



PER



PROGETTO DI RIAVVIO DELLA RAFFINERIA DI PRODUZIONE DI ALLUMINA
UBICATA NEL COMUNE DI PORTOSCUSO - ZI PORTOVESME (SU)

PROVVEDIMENTO UNICO REGIONALE IN MATERIA AMBIENTALE
(AI SENSI DELL'ART. 27BIS DEL D.LGS.152/2006 E DELLA L.R. 2 DEL 08.02.2021)
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

DOC. 3B STUDIO DI DISPERSIONE IN ATMOSFERA DELLE POLVERI E
DEI MICROINQUINANTI

ID: 0321-SIA-AMB-D3B-R01-R2

Settembre 2021

INDICE

1	Introduzione	5
2	Organizzazione del documento	6
3	Stato di qualità dell'aria.....	7
3.1	Limiti dei livelli di concentrazione stabiliti dalla normativa	7
3.2	Definizione dei valori ante operam	7
4	Progetti interferenti sull'attuale stato di fatto	10
4.1	Premessa.....	10
4.2	Progetto SiderAlloys.....	11
5	Il sistema di modellazione CALMET/CALPUFF	11
6	Descrizione del modello di dispersione e dati di input.....	14
6.1	Dati meteorologici.....	14
6.1.1	Caratterizzazione anemologica dell'area e anno meteo rappresentativo.....	14
6.1.2	Input meteorologico	18
6.2	Dominio computazionale e recettori sensibili.....	19
6.3	Ipotesi	20
7	Scenario emissivo di riferimento	21
7.1	Sorgenti emissive della Raffineria	22
7.1.1	Sorgenti convogliate	23
7.1.2	Sorgenti diffuse.....	28
7.2	Sorgenti emissive del Bacino Fanghi Rossi	32
7.3	Scenario emissivo simulato	33
8	Concentrazione dei microinquinanti nella frazione PM10	37
9	Contributo del Progetto e rispetto dei limiti normativi	40
9.1	Contributo delle sorgenti emissive del progetto.....	41
9.2	Rispetto dei limiti ai recettori.....	41
10	Valutazione della concentrazione delle polveri per diversi valori dell'efficienza dei sistemi di abbattimento.....	42
11	Bibliografia	44

ELENCO ALLEGATI

- Allegato 1 Analisi dell'affidabilità dei fattori di emissione e dei parametri di input
Allegato 2 Studio dell'erosione eolica delle superfici del BFR
Allegato 3 Identificazione dello scenario di riferimento per lo studio di dispersione delle polveri del BFR
Allegato 4 Report fornitura dati meteo
Allegato 5 Certificati Analisi chimiche
Allegato 6 Mappe di Isoconcentrazione

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1. Centraline di misura inquinanti della rete di monitoraggio di riferimento.....	8
Figura 2. Schema del sistema modellistico CALPUFF	13
Figura 3. Rose dei venti della Stazione di Carloforte – periodo 2010-2019	15
Figura 4. Rose dei venti della Stazione del BFR – periodo 2011-2019	16
Figura 5. Rose dei venti della Stazione CENPS7 – periodo 2016-2018.....	17
Figura 6. Dominio computazionale e recettori sensibili.....	20
Figura 7. Sorgenti emissive del ciclo di movimentazione della bauxite	30
Figura 8. Sorgenti emissive relative all'esercizio del BFR.....	33
Figura 9. Schematizzazione delle sorgenti emissive – Sito raffineria e banchina portuale	34
Figura 10. Schematizzazione delle sorgenti emissive – Sito BFR.....	35

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1. Valori di riferimento dei metalli nella frazione PM10.....	7
Tabella 2. Coordinate Gauss Boaga delle centraline di monitoraggio della <i>Zona Industriale - Area di Portoscuso</i>	8
Tabella 3. Concentrazioni medie annue alle centraline RAS nel periodo di riferimento 2015 - 2020.	8
Tabella 4. Numero di superamenti del limite nel periodo di riferimento 2015 - 2020	9
Tabella 5. Concentrazioni annuali dei metalli - periodo di riferimento 2015 – 2020.....	9

Tabella 6. Concentrazioni ante operam delle medie annue delle polveri e dei microinquinanti.....	10
Tabella 7. Ulteriori parametri statistici necessari per la verifica dei limiti normativi relativi al periodo 2015-2019 e corrispondente valore medio (concentrazione ante operam).....	10
Tabella 8. Concentrazioni incremental massime generate dal Progetto SiderAlloys ai recettori – Polveri e microinquinanti (Fonte: Tabelle 44 e 45 dell’Allegato 1 Studio di dispersione dei contaminanti atmosferici - Agosto 2021- dello SIA del Progetto SiderAlloys)	11
Tabella 9. Frequenza delle classi di velocità del vento - periodo 2010-2019 - Stazione di Carloforte	14
Tabella 10. Frequenza delle classi di velocità del vento - periodo 2011-2019 – Stazione BFR	15
Tabella 11. Frequenza delle classi di velocità del vento - periodo 2016-2018 – CENPS7	17
Tabella 12. Frequenza della velocità del vento in direzione dei recettori sensibili.....	18
Tabella 13. Coordinate UTM delle centraline di monitoraggio inserite come recettori discreti.....	19
Tabella 14. Parametri input per il calcolo dell’effetto “building downwash”	20
Tabella 15. Sintesi dei fattori emissivi associati alle sorgenti emissive diffuse	21
Tabella 16. Ubicazione e caratteristiche geometriche dei camini E1, E2 e E3.....	23
Tabella 17. Caratteristiche emissive dei camini E1, E2 e E3 alla capacità produttiva	24
Tabella 18. Ubicazione e caratteristiche geometriche del camino E4	24
Tabella 19. Caratteristiche emissive associate al camino E4 relative ai possibili assetti di marcia alla capacità produttiva.....	25
Tabella 20. Concentrazioni di PM10 stimate ai recettori per ciascun assetto di marcia considerato in esercizio per l’intero anno	25
Tabella 21. Concentrazioni incremental di polveri nell’intero dominio per ciascun assetto di marcia in esercizio per l’intero anno	25
Tabella 22. Ubicazione e caratteristiche geometriche dei camini dei depolveratori del sistema di trasporto dell’allumina	26
Tabella 23. Durata annua delle operazioni di carico dell’allumina.....	27
Tabella 24. Caratteristiche emissive dei depolveratori del sistema di trasporto dell’allumina.....	27
Tabella 25. Ubicazione e caratteristiche geometriche del camino E30	28
Tabella 26. Caratteristiche emissive del depolveratore E30.....	28

Tabella 27. Emissioni PM10 e PM2.5 relative al Ciclo di movimentazione della bauxite	31
Tabella 28. Emissione di PM10 e PM2.5 derivante dall'erosione eolica del parco bauxite.....	31
Tabella 29. Sintesi dello scenario emissivo simulato: sorgenti puntuali	36
Tabella 30. Sintesi dello scenario emissivo simulato: sorgenti lineari.....	36
Tabella 31. Sintesi dello scenario emissivo simulato: sorgenti areali.....	36
Tabella 32. Raggruppamento delle sorgenti emissive in base alla natura del particolato emesso ...	37
Tabella 33. Contenuto di microinquinanti nell'allumina (frazione < 10 µm)	38
Tabella 34. Contenuto di microinquinanti nella bauxite (frazione < 10 µm).....	38
Tabella 35. Contenuto di microinquinanti nel fango rosso (frazione < 10 µm).....	39
Tabella 36. Concentrazioni dei microinquinanti caratteristici nella frazione fine dei campioni prelevati dalle piste del BFR (valore espresso in mg per kg di frazione <10 µm).....	39
Tabella 37. Contenuto di microinquinanti nei materiali che costituiscono particolato aerodisperso utilizzati nelle simulazioni	40
Tabella 38. Concentrazione incrementali di PM10 e PM2.5	41
Tabella 39. Concentrazione incrementali dei microinquinanti	41
Tabella 40. Confronto fra i parametri statistici della concentrazione di PM10 e PM2.5 nella condizione AO (misurati dalle centraline), nella condizione post operam 1 e post operam 2.....	41
Tabella 41. Confronto fra i parametri statistici della concentrazione di As, Cd e Ni nella condizione AO (misurati dalle centraline), nella condizione post operam 1 e post operam 2.....	42
Tabella 42. Confronto fra i parametri statistici della concentrazione di Pb e Hg nella condizione AO (misurati dalle centraline), nella condizione post operam 1 e post operam 2.....	42
Tabella 43. Contribuito ai recettori stimato in riferimento a vari valori di efficienza di abbattimento	43
Tabella 44. Confronto tra le concentrazioni degli scenari ante operam (misurate alle centraline) e post operam - PM10 e PM2.5 – Scenario A0 (assenza di sistemi di mitigazione)	43

1 INTRODUZIONE

Il presente documento illustra lo studio di dispersione in atmosfera delle polveri sottili e dei microinquinanti relativo al *Progetto di riavvio della raffineria di allumina ubicata nel comune di Portoscuso, ZI Portovesme (SU)* dell'Eurallumina (nel seguito Progetto di riavvio). Lo studio è finalizzato alla stima degli impatti generati dal progetto sulla componente ambientale atmosfera.

Il parametro di riferimento per la stima è la concentrazione in aria delle frazioni PM10 e PM2.5 (frazioni di particolato aerodisperso aventi diametro aerodinamico di taglio rispettivamente pari a 10 e 2.5 μm) ai recettori (Portoscuso e Paringianu), calcolata attraverso un processo che include la caratterizzazione delle sorgenti di emissione e la simulazione numerica della dispersione in atmosfera dei contaminanti.

Il calcolo del contributo alla concentrazione ai recettori è sviluppato sotto ipotesi particolarmente cautelative e nella condizione di emissione post operam più severa (scenario di riferimento), in cui ai contributi emissivi relativi alla massima capacità produttiva della raffineria sono sommati quelli del BFR nella condizione emissiva più gravosa (Allegato 3 "Identificazione dello scenario di riferimento per lo studio di dispersione delle polveri del BFR"). Le concentrazioni così calcolate vengono sommate alle concentrazioni ante operam, rilevate dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria della Regione, e confrontate con i valori limite stabiliti dal Decreto Legislativo 155/2010 (limiti giornalieri e annuali per il PM10 e limite annuale per il PM2.5).

Le emissioni delle sorgenti convogliate sono state identificate sulla base dei progetti definitivi presentati da Eurallumina nell'ambito del procedimento unico in materia ambientale ai sensi dell'art. 27 del d.lgs.152/2006 del Progetto di riavvio, di cui il presente documento fa parte.

I fattori di emissione delle sorgenti diffuse sono discussi nell'Allegato 1 "Analisi dell'affidabilità dei fattori di emissione e dei parametri di input". L'emissione di polveri diffuse dalle superfici di coltivazione del BFR è invece trattata nell'Allegato 2 "Studio dell'erosione eolica delle superfici del BFR".

In riferimento al livello di cautela della valutazione delle concentrazioni, si fa presente che:

- le emissioni dalle sorgenti convogliate sono considerate alla massima capacità produttiva degli impianti;
- le emissioni delle sorgenti diffuse sono state valutate in corrispondenza dei valori più cautelativi fra quelli misurati dei dati di input (valori di estremo).

I sistemi di mitigazione previsti per le sorgenti diffuse sono descritti nel Doc 17 "Sistemi di abbattimento della polverosità nel sito del BFR" del Progetto BFR e nel documento "Sistemi di prevenzione della polverosità della bauxite" del Progetto MIA (Sezione E).

La simulazione della dispersione in atmosfera delle polveri è stata effettuata con il software CALPUFF, realizzato dalla Earth Tech Inc. per conto del California Air Resources Board (CARB) e dell'US EPA, che implementa un modello di dispersione gaussiano non stazionario (di tipo puff).

Le modifiche introdotte nella presente revisione documentale (Rev. 2) sono:

- definizione dello scenario ante operam sulla base della caratterizzazione dello stato di qualità dell'aria atmosferica mediante i valori medi di concentrazione dei vari inquinanti, misurati dalle centraline, nel periodo 2015-2019, in sostituzione di quelli misurati nell'anno 2020, utilizzati nella precedente versione dello SIA;
- inserimento di uno scenario post operam aggiuntivo che include degli effetti del progetto "Riavvio dello stabilimento di alluminio primario di Portovesme" presentato dalla SiderAlloys Italia SpA (nel seguito SiderAlloys) ad aprile 2021 e la cui procedura di PAUR è attualmente in corso di istruttoria;
- correzione di alcuni refusi nelle seguenti tabelle: Tabella 3 e Tabella 5.

2 ORGANIZZAZIONE DEL DOCUMENTO

La struttura del documento è la seguente:

- descrizione dello stato di qualità dell'aria nella condizione ante operam;
- descrizione del sistema modellistico CALMET/CALPUFF utilizzato per le simulazioni;
- descrizione dell'input meteorologico delle simulazioni e delle ipotesi modellistiche utilizzate;
- definizione dello scenario di riferimento per il particolato aerodisperso (PM10 e PM2.5);
- caratterizzazione chimica delle sorgenti in termini di microinquinanti presenti nel PM10;
- risultati delle simulazioni e valutazione dell'impatto complessivo delle polveri aerodisperse;
- valutazione della concentrazione delle polveri ai recettori per diversi valori dell'efficienza dei sistemi di abbattimento.

Costituiscono parte integrante del documento i seguenti allegati:

- Allegato 1 Analisi dell'affidabilità dei fattori di emissione e dei parametri di input;
- Allegato 2 Studio dell'erosione eolica delle superfici del BFR;
- Allegato 3 Identificazione dello scenario di riferimento per lo studio di dispersione delle polveri del BFR;
- Allegato 4 Report fornitura dati meteo;
- Allegato 5 Certificati analisi chimiche;
- Allegato 6 Mappe di isoconcentrazione.

