



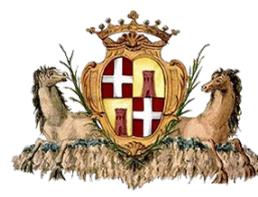
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



PROVINCIA DI SASSARI



COMUNE DI PORTO TORRES



COMUNE DI SASSARI

"Progetto per la costruzione e l'esercizio di un Impianto Agrivoltaico nel Comune di **Porto Torres** (SS) e delle relative opere di connessione alla RTN.

Sito in regione *Luzzana e Cherchi*, presso SP56 *Bancali - Abbacurrente*.

Potenza complessiva di campo pari a circa **24 MWp**, insediata su circa **47 ha** e capacità di generazione pari a **21,12 MW**.

Sistema Agrivoltaico avanzato con i moduli elevati da terra per il mantenimento e miglioramento delle attività agro-zootecniche esistenti".

FASE DI PROGETTO :
DEFINITIVO PER A.U.

OTTENIMENTO AUTORIZZAZIONE UNICA
con associata
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

(Art.12, D. Lgs 387/03)

(Art.23, D. Lgs 152/06)

Proponente dell'impianto FV:

SKI 27 S.r.l.

Via Caradosso, N.9
20123 Milano (MI)
PEC: ski27@pec.it

del gruppo



Statkraft

Gruppo di Progettazione:

Ing. Silvestro Cossu

Coordinatore e Progettista responsabile dell'intervento.
Analisi degli impatti elettromagnetici.
Studio di Impatto Ambientale - S.I.A.

Dott. Geologo Giovanni Calia

S.I.A e Analisi Territoriale
Studi e indagini geologiche
Cartografia e shape file

Dott. Roberto Cogoni

Analisi e valutazioni naturalistiche,
caratterizzazione biotica.

Dott. Agronomo Giuliano Sanna

Analisi e valutazioni agronomiche.

Ing. Luca Soru

Analisi emissioni in atmosfera.
Indagini e valutazioni acustiche.

PhD Archeol. Ivan G.M. Lucherini

Verifica preventiva dell'interesse archeologico.

Ing. Roberto Murgia

Inserimento nel territorio e opere di mitigazione.

Ing. Marietta Lucia Brau

Progettazione tecnica e analisi producibilità.

Partner progetto agricolo, Progettazione
e Coordinatore generale :



M2 ENERGIA S.r.l.

Via C. D'Ambrosio N.6
71016 - San Severo (FG)
PEC: m2energia@pec.it

Professionisti Responsabili

Ing. Luca Soru

Spazio riservato agli uffici:

**VIA
AU**

Nome Elaborato:

Alleg. 8 al SIA.

Analisi da emissioni inquinanti in atmosfera

Codice Elaborato

VA_A8-SIA

N. Progetto
SKI 27

N. Commessa
Z3D

Codice Pratica

Protocollo

Scala

Formato di Stampa

Rev. 00 del
19/01/2024

Rev. 01 del

Rev. 02 del

Rev. 03 del

Verificato il

Approvato il

Rif. file :

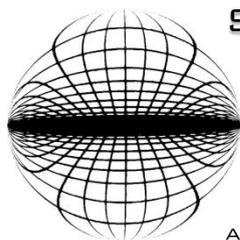
41_SKI27_VA_A8-SIA_00

SKI 27 S.R.L.
Via Caradosso, 9 - 20123 Milano (BZ)
CF/P.IVA 12128990962

STUDIO

DELL'EMISSIONE DI INQUINANTI IN ATMOSFERA

**RELATIVO AL PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA CIRCA 24 MWP
IN REG. LUZZANA E CHERCHI – AGRO DI PORTO TORRES (SS)**



STUDIO DI INGEGNERIA LUCA SORU

VIA DANTE, 89 – 09098 TERRALBA (OR)
347 7787608 ♦ ING.SORU@GMAIL.COM ♦ LUCA.SORU@INGPEC.EU
C.F. SROLCU74R03L122A ♦ P.IVA 01074750959

TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA AMBIENTALE REGIONE SARDEGNA (N.136) ♦
MINISTERO DELL'AMBIENTE (N. 4008 ENTECA) ♦ SOCIO SPECIALISTA ASSOACUSTICI N. 499
AUDITOR/LEAD AUDITOR ISO 50001 – RINA ♦ EGE – ESPERTO IN GESTIONE DELL'ENERGIA

Sommario

Premessa	2
Riferimenti normativi.....	2
Individuazione del sito.....	3
I MODELLI DI CALCOLO	4
I modelli matematici di dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi	4
Criteri di scelta del codice di calcolo.....	7
Sintesi dei dati meteo.....	8
Area di studio ed altri parametri di calcolo.....	9
Fonti emissive e determinazione dei relativi fattori di emissione.....	10
Fase propedeutica per la semina del Prato Polifita.....	11
Fase di costruzione dell'impianto.....	12
Fase di costruzione dell'elettrodotto	14
Analisi della dispersione delle polveri PM10	15
Conclusioni	17
Breve Bibliografia	18

Premessa

Oggetto del presente lavoro è lo studio della potenziale variazione dello stato di qualità dell'aria determinato dalla realizzazione di una centrale agrifotofotovoltaica a terra in agro di *Porto Torres (SS)*. A questo fine saranno di seguito analizzate in particolare le attività previste all'interno del sito, nonché le emissioni in atmosfera generate dalle stesse in fase di preparazione del terreno e di costruzione.

In relazione alle attività previste, l'inquinante potenzialmente in grado di determinare impatti negativi significativi è costituito dal particolato sospeso. È quindi con riferimento a tale inquinante che sono illustrati i riferimenti normativi e analizzate le attività previste, al fine di determinarne i fattori di emissione, ed infine studiare la dispersione e stimare le concentrazioni nell'area circostante. Nel presente studio, verranno prese in considerazione solamente le emissioni di particolato (PM 10), come verrà meglio descritto nel seguito, le polveri e in generale le emissioni prodotte dai mezzi d'opera (gas di scarico) saranno considerate trascurabili, in funzione del limitato numero di mezzi presenti, dotati di adeguati dispositivi di controllo degli scarichi

Va qui evidenziato che, in via cautelativa, le simulazioni modellistiche che seguono non hanno considerato l'effetto di abbattimento delle polveri dovuto alla naturale umidità dell'aria e alle piogge. Pertanto, gli esiti a cui si è pervenuti devono considerarsi estremamente conservativi.

In particolare lo studio si articola nelle seguenti fasi:

- richiami normativi;
- descrizione del sito;
- definizione degli scenari di calcolo e stima dei livelli di concentrazione indotti dalle lavorazioni;
- analisi delle attività lavorative svolte nell'area in esame e determinazione delle relative emissioni;
- analisi dei risultati delle simulazioni modellistiche.

