



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
UNITA' DI BUSINESS SULCIS

09010 Portoscuso, loc. Portovesme
T +39 0781 071211 - F +39 0781 071299



Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e
del Mare - Direzione Generale Valutazioni Ambientali

E.prot DVA - 2012 - 0029361 del 04/12/2012

**Ministero dell'Ambiente e della Tutela
del Territorio e del Mare**
Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali
Via Cristoforo Colombo 44
00147 ROMA
Alla c.a. Dott. Giuseppe Lo Presti
aia@pec.minambiente.it

ISPRA
Servizio interdipartimentale per l'indirizzo, il
coordinamento e il controllo delle attività
ispettive
Via Vitaliano Brancati, 48
00144 ROMA
Alla c.a. Ing. Alfredo Pini
protocollo.ispra@ispra.legalmail.it



Portoscuso, 30 NOV. 2012

Protocollo 1787

**Oggetto: Decreto AIA DVA-DEC- 2011-0000579 del 31/10/2011 (G.U. n.281 del
2/12/2011) ENEL Produzione S.p.A Centrale Termoelettrica Sulcis "Grazia
Deledda"- OTTEMPERANZA**

In riferimento alle prescrizioni di cui ai commi 5, 6 e 7 dell'art.1 del Decreto A.I.A.
sulla base di quanto indicato ai punti a), c) del paragrafo 9.2 e ai punti a) e h) del
paragrafo 9.3 si trasmettono in allegato i seguenti studi:



- 1) studio di fattibilità per la minimizzazione della diffusione delle polveri dal parco carbone (**Allegato 1**).
- 2) Documentazione tecnica relativa alla tipologia e posizionamento dei depositometri da installare per il monitoraggio delle emissioni di polveri dal carbonile (**Allegato 2**).
- 3) Studio di fattibilità per la sezione 2 e la Sezione 3 che abbia come obiettivo quello di garantire, con riferimento alla capacità produttiva, un valore limite del flusso di massa di SO₂ e un valore limite del flusso di massa di CO, su base annuale, non superiore a quello conseguibile assumendo come base di calcolo rispettivamente un valore di concentrazione pari a 200 mg/Nm³ di SO₂ ed un valore di concentrazione pari a 100 mg/Nm³ di CO (**Allegato 3**).

Si allega inoltre copia della quietanza di avvenuto pagamento (**Allegato 4**) di 2.000,00 € (duemila/00 euro) relativo alle tariffe dei controlli di cui al comma 1 dell'art. 10 del decreto AIA in argomento.

A disposizione per eventuali chiarimenti.

Distinti saluti.


Michele Siciliano
Il Gestore

Cliente Enel S.p.a.

Oggetto Centrale Sulcis - Studio di fattibilità per la minimizzazione della diffusione delle polveri dal parco carbone

Ordine SDO 4000318236 del 17/07/2012, prot. CESI B2022924

Note AG12ESS102 – lettera di trasmissione B2037172
Prima emissione

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

PAD B2037107 (1735713) - USO RISERVATO

N. pagine 41 **N. pagine fuori testo** 0

Data 27/11/2012

Elaborato ESS - Pertot Cesare, ESS - D'Aleo Marco
B2037107 3840 AUT B2037107 1586735 AUT

Verificato ESS - Sala Maurizio
B2037107 3741 VER

Approvato ESS - Filippini Stefano (Project Manager)
B2037107 554984 APP

Indice

1	PREMESSA	3
2	SITO D'INDAGINE	4
3	CONDIZIONI METEOROLOGICHE NEL PERIODO DI INDAGINE	7
4	RILIEVI IN CAMPO	11
4.1	Caratterizzazione della effettiva operatività del parco carbone	11
4.2	Misura delle concentrazioni di PM ₁₀ in aria ambiente	14
5	VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI DI POLVERI DAL CARBONILE	22
5.1	Metodologia di stima dei fattori di emissione.....	22
5.1.1	Metodologia utilizzata e sua applicazione.....	23
6	STIMA DEGLI IMPATTI	28
6.1	Dominio di calcolo	28
6.2	Risultati delle simulazioni.....	30
6.2.1	Valutazione delle ricadute nella situazione attuale.....	30
6.3	Misure di minimizzazione delle emissioni di polveri proposte	35
6.4	Stima degli effetti delle misure di minimizzazione	37
7	CONCLUSIONI.....	39
8	BIBLIOGRAFIA	41

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	27/11/2012	B2037107	Prima emissione

1 PREMESSA

Il presente rapporto è redatto in riferimento alla prescrizione AIA di cui al comma 5 art. 1 per la centrale Sulcis (Decreto AIA DVA_DEC-2011-0000579 del 31/10/2011 pubblicato sulla G.U. il 2/12/2011) e riporta la metodologia ed i risultati delle attività condotte per l'esecuzione dello studio di fattibilità per la minimizzazione della diffusione delle polveri dal parco carbone della centrale del Sulcis.

Lo studio è stato condotto mediante la caratterizzazione dell'attuale situazione dell'operatività della logistica dei carboni e delle concentrazioni in aria ambiente di PM_{10} presenti nel sito.

L'attività è stata svolta mediante un approccio integrato tra attività sperimentali e di modellistica di dispersione atmosferica che hanno interessato il periodo dal 24 agosto al 30 settembre 2012.

La misura del livello di polverosità in aria ambiente ha avuto il duplice fine di monitorare le concentrazioni di PM_{10} presenti nell'area e costituire un elemento di validazione e taratura del sistema modellistico WRF/CALMET/CALPUFF mediante confronto tra le concentrazioni misurate dalle postazioni e quelle corrispondenti calcolate dai codici di calcolo.

L'analisi dei risultati ha portato all'elaborazione di alcune ipotesi d'intervento finalizzate alla riduzione delle emissioni la cui efficacia è stata quindi valutata mediante una seconda applicazione del sistema modellistico a valle delle opportune modifiche all'input emissivo.

La valutazione delle emissioni è stata condotta mediante l'applicazione di metodologie descritte in autorevoli fonti bibliografiche e descrivendo il livello operativo del carbonile effettivamente svoltosi nel periodo in esame mediante il monitoraggio delle attività svolte.

Deve essere considerato che, data la natura particolarmente complessa del fenomeno in studio, dovuta alla pluralità di sorgenti di polveri PM_{10} in atmosfera (sia legate alla logistica del carbone, sia afferenti ad altra natura antropica o naturale), alla forte dipendenza delle emissioni dalle condizioni meteorologiche, al carattere discontinuo ed disomogeneo delle attività d'interesse, l'incertezza associata alle ricostruzioni modellistiche nelle applicazioni quali quelle in esame è generalmente riconosciuta maggiore rispetto ad applicazioni controllate quali, ad esempio, quelle relative alla

valutazione delle ricadute di emissioni prodotte da processi di combustione convogliate a camini.

2 SITO D'INDAGINE

La Centrale Termoelettrica "Grazia Deledda" di Sulcis è composta di due sezioni:

- il gruppo 2 a letto fluido da 350 MW, alimentato con combustibile di carbone, anche di tipologie diverse, e biomasse legnose in co-combustione;
- il gruppo 3 da 240 MW, alimentato normalmente con combustibile di carbone, anche di tipologie diverse.

I combustibili solidi stoccati sono carboni di provenienza estera e nazionale.

L'area sulla quale avvengono le operazioni di messa a parco, ripresa carbone ed alimentazione tramogge è il parco carbone oggetto del presente studio, che si trova all'interno dell'area della Centrale Termoelettrica.

Il parco carbone è del tipo a cielo aperto con fondo in misto natura di ghiaia e carbone compattato; ha le dimensioni massime di 380 x 260 m² circa, una capacità di 160.000 tonnellate, diviso in vari cumuli di qualità diverse e di quantità di 20÷30.000 ton ciascuno. Esso è delimitato perimetralmente da un muro di recinzione in pannelli di cemento prefabbricato di altezza di 2 m, sormontati da una barriera di rete frangivento della stessa altezza. Nell'area nord del carbonile si trova una tettoia costituita da una struttura metallica in acciaio a tre campate, avente dimensione in pianta di 82x90 m² e altezza massima è di circa 16 m, capace di accumulare fino a 17.000 ton di carbone asciutto da prelevare durante le giornate di elevata piovosità.

L'approvvigionamento del fabbisogno di carbone estero dell'impianto termoelettrico avviene via mare con arrivo delle navi carboniere in tre distinti attracchi (Figura 2.a):

- in banchina commerciale del porto di Portovesme;
- nel pontile Enel Riva Est (accosto n°9) riservato alle sole unità autoscaricanti;
- nel pontile Enel adiacente alla Centrale (accosto n°7), dotato di un unico ormeggio e attrezzato con uno scaricatore a benna da 415 ton/h.

Il carbone scaricato dalle navi arriva in deposito mediante:

- autocarri per il combustibile scaricato in banchina commerciale del porto di Portovesme;
- due distinti nastri trasportatori mobili per il combustibile scaricato rispettivamente nel pontile Enel adiacente alla Centrale e/o nel pontile Enel Riva Est (accosto N°9) riservato alle sole unità auto scaricanti.

Il carbone di provenienza nazionale è approvvigionato mediante autocarri che trasferiscono il carbone direttamente dalla vicina miniera del Sulcis all'interno del Deposito Enel.

Il carbone così stoccato è ripreso, spostato e compattato con dumper e pale meccaniche gommate in cumuli, suddivisi per tipo, e separati da uno opportuno spazio per la circolazione e la manovra dei veicoli.

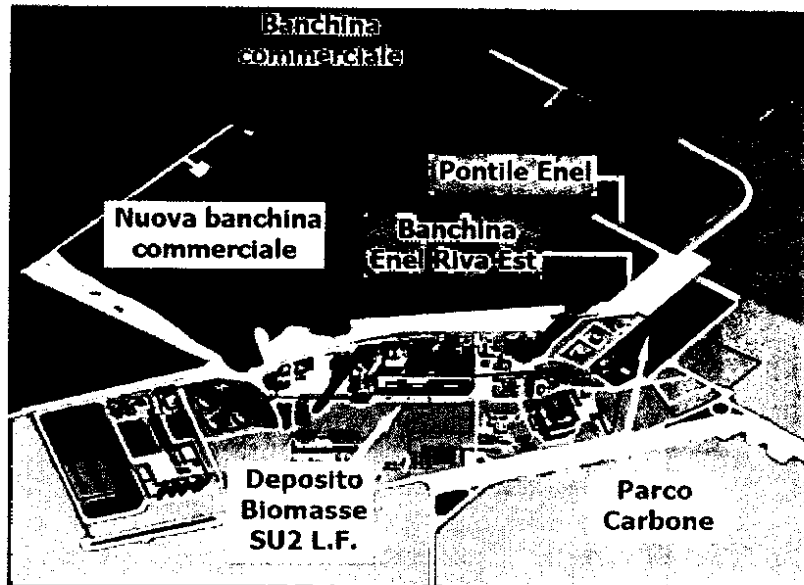


Figura 2.a - Disposizione della centrale di Sulcis.

Il sistema di movimentazione e trasporto carbone della Centrale Sulcis si compone di tre tratti principali composti di nastri con caratteristiche diverse (Figura 2.b):

- il primo, dal Terminale marittimo Enel al Parco di stoccaggio attraverso il Nastro N1A e in seguito il Nastro mobile della portata 600 ton/ora (Figura 2.c);
- il secondo dalla Banchina Riva Est al Parco di stoccaggio attraverso i Nastri NTI e NB della portata 1000 ton/ora (Figura 2.d);
- il terzo dal Parco di stoccaggio al sistema di rifornimento dei Gruppi termoelettrici mediante il Nastro 1200 (della portata di 1200 ton/ora) e successivamente con i Nastri NS1 (NM) e NS2 (NT) che alimentano rispettivamente due tripper.

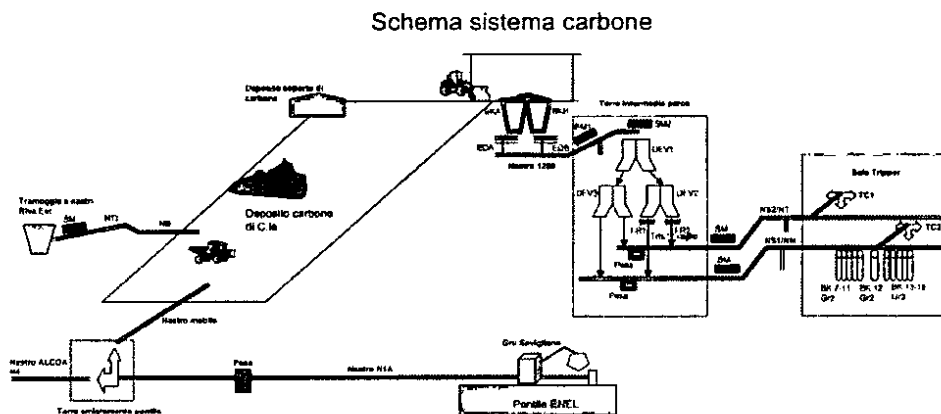


Figura 2.b – Pianta schematica del sistema di movimentazione e trasporto del carbone.

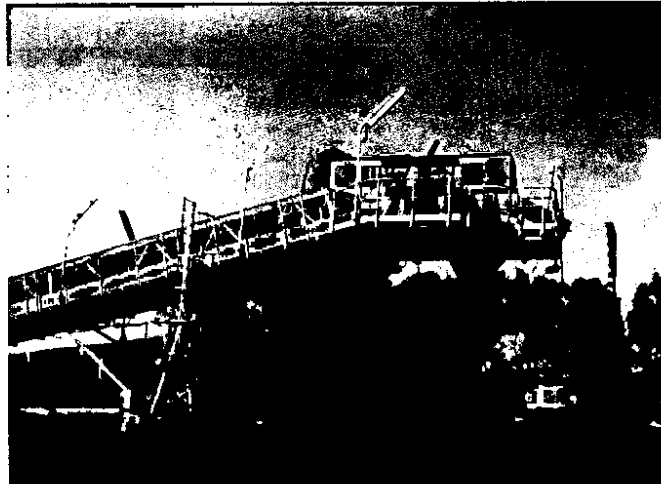


Figura 2.c – Nastro mobile.

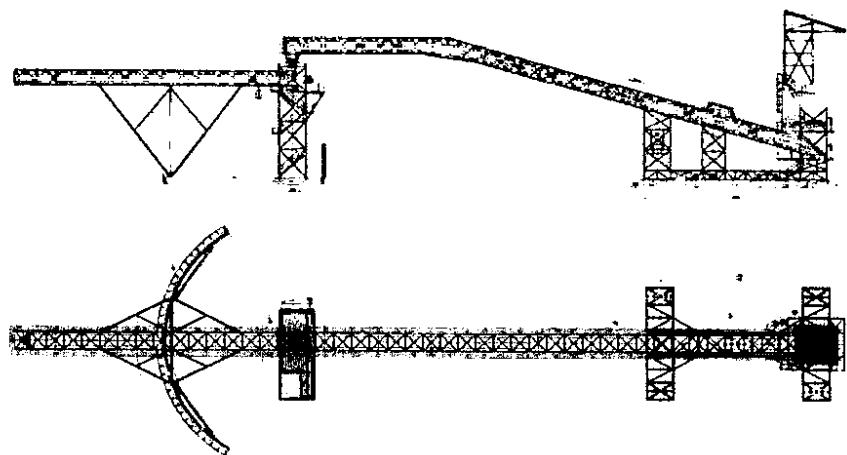


Figura 2.d – Nastro NTI e NB.

La dotazione minima di mezzi a servizio del parco è composta da (Figura 2.e):

- N°3 mezzi d'opera tipo dumper snodati con cassone ribaltabile, con portata a partire da 20 m³, oppure camion con portata analoga dotati di cassone ribaltabile a tre assi o articolati;
- N°1 pala gommata con potenza compresa tra 145 e 200 hp;
- N°2 pale gommate con potenza superiore a 300 hp;
- N°1 escavatore idraulico cingolato con potenza superiore a 115 hp;
- N°1 terna gommata con retro scavatore con potenza superiore a 75 hp.

Ai mezzi citati si aggiunge un'autobotte con nebulizzatore che provvede al servizio di bagnatura aree nel caso di evidente condizione di dispersione di polverino, durante le fasi di messa a parco carbone o di ripresa per le operazioni di bunkeraggio.

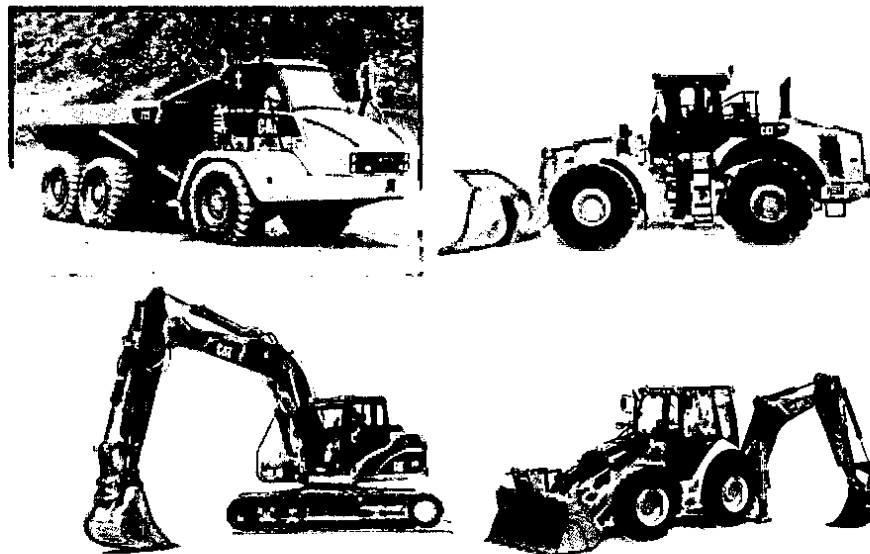


Figura 2.e – Esempi di mezzi a servizio del parco; da sinistra e dall’alto: un dumper snodato, una pala gommata, un escavatore idraulico cingolato, una terna gommata.

La messa a parco del carbone, prelevato dai mucchi che si formano sotto i due nastri mobili brandeggianti durante la discarica, è effettuata mediante il trasporto con mezzi meccanici (dumper, autocarri) nell’area di destinazione in funzione delle caratteristiche e/o della quantità.

I cumuli sono impostati seguendo la geometria a “schiena d’asino” con fianchi compattati per consentire il raggiungimento di ogni loro punto con le macchine operatrici mobili.

3 CONDIZIONI METEOROLOGICHE NEL PERIODO DI INDAGINE

I grafici dalla Figura 3.a alla Figura 3.e rappresentano gli andamenti temporali delle principali grandezze meteorologiche a livello del suolo presso il carbonile per il periodo di campagna, dal 24 ottobre al 30 settembre 2012.

Le elaborazioni si riferiscono ai dati prodotti dalla catena meteorologica WRF-CALMET utilizzata per le valutazioni modellistiche (descritte nel seguito) estraendone l’output in corrispondenza del carbonile ad una quota di 10 m dal suolo. La Figura 3.e è dedicata al confronto tra la direzione del vento misurata dall’anemometro di centrale ed il corrispondente valore stimato dai modelli presso il carbonile. La coerenza delle informazioni consente di ritenere adeguata la ricostruzione dell’anemologia dell’area da parte dei codici di calcolo.

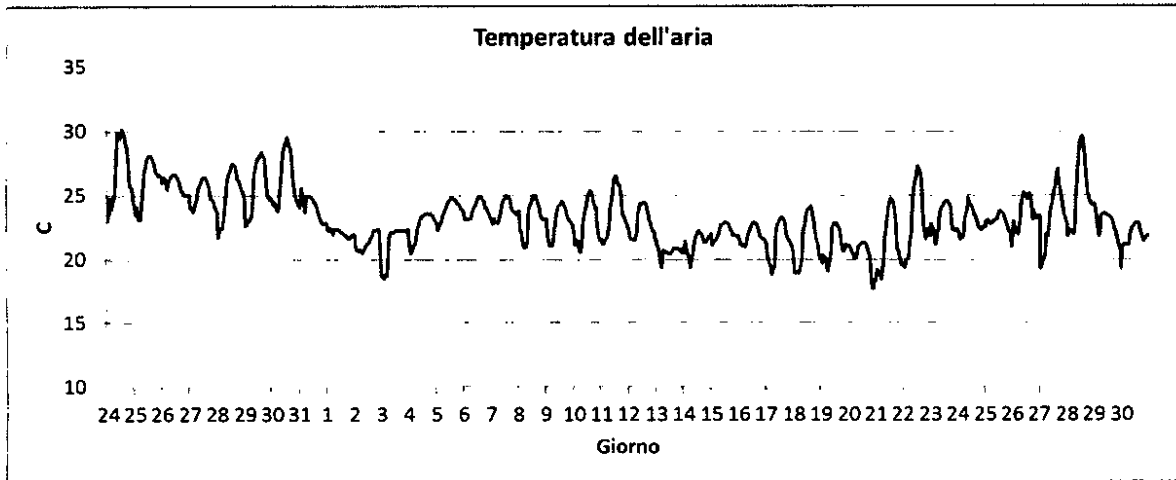


Figura 3.a – Andamento temporale della temperatura durante la campagna

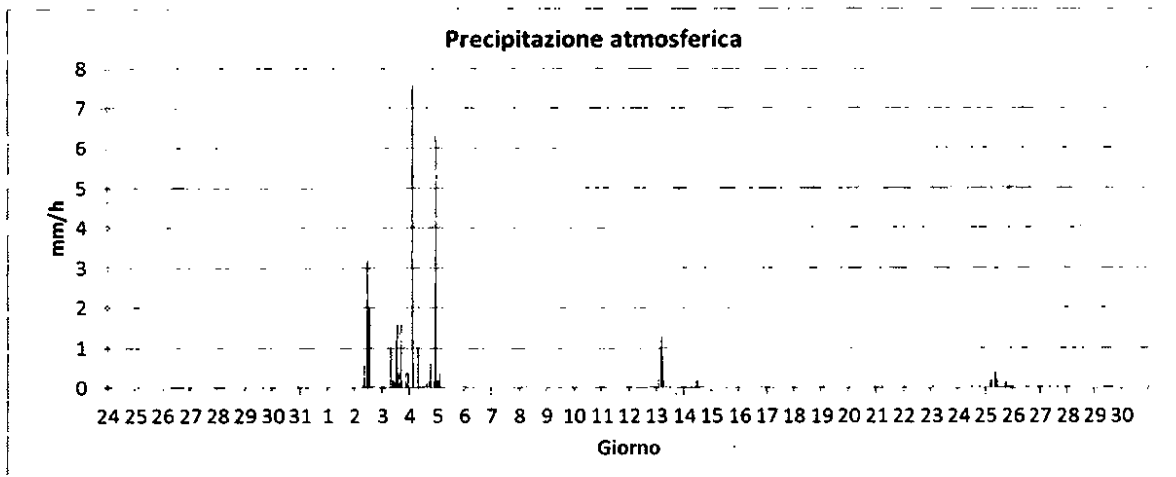


Figura 3.b – Andamento temporale della precipitazione durante la campagna

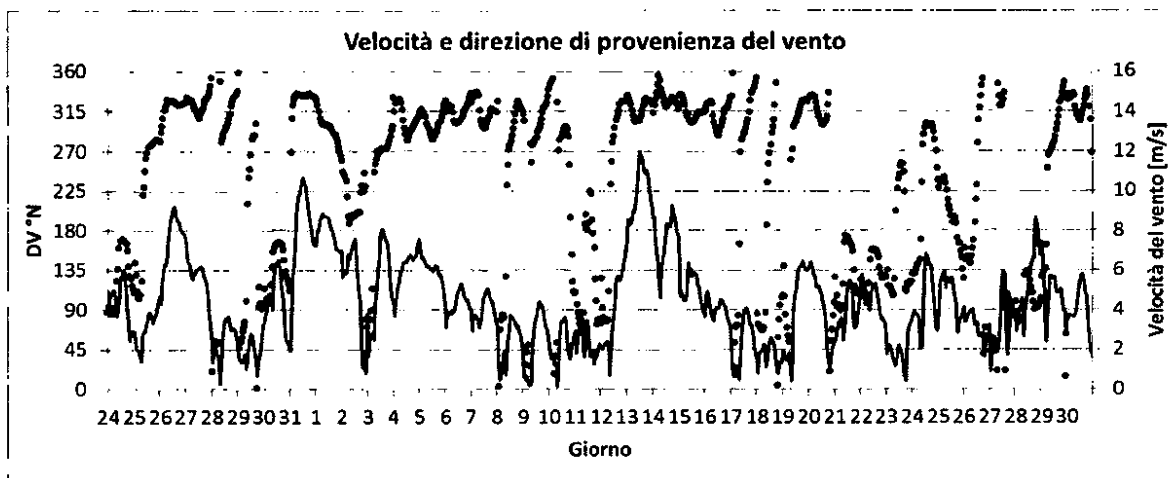


Figura 3.c – Andamento temporale del vento durante la campagna

Le condizioni meteorologiche del periodo di campagna hanno presentato per lo più situazioni di alta pressione e bel tempo, ad esclusione delle giornate dal 2 al 5 settembre, 13 e 25 settembre, durante i quali si sono verificati anche eventi piovosi.

Le temperature hanno oscillato tra i 30 ed i 18 gradi C.

Per quel che riguarda l'anemologia, si è osservata la prevalenza delle provenienze nord-occidentali e di due componenti, meno frequenti, dai quadranti da E (notturne) e SE (diurne) collegate alla presenza del mare. Le maggiori velocità del vento sono associate ai venti provenienti dai settori nordoccidentali. Tutte le caratteristiche sono tipiche dell'area.

