

Regione  
Calabria



Comune di  
Mesoraca



Committente:

**ESC WIND S.R.L.**  
Piazza Europa, 14  
87100 Cosenza - Italy  
P.IVA: 03884610787

Documento:

## PROGETTO DEFINITIVO

Titolo del Progetto:

## PARCO EOLICO "MESORACA"

Elaborato:

### Studio acustico

PROGETTO	DISCIPLINA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	SCALA
<b>E-MES</b>	<b>A</b>	-	<b>RE</b>	<b>9</b>	-

NOME FILE: **E\_MES\_A\_RE\_9\_Studio\_Acustico.pdf**

Progettazione:



Ing. Giacomo Pettinelli

Rev:	Prima Emissione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	APRILE 2024	PRIMA EMISSIONE	GEMSA PRO	GEMSA PRO	<b>ESC WIND S.R.L.</b>

## Indice

<b>1</b>	<b>Premessa .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Impostazione metodologica.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Quadro conoscitivo .....</b>	<b>6</b>
3.1	<i>Inquadramento normativo e definizione dei limiti acustici di riferimento .....</i>	<i>6</i>
3.2	<i>Descrizione del contesto territoriale.....</i>	<i>7</i>
3.3	<i>Individuazione dell'ambito di studio e censimento dei ricettori .....</i>	<i>10</i>
3.4	<i>Definizione delle attuali sorgenti acustiche sul territorio .....</i>	<i>12</i>
3.5	<i>Caratterizzazione del clima acustico attuale.....</i>	<i>13</i>
3.5.1	La campagna fonometrica eseguita per la caratterizzazione del rumore allo stato attuale	13
3.5.2	Interazione tra il rumore residuo allo stato attuale e la velocità del vento.....	21
<b>4</b>	<b>Clima acustico nella fase di esercizio.....</b>	<b>23</b>
4.1	<i>Le caratteristiche emissive degli aerogeneratori.....</i>	<i>23</i>
4.2	<i>La modellazione acustica.....</i>	<i>26</i>
4.2.1	Il software SoundPlan.....	26
4.2.2	Il metodo di calcolo ISO 9613-2 .....	27
4.2.3	Dati di input al modello.....	28
4.3	<i>Il rumore indotto dal funzionamento del campo eolico .....</i>	<i>28</i>
4.4	<i>La verifica della compatibilità acustica del campo eolico.....</i>	<i>29</i>
<b>5</b>	<b>Clima acustico nella fase di cantiere.....</b>	<b>31</b>
5.1	<i>Analisi delle potenziali interferenze acustiche indotte dal Cantiere Mobile .....</i>	<i>31</i>
5.1.1	Le attività di cantiere previste per la realizzazione del parco eolico .....	31
5.1.2	La modellazione acustica.....	33
5.1.3	Il rumore indotto dalle attività di cantiere .....	33
5.2	<i>Analisi delle potenziali interferenze acustiche indotte dal Cantiere Fisso.....</i>	<i>35</i>
5.2.1	Le attività di cantiere previste per la realizzazione del parco eolico .....	35
5.2.2	La modellazione acustica.....	36
5.2.3	Il rumore indotto dalle attività di cantiere .....	36
5.2.4	La verifica della compatibilità acustica delle attività di cantiere .....	37
<b>6</b>	<b>Conclusioni .....</b>	<b>38</b>
<b>7</b>	<b>Appendice A.....</b>	<b>40</b>
<b>8</b>	<b>Appendice B.....</b>	<b>42</b>

<b>9</b>	<b>Appendice C</b> .....	<b>44</b>
<b>10</b>	<b>Appendice D</b> .....	<b>50</b>
<b>11</b>	<b>Appendice E</b> .....	<b>52</b>

## 1 PREMESSA

Nei comuni di Mesoraca e Petilia Policastro (KR) è prevista la realizzazione di un campo eolico costituito da 14 aerogeneratori, di potenza nominale pari a 6,2 MW. L'impianto è localizzato nella parte centrale del comune di Mesoraca.

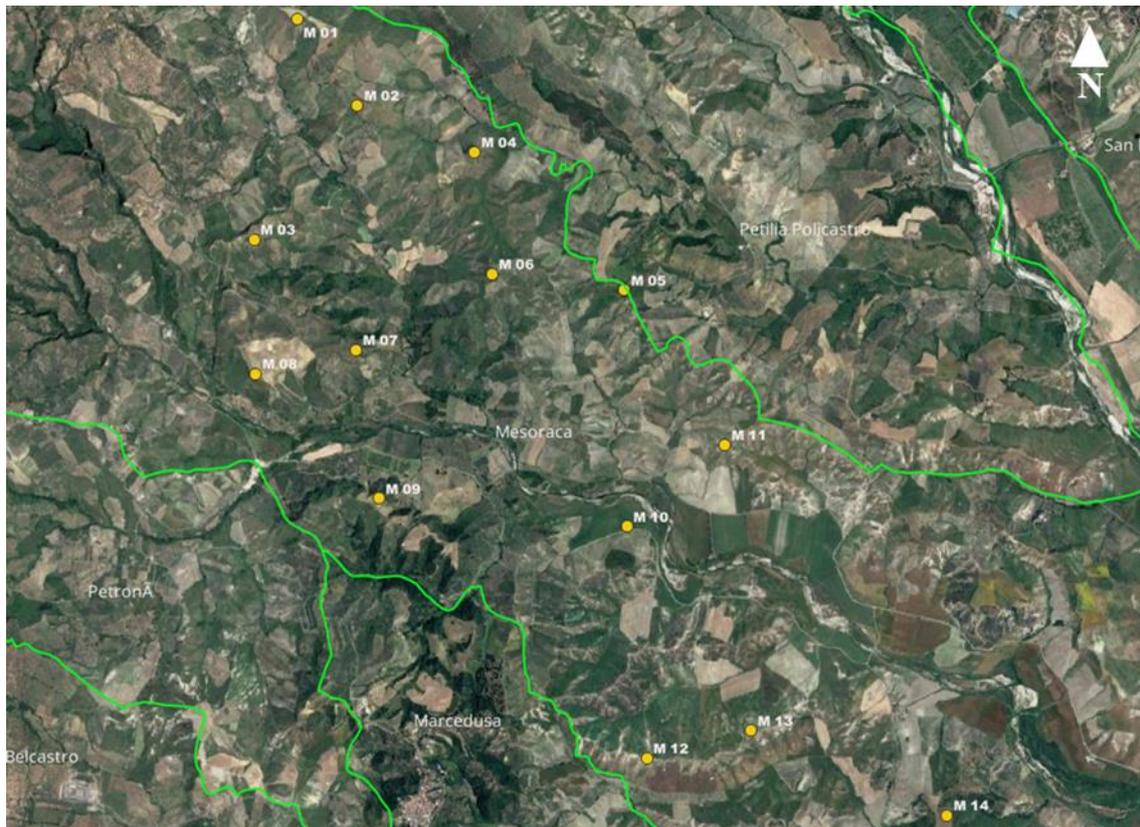


Figura 1-1 Localizzazione del campo eolico oggetto di studio

La seguente tabella geolocalizza e definisce le turbine la cui installazione è prevista per il campo eolico di progetto.

Turbina	Comune	Coordinate UTM		Altitudine [m]
		Long. E [m]	Lat. N [m]	
M01	Mesoraca	657932,926	4327645,319	247
M02	Mesoraca	658433,421	4326947,456	212
M03	Mesoraca	657620,515	4325882,245	272
M04	Mesoraca	659366,27	4326556,822	170
M05	Petilia Policastro	660540,672	4325488,436	206
M06	Mesoraca	659492,442	4325621,051	208
M07	Mesoraca	658407,772	4324993,937	185
M08	Mesoraca	657599,296	4324864,434	211
M09	Mesoraca	658607,11	4323831,942	245
M10	Mesoraca	660557,518	4323609,027	76
M11	Mesoraca	661326,289	4324258,447	130
M12	Mesoraca	660715,514	4321776,029	151
M13	Mesoraca	661533,057	4321994,073	142
M14	Mesoraca	663079,609	4321320,506	145

Tabella 1-1 Coordinate geografiche puntuali turbine d'impianto

La tipologia di macchina impiegata è di tipo ad asse orizzontale in cui il sostegno, ovvero una torre tubolare con altezza pari a 125 m, porta alla sua sommità la navicella, al cui lato esterno è collegata un rotore di diametro di 162 m.

## 2 IMPOSTAZIONE METODOLOGICA

Lo studio acustico ha tenuto conto di tutti gli aspetti connessi necessari alla valutazione della possibile interferenza indotta dal funzionamento degli aerogeneratori previsti e dalle relative attività di cantiere connesse alla loro realizzazione.

Per quanto riguarda la definizione del quadro conoscitivo, oltre ad individuare i limiti normativi territoriali sulla scorta della normativa nazionale, regionale e comunale di riferimento, è stata predisposta una analisi territoriale per l'individuazione dei potenziali ricettori. A riguardo, in accordo con la UNI/TS 11143-7:2013 "acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 7: Rumore degli aerogeneratori", per ciascun aerogeneratore è stata individuata un'area di potenziale disturbo definita da una circonferenza con raggio pari a 1000 m. L'involuppo di tutte le aree dei 14 aerogeneratori in progetto ha definito l'ambito di studio, all'interno del quale sono stati censiti tutti gli edifici e individuati in particolare quelli a destinazione residenziale.

Per la verifica delle potenziali interferenze sul clima acustico attuale indotte dagli aerogeneratori sia nella condizione di funzionamento che temporanea di realizzazione degli stessi, è stato predisposto uno studio modellistico previsionale mediante il software SoundPlan con l'obiettivo di determinare le diverse mappature acustiche al suolo e i livelli puntuali in corrispondenza degli edifici residenziali posti all'interno dell'ambito di studio sia per il periodo diurno (6.00-22.00) che in quello notturno (22.00-6.00). In entrambi i casi la metodologia assunta si basa sulla teoria del "worst case scenario", ovvero quello di massimo disturbo, in modo che verificato che questo risulti acusticamente compatibile sul territorio ne consegue come tutti gli altri di minor interferenza sono conseguentemente verificati.

Per quanto riguarda il funzionamento di una pala eolica, questa dipende sia dall'intensità del vento che dalla durata dello stesso durante l'arco della giornata. Il "worst case scenario" è quindi definito considerando il funzionamento di ciascuna pala nelle condizioni di massima emissione acustica ( $L_w$  107,6 dB(A) o con sistema TES 104,8 dB(A)), secondo la configurazione di progetto, in maniera continua e costante sia nel periodo diurno (6.00-22.00) che notturno (22.00-6.00).

Analogamente per la fase di corso d'opera è stata considerata una condizione di cantiere di massima emissione sulla scorta della tipologia di lavorazioni, del cronoprogramma delle attività e della tipologia e numero di mezzi operativi. Stante la temporaneità delle attività e la diversa localizzazione delle stesse in virtù della posizione dei 14 aerogeneratori, le analisi previsionali di verifica sono state eseguite considerando le posizioni dei mezzi di cantiere più vicine ai ricettori residenziali e lavorativi all'interno dell'ambito di studio.

I risultati ottenuti dalle suddette modellazioni acustiche sono stati quindi utilizzati per la verifica dei valori limite territoriali in corrispondenza dei ricettori in termini di livelli di immissione assoluta così come previsto dal quadro normativo nazionale, regionale e comunale di riferimento in materia di inquinamento acustico.

### 3 QUADRO CONOSCITIVO

#### 3.1 Inquadramento normativo e definizione dei limiti acustici di riferimento

La Commissione Centrale Tecnica dell'UNI il 28 gennaio 2013 ha approvato la UNI/TS 11143-7:2013, la quale è stata elaborata per supportare, dal punto di vista metodologico, i diversi tipi di iter autorizzativo per la realizzazione o la modifica di un parco eolico, in conformità alla legislazione nazionale vigente. Essa descrive una metodologia per la stima dell'impatto acustico e del clima acustico, allo scopo di definire un percorso chiaro per i progettisti, i consulenti e per gli enti pubblici competenti. In particolare, la presente specifica tecnica si applica a singoli aerogeneratori, aventi potenza elettrica pari ad almeno 500 kW (come nel caso in esame), e a parchi eolici destinati allo sfruttamento industriale dell'energia del vento. Essa descrive i metodi per la caratterizzazione sperimentale del clima acustico presso i ricettori collocati nell'area di influenza e per la valutazione previsionale dell'impatto acustico.

Si specifica che la UNI/TS 11143-7:2013 non si applica alle sorgenti sonore e alle attività che, pur contemplate nella valutazione dell'impatto acustico di un parco eolico, non sono legate alla fase di esercizio, come, per esempio, le attività di costruzione. Inoltre, non riguarda il calcolo del livello di potenza sonora degli aerogeneratori, per il quale è opportuno applicare la norma CEI EN 61400-11, insieme alla UNI ISO 9613-1 "Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Parte 1: Calcolo dell'assorbimento atmosferico".

La Legge Quadro n.447 del 1995, recentemente modificata dal D.Lgs. 42/2017, costituisce il riferimento normativo cardine in materia di inquinamento acustico ambientale. Nello specifico per l'individuazione dei valori limite di riferimento sul territorio per le diverse sorgenti acustiche demanda ai Comuni la determinazione delle classi acustiche e dei relativi livelli limite in termini di emissione e immissione secondo i criteri dettati dalle normative regionali in armonia con il DPCM 14.11.1997.

Nel caso di comuni che non hanno ancora individuato la suddivisione in classi acustiche del proprio territorio di competenza, come nel caso specifico, si fa riferimento a quanto previsto all'art. 6 del DPCM 1° marzo 1991 nel quale vengono individuati dei limiti di accettabilità su tutto il territorio nazionale per le sorgenti sonore fisse (cfr. Tabella 3-1).

Zone	Limite diurno Leq(A)	Limite notturno Leq(A)
<b>Tutto il territorio nazionale</b>	70	60
<b>Zona A (*)</b>	65	55
<b>Zona B (*)</b>	60	50
<b>Zona esclusivamente industriale</b>	70	70
(*) Zone di cui all'art.2 del decreto ministeriale n 1444 del 2/04/1968		

Tabella 3-1 Limiti di accettabilità previsti dall'art. 6 del DPCM 1 marzo 1991

L'art.2 del decreto ministeriale n 1444 del 2/04/1968 definisce:

- Zona A: le parti del territorio interessate da agglomerati urbani che rivestano carattere storico, artistico e di particolare pregio ambientale o da porzioni di essi, comprese le aree circostanti, che possono considerarsi parte integrante, per tali caratteristiche, degli agglomerati stessi;
- Zona B: le parti del territorio totalmente o parzialmente edificate, diverse dalle zone A: si considerano parzialmente edificate le zone in cui la superficie coperta degli edifici esistenti non sia inferiore al 12,5% (un ottavo) della superficie fondiaria della zona e nelle quali la densità territoriale sia superiore ad 1,5 mc/mq;

In particolare, l'area oggetto di studio non possiede requisiti tali da ricadere nella casistica delle zone classificate di tipo "A" o "B" della precedente tabella, né tantomeno di tipo esclusivamente industriale, in quanto quest'ultimo tipo di sorgenti sono poste a buona distanza dalla porzione di territorio indagata (cfr. paragrafo 3.4). Ne consegue pertanto come i valori di riferimento in  $Leq(A)$  assunti nel presente studio risultino essere pari a 70 dB(A) nel periodo diurno (6:00-22:00) e 60 dB(A) in quello notturno (22:00-6:00).