3 STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA

3.1 LIMITI DEI LIVELLI DI CONCENTRAZIONE STABILITI DALLA NORMATIVA

Gli Standard di Qualità Ambientale (SQA) per l'aria sono definiti dal Decreto Legislativo n. 155/2010, in recepimento della Direttiva Comunitaria Direttiva Comunitaria 2008/50/CE.

I limiti di concentrazione in aria delle polveri PM10 per la protezione della salute umana sono definiti su base giornaliera e annuale:

- valore limite annuale pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- valore limite giornaliero pari a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superare più di 35 volte all'anno.

Per quanto riguarda il PM2.5, lo stesso Decreto stabilisce in $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il valore limite annuale per la protezione della salute umana¹.

Relativamente al contenuto di metalli presenti nella frazione PM10 del particolato atmosferico, in Tabella 1 sono riportati i valori di riferimento per ciascun microinquinante, riferiti alla media su anno civile.

Tabella 1. Valori di riferimento dei metalli nella frazione PM10

Inquinante	Valore Limite (ng/m^3)	Descrizione
Arsenico	6.0	Valore obiettivo
Cadmio	5.0	Valore obiettivo
Nichel	20.0	Valore obiettivo
Piombo	500.0	Valore limite per la protezione della salute umana

Per quanto concerne il mercurio, a livello europeo e italiano, al momento non sono fissati livelli di concentrazione in atmosfera. I principali riferimenti a livello mondiale sono quelli stabiliti negli USA dall'EPA, dall'ATSDR e dall'OMS. Secondo l'EPA (Environmental Protection Agency) il limite per l'esposizione cronica al mercurio è di $300 \text{ ng}/\text{m}^3$; per l'ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) il limite è di $200 \text{ ng}/\text{m}^3$; l'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità) nelle "Linee guida per la qualità dell'aria" del 2000 fissa a $1\,000 \text{ ng}/\text{m}^3$ il valore medio annuo raccomandabile.

3.2 DEFINIZIONE DEI VALORI ANTE OPERAM

Al fine di individuare i valori ante operam rappresentativi dell'area di indagine sono state considerate le centraline CENPS4, CENPS6 e CENPS7 della *Zona Industriale - Area di Portoscuso* della rete di

¹ Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell'articolo 22, comma 6, tenuto conto del valore indicativo di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e delle verifiche effettuate dalla Commissione europea alla luce di ulteriori informazioni circa le conseguenze sulla salute e sull'ambiente, la fattibilità tecnica e l'esperienza circa il perseguimento del valore obiettivo negli Stati membri.

monitoraggio regionale (Figura 1), recentemente adeguata con Delibera G.R. n. 50/18 del 7.11.2017 le cui coordinate² sono riportate in Tabella 2.

Tabella 2. Coordinate Gauss Boaga delle centraline di monitoraggio della Zona Industriale - Area di Portoscuso

STAZIONE	X (m)	Y (m)	Z (m slm)
CENPS4	1447353	4340118	24
CENPS6	1450754	4336488	21
CENPS7	1447012	4339437	8

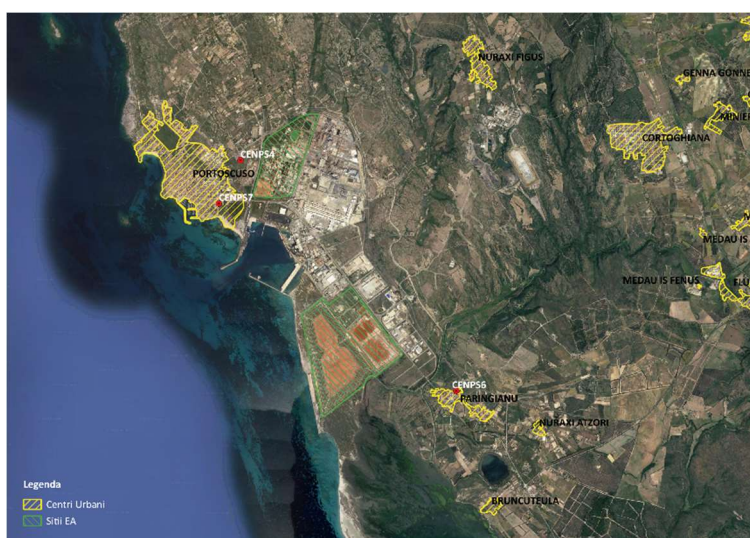


Figura 1. Centraline di misura inquinanti della rete di monitoraggio di riferimento

In Tabella 3 sono riportate le medie annue di PM10 e PM2.5 registrate da tali centraline nel periodo 2015-2020, per lo stesso periodo in Tabella 4 si riportano il numero di superamenti dei valori limite relativi unicamente alla media giornaliera di PM10. I valori nelle Tabelle sono stati estratti dalle *Relazioni annuali sulla qualità dell'aria in Sardegna*, per gli anni disponibili (2015-2019) e dal sito SardegnaAmbiente per il 2020.

Tabella 3. Concentrazioni medie annue alle centraline RAS nel periodo di riferimento 2015 - 2020

PM10 [µg/m³]							
	Limite (PSU)	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CENPS4	40	23.7	23.4	22.9	24.4	24.7	15.16
CENPS6		16.4	16.8	17.3	18.5	17.9	17.70
CENPS7		23.9	24.9	23.5	27.3	27.6	24.21
PM2.5 [µg/m³]							
	Limite (PSU)	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CENPS6	20	9.7	11.2	10.8	11.8	9.6	7.93
CENPS7		17.7	15	13.8	12.4	8.8	6.65

² Fonte: Allegato C alla Delibera G.R. n. 50/18 del 7.11.2017 Monografie delle stazioni di misura. Tali coordinate differiscono rispetto a quelle utilizzate dalle precedenti revisioni del documento, dedotte dal documento "rete di monitoraggio della qualità dell'aria – guida alla lettura dei dati. Aggiornamento: 11 maggio 2015.

Tabella 4. Numero di superamenti del limite nel periodo di riferimento 2015 - 2020

	PM10 Media giornaliera (PSU)					
	Valore limite: 50 µg/m³			Massimo numero di superamenti consentito: 35		
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CENPS4	2	10	7	9	13	3
CENPS6	-	-	3	3	2	0
CENPS7	7	8	6	14	12	11

In Tabella 5 si riportano gli esiti della caratterizzazione del particolato atmosferico fatta in riferimento ai metalli e al periodo 2015 – 2020.

Tabella 5. Concentrazioni annuali dei metalli - periodo di riferimento 2015 – 2020

	As [ng/m3]					
	VL = 6.0 ng/m3					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CENPS4	-	-	2.599	2.685	3.959	1.472
CENPS6	3.858	1.789	1.232	0.920	1.800	1.153
CENPS7	5.668	4.191	2.715	2.933	2.163	1.600
	Cd [ng/m3]					
	VL = 5.0 ng/m³					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CENPS4	-	-	5.009	3.690	3.742	3.958
CENPS6	4.825	2.397	2.473	1.309	1.103	2.532
CENPS7	8.022	5.223	5.557	4.543	3.243	3.873
	Hg [ng/m3]					
	-					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CENPS4	-	-	0.089	0.226	0.212	0.178
CENPS6	0.177	0.099	0.040	< 0.079	0.058	0.066
CENPS7	0.445	0.126	0.108	0.103	0.176	0.107
	Ni [ng/m3]					
	VL = 20.0 ng/m3					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CENPS4	-	-	0.192	0.780	0.674	1.030
CENPS6	1.535	1.012	0.217	0.868	0.819	1.318
CENPS7	3.751	3.098	3.545	3.547	1.832	1.700
	Pb [ng/m3]					
	VL = 500.0 ng/m3					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CENPS4	-	-	102.829	86.950	148.950	110.225
CENPS6	107.560	48.223	65.818	23.225	36.927 ³	80.825
CENPS7	156.774	131.365	123.398	109.737	82.927 ⁴	120.620

Come richiesto dagli Enti, quali parametri rappresentativi dello stato ante operam sono stati assunti i valori medi del periodo 2015-2019 dei parametri statistici necessari per la verifica dei limiti

³ Valore indicato nella relazione annuale 2019; il valore indicato nel sito è pari a 36.925

⁴ Valore indicato nella relazione annuale 2019; il valore indicato nel sito è pari a 83.170

normativi riportati in Tabella 6, in sostituzione di quelli misurati nell'anno 2020 utilizzati nella precedente revisione documentale.

I valori percentili delle medie giornaliere sono stati calcolati sulla base dei dati giornalieri disponibili sul sito SardegnaAmbiente⁵ per il periodo 2016-2019. I valori giornalieri per l'anno 2015, non disponibili sul sito SardegnaAmbiente, sono stati estratti dai Report mensili dei dati di qualità dell'aria disponibili sul sito Sardegna Arpa⁶.

Tabella 6. Concentrazioni ante operam delle medie annue delle polveri e dei microinquinanti

	PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	PM2.5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	As	Cd	Hg	Ni	Pb
	Media Annuale	Media Annuale	Media Annuale [ng/m^3]				
VL	40	20	6.0	5.0	200	20	500
CENPS4	23.82	-	3.081	4.147	0.176	0.549	112.91
CENPS6	17.38	10.62	1.920	2.421	0.091	0.890	56.35
CENPS7	25.44	13.54	3.534	5.318	0.192	3.155	120.84

Tabella 7. Ulteriori parametri statistici necessari per la verifica dei limiti normativi relativi al periodo 2015-2019 e corrispondente valore medio (concentrazione ante operam)

PM10 - 90.41-esimo perc. medie giornaliere [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]						
	2015	2016	2017	2018	2019	Valore medio
CENPS4	33.1	35.8	33.8	35.9	38.1	35.35
CENPS6	22.9	26.4	26.9	38.6	25.3	28.02
CENPS7	34.7	40.4	35.0	38.6	41.1	37.97

4 PROGETTI INTERFERENTI SULL'ATTUALE STATO DI FATTO

4.1 PREMESSA

Per la corretta definizione dello scenario post operam devono essere valutati i probabili sviluppi futuri rispetto alla condizione attuale, descritta nel precedente paragrafo. Tali scenari sono riferibili ad altri progetti, che insistono nell'area di interesse, i cui effetti non risultano inclusi nella definizione dello scenario attuale.

Nella presente revisione del documento è stato inserito uno scenario post operam aggiuntivo che include gli effetti del Progetto *Riavvio dello stabilimento di alluminio primario di Portovesme* presentato dalla SiderAlloys Italia SpA, presentato ad aprile 2021 e la cui procedura di PAUR è attualmente in corso di istruttoria.

⁵ <https://portal.sardegnaasira.it/ricerca-centraline>

⁶ <http://www.sardegnaambiente.it/index.php?xsl=612&s=335564&v=2&c=5012&idsito=21>

4.2 PROGETTO SIDERALLOYS

La stima degli effetti del Progetto SiderAlloys sulla qualità dell'aria è stata eseguita in riferimento alla stessa Area vasta di 24x24 km² del Progetto di riavvio e in riferimento agli stessi recettori, rappresentati dai centri abitati di Portoscuso e Paringianu identificati mediante le centraline di monitoraggio regionale.

Lo scenario emissivo considerato include l'esercizio alla massima capacità produttiva dello stabilimento.

In riferimento ai contaminanti gassosi caratteristici del Progetto di riavvio, in Tabella 8 si riportano le concentrazioni incrementali massime generate ai recettori dal Progetto SiderAlloys.

Tabella 8. Concentrazioni incrementali massime generate dal Progetto SiderAlloys ai recettori – Polveri e microinquinanti (Fonte: Tabelle 44 e 45 dell'Allegato 1 Studio di dispersione dei contaminanti atmosferici - Agosto 2021- dello SIA del Progetto SiderAlloys)

	PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		PM2.5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	As	Cd	Ni	Pb	Hg
Centralina	90.41 perc. medie 24 ore	Media annua	Media annua	Media annua [ng/m^3]				
CENPS4	0.70	0.26	0.22	1.53E-05	1.91E-05	1.27E-03	8.92E-04	6.37E-06
CENPS6	1.14	0.46	0.43	2.23E-05	2.79E-05	1.86E-03	1.30E-03	9.31E-06
CENPS7	1.30	0.46	0.41	2.71E-05	3.38E-05	2.25E-03	1.58E-03	1.13E-05

5 IL SISTEMA DI MODELLAZIONE CALMET/CALPUFF

Lo studio della dispersione degli inquinanti gassosi in atmosfera è stato condotto utilizzando il sistema di modellazione integrata CALPUFF MODEL SYSTEM, sviluppato dalla "Sigma Research Corporation", ora parte di Earth Tech, Inc, con il contributo di California Air Resources Board (CARB). (Earth Tech, Inc.).

Tra gli strumenti esistenti è stato scelto tale sistema modellistico in base alle seguenti motivazioni (sulla base ad esempio di quanto suggerito in ANPA, 2000):

- *Referenze.* È indicato dalla US-EPA (2017) tra gli strumenti adatti per la simulazione del trasporto degli inquinanti su lunghe distanze (da 50 km a diverse centinaia di km) e per la simulazione su distanze relativamente brevi quando le condizioni di orografia complessa possono generare situazioni di stagnazione, di ricircolo dei venti e variazioni spazio temporali delle condizioni meteorologiche;
- *Scala spaziale.* Il modello prescelto è in grado di riprodurre efficacemente i fenomeni alla scala locale e nelle immediate vicinanze della sorgente (e.g. building downwash);
- *Scala temporale.* Il modello CALPUFF è in grado di predire per uno o più anni valori medi orari di concentrazione, quindi permette di determinare i parametri di interesse per la normativa vigente (numero di superamenti, percentili, ecc.);

- *Complessità dell'area di studio.* Il modello meteorologico diagnostico CALMET permette di riprodurre gli effetti dovuti all'orografia del territorio (presenza di rilievi), alle disomogeneità superficiali (presenza di discontinuità terra-mare, città campagna, presenza grandi masse di acqua interne) e alle condizioni meteodiffusive non omogenee (regimi di brezza di monte-valle, brezze di mare, inversioni termiche, calme di vento a bassa quota);
- *Tipologia delle sorgenti.* Il modello CALPUFF è in grado di simulare le tipologie di sorgenti di interesse ovvero sorgenti puntuali, lineari (piste) e areali; in riferimento alle sorgenti puntuali il modello, oltre al building downwash a cui si è già accennato, descrive ulteriori fenomeni tipici di tali sorgenti, quali il plume rise, lo stack tip downwash ed altri ancora;
- *Disponibilità dei dati di input.* Il sistema CALMET/CALPUFF necessita di un numero elevato di misure, in particolare di valori accurati del vento al suolo e lungo il profilo verticale, per poter ricostruire la struttura tridimensionale del campo di vento e della turbolenza. A fronte di questa maggiore richiesta di dati, tutti disponibili per lo studio in oggetto, il sistema modellistico fornisce informazioni molto più dettagliate e precise rispetto a modelli più semplici basati su una meteorologia puntuale.

