

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO ECOVOLTAICO

DELLA POTENZA PARI A 144.21 MWp

Comune di Sassari (SS)

Loc. "Giuanne Abbas" e "Elighe longu"

Valutazione di Impatto Ambientale

(D.lgs 152/2006 e s.m.i.)

Oggetto:

1.22-GEN-Studio Meteo Diffusionale di cantiere

Proponente:



SIGMA ARIETE S.R.L.

Via Mercato n.3, MILANO (MI), 20121

P.I. 11467070964

REA MI - 2604780

PEC sigmaariete@legalmail.it

Progetto sviluppato da Regener8 Power per Canadian Solar



<https://regener8power.com/>

The Surrey Technology Centre,

The Surrey Research Park, Guildford, Surrey, England, GU2

7YG

Progettista:



Stantec S.p.A.

Centro Direzionale Milano 2, Palazzo Canova

Segrate (Milano)

italia.info@stantec.com

Phone: +39 02 94757240

Rev. N.	Data	Descrizione modifiche	Redatto da	Rivisto da	Approvato da
00	22/03/23	Prima Emissione	C. Grassi	A. Napoleoni	C. Grassi
Fase progetto: Definitivo			Formato elaborato: A4		

Nome File: 1.22-GEN -Studio Meteo Diffusionale di cantiere.docx

Indice

1	Premessa	3
2	Caratterizzazione Meteorologica	4
3	Qualità dell'aria	9
3.1	Inquadramento Normativo e limiti di legge	9
3.2	Zonizzazione della qualità dell'aria	12
3.3	Qualità dell'aria locale	12
4	Metodologia e Valutazione Modellistica	15
4.1	Criteri che concorrono alla scelta del modello.....	15
4.2	Calpuff Model System	17
5	Quantificazione delle Emissioni da Cantiere	19
5.1	Criteri per la stima delle emissioni	23
5.2	Fattori di Emissione da attività di cantiere (PM10).....	24
5.3	Configurazione del codice CALMET-CALPUFF.....	28
5.4	Stima delle emissioni di cantiere	28
5.5	Recettori	29
5.6	Configurazione del codice CALMET-CALPUFF.....	30
6	Valutazione del traffico indotto	34
6.1	Simulazioni con CALINE4.....	37
7	Risultati	39
8	Conclusioni	41
9	Allegati	43
9.1	Mappe di isoconcentrazione	43

1 Premessa

La presente relazione tecnica è finalizzata ad identificare, quantificare e valutare i potenziali impatti sulla qualità dell'aria che l'impianto relativo al Progetto Ecovoltaico ubicato nel Comune di Sassari (SS), denominato "**Ecovoltaico Nurra**", all'interno del perimetro del Consorzio di Bonifica delle località "Giuane Abbas" ed "Elighe longu", indurrà a carico della componente ambientale atmosfera durante la fase della cantierizzazione.

L'impianto in progetto si trova nella Nurra a metà strada tra Porto Torres ed Alghero e sarà ubicato all'incrocio tra la SP42 e la SP18, in vicinanza delle località Campanedda, Rumanedda La Corte e Saccheddu, interessando una superficie di circa 350 ettari, prevalentemente pianeggiante o a bassa pendenza.

Le valutazioni condotte comprendono 2 aspetti:

Emissioni da lavorazioni in cantiere

Si è provveduto alla stima delle emissioni delle lavorazioni di cantiere applicando le "*Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali pulverulenti*" redatte da ARPAT previa convenzione con la Provincia di Firenze e recepite con DGP.213-09 dalla Provincia di Firenze. I dati di emissione di polveri e gas risultanti sono stati implementati nel codice di calcolo CALPUFF per la valutazione delle concentrazioni al suolo della compatibilità delle lavorazioni con lo stato della qualità dell'aria ambiente.

Emissioni da traffico indotto (esterno all'area di cantiere)

La relazione sviluppa la stima delle emissioni del traffico indotto dalle operazioni di cantiere applicando i fattori di emissione ISPRA SINANET per il traffico veicolare al fine di stimare per ogni percorso la ricaduta sul territorio tramite l'applicazione del codice CALPUFF.

In relazione vengono prima quantificate le emissioni, ed in seguito riportate le valutazioni del potenziale impatto previsto sulla qualità dell'aria generato in particolare dagli scenari sopra riportati.

2 Caratterizzazione Meteorologica

Si riporta di seguito la caratterizzazione meteoroclimatica che fornisce un quadro sulle condizioni meteorologiche dell'area di intervento. I dati meteorologiche analizzati derivano dalla banca dati NCDC (<https://www.ncdc.noaa.gov/cdo-web/search>).

La stazione meteorologica oggetto dell'analisi è la stazione dell'aeroporto di **Alghero**, ubicata alle seguenti coordinate:

Lat. 8.290772 Long. 26.51 Quota 26.5 m s.l.m.

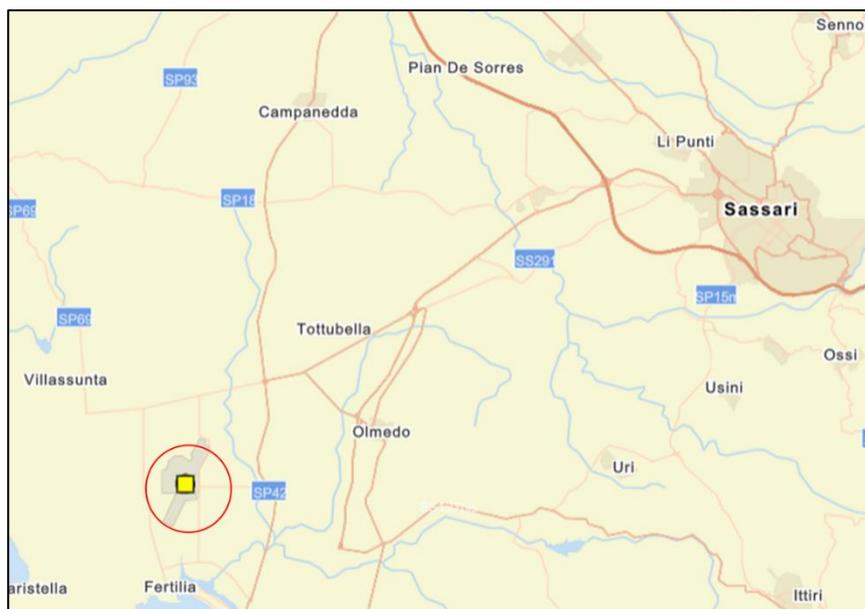


Figura 2-1: Localizzazione della stazione presa a riferimento per l'analisi meteorologica.

I parametri meteorologici presi a riferimento per l'anno 2022 sono i seguenti:

- Temperatura aria (gradi Celsius)
- Direzione vento media (gradi)
- Velocità vento media (metri/secondo)
- Pressione atmosferica (mbar)

Direzione e velocità del vento

Di seguito si riportano le tabelle e le figure che descrivono, su base annuale, il dettaglio del regime dei venti dell'area in esame per l'anno 2022.

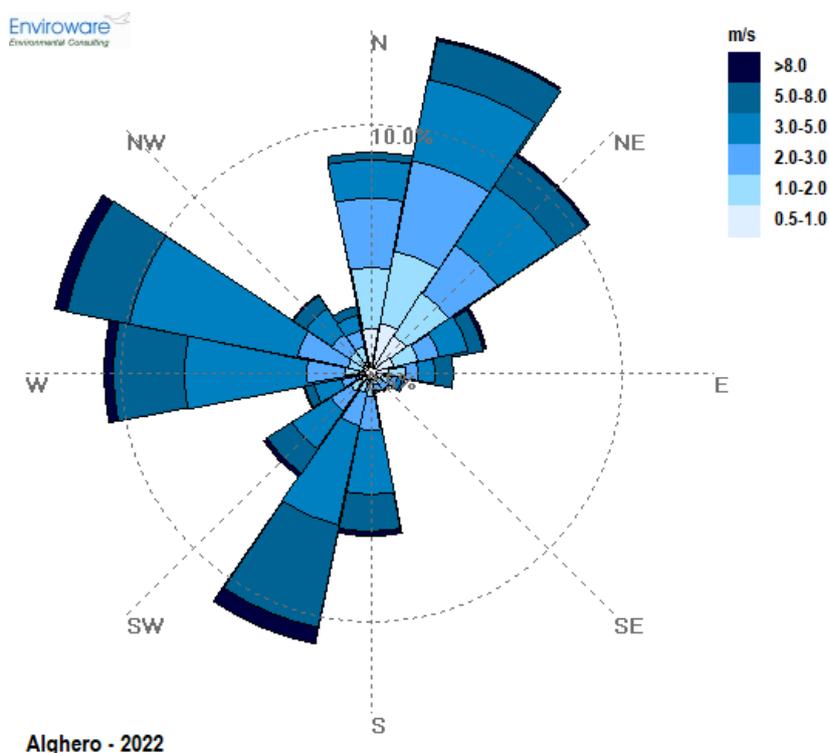


Figura 2-2: Rosa dei venti per l'anno 2022 e dati statistici rilevati

Dai dati di velocità e direzione del vento misurati dalla stazione e riportati nella rosa dei venti, si nota come le direzioni prevalente di provenienza dei venti siano da NORD- NORD-EST con frequenza totale di circa 13,5% e OVEST-NORD-OVEST con frequenza totale di circa 12.6 %. Le calme di vento ($v < 0.5 \text{ m/s}$) sono circa il 2.5% delle frequenze annuali.

Tabella 2-1: Frequenze di accadimento degli intervalli di velocità dei venti

Da (m/s)	A (m/s)	% accadimenti
0	0.5	2.5
0.5	1	8.9
1	2	14.3
2	3	20.2
3	5	33.2
5	8	18.6
8	13.4	2.4

Tabella 2-2: Velocità del vento – statistiche per l'anno 2022

periodo	Max [m/s]	Media [m/s]	Min [m/s]
gen	10.3	3.0	0
feb	11.3	3.1	0
mar	9.3	3.2	0
apr	12.4	3.8	0
mag	9.8	2.7	0
giu	9.3	2.7	0
lug	8.8	2.4	0
ago	10.3	2.8	0
set	13.4	2.6	0
ott	8.2	2.1	0
nov	12.4	2.7	0
dic	10.3	2.9	0
Anno	13.4	2.8	0

Il mese più ventoso risulta il mese di Settembre con valori massimi orari del vento fino a 13.4 m/s e valore medio della velocità su base mensile di 2.6 m/s. Il mese con la velocità del vento media più alta è Aprile che rileva un valore di 3.8 m/s.

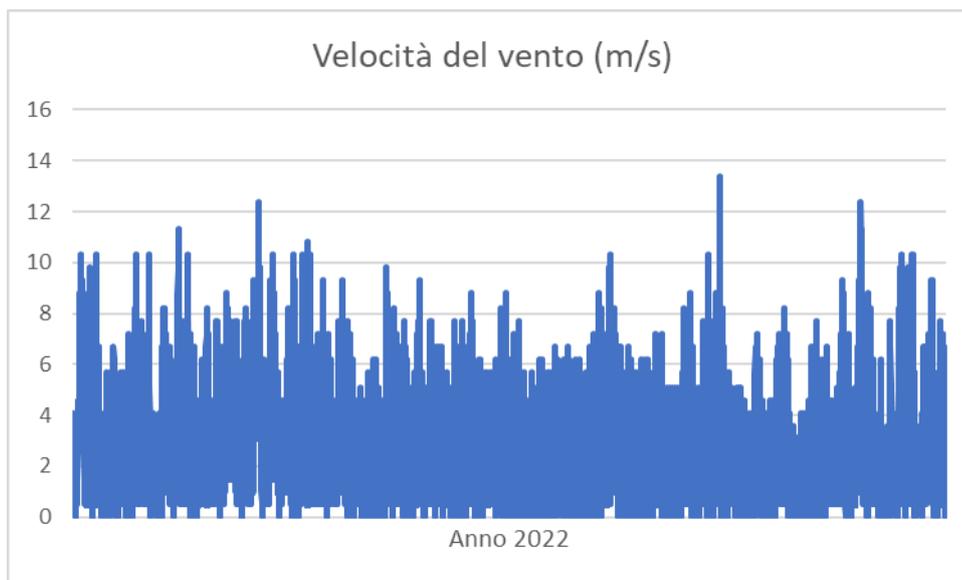


Figura 2-3: Serie temporale velocità del vento, anno 2022

Temperatura

Nella seguente tabella e grafico le statistiche del parametro temperatura dell'aria.