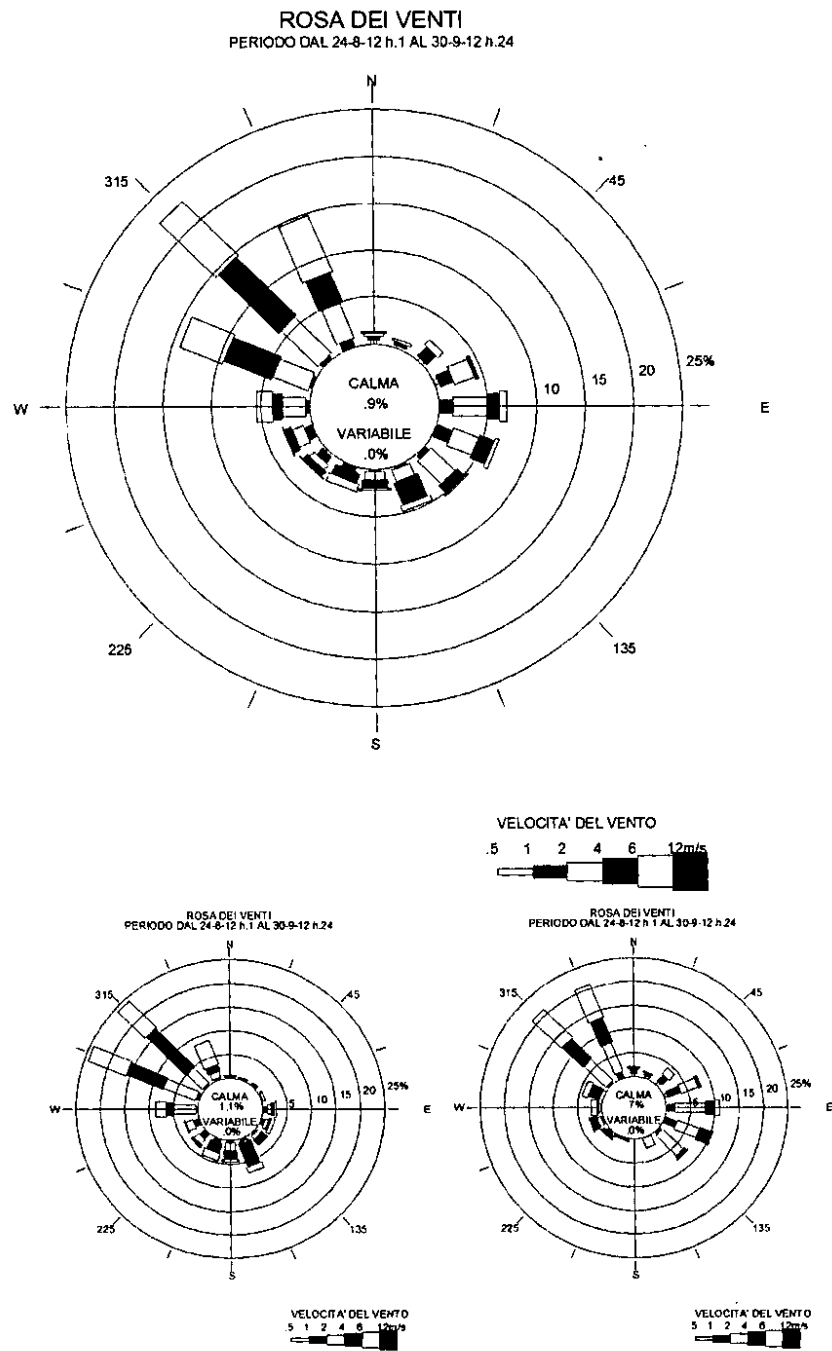


Figura 3.d – Rose dei venti totale (in alto) diurna (in basso a Sx) e notturna (in basso a Dx) nel periodo di campagna.

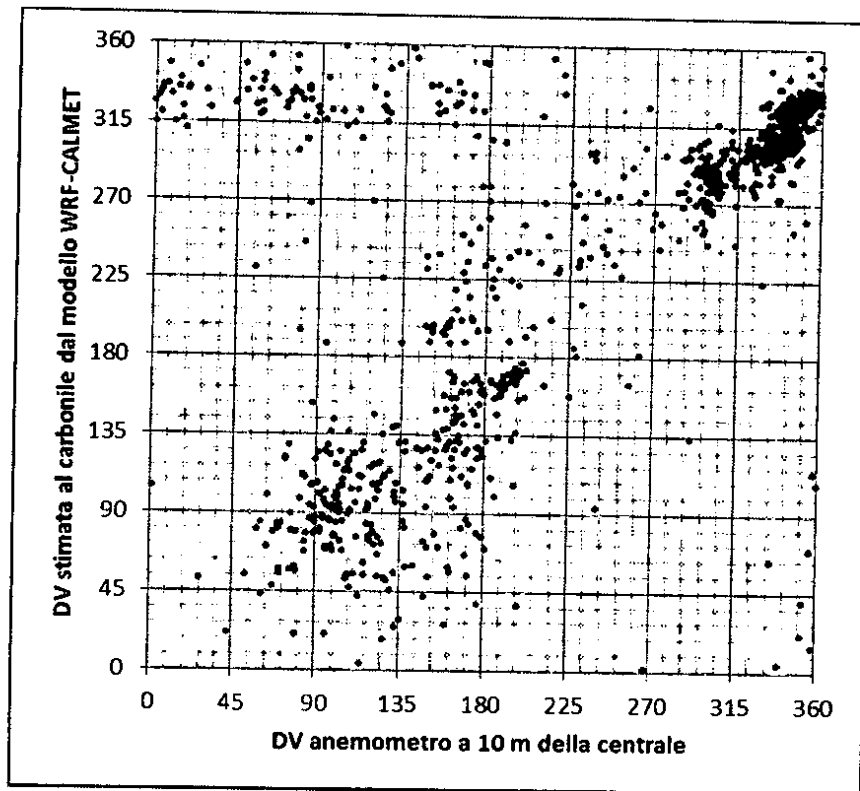


Figura 3.e – Confronto tra le direzioni del vento registrate presso la centrale e quelle calcolate da WRF-CALMET presso il carbonile.

4 RILIEVI IN CAMPO

Dal 24 agosto al 30 settembre 2012 sono state svolte presso il sito una serie di rilievi in campo volti alla caratterizzazione della situazione attuale del parco carbone:

- monitoraggio delle attività generatrici di polveri;
- caratterizzazione dei punti sedi di sorgenti d'emissione;
- misura della concentrazione di polveri PM₁₀ in aria ambiente presso 4 postazioni.

4.1 Caratterizzazione della effettiva operatività del parco carbone

Al fine di poter ricostruire l'attività di carico e scarico del carbonile nel periodo considerato (24 Agosto – 30 Settembre 2012) sono state acquisite le schede di movimentazione che vengono redatte dal personale addetto. Tali schede forniscono un quadro sinottico generale delle attività che sono svolte all'interno del parco carbone, consistenti essenzialmente in:

- scarico navi alla banchina Enel (attracco N°7);
- scarico navi auto-scaricanti alla banchina Riva Est (attracco N°9);
- scarico del carbone nazionale;
- trasporto e insilaggio del carbone.

Le componenti emissive di polveri prese in considerazione nel presente studio sono:

- l'erosione eolica dei cumuli,
- le operazioni di scarico nelle diverse fasi di mobilitazione del carbone,
- il risollevarimento delle polveri dovuto al transito di mezzi operanti sulle superfici interne del carbonile,
- il risollevarimento delle polveri associato al transito di mezzi che conferiscono il carbone nazionale dalla miniera.

Le attività nel carbonile riguardano alcune sorgenti emissive fisse (erosione eolica e operazioni di scarico) ed altre mobili (associate alla mobilità dei mezzi meccanici). Ai fini di caratterizzare l'emissione da erosione eolica, all'interno dell'area del carbonile sono state individuate 4 aree coincidenti con la collocazione tipica dei cumuli:

- area "carbone estero"
- area "carbone nazionale"
- area di "scarico da approdo 7"
- area di "scarico da approdo 9"

Nella Tabella 4.a è riportata la superficie di ciascuna area. Nel presente studio l'area "capannone" a nord del carbonile è stata considerata una fonte emissiva trascurabile rispetto al contesto.

Ai fini di caratterizzare l'emissione dovuta alle operazioni di scarico, sono stati individuati 7 punti fissi di emissione:

- punto di scarico alla tramoggia dell'approdo 7
- punto di scarico alla tramoggia dell'approdo 9
- punto di scarico dal nastro mobile (da approdo 7)
- punto di scarico dal nastro brandeggiante (da approdo 9)
- punto di scarico nell'area carbone nazionale
- punto di scarico nell'area carbone estero
- punto di scarico alle tramogge BKA e BKB

La Figura 4.a individua graficamente le aree e i punti citati.

Al fine invece di caratterizzare la posizione delle sorgenti emissive mobili, costituite dalle polveri sollevate dai mezzi meccanici operanti all'interno del carbonile, sono stati individuati:

- i percorsi di frequente mobilitazione del carbone, dai punti di scarico ai depositi e da questi alle tramogge BKA e BKB;
- i percorsi di compattazione, distinti tra area carbone nazionale ed area carbone estero;

La Figura 4.b riporta in arancione i percorsi di mobilitazione, ed in verde quelli di compattazione.

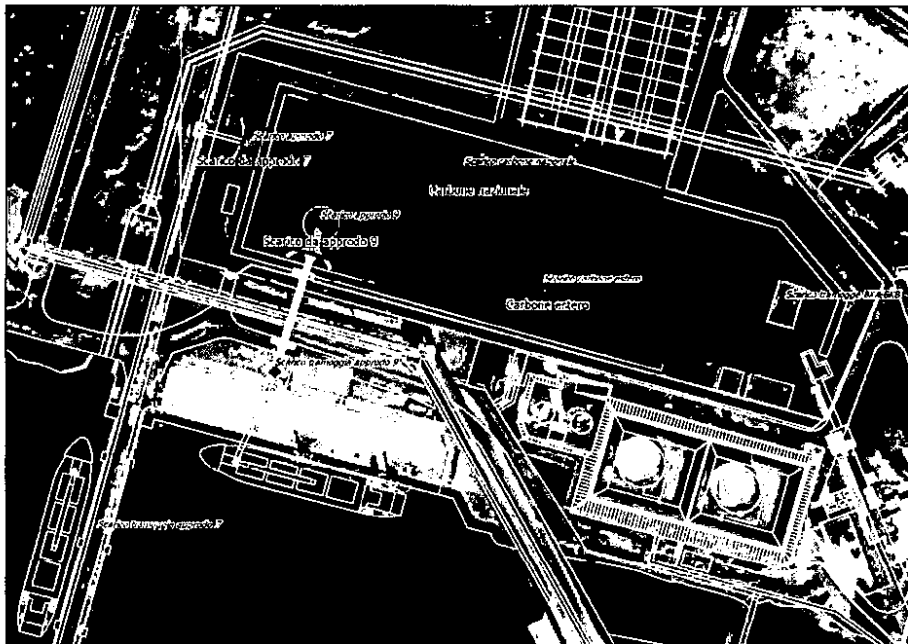


Figura 4.a – Localizzazione delle zone e delle sorgenti emissive fisse nel parco carbone.

Zona	Superficie [m ²]
Carbone estero	8203
Carbone nazionale	6792
Scarico da approdo 9	1515
Scarico da approdo 7	305

Tabella 4.a – Superficie delle zone in cui è stato suddiviso il carbonile

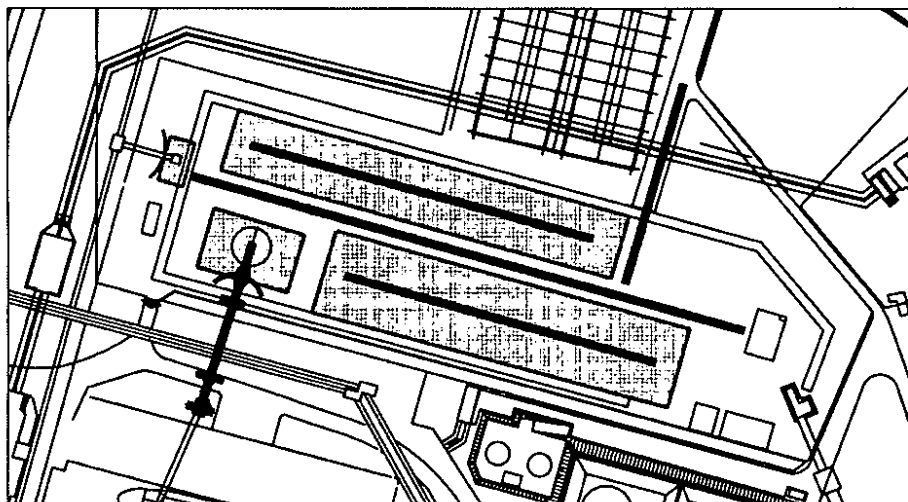


Figura 4.b – Localizzazione dei percorsi delle sorgenti emissive mobili nel parco carbone (in arancione i percorsi di mobilitazione del carbone, in verde quelli di compattazione).

4.2 Misura delle concentrazioni di PM₁₀ in aria ambiente

Al fine di poter monitorare la qualità dell'aria nel sito e confrontare i risultati delle simulazioni modellistiche con le reali concentrazioni di polveri presenti in atmosfera, nel periodo dal 24 ottobre al 30 settembre 2012 sono stati posizionati quattro campionatori gravimetrici sequenziali per la misura del particolato PM₁₀.

Tre strumenti sono stati posti in prossimità del carbonile (Figura 4.c), denominati "Area pompe acqua di mare" (situato a Ovest del carbonile), "Banchina" (a Sud) e "Laboratorio strumenti" (a Sud-Est). Il quarto, denominato "Portineria c.le Portoscuso", è stato invece posizionato a maggiore distanza (circa 400 m) in direzione Nord-Nord Est con l'obiettivo di monitorare le concentrazioni di PM₁₀ in un'area non influenzata dalle emissioni del carbonile stesso.

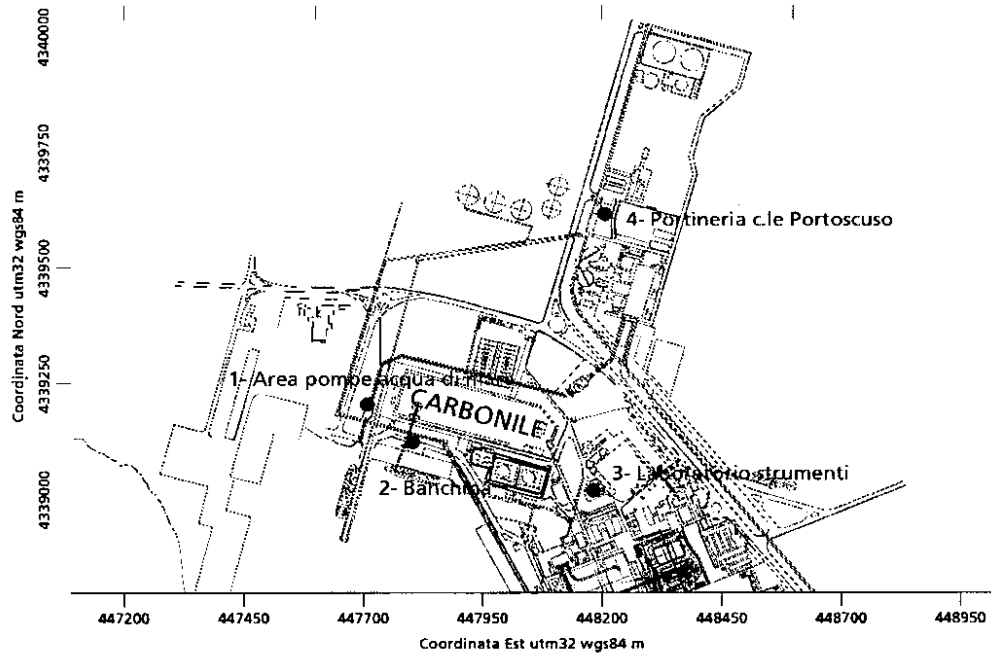


Figura 4.c – Collocazione delle centraline per la misura del PM₁₀

E' importante sottolineare che le polveri presenti in aria ambiente sono frutto della miscelazione in atmosfera di contributi di emissioni antropogeniche (ad es. da combustione, da movimentazione di materiali, da processi produttivi) e naturali (tra cui sabbie, terre, aerosol marino, spore e frammenti vegetali...) in parte prodotte in loco ed in parte provenienti da aree remote. Anche i fenomeni di risospensione per l'azione del vento e risollevarimento per il passaggio di veicoli hanno un ruolo importante nel riportare in atmosfera polveri già depositate al suolo.

In particolare, (similmente a quanto riportato ad esempio in Lenshow et al. 2001 per le postazioni da traffico) la concentrazione di PM₁₀ misurata presso una sorgente emissiva industriale può essere schematizzata (Figura 4.d) come una sovrapposizione del

contributo della sorgente stessa ad una concentrazione di fondo regionale (comune anche al territorio esterno alla zona industriale e generato da tutte le sorgenti antropiche e naturali esterne a tale area) e ad un concentrazione di fondo distrettuale (comune al territorio all'interno della zona industriale, generato dal complesso delle sorgenti antropiche e naturali presenti nel distretto).

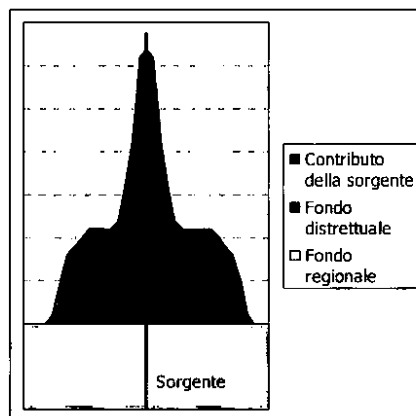


Figura 4.d – Schematizzazione della concentrazione di PM₁₀ presso una sorgente in un polo industriale.

La postazione di Portineria c.le Portoscuso può in questo senso assolvere, almeno in prima approssimazione, al monitoraggio della somma del fondo regionale e di quello distrettuale.

L'andamento temporale delle concentrazioni di PM₁₀ misurate presso le quattro postazioni è rappresentato in Tabella 4.b e Figura 4.e. Il confronto dei grafici evidenzia un comune andamento di base delle concentrazioni su cui ogni postazione "innesta" innalzamenti specifici. Alcuni episodi interessano Banchina e Laboratorio il 26 e 31 ottobre, 1 settembre e ancora il 9 e 11 settembre. Dal 26 al 29 settembre, in un quadro d'innalzamento collettivo delle concentrazioni, si registra l'evento più intenso con concentrazioni di 250 µg/m³ e 150 µg/m³ presso pompe acqua di mare e banchina, sebbene anche Laboratorio registri circa 100 µg/m³ e Portineria c.le Portoscuso circa 70 µg/m³. Si noti la riduzione delle concentrazioni a seguito degli eventi di pioggia del 3 e 4 settembre.

Le misure evidenziano come il fondo industriale abbia una dinamica giornaliera notevolmente variabile e che può raggiungere concentrazioni di polveri significative (anche superiori ai 50 µg/m³, valore limite per i superamenti della concentrazione giornaliera di PM₁₀ previsto dal D. Lgs. 155/2010).

Le tre postazioni situate nei pressi del carbonile evidenziano un'ulteriore dinamica per l'effetto locale delle polveri generate dal carbonile stesso ma anche da ulteriori sorgenti di polveri presenti nei dintorni collegate ad attività dell'area portuale.

Tabella 4.b – Concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀ registrate durante la campagna

DATA	Concentrazioni medie giornaliere PM ₁₀ [µg/m ³]			
	Portineria c.le Portoscuso	Laboratorio strumenti	Banchina	Pompe acqua di mare
24/08/2012	48.8	98.5	ND	49.0
25/08/2012	36.9	55.3	39.8	20.5
26/08/2012	26.9	131.6	159.8	20.7
27/08/2012	22.1	61.0	53.2	15.3
28/08/2012	32.5	53.5	39.9	18.8
29/08/2012	34.4	45.2	32.2	21.4
30/08/2012	56.1	80.8	45.2	28.0
31/08/2012	27.0	106.7	86.6	25.8
01/09/2012	28.0	105.0	44.1	15.6
02/09/2012	41.9	23.3	24.9	16.3
03/09/2012	20.5	42.0	24.7	12.0
04/09/2012	14.0	19.6	15.6	7.2
05/09/2012	ND	26.6	22.5	12.1
06/09/2012	ND	54.9	33.5	12.8
07/09/2012	33.3	61.5	46.4	17.6
08/09/2012	33.8	64.7	60.8	19.0
09/09/2012	27.5	59.8	77.5	21.1
10/09/2012	32.5	47.2	50.1	34.6
11/09/2012	38.8	ND	84.3	53.8
12/09/2012	32.1	ND	69.0	22.8
13/09/2012	26.9	ND	59.1	17.8
14/09/2012	28.9	ND	42.3	18.6
15/09/2012	37.2	ND	36.9	17.3
16/09/2012	20.3	ND	28.0	11.0
17/09/2012	26.1	ND	46.9	25.2
18/09/2012	31.2	ND	34.2	23.8
19/09/2012	20.8	ND	48.3	28.6
20/09/2012	29.8	ND	78.2	29.7
21/09/2012	31.0	47.0	76.9	43.3
22/09/2012	38.8	47.8	53.8	46.7
23/09/2012	54.1	63.0	65.0	48.3
24/09/2012	66.5	86.2	85.0	68.3
25/09/2012	90.6	56.4	41.4	58.3
26/09/2012	105.5	109.4	64.2	156.8
27/09/2012	52.1	87.0	98.3	120.6
28/09/2012	70.5	94.2	163.6	252.2
29/09/2012	60.0	83.3	56.3	73.3
30/09/2012	25.8	80.9	42.8	31.1

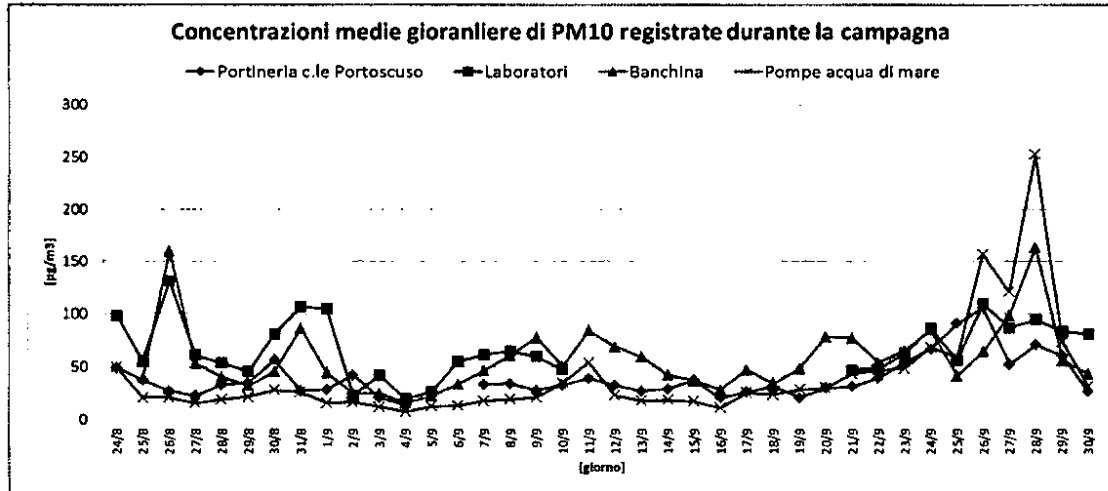


Figura 4.e – Andamento delle concentrazioni di PM₁₀ rilevate presso il carbonile.

In Figura 4.f sono confrontate le medie, e l'intervallo pari a una deviazione standard, delle serie di concentrazioni giornaliere relative ai giorni di completa disponibilità di dati su tutte le postazioni all'intero periodo di campagna. Il confronto conferma la minore polverosità della concentrazione di Portineria C.le Portoscuso, simile in media a Pompe mare ma con una deviazione standard più contenuta. Le postazioni di Laboratorio e Banchina presentano concentrazioni mediamente maggiori.

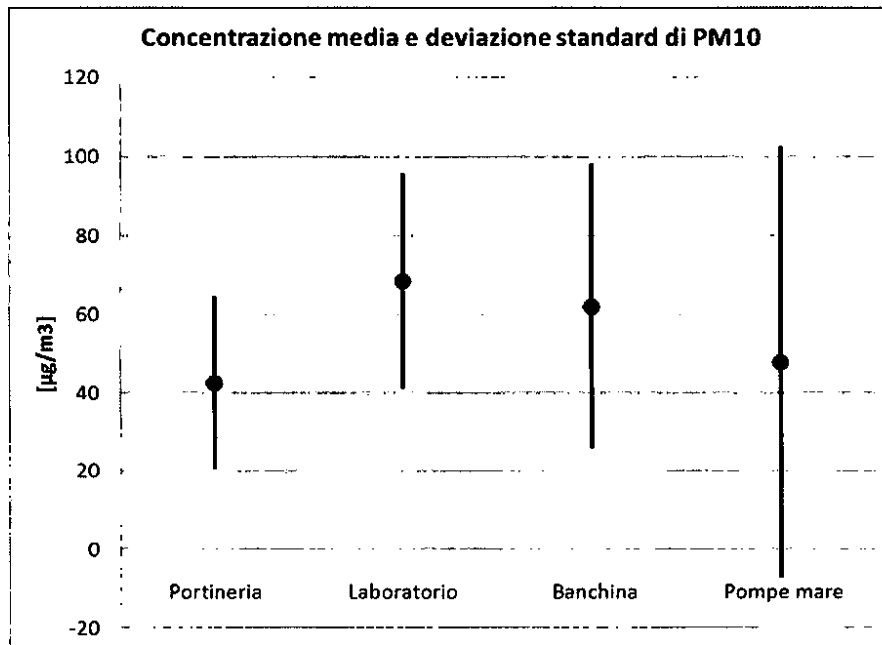


Figura 4.f – Media e deviazione standard delle concentrazioni giornaliere di PM₁₀.

