

Impianto eolico di Collinas

Progetto definitivo – Integrazioni volontarie

Oggetto:

COL – 49.01 – Relazione impatto acustico

Proponente:



Sorgenia Renewables S.r.l.
Via Algardi 4
Milano (MI)

Progettista:



Stantec S.p.A.
Centro Direzionale Milano 2, Palazzo Canova
Segrate (Milano)

Rev. N.	Data	Descrizione modifiche	Redatto da	Rivisto da	Approvato da
00	05/06/2023	Prima Emissione	M. SERGENTI	S. SALINI	P. POLINELLI
01	18/12/2023	Seconda Emissione: Aggiornamento PCA Collinas e Villanovaforru	M. SERGENTI	M. IAQUINTA	M. SERGENTI
Fase progetto: Definitivo			Formato elaborato: A4		

Nome File: **COL-49.01 - Relazione impatto acustico.docx**

Indice

1	PREMESSA	4
1.1	Descrizione del proponente	5
1.2	Contenuti della relazione.....	5
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
2.1	I ricettori presenti nell'area d'indagine	11
2.2	La classificazione acustica del territorio	12
3	METODOLOGIA DI ANALISI ADOTTATA	14
3.1	Il processo di analisi	14
3.2	Caratteristiche del rumore della turbina eolica.....	18
3.3	Caratteristiche del vento nell'area di analisi	19
4	CAMPAGNA DI MISURA DEL RUMORE DI FONDO	22
4.1	Le catene di misura del rumore	22
4.2	Le catene di misura dei parametri meteo	24
4.3	Localizzazione dei punti di misura	26
4.4	Risultati delle misure	29
4.5	Correlazioni con i dati di velocità dell'aria	31
5	ANALISI DELLO STATO DI PROGETTO ATTRAVERSO IL MODELLO MATEMATICO	34
5.1	Realizzazione del modello matematico	34
5.2	Inserimento delle sorgenti sonore.....	35
5.3	Taratura del modello matematico.....	35
5.4	Previsione dei livelli sonori nel territorio circostante	36
5.4.1	Individuazione dei Ricettori – Valori puntuali	36
5.4.2	Risultati della simulazione modellistica – Rumore Residuo	37
5.4.3	Risultati della simulazione modellistica –Rumore Emesso - stato di progetto.....	37
5.4.4	Risultati della simulazione modellistica – Rumore Immesso - stato di progetto.....	38
5.4.5	Valutazione dei Risultati – Criterio differenziale	41
6	STATO DI CANTIERE	45
6.1	Le sorgenti di cantiere – fase di realizzazione	48
7	ANALISI DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE ATTRAVERSO IL MODELLO MATEMATICO	49

7.1	Realizzazione del modello matematico	49
7.2	Inserimento delle sorgenti sonore.....	50
7.3	Previsione dei livelli sonori nel territorio circostante.....	50
	7.3.1 Risultati della simulazione modellistica – Rumore residuo	51
	7.3.2 Risultati della simulazione modellistica – Cantiere Fase 1	51
	7.3.3 Risultati della simulazione modellistica – Cantiere Fase 2	52
	7.3.4 Valutazione dei Risultati – Criterio differenziale attività di cantiere	52
8	CONCLUSIONI.....	53
9	ALLEGATI.....	55

Indice delle figure

Figura 2-1: Inquadramento territoriale dell'impianto di Collinas	7
Figura 2-2: Inquadramento su ortofoto dell'area dell'impianto eolico di Collinas.....	8
Figura 2-3: variazione della velocità del vento in funzione dell'altezza	10
Figura 2-4: Ricettori in prossimità delle turbine eoliche dell'impianto in progetto (RCXX Ricettori – COXX Turbine)	11
Figura 3-1: Schema metodologico usato per la valutazione di impatto acustico di un parco eolico.....	15
Figura 3-2: Schema metodologico per la valutazione di impatto acustico (UNI 11143-7).....	17
Figura 3-3: Diverse sorgenti presenti su un aerogeneratore.....	18
Figura 3-4: Livello di pressione sonora correlati con la velocità e direzione del vento.....	19
Figura 3-5: Rosa dei venti	20
Figura 3-6: Curva Weibull	20
Figura 4-1: Analizzatore in frequenza DUO	22
Figura 4-2: Stazione Meteo Vaisala	24
Figura 4-3: Punti di misura a lungo (denominati LT-XX) e breve termine (denominati BT-YY)	27
Figura 5-1: Inserimento degli edifici (in blu) e delle strade (linee in rosso) nel modello (vista planimetrica)	34
Figura 5-2: Inserimento degli edifici (in blu) e delle strade (linee rosse) nel modello (vista 3D)	34
Figura 5-3: Inserimento degli edifici e delle strade (linee rosse) nel modello (vista 3D)	35
Figura 5-4: Ricettori considerati	36
Figura 6-1: Cronoprogramma attività di cantiere – Fase 1 giallo – Fase 2 rosso	46
Figura 6-2: Inquadramento generale del progetto su ortofoto.....	47
Figura 7-1: Inserimento degli edifici (in blu) e delle strade (in rosso) nel modello (vista planimetrica)	49
Figura 7-2: Inserimento degli edifici (in blu) e delle strade (in rosso) nel modello (vista 3D)	49
Figura 7-3: Inserimento degli edifici e delle strade nel modello (vista 3D)	50

1 PREMESSA

La società Sorgenia Renewables S.r.l, d'ora in avanti il proponente, intende realizzare un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nella provincia del Sud Sardegna, in agro del comune di Collinas.

L'impianto sarà costituito da 8 aerogeneratori di potenza unitaria nominale fino a 6 MW, per una potenza installata complessiva fino a 48 MW.

Data la potenza dell'impianto, superiore ai 10.000 kW, il servizio di connessione sarà erogato in alta tensione (AT), ai sensi della Deliberazione dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas 23 luglio 2008 n.99 e s.m.i.

Gli aerogeneratori forniscono energia elettrica in bassa tensione (690V) e sono pertanto dotati di un trasformatore MT/BT ciascuno, alloggiato all'interno dell'aerogeneratore stesso e in grado di elevare la tensione a quella della rete del parco. La rete del parco è costituita da un cavidotto interrato in media tensione (30kV), tramite il quale l'energia elettrica viene convogliata dagli aerogeneratori alla sottostazione elettrica (SSE) di trasformazione AT/MT di proprietà del proponente che sarà collegata in antenna ad una nuova stazione elettrica (SE) di smistamento a 380/150/36 kV della RTN, da inserirsi in modalità entra-esce sulla linea a 380 kV "Ittiri-Selargius" (nel seguito "nuova SE").

Le opere progettuali sono quindi sintetizzate nel seguente elenco:

- parco eolico composto da 8 aerogeneratori, da 6 MW ciascuno, con torre di altezza fino a 125 m e diametro del rotore fino a 170 m, e dalle relative opere civili connesse quali strade di accesso, piazzole e fondazioni;
- impianto di rete, consistente in una nuova SE di smistamento a 380/150/36 kV della RTN da inserirsi in modalità entra-esce sulla futura linea a 380 kV "Ittiri-Selargius". Il progetto delle opere di rete, predisposto dal proponente e capofila Green Energy Sardegna 2 S.r.l., ha ottenuto il benestare di Terna in data 19/12/2023 ed è attualmente in fase di Valutazione di Impatto Ambientale al MASE (Codice procedura (ID_VIP/ID_MATTM):7859);
- impianto di utenza per la connessione alla RTN, consistente nella rete di terra, nella rete di comunicazione in fibra ottica, nel cavidotto in media tensione (30kV) interamente interrato e sviluppato principalmente sotto strade esistenti, nella SSE di trasformazione 150/30 kV di proprietà del Proponente e nell'elettrodotto a 150 kV di collegamento tra la SSE e la nuova SE.

I progetti del tipo in esame rispondono a finalità di interesse pubblico (riduzione dei gas ad effetto serra, risparmio di fonti fossili scarse ed importate) ed in quanto tali sono indifferibili ed urgenti, come stabilito dalla legge 1° giugno 2002, n. 120, concernente "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l'11

dicembre 1997" e dal D.Lgs. 29 dicembre 2003, n.387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" e s.m.i..

L'utilizzo di fonti rinnovabili comporta infatti beneficio a livello ambientale, in termini di tonnellate equivalenti di petrolio (TEP) risparmiate e mancate emissioni di gas serra, polveri e inquinanti. Per il progetto in esame si stima una producibilità del parco eolico superiore a 130 GWh/anno (Produzione Media Annuale P50), che consente di risparmiare almeno 24.000 TEP/anno (fonte ARERA: 0,187 TEP/MWh) e di evitare almeno 64.000 ton/anno di emissioni di CO₂ (fonte ISPRA,2020: 493,80 gCO₂/kWh).

1.1 Descrizione del proponente

Il soggetto proponente del progetto in esame è Sorgenia Renewables S.r.l., interamente parte del gruppo Sorgenia Spa, uno dei maggiori operatori energetici italiani. Il Gruppo è attivo nella produzione di energia elettrica con oltre 4'750 MW di capacità di generazione installata e oltre 400'000 clienti in fornitura in tutta Italia. Efficienza energetica e attenzione all'ambiente sono le linee guida della sua crescita. Il parco di generazione, distribuito su tutto il territorio nazionale, è costituito dai più avanzati impianti a ciclo combinato e da impianti a fonte rinnovabile, per una capacità di circa 370 MW tra biomassa ed eolico. Nell'ambito delle energie rinnovabili, il Gruppo, nel corso della sua storia, ha anche sviluppato, realizzato e gestito impianti di tipo fotovoltaico (ca. 24 MW), ed idroelettrico (ca.33 MW). In quest'ultimo settore, Sorgenia è attiva con oltre 75 MW di potenza installata gestita tramite la società Tirreno Power, detenuta al 50%. Il Gruppo Sorgenia, tramite le sue controllate, fra le quali Sorgenia Renewables S.r.l., è attualmente impegnata nello sviluppo di un importante portafoglio di progetti rinnovabili di tipo eolico, fotovoltaico, biometano, geotermico ed idroelettrico, caratterizzati dall'impiego delle Best Available Technologies nel pieno rispetto dell'ambiente.

1.2 Contenuti della relazione

Il presente documento costituisce la Revisione 01 della documentazione consegnata nell'ambito del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale [ID 9984] ed ha la finalità di aggiornare l'elaborato COL-49.00-Relazione impatto acustico (Prima emissione del 05/06/2023) in seguito alle osservazioni pervenute da parte dei comuni di Collinas e Villanovaforru, rispettivamente con nota prot. n. 3529 del 01/09/2023 e nota prot. n. 4083 del 06/09/2023. L'aggiornamento consiste nel considerare i limiti normativi previsti dai Piani di Classificazione Acustica dei suddetti comuni provvisti di zonizzazione. Poiché i Piani di Gonnostramatza e Lunamatrona risultano in fase di redazione, nella Revisione 01 si è deciso cautelativamente di applicare a tali comuni i limiti della classe III.

Rispetto alla Revisione 00 sono stati apportati aggiornamenti ai paragrafi 2.2, 5.4, 7.3 e 8.

La presente relazione ha l'obiettivo di valutare le future immissioni di rumore derivanti dal progetto di un nuovo Parco Eolico sul territorio circostante il progetto.

Il procedimento effettuato per la valutazione dell'impatto acustico generato dall'intervento di realizzazione di un nuovo parco eolico avviene attraverso le seguenti fasi:

- Realizzazione di una campagna di misure Ante Operam volta a caratterizzare il clima acustico attuale. Tali misure sono realizzate attraverso strumenti specificatamente costruiti per realizzare monitoraggi;
- Analisi dei dati acquisiti ed elaborazione degli stessi per correlare il Rumore Residuo dell'area alle diverse velocità del vento;
- Costruzione di un modello acustico di calcolo 3D descrittivo della situazione attuale, in modo da poter avere una chiara visione dei livelli di Rumore Residuo sul territorio;
- Inserimento nel modello di calcolo 3D sopra descritto, dei nuovi aerogeneratori in progetto alle diverse velocità del vento;
- Definizione del metodo per la Valutazione dell'Impatto Acustico del decreto del 1° giugno 2022, "Determinazione dei criteri per la misurazione del rumore emesso dagli impianti eolici e per il contenimento del relativo inquinamento acustico"
- Valutazione dell'Impatto Acustico dell'intervento in esame in prossimità dei recettori sensibili più prossimi ai nuovi aerogeneratori (Valori di Emissione, Immissione, verifica Criterio Differenziale).

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito in cui sarà ubicato il parco eolico di nuova costruzione è collocato nel comune di Collinas, nella provincia del Sud Sardegna, in Sardegna.

L'impianto eolico di Collinas è localizzato a circa 45 km dal capoluogo, a circa 1,2 km dal centro urbano del comune di Collinas, ed a circa 8 km in direzione nord-ovest dal centro abitato del comune di Sanluri.



Figura 2-1: Inquadramento territoriale dell'impianto di Collinas

L'impianto eolico di Collinas è situato in una zona prevalentemente collinare caratterizzata da un'altitudine media pari a circa 300 m s.l.m., con sporadiche formazioni di arbusti e la presenza di terreni seminativi/incolti.

Il parco eolico ricade all'interno dei seguenti fogli catastali:

- Fogli 1,4, 7, 8, 9, 10, 22 nel comune di Collinas

In Figura 2-2 è riportato l'inquadramento territoriale dell'area nel suo stato di fatto e nel suo stato di progetto, con la posizione degli aerogeneratori su ortofoto.

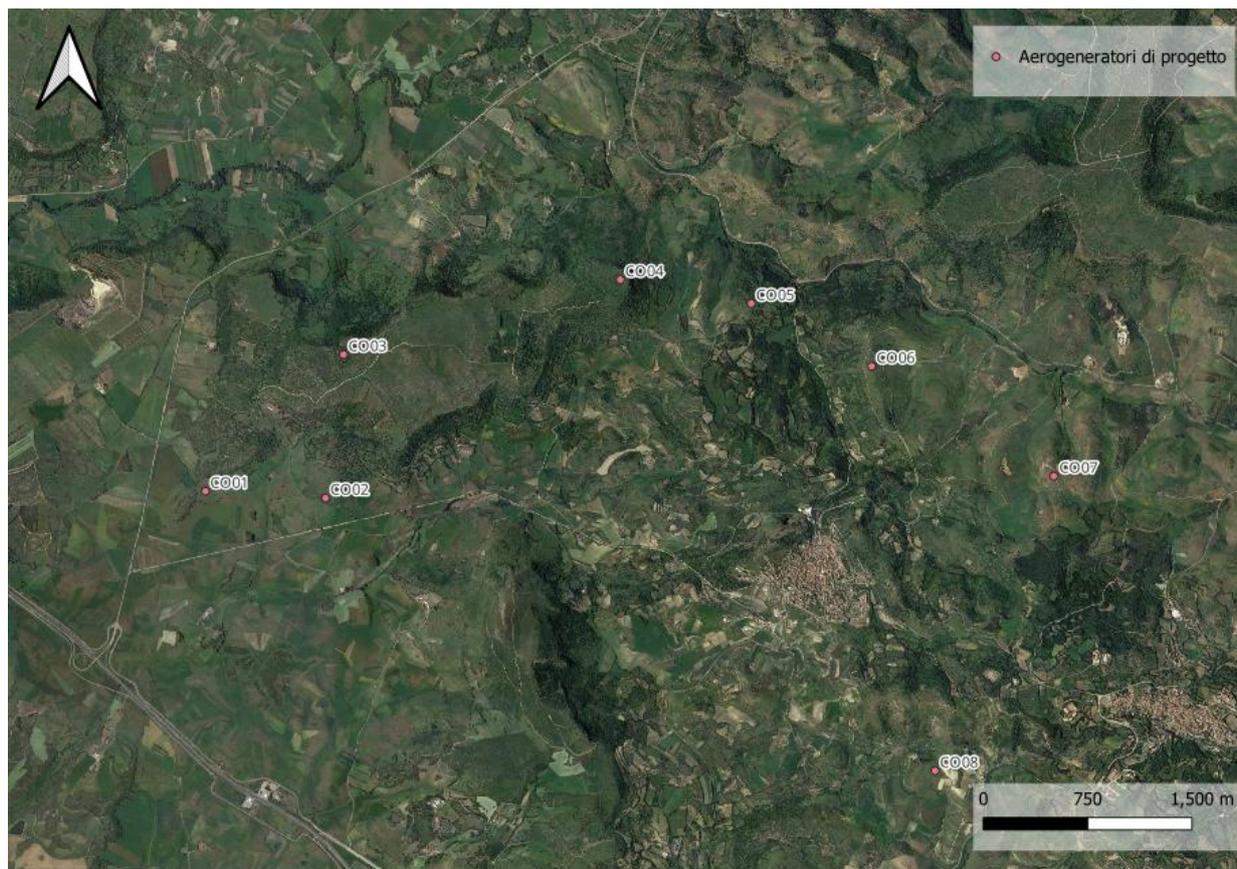


Figura 2-2: Inquadramento su ortofoto dell'area dell'impianto eolico di Collinas

Si riporta in formato tabellare un dettaglio sulla localizzazione delle turbine eoliche di nuova costruzione, in coordinate WGS84 UTM fuso 33 N:

Tabella 1: Localizzazione geografica degli aerogeneratori di nuova costruzione

ID	Comune	Est [m]	Nord [m]
CO01	Collinas	481841	4388538
CO02	Collinas	482705	4388489
CO03	Collinas	482834	4389529
CO04	Collinas	484824	4390072
CO05	Collinas	485765	4389899
CO06	Collinas	486631	4389443
CO07	Collinas	487941	4388648
CO08	Collinas	487087	4386511

Gli aerogeneratori considerati hanno un livello di potenza sonora che varia in funzione della velocità del vento, ma solo fino ad un certo valore: infatti da 8.5 m/s non abbiamo incrementi del valore.