Tale sistema è costituito da tre componenti principali:

- un processore meteorologico (CALMET) in grado di ricostruire, con cadenza oraria, campi tridimensionali di vento e temperatura e campi bidimensionali di altre variabili, tra cui turbolenza e altezza di mescolamento;
- un modello di dispersione non stazionario (CALPUFF), che simula il rilascio di inquinanti dalla sorgente come una serie di pacchetti discreti di materiale (puff), emessi ad intervalli di tempo prestabiliti (CALPUFF può avvalersi dei campi tridimensionali generati da CALMET, oppure utilizzare altri formati di dati meteorologici);
- un programma di post-processamento degli output di CALPUFF (CALPOST), che consente di ottenere i formati richiesti dall'utente ed è in grado di interfacciarsi col software SURFER per l'elaborazione grafica dei risultati.

Più in dettaglio CALMET è un preprocessore meteorologico di tipo diagnostico, adatto a simulare il campo di vento su domini caratterizzati anche da orografia complessa. Tale campo viene ricostruito attraverso stadi successivi, in particolare un campo di vento iniziale viene rielaborato per tenere conto degli effetti orografici, tramite interpolazione dei dati misurati alle centraline di monitoraggio e tramite l'applicazione di specifici algoritmi in grado di simulare l'interazione tra il suolo e le linee di flusso. CALMET è dotato, infine, di un modello micrometeorologico per la determinazione della struttura termica e meccanica (turbolenza) degli strati inferiori dell'atmosfera.

Come già anticipato, CALPUFF è un modello di dispersione 'a puff' multi-strato non stazionario. Esso è riportato da U.S. EPA (Environmental Protection Agency) nelle proprie linee guida sulla modellistica per la qualità dell'aria come modello preferito per la stima dell'impatto di sorgenti emissive sia nel caso di trasporto a medio e a lungo raggio (centinaia di chilometri), sia per applicazioni di ricadute nelle immediate vicinanze delle sorgenti (qualche chilometro) con condizioni meteorologiche complesse, quali quelle che si possono verificare lungo la linea di costa (regimi di brezza).

Esso è inoltre inserito nell'elenco dei modelli consigliati da APAT (Agenzia Italiana per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici) per la valutazione e gestione della qualità dell'aria ("Guida interattiva alla scelta dei modelli di dispersione nella valutazione della qualità dell'aria").

Infine il post processore CALPOST consente di elaborare i dati di output forniti da CALPUFF, in modo da ottenere i risultati in un formato adatto alle esigenze dell'utente. Tramite CALPOST si possono ottenere dei file di output direttamente interfacciabili con software grafici per l'ottenimento di mappe di concentrazione.

In Figura 2 è riportato lo schema di funzionamento della suite modellistica utilizzata nel presente studio.

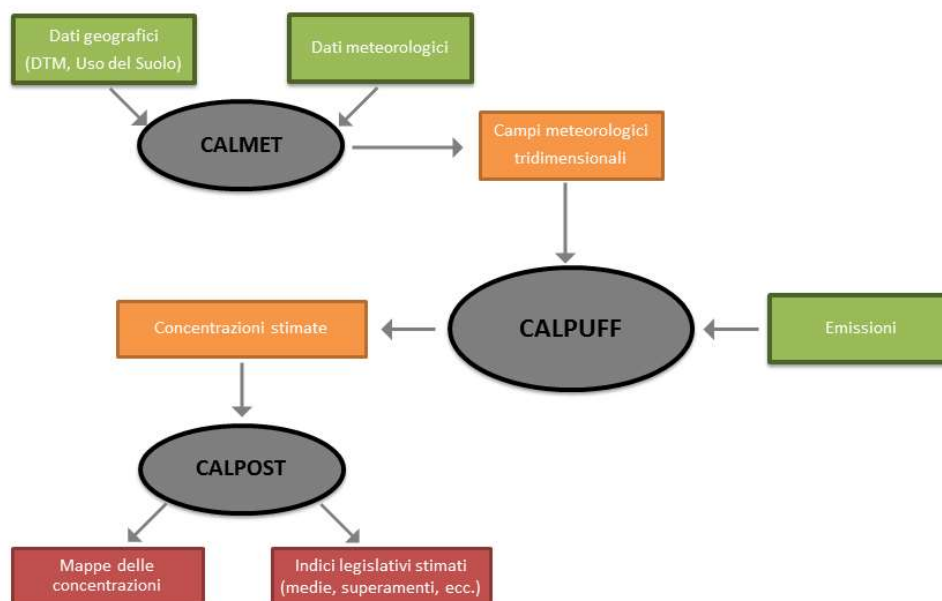


Figura 2. Schema del sistema modellistico CALPUFF

6 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI DISPERSIONE E DATI DI INPUT

6.1 DATI METEOROLOGICI

6.1.1 Caratterizzazione anemologica dell'area e anno meteo rappresentativo

Le stazioni meteorologiche presenti in prossimità delle sorgenti emissive sono:

- la centralina della rete di monitoraggio regionale CENPS7 i cui dati sono forniti, su richiesta, dal Dipartimento Meteorologico Servizio Meteorologico, Agrometeorologico ed Ecosistemi;
- la stazione di Carloforte appartenente alla rete mareografica nazionale, i cui dati sono disponibili sul sito dell'ISPRA www.mareografico.it;
- la stazione localizzata all'interno del sito del bacino dei fanghi rossi (nel seguito Stazione BFR) di proprietà della Proponente.

Al fine di individuare l'anno meteo rappresentativo da utilizzare nelle simulazioni di dispersione degli inquinanti gassosi e delle polveri, è stata effettuata un'analisi dei dati anemologici rilevati dalle stazioni di Carloforte e del BFR nel periodo 2010 – 2019.

In Tabella 9 e in Figura 1 si riportano, per ciascun anno del periodo di riferimento, la frequenza delle classi di velocità e la rosa dei venti della Stazione di Carloforte.

Tabella 9. Frequenza delle classi di velocità del vento - periodo 2010-2019 - Stazione di Carloforte

Classe di Velocità (m/s)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Valore medio
<0.5	4.9%	5.6%	5.8%	4.6%	5.2%	5.9%	6.4%	5.6%	7.6%	3.4%	5.50%
(0.5-1)	7.8%	8.3%	7.8%	6.8%	8.0%	9.3%	11.0%	9.4%	8.5%	8.1%	8.50%
(1-2)	19.3%	18.9%	19.2%	17.6%	18.6%	19.8%	19.4%	19.7%	21.1%	18.8%	19.24%
(2-4)	36.4%	32.8%	30.7%	33.2%	33.7%	32.2%	33.6%	32.1%	35.1%	33.0%	33.28%
(4-6)	24.0%	23.5%	24.6%	24.7%	24.0%	22.3%	22.5%	23.4%	21.0%	25.0%	23.50%
(6-8)	7.0%	9.0%	9.7%	9.7%	8.5%	8.6%	6.2%	8.0%	5.5%	9.4%	8.16%
(8-10)	0.5%	1.7%	1.7%	2.5%	1.7%	1.4%	0.8%	1.2%	1.0%	2.1%	1.46%
≥10	0.1%	0.3%	0.4%	1.0%	0.4%	0.4%	0.1%	0.5%	0.2%	0.3%	0.37%

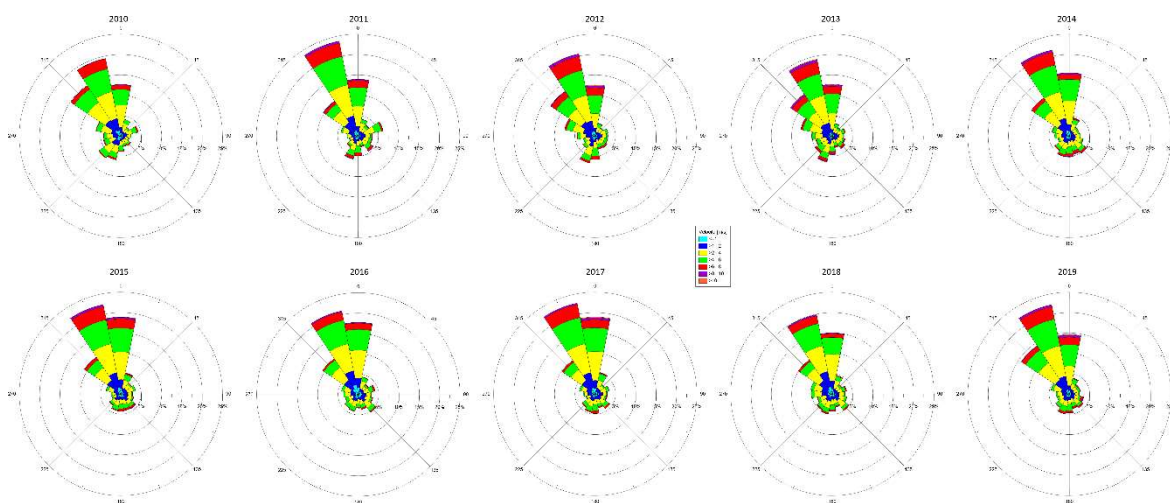


Figura 3. Rose dei venti della Stazione di Carloforte – periodo 2010-2019

In Tabella 10 e in Figura 4 si riportano per ciascun anno del periodo di riferimento, la frequenza delle classi di velocità e la rosa dei venti della Stazione BFR. I dati relativi agli anni 2010 e 2015 sono stati esclusi perché caratterizzati da valori anomali derivanti, presumibilmente, da malfunzionamento della centralina.

Tabella 10. Frequenza delle classi di velocità del vento - periodo 2011-2019 – Stazione BFR

Classe di velocità (m/s)	2011	2012	2013	2014	2016	2017	2018	2019	Valore medio
<0.5	0.8%	0.5%	1.2%	0.5%	4.9%	0.6%	0.2%	0.2%	1.1%
(0.5-1)	5.9%	5.1%	5.4%	3.4%	2.7%	2.8%	3.2%	3.1%	4.0%
(1-2)	31.6%	28.9%	27.3%	27.2%	25.2%	28.4%	29.0%	26.3%	28.0%
(2-4)	27.8%	29.3%	27.5%	31.4%	31.3%	30.7%	32.9%	30.9%	30.2%
(4-6)	18.2%	18.1%	18.8%	18.6%	19.8%	19.7%	18.6%	19.7%	18.9%
(6-8)	10.6%	10.2%	11.3%	11.6%	10.0%	10.5%	9.8%	11.3%	10.7%
(8-10)	3.8%	4.8%	5.0%	4.5%	4.4%	4.5%	3.9%	4.8%	4.5%
≥10	1.3%	3.3%	3.6%	2.9%	1.8%	2.9%	2.4%	3.7%	2.7%

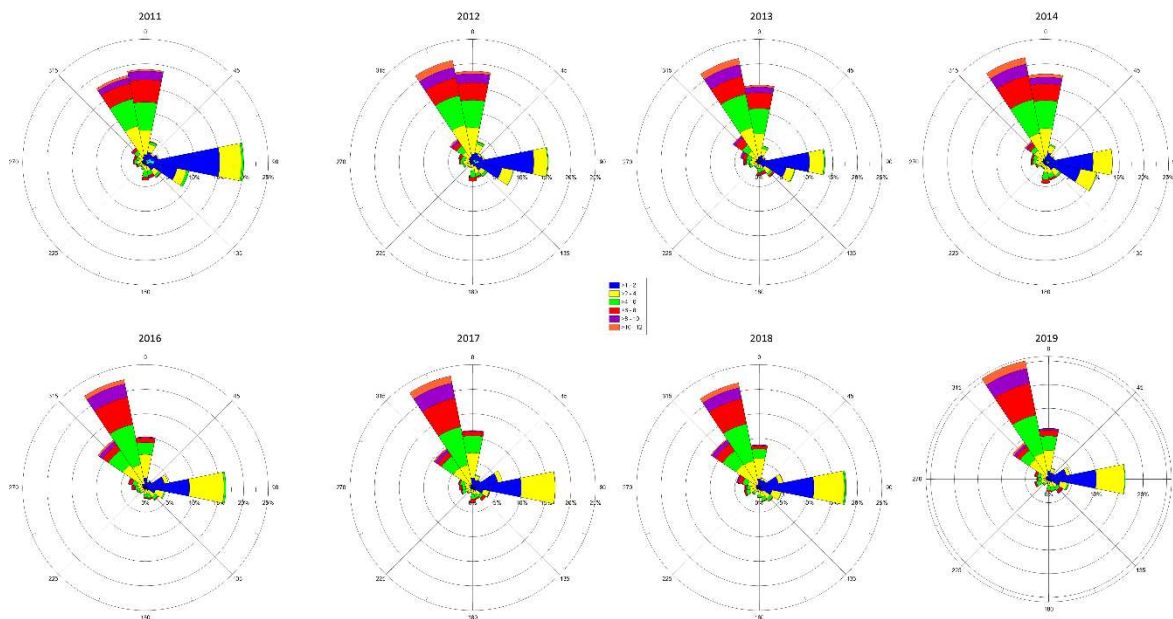


Figura 4. Rose dei venti della Stazione del BFR – periodo 2011-2019

Dall'analisi dei dati emerge che, in riferimento alla singola stazione, la condizione anemologica si mantiene pressoché costante nel periodo considerato e coerente con i dati delle serie storiche (vedasi caratterizzazione anemologica del quadro di riferimento ambientale parte 1).