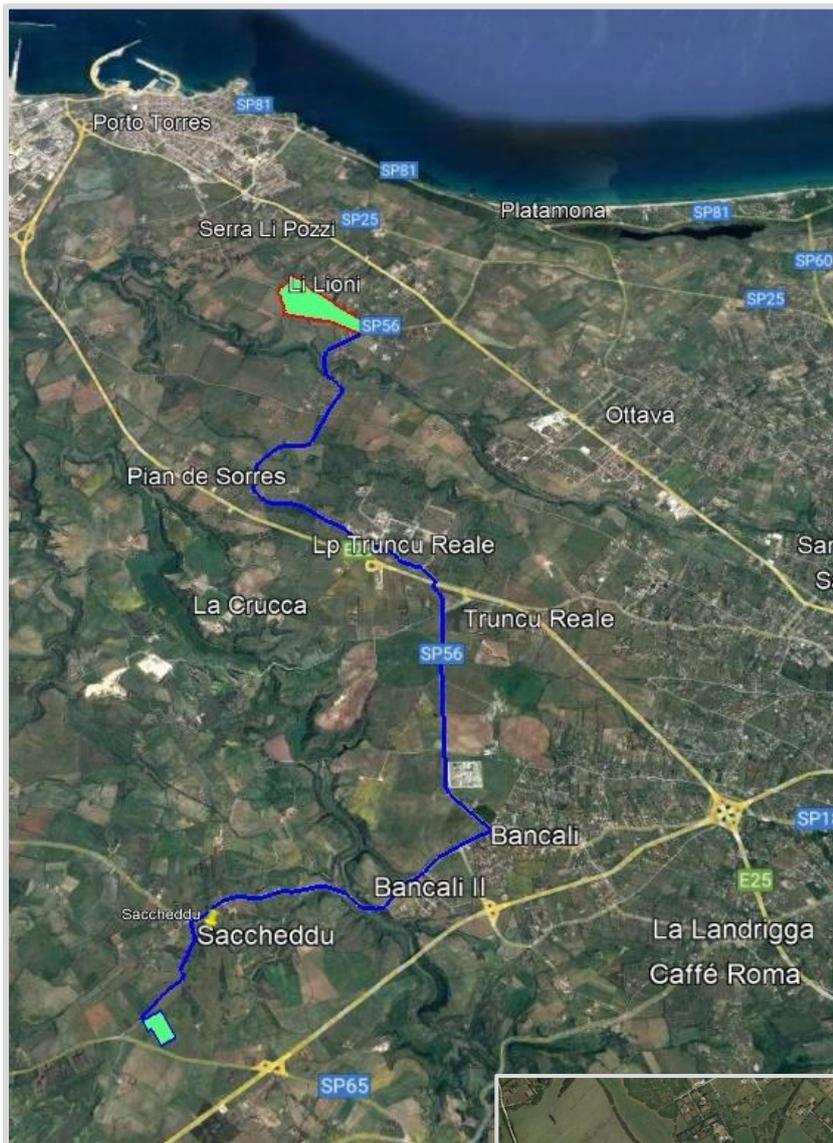
Riferimenti normativi

In relazione all'inquinante di interesse, il riferimento normativo di preminente rilevanza è costituito dal D.Lgs. n.155 del 13.08.2010, nella tabella seguente sono indicati i limiti fissati dalla normativa per il particolato aerodisperso nella frazione PM₁₀.

PM10	
Periodo di mediazione	Valore Limite
1 giorno	50 µg/m ³ , da non superare più di 35 volte per anno civile
Anno civile	40 µg/m ³

Individuazione del sito

I campi agrivoltaici sono ubicati in agro del comune di Porto Torres, in località Luzzana de Cherchi – Li Lioni, in prossimità della SP56 Bancali – Abbacurrente.

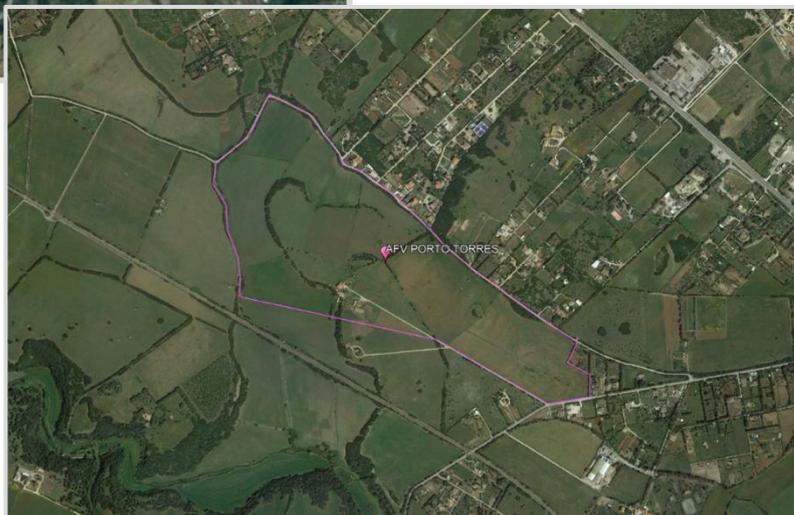


La connessione alla RTN a 380 kV è prevista nella nuova SE TERNA da realizzare in prossimità della borgata di Saccheddu, in prossimità della SP65.

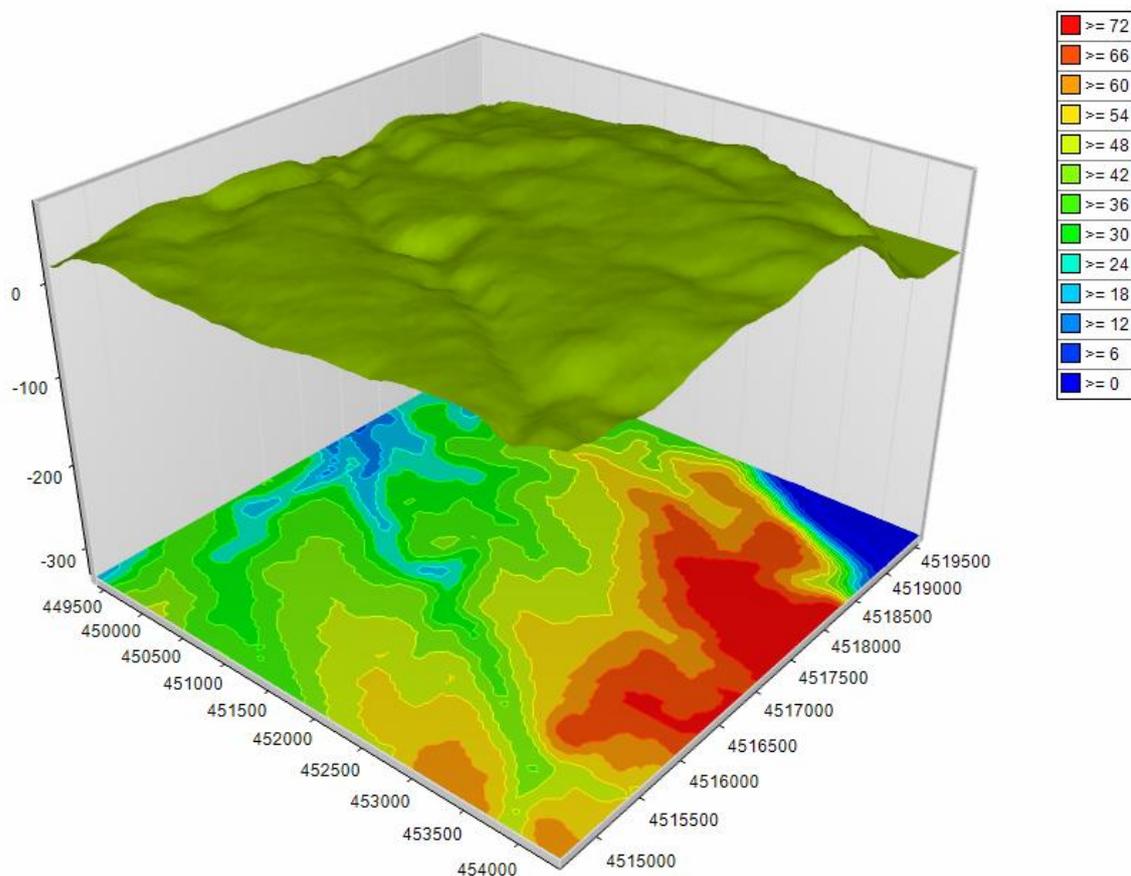
L'elettrodotto interrato a 36 kV per la connessione si svilupperà prevalentemente su strade pubbliche (SP56 – SP18 – SV Saccheddu), in territorio dei Comuni di Porto Torres e Sassari.

L'elettrodotto a 36 kV termina nella SE di TERNA in uno stallo in esecuzione protetta a 36 kV.

Localizzazione dell'impianto e dell'elettrodotto interrato



Nell'immagine seguente viene riportata l'altimetria del sito in un intorno di 5x5 km² centrato nel sito, si evince una variabilità fra i 0 e i 72 m s.l.m.



