



SAN QUIRICO

COMUNE DI ORISTANO



PROGETTO DI UN IMPIANTO IBRIDO SOLARE TERMODINAMICO

CLIENTE:

San Quirico solar power s.r.l.

Via L. da Vinci, 12 - 39100 Bolzano - Tel. +39 0471 98 28 36

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

SVILUPPO:

CLP
project

Via Macello, 65 - 39100 Bolzano
e-mail: info@clp-project.com

CONSULENTE
TECNOLOGICO:

ENEL

INGEGNERIA E INNOVAZIONE SpA
DIVISIONE II/SRI

COORDINAMENTO:

Ing. Sergio Lai
Viale Trieste n. 58
09037 San Gavino Monreale (VS)

RESPONSABILE DELLO SIA:

I.A.T. Consulenza e Progetti S.r.l.

Dott. Ing. Giuseppe Frongia
Via Tigello n. 22
09123 Cagliari (CA)



GRUPPO DI LAVORO:

Dott. Ing. Giuseppe Frongia
Dott. Ing. Marianna Barbarino
Dott. Ing. Enrica Batzella
Dott. Nat. Mauro Casti
Dott. Archeologo Consuelo Cossu
Prof. Ing. Giorgio Massacci
Dott. Nat. Maurizio Medda

Dott. Ing. Gianluca Melis
Dott. Geol. Consuelo Nicolò
Dott. Ing. Andrea Onnis
Dott. Forestale Gianluca Serra
Dott. Ing. Emanuela Spiga

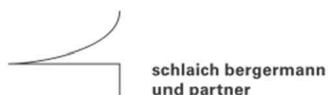
FIRMA:



CONSORZIO
PROGETTAZIONE IMPIANTI:



M & W Germany GmbH
Stuttgart, Germany



SBP Sonne GmbH
Stuttgart, Germany



LINDE Engineering Dresden GmbH
Dresden, Germany



BERTRAMS HEATEC AG
Basel, Switzerland

OGGETTO DELL'ELABORATO:

**STUDIO SULLA DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI
ATMOSFERICI**

ELABORATO:

RS.11

SCALA:

-

DATA:

08/10/2014

INDICE

1	PREMESSA	1
2	IL MODELLO DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI	3
2.1	Criteri di scelta del codice di calcolo	3
2.2	Descrizione del codice AERMOD	7
3	GLI INQUINANTI DI RIFERIMENTO	11
4	SCENARI DI CALCOLO	13
5	LE SORGENTI DI EMISSIONE	15
6	DATI DI INPUT PER LE SIMULAZIONI MODELLISTICHE	17
6.1	Intervallo temporale ed assunzioni di calcolo.....	18
6.2	Dominio di calcolo e ricettori.....	19
6.3	Orografia dell'area	20
6.4	Parametri meteoroclimatici	21
6.5	Dati di emissione	24
6.5.1	Scenario 1	24
6.5.2	Scenario 2	25
7	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI MODELLISTICHE	27
7.1	Risultati delle simulazioni sul lungo periodo.....	27
7.2	Risultati delle simulazioni nel breve periodo	28
8	DISCUSSIONE DEI RISULTATI E CONFRONTO CON LIMITI NORMATIVI	31
9	ALLEGATI	35
	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	37

1 PREMESSA

Il presente documento, redatto nell'ambito dello Studio di impatto ambientale del progetto di un impianto ibrido solare termodinamico da realizzarsi nell'agro di Oristano, in loc. San Quirico, si propone di illustrare i risultati delle simulazioni modellistiche concernenti la previsione degli effetti sulla qualità dell'aria derivanti dall'operatività di una centrale termica a biomasse, prevista come unità di *backup* termico del campo solare nei periodi dell'anno di minor radiazione solare.

La simulazione sulla dispersione degli inquinanti atmosferici è stata condotta con riferimento alle condizioni di funzionamento più gravose, sulla base del quadro emissivo garantito dal costruttore alla luce dell'efficacia dei sistemi di trattamento fumi proposti in sede di Progetto Definitivo.

2 IL MODELLO DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI

2.1 Criteri di scelta del codice di calcolo

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 vengano superati in alcun punto del territorio. E' 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.

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.