Il confronto dei dati relativi alle due stazioni mette in evidenza le seguenti differenze:

- frequenza dei venti:
 - la Stazione BFR è caratterizzata da una maggior frequenza di venti intensi: la frequenza media dei venti di velocità $> 8\text{m/s}$ è pari al 7.2% rispetto al 1.8% della Stazione di Carloforte;
 - la Stazione di Carloforte è caratterizzata da una maggior frequenza di calme e bave di vento: frequenza media dei venti aventi velocità $< 1\text{ m/s}$ pari al 14% rispetto al 5.1% della Stazione del BFR;
- direzione dei venti: le rose dei venti della Stazione BFR, in particolare negli ultimi cinque anni, evidenziano una componente da Est non presente nella stazione di Carloforte e una componente NNO più marcata rispetto alle componenti N e NO.

Alla luce di questa analisi e sulla base della constatazione che le sorgenti emissive sono ubicate principalmente nel sito della raffineria e in quello del BFR, ai fini della ricostruzione dell'input meteo generato da CALMET, sono stati considerati i dati meteo locali delle due stazioni:

- CENPS7 localizzata in prossimità delle sorgenti della raffineria;
- BFR localizzata in prossimità delle sorgenti del bacino dei fanghi rossi.

L'anno meteo di riferimento è stato individuato quale anno dell'ultimo triennio (2016 – 2018) in cui si sono avute le condizioni anemologiche più gravose per i recettori.

In Tabella 11 e in Figura 5 si riportano le frequenze delle classi di velocità e la rosa dei venti degli anni del triennio 2016 -2018, della Stazione CENPS7.

Tabella 11. Frequenza delle classi di velocità del vento - periodo 2016-2018 – CENPS7

Classe di velocità (m/s)	2016	2017	2018
<0.5	8.1%	6.3%	7.5%
(0.5-1)	10.5%	12.8%	9.0%
(1-2)	18.5%	20.2%	23.0%
(2-4)	37.8%	37.0%	39.1%
(4-6)	19.7%	18.1%	17.2%
(6-8)	4.7%	4.7%	3.4%
(8-10)	0.7%	0.7%	0.7%
≥10	0.1%	0.2%	0.1%

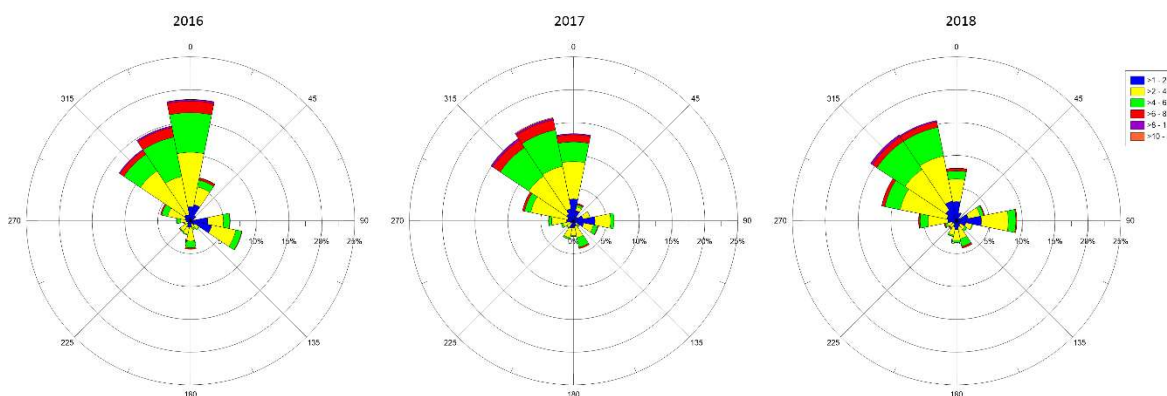


Figura 5. Rose dei venti della Stazione CENPS7 – periodo 2016-2018

La scelta dell'anno di riferimento fra quelli del triennio 2016-2018 è stata effettuata sulla base della maggior frequenza di venti in direzione dei recettori sensibili (Tabella 12).

In riferimento al sito della raffineria che si caratterizza per la presenza di sorgenti sia convogliate (inquinati gassosi e polveri), sia diffuse (polveri), considerato che le ricadute di tali sorgenti interessano sia le immediate vicinanze sia aree più vaste, si individuano i seguenti potenziali bersagli:

- le propaggini del centro abitato di Portoscuso più vicine alla raffineria interessate da ricadute per venti di direzione 45° - 90°;
- il centro abitato di Paringianu interessate da ricadute per venti di direzione 300° - 325°.

In riferimento allo sito BFR in cui son presenti unicamente sorgenti diffuse di polveri, si individua come unico bersaglio il vicino centro abitato di Paringianu per i venti di direzione 260 - 315° gradi.

Tabella 12. Frequenza della velocità del vento in direzione dei recettori sensibili

	CENPS7		CENPS7		Centralina BFR	
	Classe di direzione	frequenza	Classe di direzione	frequenza	Classe di direzione	frequenza
2016	45° - 90	10.2%	300° -325°	12.5%	260 - 315°	10.7%
2017	45° - 90	10.7%	300° -325°	16.2%	260 - 315°	9.2%
2018	45° - 90	11.6%	300° -325°	17.4%	260 - 315°	12.7%

Dalla Tabella 12 emerge che l'anno caratterizzato dalla maggiore frequenza di venti che soffiano nelle direzioni dei bersagli individuati è il 2018. Tale anno è stato, dunque, scelto quale anno di riferimento per le simulazioni della dispersione dei contaminanti gassosi e delle polveri sottili.

6.1.2 Input meteorologico

L'input meteorologico di CALPUFF è stata elaborato dalla MAIND s.r.l. con sede a Milano (<http://www.maind.it>), distributrice del Software MMS.Calpuff e titolare di una significativa ed aggiornata banca dati meteoroclimatici sul territorio nazionale. Il report della fornitura dei dati è riportato in Allegato 4. I dati meteo climatici per l'area d'interesse e per l'anno di riferimento (2018) sono stati ricostruiti attraverso un'elaborazione "mass consistent" (utilizzando stesso dominio e risoluzione spaziale riportate al paragrafo precedente) dei dati rilevati nelle stazioni SYNOP ICAO di superficie e profilometriche presenti sul territorio nazionale, effettuata con il modello meteorologico CALMET e risoluzione 500 m. La ricostruzione tridimensionale del campo meteo orario è stata condotta considerando le caratteristiche orografiche e morfologiche dell'area in esame.

Le Stazioni meteorologiche utilizzate sono le seguenti:

- Stazioni sinottiche
 - stazioni di superficie SYNOP ICAO ELMAS - LIEE 165600 (39.250997°N - 9.053995°E);
 - stazione radiosondaggi SYNOP ICAO DECIMOMANNU - LIED 165460 (39.353992°N - 8.971994°E)
- Stazioni sito specifiche da reti regionali:
 - CENPS7 - Portoscuso (39.204161°N - 8.386943°E) Rete ARPA Sardegna;
- Stazioni private fornite da richiedente:
 - Stazione presente nel sito del bacino dei fanghi rossi dell'Eurallumina SpA (39.172514°N - 8.405219°E).

Il dominio spaziale di riferimento per la fornitura dei dati ha le seguenti caratteristiche:

- coordinate UTM - WGS84 (fuso 32, emisfero nord) dell'origine SW del dominio: E = 437293 m e N = 4325555 m;
- dimensioni orizzontali 24 km x 24 km;
- risoluzione orizzontale (dimensione della griglia) dx = dy = 500 m;
- risoluzione verticale (quota livelli verticali): 0-20-50-100-200-500-1000-2000-4000 m sul livello del suolo.

L'Allegato 4 contiene il report della fornitura dei dati meteorologici redatto dalla Maind srl.

6.2 DOMINIO COMPUTAZIONALE E RECETTORI SENSIBILI

Le simulazioni della dispersione dei contaminanti gassosi e delle polveri sono state effettuate nello stesso dominio dell'input meteo (quadrato con lato 24 km centrato sull'area del BFR (Figura 6)). L'angolo SW del dominio ha le seguenti coordinate UTM- WGS84 (fuso 32, emisfero nord):

- E = 437'293 m (coordinata X);
- N = 4'325'555 m (coordinata Y).

I valori delle concentrazioni sono stati stimati in corrispondenza dei centri di una griglia di calcolo regolare con passo 250 m. Sono inoltre stati inseriti tre recettori discreti in posizioni coincidenti con le centraline di monitoraggio prossime all'area del bacino (le coordinate UTM sono indicate in Tabella 13).

Tabella 13. Coordinate UTM delle centraline di monitoraggio inserite come recettori discreti

Centralina	Coordinata X (m)	Coordinata Y (m)	Quota (m s.l.m.)
CENPS4	447329.2	4340111.0	0
CENPS6	450730.1	4336481.1	0
CENPS7	446988.2	4339430.0	0

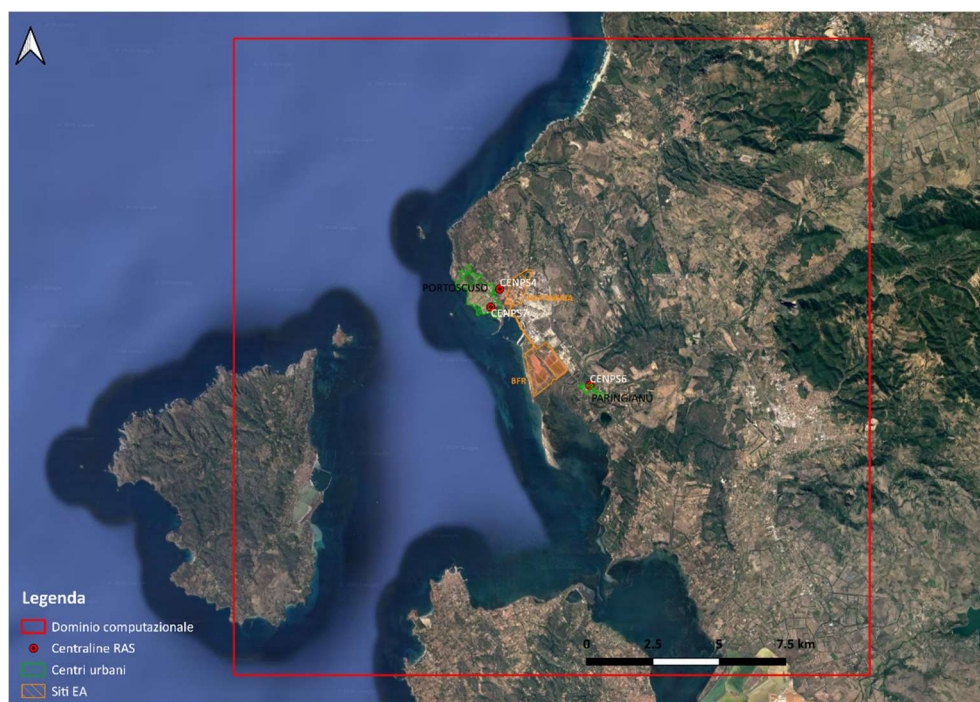


Figura 6. Dominio computazionale e recettori sensibili

6.3 IPOTESI

Le ipotesi di base delle simulazioni numeriche sono:

- coefficienti di dispersione calcolati utilizzando le variabili micrometeorologiche;
- deposizione secca e umida delle polveri;
- effetto “building downwash” derivante dai principali edifici della raffineria di Eurallumina (Tabella 14).

Tabella 14. Parametri input per il calcolo dell’effetto “building downwash”

ID	Altezza	Diametro	X_Length	Y_Length	Angolo di rotazione	Coordinate ⁷	
						X	Y
	(m)	(m)	(m)	(m)	(deg)	(m)	(m)
Silos 1	36.0	41	-	-	-	447960.02	4339661.07
Silos 2	36.0	41	-	-	-	448012.27	4339643.91
Silos 3	36.0	41	-	-	-	448064.52	4339626.75
Edificio precipitatori	31.5	-	82	78.99	343.0	447982.5	4339929.5
	41.3	-	6.79	15.01	342.98	448001.8	4339983.6
	41.3	-	6.79	15.01	342.98	448043.0	4339971.0
	41.3	-	6.79	15.01	342.98	448069.0	4339963.0
Torre di frantumazione	23.9	-	15.71	22.55	341.01	447790.6	4339627.7
Edificio CHP	20.0	-	41	39	348.0	447937.5	4339587.6

⁷ La coordinate si riferiscono allo spigolo SW nel caso di costruzioni rettangolari e al centro nel caso di costruzioni cilindriche

7 SCENARIO EMISSIVO DI RIFERIMENTO

Le concentrazioni delle polveri aerodisperse e dei microinquinanti sono state calcolate in riferimento allo scenario contraddistinto dall'emissione più alta fra quelle che caratterizzano la costruzione e l'esercizio dell'installazione. Questo scenario comprende:

- le sorgenti emissive convogliate e diffuse della raffineria;
- le sorgenti emissive diffuse relative alla Fase 3b di esercizio del BFR (fase caratterizzata dalla maggiore emissione fra quelle di costruzione ed esercizio del BFR, vedasi Allegato 3 "Identificazione dello scenario di riferimento per lo studio di dispersione delle polveri del BFR").

Lo scenario emissivo associato alle sorgenti convogliate rappresenta il "worst case" ed è cautelativo in quanto:

- sia la frazione PM10 sia la frazione PM2.5 sono assimilate alle polveri totali (TSP);
- le caratteristiche emissive (portate massiche, velocità di uscita e temperatura dei fumi) sono state calcolate sulla base delle concentrazioni limite (riferite al TSP) richieste nell'AIA Eurallumina (Scheda 4) in riferimento alla massima capacità produttiva e alle condizioni effettive di emissione dei fumi (temperatura, tenore di ossigeno e fumi secchio o umidi);
- per alcune sorgenti le ore di marcia simulate sono superiori a quelle attese.