Quanto detto fa riferimento alle sorgenti acustiche fisse, ovvero quindi agli aerogeneratori. Per quanto riguarda le attività di cantiere, queste si inquadrano come sorgenti acustiche temporanee soggette, proprio per la temporaneità del loro svolgimento, a possibili deroghe ai limiti di rumorosità da parte del comune competente. In tal senso le Linee guida regionali disciplinano le attività di cantiere stabilendo orari di lavoro (7:00-12:00 e 15:00-19:00), limiti di riferimento (70 dB(A) all'interno delle abitazioni), e le modalità di richiesta della deroga a seconda della complessità del caso.

### **3.2 Descrizione del contesto territoriale**

Il comune di Mesoraca si trova nella provincia di Crotona in Calabria. Il comune si estende per 94,79 km<sup>2</sup> e ha una densità abitativa di 60,91 abitanti/km<sup>2</sup>. Il territorio comunale è formato da due parti, la prima nella parte bassa formata da un terreno pianeggiante e collinare che arriva ad una quota massima di 200m s.l.m. e la seconda parte che è formata da elevazioni dai 400m s.l.m. fino a quasi 1765m s.l.m.

Il comune di Petilia Policastro si trova nella provincia di Crotona in Calabria. Il comune si estende per 98,35 km<sup>2</sup> e ha una densità abitativa di 87,06 abitanti/km<sup>2</sup>. Il territorio comunale è quasi del tutto montano, dominato dal monte Gariglione. Il nucleo urbano principale è collocato nell'alto bacino del fiume Tacina, su un contrafforte roccioso del versante orientale del monte Petto di Mandra (m 1681 s.l.m.), tra i maggiori rilievi della Sila Piccola.



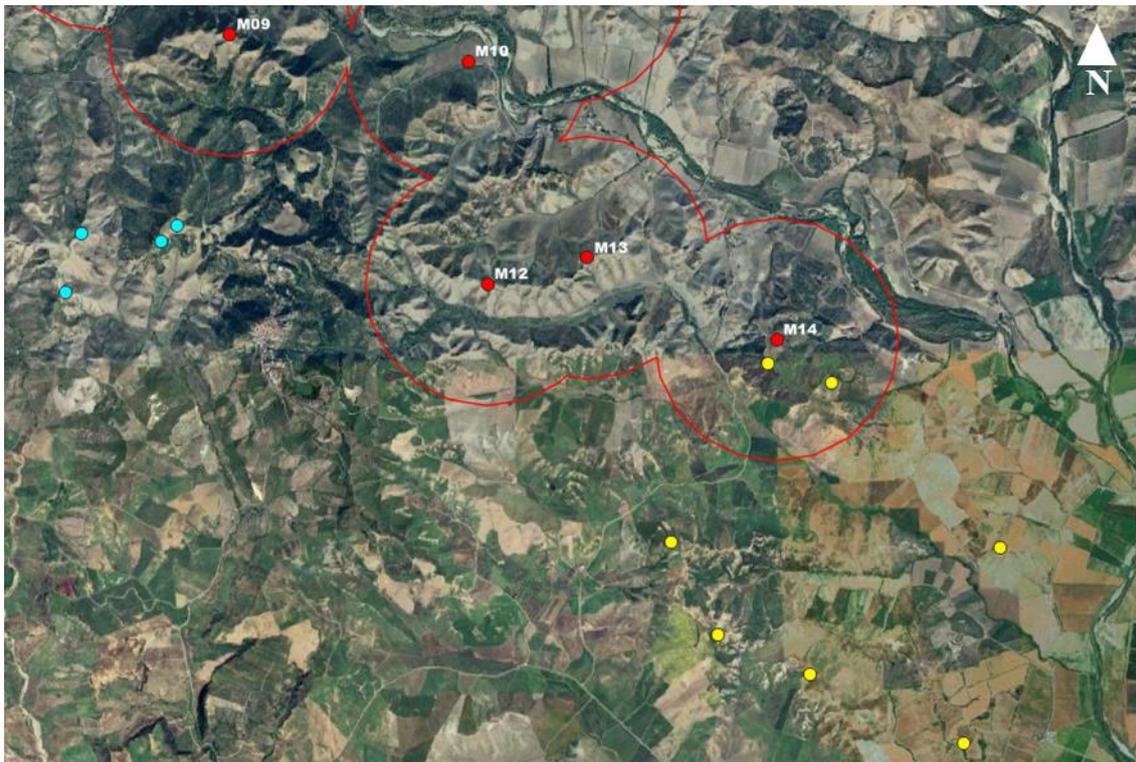
Figura 3-1 Contesto territoriale in cui si prevede l'inserimento del campo eolico

Nello specifico, il contesto in cui il progetto si inserisce è delimitato:

- a Nord-Ovest dal centro abitato di Mesoraca;
- a Nord dal centro abitato di Petilia Policastro;
- a Sud dal centro abitato di Marcedusa.

Dalle indagini effettuate, la presenza antropica in questa porzione di territorio è molto ridotta se non per la presenza di alcuni agglomerati urbani posti, comunque, a distanza notevole dal campo eolico di progetto.

Nella successiva immagine sono riportate, rispetto all'ambito di studio del campo eolico di progetto, la localizzazione del campo eolico già presente nel comune di Petronà e del campo eolico in fase di autorizzazione situato nei comuni di Mesoraca e Marcedusa.



- Aerogeneratori già presenti nel comune di Petronà
- Aerogeneratori in autorizzazione nei comuni di Mesoraca e Marcedusa

*Figura 3-2 Localizzazione campo eolico esistente e campo eolico in autorizzazione*

Il campo eolico presente nel comune di Petronà è costituito da 4 aerogeneratori, mentre quello in autorizzazione è formato da 7 aerogeneratori che successivamente andremo ad aggiungere al rumore indotto dal campo eolico di progetto. Gli aerogeneratori hanno una potenza di 105dB(A), altezza del mozzo pari a 135m, altezza totale 220m e diametro del rotore 170m.

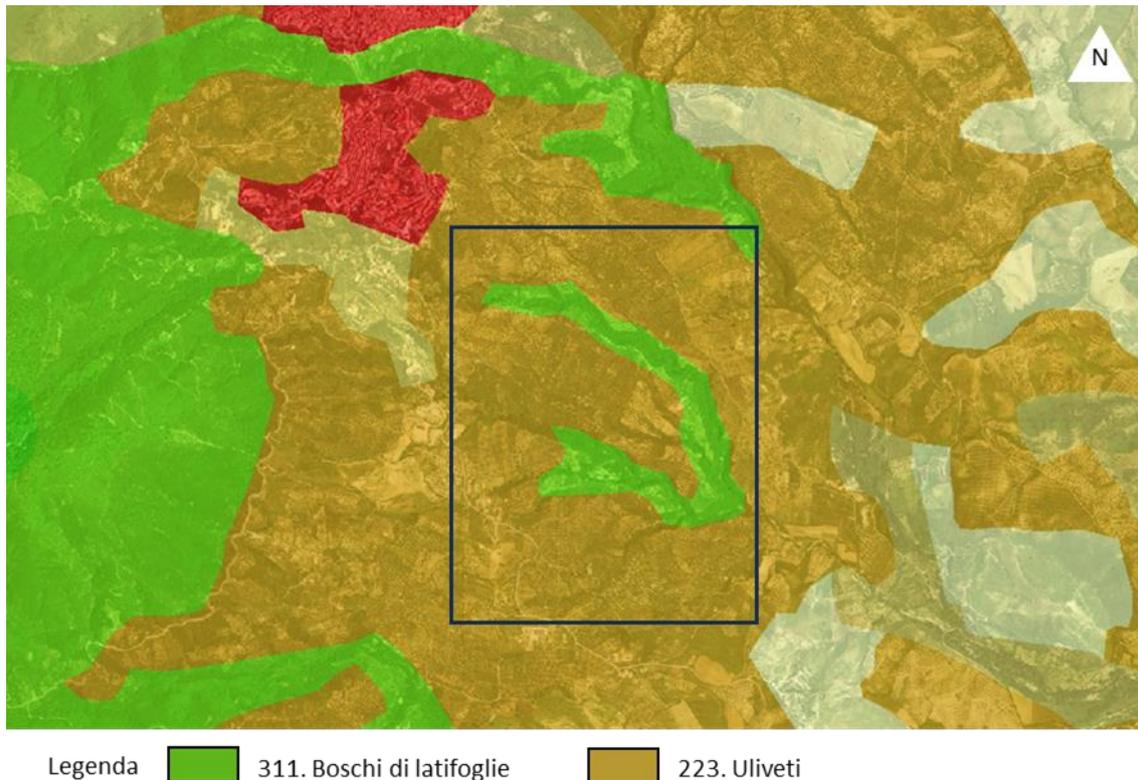


Figura 3-3 Inquadramento area di intervento su Carta uso suolo Corine Land Cover, fonte: Geo portale Nazionale

In generale, l'area interessata dalla realizzazione del parco eolico è omogenea per conformazione e caratteristiche meteorologiche in quanto tutto l'ambito di studio ricade su territori collinari con elevazione compresa tra i 50 m e 230 m s.l.m.

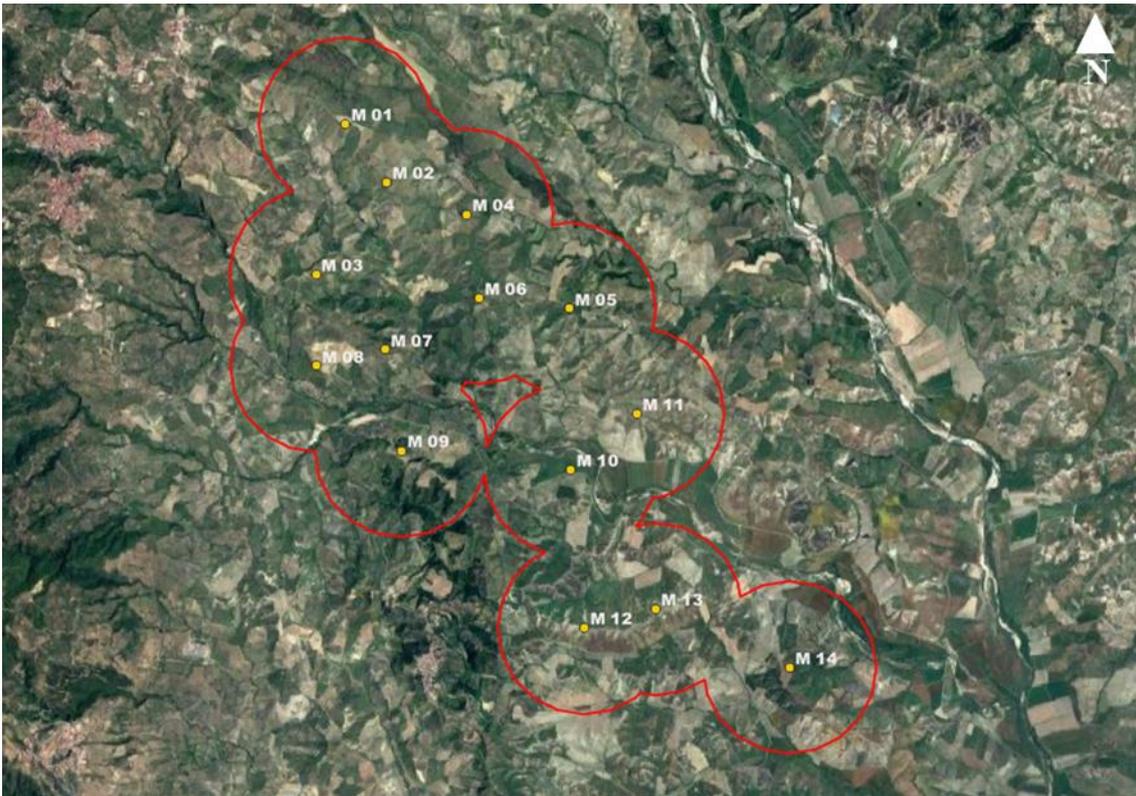
### **3.3 Individuazione dell'ambito di studio e censimento dei ricettori**

Come ambito di studio si intende la porzione di territorio che si ritiene potenzialmente interferita dalle opere in progetto nelle loro modalità di funzionamento e realizzazione. Appare evidente come, pertanto, la definizione di tale area sia correlata alla tipologia di sorgente acustica oggetto di studio.

Da un punto di vista acustico un aerogeneratore è una sorgente sonora caratterizzata da una emissione principalmente concentrata alle basse frequenze e quindi potenzialmente percepibile anche ad elevate distanze dalla pala stessa in virtù della maggior lunghezza d'onda che caratterizza una bassa frequenza rispetto ad una alta. In accordo con quanto descritto dalla UNI/TS 11143-7:2013 "Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 7: Rumore degli aerogeneratori", al fine di tener conto di questo fenomeno, per ciascun aerogeneratore

è stata definita un'area di potenziale interferenza acustica delimitata da una circonferenza di centro il singolo aerogeneratore e raggio pari a 1000 m.

L'ambito di studio complessivo del parco eolico in studio è definito dall'involuppo delle 14 singole aree, ciascuna definita per ogni aerogeneratore secondo il suddetto criterio.



*Figura 3-4 Ambito di studio (in rosso) e turbine di progetto*

Prendendo dunque l'area definita in Figura 3-4 come riferimento per le successive analisi acustiche, è stato effettuato un censimento degli edifici individuando la destinazione d'uso con particolare attenzione a quella residenziale in quanto certamente oggetto di un potenziale maggior disturbo vista l'operatività del parco eolico in continuo, e quindi anche nel periodo notturno più sensibile.

Complessivamente sono stati censiti 203 ricettori di cui: 19 di tipo residenziale, 1 commerciale, 1 industriale ed il restante ruderi, box o depositi agricoli classificati come 'Altri ricettori'. Gli edifici censiti sono poi stati codificati negli elaborati grafici con il codice Rxxx.

L'approccio precedentemente descritto ha consentito di calcolare la mappa di rumore della zona di indagine oltreché stimare i valori puntuali in dB(A) del rumore prodotto dal campo eolico per tutti i ricettori residenziali ricadenti all'interno dell'ambito di studio,

soggetti ai potenziali effetti acustici indotti. Successivamente si è potuta verificare la conformità di quest'ultimi rispetto ai limiti di riferimento nazionali pari a 70 e 60 dB(A) rispettivamente in periodo diurno (6.00-22.00) e notturno (22.00-6.00).

In Appendice C vengono riportati i codici identificativi, l'uso in atto, i riferimenti geografici e la distanza dall'aerogeneratore di progetto più vicino dei ricettori individuati. Le celle evidenziate rappresentano i ricettori per i quali, in linea con la normativa nazionale di riferimento, è stato eseguito il calcolo dei livelli acustici in facciata poiché a destinazione d'uso residenziale.

### ***3.4 Definizione delle attuali sorgenti acustiche sul territorio***

Al fine di escludere potenziali effetti acustici cumulativi causati dalla sovrapposizione delle sorgenti (attuali e di progetto), è stata svolta un'analisi di definizione delle sorgenti attualmente presenti sul territorio, sia nelle prossimità che all'interno dell'ambito di studio precedentemente definito.

Per quanto riguarda le infrastrutture viarie, all'interno dell'ambito di studio non si segnala la presenza di strade e linee ferroviarie.

La Figura 3-5 Figura 3-5 descrive dal punto di vista grafico le considerazioni appena menzionate.



Figura 3-5 Sorgenti stradali più vicine agli aerogeneratori di progetto.