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 (trasporto, diffusione, 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;
- a 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, allorquando 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.

Per le finalità del presente studio, ai fini della individuazione del codice di calcolo più idoneo per una appropriata esecuzione dell'analisi modellistica diffusionale, sono stati presi in esame i seguenti elementi:

1. specificità geografico-climatiche e morfologiche del sito di San Quirico, avente condizioni di orografia mediamente regolare;
2. tipologia di sorgenti da considerare: sorgenti puntuali (emissioni industriali);
3. intervallo spaziale e temporale di analisi che, considerata la distribuzione di potenziali ricettori sensibili (più vicini centri urbani), rende necessaria l'applicazione di un modello di scala locale;
4. tipologia di inquinanti trattati, caratterizzati da stati fisici particellari e gassosi.

Al riguardo, nel rilevare come, ad oggi, il più accreditato Ente scientifico e regolatorio di riferimento per l'analisi modellistica dei fenomeni di dispersione degli inquinanti atmosferici sia l'Agenzia per la Protezione Ambientale degli Stati Uniti (EPA), si segnala come la catena CALMET/CALPUFF sia il modello raccomandato dall'EPA per la valutazione del trasporto di inquinanti a lunga distanza (indicativamente tra 50 e 200 km), mentre nel "campo vicino" (cioè entro 50 km dalle sorgenti) la stessa EPA individua come riferimento applicativo il modello gaussiano stazionario AERMOD². Rispetto al primo punto di cui al precedente elenco, l'applicazione della catena modellistica CALMET/CALPUFF risponde alla necessità di considerare nel modo più adeguato e completo possibile la problematicità originata da un dominio di calcolo caratterizzato da un "terreno ad orografia complessa". L'utilizzo di CALPUFF nel "campo vicino" sarebbe in ogni caso da preferirsi laddove sussistano condizioni meteorologiche e/o geografiche tali da rendere critica od inappropriata la simulazione con AERMOD (tali condizioni, che possono essere definite di "non stazionarietà", possono riscontrarsi in Sardegna, in particolare, per la presenza di situazioni geografiche peculiari quali la discontinuità terra-mare originata della linea costiera).

Il caso in esame è trattabile con un dominio di calcolo rappresentativo avente estensione di 10 km e, anche alla luce dell'analisi dei dati meteorologici di riferimento acquisiti, può ricondursi certamente entro il campo di applicabilità di AERMOD. Questo modello, avuto riguardo del principio di cautela e delle approssimazioni insite in ogni studio di impatto

² EPA, 2005, *Federal Register/ Vol. 70, No. 216/ Rules and Regulations 68257 (Appendix W), November 2005.*
http://www.epa.gov/scram001/guidance/guide/appw_05.pdf

ambientale, si ritiene che possa produrre risultati sufficientemente attendibili e rappresentativi a supportare il processo decisionale.

In questo senso, l'applicazione di AERMOD al caso specifico, proprio per il suo accreditamento EPA, trova un "solido fondamento" anche dal punto di vista delle prescrizioni di carattere teorico e tecnico sull'appropriato utilizzo dei modelli di dispersione in atmosfera.

Come spesso accade nei processi decisionali di tipo complesso, non è possibile, infatti, individuare uno "strumento unico" che garantisca la completa, inequivocabile ed inconfutabile "chiusura" del problema; tutte le valutazioni ambientali sono sempre e necessariamente una "semplificazione" che presuppone una scelta (ottimale) tra differenti alternative operative che riescono a descrivere in modo completo solo una parte ben definita del problema.

Infine, in termini generali, riguardo all'incertezza propria delle stime modellistiche, e quindi rispetto al grado di affidabilità delle valutazioni contenute nel presente rapporto, si rimanda a quanto riportato nelle linee guida sui modelli di qualità dell'aria stilate dall'Agenzia per la Protezione Ambientale degli Stati Uniti (EPA, 2005). In tale documento viene espressamente indicato che tutte le stime modellistiche sono affette da un grado di incertezza che dipende sia dalla qualità dei dati di input sia dalle inevitabili "semplificazioni" introdotte nelle simulazioni di calcolo (necessarie per la ricostruzione delle condizioni fisico-chimiche di dispersione e deposizione degli inquinanti); in generale, sono da considerare come maggiormente affidabili le stime di medio-lungo periodo (medie annuali), mentre nel breve periodo i valori massimi di concentrazione (medie orarie) sono soggetti ad un grado di incertezza maggiore (differenze del 10-40% rispetto alla misura sono ritenute tipiche per i valori massimi riferiti a specifici punti del dominio di calcolo considerando, inoltre, che tali valori spesso risultano non correlati con le osservazioni).