Orografia dell'intorno dell'impianto

I MODELLI DI CALCOLO

I modelli matematici di dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi

I modelli di dispersione degli inquinanti atmosferici sono algoritmi matematici che simulano il comportamento dei contaminanti nell'atmosfera. Negli anni, anche a seguito della continua evoluzione delle conoscenze scientifiche sulle dinamiche del *Planetary Boundary Layer (PBL)*¹, è stata sviluppata una vasta gamma di modelli di dispersione degli inquinanti aerodispersi che sono stati utilizzati in tutto il mondo per gestire le più disparate condizioni di calcolo.

Il ricorso all'impiego di modelli di calcolo è d'altronde ufficialmente riconosciuto dalla normativa nazionale sulla qualità dell'aria. Astrattamente la normativa prevede, infatti, che gli standard di qualità dell'aria non

¹ lo strato limite atmosferico, in inglese *Planetary Boundary Layer (PBL)*, rappresenta lo strato di atmosfera adiacente al suolo caratterizzato da un rimescolamento delle masse d'aria ad opera della spinta convettiva generata dal riscaldamento della superficie terrestre e dalla turbolenza meccanica dovuta all'attrito tra le masse d'aria in movimento e la superficie terrestre

vengano superati in alcun punto del territorio. È palese, tuttavia, che laddove si ipotizzasse di affidare la ricognizione della qualità dell'aria esclusivamente alla misura diretta delle concentrazioni, il controllo della qualità dell'aria potrebbe essere effettuato solo in un numero finito di punti, coincidenti con le postazioni di misura delle varie reti di rilevamento presenti sul territorio nazionale. Tale numero, estremamente esiguo in rapporto alle dimensioni ed alle variegate caratteristiche fisiche e meteorologiche del territorio, non potrebbe consentire di ottenere un quadro sufficientemente rappresentativo ed esaustivo della distribuzione spazio-temporale della concentrazione dei vari inquinanti di interesse. In tal senso, per superare tali problematiche, il Legislatore ha introdotto la possibilità di affidarsi a modelli matematici di simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Una sostanza (inquinante o meno), una volta immessa nell'atmosfera, per effetto dei numerosi fenomeni quali il trasporto dovuto all'azione del vento medio, la dispersione per effetto dei moti turbolenti dei bassi strati dell'atmosfera, la deposizione ecc., si distribuisce nell'ambiente circostante, diluendosi in un volume di aria di dimensioni più o meno grandi in funzione delle particolari condizioni atmosferiche presenti. Ciò significa, in altri termini, che se una sostanza viene immessa nell'atmosfera in un determinato punto del territorio (sorgente) ad un dato istante e con determinate modalità di emissione, è possibile ritrovarla in altri punti del territorio, dopo un tempo più o meno lungo, con un differente valore di concentrazione in funzione della diluizione che ha subito lungo il suo percorso. Con tali premesse, la valutazione dei valori assunti dalla concentrazione in tutti i punti dello spazio ed in ogni istante o, in altri termini, la previsione dell'evoluzione nel tempo del campo di concentrazione $C(x,y,z;t)$ di una determinata sostanza costituisce l'obiettivo dei modelli di simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Per valutare con un adeguato grado di approssimazione tale campo di concentrazione è necessario prendere in considerazione e schematizzare un considerevole numero di fenomeni specifici che hanno luogo durante il trasporto della sostanza in atmosfera. Detti fenomeni, che si prestano ad essere modellizzati con maggiore o minore grado di difficoltà, sono di diversa natura:

- fisici (fusione, innalzamento del pennacchio, ecc.)
- chimico-atomici (reazioni chimiche di trasformazione, decadimento radioattivo, ecc.)
- fisico-chimici (deposizione, ecc.).

Con queste premesse si può intuire come le attività di ricerca e sviluppo in questo settore non siano state orientate verso la progettazione di un modello in grado di soddisfare congiuntamente le differenti esigenze di accuratezza e completezza, ma siano state bensì articolate in diversi filoni che hanno condotto allo sviluppo di altrettante classi e/o categorie di modelli. Tale circostanza rende opportuno, di frequente, un attento vaglio dei modelli suggeriti dalla letteratura, prima dell'adozione di uno di essi per soddisfare una specifica esigenza. Per agevolare questo compito sono stati condotti numerosi tentativi di rassegna ragionata e di razionale categorizzazione. Presupposto essenziale di tali attività è l'individuazione degli elementi caratteristici che sono alla base dei vari modelli, mediante i quali è possibile suddividere i modelli stessi in classi, categorie, tipologie, ecc.

Un primo elemento discriminante, per le finalità più sopra esposte, è l'approccio analitico di base impiegato, mediante il quale i modelli si possono suddividere in:

- modelli statistici;
- modelli deterministici.

Nonostante entrambi siano indicati col termine “modello”, le differenze che li contraddistinguono sono estremamente significative. Per quanto riguarda i modelli statistici (o meglio: stocastici), essi non prevedono la concentrazione di inquinanti sulla base di relazioni fisiche di causa-effetto, ma sulla base dei dati misurati nel passato. Essi sono pertanto in grado di restituire il valore previsionale della concentrazione di inquinante nei soli punti in cui sia stata eseguita una misura. La loro possibilità di utilizzo è quindi circoscritta alla previsione dei valori che le stazioni della rete registreranno nel futuro; per contro, limitatamente a tale obiettivo, tali modelli forniscono in genere risultati più attendibili dei modelli deterministici. Da quanto precede si evince come gli stessi siano del tutto inadeguati a studiare i fenomeni in atto o a prevedere situazioni che non siano controllate da una rete strumentale di rilevamento.

Riguardo ai modelli deterministici, va rilevato che tale categoria è composta da un numero estremamente elevato di modelli differenti, tutti accomunati dall'assumere le condizioni meteorologiche come base per la costruzione delle relazioni di causa-effetto tra emissioni e campo di concentrazione nel dominio di calcolo.

Il primo elemento che consente di discriminare tra i vari modelli deterministici è il metodo con cui si descrive l'evoluzione nel tempo del fenomeno dell'inquinamento. Da questo punto di vista i modelli si distinguono in “stazionari” o “dinamici”.

Nei primi, l'evoluzione temporale di un fenomeno di inquinamento è trattata come una sequenza di stati quasi-stazionari, aspetto che semplifica notevolmente il modello, a scapito però della generalità e applicabilità. I secondi, viceversa, trattano l'evoluzione del fenomeno in modo dinamico. Va rilevato che i modelli stazionari sono molto utilizzati per la loro semplicità e per l'economicità d'impiego ed in genere costituiscono un valido strumento per un'analisi di realtà non particolarmente complesse.

Un altro importante elemento di distinzione dei modelli è costituito dalla scala spaziale, ovvero dalla distanza dalla sorgente entro cui il modello è in grado di descrivere il fenomeno. In relazione a questo parametro si distinguono le seguenti classi di modelli:

- a scala locale (*short range*), modelli, cioè, che descrivono la dispersione degli inquinanti fino a distanze dell'ordine della decina di chilometri;
- a mesoscala, cioè modelli che trattano domini spaziali dell'ordine dei cento chilometri;
- grande distanza o sinottici (*long range*) che descrivono fenomeni che possono interessare aree molto vaste fino a migliaia di chilometri dalla sorgente.

I modelli possono essere distinti anche in funzione del loro livello di complessità o, in altri termini, del numero di fenomeni di cui tengono conto nel determinare il campo di concentrazione. Usualmente si fa riferimento alle seguenti tre tipologie:

- modelli complessi;
- modelli di media complessità;
- modelli semplici.

Sebbene la varietà degli elementi di distinzione dei diversi modelli deterministici sia ben più ampia di quella sin qui enunciata, si evidenzia comunque come questi siano quelli più comunemente adottati ai fini della scelta per lo specifico caso. Ulteriori criteri impiegati, allorché sia richiesta una valutazione più approfondita, possono riferirsi:

- all'algoritmo matematico impiegato per valutare un determinato fenomeno (differenze finite, metodo

Montecarlo, metodo gaussiano, ecc.);

- alla modalità di descrizione spaziale del fenomeno (Euleriano, Lagrangiano, bidimensionale, tridimensionale, ecc.);
- alla trattazione di aspetti di particolare importanza (orografia, chimica, fotochimica, ecc.)