Tabella 2-3: Temperatura dell'aria per l'anno 2022

periodo	Max [°C]	Media [°C]	Min [°C]
gen	16.0	9.2	-1.0
feb	18.0	10.3	-2.2
mar	22.0	11.0	-1.0
apr	25.6	14.3	3.0
mag	34.0	19.6	7.0
giu	40.0	25.0	13.0
lug	39.0	26.7	12.0
ago	37.4	26.7	17.0
set	35.0	23.2	12.0
ott	29.0	19.6	9.0
nov	24.7	15.5	5.0
dic	20.2	13.2	4.0
Anno	40.0	18.5	-2.2

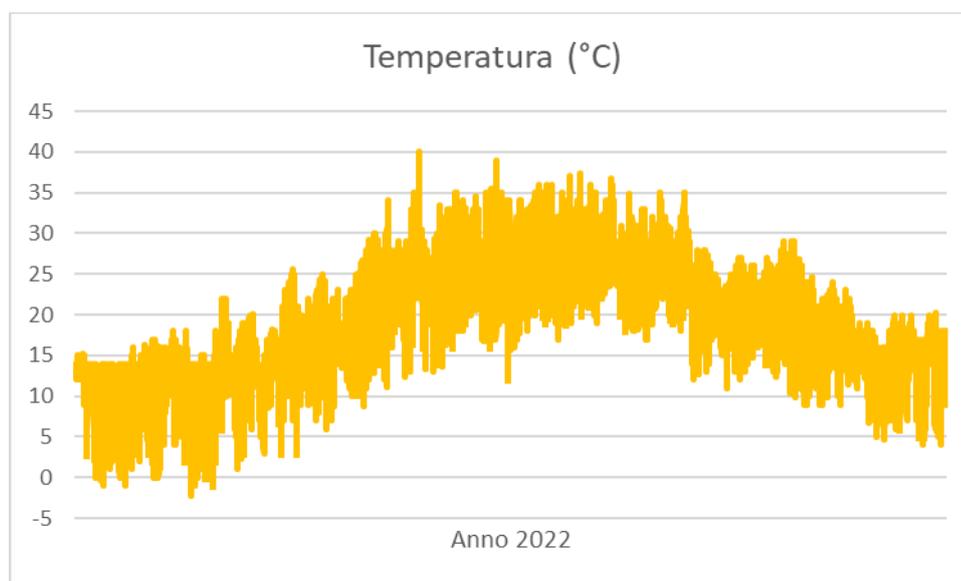


Figura 2-4: Serie temporale della temperatura dell'aria per l'anno 2022

Per quanto riguarda la temperatura è possibile osservare il valore minimo di -2.2°C che è stato raggiunto nel mese di Febbraio mentre il mese più caldo è Giugno con una temperatura massima di 40°C.

Pressione Atmosferica

Nella seguente tabella e grafico le statistiche del parametro pressione atmosferica.

Tabella 2-4: Analisi della Pressione atmosferica[hPa] Anno 2022

periodo	Max [hPa]	Media [hPa]	Min [hPa]
gen	1033.4	1023.5	1004.1
feb	1035.0	1021.9	1008.4
mar	1031.5	1020.3	993.2
apr	1021.3	1013.4	994.9
mag	1027.4	1016.3	1004.8
giu	1020.9	1015.1	1008.5
lug	1020.8	1016.6	1011.3
ago	1018.8	1013.1	1004.6
set	1020.3	1013.4	1002.4
ott	1028.0	1021.3	1016.4
nov	1029.4	1015.5	994.1
dic	1033.4	1016.3	997.3
Anno	1035.0	1016.4	993.2

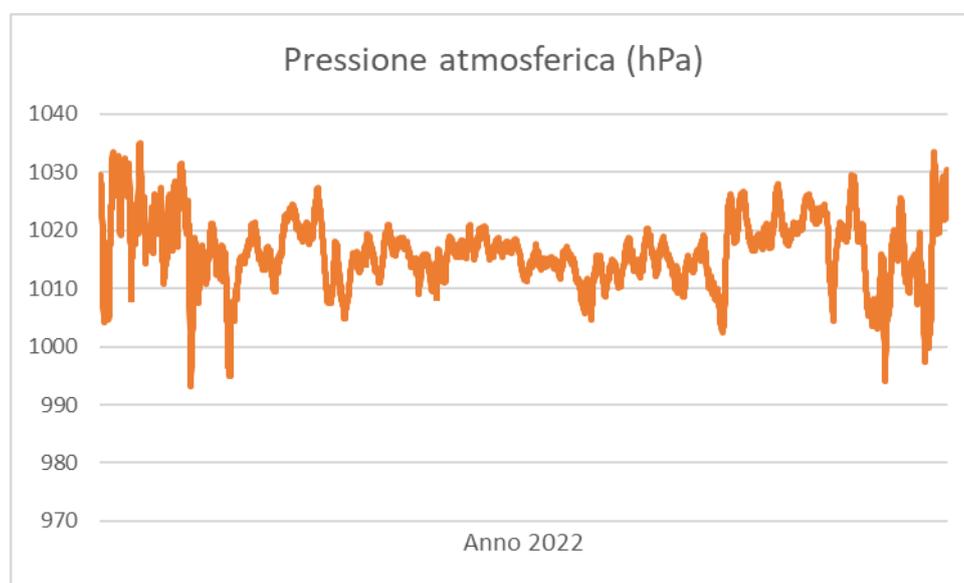


Figura 2-5: Serie temporale della pressione atmosferica per l'anno 2022

La pressione atmosferica media annua relativa all'anno 2022 si è valutata di 1016.4 mb. È possibile inoltre notare che la pressione atmosferica massima si registra nel mese di Febbraio (1035.0 mb) mentre il mese in cui si presenta il valore minimo di pressione atmosferica risulta Marzo (993.2 mb).

3 Qualità dell'aria

3.1 Inquadramento Normativo e limiti di legge

L'atmosfera ricopre un ruolo centrale nella protezione dell'ambiente che deve passare attraverso una conoscenza approfondita e definita in un dominio spazio-temporale, da un lato delle condizioni fisico-chimiche dell'aria e delle sue dinamiche di tipo meteorologico, dall'altro delle emissioni di inquinanti in atmosfera di origine antropica e naturale.

La conoscenza dei principali processi responsabili dei livelli di inquinamento è un elemento indispensabile per definire le politiche da attuare in questo settore. In tal senso uno degli strumenti conoscitivi principali è quello di avere e mantenere un sistema di rilevamento completo, affidabile e rappresentativo.

La valutazione della qualità dell'aria viene effettuata mediante la verifica del rispetto dei valori limite degli inquinanti, ma anche attraverso la conoscenza delle sorgenti di emissione e della loro dislocazione sul territorio, tenendo conto dell'orografia, delle condizioni meteorologiche, della distribuzione della popolazione, degli insediamenti produttivi. La valutazione della distribuzione spaziale delle fonti di pressione fornisce elementi utili ai fini dell'individuazione delle zone del territorio regionale con regime di qualità dell'aria omogeneo per stato e pressione.

Il quadro normativo di riferimento per l'inquinamento atmosferico si compone di:

Normative comunitarie

Direttiva 2008/50/CE del 21 maggio 2008, relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;

Direttiva 2004/107/CE del 15 dicembre 2004, concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente.

Normative nazionali

D. Lgs. 351/99: recepisce ed attua la Direttiva 96/69/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria. In particolare, definisce e riordina un glossario di definizioni chiave che devono supportare l'intero sistema di gestione della qualità dell'aria, quali ad esempio valore limite, valore obiettivo, margine di tolleranza, zona, agglomerato etc;

D.M. 261/02: introduce lo strumento dei Piani di Risanamento della Qualità dell'Aria, come metodi di valutazione e gestione della qualità dell'aria: in esso vengono spiegate le modalità tecniche per arrivare alla zonizzazione del territorio, le attività necessarie per la valutazione preliminare della qualità dell'aria, i contenuti dei Piani di risanamento, azione, mantenimento;

Decreto Legislativo 152/2006, recante "Norme in materia ambientale", Parte V, come modificata dal D. Lgs. n. 128 del 2010. Allegato V alla Parte V del D. Lgs. 152/2006, intitolato

“Polveri e sostanze organiche liquide”. Più specificamente: Parte I “Emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico, scarico o stoccaggio di materiali polverulenti”.

Decreto Legislativo. 155/2010: recepisce ed attua la Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, ed abroga integralmente il D.M. 60/2002 che definiva per gli inquinanti normati (biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, le polveri, il piombo, il benzene ed il monossido di carbonio) i valori limite ed i margini di tolleranza.

Decreto Legislativo n. 250/2012: modifica ed integra il Decreto Legislativo n.155/2010 definendo anche il metodo di riferimento per la misurazione dei composti organici volatili;

DM Ambiente 22 febbraio 2013: stabilisce il formato per la trasmissione del progetto di adeguamento della rete di monitoraggio;

DM Ambiente 13 marzo 2013: individua le stazioni per le quali deve essere calcolato l'indice di esposizione media per il PM_{2,5};

DM 5 maggio 2015: stabilisce i metodi di valutazione delle stazioni di misurazione della qualità dell'aria di cui all'articolo 6 del Decreto Legislativo n.155/2010;

DM Ambiente 26 gennaio 2017 (G.U.09/02/2017),: integrando e modificando la legislazione italiana di disciplina della qualità dell'aria, attua la Direttiva (UE) 2015/1480, modifica alcuni allegati delle precedenti direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE nelle parti relative ai metodi di riferimento, alla convalida dei dati e all'ubicazione dei punti di campionamento per la valutazione della qualità dell'aria ambiente;

DM Ambiente 30 marzo 2017: individua le procedure di garanzia di qualità per verificare il rispetto delle qualità delle misure dell'aria ambiente effettuate nelle stazioni delle reti di misura dell'aria ambiente, effettuate nelle stazioni di reti di misura, con l'obbligo del gestore di adottare un sistema di qualità conforme alla norma ISO 9001.

DM 5 maggio 2015: stabilisce i metodi di valutazione delle stazioni di misurazione della qualità dell'aria di cui all'articolo 6 del Decreto Legislativo n.155/2010;

DM Ambiente 26 gennaio 2017 (G.U.09/02/2017),: integrando e modificando la legislazione italiana di disciplina della qualità dell'aria, attua la Direttiva (UE) 2015/1480, modifica alcuni allegati delle precedenti direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE nelle parti relative ai metodi di riferimento, alla convalida dei dati e all'ubicazione dei punti di campionamento per la valutazione della qualità dell'aria ambiente;

DM Ambiente 30 marzo 2017: individua le procedure di garanzia di qualità per verificare il rispetto delle qualità delle misure dell'aria ambiente effettuate nelle stazioni delle reti di misura dell'aria ambiente, effettuate nelle stazioni di reti di misura, con l'obbligo del gestore di adottare

un sistema di qualità conforme alla norma ISO 9001.

Normative Regionali

E' stato pubblicato sul BURAS il Piano regionale di qualità dell'aria, approvato dalla Giunta regionale con la deliberazione n. 1/3 del 10.01.2017. Il Piano, predisposto ai sensi del d.lgs. 155/2010 e s.m.i., individua le misure da adottarsi per ridurre i livelli degli inquinanti nelle aree con superamenti dei valori limite di legge, nonché le misure aggiuntive per preservare la migliore qualità dell'aria in tutto il territorio regionale.

La valutazione e la gestione della qualità dell'aria ambiente in Italia sono attualmente regolamentate dal D.Lgs 155/2010 e smi, recepimento della Direttiva Europea 2008/50/CE, che ha modificato in misura strutturale, e da diversi punti di vista, quello che è l'approccio a questa tematica.