Nel paragrafo seguente si procederà ad una sintetica descrizione del codice di calcolo utilizzato.

2.2 Descrizione del codice AERMOD

Il codice AERMOD è stato sviluppato in ambito EPA dall'American Meteorological Society (AMS) - Environmental Protection Agency (EPA) Regulatory Model Improvement Committee (AERMIC) come evoluzione del modello gaussiano ISC3 ed attualmente figura tra i codici più noti ed utilizzati a livello nazionale e internazionale. Tale modello è stato riconosciuto come "regulatory" nei protocolli EPA per la modellazione della dispersione atmosferica, in sostituzione di ISC3.

AERMOD è un modello di calcolo stazionario (*steady-state*) in cui la dispersione in atmosfera dell'inquinante emesso da una sorgente viene simulata adottando una distribuzione gaussiana della concentrazione, sia nella direzione orizzontale che in quella verticale, se lo strato limite atmosferico è stabile. Se invece lo strato limite atmosferico è instabile, si è in presenza di meccanismi convettivi e il codice descrive la concentrazione in aria adottando una distribuzione gaussiana nella direzione orizzontale e una funzione densità di probabilità

(p.d.f.) bigaussiana per la direzione verticale. Per tale motivo AERMOD è ritenuto un modello ibrido di nuova generazione, dal momento che è in grado di descrivere in modo molto più rappresentativo gli effetti della turbolenza dello strato limite atmosferico che risultava invece una limitazione per i modelli gaussiani tradizionali (o di vecchia generazione).

Il codice prevede la possibilità di considerare diverse tipologie di fonti emissive (puntuali, areali, volumiche) ed a ciascun tipo di sorgente fa corrispondere un diverso algoritmo per il calcolo della concentrazione. Il modello calcola il contributo di ciascuna sorgente nel dominio d'indagine, in corrispondenza di recettori distribuiti su una griglia (definita dall'utente) o discreti e ne somma gli effetti. Poiché il modello è stazionario, le emissioni sono assunte costanti nell'intervallo temporale di simulazione (generalmente un'ora).

Il codice consente di effettuare due tipi di simulazioni:

- "short term": fornisce concentrazioni medie orarie o giornaliere e quindi a breve termine, consentendo di individuare la peggior condizione possibile;
- "long-term": tratta gli effetti dei rilasci prolungati nel tempo, al variare delle caratteristiche atmosferiche e meteorologiche, e fornisce le condizioni medie nell'intervallo di tempo considerato, generalmente un anno e quindi a lungo termine.

Il modello si avvale dell'utilizzo di due altri codici per elaborare i dati di input:

- il preprocessore meteorologico AERMET, che consente di raccogliere ed elaborare i dati meteorologici rappresentativi della zona studiata, per calcolare i parametri dispersivi dello strato limite atmosferico; esso permette pertanto ad AERMOD di ricavare i profili verticali delle variabili meteorologiche più influenti sul trasporto e dispersione degli inquinanti;
- il preprocessore orografico AERMAP, che permette di raccogliere ed elaborare le caratteristiche e l'altimetria del territorio, consentendo l'applicazione di AERMOD a zone sia pianeggianti che a morfologia complessa.

Il codice di dispersione AERMOD, infine, dopo aver integrato le informazioni provenienti dai due preprocessori sopra illustrati, calcola le concentrazioni al suolo degli inquinanti emessi in atmosfera assumendo particolari ipotesi. Nel caso di atmosfera stabile il codice suppone che l'inquinante diffonda nello spazio mantenendo una forma sia nella direzione orizzontale che verticale assimilabile ad una distribuzione gaussiana; nel caso di atmosfera convettiva la forma adottata dal codice per diffondere il pennacchio riflette la natura non gaussiana della componente verticale della velocità del vento.