I più comuni modelli di dispersione sono modelli a “*plume*” di tipo gaussiano, stazionari e rettilinei. Essi calcolano concentrazioni degli agenti contaminanti per ogni ora assumendo condizioni meteorologiche uniformi su tutto il dominio di modellazione. A causa delle semplificazioni introdotte da tali modelli, gli stessi non tengono conto di possibili traiettorie curve del “*plume*” o di possibili condizioni di vento variabili che si verificano in situazioni di flusso complesse (p.e. abbastanza frequenti in prossimità della linea di costa). Inoltre, questi modelli hanno una limitata capacità di interpretare il fenomeno della dispersione in condizioni di bassa velocità del vento.

Criteri di scelta del codice di calcolo

Per le simulazioni sono stati utilizzati i software **MAIND** regolarmente licenziati, in particolare: il calcolo del modello è stato realizzato tramite **Windimula (v. 4.16.0.0)**, i dati orografici sono stati ricavati tramite il software **Landuse (v. 2.5.0)** e la post elaborazione è stata realizzata con l'utilizzo del software **RunAnalyzer (v. 2.14.3.0)**.

Il modello *WinDimula* è 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 (<http://www.smr.arpa.emr.it/ctn/>). *WinDimula* è un modello gaussiano multisorgente che consente di effettuare simulazioni in versione *short_term*.

I modelli gaussiani si basano su una soluzione analitica esatta dell'equazione di trasporto e diffusione in atmosfera ricavata sotto particolari ipotesi semplificative. La forma della soluzione è di tipo gaussiano, ed è controllata da una serie di parametri che riguardano sia l'altezza effettiva del rilascio per sorgenti calde, calcolata come somma dell'altezza del camino più il sovrizzo termico dei fumi, che la dispersione laterale e verticale del pennacchio calcolata utilizzando formulazioni che variano al variare della stabilità atmosferica, descritta utilizzando le sei classi di stabilità introdotte da *Pasquill-Turner*.

Contrariamente agli altri principali modelli gaussiani (ad esempio il modello EPA ISC), *WinDimula* permette di valutare la diffusione in atmosfera dell'inquinante anche in presenza di situazioni di “calma di vento” integrando un opportuno modello (Modello di Cirillo Poli) per le calme di vento.

Il modello presenta notevoli miglioramenti rispetto alla classica versione *DIMULA*; i modelli di calcolo sono stati completamente rivisti nell'ambito del contratto *AMB-AMM-COM-7760* stipulato tra *MAIND* ed *ENEA* Dipartimento Ambiente. Inoltre con il contratto *ENEA/2006/3891* nel novembre 2006 è stato inserito nel modello il calcolo della deposizione secca e umida.

In particolare è stato utilizzato il codice *ISCST3 - Industrial Source Complex Short Term*, sviluppato dall'Environmental Protection Agency (EPA) degli Stati Uniti, del quale nel seguito sono illustrate le caratteristiche principali e le motivazioni che hanno portato all'adozione del suddetto modello.

Al fine della rappresentatività delle condizioni meteorologiche locali sono stati presi in esame i dati delle stazioni meteorologiche di Illorai (SS086S213) e Macomer (NU034S128), forniti dal *Servizio Meteorologico, Agrometeorologico ed Ecosistemi – Dipartimento Meteorologico – ARPAS*. Purtroppo, i dati degli ultimi anni risultano spesso incompleti per periodi significativi, nel caso in questione, il set relativo al 2018 misurato nella stazione di Illorai risulta sufficientemente completo, tuttavia, è stato necessario coordinare il set, per quanto riguarda il dato di stabilità atmosferica, con quello della stazione di Macomer.

La scelta dei dati in questione è stata di origine pratica, in quanto già nella disponibilità del tecnico. A riguardo, si è considerato che da precedenti valutazioni assolutamente sovrapponibili al progetto in questione, sono stati ottenuti livelli previsionali notevolmente al di sotto dei limiti di legge, sia per le emissioni in fase di cantiere che per quelle in fase di funzionamento dell'impianto.

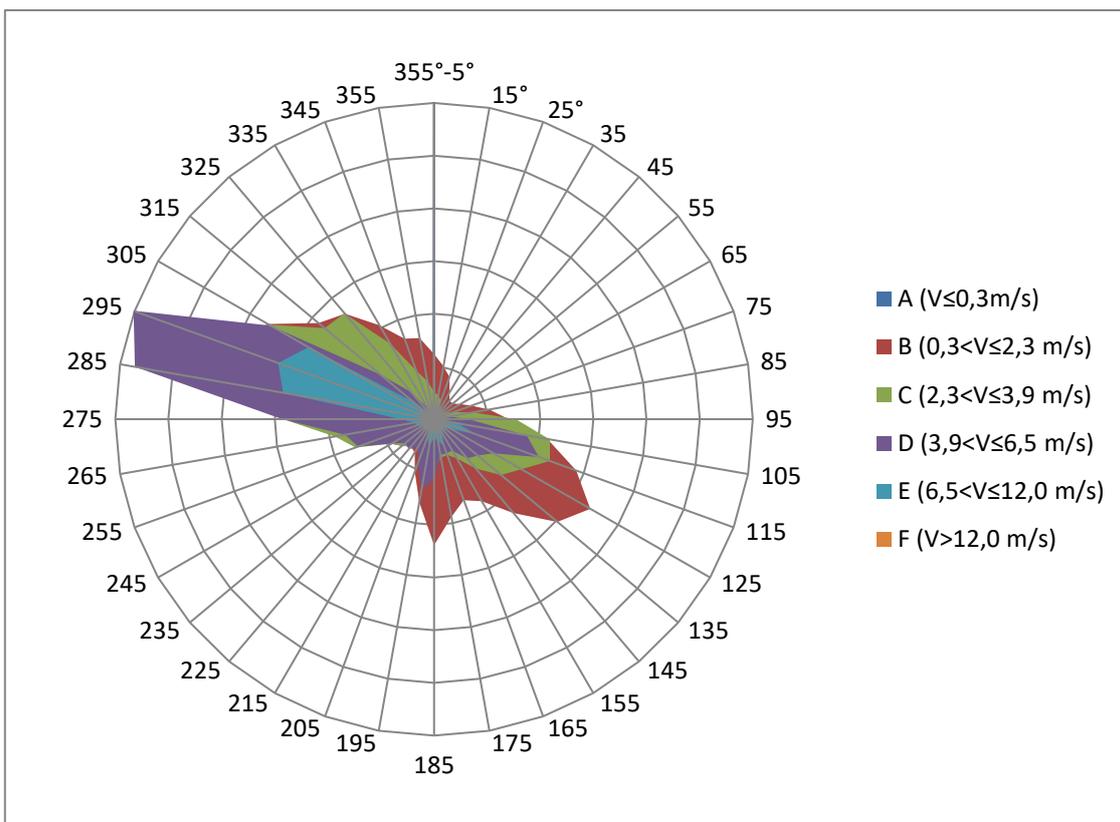
Inoltre, confrontando i dati ARPAS *open source* delle stazioni di *Campanedda*, situata a 5,9 km di distanza dal sito e di Illorai, si evidenzia come il livello medio di ventosità sia il medesimo (rispettivamente 2,75 m/s e 2,78 m/s nel 2021), pertanto, pur ritenendo che anche la direzione del vento sia simile, a garanzia dei ricettori, si è stabilito di considerare il raggio massimo di emissione ricavato dalla simulazione con i dati della stazione di Illorai (a prescindere dalla direzione di diffusione) come raggio assoluto delle possibili ricadute per il sito in oggetto.