Anche lo scenario emissivo associato alle sorgenti diffuse rappresenta il "worst case" in quanto:

- rappresenta la condizione di gestione (costruzione, esercizio e chiusura) del BFR caratterizzata dall'emissione di particolato più elevata;
- le sorgenti diffuse sono state caratterizzate mediante fattori emissivi e parametri di input individuati con criteri cautelativi (vedasi Allegato 1 Analisi dell'affidabilità dei fattori di emissione e dei parametri di input).

La Tabella 15 riporta la sintesi dei fattori emissivi utilizzati unitamente ai parametri di input necessari per il relativo calcolo, per ulteriori dettagli di rimanda agli Allegati 1 e 2 al presente documento.

Tabella 15. Sintesi dei fattori emissivi associati alle sorgenti emissive diffuse

Operazioni elementare	Riferimento	Fattore di emissione	Parametri di input
Trasporto con dumper su piste non pavimentate	EPA AP-42 13.2.2 "Unpaved road"	$E_{PM10} = 1.5 \cdot (s / 12)^{0.9} \cdot (W / 3)^{0.45} \cdot 281.9$	s: contenuto di silt (%) W: peso medio del veicolo (Mg) VKT: km percorsi dai mezzi
Trasporto mediante pala (ad eccezione del transito su fango rosso)		$E_{PM2.5} = 0.15 \cdot (s / 12)^{0.9} \cdot (W / 3)^{0.45} \cdot 281.9$ (g/VKT)	

Operazioni elementare	Riferimento	Fattore di emissione	Parametri di input
Carico/Scarico dei materiali	EPA AP-42 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage Piles"	$E_{PM10} = 0.35 \cdot 0.0016 \cdot \frac{\left(\frac{u}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$ $E_{PM2.5} = 0.053 \cdot 0.0016 \cdot \frac{\left(\frac{u}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$ (kg/Mg)	M: contenuto d'acqua del materiale (%) Q: Mg di materiale movimentato
Erosione eolica da cumuli attivi	EPA (Third edition)	$E_{PM10} = E_{PM2.5} = 0.5 \cdot 1.9 \cdot \left(\frac{s}{1.5}\right) \cdot \frac{365 \cdot (365 - p)}{235} \cdot \left(\frac{f}{15}\right)$ (kg/ha/anno)	s: contenuto di silt (%) p=numero dei giorni piovosi (precip > 0.25mm) f = frequenza vento superiore a 5.4 m/s alla quota media del cumulo
Transito della pala su fango rosso	EPA AP-42 13.2.3 "Heavy Construction Operations" Grading equation	$E_{PM10} = 0.6 \cdot 0.0056 \cdot (S)^2$ $E_{PM2.5} = 0.031 \cdot 0.0034 \cdot (S)^{2.5}$ (kg/VKT)	S: velocità media del mezzo (km/h) VKT: km percorsi dai mezzi
Stesa del materiale			
Compattazione del fango rosso			
Compattazione (ad eccezione del fango rosso)	EPA AP-42 13.2.3 "Heavy Construction Operations" Dozer equation i	$E_{PM10} = 0.75 \cdot \frac{0.45 \cdot s^{1.5}}{M^{1.4}}$ $E_{PM2.5} = 0.105 \cdot \frac{2.6 \cdot s^{1.2}}{M^{1.3}}$ (kg/h)	s: contenuto di silt (%) M: contenuto d'acqua del materiale (%)

La stima delle concentrazioni dei microinquinanti è stata effettuata assumendo che gli stessi siano interamente veicolati dalla frazione PM10. Le simulazioni sono state effettuate a partire da valori di emissione espressi in termini di flusso di massa (kg/h) di ciascun microinquinante. Tale flusso di massa è calcolato per le emissioni di particolato, moltiplicando la concentrazione del microinquinante nel particolato (determinato mediante analisi chimiche) per il flusso di particolato emesso. La conversione della raffineria all'alimentazione a gas naturale liquefatto elimina la presenza di microinquinanti dai prodotti di combustione (E1, E2, E3 e E4).

7.1 SORGENTI EMISSIVE DELLA RAFFINERIA

Le fonti di emissione in atmosfera di particolato aerodisperso connesse all'esercizio della raffineria, nella sua configurazione futura, sono rappresentate da:

- sorgenti di tipo convogliato:
 - camini della nuova centrale di cogenerazione (E1, E2 e E3);
 - camino dei forni di calcinazione (E4);
 - depolveratori del sistema di trasporto dell'allumina (E5 - E20);
 - depolveratore della torre di frantumazione della bauxite (E30);
- sorgenti di tipo diffuso:
 - attività di movimentazione, trasporto e stoccaggio delle materie prime, prodotti e rifiuti.

Nel seguito vengono in primo luogo descritte e caratterizzate le sorgenti convogliate e successivamente quelle diffuse.

7.1.1 Sorgenti convogliate

7.1.1.1 Nuova Centrale di Cogenerazione

Nel nuovo assetto impiantistico, la produzione dell'energia elettrica e del vapore richiesti della raffineria avverrà mediante una centrale di cogenerazione (CHP) alimentata a Gas Naturale. Il CHP è costituito da due caldaie e da una turbina a gas con caldaia a recupero, i cui fumi sono convogliati nei camini esistenti denominati E1, E2 e E3; l'ubicazione e le caratteristiche geometriche di tali camini sono riportati in Tabella 16. I fumi della caldaia a recupero saranno inviati al camino centrale (E3), mentre i fumi delle due caldaie, nella configurazione in cui sono entrambe operative al 50%, saranno inviati al primo e al terzo camino rispettivamente (E1 e E3); tale configurazione soddisfa il fabbisogno di energia elettrica e di vapore della raffineria alla capacità produttiva.

Tabella 16. Ubicazione e caratteristiche geometriche dei camini E1, E2 e E3

Sorgente	Coordinata X	Coordinata Y	Diametro	Altezza
	(m)	(m)	(m)	(m)
E1	447901.0	4339667.3	3.0	100
E2	447896.3	4339653.4	3.0	100
E3	447891.6	4339639.5	3.0	100

In Tabella 17 sono riportate le caratteristiche dei fumi alla bocca di scarico dei camini con l'impianto in esercizio nel normale scenario operativo e riferiti alla massima capacità produttiva. Le portate massiche e le velocità di uscita dei fumi sono state calcolate sulla base dei seguenti parametri:

- frazioni PM10 e PM2.5 pari alle polveri totali;
- concentrazione limite richiesta in AIA per le polveri totali: 5 mg/Nm³ riferite al 15% di O₂ e fumi secchi;

- portate riferite alla massima capacità produttiva;
- condizioni effettive di emissione (temperatura, tenore di ossigeno e fumi secchio o umidi).

Tabella 17. Caratteristiche emissive dei camini E1, E2 e E3 alla capacità produttiva

Sorgente	Temperatura (°C)	Velocità (m/s)	Portata ⁸ (Nm ³ /h)	Flusso di massa (kg/h)	Concentrazione ⁹ (mg/Nm ³)
E1	120	4.27	61'179	0.3	5
E2	140	20.81	552'836	2.8	5
E3	120	4.27	61'179	0.3	5

7.1.1.2 Forni di calcinazione (E4)

La nuova configurazione impiantistica della raffineria prevede l'alimentazione dei forni di calcinazione con GNL; i fumi saranno convogliati nel camino E4; l'ubicazione e le caratteristiche geometriche di tale camino son riportati in Tabella 18.

Tabella 18. Ubicazione e caratteristiche geometriche del camino E4

Sorgente	Coordinata X (m)	Coordinata Y (m)	Diametro (m)	Altezza (m)
E4	448029.0	4339844.6	3.68	46

Per i forni di calcinazione si prevede l'alternanza dei seguenti assetti di marcia standard:

- Assetto A: 1 forno statico e 2 forni rotativi;
- Assetto B: 1 forno statico e 1 forno rotativo;
- Assetto C: 2 forni rotativi;

per i primi due assetti è inoltre prevista la possibilità dell'invio delle polveri o al forno statico o al forno rotativo. In Tabella 19 sono riportate le caratteristiche emissive di ciascun assetto; le portate massiche e le velocità di uscita dei fumi sono state calcolate sulla base dei seguenti parametri:

- frazioni PM10 e PM2.5 pari alle polveri totali;
- concentrazione limite richiesta in AIA per le polveri totali: 40 mg/Nm³ riferito al 3%O₂ fumi umidi;
- portate riferite alla massima capacità produttiva;
- condizioni effettive di emissione (temperatura, tenore di ossigeno e fumi secchio o umidi).

⁸ Portata riferita ai fumi secchi e con un tenore di ossigeno del 15%

⁹ Fumi secchi @ 15% O₂

Tabella 19. Caratteristiche emissive associate al camino E4 relative ai possibili assetti di marcia alla capacità produttiva

Assetto di marcia	Temperatura (°C)	Velocità (m/s)	Portata (Nm ³ /h)	Flusso di massa (kg/h)	Concentrazione ¹⁰ (mg/Nm ³)
A1	131.5	12.53	324011	13.40	40
A2	130.1	12.78	331616	13.53	
B1	118.6	8.85	236322	9.54	
B2	116.4	8.87	238343	9.54	
C	154.1	7.53	184337	7.89	

Al fine di determinare lo scenario peggiore causato dalla concomitanza delle emissioni maggiori con le condizioni meteo più gravose, in riferimento al PM10, sono stati simulati i tre assetti di marcia per tutto l'anno e, per ognuno di essi, sono state calcolate le concentrazioni incrementali ai recettori (Tabella 20) e il contributo nell'intero dominio, espresso mediante la somma delle concentrazioni calcolate nei punti della maglia e il loro valore medio (Tabella 21).

Tabella 20. Concentrazioni di PM10 stimate ai recettori per ciascun assetto di marcia considerato in esercizio per l'intero anno

	90.4° percentile delle medie giornaliere (µg/m ³)					Media annua (µg/m ³)				
	A1	A2	B1	B2	C	A1	A2	B1	B2	C
CENPS4	0.058	0.058	0.068	0.070	0.053	0.017	0.017	0.022	0.022	0.017
CENPS6	0.191	0.192	0.166	0.167	0.135	0.066	0.067	0.056	0.056	0.046
CENPS7	0.112	0.112	0.153	0.155	0.119	0.035	0.035	0.043	0.044	0.034

Tabella 21. Concentrazioni incrementali di polveri nell'intero dominio per ciascun assetto di marcia in esercizio per l'intero anno

		A1	A2	B1	B2	C
90.4-esimo perc. delle medie giornaliere (µg/m ³)	Somma	490.2	492.1	441.2	445.2	353.6
	Media	0.054	0.055	0.049	0.049	0.039
Media annua (µg/m ³)	Somma	162.9	163.5	146.1	147.3	117.2
	Media	0.018	0.018	0.016	0.016	0.013

Dalle tabelle emerge che:

- i valori del 36° giorno peggiore e delle medie annue relative ai diversi assetti non si discostano sensibilmente tra loro;
- l'assetto A2 è caratterizzato dai valori più elevati del 36° giorno peggiore e della media annua nel recettore CENPS6 (Paringianu) e complessivamente nell'intero dominio;
- l'assetto B2 è caratterizzato dai valori più elevati del 36° giorno peggiore e della media annua nel recettore CENPS4 e CENPS7 (Portoscuso).

¹⁰ Fumi umidi @ 3% O₂

Ai fini della determinazione della concentrazione delle polveri è stato assunto quale scenario emissivo di riferimento per i forni di calcinazione l'assetto di marcia A2, simulato per l'intero anno.

7.1.1.3 Depolveratori sistema allumina

Il sistema di trasporto dell'allumina è costituito da nastri trasportatori siti in camminamenti chiusi ed è composto da due tratti:

- il primo trasferisce l'allumina calcinata dai forni di calcinazione ai tre silos di stoccaggio;
- il secondo trasferisce l'allumina dai silos di stoccaggio al porto.

L'abbattimento delle emissioni di particolato in atmosfera viene realizzato mediante 16 depolveratori posti lungo il sistema; l'ubicazione e le caratteristiche geometriche dei camini di tale sistema sono riportati in Tabella 22.

Tabella 22. Ubicazione e caratteristiche geometriche dei camini dei depolveratori del sistema di trasporto dell'allumina

Sorgente	Coordinata X (m)	Coordinata Y (m)	Altezza (m)	Diametro (m)
E5	447963	4339691	8.5	0.38
E6	447970	4339690	8.5	0.38
E7	447979	4339688	8.5	0.38
E8	447993	4339651	4.8	0.51
E9	447987	4339653	2.0	0.45
E10	447980	4339655	4.8	0.51
E11	448066	4339627	38	0.38
E12	447958	4339638	3.7	0.38
E13	448007	4339622	3.7	0.38
E14	448060	4339607	3.7	0.38
E15	448082	4339594	2.1	0.32
E16	448059	4339559	15	0.6
E17	447769	4339525	12	0.6
E18	447642	4339160	18	0.6
E19	447864	4339097	18	0.6
E20	448072	4338656	28	0.82

I depolveratori a servizio della prima parte del sistema sono indicati con le sigle da E5 a E11; di questi, due non sono normalmente in marcia: l'E9 in quanto di scorta all'E8 o all'E10 e l'E11 in quanto a servizio di un silo che nella marcia normale non è in esercizio. Per i restanti filtri si prevede l'esercizio 24 h su 24 h per 365 giorni all'anno.

Il secondo tratto del sistema di trasporto e i relativi depolveratori, da E13 a E20, sono in esercizio solo durante le operazioni di carico delle navi (il depolveratore E12 non risulta normalmente in marcia in quanto di scorta). In riferimento alla massima capacità produttiva dell'impianto, la durata massima prevista per le attività di carico delle navi allumina è di 151 giorni all'anno (Tabella 23).