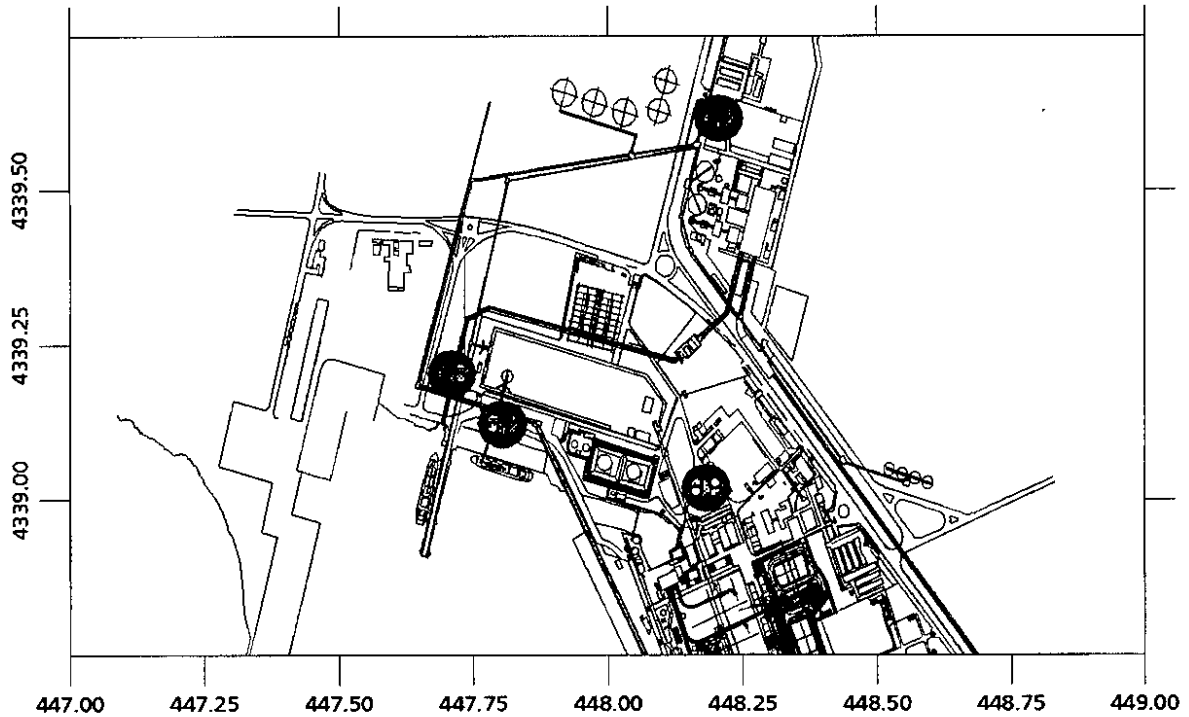


Figura 4.g – Medie delle concentrazioni giornaliere di PM₁₀.

La Figura 4.h mostra le rose di vento-concentrazione calcolate utilizzando i dati di polverosità rilevati ed i dati di vento calcolati dal modello WRF-CALMET presso il carbonile. Tali elaborazioni consentono di valutare le direzioni di provenienza del vento per cui si registrano le maggiori concentrazioni di polveri (al dato di vento orario in assenza di un dato orario di concentrazione è stata associata la concentrazione media giornaliera corrispondente). Per le postazioni Area pompe e Portineria c.le Portoscuso i valori più bassi sono associati ai venti provenienti da NW. Tutte le postazioni registrano concentrazioni medie maggiori in condizione di sottovento al carbonile, pur mostrando rialzi anche per provenienze dei venti diverse ad evidenziare la presenza di numerose ulteriori sorgenti significative in tutta l'area.

In condizione di calma di vento le concentrazioni medie sono di circa 25-30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ presso Area pompe e Portineria c.le Portoscuso e circa 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle restanti due postazioni.

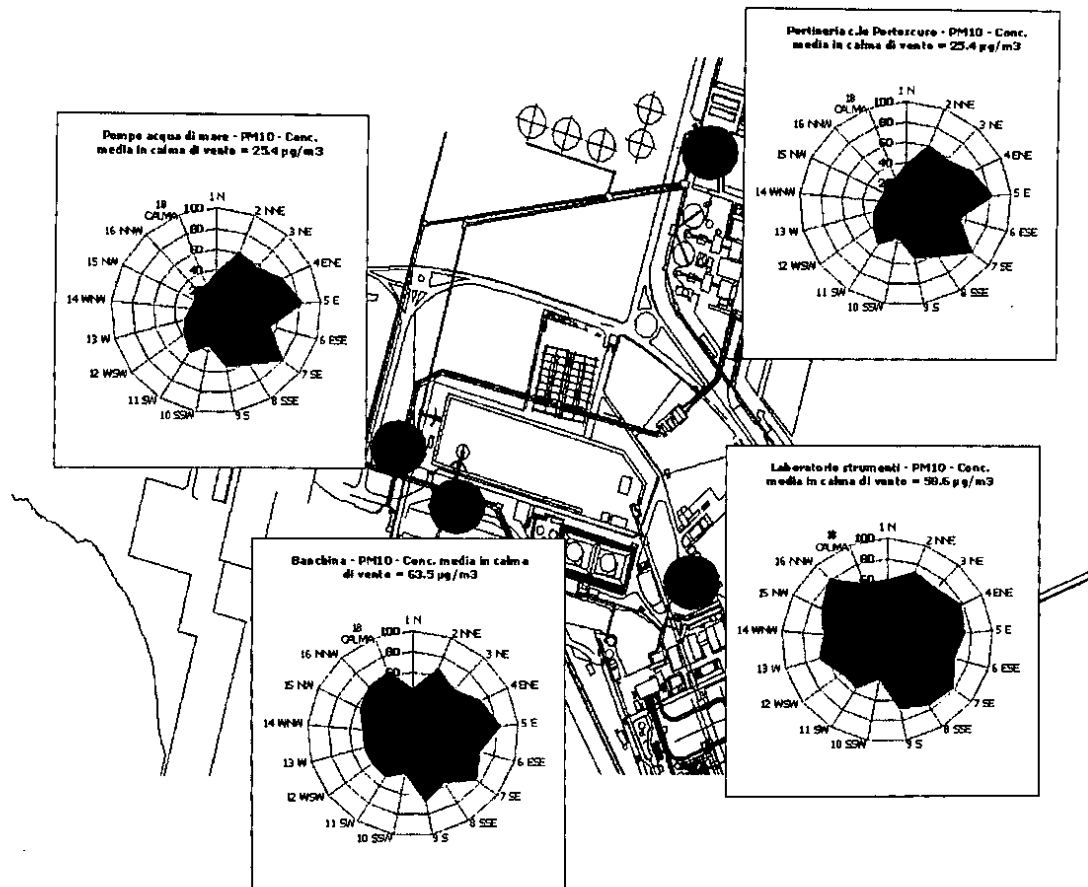


Figura 4.h – Concentrazioni medie per direzione di provenienza del vento.

Da quanto esposto, per effettuare la valutazione delle ricadute delle polveri generate dal carbonile è necessario depurare le misure condotte presso le postazioni dalle polveri attribuibili al fondo regionale e distrettuale. Non essendo possibile disporre di una misura reale della concentrazione di fondo, nel presente studio sono stati valutati i seguenti due criteri per la sua stima:

1. utilizzare il minimo valore nel giorno misurato dalle quattro postazioni;
2. utilizzare il valore misurato dalla postazione rimasta per il minor numero di ore sottovento al carbonile.

La Figura 4.i confronta le serie di concentrazioni giornaliere di fondo corrispondenti alle due ipotesi formulate. Gli andamenti sono sostanzialmente analoghi, sebbene scostamenti di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ o superiori sono riscontrabili le giornate del 28, 29 e 30 ottobre e 29 settembre.

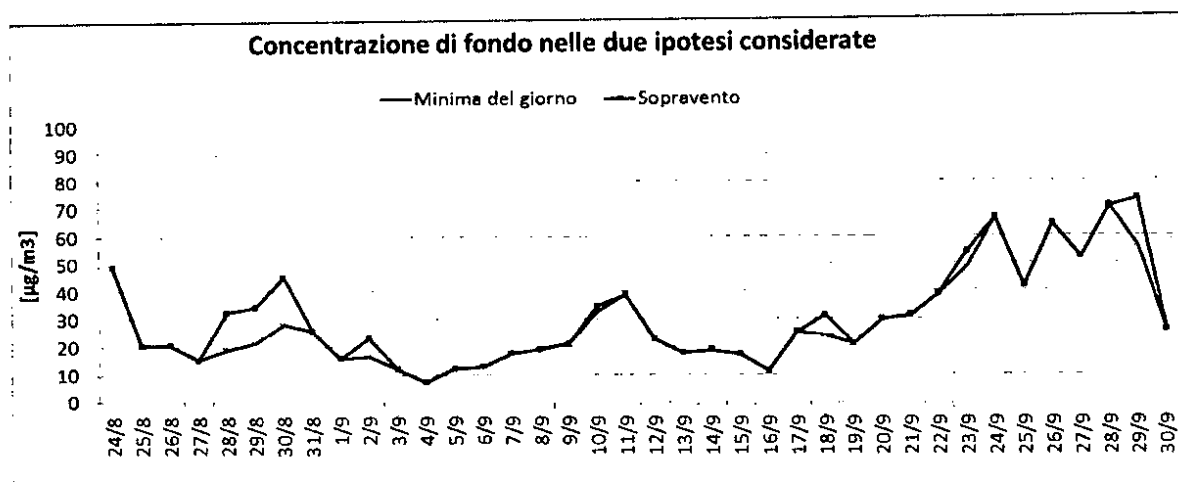


Figura 4.i – Concentrazioni di fondo nelle due ipotesi considerate.

Considerando che:

- la postazione di Portineria c.le Portoscuso potrebbe essere posizionata in prossimità di emissioni di polveri tali da indurre occasionali rialzi localizzati;
- la condizione di minimo sottovento al carbonile non garantisce che la misura di una postazione non sia influenzata da altre sorgenti presenti sul territorio (ad es. superfici non asfaltate, cantieri stradali, ecc...);
- le emissioni del parco carbone costituiscono un contributo nullo o al più positivo alla concentrazione di polveri misurata presso le postazioni;

si ritiene che la migliore valutazione del fondo da sottrarre giorno per giorno alle registrazioni effettuate presso le postazioni sia rappresentata dall'ipotesi numero due.

Le seguenti elaborazioni di Figura 4.j e Figura 4.k fanno riferimento alle concentrazioni giornaliere per le postazioni ottenute sottraendo al valore misurato in ogni giorno il corrispondente valore stimato per il fondo.

La Figura 4.j mostra la concentrazione media sul periodo, da cui si evince che per Portineria c.le Portoscuso e Pompe acqua di mare la polverosità residua è molto modesta (inferiore a 10 µg/m³) mentre per Banchina e Laboratorio resta un contributo di circa 30 µg/m³.

La Figura 4.k mostra la massima concentrazione giornaliera sul periodo, da cui si evince che per Portineria c.le Portoscuso la polverosità residua è notevolmente inferiore alle restanti (circa 50 µg/m³) a fronte di valori compresi tra 111 µg/m³ presso Laboratorio e 182 µg/m³ presso Pompe acqua di mare.

Il quadro è compatibile con una molto modesta influenza del carbonile su lunghi periodi in Pompe acqua di mare e Portineria c.le Portoscuso e con più marcato effetto sulle stazioni di Banchina e Laboratorio. I valori massimi indicano che occasionalmente le ricadute del carbonile possono comunque interessare l'area a W (monitorata da Pompe acqua di mare).

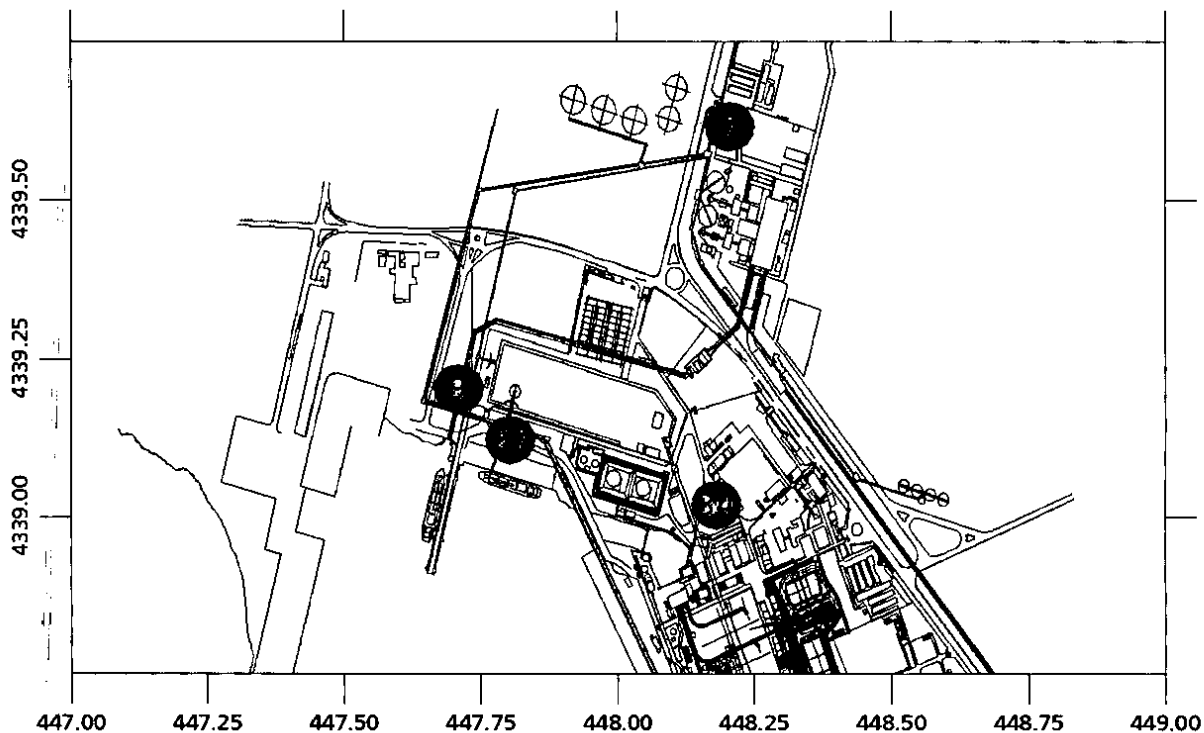


Figura 4.j – Medie delle concentrazioni giornaliere di PM₁₀ al netto del fondo.

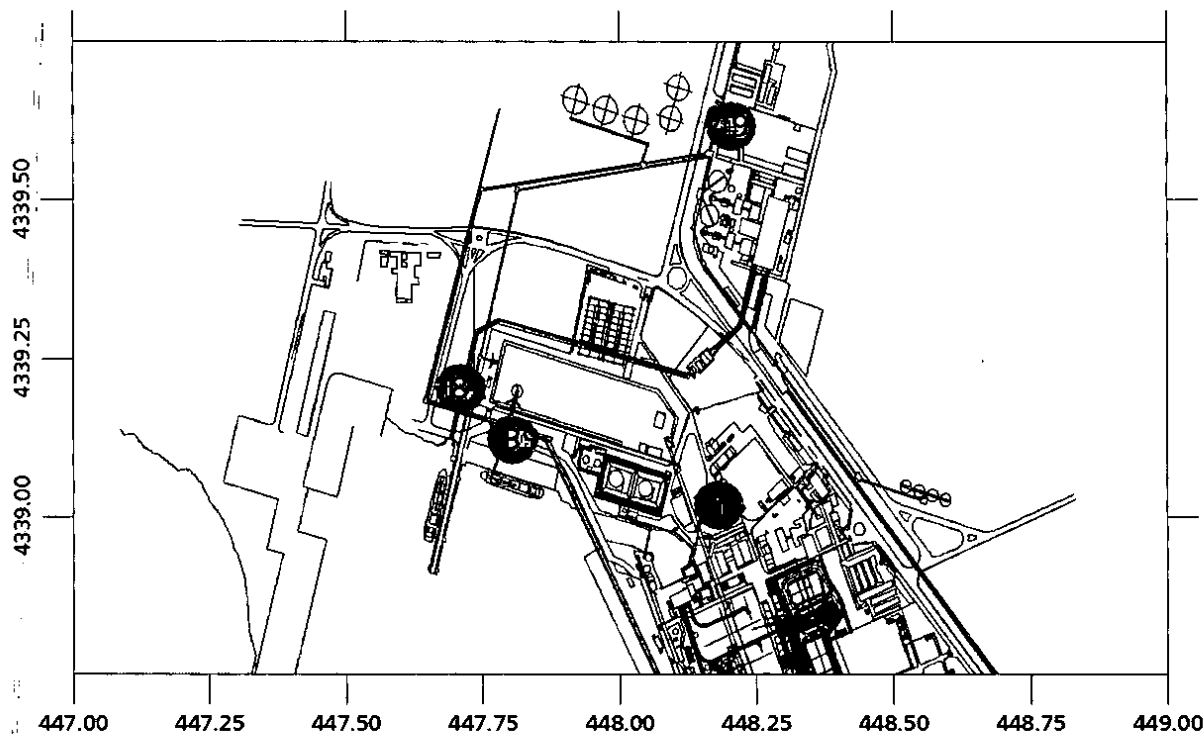


Figura 4.k – Massimi delle concentrazioni giornaliere di PM₁₀ al netto del fondo.

5 VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI DI POLVERI DAL CARBONILE

La polverosità indotta dalle attività connesse alla gestione del carbonile ha tre origini principali:

- transito di veicoli su superfici polverulente
- operazioni di movimentazione del carbone: tutte quelle operazioni che richiedono lo spostamento di una certa massa di materiale (scarico da nave a parco, ripresa da parco e scarico in tramoggia o su nastro trasportatore, sollevamento con pala, carico e scarico di camion, passaggio del carbone da un nastro al successivo nelle torri...)
- erosione eolica di polveri dai cumuli o dalle superfici interne al carbonile

Poiché l'entità delle polveri generate da attività quali quelle legate alla movimentazione del carbone è fortemente dipendente dalle condizioni meteorologiche presenti durante il loro svolgimento (principalmente dall'intensità del vento e dalla precipitazione), per la loro corretta valutazione è necessario considerare l'effettiva meteorologia presente nel sito nel periodo di indagine (Capitolo 3).

5.1 Metodologia di stima dei fattori di emissione

La modellizzazione delle emissioni di polveri generate dalle attività di gestione di un deposito di carbone è complessa, in quanto non si dispone di emissioni direttamente misurabili (a differenza delle sorgenti emissive puntuali, per le quali sono generalmente note le portate e le concentrazioni degli inquinanti). Le metodologie applicabili alle attività oggetto del presente studio constano nel calcolo di un fattore emissivo (EF) che consente di mettere in relazione la quantità di inquinante emessa in atmosfera con una misura dell'attività svolta (A) che ne provoca l'emissione (ad esempio i kg di materiale movimentato o il numero di mezzi in movimento su una strada). La quantità di inquinante emessa può essere espressa quindi dalla seguente relazione:

$$E = A \cdot EF \cdot (1 - ER\%) \quad [1]$$

dove:

E = emissione (ad es. g/ora)

A = tasso di attività (ad es. kg/ora)

EF = fattore emissivo (ad es. g/kg)

ER% = efficienza di abbattimento dell'emissione

La pubblicazione dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (US-EPA) "AP 42, Fifth Edition - Compilation of Air Pollutant Emission Factors" è tra le più aggiornate, complete ed autorevoli fonti bibliografiche disponibili in letteratura per la stima delle emissioni in atmosfera. Per le tipologie di sorgenti qui considerate si deve fare riferimento al capitolo 13 (*Miscellaneous Sources*) ed in particolare ai paragrafi 13.2.1 "Paved Roads", 13.2.2 "Unpaved Roads", 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage Piles" e 13.2.5 "Industrial Wind Erosion". Nel seguito sono analizzate le metodologie utilizzate

nel presente studio per la stima dei fattori emissivi. Si analizzeranno poi le emissioni calcolate e i risultati delle simulazioni di dispersione.

5.1.1 Metodologia utilizzata e sua applicazione

Nel corso delle valutazioni modellistiche, la stima dei fattori emissivi è stata effettuata secondo la metodologia esposta nel seguito.

In assenza di valori rilevati in situ, i parametri necessari alla determinazione delle emissioni nelle condizioni attuali sono dedotti da valori di riferimento per depositi di carbone reperiti nella stessa pubblicazione, operando scelte sempre cautelative.

I parametri relativi alle condizioni meteorologiche sono calcolati sulla base dei dati prodotti dal modello CALMET nel punto corrispondente al parco carbone. In questo modo si ottengono emissioni orarie coerenti con la meteorologia utilizzata nella simulazione modellistica.

I fattori di emissione per ciascuna attività di movimentazione del carbone sono stati definiti dalla seguente equazione (*Aggregate Handling and Storage Piles, cap. 13.2.4*):

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

dove:

E = fattore di emissione (kg di polvere per tonnellata di materiale movimentato)

k = parametro dipendente dalla dimensione delle particelle

U = velocità media del vento (m/s)

M = percentuale di umidità del materiale movimentato (in peso)

La Tabella 5.a riassume i valori scelti per la costante k (ricavata per il PM₁₀ dalla tabella di pagina 13.2.4-4 della citata metodologia) e per l'umidità del materiale. La velocità media del vento (parametro U) è stata ricavata su base oraria dai dati prodotti dal modello CALMET nel punto corrispondente al parco carbone. Per la valutazione dell'emissione su base temporale, nella Tabella 5.b è riportata la stima delle tonnellate di materiale movimentate in condizioni operative per ciascuno dei punti di emissione individuati.

Poiché il fattore emissivo varia di ora in ora in base alle condizioni meteorologiche, si riportano nella Tabella 5.c i valori medi di emissione sull'intero periodo per ciascuno dei punti di emissione nell'ipotesi di attività continuativa e ininterrotta.

Tabella 5.a – *Aggregate Handling and Storage Piles* - Parametri sito specifici scelti

Parametro	Valore
k	0.35
M [%]	2.7

Tabella 5.b – Aggregate Handling and Storage Piles – Quantità oraria di materiale movimentabile

Parametro	Tramoggia approdo 7	Scarico approdo 7	Tramoggia approdo 9	Scarico approdo 9	Tramogge BK7-BK9	Scarico Carb. naz.	Scarico Carb. estero
Mg/ora di materiale movimentabile	600	600	1000	1000	640	640	640

Tabella 5.c – Aggregate Handling and Storage Piles – valori medi di emissione sull'intero periodo

Parametro	Tramoggia approdo 7	Scarico approdo 7	Tramoggia approdo 9	Scarico approdo 9	Tramogge BK7-BK9	Scarico Carb. naz.	Scarico Carb. estero
Stima dell'emissione media di PM ₁₀ [g/s]	0.16	0.16	0.27	0.27	0.17	0.17	0.17

I fattori di emissione per polverosità indotta dal movimento di mezzi all'interno dell'area di stoccaggio del carbone, ovvero su strada non asfaltata, sono desunti dalla seguente equazione (*Unpaved Roads, cap. 13.2.2, Eq 1.a*):

$$E = \left[k \cdot 281.9 \cdot \left(\frac{s}{12} \right)^a \cdot \left(\frac{W}{3} \right)^b \right] \quad [3]$$

dove:

- E = fattore di emissione (in grammi per automezzo e per km percorso)
- s = contenuto percentuale di polvere fine nel materiale superficiale (%)
- W = peso medio del parco veicolare (tonnellate)
- k, a, b = parametri dipendenti dalla dimensione delle particelle

Il fattore 281.9 permette la conversione da lb/veicolo*miglia a g/veicolo*km.

La Tabella 5.d riporta, sulla base dei valori riportati nella Tab.13.2.2-2 della citata procedura e della stima dei valori sito specifici, i fattori utili per la stima delle emissioni.

Tabella 5.d – Unpaved Roads - Parametri di riferimento per la stima dell'emissione di PM₁₀.

Parametro	Valore
k [lb/vmt]	1.5
a	0.9
b	0.45
s [%]	1
W [Mg]	30

La Tabella 5.e riporta la stima della velocità media effettiva dei mezzi movimentati all'interno del carbonile, utile per la stima della percorrenza media dei mezzi.

Tabella 5.e – Unpaved Roads – Velocità media effettiva dei mezzi

Parametro	Movimentazione	Compattazione
velocità media [Km/h]	10	5
effettiva mobilitazione [min/h]	40	40
velocità media effettiva [Km/h]	6.7	3.3

Infine, la Tabella 5.f riporta i valori calcolati per il fattore emissivo relativo sia al transito dei veicoli dovuto alla movimentazione interna al carbonile, sia alla compattazione dei cumuli di carbone, espressi come grammi al secondo di polvere sollevata durante l'attività.