CODICE STAZIONE	NOME	LATITUDINE	LONGITUDINE	QUOTA (s.l.m.)	DISTANZA MARE
NU034S128	MACOMER VIA CARIA (CENMA1)	40° 15' 30" N	8° 46' 19" E	546 m	24529 m
SS086S213	ILLORAI RU	40° 22' 51" N	8° 55' 18" E	879 m	38952 m
SS037S286	SASSARI CAMPANEDDA	40° 46' 06" N	8° 22' 35" E	62 m	7.754 m

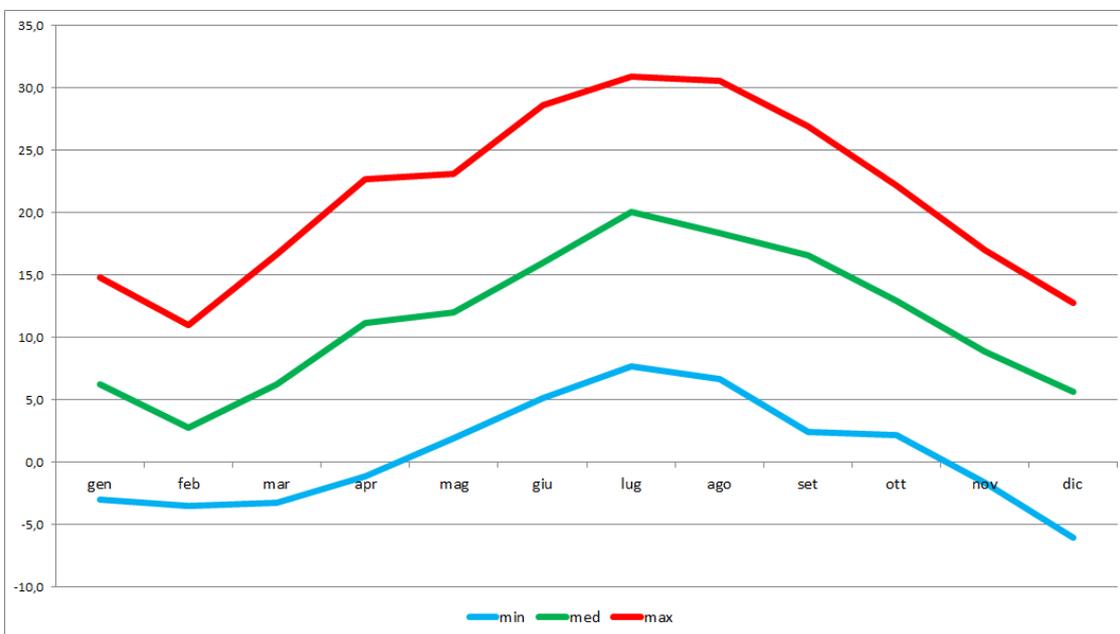
Stanti le caratteristiche orografiche dell'area di studio, per poterne considerare gli effetti nei fenomeni dispersivi, le valutazioni modellistiche hanno richiesto la predisposizione, con l'utilizzo del software *Landuse*, di un modello digitale del terreno. L'ampiezza di tale modello è stata impostata in modo da considerare un'area significativa con riferimento ai fenomeni dispersivi in esame, alle caratteristiche meteorologiche specifiche, ed alla presenza di centri abitati potenzialmente interessati dalle ricadute. In particolare, il modello ha coperto un'area di 5x5 km² centrata sull'area di impianto con una maglia di 100x100 punti a distanza di 50 metri.

Sintesi dei dati meteo

I dati rilevati dalla stazione Illorai denotano una prevalenza di vento da Nord Ovest (Maestrale) e una componente importante anche in direzione opposta Sud Est, caratteristica, questa, dell'ultimo decennio, in tutta l'Isola, la rosa dei venti è riportata assieme al grafico delle temperature, nei grafici seguenti.



Distribuzione della ventosità nel periodo



Temperature minime/medie/massime del periodo

Area di studio ed altri parametri di calcolo

L'area di studio in cui calcolare le ricadute degli inquinanti al suolo è stata definita in modo da quantificare le ricadute delle concentrazioni indotte dagli impianti in progetto in tutta l'area prevedibilmente interessata. E' stata a tal fine considerata un'area di ampiezza pari a 5.0 x 5.0 km comprendente in

posizione baricentrica l'impianto in esame. Nell'area è stata definita una maglia di recettori posti ai vertici di quadrati di 50 m di lato rispetto ai quali sono stati condotti i calcoli di dispersione.



Individuazione del reticolo di calcolo (5 x 5 kmq)

Date le caratteristiche delle aree analizzate, è stata utilizzata la parametrizzazione dei coefficienti di dispersione proposta da Briggs nel caso di sorgenti in aree extraurbane (*Briggs Rural*).

Inoltre ad ogni punto del reticolo di calcolo è stata assegnata la corrispondente quota altimetrica, per entrambi gli assetti iniziale e finale, relativamente all'ampliamento in progetto.

Fonti emissive e determinazione dei relativi fattori di emissione

L'attività in oggetto non presenta particolari problematiche dal punto di vista delle emissioni. In via qualitativa si può sicuramente formulare le seguenti assunzioni:

- La fase più significativa è quella di costruzione dell'impianto, con annessa sottostazione 30/36 kV e sistemazione area, con semina di prato polifita, della durata di oltre un anno e mezzo.
- La fase di esercizio sarà caratterizzata da sporadici interventi con mezzi leggeri, tali da non sollevare polveri.
- Le emissioni in fase di dismissione non potranno che essere simili, se non inferiori a quelle in fase di posa.

Pertanto, nel presente Studio, si analizzano le emissioni in fase di costruzione dell'impianto e di lavorazione agricola dell'area, nella ribadita considerazione che nella restante vita dell'impianto, le emissioni non potranno che essere largamente inferiori. Vengono di seguito analizzate le diverse fasi di lavoro per definirne gli impatti sull'atmosfera:

- Fase di semina del Prato Polifita
- Fase di costruzione dell'impianto nell'area di *Luzzana di Cherchi*
- Fase di costruzione dell'elettrodotto

Anche con riferimento alle "LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI DI POLVERI PROVENIENTI DA ATTIVITÀ DI PRODUZIONE, MANIPOLAZIONE, TRASPORTO, CARICO O STOCCAGGIO DI MATERIALI POLVERULENTI" pubblicato da ARPAT (Toscana), il presente studio farà riferimento, per quanto possibile, ai dati e ai 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.

Fase di semina del Prato Polifita

La progettazione ha perseguito il fine di migliorare dal punto di vista agronomico l'area interessata e allo scopo è prevista una lavorazione della superficie per la messa a dimora di un *Prato Polifita* che andrà a coprire l'intera area di centrale. Il prato, oltre che arricchire il terreno dal punto di vista agronomico, aumenta la portanza del suolo ed evita la formazione di polveri durante la movimentazione dei mezzi.

La preparazione del suolo prevede una prima fase (indicativamente in periodo estivo) di:

- **Spietramento meccanico** con spietramento superficiale della zona est e rimozione dei cumuli di pietre già presenti nell'area d'impianto, derivanti da attività di spietramento eseguite in passato. I cumuli di pietre saranno riposizionati, in modo ordinato, nelle porzioni di aree non interessate dall'impianto e (in parte) utilizzati come sottofondo della viabilità di servizio prevista nella zona N-O (poco rocciosa), da definire in modo puntuale sulla scorta di un progetto esecutivo. Le operazioni non prevedono l'alterazione della morfologia del suolo, se non per modeste regolarizzazioni di avvallamenti. Per tali operazioni saranno utilizzati una terna gommata e un autocarro ribaltabile da 100÷150 q.li
- **Rippatura** (scarificazione o ripuntatura) del terreno, da eseguirsi con mezzi meccanici.
- **Concimazione di fondo**, attraverso la concimazione minerale, con l'impiego di concimi costituzionalmente o fisiologicamente non neutri.

Sul terreno così predisposto, nei mesi autunnali avverranno:

- Aratura;
- Erpicatura per l'affinamento del letto di semina;
- Semina del prato;
- Rullatura per il compattamento del terreno intorno al seme.