Nella tabella seguente vengono riportati i valori di potenza sonora in funzione della velocità del vento all'altezza mozzo.

Tabella 2: Valori di potenza sonora in funzione della velocità del vento (dati del costruttore)

Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Mode PO6000-0S (Blades without serrated trailing edge)
3	96.7
4	96.9
5	97.1
6	99.0
7	102.0
8	104.8
9	106.9
10	107.1
11	107.1
12	107.1
13	107.1
14	107.1
15	107.1
16	107.1
17	107.1
18	107.1
19	107.1
20	107.1

I dati del vento, al fine dell'analisi del livello di rumore generato dallo stesso, vengono poi rapportati all'altezza del mozzo dell'aerogeneratore attraverso la seguente espressione (power law):

$$V_{h_2} = V_{h_1} \cdot \left(\frac{h_2}{h_1}\right)^a$$

Dove h_1 è l'altezza di riferimento, V_{h_1} la velocità del vento in corrispondenza dell'altezza di riferimento, h_2 è l'altezza del mozzo, V_{h_2} la velocità del vento in corrispondenza dell'altezza del mozzo e a è il coefficiente di Wind Shear.

Nella seguente figura è possibile osservare la variazione della velocità del vento in funzione dell'altezza a cui la si misura.

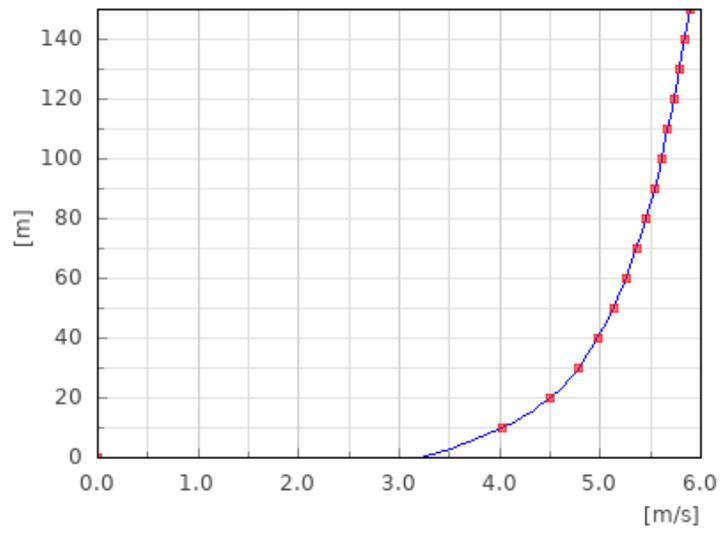


Figura 2-3: variazione della velocità del vento in funzione dell'altezza

2.1 I ricettori presenti nell'area d'indagine

Nell'area oggetto di indagine sono stati individuati una serie di ricettori, che possono essere coinvolti nelle emissioni sonore prodotte dalle turbine eoliche.

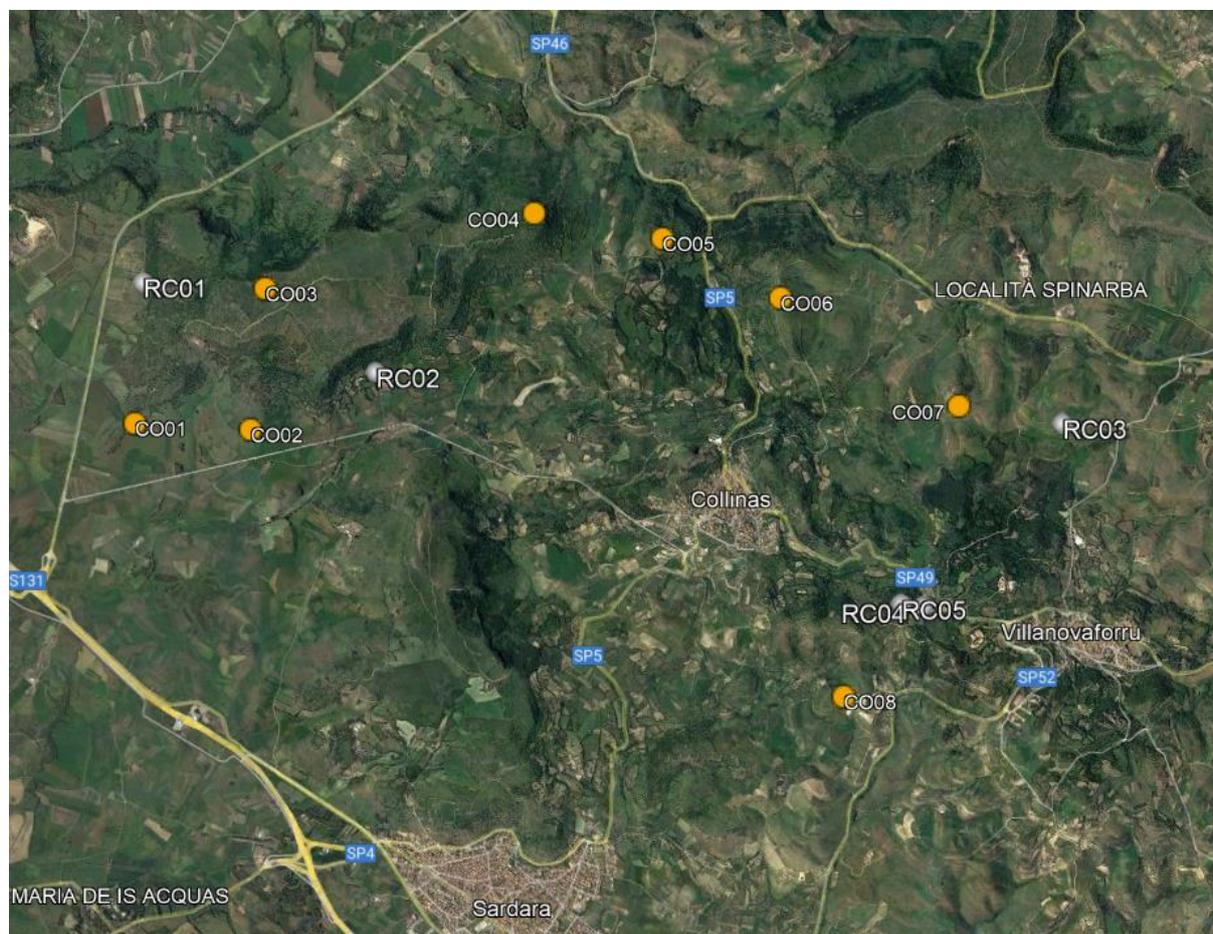


Figura 2-4: Ricettori in prossimità delle turbine eoliche dell'impianto in progetto (RCXX Ricettori – COXX Turbine)

Nella valutazione sono stati scelti tutti i ricettori riportati nella mappa sovrastante. Dalla valutazione sono stati esclusi edifici non agibili.

Tabella 3: Ricettori considerati nel modello matematico

RC	Comune	Foglio	Particella	Categoria	UTM WGS84 33N Est(m)	UTM WGS84 33N Nord(m)
RC01	Gonnostramatza	18	257	A03	481891.486	4389517.573
RC02	Collinas	12	297	A03	483638.916	4388919.100
RC03	Lunamatrona	4	250	A04	488714.465	4388524.310
RC04	Villanovaforru	4	285	A03	487664.978	4387164.569
RC05	Villanovaforru	4	294	A03	487542.676	4387181.830

2.2 La classificazione acustica del territorio

I comuni coinvolti dal progetto sono Collinas, Villanovaforru, Gonnostamatza e Lunamatrona. Tra questi solo i comuni di Collinas e di Villanovaforru hanno adottato il Piano di Classificazione Acustica del Territorio (PCA), per cui si riporta la situazione in Tabella 4 e Tabella 5 di seguito. I PCA di Collinas e Villanovaforru sono stati approvati in via definitiva rispettivamente con Deliberazioni del C.C. n. 38 del 02/1/2006 e n. 41 del 25/10/2007. Per i comuni sprovvisti di Classificazione Acustica, Gonnostamatza e Lunamatrona, si applicano i limiti di accettabilità stabiliti all'art. 6 del D.P.C.M. 1° Marzo 1991 e riportati in Tabella 6 (Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno). Tuttavia, a scopo cautelativo, ai ricettori ubicati nei comuni sprovvisti di classificazione acustica verranno applicati i limiti della classe III (Tabella 7).

Tabella 4: Limiti massimi di immissione per le diverse aree (D.P.C.M. 14/11/97) _COLLINAS e VILLANOVAFORRU

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)
Classe II – Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	55 dBA	45 dBA
Classe III – Aree di tipo misto	60 dBA	50 dBA

Tabella 5: Limiti massimi di emissione per le diverse aree (D.P.C.M. 14/11/97) _COLLINAS e VILLANOVAFORRU

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)
Classe II – Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	50 dBA	40 dBA
Classe III – Aree di tipo misto	55 dBA	45 dBA

Tabella 6: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi*

Zona di appartenenza	Limite diurno	Limite notturno
Tutto il territorio nazionale	70 dBA	60 dBA
Zona A (DM n. 1444/68)	65 dBA	55 dBA
Zona B (DM 1444/68)	60 dBA	50 dBA
Zona esclusivamente industriale	70 dBA	70 dBA

* Limiti provvisori in mancanza di Classificazione Acustica - Art. 6 DPCM 1Marzo 1991

Tabella 7: Ricettori considerati nel modello matematico

RC	Comune	Classe Acustica	Limite Diurno	Limite Notturno
RC01	Gonnostramatza	III	60	50
RC02	Collinas	II	55	45
RC03	Lunamatrona	III	60	50
RC04	Villanovaforru	III	60	50
RC05	Villanovaforru	II	55	45

3 METODOLOGIA DI ANALISI ADOTTATA

3.1 Il processo di analisi

La metodologia seguita è in accordo con le indicazioni normative nazionali e regionali.

I punti salienti del processo di valutazione sono stati realizzati attraverso le seguenti fasi:

- Analisi della documentazione progettuale;
- Valutazione degli aspetti territoriali in cui si colloca il progetto;
- Analisi del clima acustico presente sul territorio tramite misure fonometriche;
- Calcolo dei livelli di pressione e potenza sonora delle torri eoliche attraverso analisi statistiche basate sulla correlazione fra velocità del vento e livelli di rumore rilevati;
- Modellazione acustica della morfologia del territorio;
- Inserimento nel modello delle sorgenti sonore impattanti;
- Valutazione dei livelli sonori sul territorio nella fase attuale;
- Inserimento del progetto oggetto della valutazione con le sorgenti previste;
- Valutazione dei livelli sonori presenti sul territorio dopo la realizzazione del progetto e la loro conformità ai limiti previsti dalla normativa;
- Confronto tra le due situazioni per comprendere le modificazioni del clima acustico.

I valori di immissione presso i ricettori localizzati in prossimità dello stabilimento sono espressi in livello medio equivalente (LeqA) sull'intero periodo di riferimento.

Nello schema seguente vengono rappresentate le diverse fasi della valutazione di impatto acustico.

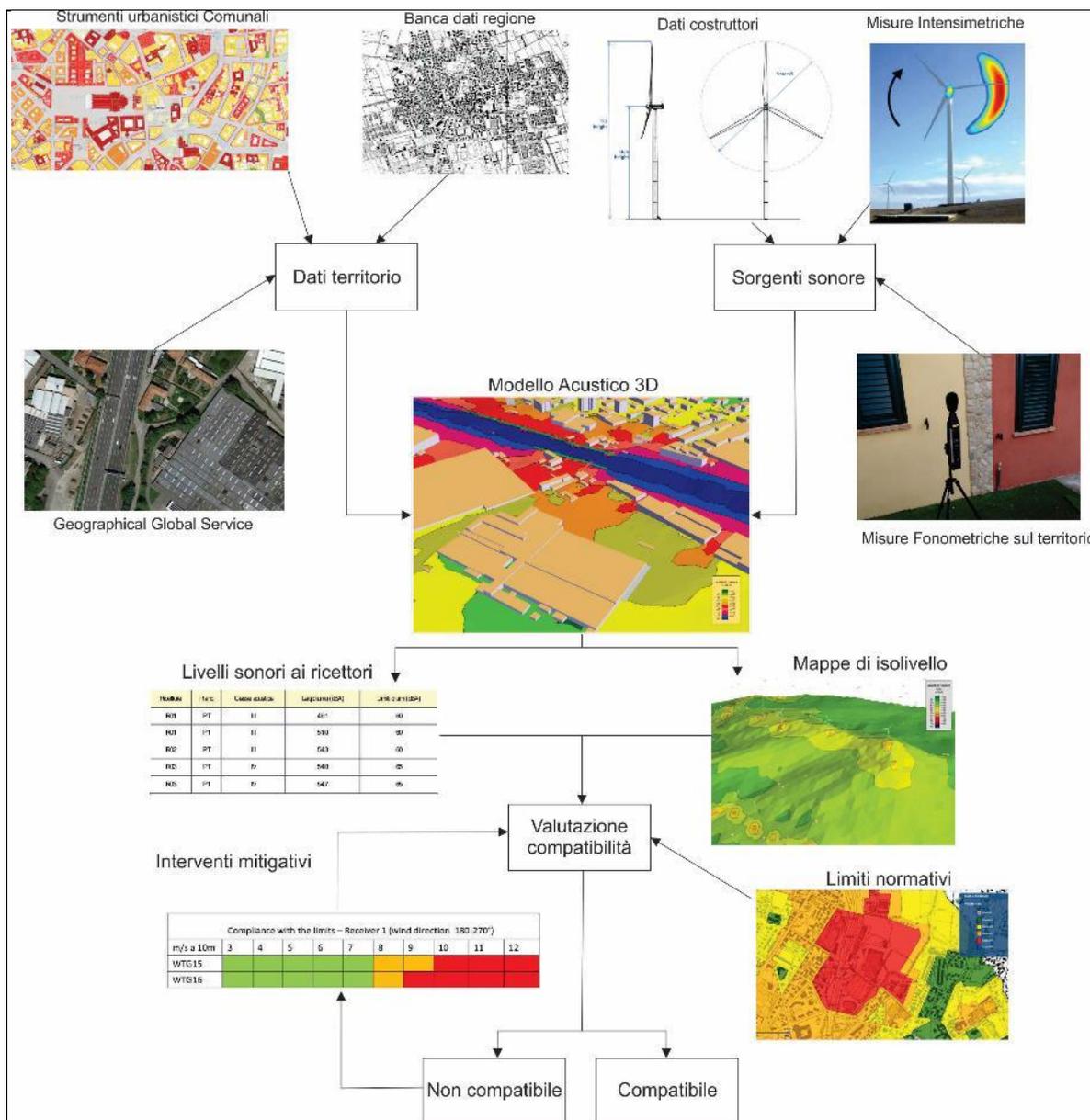


Figura 3-1: Schema metodologico usato per la valutazione di impatto acustico di un parco eolico

Il rumore prodotto dalle turbine eoliche differisce fundamentally dal rumore emesso da altre strutture di produzione di energia elettrica in termini di come viene creato, come si propaga, come viene percepito dai vicini e come deve essere misurato. In sostanza, tutto ciò che lo riguarda è unico e devono essere impiegate tecniche specialistiche per ottenere un approccio corretto al problema.