### **3.5 Caratterizzazione del clima acustico attuale**

#### **3.5.1 La campagna fonometrica eseguita per la caratterizzazione del rumore allo stato attuale**

Per la caratterizzazione del clima acustico allo stato attuale è stata effettuata una campagna fonometrica per il rilevamento dell'attuale rumore ambientale del territorio. Nello specifico sono state considerate quattro postazioni differenti per le quali sono state eseguite campionamenti di breve durata durante sia il periodo diurno che notturno.

Le misure sono state eseguite secondo le modalità previste dal DM 16.03.1998, ovvero con fonometri di classe I con certificato di taratura valido, calibrazione ante e post misura e in assenza di pioggia e nebbia. Per quanto riguarda le condizioni di vento, seppur il DM indica un valore massimo di 5 m/s, nel caso specifico le misure sono finalizzate alla determinazione del rumore di fondo attuale e della sua variabilità con il vento.

Nello specifico la strumentazione utilizzata è stata:

- Fonometro integratore e analizzatore in frequenza 01dB Fusion s/n 11449 con certificato di taratura del produttore 01dB emesso in data 18 dicembre 2023 (vedi appendice B);

- Calibratore del livello sonoro 01dB Cal01 s/n 86764 con certificato di taratura emesso dal produttore 01dB il 9 febbraio 2023 (vedi appendice B);
- Treppiedi ed accessori di completamento;
- Sistema di analisi con software 01dB dBTrait.

Le misure sono state eseguite i giorni 6 e 7 febbraio 2024 nelle quattro postazioni individuate in figura seguente RUM\_01, RUM\_02, RUM\_03 e RUM\_04. Per ciascun punto è stato effettuato un campionamento di breve durata del livello acustico equivalente con tempo di integrazione pari a 100 ms, articolato in 1 misure nel periodo diurno e 1 in quello notturno. Questo ha permesso di stabilire i valori in  $Leq(A)$  rappresentativi del rumore ambientale allo stato attuale e, quindi, l'entità del rumore residuo da considerare nelle analisi previsionali per la verifica del criterio differenziale.

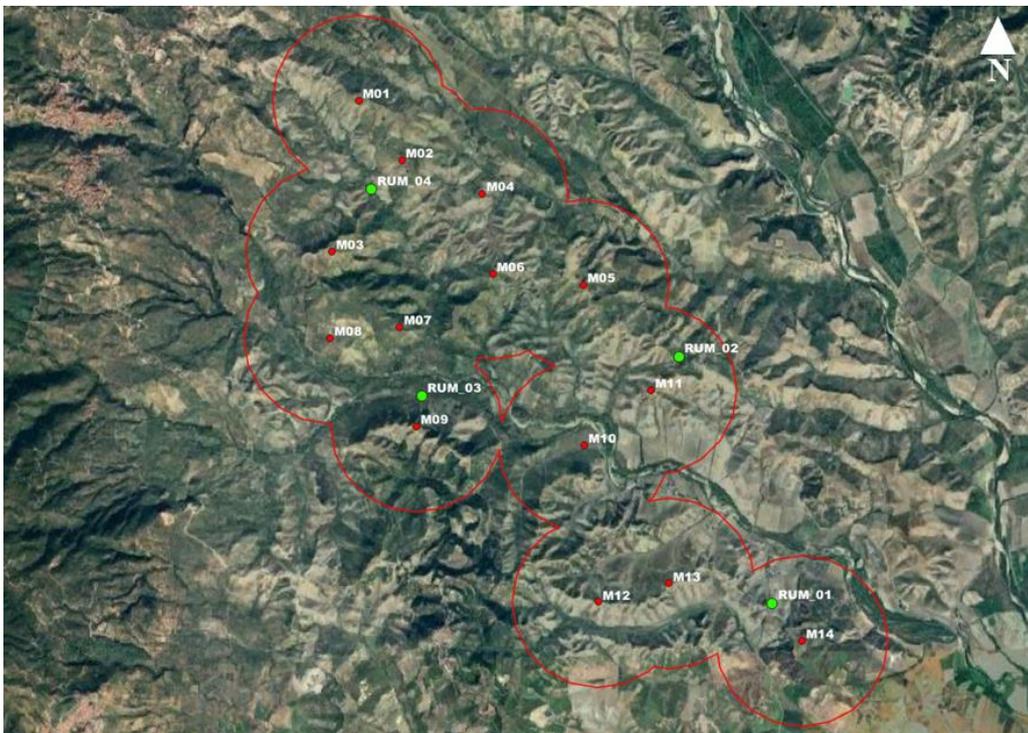


Figura 3-6 Localizzazione dei punti di misura RUM\_01, RUM\_02, RUM\_03 e RUM\_04 rispetto al campo eolico di progetto

**RUM\_01****RUM\_02****RUM\_03****RUM\_04**

*Figura 3-7 Posizione dei fonometri nelle quattro postazioni di misura RUM\_01, RUM\_02, RUM\_03 e RUM\_04*

Tutti i punti sono localizzati in un contesto territoriale simile poco antropizzato e prettamente rurale/agricolo.

Oltre alla caratterizzazione dello stato dei luoghi, le misure hanno come obiettivo quello di definire i valori di  $L_{eq}(A)$  nel periodo diurno e notturno rappresentativi del territorio interferito dalle opere in progetto per la verifica della compatibilità acustica del parco eolico attraverso la verifica dei valori di immissione assoluta e differenziale.

Tuttavia, come maggiormente dettagliato nei paragrafi successivi, il vento è il principale elemento esterno che condiziona sia la potenza sonora emissiva della turbina eolica e, quindi, il rumore indotto al terreno, sia il rumore naturale di fondo, ovvero il rumore residuo nella fase post operam.

Attraverso l'interpolazione dei dati acustici, come dettagliato nel paragrafo successivo si è determinata la funzione di correlazione tra velocità del vento e livello acustico del fondo naturale del territorio.

Di seguito si riportano i valori acustici rilevati per ciascuna misura rispetto al valore medio del periodo di misura del  $Leq(A)$ , del valore massimo e minimo ( $L_{max}$  e  $L_{min}$ ) e dei valori percentili.

<b>Punto di misura: RUM_01</b>									
Misura	Orario	Leq	Lmin	Lmax	L99	L95	L90	L50	L10
1	19:39-20:09	38,7	18,1	77,2	18,5	18,8	19	20,7	25,3
2	02:50-03:20	31,4	20,2	68,7	20,7	21,2	21,5	23,9	29

Tabella 3-2 Livelli acustici rilevati per il punto RUM\_01 nelle 2 misure eseguite

<b>Punto di misura: RUM_02</b>									
Misura	Orario	Leq	Lmin	Lmax	L99	L95	L90	L50	L10
1	18:54-19:24	35,2	18,2	72,2	18,5	18,8	18,9	20,8	26,8
2	01:57-02:27	30,1	26,5	49,1	27,3	27,8	28,1	29,2	31,3

Tabella 3-3 Livelli acustici rilevati per il punto RUM\_02 nelle 2 misure eseguite

<b>Punto di misura: RUM_03</b>									
Misura	Orario	Leq	Lmin	Lmax	L99	L95	L90	L50	L10
1	18:04-18:34	43,4	38,1	69,5	38,8	39,2	39,4	40,4	43,4
2	00:49-01:19	37,2	30,9	72,7	31,7	32,3	32,6	34,6	36,9

Tabella 3-4 Livelli acustici rilevati per il punto RUM\_03 nelle 2 misure eseguite

<b>Punto di misura: RUM_04</b>									
Misura	Orario	Leq	Lmin	Lmax	L99	L95	L90	L50	L10
1	16:15-16:45	41	21,8	76,1	23,4	24,2	24,9	30,4	38,3
2	23:55-00:25	39,2	20	69,7	21,1	21,6	22	24,7	39,2

Tabella 3-5 Livelli acustici rilevati per il punto RUM\_04 nelle 2 misure eseguite

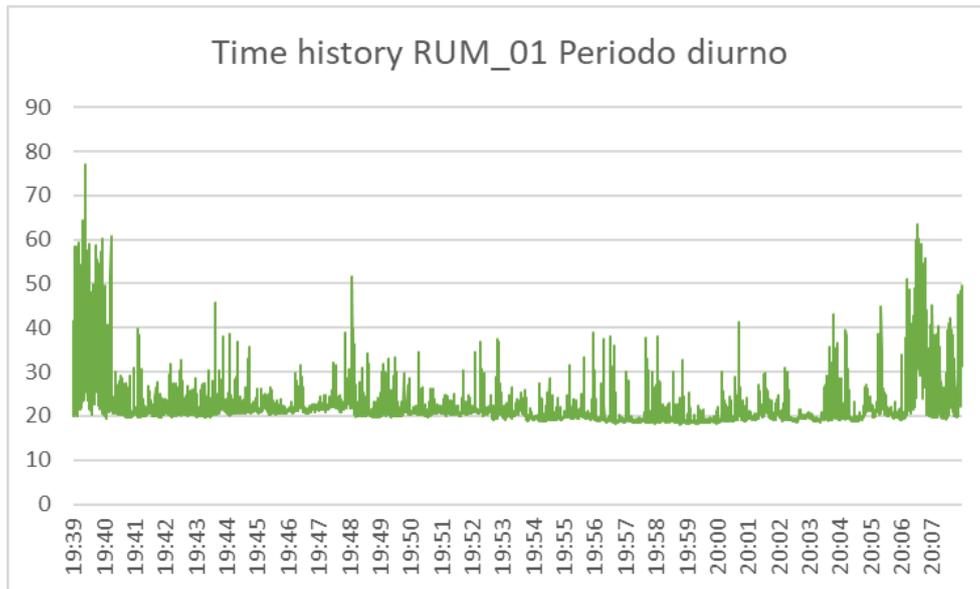


Figura 3-8 Punto di misura RUM\_01: misura 1 (periodo diurno)

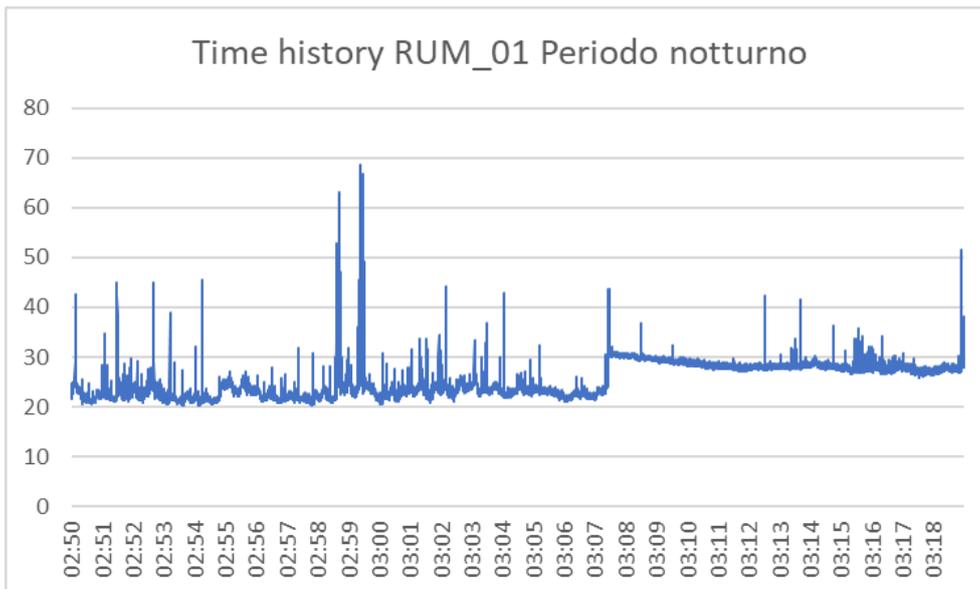


Figura 3-9 Punto di misura RUM\_01: misura 2 (periodo notturno)

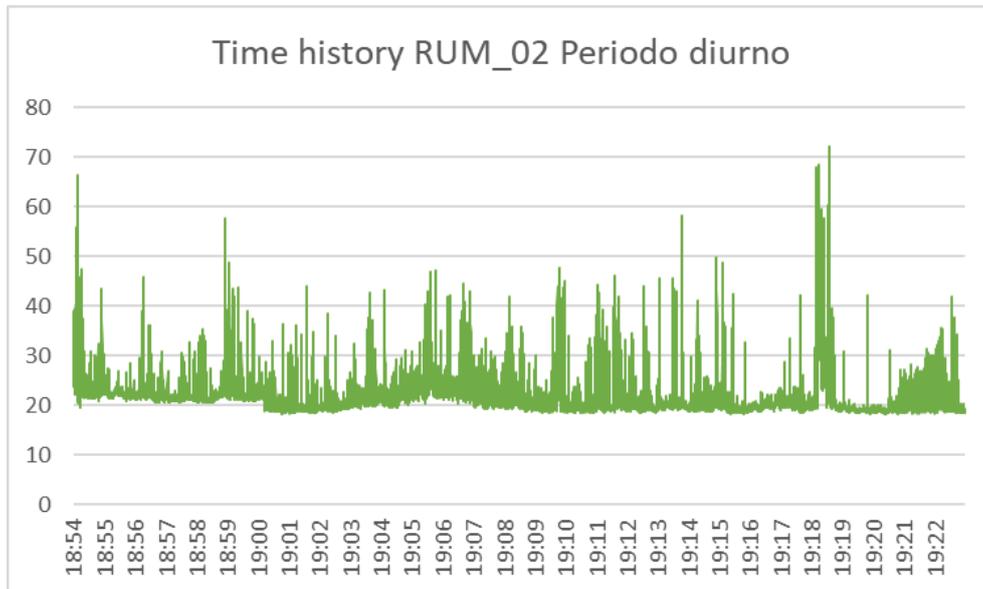


Figura 3-10 Punto di misura RUM\_02: misura 1 (periodo diurno)

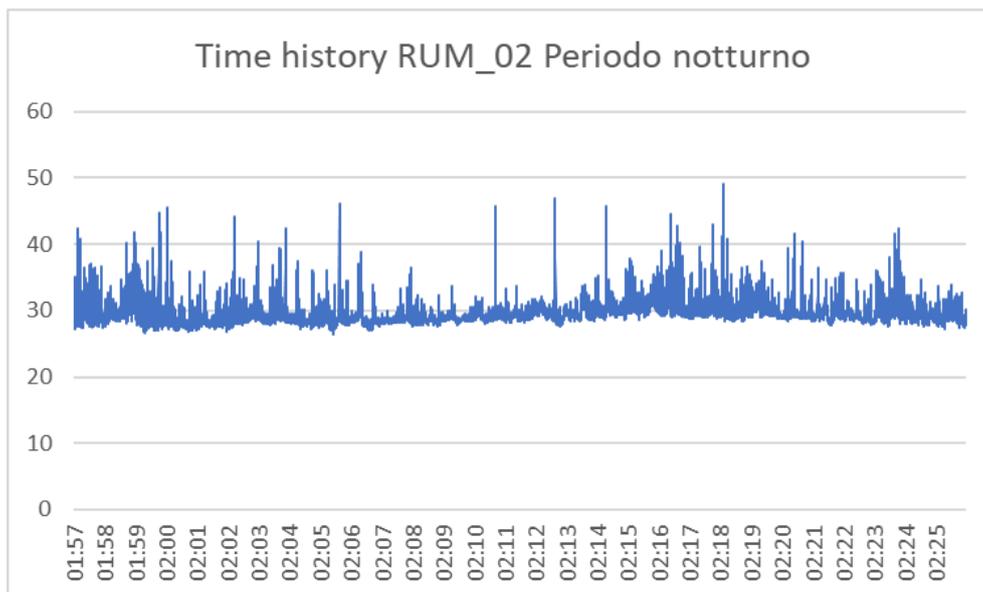


Figura 3-11 Punto di misura RUM\_02: misura 2 (periodo notturno)