Il Decreto Legislativo 13 Agosto 2010, n. 155 e s.m.i. costituisce il testo unico sulla qualità dell'aria e indica per gli inquinanti, ai fini della protezione della salute umana, i seguenti valori limite e valori obiettivo:

Tabella 3-1: Valori limite e valori obiettivo D. Lgs 155/2010

<i>Inquinante</i>	<i>Concentrazione</i>	<i>Periodo di mediazione</i>	<i>Superamenti annui consentiti</i>
<i>PM_{2.5}</i>	25 µg/m ³	1 anno	-
<i>SO₂</i>	350 µg/m ³	1 ora	24
	125 µg/m ³	24 ore	3
<i>NO₂</i>	200 µg/m ³	1 ora	18
	40 µg/m ³	1 anno	-
<i>PM₁₀</i>	50 µg/m ³	24 ore	35
	40 µg/m ³	1 anno	-
<i>Piombo</i>	0.5 µg/m ³	1 anno	-
<i>CO</i>	10 mg/m ³	Massimo giornaliero su media mobile 8 ore	-
<i>BENZENE</i>	5 µg/m ³	1 anno	-
<i>O₃</i>	120 µg/m ³	Massimo giornaliero su media mobile 8 ore	25 su una media di 3 anni
<i>Arsenico - As</i>	6 ng/m ³	1 anno	-
<i>Cadmio - Cd</i>	5 ng/m ³	1 anno	-
<i>Nichel - Ni</i>	20 ng/m ³	1 anno	-
<i>Benzo(a)pirene B(a)p</i>	1 ng/m ³	1 anno	-

3.2 Zonizzazione della qualità dell'aria

la Regione Sardegna ha provveduto ad elaborare un documento sulla zonizzazione e classificazione del territorio regionale, approvato con delibera della Giunta Regionale n. 52/19 del 10/12/2013 avente per oggetto "D.Lgs. 13/08/2010 n. 155, articoli 3 e 4. Zonizzazione e classificazione del territorio regionale". Successivamente, con la deliberazione della Giunta Regionale n. 52/42 del 23/12/2019, la Regione Sardegna ha aggiornato la classificazione col documento "Riesame della classificazione delle zone e dell'agglomerato ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente ai sensi del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.". La zonizzazione vigente, relativa alla protezione della salute umana, individua le zone e gli agglomerati ai sensi dell'art. 3, commi 2 e 4, e secondo i criteri specificati nell'appendice I del D.Lgs. 155/2010.

La zona dell'area di progetto rientra nell'area classificate **"urbana" IT2008**.

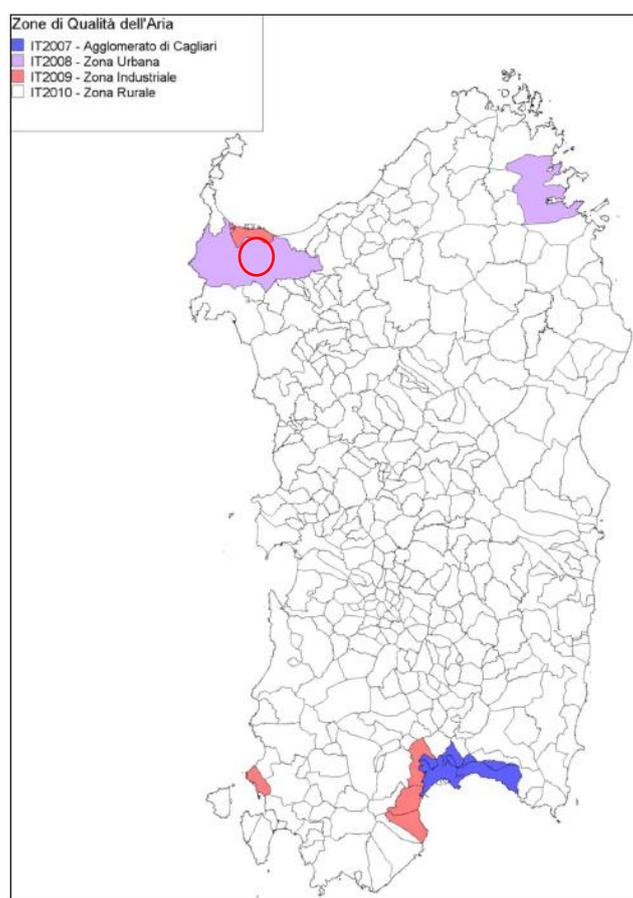


Figura 3-1: Mappa di zonizzazione per la regione Sardegna

3.3 Qualità dell'aria locale

Per la caratterizzazione della qualità dell'aria relativa all'area in cui ricade l'impianto agrivoltaico, si riportano i dati più recenti, messi a disposizione della Agenzia Regionale per la

Protezione dell'Ambiente (ARPA) della Regione Sardegna, relativi all'area di monitoraggio di interesse ovvero l'area denominata "Zona urbana".

Di seguito si riporta la ubicazione delle stazioni che risultano essere più vicine all'area di intervento.



Figura 3-2 Ubicazione delle stazioni di monitoraggio CENS12, CENS16.

Si riportano in seguito i risultati del monitoraggio, relativo al triennio 2019-2021, registrati dalle stazioni della zona urbana, in quanto rappresentative dell'intera macro-area.

Tabella 3-2: Stazioni di monitoraggio attive e relative caratteristiche

ZONA	STAZIONE	CODICE NAZIONALE	TIPO ZONA	TIPO STAZ	SO ₂	NO ₂	PM10	PM25	Pb	Benz	CO	As	Cd	Ni	B(a)P
IT2007	CENMO1	IT1993A	U	F	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
IT2007	CENCA1	IT2056A	U	T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
IT2007	CENQU1	IT2040A	U	F	X	X	X		X	X		X	X	X	X
IT2008	CENS16	IT2009A	U	F	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
IT2008	CENS10	IT1309A	U	T	X	X	X		X		X	X	X	X	X
IT2008	CENS12	IT1243A	U	T	X	X	X		X		X	X	X	X	X

Tabella 3-3: Riepilogo dei superamenti rilevati nell'area "Zona urbana Sassari".

STAZIONE	C6H6	CO	NO2		O3			PM10		PM2,5	
	MA PSU 5	M8 PSU 10	MO PSU 200	MO SA 400	MA PSU 40	MO SI 180	MO SA 240	M8 VO 120	MG PSU 50	MA PSU 40	MA PSU 25
	µg/m ³	µg/m ³	numero	numero	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	numero	µg/m ³	µg/m ³
CENS12 (anno 2021)	-	-	-	-	24.8	-	-	-	3	16.2	-
CENS12 (anno 2020)	-	-	-	-	18.1	-	-	-	0	15.5	-
CENS12 (anno 2019)	-	-	-	-	23.0	-	-	-	2	18.7	-
CENS16 (anno 2021)	1				10.4			1	13	22.2	5.9
CENS16 (anno 2020)	-	0.9			10.2				0	21.1	5.5
CENS16 (anno 2019)	-	0.7			10.6				8	24.6	5.8

Il monossido di carbonio (CO) presenta le massime medie mobili di otto ore che variano da 0,7 mg/m³ (CENS12) a 0,9 mg/m³ (CENS16). Le concentrazioni rilevate si mantengono quindi ampiamente entro il limite di legge (10 mg/m³ sulla massima media mobile di otto ore).

Per quanto riguarda il biossido di zolfo (SO₂), i livelli si mantengono molto bassi e lontani dai limiti di legge; le massime medie giornaliere oscillano tra 3 µg/m³ (CENS12) e 4 µg/m³ (CENS16), i massimi valori orari tra 7 µg/m³ (CENS12) e 9 µg/m³ (CENS16).

4 Metodologia e Valutazione Modellistica

Quando gas o particelle vengono immessi in atmosfera si disperdono per opera del moto caotico dell'aria; tale fenomeno è noto come diffusione turbolenta. Scopo dello studio del comportamento degli inquinanti in atmosfera è la conoscenza della loro distribuzione spaziale e temporale. Nella maggior parte dei casi si ricorre alla descrizione matematica dei processi di trasporto, reazione chimica e rimozione attraverso l'ausilio di modelli matematici di simulazioni (detti modelli di diffusione) atti a descrivere la distribuzione di una determinata sostanza in atmosfera. La scelta dello strumento modellistico adeguato alle esigenze dello specifico caso di studio necessita di un'attenta fase di valutazione di applicabilità, da espletarsi attraverso la verifica

- del problema: scala spaziale, temporale, dominio, tipo di inquinante, tipo di sorgenti, finalità delle simulazioni;
- dell'effettiva disponibilità dei dati di input;
- delle risorse di calcolo disponibili;
- del grado di complessità dei vari strumenti disponibili e delle specifiche competenze necessarie per la sua applicazione;
- delle risorse economico-temporali disponibili.

Naturalmente, la complessità della realtà fisica fa sì che nessun modello possa rappresentare la situazione reale nella sua completezza: ciascun modello rappresenta necessariamente una semplificazione e un'approssimazione della realtà.

4.1 Criteri che concorrono alla scelta del modello

In generale, i modelli matematici diffusionali si possono dividere in due categorie:

- modelli deterministici;
- modelli statistici.

I modelli deterministici si basano su equazioni che si propongono di descrivere in maniera quantitativa i fenomeni che determinano il comportamento dell'inquinante in atmosfera.

Si dividono a loro volta in due classi:

modelli euleriani: riferiti ad un sistema di coordinate fisse;

modelli lagrangiani: riferiti ad un sistema di coordinate mobile, che segue gli spostamenti degli elementi di cui si desidera riprodurre il comportamento in atmosfera.

I modelli euleriani si suddividono, a loro volta, in:

- modelli analitici,
- modelli a box,
- modelli a griglia.

I modelli analitici si basano sull'integrazione, in condizioni semplificate, dell'equazione generale di trasporto e diffusione. Le condizioni meteorologiche possono considerarsi stazionarie (plume models) oppure dipendenti dal tempo (puff models).

I modelli a box suddividono il dominio in celle, all'interno delle quali si assume che l'inquinante sia perfettamente miscelato. E' inoltre possibile tenere conto di eventuali termini di trasformazione chimica e di rimozione dovuta a fenomeni di deposizione.

I modelli a griglia si basano sulla soluzione dell'equazione di diffusione atmosferica tramite tecniche alle differenze finite. Prendono il nome dalla suddivisione del dominio in un grigliato tridimensionale e sono in grado di tener conto di tutte le misure meteorologiche disponibili e delle loro variazioni spaziali e temporali, nonché di trasformazioni quali le reazioni chimiche, la deposizione secca o umida.

I modelli lagrangiani si suddividono in:

- modelli a box,
- modelli a particelle.

I modelli lagrangiani a box, differentemente dai corrispondenti modelli euleriani, ottengono una risoluzione spaziale lungo l'orizzontale, non possibile nei primi a causa dell'ipotesi di perfetto miscelamento. La dimensione verticale del box è posta uguale all'altezza di miscelamento. L'ipotesi semplificatrice più significativa consiste nell'assumere la dispersione orizzontale nulla (assenza di scambio con l'aria circostante). Nei modelli a particelle la dispersione dell'inquinante viene schematizzata attraverso pseudo-particelle di massa nota, che evolvono in un dominio tridimensionale. Il moto delle particelle viene descritto mediante la componente di trasporto, espressa attraverso il valore medio del vento, e quella turbolenta, espressa attraverso le fluttuazioni dello stesso intorno al valore medio. Questo approccio permette di tener conto delle misure meteorologiche disponibili, anche relative a situazioni spaziali e temporali complesse, evitando parametrizzazioni sulla turbolenza (classi di stabilità e coefficienti di diffusione semi-empirici). I modelli statistici si basano su relazioni statistiche fra insiemi di dati misurati e possono suddividersi, a seconda delle tecniche statistiche implementate, in:

- modelli di distribuzione,
- modelli stocastici,
- modelli di recettore.

Tutti i modelli statistici non prevedono l'utilizzo delle equazioni che descrivono la realtà fisica, ma utilizzano i soli dati misurati nel passato dalla rete di monitoraggio e forniscono le previsioni dei valori di concentrazione nei soli punti della rete stessa. Nelle loro forme più semplici, questi modelli si basano su espressioni lineari formate dal termine che esplicita la relazione tra dati passati e dato previsto e dal termine stocastico vero e proprio; le ulteriori affinzioni possono derivare con l'apporto esplicito o implicito di altre variabili, meteorologiche o emmissive.

4.2 Calpuff Model System

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

Il sistema di modelli è composto da tre componenti:

- Il preprocessore meteorologico CALMET: utile per la ricostruzione del campo tridimensionale di vento e temperatura all'interno del dominio di calcolo;
- Il processore CALPUFF: modello di dispersione, che 'inserisce' le emissioni all'interno del campo di vento generato da Calmet e ne studia il trasporto e la dispersione;
- Il postprocessore CALPOST: ha lo scopo di processare i dati di output di CALPUFF, in modo da renderli nel formato più adatto alle esigenze dell'utente.

CALMET è un preprocessore meteorologico di tipo diagnostico, in grado di riprodurre campi tridimensionali di vento e temperatura e campi bidimensionali di parametri descrittivi della turbolenza. È adatto a simulare il campo di vento su domini caratterizzati da orografia complessa. Il campo di vento 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.