Gli standard esistenti che sono perfettamente appropriati per valutare e misurare il rumore dalla generazione di energia convenzionale e dagli impianti industriali non sono stati scritti pensando alle turbine eoliche e contengono alcune disposizioni che li rendono inadatti per l'applicazione alle turbine eoliche. Ad esempio, la maggior parte degli standard di test, in modo abbastanza ragionevole, consente misure valide solo in condizioni di vento debole o calmo al fine di precludere, o almeno minimizzare, gli effetti direzionali indotti dal vento, tra le altre cose. In una centrale di

produzione di energia convenzionale, che può funzionare tutto il giorno, questo requisito implica semplicemente un'attesa per condizioni meteorologiche appropriate.

Anche gli strumenti sono gli stessi, ma il modo in cui vengono usati è molto diverso dalle altre fonti sonore.

Ciò che tutto questo suggerisce è che gli standard e le metodologie esistenti per valutare e misurare il rumore proveniente da fonti di rumore industriali convenzionali non possono essere applicati al rumore prodotto da turbine eoliche e sono necessarie metodologie di valutazione e misurazione completamente diverse.

La Valutazione di Impatto Acustico di un parco eolico, in conformità alla UNI 11143-1, deve essere condotta nelle due seguenti fasi:

1. caratterizzazione acustica della situazione "ante operam" mediante campagna sperimentale
2. valutazione degli impatti potenziali, ossia stima dei livelli sonori dopo la realizzazione del parco eolico (situazione "post operam"), mediante un calcolo previsionale della propagazione sonora

Per la definizione del Metodo per la Stima dell'Impatto Acustico delle sorgenti in progetto, rappresentate dai nuovi aerogeneratori eolici, si è fatto riferimento alla norma UNI/TS 11143/Parte 7, punto 5 (Valutazione dell'Impatto Acustico di un campo eolico). Di seguito si riporta il diagramma di flusso estratto dalla stessa norma.

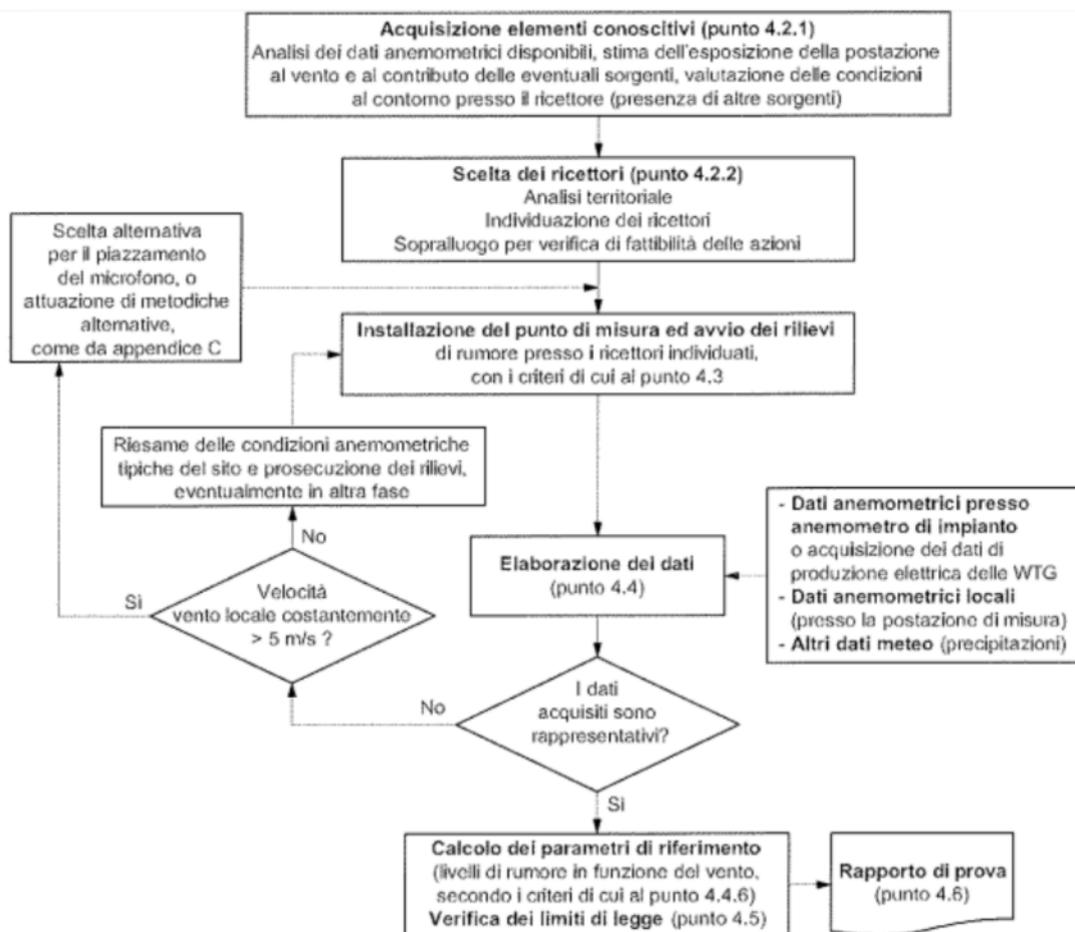


Figura 3-2: Schema metodologico per la valutazione di impatto acustico (UNI 11143-7)

3.2 Caratteristiche del rumore della turbina eolica

L'entità e la natura del rumore delle turbine eoliche dipendono interamente dal vento e dalle condizioni atmosferiche variabili nel tempo, mentre una convenzionale centrale elettrica alimentata da combustibili fossili funziona, spesso in modo continuo e costante, in un modo completamente indipendente dall'ambiente locale. Di conseguenza, un impianto di turbina a combustione, per esempio, è più adatto a essere percepibile e un potenziale problema di rumore durante condizioni atmosferiche calme e tranquille, mentre un progetto di turbina eolica, nelle circostanze più normali, non produce alcun rumore nelle stesse condizioni. In condizioni moderatamente ventose, un maggiore rumore di fondo tenderebbe a diminuire la percezione dell'impianto alimentato da combustibili fossili, mentre il rumore generato da un forte vento sarebbe generalmente più forte rispetto al livello del rumore di fondo.

Il rumore prodotto da un aerogeneratore può essere diviso in due grandi gruppi: rumore meccanico e rumore aerodinamico.

La potenza sonora complessiva ponderata A (LWA) è data, quindi, dalla somma di molti termini che sono raffigurati nell'immagine seguente per un aerogeneratore tipo da 2 MW di potenza e sono analizzati in dettaglio successivamente.

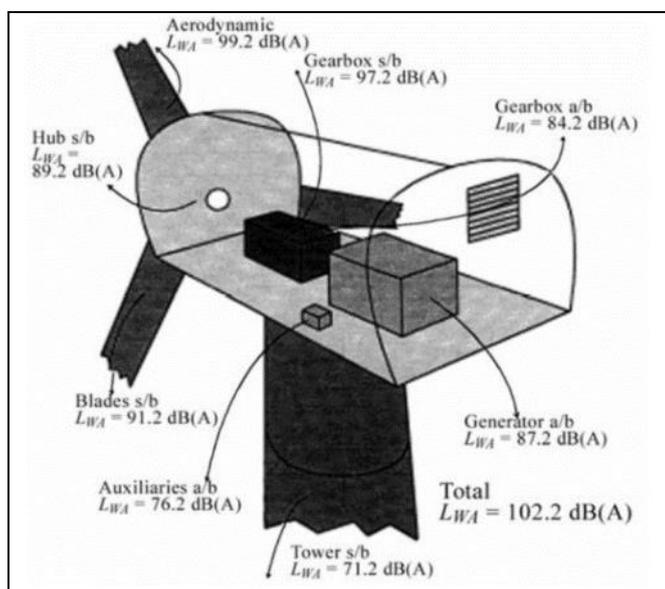


Figura 3-3: Diverse sorgenti presenti su un aerogeneratore

Oltre a dipendere semplicemente dal vento e dalle condizioni atmosferiche prevalenti, il rumore delle turbine eoliche di solito ha un carattere distintivo e identificabile che lo rende più facilmente percepibile rispetto ad altre fonti industriali di grandezza comparabile. Il meccanismo fondamentale di generazione del rumore, l'interazione turbolenta del flusso d'aria sulle pale mobili, dipende dalle caratteristiche della massa d'aria che fluisce nel piano del rotore. Ad esempio, quando il flusso d'aria

è abbastanza costante ed è anche costante la velocità sopra l'area interessata, il rumore è generalmente al minimo.

Tali condizioni ideali, (flusso laminare) non si verificano in modo stazionario, infatti, il vento spesso soffia sotto forma di raffiche intermittenti separate da brevi periodi di calma relativa piuttosto che un continuo flusso continuo di velocità costante.

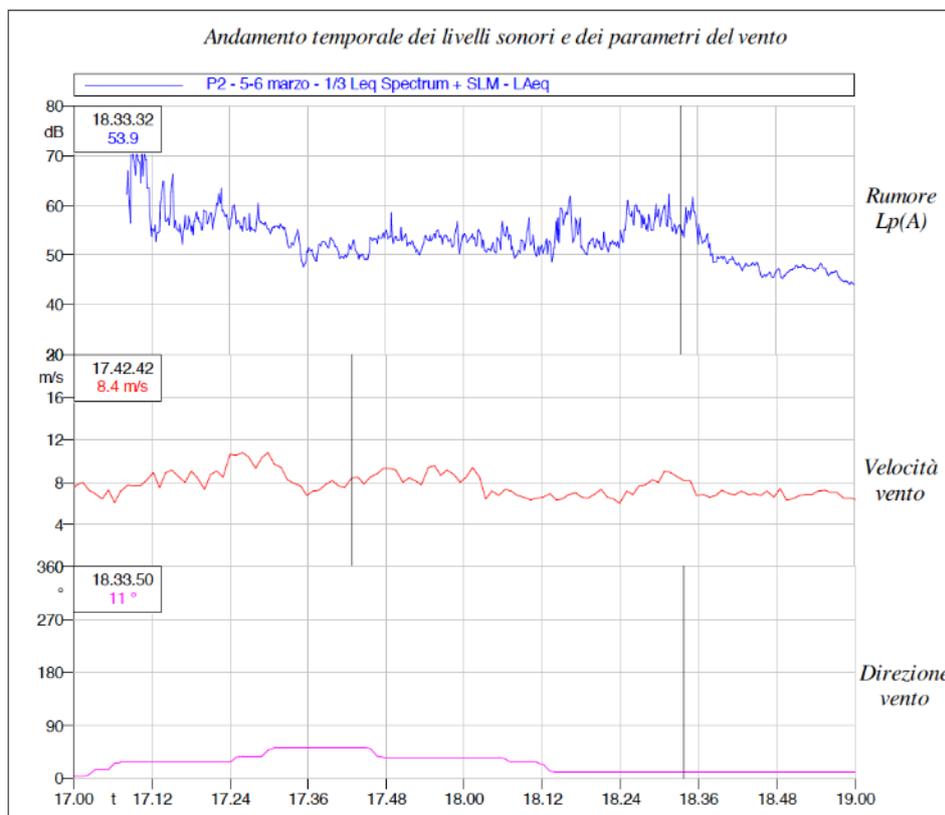


Figura 3-4: Livello di pressione sonora correlati con la velocità e direzione del vento

3.3 Caratteristiche del vento nell'area di analisi

Un dato spesso trascurato nelle valutazioni di impatto acustico dei parchi eolici è la direzione del vento.

Le turbine eoliche vengono infatti spesso considerate come sorgenti puntiformi, che quindi irradiano la loro energia sonora in tutte le direzioni in modo omnidirezionale.

Questo principio potrebbe essere vero se non ci fosse il vento che, chiaramente, spinge le onde sonore con una direzione prevalente in funzione della direzione di arrivo di esso.

In diversi casi le differenze sulla misura di una stessa sorgente in momenti diversi, e con direzioni diverse, porta a variazioni del livello sonoro di oltre 10 dBA.

Fatta questa premessa, è necessario considerare la turbina eolica come una sorgente anisotropa, con una sua specifica direzionalità, che dipende dalla direzione di arrivo del vento.

Sono stati quindi reperiti i grafici con i gradi di provenienza del vento per l'area in questione, in modo da caratterizzare al meglio all'interno del modello di simulazione la sorgente vento e la direzionalità prevalente degli aerogeneratori.

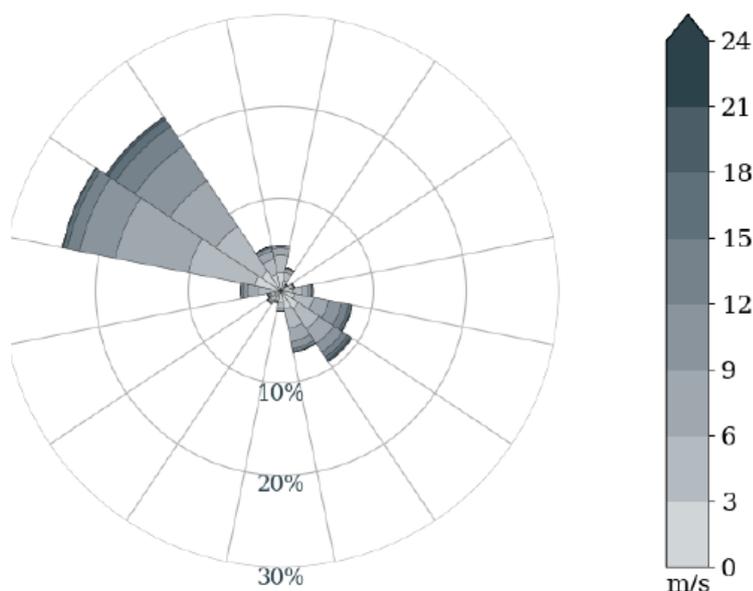


Figura 3-5: Rosa dei venti

La direzione prevalente caratterizzante il sito in esame è la direzione Sud-Est Nord-Ovest.