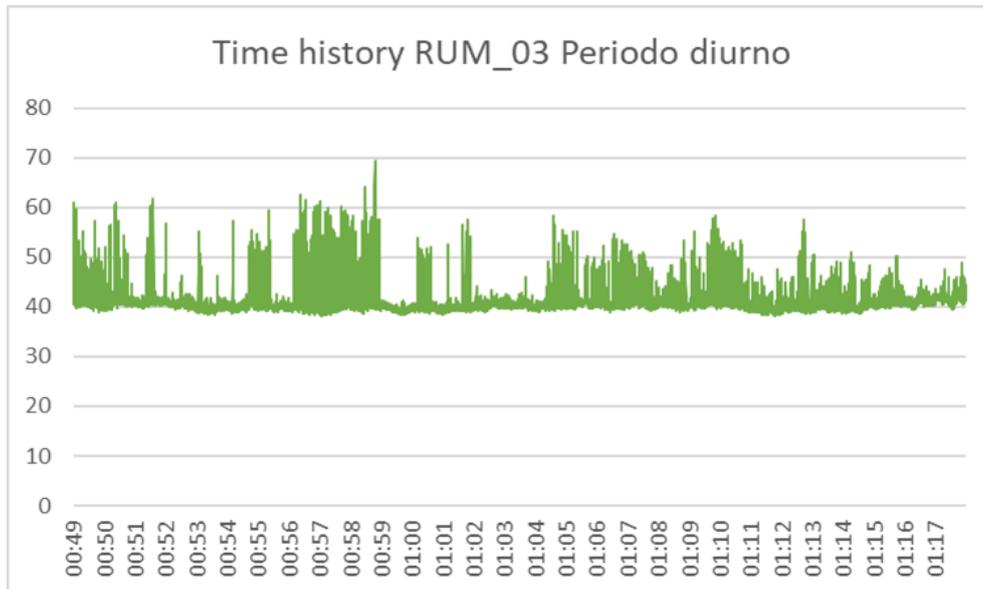


Figura 3-12 Punto di misura RUM\_03: misura 1 (periodo diurno)

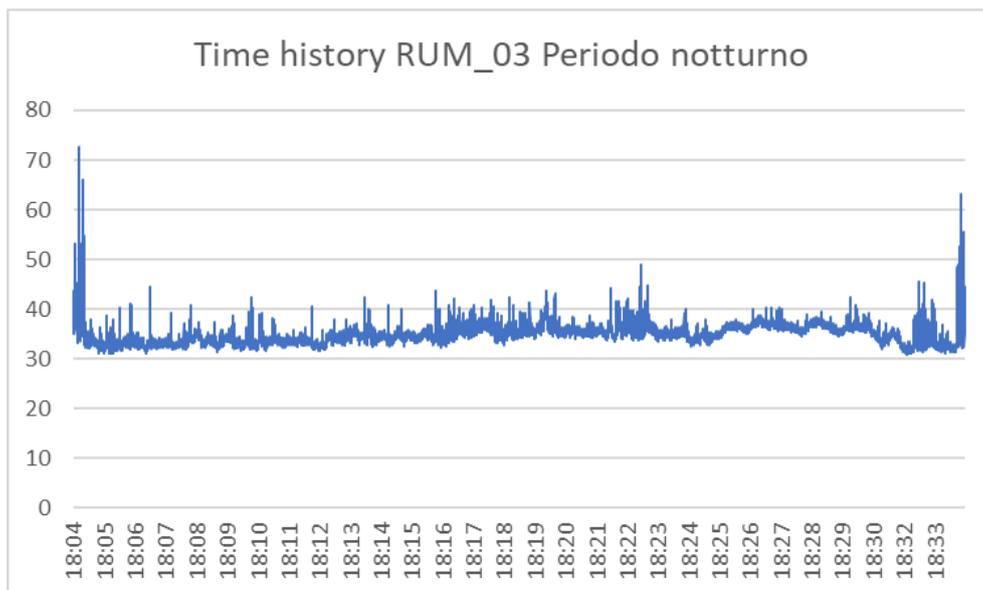


Figura 3-13 Punto di misura RUM\_03: misura 2 (periodo notturno)

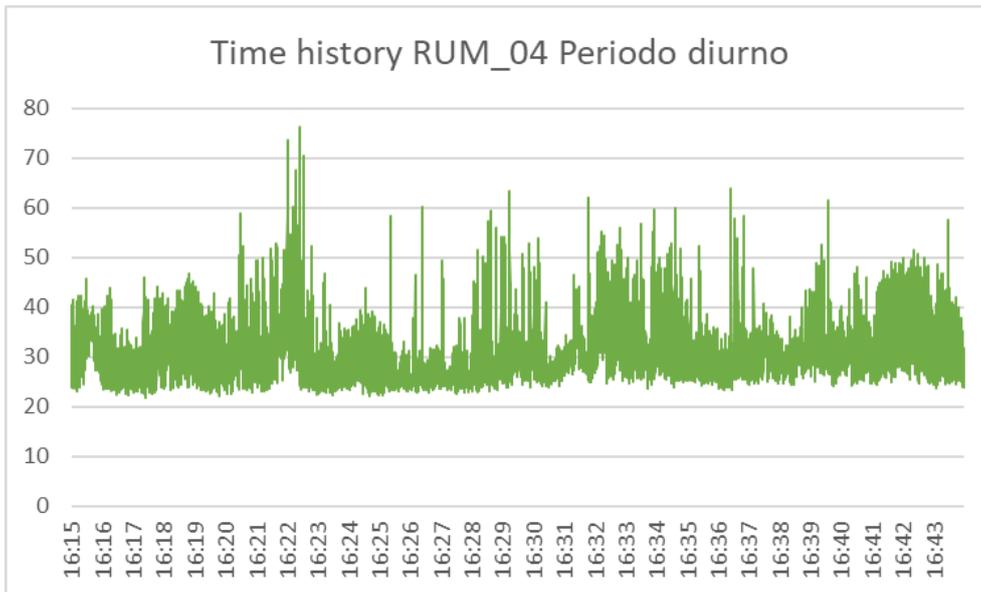


Figura 3-14 Punto di misura RUM\_04: misura 1 (periodo diurno)

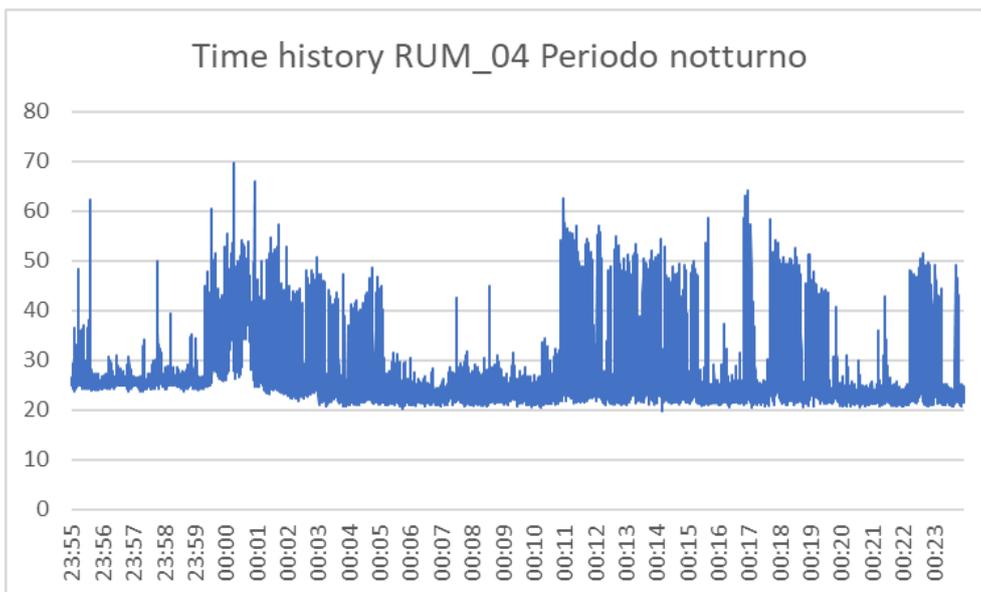


Figura 3-15 Punto di misura RUM\_04: misura 2 (periodo notturno)

In sintesi, i valori determinati sulla base dei campionamenti fonometrici eseguiti hanno evidenziato la seguente condizione sul territorio.

Punto di misura	Periodo diurno	Periodo notturno
RUM_01	38,7	31,4
RUM_02	35,2	30,1
RUM_03	43,4	37,2
RUM_04	41	39,2

Tabella 3-6 Sintesi dei valori in Leq(A) rilevati nei quattro punti nel periodo diurno e notturno

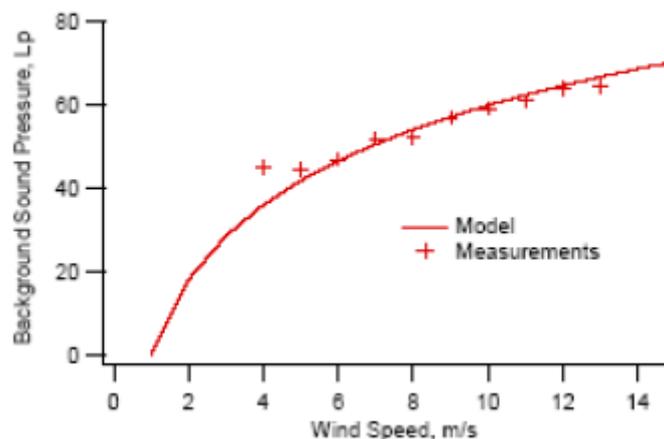
### 3.5.2 Interazione tra il rumore residuo allo stato attuale e la velocità del vento

Il rumore residuo è come definito dalla normativa il contributo acustico indotto da tutte le sorgenti sonore presenti nel territorio ad eccezione di quella oggetto di studio e verifica. Nel caso in studio, essendo il parco eolico di nuova realizzazione, risulta evidente come il rumore residuo sia di fatto quello determinato mediante i suddetti rilievi fonometrici.

In linea generale il rumore residuo è indotto sia da fonti naturali, ovvero dall'interazione con il vento con l'orografia, la vegetazione e le costruzioni, sia da fonti antropiche ovvero dal quadro complessivo delle attività umane (traffico, industrie, agricoltura, etc.). Vista la peculiarità della sorgente acustica oggetto di indagine, e di come la sua emissione acustica dipenda dall'intensità del vento, in tale sede si vuole dare evidenza di come anche il rumore residuo sia funzione delle condizioni anemometriche oltre che del contesto del territorio. Per poter determinare quindi come la sorgente eolica interferisca sul territorio nelle diverse condizioni anemometriche occorre valutare anche la variazione del rumore di fondo secondo la velocità del vento.

Nel caso specifico in esame il territorio interessato dal parco eolico ha una denotazione prettamente naturale con la presenza di alcune attività antropiche di tipo agricolo. Il rumore residuo è quindi prettamente connesso alla naturalità dei luoghi e alla sua variazione con l'intensità anemometrica. Studi scientifici [Fégeant, 1999] a riguardo hanno evidenziato una correlazione tra la velocità del vento e il livello acustico misurato del rumore di fondo secondo la seguente formula:

$$L_{A,eq} \propto \log_{10}(U)$$



Le misure eseguite sul campo hanno permesso di valutare la correlazione tra intensità di vento e  $L_{eq}(A)$  del rumore ambientale di fondo. In particolare, i quattro punti scelti ricadono in un territorio omogeneo a carattere prettamente rurale/agricolo ma a diversa

altezza rispetto al livello del mare: RUM\_01 è posizionato a 74 m s.l.m., RUM\_02 è posizionato a 132 m s.l.m., RUM\_03 è posizionato a 113 m s.l.m, mentre RUM\_04 è posizionato a 132 m s.l.m.

Dall'interpolazione dei dati di vento e rumore è stata individuata la correlazione tra i due parametri. Questa è stata stimata differenziando il periodo diurno e notturno.

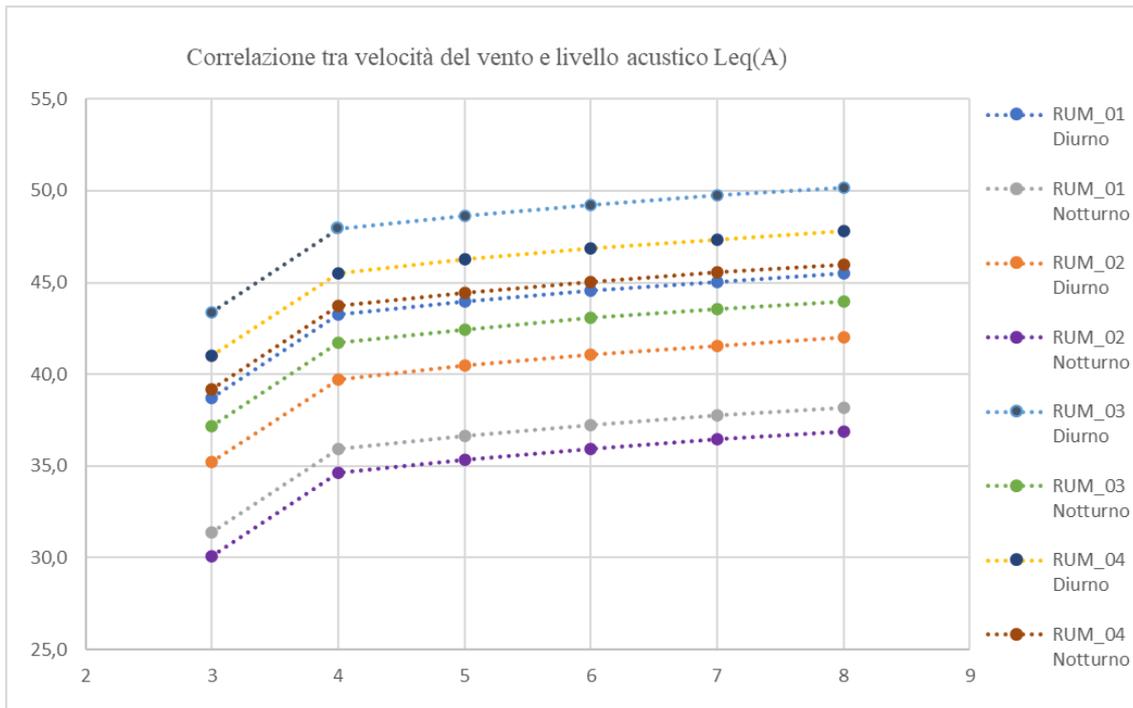


Figura 3-16 Correlazione tra velocità del vento e livello acustico Leq(A) del rumore naturale di fondo (rumore residuo) sulla base dei dati fonometrici rilevati

Considerando quindi la suddetta legge di correlazione tra velocità del vento e rumore naturale, e verificando le condizioni anemometriche durante le indagini di misura (velocità del vento di circa 3 m/s), per il caso specifico si riporta di seguito il valore del rumore residuo nelle diverse condizioni di vento.

