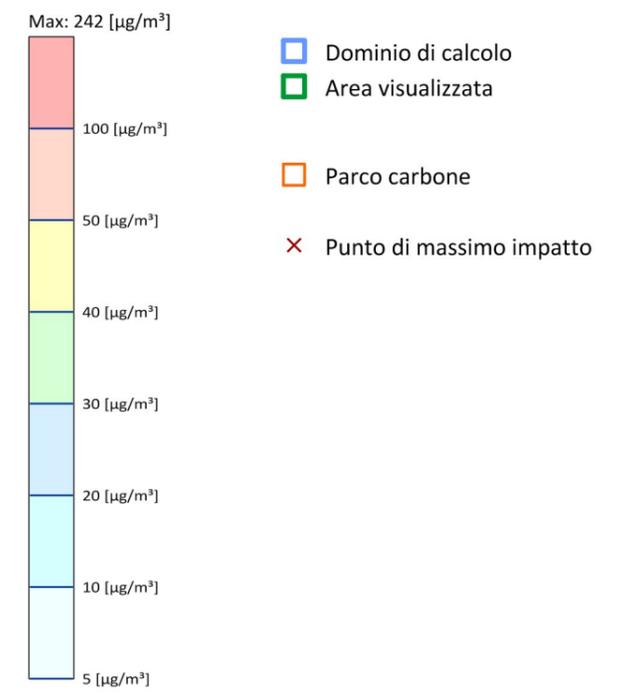


Tavola A

Scenario senza mitigazioni

**Ricadute delle emissioni
 diffuse dal parco carbone**

PM₁₀ - Concentrazione media [µg/m³]



EP Produzione S.p.A.
Centrale termoelettrica EP Fiume Santo

Studio sull'efficacia delle misure
 di contenimento delle emissioni diffuse
 dai cumuli di stoccaggio del carbone

Anno meteorologico 2020

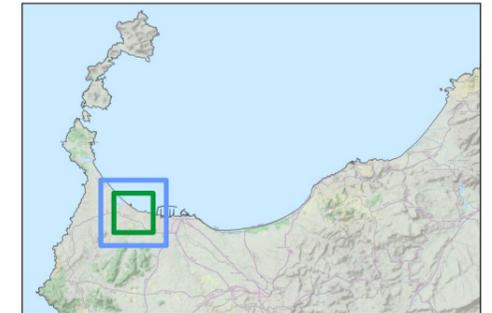


Tavola B

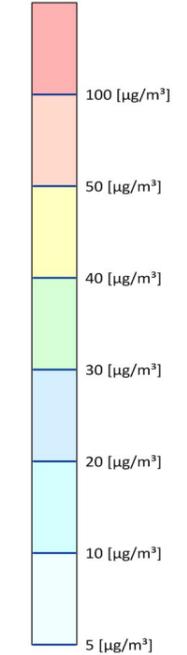
Scenario con mitigazioni

**Ricadute delle emissioni
 diffuse dal parco carbone**

PM₁₀ - Concentrazione media [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Max: 48.7 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



- Dominio di calcolo
- Area visualizzata
- Parco carbone
- X Punto di massimo impatto



Sistema di Riferimento
 ETRS89 / UTM zona 32N