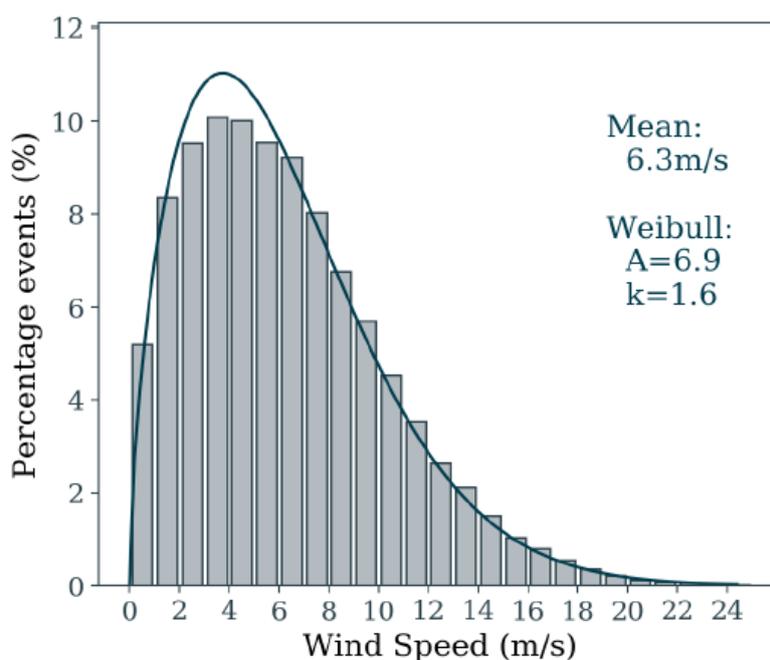


Figura 3-6: Curva Weibull

Tabella 8: Tabella di distribuzione della velocità del vento per settori di direzione ottenuta dall'analisi MCP (Measure Correlate Predict)

deg → m/s ↓	0.0	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	%
0-1	37.0	22.3	19.1	26.4	31.6	26.2	51.2	40.9	28.8	21.4	20.0	19.3	20.2	28.6	26.6	34.9	5.2
1-2	60.5	37.2	16.1	31.3	39.8	49.2	72.2	63.6	37.8	21.8	25.8	20.9	34.5	84.8	78.9	57.7	8.4
2-3	73.0	36.3	10.9	21.9	37.6	55.4	76.6	69.8	36.3	18.7	23.0	16.3	39.9	136.6	114.9	67.9	9.5
3-4	65.9	32.8	7.6	15.7	33.2	64.7	86.4	66.7	29.7	16.5	17.7	12.6	41.5	182.0	150.5	59.2	10.1
4-5	57.2	27.1	4.8	11.7	29.1	61.0	75.9	65.6	22.0	13.0	17.0	11.2	40.2	218.5	176.4	46.3	10.0
5-6	43.8	20.6	3.7	8.4	26.5	57.4	69.9	57.5	15.0	8.2	11.8	9.5	38.8	238.5	187.8	38.2	9.5
6-7	32.7	16.4	2.6	6.5	25.3	53.1	64.8	51.1	9.9	5.0	10.8	8.3	37.0	267.5	183.3	33.3	9.2
7-8	20.8	12.6	2.2	2.6	20.9	49.7	54.9	44.0	6.7	3.8	7.0	7.2	31.6	241.8	171.1	26.4	8.0
8-9	13.5	7.9	1.8	1.8	14.9	47.0	47.1	35.4	5.3	2.7	6.2	5.8	28.2	189.4	165.4	20.3	6.8
9-10	10.8	5.8	1.7	0.8	11.8	43.9	41.7	29.9	3.1	2.1	5.2	4.7	20.5	144.6	157.2	14.8	5.7
10-11	6.0	3.1	1.3	0.0	9.2	42.5	31.9	21.7	2.1	1.7	3.3	3.2	13.7	114.0	134.0	9.9	4.5
11-12	3.4	1.8	1.3	0.0	7.0	33.9	27.5	16.9	1.5	1.6	2.0	3.0	11.1	84.8	106.7	6.7	3.5
12-13	2.2	1.1	1.1	0.0	5.6	27.4	22.7	12.0	0.0	0.0	0.9	2.0	8.0	51.5	90.6	5.1	2.6
13-14	2.1	0.0	0.9	0.0	4.7	24.5	18.7	8.4	0.0	0.0	0.0	2.0	6.6	37.9	77.1	3.3	2.1
14-15	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	18.2	14.3	6.1	0.0	0.0	0.0	1.6	4.1	29.1	51.6	3.0	1.5
15-16	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	12.4	11.0	3.9	0.0	0.0	0.0	1.3	2.9	16.2	38.9	1.6	1.0
16-17	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	9.2	10.6	3.0	0.0	0.0	0.0	1.1	2.8	14.9	26.7	0.9	0.8
17-18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	9.1	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	11.4	18.8	0.0	0.6
18-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	6.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	6.6	11.8	0.0	0.4
19-20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	6.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	8.0	0.0	0.2
20-21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	0.1
21-22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.1
22-23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.1
23-24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
24-25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25-26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
%	4.9	2.6	0.9	1.4	3.5	7.9	9.2	6.9	2.3	1.3	1.7	1.5	4.4	24.0	22.7	4.9	

4 CAMPAGNA DI MISURA DEL RUMORE DI FONDO

4.1 Le catene di misura del rumore

La strumentazione di misura usata per la verifica del rumore ambientale è conforme alle indicazioni di cui all'art. 2 del D.M. 16/03/1998 ed in particolare soddisfa le specifiche di cui alla classe 1 della norma CEI EN 61672. I filtri e i microfoni utilizzati sono conformi, rispettivamente, alle norme CEI EN 61260 e CEI EN 61094. I calibratori sono conformi alla norma CEI EN 60942 per la classe 1.

Per le misure a lungo termine, e per alcune a breve termine, sono stati utilizzati analizzatori in tempo reale di ultima generazione prodotti dalla 01 dB, del modello DUO).



Figura 4-1: Analizzatore in frequenza DUO

Per altre misure a breve termine sono stati utilizzati altri analizzatori in tempo reale sempre conformi alle normative tecniche citate.

Per quanto riguarda la calibrazione della strumentazione, questa è stata eseguita prima e dopo ogni ciclo di misura; le misure fonometriche eseguite sono state considerate valide se le calibrazioni differiscono al massimo di $\pm 0,5$ dB(A).

Gli strumenti di misura sono provvisti di certificato di taratura sia per la parte fonometrica che per i filtri rilasciato da un laboratorio accreditato (laboratori di ACCREDIA - LAT) per la verifica della conformità alle specifiche tecniche.

Le catene di misure utilizzate sono tarate da un laboratorio Accredia (LAT-068).

Si riportano nella tabella sottostante gli estremi dei certificati di taratura delle catene di misure utilizzate.

Tabella 9: Elenco strumentazione utilizzata per la misura del rumore

Strumento	Modello	Costruttore	Matricola	Data Certificato	N. Certificato	Laboratorio
Analizzatore	DUO	01 dB	12184	2021-12-07	48211-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2021-12-07	48212-A	LAT-068
Analizzatore	DUO	01 dB	12183	2021-12-06	48209-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2021-12-06	48210-A	LAT-068
Analizzatore	DUO	01 dB	12186	2022-09-21	49739-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2022-09-21	49741-A	LAT-068
Analizzatore	DUO	01 dB	12185	2022-04-19	48894-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2022-04-19	48893-A	LAT-068
Analizzatore	DUO	01 dB	10440	2021-09-25	47851-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2021-09-27	47852-A	LAT-068
Analizzatore	DUO	01 dB	10455	2021-12-28	48277-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2021-12-28	48278-A	LAT-068
Analizzatore	XL2	NTI Audio	12509	2022-03-08	48680-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2022-03-08	48681-A	LAT-068
Analizzatore	XL2	NTI Audio	20351	2022-04-14	48884-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2022-04-14	48885-A	LAT-068
Calibratore	4231	Brüel & Kjær	2518174	2021-09-15	47797-A	LAT-068

In allegato vengono riportati i certificati.

La catena di misura utilizzata è stata calibrata all'inizio e alla fine della sessione di misura senza riscontrare differenze, tra la calibrazione iniziale e quella finale, superiori ai 0.5 dB.

Tabella 10: Risultati delle calibrazioni

Catena di misura	Calibrazione iniziale	Calibrazione finale	Differenza	Limite
01dB DUO (matr. 12184)	94.0 dB	94.0 dB	0.0 dB	+/-0.5 dB
01dB DUO (matr. 12183)	94.0 dB	94.1 dB	0.1 dB	+/-0.5 dB
01dB DUO (matr. 12186)	94.0 dB	94.0 dB	0.0 dB	+/-0.5 dB
01dB DUO (matr. 12184)	94.0 dB	94.0 dB	0.0 dB	+/-0.5 dB
01dB DUO (matr. 12183)	94.0 dB	94.0 dB	0.0 dB	+/-0.5 dB
NTi-Audio XL2 (matr. 12509)	94.0 dB	94.0 dB	0.0 dB	+/-0.5 dB
NTi-Audio XL2 (matr. 20351)	94.0 dB	94.0 dB	0.0 dB	+/-0.5 dB

4.2 Le catene di misura dei parametri meteo

La strumentazione di misura usata per la verifica dei parametri meteo è la stazione VAISALA che viene direttamente interfacciata con l'analizzatore DUO della 01dB.



Figura 4-2: Stazione Meteo Vaisala

Il sistema di rilevamento della velocità dell'aria avviene attraverso un sensore di alta precisione ad ultrasuoni.

Le principali caratteristiche della stazione meteo Vaisala sono le seguenti:

- Misura contemporanea dei 6 parametri, Velocità del vento e Direzione (con sensore di precisione ad ultrasuoni), Temperatura, Umidità, Pioggia, Pressione atmosferica;
- Accuratezza della velocità del vento entro +/- 0,3 m/s;
- Accuratezza della temperatura entro +/- 0,3 °C;
- Accuratezza della pressione entro +/- 0,5 hPa;
- Accuratezza dell'umidità entro +/- 3 %;
- Accuratezza caduta pioggia entro 5 %.

La catena di misura utilizzata è stata tarata da un laboratorio Accredia (LAT-068).

Si riportano nella tabella sottostante gli estremi dei certificati di taratura delle catene di misure utilizzate.

Tabella 11: Elenco strumentazione utilizzata per la misura dei parametri meteo

Oggetto	Modello	Costruttore	Matricola	Data Certificato	N. Certificato	Laboratorio
Anemometro elettronico con sensore ad ultrasuoni	DUO	01 dB	12410	01/10/2019	0107 19 VA	LAT-157
	WXT520	VAISALA	H320008			
Termoigrometro elettronico con uscita numerale	DUO	01 dB	12410	01/10/2019	0134 19 UR	LAT-157
	WXT520	VAISALA	H320008			
Misuratore di temperatura dell'aria con sensore termistore	DUO	01 dB	12410	01/10/2019	0256 19 TA	LAT-157
	WXT520	VAISALA	H320008			

In allegato vengono riportati i certificati.

4.3 Localizzazione dei punti di misura

L'obiettivo di un'indagine preliminare alla realizzazione del progetto è stabilire quali sono i livelli di rumore residuo attualmente presenti sui ricettori all'interno dell'area di progetto, al fine di formare una base di riferimento rispetto alla quale confrontare le emissioni sonore previste dal progetto. Non è necessario, né sarebbe pratico, misurare in ogni casa. L'idea è di ottenere una serie di campioni che possano essere considerati rappresentativi dell'intera area del sito.

Posizioni di monitoraggio specifiche dovrebbero idealmente essere situate presso o vicino a residenze tipiche nell'area del sito.

Se un sito è in gran parte piatto e omogeneo (ad esempio terreni agricoli lontani da autostrade, aree urbane o industrie) le posizioni di monitoraggio dovrebbero essere selezionate in punti distribuiti in modo più o meno uniforme nell'area del progetto.

Nel nostro caso, nell'area oggetto di indagine sono stati eseguiti 5 punti di misura della durata di 24 ore e 8 misure a breve termine, queste ultime suddivise in tre periodi, mattina, pomeriggio e notte, della durata di 1 ora a campionamento.

Per ogni punto di misurazione acustico, i dati raccolti sono:

- I periodi della giornata e l'ora di inizio e fine di ciascun periodo (fascia oraria)
- Descrittore di rumore
- Tempo di integrazione per valutare il descrittore
- LAeq, TM, LAeq, Tr, livelli istantanei LAslow, LAImpulse, LAFast, Ln (percentile), Spettri sonori (1/3 ottave)
- Coordinate;
- Distanze dagli edifici, altezza dei punti di misurazione, ecc .
- Condizioni del vento
- Foto del punto di misura

I punti scelti sono rappresentativi delle sorgenti presenti sul territorio, come avviene per le strade, e della situazione di rumore generata dal vento.

In alcuni casi i punti di misura pianificati a tavolino sono stati modificati in campo, in relazione alle possibilità reali di accesso.

Nella seguente immagine è possibile osservare i punti di misura dell'area di indagine.

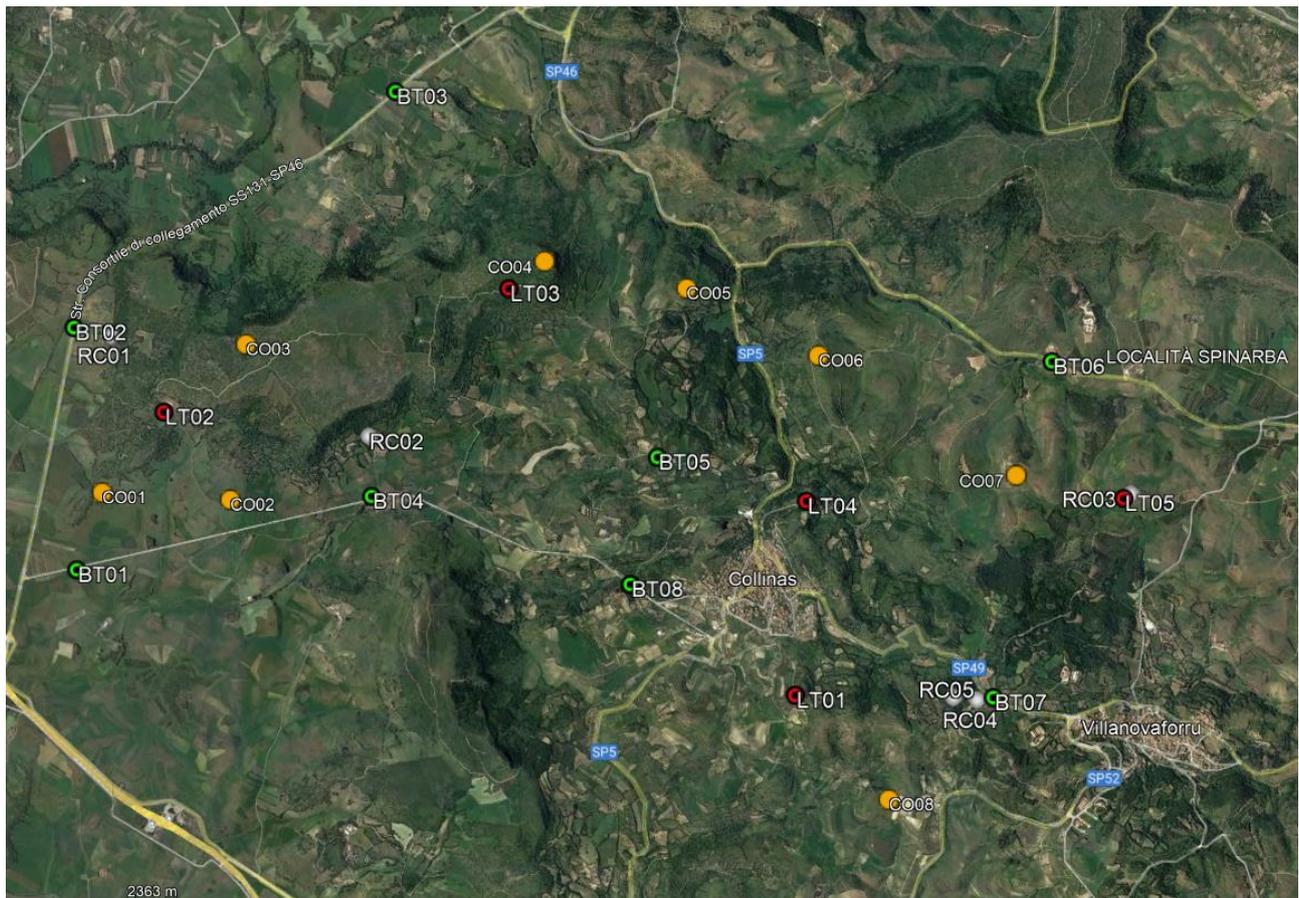


Figura 4-3: Punti di misura a lungo (denominati LT-XX) e breve termine (denominati BT-YY)

Accanto ai punti da 24 ore (LTXX) sono riportati quelli a breve termine (BTXX).