L'attuale versione di AERMOD contiene particolari algoritmi in grado di tenere conto di determinate caratteristiche dello strato limite atmosferico ed è in grado di simulare il comportamento del pennacchio in diverse situazioni:

- calcola il "plume rise", ossia il sovrinnalzamento del pennacchio legato agli effetti di intrappolamento del pennacchio nei flussi turbolenti, sia di natura meccanica che

convettiva, che tendono a manifestare una spinta discendente sottovento agli edifici eventualmente presenti vicino al camino e una spinta ascendente collegata ai flussi turbolenti diretti verso l'alto;

- simula la "buoyancy", ossia la spinta di galleggiamento del pennacchio legato alle differenze di densità e di temperatura del pennacchio rispetto all'aria esterna;
- è in grado di simulare i "plume lofting", cioè le porzioni di massa degli inquinanti che in situazioni convettive prima di diffondersi nello strato limite, tendono ad innalzarsi e a rimanere in prossimità del top dello strato limite;
- tiene conto della penetrazione del plume in presenza di inversioni termiche in quota;
- tiene conto del "building downwash", ossia dell'effetto di distorsione del flusso del pennacchio causato dalla presenza di edifici di notevoli dimensioni e la possibilità che tale distorsione trascini il pennacchio al suolo.

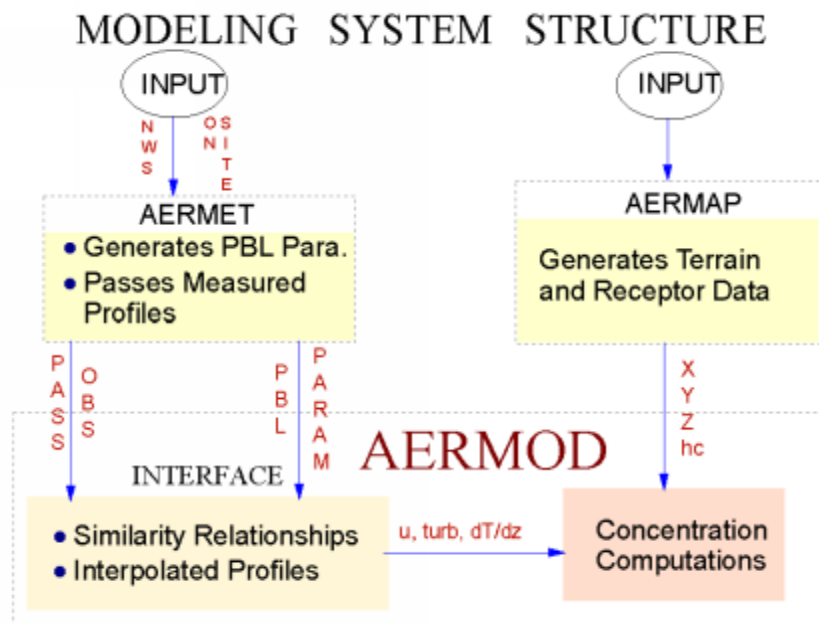


Figura 1: Diagramma di flusso del sistema di modellazione AERMOD (Fonte EPA, 2004)

3 GLI INQUINANTI DI RIFERIMENTO

Al fine di stimare i possibili effetti associati alla dispersione di inquinanti atmosferici conseguenti all'operatività dell'impianto a biomasse nella configurazione proposta, si sono presi in considerazione i principali inquinanti caratteristici di questa tipologia di processo, avuto riguardo della normativa di settore che disciplina l'esercizio degli impianti a biomasse (D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. - Allegato I alla parte quinta).

Per quanto riguarda i macroinquinanti si è fatto riferimento ai seguenti parametri:

- polveri totali (ricondotte a PM₁₀ e PM_{2,5} nella normativa sulla qualità dell'aria);
- Ossidi di zolfo espressi come biossido di zolfo (SO₂);
- Ossidi di azoto espressi come biossido di azoto (NO_x, misurati come NO₂);
- monossido di carbonio (CO).