Tabella 5.f – Unpaved Roads – Fattori emissivi per il transito veicolare interno

E - PM ₁₀ Emission Factor [g/s]	
Movimentazione	Compattazione
0.24	0.12

Per quanto riguarda il fenomeno dell'erosione eolica, la pubblicazione US-EPA indica che solo venti di una certa intensità sono in grado di provocare il risollevarsi di polveri, durante episodi erosivi che si esauriscono in alcuni minuti. Il calcolo del fattore emissivo è quindi effettuato confrontando la misura dal potenziale erosivo del vento (la velocità di frizione, u^*) con un valore minimo di riferimento (velocità di frizione soglia, u^*_t) che dipende dalla tipologia di materiale sottoposto ad erosione e dalla grandezza delle particelle di polvere presenti sulla sua superficie. La formula utilizzata per il calcolo del fattore emissivo su base oraria è la seguente (*Industrial wind erosion*, cap. 13.2.5):

$$EF_3 = k \cdot \begin{cases} 58 \cdot (u^* - u^*_t)^2 + 25 \cdot (u^* - u^*_t) & \text{per } u^* \geq u^*_t \\ EF = 0 & \text{per } u^* < u^*_t \end{cases}$$

dove:

EF_3 = fattore emissivo (g/m^2)

u^* = velocità di frizione (m/s)

u^*_t = velocità di frizione soglia (*threshold*, m/s)

k = parametro dipendente dalla dimensione delle particelle (0.6 per il PM₁₀)

La velocità di frizione è stimata per ciascuna ora a partire dalla massima intensità del vento a 25 cm dalla superficie sottoposta ad erosione (u^*_s). Per la stima di questa misura di velocità si ricorre alla relazione seguente:

$$u^*_s = u^*_{10} \cdot \left(\frac{u_s}{u_r} \right) \quad [7]$$

dove:

u^*_s = massima intensità del vento alla superficie (m/s)

u^*_{10} = "fastest mile" alla quota di 10m (m/s)

(u_s/u_r) = fattore di correzione che tiene conto della forma del cumulo sottoposto ad erosione

La "fastest mile" alla quota di 10m (u^*_{10}) è stata stimata, a partire dal dato medio orario prodotto dal modello CALMET nel punto corrispondente al parco carbone, utilizzando la metodologia ASCE 7-95.

Infine l'equazione utilizzata per il calcolo della velocità di frizione è la seguente:

$$u^* = \frac{0.4 \cdot u^*_s}{\ln\left(\frac{0.25}{z_0}\right)}$$

[8]

dove:

u^* = velocità di frizione (m/s)

0.4 = costante di Von Karman (adimensionale)

u^*_s = massima velocità del vento alla superficie (m/s)

0.25 = quota a cui è misurata u^*_s (m)

z_0 = rugosità superficiale (m)

All'interno dell'area del carbonile sono state individuate quattro sotto-aree soggette ad erosione eolica, due costituite dai cumuli sottostanti i nastri brandeggianti, e due coincidenti con le aree di accumulo del carbone nazionale ed estero.

La Tabella 5.g riassume i valori scelti per i parametri z_0 , u_s/u_r e u^*_t per tutte le sotto-aree considerate.

Tabella 5.g – Wind erosion - Parametri scelti per il calcolo del fattore emissivo.

Parametro	Valore
z_0 (m)	0.005
u_s/u_r	0.6
u^*_t (m)	0.62

Poiché:

- il materiale erodibile è presente in quantità finita ed esauribile;
- l'equazione 6 stima il potenziale erodibile tra due disturbi della superficie intervallati da un periodo di ricostituzione del potenziale stesso;

l'emissione oraria di polveri è stata ottenuta dividendo il potenziale erodibile fornito dall'equazione 6 per il numero di ore di occorrenza del fenomeno nel giorno. In tal modo si è assunto che la superficie del carbonile sia perturbata quotidianamente e che il potenziale erodibile sia sempre disponibile all'inizio della giornata.

La Tabella 5.h riporta i valori calcolati per i fattori emissivi relativi all'erosione eolica. Poiché il fattore emissivo varia di ora in ora in base alle condizioni meteorologiche, si riportano i valori medi sull'intero periodo espressi come milligrammi di materiale eroso per metro quadrato di superficie e per secondo.

Tabella 5.h – Wind erosion - Fattori emissivi.

Fattore emissivo medio sul periodo per l'erosione eolica	
Parametro	Valore
PM ₁₀ [mg/m ² *s]	1.8E-03

I fattori di emissione per polverosità indotta dal movimento di mezzi all'esterno dell'area di stoccaggio del carbone, su strada asfaltata, per il trasporto del carbone nazionale in ingresso alla centrale, sono desunti dalla seguente equazione (*Paved Roads, cap.13.2.1, Eq 1*):

$$E = k \cdot (sL)^{0.91} \cdot (W)^{1.02}$$

dove:

- E = fattore di emissione (in grammi per automezzo e per km percorso)
- sL = contenuto di polvere fine sulla superficiale (g/m²)
- W = peso medio del parco veicolare (tonnellate)
- k = parametro dipendente dalla dimensione delle particelle

La Tabella 5.i riporta, sulla base dei valori desumibili dalla Tab.13.2.1-1 della citata procedura e della stima dei valori sito specifici, i fattori utili per la valutazione delle emissioni.

Tabella 5.i – Paved Roads - Parametri di riferimento per la stima dell'emissione di PM₁₀.

Parametro	Valore
k [g/vkt]	0.62
sL [g/m ²]	10
W [Mg]	30

Il percorso dei mezzi all'esterno del carbonile e per i primi 400 m metri circa è stato suddiviso in 4 tratti caratterizzati da diversi valori di polverosità e velocità media dei mezzi, come riportato nella Tabella 5.j.

Tabella 5.j – Paved Roads – Parametri caratteristici dei singoli tratti di percorso

Parametro	1° tratto	2° tratto	3° tratto	4° tratto
Lunghezza [m]	44	28	62	262
sL [g/m ²]	1	0.7	0.5	0.2
Velocità dei mezzi [Km/h]	20	30	40	40

Infine, considerando una frequenza stimata di 32 mezzi transitanti per ora, la Tabella 5.k riporta i valori calcolati per i fattori emissivi relativi al transito dei veicoli dovuto alla movimentazione nel primo tratto esterno al carbonile in ciascuno dei tratti considerati, espresso come grammi al secondo di polvere sollevata durante l'attività.

Tabella 5.k – Paved Roads - Fattori emissivi per il transito veicolare.

E - PM ₁₀ Emission Factor [g/s]			
1° tratto	2° tratto	3° tratto	4° tratto
0.127	0.058	0.095	0.174

6 STIMA DEGLI IMPATTI

La stima degli impatti è stata condotta mediante l'applicazione del sistema modellistico WRF-CALMET-CALPUFF: WRF è un modello meteorologico prognostico di ultima generazione sviluppato dal centro di ricerca statunitense UCAR (The University Corporation for Atmospheric Research). WRF è un modello numerico di mesoscala per la previsioni meteorologiche progettato sia per previsioni operative, sia per ricostruzioni storiche. Il modello implementa l'intera dinamica dell'atmosfera e trova applicazione per scale spaziali che spaziano dai metri alle migliaia di chilometri. L'applicazione in esame è stata condotta dal Centro Meteorologico EPSON meteo, con una risoluzione spaziale della griglia di maggior dettaglio pari a 3.5 km. CALMET è un modello meteorologico diagnostico per il calcolo dei campi tridimensionali di vento e temperatura e bidimensionali di tutti i parametri relativi alla turbolenza atmosferica e per la dispersione in aria di vari tipi di emissione. CALMET è sviluppato dalla società statunitense SRC Earthtech e costituisce il driver meteorologico specifico per CALPUFF, modello di dispersione lagrangiano a puff sviluppato dalla stessa SRC Earth tech. CALMET e CALPUFF sono stati applicati da CESI, portando la risoluzione complessiva della simulazione a 50 m come descritto nel seguito. Per maggiori dettagli sui codici di calcolo si rimanda alla documentazione fornita dagli sviluppatori.

6.1 Dominio di calcolo

Il modello CALMET ha ricostruito la serie oraria dei campi meteorologici per il periodo dal 24 agosto al 30 settembre 2012 sull'area riportata in Figura 6.a su cui è stata costruita la griglia tridimensionale avente le seguenti caratteristiche:

- Sistema di coordinate = UTM32 datum WGS84
- Definizione orizzontale della griglia:
 - Numero di celle nella direzione X (N_x) = 20
 - Numero di celle nella direzione Y (N_y) = 20
 - Lato cella (quadrata) = 250 m
 - Coordinate dell'angolo Sud Ovest del dominio km (445.500; 4336.500)
- Definizione verticale della griglia:
 - Numero di livelli = 8
 - Quote sul livello del suolo = 0, 20, 40, 80, 160, 400, 800, 1500, 4000 m

Data la natura del sito e delle sorgenti oggetto di studio, particolare attenzione è stata posta nella scelta dei livelli verticali per una accurata descrizione dei primi 500 metri dal suolo.

Le scelte effettuate consentono di riprodurre adeguatamente la meteorologia del sito in esame caratterizzato dalla presenza dell'interfaccia terra-mare con brezze che possono dissociare la circolazione atmosferica negli strati più bassi da quella a quote superiori. Importanti sono anche la riproduzione delle inversioni termiche.

La meteorologia prodotta da CALMET è stata quindi utilizzata come input per il modello dispersivo CALPUFF.

Sorgenti di emissioni al livello del suolo e prive di sovrainnalzamento termico, quali quelle presenti nel carbonile, esplicano effetti sulla qualità dell'aria confinati ad un intorno di pochi chilometri dal punto di rilascio. La valutazione degli impatti è stata quindi condotta sulla stessa area di calcolo meteorologica con risoluzione spaziale di 50 m (ottenuta con un'operazione di nesting di fattore 5 sulle celle meteorologiche).

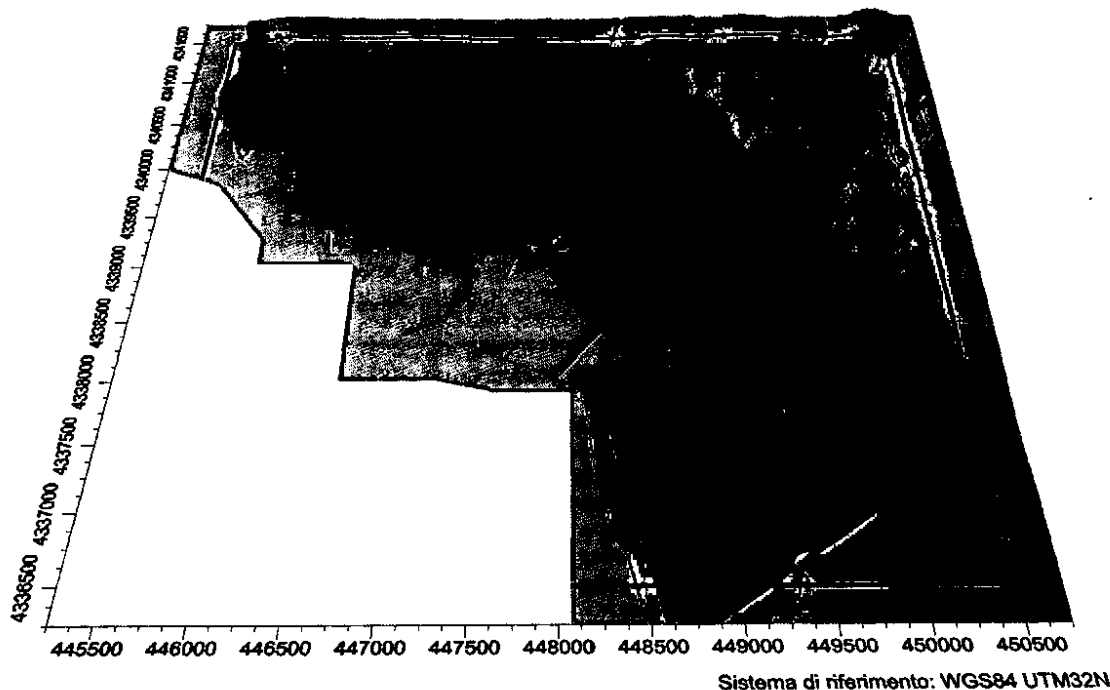


Figura 6.a - Dominio di calcolo.

L'andamento delle principali variabili meteorologiche è stato già descritto nel capitolo 3.

Ad integrazione di quanto già riportato, la Figura 6.b illustra l'evoluzione media dell'altezza dello strato rimescolato durante il giorno che, da valori notturni pari a circa 200 m s.l.s. raggiunge la massima estensione nelle ore centrali della giornata (mediamente pari a 900 m) e declina rapidamente tra le ore 17 e le ore 18. Nella figura è riportata anche la distribuzione nel giorno della stabilità atmosferica; la sostenuta circolazione dei venti nell'area si evidenzia nella sostanziale assenza del massimo grado d'instabilità (corrispondente alla classe A della classificazione di Pasquill-Gifford utilizzata nel grafico).

Oltre all'input meteorologico al modello CALPUFF sono state fornite le stime orarie delle emissioni di polveri di tutte le sorgenti considerate. L'applicazione del modello è stata effettuata due volte; nella prima si è considerato l'effettivo livello di emissioni associate alle operazioni condotte durante il periodo, nella seconda si è rappresentato il livello di emissioni associate alle stesse attività ma a valle dell'adozione delle azioni di minimizzazione descritte nel seguito.

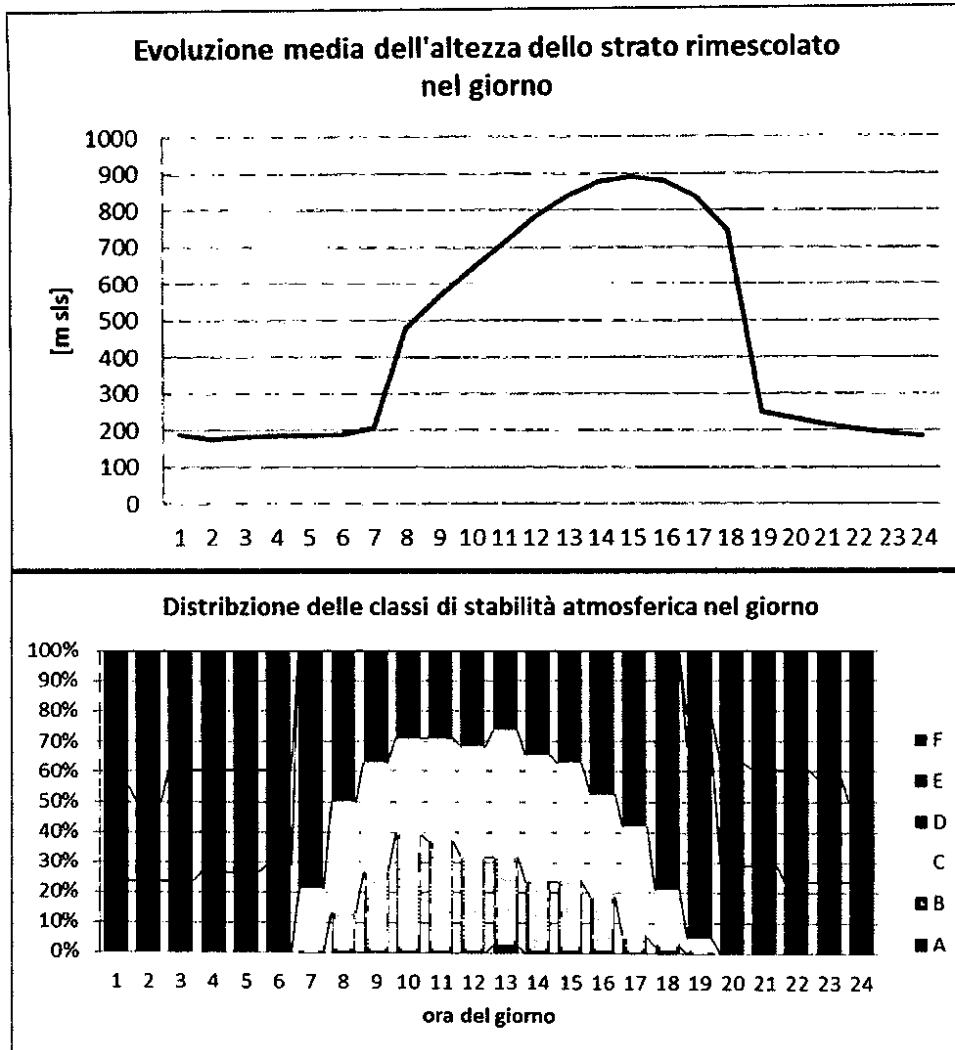


Figura 6.b – Altezza dello strato rimescolato e frequenza della stabilità atmosferica ricostruiti da CALMET per il periodo in esame presso il carbonile.

6.2 Risultati delle simulazioni

6.2.1 Valutazione delle ricadute nella situazione attuale

Nel presente paragrafo si riportano i risultati delle ricadute stimate per via modellistica corrispondenti all'attuale operatività del carbonile.

Il confronto tra le concentrazioni stimate dal modello in corrispondenza dei punti di misura con le concentrazioni misurate stesse assume anche valenza, oltre che d'interpretazione dei fenomeni in studio, di validazione della capacità dello strumento modellistico di simulare i fenomeni d'interesse.

La Figura 6.c riporta il confronto in termini di concentrazione media sul periodo. Il valore misurato è riportato in verde, da confrontarsi con la barra sottostante colorata in blu per la parte di fondo ed in rosso per il contributo del carbonile.

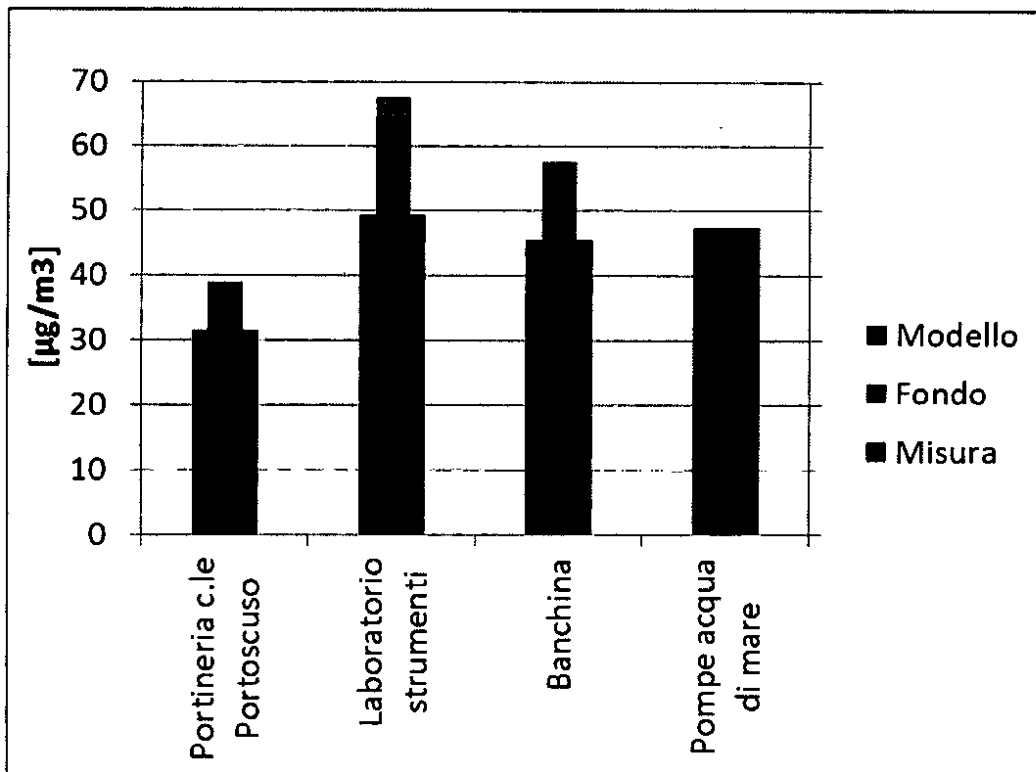


Figura 6.c – Concentrazione media sul periodo di PM₁₀, confronto tra misura (in verde) e fondo (blu) + modello (rosso) per le quattro postazioni.

Complessivamente si evidenzia una sottostima del modello compresa tra i 5 µg/m³ (per Portineria c.le Portoscuso) ed i 15 µg/m³ (per Laboratorio) ed una sottostima di circa 5 µg/m³ per Pompe acqua di mare. Le sottostime possono essere attribuite in parte a disturbi locali delle concentrazioni misurate che non rientrano nella rappresentazione del fondo o del modello (ad esempio il risollevarimento di polveri presenti in aree portuali, scarichi di altri materiali polverulenti nel porto, o ancora traffico su strade polverose) ed in parte ad una probabile sottostima del modello del rialzo generalizzato degli ultimi giorni di campagna, come meglio evidenziato dai seguenti grafici che riportano il confronto su base giornaliera tra misura, misura al netto del fondo e contributo del carbonile. Quale ausilio interpretativo si riporta inoltre la direzione del vento.

Per Portineria C.le Portoscuso si conferma un contributo sostanzialmente trascurabile delle polveri generate dal carbonile.

Per Laboratorio strumenti vi è una buona risposta soprattutto nel periodo dal 10° al 19° giorno di simulazione. A parte il periodo d'indisponibilità delle misure (per blocco strumento dal 19° al 28° giorno), la corrispondenza temporale è soddisfacente, sebbene le stime del modello sono inferiori ai valori misurati.

Anche per Banchina la corrispondenza temporale è buona, se si eccettuano due picchi del modello (il 6° ed il 26° giorno) non visti dalla misura.

Presso Area pompe acqua di mare tali picchi stimati dal modello e non presenti nella misura appaiono più frequenti sebbene di ridotta entità e complessivamente il comportamento può ritenersi sostanzialmente analogo.

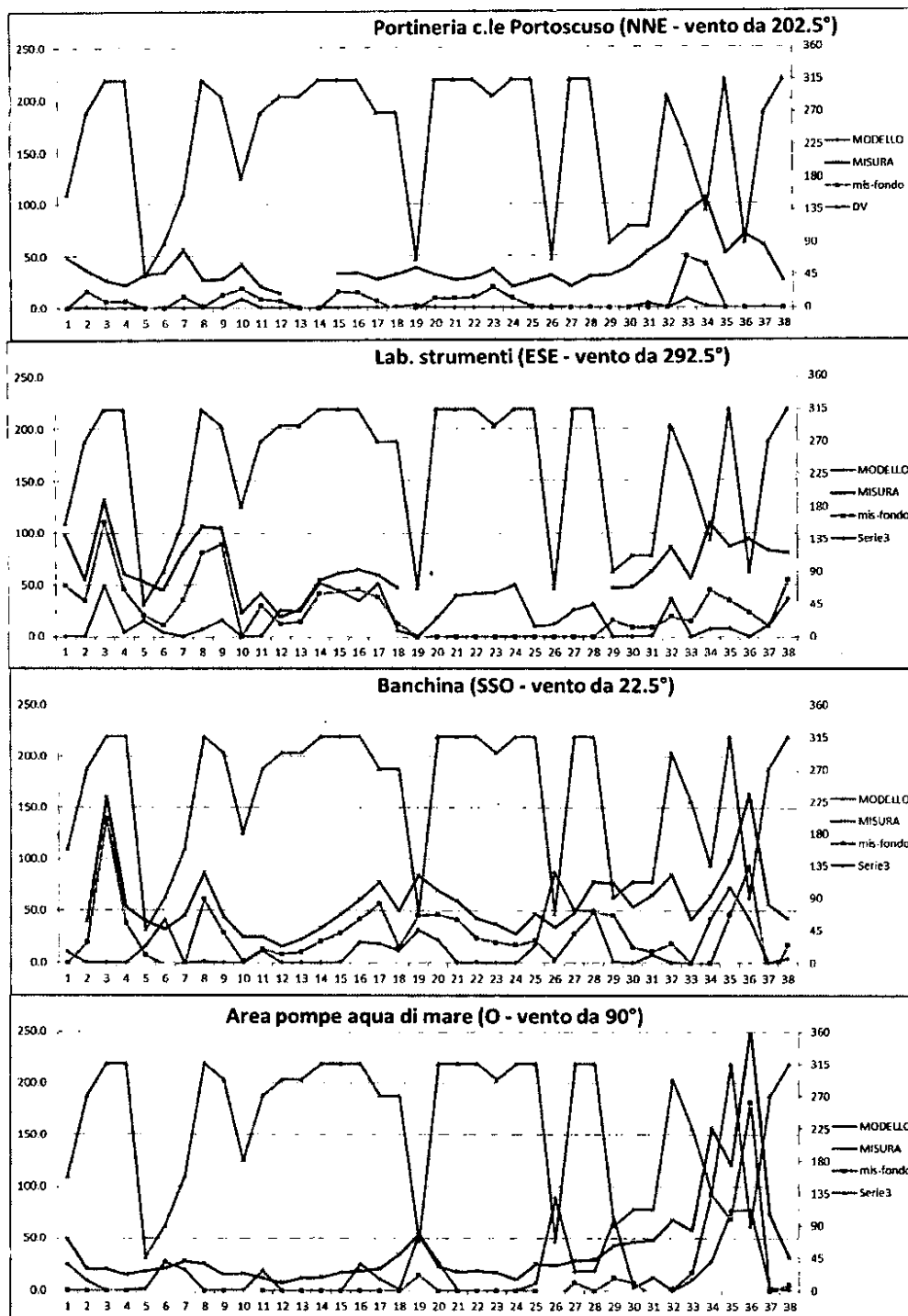


Figura 6.d – Concentrazioni giornaliere di PM₁₀: misura (in rosso), misura al netto del fondo (in giallo), modello (blu) e direzione del vento (in verde).

La Figura 6.e riporta la mappa della concentrazione media di periodo stimata dal sistema modellistico CALMET-CALPUFF. Le isolinee riportano la concentrazione imputabile alle emissioni dal carbonile, i dati puntuali in rosso si riferiscono ai livelli effettivamente misurati in campo al netto della concentrazione di fondo. L'area di maggiore impatto è centrata sulla sede dell'attività, con le concentrazioni superiori a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sostanzialmente contenute all'interno del parco carbone.