Nella seguente tabella, riportiamo le coordinate relative ai punti di misura.

Tabella 12: Coordinate dei punti di misura di 24 ore

Punto di misura	Latitudine	Longitudine
LT-01	486480.94	4387207.04
LT-02	481644.79	4389628.56
LT-03	484657.19	4389866.45
LT-04	486564.35	4388484.44
LT-05	488765.85	4388501.03

Tabella 13: Coordinate dei punti di misura a breve termine

Punto di misura	Latitudine	Longitudine
BT-01	481671.92	4388025.38
BT-02	481661.83	4389655.73
BT-03	483813.38	4391250.63
BT-04	483661.19	4388517.67
BT-05	485575.34	4388779.27
BT-06	488206.31	4389411.74
BT-07	487779.09	4387194.98
BT-08	485393.69	4387931.23

4.4 Risultati delle misure

Negli allegati vengono riportati tutti i grafici ed i valori relativi alle misure effettuate, in particolare in quello delle misure a lungo termine vengono anche correlati i dati relativi al rumore e al vento.

Nelle tabelle sottostanti vengono riportati i dati riassuntivi dei livelli sonori riscontrati.

Le misure riportate sono state svolte in assenza di precipitazioni e con velocità del vento inferiore a 5 m/s. In fase di analisi delle misure svolte si è provveduto a "mascherare" gli eventi estranei al clima acustico dell'area (es. precipitazioni, veicoli...). Mascherare un evento consiste nell'eliminare dal calcolo del livello equivalente una parte di misura in un determinato intervallo di tempo. Il criterio per individuare la tipologia degli eventi da filtrare si basa sull'analisi delle componenti spettrali presenti nel sonogramma o eventualmente registrazioni audio contemporanee alla misura.

Tabella 14: Risultati misure da 24 ore in ambito Diurno

Punto di misura	Data	Periodo di riferimento	LA_{eq} (dBA)	LA₉₅ (dBA)
LT-01	03-04 Aprile	Diurno	48.4	22.9
LT-02	03-04 Aprile	Diurno	59.0	29.9
LT-03	03-04 Aprile	Diurno	35.2	19.9
LT-04	03-04 Aprile	Diurno	51.0	25.3
LT-05	03-04 Aprile	Diurno	46.0	24.9

Tabella 15: Risultati misure da 24 ore in ambito Notturno

Punto di misura	Data	Periodo di riferimento	LA_{eq} (dBA)	LA₉₅ (dBA)
LT-01	03-04 Aprile	Notturno	24.1	17.1
LT-02	03-04 Aprile	Notturno	41.4	22.8
LT-03	03-04 Aprile	Notturno	22.2	17.7
LT-04	03-04 Aprile	Notturno	27.0	18.3
LT-05	03-04 Aprile	Notturno	25.8	17.1

Questi dati sono stati poi comparati con i dati delle velocità del vento rilevati durante le misure fonometriche (insieme agli altri parametri meteo).

Tabella 16: Misure di breve termine in ambito Diurno (mattino)

Punto di misura	Data	Periodo di riferimento	LA_{eq} (dBA)	LA₉₅ (dBA)
BT-01	04 Aprile	Diurno	48.4	30.1
BT-02	04 Aprile	Diurno	53.5	30.8
BT-03	04 Aprile	Diurno	50.3	33.9
BT-04	04 Aprile	Diurno	53.9	38.3
BT-05	03 Aprile	Diurno	57.5	38.8
BT-06	04 Aprile	Diurno	54.8	40.4
BT-07	04 Aprile	Diurno	56.7	44.1
BT-08	03 Aprile	Diurno	54.5	42.5

Tabella 17: Misure di breve termine in ambito Diurno (pomeriggio)

Punto di misura	Data	Periodo di riferimento	LA_{eq} (dBA)	LA₉₅ (dBA)
BT-01	03 Aprile	Diurno	44.7	29.7
BT-02	03 Aprile	Diurno	51.6	29.5
BT-03	03 Aprile	Diurno	38.6	29.7
BT-04	03 Aprile	Diurno	46.9	29.9
BT-05	03 Aprile	Diurno	51.8	31.9
BT-06	03 Aprile	Diurno	48.9	31.2
BT-07	03 Aprile	Diurno	55.4	33.2
BT-08	03 Aprile	Diurno	57.9	38.4

Tabella 18: Misure di breve termine in ambito Notturmo

Punto di misura	Data	Periodo di riferimento	LA_{eq} (dBA)	LA₉₅ (dBA)
BT-01	04 Aprile	Notturmo	27.8	20.9
BT-02	04 Aprile	Notturmo	26.1	20.7
BT-03	04 Aprile	Notturmo	24.5	19.6
BT-04	04 Aprile	Notturmo	24.0	19.4
BT-05	03 Aprile	Notturmo	22.1	18.4
BT-06	03 Aprile	Notturmo	22.7	18.3
BT-07	03 Aprile	Notturmo	21.0	18.7
BT-08	03 Aprile	Notturmo	23.5	20.1

4.5 Correlazioni con i dati di velocità dell'aria

Come espresso nell'allegato 2 del decreto del 1 giugno 2022, dall'analisi delle misure effettuate e dopo aver depurato i dati rilevati al fine di ottenere dati utili e quindi escludendo eventi anomali e non riconducibili al rumore residuo tipico dell'area di indagine, si è proceduto con la correlazione dei dati di rumore con quelli della velocità del vento.

L'operazione successiva consiste nel ripartire i valori di LA_{eq,10min} in classi di velocità del vento al punto di misura (v_r) di ampiezza 1 unità (da 0 a 1, da 1 a 2, da 2 a 3, da 3 a 4 e da 4 a 5 m/s). Infine si effettuerà per ognuna delle 5 classi di vento la media aritmetica dei valori di LA_{eq,10min}, ottenendo per ogni periodo di riferimento e per ciascuna classe di velocità, il livello di rumore residuo medio, come riportato nelle tabelle qui di seguito. Si specifica inoltre che per le classi di vento non rilevate, i dati sono stati integrati mediante calcolo della retta di regressione tra velocità del vento e livello di rumore.

Tabella 19: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Diurno – LT01

Data	L_r dB(A)	Classe di v_r (m/s)
03-05/04/2023	38.2	0,0 ÷ 1,0
03-05/04/2023	40.2	1,0 ÷ 2,0
03-05/04/2023	50.0	2,0 ÷ 3,0
03-05/04/2023	51.8	3,0 ÷ 4,0
03-05/04/2023	57.7*	4,0 ÷ 5,0

*Livello ricavato tramite retta di regressione

Tabella 20: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Notturno – LT01

Data	L _r dB(A)	Classe di v _r (m/s)
03-05/04/2023	21.9	0,0 ÷ 1,0
03-05/04/2023	22.3	1,0 ÷ 2,0
03-05/04/2023	*22.7	2,0 ÷ 3,0
03-05/04/2023	*23.1	3,0 ÷ 4,0
03-05/04/2023	*23.5	4,0 ÷ 5,0

*Livello ricavato tramite retta di regressione

Tabella 21: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Diurno – LT02

Data	L _r dB(A)	Classe di v _r (m/s)
03-05/04/2023	56.8	0,0 ÷ 1,0
03-05/04/2023	57.6	1,0 ÷ 2,0
03-05/04/2023	58.8	2,0 ÷ 3,0
03-05/04/2023	60.0	3,0 ÷ 4,0
03-05/04/2023	61.0*	4,0 ÷ 5,0

*Livello ricavato tramite retta di regressione

Tabella 22: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Notturno – LT02

Data	L _r dB(A)	Classe di v _r (m/s)
03-05/04/2023	38.7	0,0 ÷ 1,0
03-05/04/2023	39.1	1,0 ÷ 2,0
03-05/04/2023	39.5*	2,0 ÷ 3,0
03-05/04/2023	39.9*	3,0 ÷ 4,0
03-05/04/2023	40.3*	4,0 ÷ 5,0

*Livello ricavato tramite retta di regressione

Tabella 23: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Diurno – LT03

Data	L _r dB(A)	Classe di v _r (m/s)
03-05/04/2023	31.2	0,0 ÷ 1,0
03-05/04/2023	31.8	1,0 ÷ 2,0
03-05/04/2023	38.0	2,0 ÷ 3,0
03-05/04/2023	39.3	3,0 ÷ 4,0
03-05/04/2023	42.7*	4,0 ÷ 5,0

*Livello ricavato tramite retta di regressione

Tabella 24: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Notturno – LT03

Data	L _r dB(A)	Classe di v _r (m/s)
03-05/04/2023	20.9	0,0 ÷ 1,0

03-05/04/2023	21.2	1,0 ÷ 2,0
03-05/04/2023	21.5*	2,0 ÷ 3,0
03-05/04/2023	21.8*	3,0 ÷ 4,0
03-05/04/2023	22.1*	4,0 ÷ 5,0

*Livello ricavato tramite retta di regressione

Tabella 25: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Diurno – LT04

Data	L _R dB(A)	Classe di v _r (m/s)
03-05/04/2023	42.3	0,0 ÷ 1,0
03-05/04/2023	44.9	1,0 ÷ 2,0
03-05/04/2023	51.5	2,0 ÷ 3,0
03-05/04/2023	55.2	3,0 ÷ 4,0
03-05/04/2023	59.8*	4,0 ÷ 5,0

Tabella 26: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Notturno – LT04

Data	L _R dB(A)	Classe di v _r (m/s)
03-05/04/2023	23.3	0,0 ÷ 1,0
03-05/04/2023	24.0	1,0 ÷ 2,0
03-05/04/2023	24.7*	2,0 ÷ 3,0
03-05/04/2023	25.4*	3,0 ÷ 4,0
03-05/04/2023	26.1*	4,0 ÷ 5,0

*Livello ricavato tramite retta di regressione

Tabella 27: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Diurno – LT05

Data	L _R dB(A)	Classe di v _r (m/s)
03-05/04/2023	37.3	0,0 ÷ 1,0
03-05/04/2023	38.9	1,0 ÷ 2,0
03-05/04/2023	47.2	2,0 ÷ 3,0
03-05/04/2023	49.2	3,0 ÷ 4,0
03-05/04/2023	54.2*	4,0 ÷ 5,0

Tabella 28: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Notturno – LT05

Data	L _R dB(A)	Classe di v _r (m/s)
03-05/04/2023	22.6	0,0 ÷ 1,0
03-05/04/2023	23.4	1,0 ÷ 2,0
03-05/04/2023	24.2*	2,0 ÷ 3,0
03-05/04/2023	25.0*	3,0 ÷ 4,0
03-05/04/2023	25.8*	4,0 ÷ 5,0

*Livello ricavato tramite retta di regressione

5 ANALISI DELLO STATO DI PROGETTO ATTRAVERSO IL MODELLO MATEMATICO

5.1 Realizzazione del modello matematico

Per rappresentare la situazione esistente è stato realizzato un apposito modello matematico, attraverso il software SoundPlan ver. 8.2 – 2022, in cui vengono inseriti tutti gli elementi che concorrono a determinare il clima acustico dell'area oggetto di studio.

Il primo passaggio per la definizione dello scenario di calcolo all'interno del modello previsionale è stato la ricostruzione dell'orografia dell'area di interesse, inserendo gli edifici e le strade locali.

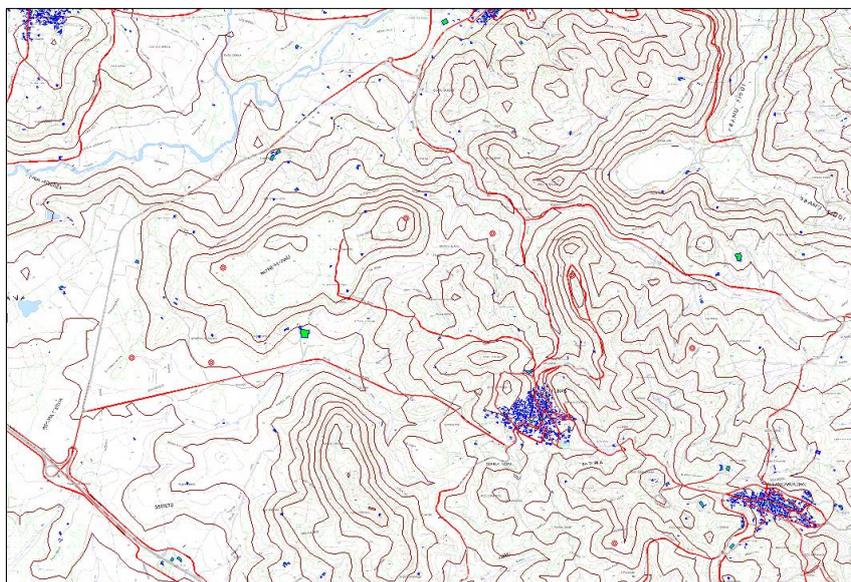


Figura 5-1: Inserimento degli edifici (in blu) e delle strade (linee in rosso) nel modello (vista planimetrica)

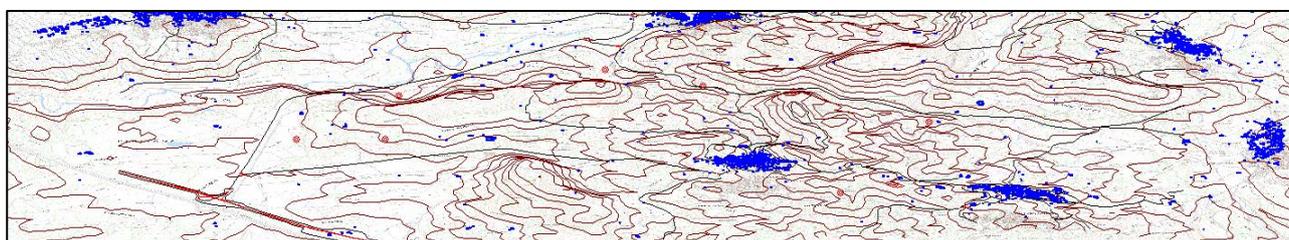


Figura 5-2: Inserimento degli edifici (in blu) e delle strade (linee rosse) nel modello (vista 3D)

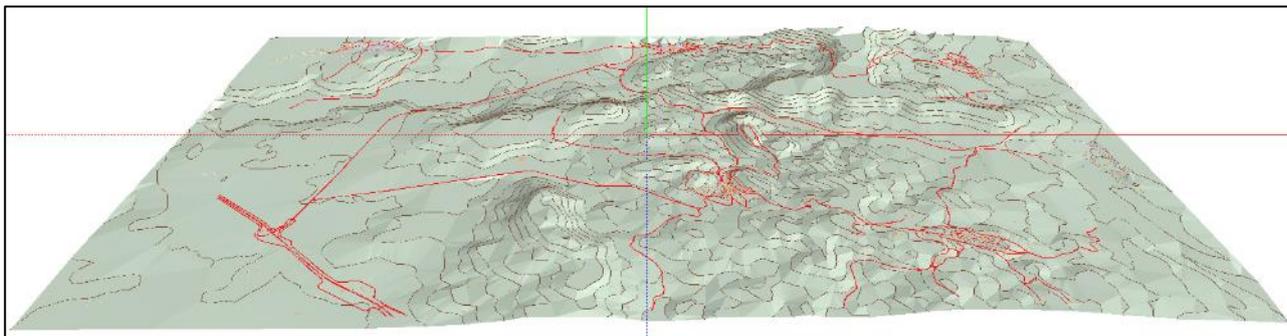


Figura 5-3: Inserimento degli edifici e delle strade (linee rosse) nel modello (vista 3D)

Sulla base delle informazioni altimetriche raccolte nelle cartografie vettoriali dell'area, è stato ricreato il modello digitale del terreno (DGM) fino a una congrua distanza dal confine d'impianto in modo da comprendere le abitazioni limitrofe potenzialmente interessate dalle emissioni di rumore.

5.2 Inserimento delle sorgenti sonore

In una fase successiva sono state inserite le sorgenti sonore; la modalità d'inserimento di ogni sorgente di rumore all'interno del modello, ossia la scelta di utilizzare sorgenti di tipo puntiforme, lineare o aerale, è stata valutata singolarmente sulla base della posizione, dimensione e tipologia dell'apparecchiatura considerata.