CALPUFF è un modello di dispersione 'a puff' multi-strato non stazionario. È in grado di simulare il trasporto, la dispersione, la trasformazione e la deposizione degli inquinanti, in condizioni meteorologiche variabili spazialmente e temporalmente. CALPUFF è in grado di utilizzare campi meteorologici prodotti da CALMET, oppure, in caso di simulazioni semplificate, di assumere un campo di vento assegnato dall'esterno, omogeneo all'interno del dominio di calcolo. CALPUFF contiene diversi algoritmi che gli consentono, opzionalmente, di tenere conto di diversi fattori, quali: l'effetto scia dovuto agli edifici circostanti (building downwash) o allo stesso camino di emissione (stack-tip downwash), shear verticale del vento, deposizione secca ed umida,

trasporto su superfici d'acqua e presenza di zone costiere, presenza di orografia complessa, ecc. CALPUFF è infine in grado di trattare diverse tipologie di sorgente emissiva, in base essenzialmente alle caratteristiche geometriche: sorgente puntiforme, lineare, areale, volumetrica. 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.

5 Quantificazione delle Emissioni da Cantiere

Le informazioni di input necessarie ed utilizzate per le valutazioni della stima delle emissioni e il conseguente impatto sulla qualità dell'aria, sono costituite dal cronoprogramma, dai dati sulla movimentazione materiali, dalla tipologia delle attività in cantiere. La fase di cantiere riguarda le fasi dettagliate nel cronoprogramma di seguito estratto dagli elaborati di progetto.

IMPIANTO ECOVOLTAICO SASSARI		Tempistiche previste [mesi]																	
Attività	Settimane	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
LAVORI CIVILI	52																		
Predisposizione aree cantiere	2																		
Sbancamenti e livellamenti ove richiesti	10																		
Realizzazione recinzione e viabilità	18																		
Realizzazione scavi per fondazioni cabine e SSE	12																		
Realizzazione scavi per strutture di fondazione	40																		
Realizzazione scavo cavidotto MT per SSE	16																		
Posa cabinati	8																		
LAVORI MECCANICI	44																		
Montaggio strutture	40																		
Montaggio moduli	40																		
Montaggio inverter	16																		
LAVORI ELETTRICI	48																		
Allestimento cabinati	20																		
Allestimento SSE	36																		
Collegamento cavi moduli - inverter- cabine - SSE	23																		
Collaudi e messa in tensione	5																		
ALTRO	28																		
Preparazione terreno agricolo	24																		
Installazione specie vegetali	24																		
Montaggio sistema di illuminazione e videosorveglianza	8																		
TOTALE	72																		

Figura 5-1: Cronoprogramma dei lavori di realizzazione dell'impianto agrivoltaico.

In fase di realizzazione dell'impianto saranno effettuati i movimenti di terra, relativi alle seguenti realizzazioni e installazioni:

- Fondazioni delle strutture fotovoltaiche;
- Fondazioni delle strutture prefabbricate (cabine elettriche);
- Cavidotti interrati (BT, MT, AT);
- Sottostazione elettrica SE 30/150 kV e Stazione Elettrica Terna SE RTN 380/150 kV;
- Fondazione dei cancelli;
- Vasche di raccolta acque meteoriche per l'irrigazione.

Tali scavi verranno effettuati con l'utilizzo di idonei mezzi meccanici:

- pale meccaniche per scoticamento superficiale;
- escavatori per gli scavi a sezione obbligata e a sezione ampia;
- trivelle per perforazione per la realizzazione dei pali delle fondazioni;
- trencher o escavatori per gli scavi a sezione ristretta (trincee per cavidotti MT e BT).

Dagli scavi è previsto il rinvenimento delle seguenti materie:

- terreno vegetale, proveniente dallo scoticamento dagli strati superiori per uno spessore di circa 30 cm;
- terreno di sottofondo la cui natura verrà caratterizzata puntualmente in fase di progettazione esecutiva a seguito dell'esecuzione dei sondaggi geologici e indagini specifiche.

Il terreno movimentato per gli scavi verrà, ove possibile, riutilizzato.

I calcoli eseguiti sulle opere in progetto hanno definito le quantità di materiale prodotte in fase di cantiere, stimati in circa 260'000 mc di terre e rocce da scavo e riassunti come in tabella seguente

Si riporta nella seguente tabella la stima dei volumi previsti delle terre e rocce da scavo generati dalla realizzazione delle opere di progetto.

Opera in progetto	Stima del volume di TRS prodotto [m3]
Fondazioni strutture portamodulo	104.529,98
Cabine di campo	3.088,89
Cavidotti BT	14.064,62
Cavidotti MT	28.810,08
Cancelli	79,05
Vasche di raccolta acque piovane	14.131,00
SSE	7.600,00
SE	84.400,00
Cavidotto AT	101,00
TOTALE	256.804,62

Opera in progetto	Stima del volume di TRS da riutilizzare [m3]	Modalità di utilizzo
Fondazioni strutture portamodulo	15.679,50	Ricoprimento
Cabine di campo	463,33	Ricoprimento
Cavidotti BT	9.376,42	Rinterro parziale
Cavidotti MT	21.607,56	Rinterro parziale
Cancelli	11,86	Ricoprimento
Vasche di raccolta acque piovane	2.119,65	Ricoprimento
SSE	1.140,00	Ricoprimento e locali livellamenti
SE	12.660,00	Ricoprimento e locali livellamenti
Cavidotto AT	90,90	Rinterro parziale
TOTALE	63.149,21	

Tabella 5-1: Volumi di scavo

Riguardo il riutilizzo delle terre scavate si evidenzia che le strutture avranno necessità di scavi di fondazione, tuttavia le fondazioni ospiteranno dei blocchi in calcestruzzo al fine di mantenere la struttura stabile. Pertanto, circa l'75% dei volumi scavati non potrà essere riutilizzato in sito e dovrà essere smaltito. Le attività di scavo e cantiere in generale verranno svolte nel periodo diurno e per un tempo stimato di massimo 8 ore al giorno. In particolare le fasi oggetto della presente relazione riguardano i LAVORI CIVILI e ALTRI LAVORI come dettagliati nel cronoprogramma riportato nella figura precedente. Inoltre, in contemporanea alle attività di cantiere si svolgeranno le lavorazioni agricole necessarie al mantenimento del regolare sviluppo dell'attività agricola presente nelle aree. In particolare, prima del cantiere per la messa in opera delle fondazioni o anche contemporaneo, qualora l'attività avvenisse in periodo in cui il terreno è in "tempera" cioè lavorabile, si svolgeranno le seguenti lavorazioni agricole:

Tabella 5-2: Lavorazioni agricole previste

Coltura	FASE LAVORAZIONE
leccete micorizzate	ripuntatura profonda 50-70 cm
frutteti	ripuntatura profonda 50-70 cm
market e frutteti	ripuntatura profonda 50-70 cm

Le lavorazioni saranno svolte da una trattrice di potenza circa 100 kW. Le aree di lavorazione sono individuate in tre ambiti principali: le aree di stoccaggio, le aree dell'impianto e la viabilità interna/esterna. Nella seguente figura estratta dal modello implementato sono visibili le tipologie di sorgenti e la loro localizzazione.

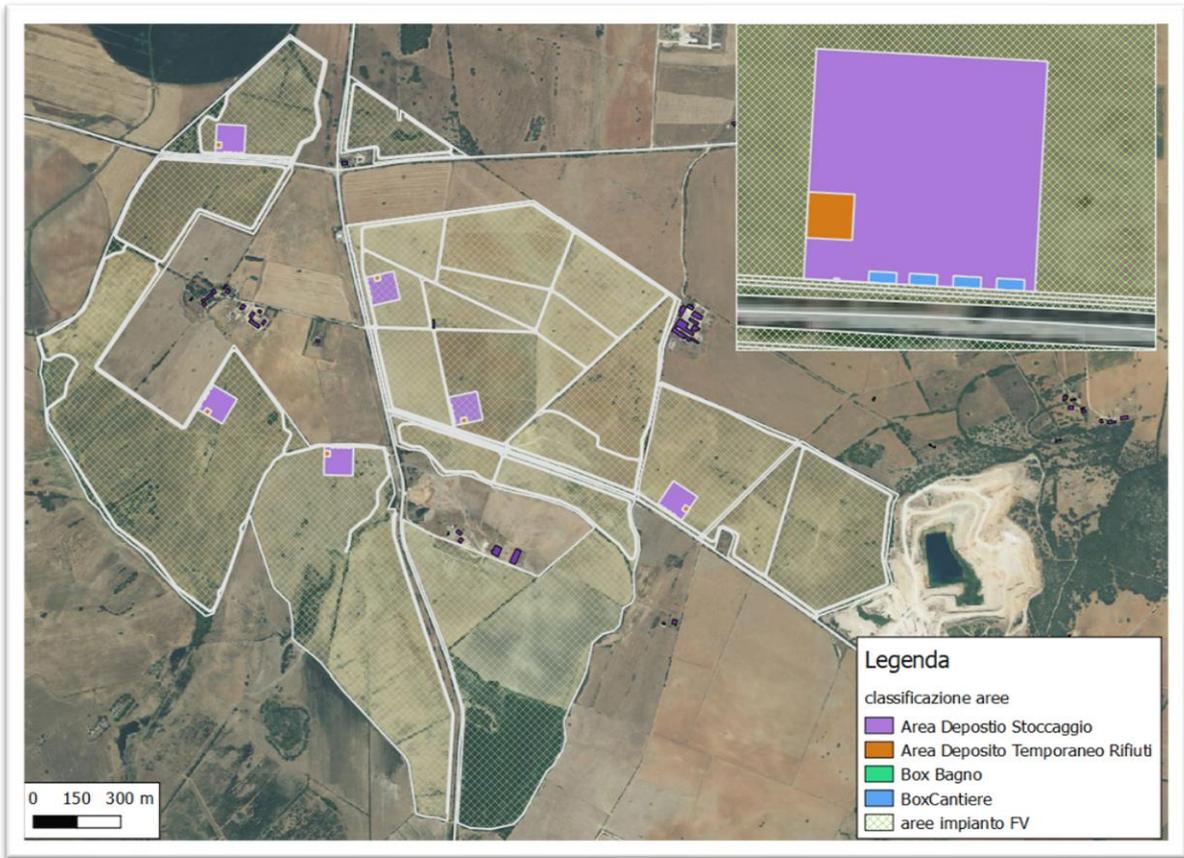


Figura 5-2: Aree di cantiere

5.1 Criteri per la stima delle emissioni

La valutazione delle emissioni di polveri e l'individuazione dei necessari interventi di mitigazione sono state effettuate secondo le indicazioni di cui ai contenuti delle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali pulverulenti" redatte da ARPAT previa convenzione con la Provincia di Firenze.

Tali linee guida introducono i metodi di stima delle emissioni di particolato di origine diffusa prodotte dalle attività di trattamento degli inerti e dei materiali pulverulenti in genere, e le azioni e le opere di mitigazione che si possono effettuare, anche ai fini dell'applicazione del D.Lgs 152/06 (Allegato V alla Parte 5°, Polveri e sostanze organiche liquide, Parte 1: Emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali pulverulenti).

I metodi di valutazione proposti nelle Linee guida ARPAT provengono principalmente da dati e modelli dell'US-EPA (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors) ai quali si rimanda per la consultazione della trattazione originaria, in particolare degli algoritmi di calcolo, e qualora sorgessero dubbi interpretativi.

Le linee guida ARPAT sono suddivise principalmente in due capitoli: nel Capitolo 1 sono analizzate le sorgenti di particolato dovute alle attività di trattamento di materiali pulverulenti e per ciascuna sorgente vengono individuate le variabili da cui dipendono le emissioni ed il metodo di calcolo, in taluni casi semplificato rispetto al modello originale ed adattato dove possibile alla realtà locale. Nel Capitolo 2 sono presentate delle soglie di emissione al di sotto delle quali l'attività di trattamento di materiali pulverulenti può essere ragionevolmente considerata ad impatto non significativo sull'ambiente. Tale conclusione deriva dall'analisi effettuata tramite l'applicazione di modelli di dispersione, i cui risultati indicano che al di sotto dei valori individuati non sussistono presumibilmente rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria di PM₁₀ dovuti alle emissioni dell'attività in esame.