Tabella 23. Durata annua delle operazioni di carico dell'allumina

	u.m.	100% Dian Dian	50/50% Kindia/Guyana	100% Kindia
Quantitativo prodotto (allumina calcinata)	t/anno	1'150'000	1'150'000	1'150'000
Tempo di carico annuo	gg/anno	151	151	151
Stazza navi ipotesi 1	t/nave	32'000	32'000	32'000
Numero di navi all'anno	navi/anno	36	36	34
Tempo lordo necessario al carico di una nave	gg/nave	4.2	4.21	4.21
Stazza navi ipotesi 2	t/nave	7'500	7'500	7'500
Numero di navi all'anno	navi/anno	154	154	154
Tempo lordo necessario al carico di una nave	gg/nave	0.981	0.981	0.981

In Tabella 24 sono indicate le caratteristiche di emissione dei depolveratori. Le portate massiche e le velocità di uscita sono state calcolate sulla base dei seguenti parametri:

- frazioni PM10 e PM2.5 pari alle polveri totali;
- concentrazione limite richiesta in AIA per le polveri totali: 25 mg/Nm³;
- portate riferite alla massima capacità produttiva.

Il periodo di marcia della seconda parte del sistema di trasporto è stato simulato considerando cautelativamente 3 giorni settimanali di attività (carico nave) durante l'intero anno, per un totale di 174 gg/anno di esercizio.

Tabella 24. Caratteristiche emissive dei depolveratori del sistema di trasporto dell'allumina

SORG.	Portata (Nm ³ /h)	Temp. (°C)	Velocità in uscita (m/s)	Emissione (kg/h)	Condizione di marcia	Condizione di marcia simulata
E5	16 000	75	50.58	0.40	8 760 h/anno	8 760 h/anno
E6	12 400	75	39.20	0.31		
E7	12 400	75	39.20	0.31		
E8	12 800	50	20.83	0.32		
E9	-	-	-	-	emergenza	0
E10	12 800	50	20.83	0.32	8 760 h/anno	8 760 h/anno
E11	-	-	-	-	emergenza	0
E12	-	-	-	-	emergenza	0
E13	9 400	40	25.81	0.24	3 624 h/anno	4 176 h/anno
E14	9 400	40	25.81	0.24		
E15	9 300	40	36.12	0.23		
E16	9 300	40	10.47	0.23		
E17	9 300	40	10.47	0.23		
E18	9 300	40	10.47	0.23		
E19	9 300	40	10.47	0.23		
E20	30 800	40	18.58	0.77		

7.1.1.4 Depolveratore torre di frantumazione

Le bauxiti tri-idrate di futuro utilizzo necessitano di frantumazione prima del loro utilizzo; tale operazione avverrà prima della loro messa a parco. Le operazioni saranno realizzate mediante un frantoio a rulli dotato di un sistema di depolverizzazione. L'ubicazione e le caratteristiche geometriche del camino in cui vengono convogliate le polveri (E30) sono riportati in Tabella 25.

Il frantoio sarà in esercizio durante il periodo di scarico delle navi, pari a 234 giorni all'anno.

Tabella 25. Ubicazione e caratteristiche geometriche del camino E30

Sorgente	Coordinata X (m)	Coordinata Y (m)	Diametro (m)	Altezza (m)
E30	447'796.2	4'339'627.7	0.9	25

Le caratteristiche emissive di tale camino, riportate in Tabella 26, calcolate considerando le frazioni PM10 e PM2.5 pari alle polveri totali sono rappresentative della condizione più gravosa in quanto la portata massica e la velocità di uscita sono state calcolate sulla base di:

- concentrazioni limite richieste nell'AIA: 25 mg/Nm³;
- portate riferite alla massima capacità produttiva;
- condizioni effettive di emissione.

Cautelativamente lo scenario emissivo calcolato prevede l'esercizio della torre di frantumazione per l'intero anno.

Tabella 26. Caratteristiche emissive del depolveratore E30

SORG.	Portata	T	Velocità in uscita	Emissione	Condizione di marcia	Condizione di marcia simulata
	Nm ³ /h	°C	m/s	kg/h		
E30	30 000	25	14.30	0.75	5'616 h/anno	8'760 h/anno

7.1.2 Sorgenti diffuse

Le attività di movimentazione, trasporto e stoccaggio delle materie prime, dei prodotti e dei rifiuti previste nel futuro assetto impiantistico della raffineria possono essere schematicamente raggruppate nei seguenti cicli operativi:

- ciclo di trasporto e stoccaggio della bauxite;
- ciclo di trasporto e carico dell'allumina;
- ciclo di trasporto e stoccaggio della calce;
- ciclo di trasporto e stoccaggio dell'idrato.

Nel seguito vengono analizzati i cicli operativi sopraelencati, descrivendo per ognuno di essi, le attività elementari che lo compongono e individuando quali tra esse rappresentano potenziali fonti di emissione di polveri non convogliate. A ciascuna fonte è associato il relativo Fattore di Emissione.

Infine, nell'ambito di ciascun ciclo operativo vengono descritti, quando presenti, i sistemi di abbattimento polveri previsti in Progetto.

7.1.2.1 Ciclo di movimentazione e trasporto della bauxite

Il ciclo di movimentazione e trasporto della bauxite comprende tutte le attività necessarie all'approvvigionamento di questa materia prima alla raffineria, iniziando dallo scarico delle navi, fino all'alimentazione ai silos di alimentazione giornaliera dell'impianto.

Le caratteristiche granulometriche e i valori di umidità delle bauxiti attese (non inferiori al 7.3%), congiuntamente ai sistemi di prevenzione della polverosità della bauxite previsti, fanno sì che il loro potenziale erosivo sia trascurabile;

Il contributo emissivo associato allo scarico dalle navi e al trasporto verso lo stabilimento è considerato trascurabile sulla base delle seguenti considerazioni:

- le caratteristiche appiccicose, la granulometria ed i valori di umidità (non inferiori al 7.3%) attese del materiale in arrivo fanno sì che il suo potenziale emissivo sia basso;
- la presenza nello scaricatore della banchina di un impianto per il trattamento della bauxite con una soluzione acqua/filmante;
- utilizzo di nastri trasportatori dotati di sponde laterali antivento e di torri chiuse all'interno delle quali avvengono i cambi di direzione;
- periodica pulizia dei nastri trasportatori.

Preliminarmente alla messa a parco o all'invio ai silos di stoccaggio, la bauxite verrà frantumata mediante frantoi "a rullo", in grado di agire quasi unicamente sulle granulometrie più grandi e non determinando dunque una complessiva bassa produzione di frazione fine.

A seguito di tale frantumazione, le caratteristiche fisiche del materiale potrebbero subire modificazioni tali da determinare emissione diffuse, cautelativamente sono state considerate come potenziali fonti di emissione diffusa le operazioni di scarico e di successiva ripresa del materiale per l'alimentazione ai silos di stoccaggio.

Il quantitativo massimo di bauxite approvvigionato annualmente è pari a 3'108'833 t/anno alla massima capacità produttiva. Il rateo di scarico dello stacker reclaimer è stato calcolato cautelativamente considerando un numero di giorni in cui avviene lo scarico delle navi pari a 234 (553.57 t/ora); quantitativo superiore a quello effettivo in quanto durante lo scarico delle navi parte della bauxite viene inviata direttamente ai silos di stoccaggio e all'impianto mediante un sistema di nastri trasportatori. Nei restanti giorni dell'anno, lo stacker reclaimer effettua la ripresa del materiale dai cumuli e l'invio ai silos di stoccaggio. Lo scenario emissivo simulato prevede la movimentazione di 553.57 t/ora di bauxite per l'intero anno.

Le misure di mitigazione della polverosità diffusa previste nel parco bauxite sono le seguenti:

- la bagnatura dei cumuli di bauxite e dell'intera area del Parco mediante i seguenti sistemi:
 - sistema di 4 fog cannons mobili;
 - sistema di irrigatori fissi a lunga gittata (sprinkler) di cui uno localizzato nello stacker reclaimer;
- la bagnatura del materiale durante la messa a parco mediante:
 - uno o più fog cannons;
 - sprinkler localizzato nello stacker reclaimer;
- trattamento del materiale con una soluzione acqua/filmante:
 - all'uscita della torre di frantumazione prima che il materiale arrivi allo stacker reclaimer;
 - all'ingresso del nastro trasportatore di alimentazione all'impianto.

I sistemi di bagnatura sono stati progettati per garantire un fattore di abbattimento pari all'85%.

Le Sorgenti emissive associate al ciclo di movimentazione della bauxite sono schematizzate in Figura 7 unitamente al Fattore di emissione ad esse associate.

Per ciascuna di esse nelle successive tabelle si riportano le emissioni giornaliere di PM10 e PM2.5, i parametri di input utilizzati per il calcolo e efficienza di abbattimento associata alle misure di mitigazione previste in progetto.



Figura 7. Sorgenti emissive del ciclo di movimentazione della bauxite

Tabella 27. Emissioni PM10 e PM2.5 relative al Ciclo di movimentazione della bauxite

Operazioni del ciclo di lavoro	Input	Emissione annua		Emissione media ⁽¹⁾		Efficienza di abbattimento	Ore emmissive
		PM10 (kg/y)	PM2.5 (kg/y)	PM10 (kg/d)	PM2.5 (kg/d)		
Scarico bauxite	u= oraria 2018 M: 7% Q= 13'285.6 t/d	694.3	105.1	1.9	0.3	85%	24h/24 234d/y
Ripresa della bauxite	u= oraria 2018 M: 7% Q= 13'285.6 t/d	694.3	105.1	1.9	0.3	85%	24h/24 131d/y

⁽¹⁾ Emissione media = Emissione annua/365 (poiché sono stati utilizzati come input i valori di velocità del vento orari, l'emissione oraria e dunque quella giornaliera è variabile)

Tabella 28. Emissione di PM10 e PM2.5 derivante dall'erosione eolica del parco bauxite

Superficie esposta	Input	Emissione annua (kg/m2/y)	Area (m2)	Emissione giornaliera media ⁽¹⁾ (kg/d)	Efficienza di abbattimento
Parco bauxite	s=15% f=6.5% p=0 giorni	0.21	48'500	27.9	85%

⁽¹⁾Emissione giornaliera media = Emissione annua x Area/365

7.1.2.2 Altri cicli di trasporto e movimentazione

Le emissioni diffuse connesse alle operazioni elementari dei cicli di movimentazione e trasporto degli ulteriori materiali, ovvero allumina, calce e idrato, sono da ritenersi trascurabili sulla base alle caratteristiche dei materiali stessi e delle scelte tecniche adottate.

ALLUMINA

Il trasporto dai silos di stoccaggio alla banchina avverrà come già detto tramite nastri trasportatori siti in camminamenti chiusi e dotati di sistema di depolverazione.

Il caricamento delle navi avverrà, come in precedenza, per mezzo di un apposito caricatore munito di braccio flessibile (a proboscide), sottovuoto, per raggiungere le stive e minimizzare i fenomeni di spolverio. In relazione a quanto detto si può dunque ritenere che, in base alle caratteristiche del materiale e alle scelte tecniche adottate, le operazioni elementari del ciclo di movimentazione e trasporto dell'allumina rappresentano sorgenti di poveri diffuse trascurabili.

CALCE

Il ciclo di trasporto e stoccaggio della calce non subirà modifiche rispetto a quello attualmente previsto. L'approvvigionamento della calce continuerà ad essere effettuato mediante camion coperti che scaricheranno il loro contenuto direttamente nella fossa della calce ribaltando il proprio cassone. La fossa è chiusa ed è dotata di protezioni di gomma verticali poste sull'apertura di scarico. Le

emissioni associate a questo ciclo, poiché minime e limitate alla zona in oggetto durante le operazioni di scarico, possono essere ritenute trascurabili.

IDRATO

Il ciclo di trasporto e stoccaggio dell'idrato non subirà modifiche rispetto a quello attualmente previsto. L'idrato primario prodotto verrà alimentato ai forni di calcinazione o accumulato in capannoni chiusi. Dell'idrato accumulato nei capannoni la parte destinata alle spedizioni verrà caricata a mezzo pala meccanica su camion coperti per raggiungere il porto, in caso di spedizione via nave, o direttamente la località di destinazione.

7.2 SORGENTI EMISSIVE DEL BACINO FANGHI ROSSI

Lo scenario emissivo di riferimento del BFR è rappresentato dalla fase di gestione maggiormente critica dal punto di vista delle emissioni di polveri, individuata e descritta in Allegato 3 "Identificazione dello scenario di riferimento per lo studio di dispersione delle polveri del BFR".

Tale fase è rappresentata dalla Fase 3b durante la quale avverrà, a rotazione, la coltivazione dei Settori A, B, C e D e contestualmente la realizzazione della copertura laterale della discarica.

Questo scenario, avente durata pari a 8 anni, è stato assunto come rappresentativo dell'intera gestione del BFR: pre-esercizio, esercizio e chiusura.

Le Sorgenti emissive associate ai cicli di lavoro connessi all'esercizio del BFR sono riportate in Figura 8 unitamente al Fattore di emissione ad esse associate.

I contributi emissivi associati alle summenzionate attività sono riportati in Allegato 3 "Identificazione dello scenario di riferimento per lo studio di dispersione delle polveri del BFR" a cui si rimanda per i dettagli.

Per ciascuna sorgente individuata, il Progetto BFR, prevede un sistema di abbattimento della polverosità calibrato al fine di garantire un'efficienza di abbattimento dell'85% (Doc 17 "Sistemi di abbattimento della polverosità nel sito del BFR").