Le sorgenti sonore considerate nei calcoli saranno le seguenti:

- Strade
- Vento in base alle classi di velocità riferite ad altezza anemometro a terra (da 0 m/s a 5 m/s come indicato dal DM 1° giugno 2022)
- Aerogeneratori

5.3 Taratura del modello matematico

Come evidenziato in precedenza, una volta che il modello di calcolo è stato definito e tarato, l'accuratezza della modellizzazione è stata verificata confrontando i dati generati dal modello con i dati riscontrati in misure fonometriche. Data la variabilità dei livelli di rumore riscontrati dalle misure fonometriche effettuate nei punti di misura esterni, è stato individuato un intervallo di confidenza sul valore medio delle misure effettuate in ogni punto. Quest'analisi statistica è stata compiuta in modo da permettere il confronto dei risultati in considerazione, non solo del valore medio, ma anche della variabilità dei risultati delle misure.

5.4 Previsione dei livelli sonori nel territorio circostante

Nell'analizzare i valori di pressione sonora sul territorio, sono state considerate le immissioni sia nel periodo diurno che nel periodo notturno. Le mappe di isolivello, per via delle riflessioni degli edifici, possono, apparentemente, discostarsi dai valori puntuali sui ricettori. I valori riportati nelle mappe sono stimati a 1,5 metri di altezza.

5.4.1 Individuazione dei Ricettori – Valori puntuali

Oltre che al calcolo delle mappe di isolivello riportate nello specifico allegato, in prossimità dell'area dell'impianto, abbiamo eseguito un calcolo puntuale considerando come ricettori gli edifici residenziali situati nelle vicinanze dell'area.

I valori ottenuti sono previsti in facciata: quelli all'interno dell'ambiente abitativo è presumibile che siano più bassi di circa 2-3 dBA.

I ricettori considerati sono riportati nella figura seguente.

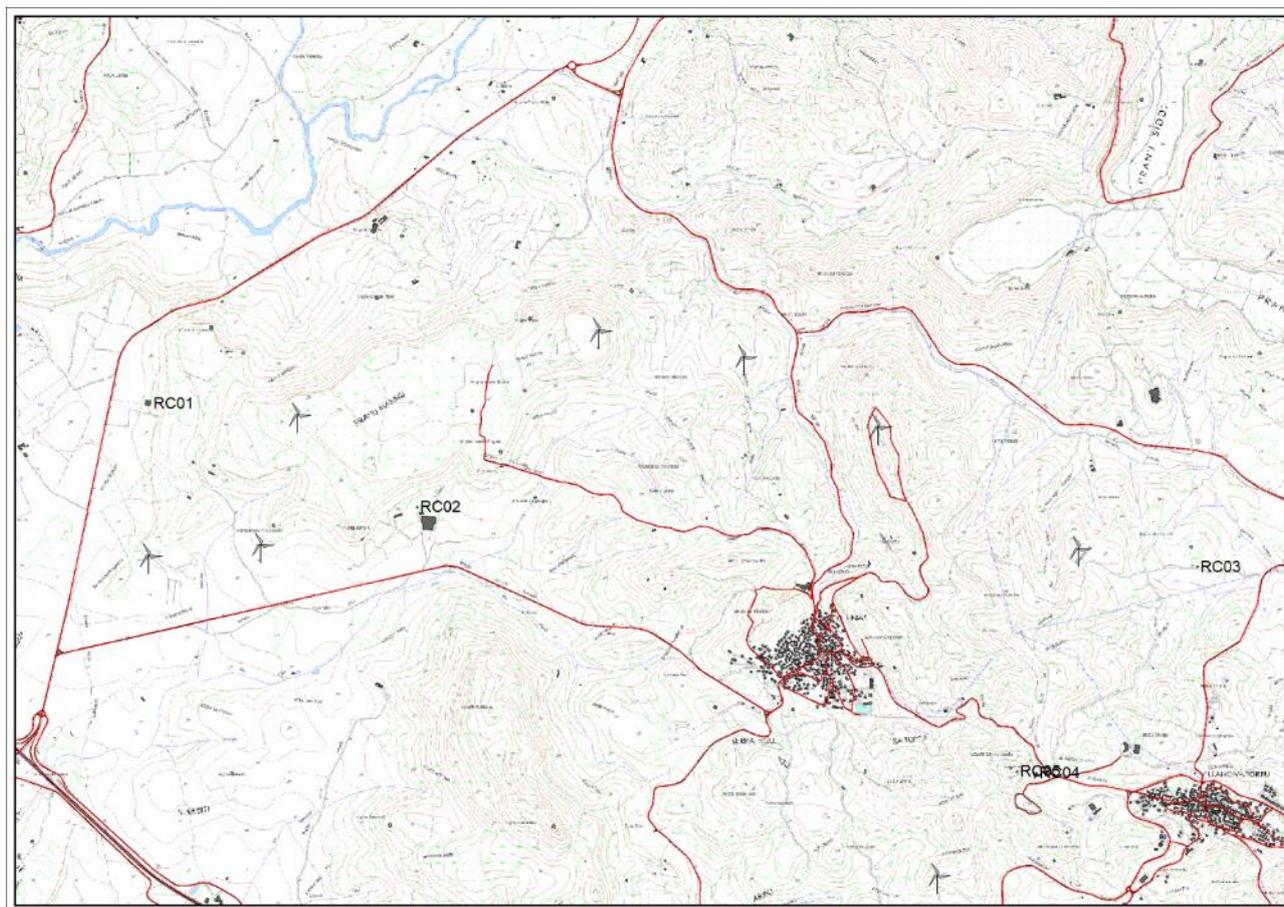


Figura 5-4: Ricettori considerati

5.4.2 Risultati della simulazione modellistica – Rumore Residuo

Al fine di valutare la situazione del clima acustico, sono state considerate come sorgenti acustiche tutte quelle insistenti sull'area, che per il rumore residuo sono le strade e il vento.

Tabella 29: Livello di rumore residuo ai ricettori per classi di velocità in ambito Diurno

RC	Residuo Diurno (dBA) 0 m/s	Residuo Diurno (dBA) 1 m/s	Residuo Diurno (dBA) 2 m/s	Residuo Diurno (dBA) 3 m/s	Residuo Diurno (dBA) 4 m/s	Residuo Diurno (dBA) 5 m/s	Limite diurno (dBA)
RC01	34.5	34.5	39.0	44.3	47.0	51.9	60
RC02	34.5	34.5	39.1	44.3	47.0	51.9	55
RC03	34.7	34.7	39.1	44.3	47.0	51.9	60
RC04	51.2	51.2	51.4	51.9	52.5	54.5	60
RC05	35.2	35.2	39.3	44.4	47.0	51.9	55

Tabella 30: Livello di rumore residuo ai ricettori per classi di velocità in ambito Notturno

RC	Residuo Notturno (dBA) 0m/s	Residuo Notturno (dBA) 1m/s	Residuo Notturno (dBA) 2 m/s	Residuo Notturno (dBA) 3 m/s	Residuo Notturno (dBA) 4 m/s	Residuo Notturno (dBA) 5 m/s	Limite notturno (dBA)
RC01	20.0	20.0	20.8	21.5	22.3	23.1	50
RC02	20.0	20.0	20.7	21.5	22.3	23.1	45
RC03	20.3	20.3	21.0	21.8	22.5	23.3	50
RC04	36.2	36.2	36.2	36.2	36.3	36.3	50
RC05	20.9	20.9	21.5	22.2	22.9	23.6	45

In allegato è possibile osservare le mappe relative al rumore residuo.

5.4.3 Risultati della simulazione modellistica –Rumore Emesso - stato di progetto

Come definito dal DPCM 14/11/1997 il valore di emissione è il rumore generato dalla sorgente presso il ricettore, trascurando gli effetti cumulati di altre sorgenti di rumore eventualmente presenti.

Al fine di valutare le emissioni sonore del parco eolico, sono state considerate come sorgenti acustiche solo quelle degli aerogeneratori, escludendo le strade.

Si specifica che alle velocità di vento a terra di 0 m/s e 1 m/s le turbine eoliche non sono attive, in quanto la velocità di vento stimata al mozzo è inferiore a quella di *cut-in*.

Tabella 31: Livello di rumore di emissione ai ricettori in ambito Diurno e Notturno in base alle velocità di vento a terra

RC	Leq (dBA) 0 m/s	Leq (dBA) 1 m/s	Leq (dBA) 2 m/s	Leq (dBA) 3 m/s	Leq (dBA) 4 m/s	Leq (dBA) 5 m/s	Limite diurno (dBA)	Limite notturno (dBA)
RC01	0.0	0.0	23.2	25.3	31.1	33.4	55	45
RC02	0.0	0.0	25.9	28.0	33.8	36.1	50	40
RC03	0.0	0.0	25.9	28.0	33.8	36.1	55	45
RC04	0.0	0.0	24.6	26.7	32.5	34.8	55	45
RC05	0.0	0.0	22.0	24.1	29.9	32.2	50	40

5.4.4 Risultati della simulazione modellistica – Rumore Immesso - stato di progetto

Al fine di valutare le immissioni sonore del parco eolico sono state considerate come sorgenti acustiche sia quelle degli aerogeneratori che le sorgenti presenti nel rumore residuo, ovvero le strade ed il rumore del vento.

Si specifica che alle velocità di vento a terra di 0 m/s e 1 m/s le turbine eoliche non sono attive, in quanto la velocità di vento stimata al mozzo è inferiore a quella di *cut-in*.

Periodo diurno

Tabella 32: Livelli di rumore di immissione vento a terra 0 m/s ambito Diurno

Ricettore	Velocità vento a terra	Leq Diurno (dBA)	Limite (dBA)
RC01	0 m/s	34.5	60
RC02	0 m/s	34.5	55
RC03	0 m/s	34.7	60
RC04	0 m/s	51.2	60
RC05	0 m/s	35.2	55

Tabella 33: Livelli di rumore di immissione vento a terra 1 m/s ambito Diurno

Ricettore	Velocità vento a terra	Leq Diurno (dBA)	Limite (dBA)
RC01	1 m/s	34.5	60
RC02	1 m/s	34.5	55
RC03	1 m/s	34.7	60
RC04	1 m/s	51.2	60
RC05	1 m/s	35.2	55

Tabella 34: Livelli di rumore di immissione vento a terra 2 m/s ambito Diurno

Ricettore	Velocità vento a terra	Leq Diurno (dBA)	Limite (dBA)
RC01	2 m/s	39.2	60
RC02	2 m/s	39.3	55
RC03	2 m/s	39.3	60
RC04	2 m/s	51.4	60
RC05	2 m/s	39.4	55

Tabella 35: Livelli di rumore di immissione vento a terra 3 m/s ambito Diurno

Ricettore	Velocità vento a terra	Leq Diurno (dBA)	Limite (dBA)
RC01	3 m/s	44.3	60
RC02	3 m/s	44.4	55
RC03	3 m/s	44.4	60
RC04	3 m/s	51.9	60
RC05	3 m/s	44.4	55

Tabella 36: Livelli di rumore di immissione vento a terra 4 m/s ambito Diurno

Ricettore	Velocità vento a terra	Leq Diurno (dBA)	Limite (dBA)
RC01	4 m/s	47.1	60
RC02	4 m/s	47.2	55
RC03	4 m/s	47.2	60
RC04	4 m/s	52.6	60
RC05	4 m/s	47.1	55

Tabella 37: Livelli di rumore di immissione vento a terra 5 m/s ambito Diurno

Ricettore	Velocità vento a terra	Leq Diurno (dBA)	Limite (dBA)
RC01	5 m/s	52.0	60
RC02	5 m/s	52.0	55
RC03	5 m/s	52.0	60
RC04	5 m/s	54.6	60
RC05	5 m/s	52.0	55

Periodo notturno

Tabella 38: Livelli di rumore di immissione vento a terra 0 m/s ambito Notturno

Ricettore	Velocità vento a terra	Leq Notturno (dBA)	Limite (dBA)
RC01	0 m/s	20.1	50
RC02	0 m/s	20.0	45
RC03	0 m/s	20.4	50
RC04	0 m/s	36.2	50
RC05	0 m/s	20.9	45

Tabella 39: Livelli di rumore di immissione vento a terra 1 m/s ambito Notturno

Ricettore	Velocità vento a terra	Leq Notturno (dBA)	Limite (dBA)
RC01	1 m/s	20.0	50
RC02	1 m/s	20.0	45
RC03	1 m/s	20.3	50
RC04	1 m/s	36.2	50
RC05	1 m/s	20.9	45

Tabella 40: Livelli di rumore di immissione vento a terra 2 m/s ambito Notturno

Ricettore	Velocità vento a terra	Leq Notturno (dBA)	Limite (dBA)
RC01	2 m/s	25.5	50
RC02	2 m/s	27.4	45
RC03	2 m/s	27.1	50
RC04	2 m/s	36.5	50
RC05	2 m/s	24.7	45

Tabella 41: Livelli di rumore di immissione vento a terra 3 m/s ambito Notturno

Ricettore	Velocità vento a terra	Leq Notturno (dBA)	Limite (dBA)
RC01	3 m/s	26.9	50
RC02	3 m/s	29.0	45
RC03	3 m/s	29.7	50
RC04	3 m/s	36.7	50
RC05	3 m/s	29.5	45

Tabella 42: Livelli di rumore di immissione vento a terra 4 m/s ambito Notturno

Ricettore	Velocità vento a terra	Leq Notturno (dBA)	Limite (dBA)
RC01	4 m/s	31.7	50
RC02	4 m/s	34.1	45
RC03	4 m/s	34.3	50
RC04	4 m/s	37.8	50
RC05	4 m/s	32.2	45

Tabella 43: Livelli di rumore di immissione vento a terra 5 m/s ambito Notturno

Ricettore	Velocità vento a terra	Leq Notturno (dBA)	Limite (dBA)
RC01	5 m/s	33.8	50
RC02	5 m/s	36.3	45
RC03	5 m/s	36.3	50
RC04	5 m/s	38.6	50
RC05	5 m/s	32.8	45

5.4.5 Valutazione dei Risultati – Criterio differenziale

Riprendendo dal DPCM 14/11/97 il concetto di Criterio Differenziale di Immissione, possiamo dire che:

Il "rumore ambientale" viene definito come il livello equivalente di pressione acustica ponderato con la curva A del rumore presente nell'ambiente con la sovrapposizione del rumore relativo all'emissione delle sorgenti disturbanti specifiche, mentre con "rumore residuo" si intende il livello equivalente di pressione acustica ponderato con la curva A presente senza che siano in funzione le sorgenti disturbanti specifiche.

Il criterio differenziale non si applica nei seguenti casi, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

- se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dBA durante il periodo diurno e 40 dBA durante il periodo notturno;
- se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dBA durante il periodo diurno e 25 dBA durante il periodo notturno.

non si dovrà tenere conto di eventi eccezionali in corrispondenza del luogo disturbato.

A differenza di quanto indicato nel DPCM del 14 novembre 1997 che prevede la valutazione del criterio differenziale all'interno delle abitazioni, nel Decreto del 1° giugno 2022, art.5 comma b, si

precisa che "in deroga alla richiamata disposizione nel caso del rumore eolico le valutazioni vengono eseguite unicamente in facciata agli edifici".