4 SCENARI DI CALCOLO

Ai fini dei calcoli si farà riferimento a due Scenari, differenziati con riferimento ai dati emissivi in ingresso per le misure modellistiche. Nello specifico, lo Scenario 1 ricostruisce i fenomeni di dispersione associati ad un funzionamento della proposta centrale termica a biomasse in condizioni di massima emissione consentita dalla normativa applicabile (Allegato I – Parte V - D.Lgs. 152/2006), mentre lo Scenario 2 riproduce i risultati previsionali assumendo in ingresso i dati emissivi garantiti dal costruttore sulla base della configurazione di processo e dei sistemi di abbattimento implementati dal progetto. Lo Scenario 1 delinea, dunque, il quadro di impatto in atmosfera considerando la condizione peggiore per tutti gli inquinanti considerati. Va sottolineato, peraltro, come lo Scenario 1 si configuri come una mera ipotesi di calcolo, avente connotati oltremodo conservativi, assunto che le tecnologie di processo ed i sistemi di abbattimento proposti dal Costruttore sono di provata efficacia ed in linea con lo stato dell'arte in materia.

Nell'analisi dei due scenari non è stato considerato il contributo di ulteriori sorgenti antropiche individuabili nel territorio in cui ricade la realtà impiantistica in esame in ragione dell'assenza di significative sorgenti emissive.

Per la definizione delle condizioni di emissione relative agli Scenari 1 e 2 si è fatto riferimento, cautelativamente, ad una disponibilità dell'impianto del 100% in tutti i mesi dell'anno, senza apportare alcuna riduzione ai flussi di massa calcolati a partire dai valori di concentrazione degli inquinanti.

5 LE SORGENTI DI EMISSIONE

La proposta centrale termica a biomasse prevede il ricorso ad unica linea di combustione di cippato di legna da realizzarsi con forno a griglia mobile. La linea di combustione è stata dimensionata per una capacità nominale di 10.5 MW_t. La funzione dell'impianto a biomassa è quella di sopperire alla produzione termica in concomitanza con i periodi caratterizzati da bassa radiazione solare, fornendo il calore necessario per mantenere in temperatura il fluido di processo (Sali fusi) e consentire la produzione di energia elettrica. Nelle ipotesi di progetto, in funzione delle condizioni meteorologiche medie del sito di progetto, è previsto che la centrale a biomassa sarà operativa per 7 mesi all'anno, nel periodo da ottobre ad aprile compresi con sospensione del funzionamento da maggio a settembre compresi. Per le finalità della presente analisi ci si è posti nelle condizioni più conservative, ipotizzando che l'impianto a biomasse lavori a ciclo continuo per 12 mesi all'anno.

In Tabella 1 si riportano i parametri caratteristici della sorgente di emissione (camino) relativi alla condizione di funzionamento di 8.760 ore/anno.

Tabella 1 - Parametri caratteristici del camino – Assunzioni di calcolo

Coord. UTM WGS84 Nord	4415557	
Coord. UTM WGS84 Est	473412	
Fumi in uscita camino	Nm ³ /h	17.900
Diametro camino	mm	1.100
Sezione camino	m ²	0,95
Velocità efflusso [m/s]	m/s	10,0
Altezza camino	m	23
Temperatura fumi	°C	270
Funzionamento annuo	h/anno	8.760

6 DATI DI INPUT PER LE SIMULAZIONI MODELLISTICHE

Nel presente paragrafo vengono descritti in dettaglio i seguenti dati in ingresso al modello: intervallo temporale di simulazione, assunzioni di calcolo, dominio computazionale e relativo passo di griglia, descrizione orografica dell'area e selezione dei parametri meteorologici.

La Tabella 2 illustra un quadro sintetico della configurazione modellistica utilizzata nelle simulazioni eseguite con il software Breeze – AERMOD 7.