Punto	Leq(A)	Velocità del vento					
		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s
RUM_01	Diurno	38,7	43,2	44,0	44,6	45,1	45,5
	Notturmo	31,4	35,9	36,7	37,3	37,8	38,2
RUM_02	Diurno	35,2	39,7	40,5	41,1	41,6	42,0
	Notturmo	30,1	34,6	35,4	36,0	36,5	36,9
RUM_03	Diurno	43,4	47,9	48,7	49,3	49,8	50,2
	Notturmo	37,2	41,7	42,5	43,1	43,6	44,0
RUM_04	Diurno	41,0	45,5	46,3	46,9	47,4	47,8
	Notturmo	39,2	43,7	44,5	45,1	45,6	46,0

Tabella 3-7 Valore del rumore residuo al variare della velocità del vento a partire dal dato misurato e utilizzando la legge di correlazione basata su dati sperimentali

## 4 CLIMA ACUSTICO NELLA FASE DI ESERCIZIO

### 4.1 Le caratteristiche emissive degli aerogeneratori

Il campo eolico è costituito da 14 aerogeneratori di potenza unitaria di 6,2 MW, ciascuno dei quali caratterizzato da una altezza del mozzo di 125 m e un diametro del rotore di 162 m.

Da un punto di vista acustico una turbina eolica genera rumore sia per fenomeni aerodinamici dovuti all'interazione tra il vento e le pale sia per fenomeni meccanici dovuti al movimento dei diversi componenti all'interno della gondola. Il rumore aerodinamico a banda larga rappresenta la componente emissiva principale ed è connesso ai fenomeni di flusso intorno alle pale e alla velocità del rotore stesso, ovvero:

- ⇒ perdita di portanza per effetto della separazione del flusso intorno alla pala (presenza della torre sottovento, cambi di intensità anemometrica, turbolenze di scia, etc.);
- ⇒ presenza di turbolenze atmosferiche che inducono variazioni della pressione intorno alla pala;
- ⇒ accoppiamento aria-pala, ovvero dalla corrente di aria lungo le superfici del profilo alare.

Il rumore aerodinamico è tipicamente concentrato alle basse frequenze.

Il rumore di origine meccanica è connesso invece ai diversi componenti e alla loro interazione dinamica durante il funzionamento delle pale eoliche, ovvero generatore, ventilatori, moltiplicatore di giri, etc. Il rumore prodotto, di tipo tonale essendo le sorgenti connesse alla rotazione di componenti meccanici, si propaga direttamente nell'aria o attraverso la trasmissione strutturale a seconda della localizzazione dello specifico componente.

Per quanto riguarda le caratteristiche emissive dell'aerogeneratore si è fatto riferimento ai dati forniti dal costruttore e determinati sulla scorta della normativa CEI EN 61400-11 che costituisce un riferimento per stabilire le tecniche di misura e di analisi delle emissioni acustiche delle turbine eoliche.

Come detto in precedenza la potenza sonora emissiva di una turbina eolica dipende dalle condizioni di velocità del vento: maggiore è l'intensità anemometrica più elevata è l'energia sonora emessa.

L'impostazione metodologica alla base del presente studio acustico è quella di valutare la condizione di massima interferenza, il cosiddetto "worst case scenario, ovvero quello caratterizzato da una condizione di potenza sonora emissiva maggiore.

Nel caso specifico tale condizione viene raggiunta già ad una velocità del vento di 8 m/s con un livello di potenza sonora  $L_w$  pari a 107,6 dB(A). Oltre tale velocità e fino a quella di "cut-out" la potenza sonora si mantiene costante.

Tuttavia, è possibile mitigare in quanto le turbine previste sono dotate di sistema TES (Trailing edge serrations) ovvero dentellature presenti sulle pale che riducono il rumore aerodinamico di 2,8 dB(A) e di conseguenza la potenza sonora  $L_w$  è pari a 104,8 dB(A).

Di seguito si riporta un esempio di turbina con pala avente metologia TES.

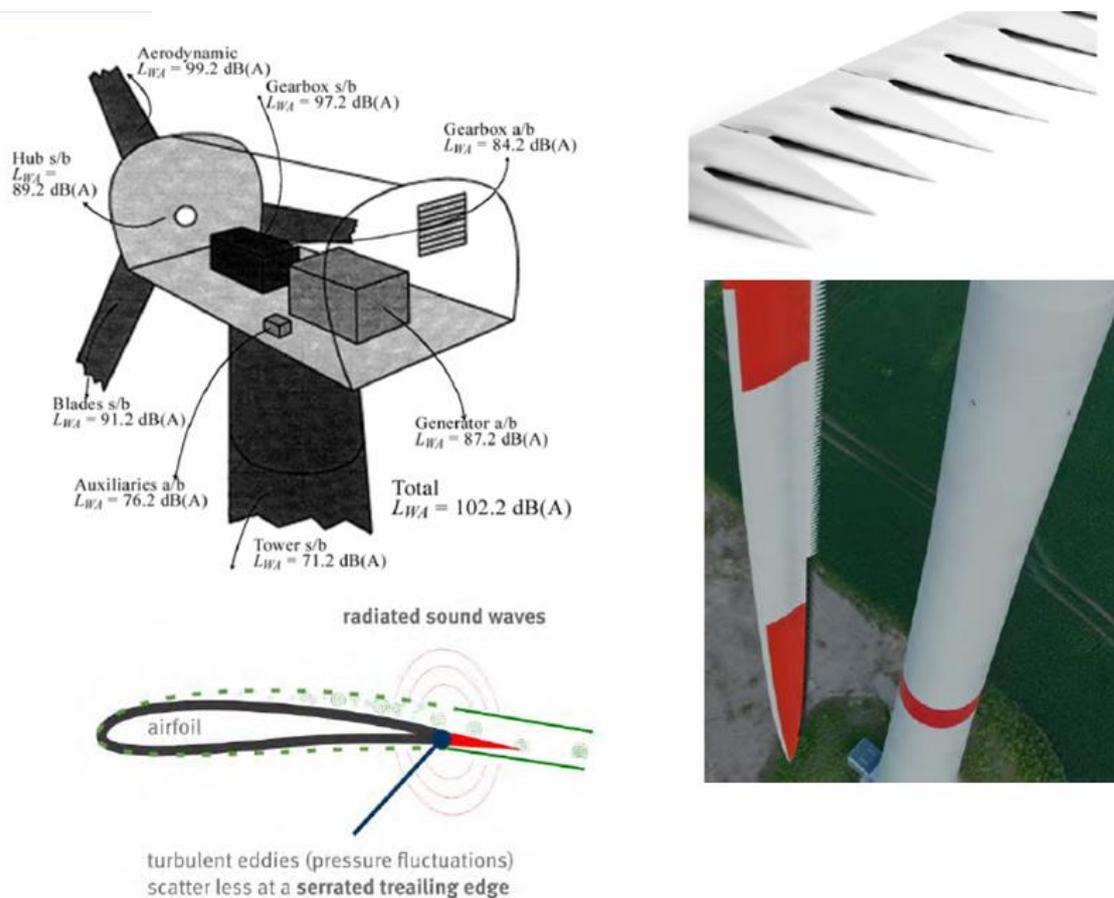


Figura 4-1 Esempio sistema TES

Le principali caratteristiche degli aerogeneratori costituenti il parco eolico oggetto di studio sono:

- ❖ altezza mozzo: 125 m;
- ❖ diametro rotore: 162 m;
- ❖ potenza nominale: 6,2 MW;
- ❖ livello di potenza sonora: 107,6 dB(A) ad una velocità del vento di 8 m/s, con metodologia TES 104,8 dB(A)

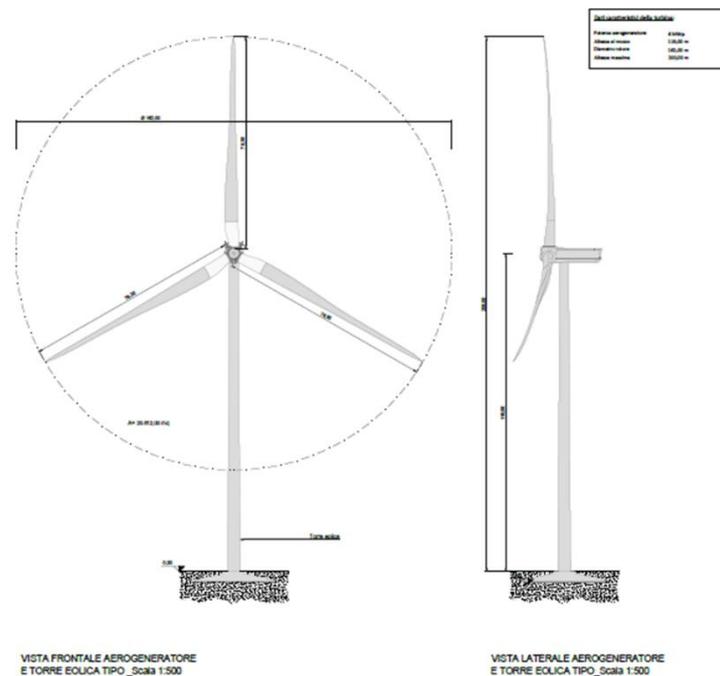


Figura 4-2 Vista aerogeneratore

## 4.2 La modellazione acustica

### 4.2.1 Il software SoundPlan

L'analisi modellistica previsionale è stata sviluppata attraverso il software di calcolo SoundPlan 8.2, sviluppato dalla Braunstein & Berndt GmbH sulla base di norme e standard definiti dalle ISO e da altri standards utilizzati localmente.

La peculiarità del modello SoundPLAN si basa sul metodo di calcolo per ray tracing inverso. Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi. Studiando il metodo con maggior dettaglio si vede che ad ogni raggio che parte dal ricettore viene associata una porzione di territorio e così, via via, viene coperto l'intero territorio. Quando un raggio incontra la sorgente, il modello calcola automaticamente il livello prodotto della parte intercettata. I contributi forniti dai diversi raggi vengono evidenziati nei diagrammi di output. In tali schematizzazioni la lunghezza dei raggi è proporzionale al contributo in rumore fornito da quella direzione. Quando invece un raggio incontra una superficie riflettente come la facciata di un edificio, il modello calcola le riflessioni multiple. A tal proposito l'operatore può stabilire il numero di riflessioni massimo che deve essere calcolato ovvero la soglia di attenuazione al di sotto della quale il calcolo deve essere interrotto. Questa metodologia di calcolo consente quindi una particolare accuratezza nella valutazione della geometria del sito e risulta quindi molto preciso ed efficace in campo urbano, dove l'elevata densità di edifici, specie

se di altezza elevata, genera riflessioni multiple che producono un innalzamento dei livelli sonori.

La possibilità di inserire i dati sulla morfologia dei territori, sui ricettori e sulle infrastrutture esistenti ed in progetto mediante cartografia tridimensionale consente di schematizzare i luoghi in maniera più che mai realistica e dettagliata. Ciò a maggior ragione se si considera che, oltre alla conformazione morfologica, è possibile associare ad elementi naturali e antropici specifici comportamenti acustici. Il modello prevede infatti l'inserimento di appositi coefficienti che tengono conto delle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati o del territorio naturale o antropizzato.

#### *4.2.2 Il metodo di calcolo ISO 9613-2*

Per la valutazione della propagazione acustica nell'ambiente il metodo di calcolo assunto è quello dello standard ISO 9613-2 indicato come metodo per le attività produttive e industriali. Tale metodica viene utilizzata per stimare i livelli di pressione sonora ad una determinata distanza dal punto di emissione basandosi su algoritmi di propagazione che dipendono dalla frequenza e tengono conto degli effetti di:

- Divergenza geometrica;
- Riflessione delle superfici;
- Assorbimento atmosferico;
- Effetto di schermatura del terreno e degli ostacoli;
- Terreno complesso;
- Attenuazione laterale dovuta all'effetto del terreno;
- Direttività della sorgente;
- Attenuazione dovuta alla vegetazione;
- Attenuazione dovuta alle condizioni meteorologiche.

Come indicato dalla UNI/TS 11143-7:2013 e da ISPRA nelle "Linee guida per la valutazione e il monitoraggio dell'impatto acustico degli impianti eolici", nel caso di una modellazione acustica di aerogeneratori occorre tener conto di una serie di fattori connessi ai dati emissivi delle turbine fornite dai costruttori sulla norma CEI EN 61400-11, all'altezza e dimensioni del rotore e alle condizioni meteorologiche che influenzano la propagazione del suono a grandi distanze.

Riguardo il primo aspetto, essendo l'impianto di nuova realizzazione ed inserito in un contesto territoriale attualmente privo di altre sorgenti analoghe (nuovo parco eolico e non estensione di uno attuale), si è scelto di considerare il valore del livello di potenza sonora massimo rispettivamente diurno e notturno tra quelli forniti dal costruttore e stimati secondo la norma CEI EN 61400-11. Per tener conto degli effetti meteorologici nella propagazione del rumore sono stati inseriti i principali valori medi annui relativi ad

umidità, temperatura, pressione atmosferica e la rosa dei venti secondo i dati meteorologici annuali.

#### *4.2.3 Dati di input al modello*

L'applicazione del modello previsionale SoundPlan ha richiesto l'inserimento dei dati riguardanti i seguenti aspetti:

1. Orografia per la costruzione tridimensionale della morfologia del terreno;
2. Edifici;
3. Layout del parco eolico definendo per ciascun aerogeneratore i parametri dimensionali (altezza mozzo, diametro rotore);
4. Caratteristiche emissive degli aerogeneratori (Livello di potenza sonora singola turbina eolica pari a 104,7 dB(A) usufruendo della metodologia TES) modellate in SoundPlan con lo specifico strumento "turbina eolica";
5. Dati meteorologici per il calcolo della propagazione del rumore nell'ambiente.

Lo standard di calcolo è, come detto, quella della UNI ISO 9613-2 impostando una griglia 5x5 m e un ordine di riflessione pari a 3.

### **4.3 Il rumore indotto dal funzionamento del campo eolico**

Il risultato dello studio previsionale con il software Soundplan consiste sia nella mappatura acustica al suolo calcolata a 4 metri dal piano campagna e all'interno dell'intero ambito di studio sia nei valori di  $Leq(A)$  puntuali in corrispondenza dei ricettori sulla facciata più esposta al rumore del campo eolico sia durante il periodo diurno (6.00-22.00) che in quello notturno (22.00-6.00).

Negli elaborati grafici "Curve di isolivello acustico del campo eolico nella fase di funzionamento" sono riportate le mappature acustiche in termini di  $Leq(A)$ . Le curve sono rappresentate con passo di 1 dB dal valore di 40 dB(A) fino al valore dei 57 dB(A).

Per quanto concerne i valori in  $Leq(A)$  puntuali, questi sono stati calcolati in corrispondenza ciascun ricettore residenziale ricadente all'interno dell'ambito di studio (cfr. paragrafo 3.3) sia durante il periodo diurno che notturno. Il calcolo tiene conto della facciata più esposta al rumore indotto dagli aerogeneratori assumendo un punto di calcolo all'esterno dell'edificio.

#### **4.4 La verifica della compatibilità acustica del campo eolico**

Per quel che concerne la verifica della compatibilità acustica del campo eolico, la normativa in materia di inquinamento acustico prevede la verifica dei limiti di immissione assoluta e differenziale.

Per quanto concerne i limiti di immissione assoluti, nel caso specifico questi sono fissati dal DPCM 1° marzo 1991 non essendo il comune di Mesoraca (in cui ricade l'ambito di studio acustico) dotato di Piano Comunale di Classificazione Acustica del territorio ai sensi della L.447/95. Tali valori, come noto, sono fissati essere pari a 70 dB(A) nel periodo diurno e 60 dB(A) nel periodo notturno.

Per quanto riguarda invece i valori limite di immissione differenziale questi sono fissati pari a 5 dB(A) nel periodo diurno e 3 dB(A) in quello notturno.

La normativa di riferimento indica che tale verifica debba essere eseguita all'intero degli edifici negli ambienti abitativi o lavorativi a finestre aperte o chiuse purché il valore del  $Leq(A)$  sia superiore a 50 dB(A), o 35 dB(A) nel secondo caso, nel periodo diurno o 40 dB(A), o 25 dB(A) a finestre chiuse, nel periodo notturno.