Le tabelle relative alla valutazione del criterio differenziale nello stato di progetto sono riportate qui di seguito:

Periodo diurno:

Tabella 44: Valutazione del criterio differenziale con vento a terra 0 m/s in ambito Diurno

Ricettore	Velocità vento a terra	Ambientale Diurno (dBA)	Residuo Diurno (dBA)	Limite (dBA)	Differenza (dBA)	Esito
RC01	0 m/s	34.5	34.5	5	NON APPLICABILE	
RC02	0 m/s	34.5	34.5	5	NON APPLICABILE	
RC03	0 m/s	34.7	34.7	5	NON APPLICABILE	
RC04	0 m/s	51.2	51.2	5	0.0	OK
RC05	0 m/s	35.2	35.2	5	NON APPLICABILE	

Tabella 45: Valutazione del criterio differenziale con vento a terra 1 m/s in ambito Diurno

Ricettore	Velocità vento a terra	Ambientale Diurno (dBA)	Residuo Diurno (dBA)	Limite (dBA)	Differenza (dBA)	Esito
RC01	1 m/s	34.5	34.5	5	NON APPLICABILE	
RC02	1 m/s	34.5	34.5	5	NON APPLICABILE	
RC03	1 m/s	34.7	34.7	5	NON APPLICABILE	
RC04	1 m/s	51.2	51.2	5	0.0	OK
RC05	1 m/s	35.2	35.2	5	NON APPLICABILE	

Tabella 46: Valutazione del criterio differenziale con vento a terra 2 m/s in ambito Diurno

Ricettore	Velocità vento a terra	Ambientale Diurno (dBA)	Residuo Diurno (dBA)	Limite (dBA)	Differenza (dBA)	Esito
RC01	2 m/s	39.2	39.0	5	NON APPLICABILE	
RC02	2 m/s	39.3	39.1	5	NON APPLICABILE	
RC03	2 m/s	39.3	39.1	5	NON APPLICABILE	
RC04	2 m/s	51.4	51.4	5	0.0	OK
RC05	2 m/s	39.4	39.3	5	NON APPLICABILE	

Tabella 47: Valutazione del criterio differenziale con vento a terra 3 m/s in ambito Diurno

Ricettore	Velocità vento a terra	Ambientale Diurno (dBA)	Residuo Diurno (dBA)	Limite (dBA)	Differenza (dBA)	Esito
RC01	3 m/s	44.3	44.3	5	NON APPLICABILE	
RC02	3 m/s	44.4	44.3	5	NON APPLICABILE	
RC03	3 m/s	44.4	44.3	5	NON APPLICABILE	
RC04	3 m/s	51.9	51.9	5	0.0	OK
RC05	3 m/s	44.4	44.4	5	NON APPLICABILE	

Tabella 48: Valutazione del criterio differenziale con vento a terra 4 m/s in ambito Diurno

Ricettore	Velocità vento a terra	Ambientale Diurno (dBA)	Residuo Diurno (dBA)	Limite (dBA)	Differenza (dBA)	Esito
RC01	4 m/s	47.1	47.0	5	NON APPLICABILE	
RC02	4 m/s	47.2	47.0	5	NON APPLICABILE	
RC03	4 m/s	47.2	47.0	5	NON APPLICABILE	
RC04	4 m/s	52.6	52.5	5	0.1	OK
RC05	4 m/s	47.1	47.0	5	NON APPLICABILE	

Tabella 49: Valutazione del criterio differenziale con vento a terra 5 m/s in ambito Diurno

Ricettore	Velocità vento a terra	Ambientale Diurno (dBA)	Residuo Diurno (dBA)	Limite (dBA)	Differenza (dBA)	Esito
RC01	5 m/s	52.0	51.9	5	0.1	OK
RC02	5 m/s	52.0	51.9	5	0.1	OK
RC03	5 m/s	52.0	51.9	5	0.1	OK
RC04	5 m/s	54.6	54.5	5	0.1	OK
RC05	5 m/s	52.0	51.9	5	0.1	OK

Periodo notturno:

Tabella 50: Valutazione del criterio differenziale con vento a terra 0 m/s in ambito Notturno

Ricettore	Velocità vento a terra	Ambientale Notturno (dBA)	Residuo Notturno (dBA)	Limite (dBA)	Differenza (dBA)	Esito
RC01	0 m/s	20.1	20.0	3	NON APPLICABILE	
RC02	0 m/s	20.0	20.0	3	NON APPLICABILE	
RC03	0 m/s	20.4	20.3	3	NON APPLICABILE	
RC04	0 m/s	36.2	36.2	3	NON APPLICABILE	
RC05	0 m/s	20.9	20.9	3	NON APPLICABILE	

Tabella 51: Valutazione del criterio differenziale con vento a terra 1 m/s in ambito Notturno

Ricettore	Velocità vento a terra	Ambientale Notturno (dBA)	Residuo Notturno (dBA)	Limite (dBA)	Differenza (dBA)	Esito
RC01	1 m/s	20.1	20.0	3	NON APPLICABILE	
RC02	1 m/s	20.0	20.0	3	NON APPLICABILE	
RC03	1 m/s	20.4	20.3	3	NON APPLICABILE	
RC04	1 m/s	36.2	36.2	3	NON APPLICABILE	
RC05	1 m/s	20.9	20.8	3	NON APPLICABILE	

Tabella 52: Valutazione del criterio differenziale con vento a terra 2 m/s in ambito Notturno

Ricettore	Velocità vento a terra	Ambientale Notturno (dBA)	Residuo Notturno (dBA)	Limite (dBA)	Differenza (dBA)	Esito
RC01	2 m/s	25.5	20.8	3	NON APPLICABILE	
RC02	2 m/s	27.4	20.8	3	NON APPLICABILE	
RC03	2 m/s	27.1	21.0	3	NON APPLICABILE	
RC04	2 m/s	36.5	36.2	3	NON APPLICABILE	
RC05	2 m/s	24.7	21.5	3	NON APPLICABILE	

Tabella 53: Valutazione del criterio differenziale con vento a terra 3 m/s in ambito Notturno

Ricettore	Velocità vento a terra	Ambientale Notturno (dBA)	Residuo Notturno (dBA)	Limite (dBA)	Differenza (dBA)	Esito
RC01	3 m/s	26.9	21.5	3	NON APPLICABILE	
RC02	3 m/s	29.0	21.5	3	NON APPLICABILE	
RC03	3 m/s	29.7	21.8	3	NON APPLICABILE	
RC04	3 m/s	36.7	36.2	3	NON APPLICABILE	
RC05	3 m/s	29.5	22.2	3	NON APPLICABILE	

Tabella 54: Valutazione del criterio differenziale con vento a terra 4 m/s in ambito Notturno

Ricettore	Velocità vento a terra	Ambientale Notturno (dBA)	Residuo Notturno (dBA)	Limite (dBA)	Differenza (dBA)	Esito
RC01	4 m/s	31.7	22.3	3	NON APPLICABILE	
RC02	4 m/s	34.1	22.3	3	NON APPLICABILE	
RC03	4 m/s	34.3	22.5	3	NON APPLICABILE	
RC04	4 m/s	37.8	36.3	3	NON APPLICABILE	
RC05	4 m/s	32.2	22.9	3	NON APPLICABILE	

Tabella 55: Valutazione del criterio differenziale con vento a terra 5 m/s in ambito Notturno

Ricettore	Velocità vento a terra	Ambientale Notturno (dBA)	Residuo Notturno (dBA)	Limite (dBA)	Differenza (dBA)	Esito
RC01	5 m/s	33.8	23.1	3	NON APPLICABILE	
RC02	5 m/s	36.3	23.1	3	NON APPLICABILE	
RC03	5 m/s	36.3	23.3	3	NON APPLICABILE	
RC04	5 m/s	38.6	36.3	3	NON APPLICABILE	
RC05	5 m/s	32.8	23.6	3	NON APPLICABILE	

6 STATO DI CANTIERE

La realizzazione del progetto comporterà la costituzione di un cantiere per l'installazione delle nuove pale eoliche.

Le attività possono essere suddivise in due macrofasi:

- Fase 1: Realizzazione nuovo impianto
- Fase 2: Montaggio e avvio

La Fase 1 comprende le seguenti operazioni:

- Realizzazione piazzole e strade
- Realizzazione scavo, pali e plinti di fondazione (COL01, 02, 03, 04, 05, 06)
- Realizzazione SSE 150/30 kV
- Posa cavidotti interrati 30 kV

La Fase 2 comprende le seguenti operazioni:

- Realizzazione scavo, pali e plinti di fondazione (COL07, 08)
- Montaggio aerogeneratori
- Posa cavidotti interrati 30 kV
- Avvio di tutti gli aerogeneratori

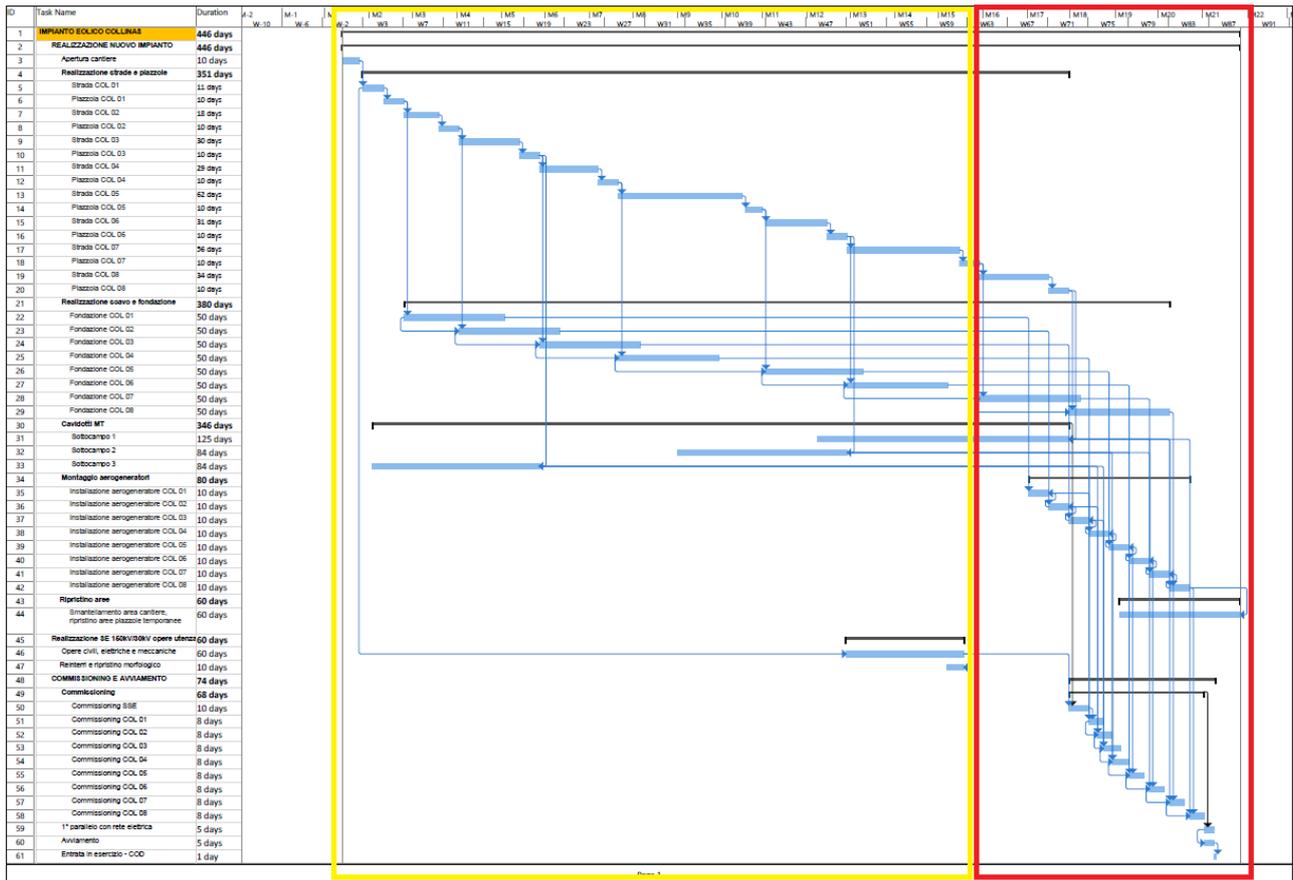


Figura 6-1: Cronoprogramma attività di cantiere – Fase 1 giallo – Fase 2 rosso

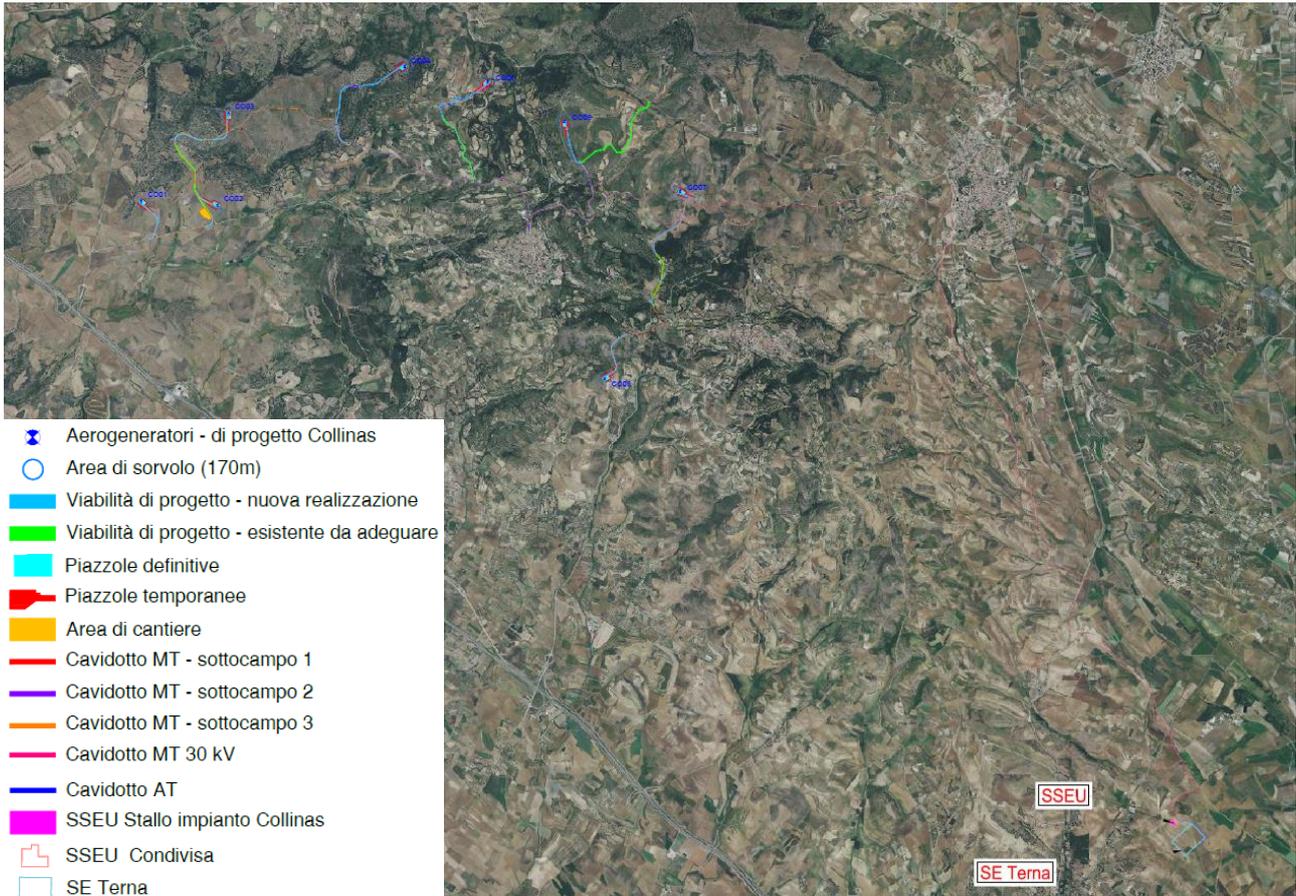


Figura 6-2: Inquadramento generale del progetto su ortofoto

6.1 Le sorgenti di cantiere – fase di realizzazione

Le lavorazioni di cantiere prevedono l'impiego di diversi mezzi.