Tabella 2 - Elenco sintetico dei principali parametri utilizzati nella simulazione modellistica

<i>Effetto di building downwash</i>	Non considerato in quanto ritenuto scarsamente significativo nel caso specifico
<i>Reazioni chimiche e deposizioni al suolo</i>	moduli non attivati: nessun "impoverimento" del <i>plume</i> per reazioni chimiche e deposizioni al suolo (<u>ipotesi conservativa</u>)
<i>Meteorologia</i>	<p><u>Anno di riferimento 2010</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – dati orari da stazione meteo rete ARPAS presso Palmas Arborea (OR) relativamente a: temperatura, radiazione solare, umidità relativa e precipitazioni; – velocità e direzione vento a 10 m registrati ogni 10' presso anemometro installato dal proponente in agro di Arborea (OR); – integrazione dai dati mancanti attraverso una ricostruzione sinottica del campo di vento effettuata con risoluzione spaziale di 500 m per il sito richiesto utilizzando le stazioni ICAO (<i>International Civil Aviation Organization</i>) di: <ul style="list-style-type: none"> ○ Capo Frasca ○ Capo Caccia ○ Alghero ○ Cagliari Elmas <p>L'anno di riferimento è coincidente con l'annualità più recente per la quale risultassero disponibili dati sito-specifici per tutti i parametri di interesse. Si evidenzia, al riguardo, come presso la più vicina Stazione ARPAS di Palmas Arborea (OR) non siano registrati dati di velocità e direzione del vento. Le più prossime Stazioni della Rete ARPAS rispetto alle quali tali dati fossero disponibili si trovano in contesti sensibilmente differenti rispetto a quello di interesse e, pertanto, non risultano utilmente sfruttabili (Samassi e Ghilarza). Per quanto precede, valutata la disponibilità di dati di ventosità registrati dal Proponente presso il sito di Arborea nell'anno 2010, detto anno è stato assunto come base temporale di riferimento per le simulazioni modellistiche.</p>
<i>Orografia</i>	Campionamento DEM 10m con interdistanza orizzontale e verticale 100 m
<i>Emissioni</i>	<u>Impianto in progetto</u> : n. 1 sorgente puntuale con funzionamento a ciclo continuo e flussi di massa costanti nell'arco dell'anno (<u>ipotesi conservativa</u>). Si è cautelativamente ipotizzata una disponibilità dell'impianto del 100%.
<i>Dominio di calcolo</i>	griglia 101 x 101 punti, interdistanza 100 m, centrata sul camino di emissione dell'impianto biomasse
<i>Output</i>	<i>long term</i> e <i>short term</i> ; concentrazioni stimate a $z = 2$ m (<i>flagpole height</i>)

6.1 Intervallo temporale ed assunzioni di calcolo

L'arco temporale delle simulazioni ha riguardato l'anno 2010 per il quale risultano disponibili i dati meteoroclimatici sito-specifici riferibili alla stazione ARPAS di Palmas Arborea (OR)

unitamente ai dati di vento registrati presso la un anemometro installato nel territorio di Arborea da parte del Proponente.

Per quanto riguarda le assunzioni di calcolo della presente valutazione è utile precisare che:

- la stima delle concentrazioni al suolo ($z = 2$ m) è stata effettuata sia secondo il metodo "long term" che prevede la mediazione dei valori sull'intero arco temporale (anno 2010), sia sul breve periodo ("short term") (concentrazioni massime con tempo di mediazione 1h e 24h);
- il trattamento del vento prevede, secondo impostazione predefinita dalla catena AERMET/AERMOD, l'attribuzione della direzione di provenienza su archi di ampiezza pari a 10° e una soglia minima di velocità del vento uguale a 0.5 m/s (i dati con velocità del vento inferiore a 0.5 m/s sono stati trattati alla stregua di quelli "non disponibili" ed il modello non calcola alcuna concentrazione);
- le concentrazioni al suolo di NO_2 sono stimate a partire da un dato di emissione riferito alla totalità degli NO_x , espressi come NO_2 .

6.2 Dominio di calcolo e ricettori

Il dominio di calcolo e la relativa griglia dei punti "ricettori" è stata impostata attraverso la definizione di un quadrato centrato sul camino di emissione della prevista centrale a biomasse, avente estensione 10 km \times 10 km con una risoluzione spaziale 100 m \times 100 m per un totale di 10.201 punti "ricettore".

In Tabella 3 sono riportate le coordinate piane (in UTM WGS84) dei vertici caratteristici del quadrato che definisce il dominio di calcolo.