Le attività indicate sono tipiche del trattamento agronomico dei terreni e non dovrebbero arrecare nessuna preoccupazione. Tuttavia, le operazioni di Rippatura, Aratura ed Erpicatura, trattandosi di terreni poveri e asciutti, potrebbero creare i classici sollevamenti di polveri.

A riguardo, non si ritrovano riferimenti specifici nelle linee guida EPA, se non relativamente a operazioni di scotico tipiche della preparazione di cantieri edili. Pertanto, per il presente studio, si è fatto riferimento al documento "AEROSOL EMISSION FACTORS ESTIMATED FOR HARVEST THRESHING AND PLOUGHING IN PO

VALLEY” pubblicato da ENEA (2017) i cui risultati in termini di emissioni complessive di PM10 e PM2,5 in fase di aratura sono i seguenti:

Polveri Totali	mg/mq	kg/h
PM₁₀+ PM_{2,5}	32,5	0,529

La fase di aratura è probabilmente quella che fra le tre produce maggiore sollevamento di polveri, per via delle dimensioni dell'attrezzo, pertanto, nel seguito, verrà ritenuta rappresentativa dell'intera fase di lavoro (a tutela di eventuali ricettori circostanti). Inoltre, stante quanto elaborato nel Documento ENEA citato, i fattori di emissione ricavati nello studio sono superiori a quanto riconducibile alle fonti statunitensi e canadesi, pertanto, anche questo aspetto concorre a una elaborazione conservativa.

Fase di costruzione dell'impianto

L'impatto più significativo, durante la fase di costruzione, sulla componente atmosfera deriverà da:

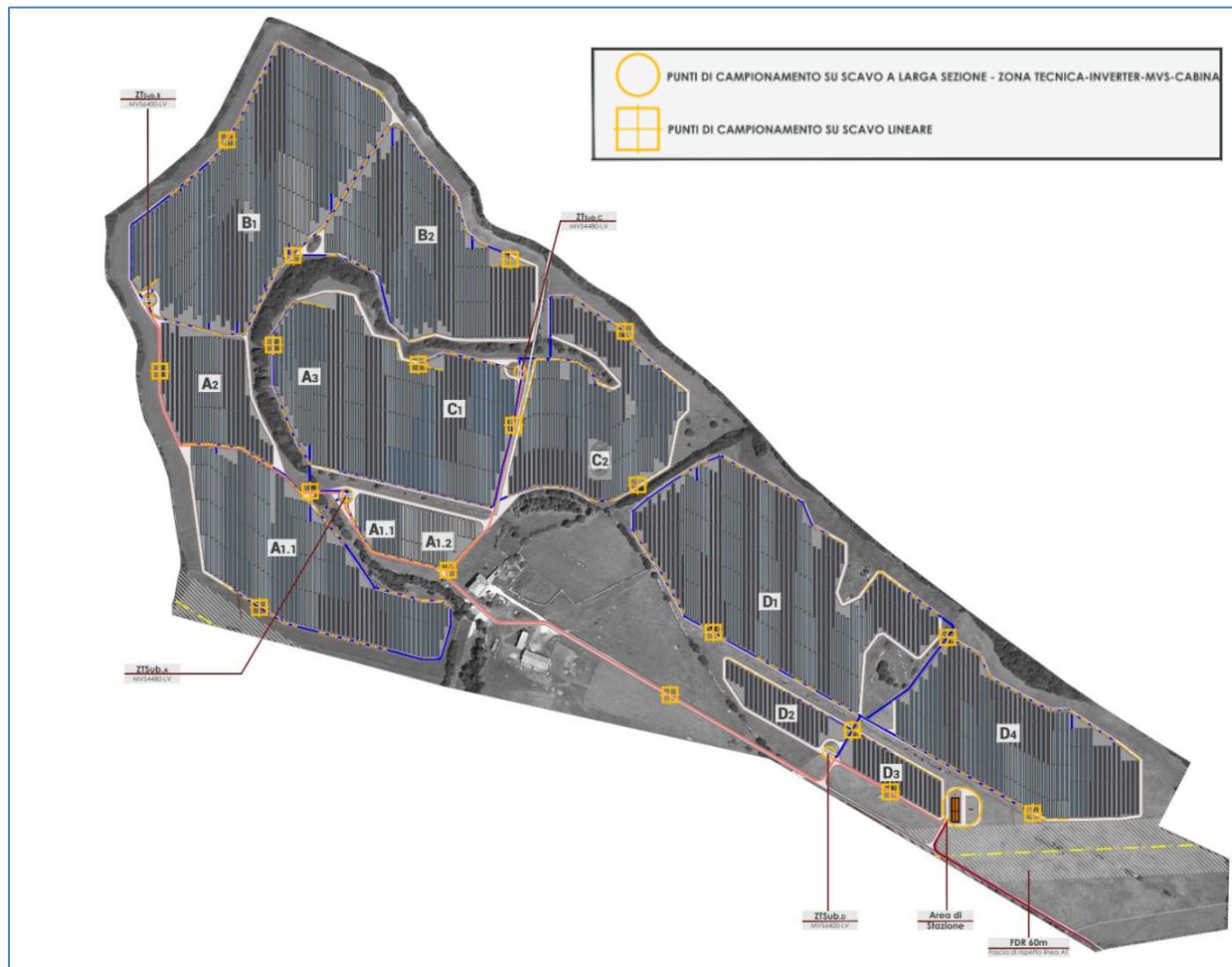
- A) dalla produzione di polveri nell'esecuzione degli scavi e dei rinterri;
- B) dalla movimentazione di mezzi nelle aree di cantiere sia per quanto riguarda il sollevamento di polveri che per l'emissione di gas di scarico (PM₁₀).

Produzione di polveri nell'esecuzione degli scavi e dei rinterri

La seguente immagine riporta il tracciato planimetrico degli scavi previsti per la posa delle condutture elettriche e l'ubicazione delle aree tecniche laddove sono previsti scavi superficiali (30÷50 cm), a larga sezione, per l'insediamento dell'edificio di Sottostazione Utente SSE-U con le vasche di raccolta olii del trasformatore e delle reattanze, nonché dei manufatti prefabbricati costituenti i basamenti delle MV station.

Nel Piano Preliminare per l'utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo (allegato al progetto) vengono analizzate le quantità di scavi e rinterri previsti e le modalità per lo spandimento in sito del terreno di risulta. Nell'area di centrale si hanno scavi prevalentemente superficiali (circa 50 cm di profondità) per una volumetria di circa **7.150 mc**.

Il terreno risultante dagli scavi sarà utilizzato in sito, sia per colmare le parti depresse presenti nella zona ovest e nord ovest (sul perimetro d'impianto) sia nelle aree immediatamente adiacenti gli scavi. Considerate le modeste dimensioni volumetriche, una buona parte del terreno di risulta potrà altresì riutilizzarsi subito a lato delle canalette.



Tracciato planimetrico degli scavi
con indicazione dei punti di campionamento previsti da DPR120/17

Ne consegue che non verranno creati cumuli, né sono previste importanti operazioni di carico/scarico di terra. Le operazioni sono riconducibili a quelle di Scotico e sbancamento citate nelle Linee Guida ARPAT: *“L’attività di scotico (rimozione degli strati superficiali del terreno) e sbancamento del materiale superficiale viene effettuata di norma con ruspa o escavatore e, secondo quanto indicato al paragrafo 13.2.3 “Heavy construction operations” dell’AP-42, produce delle emissioni di PTS con un rateo di 5.7 kg/km. Per utilizzare questo fattore di emissione occorre quindi stimare ed indicare il percorso della ruspa nella durata dell’attività, esprimendolo in km/h.”*

Ipotizzando una velocità media di circa 1 km/h, il fattore di emissione è di **5,7 kg/h**.

Come suggerito dalle stesse linee guida, non potendo conoscere a priori la composizione delle polveri, si ipotizzerà che siano interamente costituite dalla frazione PM₁₀.