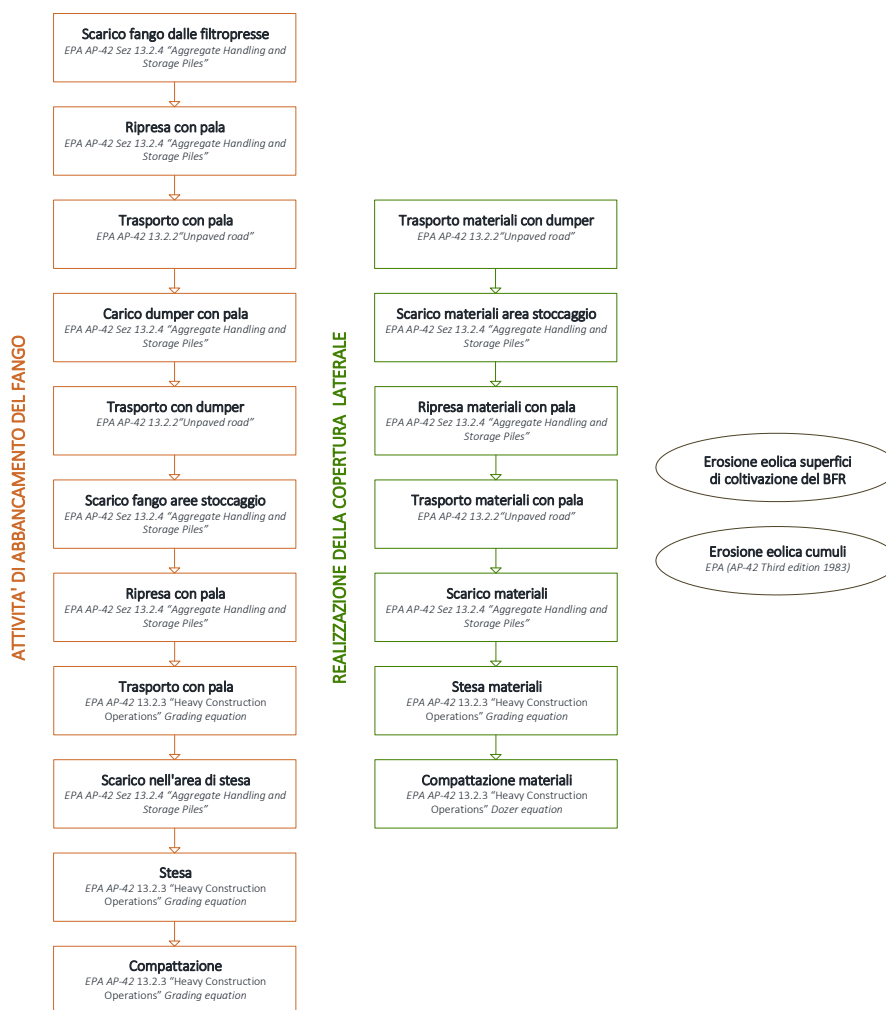


Figura 8. Sorgenti emissive relative all'esercizio del BFR

7.3 SCENARIO EMISSIVO SIMULATO

Lo scenario emissivo simulato include le sorgenti descritte ai paragrafi precedenti, schematizzate come indicato in Figura 9 e in Figura 10. Più nel dettaglio:

- le sorgenti convogliate sono state simulate come sorgenti puntiformi aventi caratteristiche emissive sintetizzate in Tabella 29;
- le piste del BFR sono state simulate come sorgenti lineari aventi caratteristiche emissive sintetizzate in Tabella 30;
- le restanti sorgenti diffuse sono state simulate come sorgenti areali aventi caratteristiche emissive sintetizzate in Tabella 31.



Figura 9. Schematizzazione delle sorgenti emissive – Sito raffineria e banchina portuale



Figura 10. Schematizzazione delle sorgenti emissive – Sito BFR

Tabella 29. Sintesi dello scenario emissivo simulato: sorgenti puntuali

SORG.	Temperatura (°C)	Velocità in uscita (m/s)	Emissione (kg/h)	Condizione di emissione
E1	120	4.27	0.3	8'760 ore/anno
E2	140	20.81	2.8	
E3	120	4.27	0.3	
E4	130.1	12.78	13.53	
E5	75	50.58	0.4	
E6	75	39.2	0.31	
E7	75	39.2	0.31	
E8	50	20.83	0.32	
E10	50	20.83	0.32	
E13	40	25.81	0.24	
E14	40	25.81	0.24	4'176 ore/anno
E15	40	36.12	0.23	
E16	40	10.47	0.23	
E17	40	10.47	0.23	
E18	40	10.47	0.23	
E19	40	10.47	0.23	
E20	40	18.58	0.77	
E30	25	14.3	0.75	8'760 ore/anno

Tabella 30. Sintesi dello scenario emissivo simulato: sorgenti lineari

SORG.	Lunghezza (m)	Emissione PM10 (kg/d)	Emissione PM2.5 (kg/d)	Condizione di emissione	Abbattimento
Piste per il trasporto diurno del fango disidratato	4'340	61.61	6.16	16h/24 (6.00-21.00) 365d/y	85%
Piste per il trasporto notturno del fango disidratato	3'585	23.11	2.31	8h/24 (22.00-5.00) 365d/y	
Piste per il trasporto dei materiali per la costruzione del capping laterale	5'535	13.70	1.37	8h/24 (8.00 - 15.00) lun-ven	

Tabella 31. Sintesi dello scenario emissivo simulato: sorgenti areali

Sorgente emissiva	Operazioni del ciclo di lavoro	Area (m2)	Emissione PM10 (kg/d)	Emissione PM2.5 (kg/d)	Condizione di emissione	Abbattimento
Parco bauxite	Erosione eolica	48'511	4.13	4.13	Vvento>5.4 m/s	85%
Parco bauxite	Scarico e ripresa bauxite	19'000	0.285	0.043	8'760 ore/anno	
Superficie BFR	Erosione eolica	917'000	229.8	229.8	Vvento>10 m/s	
Area filtropresse	Scarico fango dalle filtropresse	1'220	1.9	0.19	24h/24 365d/y	
	Ripresa fango con pala					
	Trasporto fango con pala					
	Carico dumper con pala					
Area abbancamento fango	Scarico fango area stoccaggio	1'700	0.02	3.22E-03	24h/24 365d/y	
	Ripresa fango con pala		0.03	3.79E-03	12h/24 365d/y	
	Erosione eolica – cumuli fango rosso		0.14	1.42E-01	Vvento>5.4	
	Trasporto con pala	4'366	0.65	4.58E-02	12h/24 365d/y	
	Scarico area di stesa	2'064	0.16	1.22E-02		
	Stesa					
	Compattazione					
Area costruzione capping laterale	Scarico materiali da costruzione area di stoccaggio	402	0.03	4.09E-03	8h/24 lun-ven	

Sorgente emissiva	Operazioni del ciclo di lavoro	Area (m2)	Emissione PM10 (kg/d)	Emissione PM2.5 (kg/d)	Condizione di emissione	Abbattimento
	Ripresa materiali con pala					
	Erosione eolica – cumuli materiali da costruzione		0.04	0.04	Vvento>5.4 m/s	
	Trasporto con pala	500	0.51	0.05	8h/24 lun-ven	
	Scarico area di stesa	1'340	0.10	3.59E-02		
	Stesa					
	Compattazione					

8 CONCENTRAZIONE DEI MICROINQUINANTI NELLA FRAZIONE PM10

La concentrazione dei microinquinanti nelle polveri dipende dalla sorgente considerata e, in particolare, dal materiale costituente il particolato aerodisperso. Nella Tabella 32, le sorgenti emissive sono raggruppate in base alla natura del particolato emesso.

Tabella 32. Raggruppamento delle sorgenti emissive in base alla natura del particolato emesso

Sorgente emissiva	Materiale emesso
Centrale CHP	Emissioni da combustione
Forni di calcinazione	Emissioni da calcinazione
Depolveratori sistema allumina	Allumina
Erosione eolica Parco bauxite	Bauxite
Scarico bauxite	
Ripresa della bauxite	
Scarico fango dalle filtropresse	Fango Rosso
Ripresa fango con pala	
Trasporto fango con pala	
Carico dumper con pala	
Trasporto fango con dumper	
Scarico fango aree di stoccaggio	
Ripresa fango con pala	
Scarico fango area di stesa	
Stesa e compattazione del fango	
Cumuli fango rosso disidratato	
Erosione eolica BFR	
Trasporto fango con dumper	Frazione fine tout venant piste BFR
Trasporto altri materiali con dumper	
Scarico materiali area di stoccaggio	Materiali da costruzione (argilla, materiale drenante, misto di cava e terreno vegetale)
Ripresa materiali con pala	
Trasporto materiali con pala	
Scarico materiali	
Stesa materiali	
Compattazione materiali	
Cumuli materiali per la realizzazione della copertura laterale	

La conversione della raffineria a gas naturale liquefatto rende di fatto trascurabile la presenza dei microinquinanti nei fumi in uscita dai camini del CHP e dei forni di calcinazione.

I materiali che generano l'emissione di polveri (bauxite, allumina, fango rosso e tout venant piste BFR) sono stati caratterizzati al fine di determinarne il contenuto di microinquinanti, rappresentati

nello specifico dai metalli; i certificati sono riportati nell'Allegato 5 *Certificati Analisi chimiche*, mentre nelle tabelle successive sono riportati i risultati delle analisi chimiche eseguite ad ottobre 2017 e a marzo 2018, nonché i valori utilizzati ai fini del calcolo (valori di riferimento). L'analisi chimica non è stata estesa ai materiali per costruzione che, in via cautelativa, sono stati caratterizzati mediante i valori ottenuti per il tout venant delle piste del BFR.

Tabella 33. Contenuto di microinquinanti nell'allumina (frazione < 10 µm)

	Analisi ottobre 2017		Analisi marzo 2018				Valore di riferimento
	Campione 1	Campione 2	Campione 1	Campione 2	Campione 4	Campione 5	
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
Antimonio	<1	<1	0.3	0.4	0.6	0.3	0.6
Arsenico	<1	<1	0.24	0.21	0.08	0.19	0.24
Berillio	<1	<1	0.03	0.08	0.03	0.05	0.08
Cadmio	<1	<1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3
Cobalto	<1	<1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Cromo totale	7	3	-	-	7.2	3	7.2
Cromo VI	-	-	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5
Manganese	-	-	82	55	34	50	82
Mercurio	0.1	0.1	-	-	-	-	0.1
Nichel	19	20	-	-	8.4	7.1	20
Palladio	-	-	10	10	10	10	10
Piombo	11	14	-	-	-	-	14
Platino	-	-	10	10	10	10	10
Rame	24	22	-	-	-	-	24
Rodio	-	-	10	10	10	10	10
Selenio	-	-	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Stagno	-	-	1	1	1	1	1
Tallio	-	-	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Tellurio	-	-	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Vanadio	17	26	18	21	16	21	26

Tabella 34. Contenuto di microinquinanti nella bauxite (frazione < 10 µm)

	Analisi ottobre 2017			Analisi marzo 2018			Valore di riferimento
	Cumulo settore 1	Cumulo settore 2	Cumulo settore 3	Cumulo settore 1	Cumulo settore 2	Cumulo settore 3	
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
Antimonio	<1	<1	<1	1.9	2	2.1	2.1
Arsenico	13	20	9	10.88	10.88	8.68	20
Berillio	<1	<1	<1	0.2	0.14	0.11	0.2
Cadmio	2	2	1	1.4	1.8	1.5	2
Cobalto	2	2	3	1.6	1.5	2.6	3
Cromo totale	893	843	621	-	-	-	893
Cromo VI	-	-	-	1.6	2.3	2	2.3
Manganese	-	-	-	93	104	100	104
Mercurio	0.5	0.51	0.44	-	-	-	0.51
Nichel	24	21	22	-	-	-	24
Palladio	-	-	-	<10	<10	<10	10
Piombo	77	104	73	-	-	-	104
Platino	-	-	-	<10	<10	<10	10
Rame	26	21	22	-	-	-	26
Rodio	-	-	-	<10	<10	<10	10
Selenio	-	-	-	0.6	0.6	0.6	0.6

	Analisi ottobre 2017			Analisi marzo 2018			Valore di riferimento
	Cumulo settore 1	Cumulo settore 2	Cumulo settore 3	Cumulo settore 1	Cumulo settore 2	Cumulo settore 3	
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
Stagno	-	-	-	9	6	9	9
Tallio	-	-	-	0.06	0.06	0.06	0.06
Tellurio	-	-	-	0.3	0.3	0.2	0.3
Vanadio	343	334	289	-			343

Tabella 35. Contenuto di microinquinanti nel fango rosso (frazione < 10 µm)

	Analisi ottobre 2017			Analisi marzo 2018			Valore di riferimento
	BFR_B1	BFR_B2	BFR_Sett. A	BFR_B1	BFR_B2	BFR_Sett. A	
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
Antimonio	<1	<1	<1	1.6	1.4	2	2.0
Arsenico	38	40	19	26.29	24.74	24.07	40.0
Berillio	<1	<1	<1	0.15	0.14	0.16	0.16
Cadmio	<1	<1	<1	0.2	0.2	0.6	0.60
Cobalto	12	13	7	5.2	5.3	5.4	13.0
Cromo totale	669	767	346	-	-	-	767
Cromo VI	-	-	-	<0.5	<0.5	<0.5	0.5
Manganese	-	-	-	87	83	90	90
Mercurio	0.25	0.33	0.2	-	-	-	0.33
Nichel	52	46	42	-	-	-	52.0
Palladio	-	-	-	10	10	10	10.0
Piombo	92	70	102	-	-	-	102.0
Platino	-	-	-	10	10	10	10.00
Rame	19	20	8	-	-	-	20.0
Rodio	-	-	-	10	10	10	10.0
Selenio	-	-	-	1.3	1.2	1.6	1.60
Stagno	-	-	-	41	13	14	41.0
Tallio	-	-	-	0.04	0.06	0.04	0.06
Tellurio	-	-	-	0.2	0.2	0.2	0.20
Vanadio	548	601	165	-	-	-	601.0

Tabella 36. Concentrazioni dei microinquinanti caratteristici nella frazione fine dei campioni prelevati dalle piste del BFR (valore espresso in mg per kg di frazione <10 µm)

	Camp. 1	Camp. 2	Camp. 3	Camp. 4	Camp. 5	Camp. 6	Camp. 7	Camp. 8	Camp. 9	Val rif.
	Analisi ottobre 2017									
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Antimonio	2	<1	3	3	<1	<1	5	1	2	5
Arsenico	45	22	29	45	54	26	30	61	29	61
Berillio	1	<1	2	<1	1	<1	<1	1	<1	2
Cadmio	8	6	3	12	26	3	4	7	5	26
Cobalto	7	3	8	11	13	5	7	13	5	13
Cromo	28	16	235	234	55	27	174	80	78	235
Mercurio	1.36	0.61	0.54	1.18	1.3	0.95	0.96	1.35	1	1.36
Nichel	30	13	27	35	40	17	20	40	17	40
Piombo	1850	660	618	1070	1840	773	742	2010	1310	2010
Rame	73	35	34	42	62	37	34	68	35	73
Vanadio	32	23	133	170	68	36	138	83	70	170
Analisi marzo 2018										
Selenio	8.3	4.5	16.2	5.4	4	3.5	3.7	3.7	1.3	16.2

	Camp. 1	Camp. 2	Camp. 3	Camp. 4	Camp. 5	Camp. 6	Camp. 7	Camp. 8	Camp. 9	Val rif.
	Analisi ottobre 2017									mg/kg
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
Stagno	7	4	9	25	8	7	8	15	4	25
Tallio	0.48	0.08	0.65	1.18	1.71	0.55	0.55	1.32	0.54	1.71
Tellurio	48.4	183.8	155.9	106.8	98.3	198.6	146.9	140.1	93.8	198.6

Ai fini delle simulazioni e, quindi, delle previsioni della concentrazione, sono stati considerati i valori massimi fra le concentrazioni rilevate nelle analisi.