All'esterno del carbonile i valori sono inferiori a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e si riducono a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ad una distanza di circa 250 m dal limite del deposito carbone. Entro 400 m dal bordo i valori decrescono a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'impronta si presenta polarizzata in due lobi, verso SE e W.

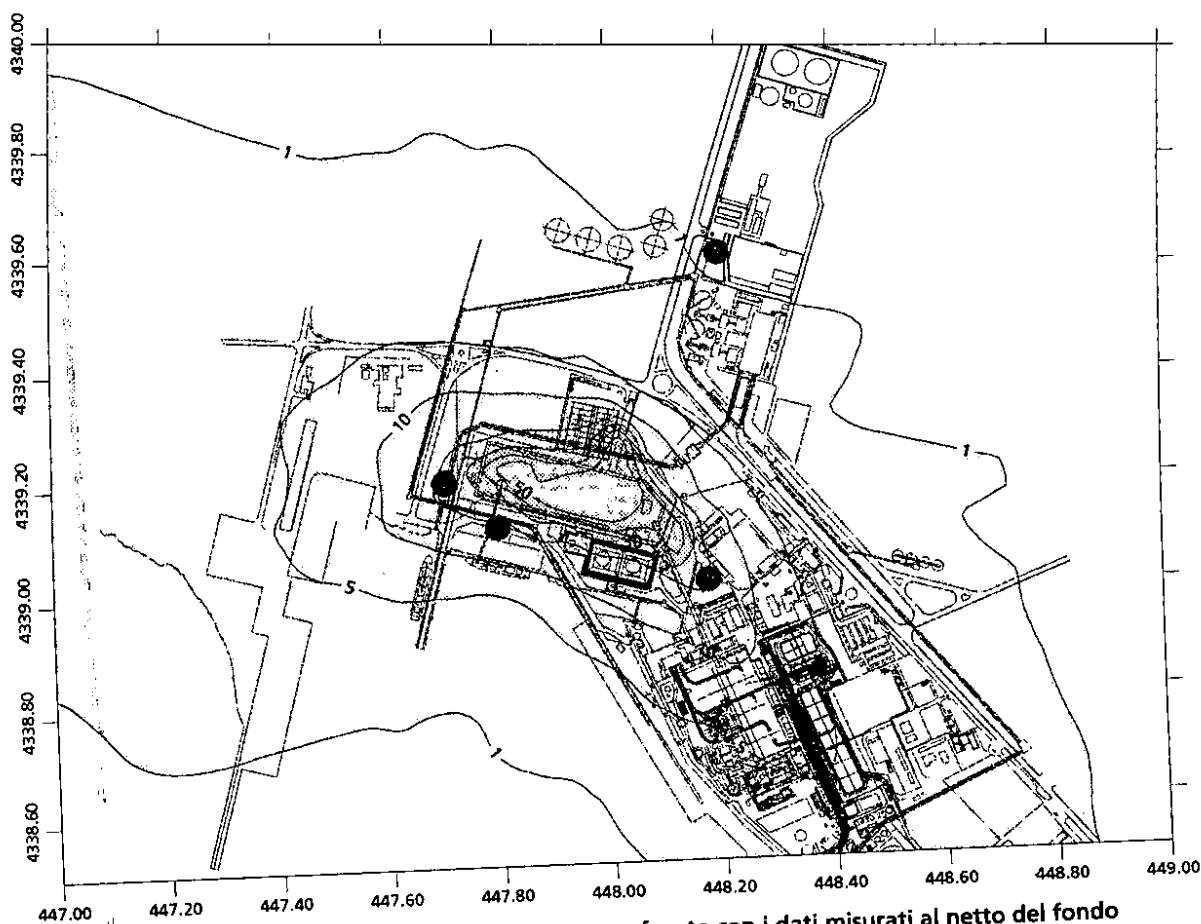


Figura 6.e - Concentrazione media di PM_{10} e confronto con i dati misurati al netto del fondo

La Figura 6.f presenta la medesima informazione per la massima concentrazione media giornaliera del periodo. L'area gialla identifica concentrazioni superiori a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ che ben corrispondono ai valori misurati.

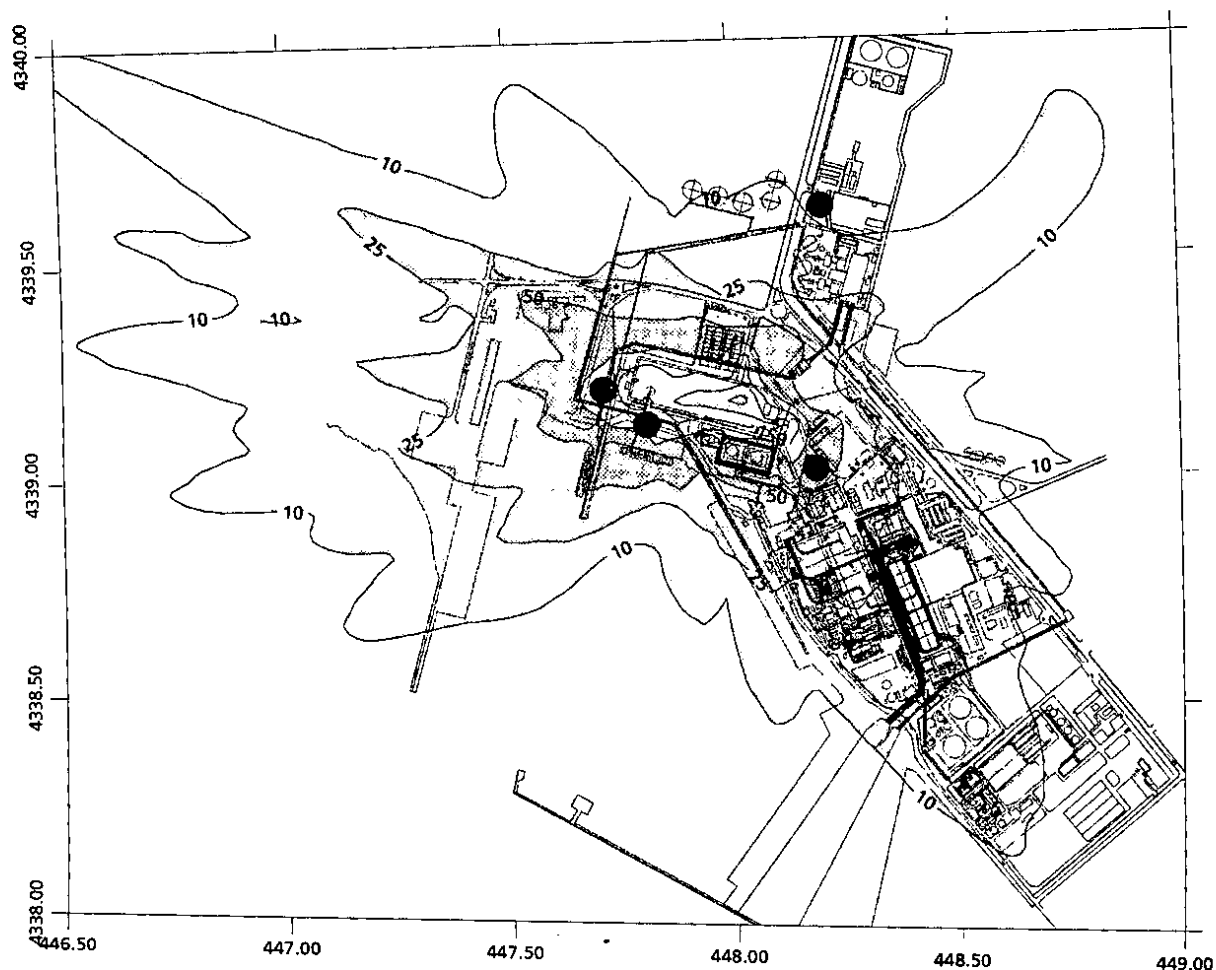


Figura 6.f – Massima concentrazione giornaliera di PM₁₀ e confronto con i dati misurati al netto del fondo

La Tabella 6.a riporta le concentrazioni medie stimate dal modello nelle quattro postazioni ripartite nei contributi che le costituiscono: erosione eolica, dalla movimentazione del materiale e dal passaggio di mezzi su superfici interne al carbonile e traffico sulla strada esterna dei veicoli pesanti per il conferimento del carbone nazionale dalla cava.

Le principali attività generatrici di polveri presso Portineria c.le Portoscuso e Laboratorio sono identificabili nel passaggio dei mezzi sul deposito di carbone (per movimentazione e compattazione) e nelle operazioni di carico e scarico. Queste ultime, fatte le debite proporzioni, non sembrano invece interferire con le aree di banchina e Pompe acqua di mare. Sul lungo periodo non si stima un contributo significativo dovuto all'erosione eolica fenomeno caratterizzato da intensi episodi di breve durata.

Tabella 6.a – Concentrazione media di PM₁₀ [µg/m³] simulata dal 24 agosto al 30 settembre 2012.

Postazione	Contributi				Totale
	Camion Trasp. Naz. su strada esterna	Scarico / carico	Mezzi su superfici non asfaltate	erosione eolica	
Portineria C.le Portoscuso	0.0	0.2	0.5	0.0	0.8
Laboratorio	0.1	8.6	9.7	0.1	18.6
Banchina	2.4	1.9	10.3	0.0	14.7
Pompe acqua di mare	2.5	3.2	10.9	0.0	16.7

6.3 Misure di minimizzazione delle emissioni di polveri proposte

Nel presente paragrafo si valutano e propongono alcuni interventi di minimizzazione delle ricadute sulla qualità dell'aria delle emissioni di polveri dal carbonile.

Le componenti emissive di polveri prese in considerazione nel presente studio, e per le quali dunque si considerano nel seguito interventi di minimizzazione, sono:

- erosione eolica dei cumuli,
- operazioni di scarico nelle diverse fasi di mobilitazione del carbone,
- risollevarimento delle polveri dovuto ai mezzi operanti all'interno del carbonile,
- risollevarimento delle polveri associato ai mezzi che conferiscono il carbone nazionale dalla miniera.

Al fine di minimizzare le emissioni associate a tutte le componenti emissive interne all'area del carbonile (erosione eolica, operazioni di scarico e mobilitazione, risollevarimento di polveri dovuto al transito dei mezzi), si propone di intervenire incrementando l'umidità del carbone sull'intera area del carbonile.

A titolo di esempio, nella Figura 6.g è evidenziato l'abbattimento delle emissioni di polveri associato all'incremento dell'umidità nel caso delle emissioni per passaggi su superfici non pavimentate. Valori di letteratura indicano che aumentare l'umidità di un fattore 2, produce un abbattimento del 75% delle emissioni di polveri.

Per stimare le quantità di acqua che un tale intervento richiederebbe, si può fare riferimento in via cautelativa al quantitativo di pioggia giornaliera che, in base alla citata pubblicazione AP 42 di US-EPA, consente il completo abbattimento delle emissioni di polveri dalle strade non pavimentate, pari a 0.254 mm. Un tale quantitativo di pioggia sull'intera area scoperta del carbonile si traduce in una portata di circa 370 l/h.

Su questa base sembra ragionevole proporre l'installazione di un opportuno sistema di irrigazione capace di erogare circa 740 l/h, da attivare indicativamente un'ora ogni quattro. Il sistema proposto erogherebbe dunque mediamente circa 185 l/h, la metà di quanto stimato per abbattere completamente il carico emissivo. Tale stima rappresenta

una valutazione di massima in quanto la determinazione più accurata della portata e delle modalità di bagnatura richiede un successivo studio di approfondimento.

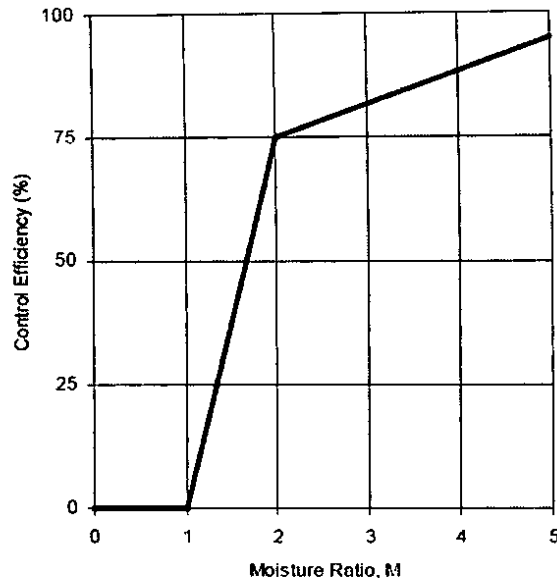


Figura 6.g – efficacia dell'incremento di umidità per le superfici non pavimentate (fonte EPA AP42)

Al fine di minimizzare le emissioni associate alle operazioni di scarico del carbone dalla navi alle tramogge e dai nastri brandeggianti al carbonile, si propone di provvedere con specifici impianti di umidificazione da installare nei punti di caduta del carbone. Inoltre, è necessario che l'esecuzione dell'operazione avvenga secondo le seguenti buone pratiche:

- Movimento dei macchinari lento e senza scosse;
- Completa chiusura delle benne (ove previste) prima dell'innalzamento del carico;
- Completo abbassamento delle benne all'interno delle tramogge (o avvicinamento verticale al punto di ricezione) prima della loro apertura
- Rimozione immediata di eventuali sversamenti accidentali

Al fine di minimizzare le emissioni associate al risollevarimento delle polveri dovuto ai mezzi operanti all'interno del carbonile, si propone di ridurre la velocità dei mezzi stessi.

Al fine di minimizzare le emissioni associate al risollevarimento delle polveri dovuto ai mezzi che conferiscono il carbone nazionale, si propone di limitare la velocità dei mezzi stessi, anche se operanti in area esterna al carbonile, e di effettuare periodiche operazioni di spazzamento della sede stradale con cadenza almeno giornaliera. Ulteriori accorgimenti vertono sull'incremento del lavaggio dei camion e dell'effettuazione del tragitto con cassone chiuso da un opportuno telo.

Al fine di minimizzare la generazione di emissioni polveri e la loro dispersione in aree esterne al carbonile si propone di intervenire, tramite innalzamento della barriera perimetrale frangivento, ad una altezza pari a 8 m. Le fonti letterarie individuano come maggiormente efficace barriera porosa con porosità variabile tra 30 e 50%. I benefici indicativi dell'intervento possono essere dedotti dalla Figura 6.h, risultato delle sperimentazioni condotte in galleria del vento presso l'istituto di Karlsruhe, da cui si evince che una barriera perimetrale di opportuna porosità permette riduzioni della

velocità del vento fino al 40% per distanze pari a 10 volte l'altezza della barriera. Peraltro l'intervento proposto è particolarmente opportuno quantomeno lungo il perimetro del carbonile esposto ai venti di maggiore frequenza e intensità e dal lato opposto, che nel caso della centrale Sulcis sono il lato a NW ed il lato a SE.

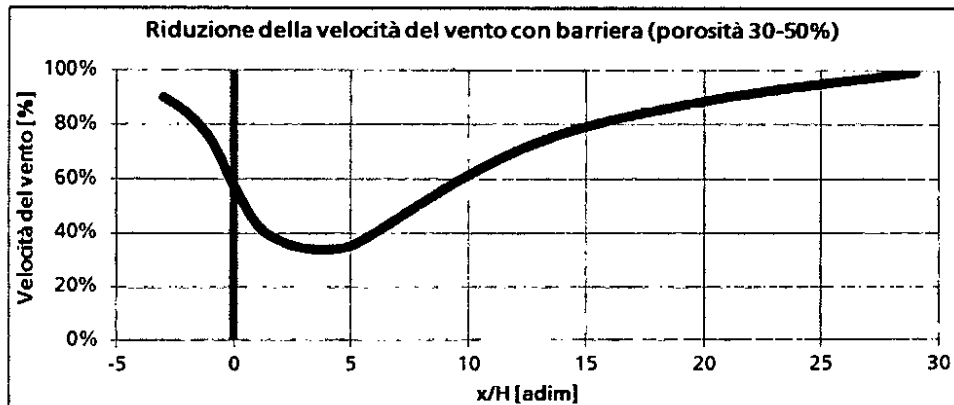


Figura 6.h - effetti sulla velocità del vento di una barriera perimetrale porosa (fonte: Istituto di Karlsruhe)

6.4 Stima degli effetti delle misure di minimizzazione

Ai fini della modellizzazione, gli interventi proposti al paragrafo precedente si traducono nella modifica dei parametri quantitativi di seguito elencati:

- umidità del carbone in tutte le fasi di mobilitazione e deposito: dal 2.7% al 5.4%;
- erosione eolica: abbattimento del 75% del relativo contributo come conseguenza dell'incremento di umidità del carbone;
- velocità dei mezzi all'interno del carbonile: da 10 Km/h a 5 Km/h per la mobilitazione del carbone, da 5 Km/h a 2.5 Km/h per la compattazione del carbone;
- contenuto di polveri fini sulle strade esterne asfaltate: dimezzamento del carico superficiale sui primi tre tratti per effetto delle operazioni di spazzatura periodica (da 10 a 5 g/m² nel primo tratto, da 7 a 5 g/m² nel secondo, da 5 a 2.5 g/m² nel terzo);
- velocità dei mezzi sulle strade esterne asfaltate: riduzione sui primi tre tratti (da 20 a 15 Km/h nel primo tratto, da 30 a 15 Km/h nel secondo, da 40 a 15 Km/h nel terzo)
- riduzione della velocità del vento all'interno dell'area di carbonile mediante l'innalzamento della barriera frangivento e la limitazione dell'altezza dei cumuli.

Gli effetti delle misure di mitigazione sopra riportate sono stimati mediante l'elaborazione di una nuova serie di emissioni orarie replicando le medesime attività svolte effettivamente nel periodo ma a valle delle azioni mitigative descritte. Tali emissioni sono state quindi fornite al modello CALPUFF per una seconda applicazione mirata alla stima delle concentrazioni in aria ambiente associate.

La Figura 6.i e la Figura 6.j riportano le stesse elaborazioni di Figura 6.e e Figura 6.f a valle degli interventi di minimizzazione descritti al paragrafo precedente.

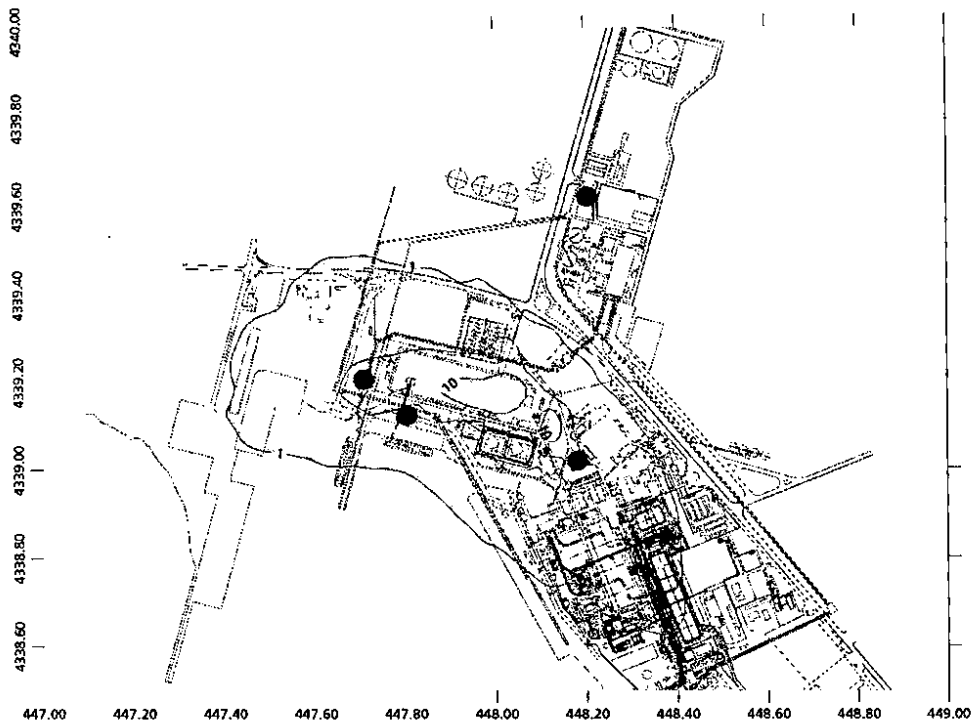


Figura 6.i – Concentrazione media di PM₁₀ a valle degli interventi di minimizzazione.

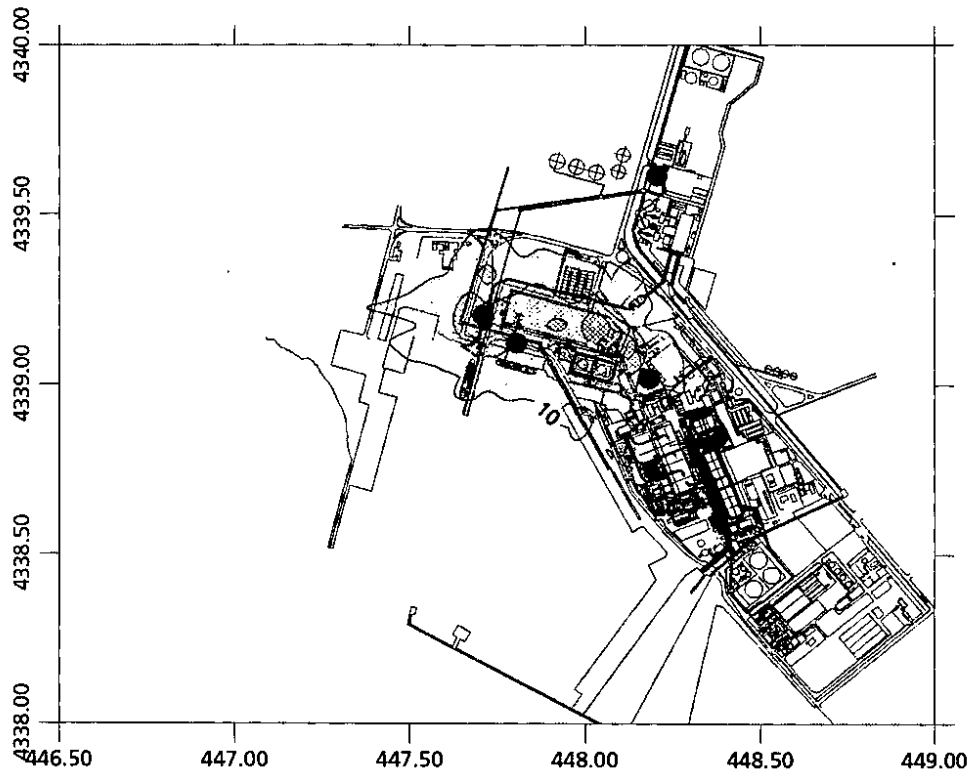


Figura 6.j – Massima concentrazione giornaliera di PM₁₀ a valle degli interventi di mitigazione.

Appare evidente la riduzione delle concentrazioni in aria ambiente associate all'operatività del carbonile sia in termini di valori assoluti sia in termini di estensione spaziale dell'area interferita.

La Tabella 6.b riporta per confronto con la Tabella 6.a, le ricadute in corrispondenza delle postazioni di misura da cui si apprezza una riduzione compresa tra il 74% (presso l'area Pompe acqua di mare) ed il 77% (presso la Banchina) rispetto alla situazione attuale.

Tabella 6.b – Concentrazione media di PM₁₀ [µg/m³] simulata dal 24 agosto al 30 settembre 2012.

Postazione	Contributi				Totale
	Camion Trasp. Naz. su strada esterna	Scarico / carico	Mezzi su superfici non asfaltate	erosione eolica	
Portineria C.le Portoscuso	0.0	0.1	0.1	0.0	0.2
Laboratorio	0.1	3.3	1.2	0.0	4.6
Banchina	1.4	0.7	1.3	0.0	3.4
Pompe acqua di mare	1.8	1.2	1.4	0.0	4.4

7 CONCLUSIONI

Il presente rapporto è stato redatto in risposta alla prescrizione AIA per la centrale Sulcis (Decreto AIA DVA_DEC-2011-0000579 del 31/10/2011 pubblicato sulla G.U. il 2/12/2011) ed ha riportato la metodologia ed i risultati delle attività condotte per l'esecuzione dello studio di fattibilità per la minimizzazione della diffusione delle polveri dal parco carbone della centrale del Sulcis.

Lo studio è stato condotto mediante un approccio integrato basato su:

- la caratterizzazione dell'attuale situazione dell'operatività del carbonile;
- l'esecuzione di una campagna di misura delle concentrazioni in aria ambiente di PM₁₀;
- la stima delle ricadute sulle concentrazioni in aria ambiente di PM₁₀ associate alle emissioni dovute all'operatività del carbonile mediante una applicazione di modellistica atmosferica;
- L'analisi e la definizione di azioni atte a minimizzare le attuali emissioni del carbonile;
- La stima degli effetti delle azioni di cui al punto precedente mediante una ulteriore simulazione di modellistica atmosferica.

Lo studio ha preso in esame il periodo dal 24 agosto al 30 settembre 2012.

La campagna di misura ha visto l'installazione di 4 campionatori gravimetrici sequenziali che hanno monitorato le concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀ in tre punti prossimi al

carbonile ed in un punto più distante, in direzione NNE, per la registrazione della polverosità dell'area in una zona non influenzata dalla presenza del carbonile.

L'effettiva operatività quotidiana del carbonile è stata descritta mediante le registrazioni dei periodi di svolgimento delle differenti attività generatrici di polveri.

Le simulazioni modellistiche sono state condotte mediante l'impiego della catena modellistica WRF-CALMET-CALPUFF che ha riprodotto per il periodo in esame l'evoluzione oraria dei campi tridimensionali della meteorologia e la dispersione in atmosfera delle emissioni di polveri in oggetto.