Per inciso, in considerazione dello sviluppo calcolato dai progettisti, le operazioni citate, al netto di pause e dei tempi morti, durerebbero comunque poche ore.

Movimentazione di mezzi nelle aree di cantiere

Per definire i contorni delle ipotesi, si considerano i seguenti aspetti:

1. **Le strade di collegamento al sito d'impianto sono tutte asfaltate;** è pertanto esclusa la produzione di polveri nelle strade esterne al sito di impianto, interessate dagli autocarri che approvvigioneranno i materiali e le apparecchiature da installare e dai furgoni per il trasporto delle maestranze al cantiere.
2. **All'interno dell'area di cantiere transiteranno e si utilizzeranno mezzi con ruote o cingoli gommati col fine di salvaguardare il tessuto vegetativo di fondo. Nonostante ciò si considereranno i fattori di emissione di un percorso sterrato.** Il particolato è in questo caso originato dall'azione di polverizzazione del materiale superficiale delle piste, indotta dalle ruote dei mezzi. Le particelle sono quindi sollevate dal rotolamento delle ruote, mentre lo spostamento d'aria continua ad agire sulla superficie della pista dopo il transito. Anche in questo caso si sono utilizzate le relazioni fornite dall'EPA (*E.P.A., AP-42, Fifth Edition. Si veda il capitolo 13.2.2 Unpaved roads*). Il fattore di emissione di particolato dalle strade pavimentate è funzione dei seguenti parametri:
 - contenuto in *silt* della superficie su cui transita il mezzo (assunto pari all'8,7%);
 - peso medio dei veicoli, assunto pari a circa 2 tonnellate (furgone);
 - lunghezza percorsi effettuati (assunta pari a circa 1 km/g per 365 giorni).

Il fattore di emissione così ottenuto non tiene conto della riduzione della emissione di polveri per effetto della pioggia ed è pari a 0,12 kg/h (media su 8 ore lavorative).

3. La produzione di PM10 derivante dai motori endotermici utilizzati nel cantiere, viene valutata a fronte dell'analisi dei mezzi previsti. Si stimano così lavorazioni per circa 138 i giorni lavorativi equivalenti; il cronoprogramma ha previsto per la costruzione un arco temporale attorno a 12 mesi. Le ore lavorative complessive dei mezzi alimentati da motori endotermici, è stimata in circa 6.800 ore complessive; ripartendo N.28 macchine sui 128 gg lavorativi equivalenti, si ottiene il fattore di utilizzo medio prossimo a 1,9 ore/giorno per ciascun mezzo. Si farà quindi riferimento a un mezzo tipo "Manitou 2150" con 0,025 g/km (min. Euro IV) con velocità di 10 km/h e un funzionamento di 2 ore su 8 per 365 giorni, ottenendo un fattore di emissione di 0,0625 g/h. Tale valore è del tutto trascurabile.

In definitiva, la fase di costruzione dell'impianto, della durata di circa 12 mesi porta a un fattore di emissione di polveri totali pari a 5,7 + 0,12 kg/h, approssimato a 6 kg/h. Come già evidenziato, tale fattore sarà significativo **solo per i pochi giorni di scavi**.

Fase di costruzione dell'elettrodotto

Il percorso dell'elettrodotto interrato è di circa 15,2 km, quasi tutto il percorso si sviluppa su strade asfaltate, considerata l'estensione dell'intervento i lavori potranno eseguirsi in modo sequenziale o in parallelo con intervento contemporaneo su più tratte distinte.

I lavori consistono in:

1. Scavo a sezione obbligata, per una profondità di circa 165 cm, con accatastamento del materiale di risulta a latere dello scavo, per il successivo riutilizzo.
2. Posa di cavidotti in PE sul letto dello scavo, previa stesa di letto di materiale inerte a grana fine e successivo ricoprimento con lo stesso materiale, per una altezza di circa 55 cm.

- 2.1 Esecuzione di Trivellazioni Orizzontali Controllate e posa di tubi in PE, per superare sottoservizi interferenti e anche in taluni punti sensibili del percorso longitudinale.
3. Infilaggio dei cavi in alluminio da 400 mmq, all'interno dei cavidotti ogni 300 m (lunghezza tipica di ogni bobina di cavi); posa di nastro di segnalazione sul ricoprimento.
4. Ricoprimento dello scavo con il materiale di risulta accatastato a lato, con costipazione e compattatura a strati con macchina da trincea.
5. Finitura finale in conglomerato bituminoso o in cls in relazione allo stato ante operam.

Lo scavo a sezione obbligata, per una profondità di circa 165 cm, verrà eseguito con accatastamento del materiale di risulta a latere dello scavo, per il successivo riutilizzo e, pertanto, anche per via della bassa velocità di esecuzione, non si prevede dispersione significativa di polveri.

Nelle strade asfaltate non si avrà produzione di polveri per la circolazione dei mezzi sulla carreggiata; tale produzione di polveri risulta altresì contenuta nelle tratte sterrate per il fatto che le macchine si muovono molto lentamente durante le operazioni di scarico.

Infine, le operazioni di creazione del letto di posa e successivo ricoprimento dei cavi comportano la creazione di piccoli cumuli che verranno periodicamente inumiditi per limitare la dispersione di polveri in caso di vento. Tuttavia, in considerazione dell'altezza limitata a poche decine di centimetri da terra, l'effetto di dispersione da parte del vento sarebbe comunque molto limitato.

Pertanto, la dispersione di polveri durante questa fase è del tutto **trascurabile**.

Analisi della dispersione delle polveri PM10

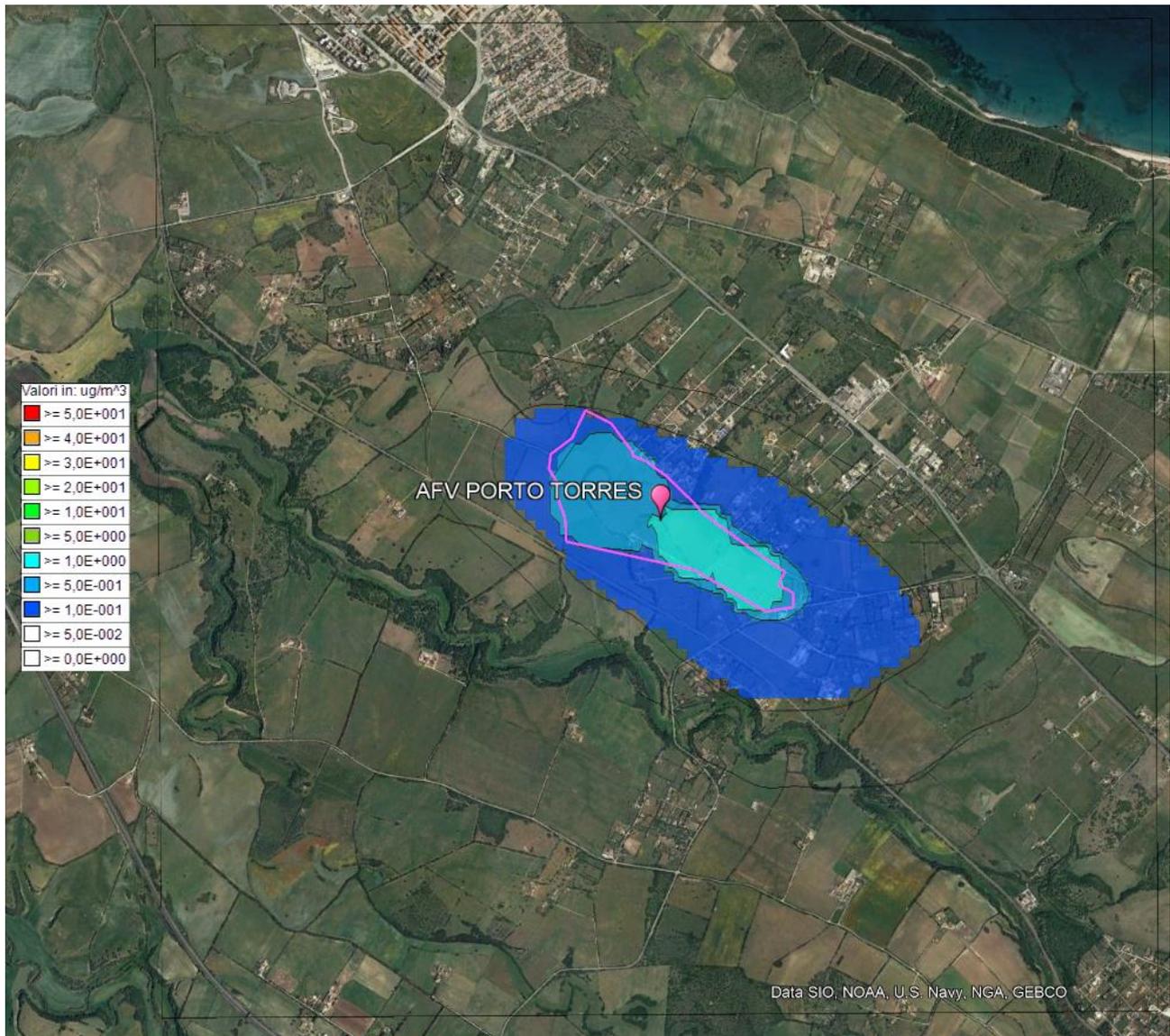
È stata dunque eseguita l'analisi della dispersione delle polveri nell'ipotesi, suggerita dalle Linee Guida ARPAT che le polveri totali siano interamente costituite dalla frazione PM10 e considerando le seguenti fasi:

Fase	durata	Fattore di emissione
Fase di preparazione del suolo e semina del Prato Polifita	6/7 mesi	0,529 kg/h
Fase di costruzione dell'impianto in area Luzzana e Cherchi	12 mesi	6 kg/h (valore massimo)

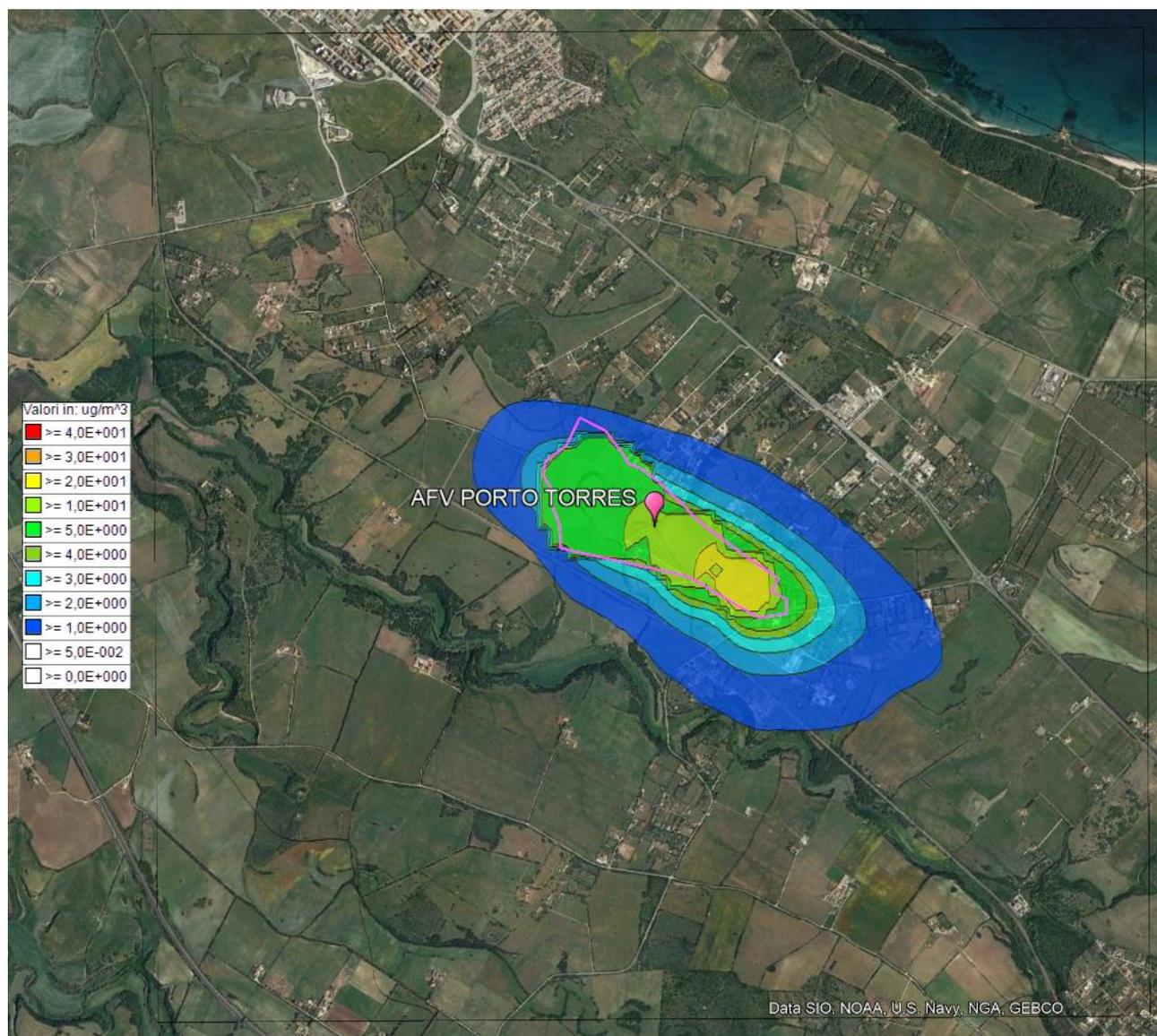
I risultati della simulazione modellistica effettuata, volta a determinare i valori di concentrazione di PM₁₀ in atmosfera generate durante la fase di esercizio dell'impianto, sono rappresentati nelle figure riportate nelle pagine seguenti.

Come si evince dalla prima simulazione, le polveri PM₁₀ diffuse al di fuori dell'area di impianto sono oltre 100 volte **inferiori** al limite di 40 µg/m³, ovviamente, il numero di superamenti all'anno che è pari a zero.

Analizzando la seconda simulazione si osserva come, nonostante sia stato ipotizzato un valore molto conservativo che è stato più volte precisato, corrisponde a un valore di emissione che potrebbe verificarsi solo per i pochi giorni dedicati alle operazioni di scavo, i valori massimi all'esterno dell'area di impianto siano circa 4 volte **inferiori** al limite massimo di 40 µg/m³.



Risultati della simulazione di dispersione nelle fasi di semina del prato polifita



Risultati della simulazione di dispersione nella fase di costruzione

Conclusioni

La modellizzazione effettuata per simulare la dispersione delle polveri sottili generate dalla costruzione dell'impianto evidenzia una variazione non significativa dello stato di qualità dell'aria in merito alla dispersione delle polveri, nello specifico PM_{10} .

Inoltre, valga la considerazione che l'innalzamento di polveri, in ogni caso, avverrebbe per un periodo limitato, strettamente legato alle fasi di lavorazione agricola del terreno e degli scavi interni al sito.

Gennaio 2024

Il Tecnico

Ing. Luca Soru

Breve Bibliografia

LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI DI POLVERI PROVENIENTI DA ATTIVITÀ DI PRODUZIONE, MANIPOLAZIONE, TRASPORTO, CARICO O STOCCAGGIO DI MATERIALI POLVERULENTI (Antongiulio Barbaro , Franco Giovannini , Silvia Maltagliati) pubblicato da ARPAT (Toscana), 2010

AEROSOL EMISSION FACTORS ESTIMATED FOR HARVEST THRESHING AND PLOUGHING IN PO VALLEY (Chiara Telloi, Antonella Malaguti Mihaela Mircea, Massimo Berico Antonio Piersanti, Luisella Ciancarella) pubblicato da ENEA, 2017

AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors, pubblicato da US EPA, 2009