	Coord. est UTM WGS84 [m]	Coord. nord UTM WGS84 [m]
Vertice SW	468412	4410557
Vertice NE	478412	4420557

Tabella 3: Parametri geografici caratteristici del dominio di calcolo

I centri abitati più prossimi alla proposta centrale termica a biomasse sono (Figura 2):

- **Tiria (fraz. Palmas Arborea):** la distanza minima dai punti di emissione è di circa 2.600 m in direzione 157° Nord; l'abitato è sottovento all'impianto per venti provenienti da NW. Le coordinate UTM WGS84 del punto di controllo sono le seguenti: E 474650.1 N 4413243.0;
- **Palmas Arborea:** la distanza minima dai punti di emissione è di circa 3.500 m in direzione 250° Nord; l'abitato è sottovento all'impianto per venti provenienti da ENE. Il punto di controllo di riferimento ai fini delle verifiche modellistiche è stato posizionato

in prossimità di un edificio abitativo alla periferia nord-est del paese. Le coordinate UTM WGS84 del punto di controllo sono le seguenti: E 470147.7 N 4414287.5;

- **Simaxis:** la distanza minima dai punti di emissione è di circa 4.000 m in direzione 2° Nord; l'abitato è sottovento all'impianto per venti provenienti da S. Le coordinate UTM WGS84 del punto di controllo sono le seguenti: E 473573.6 N 4419553.1.