L'analisi dei risultati delle concentrazioni misurate e di quelle stimate dal modello concordano nel descrivere l'impronta delle ricadute al suolo delle concentrazioni di PM₁₀ attribuibili alla attività del carbonile nel periodo polarizzate in direzione SE e W, con contributi mediamente compresi tra 10 e 30 µg/m³ entro 300 m dal perimetro dello stesso.

L'analisi dei risultati ha portato all'elaborazione delle seguenti ipotesi d'intervento finalizzate alla riduzione delle emissioni:

- Incremento dell'umidità percentuale del carbone sull'intera area del carbonile tramite installazione di un sistema di dispersione d'aerosol d'acqua opportunamente dimensionato (cannoni fogging);
- Limitazione della velocità dei mezzi operanti all'interno del carbonile;
- Limitazione della velocità dei mezzi che conferiscono il carbone nazionale nel tratto stradale prossimo all'ingresso al carbonile, e periodico spazzamento della sede stradale;
- innalzamento della barriera perimetrale frangivento fino a 8 metri sls per mezzo di una struttura di opportuna porosità;
- limitazione dell'altezza massima dei cumuli.

L'efficacia di tali azioni è stata quindi valutata mediante una seconda applicazione del sistema modellistico a valle delle opportune modifiche all'input emissivo.

Per il periodo in esame si stima che l'adozione delle misure di mitigazione proposte, come descritte nel paragrafo 6.4, avrebbe consentito rispetto alla situazione attuale una riduzione in media delle concentrazioni imputabili al carbonile nei punti di misura compresa tra il 74% (presso l'area Pompe acqua di mare) ed il 77% (presso la Banchina). Le aree di principale perturbazione sono ridotte entro circa 200 m di distanza dal limite del carbonile con contributi alla qualità dell'aria in termini di PM₁₀ non significativi.

La reale efficacia delle misure suggerite potrà essere verificata mediante la ripetizione della campagna di misura e delle relative stime modellistiche successivamente all'attuazione delle proposte di riduzione delle emissioni stesse.

8 BIBLIOGRAFIA

Decreto AIA DVA_DEC-2011-0000579 del 31/10/2011 pubblicato sulla G.U. il 2/12/2011.

Countess Environmental, 2004. "WRAP fugitive Dust Handbook". Countess Environmental, Westlake Village CA 91361, WGA contract n° 30204-83, novembre 2004.

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

Enel, 2009. "Istruzione Operativa per l'esercizio e la manutenzione di impianti e apparecchiature per il ricevimento, lo stoccaggio e la movimentazione del carbone dell'Impianto Termoelettrico della C.le Grazia Deledda/Sulcis" Istruzione operativa N. 18 del 21/12/2009.

Enel, 2012. "Specifica tecnica. Servizio di messa a parco, ripresa e movimentazione del carbone presso la centrale di Sulcis". LSC SU1-13.

MoE, 2009. "Dispersion modeling guidance document". Michigan Department Of Environmental Quality.

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

Scire, J.S., D.G. Strimaitis, R.J. Yamartino, 2000(b). A user's guide for the CALPUFF Dispersion Model. Earth Tech Inc, Concord, MA, USA.

US-EPA "AP 42, Fifth Edition - Compilation of Air Pollutant Emission Factors".

Cliente ENEL Produzione

Oggetto Centrale del Sulcis "Grazia Deledda" – Prescrizione AIA 9.2 c):
presentazione della documentazione tecnica dei deposimetri e proposta di
posizionamento.

Ordine A.Q. 8400051749-Attingimento 4000318236 del 17/07/2012

Note Rev. 0 (AG12ESS102 – Lettera n. B2037100)

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

N. pagine 18 **N. pagine fuori testo** 0

Data 26/11/2012

Elaborato ESS - Maspero Mario
B2036812 3270 AUT

Verificato ESS - Sala Maurizio
B2036812 3741 VER

Approvato ESS - Filippini Stefano (Project Manager)
B2036812 554964 APP

Indice

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO SINTETICO DELLE CARATTERISTICHE DELLA CENTRALE "GRAZIA DELEDDA" DEL SULCIS	4
2.1	Sintesi delle caratteristiche anemologiche e di piovosità.....	7
3	PROPOSTA DI TIPOLOGIA E POSIZIONAMENTO DEI DEPOSIMETRI	14
3.1	Proposta di tipologia dei deposimetri.....	14
3.2	Proposta di posizionamento dei deposimetri.....	15
3.3	Frequenza, durata di campionamento e modalità di trattamento dei campioni di deposizione	17

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	26/11/2012	B2036812	Prima emissione

1 PREMESSA

La Centrale ENEL "Grazia Deledda" ha ricevuto l'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) per l'esercizio della Centrale con decreto autorizzativo del MATTM del 31/10/2011 (Prot. DVA DEC-2011-0000579). Nelle prescrizioni contenute in tale decreto autorizzativo, all'art. 1 del Decreto in argomento, il comma 6 prevede:

"Si prescrive al Gestore di presentare all'Autorità Competente e all'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale, entro un anno a partire dalla data di pubblicazione dell'avviso di cui all'art.7, comma 5, la documentazione tecnica relativa alla tipologia e posizionamento dei deposimetri da installare, di cui al Capitolo 16, "Piani, programmi e progetti da presentare all'Autorità competente", pag.85 del parere istruttorio relativo alla Centrale Termoelettrica Sulcis-Grazia Deledda"

Il presente Rapporto riporta la proposta elaborata da CESI per conto di ENEL.

2 INQUADRAMENTO SINTETICO DELLE CARATTERISTICHE DELLA CENTRALE "GRAZIA DELEDDA" DEL SULCIS

La Centrale ENEL "Grazia Deledda" è ubicata nel polo industriale di Portovesme del comune di Portoscuso (CI). All'interno di essa sono presenti numerosi altri insediamenti produttivi visibili nella figura che segue, in cui è stata evidenziata anche la posizione del carbonile:

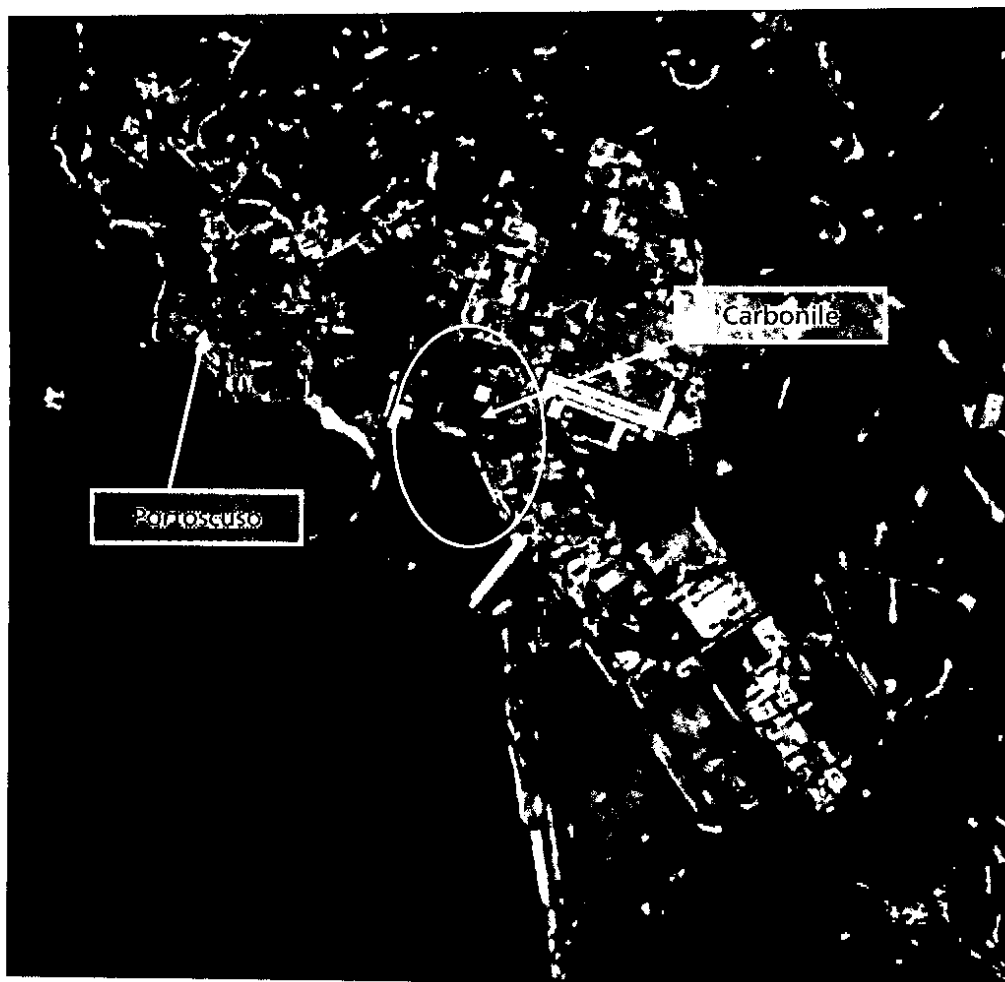


Figura 1 - Zona Industriale di Portovesme nel comune di Portoscuso

Molti degli insediamenti produttivi operano nel settore minerario, metallurgico ed energetico. Tra di essi vanno citati Eurallumina (produzione di allumina), Alcoa (produzione di alluminio) e Portovesme srl (produzione di zinco, piombo e cadmio). Sebbene molti degli insediamenti industriali non siano attualmente pienamente operativi ed alcuni in fase di dismissione o ridimensionamento, le loro attività produttive peculiari hanno generato un notevole rilascio di polveri grossolane nell'ambiente e tutt'ora permangono aree scoperte in cui sono stoccati minerali, scarti di lavorazione e rifiuti, visibili anche in Figura 1 (aree in marrone-bruno).

Per quanto riguarda prettamente la Centrale "Grazia Deledda", nel seguito sono riassunti alcuni dati significativi con particolare riferimento alla movimentazione e stoccaggio del

carbone nell'area dell'impianto, utili ad inquadrare le zone più interessate ad eventuali deposizioni di polveri di carbone disperse durante il ciclo produttivo.

L'assetto attuale della Centrale Grazia Deledda del Sulcis comprende 2 gruppi termoelettrici alimentati a carbone:

- sezione 2 termoelettrica di produzione SU2, con caldaia a letto fluido circolante, con potenza di 350 MW_e (800 MW_t);
- sezione 3 termoelettrica di produzione SU3, con caldaia convenzionale da 240 MW_e (670 MW_t).

Entrambe le sezioni di produzione termoelettrica possono essere alimentate in co-combustione di carbone e biomasse. La sezione 2 è autorizzata all'utilizzo di biomasse per un massimo del 15% di input termico, la sezione 3 per un massimo del 5%.

Il carbone utilizzato nella combustione è di provenienza estera (Colombia, Indonesia e Sudafrica) o nazionale (miniere del Sulcis, Sardegna). Il carbone nazionale (Sulcis) viene approvvigionato tramite automezzi dotati di sistemi di trattenimento delle polveri quali portelloni o teloni sul piano di carico. Il carbone estero è approvvigionato via mare tramite chiatte o navi autoscaricanti alla banchina ENEL Riva Est. In caso di necessità viene utilizzato anche il lato Ovest del Pontile ENEL. Qualora avvengano forniture notevoli di carbone, che richiedono l'attracco di navi ad elevato tonnellaggio, viene impiegata la Banchina Commerciale. Lo scarico del carbone alla banchina ENEL Riva Est viene effettuato con braccio meccanico che afferisce ad una tramoggia dedicata e da essa il carbone viene trasferito al parco carbone con un nastro trasportatore. Per lo scarico dal Pontile ENEL viene utilizzata una gru scorrevole e, tramite nastri trasportatori, il carbone viene inviato al parco carbone. Nel caso di scarico alla Banchina Commerciale, il carbone viene trasferito al parco carbone con automezzi simili a quelli impiegati per l'approvvigionamento del carbone nazionale. In Figura 2 è mostrato un estratto della planimetria della Centrale "Grazia Deledda" in cui sono individuati il parco carbone, le banchine di scarico (banchina commerciale ed ENEL) ed i nastri trasportatori:

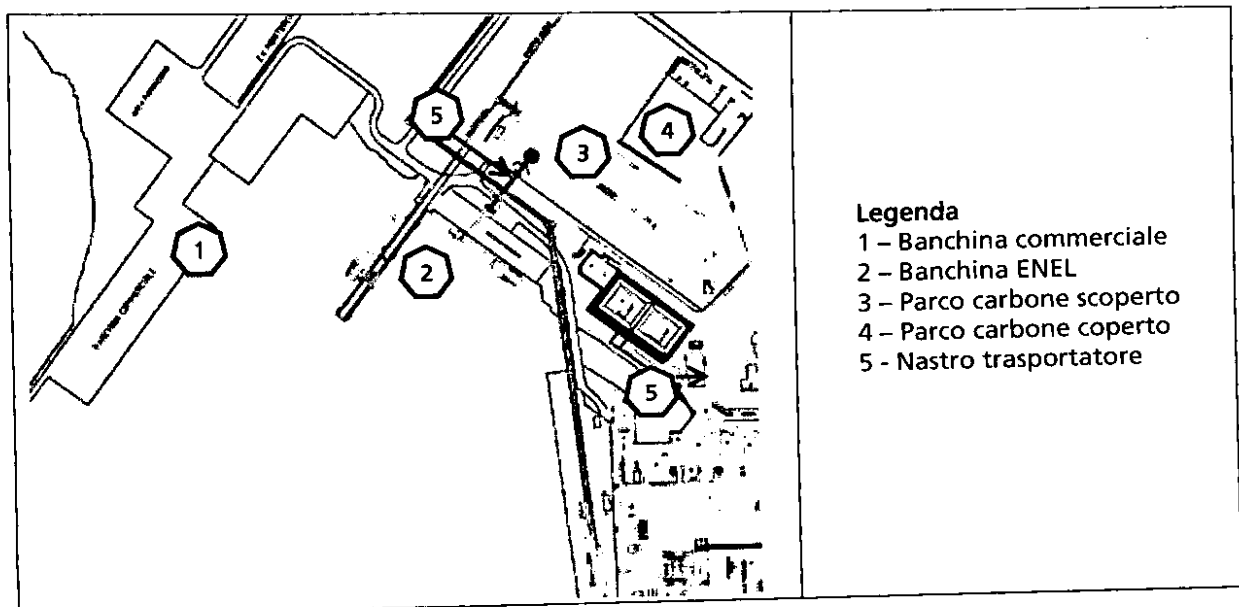


Figura 2 - Estratto della planimetria della Centrale "Grazia Deledda"

Il parco carbone ha una superficie totale di 40'000 m² di cui circa 32'600 m² sono scoperti e 7400 m² hanno una copertura dagli agenti atmosferici. La parte coperta alloggia il

combustibile impiegato nella sezione termoelettrica 2 (SU2 – caldaia a letto fluido) per garantire il funzionamento ottimale del sistema di alimentazione. Complessivamente, il parco carbone può contenere fino a 170'000 tonnellate di carbone, di cui 153'000 nella parte scoperta e 17'000 al coperto. Il parco carbone è cintato con una rete di contenimento e sono installati sistemi di bagnatura per limitare la dispersione di polveri. Al suo interno, il carbone viene separato in base alla sua qualità in cumuli dell'altezza massima di 8 metri. Dal parco, il combustibile viene inviato ai silos di esercizio e alla caldaia tramite tramogge e nastri.

I consumi annuali di carbone sono riassunti nella Tabella 1:

Sezione termoelettrica	Tipo carbone	Consumo 2009 (t/anno)	Consumo 2010 (t/anno)	Consumo 2011 (t/anno)
SU 2	estero	356'936	380'384	472'263
	nazionale	116'143	92'922	84'012
SU 3	estero	373'875	271'378	209'667
	nazionale	40'317	16'071	24'381
Totale		887'271	760'756	790'324

Tabella 1 - Consumi annuali di carbone

Per quanto riguarda il monitoraggio della qualità dell'aria, in particolare quello relativo alle polveri aerodisperse, ARPAS ha dislocato quattro centraline nell'intorno della zona industriale di Portoscuso, come visibile dalla Figura 3, tratta dalla "Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2010" di ARPAS (1):

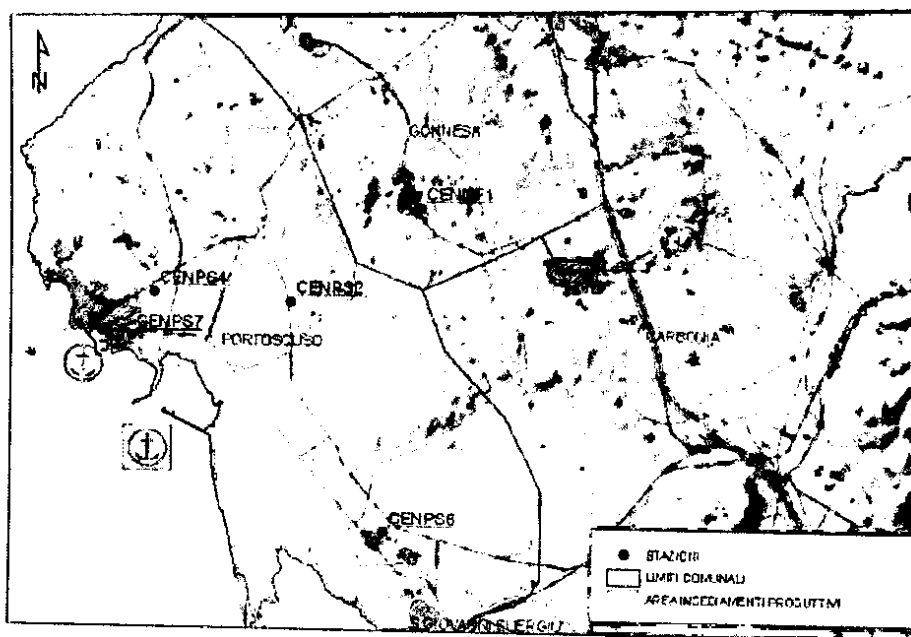


Figura 3 - Posizionamento delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria a Portoscuso

Due stazioni di monitoraggio (CENPS2 e CENPS4) sono dislocate attorno all'area industriale, CENPS7 è posizionata nel centro urbano di Portoscuso e CENPS6 nella frazione di Paringianu. Le centraline sono tutte dotate di strumentazione per la rilevazione del particolato PM10, oltre a quella per determinare altri parametri della qualità dell'aria.

¹ Il rapporto è reperibile dal sito http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_38_20110808113718.pdf

I valori medi annuali di PM10 sono riportati nella Tabella 2, in cui sono indicati in parentesi il numero di superamenti annuali del valori di soglia giornaliero di 50 µg/m³:

Postazione	2009	2010
CENPS2	30.4 (21)	28.6 (9)
CENPS4	22.6 (7)	23.0 (5)
CENPS6	27.5 (12)	23.7 (3)
CENPS7	27.8 (12)	28.5 (16)

Tabella 2 - Valori medi annuali di PM10, in µg/m³, e numero di superamenti annuali (in parentesi) nelle postazioni intorno a Portoscuso.

I valori medi annuali di PM10 della zona di Portoscuso – Portovesme rilevati nel 2009 e 2010 sono rimasti ampiamente al di sotto del valore limite annuale previsto dal DLgs 155/10, pari a 40 µg/m³, così come il numero di superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m³, anch'essi ben inferiori ai 35 consentiti annualmente. Nella zona, sono quindi assenti particolari criticità, almeno in relazione alla polveri PM10, le quali hanno lungo tempo di permanenza in aria e possono provenire anche da lunga distanza.

La prescrizione prevede l'installazione di due deposimetri al fine di valutare le emissioni di polveri dal carbonile. I deposimetri, in via del tutto generale, sono in grado di raccogliere soprattutto le polveri sedimentabili, ovvero quelle aventi un diametro maggiore di 10 µm ⁽²⁾, che si depositano spontaneamente per gravità o che sono portate a terra dalla pioggia. Ne consegue che i deposimetri hanno una rappresentatività limitata alle emissioni pulverulente più grossolane che avvengono in un raggio di circa 500 m intorno ad essi ⁽²⁾. Oltre alle polveri sedimentabili, i deposimetri possono comunque raccogliere anche le particelle di dimensioni inferiori ai 10 µm, soprattutto nel caso che impattino contro le parti interne del recipiente di raccolta, normalmente un imbuto di dimensioni adeguate, e vengano dilavate dalle piogge all'interno del recipiente posto al di sotto dell'imbuto. Si ritiene che questo tipo di polveri più fini raccolte dai deposimetri siano in realtà quantitativamente trascurabili rispetto a quelle sedimentabili.

Un ulteriore contributo alla definizione delle zone interessate dalle polveri provenienti dal carbonile può venire dalle considerazioni di US-EPA relative alla dispersione di polveri da mucchi ⁽³⁾, caso assimilabile al parco carbone della Centrale. US-EPA ritiene infatti che con un vento di 16 km/h le polveri aventi diametro uguale o superiore a 100 µm sedimentino entro 6-9 m dal punto di rilascio, a seconda delle condizioni di turbolenza atmosferica. Particelle di polveri con diametri compresi tra 30 e 100 µm, nelle stesse condizioni precedenti, sedimentano entro un centinaio di metri dal punto di rilascio se non vi sono condizioni di turbolenza che le mantengono in aria, mentre quelle più fini permangono sospese in atmosfera.

Per definire le zone potenzialmente influenzate dalle fuoriuscite di polvere di carbone e quindi adatte alla valutazione delle deposizioni è necessario pertanto valutare anche le caratteristiche anemologiche della zona (v. par. 2.1).

2.1 Sintesi delle caratteristiche anemologiche e di piovosità

Per quanto riguarda il regime anemologico caratteristico della zona, nelle figure che seguono sono riportate le rose medie dei venti per gli anni 2010 (a destra) e 2011 (a sinistra), ricavate dai dati raccolti dalla postazione meteorologica della Centrale:

² A. Di Domenico, Rapporto ISTISAN 1978/17 (1978)

³ US-EPA, AP 42, Fifth Edition, Volume I, Chapter 13: Miscellaneous Sources

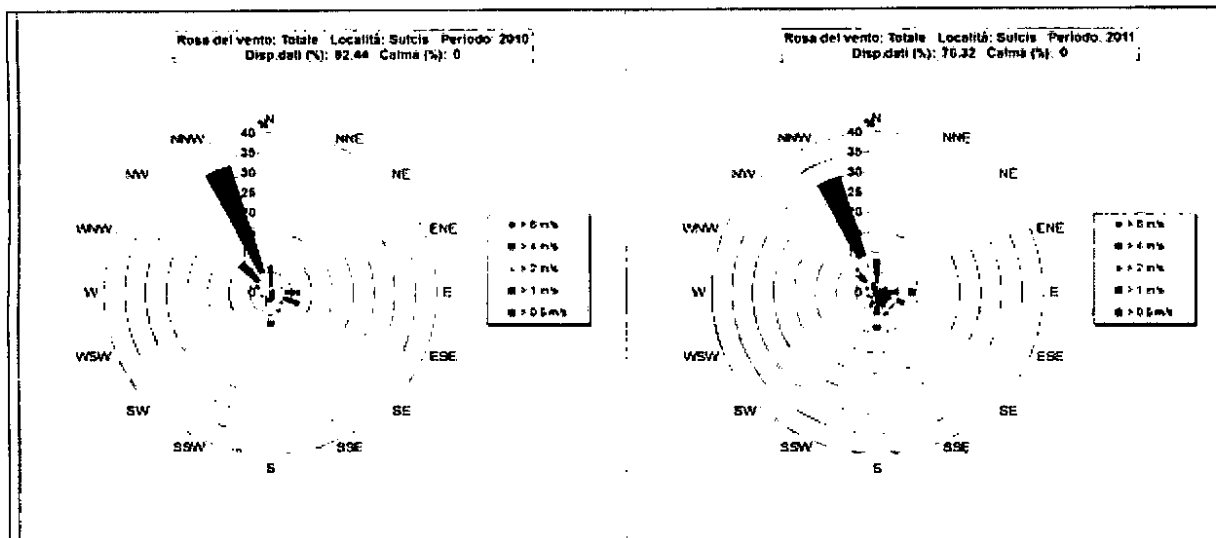


Figura 4 - Rose dei venti medie per gli anni 2010 (a sinistra) e 2011 (a destra)

Entrambe le rose sono caratterizzate dalla prevalenza del vento da NNW con intensità anche maggiori di 6 m/s. Nella Figura 5, i dati di frequenza di direzione del vento nei due anni considerati sono confrontati tra di loro:

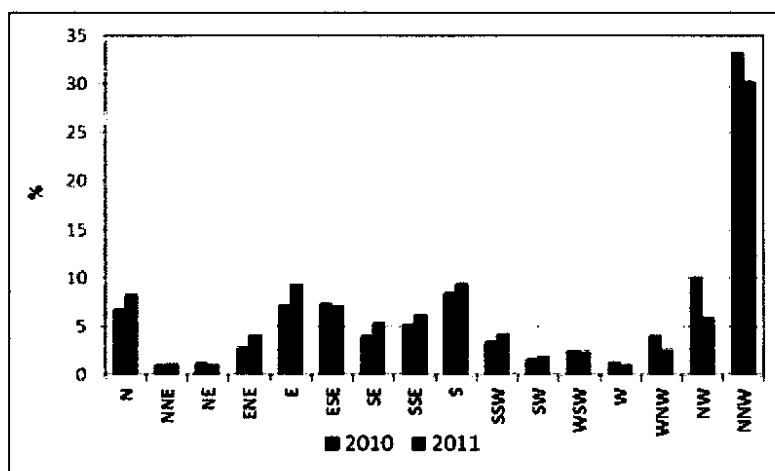


Figura 5 - Distribuzione % delle direzioni di provenienza del vento

In entrambi gli anni, il vento ha soffiato prevalentemente da NNW con una durata pressoché equivalente. Altre direzioni significative sono quelle da N e NW. Complessivamente, il vento è provenuto da queste tre direzioni per il 50% del tempo nel 2010 e per il 44% del tempo nel 2011. Nel resto del tempo, il vento ha soffiato dalle direzioni E, ESE e SE per il 18 % del tempo nel 2010 e 22% nel 2011 e da SSE, S e SSW per il 17 % del tempo nel 2010 e 20% nel 2011.