Le due principali tipologie di emissioni di inquinanti sono:

- Emissioni particellari dovute alle lavorazioni all'interno del cantiere: quali demolizioni e scavi, carico/scarico del materiale, formazioni e stoccaggio di cumuli, trasporto del materiale su aree non pavimentate; (PM₁₀)
- Emissioni particellari dovute alle macchine operatrici e mezzi pesanti in cantiere. (PM₁₀, NOX)

Per la valutazione delle citate emissioni si è fatto riferimento alla metodologia precedentemente citata.

Nei seguenti paragrafi si descrive l'approccio utilizzato per la stima delle emissioni connesse alle attività di cantiere (comprese le movimentazioni, trasporti da e per le aree di cantiere).

5.2 Fattori di Emissione da attività di cantiere (PM10)

Nel presente paragrafo si riportano le metodologie utilizzate per la stima delle emissioni di polveri dalle attività di cantiere, suddivise in fasi come riportato nel paragrafo precedente.

In particolare, facendo riferimento alle linee guida ARPAT della regione Toscana si sono stimati i fattori di emissione per ogni singola attività di cantiere così da poter calcolare il rateo emissivo di Polveri PM10 per ogni area di cantiere.

Il materiale in lavorazione è stato considerato avere una densità media di 1,7 Mg/mc (tonnellate per metro cubo) pertanto nelle stime quantitative i metri cubi di materiale sono stati convertiti in peso considerando questo fattore di conversione.

ATTIVITÀ DI SCAVO e SBANCAMENTO

Nella fase di scavo la ruspa si ipotizza possa rimuovere circa 12 m³/h di "materiale": effettua quindi il lavoro su di un tratto lineare di 7 m/h (7×0.52 [profondità scavo] $\times 3.19$ [larghezza ruspa] = 12 m³/h). Ipotizzando questa la grandezza che interessa nel caso si utilizzi per tale operazione il fattore di emissione delle operazioni di scavo previsto in "13.2.3 Heavy construction operation" risulta pari 5.7 kg/km per le PTS e considerando il PM10 pari al 60% delle polveri totali si ottiene il fattore di emissione di 3.42 kg/km per il PM10. L'emissione oraria stimata per questa fase è quindi 7×10^{-3} km/h $\times 3.42$ kg/km = 0.02394 kg/h.

- **Fattore: PM10 0.02394 kg/h**

La fase di sbancamento non ha uno specifico fattore di emissione ma, considerando che il materiale estratto è bagnato, si può cautelativamente considerare il fattore di emissione associato al SCC 3-05-027-60 Material Handling, Transfer, and Storage in "Industrial Sand and Gravel", pari a 5.7×10^{-4} kg/ton di PM10. Considerando una percentuale di PM2.5 pari a circa 20% del PM10 si ottiene il valore del fattore di emissione per PM2.5 pari a 7.8×10^{-5} kg/ton di materiale scavato.

- **Fattore: PM10 0.00039 kg/t**

ATTIVITÀ DI CARICO/SCARICO DEL MATERIALE

Per le operazioni relative al "carico camion" del materiale estratto cui corrisponde il codice EPA SCC 3-05-020-33, non è disponibile un fattore di emissione. Può essere eventualmente utilizzato quello del SCC 3-05-010-37 "Truck Loading: Overburden" presente per il settore "Coal Mining, Cleaning and Material Handling", corrispondente alla fase di carico del materiale superficiale

rimosso dallo scotico.

Osservando i rapporti tra i fattori di emissione di PM₁₀ e PTS, si può ritenere cautelativo considerare una componente PM₁₀ dell'ordine del 60% del PTS.

Il fattore di emissione espresso in Kg per ogni Mg (tonnellata) di materiale caricato è pari a 0.0075 per il PM₁₀ calcolato in base a SCC 3-05-010-37.

- **FE carico camion (PM10)= 0.0075 kg/ton**

Per la fase di scarico è stato considerato il fattore SCC 3-05-010-42 "Truck unloading: Buttom-Dump- Overburden" pari a 0,0005 Kg/Mg di PM₁₀ materiale scaricato.

- **Fattore: PM10 : 0.0005 kg/ton**

FORMAZIONE E STOCCAGGIO CUMULI

Il fattore di emissione utilizzato per la stima della polverosità generata dalle attività di formazione e stoccaggio cumuli prende in considerazione le attività di sollevamento delle polveri per via eolica dei cumuli (si sottolinea che tale circostanza risulta in realtà considerata a scopo cautelativo) ed è il seguente:

$$E = k \cdot (0,0016) \cdot \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

dove: k rappresenta la costante adimensionale variabile in funzione della dimensione delle particelle:

k= 0.35 per il calcolo di PM₁₀

U = velocità media del vento (m/s)

M = umidità del materiale accumulato (%)

Il parametro k varia a seconda della dimensione del particolato come riportato in tabella:

Tabella 5-3: Valori della costante adimensionale k

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k) For Equation 1				
< 30 μm	< 15 μm	< 10 μm	< 5 μm	< 2.5 μm
0.74	0.48	0.35	0.20	0.053 ^a

La suddetta formula empirica garantisce una stima attendibile delle emissioni considerando valori di U e M compresi nel range di valori (ben rappresentativo della situazione oggetto di studio) specificati nella tabella seguente.

Tabella 5-4: Parametri di riferimento

Parametro	Range
Velocità del vento	0,6 – 6.7 m/s
Umidità del materiale	0,25 – 4,8 %

Nel caso in esame, la velocità del vento è stata cautelativamente assunta pari a 6,7 m/s: tale valore descrive la peggiore situazione riscontrabile in sito, compatibilmente con l'intervallo di applicabilità della formula sopra riportato. Tale valore appare ampiamente cautelativo. L'umidità del materiale è assunta pari a 4%.

Le quantità di materiale da movimentare sono state individuate dall'analisi congiunta degli elaborati e planimetrie di progetto. Si riporta di seguito il fattore di emissione associato alle operazioni di formazione e stoccaggio cumuli:

- **FE formazione cumuli (PM10)= 0.0009 kg/ton**

TRAFFICO DI MEZZI PESANTI NELLE AREE NON PAVIMENTATE

Per la stima delle emissioni di polvere generate dal traffico veicolare per azione del risollevarlo nelle aree non pavimentate è stato utilizzato il seguente fattore di emissione:

$$E = k \cdot \left(\frac{S}{12}\right)^a \cdot \left(\frac{W}{3}\right)^b \quad [\text{kg/km}]$$

dove:

W = peso medio dei mezzi di cantiere che percorrono le aree considerate (t)

S = contenuto del limo dello strato superficiale delle aree non pavimentate (%)

Il contenuto di limo è stato assunto pari al 14 %, conforme all'intervallo di valori compresi tra l'1,8% e il 25,2% e coerente con quanto indicato nelle Linee Guida ARPAT. I valori di K, a e b sono stati assunti:

per PM₁₀

$$\begin{aligned} K &= 0.423 \\ a &= 0.900 \\ b &= 0.450 \end{aligned}$$

Si riportano di seguito i fattori di emissione associati al passaggio su aree non pavimentate:

I Km medi percorsi sono stati stimati a partire dall'estensione media del percorso nelle aree non pavimentate secondo la viabilità ipotizzata (desunta a partire dalla consultazione congiunta degli elaborati grafici di progetto), moltiplicata per il numero dei mezzi stimati durante la specifica attività in esame. Il peso medio dei mezzi di cantiere (W) che percorrono le aree

considerate viene considerato pari a 25 t. Pertanto il fattore di emissione per le polveri PM10 che si può utilizzare è pari a

- **FE passaggio su piste non pavimentate (PM10)= 1.261 kg/Km**

Riepilogo fattori di emissione

Nella seguente tabella i fattori di emissione considerati ed utilizzati per il calcolo delle emissioni di PM10.

Tabella 5-5: Riepilogo fattori di emissione

Fattori di Emissione	PM10	UM
Scavo	0.024	kg/h
Sbancamento	0.00039	kg/t
Formazione e stoccaggio cumuli	0.0009	kg/t
Movimentazione materiale su pista non pavimentata	1.261	kg/km*veicolo
Carico camion	0.0075	kg/t
Scarico camion	0.0005	kg/t
riutilizzo	0.003	kg/t

5.2.1 Emissioni dai gas di scarico di macchine e mezzi d'opera (PM10, NOx)

Con riferimento all'emissione di sostanze inquinanti ad opera dei mezzi meccanici e degli automezzi in circolazione sulle piste di cantiere e sulla viabilità principale, si aggiungono anche le emissioni da traffico veicolare e da mezzi d'opera. Per la stima dei fattori di emissione delle macchine e dei mezzi d'opera impiegati è stato fatto riferimento al database del programma di calcolo COPERT III ed all'Atmospheric Emission Inventory Guidebook dell'EEA. All'interno del documento è possibile individuare dati relativi ai seguenti macchinari principali (Other Mobile SouRes and Machinery – SNAP 0808XX):

Tabella 5-6: Fattori di emissione per mezzi d'opera di cantiere

sorgenti emissive	PM10	NOX	U.M.	Fonte
Macchine operatrici	0.28	3.5	gr/h*kW	EEA-BV810v3-Other Mobile SouRes and Machinery – SNAP 0808XX

Per la stima delle emissioni dei mezzi operatrici, è stato fatto uso dei fattori di emissione della tabella precedente considerando un fattore specific, Load-specific fuel consumption, riferito alle modalità di lavoro delle machine pari al 30% come riportato in letteratura (fonte: *Fuel consumption and engine load factors of equipment in quarrying of crushed stone Tomislav*

<https://www.researchgate.net/publication/296573614>). Per le emissioni da mezzi pesanti in transito sulla viabilità di cantiere i fattori di emissione sono stati desunti per mezzi pesanti dal sito di ISPRA Inventaria – fattori di emissione medi per traffico autoveicolare anno 2021.

Tabella 5-7: Fattori di emissione (fonte Ispra)

inquinante	Fattore di emissione medi (g/km*veic)
	Veicoli pesanti
PM10	0.1393
NOX	2.5970

5.3 Configurazione del codice CALMET-CALPUFF

Al fine dell'implementazione della catena modellistica per la valutazione del potenziale impatto in atmosfera derivante dalle attività di cantiere è stato necessario definire i parametri di impostazione del codice. Nel file di controllo del modello sono state impostate le seguenti opzioni:

- trasformazioni chimiche non considerate (condizione cautelativa);
- deposizione umida e secca non simulata (condizione cautelativa);
- coefficienti di dispersione calcolati in base alle variabili micro-meteorologiche

Per tutte le altre impostazioni sono stati utilizzati i valori di default consigliati. Per meglio valutare il reale impatto delle emissioni inquinanti considerate si sono inseriti nel codice di calcolo, file di controllo di CALPUFF, i coefficienti di ripartizione giornaliera delle emissioni da ogni area di cantiere.

Per l'applicazione del codice di calcolo CALPUFF MODEL SYSTEM sono stati predisposti i necessari files di ingresso, per le simulazioni del periodo solare dell'anno 2022, configurazione del codice, realizzati come di seguito riportato.

5.4 Stima delle emissioni di cantiere

Applicando i fattori di emissione selezionati e calcolati in precedenza ad ognuna delle attività previste nelle diverse fasi del cantiere si sono stimate le emissioni di polveri PM10 espresse, come richiesto dalle Linee Guida ARPAT, in termini di rateo emissivo di PM10 in grammi per ora, e GAS derivanti dai mezzi d'opera.

Le stime comprendono le emissioni delle attività di cantiere, il traffico di mezzi su piste interne al cantiere non pavimentate e le emissioni dei mezzi d'opera previsti per la singola fase.

Per il calcolo delle emissioni si è applicato un fattore di densità del materiale movimentato pari

a 1.7 ton/m³ di terreno. Ogni mezzo pesante è stato considerato di portata pari a 25 t.

Di seguito si riportano le stime di PM₁₀ e NO_x per ognuna delle attività del cantiere e per le seguenti tipologie:

- Emissioni da movimentazione materiali.
- Emissioni da stoccaggio dei materiali
- Emissioni da traffico indotto sulle piste a servizio del cantiere

Tabella 5-8: Stime delle emissioni di PM₁₀ e NO_x. Emissioni da attività di cantiere

Area di cantiere	PM ₁₀ (movimentazione dei materiali, stoccaggio, emissioni macchine operatrici e camion)	Nox (emissioni macchine operatrici e camion)
	kg/h	kg/h
AREE STOCCAGGIO	1.653	0.279
AREA POSIZIONAMENTO PANNELLI FV	17.145	1.355

5.5 Recettori

Nell'ambito dell'area di impianto sono identificabili varie tipologie di potenziali recettori tra i quali: abitazioni, capannoni, edifici rurali e nuraghe. Nella seguente figura si mostra l'area di impianto con evidenza degli edifici classificati e identificazione dei principali recettori.