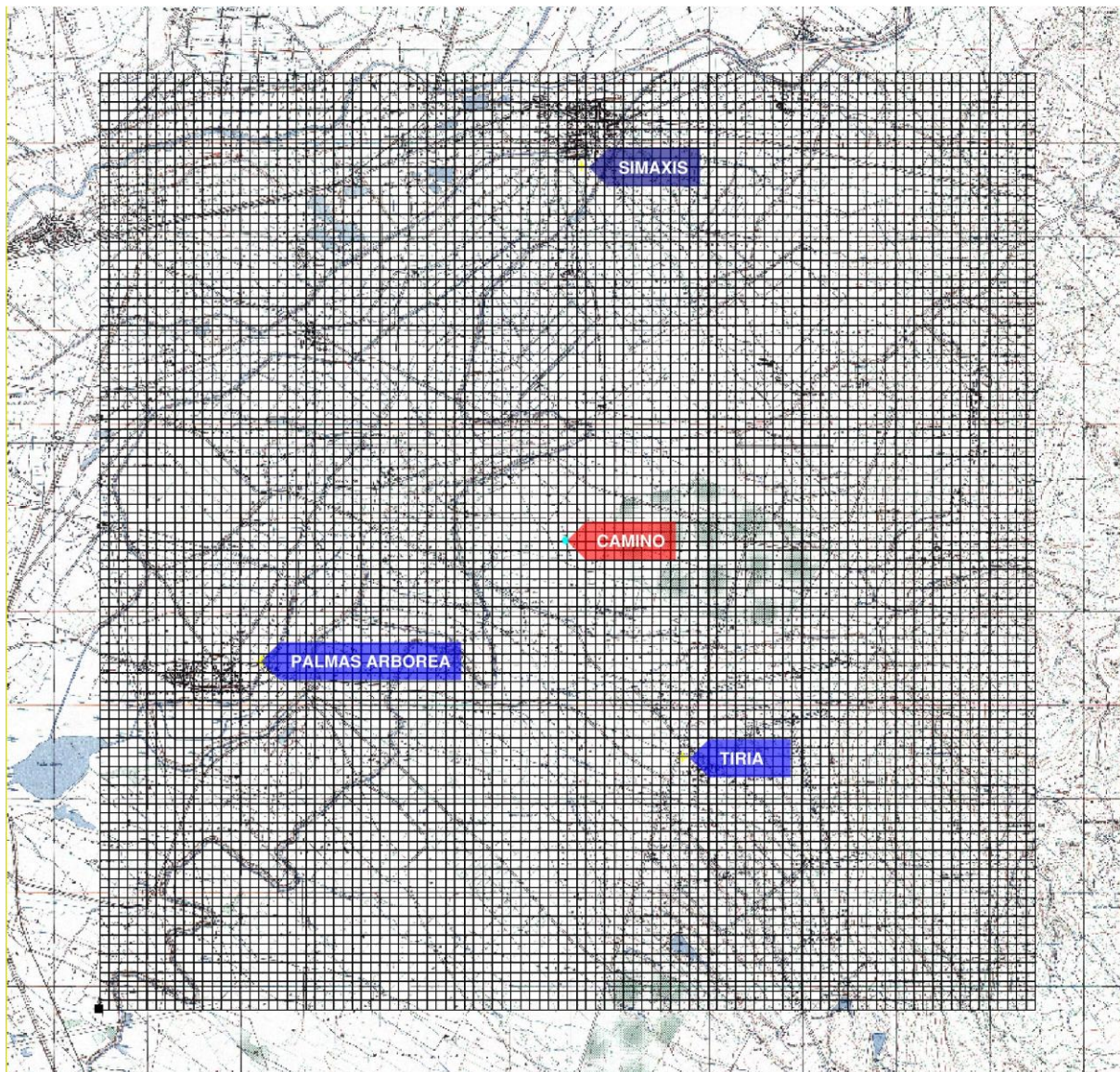


Figura 2: Dominio di calcolo utilizzato per le simulazioni modellistiche

6.3 Orografia dell'area

Al fine di pervenire ad una più accurata ricostruzione dei fenomeni di diffusione degli inquinanti aerodispersi si è proceduto ad introdurre nei calcoli il profilo dell'orografia che caratterizza l'area in esame all'interno dei territori dei Comuni di Oristano, Palmas Arborea, Simaxis, Siamanna e Villaurbana. A tal fine è stata utilizzato un modello del profilo altimetrico (DTM, Digital Terrain Model) elaborato a partire dalla Carta Tecnica Regionale Numerica (C.T.R.N.) della Regione Sardegna in formato DEM (*Digital Elevation Model*).

Il DTM, avente una risoluzione originale estremamente "fine" con passo di griglia a 10 metri, è stato successivamente ricampionato con un risoluzione meno accurata (passo 100 x 100 m) al fine di ottimizzare i tempi di calcolo, conservando un accettabile dettaglio per le finalità del presente studio. I limiti del DEM sono stati opportunamente definiti all'esterno del dominio di calcolo per prevenire effetti di distorsione ai bordi.

In Tabella 4 sono riportate le coordinate piane (in UTM WGS84) dei vertici caratteristici del quadrato che definisce il dominio orografico.

	Coord. est UTM WGS84 [m]	Coord. nord UTM WGS84 [m]
Vertice SW	467414	4409555
Vertice NE	479414	4421555

Tabella 4: Parametri caratteristici del dominio orografico dell'area in esame

6.4 Parametri meteorologici

I dati di velocità e direzione del vento rilevati ogni 10' presso l'anemometro di titolarità del Proponente installato nel territorio di Arborea [39°46'0.86"N - 8°37'27.58"E] ed i dati di temperatura, precipitazione e umidità relativa rilevati presso la stazione della rete ARPAS di Palmas di Arborea [39°46'0.86"N - 8°37'27.58"E] sono stati utilizzati come informazioni sito-specifiche all'interno di una ricostruzione sinottica del campo di vento effettuata con risoluzione spaziale di 500 m per il sito di San Quirico riferita alle stazioni ICAO (*International Civil Aviation Organization*) di

- Capo Frasca [39°45'0.00"N - 8°28'1.20"E];
- Capo Caccia [40°34'1.20"N - 8°10'1.18"E];
- Alghero [40°37'58.77"N - 8°16'58.77"E];
- Cagliari Elmas [39°14'60.00"N - 9° 4'1.19"E].

presenti sulla costa ovest della Sardegna, per la ricostruzione del profilo verticale (Figura 3).

L'operazione di post-elaborazione è stata necessaria per poter ricostruire i dati mancanti in alcuni periodi misurati, mantenendo sia le caratteristiche sito specifiche dell'area che le caratteristiche principali di circolazione del vento.

I dati relativi all'anno 2010 registrati presso la Stazione meteorologica ARPAS di Palmas Arborea, di proprietà AGRIS, ubicata a quota 21 m s.l.m.m. (coordinate 39° 51' 45" N, 08° 39' 42" E) sono stati acquistati dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna – Dipartimento Specialistico Regionale Idrometeorologico, in accordo con le procedure definite dall'ARPAS stessa.