E' evidente che dal punto di vista anemologico, la zona della Centrale del Sulcis è caratterizzata da alcune direzioni preferenziali del vento che sono riamaste pressoché costanti nei due anni esaminati.

Nella Figura 6 sono esaminati, invece, solo i venti con velocità uguali o maggiori a 6 m/s (circa 22 km/h), che potrebbero essere quelli più influenzanti la dispersione di polveri dal parco carbone. Anche in questo caso, i venti forti provengono prevalentemente da NNW,

NW e N. Possibili eventi di forte vento si possono avere anche da E, ESE e SSW ma sono limitati a meno del 2% dei casi mentre sono da considerare trascurabili i venti forti dal quadrante ovest.

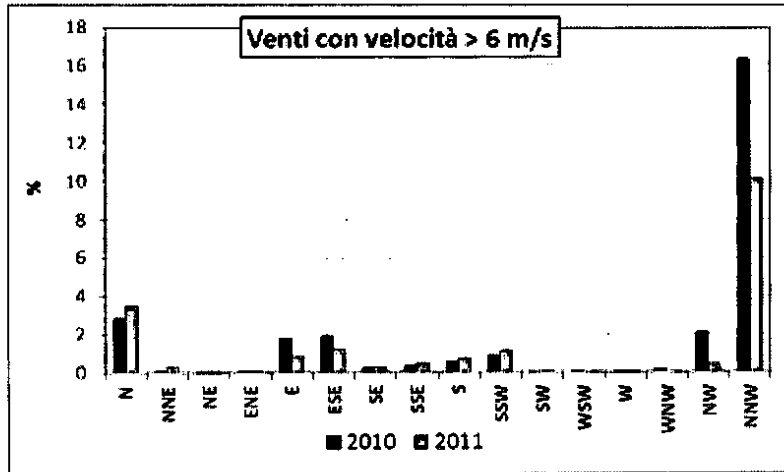


Figura 6 - Frequenza dei venti con velocità > 6 m/s

Anche nel caso dei venti più intensi, le direzioni preferenziali rimangono quindi quelle dal quadrante nord.

Essendo la Centrale del Sulcis molto prossima al mare, sono state valutate anche eventuali differenze tra le ore diurne (dalle 8 alle 19) e notturne (dalle 20 alle 7) ricostruendo le pertinenti rose dei venti per gli anni 2010 (Figura 7) e 2011 (Figura 8), che sono riportate di seguito:

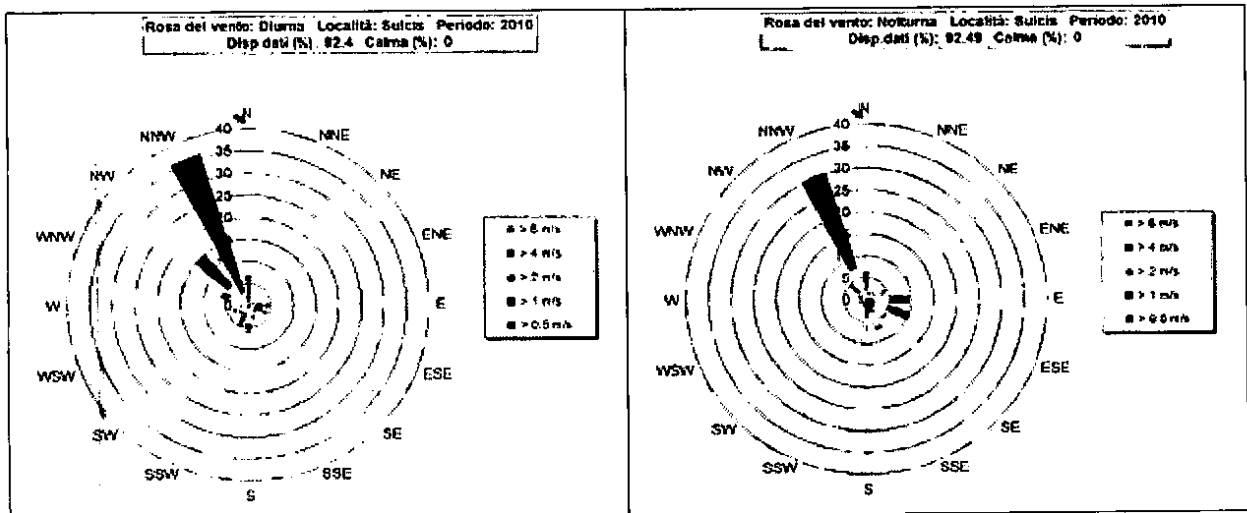


Figura 7 - Rose medie dei venti diurni (a destra) e notturni (a sinistra) per l'anno 2010

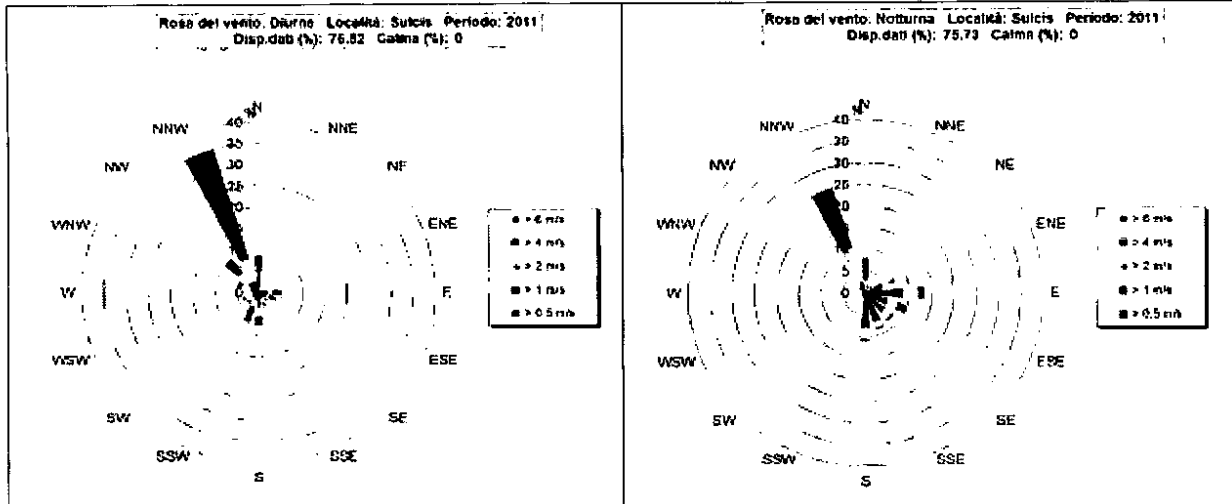


Figura 8 - Rose medie dei venti diurni (a destra) e notturni (a sinistra) per l'anno 2011

Dall'esame delle rose dei venti diurni e notturni non emergono significative differenze e si conferma pertanto una limitata variabilità delle componenti principali.

Considerando l'ubicazione del parco carbone (Figura 10) e la direzione prevalente di provenienza del vento da NNW (freccie gialle) le zone maggiormente interessate alla dispersione di polveri sono quelle poste a sud del carbonile:

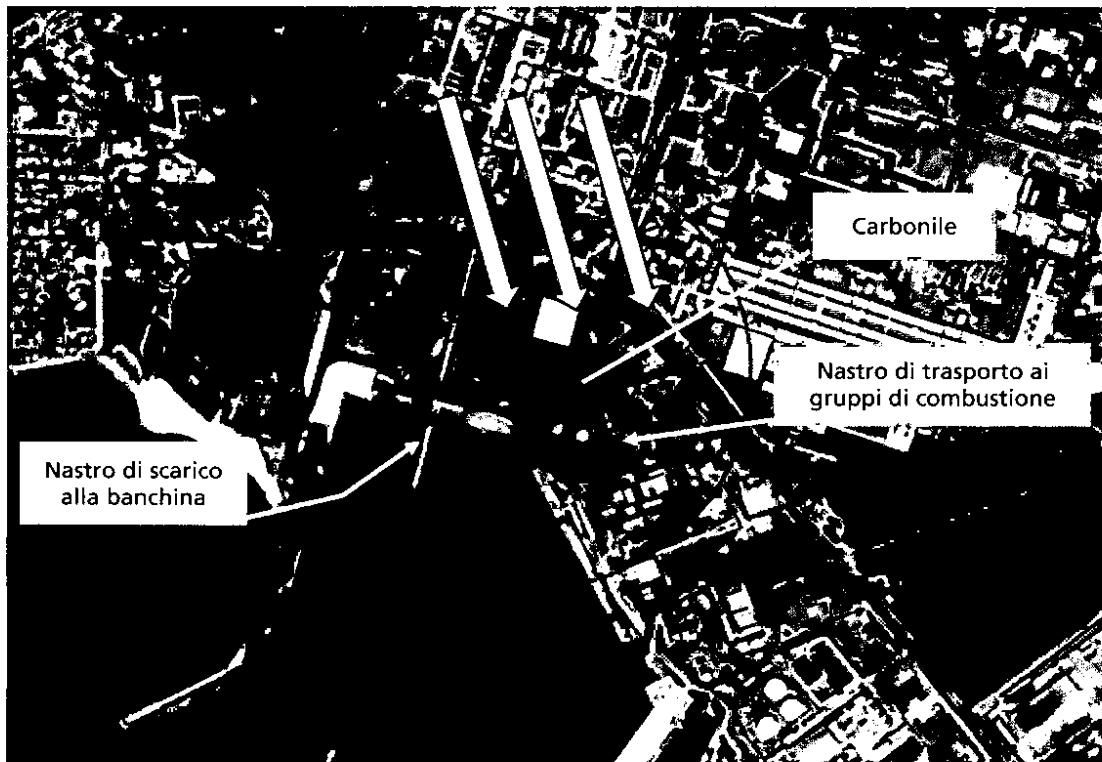


Figura 9 – Mappa della Centrale del Sulcis

Il cerchio azzurro riportato in Figura 9, centrato nel mezzo del parco carbone e di raggio 500 m, rappresenta la possibile zona in cui potrebbe essere ubicato un deposimetro

secondo le indicazioni sulla rappresentatività suggerite da ISTISAN ⁽²⁾.

Si può osservare che nella zona a NNW del parco carbone, occupata dall'insediamento industriale di Eurallumina, è presente un deposito di materiali pulverulenti che potrebbero interferire con le polveri raccolte nei deposimetri. Ad ovest del parco carbone, infine, vi sono aree scoperte anch'esse potenziali fonti di interferenze sulle polveri sedimentabili, ma probabilmente trascurabili in quanto i venti provenienti dal quadrante ovest ⁽⁴⁾ sono molto poco frequenti (v. rose dei venti di Figura 4).

Come sopra introdotto, altre direzioni di vento da tener in considerazione per la loro potenzialità di disperdere le polveri dal parco carbone sono quelle dalle direzioni E, ESE e SE (18 % di frequenza nel 2010; 22% nel 2011). In questo caso, le polveri verrebbero disperse verso ovest in direzione dell'abitato di Portoscuso. Le prime case di tale abitato si trovano ad una distanza di circa 600-800 m dal centro del parco carbone e quindi sarebbero al limite dell'area di rappresentatività per le polveri sedimentabili (cerchio blu). Inoltre, secondo le considerazioni di US-EPA (v. paragrafo precedente), sembra poco probabile che polveri sedimentabili (diametro dell'ordine di 30-100 μm) provenienti dal parco carbone possano raggiungere l'abitato di Portoscuso, poiché i venti con velocità maggiore di 6 m/s (circa 21 km/h) si verificano per meno del 2% dei casi (Figura 6). Nell'abitato di Portoscuso, inoltre, è già installata una centralina di ARPAS per il monitoraggio delle polveri fini PM10 (postazione CENPS7 di Figura 3) e i dati non hanno evidenziato particolari criticità (v. par. 2).

La zona della Centrale che rimarrebbe interessata ad eventuali ricadute è quella a sud-est del parco carbone. In Figura 10, è riportata in maggiore dettaglio la zona di interesse (trapezio a contorno giallo) in cui ricade anche il nastro di trasporto del carbone ai bruciatori dei gruppi termoelettrici:

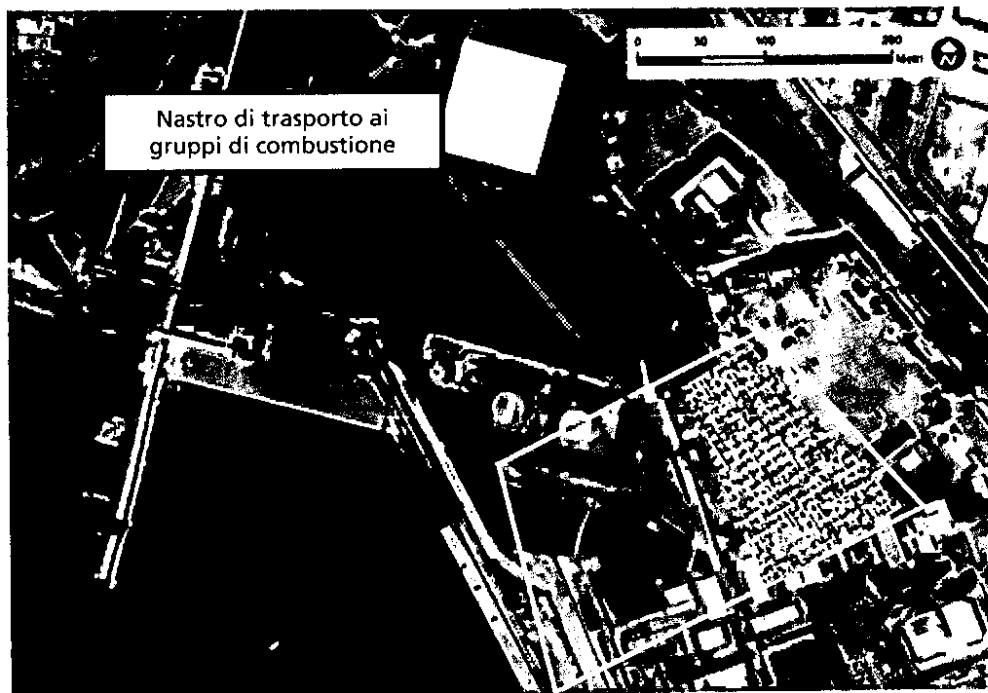


Figura 10 – Particolare della zona del parco carbone

⁴ Per quadrante (nord, sud, est, ovest), si intende qui un settore di ampiezza totale di 90° simmetricamente distribuito intorno alla direzione indicata.

La zona evidenziata con una trama all'interno del trapezio giallo si presterebbe bene per la valutazione delle fuoriuscite di polveri dal parco carbone in quanto è relativamente libera da interferenze di strutture industriali e meno influenzata di altre zone dalle attività lavorative proprie della centrale.

Poiché la prescrizione prevede la presenza di un secondo deposimetro, una zona di possibile sua ubicazione potrebbe essere quella nelle aree ad ovest del parco carbone in prossimità di quest'ultimo. La figura che segue evidenzia con un rettangolo giallo l'area di interesse:

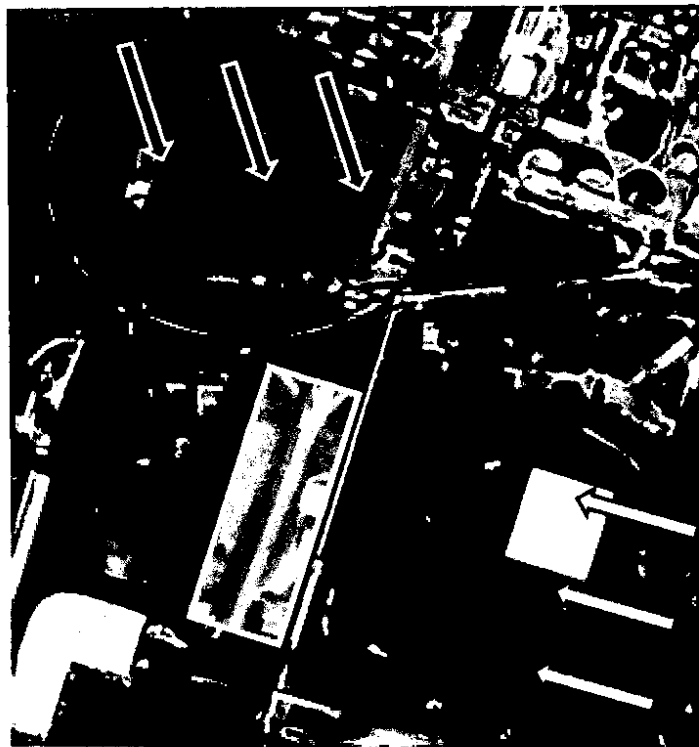


Figura 11 – Particolare delle aree ad ovest del parco carbone

Nel caso di posizionamento entro il rettangolo giallo, il deposimetro raccoglierebbe le polveri trasportate dai venti provenienti dalle direzioni E, ESE e SE (frecce in giallo), ma anche quelle dall'area scoperta adibita a stoccaggio di materiale pulverulento (distante 300-400 m dal parco carbone), evidenziata con una ellisse rossa nella Figura 11, nel caso che soffino i molto più frequenti venti dal quadrante nord (frecce in rosso). Un deposimetro collocato nelle zone ad ovest del parco carbone sarebbe quindi rappresentativo, per la maggior parte del tempo, della deposizione di "fondo" dovuta a sorgenti differenti dal parco carbone.

Non sembra invece praticabile collocare un deposimetro nella zona a nord del parco carbone in quanto sarebbe fortemente influenzato dal deposito di materiali pulverulenti e solo per poco tempo riceverebbe le polveri del parco carbone.

Per quanto riguarda la piovosità della zona, nella Figura 12 sono riportate le precipitazioni cumulate mensili, espresse in mm di precipitazione, per gli anni dal 2007 al 2011, utili per valutare le dimensioni dei deposimetri da installare:

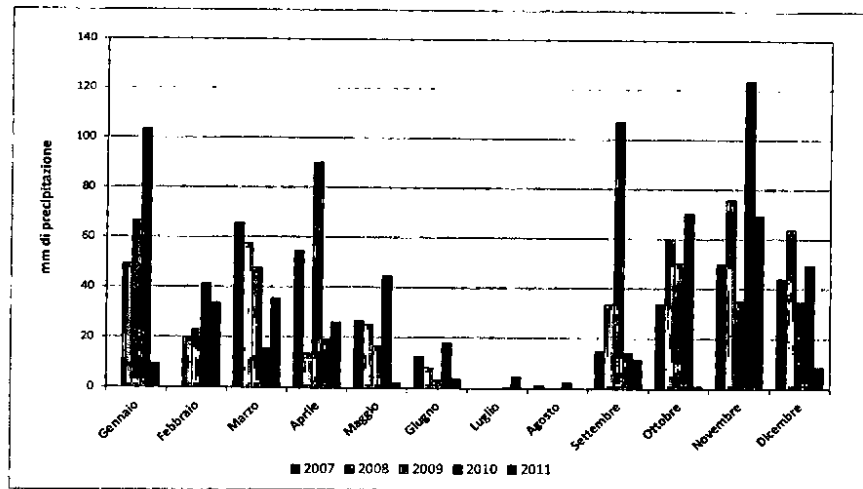


Figura 12 - Piovosità cumulata mensile (in mm) per gli anni dal 2007 al 2011

Il periodo più secco è statisticamente sempre quello di luglio ed agosto. Le maggiori precipitazioni si hanno nel periodo autunnale ed invernale. La massima precipitazione osservata nel periodo esaminato è stata di oltre 120 mm nel novembre 2010, pari a circa 120 litri/m².

3 PROPOSTA DI TIPOLOGIA E POSIZIONAMENTO DEI DEPOSIMETRI

3.1 Proposta di tipologia dei deposimetri

Per la scelta del tipo di deposimetro nonché della strategia di campionamento delle deposizioni atmosferiche si può tener conto delle indicazioni contenute nei metodi di riferimento europei sotto elencati, relativi al monitoraggio di deposizioni atmosferiche di specifici microinquinanti:

- UNI EN 15841:2009 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la determinazione di arsenico, cadmio, piombo e nichel in deposizioni atmosferiche";
- UNI EN 15980:2011 "Qualità dell'aria ambiente. Determinazione della deposizione di benzo[a]antracene, benzo[b]fluorantene, benzo[j]fluorantene, benzo[k]fluorantene, benzo[a]pirene, dibenz[a,h]antracene e indeno[1,2,3-cd]pirene.

Tali norme, per la parte relativa ai tipi di deposimetri e alla strategia di campionamento, fanno riferimento al manuale EMEP "Manual for sampling and chemical analysis" del maggio 2002. A livello nazionale, vanno tenute presente anche le indicazioni contenute nel par. 4 dell'Allegato III al Dlgs 155/10 ("Ubicazione su microscala") e le "Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia" redatte nel 2004 da APAT, per la parte relativa ai criteri di posizionamento di microscala.

I criteri e le indicazioni contenuti nei documenti sopra elencati sono applicabili soprattutto alle reti di monitoraggio di riferimento o comunque a siti di campionamento rappresentativi di larghe aree e non sono ovviamente adottabili *in toto* al caso specifico dei deposimetri da collocare nell'area della Centrale del Sulcis. La prescrizione AIA prevede infatti che essi raccolgano le deposizioni rappresentative del specifico punto emissivo rappresentato dal parco carbone. Inoltre, da un sopralluogo effettuato nella zona intorno ad esso, sono emersi molti problemi logistici per il posizionamento dei deposimetri in aree esterne ma anche interne a quella della Centrale, così riassumibili:

- impossibilità di accesso (aree esterne);
- indisponibilità di corrente elettrica (aree esterne ed interne);
- presenza di edifici anche di notevole altezza nell'area della Centrale;
- fonti di interferenza dovute ad altre attività lavorative e movimentazione di mezzi meccanici (aree esterne ed interne);
- integrità dei deposimetri (aree esterne ed interne);
- sicurezza degli addetti alla manutenzione ed operatività dei deposimetri (aree esterne ed interne).

I problemi elencati sopra limitano sia la scelta del tipo di deposimetro sia il loro posizionamento. Considerato i tipi di deposimetri indicati nelle norme europee sopra citate (*wet only*, *Bergerhoff*, *bulk*, cui si può aggiungere anche il diffuso campionatore *wet&dry*), si è deciso di optare per il deposimetro di tipo *bulk* che raccoglie passivamente in maniera continua la frazione umida (pioggia) e secca delle deposizioni atmosferiche (deposizione atmosferica integrale). I campionatori passivi di tipo *bulk*, inoltre, non richiedono la disponibilità di alimentazione elettrica.

Per gli scopi della attività, si propone quindi di utilizzare campionatori passivi *bulk* in polietilene, conformi ai requisiti delle norme sopra riportate nonché al Dlgs 152/07 e 155/10. In particolare si impiegheranno i campionatori "Depobulk" distribuiti da Labservice di Bologna, aventi una superficie di raccolta di circa 0,035 m².

Nella figura che segue, a sinistra è mostrato il campionatore "Depobulk" in configurazione di campionamento mentre a destra è visibile la parte interna del campionatore "Depobulk":

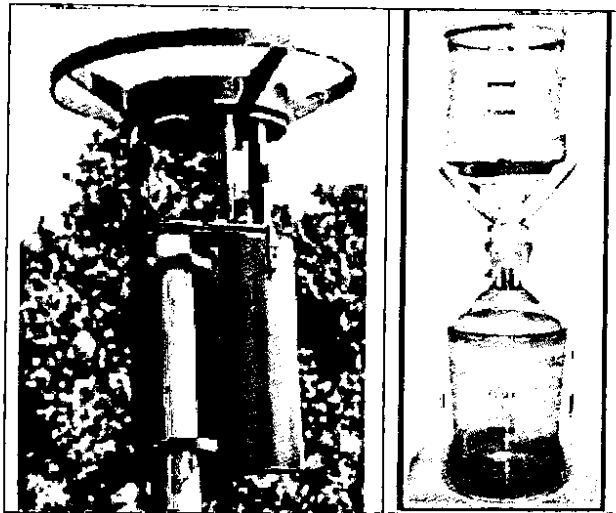


Figura 13 – A sinistra: vista esterna del deposimetro; a destra: parte interna (imbuto e bottiglia)

La bottiglia di raccolta ha un volume di circa 10 litri, in grado di raccogliere oltre 200 mm di precipitazione, come mostrato nel prospetto che segue. Una precipitazione di 200 mm è circa il doppio di quella massima mensile registrata nel periodo 2005-2011 (v. par. 2.1):

Volume precipitazione per un'area di imbuto di 0.035 m ²	
mm	litri
25	0.9
50	1.8
100	3.5
150	5.3
200	7.0

I deposimetri saranno posizionati su pali, a circa 180-200 cm da terra per proteggerli da interferenze nel loro immediato intorno. I campionatori saranno periodicamente sostituiti con le modalità descritte al paragrafo 3.3, tenendo presenti anche le precauzioni da adottare indicate nelle norme di riferimento sopra citate.