Figura 5-3: Localizzazione dell'impianto agrivoltaico su ortofoto e localizzazione dei recettori.

Risultano completamente assenti recettori particolarmente sensibili quali scuole, ospedali e case di cura nell'ambito di studio individuato in una fascia di 300 m.

Tabella 5-9: Recettori discreti

ID	Tipologia	UTM WGS 84 FUSO 32 (m)	UTM WGS 84 FUSO 32 (m)	Quota slm (m)
R1	Abitazione	444387.5	4508463	70.3
R2	Abitazione	443187.4	4509025	67.3
R3	Abitazione	443094.6	4508412	73.0
R4	Abitazione	443570.6	4507732	68.0
R5	Abitazione	442690.4	4508582	75.5
R6	Abitazione	442319.2	4509945	75.3
R7	Abitazione	441411.4	4508063	61.2
R8	Abitazione	444337.4	4506554	59.6
R9	Abitazione	443485.7	4506233	59.7
R10	Abitazione	445688.8	4508178	87.8

5.6 Configurazione del codice CALMET-CALPUFF

Al fine dell'implementazione della catena modellistica per la valutazione del potenziale impatto in atmosfera derivante dalle attività di cantiere è stato necessario definire i parametri di impostazione del codice. Nel file di controllo del modello sono state impostate le seguenti opzioni:

- trasformazioni chimiche non considerate (condizione cautelativa);
- deposizione umida e secca non simulata (condizione cautelativa);
- coefficienti di dispersione calcolati in base alle variabili micro-meteorologiche

Per tutte le altre impostazioni sono stati utilizzati i valori di default consigliati. Per meglio valutare il reale impatto delle emissioni inquinanti considerate si sono inseriti nel codice di calcolo, file di controllo di CALPUFF, i coefficienti di ripartizione giornaliera delle emissioni da ogni area di cantiere.

Per l'applicazione del codice di calcolo CALPUFF MODEL SYSTEM sono stati predisposti i necessari files di ingresso, per le simulazioni del periodo solare dell'anno 2022, configurazione del codice, realizzati come di seguito riportato.

5.6.1 Dominio di studio

L'applicazione del codice di calcolo CALPUFF MODEL SYSTEM è stata sviluppata secondo quanto riportato di seguito per la parte meteorologica di descrizione del campo di vento 3D. il dominio si estende per 8km in direzione est-ovest e per 8 km in direzione nord-sud, con passo

cella 200m.

In relazione all'estensione del dominio di calcolo, si è proceduto ad individuare le aree per la descrizione della dispersione delle attività di cantiere. Ai fini del calcolo della dispersione delle polveri e dei gas, con il codice Calpuff, il dominio di calcolo è stato suddiviso con una griglia di maglie quadrate di passo pari a 100 m sia in direzione nord-sud che in direzione est-ovest. Nella immagine seguente si riporta il dominio di calcolo considerato per il modello meteorologico Calmet e per la dispersione con Calpuff.

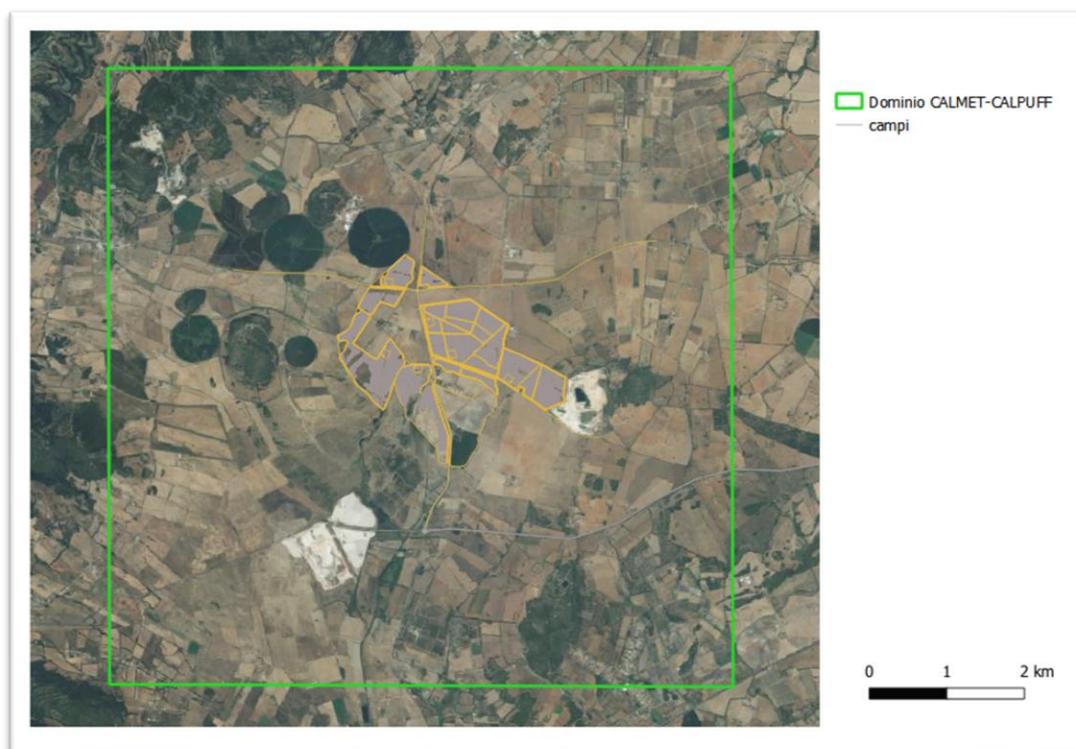


Figura 5-4: Dominio di calcolo

Tabella 5-10: Descrizione dei domini di calcolo

Dominio meteorologico CALMET	Estensione del dominio [m] WGS 84 fuso 33N	Passo griglia
Dominio meteorologico CALMET	E 441100.0 E 445700.0 N 4506400.4 N 4510400.4	200m
Dominio dispersione CALPUFF	E 441100.0 E 445700.0 N 4506400.4 N 4510400.4	100m

5.6.2 Orografia

Per la simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera si è tenuto conto dell'orografia dell'intero dominio di calcolo implementando un modello di terreno complesso. La base di dati

cartografica è stata elaborata per creare un dominio di 8 km per 8 km costituiti da una griglia regolare 0.2km utilizzati per le simulazioni con il codice CALMET per il quale si è utilizzata la configurazione con terreno complesso. L'orografia è stata predisposta utilizzando dati DTM disponibili da US-GS [https://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/SRTM3/Eurasia/]

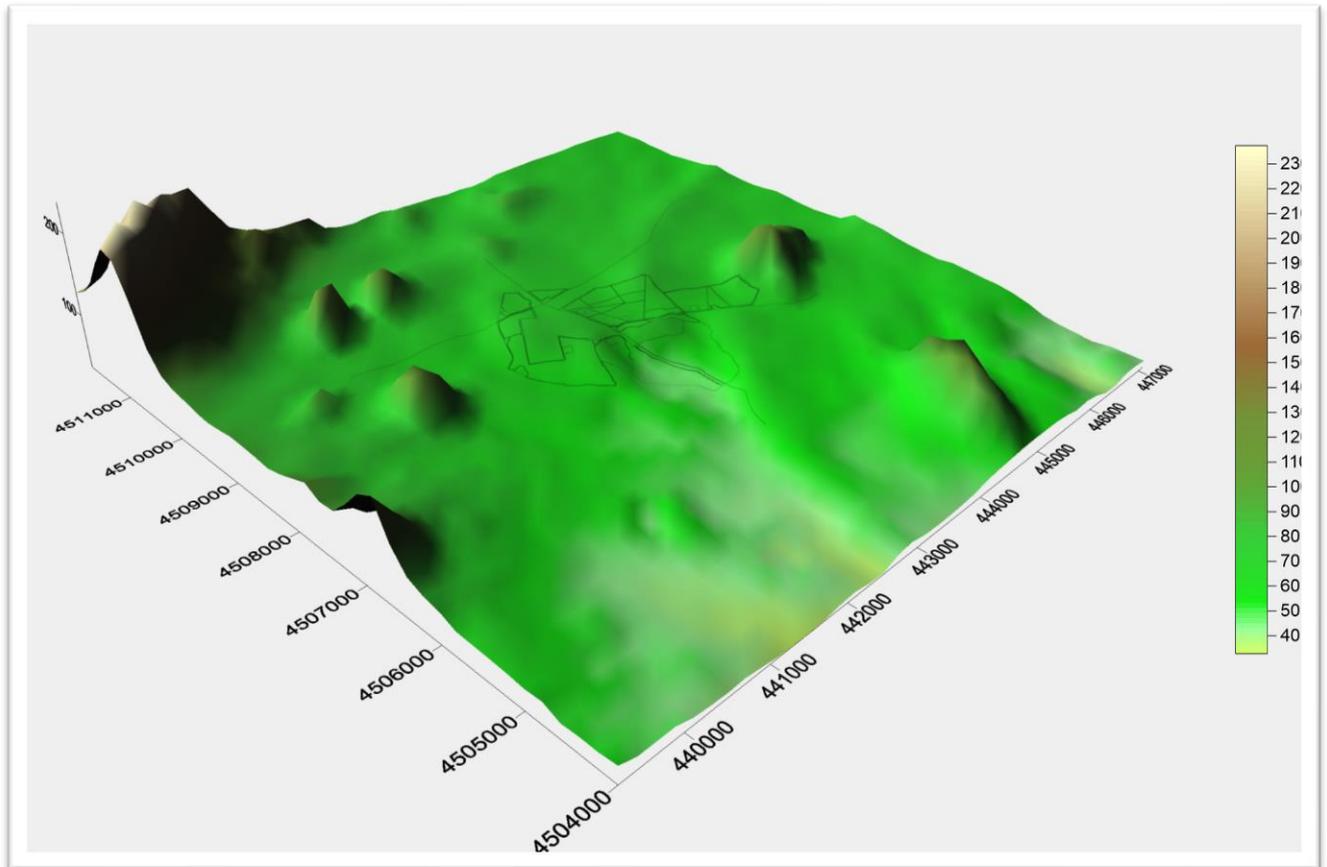


Figura 5-5; Orografia del'area di studio (mslm)

L'applicazione del codice di calcolo CALPUFF MODEL SYSTEM è stata sviluppata secondo quanto riportato di seguito per la parte di dispersione degli inquinanti. Nella tabella sono mostrate le principali impostazioni ed i necessari dati di ingresso per le simulazioni del periodo solare dell'anno 2022 per il codice CALPUFF

Tabella 5-11: Configurazione CODICE CALMET- CALPUFF

Parametro	Descrizione
Periodo	Anno solare 2022
Meteorologia	
	<p>Griglia di calcolo di 40 celle per 40 celle di passo 0.2 km per una estensione del dominio di 8 km in direzione N-S e 8 km in direzione E-W.</p> <p>La griglia di calcolo è stata caratterizzata tramite orografia complessa e uso del suolo Corine Land Cover aggiornato. Il file GEO.DAT è stato predisposto tramite i preprocessori MAKEGEO.EXE.</p> <p>Il file SURFACE.DAT: come dati di superficie sono stati inseriti i dati meteo della stazione dell'aeroporto di Alghero</p> <p>Il file UPAIR.DAT: i dati in quota sono stati utilizzati dati relativi a profili verticali disponibili dalla banca dati dei modelli</p>
CALMET	Sono state effettuate simulazioni per la valutazione del campo di vento e determinazione dei parametri micrometeorologici su scala temporale oraria per il periodo di riferimento (anno 2022: 8760 ore).
Dispersione	
Emissioni CANTIERE e TRAFFICO	<p>Dominio pari a 8kmx8km con una griglia di maglie quadrate di passo pari a 100 m (nesting pari a 2) sia in direzione nord-sud che in direzione est-ovest</p> <p>Sono state simulate le emissioni derivanti dalle attività di cantiere e dalle macchine operatrici. Le aree di cantiere sono state discretizzate con più sorgenti emissive di circa 15 m², considerate per 8 ore di lavoro giornaliero. Le emissioni dei cantieri sono state impostate con valore del parametro sz=2 metri e altezza del rilascio pari a 2.5 metri.</p>
CALPUFF	Sono state effettuate simulazioni "short term" per la valutazione della dispersione degli inquinanti emessi su scala oraria per il periodo di riferimento del cantiere.
Output	
	Sono stati elaborati i dati di concentrazioni di polveri e gas calcolati da CALPUFF come "recettori grigliati" per ottenere le mappe di isonconcentrazione sul dominio di indagine oltre a recettori discreti