La verifica della compatibilità acustica del campo eolico tiene conto delle seguenti ipotesi:

- 1) Condizione di massima emissione diurna e notturna di ciascun aerogeneratore ad una velocità del vento di 8 m/s (intensità del vento alla quale la potenza sonora della turbina eolica raggiunge il valore massimo sia nelle condizioni diurne che notturne) in funzionamento continuo nelle 24 ore;
- 2) Rumore residuo rappresentativo del territorio considerando una condizione meteorologica (velocità vento) omogenea a quella assunta per la stima emissiva del campo eolico (8 m/s);
- 3) Limiti di immissione assoluta secondo il DPCM 1.3.1991 data l'assenza del PCCA del comune di Mesoraca;
- 4) Verifica del limite di immissione differenziale sulla base dei valori acustici in facciata all'esterno (ipotesi cautelativa in quanto non viene considerato il potere fonoisolante della struttura e quindi una riduzione dei valori di  $Leq(A)$  all'interno dell'ambiente abitativo).

Nella tabella in appendice D sono riportati i valori in  $Leq(A)$  riferiti ai diversi contributi, ovvero:

- Rumore indotto dal campo eolico nel periodo diurno e notturno (sorgente specifica oggetto di verifica);
- Rumore residuo, ovvero il rumore indotto dalle altre sorgenti presenti sul territorio e pari al rumore ambientale ante operam misurato nelle due postazioni di misura (si associa il valore medio delle postazioni di misura);

- Rumore ambientale, ovvero il rumore complessivo dato dalla somma dei due suddetti contributi.

La Legge Quadro sull'inquinamento acustico 447/95 stabilisce che non vada effettuata la verifica dei limiti acustici definiti al paragrafo precedente se non per gli edifici residenziali e lavorativi. Inoltre, il DPCM 14.11.1997 stabilisce che il calcolo dei livelli differenziali è applicabile ai soli ambienti abitativi e lavorativi.

Verificata la conformità ai requisiti di legge in materia di inquinamento acustico nella condizione di funzionamento del campo eolico alla massima emissione acustica diurna e notturna già ad una velocità del vento di 8 m/s, secondo la metodologia assunta del "worst case scenario" qualsiasi altra condizione operativa degli aerogeneratori è tale da non indurre un superamento dei valori limite assoluti e differenziali. Vista l'entità dei livelli di rumore calcolati, si ritiene che l'esercizio degli aerogeneratori di fatto non concorra a modificare il clima acustico attuale.

## **5 CLIMA ACUSTICO NELLA FASE DI CANTIERE**

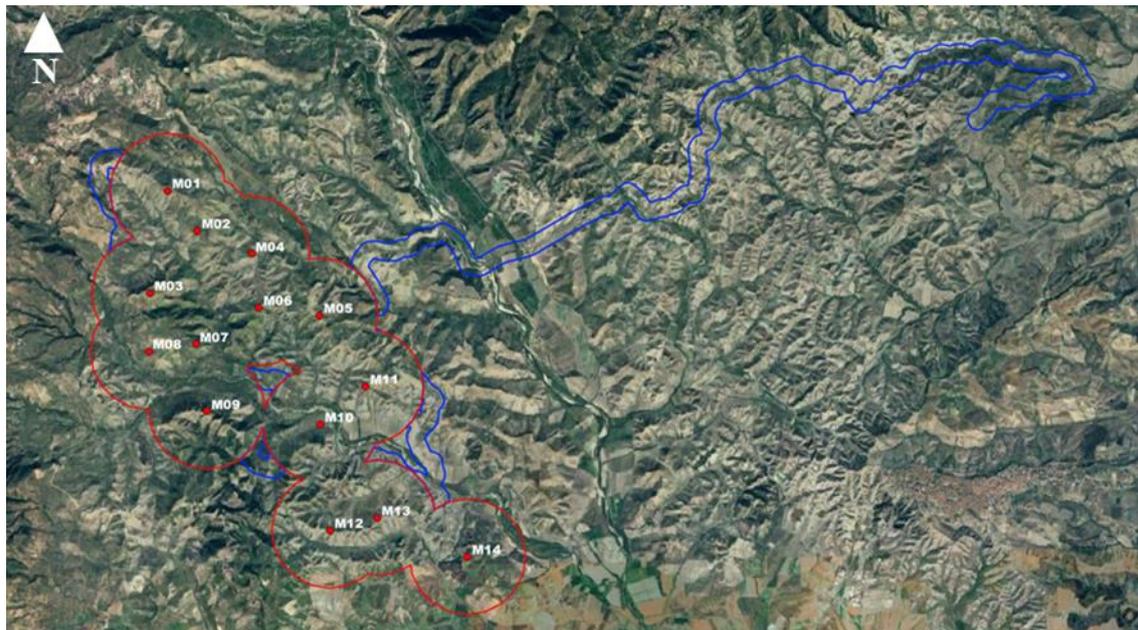
### ***5.1 Analisi delle potenziali interferenze acustiche indotte dal Cantiere Mobile***

#### *5.1.1 Le attività di cantiere previste per la realizzazione del parco eolico*

La metodologia assunta per l'analisi e valutazione del rumore indotto dal fronte di avanzamento dei lavori è basata sulla rappresentazione delle condizioni peggiori determinate dall'operatività e dall'avanzamento, lungo le aree di intervento, delle diverse sorgenti all'interno del cantiere mobile. Pertanto, il cantiere tipo considera tutte le attività necessarie per la realizzazione dell'allacciamento tramite cavidotto del nuovo impianto eolico di Mesoraca alla stazione TERNA. Tale metodo permette di determinare in ogni situazione la configurazione peggiore.

A seguito della modellizzazione del cantiere mobile viene individuata la distanza che intercorre tra il fronte di lavoro e la curva isolivello dei 70 dB(A), rappresentativa del valore limite indicato dal DPCM 1/03/1991 per tutto il territorio nazionale in assenza di PCCA, verificando la presenza di eventuali ricettori all'interno di tale fascia. Successivamente alla verifica del rispetto dei suddetti limiti acustici, qualora sia necessario, si identificano gli opportuni interventi di mitigazione acustica, ovvero barriere antirumore mobili con altezze che possono essere variabili in funzione delle risultanze del modello.

Entrando nello specifico, l'area in cui è previsto il fronte di avanzamento lavori del Cantiere Mobile ricade, in un territorio a vocazione prevalentemente agricola.



Legenda

	Ambito di studio aerogeneratori
	Ambito di studio cavidotto

*Figura 5-1 Localizzazione Cantiere Mobile*

Lo scenario selezionato per la verifica delle interferenze acustiche indotte dalle lavorazioni previste all'interno del Cantiere Mobile coincide con l'area in cui è prevista la realizzazione del cavidotto di collegamento tra la zona di allocazione dell'intero impianto eolico e la stazione di Terna.

Nella successiva tabella sono riportate le caratteristiche del cantiere tipologico di tipo mobile connesso alla realizzazione dello scavo in cui verrà posato il cavidotto. Per ogni lavorazione è stato individuato il numero e la tipologia di macchinari presenti, con la rispettiva percentuale di impiego in un'ora e le relative grandezze di riferimento per la loro caratterizzazione acustica. I dati di potenza sonora delle macchine sono stati desunti dal manuale "Conoscere per Prevenire, n. 11" realizzato dal Comitato Paritetico Territoriale (CPT di Torino).

Realizzazione scavo e posa cavidotto											
Mezzi di cantiere	Analisi spettrale [Hz]								Totale		% effettiva di impiego
	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	dB(A)	N° mezzi	
Mini Esc.	81,1	86,5	80,9	81,5	76,2	73,1	69,6	63,5	82,6	1	50
Mini Esc. con martellone	81,6	81,4	80,1	81,2	84,7	87,6	83,3	78,3	91,4	1	50
Autocarro	76,2	81,3	87,1	93	98,8	95,6	90,5	85,4	101,9	1	50
Totale con % di impiego									99,3 dB(A)-		

Tabella 5-1 Livello di potenza sonora e spettro emissivo mezzi di cantiere mobile

### 5.1.2 La modellazione acustica

Anche per la fase di cantiere l'analisi previsionale si basa su una modellazione acustica con il software SoundPlan e la metodica di calcolo della UNI 9613-2.

Per ciascun cantiere la potenza emissiva acustica è pari alla somma energetica delle potenze sonore dei macchinari impiegati.

Data la dinamicità delle attività di cantiere di tipo mobile, l'area viene schematizzata nel modello di simulazione come una sorgente areale posta ad un'altezza di 1,5 m con lunghezza pari a 25 m e larghezza 5 m.

Per quanto concerne l'orario di lavoro, si assume un'operatività di due turni lavorativi di 8 ore complessive intervallate da pausa, nel solo periodo diurno, nell'arco temporale tra le 8.00 e le 12.00 e tra le 15.00 e le 19.00.

### 5.1.3 Il rumore indotto dalle attività di cantiere

Il modello di simulazione restituisce i livelli acustici in  $Leq(A)$  in termini di mappature acustiche in planimetria, calcolate ad un'altezza di 4 metri dal suolo, e in sezione verticale, con un'altezza di calcolo pari a 20 metri. Per le mappature acustiche in planimetria, la griglia di calcolo è stata impostata con passo pari a 10 metri con ordine di riflessione pari a 3, mentre, per le mappature acustiche in sezione verticale, la griglia di calcolo è stata impostata con passo pari a 0,1 metri.

Di seguito si riportano le mappature in planimetria e in sezione verticale per le aree di cantiere di tipo mobile.

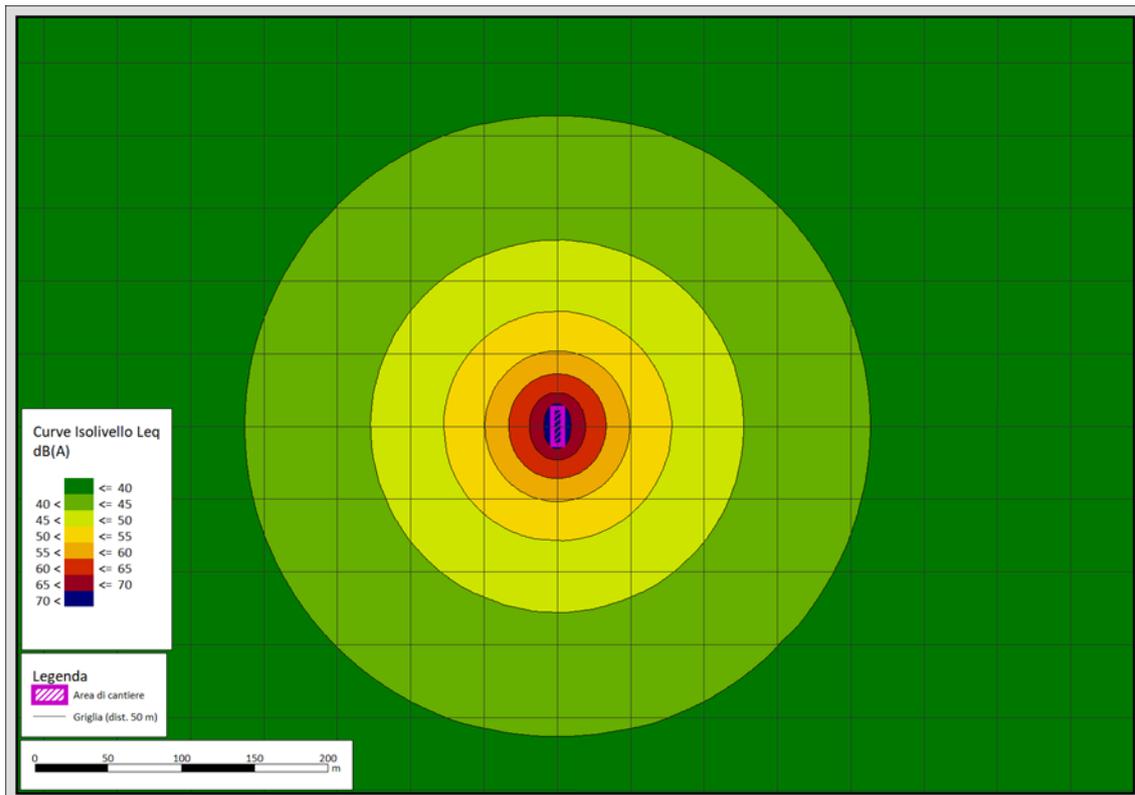


Figura 5-2 Mappatura acustica in planimetria: cantiere mobile connesso alla realizzazione del cavidotto

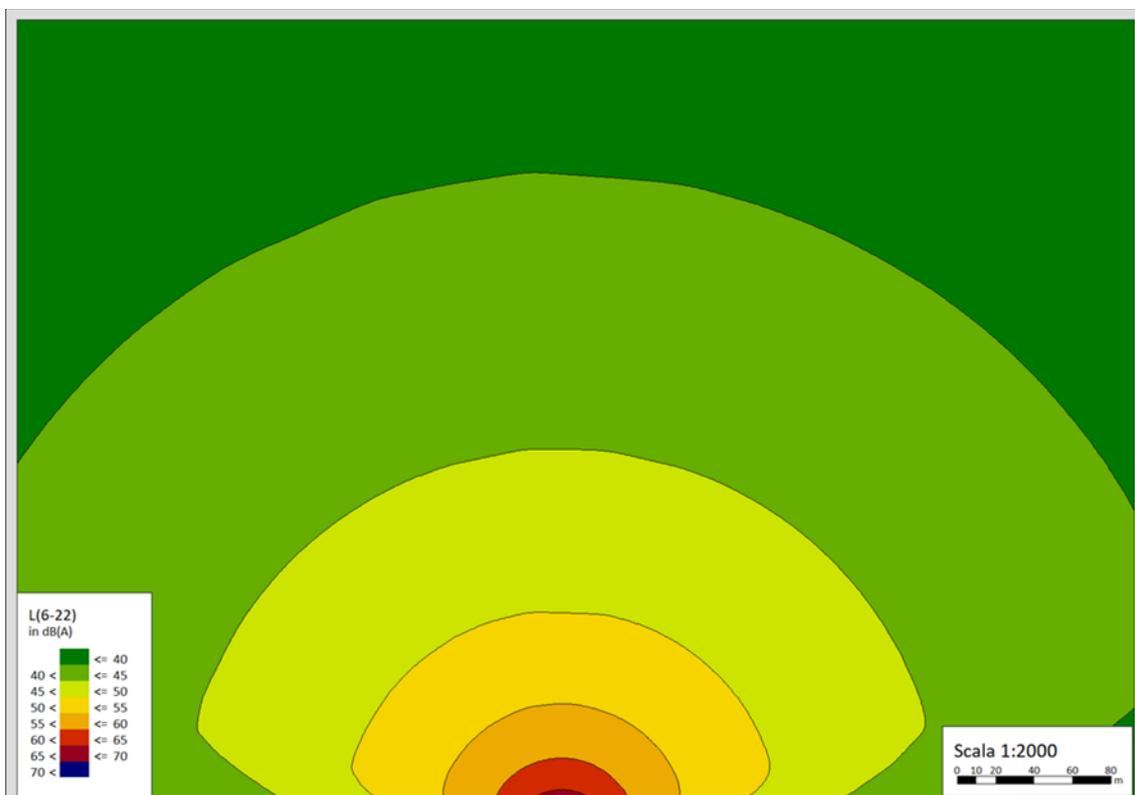


Figura 5-3 Mappatura acustica in sezione verticale: cantiere mobile connesso cantiere mobile connesso alla realizzazione del cavidotto.