Nella tabella qui di seguito viene riportato l'elenco delle lavorazioni svolte, dei mezzi impiegati e delle potenze sonore:

Tabella 56: Elenco dei mezzi e strumenti utilizzati nel cantiere (fase di realizzazione)

Opera	Lavorazione	Mezzo	Potenza sonora [dB(A)]
Fondazione	Scavo	Escavatore cingolato	104.2
		Autocarro	101.1
	Perforazione pali	Trivella perforazione pali	110.0
	Trasporto e installazione ferri	Autocarro	101.1
	Posa calcestruzzo pali	Betoniera (2)	90.3
		Pompa	107.9
	Posa magrone	Betoniera (2)	99.6
		Pompa	107.9
	Trasporto e installazione ferri	Autocarro	101.1
	Posa calcestruzzo plinto	Pompa	107.9
Autocarro		101.1	
Reinterro	Escavatore cingolato	104.2	
Strade e piazzole	Scavo / riporto	Pala meccanica cingolata	102.3
		Bobcat	106.9
		Rullo ferro-gomma	113.0
		Autocarro	101.1
Cavidotti	Scavo a sezione obbligata	Escavatore cingolato	104.2
Sottostazione elettrica	Scavo / riporto	Pala meccanica cingolata	102.3
		Bobcat	106.9
		Rullo ferro-gomma	113.0
		Autocarro	101.1
	Posa calcestruzzo / platea	Betoniera	90.3
		Pompa	107.9
	Trasporto componenti	Automezzo speciale	96.2
		Gru	101.0
Montaggio	Gru	101.0	
Montaggio aerogeneratori	Trasporto componenti	Automezzo speciale (4)	96.2
		Gru	101.0
	Montaggio	Gru	101.0

7 ANALISI DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE ATTRAVERSO IL MODELLO MATEMATICO

7.1 Realizzazione del modello matematico

Come per la progettazione del futuro parco eolico, per rappresentare la situazione esistente è stato realizzato un apposito modello matematico, attraverso il software SoundPlan ver. 8.2 – 2022, in cui vengono inseriti tutti gli elementi che concorrono a determinare il clima acustico dell'area oggetto di studio.

Il primo passaggio per la definizione dello scenario di calcolo all'interno del modello previsionale è stato la ricostruzione dell'orografia dell'area di interesse, inserendo gli edifici e le strade locali.

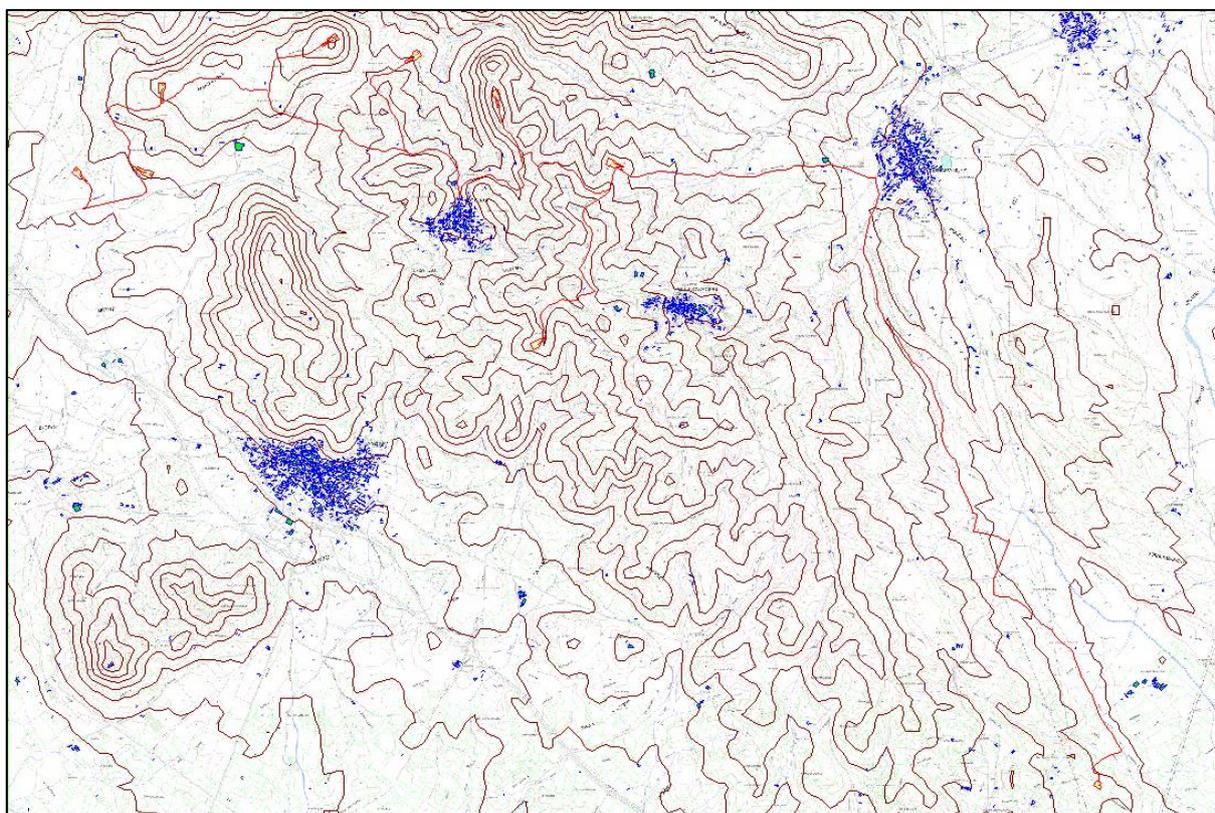


Figura 7-1: Inserimento degli edifici (in blu) e delle strade (in rosso) nel modello (vista planimetrica)

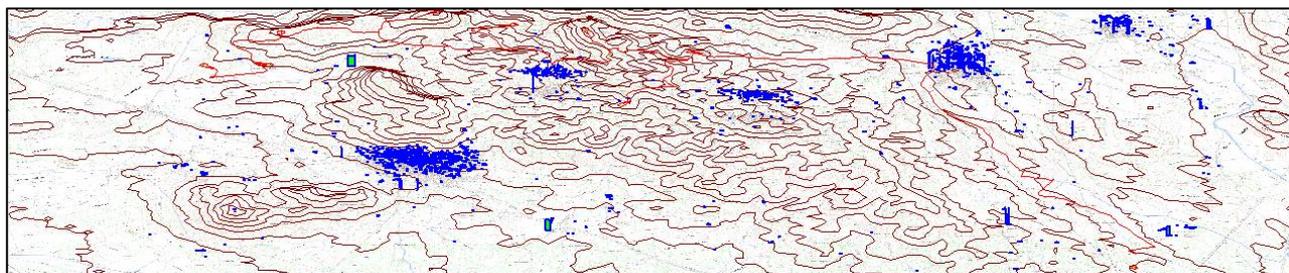


Figura 7-2: Inserimento degli edifici (in blu) e delle strade (in rosso) nel modello (vista 3D)

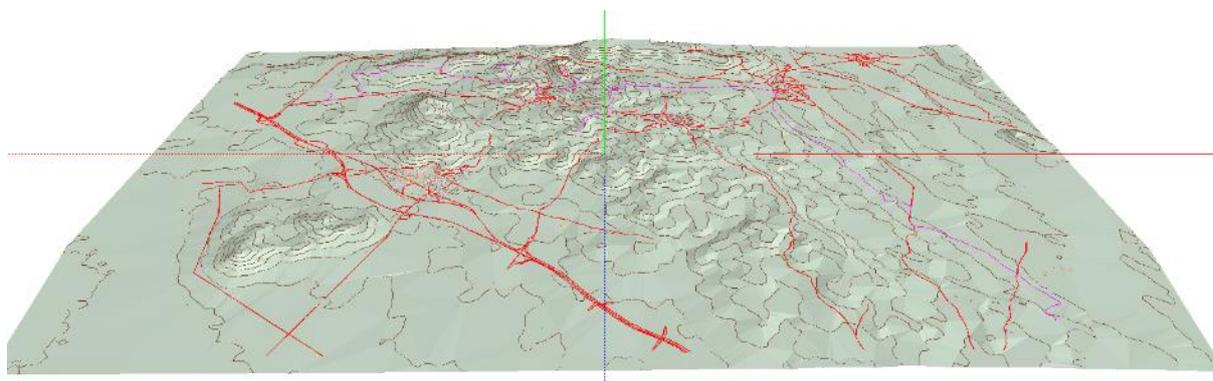


Figura 7-3: Inserimento degli edifici e delle strade nel modello (vista 3D)

Sulla base delle informazioni altimetriche raccolte nelle cartografie vettoriali dell'area, è stato ricreato il modello digitale del terreno (DGM) fino a una congrua distanza dal confine d'impianto in modo da comprendere le abitazioni limitrofe potenzialmente interessate dalle emissioni di rumore.

7.2 Inserimento delle sorgenti sonore

In una fase successiva sono state inserite le sorgenti sonore; la modalità d'inserimento di ogni sorgente di rumore all'interno del modello, ossia la scelta di utilizzare sorgenti di tipo puntiforme, lineare o aerale, è stata valutata singolarmente sulla base della posizione, dimensione e tipologia dell'apparecchiatura considerata.

Le sorgenti sonore considerate nei calcoli saranno le seguenti:

- Strade
- Mezzi di cantiere in base alle attività previste

7.3 Previsione dei livelli sonori nel territorio circostante

Nell'analizzare i valori di pressione sonora sul territorio, sono state considerate le immissioni esclusivamente nel periodo diurno, in quanto le attività di cantiere non si svolgeranno nel periodo notturno. Le mappe, per via delle riflessioni degli edifici, possono, apparentemente, discostarsi dai valori puntuali sui ricettori. I valori riportati nelle mappe sono stimati a 1,5 metri di altezza.

I ricettori considerati sono i medesimi della valutazione del parco eolico di progetto. Nei casi in esame i calcoli sono stati effettuati nella situazione in assenza di vento.

7.3.1 Risultati della simulazione modellistica – Rumore residuo

Al fine di valutare la situazione del clima acustico, abbiamo considerato come sorgenti acustiche tutte quelle insistenti sull'area, che sono in pratica le infrastrutture stradali. In allegato è possibile osservare la mappa relativa al rumore residuo.

Tabella 57: Livelli di rumore residuo

Ricettore	Leq Residuo Diurno (dBA)
RC01	34.5
RC02	34.5
RC03	34.7
RC04	51.2
RC05	35.2

7.3.2 Risultati della simulazione modellistica – Cantiere Fase 1

Al fine di valutare la situazione del clima acustico, abbiamo considerato come sorgenti acustiche tutte quelle insistenti sull'area, che sono in pratica le strade e i mezzi di cantiere impiegati per la fase 1. In allegato è possibile osservare la mappa relativa al rumore ambientale.

Tabella 58: Livelli di rumore ambientale – Cantiere Fase 1

Ricettore	Rumore Ambientale - Cantiere Fase 1 - Diurno (dBA)	Limite (dBA)
RC01	42.6	60
RC02	39.3	55
RC03	49.8	60
RC04	52.0	60
RC05	43.2	55

7.3.3 Risultati della simulazione modellistica – Cantiere Fase 2

Al fine di valutare la situazione del clima acustico, abbiamo considerato come sorgenti acustiche tutte quelle insistenti sull'area, che sono in pratica le strade e i mezzi di cantiere impiegati per la fase 2. In allegato è possibile osservare la mappa relativa al rumore ambientale.

Tabella 59: Livelli di rumore ambientale – Cantiere Fase 2

Ricettore	Rumore Ambientale - Cantiere Fase 2 - Diurno (dBA)	Limite (dBA)
RC01	35.8	60
RC02	35.2	55
RC03	49.4	60
RC04	51.9	60
RC05	41.2	55

7.3.4 Valutazione dei Risultati – Criterio differenziale attività di cantiere

Come per la fase di progetto qui di seguito verrà analizzato il rispetto del criterio differenziale, già descritto al capitolo 5.4.5.

Le tabelle relative alla valutazione del criterio differenziale nello stato di progetto sono riportate qui di seguito:

Cantiere Fase 1:

Tabella 60: Valutazione del criterio differenziale con vento a terra 0 m/s in ambito Diurno

Ricettore	Ambientale Fase 1 (dBA)	Residuo (dBA)	Limite (dBA)	Differenza (dBA)	Esito
RC01	42.6	34.5	5	NON APPLICABILE	
RC02	39.3	34.5	5	NON APPLICABILE	
RC03	49.8	34.7	5	NON APPLICABILE	
RC04	52.0	51.2	5	0.8	OK
RC05	43.2	35.2	5	NON APPLICABILE	

Cantiere Fase 2:

Tabella 61: Valutazione del criterio differenziale con vento a terra 0 m/s in ambito Notturno

Ricettore	Ambientale Fase 2 (dBA)	Residuo (dBA)	Limite (dBA)	Differenza (dBA)	Esito
RC01	35.8	34.5	5	NON APPLICABILE	
RC02	35.2	34.5	5	NON APPLICABILE	
RC03	49.4	34.7	5	NON APPLICABILE	
RC04	51.9	51.2	5	0.7	OK
RC05	41.2	35.2	5	NON APPLICABILE	

8 CONCLUSIONI

Dai dati ottenuti attraverso il modello acustico previsionale è possibile verificare la compatibilità del rumore emesso dall'impianto eolico di progetto con le attuali norme in materia.

- LIMITI DI EMISSIONE – ANALISI DELLA SITUAZIONE FUTURA.

I valori di Emissione possono essere confrontati con i limiti previsti dal DPCM 14/11/1997 e dai Piani di Classificazione Acustica comunali.

Su tutti i ricettori presenti nell'area tali limiti vengono ampiamente rispettati. Sia per la fase di progetto che per la fase di cantiere.

- LIMITI DI IMMISSIONE – ANALISI DELLA SITUAZIONE FUTURA.

I valori di Immissione possono essere confrontati con i limiti previsti dai Piani di zonizzazione e dal DPCM 1/3/1991.

Su tutti i ricettori presenti nell'area tali limiti vengono ampiamente rispettati, sia per la fase di progetto che per la fase di cantiere.

- LIMITI DI IMMISSIONE DIFFERENZIALI – ANALISI DELLA SITUAZIONE FUTURA.

Per quanto riguarda il periodo di riferimento diurno (06.00-22.00), non si sono rilevate criticità, in quanto, dai valori previsti, inferiori ai 50 dBA, tale Criterio non risulta applicabile, ad eccezione del ricettore RC04, per il quale la differenza è inferiore a 5 dB.

Anche per quanto riguarda il periodo di riferimento notturno (22.00-06.00), non si sono rilevate criticità, in quanto, dai valori previsti, inferiori ai 40 dBA, tale Criterio non risulta applicabile.

Il criterio differenziale sarà quindi pienamente rispettato, sia per la fase di progetto che per la fase di cantiere.

Opera 18-12-2023

Il Tecnico Competente in Acustica Responsabile

Marco Sergenti



Tecnico Competente in Acustica – Regione Lombardia – D.P.G.R. n° 556 del 10.02.1998

Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica n. 2172

Certificazione Esperto Acustica e Vibrazioni Livello 2 – ACCREDIA – CICPND n. A1-403/ASV/C



Certificazione Esperto Acustica e Vibrazioni Livello 2 – ACCREDIA – CICIPND n. A2-404/ASV/C

I Tecnici Competenti in Acustica

Lorenzo Magni

Tecnico Competente in Acustica – Regione Lombardia – D.P.G.R. n° 18366 del 16.12.2019

Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica n. 11326

Davide Irto

Tecnico Competente in Acustica – Regione Lombardia – D.P.G.R. n° 12177 del 13.12.2013

Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica n. 1847

9 ALLEGATI

Misure fonometriche effettuate

- COL-49.00 - Allegato 1_misure fonometriche

Mappe acustiche di rumore residuo, stato di progetto, stato di cantiere e di inquadramento generale

- COL-49.00 - Allegato 2_Cantiere
- COL-49.00 - Allegato 2_Inquadr.generale
- COL-49.00 - Allegato 2_Residuo
- COL-49.00 - Allegato 2_Stato di progetto

Certificati di Taratura delle catene strumentali

- COL-49.00 - Allegato 3 _Certif. Taratura

Note tecniche (Normativa, Intensimetria, Modelli, Incertezze associate)

- COL-49.00 - Allegato 4_Note tecniche