6 Valutazione del traffico indotto

Per stimare le ricadute degli inquinanti derivanti dal traffico indotto per l'attività di cantiere l'agenzia US-EPA raccomanda la versione del modello CALINE, sviluppata dal CALTRANS (California Department of Transportation) nel 1984. L'utilizzo del CALINE IV è indicato dall'Istituto Superiore della Sanità (ISTISAN 93/36) e nella guida web del Centro Tematico Nazionale Aria Clima Emissioni. CALINE è un modello stazionario gaussiano che simula le ricadute degli inquinanti da traffico da archi viari. L'approccio del modello nel ricostruire le condizioni di dispersione degli inquinanti (e quindi le dimensioni laterale e verticale del pennacchio gaussiano), consiste nel considerare la zona direttamente sopra la carreggiata come una regione di rimescolamento uniforme, definita mixing zone. In tale zona i meccanismi dominanti sono la turbolenza meccanica creata dal movimento dei veicoli e termica dei gas di scarico. Queste componenti aggiuntive della turbolenza atmosferica impartiscono una dispersione verticale iniziale, in funzione del tempo di permanenza della massa inquinante nella mixing zone. Minore è la velocità del vento, maggiore è la dispersione verticale che subisce una particella d'aria prima di essere trasportata fino al recettore. Il parametro che ha il maggior peso nel calcolo delle ricadute è la direzione del vento, che pone o meno i siti recettori sottovento alla sorgente emissiva. La topografia urbana e la presenza di edifici lungo l'arco viario considerato comportano l'incanalamento del vento, con variazione di velocità e direzione rispetto al vento esterno all'area edificata. La presenza degli edifici ai bordi della carreggiata, inoltre, influisce sulla turbolenza meccanica. Questo effetto, che comporta un incremento della dispersione verticale, viene quantificato attraverso la roughness (lunghezza di rugosità) dell'area di studio, ricavata in modo empirico come un decimo dell'altezza media degli edifici lungo entrambe le carreggiate dell'arco viario considerato. L'applicazione del modello CALINE IV nel presente caso di studio ha previsto le seguenti fasi:

Acquisizione ed elaborazione dei dati territoriali:

L'area di calcolo definita nell'intorno dell'area di studio;

Acquisizione ed elaborazione delle informazioni relative alle emissioni del traffico:

Sono elaborati i dati di emissione per il calcolo dei fattori di emissione dei veicoli pesanti utilizzando i fattori di emissione ISPRA SINANET applicandoli al flusso di veicoli individuato per lo scenario attuale.

Applicazione del codice numerico di dispersione degli inquinanti per la valutazione delle concentrazioni nei recettori:

Il codice di dispersione CALINE IV viene utilizzato per la valutazione delle ricadute degli inquinanti dalle sorgenti emmissive da traffico. Applicato il codice di dispersione nella configurazione di "screening" (worst case) che identifica la peggiore situazione descrivibile dal

modello dispersione a favore di sicurezza. Le simulazioni forniscono come risultati le concentrazioni sul dominio di calcolo selezionato.

Risultati:

I risultati delle simulazioni sono rappresentati in mappe di isoconcentrazione su griglia cartesiana per il dominio di calcolo. All'interno di CALINE4 le strade sono definite come segmenti rettilinei dei quali è necessario specificare le seguenti caratteristiche:

- endpoint delle coordinate;
- altezza delle strade dal piano campagna;
- larghezza della "mixing zone";
- dispersione verticale di canyon o bluff.

Endpoint delle coordinate: le coordinate cartesiane degli endpoint (x1, y1) e (x2, y2) definiscono le posizioni degli estremi dei tratti stradali. La lunghezza del segmento impostato in CALINE4 e le coordinate degli endpoint sono state definite secondo il sistema metrico.

Altezza delle strade dal piano campagna: per tutti i tipi di strade questo parametro, che rappresenta l'altezza della strada sopra il terreno circostante, è stato definito a quota 0 m.

Larghezza della "mixing zone": i calcoli gaussiani di diffusione si basano sul modello della "mixing zone" definita come un'area di spessore pari alla dimensione della strada +3 metri a destra e +3 metri a sinistra di essa (per tenere conto della dispersione orizzontale d'inquinante legata alla scia generata dal movimento dei veicoli). In quest'area si assume che la turbolenza e l'emissione siano costanti e che la turbolenza (termica e meccanica) sia dovuta alla presenza di veicoli in movimento a temperature elevate. La dispersione verticale di inquinante (SGZ1) è funzione della turbolenza ed è indipendente dal numero di veicoli (in un intervallo di 4000 – 8000 veicoli/ora) e dalla loro velocità (in un intervallo di circa 40 – 60 km/h): questo perché un incremento del traffico aumenta la turbolenza termica ma riduce la turbolenza meccanica legata alla velocità (da qui l'ipotesi di costanza della turbolenza nella "mixing zone"). La dispersione verticale di inquinante (SGZ1) dipende invece dal tempo di residenza TR dell'inquinante nella "mixing zone" che è funzione della velocità del vento.

(State of California, Department of Transportation, 1989).

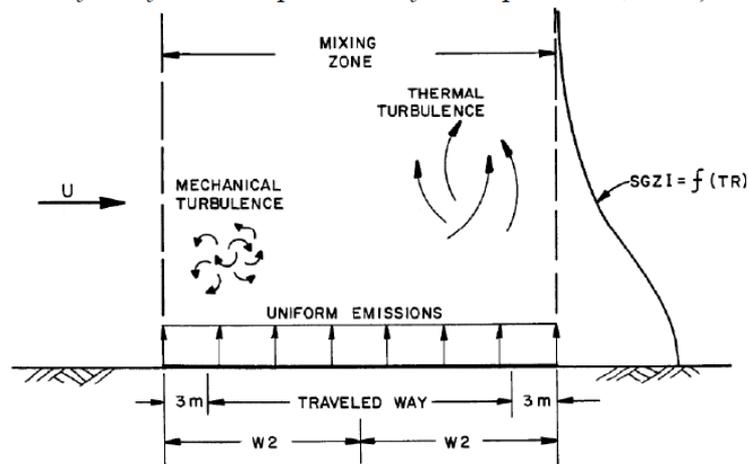


Figura 6-1: Arco stradale e parametri considerati dal modello CALINE4.

Dispersione verticale di canyon o bluff: il modello è basato su due assunzioni:

- il flusso del vento orizzontale omogeneo;
- le condizioni meteorologiche di stato stazionari piuttosto restrittive.

La topografia complessa può invalidare ognuna di queste assunzioni: i canyon possono canalizzare i venti, colline e valli possono causare frequenti spostamenti della direzione del vento. L'utilizzo di CALINE4 in terreni complessi deve pertanto procedere con cautela. Il modello gestisce situazioni di bluff e canyon riflettendo il flusso di dispersione dell'inquinante a distanze specificate su uno o più siti della mixing zone. La topografia dell'area di studio, il fatto che la presenza degli edifici sia già considerata con il parametro "rugosità superficiale" e l'assenza di stretti e continui canyon urbani che possano alterare la curva di dispersione verticale hanno portato a inserire entrambi questi parametri (canyon e bluff) con valore uguale a 0 per tutti gli archi stradali considerati. Per definire la classificazione ai fini delle simulazioni con CALINE4 si sono valutati i seguenti parametri per ciascuna tipologia di strada necessari per individuare i dati di input per il modello.

Tabella 6-1: Parametri utilizzati all'interno di CALINE4

Tipologia di strada	Aerodynamic Roughness Coefficient	Mixing Zone Height
Rurale	10 cm	5
Autostrada	100 cm	14

Validità del modello selezionato

Nel documento di riferimento per la Regione Lombardia di ARPA - SETTORE MONITORAGGI AMBIENTALI "Indicazioni relative all'utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione di inquinanti negli studi di impatto sulla componente atmosfera" si cita il modello

CALINE4 nel capitolo “Le principali tipologie di modelli per la qualità dell'aria” come modello applicabile. Inoltre, il modello è citato tra i modelli applicabili nel documento di ISPRA (ex ARPA) “Dati e informazioni per la caratterizzazione della componente “atmosfera” e prassi corrente di utilizzo dei modelli di qualità dell'aria nell'ambito della procedura di V.I.A.” a cura di M. Belvisi, M. C. Cirillo, M. Colaiezzi, C. D'Anna, G. Marfoli. Roma, 2007 (capitolo Utilizzo di modelli nell'ambito delle procedure di VIA).

Coefficienti Emissivi per la fase di cantiere

Per la stima delle emissioni si sono utilizzate le informazioni disponibili da ISPRA. I fattori di emissione disponibili sono quelli per l'anno di riferimento il 2020. Nel database sono riportati fattori di emissione sia rispetto ai veic*km che rispetto ai consumi, con riferimento sia al dettaglio delle tecnologie che all'aggregazione per settori. Il database dei fattori di emissione è stato allineato coerentemente con l'aggiornamento del modello di stima COPERT version 5.2.2 .

I fattori di emissione utilizzati per le simulazioni sono stati acquisiti dalla banca dati nazionale di ISPRA SINANET dal file “fe2020.xls” dove sono contenuti i fattori di emissione per tipologia di veicolo e inquinante.

Tabella 6-2: Fattori di emissione medi calcolati per lo studio di dispersione per l'anno di riferimento attuale (elaborazione dei dati estratti da FE2020.xlsx di SINANET ISPRA)

tipologia	NOx [g/veic*km]		PM10 [g/veic*km]		Benzene		CO	
	Autoveicoli	Veicoli pesanti	Autoveicoli	Veicoli pesanti	Autoveicoli	Veicoli pesanti	Autoveicoli	Veicoli pesanti
Fattori di emissioni	0,3311	2,5970	0,0294	0,1393	0,0022	0,00006	0,52978	0,8332
tipologia	PM2.5 [g/veic*km]							
	Autoveicoli	Veicoli pesanti						
Fattori di emissioni	0,0197	0,0977						

6.1 Simulazioni con CALINE4

Al fine di valutare le ricadute determinate dal traffico veicolare nel dominio di calcolo si è proceduto alla stima delle concentrazioni in funzione dei principali parametri meteorologici fissate le condizioni al contorno caratteristiche delle strade oggetto delle simulazioni. Le simulazioni sono state svolte con un numero di mezzi per la strada simulata pari a 1 veicolo pesante e 4 veicoli leggeri all'ora nell'orario DIURNO per una durata di 10 ore. L'applicazione del codice CALINE si è sviluppata per la determinazione della concentrazione nel singolo recettore considerando l'applicazione “worst case”.

I risultati dell'applicazione del modello sono di seguito riportati, nella tabella, in termini di valori di concentrazione massima oraria stimata su di un punto recettore posizionato a 10 metri dal

bordo strada.

Tabella 6-3: Risultati delle simulazioni svolte con CALINE per il traffico di cantiere esterno.

Inquinante	UM	Massimo orario	Media Giornaliera
NOx	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.46497	0.15498
CO	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.05539	0.01846
PM2.5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.03805	0.01268
PM10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.04492	0.01498
C6H6	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.00046	0.00015

Tali valori si considereranno in termini cautelativi per la valutazione dell'impatto su tutti i recettori considerati per lo studio in oggetto.

7 Risultati

Si sono elaborati attraverso il post processore CALPOST i risultati dell'applicazione del codice di dispersione CALPUFF, per le attività di cantiere e traffico indotto. I risultati sono stati rappresentati sotto forma di mappe di concentrazione per gli inquinanti considerati. Tutti i valori sono stati confrontati con i valori limite di qualità dell'aria previsti dal DLgs 155/2010 e smi.

Nelle simulazioni svolte sono stati considerati i massimi orari per NOx e i massimi giornalieri di PM10, i valori stimati massimi sono all'interno delle aree di cantiere ed i percentili sono al di sotto dei limiti di legge. Sono state valutate anche le medie annuali ed i valori sono ampiamente al di sotto dei limiti di legge.