Dai risultati si evince come il valore di 70 dB(A) rimanga circoscritto alle aree di lavorazione e come non sussistano condizioni di criticità nel periodo diurno.

## 5.2 Analisi delle potenziali interferenze acustiche indotte dal Cantiere Fisso

### 5.2.1 Le attività di cantiere previste per la realizzazione del parco eolico

Al fine di valutare le potenziali interferenze acustiche legate alle attività di cantiere svolte nella fase di corso d'opera a partire dalla definizione dei fattori causali individuati in Tabella 5-2, si è proceduto alla determinazione dei livelli di potenza sonora complessivi legati alla singola attività di cantiere. A tal fine sono stati considerati i dati forniti dalle schede elaborate dall'istituto CTP di Torino disponibili e riconosciute dal Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali con circolare prot. 15/VI/0014878/MA001.A001.

<b>Stima della potenza sonora complessiva per singola fase di cantiere</b>			
<b>Fondazioni aerogeneratori</b>			
<i>Fase lavorativa</i>	<i>Macchinari utilizzati</i>	<i>Potenze sonore dB(A)</i>	<i>Somma dB(A)</i>
Scavo	Autocarro	96,2	107,7
	Escavatore	107,4	
Posa del calcestruzzo delle fondazioni	Escavatore attrezzato per pali	112,2	113,7
	Betoniera	99,6	
	Pompa	107,9	
Posa del magrone	Betoniera	99,6	108,5
	Pompa	107,9	
Approvvigionamento e installazione ferri armatura	Autocarro	96,2	96,2
Posa del calcestruzzo	Betoniera	99,6	108,5
	Pompa	107,9	
Rinterro	Escavatore	107,4	107,4
<b>Piazzole e strade di accesso</b>			
<i>Fase lavorativa</i>	<i>Macchinari utilizzati</i>	<i>Potenze sonore dB(A)</i>	<i>Somma dB(A)</i>
Scavo e livellazione	Pala meccanica cingolata	107,9	108,2
	Autocarro	96,2	
Riporto del terreno	Pala meccanica cingolata	107,9	114,2
	Rullo compressore	113	
	Autocarro	96,2	
Completamento strati di rivestimento	Miniescavatore	106,9	106,9
<b>Montaggio aerogeneratori</b>			

<i>Fase lavorativa</i>	<i>Macchinari utilizzati</i>	<i>Potenze sonore dB(A)</i>	<i>Somma dB(A)</i>
Trasporto e scarico materiali	Autocarro	96,2	102,2
	Gru	101	
Montaggio	Gru	101	101

*Tabella 5-2 Livelli di potenza sonora complessivi per fase lavorativa*

A partire dai livelli di potenza sonora complessivi individuati in Tabella 5-2, per la verifica delle interferenze acustiche è stata analizzata la fase di cantiere più critica verificata la quale si possono escludere a priori interferenze indotte dalle altre fasi delle lavorazioni.

La fase individuata risulta essere quella del riporto del terreno con impiego di pala meccanica cingolata, rullo compressore e autocarro. Il cantiere lavorerà esclusivamente nel periodo diurno.

Cautelativamente l’impatto della fase cantiere viene calcolato con le sorgenti considerate attive contemporaneamente su tutte le aree di installazione. Questa contemporaneità nella realtà non si realizzerà su tutte le aree di cantiere; pertanto, i risultati della simulazione vanno intesi come dei livelli massimi di immissione che potranno realizzarsi solo per brevi o brevissimi periodi della stessa giornata lavorativa.

### *5.2.2 La modellazione acustica*

Anche per la fase di cantiere l’analisi previsionale si basa su una modellazione acustica con il software SoundPlan e la metodica di calcolo della UNI 9613-2.

Per ciascun cantiere la potenza emissiva acustica è pari alla somma energetica delle potenze sonore dei macchinari impiegati.

L’orario di lavoro è stato assunto pari a 8 ore nel periodo diurno, avendo escluso quindi attività di cantiere nel periodo notturno.

Ciascun cantiere è quindi modellato come una sorgente areale di 70 x 70 m, altezza 2 m dal piano campagna, potenza sonora emissiva complessiva (somma energetica dei singoli contributi) pari a 114,6 dB(A) e operatività nelle 8 ore del periodo diurno.

### *5.2.3 Il rumore indotto dalle attività di cantiere*

In questo caso l’output del modello di simulazione è costituito dalla mappatura acustica al suolo ad una altezza di 4 m in termini di  $Leq(A)$  nell’intorno di 1000 m dagli aerogeneratori, sia dai valori di  $Leq(A)$  puntuali in corrispondenza dei ricettori residenziali e lavorativi dell’ambito di studio precedentemente definito.

In Appendice E si riportano i valori acustici ad 1 metro della facciata rappresentativi del livello massimo sulla facciata più esposta indotti dall'attività di cantiere.

#### *5.2.4 La verifica della compatibilità acustica delle attività di cantiere*

Il cantiere, come detto, si configura come una attività temporanea e limitata al solo periodo di realizzazione delle opere previste dal progetto. Nel contesto normativo di riferimento indicato nella prima parte dello studio acustico, tali attività sono disciplinate e oggetto di autorizzazione da parte del Comune territorialmente competente preventivamente l'inizio delle attività. La fase di autorizzazione e richiesta di deroga ai limiti acustici, qualora necessaria sarà pertanto oggetto di richiesta da parte della Ditta preventivamente all'inizio dei lavori nell'ambito del quadro del processo di autorizzazione generale di avvio dei cantieri.

In tale sede si vuole dare riscontro di come in linea generale la fase di realizzazione del parco eolico sia compatibile da un punto di vista acustico secondo il quadro prescrittivo indicato dalle linee guida regionali. Queste individuano un valore di riferimento di 70 dB(A) in corrispondenza dei ricettori.

Per quanto concerne le attività di realizzazione delle opere di progetto, sulla base delle condizioni assunte nello studio, ovvero di scenario potenzialmente più critico in virtù del numero di mezzi oltre di valori di potenza sonora, nonché di ulteriori fattori cautelativi quali la sovrapposizione di più cantieri in parallelo, dai risultati calcolati mediante il software SoundPlan si evince come il livello acustico indotto dalla fase di corso d'opera sia contenuto al territorio nelle immediate vicinanze dell'area di cantiere.

In Appendice E viene riportato il confronto tra valori in  $Leq(A)$  riferiti al rumore indotto dalle attività di cantiere e i limiti di immissione assoluta dettati dalla normativa vigente.

Dalla disamina dei risultati ottenuti è possibile affermare che la fase di corso d'opera per la realizzazione del parco eolico oggetto di studio è tale da non indurre una interferenza sul clima acustico attuale presso i ricettori esaminati.

## 6 CONCLUSIONI

Il lavoro svolto ha riguardato la definizione e la valutazione dei livelli di esposizione al rumore indotti dalla fase di esercizio e dalla fase di cantiere durante la realizzazione di un campo eolico costituito da 14 aerogeneratori nel comune di Mesoraca (13) e nel comune di Petilia Policastro (1) entrambi in provincia di Crotone.

Per la definizione del quadro conoscitivo, oltre ad individuare i limiti normativi territoriali sulla scorta della normativa nazionale, regionale e comunale di riferimento, è stata predisposta sia una analisi territoriale per l'individuazione dei potenziali ricettori sia una campagna fonometrica per la determinazione del rumore ambientale allo stato attuale. A riguardo, in accordo con la UNI/TS 11143-7:2013 "acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 7: Rumore degli aerogeneratori", per ciascun aerogeneratore è stata individuata un'area di potenziale disturbo definita da una circonferenza con raggio pari a 1000 m. L'involuppo di tutte le aree dei 14 aerogeneratori in progetto ha definito l'ambito di studio, all'interno del quale sono stati censiti tutti gli edifici e individuati in particolare quelli a destinazione residenziale.

La campagna fonometrica ha avuto l'obiettivo di valutare, oltre che l'entità del rumore attuale o nello stato post operam, anche la sua variazione in funzione della velocità del vento sviluppando un'analisi dei livelli che caratterizzano il sito di indagine. In particolare, si è fatto riferimento ai valori misurati in corrispondenza dei punti di misura e assunto una legge di correlazione tra velocità del vento e livelli di rumore basata su dati sperimentali. Questo perché nel caso di un campo eolico, il vento è la principale variabile che influenza sia l'emissione sonora della turbina eolica e la sua propagazione nell'ambiente, sia l'entità del rumore ambientale naturale in un territorio, come nel caso in esame, prettamente naturale/agricolo e scarsamente antropizzato.

Per la verifica delle potenziali interferenze sul clima acustico attuale indotte dagli aerogeneratori sia nella condizione di funzionamento che temporanea di realizzazione degli stessi, è stato predisposto uno studio modellistico previsionale mediante il software SoundPlan con l'obiettivo di determinare le diverse mappature acustiche al suolo e i livelli puntuali in corrispondenza degli edifici residenziali posti all'interno dell'ambito di studio sia per il periodo diurno (6.00-22.00) che in quello notturno (22.00-6.00). In entrambi i casi la metodologia assunta si basa sulla teoria del "worst case scenario", ovvero quello di massimo disturbo, in modo che verificato che questo risulti acusticamente compatibile sul territorio ne consegue come tutti gli altri di minor interferenza sono conseguentemente verificati. Per quanto riguarda il funzionamento di una pala eolica questa dipende sia dall'intensità del vento che dalla durata dello stesso durante l'arco della giornata. Il "worst case scenario" è quindi definito considerando il funzionamento di ciascuna pala nelle condizioni di massima emissione acustica (104,8 dB(A) con metodologia TES), secondo la configurazione di progetto, in maniera continua e costante

sia nel periodo diurno (6.00-22.00) che notturno (22.00-6.00).

Verificata la conformità ai requisiti di legge in materia di inquinamento acustico nella condizione di funzionamento del campo eolico alla massima emissione acustica diurna e notturna già ad una velocità del vento di 8 m/s, secondo la metodologia assunta del "worst case scenario" qualsiasi altra condizione operativa degli aerogeneratori è tale da non indurre un superamento dei valori limite assoluti e differenziali. Vista l'entità dei livelli di rumore calcolati, si ritiene che l'esercizio degli aerogeneratori di fatto non concorra a modificare il clima acustico attuale.

Per quel che concerne la fase di corso d'opera la realizzazione degli aerogeneratori di progetto del parco eolico non costituisce una criticità sul clima acustico. Infatti, in ogni caso i livelli acustici sono ben distanti dal limite normativo di riferimento. In conclusione, sulla base dei risultati ottenuti e della temporaneità delle attività di cantiere si ritiene trascurabile l'interferenza acustica sul territorio.

## 7 APPENDICE A

### Tecnico competente in acustica ambientale



Home

Tecnici Competenti in Acustica

Corsi

Login

[Home](#) / [Tecnici Competenti in Acustica](#) / [Vista](#)

<b>Numero Iscrizione Elenco Nazionale</b>	12367
<b>Regione</b>	Lazio
<b>Numero Iscrizione Elenco Regionale</b>	1250
<b>Cognome</b>	Pettinelli
<b>Nome</b>	Giacomo
<b>Titolo studio</b>	Ingegneria Civile e Ambientale
<b>Estremi provvedimento</b>	Determinazione n° G17922 del 16/12/2022
<b>Luogo nascita</b>	Roma
<b>Data nascita</b>	24/05/1987
<b>Regione</b>	Lazio
<b>Provincia</b>	RM
<b>Comune</b>	Roma
<b>Via</b>	di Grottarossa
<b>Cap</b>	00189
<b>Civico</b>	1200
<b>Data pubblicazione in elenco</b>	19/12/2022



**Laboratorio Ambiente Italia**  
Laboratorio di Acustica  
Via dei Bonzagna, 22 00133 ROMA

06 2023263 06 2023263  
www.laisus.com info@laisus.com

**CENTRO DI TARATURA LAT 227**  
Calibration Centre  
**Laboratorio Accreditato di Taratura**  
Accredited Calibration Laboratory



LAT 227

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 227/2875**  
Certificate of Calibration

Pagina 1 di 10  
Page 1 of 10

- Data di Emissione: 2021/12/13  
*date of issue*

- cliente: I.R.I.D.E. Srl  
*customer*  
Via Giacomo Trevis, 88  
00147 - Roma (RM)

- destinatario: Idem  
*addressee*

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT 227 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

- Si riferisce a:  
*Referring to*

- oggetto: Fonometro  
*Item*

- costruttore: 01dB  
*manufacturer*

- modello: FUSION  
*model*

- matricola: 11452  
*serial number*

- data delle misure: 2021/12/13  
*date of measurements*

- registro di laboratorio: CT 369/21  
*laboratory reference*

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT 227 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i Campioni di Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore k vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.*

Direzione Tecnica  
*(Approving Officer)*

Stefano Saffioti

## 8 APPENDICE B



Laboratorio Ambiente Italia  
Laboratorio di Acustica  
Via dei Bonagrat, 22 00133 ROMA

06 2023263      06 2023263  
www.laitaia.com      info@laitaia.com

**CENTRO DI TARATURA**  
Calibration Centre  
**Laboratorio Accreditato di Taratura**  
Accredited Calibration Laboratory



LAT 227

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 227/3564**  
Certificate of Calibration

Pagina 1 di 13  
Page 1 of 13

- Data di Emissione: 2023/12/18  
*date of issue*

- cliente: L.R.I.D.E. Srl  
*customer*  
Via Cristoforo Colombo, 163  
00147 - Roma (RM)

- destinatario: Idem  
*addressee*

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT 227 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

- Si riferisce a:

*Referring to:*

- oggetto: Fonometro (Filtri 1/3 oct)  
*item*

- costruttore: 01dB  
*manufacturer*

- modello: FUSION  
*model*

- matricola: 11449  
*serial number*

- data delle misure: 2023/12/18  
*date of measurements*

- registro di laboratorio: CT 338/23  
*laboratory reference*

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT 227 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i Campioni di Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Direzione Tecnica  
*(approving officer)*

  
Stefano Sartore



Laboratorio Ambiente Italia  
Laboratorio di Acustica  
Via del Bonagna, 22 00133 ROMA

06 2023263  
www.lai.it  
06 2023263  
info@lai.it

**CENTRO DI TARATURA LAT 227**  
Calibration Centre  
**Laboratorio Accreditato di Taratura**  
Accredited Calibration Laboratory



LAT 227

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 227/3265**  
Certificate of Calibration

Pagina 1 di 5  
Page 1 of 5

- Data di Emissione: **2023/02/09**  
*date of issue*

- cliente: **LR.LD.E Srl**  
*customer*  
**Via Cristoforo Colombo, 163**  
**00147 - Roma (RM)**

- destinatario: **Idem**  
*addressee*

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT 227 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

**- Si riferisce a:**

*Referring to*

- oggetto: **Calibratore**  
*item*

- costruttore: **01 dB**  
*manufacturer*

- modello: **CAL31**  
*model*

- matricola: **86764**  
*serial number*

- data delle misure: **2023/02/09**  
*date of measurements*

- registro di laboratorio: **CT 39/23**  
*laboratory reference*

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT 227 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i Campioni di Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore k vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.*

Direzione Tecnica  
(Approving Officer)