Non è stata simulata la dispersione dei microinquinanti cobalto, palladio, platino, rodio, stagno e tellurio per i quali non sono fissati limiti di concentrazione in atmosfera e non sono rintracciabili parametri tossicologici di riferimento.

Per facilità di lettura in Tabella 37 si riportano i valori di concentrazione dei microinquinanti presenti nei materiali che generano il particolato aerodisperso, espressi come frazione del PM10 (kg di microinquinante/kg di PM10).

Tabella 37. Contenuto di microinquinanti nei materiali che costituiscono particolato aerodisperso utilizzati nelle simulazioni

Microinquinante	Allumina	Bauxite	Fango rosso	Tout venant piste
	(-)	(-)	(-)	(-)
Antimonio	6.00E-07	2.10E-06	2.00E-06	5.00E-06
Arsenico	2.40E-07	2.00E-05	4.00E-05	6.10E-05
Berillio	8.00E-08	2.00E-07	1.60E-07	2.00E-06
Cadmio	3.00E-07	2.00E-06	6.00E-07	2.60E-05
Cromo VI	5.00E-07	2.30E-06	5.00E-07	0.00E+00
Cromo totale	7.20E-06	8.93E-04	7.67E-04	2.35E-04
Manganese	8.20E-05	1.04E-04	9.00E-05	0.00E+00
Mercurio	1.00E-07	5.10E-07	3.30E-07	1.36E-06
Nichel	2.00E-05	2.40E-05	5.20E-05	4.00E-05
Piombo	1.40E-05	1.04E-04	1.02E-04	2.01E-03
Rame	2.40E-05	2.60E-05	2.00E-05	7.30E-05
Selenio	3.00E-07	6.00E-07	1.60E-06	1.62E-05
Tallio	3.00E-08	6.00E-08	6.00E-08	1.71E-06
Vanadio	2.60E-05	3.43E-04	6.01E-04	1.70E-04

9 CONTRIBUTO DEL PROGETTO E RISPETTO DEI LIMITI NORMATIVI

I risultati delle simulazioni della dispersione delle polveri sono stati espressi mediante:

- i valori della concentrazione dei contaminanti ai recettori determinate dalle sorgenti del progetto;
- le mappe di isoconcentrazione di PM10 (media annua e 90.41°percentile della media giornaliera), PM2.5 (media annua) e delle medie annue dei microinquinanti per i quali la normativa definisce il limite di concentrazione in atmosfera (As, Cd, Ni, Pb, Hg) allegate al presente documento (Allegato 6).

9.1 CONTRIBUTO DELLE SORGENTI EMISSIVE DEL PROGETTO

Le concentrazioni ai recettori determinate dalle emissioni dalle sorgenti emmissive del progetto sono riportati in Tabella 38 e Tabella 39.

Tabella 38. Concentrazione incrementali di PM10 e PM2.5

Località	PM10		PM2.5
	90.4° percentile delle medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CENPS4	1.53	0.51	0.41
CENPS6	0.86	0.39	0.23
CENPS7	3.46	1.41	1.24

Tabella 39. Concentrazione incrementali dei microinquinanti

	Media annua (ng/m^3)						
	As	Be	Cd	Cr	CrIV	Cu	Hg
CENPS4	8.76E-03	2.32E-04	2.74E-03	1.57E-01	4.58E-04	1.64E-02	2.24E-04
CENPS6	1.27E-02	3.62E-04	4.58E-03	9.57E-02	1.18E-04	1.58E-02	2.69E-04
CENPS7	1.56E-02	4.47E-04	4.94E-03	2.90E-01	1.08E-03	4.11E-02	4.48E-04
	Mn	Ni	Pb	Sb	Se	Tl	V
CENPS4	3.55E-02	1.23E-02	2.03E-01	9.18E-04	1.65E-03	1.72E-04	7.52E-02
CENPS6	1.21E-02	1.10E-02	3.55E-01	1.04E-03	2.90E-03	3.02E-04	6.42E-02
CENPS7	1.05E-01	3.19E-02	3.61E-01	1.93E-03	3.03E-03	3.16E-04	1.49E-01

9.2 RISPETTO DEI LIMITI AI RECETTORI

Nelle successive Tabelle, al fine di verificare il rispetto dei limiti normativi, sono riportate le concentrazioni relative a:

- Stato ante operam (AO) ovvero quelle assunte come caratteristiche dell'attuale qualità dell'aria (Tabella 6 e Tabella 7);
- Scenario post operam 1 (PO1) ottenuto sommando ai valori dello stato ante operam (AO) le concentrazioni incrementali associate al Progetto di riavvio (Tabella 38 e Tabella 39);
- Scenario post operam 2 (PO2) ottenuto sommando ai valori dello stato ante operam (AO) le concentrazioni incrementali associate al Progetto di riavvio e le concentrazioni incrementali associate al Progetto SiderAlloys (Tabella 8).

Tabella 40. Confronto fra i parametri statistici della concentrazione di PM10 e PM2.5 nella condizione AO (misurati dalle centraline), nella condizione post operam 1 e post operam 2

	PM10 -90.41 perc. medie orarie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			PM10 - Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			PM2.5 -Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
	AO	PO1	PO2	AO	PO1	PO2	AO	PO1	PO2
VL	50			40			20		
CENPS4	35.35	36.88	37.58	23.82	24.33	24.59	-	-	-
CENPS6	28.02	28.88	30.02	17.38	17.77	18.23	10.62	10.85	11.28
CENPS7	37.97	41.43	42.73	25.44	26.85	27.31	13.54	14.78	15.19

Tabella 41. Confronto fra i parametri statistici della concentrazione di As, Cd e Ni nella condizione AO (misurati dalle centraline), nella condizione post operam 1 e post operam 2

	As [ng/m ³] media annua			Cd [ng/m ³] media annua			Ni [ng/m ³] media annua		
	AO	PO1	PO2	AO	PO1	PO2	AO	PO1	PO2
VL	6			5			20		
CENPS4	3.081	3.090	3.090	4.147	4.150	4.150	0.549	0.561	0.562
CENPS6	1.920	1.933	1.933	2.421	2.426	2.426	0.890	0.901	0.903
CENPS7	3.534	3.550	3.550	5.318	5.323	5.323	3.155	3.187	3.189

Tabella 42. Confronto fra i parametri statistici della concentrazione di Pb e Hg nella condizione AO (misurati dalle centraline), nella condizione post operam 1 e post operam 2

	Pb [ng/m ³] media annua			Hg [ng/m ³] media annua		
	AO	PO1	PO2	AO	PO1	PO2
VL	500			200		
CENPS4	112.910	113.113	113.114	0.176	0.176	0.176
CENPS6	56.351	56.706	56.707	0.091	0.091	0.091
CENPS7	120.840	121.201	121.203	0.192	0.192	0.192

In riferimento a PM10 e PM2.5 la Tabella 40 dimostra che i valori dei parametri post operam, relativi ad entrambi i futuri scenari (ripartenza o meno della SiderAlloys), sono inferiori ai limiti di normativa.

In riferimento ai metalli pesanti i dati riportati nella Tabella 41 e nella Tabella 42 dimostrano che:

- i valori post operam alle centraline sono al di sotto dei limiti di normativa ad eccezione del cadmio nella CENPS7;
- il valore limite obiettivo per il cadmio nella CENPS7 è superato già nella condizione ante operam, appare utile notare che nell'ultimo triennio (2018-2020) i valori misurati in tale centralina si sono attestati al di sotto di tale limite;
- il contributo del Progetto di riavvio alla concentrazione del cadmio nella CENPS7 determina un incremento, rispetto alla condizione ante operam, irrilevante e a pari allo 0.09%.

10 VALUTAZIONE DELLA CONCENTRAZIONE DELLE POLVERI PER DIVERSI VALORI DELL'EFFICIENZA DEI SISTEMI DI ABBATTIMENTO

Lo scenario di riferimento per il calcolo della concentrazione delle polveri in atmosfera comprende le sorgenti convogliate e diffuse previste nel futuro assetto impiantistico; per queste ultime il progetto prevede specifici sistemi di abbattimento dell'emissione dimensionati in modo da garantire un abbattimento delle emissioni dell'85%.

In questo paragrafo vengono calcolate le concentrazioni di polveri atmosferiche ai recettori in corrispondenza di diversi valori dell'efficienza di abbattimento delle sorgenti. Gli scenari simulati sono:

- Scenario A0: nessun abbattimento;
- Scenario A1: efficienza di abbattimento delle emissioni diffuse del 65%;
- Scenario A2: efficienza di abbattimento delle emissioni diffuse del 75%.

I risultati delle simulazioni sono espressi mediante i valori della concentrazione incrementale ai recettori (Tabella 43).

Tabella 43. Contribuito ai recettori stimato in riferimento a vari valori di efficienza di abbattimento

Scenario emissivo	PM10						PM2.5		
	90.4° percentile delle medie giornaliere [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
	CENPS4	CENPS6	CENPS7	CENPS4	CENPS6	CENPS7	CENPS4	CENPS6	CENPS7
Scenario A0	3.81	3.98	6.35	1.18	1.61	2.52	0.57	0.52	1.42
Scenario A1	2.21	1.56	4.16	0.66	0.68	1.67	0.45	0.29	1.29
Scenario A2	1.91	1.23	3.77	0.58	0.53	1.54	0.43	0.26	1.27

I risultati confermano che l'efficienza dei sistemi di mitigazione è determinante sul valore assunto dalla concentrazione delle polveri alla centralina CENPS6 (Paringianu) più vicina al bacino dei fanghi rossi, mentre lo è meno nei confronti della concentrazione alle centraline CENPS4 e CENPS7 (Portoscuso) che, invece, risentono maggiormente del contributo delle sorgenti convogliate.

Nella Tabella 44 si riportano i valori delle concentrazioni relativi ai due scenari post operam (PO1 in presenza del solo progetto di riavvio e PO2 in presenza anche del progetto SiderAlloys) calcolate assumendo quale contributo del Progetto di riavvio, le concentrazioni incrementali determinate dallo Scenario A0 (in assenza di misure di mitigazione). Dalla tabella emerge che il progetto determina una qualità dell'aria compatibile con i limiti normativi anche in assenza di misure di mitigazione per entrambi gli scenari di riferimento (presenza e assenza del Progetto SiderAlloys).

Tabella 44. Confronto tra le concentrazioni degli scenari ante operam (misurate alle centraline) e post operam - PM10 e PM2.5 – Scenario A0 (assenza di sistemi di mitigazione)

Località	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	90.4° percentile delle medie giornaliere			Media annua			Media annua		
	ante operam	PO1	PO2	ante operam	PO1	PO2	ante operam	PO1	PO2
LIMITE	50			40			20		
CENPS4	35.35	39.16	39.86	23.82	25.00	25.26	-	-	-
CENPS6	28.02	32.00	33.14	17.38	18.99	19.45	10.62	11.14	11.57
CENPS7	37.97	44.32	45.62	25.44	27.96	28.42	13.54	14.96	15.37

11 BIBLIOGRAFIA

ARPAS, Assessorato della difesa dell'ambiente. *Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna (anni: 2015, 2016, 2017, 2018, 2019)*

SardegnaAmbiente Monitoraggi Qualità dell'aria: <https://portal.sardegnaasira.it/ricerca-centraline>.

ARPAT, 2010. *Linee guida per intervenire sulle attività che producono polveri Provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti.*

ARPAV, 2009. *Simulazione modellistica della dispersione di inquinanti dal cementificio Rossi di Pederobba (Treviso). Dipartimento Provinciale di Padova, Osservatorio regionale Aria.*

De Visscher A. *Air dispersion modeling.* Wiley

European commission. *Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on Best Available Techniques on Emissions from Storage, July 2006.*

Scire J.S., Strimaitis D.G., Yamartino B.J., 2000. *A User's Guide for the CALPUFF Dispersion Model (Version 5).* Earth Tech Inc: Concord.

Scire J.S., Robe F.R., Fernau M.E., and Yamartino R.J., 2000. *A User's Guide for the CALMET Meteorological Model.* Earth Tech, Inc., Concord, M

US-EPA (2005). *Revision to the Guideline on Air Quality Models: Adoption of a Preferred General Purpose (Flat and Complex Terrain) Dispersion Model and Other Revisions; Final Rule. Federal Register, Vol. 70, N. 216, November 9, 2005. Rules and Regulation.*

US-EPA. *Air quality models:* <https://www.epa.gov/scram/air-quality-models>.