I risultati delle simulazioni effettuate per la stima della dispersione degli inquinanti in atmosfera legata alle attività di cantiere e traffico indotto è riportata negli allegati cartografici al seguente studio. Si sottolinea che le curve di iso-concentrazione prodotte rappresentano esclusivamente il contributo sull'atmosfera legato alle attività di cantiere e traffico indotto e non tengono conto del livello di qualità dell'aria ante operam.

Nei paragrafi che seguono si riporta una stima degli impatti in fase di cantiere per ogni simulazione svolta. La stima deriva dall'analisi modellistica effettuata sulle aree di cantiere. Dalle simulazioni effettuate nel presente studio, è possibile affermare che per tutti i parametri inquinanti sono stati simulati dei livelli di concentrazione inferiori al limite di legge ed il traffico indotto ha una influenza minima sugli impatti stessi del cantiere sulla qualità dell'aria, sia in fase di cantiere. Per tutti i parametri, le concentrazioni massime stimate sono localizzate internamente alle aree di cantiere.

Tabella 7-1: Risultati recettori discreti

id	PM10			NOX		
	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	90.4° percentile delle medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Massimo valore delle medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Massimo valore delle medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	99.8° percentile delle medie orarie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
R1	0.231	0.568	1.534	0.031	3.178	1.140
R2	0.447	1.161	4.600	0.061	7.948	2.218
R3	1.511	3.265	11.741	0.195	12.900	6.579
R4	0.525	1.270	4.119	0.078	4.389	2.845
R5	0.353	0.839	3.821	0.052	5.213	1.876
R6	0.025	0.054	1.498	0.004	1.947	0.406
R7	0.038	0.122	0.758	0.005	1.704	0.442
R8	0.062	0.183	1.043	0.009	1.423	0.515
R9	0.071	0.191	1.162	0.011	1.572	0.478
R10	0.044	0.115	0.566	0.006	0.914	0.316
Valori limite di legge	40	50	50	40	200	200

Di seguito si riportano i valori massimi stimati sui recettori discreti individuati e sul dominio di studio considerato, sia per le lavorazioni nelle aree di cantiere

Tabella 7-2: Valori massimi sul dominio di studio

	NOx		PM10	
	Media anno (µg/m ³)	99.8° Perc (µg/m ³)	Media anno (µg/m ³)	90.4° Perc (µg/m ³)
Area di cantiere	2.13	37.63	13.95	24.08
Recettori	0.19	6.58	1.51	11.74
Limiti di legge (155/2010 e smi)	40	200 Max 18 superi/anno	40	50 Max 35 superi/anno
Valori di QA stazione CENS16 (UF) (2021)	10.4	Superi VL 0	22.2	Superi VL 13

8 Conclusioni

La presente relazione tecnica ha sviluppato la valutazione del potenziale impatto sulla qualità dell'aria delle emissioni di **polveri e gas** considerando l'attività di cantiere che il relativo traffico indotto stradale derivanti Progetto Ecovoltaico Ecovoltaico ubicato nel Comune di Sassari (SS),

I dati di input utilizzati per le valutazioni sono costituiti da:

- Volumi dei materiali movimentati;
- Cronoprogramma delle attività;
- Stima dei mezzi operativi in area di cantiere;

Sulla base delle informazioni sopra citate, del dato emissivo calcolato, della durata del cantiere e della localizzazione delle aree di lavoro, è stato applicato il sistema di codici Calpuff Model System per la dispersione dalle lavorazioni di cantiere e traffico indotto.

Gli inquinanti simulati sono PM10 e NOx, in quanto quelli tipicamente più impattanti sulla qualità dell'aria. I risultati delle simulazioni sono stati rappresentati come mappe di isoconcentrazione dei percentili orari per NO2 e giornalieri per PM10 e i risultati sono stati valutati relazionandoli con gli indicatori di qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente. Si fa presente che i valori massimi si riscontrano tutti all'interno delle aree di lavoro, quindi per eventuali recettori esterni dall'area di cantiere i valori di concentrazione stimate sono inferiori e rispettanti i limiti normativi.

Le simulazioni svolte, tramite i codici di calcolo numerico selezionati, hanno permesso di valutare gli scenari di impatto sulla qualità dell'aria delle emissioni derivanti dall'attività di cantiere nel loro svolgimento operativo. I risultati mostrano come i valori di concentrazione sia su breve periodo (media oraria e media giornaliera) che su lungo periodo (media annuale) siano compatibili con gli standard di qualità dell'aria. Inoltre, da notare che l'impatto stimato è stato determinato considerando come operativa per tutti i mesi dell'anno la situazione più gravosa (mese di maggiore emissione) dal punto di vista emissivo, quindi comprendendo anche il caso delle condizioni meteo climatiche più sfavorevoli. Pertanto i risultati sono da considerare cautelativi. Il traffico indotto mostra valori inferiori alle stime effettuate per le aree di lavoro e quindi risulta trascurabile.

A quanto sopra, si aggiunge che nelle valutazioni effettuate non è stato considerato l'effetto di mitigazioni associato presso le aree di cantiere. Nella gestione del cantiere saranno attuate tutte le azioni necessarie a contenere al massimo l'impatto ambientale. Facendo riferimento alle recenti LG linee-guida-cantieri di ARPA Toscana, durante la gestione del cantiere si provvederà in funzione delle specifiche necessità, ad adottare tutti gli accorgimenti atti a ridurre la produzione e la diffusione delle polveri. Le possibili misure di mitigazione che potrebbero essere messe in pratica sono:

- effettuare una costante e periodica bagnatura o pulizia delle strade utilizzate, pavimentate e non, avendo cura di gestire le acque eccedenti evitando sversamenti in corpi ricettori superficiali;
- effettuare una pulizia delle ruote dei veicoli in uscita dal cantiere e dalle aree di approvvigionamento e conferimento materiali, prima che i mezzi impegnino la viabilità ordinaria;
- coprire con teloni i materiali polverulenti trasportati;
- attuare idonea limitazione della velocità dei mezzi sulle strade di cantiere non asfaltate (tipicamente 20 km/h);

9 Allegati

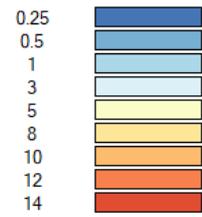
9.1 Mappe di isoconcentrazione

Concentrazione media annuale



PM₁₀

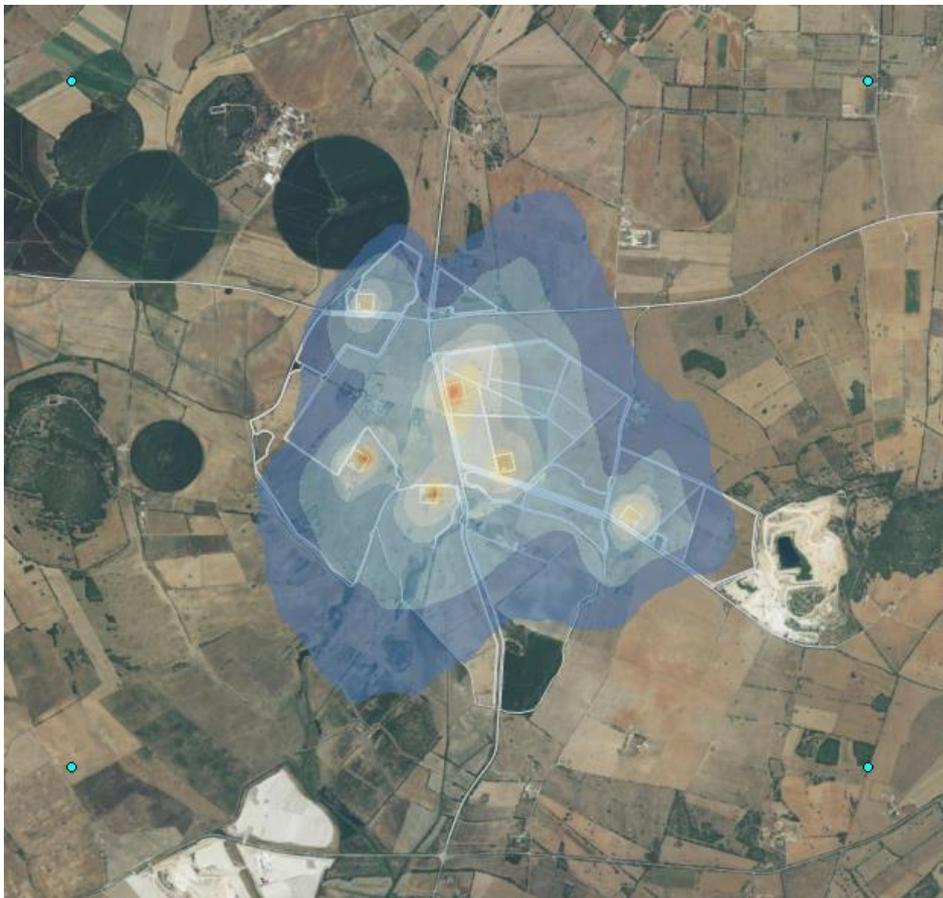
[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Valore limite 155/2010 smi : 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

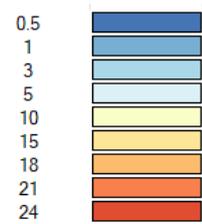


90.4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere



PM₁₀

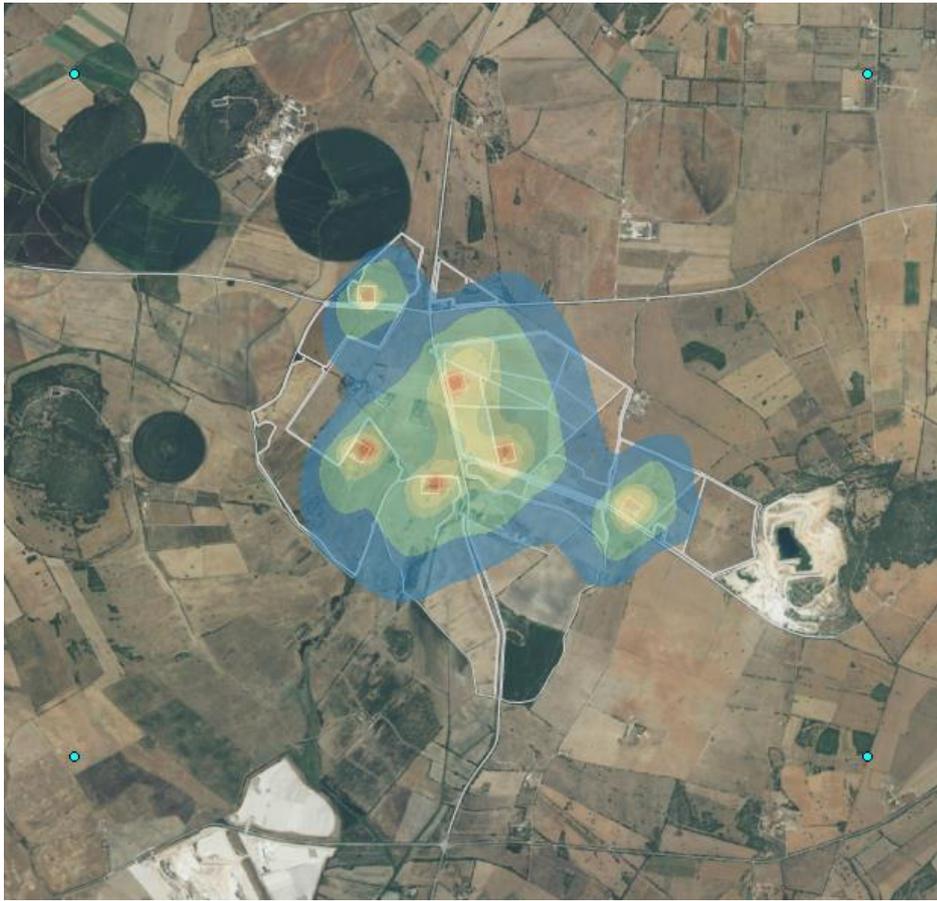
[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Valore limite 155/2010 smi : 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

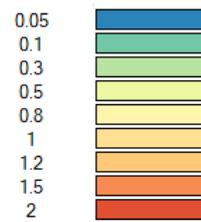


Concentrazione media annuale



NO_x

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



Valore limite 155/2010 smi : 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

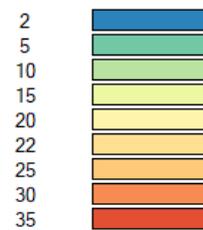


99.8° percentile delle concentrazioni media orarie



NO_x

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



Valore limite 155/2010 smi : 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