Stefano Saffioti

**9 APPENDICE C**

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R1	Residenziale	795,77	656831,77	4325987,80
R2	Altri ricettori	788,93	656836,76	4325972,43
R3	Altri ricettori	786,12	656837,68	4325059,19
R4	Altri ricettori	770,99	656876,56	4326084,63
R5	Altri ricettori	782,76	656876,72	4326126,13
R6	Altri ricettori	761,61	656892,23	4326105,07
R7	Altri ricettori	663,87	656940,29	4324784,19
R8	Residenziale	675,04	656943,02	4324706,38
R9	Altri ricettori	657,63	656950,26	4324758,48
R10	Residenziale	668,69	656952,70	4324693,95
R11	Altri ricettori	669,31	656957,80	4324673,48
R12	Altri ricettori	656,84	656966,68	4325041,17
R13	Altri ricettori	650,67	656972,16	4324691,01
R14	Altri ricettori	675,48	656976,60	4325126,21
R15	Altri ricettori	630,77	656979,66	4324746,44
R16	Altri ricettori	590,56	657034,41	4324692,22
R17	Altri ricettori	553,60	657050,05	4324795,13
R18	Altri ricettori	583,15	657052,10	4324662,84
R19	Altri ricettori	542,18	657058,39	4324901,56
R20	Altri ricettori	576,71	657060,53	4324658,71
R21	Altri ricettori	556,95	657079,00	4324665,73
R22	Altri ricettori	909,66	662738,32	4322163,71
R23	Altri ricettori	620,92	663396,91	4321854,23
R24	Altri ricettori	627,02	663421,89	4321845,86
R25	Altri ricettori	593,39	657136,72	4325538,65
R26	Altri ricettori	638,32	663465,36	4321829,09
R27	Altri ricettori	435,56	657173,18	4324774,22
R28	Altri ricettori	589,51	657176,71	4326270,26
R29	Altri ricettori	592,52	657187,42	4325290,39
R30	Altri ricettori	591,55	657190,93	4325475,56
R31	Altri ricettori	404,97	657194,95	4324886,91
R32	Altri ricettori	398,32	657201,13	4324875,61
R33	Altri ricettori	671,22	657209,72	4324317,84

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R34	Altri ricettori	977,89	657223,96	4326971,80
R35	Altri ricettori	394,48	657224,68	4324740,83
R36	Altri ricettori	608,26	657272,52	4325383,36
R37	Altri ricettori	376,17	657278,40	4325725,85
R38	Altri ricettori	360,44	657281,93	4325758,66
R39	Altri ricettori	551,89	657282,91	4325316,63
R40	Altri ricettori	942,76	657280,86	4323977,08
R41	Altri ricettori	949,40	657290,52	4323966,64
R42	Altri ricettori	349,62	657305,91	4325729,74
R43	Altri ricettori	363,81	657315,67	4325683,68
R44	Altri ricettori	904,40	657319,21	4326981,03
R45	Altri ricettori	920,52	657321,90	4326956,83
R46	Altri ricettori	828,84	657328,52	4327078,16
R47	Altri ricettori	803,64	657329,26	4327114,82
R48	Altri ricettori	837,97	657335,59	4327057,63
R49	Residenziale	921,17	657339,80	4326940,52
R50	Altri ricettori	330,83	657340,93	4325705,39
R51	Altri ricettori	844,73	657340,57	4327043,08
R52	Altri ricettori	848,11	657345,07	4327034,00
R53	Altri ricettori	335,36	657344,93	4325691,15
R54	Altri ricettori	256,38	657366,12	4324757,86
R55	Altri ricettori	224,23	657377,59	4324830,85
R56	Residenziale	951,12	657391,11	4326863,60
R57	Residenziale	972,54	657390,05	4326838,40
R58	Altri ricettori	944,59	657424,92	4326848,97
R59	Residenziale	931,55	657500,51	4323938,14
R60	Altri ricettori	250,47	657517,52	4325101,18
R61	Altri ricettori	875,64	657593,30	4323988,82
R62	Altri ricettori	840,27	657609,28	4324024,22
R63	Altri ricettori	352,99	657615,96	4324511,83
R64	Altri ricettori	699,29	657618,43	4324165,41
R65	Altri ricettori	26,63	657646,87	4325886,01
R66	Altri ricettori	711,04	657674,06	4324157,33
R67	Altri ricettori	974,62	657683,63	4328587,52
R68	Altri ricettori	360,54	657702,62	4324519,02

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R69	Altri ricettori	699,25	657752,17	4326789,85
R69	Altri ricettori	701,78	657745,57	4326808,36
R71	Altri ricettori	695,68	657762,90	4326762,06
R72	Altri ricettori	685,93	657770,34	4326771,89
R73	Altri ricettori	630,38	657807,40	4326873,38
R74	Altri ricettori	675,25	657833,54	4326637,44
R75	Altri ricettori	653,53	657850,83	4326651,33
R76	Altri ricettori	635,72	657863,43	4326665,94
R77	Altri ricettori	634,10	657872,51	4326651,71
R78	Residenziale	871,40	657887,15	4328515,52
R79	Altri ricettori	616,00	657893,71	4326650,53
R80	Altri ricettori	298,53	657894,66	4326000,42
R81	Altri ricettori	596,38	657915,33	4326652,07
R82	Altri ricettori	831,50	658006,53	4328473,56
R83	Altri ricettori	581,95	658032,83	4324476,22
R84	Altri ricettori	735,19	658046,29	4328371,71
R85	Altri ricettori	420,23	658065,75	4326743,97
R86	Altri ricettori	382,55	658070,76	4327288,47
R87	Altri ricettori	715,08	658077,68	4328345,60
R88	Altri ricettori	370,15	658083,91	4327307,37
R89	Altri ricettori	388,94	658086,48	4327287,97
R90	Altri ricettori	607,08	658107,88	4324466,11
R91	Altri ricettori	658,40	658121,97	4326367,38
R92	Altri ricettori	310,60	658122,78	4324870,45
R93	Altri ricettori	903,61	658171,05	4323040,51
R94	Altri ricettori	240,68	658175,38	4324931,33
R95	Altri ricettori	614,88	658192,16	4326381,89
R96	Altri ricettori	757,69	658200,73	4323192,44
R97	Altri ricettori	361,93	658206,96	4327408,89
R98	Altri ricettori	579,21	658213,74	4326411,53
R99	Altri ricettori	303,55	658236,99	4327178,88
R100	Altri ricettori	513,81	658252,59	4324504,12
R101	Altri ricettori	282,44	658256,03	4327167,23
R102	Altri ricettori	277,06	658286,44	4326712,59
R103	Altri ricettori	358,05	658293,94	4324005,50

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R104	Altri ricettori	276,06	658299,27	4326706,18
R105	Altri ricettori	283,31	658320,05	4326687,82
R106	Altri ricettori	487,60	658324,21	4324513,55
R107	Altri ricettori	457,66	658323,57	4324544,09
R108	Altri ricettori	975,88	658336,09	4322894,45
R109	Altri ricettori	21,95	658412,51	4326954,13
R110	Altri ricettori	450,42	658453,68	4324545,86
R111	Altri ricettori	962,06	658471,90	4322879,43
R112	Altri ricettori	268,68	658488,16	4324737,56
R113	Altri ricettori	750,68	658505,94	4325738,17
R114	Altri ricettori	246,47	658530,21	4326720,78
R115	Altri ricettori	270,22	658549,98	4326703,67
R116	Altri ricettori	685,36	658627,44	4327604,78
R117	Altri ricettori	325,47	658625,94	4324752,41
R118	Altri ricettori	371,96	658640,42	4324703,72
R119	Altri ricettori	372,15	658672,00	4324731,86
R120	Altri ricettori	384,44	658687,63	4324730,36
R121	Altri ricettori	383,44	658721,71	4324773,77
R122	Altri ricettori	433,02	658725,61	4324248,43
R123	Altri ricettori	526,95	658737,48	4324582,88
R124	Altri ricettori	452,46	658767,73	4324254,93
R125	Altri ricettori	483,28	658873,60	4324865,24
R126	Altri ricettori	436,86	658887,67	4324166,81
R127	Altri ricettori	594,56	659069,54	4324205,66
R128	Altri ricettori	908,97	659092,31	4323063,30
R129	Altri ricettori	668,05	659091,69	4324291,81
R130	Altri ricettori	677,60	659095,90	4324301,22
R131	Altri ricettori	687,32	659140,14	4324265,86
R132	Altri ricettori	848,20	659191,23	4324446,96
R133	Altri ricettori	603,34	659247,33	4327148,33
R134	Altri ricettori	985,44	659288,23	4324551,35
R135	Altri ricettori	688,56	663524,13	4321846,36
R136	Altri ricettori	530,42	659404,41	4327085,87
R137	Altri ricettori	491,71	659418,52	4327045,75
R138	Altri ricettori	386,52	659417,95	4326939,87

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R139	Altri ricettori	472,19	659459,03	4327019,81
R140	Altri ricettori	856,82	659453,75	4323963,63
R141	Altri ricettori	417,42	659489,80	4326955,54
R142	Altri ricettori	415,77	659515,15	4326945,02
R143	Altri ricettori	912,72	659518,12	4323776,07
R144	Residenziale	925,85	659532,96	4323833,01
R145	Altri ricettori	974,12	659576,80	4323739,16
R146	Residenziale	979,33	659586,85	4323738,95
R147	Altri ricettori	950,87	659607,35	4323645,54
R148	Altri ricettori	737,44	659678,27	4327225,01
R149	Altri ricettori	776,69	659692,73	4327261,57
R150	Altri ricettori	743,41	659713,05	4327214,39
R151	Altri ricettori	747,30	659787,48	4327174,11
R152	Altri ricettori	764,84	659787,61	4327195,15
R153	Residenziale	885,80	659888,56	4323028,39
R154	Altri ricettori	774,02	659911,65	4323182,45
R155	Altri ricettori	854,99	659948,04	4324872,16
R156	Residenziale	842,68	659951,62	4324194,69
R157	Altri ricettori	771,58	659961,82	4324978,27
R158	Altri ricettori	896,75	660060,18	4324355,23
R159	Altri ricettori	642,95	660072,80	4321758,51
R160	Altri ricettori	883,26	660069,98	4324345,53
R161	Altri ricettori	674,72	660084,16	4324991,60
R162	Altri ricettori	644,71	660085,07	4324047,71
R163	Altri ricettori	744,10	660091,11	4324188,81
R164	Altri ricettori	517,22	660198,47	4321762,38
R165	Altri ricettori	462,93	660309,14	4323999,69
R166	Altri ricettori	463,46	660391,89	4324041,88
R167	Altri ricettori	722,32	660424,88	4324319,07
R168	Altri ricettori	722,06	660443,33	4324322,00
R169	Altri ricettori	757,13	660492,09	4324363,33
R170	Altri ricettori	782,10	660518,93	4324390,17
R171	Altri ricettori	472,75	660520,00	4324080,28
R172	Altri ricettori	807,52	660538,66	4324436,54
R173	Altri ricettori	969,74	660805,72	4326421,25

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R174	Altri ricettori	505,85	660820,94	4324235,96
R175	Altri ricettori	969,12	660839,77	4326410,24
R176	Altri ricettori	958,10	660881,75	4326383,77
R177	Residenziale	990,68	660889,80	4326415,56
R178	Altri ricettori	964,61	660895,96	4326385,23
R179	Altri ricettori	955,36	660905,09	4326371,56
R180	Residenziale	980,67	660927,68	4326389,51
R181	Altri ricettori	349,93	661115,49	4324537,76
R182	Residenziale	618,81	661153,88	4325405,40
R183	Industriale	674,53	661192,50	4325314,90
R184	Residenziale	659,63	661186,52	4325354,32
R185	Commerciale	679,10	661185,06	4325274,11
R186	Residenziale	846,21	661186,98	4323043,48
R187	Altri ricettori	693,60	661218,85	4325342,97
R188	Residenziale	691,24	661219,53	4325358,17
R189	Altri ricettori	666,21	661463,13	4324910,45
R190	Residenziale	683,01	661513,12	4324915,41
R191	Altri ricettori	721,26	661527,99	4324950,94
R192	Altri ricettori	491,58	661724,16	4324547,16
R193	Altri ricettori	631,06	661883,55	4324554,58
R194	Altri ricettori	813,26	661981,90	4322672,25
R195	Altri ricettori	808,94	662002,94	4322652,55
R196	Altri ricettori	853,16	662019,63	4322694,89
R197	Altri ricettori	997,60	662660,34	4322225,73
R198	Altri ricettori	918,15	662677,80	4322146,06
R199	Altri ricettori	928,75	662678,11	4322157,99
R200	Altri ricettori	948,54	662679,29	4322180,43
R201	Altri ricettori	872,81	662706,67	4322109,63
R202	Altri ricettori	845,78	662716,94	4322084,58
R203	Altri ricettori	872,52	662743,57	4322125,72

**10 APPENDICE D**

Ricettore	Cod.	R01	R08	R10	R49	R56	R57	R59	R78	R144
Rumore campo eolico (A)	LeqD	39,4	40,9	41	39,8	40,2	40,5	38,2	37,9	37,3
	LeqN	39,4	40,9	41	39,8	40,2	40,5	38,2	37,9	37,3
Rumore residuo (B)	LeqD	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3
	LeqN	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8
Limite di immissione assoluta	LeqD	70	70	70	70	70	70	70	70	70
	LeqN	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Rumore ambientale (C)	LeqD	48,0	48,2	48,2	48,0	48,1	48,1	47,8	47,8	47,7
	LeqN	44,4	45,0	45,0	44,6	44,7	44,8	44,1	44,0	43,9
Limite di immissione differenziale	LeqD	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	LeqN	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Livello differenziale (C-B)	LeqD	0,7	0,9	0,9	0,7	0,8	0,8	0,5	0,5	0,4
	LeqN	1,6	2,2	2,2	1,8	1,9	2,0	1,3	1,2	1,1

Ricettore	Cod.	R146	R153	R156	R177	R180	R182	R184	R186	R188	R190
Rumore campo eolico (A)	LeqD	37,4	38,2	38,6	37,4	37,5	41,3	40,4	39,1	40	42,6
	LeqN	37,4	38,2	38,6	37,4	37,5	41,3	40,4	39,1	40	42,6
Rumore residuo (B)	LeqD	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3
	LeqN	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8
Limite di immissione assoluta	LeqD	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
	LeqN	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Rumore ambientale (C)	LeqD	47,7	47,8	47,8	47,7	47,7	48,3	48,1	47,9	48,0	48,6
	LeqN	43,9	44,1	44,2	43,9	43,9	45,1	44,8	44,3	44,6	45,7
Limite di immissione differenziale	LeqD	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	LeqN	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Livello differenziale (C-B)	LeqD	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	1,0	0,8	0,6	0,7	1,3
	LeqN	1,1	1,3	1,4	1,1	1,1	2,3	2,0	1,5	1,8	2,9

**11 APPENDICE E**

Ricettore	Cod.	R01	R08	R10	R49	R56	R57	R59	R78	R144
Rumore Cantiere (A)	LeqD	43,7	44,9	45	44,1	44,5	44,8	43,4	42,5	42,4
Rumore Residuo (B)	LeqD	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3
Limite di immissione assoluta	LeqD	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Rumore Ambientale (C)	LeqD	48,9	49,3	49,3	49,0	49,1	49,2	48,8	48,5	48,5

Ricettore	Cod.	R146	R153	R156	R177	R180	R182	R184	R186	R188	R190
Rumore Cantiere (A)	LeqD	42,5	42,9	43,3	42	41,5	39,8	40	43,8	41,9	41,6
Rumore Residuo (B)	LeqD	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3
Limite di immissione assoluta	LeqD	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Rumore Ambientale (C)	LeqD	48,5	48,6	48,8	48,4	48,3	48,0	48,0	48,9	48,4	48,3