3.2 Proposta di posizionamento dei deposimetri

Nel paragrafo 2.1 sono state esaminate le caratteristiche anemologiche e di piovosità della zona in cui è ubicata la Centrale del Sulcis. Da esse è risultato che le direzioni principali da cui soffia il vento sono quelle dal quadrante nord mentre sono molto meno frequenti invece quelle dai quadranti sud ed est. Seguendo le indicazioni di ISTISAN ⁽²⁾, la posizione dei deposimetri non dovrebbe essere molto lontana dal parco carbone in modo da rispondere al requisito della prescrizione che richiede il monitoraggio appunto delle emissioni di polveri da esso e ciò anche in funzione del fatto che i deposimetri sono in grado di raccogliere bene pressoché solo le polveri sedimentabili (frazioni grossolane con diametro > 10 µm).

Da un sopralluogo effettuato nella zona, sono emersi inoltre problemi logistici e di accesso nelle zone di proprietà confinanti con l'area della Centrale, nonché la possibilità di danneggiamenti degli apparati di campionamento. Pertanto è apparso opportuno

considerare un posizionamento entro il perimetro della Centrale, in modo da garantire una facile accessibilità e una relativa protezione degli apparati stessi. Nella Figura 14 sono evidenziate con un cerchio rosso, le aree della Centrale che potrebbero essere adeguate al posizionamento dei deposimetri:

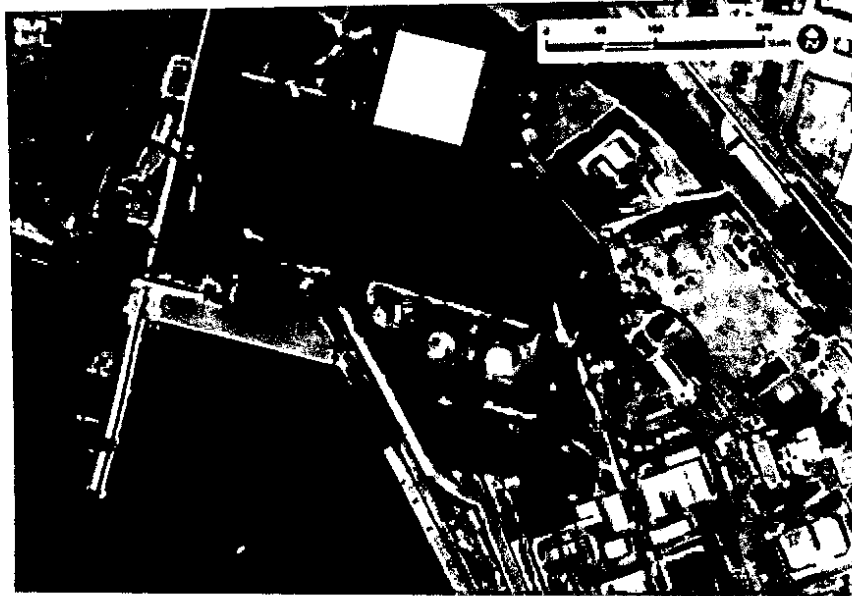


Figura 14 - Individuazione delle zone di posizionamento dei deposimetri

Le zone di possibile posizionamento dei deposimetri sono mostrate in maggior dettaglio nelle figura seguente:

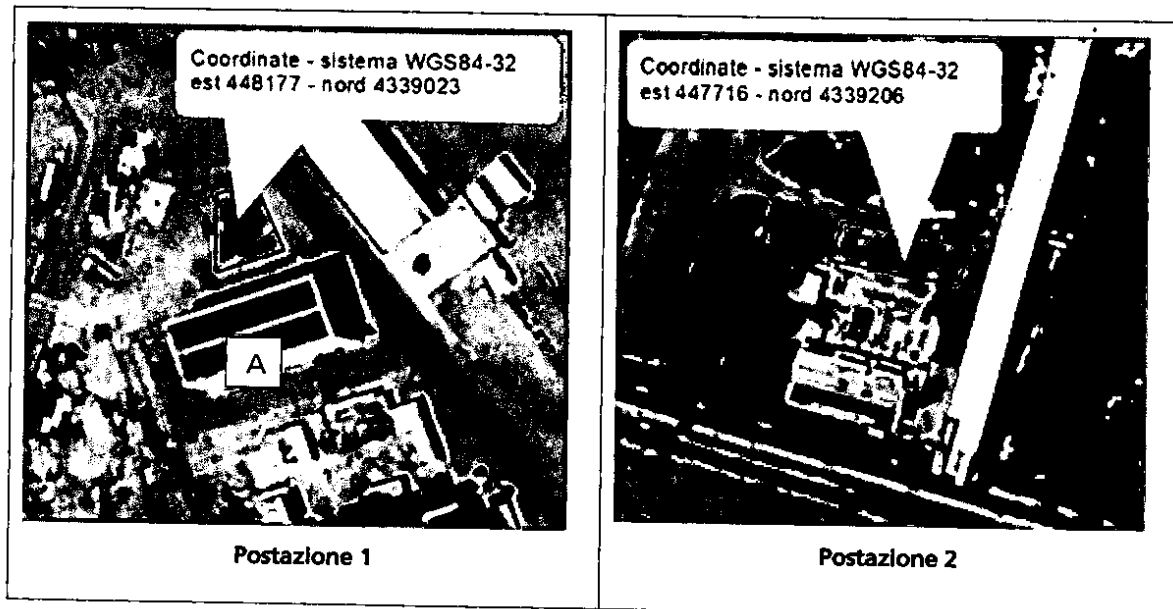


Figura 15 - Dettagli delle zone di possibile posizionamento dei deposimetri

La postazione 1 si trova nella zona antistante l'edificio strumenti a circa 300 m dal centro del parco carbone. Nel punto previsto, il deposimetro sarebbe completamente libero di raccogliere le polveri provenienti dal parco carbone per venti con direzione dal

quadrante nord. La postazione sarebbe schermata dall'edificio indicato con "A" in figura solo per venti dal quadrante sud, ma non da altre direzioni. La postazione si trova in posizione relativamente poco disturbata dalle attività lavorative della Centrale sebbene esse siano comunque possibili (traffico, attività manutentive, ecc.) che possono generare o risollevare polveri.

La postazione 2 si trova invece ad ovest del parco carbone, in area completamente cintata e praticamente esente da possibili influenze dovute ad attività manutentive, ma subisce l'influenza solo delle polveri trasportate dai venti. Tale postazione, come accennato sopra, riceverebbe le polveri dal parco carbone solo nel caso di venti provenienti dal quadrante est. I venti prevalenti dal quadrante nord trasporterebbero le polveri depositate in aree scoperte dello stabilimento di Eurallumina che interesserebbero anche l'area della Centrale. In tal senso la postazione 2 per la maggior parte del tempo sarebbe rappresentativa dei valori di fondo di polveri sedimentabili della zona.

3.3 Frequenza, durata di campionamento e modalità di trattamento dei campioni di deposizione

Secondo le norme UNI EN 15841:2009 e UNI EN 15980:2011 la frequenza di campionamento prevede tempi di esposizione variabili tra una settimana e un mese. Nel caso del monitoraggio da eseguirsi nell'intorno del parco carbone, si propone di effettuare campionamenti della durata di **1 mese** per una durata complessiva del monitoraggio pari ad un **anno** (12 campioni mensili), in modo da includere gran parte delle possibili condizioni di variabilità meteorologica. Al termine del primo anno di monitoraggio, i risultati saranno valutati in riferimento alle condizioni meteorologiche medie rilevate mensilmente, utilizzando i dati della centralina meteorologica della Centrale del Sulcis.

Per quanto riguarda il trattamento dei campioni di polveri raccolte mensilmente, si propongono le seguenti modalità che differiscono in funzione a seconda si trattino di attività di campo o di laboratorio.

Per le attività di campo sarà adottata in sintesi la seguente procedura:

- al termine della fase di prelievo, le polveri rimaste aderenti sull'imbuto di raccolta del deposimetro "bulk" saranno trasferite il più possibile nella bottiglia di raccolta sottostante tramite pennello inerte;
- sarà compilata una scheda di campionamento con evidenziazione o meno della presenza di fase acquosa e di altre condizioni utili alla valutazione dei successivi risultati delle analisi;
- l'imbuto sarà chiuso alle estremità con alluminio in foglio e preparato per il trasporto al laboratorio. La bottiglia sarà chiusa con i tappi a corredo.


I campioni di deposizione saranno trasferiti il più presto possibile al laboratorio per i successivi trattamenti.

In laboratorio, saranno eseguiti, in sunto, i seguenti trattamenti:

- all'arrivo in laboratorio, la bottiglia di raccolta sarà pesata per valutare l'entità della fase acquosa. L'imbuto sarà lavato con una modesta quantità di acqua deionizzata, raccogliendo i lavaggi direttamente entro la bottiglia di raccolta e registrando il peso finale della fase acquosa. In assenza di deposizioni umide, si userà un volume noto di acqua deionizzata per lavare l'imbuto e lisciviare la deposizione secca presente nella bottiglia di raccolta;

- la fase acquosa e quella solida (particolato indisciolto) saranno separate mediante filtrazione su filtro a membrana e verrà registrato il peso "lordo" della frazione solida, la quale conterrà oltre alle polveri potenzialmente provenienti dal parco carbone anche le polveri di fondo della zona (v. par. 3.2). La frazione liquida sarà scartata;
- i filtri con la frazione solida sarà mandata all'analisi del carbonio totale organico. Tale valore sarà moltiplicato per un fattore ricavato dalle analisi dei lotti di carbone del parco carboni del Sulcis per ricavare il contenuto in carbone e valutare l'entità della deposizione specifica. I risultati saranno espressi in termini di ratei di deposizione in $\text{mg}/\text{m}^2/\text{anno}$.

I ratei di deposizione saranno valutati in sede interpretativa con le condizioni meteorologiche del periodo di campionamento, eventualmente integrati con i dati di movimentazione del carbone nel parco carbone e saranno oggetto di uno specifico rapporto.

 Enel L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA. GEM	Tipo documento/ Document type Studio di fattibilità		28/11/2012
	Progetto/Project: CTE del Sulcis "G. Deledda" Titolo/Title: Studio di fattibilità per ottemperanza alla prescrizione riportata al paragrafo 9.3.1 punti a) e h) del DEC-AIA		Pagina/Sheet 1/7
			Indice Sicurezza/ Security Index <i>Uso pubblico</i>


Centrale Termoelettrica del Sulcis "Grazia Deledda"

Studio di fattibilità per ottemperanza alla prescrizione
riportata all'art.1 comma 7 del DEC-AIA

00	28/11/2012	A. Di Paolo <i>A. Di Paolo</i>						<i>M. S. S. S.</i>	A. Paladino <i>A. Paladino</i>
		SAI						UR/SU	SAI
Rev.	Data Date	Redazione Editing	Collaborazioni / Co-operations					- Approvazione Approval	Emissione Emission


Modello SAI10SGQM0035-01

ORGANIZZAZIONE CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

 Enel L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA. GEM	Tipo documento/ Document type Studio di fattibilità	28/11/2012
	Progetto/Project: CTE del Sulcis "G. Deledda" Titolo/Title: Studio di fattibilità per ottemperanza alla prescrizione riportata al paragrafo 9.3.1 punti a) e h) del DEC-AIA	Pagina/Sheet 3/7 Indice Sicurezza/ Security Index <i>Usa pubblico</i>

Indice/Index

1.	OGGETTO	4
2.	QUADRO NORMATIVO ATTUALE.....	4
3.	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO ESISTENTE	4
3.1.	Sezione 2	4
3.2.	Sezione 3	5
4.	STUDIO DI FATTIBILITÀ.....	5
4.1.	Desolforazione	5
4.2.	Produzione di incombusti (CO)	7
5.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	7

 L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA. GEM	Tipo documento/ Document type Studio di fattibilità	28/11/2012
	Progetto/Project: CTE del Sulcis "G. Deledda" Titolo/Title: Studio di fattibilità per ottemperanza alla prescrizione riportata al paragrafo 9.3.1 punti a) e h) del DEC-AIA	Pagina/Sheet 4/7 Indice Sicurezza/ Security Index Usa pubblico

1. OGGETTO

Il presente studio di fattibilità ha lo scopo di ottemperare alla prescrizione riportata all'art.1 comma 7 del Decreto A.I.A. sulla base di quanto indicato nel paragrafo 9.3.1 "Emissioni convogliate" (punti a) ed h)) (DEC-2011-0000579 del 31/10/2011 per l'esercizio delle centrali termoelettriche di Portoscuso e del Sulcis "G. Deledda").
Nei punti suddetti si riporta sia per la sezione 2 che per la sezione 3 della Centrale Sulcis:

"Entro un anno dal rilascio dell'A.I.A., dovrà essere presentato all'Autorità Competente uno studio di fattibilità che abbia come obiettivo quello di garantire, con riferimento alla capacità produttiva, un valore limite del flusso di massa di SO₂ ed un valore limite di flusso di massa del CO, su base annuale, non superiore a quello conseguibile assumendo come base di calcolo rispettivamente un valore di concentrazione pari a 200 mg/Nm³ di SO₂ ed un valore di concentrazione pari a 100 mg/Nm³ di CO."

2. QUADRO NORMATIVO ATTUALE

La CTE del Sulcis è sottoposta al rispetto dell' A.I.A. in oggetto, pubblicata nel dicembre 2011. In essa si prescrive che le emissioni convogliate in atmosfera devono rispettare i seguenti limiti, in particolare in riferimento agli ossidi di zolfo e al monossido di carbonio:

Parametri inquinanti	Valori limiti AIA [mg/Nm ³]	
	SU2	SU3
SO ₂	200 ^(*)	200 ^(*)
CO	150	150


(*) Valore limite su base giornaliera, riferito ad un tenore di ossigeno nei fumi secchi pari al 6%. Tale valore limite è aumentato di 10 mg/Nm³ per ogni punto percentuale del carbone Sulcis impiegato, rispetto al totale su base oraria, sino ad un massimo di **400 mg/Nm³**.

3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO ESISTENTE

3.1. Sezione 2

La Sezione 2 è dotata di una caldaia a letto fluido circolante. La combustione si sviluppa all'interno di uno strato fluidizzato costituito da una miscela di calcare/gesso, ceneri e carbone. La fluidizzazione del letto viene mantenuta mediante l'introduzione a stadi dell'aria comburente (dal basso, a diverse altezze da ingressi praticati sulle pareti della camera di combustione).

La combustione avviene a valori di temperatura molto inferiori a quelli che caratterizzano un processo di combustione convenzionale (circa 850°C rispetto a 1700°C tipici della combustione nei processi convenzionali), con effetto positivo sul

 L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA. GEM	Tipo documento/ Document type Studio di fattibilità	28/11/2012
	Progetto/Project: CTE del Sulcis "G. Deledda" Titolo/Title: Studio di fattibilità per ottemperanza alla prescrizione riportata al paragrafo 9.3.1 punti a) e h) del DEC-AIA	Pagina/Sheet 5/7 Indice Sicurezza/ Security Index Uso pubblico

contenimento delle emissioni di NO_x termici. Inoltre la caldaia della sezione 2 è caratterizzata da alti tempi di residenza della miscela fluida all'interno della camera di combustione e ciò permette di ridurre le emissioni in termini di incombusti (CO e VOC principalmente). Nelle condizioni di esercizio, si raggiungono valori molto bassi di CO e prossimi ai 150 mg/Nm³ con riferimento alla capacità produttiva.

Diversamente da quanto accade nei sistemi convenzionali, la desolforazione avviene direttamente in camera di combustione mediante l'introduzione di apposito sorbente (calcare di opportuna granulometria). La funzione del sorbente è quella di reagire con la SO₂, generata dallo zolfo presente nel combustibile, durante la combustione stessa generando la produzione di solfati che si ritrovano nelle ceneri.

3.2. Sezione 3

La Sezione 3 della CTE del Sulcis è dotata di una caldaia a polverino di carbone con bruciatori di tipo frontale. Il Generatore di Vapore è progettato per la combustione a carbone, biomasse e olio combustibile denso (OCD), mentre per le fasi di avviamento utilizza gasolio e OCD.

Nella parete frontale della camera di combustione, suddivisi in 4 piani, trovano alloggio 24 bruciatori policombustibili.

Per contenere il livello delle emissioni degli ossidi di zolfo nei gas di combustione prodotti nella caldaia della Sezione 3, la Centrale Sulcis utilizza un impianto di desolforazione che consente di trasformare gli SO_x in gesso attraverso una reazione chimica con il calcare.


4. STUDIO DI FATTIBILITÀ

Nel presente capitolo si riportano delle considerazioni sia quantitative sia qualitative che dimostrano come le tecnologie attualmente installate sui gruppi termoelettrici della CTE del Sulcis siano le Migliori Tecnologie Disponibili per impianti del medesimo tipo o di pari vetustà e, pertanto, già ottimizzate per il raggiungimento dei limiti attuali imposti nel paragrafo 9.3.1 "Emissioni convogliate". Un ulteriore abbattimento (diretto o indiretto) di SO₂ e CO risulta limitante per l'esercizio degli impianti stessi.

4.1. Desolforazione

Nel seguente paragrafo si riporta l'analisi delle condizioni operative delle 2 sezioni termoelettriche in merito alla desolforazione. L'ipotesi base dell'analisi stessa è che entrambi i gruppi possano utilizzare *carbone nazionale per il 20% in input termico*. In questo assetto di combustione, entrambi le sezioni hanno come limite di emissione 400 mg/Nm³.

Per la sezione 2, alla **capacità produttiva**, si hanno le seguenti performance d'impianto:

 Enel L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA. GEM	Tipo documento/ Document type Studio di fattibilità	28/11/2012
	Progetto/Project: CTE del Sulcis "G. Deledda" Titolo/Title: Studio di fattibilità per ottemperanza alla prescrizione riportata al paragrafo 9.3.1 punti a) e h) del DEC-AIA	Pagina/Sheet 6/7 Indice Sicurezza/ Security Index Uso pubblico

Assetto impiantistico	
Potenza lorda	350 MW
Rendimento lordo	40%
Funzionamento	8.000 h/anno

Considerando le caratteristiche medie dei combustibili approvvigionati, i consumi stimabili sono i seguenti:

Combustibili impiegati nell'esercizio di SU2				
Combustibile	%in input termico	Tenore di zolfo ^(*) [%]	Potere calorifico ^(*) [kJ/kg]	Capacità produttiva [t/anno]
Carbone Nazionale	20%	6,20%	21.666	244.630
Carbone Estero	65%	0,60%	24.961	572.398
Biomassa	15%	0,08%	10.470	330.240

(*) valori indicati nella scheda 5.2 trasmessa in data 29.01.2011

Con il rendimento di desolforazione attuale, il flusso di massa per la SO₂ sarebbe pari a circa 2600 t/anno, corrispondente ad una concentrazione media annua **220 mg/Nm³ di SO₂**. Tale concentrazione media risulta evidentemente distante dalla concentrazione media prescritta e pari a 200 mg/Nm³.

Per la sezione 3, alla **capacità produttiva**, si ha:


Assetto impiantistico	
Potenza lorda	240 MW
Rendimento lordo	31%
Funzionamento	8.000 h/anno

Assetto impiantistico che determina il consumo annuo dei combustibili:

Combustibili impiegati nell'esercizio di SU3				
Combustibile	%in input termico	Tenore di zolfo ^(*) [%]	Potere calorifico ^(*) [kJ/kg]	Capacità produttiva [t/anno]
Carbone Nazionale	20%	6,20%	21.666	244.630
Carbone Estero	80%	0,60%	24.961	572.398

(*) valori indicati nella scheda 5.2 trasmessa in data 29.01.2011

Con il rendimento di desolforazione attuale, il flusso di massa per la SO₂ sarebbe pari a circa 2000 t/anno, corrispondente ad una concentrazione media annua di **260 mg/Nm³ di SO₂** (anch'esso evidentemente distante dalla concentrazione media di 200 mg/Nm³ della prescrizione).

 Enel L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA. GEM	Tipo documento/ Document type Studio di fattibilità		28/11/2012
	Progetto/Project: CTE del Sulcis "G. Deledda" Titolo/Title: Studio di fattibilità per ottemperanza alla prescrizione riportata al paragrafo 9.3.1 punti a) e h) del DEC-AIA		Pagina/Sheet 7/7
			Indice Sicurezza/ Security Index Uso pubblico

4.2. Produzione di incombusti (CO)

Il CO è un sottoprodotto della combustione non eliminabile. La limitazione della formazione di CO avviene indirettamente attraverso una ottimizzazione del design del generatore di vapore che viene mantenuta durante l'esercizio con una adeguata azione manutentiva. Ciò posto, si evidenzia che i parametri di regolazione di SU2 e SU3 permettono di limitare la formazione di CO fino a valori prossimi a 120-150 mg/Nm³. Possibili margini di riduzione della concentrazione potrebbero essere possibili solo su SU3 ma esclusivamente in condizioni di esercizio a carico stabile, in assenza di richieste di regolazione anche fine (i.e. regolazione primaria di frequenza) che di fatto non sono realizzabili in un impianto connesso ad una rete elettrica. Tutto ciò premesso, considerando il progetto dell'impianto, si rileva che non risulta fattibile una riduzione della concentrazione di CO fino a 100 mg/Nm³ alla capacità produttiva.

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Come dimostrato nei capitoli precedenti, sia la sezione 2 che la sezione 3 della Centrale Termoelettrica del Sulcis "G. Deledda" non sono in grado di garantire, i flussi di massa per SO₂ e CO come richiesta nella prescrizione sopra riportata. I sistemi sia per la desolfurazione, sia per il controllo della combustione risultano già ottimizzati o gestiti per una continua ottimizzazione degli stessi e pertanto modifiche sugli stessi non apportano significative variazioni nel rendimento di abbattimento di SO₂ o nella riduzione del tenore di CO nelle emissioni.

Da: enel_produzione_ub_sulcis [enel_produzione_ub_sulcis@pec.enel.it]
Inviato: venerdì 30 novembre 2012 14.09
A: MATTM; ISPRA
Cc: Siciliano; Butera; Tamburini; Cianotti; Cherchi; Alessandra Lenzu
Oggetto: CONTROLLI AIA- ENEL CI SULCIS- OTTEMPERANZA- commi 5-6-7 art.1
Allegati: 2012-11-30 prescrizioni di cui ai commi 5-6-7 art.1.pdf; Allegato 1_AG12ESS102_B2037107_EP_SU_fattibilita_polveri_carbonile_RAP.pdf; Allegato 2_AG12ESS102_B2036812_Doc_tecnica_deposimetri_AIA_Sulcis.PDF; Allegato 3_studio di fattibilità presc art.1 comma 7.pdf; Allegato 4- tariffa.pdf

In riferimento ai commi 5-6-7 dell'art.1 del Decreto AIA DVA_DEC-2011-0000579 del 31/10/2011 (G.U. n.281 del 02/12/2011),Vi trasmettiamo gli studi di seguito elencati:
1)Studio di fattibilità per la minimizzazione della diffusione delle polveri dal parco carbone (Allegato 1)

2)Documentazione tecnica relativa alla tipologia e posizionamento dei deposimetri da installare per il monitoraggio delle emissioni di polveri dal carbonile (Allegato 2)

3)Studio di fattibilità per la sezione 2 e la Sezione 3 che abbia come obiettivo quello di garantire, con riferimento alla capacità produttiva, un valore limite del flusso di massa di SO₂ e un valore limite del flusso di massa di CO, su base annuale, non superiore a quello conseguibile assumendo come base di calcolo rispettivamente un valore di concentrazione pari a 200 mg/Nm³ di SO₂ ed un valore di concentrazione pari a 100 mg/Nm³ di CO (Allegato 3).

Seguirà via posta copia originale della quietanza di versamento (Allegato 4).

Distinti saluti
Michele Siciliano

Cialli Pamela

Da: Per conto di: enel_produzione_ub_sulcis@pec.enel.it [posta-certificata@legalmail.it]
Inviato: venerdì 30 novembre 2012 14.09
A: MATTM; ISPRA
Cc: Siciliano; Butera; Tamburini; Cianotti; Cherchi; Alessandra Lenzu
Oggetto: POSTA CERTIFICATA: CONTROLLI AIA- ENEL CI SULCIS- OTTEMPERANZA- commi 5-6-7 art.1
Allegati: daticert.xml; postacert.eml (7,55 MB)

Messaggio di posta certificata

Il giorno 30/11/2012 alle ore 14:09:07 (+0100) il messaggio "CONTROLLI AIA- ENEL CI SULCIS- OTTEMPERANZA- commi 5-6-7 art.1" è stato inviato da "enel_produzione_ub_sulcis@pec.enel.it" indirizzato a:

pietropalmyro.tamburini@enel.com
marcello.butera@enel.com
michele.siciliano@enel.com
alessandra.lenzu@enel.com
roberto.cherchi@enel.com
protocollo.ispra@ispra.legalmail.it
serena.cianotti@enel.com
aia@pec.minambiente.it

Il messaggio originale è incluso in allegato.

Identificativo messaggio: 569724609.862892939.1354280947813vliaspec03@legalmail.it

L'allegato daticert.xml contiene informazioni di servizio sulla trasmissione

Legalmail certified email message

On 2012-11-30 at 14:09:07 (+0100) the message "CONTROLLI AIA- ENEL CI SULCIS- OTTEMPERANZA- commi 5-6-7 art.1" was sent by "enel_produzione_ub_sulcis@pec.enel.it" and addressed to:

pietropalmyro.tamburini@enel.com
marcello.butera@enel.com
michele.siciliano@enel.com
alessandra.lenzu@enel.com
roberto.cherchi@enel.com
protocollo.ispra@ispra.legalmail.it
serena.cianotti@enel.com
aia@pec.minambiente.it

The original message is attached with the name postacert.eml or CONTROLLI AIA- ENEL CI SULCIS- OTTEMPERANZA- commi 5-6-7 art.1.

Message ID: 569724609.862892939.1354280947813vliaspec03@legalmail.it

The daticert.xml attachment contains service information on the transmission